SIEMENS

SIPROTEC

Leitungsdifferentialschutz mit Distanzschutz 7SD5

V 4.60

Handbuch

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

Einführung 1

Funktionen 2

Montage und Inbetriebsetzung 3

Technische Daten 4

Anhang A

Literaturverzeichnis

Glossar

Index

C53000-G1100-C169-4

Hinweis

Bitte beachten Sie die Hinweise und Warnungen zu Ihrer Sicherheit im Vorwort.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen.

Die Angaben in diesem Handbuch werden regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Technische Änderungen bleiben, auch ohne Ankündigung, vorbehalten.

Dokumentversion V04.41.00

Ausgabedatum 11.2008

Copyright

Copyright © Siemens AG 2008. All rights reserved.

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung.

Eingetragene Marken

SIPROTEC, SINAUT, SICAM und DIGSI sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in diesem Handbuch können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen können.

Siemens Aktiengesellschaft

Bestellnr.: C53000-G1100-C169-4

Vorwort

Zweck des Handbuchs

Dieses Handbuch beschreibt die Funktionen, Bedienung, Montage und Inbetriebsetzung der Geräte 7SD5. Insbesondere finden Sie:

- Angaben zur Projektierung des Geräteumfangs und eine Beschreibung der Gerätefunktionen und Einstellmöglichkeiten → Kapitel 2;
- Hinweise zur Montage und Inbetriebsetzung → Kapitel 3;
- die Zusammenstellung der Technischen Daten → Kapitel 4;
- sowie eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten für den erfahreneren Anwender → Anhang A.

Allgemeine Angaben zur Bedienung und Projektierung von SIPROTEC 4-Geräten entnehmen Sie bitte der SIPROTEC 4-Systembeschreibung /1/.

Zielgruppe

Schutzingenieure, Inbetriebsetzer, Personen, die mit der Einstellung, Prüfung und Wartung von Selektivschutz-, Automatik- und Steuerungseinrichtungen betraut sind und Betriebspersonal in elektrischen Anlagen und Kraftwerken.

Gültigkeitsbereich des Handbuchs

Dieses Handbuch ist gültig für: SIPROTEC 4 Leitungsdifferentialschutz mit Distanzschutz 7SD5; Firmware-Version V 4.60.

Angaben zur Konformität

CE	Das Produkt entspricht den Bestimmungen der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie 2004/108/EG) und betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG). Diese Konformität ist das Ergebnis einer Prüfung, die durch die Siemens AG gemäß den Richtlinien in Übereinstimmung mit den Fachgrundnormen EN 61000-6-2 und EN 61000-6-4 für die EMV-Richtlinie und der Norm EN 60255-27 für die Niederspannungsrichtlinie durchgeführt worden ist. Das Gerät ist für den Einsatz im Industriebereich entwickelt und hergestellt. Das Erzeugnis steht im Einklang mit den internationalen Normen der Reihe IEC 60255 und der nationalen Bestimmung VDE 0435.

Weitere Normen IEEE Std C37.90 (siehe Kapitel 4 "Technische Daten")

IND. CONT. EQ.
69CA

IND. CONT. EQ.

Weitere Unterstützung

Bei Fragen zum System SIPROTEC 4 wenden Sie sich bitte an Ihren Siemens-Vertriebspartner.

Unser Customer Support Center unterstützt Sie rund um die Uhr.

Tel.: 01 80/5 24 70 00

Fax: 01 80/5 24 24 71

e-mail: support.energy@siemens.com

Kurse

Das individuelle Kursangebot erfragen Sie bei unserem Training Center:

Siemens AG

Power Transmission and Distribution

Siemens Power Academy TD

Humboldtstr. 59

90459 Nürnberg

Telefon:0911 / 4 33-70 05

Fax:0911 / 4 33-79 29

Internet: www.siemens.com/power-academy-td

Hinweise zu Ihrer Sicherheit

Dieses Handbuch stellt kein vollständiges Verzeichnis aller für einen Betrieb des Betriebsmittels (Baugruppe, Gerät) erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen dar, weil besondere Betriebsbedingungen weitere Maßnahmen erforderlich machen können. Es enthält jedoch Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise sind durch ein Warndreieck hervorgehoben und je nach Gefährdungsgrad wie folgt dargestellt.

GEFAHR

Gefahr bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten werden, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

WARNUNG

bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

VORSICHT

bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung oder ein Sachschaden eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden. Dies gilt insbesondere auch für Schäden am oder im Gerät selber und daraus resultierende Folgeschäden.

Hinweis

ist eine wichtige Information über das Produkt, die Handhabung des Produktes oder den jeweiligen Teil der Dokumentation, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

WARNUNG

Qualifiziertes Personal

Inbetriebsetzung und Betrieb eines in diesem Handbuch beschriebenen Betriebsmittels (Baugruppe, Gerät) dürfen nur von qualifiziertem Personal vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieses Handbuches sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, freizuschalten, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Betriebsmittel (Gerät, Baugruppe) darf nur für die im Katalog und der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie Bedienung und Instandhaltung voraus.

Beim Betrieb elektrischer Betriebsmittel stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Betriebsmittel unter gefährlicher Spannung. Es können deshalb schwere Körperverletzung oder Sachschäden auftreten, wenn nicht fachgerecht gehandelt wird:

Vor Anschluss irgendwelcher Verbindungen ist das Betriebsmittel am Schutzleiteranschluss zu erden.

Gefährliche Spannungen können in allen mit der Spannungsversorgung verbundenen Schaltungsteilen anstehen.

Auch nach Abtrennen der Versorgungsspannung können gefährliche Spannungen im Betriebsmittel vorhanden sein (Kondensatorspeicher).

Betriebsmittel mit Stromwandlerkreisen dürfen nicht offen betrieben werden.

Die im Handbuch bzw. in der Betriebsanleitung genannten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden; dies ist auch bei Prüfung und Inbetriebnahme zu beachten.

Typographische- und Zeichenkonventionen

Zur Kennzeichnung von Begriffen, die im Textfluss wörtliche Informationen des Gerätes oder für das Gerät bezeichnen, werden folgende Schriftarten verwendet:

`Parameternamen`

Bezeichner für Konfigurations- und Funktionsparameter, die im Display des Gerätes oder auf dem Bildschirm des Personalcomputers (mit DIGSI) wörtlich erscheinen, sind im Text durch Fettdruck in Monoschrift (gleichmäßige Zeichenbreite) gekennzeichnet. Das gleiche gilt für Überschriften von Auswahlmenüs.

1234A

Parameteradressen werden wie Parameternamen dargestellt. Parameteradressen enthalten in Übersichtstabellen das Suffix **A**, wenn der Parameter in DIGSI nur über die Option **Weitere Parameter anzeigen** erreichbar ist.

`Parameterzustände`

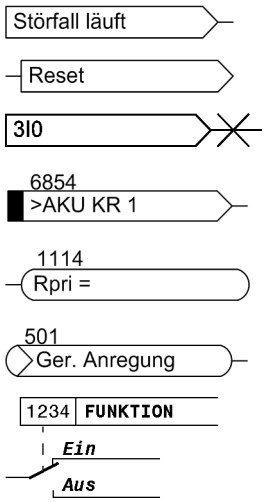
mögliche Einstellungen von Textparametern, die im Display des Gerätes oder auf dem Bildschirm des Personalcomputers (mit DIGSI) wörtlich erscheinen, sind im Text zusätzlich kursiv geschrieben. Das gleiche gilt für Optionen in Auswahlmenüs.

„`Meldungen`“

Bezeichner für Informationen, die das Gerät ausgibt oder von anderen Geräten oder Schaltmitteln benötigt, sind im Text in Monoschrift (gleichmäßige Zeichenbreite) geschrieben und zusätzlich in Anführungszeichen gesetzt.

In Zeichnungen und Tabellen, in denen sich die Art des Bezeichners aus der Darstellung von selbst ergibt, kann von vorstehenden Konventionen abgewichen sein.

Folgende Symbolik ist in Zeichnungen verwendet:



geräteinternes logisches Eingangssignal

geräteinternes logisches Ausgangssignal

eingehendes internes Signal einer analogen Größe

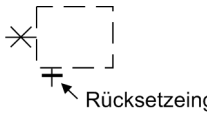
externes binäres Eingangssignal mit Nummer (Binäreingabe, Eingangsmeldung)

externes binäres Ausgangssignal mit Nummer (Beispiel einer Wertmeldung)

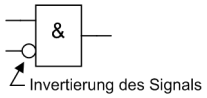
als Eingangssignal verwendetes externes binäres Ausgangssignal mit Nummer (Meldung des Gerätes)

Beispiel eines Parameterschalters **FUNKTION** mit der Adresse 1234 und den möglichen Zuständen Ein und Aus

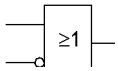
Im übrigen werden weitgehend die Schaltzeichen gemäß IEC 60617-12 und IEC 60617-13 oder daraus hergeleitete verwendet. Die häufigsten Symbole sind folgende:



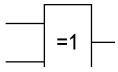
analoge Eingangsgröße



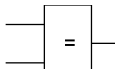
UND-Verknüpfung von Eingangsgrößen



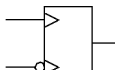
ODER-Verknüpfung von Eingangsgrößen



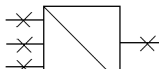
Exklusives ODER (Antivalenz): Ausgang aktiv, wenn nur **einer** der Eingänge aktiv ist



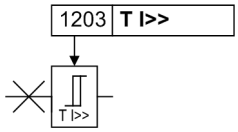
Koinzidenz: Ausgang aktiv, wenn **beide** Eingänge gleichzeitig aktiv oder inaktiv sind



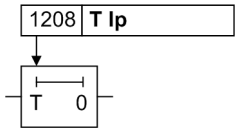
Dynamische Eingangssignale (flankengesteuert) oben mit positiver, unten mit negativer Flanke



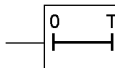
Bildung eines analogen Ausgangssignals aus mehreren analogen Eingangssignalen



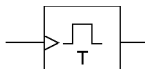
Grenzwertstufe mit Parameteradresse und Parameternamen



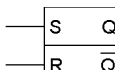
Zeitglied (Ansprechverzögerung T einstellbar) mit Parameteradresse und Parameternamen



Zeitglied (Rückfallverzögerung T, nicht einstellbar)



Flankengesteuerte Zeitstufe mit der Wirkzeit T



Statischer Speicher (RS-Flipflop) mit Setzeingang ($\underline{S}$), Rücksetzeingang (R), Ausgang (Q) und invertiertem Ausgang ($\overline{Q}$)

■

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 21

1.1 Gesamtfunktion 22

1.2 Anwendungsbereiche 25

1.3 Eigenschaften 29

2 Funktionen 37

2.1 Allgemeines 39

2.1.1 Funktionsumfang 40

2.1.1.1 Konfiguration des Funktionsumfangs 40

2.1.1.2 Steuerung der Hauptschutzfunktionen 40

2.1.1.3 Einstellhinweise 41

2.1.1.4 Parameterübersicht 45

2.1.2 Allgemeine Anlagendaten (Anlagendaten 1) 47

2.1.2.1 Einstellhinweise 47

2.1.2.2 Parameterübersicht 55

2.1.3 Parametergruppenumschaltung 56

2.1.3.1 Zweck der Parametergruppen 56

2.1.3.2 Einstellhinweise 56

2.1.3.3 Parameterübersicht 57

2.1.3.4 Informationsübersicht 57

2.1.4 Allgemeine Schutzdaten (Anlagendaten 2) 58

2.1.4.1 Einstellhinweise 58

2.1.4.2 Parameterübersicht 70

2.1.4.3 Informationsübersicht 74

2.2 Wirkschnittstellen und Schutzdatentopologie 76

2.2.1 Funktionsbeschreibung 76

2.2.1.1 Schutzdatentopologie / Schutzdatenkommunikation 76

2.2.2 Die Arbeitsmodi des Differentialschutzes 81

2.2.2.1 Modus: Gerät abmelden 81

2.2.2.2 Differentialschutz-Testmodus 83

2.2.2.3 Differentialschutz-IBS-Modus 85

2.2.3 Wirkschnittstellen 87

2.2.3.1 Einstellhinweise 87

2.2.3.2 Parameterübersicht 89

2.2.3.3 Informationsübersicht 90

2.2.4 Differentialschutztopologie 91

2.2.4.1 Einstellhinweise 91

2.2.4.2 Parameterübersicht 93

2.2.4.3 Informationsübersicht 94

2.3 Differentialschutz . . . 95
2.3.1 Funktionsbeschreibung . . . 95
2.3.2 Einstellhinweise . . . 106
2.3.3 Parameterübersicht . . . 110
2.3.4 Informationsübersicht . . . 111
2.4 Schaltermitnahme und Fernauslösung . . . 113
2.4.1 Funktionsbeschreibung . . . 113
2.4.2 Einstellhinweise . . . 116
2.4.3 Parameterübersicht . . . 117
2.4.4 Informationsübersicht . . . 117
2.5 Distanzschutz . . . 118
2.5.1 Distanzschutz allgemein . . . 118
2.5.1.1 Erdfehlererkennung . . . 118
2.5.1.2 Anregung (wahlweise) . . . 122
2.5.1.3 Berechnung der Impedanzen . . . 127
2.5.1.4 Einstellhinweise . . . 135
2.5.1.5 Parameterübersicht . . . 142
2.5.1.6 Informationsübersicht . . . 144
2.5.2 Distanzschutz mit polygonaler Auslösecharakteristik (wahlweise) . . . 147
2.5.2.1 Funktionsbeschreibung . . . 147
2.5.2.2 Einstellhinweise . . . 153
2.5.2.3 Parameterübersicht . . . 162
2.5.3 Distanzschutz mit MHO-Charakteristik (wahlweise) . . . 164
2.5.3.1 Funktionsbeschreibung . . . 164
2.5.3.2 Einstellhinweise . . . 171
2.5.3.3 Parameterübersicht . . . 175
2.5.4 Auslöselogik des Distanzschutzes . . . 176
2.5.4.1 Funktionsbeschreibung . . . 176
2.5.4.2 Einstellhinweise . . . 181
2.6 Maßnahmen bei Netzpendelungen (wahlweise) . . . 182
2.6.1 Funktionsbeschreibung . . . 182
2.6.2 Einstellhinweise . . . 189
2.6.3 Parameterübersicht . . . 189
2.6.4 Informationsübersicht . . . 189

2.7 Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise) 190
2.7.1 Allgemeines 190
2.7.2 Funktionsbeschreibung 191
2.7.3 Mitnahme über Anregung 192
2.7.4 Mitnahme über erweiterten Messbereich 194
2.7.5 Direkte Mitnahme (Fernauslösung) 196
2.7.6 Signalvergleichsverfahren 197
2.7.7 Richtungsvergleichsverfahren 200
2.7.8 Unblockverfahren 202
2.7.9 Blockierverfahren 205
2.7.10 Streckenschutz 208
2.7.11 Rückwärtige Verriegelung 211
2.7.12 Transiente Blockierung 212
2.7.13 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung 213
2.7.14 Einstellhinweise 215
2.7.15 Parameterübersicht 217
2.7.16 Informationsübersicht 218
2.8 Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise) 219
2.8.1 Funktionsbeschreibung 219
2.8.2 Einstellhinweise 235
2.8.3 Parameterübersicht 244
2.8.4 Informationsübersicht 248
2.9 Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise) 249
2.9.1 Allgemeines 249
2.9.2 Richtungsvergleichsverfahren 250
2.9.3 Richtungsunblockverfahren 253
2.9.4 Richtungsblockierverfahren 257
2.9.5 Transiente Blockierung 259
2.9.6 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Erdstromspeisung 260
2.9.7 Einstellhinweise 261
2.9.8 Parameterübersicht 263
2.9.9 Informationsübersicht 264
2.10 Erdfehlerdifferentialschutz (wahlweise) 265
2.10.1 Anwendungsbeispiele 265
2.10.2 Funktionsbeschreibung 266
2.10.3 Einstellhinweise 271
2.10.4 Parameterübersicht 272
2.10.5 Informationsübersicht 272

2.11 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung . . . 273
2.11.1 Echofunktion . . . 273
2.11.1.1 Funktionsbeschreibung . . . 273
2.11.2 Klassische Auslösung . . . 275
2.11.2.1 Funktionsbeschreibung . . . 275
2.11.2.2 Einstellhinweise . . . 277
2.11.3 Auslösung nach französischer Spezifikation . . . 278
2.11.3.1 Funktionsbeschreibung . . . 278
2.11.3.2 Einstellhinweise . . . 281
2.11.4 Tabellarische Übersichten für die klassische und französische Auslösung . . . 283
2.11.4.1 Parameterübersicht . . . 283
2.11.4.2 Informationsübersicht . . . 284
2.12 Externe örtliche Auslösung . . . 285
2.12.1 Funktionsbeschreibung . . . 285
2.12.2 Einstellhinweise . . . 286
2.12.3 Parameterübersicht . . . 286
2.12.4 Informationsübersicht . . . 286
2.13 Übertragung binärer Informationen und Kommandos . . . 287
2.13.1 Funktionsbeschreibung . . . 287
2.13.2 Informationsübersicht . . . 288
2.14 Hochstrom-Schnellabschaltung . . . 290
2.14.1 Funktionsbeschreibung . . . 290
2.14.2 Einstellhinweise . . . 292
2.14.3 Parameterübersicht . . . 293
2.14.4 Informationsübersicht . . . 294
2.15 Überstromzeitschutz . . . 295
2.15.1 Allgemeines . . . 295
2.15.2 Funktionsbeschreibung . . . 296
2.15.3 Einstellhinweise . . . 303
2.15.4 Parameterübersicht . . . 309
2.15.5 Informationsübersicht . . . 310
2.16 Wiedereinschaltautomatik (wahlweise) . . . 312
2.16.1 Funktionsbeschreibung . . . 312
2.16.2 Einstellhinweise . . . 330
2.16.3 Parameterübersicht . . . 338
2.16.4 Informationsübersicht . . . 341
2.17 Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise) . . . 343
2.17.1 Funktionsbeschreibung . . . 343
2.17.2 Einstellhinweise . . . 349
2.17.3 Parameterübersicht . . . 353
2.17.4 Informationsübersicht . . . 355

2.18 Spannungsschutz (wahlweise) 356
2.18.1 Überspannungsschutz 356
2.18.2 Unterspannungsschutz 363
2.18.3 Einstellhinweise 367
2.18.4 Parameterübersicht 371
2.18.5 Informationsübersicht 373
2.19 Frequenzschutz (wahlweise) 376
2.19.1 Funktionsbeschreibung 376
2.19.2 Einstellhinweise 379
2.19.3 Parameterübersicht 380
2.19.4 Informationsübersicht 381
2.20 Fehlerorter 382
2.20.1 Funktionsbeschreibung 382
2.20.2 Einstellhinweise 386
2.20.3 Parameterübersicht 389
2.20.4 Informationsübersicht 390
2.21 Leistungsschalter-Versagerschutz 391
2.21.1 Funktionsbeschreibung 391
2.21.2 Einstellhinweise 402
2.21.3 Parameterübersicht 406
2.21.4 Informationsübersicht 407
2.22 Thermischer Überlastschutz 408
2.22.1 Funktionsbeschreibung 408
2.22.2 Einstellhinweise 410
2.22.3 Parameterübersicht 412
2.22.4 Informationsübersicht 412
2.23 Überwachungsfunktionen 413
2.23.1 Messwertüberwachungen 413
2.23.1.1 Hardware-Überwachungen 413
2.23.1.2 Software-Überwachungen 415
2.23.1.3 Überwachung der Messkreise 415
2.23.1.4 Überwachung des Phasenwinkels der Mitsystemleistung 424
2.23.1.5 Fehlerreaktionen 426
2.23.1.6 Einstellhinweise 429
2.23.1.7 Parameterübersicht 431
2.23.1.8 Informationsübersicht 432
2.23.2 Auslösekreisüberwachung 433
2.23.2.1 Funktionsbeschreibung 433
2.23.2.2 Einstellhinweise 436
2.23.2.3 Parameterübersicht 436
2.23.2.4 Informationsübersicht 436

2.24 Funktionssteuerung und Leistungsschalterprüfung 437
2.24.1 Funktionssteuerung 437
2.24.1.1 Einschalterkennung 437
2.24.1.2 Leistungsschalter-Zustandserkennung 441
2.24.1.3 Open Pole Detektor 443
2.24.1.4 Anregelogik des Gesamtgerätes 445
2.24.1.5 Auslöselogik des Gesamtgerätes 446
2.24.2 Leistungsschalterprüfung 451
2.24.2.1 Funktionsbeschreibung 451
2.24.2.2 Informationsübersicht 452
2.24.3 Gerät 453
2.24.3.1 Kommandoabhängige Meldungen 453
2.24.3.2 Schaltstatistik 454
2.24.3.3 Einstellhinweise 454
2.24.3.4 Parameterübersicht 455
2.24.3.5 Informationsübersicht 455
2.24.4 EN100-Modul 1 457
2.24.4.1 Funktionsbeschreibung 457
2.24.4.2 Einstellhinweise 457
2.24.4.3 Informationsübersicht 457

2.25 Zusatzfunktionen . . . 458
2.25.1 Inbetriebsetzungshilfe . . . 458
2.25.1.1 Funktionsbeschreibung . . . 458
2.25.1.2 Einstellhinweise . . . 460
2.25.2 Meldeverarbeitung . . . 461
2.25.2.1 Funktionsbeschreibung . . . 461
2.25.3 Statistik . . . 465
2.25.3.1 Funktionsbeschreibung . . . 465
2.25.3.2 Informationsübersicht . . . 466
2.25.4 Messwerte . . . 467
2.25.4.1 Funktionsbeschreibung . . . 467
2.25.4.2 Informationsübersicht . . . 469
2.25.5 Differentialschutzwerte . . . 471
2.25.5.1 Messwerte des Differentialschutzes . . . 471
2.25.5.2 Informationsübersicht . . . 471
2.25.6 Fernmesswerte . . . 472
2.25.6.1 Funktionsbeschreibung . . . 472
2.25.7 Konstellationsmesswerte . . . 473
2.25.7.1 Funktionsbeschreibung . . . 473
2.25.8 Störschreibung . . . 474
2.25.8.1 Funktionsbeschreibung . . . 474
2.25.8.2 Einstellhinweise . . . 474
2.25.8.3 Parameterübersicht . . . 475
2.25.8.4 Informationsübersicht . . . 475
2.25.9 Mittelwerte . . . 476
2.25.9.1 Langzeitmittelwerte . . . 476
2.25.9.2 Einstellhinweise . . . 476
2.25.9.3 Parameterübersicht . . . 476
2.25.9.4 Informationsübersicht . . . 477
2.25.10 Minimal- und Maximalwerte . . . 477
2.25.10.1 Rückstellung . . . 477
2.25.10.2 Einstellhinweise . . . 477
2.25.10.3 Parameterübersicht . . . 477
2.25.10.4 Informationsübersicht . . . 478
2.25.11 Grenzwerte für Messwerte . . . 480
2.25.11.1 Grenzwertüberwachungen . . . 480
2.25.11.2 Einstellhinweise . . . 480
2.25.11.3 Informationsübersicht . . . 481
2.25.12 Energiezähler . . . 482
2.25.12.1 Energiezählung . . . 482
2.25.12.2 Einstellhinweise . . . 482
2.25.12.3 Informationsübersicht . . . 482

2.26 Befehlsbearbeitung . . . 483
2.26.1 Schalthoheit und Schaltmodus . . . 483
2.26.1.1 Befehlstypen . . . 483
2.26.1.2 Ablauf im Befehlspfad . . . 484
2.26.1.3 Schaltfehlerschutz . . . 485
2.26.1.4 Informationsübersicht . . . 487
2.26.2 Schaltobjekte . . . 488
2.26.2.1 Informationsübersicht . . . 488
2.26.3 Prozessmeldungen . . . 489
2.26.3.1 Funktionsbeschreibung . . . 489
2.26.3.2 Informationsübersicht . . . 490
2.26.4 Protokolle . . . 490
2.26.4.1 Informationsübersicht . . . 490

3 Montage und Inbetriebsetzung . . . 491

3.1 Montage und Anschluss . . . 492
3.1.1 Projektierungshinweise . . . 492
3.1.2 Anpassung der Hardware . . . 498
3.1.2.1 Allgemeines . . . 498
3.1.2.2 Demontage . . . 500
3.1.2.3 Schaltelemente auf Leiterplatten . . . 503
3.1.2.4 Schnittstellenmodule . . . 514
3.1.2.5 Zusammenbau . . . 518
3.1.3 Montage . . . 518
3.1.3.1 Schalttafeleinbau . . . 518
3.1.3.2 Gestell- und Schrankeinbau . . . 520
3.1.3.3 Schalttafelaufbau . . . 522
3.2 Kontrolle der Anschlüsse . . . 523
3.2.1 Kontrolle der Datenverbindung der seriellen Schnittstellen . . . 523
3.2.2 Kontrolle der Schutzdatenkommunikation . . . 526
3.2.3 Kontrolle der Anlagenanschlüsse . . . 527

3.3 Inbetriebsetzung 529
3.3.1 Testbetrieb/Übertragungssperre 530
3.3.2 Zeitsynchronisationsschnittstelle prüfen 530
3.3.3 Systemschnittstelle testen 531
3.3.4 Schaltzustände der binären Ein-/Ausgänge prüfen 533
3.3.5 Überprüfung der Schutzdatentopologie 536
3.3.6 Prüfungen für den Leistungsschalterversagerschutz 543
3.3.7 Überprüfung der Wandleranschlüsse eines Leitungsendes 545
3.3.8 Überprüfung der Wandleranschlüsse mit zwei Leitungsenden 547
3.3.9 Überprüfung der Wandleranschlüsse bei mehr als zwei Enden 557
3.3.10 Messung der Eigenzeit des Leistungsschalters 558
3.3.11 Prüfung der Signalübertragung mit Distanzschutz 559
3.3.12 Prüfung der Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz 562
3.3.13 Prüfung der Signalübertragung für Schalterversagerschutz und/oder Endfehlerschutz 563
3.3.14 Prüfung der Signalübertragung für interne oder externe Fernauslösung 564
3.3.15 Kontrolle anwenderdefinierbarer Funktionen 564
3.3.16 Auslöse- und Einschaltprüfung mit dem Leistungsschalter 564
3.3.17 Schaltprüfung der projektierten Betriebsmittel 565
3.3.18 Anlegen eines Test-Messschriebs 565
3.4 Bereitschalten des Gerätes 567

4 Technische Daten 569

4.1 Allgemeine Gerätedaten 570
4.1.1 Analoge Eingänge 570
4.1.2 Hilfsspannung 571
4.1.3 Binäre Ein- und Ausgänge 572
4.1.4 Kommunikationsschnittstellen 574
4.1.5 Elektrische Prüfungen 578
4.1.6 Mechanische Prüfungen 580
4.1.7 Klimabeanspruchungen 581
4.1.8 Einsatzbedingungen 581
4.1.9 Zulassungen 582
4.1.10 Konstruktive Ausführungen 582
4.2 Wirkschnittstellen und Differentialschutztopologie 583
4.3 Differentialschutz 585
4.4 Erdfehlerdifferentialschutz 587
4.5 Schaltermitnahme und Fernauslösung- Externe örtliche Auslösung 588
4.6 Distanzschutz (wahlweise) 589
4.7 Pendelerfassung (mit Impedanzanregung) (wahlweise) 593
4.8 Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise) 594
4.9 Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise) 595
4.10 Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise) 605
4.11 Auslösung bei schwacher Einspeisung (klassisch/wahlweise) 606
4.12 Auslösung bei schwacher Einspeisung (franz. Spez./wahlweise) 607

4.13 Übertragung binärer Informationen und Kommandos . . . 608
4.14 Hochstrom-Schnellabschaltung . . . 609
4.15 Überstromzeitschutz . . . 610
4.16 Wiedereinschaltautomatik (wahlweise) . . . 613
4.17 Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise) . . . 614
4.18 Spannungsschutz (wahlweise) . . . 616
4.19 Frequenzschutz (wahlweise) . . . 619
4.20 Fehlerorter . . . 620
4.21 Leistungsschalter-Versagerschutz . . . 621
4.22 Thermischer Überlastschutz . . . 622
4.23 Überwachungsfunktionen . . . 624
4.24 Anwenderdefinierbare Funktionen (CFC) . . . 626
4.25 Zusatzfunktionen . . . 630
4.26 Abmessungen . . . 633
4.26.1 Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_2$) . . . 633
4.26.2 Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_1$) . . . 634
4.26.3 Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_2$) . . . 635
4.26.4 Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_1$) . . . 635

A Anhang . . . 637

A.1 Bestelldaten und Zubehör . . . 638
A.1.1 Bestelldaten . . . 638
A.1.1.1 MLFB-Schlüssel . . . 638
A.1.2 Zubehör . . . 644
A.2 Klemmenbelegungen . . . 648
A.2.1 Gehäuse für Schalttafel- und Schrankeinbau . . . 648
A.2.2 Gehäuse für Schalttafelaufbau . . . 655
A.3 Anschlussbeispiele . . . 662
A.3.1 Stromwandlerbeispiele . . . 662
A.3.2 Spannungswandlerbeispiele . . . 667
A.4 Vorrangierungen . . . 670
A.4.1 Leuchtdioden . . . 670
A.4.2 Binäreingang . . . 671
A.4.3 Binärausgang . . . 672
A.4.4 Funktionstasten . . . 672
A.4.5 Grundbild . . . 673
A.4.6 Vorgefertigte CFC-Pläne . . . 676
A.5 Protokollabhängige Funktionen . . . 677
A.6 Funktionsumfang . . . 678
A.7 Parameterübersicht . . . 681
A.8 Informationsübersicht . . . 701
A.9 Sammelmeldungen . . . 739
A.10 Messwertübersicht . . . 740

Literaturverzeichnis 747

Glossar 749

Index 761

Einführung 1

In diesem Kapitel wird Ihnen der Leitungsdifferentialschutz mit Distanzschutz SIPROTEC 4 7SD5 vorgestellt. Sie erhalten einen Überblick über Anwendungsbereich, Eigenschaften und Funktionsumfang des Gerätes 7SD5.

1.1	Gesamtfunktion	22
1.2	Anwendungsbereiche	25
1.3	Eigenschaften	29

1.1 Gesamtfunktion

Der Leitungsschutz SIPROTEC 4 7SD5 ist mit einem leistungsfähigen Mikroprozessorsystem ausgestattet. Damit werden alle Aufgaben von der Erfassung der Messgrößen bis hin zur Kommandogabe an die Leistungsschalter, wie auch der Messdatenaustausch mit den übrigen Leitungsenden des Schutzbereiches, voll digital verarbeitet. Bild 1-1 zeigt die Grundstruktur des Gerätes.

Analogeingänge

Die Messeingänge ME transformieren die von den Messwandlern kommenden Ströme und Spannungen und passen sie an den internen Verarbeitungspegel des Gerätes an. Das Gerät verfügt über 4 Stromeingänge und 4 Spannungseingänge. Drei Stromeingänge sind für die Eingabe der Leiterströme vorgesehen, ein weiterer (I_4) kann für den Erdstrom (Stromwandlersternpunkt oder gesonderter Erdstromwandler), den Erdstrom einer Parallelleitung (für Parallelleitungskompensation) oder den Sternpunktstrom eines Speisetransformators (für Erdfehler-Richtungsbestimmung, Erdfehler-Differentialschutz) verwendet werden.

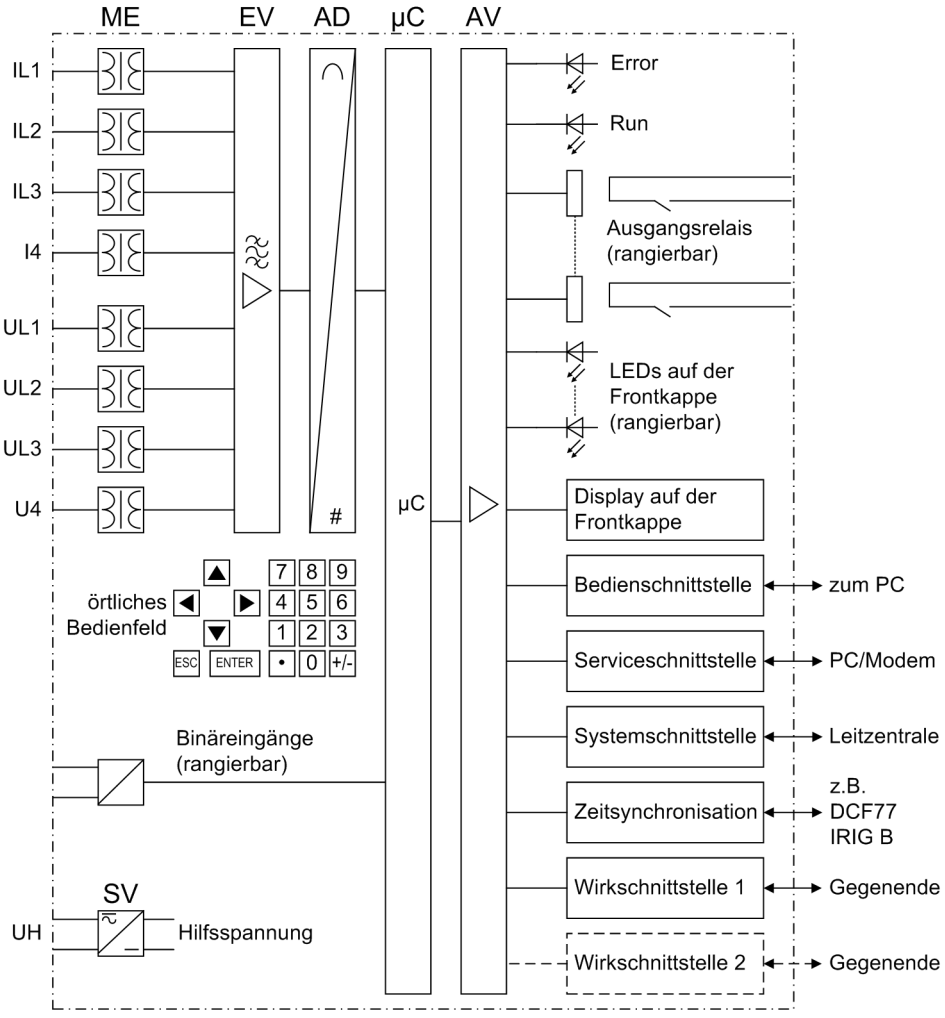


Bild 1-1 Hardwarestruktur des Leitungsdifferentialschutzes 7SD5

Für jede Leiter-Erde-Spannung ist ein Spannungseingang vorhanden. Für den Differentialschutz ist der Anschluss von Spannungswandlern nicht notwendig, jedoch für den Einsatz des Distanzschutzes sowie weiterer Zusatzfunktionen. Ein weiterer Spannungseingang (U_4) kann wahlweise für die Verlagerungsspannung (e-n-Spannung), für eine Sammelschienenspannung (für Synchron- und Einschaltkontrolle) oder für eine beliebige Spannung U_X (für Überspannungsschutz) verwendet werden. Die Analoggrößen werden an die Eingangsverstärkergruppe EV weitergeleitet.

Die Eingangsverstärkergruppe EV sorgt für einen hochohmigen Abschluss der Eingangsgrößen und enthält Filter, die hinsichtlich Bandbreite und Verarbeitungsgeschwindigkeit auf die Messwertverarbeitung optimiert sind.

Die Analog-/Digitalwandlergruppe AD enthält Analog/Digitalwandler und Speicherbausteine für die Datenübergabe an das Mikrocomputersystem.

Mikrocomputer-system

Im Mikrocomputersystem µC werden neben Steuerung der Messgrößenerfassung die eigentlichen Schutz- und Steuerfunktionen bearbeitet. Hierzu gehören insbesondere:

- Filterung und Aufbereitung der Messgrößen
- ständige Überwachung der Messgrößen
- Überwachung der Anregebedingungen für die einzelnen Schutzfunktionen
- Aufbereitung der örtlichen Differentialschutzgrößen (Zeigeranalyse und Ladungsbildung) und Erstellung des Übertragungsprotokolls
- Decodierung des empfangenen Übertragungsprotokolls, Synchronisierung der Differentialschutzgrößen und Summierung zum Gesamtdifferentialstrom und zur Gesamtladung
- Überwachung der Kommunikation mit den anderen Geräten des Leitungsschutzsystems
- Abfrage von Grenzwerten und Zeitabläufen
- Steuerung von Signalen für die logischen Funktionen
- Entscheidung über die Auslöse- und Einschaltkommandos
- Speicherung von Meldungen, Störfalldaten und Störwerten für die Fehleranalyse
- Verwaltung des Betriebssystems und dessen Funktionen, wie z.B. Datenspeicherung, Echtzeituhr, Kommunikation, Schnittstellen, etc.

Informationen werden über Ausgangsverstärker AV zur Verfügung gestellt.

Binärein- und -ausgänge

Binäre Ein- und Ausgaben vom und zum Computersystem werden über die Ein/Ausgabe-Bausteine (Ein- und Ausgänge) geleitet. Von hier erhält das System Informationen aus der Anlage (z.B. Fernrückstellung) oder von anderen Geräten (z.B. Blockierbefehle). Ausgaben sind vor allem die Kommandos zu den Schaltgeräten und die Meldungen für die Fernsignalisierung wichtiger Ereignisse und Zustände.

Frontelemente

LEDs und ein LC-Display auf der Front geben Auskunft über die Funktion des Gerätes und melden Ereignisse, Zustände und Messwerte.

Integrierte Steuer- und Zifferntasten in Verbindung mit dem LC-Display ermöglichen die Kommunikation mit dem Gerät vor Ort. Hierüber können alle Informationen des Gerätes, wie Projektierungs- und Einstellparameter, Betriebs- und Störfallmeldungen und Messwerte abgerufen und Einstellparameter geändert werden (siehe auch Kapitel 2 und SIPROTEC 4 Systembeschreibung).

Bei Geräten mit Steuerfunktionen ist auch Anlagensteuerung von der Frontkappe möglich.

Serielle Schnittstellen

Über die serielle Bedienschnittstelle in der Frontkappe kann die Kommunikation mit einem Personalcomputer unter Verwendung des Bedienprogramms DIGSI erfolgen. Hiermit ist eine bequeme Bedienung aller Funktionen des Gerätes möglich.

Über die serielle Serviceschnittstelle kann man ebenfalls mit einem Personalcomputer unter Verwendung von DIGSI mit dem Gerät kommunizieren. Diese ist besonders für feste Verdrahtung der Geräte mit dem PC oder Bedienung über ein Modem geeignet.

Über die serielle Systemschnittstelle können alle Gerätedaten zu einem zentralen Auswertegerät oder einer Leitstelle übertragen werden. Je nach Anwendung kann diese Schnittstelle mit unterschiedlichen physikalischen Übertragungsverfahren und unterschiedlichen Protokollen versehen sein.

Eine weitere Schnittstelle ist für die Zeitsynchronisation der internen Uhr durch externe Synchronisationsquellen vorgesehen.

Über die Bedien- oder Serviceschnittstelle können Sie über ein Kommunikationsnetz mittels eines Standard-Browsers bei Inbetriebsetzung, Überprüfung und auch während des Betriebes mit den Geräten an allen Enden des zu schützenden Objektes kommunizieren. Hierzu steht ein umfangreiches „WEB-Monitor“ als Hilfsmittel zur Verfügung, das speziell für das Leitungsschutzsystem optimiert wurde.

Wirkschnittstellen

Eine Besonderheit stellen die Wirkschnittstellen dar. Je nach Ausführung stehen eine oder zwei Wirkschnittstellen zur Verfügung. Über diese werden die Daten der Messgrößen jedes Endes des Schutzbereiches an weitere Enden übertragen; ggf. werden dabei schon von einem anderen Ende erhaltene Messgrößen addiert. Auch weitere Informationen, wie Einschaltung des örtlichen Leistungsschalters, Ansprechen der Einschaltstabilisierung, sowie andere von extern eingekoppelte Kommandos und Binärinformationen können über die Wirkschnittstelle(n) zu den anderen Enden übertragen werden.

Stromversorgung

Die beschriebenen Funktionseinheiten werden von einer Stromversorgung SV mit der notwendigen Leistung in den verschiedenen Spannungsebenen versorgt. Kurzzeitige Einbrüche der Versorgungsspannung, die bei Kurzschlüssen im Hilfsspannungs-Versorgungssystem der Anlage auftreten können, werden i.Allg. von einem Kondensatorspeicher überbrückt (siehe auch Technische Daten, Abschnitt 4.1).

1.2 Anwendungsbereiche

Der Leitungsschutz SIPROTEC 4 7SD5 ist ein kombinierter Schutz aus Differential- und Distanzschutz. Ein mehrseitiger Fehlerorter erlaubt auf Zweiendenleitungen auch bei ungünstigen Betriebs- bzw. Störfallverhältnissen eine genaue Bestimmung des Fehlerortes.

Der kombinierte Leitungsschutz ist ein selektiver Kurzschlussschutz für ein- und mehrseitig gespeiste Freileitungen und Kabel in radialen, ringförmigen oder beliebig vermaschten Netzen beliebiger Spannungsebenen. Der Vergleich der Messdaten erfolgt für jede Phase getrennt. Der Netzsternpunkt kann geerdet, gelöscht oder isoliert sein.

Das Gerät enthält die Funktionen, die für den Schutz eines Leitungsabzweiges üblicherweise benötigt werden und ist damit universell einsetzbar. Auch ist es als zeitgestaffelter Reserveschutz zu Vergleichsschutzeinrichtungen aller Art für Leitungen, Transformatoren, Generatoren, Motoren und Sammelschienen aller Spannungsreihen anwendbar.

Die Einschaltrushunterdrückung erlaubt auch dann den Einsatz des 7SD5, wenn sich im Schutzbereich ein Leistungstransformator befindet (Bestellvariante), dessen Sternpunkt(e) ebenfalls isoliert, geerdet oder mit Petersen-Spule versehen sein kann.

Ein wesentlicher Vorzug des Differentialschutzprinzips besteht darin, dass für alle Kurzschlüsse an jeder beliebigen Stelle des ganzen Schutzbereiches ohne Verzögerung eine Abschaltung veranlasst wird. Die Stromwandler grenzen den Schutzbereich an den Enden gegen das übrige Netz ab. Diese scharfe Abgrenzung ist der Grund für die dem Vergleichsschutzprinzip eigene ideale Selektivität.

Das Leitungsschutzsystem benötigt an jedem Ende des zu schützenden Bereichs ein Gerät 7SD5 sowie einen Satz Stromwandler.

Spannungswandler sind erforderlich, wenn zusätzlich zum Differentialschutz Schutzfunktionen eingesetzt werden, die eine Spannungsmessung erfordern (z.B. Distanzschutz, Fehlerorter). Weiterhin werden sie für die Erfassung und Anzeige von Messwerten (Spannungen, Leistung, Leistungsfaktor) benötigt.

Die Geräte an den Enden des zu schützenden Bereiches tauschen ihre Messinformationen mittels Wirkschnittstellen über dedizierte Kommunikationsverbindungen (i.Allg. Lichtwellenleiter) oder ein Kommunikationsnetzwerk aus, sofern sie mit Differentialschutz arbeiten. Der Distanzschutz kann seine Informationen durch Signalverfahren über traditionelle Signalverbindungen (Kontakte) austauschen, bzw. diese auch über schnelle Kommandokanäle auf den Wirkschnittstellen übertragen (mit DIGSI projektierbar). Zwei Geräte des Typs 7SD5 können für ein Schutzobjekt mit 2 Enden eingesetzt werden: Kabel, Freileitung oder beides gemischt, selbst mit Transformator im Schutzbereich (Bestellvariante). Mit dem Typ 7SD5*3 können außer Zweiendenleitungen auch Schutzobjekte mit 3 (Dreibeinleitungen) oder mehr Enden geschützt werden, ebenfalls mit oder ohne im Block geschalteten Transformator(en) (Bestellvariante). Maximal sind 6 Enden möglich; es können also auch kleinere Sammelschienenanordnungen geschützt werden. Für jedes Ende wird ein 7SD5*3eingesetzt. Wenn man zwischen mehr als zwei Geräten eine Kommunikationskette aufbaut, können an den Enden der Kette auch 7SD5*2 eingesetzt werden. Näheres siehe Abschnitt 2.2.1.

Die Schutzdatenkommunikation kann ringförmig aufgebaut werden. Bei Ausfall einer Kommunikationsstrecke ist so ein redundanter Betrieb möglich; die Geräte suchen sich dann automatisch die verbleibenden gesunden Übertragungswege aus. Auch bei zwei Enden kann die Kommunikation zu Redundanzzwecken verdoppelt werden.

Da eine fehlerfreie Datenübertragung Voraussetzung für das ordnungsgemäße Arbeiten des Differentialschutzes ist, wird diese dauernd intern überwacht.

Bei Ausfall der Kommunikation, wenn kein Ersatzweg möglich ist, können die Geräte selbsttätig auf die zweite Hauptschutzfunktion, den Distanzschutz oder auf Notbetrieb mit einem integrierten Überstromzeitschutz umgeschaltet werden, bis eine Kommunikation wieder möglich ist.

Die Kommunikation kann zur Übertragung weiterer Informationen genutzt werden. Außer Messgrößen ist die Übertragung binärer Kommandos oder sonstiger Informationen möglich.

Alternativ kann der Distanzschutz als Backupschutz, wie auch der Überstromzeitschutz als Reserve-Überstromzeitschutz, eingesetzt werden, d.h. beide arbeiten unabhängig und parallel zum Differentialschutz an jedem Ende.

Schutzfunktionen

Grundsätzlich stehen dem Leitungsschutz 7SD5 zwei Basisfunktionen zur Verfügung, der Differential- und der Distanzschutz. Es kann jeweils eine Schutzfunktion zur Hauptschutzfunktion (Main1) projektiert werden. Alternativ kann zur Wahl des Differentialschutzes als Hauptschutzfunktion, der Distanzschutz als Reserveschutz (Main2) projektiert werden.

Die Basisfunktion des Differentialschutzes ist die Erkennung von Kurzschlüssen innerhalb des zu schützenden Bereiches. Auch hochohmige Fehler mit kleinen Strömen können erkannt werden. Auch komplexe mehrphasige Fehler werden richtig erkannt, da die Messgrößen phasengetrennt ausgewertet werden. Der Schutz ist gegen Einschaltströme (Rush) von Leistungstransformatoren stabilisiert. Bei Zuschalten einer Leitung auf einen Fehler auf der gesamten Leitungsstrecke kann ein unverzögertes Auslösesignal abgegeben werden.

Die Basisfunktion des Distanzschutzes ist die Erkennung der Kurzschlussentfernung durch Distanzmessung. Besonders für komplexe mehrphasige Fehler ist die Distanzmessung mehrsystemig ausgelegt. Verschiedene Anregeverfahren ermöglichen eine weitgehende Anpassung an die Netzverhältnisse und die Anwenderphilosophie. Der Netzsternpunkt kann isoliert, gelöscht oder geerdet (mit oder ohne Erdstrombegrenzung) sein. Der Einsatz auf langen hochbelasteten Leitungen, mit oder ohne Serienkompensation, ist möglich. Der Distanzschutz kann ergänzt werden durch Signalübertragungszusätze mit verschiedenen Übertragungsverfahren (für 100-%-Schnellabschaltung). Weiterhin ist ein Erdkurzschlussschutz (für hochohmige Erdfehler, Bestellvariante) möglich, der gerichtet, ungerichtet und zusätzlich mit Signalübertragung arbeiten kann. Für Leitungen mit fehlender oder schwacher Einspeisung an einem Leitungsende ist mittels der Übertragungsverfahren eine schnelle Auslösung beider Leitungsenden möglich. Bei Zuschalten einer Leitung auf einen Fehler auf der gesamten Leitungsstrecke kann ein unverzögertes Auslösesignal abgegeben werden.

Der integrierte Überstromzeitschutz kann als permanenter Reserveschutz an allen Leitungsenden, wie auch als Schutz für den Notbetrieb projektiert werden. Notbetrieb liegt vor, solange z.B. durch Unterbrechung der Kommunikation kein Differentialschutz mehr arbeiten kann, und auch ein paralleler Distanzschutz nicht verfügbar ist (z.B. bei Messspannungsausfall). Der Überstromzeitschutz hat drei stromunabhängige (UMZ-) Stufen und eine stromabhängige (AMZ-) Stufe; für die AMZ-Stufe steht eine Reihe von Kennlinien verschiedener Standards zur Verfügung.

Die Kurzschlussschutzfunktionen können – je nach Bestellvariante – auch 1-polig auslösen. Sie können mit einer integrierten Wiedereinschaltautomatik (wahlweise) zusammenarbeiten, mit der bei Freileitungen 1-polige, 3-polige oder 1- und 3-polige Kurzunterbrechung sowie auch mehrere Unterbrechungszyklen möglich sind. Vor Wiedereinschaltung nach 3-poliger Auslösung kann die Zulässigkeit der Wiedereinschaltung durch Spannungs- und/oder Synchronkontrolle vom Gerät überprüft werden (wahlweise bestellbar). Der Anschluss einer externen Wiedereinschaltautomatik und/oder Synchronkontrolle ist ebenso möglich wie Schutzdopplung mit einer oder zwei Wiedereinschaltautomatiken.

Außer den erwähnten Kurzschlussschutzfunktionen sind weitere Schutzfunktionen möglich. So ist ein thermischer Überlastschutz integriert, der insbesonders Kabel und Leistungstransformatoren vor unzulässiger Erwärmung durch Überlastung schützt. Weiterhin sind mehrstufiger Über- und Unterspannungs- sowie Frequenzschutz, Leistungsschalter-Versagerschutz, Schutz gegen die Auswirkung von Leistungspendelungen (gleichzeitig als Pendelsperre für den Distanzschutz wirksam) und Erdfehlerdifferentialschutz (Bestellvariante) möglich. Zum schnellen Auffinden der Schadenstelle nach einem Kurzschluss ist ein mehrseitiger Fehlerorter integriert, bei dem auch die Einflüsse von Parallelleitungen und des Fehlerwiderstands bei vorhandenem Lastfluss kompensiert werden können.

Steuerungsfunktionen

Das Gerät ist mit Steuerungsfunktionen ausgerüstet, mit deren Hilfe das Ein- und Ausschalten von Schaltgeräten über Bedientasten, über die Systemschnittstelle, über Binäreingaben und mittels PC und Bedienprogramm DIGSI ermöglicht wird. Über Hilfskontakte der Schalter und Binäreingänge des Gerätes erfolgen Rückmeldungen der Schaltzustände. Damit können am Gerät die aktuellen Schaltzustände ausgelesen und für Plausibilitätsüberwachungen und Verriegelungen benutzt werden. Die Anzahl der zu schaltenden Betriebsmittel ist allein durch die im Gerät verfügbaren bzw. für die Schalterstellungsrückmeldungen rangierten Binäreinund -ausgänge begrenzt. Je Betriebsmittel können dabei ein (Einzelmeldung) oder zwei Binäreingänge (Doppelmeldung) eingesetzt werden. Die Freigabe zum Schalten kann durch entsprechende Vorgaben für die Schalthoheit (Fern oder Vorort) und den Schaltmodus (verriegelt/unverriegelt, mit oder ohne Passwortabfrage) eingeschränkt werden. Verriegelungsbedingungen für das Schalten (z.B. Schaltfehlerschutz) können mit Hilfe der integrierten anwenderdefinierbaren Logik festgelegt werden.

Meldungen und Messwerte; Störwertspeicherung

Die Betriebsmeldungen geben Aufschluss über Zustände in der Anlage und des Gerätes selbst. Messgrößen und daraus berechnete Werte können im Betrieb angezeigt und über die Schnittstellen übertragen werden.

Meldungen des Gerätes können auf eine Anzahl von LEDs auf der Frontkappe gegeben werden (rangierbar), über Ausgangskontakte extern weiterverarbeitet (rangierbar), mit anwenderdefinierbaren Logikfunktionen verknüpft und/oder über serielle Schnittstellen ausgegeben werden (siehe unten Kommunikation).

Während eines Störfalls (Fehler im Netz) werden wichtige Ereignisse und Zustandswechsel in Störfallprotokollen gespeichert. Die Momentangrößen der Störwerte werden ebenfalls im Gerät gespeichert und stehen für eine anschließende Fehleranalyse zur Verfügung.

Die Störwerte werden über eine Kommunikationverbindung zwischen den Leitungsenden zeitsynchronisiert.

Kommunikation

Für die Kommunikation mit externen Bedien-, Steuer- und Speichersystemen stehen serielle Schnittstellen zur Verfügung.

Eine 9-polige DSUB-Buchse auf der Frontkappe dient der örtlichen Kommunikation mit einem Personalcomputer. Mittels der SIPROTEC 4-Bediensoftware DIGSI können über diese Bedienschnittstelle alle Bedien- und Auswertevorgänge durchgeführt werden, wie Einstellung und Änderung von Projektierungs- und Einstellparametern, Konfiguration anwenderspezifizierbarer Logikfunktionen, Auslesen von Betriebs- und Störfallmeldungen sowie Messwerten, Auslesen und Darstellen von Störwertaufzeichnungen, Abfrage von Zuständen des Gerätes und von Messgrößen, Abgabe von Steuerbefehlen.

Für den Aufbau einer umfassenden Kommunikation mit anderen digitalen Bedien-, Steuer- und Speichereinrichtungen befinden sich – je nach Bestellvariante – weitere Schnittstellen am Gerät.

Die Serviceschnittstelle kann über RS232- oder RS485-Schnittstelle betrieben werden und erlaubt auch die Kommunikation über Modem. So ist die Bedienung von einem entfernten Ort mit einem Personalcomputer und der Bediensoftware DIGSI möglich, wenn z.B. mehrere Geräte von einem zentralen PC bedient werden sollen.

Die Systemschnittstelle dient der zentralen Kommunikation zwischen dem Gerät und einer Leitzentrale. Sie kann über die RS232-, RS485- oder Lichtwellenleiter-Schnittstelle betrieben werden. Für die Datenübertragung stehen mehrere standardisierte Protokolle zur Verfügung. Über ein EN100-Modul kann die Integration der Geräte in 100-MBit-Ethernet-Kommunikationsnetze der Leit- und Automatisierungstechnik mit den Protokollen gemäß IEC 61850 erfolgen. Parallel zur Leittechnikeinbindung ist über diese Schnittstelle auch die DIGSI-Kommunikation und die Intergerätekommunikation mit GOOSE möglich.

Eine weitere Schnittstelle ist für die Zeitsynchronisation der internen Uhr durch externe Synchronisationsquellen (IRIG-B oder DCF77) vorgesehen.

Weitere Schnittstellen stellen die Kommunikation zwischen den Geräten an den Enden des Schutzobjektes sicher. Diese Wirkschschnittstellen sind bereits oben bei den Schutzfunktionen erwähnt.

Über die Bedien- oder Serviceschnittstelle können Sie das Gerät von fern oder lokal mit einem Standard-Browser bedienen. Dies kann bei der Inbetriebsetzung, Überprüfung und auch während des Betriebes mit den Geräten an allen Enden des zu schützenden Objektes über ein Kommunikationsnetz erfolgen. Hierzu steht ein „WEB-Monitor“ zur Verfügung, der speziell für das Differentialschutzsystem optimiert, jedoch auch für die Belange des Distanzschutzes ertüchtigt wurde.

1.3 Eigenschaften

Allgemeine Eigenschaften

- Leistungsfähiges 32-bit-Mikroprozessorsystem
- komplett digitale Messwertverarbeitung und Steuerung, von der Abtastung und Digitalisierung der Messgrößen über die Aufbereitung und Verwaltung der Kommunikation zwischen den Geräten bis zu den Aus- und Einschaltentscheidungen für die Leistungsschalter
- vollständige galvanische und störsichere Trennung der internen Verarbeitungsschaltungen von den Mess-, Steuer- und Versorgungskreisen der Anlage durch Messwertübertrager, binäre Ein- und Ausgabemodule und Gleich- bzw. Wechselspannungs-Umrichter
- Schutzsystem für Leitungen mit bis zu 6 Enden, auch mit Transformator im Schutzbereich (Bestelloption)
- einfache Bedienung über integriertes Bedienfeld oder mittels angeschlossenem Personalcomputer mit Bedienerführung
- Speicherung von Störfallmeldungen sowie Momentanwerten für Störschreibung

Differentialschutz

- Differentialschutz für bis zu 6 Enden mit digitaler Schutzdatenübertragung
- Schutz für alle Kurzschlussarten in Netzen mit beliebiger Sternpunktbehandlung
- zuverlässige Unterscheidung zwischen Last- und Kurzschlussverhältnissen auch bei hochohmigen, stromschwachen Fehlern durch adaptive Messverfahren
- hohe Empfindlichkeit im Schwachlastbetrieb, größte Stabilität gegen Lastsprünge und Leistungspendelungen
- phasenselektive Messung, dadurch Ansprechempfindlichkeit unabhängig von der Fehlerart
- geeignet für Transformatoren im Schutzbereich (Bestellvariante)
- Erfassung hochohmiger, stromschwacher Fehler durch hohe Empfindlichkeit der Schutzfunktionen
- unempfindlich gegen Einschalt- und Ladeströme – auch bei Transformatoren im Schutzbereich – sowie gegen höherfrequente Ausgleichsvorgänge
- Ladestromkompensation; dadurch höhere Ansprechempfindlichkeit
- hohe Stabilität auch bei unterschiedlichem Stromwandlerübertragungsverhalten
- adaptive Stabilisierung, die selbsttätig aus den Messgrößen und den parametrierten Stromwandlerdaten abgeleitet wird
- schnelle, phasengetreue Abschaltung auch an nicht oder nur schwach gespeisten Leitungsenden (Schaltermitnahme)
- geringe Frequenzabhängigkeit
- digitale Schutzdatenübertragung; Kommunikation der Geräte miteinander über dedizierte Kommunikationsverbindungen (i.Allg. Lichtwellenleiter) oder ein Kommunikationsnetzwerk
- Kommunikation mittels eines einzelnen Kupferadernpaares möglich (typisch 15 km, max. 30 km, abhängig vom verwendeten Kabeltyp)
- Synchronisation über GPS möglich. Dadurch Kompensation von Laufzeitdifferenzen möglich, die wiederum die Empfindlichkeit erhöht
- permanente Überwachung der Schutzdatenübertragung auf Störung, Ausfall oder Laufzeitschwankungen im Kommunikationsnetz mit automatischer Laufzeitnachführung

- automatische Umschaltung der Kommunikationswege bei Ausfall oder Störung der Übertragung möglich
- phasengetreue Auslösung (für Betrieb mit 1-poliger oder 1- und 3-poliger Kurzunterbrechung) möglich (Bestellvariante)

Distanzschutz (wahlweise)

- wahlweise paralleler Schutz zum Differentialschutz oder als Hauptschutzfunktion verwendbar
- Schutz für alle Kurzschlussarten in Netzen mit geerdetem, gelöschtem oder isoliertem Sternpunkt
- wahlweise polygonale Auslösekennlinie oder MHO-Charakteristik
- wahlweise Z-Anregung, I>-, U/I- oder U/I/φ-Anregung erlauben die Anpassung an verschiedene Netzverhältnisse und Anwenderphilosophien
- zuverlässige Unterscheidung zwischen Last- und Kurzschlussverhältnissen auch bei langen, hochbelasteten Leitungen
- hohe Empfindlichkeit im Schwachlastbetrieb, größte Stabilität gegen Lastsprünge und Leistungspendelungen
- optimale Anpassung an die Leitungsverhältnisse durch die Auslösekennlinien mit diversen Formparametern und „Lastkegel“ (Ausschnitt der möglichen Lastimpedanz)
- je 6 Messsysteme für jede Distanzzone
- 6 Distanzzonen, wahlweise in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung oder ungerichtet, eine als Übergreifzone staffelbar
- 9 Zeitstufen für die Distanzzonen
- Richtungsbestimmung (beim Polygon) bzw. Polarisierung (bei MHO-Kennlinie) mit kurzschlussfremden Spannungen und Spannungsspeicher, somit dynamisch unbegrenzte Richtungsempfindlichkeit und unbeeinflusst von Ausgleichsvorgängen kapazitiver Spannungswandler
- geeignet für Leitungen mit Serienkompensation
- unempfindlich gegen Stromwandlersättigung
- Kompensation des Parallelleitungseinflusses möglich
- kürzeste Kommandozeit deutlich unter einer Periode
- phasengetreue Auslösung (für Betrieb mit 1-poliger oder 1- und 3-poliger Kurzunterbrechung) möglich
- unverzögerte Auslösung bei Zuschalten auf einen Kurzschluss möglich
- zwei Einstellpaare für Erdimpedanzanpassung möglich

Pendelzusatz (wahlweise)

- Pendelerfassung durch dZ/dt-Messung mit 3 Messsystemen
- Pendelerfassung bis 7 Hz Pendelfrequenz
- wirksam auch während 1-poliger Kurzunterbrechung
- einstellbare Pendelprogramme
- Vermeidung unerwünschter Auslösung durch den Distanzschutz während Netzpendelungen
- zusätzlich parametrierbar auf Auslösung bei Außertrittfall

Signalübertragungszusatz (wahlweise)

- Verschiedene Verfahren einstellbar
- Mitnahme (direkt, über Anregung oder eine getrennt einstellbare Übergreifzone)
- Vergleichsschaltungen (Freigabe- oder Blockierverfahren, mit getrennter Übergreifzone oder gerichteter Anregung)
- Streckenschutz/rückwärtige Verriegelung (mit Gleichspannung für örtliche Verbindungen oder extrem kurze Leitungen)
- für Leitungen mit zwei oder drei Enden geeignet
- phasengetrennte Übertragung möglich bei Leitungen mit zwei Enden
- Signalaustausch der Geräte miteinander über Binäraus- und Binäreingänge, wahlweise direkt über die Gerätekontakte oder über die Wirkschnittstelle(n)

Erdkurzschlussschutz (wahlweise)

- Überstromzeitschutz mit maximal 3 unabhängigen Stufen (UMZ) und einer stromabhängigen Stufe (AMZ) für hochohmige Erdfehler in geerdeten Netzen
- für AMZ-Schutz Auswahl aus verschiedenen Kennlinien verschiedener Standards möglich
- die AMZ-Stufe kann auch als vierte unabhängige Stufe eingestellt werden
- hohe Empfindlichkeit (je nach Ausführung ab 3 mA möglich)
- Phasenstromstabilisierung gegen Fehlströme bei Stromwandlersättigung
- Einschaltstabilisierung mit zweiter Harmonischer
- wahlweise Erdkurzschlussschutz mit nullspannungsabhängiger Auslösezeit oder mit nullleistungsabhängiger Auslösezeit
- jede Stufe ungerichtet oder gerichtet – vorwärts oder rückwärts – einstellbar
- 1-polige Auslösung möglich durch integrierten Phasenselektor
- Richtungsbestimmung mit automatischer Auswahl der größeren aus Null- oder Gegenspannung (U_0, I_Y oder U_2), mit Nullsystemgrößen (I_0, U_0), mit Nullstrom und Transformator-Sternpunktstrom (I_0, I_Y), mit Gegensystemgrößen (I_2, U_2) oder mit Nullleistung ($3I_0 \cdot 3U_0$)
- eine oder mehrere Stufen können mit einer Signalübertragung zusammenarbeiten, geeignet auch für Leitungen mit drei Enden
- unverzögerte Auslösung bei Zuschalten auf einen Kurzschluss mit beliebiger Stufe möglich

Erdfehlerdifferentialschutz

- Für sternpunktgeerdete Transformatorwicklungen
- Kurze Kommandozeit
- Hohe Empfindlichkeit bei Erdkurzschlüssen
- Hohe Stabilität bei äußeren Erdkurzschlüssen durch Stabilisierung mit Höhe und Phasenlage des durchfließenden Erdstromes

Auslösung an Leitungsenden mit fehlender oder schwacher Einspeisung (wahlweise)

- in Zusammenarbeit mit Signalübertragungsverfahren möglich
- erlaubt schnelle Abschaltung an beiden Leitungsenden, auch wenn an einem Ende keine oder nur schwache Einspeisung vorhanden ist
- phasengetrennte Auslösung und 1-polige Kurzunterbrechung möglich (Ausführung mit 1-poliger Auslösung)

Externe Direkt- und Fernauslösung

- Auslösung des örtlichen Leitungsendes von einem externen Gerät über Binäreingang
- Auslösung des fernen Leitungsendes von internen Schutzfunktionen oder einem externen Gerät über Binäreingang (mit Signalübertragung)

Übertragung von Informationen

- Übertragung der Messgrößen von allen Enden des Schutzobjektes mit Betrag und Phase
- Übertragung von bis zu 4 schnellen Kommandos an alle Enden (Bestellvariante)
- Übertragung von 24 weiteren binären Informationen an alle Enden (Bestellvariante)

Überstromzeitschutz

- wahlweise als Notfunktion bei Ausfall der Hauptschutzfunktion(en) durch Ausfall der Schutzdatenkommunikation und/oder der Messspannungen oder als Reserveschutzfunktion verwendbar
- maximal drei unabhängige Stufen (UMZ) und eine stromabhängige Stufe (AMZ) jeweils für Phasenströme und Erdströme
- für AMZ-Schutz Auswahl aus verschiedenen Kennlinien verschiedener Standards möglich
- Blockiermöglichkeiten z.B. für rückwärtige Verriegelung mit beliebiger Stufe
- unverzögerte Auslösung bei Zuschalten auf einen Kurzschluss mit beliebiger Stufe möglich
- Endfehlerschutz: Schnellauslösung bei Fehlern zwischen Stromwandler und Leitungstrenner (wenn Trennerstellungsrückmeldung verfügbar); insbesondere auch geeignet für Anlagen mit $1^1/_2$-Leistungsschalter-Anordnung

Hochstrom-Schnellabschaltung

- Schnellabschaltung für alle Fehler auf 100 % der Leitungsstrecke
- wahlweise bei Hand-Einschaltung oder bei jeder Einschaltung des Leistungsschalters
- mit integrierter Zuschalt-Erkennung

Wiedereinschaltautomatik (wahlweise)

- für Wiedereinschaltung nach 1-poliger, 3-poliger oder 1- und 3-poliger Abschaltung
- ein- oder mehrmalige Wiedereinschaltung (bis zu 8 Wiedereinschaltversuche)
- mit getrennten Wirkzeiten für jeden Wiedereinschaltversuch, wahlweise auch ohne Wirkzeiten
- mit getrennten Pausenzeiten nach 1-poliger und 3-poliger Abschaltung, getrennt für die ersten vier Wiedereinschaltversuche
- Mit Möglichkeit einer adaptiven spannungslosen Pause: dabei steuert **ein** einziges Gerät die Unterbrechungszyklen, während am anderen Leitungsende (oder an den anderen Leitungsenden) die Wiedereinschaltung allein von dem **einen** steuernden Gerät abhängt. Als Kriterium dienen Spannungsmessung und/oder das übertragene Einkommando (Inter-EIN)
- wahlweise von Schutzanregung gesteuert mit getrennten Pausenzeiten nach 1-, 2- oder 3-phasiger Anregung

Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise)

- Kontrolle der Synchronbedingungen vor Wiedereinschaltung nach dreipoliger Abschaltung
- schnelle Messung der Spannungsbetragsdifferenz U_{diff}, der Phasenwinkeldifferenz φ_{diff} und der Frequenzdifferenz f_{diff}
- alternativ Kontrolle der Spannungslosigkeit vor Wiedereinschaltung
- Schalten bei asynchronen Netzbedingungen mit Vorausberechnung des Synchronzeitpunktes möglich
- einstellbare Minimal- und Maximalspannung
- Kontrolle der Synchronbedingungen oder Spannungslosigkeit auch vor manueller Einschaltung des Leistungsschalters möglich, mit getrennten Grenzwerten
- Messung auch über Transformator möglich
- Messspannungen wahlweise Phase-Phase oder Phase-Erde

Spannungsschutz (wahlweise)

- Zwei Überspannungsstufen für die Leiter-Erde-Spannungen
- zwei Überspannungsstufen für die Leiter-Leiter-Spannungen
- zwei Überspannungsstufen für das Mitsystem der Spannungen, wahlweise mit Kompoundierung
- zwei Überspannungsstufen für das Gegensystem der Spannungen
- zwei Überspannungsstufen für das Nullsystem der Spannungen oder für eine beliebige andere einphasige Spannung
- einstellbare Rückfallverhältnisse für die Überspannungsschutzfunktionen
- zwei Unterspannungsstufen für die Leiter-Erde-Spannungen
- zwei Unterspannungsstufen für die Leiter-Leiter-Spannungen
- zwei Unterspannungsstufen für das Mitsystem der Spannungen
- einstellbares Stromkriterium für Unterspannungsschutzfunktionen

Frequenzschutz (wahlweise)

- Überwachung auf Unterschreiten (f<) und/oder Überschreiten (f>) mit 4 getrennt einstellbaren Frequenzgrenzen und Verzögerungszeiten
- besonders unempfindlich gegen Oberschwingungen und Phasensprünge
- weiter Frequenzbereich (ca. 25 Hz bis 70 Hz)

Fehlerortung

- Wahlweise einseitige (konventionelle) oder zweiseitige Fehlerortung über Kommunikationsschnittstellen
- Start durch Auslösekommando oder bei Rückfall der Anregung
- Ausgabe des Fehlerortes in Ohm, Kilometern oder Meilen und % Leitungslänge
- Ausgabe des Fehlerortes auch in BCD-Code möglich
- wahlweise mit Parallelleitungskompensation
- mit Berücksichtigung des Laststromes bei 1-phasigen, beidseitig gespeisten Erdkurzschlüssen (parametrierbar)
- Berücksichtigung der Asymmetrie und unterschiedlichen Abschnitten von Leitungen

Leistungsschalter-Versagerschutz

- mit unabhängigen Stromstufen für die Überwachung des Stromflusses durch jeden Pol des Leistungsschalters
- separate Ansprechschwellen für Phasen- und Erdströme
- mit unabhängigen Überwachungszeitstufen für 1-polige und 3-polige Auslösung
- Anwurf vom Auslösekommando jeder integrierten Schutzfunktion
- Anwurf von externen Auslösefunktionen möglich
- einstufig oder zweistufig
- kurze Rückfall- und Nachlaufzeiten
- Endfehlerschutz und Schalterpol-Gleichlaufüberwachung möglich

Thermischer Überlastschutz

- thermisches Abbild der Stromwärmeverluste des zu schützenden Objektes
- Effektivwertmessung für alle drei Leiterströme
- einstellbare thermische und strommäßige Warnstufen

Anwenderdefinierbare Logikfunktionen (CFC)

- frei programmierbare Verknüpfungen von internen und externen Signalen zur Realisierung anwenderdefinierbarer Logikfunktionen
- alle gängigen Logikfunktionen
- Verzögerungen und Grenzwertabfragen

Inbetriebsetzung, Betrieb, Wartung

- Anzeige der lokalen und fernen Messwerte nach Betrag und Phasenlage
- Anzeige der errechneten Differential- und Stabilisierungsströme
- Anzeige der Messwerte der Kommunikationsverbindung, wie Laufzeit und Verfügbarkeit
- Abmelden eines Gerätes aus dem Leitungsschutzsystem bei Wartungsarbeiten an einem Ende, sowie Test- und Inbetriebsetzungsmodus möglich

Befehlsbearbeitung

- Ein- und Ausschalten von Schaltgeräten per Hand über örtliche Steuertasten, programmierbare Funktionstasten, über die Systemschnittstelle (z.B. von SICAM oder LSA) oder über die Bedienschnittstelle (mittels Personalcomputer und Bedienprogramm DIGSI)
- Rückmeldung der Schaltzustände über die Schalterhilfskontakte (bei Befehlen mit Rückmeldung)
- Plausibilitätsüberwachung der Schalterstellungen und Verriegelungsbedingungen für das Schalten

Überwachungsfunktionen

- Überwachung der internen Messkreise, der Hilfsspannungsversorgung sowie der Hardware und Software, dadurch erhöhte Zuverlässigkeit
- Überwachung der Strom- und Spannungswandler-Sekundärkreise durch Summen- und Symmetrieüberwachungen
- Überwachung der Kommunikation mit Statistik der Anzahl fehlerhafter Übertragungstelegramme
- Überprüfung der Konsistenz der Einstellwerte an allen Leitungsenden: Differentialschutzblockierung bei inkonsistenten Einstellungen, die zu einer Fehlfunktion des Differentialschutzsystems führen könnten
- Überwachung des Auslösekreises möglich
- Kontrolle der örtlichen und fernen Messgrößen und Vergleich derselben
- Leiterbruchüberwachung der sekundären Stromkreise mit schneller phasenselektiver Blockierung des Leitungsschutzsystems zur Vermeidung von Überfunktion
- Messspannungsausfallüberwachung durch Fuse-Failure-Monitor

Weitere Funktionen

- Batterie gepufferte Uhr, die über ein Synchronisationssignal (DCF 77, IRIG B, GPS mittels Satellitenempfänger), Binäreingang oder Systemschnittstelle synchronisierbar ist
- Automatische Synchronisation der Uhrzeit zwischen den Geräten an den Enden des Schutzobjektes über die Schutzkommunikation
- Ständige Berechnung und Anzeige von Betriebsmesswerten auf dem Frontdisplay. Anzeige von Messwerten des fernen Endes bzw. aller Enden
- Meldespeicher für die letzten 8 Netzstörungen (Fehler im Netz), mit Echtzeitzuordnung (Auflösung 1 ms)
- Störwertspeicherung und -übertragung der Daten für Störschreibung für maximalen Zeitbereich von insgesamt ca. 15 s, synchronisiert über die Geräte eines Leitungsschutzsystems
- Schaltstatistik: Zählung der vom Gerät veranlassten Auslöse- und Einschaltkommandos, sowie Protokollierung der Kurzschlussdaten und Akkumulation der abgeschalteten Kurzschlussströme
- Kommunikation mit zentralen Steuer- und Speichereinrichtungen über serielle Schnittstellen möglich (je nach Bestellvariante), wahlweise über RS232, RS485, Modem oder Lichtwellenleiter
- Inbetriebsetzungshilfen wie Anschluss- und Richtungskontrolle und Leistungsschalterprüfung
- Umfangreiche Unterstützung bei Prüfung und Inbetriebsetzung vom PC oder Laptop mittels „WEB-Monitor“: Grafische Darstellung der Kommunikationstopologie des Leitungsschutz- und Kommunikationssystems, von Zeigerdiagrammen aller Ströme und ggf. Spannungen an allen Enden des Leitungsschutzsystems auf dem Bildschirm sowie der Differentialschutz- und Distanzschutz-Kennlinien

■

Funktionen 2

In diesem Kapitel werden die einzelnen Funktionen des SIPROTEC 4-Gerätes 7SD5 erläutert. Zu jeder Funktion des Maximalumfangs werden die Einstellmöglichkeiten aufgezeigt. Dabei werden Hinweise zur Ermittlung der Einstellwerte und – soweit erforderlich – Formeln angegeben.

Außerdem können Sie auf Basis der folgenden Informationen festlegen, welche der angebotenen Funktionen genutzt werden sollen.

2.1	Allgemeines	39
2.2	Wirkschnittstellen und Schutzdatentopologie	76
2.3	Differentialschutz	95
2.4	Schaltermitnahme und Fernauslösung	113
2.5	Distanzschutz	118
2.6	Maßnahmen bei Netzpendelungen (wahlweise)	182
2.7	Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise)	190
2.8	Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise)	219
2.9	Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise)	249
2.10	Erdfehlerdifferentialschutz (wahlweise)	265
2.11	Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung	273
2.12	Externe örtliche Auslösung	285
2.13	Übertragung binärer Informationen und Kommandos	287
2.14	Hochstrom-Schnellabschaltung	290
2.15	Überstromzeitschutz	295
2.16	Wiedereinschaltautomatik (wahlweise)	312
2.17	Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise)	343
2.18	Spannungsschutz (wahlweise)	356
2.19	Frequenzschutz (wahlweise)	376
2.20	Fehlerorter	382
2.21	Leistungsschalter-Versagerschutz	391
2.22	Thermischer Überlastschutz	408
2.23	Überwachungsfunktionen	413
2.24	Funktionssteuerung und Leistungsschalterprüfung	437

2.25	Zusatzfunktionen	458
2.26	Befehlsbearbeitung	483

2.1 Allgemeines

Wenige Sekunden nach dem Einschalten des Gerätes zeigt sich im Display das Grundbild. Je nach Ausführung des Gerätes sind im 7SD5 Messwerte (4-zeiliges Display) oder ein einphasiges Schaltschema des Zustandes des Abzweigs (grafisches Display) dargestellt.

Die Konfigurationsparameter können Sie mittels Personalcomputer und Bedienprogramm DIGSI über die Bedienschnittstelle auf der Frontkappe des Gerätes oder über die Serviceschnittstelle eingeben. Die Vorgehensweise ist ausführlich in der SIPROTEC 4 Systembeschreibung erklärt. Zum Ändern ist die Eingabe des Passwortes Nr. 7 (für Parametersatz) erforderlich. Ohne Passwort können Sie die Einstellungen lesen, nicht aber ändern und an das Gerät übertragen.

Die Funktionsparameter, d.h. Funktionsoptionen, Grenzwerte, usw., können Sie über das Bedienfeld auf der Front des Gerätes oder über die Bedien- oder Serviceschnittstelle von einem Personalcomputer mit Hilfe von DIGSI ändern. Sie benötigen das Passwort Nr. 5 (für Einzelparameter).

In diesem allgemeinen Abschnitt wird beschrieben, welche Einstellungen am Gerät das Zusammenspiel Ihrer Schaltanlage, deren Messstellen (Strom- und Spannungswandler), den analogen Geräteanschlüssen und den vielfältigen Schutzfunktionen des Gerätes widerspiegeln.

Zunächst (Unterabschnitt 2.1.1) müssen Sie festlegen, welche Schutzfunktionen Sie überhaupt verwenden wollen; denn nicht alle im Gerät integrierten Funktionen sind im konkreten Anwendungsfall nötig, sinnvoll, oder überhaupt möglich.

Nach einigen allgemeinen Daten des Netzes (Frequenz) informieren Sie das Gerät (Unterabschnitt 2.1.2) über die Eigenschaften des Schutzobjektes. Dazu gehören die Nenndaten der Anlage und Messwandler, Polarität und Anschluss der Messgrößen.

Für den Hauptschutz des Gerätes, den Differentialschutz, ist damit das Schutzobjekt beschrieben. Für die weiteren Schutzfunktionen (z.B. Reserve-Distanzschutz) wählen Sie aus, welche Messgrößen wie verarbeitet werden sollen.

Sie erfahren, wie Sie die Leistungsschalterdaten einstellen und etwas über Einstellgruppen und deren Verwendung.

Schließlich können Sie allgemeine Daten, die unabhängig von den Schutzfunktionen sind, einstellen.

2.1.1 Funktionsumfang

2.1.1.1 Konfiguration des Funktionsumfangs

Das Gerät 7SD5 verfügt über eine Reihe von Schutz- und Zusatzfunktionen. Der Umfang der Hard- und Firmware ist auf diese Funktionen abgestimmt. Darüber hinaus können die Befehlsfunktionen an die Anlagenverhältnisse angepasst werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch Projektierung einzelne Funktionen zu- oder abzuschalten, oder das Zusammenwirken der Funktionen zu modifizieren.

Beispiel für die Projektierung des Funktionsumfangs:

Eine Schaltanlage besitzt Abzweige mit Freileitungen und Transformatoren. Fehlerortung soll nur auf den Freileitungen durchgeführt werden. Bei den Geräten für die Transformatorabzweige wird diese Funktion daher auf „nicht vorhanden“ eingestellt.

Die verfügbaren Schutz- und Zusatzfunktionen können als ***vorhanden*** oder ***nicht vorhanden*** projektiert werden. Bei einigen Funktionen kann auch die Auswahl zwischen mehreren Alternativen möglich sein, die weiter unten erläutert sind.

Funktionen, die als ***nicht vorhanden*** projektiert sind, werden im 7SD5 nicht verarbeitet: Es gibt keine Meldungen, und die zugehörigen Einstellparameter (Funktionen, Grenzwerte) werden bei der Einstellung nicht abgefragt.

Hinweis

Die verfügbaren Funktionen und Voreinstellungen sind abhängig von der Bestellvariante des Gerätes.

2.1.1.2 Steuerung der Hauptschutzfunktionen

Differential- und Distanzschutz

Wenn laut Bestelloption der Distanzschutz im Leitungsschutz 7SD5 enthalten ist, lässt sich das Gerät in drei Modi betreiben:

1. Differentialschutz mit Distanzschutz
2. nur Differentialschutz
3. nur Distanzschutz

Im Modus 1 arbeitet der Distanzschutz parallel zum Differentialschutz. Beide Schutzfunktionen sind in diesem Modus projektiert (Adresse 112 **DIFF-SCHUTZ**; Adresse 115 **DIS PHASE-PHASE**, Adresse 116 **DIS PHASE-ERDE** bzw. Adresse 117 **DIS ANR**) und können über die Adressen 1201 **DIFF.-SCHUTZ** und 1501 **DIST.SCHUTZ** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Wird der Differentialschutz ausgeschaltet oder blockiert, läuft der Distanzschutz uneingeschränkt weiter.

Sie können den Differentialschutz auch ohne Distanzschutz (Modus 2, Adressen 115, 116 und 117 = ***nicht vorhanden***) betreiben. Das Gerät verhält sich dann wie ein normaler Leitungsdifferentialschutz.

Im Modus 3 ist der Differentialschutz nicht projektiert (Adresse 112 **DIFF-SCHUTZ** = ***nicht vorhanden***), der Distanzschutz arbeitet als Hauptschutz (sofern er aktiviert ist).

2.1.1.3 Einstellhinweise

Festlegen des Funktionsumfangs

Der Funktionsumfang und ggf. mögliche Alternativen werden in der Dialogbox **Funktionsumfang** an die Anlagenverhältnisse angepasst.

Die meisten Einstellungen sind selbsterklärend. Besonderheiten sind im Folgenden erläutert.

Besonderheiten

Wenn Sie die Parametergruppenumschaltung verwenden wollen, stellen Sie Adresse 103 **PARAMET.-UMSCH.** auf ***vorhanden***. In diesem Fall können Sie für die Funktionseinstellungen bis zu vier verschiedene Gruppen von Funktionsparametern einstellen (siehe auch Abschnitt 2.1.3), die während des Betriebs schnell und bequem umgeschaltet werden können. Bei Einstellung ***nicht vorhanden*** steht Ihnen nur eine Parametergruppe zur Verfügung.

Adresse 110 **AUSLÖSUNG** gilt nur für Geräte, die 1- oder 3-polig auslösen können. Stellen Sie ***ein-/dreipolig*** ein, wenn auch 1-polige Auslösung erwünscht ist, wenn also mit 1-poliger oder mit 1-/3-poliger automatischer Wiedereinschaltung gearbeitet wird. Voraussetzung ist, dass eine interne Wiedereinschaltautomatik vorhanden ist oder ein externes Wiedereinschaltgerät benutzt wird. Außerdem muss der Leistungsschalter für einzelpolige Steuerung geeignet sein.

Hinweis

Wenn Sie Adresse 110 geändert haben, speichern Sie zunächst diese Änderung mit **OK** und öffnen die Dialogbox neu, da andere Einstellmöglichkeiten von der Wahl unter Adresse 110 abhängig sind.

Differentialschutz

Der Differentialschutz wie auch der Distanzschutz können einzeln als Hauptfunktionen projektiert werden.

Ist der Differentialschutz die Hauptfunktion des Gerätes, so wird **DIFF-SCHUTZ** (Adresse 112) auf ***vorhanden*** eingestellt. Dies bezieht sich auch auf die Zusatzfunktionen des Differentialschutzes wie die Schaltermitnahme.

Für die Kommunikation der Schutzsignale zu einem oder weiteren Geräten, verfügt jedes Gerät über eine oder zwei Wirkschnittstellen (Bestelloption). Die Behandlung dieser Wirkschnittstellen ist essentiell für die Funktion des Leitungsschutzsystems, also das Zusammenwirken der Geräte an den Enden des Schutzobjektes. Unter Adresse 145 stellen Sie ein, ob die Wirkschnittstelle 1 **WS1**, unter Adresse 146, ob die Wirkschnittstelle 2 **WS2** benutzt werden soll (sofern vorhanden). Für die Nutzung der Differentialschutzfunktion ist mindestens eine Wirkschnittstelle notwendig. Bei einem Schutzobjekt mit zwei Enden benötigt jedes Gerät mindestens eine Wirkschnittstelle. Bei weiteren Enden muss gewährleistet sein, dass alle zueinander gehörigen Geräte unmittelbar oder mittelbar (über andere Geräte) miteinander verbunden sind. Näheres über die Möglichkeiten finden Sie in Abschnitt 2.2.1 Schutzdatentopologie.

Die Anzahl der Geräte (Adresse 147 **ANZAHL GERAETE**) muss mit der Anzahl der Messstellen an den Grenzen des zu schützenden Objektes übereinstimmen. Beachten Sie, dass jeder Stromwandlersatz zählt, der das Schutzobjekt begrenzt. So hat z.B. die Leitung gemäß Bild 2-1 drei Messstellen und damit drei Geräte, weil sie durch drei Stromwandlersätze begrenzt wird. Prinzipiell besteht die Möglichkeit mit 2 Geräten auszukommen, indem man die Stromwandlersätze 1 und 2 sekundärseitig parallel schaltet und zu einem Gerät führt. In diesem Fall würde aber bei einem äußeren Kurzschluss, der einen hohen Kurzschlussstrom über die Wandlersätze 1 und 2 zur Folge hat, der Differentialschutz unterstabilisiert.

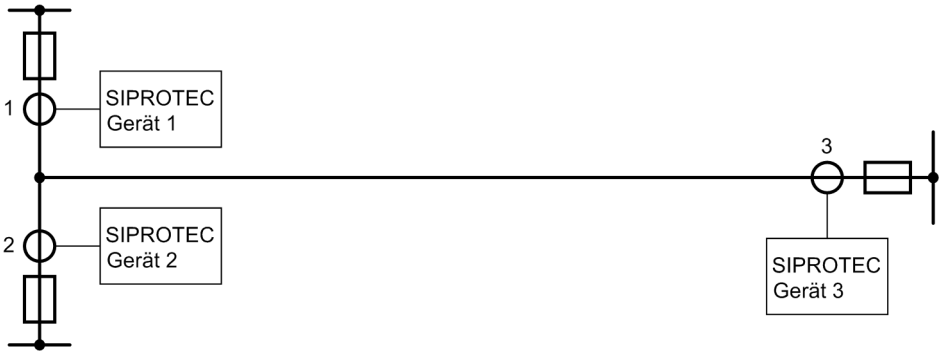


Bild 2-1 Schutzobjekt mit 3 Messstellen und 3 Geräten

Wenn das Gerät an Spannungswandler angeschlossen ist, müssen Sie dies unter Adresse 144 **U-WANDLER** angeben. Nur bei angeschlossenen Spannungswandlern können die spannungsabhängigen Funktionen, wie z.B. der Distanzschutz, verwendet werden.

Befindet sich ein Leistungstransformator im Schutzbereich, müssen Sie dies unter Adresse 143 **TRAFO** (Bestelloption) angeben. Die Transformatordaten selber werden dann bei der Parametrierung der allgemeinen Schutzdaten abgefragt (siehe Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Topologiedaten bei Trafo im Schutzbereich“ (wahlweise)).

Wollen Sie den Differentialschutz mit Ladestromkompensation projektieren, so müssen Sie dies unter Adresse 149 **LADESTR.KOMP** angeben.

Distanzschutz

Der Distanzschutz im 7SD5, projektiert als Haupt- oder in Verbindung mit der Differentialschutzfunktion, verfügt je nach bestellter Variante über eine Reihe von Anregeverfahren, aus denen das für die betreffenden Netzverhältnisse optimale Verfahren ausgewählt werden kann. Ist das Gerät laut Bestellschlüssel ausschließlich mit Impedanzanregung ausgestattet (7SD5***-*****-***E**** und 7SD5***-*****-***H****), so können Sie auswählen, nach welcher Auslösecharakteristik die Distanzschutzfunktion arbeiten soll, und zwar unter Adresse 115 für die Leiter-Leiter-Messwerke **DIS PHASE-PHASE** und unter Adresse 116 für die Leiter-Erde-Messwerke **DIS PHASE-ERDE**. Zur Auswahl stehen die polygonale Auslösecharakteristik ***Polygon*** und die MHO-Charakteristik ***MHO***. In den Abschnitten 2.5.2 und 2.5.3 sind die Kennlinien und Messverfahren ausführlich erläutert. Sie können die Wahl für die beiden Adressen getrennt und unterschiedlich ausüben. Soll das Gerät nur für Leiter-Erde-Schleifen oder nur für Leiter-Leiter-Schleifen eingesetzt werden, so wird die nicht benötigte Funktion auf ***nicht vorhanden*** eingestellt.

Weitere Anregeverfahren stehen Ihnen mit den Bestellvarianten 7SD5***-*****-***D**** und 7SD5***-*****-***G**** zur Verfügung. Die Eigenschaften dieser Verfahren sind in Abschnitt 2.5.1 ausführlich beschrieben.

Bildet die Höhe des Kurzschlussstromes allein ein zuverlässiges Kriterium für die Unterscheidung zwischen Kurzschlussfall und Lastbetrieb (einschl. tolerierbarer Überlast), stellen Sie Adresse 117 **DIS ANR** = ***I-ANR.*** (Überstromanregung) ein. Wird zusätzlich der Spannungseinbruch als Anregekriterium benötigt, wählen Sie die Einstellung ***U-I-ANR.*** (spannungsabhängige Stromanregung). Für hochbelastbare Hoch- und Höchstspannungsleitungen kann die Einstellung ***U-I-φ-ANR*** (spannungs- und winkelabhängige Stromanregung) notwendig werden. Bei der Einstellung ***IMPEDANZ*** (-anregung) bilden die jeweils am weitesten eingestellten Distanzzonen die Anregekriterien. Wenn Sie Adresse 117 **DIS ANR** = ***nicht vorhanden*** einstellen, sind damit auch der Distanzschutz und alle von ihm abhängigen Funktionen nicht verfügbar.

Beachten Sie, dass der Pendelzusatz (siehe auch Abschnitt 2.6) nur in Zusammenarbeit mit der ***IMPEDANZ***anregung arbeiten kann. Ansonsten ist er unwirksam, auch wenn Sie unter Adresse 120 **PENDELERFASSUNG** = ***vorhanden*** einstellen.

Soll die Distanzschutzfunktion durch Signalübertragungsverfahren ergänzt werden, so können Sie unter Adresse 121 **DIS SIGNAL** das gewünschte Verfahren auswählen. Zur Auswahl stehen das Mitnahmeverfahren über Anregung ***Mitn. über Anr.*** und über Übergreifzone ***Mitnahme***, das Signalübertragungsverfahren ***Signalvergleich***, das Richtungsvergleichsverfahren ***Richtungsverg.***, das Unblockverfahren ***Unblocking***, das Blockierverfahren ***Blocking***, sowie die Verfahren über Steueradern ***Streckenschutz*** und ***Rückw. Verrieg.*** (rückwärtige Verriegelung). Wollen Sie kein Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz verwenden, stellen Sie ***nicht vorhanden*** ein.

Die externe Einkopplung (Adresse 122 EXT.EINKOPPLUNG) bezieht sich auf die Einkopplung eines Kommandos von einem externen Gerät zur Auslösung des örtlichen Leistungsschalters.

Mit Adresse 125 **SCHWACHE EINSP.** kann eine Erweiterung zu den Signalübertragungsverfahren ausgewählt werden. Mit der Einstellung ***vorhanden*** wird die klassische Methode für Echo und Auslösung bei schwacher Einspeisung eingestellt. Mit der Einstellung ***Logik Nr. 2*** wird die Funktion auf die französische Spezifikation umgeschaltet. Diese Einstellung steht in Gerätevarianten für die Region Frankreich (nur Ausführung 7SD5***-**__D__** bzw. 10. Stelle der Bestellnummer = D) zur Verfügung.

Für den Überstromzeitschutz können Sie unter Adresse 126 **ÜBERSTROM** einstellen, nach welcher Kennliniengruppe er arbeiten soll. Zusätzlich zum unabhängigen Überstromzeitschutz (UMZ) können Sie – abhängig von der Bestellvariante – einen stromabhängigen Überstromzeitschutz projektieren, der entweder nach einer IEC-Kennlinie (***UMZ***/***AMZ IEC***) oder nach einer ANSI-Kennlinie (***UMZ***/***AMZ ANSI***) arbeitet. Die verschiedenen Kennlinien sind in den technischen Daten dargestellt. Natürlich können Sie auch auf den Überstromzeitschutz verzichten (***nicht vorhanden***).

Auch für den Erdkurzschlussschutz können Sie unter Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** einstellen, nach welcher Kennliniengruppe er arbeiten soll. Zusätzlich zum bis zu dreistufigen unabhängigen Überstromzeitschutz (UMZ) können Sie – abhängig von der Bestellvariante – eine stromabhängige Erdkurzschlussstufe projektieren, die entweder nach einer IEC-Kennlinie (***UMZ***/***AMZ IEC***) oder nach einer ANSI-Kennlinie (***UMZ***/***AMZ ANSI***) arbeitet, oder nach einer logarithmisch inversen Kennlinie (***UMZ***/***log. invers***). Wenn Sie keine stromabhängige Kennlinie benötigen, können Sie die normal als „stromabhängig“ bezeichnete Stufe auch als vierte unabhängige Stufe (***nur UMZ***) verwenden. Alternativ können Sie einen nullspannungsabhängigen Erdkurzschlussschutz ***U0 invers*** oder einen Nullleistungsschutz ***Sr invers*** wählen. Die verschiedenen Kennlinien sind in den technischen Daten dargestellt. Natürlich können Sie auch auf den Erdkurzschlussschutz verzichten (***nicht vorhanden***).

Wenn Sie den Erdkurzschlussschutz benutzen, können Sie ihn durch Signalübertragungsverfahren ergänzen. Sie können unter Adresse 132 **EF SIGNAL** das gewünschte Verfahren auswählen. Zur Auswahl stehen das Richtungsvergleichsverfahren ***Richtungsverg.***, das Unblockverfahren ***Unblocking*** und das Blockierverfahren ***Blocking***. Die Verfahren sind in Abschnitt 2.9 ausführlich beschrieben. Wollen Sie kein Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz verwenden, stellen Sie ***nicht vorhanden*** ein.

Wenn das Gerät über eine Wiedereinschaltautomatik verfügt, sind die Adressen 133 und 134 von Bedeutung. Automatische Wiedereinschaltung ist nur bei Freileitungen zulässig. In allen anderen Fällen darf sie nicht verwendet werden. Besteht das Schutzobjekt aus einer Mischung von Freileitungen und anderen Betriebsmitteln (z.B. Freileitung im Block mit einem Transformator oder Freileitung/Kabel), ist Wiedereinschaltung nur zulässig, wenn sicher gestellt ist, dass sie nur beim Freileitungsfehler erfolgen kann. Wird an dem Abzweig, für den der 7SD5 eingesetzt ist, keine Wiedereinschaltung gewünscht oder wird ausschließlich ein externes Gerät zur Wiedereinschaltung benutzt, stellen Sie Adresse 133 **AUTO-WE** auf ***nicht vorhanden*** ein.

Ansonsten stellen Sie dort die Anzahl der gewünschten Wiedereinschaltversuche ein. Sie können ***1 WE-Zyklus*** bis ***8 WE-Zyklen*** wählen. Sie können auch ***ASP*** (adaptive spannungslose Pause) einstellen; in diesem Fall richtet sich das Verhalten der Wiedereinschaltautomatik nach den Zyklen des Gegenendes. Mindestens an einem Leitungsende muss jedoch die Anzahl der Zyklen projektiert werden, und dieses Ende muss zuverlässig über eine Einspeisung verfügen. Das andere – bei mehr als zwei Leitungsenden die anderen – kann mit adaptiver spannungsloser Pause arbeiten. Ausführliche Erläuterungen hierzu sind in Abschnitt 2.16 gegeben.

Die **AWE BETRIEBSART** unter Adresse 134 erlaubt maximal vier Optionen. Zum einen kann bestimmt werden, ob der Ablauf der Unterbrechungszyklen vom Fehlerbild der **Anregung** der anwerfenden Schutzfunktion(en) (nur für 3-polige Auslösung) oder von der Art des **Auslösekommandos** bestimmt wird. Zum anderen lässt sich die Wiedereinschaltautomatik **mit** oder **ohne** Wirkzeit betreiben.

Die Einstellung ***AUS ...*** (Mit Auskommando ..., Voreinstellung) ist vorzuziehen, wenn 1-polige oder 1-/3-polige Unterbrechungszyklen vorgesehen und möglich sind. In diesem Fall sind (für jeden Unterbrechungszyklus) unterschiedliche Pausenzeiten nach 1-poliger Abschaltung einerseits und nach 3-poliger Abschaltung andererseits möglich. Die auslösende Schutzfunktion bestimmt die Art der Abschaltung: 1-polig oder 3-polig. Abhängig davon wird die Pausenzeit gesteuert.

Die Einstellung ***ANR. ...*** (Mit Anregung ...) ist nur möglich und sichtbar, wenn ausschließlich 3-polige Auslösung erfolgen soll, d.h. wenn entweder die Gerätevariante laut Bestellbezeichnung nur für 3-polige Auslösung geeignet ist oder nur 3-polige Auslösung konfiguriert ist (Adresse 110 **AUSLÖSUNG** = ***nur dreipolig***, siehe oben). In diesem Fall können Sie für die Unterbrechungszyklen unterschiedliche Pausenzeiten nach 1-, 2- und 3-phasigen Fehlern einstellen. Maßgebend ist hier das **Anrege**bild der Schutzfunktionen zum Zeitpunkt des Verschwindens des Auslösekommandos. Diese Betriebsart erlaubt, auch bei 3-poligen Unterbrechungszyklen die Pausenzeiten von der Fehlerart abhängig zu machen. Die Auslösung ist stets 3-polig.

Die Einstellung ***... und Twirk*** (Mit ... Wirkzeit) stellt für jeden Unterbrechungszyklus eine Wirkzeit zur Verfügung. Diese wird von der Generalanregung aller Schutzfunktionen gestartet. Wenn nach Ablauf einer Wirkzeit noch kein Auslösekommando vorliegt, kann der entsprechende Unterbrechungszyklus nicht durchgeführt werden. Weitere Erläuterungen hierzu sind in Abschnitt 2.16 gegeben. Bei Zeitstaffelschutz wird diese Einstellung empfohlen. Verfügt die Schutzfunktion, die mit Wiedereinschaltung arbeiten soll, nicht über ein generelles Anregesignal für den Start der Wirkzeiten, wählen Sie eine Einstellung ***... ohne Twirk*** (... ohne Wirkzeit).

Mit Adresse 137 **SPANNUNGSSCHUTZ** lässt sich der Spannungsschutz mit verschiedenen Unter- und Überspannungsschutzstufen aktivieren. Speziell beim Überspannungsschutz mit dem Mitsystem der Messspannungen besteht die Möglichkeit, über eine integrierte Kompoundierung die Spannung am anderen fernen Leitungsende zu berechnen. Dies ist besonders bei langen Übertragungsleitungen nützlich, wenn bei Leerlauf oder geringer Last eine Überspannung am anderen Leitungsende (Ferranti-Effekt) zur Auslösung des örtlichen Leistungsschalters führen soll. Stellen Sie in diesem Fall Adresse 137 **SPANNUNGSSCHUTZ** auf ***vorh. m. Komp.*** (vorhanden mit Kompoundierung) ein. Benutzen Sie die Kompoundierung aber nicht auf Leitungen mit Längskondensatoren!

Für die Fehlerortung können Sie unter Adresse 138 **FEHLERORTER** außer ***vorhanden*** und ***nicht vorhanden*** auch bestimmen, dass die Fehlerentfernung über Binärausgänge im BCD-Code (4 Bit Einer, 4 Bit Zehner und 1 Bit Hunderter sowie 1 Bit „Daten gültig“) ausgegeben wird (***mit BCD-Ausgabe***). Eine entsprechende Anzahl von Ausgangsrelais (Nr 1143 bis 1152 in der Rangiermatrix) muss dazu verfügbar und rangiert werden. Für eine zweiseitige Fehlerortbestimmung muss die Adresse 3807 **ZWEISEITIG** auf projektiert sein. Beachten Sie, dass Sie mit Adresse 160 **L-ABSCHNITTE FO** angeben, in wieviele Abschnitte Ihre Leitungsstrecke (z.B. Kabel-Freileitung) aufgeteilt ist.

Bei der Auslösekreisüberwachung geben Sie unter Adresse 140 **AUSKREISÜBERW.** an, wie viele Auslösekreise zu überwachen sind: ***1 Kreis***, ***2 Kreise*** oder ***3 Kreise***, sofern Sie nicht darauf verzichten (***nicht vorhanden***).

2.1.1.4 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
103	PARAMET.-UMSCH.	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Parametergruppenumschaltung
110	AUSLÖSUNG	nur dreipolig ein-/dreipolig	nur dreipolig	Auslöseverhalten
112	DIFF-SCHUTZ	vorhanden nicht vorhanden	vorhanden	Differentialschutz
115	DIS PHASE-PHASE	Polygon MHO nicht vorhanden	Polygon	Distanzschutz Phase-Phase
116	DIS PHASE-ERDE	Polygon MHO nicht vorhanden	Polygon	Distanzschutz Phase-Erde
117	DIS ANR	IMPEDANZ I-ANR. U-I-ANR. U-I-φ-ANR nicht vorhanden	IMPEDANZ	Distanzschutz Anregung
120	PENDELERFASSUNG	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Pendelerfassung
121	DIS SIGNAL	Mitnahme Mitn. über Anr. Signalvergleich Richtungsverg. Unblocking Blocking Rückw. Verrieg. Streckenschutz nicht vorhanden	nicht vorhanden	Distanzschutz Signalzusatz
122	EXT.EINKOPPLUNG	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Externe Einkopplung
124	SCHNELLABSCHALT	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Schnellabschaltung nach Zuschaltung
125	SCHWACHE EINSP.	nicht vorhanden vorhanden Logik Nr. 2	nicht vorhanden	Schwache Einspeisung
126	ÜBERSTROM	nicht vorhanden UMZ/AMZ IEC UMZ/AMZ ANSI	UMZ/AMZ IEC	Überstromzeitschutz
131	EF KURZSCHLUSS	nicht vorhanden UMZ/AMZ IEC UMZ/AMZ ANSI UMZ/log. invers nur UMZ U0 invers Sr invers	nicht vorhanden	Erdkurzschlussschutz f.hochohmige Fehler
132	EF SIGNAL	Richtungsverg. Unblocking Blocking nicht vorhanden	nicht vorhanden	Erdkurzschlussschutz Signalzusatz

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
133	AUTO-WE	1 WE-Zyklus 2 WE-Zyklen 3 WE-Zyklen 4 WE-Zyklen 5 WE-Zyklen 6 WE-Zyklen 7 WE-Zyklen 8 WE-Zyklen ASP nicht vorhanden	nicht vorhanden	Automatische Wiedereinschal-tung
134	AWE BETRIEBSART	Anr. und Twirk Anr. ohne Twirk AUS und Twirk AUS ohne Twirk	AUS ohne Twirk	Betriebsart der AWE
135	SYNCHRON KONTR.	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Synchronkontrolle
136	FREQUENZSCHUTZ	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Frequenzschutz
137	SPANNUNGSSCHUTZ	nicht vorhanden vorhanden vorh. m. Komp.	nicht vorhanden	Spannungsschutz
138	FEHLERORTER	nicht vorhanden vorhanden mit BCD-Ausgabe	nicht vorhanden	Fehlerorter
139	SCHALTERVERSAG.	nicht vorhanden vorhanden vorh. mit 3I0>	nicht vorhanden	Schalterversagerschutz
140	AUSKREISÜBERW.	nicht vorhanden 1 Kreis 2 Kreise 3 Kreise	nicht vorhanden	Auslösekreisüberwachung
141	ERD.DIFF	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Erdfehlerdifferentialschutz
142	ÜBERLAST	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Überlastschutz
143	TRAFO	Nein Ja	Nein	Trafo im Schutzbereich
144	U-WANDLER	nicht angeschl. angeschlossen	angeschlossen	Spannungswandler
145	WS1	vorhanden nicht vorhanden	vorhanden	Wirkschnittstelle 1
146	WS2	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Wirkschnittstelle 2
147	ANZAHL GERAETE	2 Geräte 3 Geräte 4 Geräte 5 Geräte 6 Geräte	2 Geräte	Anzahl Geräte
148	GPS-SYNC	vorhanden nicht vorhanden	nicht vorhanden	GPS Synchronisation

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
149	LADESTR.KOMP	vorhanden nicht vorhanden	nicht vorhanden	Ladestromkompensation
160	L-ABSCHNITTE FO	1 Abschnitt 2 Abschnitte 3 Abschnitte	1 Abschnitt	Leitungsabschnitte für Fehlerorter

2.1.2 Allgemeine Anlagendaten (Anlagendaten 1)

Das Gerät benötigt einige Daten des Netzes und der Anlage, um je nach Verwendung seine Funktionen an diese Daten anzupassen. Hierzu gehören z.B. Nenndaten der Anlage und Messwandler, Polarität und Anschluss der Messgrößen, ggf. Eigenschaften der Leistungsschalter, u.Ä. Weiterhin gibt es eine Reihe von Funktionsparametern, die den Funktionen gemeinsam, also nicht einer konkreten Schutz-, Steuer- oder Überwachungsfunktion zugeordnet sind. Diese Anlagendaten 1 können i.Allg. nur mittels PC und DIGSI geändert werden und sind in diesem Abschnitt besprochen.

2.1.2.1 Einstellhinweise

Polung der Stromwandler

Unter Adresse 201 **I-WDL STERNPKT.** wird nach der Polung der Stromwandler gefragt, also nach der Lage des Wandlersternpunktes (das folgende Bild gilt sinngemäß auch bei nur zwei Stromwandlern). Die Einstellung bestimmt die Messrichtung des Gerätes (Vorwärts = Leitungsrichtung). Die Umschaltung dieses Parameters bewirkt auch eine Umpolung der Erdstrom-Eingänge I_E bzw. I_{EE}.

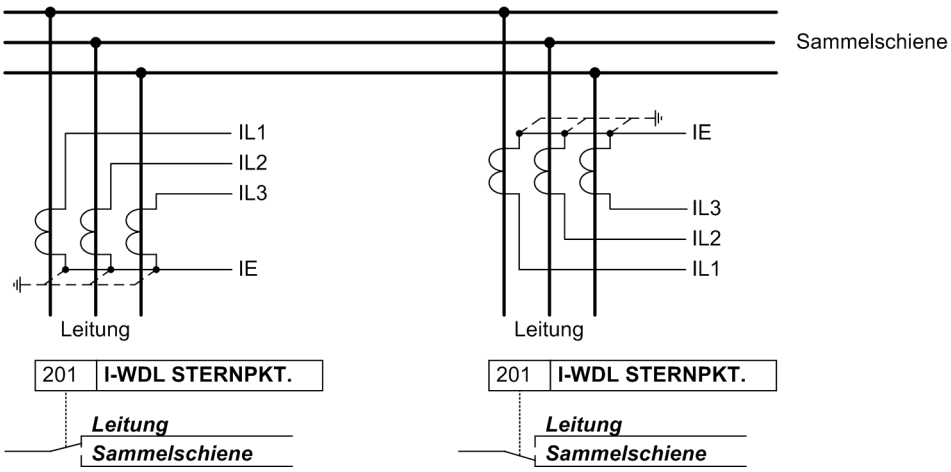


Bild 2-2 Polung der Stromwandler

Nenngrößen der Wandler

Bei angeschlossenen Spannungswandlern informieren Sie das Gerät in den Adressen 203 **UN-WDL PRIMÄR** und 204 **UN-WDL SEKUNDÄR** über die primäre und sekundäre Nennspannung (verkettete Größen) der Spannungswandler, in den Adressen 205 **IN-WDL PRIMÄR** und 206 **IN-GER SEKUNDÄR** über die primären und sekundären Nennströme der Stromwandler (Phasen).

Adresse 206 **IN-GER SEKUNDÄR** muss mit dem Gerätenennstrom übereinstimmen; ansonsten ist ein Hochlauf des Prozessorsystems nicht möglich.

Die richtigen Primärdaten sind Voraussetzung für die Berechnung der korrekten Primärangaben in den Betriebsmesswerten. Wenn das Gerät mit Hilfe von DIGSI in Primärwerten eingestellt wird, sind diese Primärdaten sogar unabdingbare Voraussetzung für die richtige Funktion des Gerätes.

Ist der Differentialschutz als Hauptschutzfunktion ohne Distanzschutzfunktion projektiert, kommt er prinzipbedingt ohne Messspannungen aus. Jedoch können Spannungen angeschlossen werden. Diese erlauben die Anzeige und Protokollierung der Spannungen, die Berechnung von Leistungen und eine Fehlerortung. Gegebenenfalls können sie auch bei automatischer Wiedereinschaltung zur Feststellung der Leitungsspannung dienen. In der Konfiguration der Gerätefunktionen (Abschnitt 2.1.1) wurde festgelegt, ob das Gerät mit oder ohne Messspannungen arbeiten soll.

Spannungsanschluss

Das Gerät verfügt über 4 Messspannungseingänge, von denen 3 an den Spannungswandlersatz angeschlossen werden. Für den vierten Spannungseingang U_4 bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Anschluss des U_4-Eingangs an die offene Dreieckswicklung Ue-n des Spannungswandlersatzes:

  Adresse 210 wird dann eingestellt: **U4-WANDLER** = ***Uen-Wandler***.

  Bei Anschluss an die e-n-Wicklungen des Spannungswandlersatzes lautet die Spannungsübersetzung der Wandler normalerweise

  $$\frac{U_{Nprim}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{Nsek}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{Nsek}}{3}$$

  Dann ist Faktor Uph/Uen (Sekundärspannung, Adresse 211 **Uph/Uen WDL**) zu $3/\sqrt{3} = \sqrt{3} \approx$ ***1.73*** anzusetzen. Bei anderen Übersetzungsverhältnissen, z.B. bei Bildung der Verlagerungsspannung über einen zwischengeschalteten Wandlersatz, muss der Faktor entsprechend korrigiert werden. Dieser Faktor ist wichtig, wenn die $3U_0$>-Schutzstufe eingesetzt wird sowie für die Messgrößenüberwachungen und die Skalierung der Mess- und Störwerte.

- Anschluss des U_4-Eingangs zur Durchführung der Synchronkontrolle:

  Adresse 210 wird dann eingestellt: **U4-WANDLER** = ***Usy2-Wandler***.

  Befinden sich die Spannungswandler für die Schutzfunktionen U_{sy1} auf der Abzweigseite, so ist der U_4-Wandler an eine Sammelschienenspannung U_{sy2} anzuschließen. Eine Synchronisation ist auch dann möglich, wenn die Spannungswandler für die Schutzfunktionen U_{sy1} sammelschienenseitig angeschlossen sind; der zusätzliche U4-Wandler muss dann an einer Abzweigspannung angeschlossen sein.

  Mittels Adresse 215 **Usy1/Usy2 WDL** kann eine ggf. abweichende Übersetzung angepasst werden. Unter Adresse 212 **ANSCHLUSS Usy2** wird dem Gerät mitgeteilt, welche Spannung an Messstelle U_{sy2} für die Synchronkontrolle angeschlossen ist. Das Gerät wählt dann selbsttätig die Spannung an Messstelle U_{sy1} aus. Sind zwischen den beiden Messstellen für den Synchronismus – also z.B. Abzweigspannungswandler und Sammelschienenspannungswandler – keine phasendrehenden Betriebsmittel, so wird der Parameter Adresse 214 φ **Usy2-Usy1** nicht benötigt. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Ist jedoch ein Leistungstransformator zwischengeschaltet, muss dessen Schaltgruppe angepasst werden. Dabei wird der Phasenwinkel von U_{sy1} nach U_{sy2} positiv gewertet.

Beispiel: (siehe auch Bild 2-3)

Sammelschiene 400 kV primär, 110 V sekundär,

Abzweig 220 kV primär, 100 V sekundär,

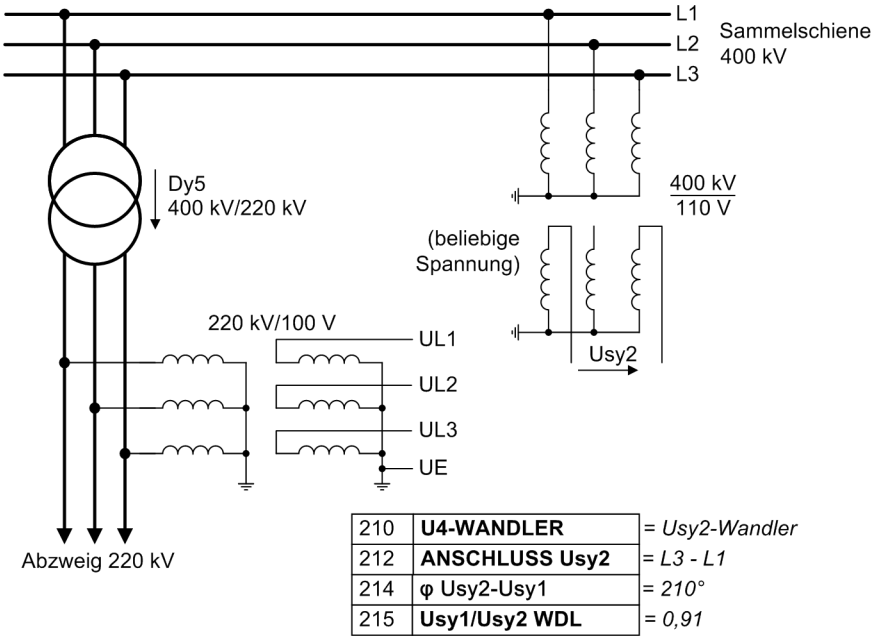
Transformator 400 kV / 220 kV, Schaltgruppe Dy(n) 5

Die Schaltgruppe des Transformators ist von der Oberspannungsseite zur Unterspannungsseite definiert. Die Abzweigspannungswandler sind in diesem Beispiel die der Unterspannungsseite des Transformators. Da das Gerät von den Abzweigspannungswandlern her „schaut", ist der Winkel 5 · 30° (gemäß Schaltgruppe) negativ, also -150°. Um einen positiven Winkel zu erhalten, werden 360° addiert:

Adresse 214: φ **Usy2-Usy1** = 360° - 150° = **210°**.

Da die Sammelschienenwandler bei primärem Nennbetrieb 110 V sekundär liefern, während die Nennspannung der Abzweigwandler 100 V sekundär ist, muss auch dieser Unterschied angepasst werden:

Adresse 215: **Usy1/Usy2 WDL** = 100 V/110 V = **0,91**.



210	**U4-WANDLER**	= *Usy2-Wandler*
212	**ANSCHLUSS Usy2**	= *L3 - L1*
214	φ Usy2-Usy1	= *210°*
215	**Usy1/Usy2 WDL**	= *0,91*

Bild 2-3 Sammelschienenspannung, über Transformator gemessen

- Anschluss des U_4-Eingangs an eine beliebige Spannung U_X, die vom Überspannungsschutz verarbeitet werden kann:

  Adresse 210 wird dann eingestellt: **U4-WANDLER** = ***UX-Wandler***.
- Wird der U_4-Eingang nicht benötigt, so wird eingestellt:

  Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***nicht angeschl.***.

  Auch in diesem Fall ist der Faktor **Uph/Uen WDL** (Adresse 211, siehe oben) von Bedeutung, da er für die Skalierung der Mess- und Störwertdaten verwendet wird.

Stromanschluss

Das Gerät verfügt über vier Messstromeingänge, von denen drei an den Stromwandlersatz angeschlossen werden. Für den vierten Stromeingang I_4 bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Anschluss des I_4-Eingangs an den Erdstrom vom Sternpunkt des Stromwandlersatzes der zu schützenden Leitung (Normalschaltung):

  Adresse 220 wird dann eingestellt: **I4-WANDLER** = ***eigene Leitung*** und Adresse 221 **I4/Iph WDL** = **1**.

- Anschluss des I_4-Eingangs an einen getrennten Erdstromwandler der zu schützenden Leitung (z.B. Summenstromwandler oder Kabelumbauwandler):

  Adresse 220 wird dann eingestellt: **I4-WANDLER** = ***eigene Leitung*** und Adresse 221 **I4/Iph WDL** wird eingestellt:

$$I_4 / I_{ph\ WDL} = \frac{\text{Übersetzung Erdstromwandler}}{\text{Übersetzung Phasenstromwandler}}$$

  Dies gilt unabhängig davon, ob das Gerät für I_4 einen normalen Messstromeingang oder einen empfindlichen (ggf. I_E-Wandler für den Erdkurzschlussschutz) hat.

Beispiel:

Phasenstromwandler 500 A / 5 A

Erdstromwandler 60 A / 1 A

$$I_4 / I_{ph\ WDL} = \frac{60/1}{500/5} = 0{,}600$$

- Anschluss des I_4-Eingangs an den Erdstrom einer Parallelleitung für Parallelleitungskompensation bei Distanzschutz und/oder Fehlerortung:

  Adresse 220 wird dann eingestellt: **I4-WANDLER** = ***Parallelleitung*** und in der Regel Adresse 221 **I4/Iph WDL** = 1.

  Hat jedoch der Wandlersatz der Parallelleitung eine andere Übersetzung als der der zu schützenden Leitung, ist dies in Adresse 221 zu berücksichtigen:

  Adresse 220 wird dann eingestellt: **I4-WANDLER** = ***Parallelleitung*** und Adresse 221 **I4/Iph WDL** = $I_{N\ Parallelleitung} / I_{N\ eigene\ Leitung}$

  Beispiel:

  Stromwandler eigene Leitung 1200 A

  Stromwandler Parallelleitung 1500 A

$$I_4 / I_{ph\ Wdl} = \frac{1500}{1200} = 1{,}250$$

- Anschluss des I_4-Eingangs an den Sternpunktstrom eines Transformators; dies wird unbedingt für den Erdfehlerdifferentialschutz und gelegentlich für die Richtungsbestimmung des Erdkurzschlussschutzes benutzt:

  Adresse 220 wird dann eingestellt: **I4-WANDLER** = ***Sternpunkt***, und Adresse 221 **I4/Iph WDL** richtet sich nach dem Verhältnis der Übersetzungen des Trafosternpunktwandlers zu Wandlersatz der eigenen Leitung.

- Wird der I_4-Eingang nicht benötigt, so wird eingestellt:

  Adresse 220 **I4-WANDLER** = ***nicht angeschl.***,

  Adresse 221 **I4/Iph WDL** ist dann irrelevant.

  Für die Schutzfunktionen wird in diesem Fall der Nullstrom aus der Summe der Phasenströme berechnet.

Nennfrequenz

Die Nennfrequenz des Netzes wird unter Adresse 230 **NENNFREQUENZ** eingestellt. Der gemäß Ausführungsvariante werksseitig voreingestellte Wert muss nur geändert werden, wenn das Gerät für ein anderes Einsatzgebiet, als sie der Bestellung zugrunde lag, verwendet werden soll. Einstellbar sind ***50 Hz*** oder ***60 Hz***.

Netzsternpunkt

Ist der Distanzschutz als Haupt- oder in Verbindung mit der Differentialschutzfunktion projektiert, so ist die Behandlung des Netzsternpunktes für die korrekte Verarbeitung von Erdschlüssen, Erdkurzschlüssen und Doppelerdschlüssen bedeutend. Entsprechend muss für Adresse 207 **NETZSTERN** = ***geerdet***, ***gelöscht*** oder ***isoliert*** eingestellt werden. Für niederohmig („halbstarr“) geerdete Netze ist ***geerdet*** einzustellen.

Längeneinheit

Adresse 236 **LÄNGENEINHEIT** erlaubt, die Längeneinheit (***km*** oder ***Meilen***) für die Fehlerortangaben festzulegen. Wird die Kompoundierungsfunktion des Spannungsschutzes benutzt, dann wird aus der Länge der Leitung und dem Kapazitätsbelag die gesamte Kapazität der Leitung berechnet. Wird die Kompoundierung nicht verwendet und ist keine Fehlerortung vorhanden, so ist dieser Parameter ohne Belang. Mit der Änderung der Längeneinheit ist keine automatische Umrechnung der Einstellwerte verbunden, die von dieser Längeneinheit abhängig sind. Solche müssen dann erneut bei den entsprechend gültigen Adressen eingegeben werden.

Format der Erdimpedanzanpassung

Wesentliche Voraussetzung für die richtige Berechnung der Kurzschlussentfernung (Distanzschutz, Fehlerortung) bei Erdkurzschlüssen ist die Anpassung des Erdimpedanzverhältnisses der Leitung. Unter Adresse 237 **FORMAT Z0/Z1** bestimmen Sie, welches Eingabeformat Sie verwenden wollen. Sie können wahlweise entweder die Verhältnisse ***RE/RL,XE/XL*** verwenden oder den komplexen Erdimpedanzfaktor ***K0***. Die Einstellung der Erdimpedanzfaktoren erfolgt bei den Anlagendaten 2 (siehe Abschnitt 2.1.4).

Eigenzeit des Leistungsschalters

Die Leistungsschalter-Einschaltzeit **T LS-EIN** in Adresse 239 wird benötigt, wenn mit dem Gerät auch bei asynchronen Netzbedingungen zugeschaltet werden soll, sei es bei manueller Einschaltung oder bei automatischer Wiedereinschaltung nach 3-poliger Abschaltung oder in beiden Fällen. Dann berechnet das Gerät den Einschaltkommandozeitpunkt so, dass im Augenblick des Schließens der Schalterpole die Spannungen phasensynchron sind.

Kommandodauer

In Adresse 240 wird die Mindest-Auslösekommandodauer **T AUSKOM MIN.** eingestellt. Sie gilt für alle Schutz- und Steuerungsfunktionen, die zur Auslösung führen können. Sie bestimmt auch die Dauer eines Auslöseimpulses bei der Leistungsschalterprüfung über das Gerät. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

In Adresse 241 wird die maximale Einschalt-Kommandodauer **T EINKOM MAX.** eingestellt. Sie gilt für alle Einschaltbefehle des Gerätes. Sie bestimmt auch die Dauer eines Einschaltimpulses bei der Leistungsschalterprüfung über das Gerät. Sie muss lang genug sein, dass der Leistungsschalter zuverlässig eingeschaltet hat. Eine zu lange Zeit birgt keine Gefahr, da bei erneuter Auslösung durch eine Schutzfunktion auf jeden Fall das Einschaltkommando unterbrochen wird. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Leistungsschalterprüfung

7SD5 erlaubt eine Prüfung des Leistungsschalters im Betrieb durch Aus- und Einschaltbefehl von der Front oder mittels DIGSI. Die Länge der Befehle ist durch die Kommandodauer wie vor bestimmt. Adresse 242 **T PAUSE PRF** bestimmt die Zeit vom Ende des Ausschalt- bis zum Beginn des Einschaltkommandos bei dieser Prüfung. Sie sollte nicht unter 0,1 s liegen.

Stromwandlerkennlinie

Das Grundprinzip des Differentialschutzes geht davon aus, dass sich alle in ein fehlerfreies Schutzobjekt hineinfließenden Ströme zu Null summieren. Wenn die Stromwandlersätze an den Leitungsenden im Überstrombereich unterschiedliche Übersetzungsfehler haben, kann die Stromsumme in den Sekundärströmen bei durchfließenden Kurzschlussströmen erhebliche Beträge erreichen, die einen inneren Kurzschluss vortäuschen. Die in 7SD5 enthaltenen Maßnahmen gegen Fehlverhalten bei Stromwandlerübertragungsfehlern arbeiten optimal, wenn dem Schutz das Übertragungsverhalten der Stromwandler bekannt ist.

Hierzu werden die charakteristischen Daten der Stromwandler sowie ihrer Sekundärkreise eingestellt (vgl. auch Bild 2-27 in Abschnitt 2.3). In vielen Fällen kann die Voreinstellung bleiben. Sie berücksichtigt die Daten der ungünstigsten Schutzstromwandler.

Der Nennüberstromfaktor n der Stromwandler und die Nennleistung P_N sind normalerweise auf dem Leistungsschild der Stromwandler angegeben. Die Angaben beziehen sich auf Nennbedingungen (Nennstrom, Nennbürde). Zum Beispiel (nach VDE 0414 / Teil 1 bzw. IEC 60044)

Stromwandler 10P10; 30 VA $\rightarrow$ n = 10; P_N = 30 VA

Stromwandler 10P20; 20 VA $\rightarrow$ n = 20; P_N = 20 VA

Der Betriebsüberstromfaktor n' ergibt sich aus diesen Nenndaten und der tatsächlichen sekundären Bürde P':

$$\frac{n'}{n} = \frac{P_N + P_i}{P' + P_i}$$

mit

n' =	Betriebsüberstromfaktor (effektiver Überstromfaktor)
n =	Nennüberstromfaktor der Stromwandler (Kennzahl hinter dem P)
P_N =	Nennbürde der Stromwandler [VA] bei Nennstrom
P_i =	Eigenbürde der Stromwandler [VA] bei Nennstrom
P' =	tatsächlich angeschlossene Bürde (Geräte + Sekundärleitungen) [VA] bei Nennstrom

Die Eigenbürde der Stromwandler ist normalerweise im Prüfprotokoll vermerkt. Ist sie unbekannt, so kann sie näherungsweise aus dem Gleichstromwiderstand R_i der Sekundärwicklung ermittelt werden.

$P_i \approx R_i \cdot I_N^2$

Das Verhältnis Betriebsüberstromfaktor zu Nennüberstromfaktor n'/n wird unter Adresse 251 **N_B/N_N** eingestellt.

Der Wandlerfehler bei Nennstrom wird, zuzüglich eines Sicherheitsfaktors, unter Adresse 253 **F bei N_B/N_N** eingestellt. Er ist gleich der „Strommessabweichung bei primärer Bemessungsstromstärke F1“ nach VDE 0414 / Teil 1 bzw. IEC 60044. Er beträgt für einen

– Wandler 5P 3 %,

– Wandler 10P 5 %.

Der Wandlerfehler bei Nennüberstromfaktor wird, zuzüglich eines Sicherheitsfaktors, unter Adresse 254 **F bei N_N** eingestellt. Er ergibt sich aus der Zahl vor dem P der Wandlerdaten.

Tabelle 2-1 zeigt eine Auflistung üblicher Schutz-Stromwandler mit den charakteristischen Daten und den zugehörigen Einstellempfehlungen.

Tabelle 2-1 Einstellempfehlungen für Stromwandlerdaten

Wandler-klasse	Norm	Fehler bei Nennstrom		Fehler bei Nenn-überstromfaktor	Einstellempfehlungen		
		Übersetzung	Winkel		Adresse 251	Adresse 253	Adresse 254
5P	IEC 60044-1	1,0 %	± 60 min	≤ 5 %	≤ 1,50 [1)]	3,0 %	10,0 %
10P		3,0 %	—	≤ 10 %	≤ 1,50 [1)]	5,0 %	15,0 %
TPX	IEC 60044-1	0,5 %	± 30 min	ε ≤ 10 %	≤ 1,50 [1)]	1,0 %	15,0 %
TPY		1,0 %	± 30 min	ε ≤ 10 %	≤ 1,50 [1)]	3,0 %	15,0 %
TPZ		1,0 %	± 180 min ± 18 min	ε ≤ 10 % (nur I~)	≤ 1,50 [1)]	6,0 %	20,0 %
PX	IEC 60044-1 BS: Class X				≤ 1,50 [1)]	3,0 %	10,0 %
C100 bis C800	ANSI				≤ 1,50 [1)]	5,0 %	15,0 %

[1)] Wenn n'/n ≤ 1,50, Einstellung = rechnerischer Wert; wenn n'/n > 1,50, Einstellung = 1,50

Mit diesen Daten approximiert das Gerät die Wandlerfehlerkennlinie und errechnet daraus die Stabilisierung (siehe auch Abschnitt 2.3).

Rechenbeispiel:

Stromwandler 5P10; 20 VA

Übersetzung 600 A / 5 A

Eigenbürde 2 VA

Sekundärleitungen 4 mm^2 Cu

Länge 20 m

Gerät 7SD5 , I_N = 5 A

Bürde bei 5 A, 0,3 VA

Der Widerstand der Sekundärleitungen ist (mit dem spezifischen Widerstand für Kupfer ρ_{Cu} = 0,0175 $\Omega mm^2/m$)

$$R_l = 2 \cdot 0{,}0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{20\ m}{4\ mm^2} = 0{,}175\ \Omega$$

Dabei wurde der ungünstigste Fall angenommen, dass der Strom (wie beim 1-phasigen Fehler) über die Sekundärleitungen hin- und zurückfließt (Faktor 2). Daraus errechnet sich die Leistung bei Nennstrom I_N = 5 A zu

$P_l = 0{,}175\ \Omega \cdot (5\ A)^2 = 4{,}375\ VA$

Die gesamte angeschlossene Bürde setzt sich aus der Bürde der Zuleitungen und der des Gerätes zusammen:

P' = 4,375 VA + 0,3 VA = 4,675 VA

Damit ergibt sich für das Verhältnis der Überstromfaktoren

$$\frac{n'}{n} = \frac{P_N + P_i}{P' + P_i} = \frac{20\ VA + 2\ VA}{4{,}675\ VA + 2\ VA} = 3{,}30$$

Nach obiger Tabelle soll Adresse 251 auf 1,5 eingestellt werden, wenn der rechnerische Wert über 1,5 liegt. Es resultieren die Einstellwerte:

Adresse 251 **N_B/N_N = 1,50**

Adresse 253 **F bei N_B/N_N = 3,0**

Adresse 254 **F bei N_N = 10,0**

Die Voreinstellungen entsprechen Stromwandlern 10P mit Nenn-Bebürdung.

Natürlich sind nur Einstellungen sinnvoll, bei denen Adresse 253 **F bei N_B/N_N** kleiner eingestellt ist als Adresse 254 **F bei N_N**.

Transformator mit Spannungsregelung

Befindet sich ein Leistungstransformator mit Spannungsregelung im Schutzbereich, ist zu beachten, dass sich bereits im stationären Betrieb ein Differentialstrom ergibt, der von der Stromhöhe und der Stellung des Stufenstellers abhängig ist. Da dies ein stromproportionaler Fehler ist, wird er am besten wie ein zusätzlicher Stromwandlerfehler behandelt. Berechnen Sie den maximalen Fehlerstrom an den Grenzen des Regelbereiches und addieren Sie diesen (auf den mittleren Strom des Regelbereiches bezogen) zu den ermittelten Wandlerfehlern für die Adressen 253 und 254. Führen Sie diese Korrektur nur für das Ende durch, das der geregelten Seite des Transformators zugewandt ist.

Rechenbeispiel:

Transformator	YNd5
	35 MV
	110 kV / 25 kV
	Y-Seite geregelt ±10 %

Daraus resultieren:

Nennstrom bei Nennspannung I_N = 184 A

Nennstrom bei U_N + 10 % I_{min} = 167 A

Nennstrom bei U_N – 10 % I_{max} = 202 A

$$\text{mittlerer Strom } I_{mitt} = \frac{I_{min} + I_{max}}{2} = \frac{167\ \text{A} + 202\ \text{A}}{2} = 184{,}5\ \text{A}$$

Die maximale Abweichung von diesem Strom ist

$$\text{max. Abweichung } \delta_{max} = \frac{I_{max} + I_{mitt}}{I_{mitt}} = \frac{202\ \text{A} - 184{,}5\ \text{A}}{184{,}5\ \text{A}} = 0{,}095 = 9{,}5\ \%$$

Diese maximale Abweichung δ_{max} [in %] ist zu den wie oben ermittelten, maximalen Wandlerfehlern 253 **F bei N_B/N_N** und 254 **F bei N_N** zu addieren.

Bedenken Sie, dass sich diese Abweichung durch Spannungsregelung auf den mittleren Strom bei Nennscheinleistung bezieht und nicht auf den Nennstrom bei Nennspannung. Eine entsprechende Korrektur der Einstellwerte ist in Abschnitt 2.1.4 unter „Topologiedaten bei Trafo im Schutzbereich (wahlweise)“ zu beachten.

2.1.2.2 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
201	I-WDL STERNPKT.	Leitung Sammelschiene	Leitung	Stromwandlersternpunkt liegt Richtung
203	UN-WDL PRIMÄR	0.4 .. 1200.0 kV	400.0 kV	Wandler-Nennspannung, primär
204	UN-WDL SEKUNDÄR	80 .. 125 V	100 V	Wandler-Nennspannung, sekundär
205	IN-WDL PRIMÄR	10 .. 10000 A	1000 A	Wandler-Nennstrom, primär
206	IN-GER SEKUNDÄR	1A 5A	1A	Geräte-Nennstrom, sekundär
207	NETZSTERN	geerdet gelöscht isoliert	geerdet	Sternpunktbehandlung des Netzes
208A	1-1/2 LS	Nein Ja	Nein	1-1/2 Leistungsschalter Anordnung
210	U4-WANDLER	nicht angeschl. Uen-Wandler Usy2-Wandler UX-Wandler	nicht angeschl.	U4-Wandler, angeschlossen als
211	Uph/Uen WDL	0.10 .. 9.99	1.73	Anpassungsfaktor Uph / Uen
212	ANSCHLUSS Usy2	L1-E L2-E L3-E L1-L2 L2-L3 L3-L1	L1-E	Anschluss von Usy2
214A	φ Usy2-Usy1	0 .. 360 °	0 °	Winkelanpassung Usy2-Usy1 (Schaltgruppe)
215	Usy1/Usy2 WDL	0.50 .. 2.00	1.00	Anpassungsfaktor Usy1 / Usy2
220	I4-WANDLER	nicht angeschl. eigene Leitung Parallelleitung Sternpunkt	eigene Leitung	I4-Wandler, angeschlossen als
221	I4/Iph WDL	0.010 .. 5.000	1.000	Anpassungsfaktor für I4-Wandler (I4/Iph)
230	NENNFREQUENZ	50 Hz 60 Hz	50 Hz	Nennfrequenz
236	LÄNGENEINHEIT	km Meilen	km	Längeneinheit
237	FORMAT Z0/Z1	RE/RL,XE/XL K0	RE/RL,XE/XL	Format der Erdimpedanzanpassungsfaktoren
238A	EF 1polig	StufenGemeinsam Stufen separat	StufenGemeinsam	EF Kurzschluss: Einstellung für 1pol.AWE
239	T LS-EIN	0.01 .. 0.60 s	0.06 s	Eigenzeit des Leistungsschalters (SYN)

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
240A	T AUSKOM MIN.	0.02 .. 30.00 s	0.10 s	Mindestdauer des Auskommandos
241A	T EINKOM MAX.	0.01 .. 30.00 s	1.00 s	Maximale Dauer des Einkommandos
242	T PAUSE PRF	0.00 .. 30.00 s	0.10 s	LS-Prüfung: Pausenzeit
251	N_B/N_N	1.00 .. 10.00	1.00	Betriebs-Iü-Ziffer/Nenn-Iü-Ziffer
253	F bei N_B/N_N	0.5 .. 50.0 %	5.0 %	Fehler b. Betr.-Iü-Ziffer/Nenn-Iü-Ziffer
254	F bei N_N	0.5 .. 50.0 %	15.0 %	Fehler bei Nennüberstromziffer

2.1.3 Parametergruppenumschaltung

2.1.3.1 Zweck der Parametergruppen

Für die Funktionseinstellungen des Gerätes können bis zu 4 unterschiedliche Gruppen von Parametern eingestellt werden. Diese können während des Betriebs vor Ort mittels des Bedienfeldes, über Binäreingänge (sofern entsprechend rangiert), über die Bedien- und Serviceschnittstelle von einem Personalcomputer oder über die Systemschnittstelle umgeschaltet werden. Aus Sicherheitsgründen ist eine Umschaltung während einer laufenden Netzstörung nicht möglich.

Eine Einstellgruppe umfasst die Parameterwerte aller Funktionen, für die Sie bei der Projektierung (Abschnitt 2.1.1.3) die Einstellung ***vorhanden*** oder eine andere aktive Option gewählt haben. In den Geräten 7SD5 werden 4 voneinander unabhängige Einstellgruppen (Gruppe A bis D) unterstützt. Diese stellen einen identischen Funktionsumfang dar, können aber unterschiedliche Einstellwerte und Optionen enthalten.

Sie verwenden Einstellgruppen, um für unterschiedliche Anwendungsfälle die jeweiligen Funktionseinstellungen speichern und im Bedarfsfall schnell abrufen zu können. Alle Einstellgruppen sind im Gerät hinterlegt. Es ist jedoch stets nur eine Einstellgruppe aktiv.

2.1.3.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Wollen Sie nicht zwischen mehreren Parametergruppen umschalten, so stellen Sie nur Parametergruppe A ein. Der Rest dieses Abschnittes ist für Sie dann nicht mehr von Belang.

Wenn Sie von der Umschaltmöglichkeit Gebrauch machen wollen, müssen Sie bei der Projektierung des Funktionsumfanges die Gruppenumschaltung auf **PARAMET.-UMSCH.** = ***vorhanden*** eingestellt haben (Abschnitt 2.1.1.3, Adresse 103). Nun stehen Ihnen die 4 Parametergruppen A bis D zur Verfügung. Diese werden im Weiteren nach Bedarf individuell parametriert. Wie Sie dabei zweckmäßig vorgehen, wie Sie Parametergruppen kopieren oder wieder in den Lieferzustand rücksetzen können, sowie die Vorgehensweise zur betrieblichen Umschaltung von einer Parametergruppe zur anderen erfahren Sie in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

Über 2 Binäreingaben haben Sie die Möglichkeit einer externen Umschaltung zwischen den 4 Parametergruppen.

2.1.3.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
301	AKTIV IST	Gruppe A Gruppe B Gruppe C Gruppe D	Gruppe A	Aktiv ist
302	AKTIVIERUNG	Gruppe A Gruppe B Gruppe C Gruppe D Binäreingabe über Protokoll	Gruppe A	Aktivierung

2.1.3.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	P-GrpA akt	IE	Parametergruppe A ist aktiv
-	P-GrpB akt	IE	Parametergruppe B ist aktiv
-	P-GrpC akt	IE	Parametergruppe C ist aktiv
-	P-GrpD akt	IE	Parametergruppe D ist aktiv
7	>Param. Wahl1	EM	>Parametergruppenwahl (Auswahl Bit 1)
8	>Param. Wahl2	EM	>Parametergruppenwahl (Auswahl Bit 2)

2.1.4 Allgemeine Schutzdaten (Anlagendaten 2)

Zu den allgemeinen Schutzdaten (**Anlagendaten 2**) gehören solche Funktionsparameter, die den Funktionen gemeinsam, also nicht einer konkreten Schutz-, Überwachungs- oder Steuerfunktion zugeordnet sind. Im Gegensatz zu den zuvor besprochenen **Anlagendaten 1** sind sie mit der Parametergruppe umschaltbar und am Gerätebedienfeld einstellbar.

Um einheitliche Umrechnungsfaktoren von Messwerten für WEB-Monitor und Leitstellen zu gewährleisten, sollten unter **Anlagendaten 2** alle Betriebsnenngrößen der Parametergruppen gleich eingestellt sein.

2.1.4.1 Einstellhinweise

Nennwerte des Schutzobjektes bei Leitungen

Die Angaben unter diesem Randtitel gelten nur, wenn sich kein Transformator im Schutzbereich des Leitungsschutzsystems befindet (Gerätevariante ohne Transformatoroption oder Adresse 143 **TRAFO** = ***Nein*** eingestellt, Abschnitt 2.1.1.3).

In Adresse 1103 **UN-BTR PRIMÄR** machen Sie dem Gerät Angaben über die primäre Nennspannung (verkettet) des zu schützenden Betriebsmittels. Diese Einstellung beeinflusst die Anzeigen der Betriebsmesswerte in Prozent.

Der primäre Nennstrom (Adresse 1104 **IN-BTR PRIMÄR**) ist der des zu schützenden Betriebsmittels. Bei Kabeln können Sie die thermische Dauerbelastbarkeit zu Grunde legen. Bei Freileitungen ist i.Allg. ein Nennstrom nicht definiert. Hier wählen Sie zweckmäßig den Nennstrom der Stromwandler (wie unter Adresse 205 **IN-WDL PRIMÄR**, Abschnitt 2.1.2.1). Haben die Stromwandler an den Enden des Schutzobjektes unterschiedliche Nennströme, stellen Sie für alle Enden den größeren Nennstrom ein.

Diese Einstellung beeinflusst nicht nur die Anzeigen der Betriebsmesswerte in Prozent, sondern **muss unbedingt für jedes Ende des Schutzobjektes gleich** sein, da sie die Basis für den Stromvergleich an den Enden ist.

Topologiedaten bei Trafo im Schutzbereich (wahlweise)

Die Angaben unter diesem Randtitel gelten nur, wenn der Differentialschutz als Hauptfunktion projektiert und sich ein Transformator im Schutzbereich des Leitungsschutzsystems befindet (Gerätevariante mit Transformatoroption und Adresse 143 **TRAFO** = ***Ja*** eingestellt, Abschnitt 2.1.1.3). Anderenfalls kann dieser Abschnitt übergangen werden.

Die Topologiedaten ermöglichen es, alle Messgrößen auf die Nenndaten des Leistungstransformators zu beziehen.

In Adresse 1103 **UN-BTR PRIMÄR** machen Sie dem Gerät Angaben über die primäre Nennspannung (verkettet) des Transformators. Die Betriebsnennspannung wird auch für die Errechnung der Strombezugswerte des Differentialschutzes benötigt. Stellen Sie also unbedingt die richtige **Nennspannung für jedes Ende des Schutzobjektes** ein, **auch wenn keine Spannungen an das Gerät angeschlossen sind**.

Im Allgemeinen wählen Sie die Nennspannung der Wicklung, die dem betreffenden Gerät zugewandt ist. Hat eine Wicklung jedoch einen Spannungsregelbereich, verwenden Sie nicht die Nennspannung der Wicklung, sondern die dem mittleren Strom des Regelbereiches entsprechende Spannung. Dadurch werden die Fehlerströme durch die Regelung minimiert.

Rechenbeispiel:

Transformator	YNd5
	35 MVA
	110 kV / 25 kV
	Y-Seite geregelt ±10 %

Daraus resultieren für die geregelte Wicklung (110 kV):

maximale Spannung	U_{max} = 121 kV
minimale Spannung	U_{min} = 99 kV

Einzustellende Spannung (Adresse 1103)

$$U_N\text{–BETR PRIMÄR} = \frac{2}{\frac{1}{U_{max}} + \frac{1}{U_{min}}} = \frac{2}{\frac{1}{121\ kV} + \frac{1}{99\ kV}} = 108{,}9\ kV$$

Die **BEZUGSLEISTUNG** (Adresse 1106) ist bei Transformatoren und anderen Maschinen unmittelbar die primäre Nennscheinleistung. Bei Transformatoren mit mehr als zwei Wicklungen geben Sie die Wicklung mit der größten Nennscheinleistung an. Als Bezugsleistung **muss unbedingt für jedes Ende des Schutzobjektes der gleiche Wert** angegeben werden, da sie die Basis für den Stromvergleich an den Enden ist.

Die Leistung ist immer als Primärwert einzugeben, auch wenn das Gerät generell in Sekundärwerten parametriert wird. Aus der Bezugsleistung errechnet das Gerät den primären Nennstrom des zu schützenden Betriebsmittels selber.

Die **SCHALTGRUPPE I** (Adresse 1162) ist die des Transformators, und zwar immer vom Gerät aus gesehen. Das Gerät, das an der Bezugsseite des Transformators eingesetzt ist, in der Regel also das an der Oberspannungsseite, muss die Ziffer **0** (Voreinstellung) behalten. Für die andere(n) Wicklung(en) ist die entsprechende Schaltgruppenziffer anzugeben.

Beispiel:

Transformator **Yy6d5**

An der **Y**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **0**,

an der **y**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **6**,

an der **d**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **5**.

Wird eine andere Wicklung als Bezugswicklung gewählt, z.B. die d-Wicklung, ist dies entsprechend zu berücksichtigen:

An der **Y**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **7** (12 - 5),

an der **y**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **1** (6 - 5),

an der **d**-Seite wird eingestellt: **SCHALTGRUPPE I** = **0** (5 - 5 = 0 = Bezugsseite).

Adresse 1161 **SCHALTGRUPPE U** wird in der Regel genau so eingestellt wie Adresse 1162 **SCHALTGRUPPE I**.

Wird die Schaltgruppe des Transformators mit externen Mitteln angepasst, z.B. weil vorhandene Anpassungswandler im Messstromkreis vorhanden sind und weiter genutzt werden sollen, stellen Sie für alle Enden **SCHALTGRUPPE I** = **0** ein. In diesem Fall arbeitet der Differentialschutz ohne eigene Anpassungsrechnung. Allerdings würden dann die Messspannungen über den Transformator hinweg nicht angepasst und folglich nicht richtig berechnet und angezeigt. Adresse 1161 **SCHALTGRUPPE U** behebt diesen Mangel. Geben Sie hier die tatsächliche Schaltgruppe des Transformators nach den obigen Gesichtspunkten an.

Adresse 1162 **SCHALTGRUPPE I** ist also für den Differentialschutz relevant, während Adresse 1161 **SCHALTGRUPPE U** als Basis für die Berechnung der Messspannungen über den Transformator hinweg gültig ist.

Unter Adresse 1163 **TRAFO STERNPKT** stellen Sie ein, ob der dem Gerät zugewandte Sternpunkt des Transformators geerdet ist oder nicht. Bei geerdetem Sternpunkt eliminiert das Gerät den Nullstrom der entsprechenden Seite, da dieser anderenfalls bei Erdkurzschluss außerhalb des Schutzbereiches Fehlfunktionen bewirken kann.

Allgemeine Leitungsdaten des Distanzschutzes

Die Angaben unter diesem Randtitel gelten nur, wenn der Distanzschutz als Hauptfunktion oder als Reserveschutz des Differentialschutzes projektiert wurde.

Die Einstellung der Leitungsdaten bezieht sich hier auf die gemeinsamen Daten, die unabhängig von der konkreten Distanzschutzstaffelung sind.

Der Leitungswinkel (Adresse 1105 **PHI LTG.**) kann aus den Leitungskonstanten ermittelt werden. Es gilt:

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R_L} \qquad \text{oder} \qquad \varphi = \arctan\left(\frac{X_L}{R_L}\right)$$

mit R_L dem ohmschen Widerstand und X_L der Reaktanz der zu schützenden Leitung. Die Leitungsdaten können entweder für die gesamte Leitung oder als längenbezogene Werte eingesetzt werden, da die Quotienten längenunabhängig sind. Auch spielt es bei den Quotienten keine Rolle, ob sie aus Primär- oder Sekundärgrößen berechnet werden.

Der Leitungswinkel spielt eine wesentliche Rolle, z.B. bei der Erdimpedanzanpassung nach Betrag und Winkel oder für die Kompoundierung beim Überspannungsschutz.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2 mit den Daten

R'_1 = 0,19 Ω/km

X'_1 = 0,42 Ω/km

Der Leitungswinkel berechnet sich zu

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R_L} = \frac{X'_1}{R'_1} = \frac{0{,}42\ \Omega/\text{km}}{0{,}19\ \Omega/\text{km}} \qquad 2{,}21 = 65{,}7°$$

Unter Adresse 1105 wird eingestellt **PHI LTG. = 66°**.

Adresse 1511 **PHI DIST.** bestimmt den Neigungswinkel der R-Abschnitte der Polygone beim Distanzschutz. Normalerweise können Sie auch hier den Leitungswinkel wie unter Adresse 1105 einstellen.

Die in den Betriebsmesswerten berechneten richtungsabhängigen Werte (Leistung, Leistungsfaktor, Arbeit und darauf basierende Min-, Max- Mittel- und Grenzwerte) sind normalerweise in Richtung auf das Schutzobjekt als positiv definiert. Dies setzt voraus, dass für das gesamte Gerät die Anschlusspolarität bei den Anlagendaten 1 entsprechend eingestellt ist (vgl. auch „Polung der Stromwandler“, Adresse 201). Es ist jedoch auch möglich, die „Vorwärts“-Richtung für die Schutzfunktionen und die positive Richtung für die Leistungen etc. unterschiedlich einzustellen, z.B. damit der Wirkleistungsbezug (von der Leitung zur Sammelschiene) positiv angezeigt wird. Stellen Sie dann unter Adresse 1107 **P,Q VORZEICHEN** die Option ***invertiert*** ein. Bei Einstellung ***nicht invert.*** (Voreinstellung) stimmt die positive Richtung für die Leistungen etc. mit der „Vorwärts“-Richtung für die Schutzfunktionen überein.

Der Reaktanzbelag X' der zu schützenden Leitung wird als bezogene Größe **X-BELAG** eingegeben, und zwar unter Adresse 1111 in Ω/km, wenn als Längeneinheit km angegeben wurde (Adresse 236, siehe Abschnitt 2.1.2.1 unter „Längeneinheit“) oder in Ω/Meile, wenn als Längeneinheit Meilen angegeben wurde. Entsprechend wird die Leitungslänge unter Adresse 1113 **LTGS.LÄNGE** in Kilometern oder in Meilen angegeben. Wenn nach Eingabe des Reaktanzbelages in Adresse 1111 oder der Leitungslänge in Adresse 1113 die Längeneinheit unter Adresse 236 geändert wird, müssen die Leitungsdaten hier erneut für die geänderte Längeneinheit parametriert werden.

Der Kapazitätsbelag C' der zu schützenden Leitung wird für die Ladestromkompensation, den zweiseitigen Fehlerorter und für die Kompoundierung beim Überspannungsschutz benötigt. Ohne diese Funktionen spielt er keine Rolle. Er wird als bezogene Größe **C-BELAG** eingegeben und zwar unter Adresse 1112 in µF/km, wenn als Längeneinheit km angegeben wurde (Adresse 236, siehe Abschnitt 2.1.2.1 unter „Längeneinheit“) oder in µF/Meile, wenn als Längeneinheit Meilen angegeben wurde. Wenn nach Eingabe des Kapazitätsbelages in Adresse 1112 oder der Leitungslänge in Adresse 1113 die Längeneinheit unter Adresse 236 geändert wird, müssen die Leitungsdaten hier erneut für die geänderte Längeneinheit eingestellt werden.

Für die Berechnung der Kapazität eines Leitungssystems ist die gesamte Leitungslänge, also die Summe aller Teilstrecken unter Adresse 1114 **LTGS.GES.LÄNGE** zu parametrieren. Diese Angabe ist bei mehr als zwei Enden für die Ladestromkompensation notwendig

Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI können die Werte wahlweise auch in Primärgrößen eingegeben werden. Sind die Wandler-Nenngrößen der Primärwandler (U, I) minimal eingestellt, so kann man die Werteparameter in Primärwerten nur noch sehr grob einstellen. In diesen Fällen ist die Parametrierung in Sekundärgrößen vorzuziehen.

Für die Umrechnung von Primär- in Sekundärwerte gilt allgemein:

$$Z_{sekundär} = \frac{\text{Übersetzung Stromwandler}}{\text{Übersetzung Spannungswandler}} \cdot Z_{primär}$$

Entsprechend gilt für den Reaktanzbelag einer Leitung:

$$X'_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot X'_{prim}$$

mit

N_{Str} = Übersetzung der Stromwandler

N_{Spg} = Übersetzung der Spannungswandler

Für den Kapazitätsbelag gilt:

$$C'_{sek} = \frac{N_{Spg}}{N_{Str}} \cdot C'_{prim}$$

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2 wie oben

R'_1 = 0,19 Ω/km

X'_1 = 0,42 Ω/km

C' = 0,008 µF/km

Stromwandler 600 A / 1 A

Spannungswandler 110 kV / 0,1 kV

Der sekundäre Reaktanzbelag ergibt sich zu:

$$X'_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot X'_{prim} = \frac{600\ A / 1\ A}{110\ kV / 0{,}1\ kV} \cdot 0{,}42\ \Omega/km = 0{,}229\ \Omega/km$$

Unter Adresse 1111 wird eingestellt **X-BELAG = 0,229** Ω/km.

Der sekundäre Kapazitätsbelag ergibt sich zu:

$$C'_{sek} = \frac{N_{Spg}}{N_{Str}} \cdot C'_{prim} = \frac{110\ kV / 0{,}1\ kV}{600\ A / 1\ A} \cdot 0{,}008\ \mu F/km = 0{,}015\ \mu F/km$$

Unter Adresse 1112 wird eingestellt **C-BELAG = 0,015** µF/km.

Erdimpedanzanpassung

Wesentliche Voraussetzung für die richtige Berechnung der Kurzschlussentfernung (Distanzschutz, Fehlerortung) bei Erdkurzschlüssen ist die Anpassung des Erdimpedanzverhältnisses der Leitung. Sie erfolgt entweder durch Eingabe des Resistanzverhältnisses R_E/R_L und des Reaktanzverhältnisses X_E/X_L oder durch Eingabe des komplexen Erdimpedanzfaktors $\underline{K}_0$. Welche Eingabemöglichkeit zutrifft, wurde unter Adresse 237 **FORMAT Z0/Z1** festgelegt (siehe Abschnitt 2.1.2.1). In Abhängigkeit davon erscheinen hier nur die zutreffenden Adressen.

Erdimpedanzanpassung mit skalaren Faktoren R_E/R_L und X_E/X_L

Bei Eingabe von Resistanzverhältnis R_E/R_L und Reaktanzverhältnis X_E/X_L sind die Adressen 1116 bis 1119 maßgebend. Die Verhältnisse werden rein formell berechnet und sind nicht identisch mit Real- und Imaginärteil von $\underline{Z}_E/\underline{Z}_L$. Es ist also keine komplexe Rechnung nötig! Die Werte können aus den Leitungsdaten nach folgenden Formeln ermittelt werden:

Widerstandsverhältnis:	Reaktanzverhältnis:
$\frac{R_E}{R_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1\right)$	$\frac{X_E}{X_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{X_0}{X_1} - 1\right)$

Dabei bedeuten

R_0 = Nullresistanz der Leitung

X_0 = Nullreaktanz der Leitung

R_1 = Mitresistanz der Leitung

X_1 = Mitreaktanz der Leitung

Diese Daten können entweder für die gesamte Leitung oder als längenbezogene Werte eingesetzt werden, da die Quotienten längenunabhängig sind. Auch spielt es bei den Quotienten keine Rolle, ob sie aus Primär- oder Sekundärgrößen berechnet werden.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm² mit den Daten

R_1/s = 0,19 Ω/km Mitimpedanz

X_1/s = 0,42 Ω/km Mitimpedanz

R_0/s = 0,53 Ω/km Nullimpedanz

X_0/s = 1,19 Ω/km Nullimpedanz

(mit s = Leitungslänge)

Für die Erdimpedanzverhältnisse ergibt sich:

$$\frac{R_E}{R_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1\right) = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{0{,}53\ \Omega/\text{km}}{0{,}19\ \Omega/\text{km}} - 1\right) = 0{,}60$$

$$\frac{X_E}{X_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{X_0}{X_1} - 1\right) = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{0{,}19\ \Omega/\text{km}}{0{,}42\ \Omega/\text{km}} - 1\right) = 0{,}61$$

Diese Erdimpedanzverhältnisse können für die erste Zone Z1 und für die übrigen Zonen des Distanzschutzes unterschiedlich eingegeben werden. Damit ist es möglich, die Werte für die zu schützende Leitung möglichst exakt zu bestimmen und gleichzeitig die Werte für die Reservezonen auch dann mit annähernder Genauigkeit anzugeben, wenn die Folgeleitungen extrem abweichende Erdimpedanzverhältnisse haben (z.B. Kabel hinter Freileitung). Entsprechend werden die Einstellungen der Adressen 1116 **RE/RL(Z1)** und 1117 **XE/XL(Z1)** aus den Daten der zu schützenden Leitung berechnet, und die Adressen 1118 **RE/RL(> Z1)** und 1119 **XE/XL(> Z1)** gelten für die übrigen Zonen Z1B und Z2 bis Z5 (jeweils vom Relaiseinbauort).

Hinweis

Bei Einstellung der Adressen 1116 **RE/RL(Z1)** und 1118 **RE/RL(> Z1)** ab ca. 2,0 ist darauf zu achten, dass die Zonenreichweite in R-Richtung keinesfalls größer als der vorher ermittelte Wert (siehe Abschnitt 2.5.2.2/Randtitel Resistanzreserve) eingestellt werden darf. Anderenfalls können Phase-Erde-Impedanzschleifen in einer falschen Distanzzone gemessen werden, was zu einer Überfunktion durch Erdfehler mit Übergangswiderständen führen kann.

Erdimpedanzanpassung nach Betrag und Winkel ($\underline{K}_0$-Faktor)

Bei der Eingabe der komplexen Erdimpedanzfaktoren $\underline{K}_0$ sind die Adressen 1120 bis 1123 maßgebend. In diesem Fall ist es unabdingbar, dass der Leitungswinkel richtig eingestellt ist (vgl. Adresse 1105, siehe unter Randtitel „Allgemeine Leitungsdaten“), da das Gerät den Leitungswinkel zur Berechnung der Kompensationskomponenten aus dem $\underline{K}_0$-Faktor unbedingt benötigt. Die Erdimpedanzfaktoren werden durch ihren Betrag und Winkel definiert und können aus den Leitungsdaten nach folgenden Formeln ermittelt werden:

$$\underline{K}_0 = \frac{\underline{Z}_E}{\underline{Z}_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\underline{Z}_0}{\underline{Z}_1} - 1\right)$$

Dabei bedeuten

$\underline{Z}_0$ = (komplexe) Nullimpedanz der Leitung

$\underline{Z}_1$ = (komplexe) Mitimpedanz der Leitung

Diese Daten können entweder für die gesamte Leitung oder als längenbezogene Werte eingesetzt werden, da die Quotienten längenunabhängig sind. Auch spielt es bei den Quotienten keine Rolle, ob sie aus Primär- oder Sekundärgrößen berechnet werden.

Bei Freileitungen kann i.Allg. mit den Beträgen gerechnet werden, da sich die Winkel des Nullsystems und des Mitsystems nur geringfügig unterscheiden. Bei Kabeln können jedoch erhebliche Winkeldifferenzen auftreten, wie das folgende Beispiel zeigt.

Rechenbeispiel:

110 kV Einleiter-Ölkabel 3 · 185 mm^2 Cu mit den Daten

$\underline{Z}_1/s$ = 0,408 · e^{j73° Ω/km Mitimpedanz

$\underline{Z}_0/s$ = 0,632 · $e^{j18,4^\circ}$ Ω/km Nullimpedanz

(mit s = Leitungslänge)

Für die Berechnung des Erdimpedanzfaktors $\underline{K}_0$ ergibt sich:

$$\frac{Z_0}{Z_1} = \frac{0,632}{0,408} \cdot e^{j(18,4^\circ - 73^\circ)} = 1,55 \cdot e^{-j54,6^\circ} = 1,55 \cdot (0,579 - j0,815)$$

$$= 0,898 - j1,263$$

$$K_0 = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_1} - 1\right) = \frac{1}{3} \cdot (0,898 - j1,263 - 1) = \frac{1}{3} \cdot (-0,102 - j1,263)$$

Somit ergibt sich für den Betrag K_0

$$K_0 = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(-0,102^2) + (-1,263^2)} = 0,42$$

Bei der Ermittlung des Winkels ist der Quadrant des Ergebnisses zu beachten. Nachstehende Tabelle gibt den Quadranten und Bereich des Winkels an, die sich aus den Rechenvorzeichen von Real- und Imaginärteil von $\underline{K}_0$ ergeben.

Tabelle 2-2 Quadranten und Bereiche des Winkels von K_0

Realteil	Imaginärteil	tan φ(K0)	Quadrant/Bereich	Rechenvorschrift
+	+	+	I 0° ... +90°	arc tan (|Im| / |Re|)
+	–	–	IV –90° ... 0°	–arc tan (|Im| / |Re|)
–	–	+	III –90° ... –180°	arc tan (|Im| / |Re|) –180°
–	+	–	II +90° ... +180°	–arc tan (|Im| / |Re|) +180°

Im vorliegenden Beispiel ergibt sich:

$$\varphi(K_0) = \arctan\left(\frac{1,263}{0,102}\right) - 180^\circ = -94,6^\circ$$

Betrag und Winkel des Erdimpedanzfaktors können für die erste Zone Z1 und für die übrigen Zonen des Distanzschutzes unterschiedlich eingegeben werden. Damit ist es möglich, die Werte für die zu schützende Leitung möglichst exakt zu bestimmen und gleichzeitig die Werte für die Reservezonen auch dann mit annähernder Genauigkeit anzugeben, wenn die Folgeleitungen extrem abweichende Erdimpedanzfaktoren haben (z.B. Kabel hinter Freileitung). Entsprechend werden die Einstellungen der Adressen 1120 **`K0 (Z1)`** und 1121 **`PHI (K0(Z1))`** aus den Daten der zu schützenden Leitung berechnet, und die Adressen 1122 **`K0 (> Z1)`** und 1123 **`PHI (K0(> Z1))`** gelten für die übrigen Zonen Z1B und Z2 bis Z5 (jeweils vom Relaiseinbauort).

Hinweis

Wenn Sie eine Kombination von Werten einstellen, die außerhalb des verarbeitbaren Bereiches liegt, arbeitet das Gerät mit den voreingestellten Werten $\underline{K}_0 = 1 \cdot e^{0^\circ}$. In den Betriebsmeldungen erscheint die Information „`Dis Feh.K0(Z1)`“ (Nr 3654) bzw. „`Dis Feh.K0(>Z1)`“ (Nr 3655).

Ebenenanordnung

Die Lage des zentralen Leiters einer Ebenenanordnung wird mittels Adresse 1124 **ZNTR.LEITER** bestimmt. Die Parameter Anpassungsfaktor **C0**/**C1** (Adresse 1125) und **ZNTR.LEITER** sind dem zweiseitigen Fehlerorter vorbehalten. Sie dienen der Parametrierung einer Leitung mit unterschiedlichen Leitungsteilen (z.B. Freileitung-Kabel-Strecken). Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt 2.20.

Koppelimpedanz bei Parallelleitungen (wahlweise)

Wenn das Gerät an einer Doppelleitung eingesetzt ist und auch mit Parallelleitungskompensation für die Distanzmessung und/oder Fehlerortung arbeiten soll, ist die Gegenkopplung zwischen den beiden Leitungssystemen relevant. Voraussetzung ist, dass der Erdstrom der Parallelleitung an den Messeingang I_4 des Gerätes angeschlossen ist und dies bei den Anlagendaten (Abschnitt 2.1.2.1) parametriert wurde.

Die Koppelfaktoren können nach folgenden Formeln ermittelt werden:

Widerstandsverhältnis:	Reaktanzverhältnis:
$\frac{R_M}{R_L} = \frac{1}{3} \cdot \frac{R_{0M}}{R_1}$	$\frac{X_M}{X_L} = \frac{1}{3} \cdot \frac{X_{0M}}{X_1}$

mit

R_{0M} = mutuelle Nullresistanz (Koppelresistanz) der Leitung

X_{0M} = mutuelle Nullreaktanz (Koppelreaktanz) der Leitung

R_1 = Mitresistanz der Leitung

X_1 = Mitreaktanz der Leitung

Diese Daten können entweder für die gesamte Doppelleitungslänge oder als längenbezogene Werte eingesetzt werden, da die Quotienten längenunabhängig sind. Auch spielt es bei den Quotienten keine Rolle, ob sie aus Primär- oder Sekundärgrößen berechnet werden.

Diese Werte gelten nur für die zu schützende Leitung und werden unter den Adressen 1126 **RM**/**RL** und 1127 **XM**/**XL** eingegeben.

Für Erdkurzschlüsse auf der zu schützenden Leitung tritt mit Parallelleitungskompensation theoretisch kein zusätzlicher Messfehler in der Distanzmessung und Fehlerortung auf. Die Einstellung Adresse1128 **PKOMP**/**LTG** ist daher nur für Erdkurzschlüsse außerhalb der zu schützenden Leitung relevant. Sie gibt für die Erdstromwaage des Distanzschutzes das Stromverhältnis I_E/I_{EP} (Bild 2-4 für das Gerät an der Stelle II) an, oberhalb welchem Kompensation stattfinden soll. In der Regel ist die Voreinstellung 85 % ausreichend. Eine empfindlichere (höhere) Einstellung bringt kaum Gewinn. Lediglich bei extrem unsymmetrischen Netzverhältnissen oder sehr kleinem Koppelfaktor (X_M/X_L unter etwa 0,4) kann ein kleinerer Wert sinnvoll sein. Nähere Erläuterungen zur Parallelleitungskompensation sind beim Distanzschutz unter Abschnitt 2.5.1 zu finden.

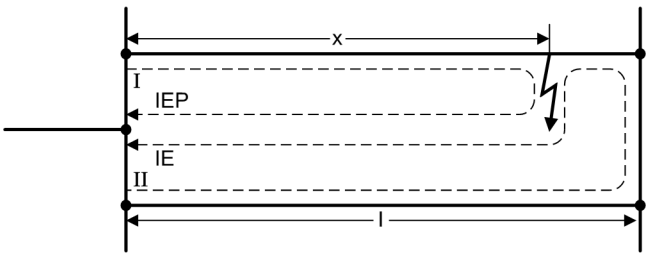


Bild 2-4 Reichweite der Parallelleitungskompensation bei II

Das Stromverhältnis kann auch aus der gewünschten Reichweite der Parallelleitungskompensation errechnet werden und umgekehrt. Es gilt (siehe auch Bild 2-4):

$$\frac{I_E}{I_{EP}} = \frac{x/l}{2 - x/l} \qquad \text{oder} \qquad \frac{X}{T} = \frac{2}{1 + \frac{1}{I_E/I_{EP}}}$$

Stromwandlersättigung

Der 7SD5 verfügt über einen Sättigungsdetektor, der Messfehler infolge Sättigung der Stromwandler weitgehend erkennt und eine Umschaltung des Messverfahrens für die Distanzmessung bewirkt. Seine Eingreifschwelle kann unter Adresse 1140 **ISÄTT>** eingestellt werden. Dies ist die Stromstärke, oberhalb derer Sättigung auftreten kann. Bei Einstellung ∞ ist der Sättigungsdetektor unwirksam. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Wenn mit Wandlersättigung zu rechnen ist, kann als Faustregel für die Einstellung nachstehende Formel verwendet werden:

$$\text{Einstellwert ISÄTT>} = \frac{n'}{5} \cdot I_N$$

$$\text{mit } n' = n \cdot \frac{P_N + P_i}{P' + P_i} = \text{effektiver Überstromfaktor}$$

P_N	= Nennbürde der Stromwandler [VA]
P_i	= Eigenbürde der Stromwandler [VA]
P'	= tatsächlich angeschlossene Bürde (Schutzgerät + Sekundärleitungen)

Hinweis

Der Parameter ist nur für den Distanzschutz relevant.

Leistungsschalterzustand

Verschiedene Schutz- und Zusatzfunktionen benötigen zur optimalen Funktion Informationen über die Stellung des Leistungsschalters. Das Gerät verfügt über eine Leistungsschalter-Zustandserkennung, die sowohl die Stellung der Leistungsschalter-Hilfskontakte verarbeitet als auch eine messtechnische Abschalt- und Zuschalterkennung beinhaltet (siehe auch Abschnitt 2.24.1).

In Adresse 1130 wird der Reststrom **I-REST** eingestellt, der bei offenem Leistungsschalterpol mit Sicherheit unterschritten wird. Hier kann sehr empfindlich eingestellt werden, sofern bei abgeschalteter Leitung parasitäre Ströme (z.B. durch Induktion) ausgeschlossen werden können. Anderenfalls muss der Wert entsprechend erhöht werden. Die Voreinstellung ist normalerweise ausreichend. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

In Adresse 1131 wird die Restspannung **U-REST** eingestellt, die bei offenem Leistungsschalterpol mit Sicherheit unterschritten wird. Dabei sind leitungsseitige Spannungswandler vorausgesetzt. Wegen möglicher parasitärer Spannungen (z.B. durch Influenz) sollte der Wert nicht zu empfindlich eingestellt werden. Auf jeden Fall muss er kleiner sein als die minimal betrieblich zu erwartende Spannung Phase-Erde. Die Voreinstellung ist normalerweise ausreichend. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die Zuschalt-Wirkzeit **T WIRK ZUSCHALT** (Adresse 1132) bestimmt, wie lange die beim Zuschalten der Leitung wirksamen Schutzfunktionen (z.B. die Hochstrom-Schnellabschaltung) freigeben werden, wenn die interne Schalt-Erkennung das Zuschalten des Schalters erkannt hat oder wenn vom Leistungsschalter über den Leistungsschalter-Hilfskontakt und einen Binäreingang des Gerätes gemeldet wird, dass der Leistungsschalter geschlossen wurde. Sie muss also länger sein als die Kommandozeit dieser Schutzfunktionen plus einer Sicherheitsreserve. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Adresse 1134 **ZUSCHALT.ERKENN** bestimmt, mit welchen Kriterien die integrierte Zuschalt-Erkennung arbeiten soll. Bei ***Handein*** wird nur das Hand-Einschaltsignal über Binäreingang oder die integrierte Steuerung als Einschaltung gewertet. ***I> ODER U> o.HE*** bedeutet, dass zusätzlich die Messgrößen Ströme oder Spannungen zur Einschalt-Erkennung verwendet werden; ***LS ODER I> o.HE*** dagegen bedeutet, dass zur Einschalt-Erkennung die Ströme oder die Stellung der Leistungsschalter-Hilfskontakte verarbeitet werden. Sofern die Spannungswandler nicht leitungsseitig angeordnet sind, muss ***LS ODER I> o.HE*** eingestellt werden. Bei ***I> oder HE*** werden nur die Ströme oder das Hand-Einschaltsignal als Einschalt-Erkennung gewertet.

Vor jeder Zuschalterkennung muss der Schalter für die einstellbare Zeit 1133 **T FRG. ZUSCHALT** als offen erkannt werden.

Adresse 1135 **AUSKOM RESET** bestimmt, durch welche Kriterien ein erteiltes Auslösekommando zurückgesetzt wird. Bei Einstellung ***nur I<*** wird das Auslösekommando bei Verschwinden des Stromes zurückgesetzt. Maßgebend ist die Unterschreitung des unter Adresse 1130 **I-REST** eingestellten Wertes (siehe oben). Bei Einstellung ***LS HiKo UND I<*** muss außerdem vom Leistungsschalter-Hilfskontakt gemeldet werden, dass der Schalter offen ist. Diese Einstellung setzt voraus, dass die Stellung des Hilfskontaktes über einen Binäreingang rangiert ist.

Für spezielle Anwendungen, bei denen das Geräteauskommando nicht in jedem Fall zur vollständigen Unterbrechung des Stroms führt, kann die Einstellung ***Anregerückfall*** gewählt werden. Das Auskommando wird in diesem Fall zurückgesetzt, wenn die Anregung der auslösenden Schutzfunktion zurückfällt und - wie bei den anderen Einstellmöglichkeiten auch - die Auskommando-Mindestdauer Adresse 240 erreicht ist. Die Einstellung ***Anregerückfall*** ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn bei der Schutzgeräteprüfung der anlagenseitige Laststrom nicht unterbrochen werden kann und der Prüfstrom parallel zum Laststrom eingespeist wird.

Während die Zeit **T WIRK ZUSCHALT** (Adresse 1132, siehe oben) mit jeder Zuschaltung der Leitung wirksam wird, bestimmt **T WIRK HANDEIN** (Adresse 1150) die Zeit, während der nach Hand-Einschaltung ein etwaiger Einfluss auf die Schutzfunktionen wirksam wird (z.B. die Zuschaltstufe beim Differentialschutz oder die Messbereichsverlängerung beim Distanzschutz). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Hinweis

Die Stellung des Leistungsschalterhilfskontaktes (ermittelt an den Binäreingängen >LS1 ... (Nr 366 bis 371, 410 und 411) ist für den Leistungsschaltertest und die automatische Wiedereinschaltung maßgeblich, um die Schaltstellung des Leistungsschalters angeben zu können. Andere Binäreingänge >LS ... (Nr 351 bis 353, 379 und 380) werden für die Erkennung des Leitungszustandes (Adresse 1134) und das Zurücksetzen des Auslösekommandos (Adresse 1135) verwendet. Adresse 1135 wird auch von anderen Schutzfunktionen in Anspruch genommen, z.B. Echofunktion, Zuschalten bei Überstrom etc. Für die Anwendung mit nur einem Leistungsschalter können beide Binäreingangsfunktionen z.B. 366 und 351 auf denselben physikalischen Eingang rangiert werden. Für Anwendungen mit 2 Leistungsschaltern pro Abzweig (1,5 Leistungsschalter-Anlagen oder Ringsammelschiene) müssen die Binäreingänge >LS1... an den richtigen Leistungschalter geführt werden. Die Binäreingänge >LS... benötigen dann die korrekten Signale zur Erkennung des Leitungszustands. Gegebenenfalls ist eine zusätzliche CFC Logik erforderlich.

Adresse 1136 **OpenPoleDetekt.** bestimmt, mit welchen Kriterien der interne Open Pole Detektor (siehe auch Kapitel 2.24.1, Abschnitt Open Pole Detektor) arbeiten soll. Bei der Voreinstellung ***mit Messung*** werden alle zur Verfügung stehenden Informationen ausgewertet, die auf eine 1-polige Kurzunterbrechung hinweisen. Verwendet werden die internen Auskommando- und Anregemeldungen, die Strom- und Spannungsmesswerte sowie die LS-Hilfskontakte. Ist nur eine Auswertung der Hilfskontakte einschließlich der Phasenströme erwünscht, dann stellen Sie die Adresse 1136 auf ***LS HiKo UND I<***. Ist die Erkennung einer 1-poligen Kurzunterbrechung nicht gewünscht, dann stellen Sie **OpenPoleDetekt.** auf ***Aus***.

Unter Adresse 1151 **HANDEIN EINKOM** bestimmen Sie, ob bei Hand-Einschaltung des Leistungsschalters über Binäreingaben der Synchronismus zwischen der Sammelschienenspannung und der Spannung des geschalteten Abzweigs über die integrierte Hand-EIN-Erkennung überprüft werden soll. Die Einstellung gilt nicht für einen Einschaltbefehl mittels der integrierten Steuerfunktionen. Wenn Synchronprüfung erwünscht ist, muss das Gerät entweder über die integrierte Synchronkontrolle verfügen oder ein externes Gerät zur Synchronkontrolle angeschlossen sein.

Soll die integrierte Synchronkontrolle verwendet werden, so muss die Synchronkontrollfunktion als vorhanden projektiert sein, eine weitere Spannung U_{sy2} für die Synchronkontrolle an das Gerät angeschlossen werden und dies bei den Anlagendaten richtig parametriert worden sein (Abschnitt 2.1.2.1, Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Usy2-Wandler***, sowie die zugehörigen Faktoren).

Wenn bei manueller Einschaltung keine Synchronkontrolle durchgeführt werden soll, stellen Sie **HANDEIN EINKOM** = ***ohne Sync.*** ein. Wünschen Sie eine Überprüfung, stellen Sie ***mit Sync.*** ein. Soll die Hand-EIN-Funktion des Gerätes überhaupt nicht verwendet werden, stellen Sie **HANDEIN EINKOM** auf ***Nein***. Dies kann dann sinnvoll sein, wenn das Einschaltkommando am Gerät 7SD5 vorbei auf den Leistungsschalter gegeben wird und das Gerät selber kein Einschaltkommando abgeben soll.

Für Befehle über die integrierte Steuerung (vor Ort, DIGSI, serielle Schnittstelle) bestimmt Adresse 1152 **HE-Imp.nachSTEU**, ob ein Einschaltbefehl über die integrierte Steuerung bezüglich der Hand-EIN-Behandlung für die Schutzfunktionen (wie unverzögerte Wiederabschaltung bei Zuschalten auf einen Kurzschluss) wie ein Hand-EIN-Kommando über Binäreingang wirken soll. Über diese Adresse teilen Sie dem Gerät gleichzeitig mit, für welches Schaltmittel der Steuerung dies gilt. Zur Auswahl stehen die Schaltmittel, die für die integrierte Steuerung möglich sind. Wählen Sie den Leistungsschalter aus, der auch bei Hand-Einschaltung und ggf. bei Automatik-Einschaltung betätigt wird (im Normalfall Q0). Wenn Sie hier ***kein*** einstellen, erzeugt ein Steuer-EIN-Befehl keinen Hand-EIN-Impuls für die Schutzfunktion.

Dreipolige Kopplung

Die 3-polige Kopplung ist nur von Interesse, wenn 1-polige Kurzunterbrechungen durchgeführt werden. Wenn nicht, löst das Gerät ohnehin stets 3-polig aus. Der Rest unter diesem Randtitel ist dann ohne Belang.

Adresse 1155 **KOP 3-POL** bestimmt, ob jedes Auslösekommando 3-polig ist, das von einer mehr als 1-phasigen Anregung herrührt oder ob nur jedes mehrpolige Auslösekommando zur 3-poligen Auslösung führt. Diese Einstellung ist nur in der Ausführung mit ein- und 3-poliger Auslösung relevant und nur dort zugänglich. Für den eigentlichen Differentialschutz wirkt sie sich in der Regel nicht aus, weil hier Anregung und Auslösung gleichbedeutend sind. Jedoch kann z.B. der Überstromzeitschutz auch bei einem Kurzschluss außerhalb des zu schützenden Objektes anregen, ohne dass er auslöst.

Weitere Hinweise zur Funktion sind auch in Abschnitt 2.24.1 Anregelogik des Gesamtgerätes enthalten.

Bei Einstellung ***Mit Anregung*** führt jede mehrphasige Anregung zur 3-poligen Auslösung, auch wenn nur ein 1-phasiger Erdkurzschluss im Schutzbereich vorliegt und ein weiterer äußerer Fehler z.B. durch Überstrom oder ein weiterer Fehler eine höhere Stufe betrifft oder in Rückwärtsrichtung liegt (Distanzschutz). Auch wenn bereits ein 1-poliges Auslösekommando ansteht, führt jede weitere Anregung zur 3-poligen Kopplung.

Stellen Sie hingegen die Adresse auf ***Mit Auskommando*** (Normaleinstellung bei Differentialschutz), führt lediglich jedes mehrpolige Auslösekommando zur 3-poligen Auslösung. Liegt also ein 1-phasiger Fehler im Schutzbereich vor und ein weiterer beliebiger Fehler außerhalb, ist 1-polige Auslösung möglich. Auch ein weiterer Fehler während der 1-poligen Auslösung führt nur dann zur 3-poligen Kopplung, wenn er innerhalb des Schutzbereiches auftritt.

Eine Ausnahme liegt bei Pendelerkennung vor. Bei erkannter Pendelung ist grundsätzlich nur eine 3-polige Auslösung möglich.

Dieser Parameter gilt für alle Schutzfunktionen des 7SD5, die 1-polig auslösen können. Standardeinstellung ist ***Mit Auskommando***.

Der Unterschied macht sich bemerkbar bei Mehrfachfehlern, d.h. Fehlern an unterschiedlichen Stellen des Netzes, die nahezu gleichzeitig eintreten.

Wenn zum Beispiel zwei 1-phasige Erdfehler auf verschiedenen Leitungen – z.B. auch Parallelleitungen – auftreten (Bild 2-5), erkennen die Schutzrelais an allen vier Leitungsenden die Fehlerart L1-L2-E, d.h. das Anregebild entspricht einem 2-phasigen Erdkurzschluss. Da jede der beiden Leitungen aber nur einen 1-phasigen Kurzschluss hat, wäre 1-polige Kurzunterbrechung auf jeder der beiden Leitungen wünschenswert. Bei Einstellung 1155 **KOP 3-POL** = ***Mit Auskommando*** ist dies möglich. Jedes der vier Geräte erkennt einen 1-poligen inneren Fehler und kann daher 1-polig auslösen.

Bild 2-5 Mehrfachfehler auf einer Doppelleitung

In manchen Fällen wäre es aber günstiger, in diesem Fehlerfall 3-polig abzuschalten: nämlich wenn die Doppelleitung in der Nähe eines großen Generatorblocks liegt (Bild 2-6). Für den Generator erscheinen nämlich die beiden 1-phasigen Erdkurzschlüsse als Doppelerdkurzschluss, mit der entsprechend hohen dynamischen Belastung der Turbinenwelle. Bei Einstellung 1155 **KOP 3-POL** = ***Mit Anregung*** werden beide Leitungen abgeschaltet, da jedes Gerät auf Anregung L1-L2-E erkennt, also einen mehrphasigen Fehler.

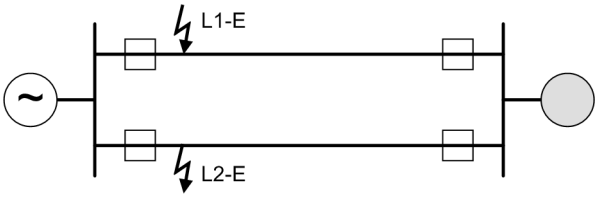


Bild 2-6 Generatornaher Mehrfachfehler auf einer Doppelleitung

In Adresse 1156 **AUS2polFEH** können Sie bestimmen, dass die Kurzschlussschutzfunktionen bei isoliertem 2-phasigem Fehler (ohne Erdberührung) nur 1-polig auslösen, sofern 1-polige Auslösung überhaupt möglich und erlaubt ist. Dies ermöglicht einen 1-poligen Unterbrechungszyklus bei dieser Fehlerart. Dabei können Sie bestimmen, ob von den zwei Phasen die voreilende (***1pol.voreil. Ph***) oder die nacheilende Phase (***1pol.nacheil.Ph***) ausgelöst wird. Der Parameter ist nur in der Ausführung mit 1- und 3-poliger Auslösung zugänglich. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Wenn von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht werden soll, ist darauf zu achten, dass die Phasenauswahl im ganzen Netz einheitlich sein sollte und an den Enden einer Leitung einheitlich sein muss. Weitere Hinweise zur Funktion sind auch in Abschnitt 2.24.1 Anregelogik des Gesamtgerätes enthalten. Die Voreinstellung ***3polig*** wird im Regelfall verwendet.

Leitungsabschnitte

Die Leitungsabschnittsparameter 6001 **A1: PHI LTG.** bis 6012 **A1: PHI (KO)**, 6021 **A2: PHI LTG.** bis 6032 **A2: PHI (KO)** und 6041 **A3: PHI LTG.** bis 6052 **A3: PHI (KO)** sind dem zweiseitigen Fehlerorter vorbehalten. Sie dienen der Parametrierung einer Leitung mit unterschiedlichen Leitungsteilen (Freileitung-Kabel-Strecken). Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt 2.20.

2.1.4.2 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1103	UN-BTR PRIMÄR		0.4 .. 1200.0 kV	400.0 kV	Betriebs-Nennspannung der Primär-Anlage
1104	IN-BTR PRIMÄR		10 .. 10000 A	1000 A	Betriebs-Nennstrom der Primär-Anlage
1105	PHI LTG.		10 .. 89 °	85 °	Winkel der Leitungsimpedanz
1106	BEZUGSLEISTUNG		0.2 .. 5000.0 MVA	692.8 MVA	Bezugsleistung primär (Normierungswert)
1107	P,Q VORZEICHEN		nicht invert. invertiert	nicht invert.	Vorzeichen von P,Q Betriebsmesswerten
1111	X-BELAG	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
1111	X-BELAG	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
1112	C-BELAG	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	Kapazitätsbelag c' in µF/km
		5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
1112	C-BELAG	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	Kapazitätsbelag c' in µF/Meile
		5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
1113	LTGS.LÄNGE		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	Leitungslänge in Kilometern
1113	LTGS.LÄNGE		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	Leitungslänge in Meilen
1114	LTGS.GES.LÄNGE		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	Gesamtleitungslänge des Schutzobj. in km
1114	LTGS.GES.LÄNGE		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	Gesamtleitungslänge des Schutzobj. in ml
1116	RE/RL(Z1)		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor RE/RL für die 1. Zone
1117	XE/XL(Z1)		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor XE/XL für die 1. Zone
1118	RE/RL(> Z1)		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor RE/RL f. höhere Zonen
1119	XE/XL(> Z1)		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor XE/XL f. höhere Zonen
1120	K0 (Z1)		0.000 .. 4.000	1.000	Anpassungsfaktor K0 (Z1)
1121	PHI (K0(Z1))		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	Anpassungswinkel K0 (Z1)
1122	K0 (> Z1)		0.000 .. 4.000	1.000	Anpassungsfaktor K0 (> Z1)

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1123	PHI (K0(> Z1))		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	Anpassungswinkel K0 (> Z1)
1124	ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	zentraler Leiter der Leitung
1125	C0/C1		0.01 .. 10.00	0.75	Anpassungsfaktor C0/C1
1126	RM/RL		0.00 .. 8.00	0.00	Koppelimp. f. Paral-lell.ltgs.komp. RM/RL
1127	XM/XL		0.00 .. 8.00	0.00	Koppelimp. f. Paral-lell.ltgs.komp. XM/XL
1128	PKOMP/LTG		50 .. 95 %	85 %	Erdstromverhältnis Paral-lelleitungskomp.
1130A	I-REST	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	I-Rest: Erkennung abge-schaltete Leitung
		5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
1131A	U-REST		2 .. 70 V	30 V	U-Rest: Erkennung abge-schaltete Leitung
1132A	T WIRK ZUSCHALT		0.01 .. 30.00 s	0.10 s	Wirkzeit für die Zuschalter-kennung
1133A	T FRG. ZUSCHALT		0.05 .. 30.00 s	0.25 s	Freigabeverzögerung v. Zuschalterkennung
1134	ZUSCHALT.ERKENN		Handein I> ODER U> o.HE LS ODER I> o.HE I> oder HE	I> oder HE	Zuschalterkennung über
1135	AUSKOM RESET		nur I< LS HiKo UND I< Anregerückfall	nur I<	Auskommandoabsteue-rung über
1136	OpenPoleDetekt.		Aus LS HiKo UND I< mit Messung	mit Messung	Open Pole Detektor
1140A	ISÄTT>	1A	0.2 .. 50.0 A; ∞	20.0 A	Imin - Aktivierung Sätti-gungsdetektor
		5A	1.0 .. 250.0 A; ∞	100.0 A	
1150A	T WIRK HANDEIN		0.01 .. 30.00 s	0.30 s	Wirkzeit für das Hand-Ein Signal
1151	HANDEIN EINKOM		mit Sync. ohne Sync. Nein	Nein	Einkommando bei Hand-Ein
1152	HE-Imp.nachSTEU		(Einstellmöglichkeiten an-wendungsabhängig)	Kein	Hand-Ein-Impuls nach Steuerung
1155	KOP 3-POL		Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Auskommando	Dreipolige Kopplung (bei 1poligem Aus)
1156A	AUS2polFEH		3polig 1pol.voreil. Ph 1pol.nacheil.Ph	3polig	Auslöseverhalten bei zweipoligen Fehlern
1161	SCHALTGRUPPE U		0 .. 11	0	Schaltgruppe U

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1162	SCHALTGRUPPE I		0 .. 11	0	Schaltgruppe I
1163	TRAFO STERNPKT		geerdet nicht geerdet	geerdet	Trafosternpunkt
1511	PHI DIST.		30 .. 90 °	85 °	Winkel der Distanzschutz-charakteristik
6001	A1: PHI LTG.		30 .. 89 °	85 °	A1: Winkel der Leitungs-impedanz
6002	A1: X-BELAG	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A1: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6002	A1: X-BELAG	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A1: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
6003	A1: C-BELAG	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A1: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6003	A1: C-BELAG	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A1: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6004	A1: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A1: Leitungslänge in Kilo-metern
6004	A1: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A1: Leitungslänge in Meilen
6008	A1: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A1: zentraler Leiter
6009	A1: XE/XL		-0.33 .. 10.00	1.00	A1: Anpassungsfaktor XE/XL
6010	A1: RE/RL		-0.33 .. 10.00	1.00	A1: Anpassungsfaktor RE/RL
6011	A1: K0		0.000 .. 4.000	1.000	A1: Anpassungsfaktor K0
6012	A1: PHI (K0)		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A1: Anpassungswinkel K0
6021	A2: PHI LTG.		30 .. 89 °	85 °	A2: Winkel der Leitungs-impedanz
6022	A2: X-BELAG	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A2: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6022	A2: X-BELAG	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A2: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
6023	A2: C-BELAG	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A2: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6023	A2: C-BELAG	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A2: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6024	A2: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A2: Leitungslänge in Kilo-metern
6024	A2: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A2: Leitungslänge in Meilen

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
6028	A2: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A2: zentraler Leiter
6029	A2: XE/XL		-0.33 .. 10.00	1.00	A2: Anpassungsfaktor XE/XL
6030	A2: RE/RL		-0.33 .. 10.00	1.00	A2: Anpassungsfaktor RE/RL
6031	A2: K0		0.000 .. 4.000	1.000	A2: Anpassungsfaktor K0
6032	A2: PHI (K0)		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A2: Anpassungswinkel K0
6041	A3: PHI LTG.		30 .. 89 °	85 °	A3: Winkel der Leitungs-impedanz
6042	A3: X-BELAG	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A3: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6042	A3: X-BELAG	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A3: Reaktanzbelag der Leitung: x'
		5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
6043	A3: C-BELAG	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A3: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6043	A3: C-BELAG	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A3: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6044	A3: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A3: Leitungslänge in Kilo-metern
6044	A3: LTGS.LÄNGE		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A3: Leitungslänge in Meilen
6048	A3: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A3: zentraler Leiter
6049	A3: XE/XL		-0.33 .. 10.00	1.00	A3: Anpassungsfaktor XE/XL
6050	A3: RE/RL		-0.33 .. 10.00	1.00	A3: Anpassungsfaktor RE/RL
6051	A3: K0		0.000 .. 4.000	1.000	A3: Anpassungsfaktor K0
6052	A3: PHI (K0)		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A3: Anpassungswinkel K0

2.1.4.3 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
301	Netzstörung	AM	Netzstörung
302	Störfall	AM	Störfall
351	>LS Pos.Ein L1	EM	>LS-Hilfskontakt L1 Ein
352	>LS Pos.Ein L2	EM	>LS-Hilfskontakt L2 Ein
353	>LS Pos.Ein L3	EM	>LS-Hilfskontakt L3 Ein
356	>Hand-EIN	EM	>Hand-Einschaltung
357	>Block Hand-EIN	EM	>Blockieren des Hand-Ein Einkommandos
361	>U-Wdl.-Aut.	EM	>Spannungswandler-Schutzschalter aus
362	>Usy2-Wdl.-Aut.	EM	>Spannungswdl.-Schutzschalter Usy2 aus
366	>LS1 Pos.Ein L1	EM	>LS1-Hilfskontakt L1 Ein (für AWE,Prüf)
367	>LS1 Pos.Ein L2	EM	>LS1-Hilfskontakt L2 Ein (für AWE,Prüf)
368	>LS1 Pos.Ein L3	EM	>LS1-Hilfskontakt L3 Ein (für AWE,Prüf)
371	>LS1 bereit	EM	>LS1-bereit (für AWE,Prüf)
378	>LS Störung	EM	>LS Störung (für Schalterversagerschutz)
379	>LS Pos.Ein 3p	EM	>LS-Hilfskontakt 3polig Ein
380	>LS Pos.Aus 3p	EM	>LS-Hilfskontakt 3polig Aus
381	>1polig AUS	EM	>Externe WE erlaubt einpolige Auslösung
382	>nur 1polig	EM	>Externe WE nur 1polig programmiert
383	>FreigWE Stufen	EM	>Freigabe der WE Stufe(n) von extern
385	>LOCKOUT Set	EM	>LOCKOUT-Funktion Setzen
386	>LOCKOUT Reset	EM	>LOCKOUT-Funktion Rücksetzen
410	>LS1 Pos.Ein 3p	EM	>LS1-Hilfskontakt 3pol Ein(für AWE,Prüf)
411	>LS1 Pos.Aus 3p	EM	>LS1-Hilfskontakt 3pol Aus(für AWE,Prüf)
501	Ger. Anregung	AM	Anregung (Schutz)
502	Gerät Rückfall	AM	Rückfall (Schutz)
503	Ger.Anr. L1	AM	Schutz(allg.) Anregung L1
504	Ger.Anr. L2	AM	Schutz(allg.) Anregung L2
505	Ger.Anr. L3	AM	Schutz(allg.) Anregung L3
506	Ger.Anr. E	AM	Schutz(allg.) Anregung E
507	Ger.AUS L1	AM	Schutz(allg.) Auslösung L1
508	Ger.AUS L2	AM	Schutz(allg.) Auslösung L2
509	Ger.AUS L3	AM	Schutz(allg.) Auslösung L3
510	Gerät EIN	AM	Geräte-Ein (allg.)
511	Gerät AUS	AM	Geräte-Aus (allg.)
512	Ger.AUS1polL1	AM	Schutz(allg.) Auslösung L1, nur 1polig
513	Ger.AUS1polL2	AM	Schutz(allg.) Auslösung L2, nur 1polig
514	Ger.AUS1polL3	AM	Schutz(allg.) Auslösung L3, nur 1polig
515	Ger. AUS L123	AM	Schutz(allg.) Auslösung 3polig
530	LOCKOUT	IE	LOCKOUT aktiv
533	IL1 =	WM	Abschaltstrom (primär) L1
534	IL2 =	WM	Abschaltstrom (primär) L2
535	IL3 =	WM	Abschaltstrom (primär) L3
536	endg. AUS	AM	endgültige Auslösung
545	T-Anr=	WM	Laufzeit von Anregung bis Rückfall

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
546	T-AUS=	WM	Laufzeit von Anregung bis Auslösung
560	3polig koppeln	AM	1poliges AUS wurde 3polig gekoppelt
561	Hand-EIN	AM	Hand-Einschalt-Erkennung (Impuls)
562	HE EIN-Kom	AM	Hand-Einschaltkommando
563	GerLS Mld.unt	AM	LS-Fall-Meldungsunterdrückung
590	Zuschaltung	AM	Zuschaltung erkannt
591	1pol.Pause L1	AM	einpolige Pause in Leiter L1 erkannt
592	1pol.Pause L2	AM	einpolige Pause in Leiter L2 erkannt
593	1pol.Pause L3	AM	einpolige Pause in Leiter L3 erkannt

2.2 Wirkschnittstellen und Schutzdatentopologie

Wie bei der Erläuterung des Funktionsprinzips des Differentialschutzes (siehe Abschnitt 2.3) erwähnt, müssen die Geräte, die ein Schutzobjekt schützen, die Daten des Schutzobjektes miteinander austauschen. Dies gilt nicht nur für die für den eigentlichen Differentialschutz relevanten Messgrößen, sondern auch für alle Daten, die an den Enden zur Verfügung stehen sollen. Hierzu gehören auch die Synchronisierungs- und Topologiedaten sowie Mitnahme-, Fernauslöse- und Fernmeldesignale und Messwerte. Die Anordnung des Schutzobjektes, die Zuordnung der Geräte zu den Enden des Schutzobjektes und die Zuordnung der Kommunikationswege zu den Wirkschnittstellen der Geräte bilden die Topologie des Schutzsystems und seiner Kommunikation.

2.2.1 Funktionsbeschreibung

2.2.1.1 Schutzdatentopologie / Schutzdatenkommunikation

Schutzdatentopologie

Bei einer normalen Leitungsanordnung mit zwei Enden wird je Gerät eine Wirkschnittstelle benötigt. Dies ist die Wirkschnittstelle WS 1 (siehe auch Bild 2-7). Die entsprechende Wirkschnittstelle muss bei der Konfiguration des Funktionsumfangs (Abschnitt 2.1.1) als ***vorhanden*** parametriert worden sein.

Mit 7SD5 ist es auch möglich, beide Wirkschnittstellen miteinander zu verbinden, sofern beide Geräte über zwei Wirkschnittstellen verfügen und entsprechende Übertragungsmittel vorhanden sind. Dies ergibt eine 100-%ige Redundanz bezüglich der Übertragung (Bild 2-8). Die Geräte suchen dann selbsttätig die schnellste Kommunikationsverbindung aus. Fällt diese aus, wird automatisch auf die andere umgeschaltet, bis die schnellere wieder zur Verfügung steht.

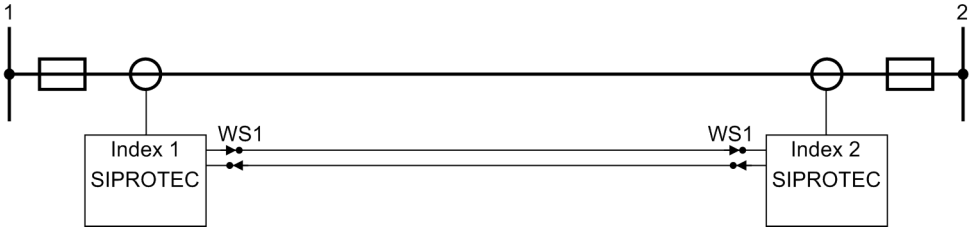


Bild 2-7 Differentialschutz für zwei Enden mit zwei 7SD5 mit je einer Wirkschnittstelle (Sender/Empfänger)

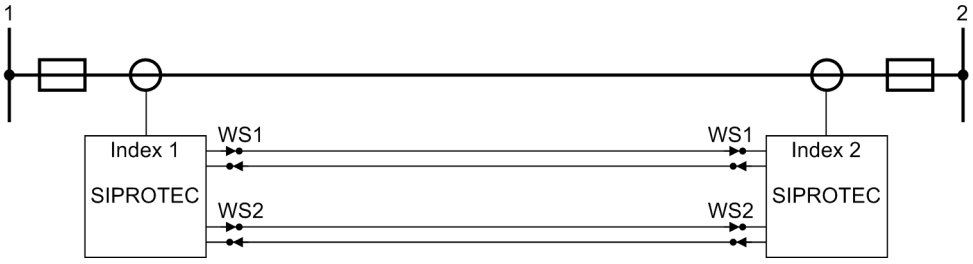


Bild 2-8 Differentialschutz für zwei Enden mit zwei 7SD5 mit je zwei Wirkschnittstellen (Sender/Empfänger)

Bei mehr als zwei Enden kann eine Kommunikationskette oder ein Kommunikationsring aufgebaut werden. Maximal ist eine Anordnung mit sechs Geräten möglich.

Bild 2-9 zeigt das Beispiel einer Kommunikationskette mit vier Geräten. Die Enden **1** und **2** ergeben sich durch die im Bild links gezeichnete Stromwandleranordnung. Es handelt sich zwar eigentlich um nur **ein** Leitungsende; wegen der zwei Messstellen für die Ströme sollte dieses aber für das Differentialschutzsystem wie zwei Enden behandelt werden, damit die Übertragungsfehler beider Stromwandler in die Stabilisierung einbezogen werden, insbesondere bei einem vom Ende **1** zum Ende **2** durchfließenden Kurzschlussstrom (äußerer Fehler).

Die Kommunikationskette beginnt beim Gerät mit dem Index **1** an dessen Wirkschnittstelle WS 1, erreicht das Gerät mit dem Index **2** an WS 1, läuft vom Gerät mit Index **2** von WS 2 zum Gerät mit Index **4**, usw. bis zum Gerät mit Index **3** an WS 1. Das Beispiel zeigt, dass die Indizierung der Geräte nicht mit der Reihenfolge der Kommunikationskette übereinstimmen muss. Auch ist es gleichgültig, welche Wirkschnittstellen mit welchen verbunden werden. An den Enden der Kette ist je ein Gerät mit einer Wirkschnittstelle ausreichend.

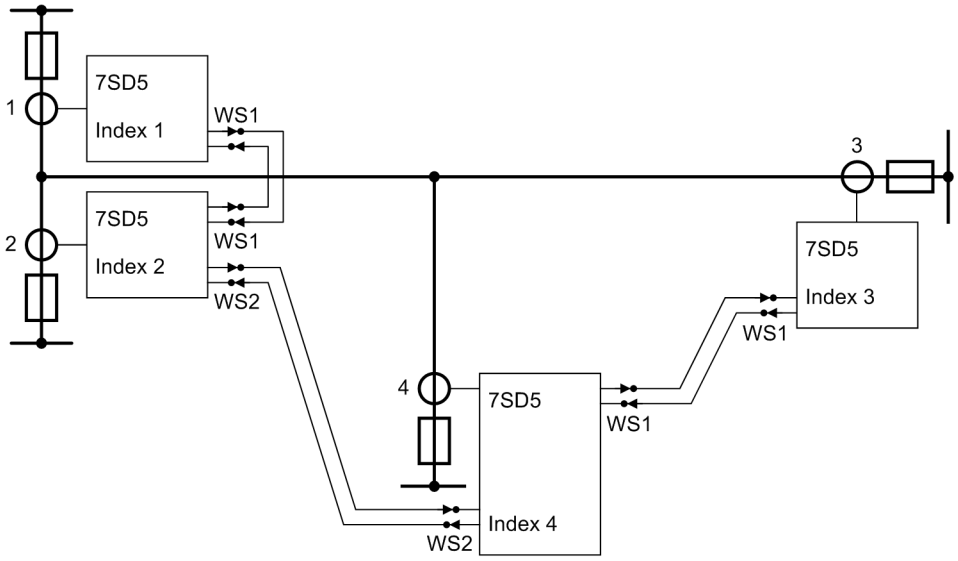


Bild 2-9 Differentialschutz für vier Enden mit Kettentopologie

Im Bild 2-10 ist die gleiche Leitungsanordnung wie im Bild 2-9 gezeigt. Die Kommunikationswege sind jedoch zu einem geschlossenen Ring ergänzt worden. Für jedes Ende wird ein 7SD5 mit 2 Wirkschnittstellen benötigt. Dieser Kommunikationsring hat gegenüber der Kette von Bild 2-9 den Vorteil, dass das gesamte Kommunikationssystem auch dann funktioniert, wenn eine der Kommunikationsverbindungen ausfällt. Die Geräte erkennen den Ausfall und schalten selbsttätig auf die verbleibenden Kommunikationswege um. In diesem Beispiel sind immer WS 1 mit WS 2 des nächsten Gerätes verbunden.

Übrigens lassen sich die beiden Möglichkeiten für zwei Geräte als Sonderfälle von Kette und Ring betrachten. Dann bildet die Verbindung gemäß Bild 2-7 eine Kommunikationskette mit nur einem Glied. Bild 2-8 entspricht einem Ring, der zu einer Hin- und Rückverbindung zusammengepresst wurde.

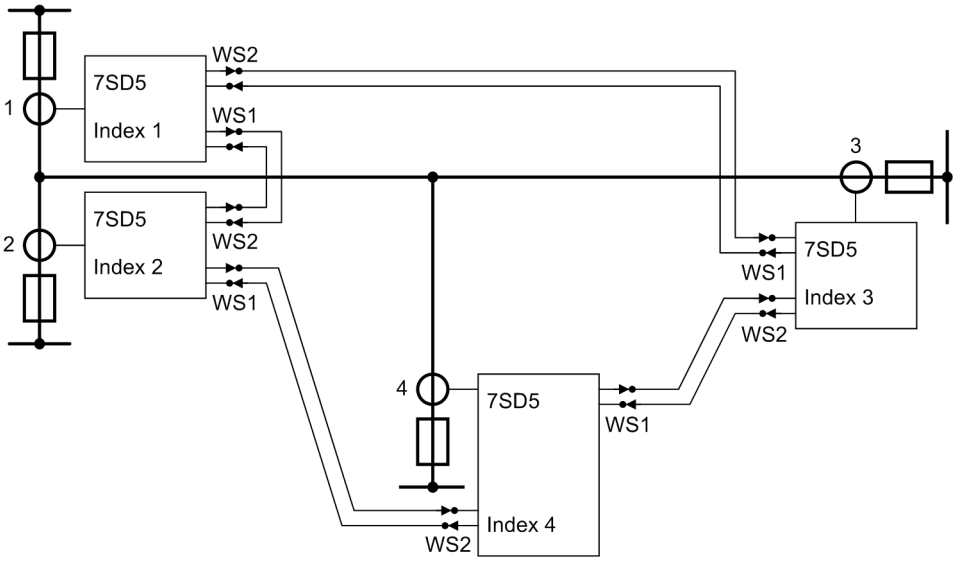


Bild 2-10 Differentialschutz für vier Enden mit Ringtopologie

Kommunikationsmedien

Die Kommunikation kann über verschiedene Kommunikationsverbindungen erfolgen. Welche Medien benutzt werden, hängt von der zu überbrückenden Entfernung und von den zur Verfügung stehenden Übertragungsmitteln ab. Für Entfernungen bis 100 km ist die direkte Verbindung mit Lichtwellenleitern mit 512 kBit/s Übertragungsrate möglich. Ansonsten sind Kommunikationsumsetzer zu empfehlen. Auch ist Übertragung über Modems und Kommunikationsnetze möglich. Beachten Sie jedoch, dass die Auslösezeiten der Differentialschutzgeräte von der Qualität der Übertragung abhängig sind und sich bei verminderter Übertragungsqualität und/oder erhöhter Laufzeit verlängern. Bild 2-11 zeigt Beispiele für Kommunikationsverbindungen. Bei Direktverbindung hängt die überbrückbare Entfernung vom Fasertyp des Lichtwellenleiters ab. Tabelle 2-3 zeigt die Möglichkeiten. Die Module am Gerät sind austauschbar. Bestellnummern siehe Anhang unter Zubehör.

Bei Einsatz von Kommunikationsumsetzern erfolgt die Verbindung vom Gerät zum Kommunikationsumsetzer stets mittels FO5-Modul über Lichtwellenleiter. Den Umsetzer seinerseits gibt es in verschiedenen Ausführungen für die Ankopplung an Kommunikationsnetze (X.21, G703 64 kBit, G703 E1/T1) oder für eine Verbindung über 2-adrige Kupferleitung. Die Bestellnummer finden Sie im Anhang unter Zubehör.

Tabelle 2-3 Kommunikation über Direktverbindung

Anschlussmodule für die Wikschnittstelle, abhängig von Bestellvariante						
Modul im Gerät	**Steckertyp**	**Fasertyp**	**optische Wellenlänge**	**zul. Strecken-dämpfung**	**Entfernung, maximal**	**Dämpfungs-glieder erforderlich**
FO5[1)]	ST	Multimode 62,5/125 µm	820 nm	5 dB	1,5 km	nein
FO6[1)]	ST	Multimode 62,5/125 µm	820 nm	13 dB	3,5 km	nein
FO17 [2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1300 nm	10 dB	24 km	nein
FO18[2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1300 nm	26 dB	60 km	bei Entfernungen kleiner 25 km[3)]
FO19[2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1550 nm	26 dB	100 km	bei Entfernungen kleiner 50 km[3)]

[1)] Laserklasse 1 nach EN 60825–1/-2 bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 µm

[2)] Laserklasse 1 nach EN 60825–1/-2 bei Einsatz Glasfaser 9/125 µm

[3)] Wird die Wirkschnittstellenkommunikation über Entfernungen eingesetzt, die unter 25 km (bei FO18) bzw. unter 50 km (bei FO19) liegen, müssen Sie die Sendeleistung mit einem Satz optischer Dämpfungsglieder reduzieren. Die beiden Dämpfungsglieder können auf einer Seite eingebaut werden. Die Bestellnummern für die Dämpfungsglieder finden Sie im Anhang A.1 unter Zubehör.

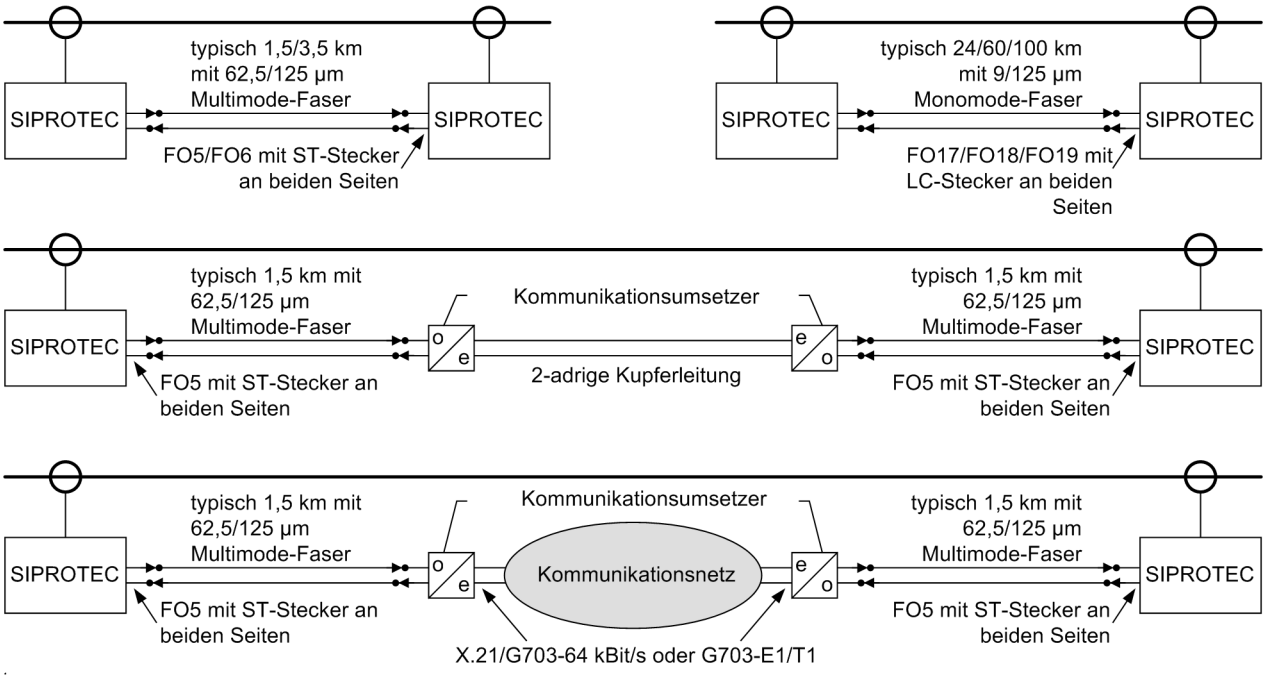


Bild 2-11 Beispiel für Kommunikationsverbindungen

Hinweis

Die Redundanz verschiedener Kommunikationsverbindungen (bei Ringtopologie) erfordert eine konsequente Trennung aller an der Kommunikation beteiligten Geräte. So sollen verschiedene Kommunikationswege nicht über die gleiche Multiplexer-Karte geführt werden, da bei Ausfall der Karte auch keine Ersatzwege mehr möglich sind.

Aufnahme der Schutzdatenkommunikation

Sind die Geräte eines Differentialschutzsystems miteinander verbunden und eingeschaltet, nehmen sie selbständig Kontakt miteinander auf. Die erfolgreiche Verbindung wird gemeldet, z.B. mit „Ger2 vorh.“, wenn vom Gerät 1 das Gerät 2 erkannt worden ist. Entsprechend meldet jedes Gerät an alle Geräte, dass eine Schutzdatenkommunikation besteht.

Unabhängig davon wird auch die Wirkschnittstelle angegeben, über die eine gesunde Kommunikation besteht.

Dies ist insbesondere bei der Inbetriebnahme hilfreich und wird auch dort, zusammen mit weiteren Inbetriebsetzungshilfen, näher beschrieben in Abschnitt „Montage und Inbetriebsetzung“. Aber auch während des Betriebes kann so die ordnungsgemäße Kommunikation der Geräte untereinander kontrolliert werden.

Überwachung der Kommunikation

Die Kommunikation wird von den Geräten ständig überwacht.

Einzelne fehlerhafte Datentelegramme bilden keine unmittelbare Gefahr, wenn sie nur sporadisch auftreten. Sie werden im Gerät, das die Störung bemerkt, gezählt und können pro Zeiteinheit unter den statistischen Informationen (Meldungen → Statistik) abgelesen werden.

Sie können auch einen Grenzwert für die zulässige Fehlerrate von Telegrammen setzen. Wird dieser Grenzwert im Betrieb überschritten, gibt das Gerät eine Warnmeldung ab (z.B. „WS1 Fehlerrate“, Nr 3258 bei Wirkschnittstelle 1). Diese Meldung können Sie auch benutzen, um den Differentialschutz zu blockieren (über Binäraus- und -eingang oder über eine Verknüpfung in der anwenderdefinierbaren Logik CFC).

Werden mehrere fehlerhafte oder keine Datentelegramme empfangen, gilt dies als **Störung** der Kommunikation, sobald eine Störungszeit von 100 ms (Voreinstellung, veränderbar) überschritten worden ist. Eine entsprechende Meldung wird ausgegeben („WS1 STOERUNG“, Nr 3229 bei Wirkschnittstelle 1). Wenn kein alternativer Kommunikationsweg (wie bei Ringtopologie) existiert, ist damit der Differentialschutz außer Betrieb. Von der Störung sind alle Geräte betroffen, da die Bildung der Differential- und Stabilisierungsströme an keinem Ende mehr möglich ist. Der Distanzschutz als zweite Hauptschutzfunktion übernimmt den kompletten Schutz über alle Zonen, sofern er, ebenso wie der Überstromzeitschutz als Notfunktion, konfiguriert ist. Sobald der Datenverkehr wieder einwandfrei läuft, schalten die Geräte selbsttätig wieder auf Differentialschutzbetrieb oder Differential- und Distanzschutzbetrieb, je nach Parametrierung.

Ist die Kommunikation dauerhaft (d.h. länger als eine einstellbare Zeit) unterbrochen, so gilt dies als **Ausfall** der Kommunikation. Eine entsprechende Meldung wird ausgegeben (z.B. „WS1 AUSFALL“, Nr 3230 bei Wirkschnittstelle 1). Ansonsten gelten die gleichen Reaktionen wie bei der Störung.

Laufzeitsprünge, wie sie z.B. bei Umschaltungen im Kommunikationsnetz entstehen können, werden von den Geräten erkannt (z.B. Meldung „WS1 LZ Sprung“, Nr 3254 bei Wirkschnittstelle 1) und korrigiert. Das Differentialschutzsystem arbeitet danach ohne Einbuße an Empfindlichkeit weiter. Die Laufzeiten werden in weniger als 2 Sekunden neu eingemessen. Mit GPS-Synchronisierung sind asymmetrische Laufzeiten der Kommunikationsstrecke genau bekannt und werden sofort korrigiert.

Die maximal zulässige Unsymmetrie der Laufzeiten kann eingestellt werden. Diese beeinflusst unmittelbar die Empfindlichkeit des Differentialschutzes. Die automatische Selbststabilisierung des Schutzes passt die Stabilisierungsgrößen an diese Toleranz an, so dass ein Fehlansprechen des Differentialschutzes durch diese Einflüsse ausgeschlossen wird. Größere Toleranzwerte mindern also die Empfindlichkeit des Schutzes, was sich bei sehr stromschwachen Fehlern bemerkbar machen kann. Mit der GPS-Synchronisierung haben die Laufzeitdifferenzen **keinen** Einfluss auf die Empfindlichkeit des Differentialschutzes, solange die GPS-Synchronisierung fehlerfrei arbeitet. Erkennt die GPS-Synchronisation ein Überschreiten der Laufzeitdifferenz während des Betriebs, wird dies als „WS1 LZ unsym.“ (Nr 3250 für Wirkschnittstelle 1) gemeldet.

Übersteigt ein Laufzeitsprung die zulässige Unsymmetrie der Laufzeiten, so wird dies gemeldet. Treten laufend Laufzeitsprünge auf, ist die ordnungsgemäße Funktion des Differentialschutzes nicht mehr gewährleistet. Über einen Einstellparameter (z.B. 4515 **WS1 BLOCK UNSYM**) kann die Schutzkommunikation über diese Kommunikationsverbindung blockiert werden. Wenn nur eine Kettentopologie vorhanden war, wird damit der Differentialschutz blockiert. Bei vorher vorhandener Ringtopologie wird zur Kettentopologie übergegangen. Eine Meldung wird abgegeben („WS1 unsym“, Nr 3256 bei Wirkschnittstelle 1). Die Blockierung der Verbindung kann nur über einen Binäreingang („>SYNC WS1 RESET“, Nr 3252 bei Wirkschnittstelle 1) aufgehoben werden.

2.2.2 Die Arbeitsmodi des Differentialschutzes

2.2.2.1 Modus: Gerät abmelden

Allgemeines

Der Modus „Gerät abmelden“ (auch: Gerät funktional abmelden) dient dazu, ein Gerät aus dem Leitungsschutzsystem bei ausgeschaltetem örtlichen Leistungsschalter abzumelden. Der Differentialschutz ist für die übrigen Enden weiterhin in Betrieb. Da der örtliche Leistungsschalter und der Abgangstrenner offen sind, können Revisionsarbeiten am örtlichen Abzweig durchgeführt werden, ohne den Betrieb der übrigen Enden zu beeinflussen.

Es ist zu beachten, dass nicht alle Geräte eines Leitungsschutzsystems beliebig abgemeldet werden können. Hintergrund ist, dass die Kommunikation der restlichen Geräte immer sichergestellt sein muss. Deshalb kann man bei einer Ringtopologie ein beliebiges Gerät abmelden, bei Kettentopologie allerdings nur die Geräte an den Enden der Kette.

Es können auch mehrere Geräte nacheinander aus dem Leitungsschutzsystem abgemeldet werden. Dabei ist zu beachten, dass das Abmelden immer ausgehend von den Geräten am Ende der verbliebenen Kettentopologie erfolgen muss.

Werden alle Geräte eines Leitungsschutzsystems bis auf eines abgemeldet, dann arbeitet das verbliebene Gerät weiter im Differentialschutzbetrieb, allerdings mit der Besonderheit, dass nur die örtlich gemessenen Ströme als Differentialströme in die Logik eingehen. Das Verhalten ist nun mit einem Überstromzeitschutz vergleichbar. Die eingestellten Schwellwerte für den Differentialstrom bewerten nun den örtlichen Strom.

Ein Gerät kann wie folgt ab- und angemeldet werden:

- Über die Folientastatur: Menü Steuerung / Markierungen / Setzen: „Ger abmeld“
- Über DIGSI: Steuerung / Markierungen: „Lokales Gerät abmelden“
- Über Binäreingaben (Nr. 3452 „>Ger.Abmeld.ein“, Nr. 3453 „>Ger.Abmeld.aus“), wenn dies rangiert wurde

Das Ab-/Anmelden eines Gerätes wird in allen Geräten des Leitungsschutzsystems durch die Meldungen „Ger1 abgem“ bis „Ger6 abgem“ (Nr. 3475 bis Nr. 3480) gemeldet.

Funktionsweise

Im folgenden wird die Logik in vereinfachter Weise dargestellt:

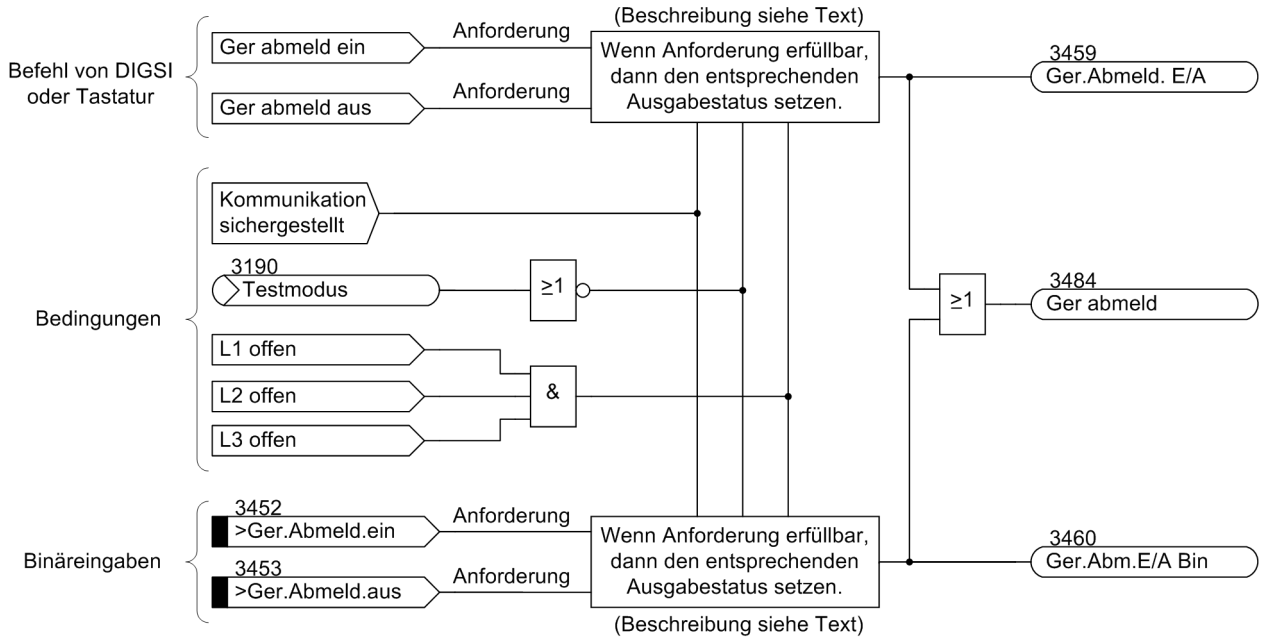


Bild 2-12 Logikdiagramm zum Schalten des Modus “Gerät abmelden”

Fordert ein Befehl (von DIGSI oder Tastatur) oder eine Binäreingabe das Ändern des aktuellen Modus an, erfolgt eine Überprüfung dieser Anforderung. Wird „Ger abmeld“ EIN oder „>Ger.Abmeld.ein“ angefordert, wird folgendes überprüft:

- Ist der örtliche Leistungsschalter offen?
- Ist die Kommunikation der restlichen Geräte sichergestellt?
- Arbeitet das Gerät nicht im Differentialschutz-Testmodus?

Sind alle Bedingungen erfüllt, wird die Anforderung angenommen und die Meldung „Ger abmeld“ KOM (Nr. 3484) erzeugt. Entsprechend der Quelle der Anforderung wird entweder die Meldung „Ger.Abmeld. E/A“ KOM (Nr. 3459) oder „Ger.Abm.E/A Bin“ KOM (Nr. 3460) ausgegeben. Sobald eine Bedingung nicht erfüllt ist, wird das Gerät nicht abgemeldet.

Soll das Gerät wieder am Leitungsschutzsystem angemeldet werden („Ger abmeld“ aus oder „>Ger.Abmeld.aus“), wird folgendes überprüft:

- Ist der örtliche Leistungsschalter offen?
- Arbeitet das Gerät nicht im Differentialschutz-Testmodus?

Sind alle Bedingungen erfüllt, wird die Anforderung angenommen und die Meldung „Ger abmeld“ GEH (Nr. 3484) erzeugt. Entsprechend der Quelle der Anforderung wird entweder die Meldung „Ger.Abmeld. E/A“ GEH (Nr. 3459) oder „Ger.Abm.E/A Bin“ GEH (Nr. 3460) ausgegeben. Sobald eine Bedingung nicht erfüllt ist, wird das Gerät nicht angemeldet.

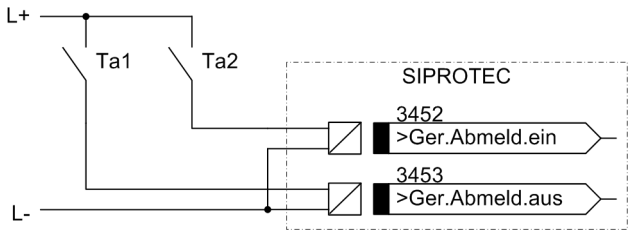


Bild 2-13 Bevorzugte externe Taster-Verdrahtung zum Steuern im Modus “Gerät abmelden”

Ta1 Taster „Gerät anmelden“

Ta2 Taster „Gerät abmelden“

Im Bild 2-13 wird die bevorzugte Variante für die Umschaltung des Modus “Gerät abmelden” mit Hilfe von 2 Tastern gezeigt. Die benutzten Binäreingaben sind als Arbeitskontakte zu parametrieren.

2.2.2.2 Differentialschutz-Testmodus

Allgemeines

Ist der Differentialschutz-Testmodus (im folgenden nur Testmodus) aktiviert, wird der Differentialschutz im gesamten System blockiert. Je nach Parametrierung übernimmt entweder der Distanzschutz die volle Schutzfunktion über alle Zonen oder der Überstromzeitschutz als Notfunktion wird wirksam.

Im örtlichen Gerät werden alle Ströme von den anderen Geräten auf Null gesetzt. Das örtliche Gerät wertet nur die örtlich gemessenen Ströme aus, interpretiert diese als Differentialstrom, sendet diese aber nicht den anderen Geräten. Damit ist es möglich, die Schwellwerte des Differentialschutzes zu überprüfen. Außerdem verhindert der Testmodus im örtlichen Gerät die Erzeugung eines Mitnahmesignals durch eine Differentialschutzauslösung.

Wurde vor dem Einschalten des Testmodus das Gerät aus dem Leitungsschutzsystem abgemeldet (siehe Modus “Gerät abmelden”), dann bleibt der Differentialschutz in den übrigen Geräten wirksam. Das örtliche Gerät kann nun ebenfalls getestet werden.

Der Testmodus kann wie folgt ein-/ausgeschaltet werden:

- Über die Folientastatur: Menü Steuerung / Markierungen / Setzen: „Testmodus“
- Über Binäreingaben (Nr. 3197 „`>Testmodus ein`“, Nr. 3198 „`>Testmodus aus`“), wenn dies rangiert wurde
- Über DIGSI Steuerung / Markierungen: „Diff: Testmodus“

Der Status des Testmodus eines anderen Gerätes des Leitungsschutzsystems wird am örtlichen Gerät durch die Meldung „`Testmodus fern`“ (Nr. 3192) angezeigt.

Funktionsweise

Im folgenden wird die Logik in vereinfachter Weise dargestellt:

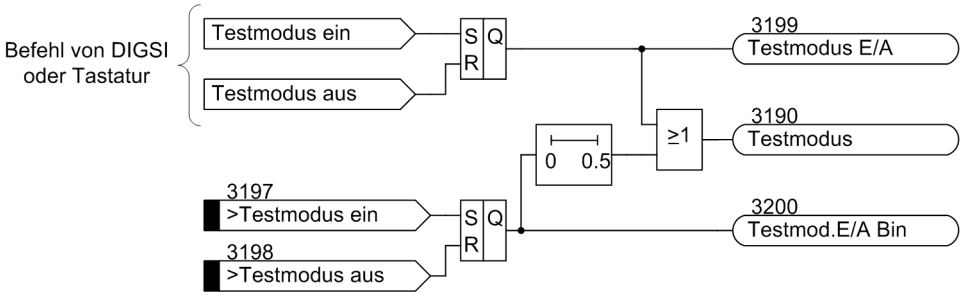


Bild 2-14 Logikdiagramm des Testmodus

Je nachdem welcher Weg zum Steuern des Testmodus benutzt wurde, wird entweder die Meldung „`Testmodus E/A`“ (Nr. 3199) oder „`Testmod.E/A Bin`“ (Nr. 3200) erzeugt. Der Testmodus muss immer über den gleichen Weg ausgeschaltet werden, über den er auch eingeschaltet wurde. Die Meldung „`Testmodus`“ (Nr. 3190) wird unabhängig vom gewählten Weg erzeugt. Beim Ausschalten des Testmodus über die Binäreingaben wird eine Verzögerungszeit von 500 ms wirksam.

Die folgenden Bilder zeigen mögliche Varianten der Steuerung der Binäreingaben. Wird ein Schalter zur Steuerung benutzt (Bild 2-16), ist zu beachten, dass die Binäreingabe „`>Testmodus ein`“ (Nr. 3197) als Arbeitskontakt und die Binäreingabe „`>Testmodus aus`“ (Nr. 3198) als Ruhekontakt parametriert ist.

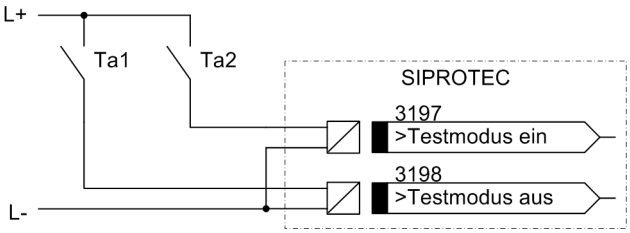


Bild 2-15 Externe Taster-Verdrahtung zum Steuern des Differentialschutz-Testmode

Ta1 Taster „Differentialschutz-Testmodus ausschalten“

Ta2 Taster „Differentialschutz-Testmodus einschalten“

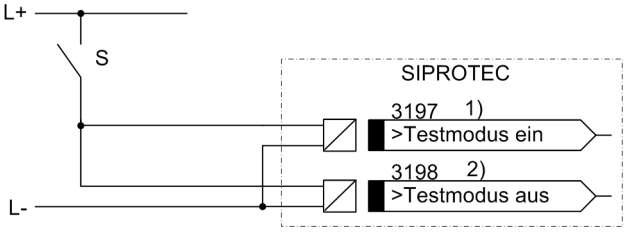


Bild 2-16 Externe Schalter-Verdrahtung zum Steuern des Differentialschutz-Testmode

S Schalter „Differentialschutz-Testmodus ein-/ausschalten“

1) Binäreingang als Arbeitskontakt

2) Binäreingang als Ruhekontakt

Wenn zur Umschaltung des Testmodus ein Prüfschalter verwendet werden soll, wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Blockieren Sie den Differentialschutz über eine Binäreingabe.
- Schalten Sie den Testmodus über den Prüfschalter ein oder aus.
- Heben Sie die Blockierung des Differentialschutzes über die Binäreingabe wieder auf.

2.2.2.3 Differentialschutz-IBS-Modus

Allgemeines

Im Differentialschutz-Inbetriebsetzungsmodus (im folgenden nur IBS-Modus) erzeugt der Differentialschutz keine AUS-Kommandos. Der IBS-Modus ist zur Unterstützung der Inbetriebsetzung des Differentialschutzes gedacht. So können die Differential- und Stabilisierungsströme kontrolliert, mit Hilfe des WEB-Monitoring-Tools die Differentialschutzkennlinie und damit der Arbeitspunkt des Differentialschutzes sichtbar gemacht werden. Durch Veränderung von Parametern kann gefahrlos der Arbeitspunkt verändert werden, bis hin zur Erzeugung einer Anregung.

Der IBS-Modus wird an einem Gerät der Schutzgerätekonstellation eingeschaltet und wirkt auf alle Geräte (Meldung Nr. 3193 „`IBS-Modus aktiv`“). Der IBS-Modus muss an dem Gerät, an dem er eingeschaltet wurde, auch wieder ausgeschaltet werden.

Der IBS-Modus kann wie folgt ein-/ausgeschaltet werden:

- Über die Folientastatur: Menü Steuerung / Markierungen / Setzen: „IBS-Modus“
- Über Binäreingaben (Nr. 3260 „`>IBS-Modus ein`“, Nr. 3261 „`>IBS-Modus aus`“), wenn dies rangiert wurde
- Über DIGSI Steuerung / Markierungen: „Diff: IBS-Modus“

Funktionsweise

Im folgenden wird die Logik in vereinfachter Weise dargestellt:

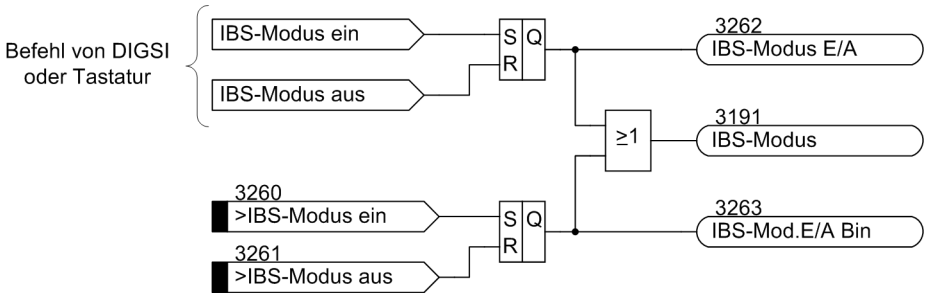


Bild 2-17 Logikdiagramm des IBS-Modus

Der IBS-Modus wird prinzipiell über zwei Wege eingestellt. Der erste Weg ist über einen Befehl (IBS-Modus ein / IBS-Modus aus), der entweder bei Bedienung der Folientastatur oder bei der Bedienung mit DIGSI erzeugt wird. Den zweiten Weg stellen die Binäreingaben (Nr. 3260 „`>IBS-Modus ein`“, Nr. 3261 „`>IBS-Modus aus`“) dar.

Je nachdem welcher Weg zum Steuern des IBS-Modus benutzt wurde, wird entweder die Meldung „`IBS-Modus E/A`“ (Nr. 3262) oder „`IBS-Mod.E/A Bin`“ (Nr. 3263) erzeugt. Der IBS-Modus muss immer über den gleichen Weg ausgeschaltet werden, über den er auch eingeschaltet wurde. Die Meldung „`IBS-Modus`“ (Nr. 3191) wird unabhängig vom gewählten Weg erzeugt.

Die folgenden Bilder zeigen mögliche Varianten der Steuerung der Binäreingaben. Wird ein Schalter zur Steuerung benutzt (Bild 2-19), ist zu beachten, dass die Binäreingabe „>IBS-Modus ein“ (Nr. 3260) als Abeitskontakt und die Binäreingabe „>IBS-Modus aus“ (Nr. 3261) als Ruhekontakt zu parametrieren ist.

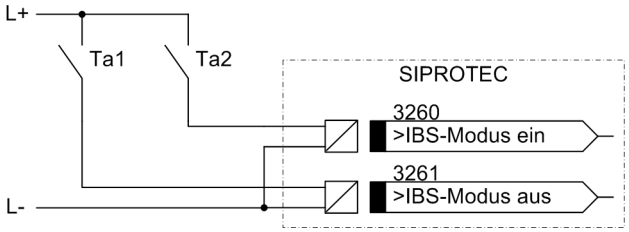


Bild 2-18 Externe Taster-Verdrahtung zum Steuern des Differentialschutz-IBS-Mode

Ta1 Taster „Differentialschutz-IBS-Modus ausschalten“

Ta2 Taster „Differentialschutz-IBS-Modus einschalten“

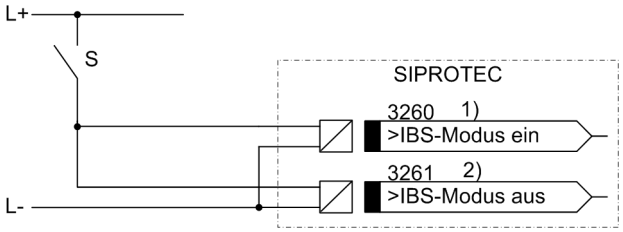


Bild 2-19 Externe Schalter-Verdrahtung zum Steuern des Differentialschutz-IBS-Mode

S Schalter „Differentialschutz-IBS-Modus ein-/ausschalten“

1) Binäreingang als Arbeitskontakt

2) Binäreingang als Ruhekontakt

2.2.3 Wirkschnittstellen

2.2.3.1 Einstellhinweise

Wirkschnittstellen allgemein

Die Wirkschnittstellen verbinden die Geräte mit den Kommunikationsmedien. Die Kommunikation wird von den Geräten ständig überwacht. Adresse 4509 **TV STÖRUNG** bestimmt, nach welcher Verzögerungszeit fehlerhafte oder fehlende Telegramme als gestört gemeldet werden. Unter Adresse 4510 **TV AUSFALL** wird die Zeit eingestellt, nach der ein Ausfall der Kommunikation gemeldet wird. Adresse 4512 **TV ResetFernsig** bestimmt die Zeit, wie lang Fernsignale nach einer Störung der Kommunikation noch anstehen.

Wirkschnittstelle 1

Die Wirkschnittstelle 1 kann unter der Adresse 4501 **WS1** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Wenn sie ***Aus***geschaltet ist, gilt dies als Ausfall der Kommunikation. Bei einer vorher vorhandenen Ringtopologie können der Differentialschutz und alle Funktionen, die die Übertragung von Daten benötigen, weiter arbeiten, bei einer Kettentopologie nicht.

Unter Adresse 4502 **WS1 VERBINDUNG** wird eingestellt, an welches Übertragungsmedium die Wirkschnittstelle WS 1 angeschlossen wird. Zur Auswahl stehen:

LWL direkt, d.h. direkte Lichtwellenleiter-Kommunikation mit 512 kBit/s;

Kom-Ums. 64 kB, d.h. über Kommunikationsumsetzer mit 64 kBit/s (G703.1 oder X.21);

Kom-Ums. 128 kB, d.h. über Kommunikationsumsetzer 128 kBit/s (X.21, Kupferleitung);

Kom-Ums. 512 kB, d.h. über Kommunikationsumsetzer 512 kBit/s (X.21) bzw. Kommunikationsumsetzer für 2 MBit/s (G703–E1/T1).

Die Möglichkeiten können auch von der Gerätevariante abhängig sein. Die Daten müssen jeweils an beiden Enden einer Kommunikationsstrecke übereinstimmen.

Die Einstellung hängt von den Eigenschaften des Kommunikationsmediums ab. Grundsätzlich ist die Reaktionszeit des Differentialschutzsystems kürzer, je höher die Übertragungsrate ist.

Die Geräte messen und überwachen die Übertragungszeiten. Es erfolgt auch eine Korrektur bei Abweichungen, soweit sie sich in zulässigen Rahmen bewegen. Diese zulässigen Rahmen sind unter den Adressen 4505 und 4506 eingestellt und können i.Allg. belassen werden.

Für die maximal zulässige Laufzeit unter der Adresse 4505 **WS1 LAUFZEIT** ist die Voreinstellung so gewählt, dass sie von üblichen Kommunikationsnetzen nicht überschritten wird. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Wird diese Laufzeit während des Betriebs überschritten (z.B. bei Umschaltung auf einen anderen Übertragungsweg), wird dies als „WS1 Laufz. Stör“ (Nr 3239) gemeldet. Erhöhte Laufzeiten wirken sich nur auf die Kommandozeit des Differentialschutzes aus.

Die maximale **Laufzeitdifferenz** (Hin- gegenüber Rückweg des Signals) kann unter der Adresse 4506 **WS1 UNSYMMETRIE** verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Bei direkter Lichtwellenleiterverbindung sollte dieser Wert auf **0** eingestellt werden. Bei Übertragung über Kommunikationsnetze ist ein höherer Wert nötig. Als Richtwert gilt 100 µs (= Voreinstellung). Die zulässige Laufzeitdifferenz beeinflusst unmittelbar die Empfindlichkeit des Differentialschutzes.

Ist eine GPS-Synchronisierung (Bestelloption) konfiguriert, so ist dieser Wert nur während eines Ausfalls von GPS und für die Zeit bis zum Wiedereintritt der GPS-Synchronisierung relevant. Eine erneute GPS-Synchronisation hebt die Laufzeitdifferenzen wieder auf. Solange die GPS-Synchronisierung fehlerfrei arbeitet, haben also die Laufzeitdifferenzen **keinen** Einfluss auf die Empfindlichkeit des Differentialschutzes.

Wird mit GPS-Synchronisierung gearbeitet, bestimmt man unter der Adresse 4511 **WS1 SYNCMODUS** die Bedingung, wie der Differentialschutz nach Wiederherstellung der Kommunikationsverbindung aktiviert wird (Grundzustand oder nach Übertragungsfehler).

- **WS1 SYNCMODUS** = ***TEL oder GPS*** bedeutet, dass der Differentialschutz bei erneuter Verbindungsaufnahme sofort freigegeben wird (Datentelegramme werden empfangen). Bis zur Synchronisierung wird mit der herkömmlichen Methode verfahren, d.h. der Differentialschutz arbeitet mit dem parametrierten Wert unter der Adresse 4506 **WS1 UNSYMMETRIE**.
- **WS1 SYNCMODUS** = ***TEL und GPS*** bedeutet, dass der Differentialschutz bei erneuter Verbindungsaufnahme erst freigegeben wird, wenn die Kommunikationsstrecke via GPS synchronisiert ist oder durch eine externe Bedienung (Binäreingabe) symmetrische Laufzeiten signalisiert werden. Erfolgt die Synchronisierung durch den Bediener, arbeitet der Differentialschutz mit dem parametrierten Wert unter der Adresse 4506 **WS1 UNSYMMETRIE**, bis die Laufzeitdifferenzen durch die GPS-Synchronisierung aufgehoben wird.
- **WS1 SYNCMODUS** = ***GPS-SYNC AUS*** bedeutet, dass an dieser Wirkschnittstelle keine Synchronisation über GPS durchgeführt wird. Das ist sinnvoll, wenn keine Laufzeitdifferenzen erwartet werden (z.B. direkte Datenverbindung).

Unter Adresse 4513 stellen Sie einen Grenzwert **WS1 max F.-Rate** für die zulässige Fehlerrate von Schutzdaten-Telegrammen ein. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Der voreingestellte Wert 1 % bedeutet, dass von 100 Telegrammen höchstens eines fehlerhaft sein darf. Dabei zählt die Summe der Telegramme in beiden Richtungen.

Treten vermehrt Laufzeitsprünge in der Schutzdatenübertragung auf, ist die ordnungsgemäße Funktion des Differentialschutzes gefährdet. Über Adresse 4515 **WS1 BLOCK UNSYM** bestimmen Sie, ob die Schutzkommunikation über die an WS1 angeschlossene Verbindung blockiert werden soll (Voreinstellung ***Ja***). Bei vorhandener Ringtopologie wird dann zur Kettentopologie geschaltet. Bestand nur eine Kettentopologie wird durch den Ausfall einer Verbindung der Differentialschutz blockiert. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Wirkschnittstelle 2

Wenn die Wirkschnittstelle 2 vorhanden ist und benutzt wird, bieten sich die gleichen Möglichkeiten an wie bei der Wirkschnittstelle 1. Die entsprechenden Parameter werden unter den Adressen 4601 **WS2** (***Ein*** oder ***Aus***), 4602 **WS2 VERBINDUNG**, 4605 **WS2 LAUFZEIT** und 4606 **WS2 UNSYMMETRIE**, wobei die beiden letzten Parameter nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** verändert werden können. Ist GPS-Synchronisation vorhanden, wird der Parameter unter der Adresse 4611**WS2 SYNCMODUS** verwendet. Auch die maximal zulässige Fehlerrate von Schutzdaten-Telegrammen **WS2 max F.-Rate** (Adresse 4613) und die Reaktion bei unzulässiger Laufzeitdifferenz **WS2 BLOCK UNSYM** (Adresse 4615) (Blockieren des Differentialschutzes ***Ja*** oder ***Nein***) können Sie unter **Weitere Parameter** verändern.

GPS-Synchronisierungsmodus (wahlweise)

Für die Wirkschnittstellen kann unter der Adresse 4801 **GPS-SYNC** die Synchronisierung über GPS ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Unter der Adresse 4803 **TV GPS AUSFALL** wird die Zeit eingestellt, nach der die Meldung „GPS Ausfall“ (Nr 3247) abgesetzt wird.

Weitere Parameter, die die GPS-Synchronisierung betreffen, können individuell für jede Wirkschnittstelle eingestellt werden (siehe oben).

2.2.3.2 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4501	WS1	Ein Aus	Ein	Wirkschnittstelle 1
4502	WS1 VERBINDUNG	LWL direkt Kom-Ums. 64 kB Kom-Ums. 128 kB Kom-Ums. 512 kB	LWL direkt	WS1 Verbindung über
4505A	WS1 LAUFZEIT	0.1 .. 30.0 ms	30.0 ms	WS1 Maximal zulässige Signal-laufzeit
4506A	WS1 UNSYMMETRIE	0.000 .. 3.000 ms	0.100 ms	WS1 max. Laufzeitdiff.; Hin-und Rückweg
4509	TV STÖRUNG	0.05 .. 2.00 s	0.10 s	Zeit, nach der Störung gemeldet wird
4510	TV AUSFALL	0.0 .. 60.0 s	6.0 s	Zeit, nach der Ausfall gemeldet wird
4511	WS1 SYNCMODUS	TEL und GPS TEL oder GPS GPS-SYNC AUS	TEL und GPS	WS1 Synchronisierungsmodus
4512	TV ResetFernsig	0.00 .. 300.00 s; ∞	0.00 s	Zeit für Fernsignal-Reset nach Komm.Stör
4513A	WS1 max F.-Rate	0.5 .. 20.0 %	1.0 %	WS1 maximale Fehlerrate
4515A	WS1 BLOCK UNSYM	Ja Nein	Ja	WS1 Blockierung bei unsym. Laufzeit
4601	WS2	Ein Aus	Ein	Wirkschnittstelle 2
4602	WS2 VERBINDUNG	LWL direkt Kom-Ums. 64 kB Kom-Ums. 128 kB Kom-Ums. 512 kB	LWL direkt	WS2 Verbindung über
4605A	WS2 LAUFZEIT	0.1 .. 30.0 ms	30.0 ms	WS2 Maximal zulässige Signal-laufzeit
4606A	WS2 UNSYMMETRIE	0.000 .. 3.000 ms	0.100 ms	WS2 max. Laufzeitdiff.; Hin-und Rückweg
4611	WS2 SYNCMODUS	TEL und GPS TEL oder GPS GPS-SYNC AUS	TEL und GPS	WS2 Synchronisierungsmodus
4613A	WS2 max F.-Rate	0.5 .. 20.0 %	1.0 %	WS2 maximale Fehlerrate
4615A	WS2 BLOCK UNSYM	Ja Nein	Ja	WS2 Blockierung bei unsym. Laufzeit
4801	GPS-SYNC	Ein Aus	Aus	GPS Synchronisation
4803A	TV GPS AUSFALL	0.5 .. 60.0 s	2.1 s	Zeit, nach der Ausfall GPS gemeldet wird

2.2.3.3 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3215	VERS. falsch	AM	Geräte haben unverträgliche Firmware
3217	WS1 NET-SPIEGEL	AM	WS1: Netzspiegelung
3218	WS2 NET-SPIEGEL	AM	WS2: Netzspiegelung
3227	>WS 1 LICHT AUS	EM	>WS1 Licht aus (Block. Datenübertragung)
3228	>WS 2 LICHT AUS	EM	>WS2 Licht aus (Block. Datenübertragung)
3229	WS1 STOERUNG	AM	WS1: Störung der Datenübertragung
3230	WS1 AUSFALL	AM	WS1: Ausfall der Datenübertragung
3231	WS2 STOERUNG	AM	WS2: Störung der Datenübertragung
3232	WS2 AUSFALL	AM	WS2: Ausfall der Datenübertragung
3233	DT inkonsistent	AM	Regelverletzung bei Geräteadresse
3234	DT ungleich	AM	Regelverletzung bei Geräte-anzahl/index
3235	Par. inkonsist.	AM	Regelverletzung d. ungl. Geräteparameter
3236	WS Zuordnung	AM	Zuordnung Snd.-Emp. WS1-WS2 falsch
3239	WS1 Laufz. Stör	AM	WS1: Unzulässige Datenübertr.-Laufzeit
3240	WS2 Laufz. Stör	AM	WS2: Unzulässige Datenübertr.-Laufzeit
3243	WS1 vb m.	WM	WS1: Verbunden mit Gerät Adr.
3244	WS2 vb m.	WM	WS2: Verbunden mit Gerät Adr.
3245	>GPS Ausfall	EM	> Ausfall GPS von extern
3247	GPS Ausfall	AM	GPS: Ausfall des Impulses
3248	WS1 GPS sync	AM	GPS: WS1 über GPS synchronisiert
3249	WS2 GPS sync	AM	GPS: WS2 über GPS synchronisiert
3250	WS1 LZ unsym.	AM	GPS: WS1 Laufzeitunsymmetrie zu groß
3251	WS2 LZ unsym.	AM	GPS: WS2 Laufzeitunsymmetrie zu groß
3252	>SYNC WS1 RESET	EM	> WS1 Synchronisation RESET
3253	>SYNC WS2 RESET	EM	> WS2 Synchronisation RESET
3254	WS1 LZ Sprung	AM	WS1 Laufzeitsprung erkannt
3255	WS2 LZ Sprung	AM	WS2 Laufzeitsprung erkannt
3256	WS1 unsym	IE	WS1 Laufzeitunsymmetrie zu groß
3257	WS2 unsym	IE	WS2 Laufzeitunsymmetrie zu groß
3258	WS1 Fehlerrate	AM	WS1 maximale Fehlerrate überschritten
3259	WS2 Fehlerrate	AM	WS2 maximale Fehlerrate überschritten

2.2.4 Differentialschutztopologie

2.2.4.1 Einstellhinweise

Schutzdatentopologie

Bestimmen Sie zunächst Ihre Kommunikationstopologie für die Schutzdaten: Nummerieren Sie die Geräte durch. Diese Nummerierung ist ein laufender Geräte-Index und dient Ihrer eigenen Übersicht, er beginnt für jedes Differentialschutzsystem (also für jedes Schutzobjekt) mit 1. Für das Differentialschutzsystem ist das Gerät mit dem Index 1 immer der Absolutzeit-Master, d.h. die Absolutzeitführung aller zusammengehöriger Geräte richtet sich nach der Absolutzeitführung dieses Gerätes, wenn Zeitsynchronisation über **Timing-Master** eingestellt ist. Dadurch sind die Zeitangaben aller Geräte immer vergleichbar. Der Geräteindex dient also zur eindeutigen Bestimmung der Geräte eines Differentialschutzsystems (also für ein Schutzobjekt) untereinander.

Vergeben Sie ferner für jedes Gerät eine Identifikationsnummer (Geräte-Ident). Die Geräte-Ident wird vom Kommunikationssystem benutzt, um jedes Gerät zu identifizieren. Sie darf von 1 bis 65534 lauten und muss innerhalb des Kommunikationssystems einmalig sein. Die Ident-Nummer identifiziert also die Geräte im Kommunikationssystem (entsprechend einer Geräte-Adresse), da der Informationsaustausch mehrerer Differentialschutzsysteme (also auch für mehrere Schutzobjekte) über das gleiche Kommunikationssystem stattfinden kann.

Achten Sie darauf, dass die möglichen Kommunikationsverbindungen und die vorhandenen Schnittstellen miteinander in Einklang stehen. Wenn nämlich nicht alle Geräte mit **zwei** Wirkschnittstellen ausgerüstet sind, müssen diejenigen, welche nur **eine** Wirkschnittstelle besitzen, an den Enden der Kommunikationskette liegen. Eine **Ringtopologie** ist nur möglich, wenn **alle** Geräte eines Differentialschutzsystems mit zwei Wirkschnittstellen ausgerüstet sind.

Falls Sie mit unterschiedlichen physikalischen Schnittstellen und Kommunikationsverbindungen arbeiten, achten Sie darauf, dass jede Wirkschnittstelle zu der geplanten Kommunikationsverbindung passt.

Bei einem Schutzobjekt mit zwei Enden (z.B. einer Leitung) werden die Adressen 4701 **G-ID-GERAET 1** und 4702 **G-ID-GERAET 2** eingestellt, z.B. für Gerät 1 die Geräte-Ident **16** und für Gerät 2 die Geräte-Ident **17** (Bild 2-20). Die Indizes der Geräte müssen dabei nicht mit den Geräte-Idents übereinstimmen, wie oben erwähnt.

Bild 2-20 Differentialschutztopologie für 2 Enden mit 2 Geräten — Beispiel

Wenn mehr als zwei Enden (und entsprechende Geräte) vorhanden sind, werden die weiteren unter den Parameteradressen 4703 **G-ID-GERAET 3**, 4704 **G-ID-GERAET 4**, 4705 **G-ID-GERAET 5** und 4706 **G-ID-GERAET 6** ihren Geräte-Idents zugewiesen. Maximal sind für ein Schutzobjekt 6 Enden mit 6 Geräten möglich. Bild 2-21 zeigt ein Beispiel mit vier Geräten. Bei der Konfiguration der Schutzfunktionen (Abschnitt 2.1.1.3) wurde die im konkreten Anwendungsfall benötigte Anzahl unter Adresse 147 **ANZAHL GERAETE** eingestellt. Entsprechend viele Geräte-Idents lassen sich hier einstellen, weitere erscheinen nicht bei der Parametrierung.

Unter Adresse 4710 **LOKALES GERAET** ist anzugeben, welches das lokale Gerät ist. Geben Sie für jedes Gerät hier an, welchen Index (entsprechend Ihrer laufenden Nummerierung) das Gerät hat. Jeder Index von 1 bis zur Anzahl der Geräte muss einmal vorkommen, keiner darf doppelt vorkommen.

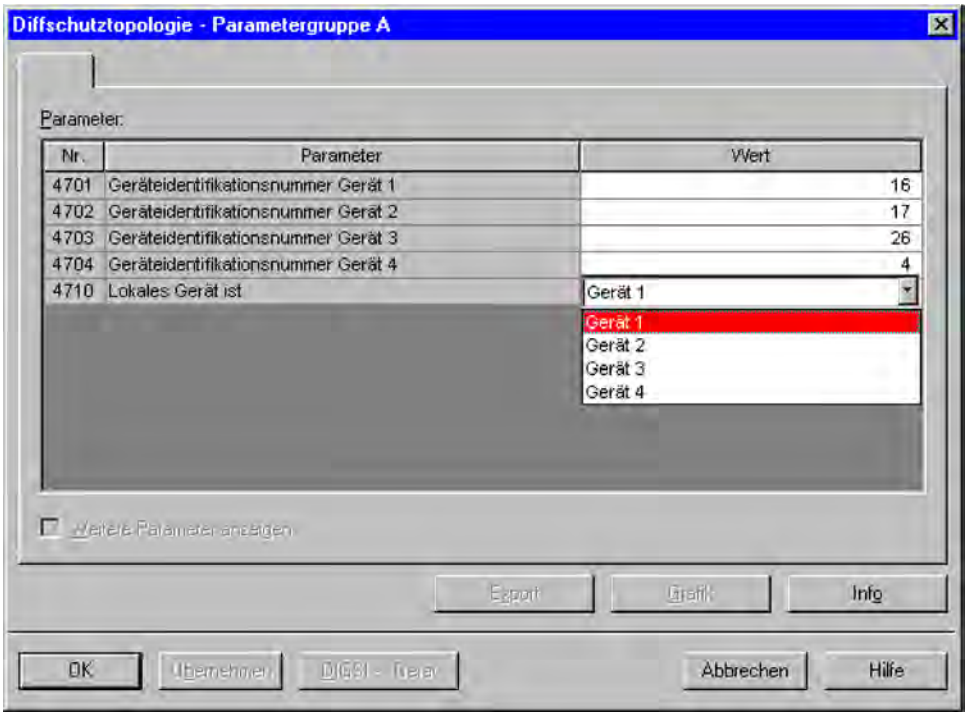


Bild 2-21 Differentialschutztopologie für 4 Enden mit 4 Geräten — Beispiel

Achten Sie darauf, dass die Parameter der Differentialschutztopologie für das Differentialschutzsystem schlüssig sind:

- Jeder Geräte-Index darf nur einmal vorkommen.
- Jeder Geräte-Index muss eindeutig einer Geräte-Ident zugeordnet sein.
- Jeder Geräte-Index muss einmal der Index eines lokalen Gerätes sein.
- Das Gerät mit dem Index 1 ist die Quelle für die Absolutzeitführung (Absolutzeitmaster)
- Die Anzahl der konfigurierten Geräte muss in allen Geräten gleich sein.

Beim Anlauf des Schutzsystems werden die oben angeführten Bedingungen überprüft. Ist eine noch nicht erfüllt, ist kein Differentialschutzbetrieb möglich.

Das Gerät meldet dann den Fehler mit den Meldungen

- „`DT inkonsistent`“ (Device Table enthält mehrere gleiche Geräte-Ident-Nummern)
- „`DT ungleich`“ (Unterschiedliche Einstellungen der Parameter 4701 bis 4706)
- „`Gleiche G Adr`“ (Im Schutzsystem existieren Geräte mit gleichen Einstellungen des Parameters 4710)

Wenn die Meldung „Par. inkonsist.“ KOM angezeigt wird, wird der Differentialschutz ebenfalls blockiert. In diesem Fall sind folgende in den Geräten gleich einzustellende Parameter unterschiedlich eingestellt.

- Parameter 230 **NENNFREQUENZ**
- Parameter 143 **TRAFO** im Schutzbereich
- Parameter 1104 **IN-BTR PRIMÄR**
- Parameter 1106 **BEZUGSLEISTUNG** primär Parameter 1106 ist nur sichtbar, wenn Parameter 143 auf ja eingestellt ist
- Parameter 112 **DIFF-SCHUTZ** vorhanden
- Parameter 149 **LADESTR.KOMP** vorhanden

2.2.4.2 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4701	G-ID-GERAET 1	1 .. 65534	1	Geräteidentifikationsnummer Gerät 1
4702	G-ID-GERAET 2	1 .. 65534	2	Geräteidentifikationsnummer Gerät 2
4703	G-ID-GERAET 3	1 .. 65534	3	Geräteidentifikationsnummer Gerät 3
4704	G-ID-GERAET 4	1 .. 65534	4	Geräteidentifikationsnummer Gerät 4
4705	G-ID-GERAET 5	1 .. 65534	5	Geräteidentifikationsnummer Gerät 5
4706	G-ID-GERAET 6	1 .. 65534	6	Geräteidentifikationsnummer Gerät 6
4710	LOKALES GERAET	Gerät 1 Gerät 2 Gerät 3 Gerät 4 Gerät 5 Gerät 6	Gerät 1	Lokales Gerät ist

2.2.4.3 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3452	>Ger.Abmeld.ein	EM	> Gerät abmelden ein
3453	>Ger.Abmeld.aus	EM	> Gerät abmelden aus
3457	Ringtopologie	AM	Ringtopologie
3458	Kettentopologie	AM	Kettentopologie
3459	Ger.Abmeld. E/A	IE	Gerät abmelden Ein/Aus
3460	Ger.Abm.E/A Bin	IE	Gerät abmelden Ein/Aus ü. Bin.eingabe
3464	Topol komplett	AM	Kommunikationstopologie komplett
3475	Ger1 abgem	IE	Gerät 1 abgemeldet
3476	Ger2 abgem	IE	Gerät 2 abgemeldet
3477	Ger3 abgem	IE	Gerät 3 abgemeldet
3478	Ger4 abgem	IE	Gerät 4 abgemeldet
3479	Ger5 abgem	IE	Gerät 5 abgemeldet
3480	Ger6 abgem	IE	Gerät 6 abgemeldet
3484	Ger abmeld	IE	Lokales Gerät abmelden
3487	Gleiche G Adr	AM	Gleiche Geräteadresse in Konstellation
3491	Ger1 vorh.	AM	Gerät 1 Verbindung vorhanden
3492	Ger2 vorh.	AM	Gerät 2 Verbindung vorhanden
3493	Ger3 vorh.	AM	Gerät 3 Verbindung vorhanden
3494	Ger4 vorh.	AM	Gerät 4 Verbindung vorhanden
3495	Ger5 vorh.	AM	Gerät 5 Verbindung vorhanden
3496	Ger6 vorh.	AM	Gerät 6 Verbindung vorhanden

2.3 Differentialschutz

Der Differentialschutz stellt die erste Hauptschutzfunktion des Gerätes dar. Er arbeitet auf der Grundlage des Stromvergleiches. Hierzu muss an jedem Ende eines zu schützenden Bereiches ein Gerät installiert werden. Über Kommunikationsverbindungen tauschen die Geräte ihre Messgrößen miteinander aus. In jedem Gerät wird damit der Stromvergleich durchgeführt und im Falle eines internen Kurzschlusses der zugeordnete Leistungsschalter ausgelöst.

7SD5 ist – je nach Bestellvariante – für Schutzobjekte mit bis zu 6 Enden ausgelegt. Damit können außer normale Leitungen auch Drei- und Mehrbeinleitungen mit oder ohne im Block geschaltete Transformatoren sowie auch kleinere Sammelschienen geschützt werden. Der Schutzbereich wird selektiv durch die Stromwandler an seinen Enden abgegrenzt.

Der Differentialschutz (Main1) kann parallel zum Distanzschutz (Main2) oder als alleinige Schutzfunktion (Main Only) projektiert werden (siehe Abschnitt 2.1.1.3).

2.3.1 Funktionsbeschreibung

Grundprinzip an zwei Enden

Der Differentialschutz beruht auf einem Stromvergleich. Bei ihm wird ausgenutzt, dass z.B. ein Leiterstück L (Bild 2-22) im ungestörten Betriebszustand stets an beiden Enden denselben Strom i (gestrichelt) führt. Dieser fließt auf der einen Seite in den betrachteten Bereich hinein und verlässt ihn auf der anderen Seite wieder. Eine Stromdifferenz ist das sichere Kennzeichen für einen Fehler innerhalb des Leiterstückes. Die Sekundärwicklungen der Stromwandler **W1** und **W2** an den Leitungsenden könnten bei gleicher Übersetzung so zusammengeschaltet werden, dass sich ein geschlossener Stromkreis mit dem Sekundärstrom **I** ergibt und ein in die Querverbindung geschaltetes Messglied **M** beim ungestörten Betriebszustand stromlos bleibt.

Bei einem Fehler im durch die Wandler abgegrenzten Bereich bekommt das Messglied einen zur Summe $i_1 + i_2$ der von beiden Seiten einfließenden Fehlerströme proportionalen Strom $\underline{I}_1 + \underline{I}_2$ zugeführt. Die einfache Anordnung nach Bild 2-22 führt also bei einem Kurzschluss im Schutzbereich, in dem ein für das Ansprechen des Messgliedes **M** ausreichender Fehlerstrom fließt, zuverlässig zum Arbeiten des Schutzes.

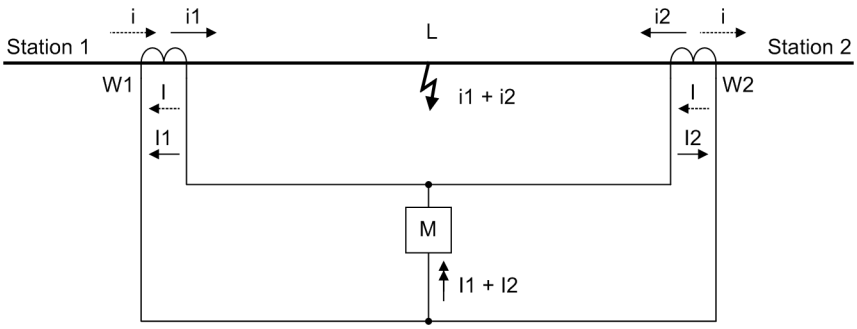


Bild 2-22 Grundprinzip des Differentialschutzes für eine Leitung mit zwei Enden

Grundprinzip an mehreren Enden

Bei Leitungen mit drei oder mehr Enden oder bei Sammelschienen wird das Differentialprinzip dahingehend erweitert, dass im ungestörten Betrieb die Summe aller in das Schutzobjekt einfließenden Ströme Null sein muss, bei einem Kurzschluss aber die Summe der einfließenden Ströme gleich dem Fehlerstrom ist (siehe Bild 2-23 als Beispiel für 4 Enden).

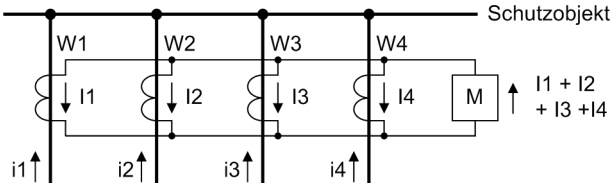


Bild 2-23 Grundprinzip des Differentialschutzes für 4 Enden (1–phasige Darstellung)

Messwertübertragung

Wenn das Schutzobjekt räumlich zusammenhängend ist – wie bei Generatoren, Transformatoren, Sammelschienen – lassen sich die Messgrößen unmittelbar verarbeiten. Anders bei Leitungen, wo der Schutzbereich mehr oder weniger entfernt von einer Station zu einer anderen reicht. Damit die Messgrößen von allen Leitungsenden an jedem Leitungsende verarbeitet werden können, müssen diese in geeigneter Form übertragen werden. Auf diese Weise kann die Auslösebedingung an jedem Leitungsende überprüft und ggf. der jeweils örtliche Leistungsschalter betätigt werden.

Bei 7SD5 werden die Messgrößen in digitalen Telegrammen verschlüsselt und über Kommunikationskanäle übertragen. Hierzu verfügt jedes Gerät über mindestens eine Wirkschnittstelle.

Bild 2-24 zeigt dies für eine Leitung mit zwei Enden. Jedes Gerät erfasst den örtlichen Strom und sendet die Information über dessen Größe und Phasenlage an das Gegenende. Die Schnittstelle für diese Schutzkommunikation wird Wirkschnittstelle genannt. Somit kann jedes Gerät die Ströme addieren und weiterverarbeiten.

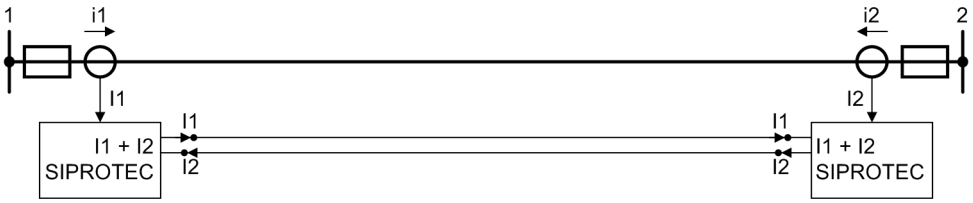


Bild 2-24 Differentialschutz für eine Leitung mit zwei Enden

Bei mehr als zwei Enden wird eine Kommunikationskette aufgebaut, so dass jedes Gerät über die Summe der in das Schutzobjekt einfließenden Ströme informiert ist. Bild 2-25 zeigt ein Beispiel für drei Enden. Die Enden **1** und **2** ergeben sich durch die links gezeichnete Stromwandleranordnung. Hier handelt es sich zwar eigentlich um nur ein Leitungsende; wegen der zwei Messstellen für die Ströme sollte dieses aber für den Differentialschutz wie zwei Enden behandelt werden. Leitungsende **3** liegt gegenüber.

Jedes Gerät erhält von den Stromwandlern die jeweils örtlichen Ströme. Gerät **1** erfasst den Strom i_1 und überträgt dessen Daten als komplexen Zeiger $\underline{I}_1$ zum Gerät **2**. Dieses addiert den Anteil $\underline{I}_2$ aus seinem Messtrom i_2 und sendet diese Teilsumme zum Gerät **3**. Die Teilsumme $\underline{I}_1 + \underline{I}_2$ erreicht schließlich Gerät **3**, das seinen Anteil I_3 hinzuaddiert. Umgekehrt läuft eine entsprechende Kette von Gerät **3** über Gerät **2** bis Gerät **1**. Auf diese Weise verfügen alle drei Geräte über die Summe aller drei an den Messstellen erfassten Ströme.

Die Reihenfolge der Geräte in der Kommunikationskette muss nicht mit deren Indizierung übereinstimmen, wie auch das Beispiel in Bild 2-25 zeigt. Die Zuordnung geschieht bei der Parametrierung der Topologie, wie in Abschnitt 2.2.1 behandelt.

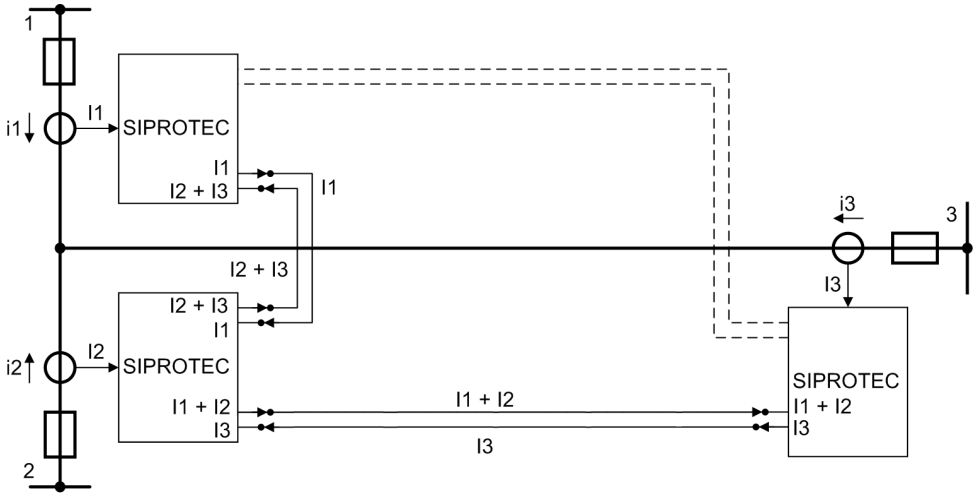


Bild 2-25 Differentialschutz für eine Leitung mit drei Enden

Die Kommunikationskette kann auch zu einem Ring zusammengeschlossen werden, wie in Bild 2-25 gestrichelt dargestellt. Dies ermöglicht eine Redundanz der Übertragung: Auch bei Ausfall einer Kommunikationsverbindung bleibt das Differentialschutzsystem insgesamt ohne Einschränkungen im Betrieb. Die Geräte erkennen eine Störung in der Kommunikation und schalten dann selbsttätig auf einen anderen Kommunikationsweg um. Es kann auch ein Leitungsende, z.B. für Prüfung oder Revision, abgeschaltet und der örtliche Schutz außer Betrieb gesetzt werden. Bei einem Kommunikationsring kann dann der übrige Betrieb ungestört weiter gehen.

Näheres über die Topologie der Gerätekommunikation finden Sie in Abschnitt 2.2.1.

Messwertsynchronisierung

Die Geräte erfassen die lokalen Ströme asynchron. Das bedeutet, dass jedes Gerät die zugehörigen Ströme von den Stromwandlern mit seinem eigenen, zufälligen Prozessortakt aufnimmt, digitalisiert und vorverarbeitet. Wenn die Ströme von zwei oder mehreren Leitungsenden verglichen werden sollen, ist es aber erforderlich, dass alle Ströme mit der gleichen Zeitbasis verarbeitet werden.

Alle zusammengehörigen Geräte tauschen mit jedem Telegramm ihren Zeitstand aus. Das Gerät mit dem Index 1 fungiert dabei als „Zeitmaster“, gibt also den Zeitrahmen vor. Jedes Gerät kann so die zeitliche Verschiebung durch die Übertragungs- und Verarbeitungszeiten, bezogen auf den „Zeitmaster“, berechnen. Mit dieser „Grobsynchronisierung“ wird ein Gleichstand der Zeitbasen von $\pm$ 0,5 ms erreicht.

Um eine hinreichend exakte Synchronisierung zu erzielen, werden die Stromwerte, bevor sie von einem Gerät zu den anderen in digitalen Telegrammen übertragen werden, zusätzlich mit einem „Zeitstempel“ versehen, der eine Aussage darüber erlaubt, zu welchem Zeitpunkt die übertragenen Stromdaten gültig gewesen sind. Die empfangenden Geräte können so aus dem empfangenen Zeitstempel und ihrer eigenen Zeitverwaltung eine Feinsynchronisierung vornehmen, d.h. die zu einem wirklich gleichen Zeitpunkt erfassten Ströme (<5 µs Toleranz) miteinander vergleichen.

Die Übertragungszeiten werden von den Geräten durch den Zeitstempel im Messdatentelegramm laufend überwacht und am jeweils empfangenden Ende berücksichtigt.

Auch die Frequenz der Messgrößen, die entscheidend ist für die genaue Berechnung von komplexen Zeigern, wird ständig gemessen und mit der Berechnung ggf. nachgeführt, damit der Zeigervergleich synchron ist. Ist das Gerät an Spannungswandler angeschlossen und ist mindestens eine Spannung in ausreichender Höhe verfügbar, wird die Frequenz aus dieser Spannung ermittelt. Anderenfalls werden die Messströme zur Frequenzermittlung herangezogen. Die ermittelten Frequenzen werden über die Kommunikationswege unter den Geräten ausgetauscht. Unter diesen Bedingungen arbeiten alle Geräte mit der aktuellen Frequenz.

Stabilisierung

Die für das Grundprinzip des Differentialschutzes gemachte Voraussetzung, dass im ungestörten Betrieb die Summe aller in das Schutzobjekt einfließenden Ströme gleich Null ist, gilt nur für die Primäranlage und auch dort nur, solange Querströme, wie sie z.B. durch die Kapazitäten von Leitungen oder die Magnetisierungsströme von Transformatoren und Querdrosseln entstehen, vernachlässigbar sind.

Die sekundären Ströme, die den Geräten über die Stromwandler angeboten werden, sind mit Messfehlern behaftet, die vom Übertragungsverhalten der Stromwandler und der Eingangskreise der Geräte selbst herrühren. Auch Übertragungsfehler, wie z.B. Signaljitter, können Messgrößenabweichungen hervorrufen. All diese Einflüsse führen dazu, dass auch im ungestörten Betrieb die Summe der in den Geräten verarbeiteten Ströme nicht exakt Null ist. Gegen diese Einflüsse wird der Differentialschutz stabilisiert.

Ladestromkompensation

Die Ladestromkompensation ist eine Zusatzfunktion für den Differentialschutz. Sie ermöglicht eine Verbesserung der Empfindlichkeit, indem der durch die Kapazitäten der Freileitung oder des Kabels verursachte Ladestrom, die durch die verteilte Kapazität der Leitung fließt, kompensiert wird.

Infolge der Kapazitäten der Leiter gegen Erde und gegeneinander fließen auch im störungsfreien Betrieb Ladeströme, die eine Differenz der Ströme an den Enden des Schutzbereiches hervorrufen. Insbesondere bei Kabeln und langen Leitungen können die kapazitiven Ladeströme beachtliche Werte erreichen.

Sind die abzweigseitigen Wandlerspannungen an die Geräte angeschlossen, kann der Einfluss der kapazitiven Ladeströme weitgehend rechnerisch kompensiert werden. Es besteht die Möglichkeit hier eine Ladestromkompensation zu aktivieren, die den tatsächlichen Ladestrom bestimmt. Bei zwei Leitungsenden übernimmt jedes Gerät die Hälfte der Ladestromkompensation, bei M Geräten übernimmt jedes den M-ten Teil. Zur Vereinfachung zeigt Bild 2-26 ein einphasiges System.

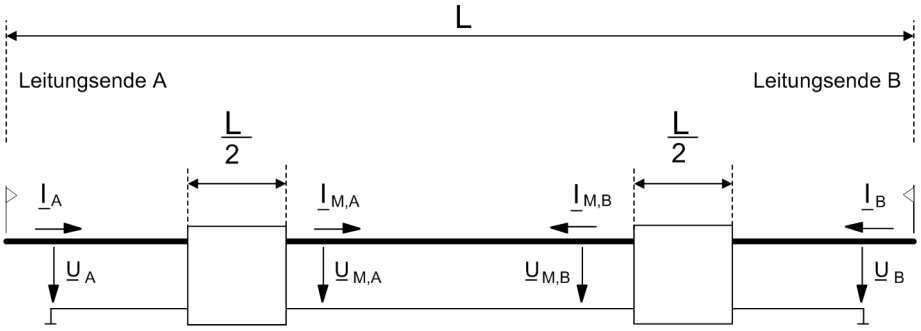


Bild 2-26 Ladestromkompensation für eine 2-Enden-Leitung (einphasiges System)

Für den ungestörten Betrieb können Ladeströme stationär als annähernd konstant angesehen werden, da sie nur von der Spannung und den Leitungskapazitäten bestimmt werden. Ohne Ladestromkompensation müssen sie daher bei der Einstellung der Empfindlichkeit des Differentialschutzes berücksichtigt werden (siehe auch Abschnitt 2.3.2 unter „Ansprechwert Differentialstrom“). Mit Ladestromkompensation ist eine Berücksichtigung an dieser Stelle nicht notwendig. Mit der Ladestromkompensation werden auch die stationären Magnetisierungsströme vor Querreaktanzen berücksichtigt. Für transiente Einschaltströme (Einschalt-Rush) verfügen die Geräte über eine gesonderte Einschaltstabilisierung (siehe unten unter Randtitel „Einschaltstabilisierung“).

Stromwandlerfehler

Um die Einflüsse von Stromwandlerfehlern zu berücksichtigen, berechnet jedes Gerät eine Selbststabilisierungsgröße I_{Fehler}. Diese ergibt sich daraus, dass aus den Daten der örtlichen Stromwandler und der Höhe der örtlich gemessenen Ströme die möglichen örtlichen Wandlerfehler abgeschätzt werden (Bild 2-27). Die Wandlerdaten wurden bei den Anlagendaten 1 (Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Stromwandlerkennlinie“) parametriert und gelten für jedes Gerät individuell. Da jedes Gerät seinen abgeschätzten Fehler an die übrigen Geräte überträgt, kann auch jedes Gerät die Summe der möglichen Fehler ermitteln und damit stabilisieren.

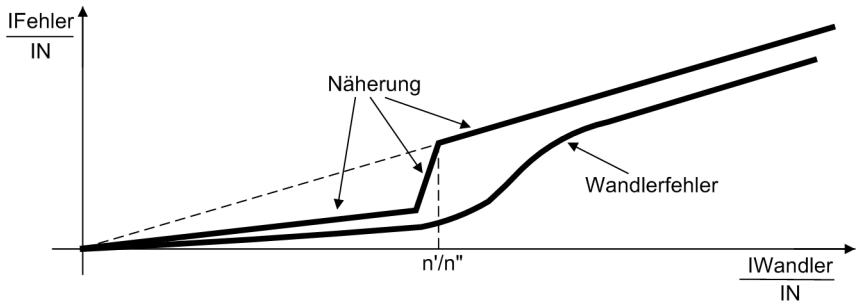


Bild 2-27 Näherung der Stromwandlerfehler

Weitere Einflüsse

Weitere Messfehler, wie sie im Gerät selber durch Hardware-Toleranzen, Berechnungstoleranzen, Zeitabweichungen oder auf Grund der „Qualität“ der Messgrößen wie Oberschwingungen und Frequenzabweichungen entstehen können, werden ebenfalls vom Gerät abgeschätzt und erhöhen die örtliche Selbststabilisierungsgröße selbsttätig. Dabei werden auch die zulässigen Streuungen in den Übertragungs- und Verarbeitungszeiten berücksichtigt.

Zeitabweichungen entstehen durch Restfehler bei der Synchronisation der Messgrößen, Laufzeitstreuungen, o.Ä. Mit GPS-Synchronisierung wird eine Erhöhung der Selbststabilisierung, die durch Laufzeitsprünge auftreten kann, verhindert.

Ist eine Einflussgröße nicht erfassbar – z.B. die Frequenz, wenn keine ausreichenden Messgrößen zur Verfügung stehen – per Definition geht das Gerät von Nenngrößen aus. Im Beispiel Frequenz heißt das: Kann die Frequenz nicht ermittelt werden, weil keine ausreichenden Messgrößen verfügbar sind, geht das Gerät von Nennfrequenz aus. Da die tatsächliche Frequenz aber innerhalb des zulässigen Bereiches (± 20 % der Nennfrequenz) von der Nennfrequenz abweichen kann, wird automatisch die Stabilisierung entsprechend erhöht. Sobald die Frequenz ermittelt worden ist (max. 100 ms nach Anliegen einer verwertbaren Messgröße), wird die Stabilisierung wieder entsprechend zurückgenommen. In der Praxis wirkt sich das aus, wenn vor Eintritt eines Kurzschlusses im zu schützenden Bereich keine Messgrößen vorhanden sind, also z.B. bei Zuschalten einer Leitung mit leitungsseitigen Spannungswandlern auf einen Fehler. Da die Frequenz zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt ist, tritt zunächst eine erhöhte Stabilisierung ein, bis die tatsächliche Frequenz ermittelt ist. Dies kann zu einer Verzögerung der Auslösung führen, jedoch nur an der Ansprechgrenze, d.h. bei sehr stromschwachen Fehlern.

Die Selbststabilisierungsgrößen werden in jedem Gerät aus der Summe der möglichen Abweichungen berechnet und an die übrigen Geräte übertragen. Auf die gleiche Weise, wie bei der Bildung der Stromsummen (Differentialströme) (siehe oben unter „Messwertübertragung“), ermittel so jedes Gerät die Summe der Stabilisierungsgrößen.

Die Selbststabilisierung sorgt dafür, dass der Differentialschutz stets mit maximal möglicher Empfindlichkeit arbeitet, da die Stabilisierungsgrößen sich automatisch an die maximal möglichen Fehler anpassen. So können auch hochohmige Fehler bei gleichzeitig hohen Lastströmen wirkungsvoll erfasst werden. Besonders bei Synchronisierung über GPS ist die Selbststabilisierung bei Verwendung von Kommunikationsnetzen auf ein Minimum reduziert, weil asymmetrische Laufzeiten der Kommunikationsstrecke durch die genaue Berechnung der Hin- und Rücklaufzeiten kompensiert werden. Eine maximale Empfindlichkeit des Differentialschutzes besteht bei direkter LWL-Verbindung.

Einschaltstabilisierung

Wenn der Schutzbereich über einen Transformator reicht, ist beim Zuschalten des Transformators mit hohem Einschaltstrom (Rush-Strom) zu rechnen, der in den Schutzbereich einfließt, ihn aber nicht wieder verlässt.

Der Einschaltrush kann ein Mehrfaches des Nennstromes erreichen und ist durch einen relativ hohen Gehalt an der zweiten Harmonischen (doppelte Nennfrequenz) gekennzeichnet, die im Kurzschlussfall nahezu völlig fehlt. Überschreitet der Gehalt an zweiter Harmonischer im Differentialstrom also eine einstellbare Schwelle, wird die Auslösung verhindert.

Die Einschaltstabilisierung hat eine obere Grenze: Oberhalb eines (einstellbaren) Stromwertes ist sie nicht mehr wirksam, da es sich dann nur um einen inneren stromstarken Kurzschluss handeln kann.

Bild 2-28 zeigt ein vereinfachtes Logikdiagramm. Die Bedingung für die Einschaltstabilisierung wird in jedem Gerät untersucht, in dem diese Funktion wirksam geschaltet ist. Die Blockierbedingung wird an alle Geräte übertragen, so dass sie auf alle Enden des Schutzobjektes wirkt.

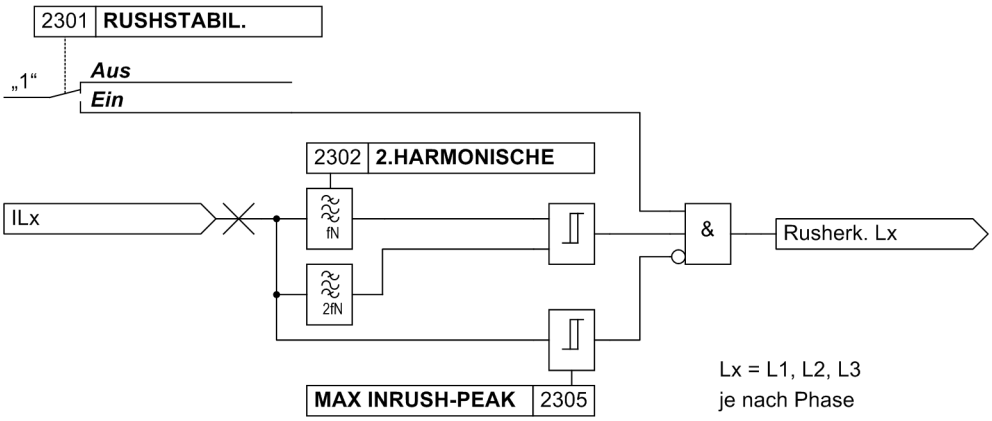


Bild 2-28 Logikdiagramm der Einschaltstabilisierung für eine Phase

Da die Einschaltstabilisierung für jeden Leiter individuell arbeitet, ist der Schutz auch optimal wirksam, wenn der Transformator auf einen 1-phasigen Fehler geschaltet wird, wobei möglicherweise in einem anderen gesunden Leiter ein Einschalt-Rushstrom fließt. Es ist jedoch auch möglich, den Schutz so einzustellen, dass bei Überschreiten des zulässigen Oberschwingungsanteils im Strom nur eines Leiters nicht nur der Leiter mit dem Rushstrom, sondern auch die übrigen Leiter der Differentialstufe blockiert werden. Diese sog. Crossblock-Funktion kann auf eine bestimmte Dauer begrenzt werden. Das Logikdiagramm zeigt Bild 2-29.

Die Crossblock-Funktion wirkt sich ebenfalls auf alle Geräte aus, da sie nicht nur die Einschaltstabilisierung auf alle drei Phasen ausdehnt, sondern diese auch über die Kommunikationsverbindung zu den anderen Geräten sendet.

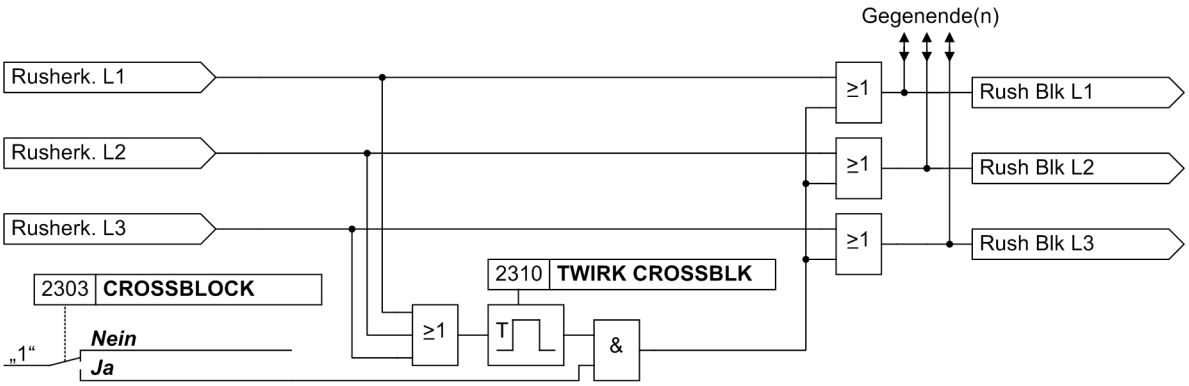


Bild 2-29 Logikdiagramm der Crossblock-Funktion für ein Ende

Auswertung der Messgrößen

Die Auswertung der Messgrößen geschieht für jede Phase getrennt. Zusätzlich wird der Erdstrom ausgewertet.

Jedes Gerät berechnet einen Differentialstrom aus der Summe der Stromzeiger, die an jedem Ende des Schutzobjektes berechnet und zu den übrigen Enden übertragen werden. Sein Betrag entspricht dem Fehlerstrom, den das Differentialschutzsystem „sieht“, im Idealfall also dem Kurzschlussstrom. Im fehlerfreien Betrieb ist er klein und entspricht bei Leitungen in erster Näherung dem Ladestrom. Bei aktiver Ladestromkompensation ist er sehr klein.

Dem Differentialstrom entgegen wirkt der Stabilisierungsstrom. Dieser ergibt sich aus der Summe der maximalen Messfehler an den Enden des Schutzobjektes und wird adaptiv aus den aktuellen Messgrößen und den eingestellten Anlagenparametern errechnet. Dazu wird der maximale Fehler der Stromwandler im Nennbereich bzw. Kurzschlussstrombereich mit dem gerade fließenden Strom an jedem Ende des Schutzobjektes multipliziert und – zusammen mit den ermittelten internen Fehlern – an die anderen Enden übertragen. Dadurch ist der Stabilisierungsstrom stets ein Abbild des maximal möglichen Messfehlers des Differentialschutzsystems.

Die Ansprechkennlinie des Differentialschutzes (Bild 2-30) ergibt sich aus der Stabilisierungskennlinie $I_{diff} = I_{stab}$ (45°-Linie), welche unterhalb des Einstellwertes **I-DIFF>** abgeschnitten ist. Sie genügt der Gleichung

I_{stab} = **I-DIFF>** + Σ (Stromwandlerfehler und andere Messfehler)

Übersteigt der errechnete Differentialstrom die Ansprechgrenze und den maximal möglichen Messfehler, so liegt ein innenliegender Fehler vor (schraffierter Bereich in Bild 2-30).

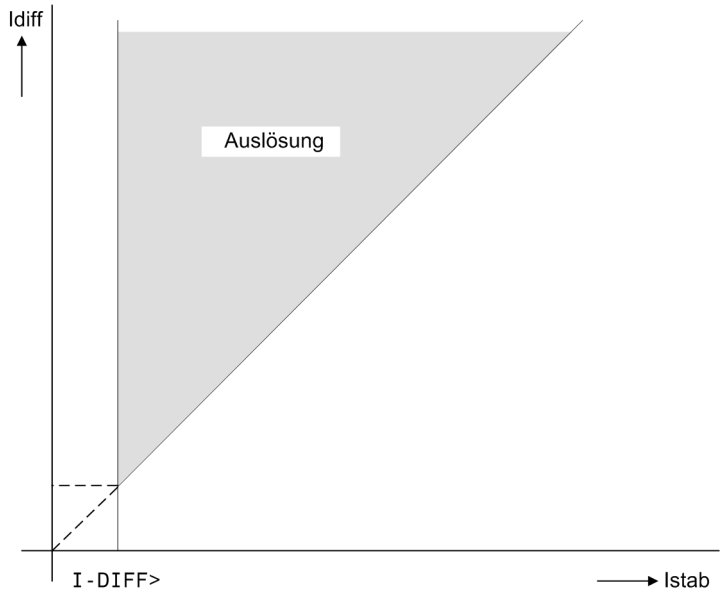


Bild 2-30 Ansprechkennlinie des Differentialschutzes I_{diff}>-Stufe

Soll nicht nur allein ein innenliegender Fehler zu einem AUS-Kommando führen, sondern soll auch zusätzlich ein lokaler Strom einer bestimmten Größe vorhanden sein, dann kann der Wert dieses Stromes unter Adresse 1219 **I> FREIG. DIFF** eingestellt werden. Als Voreinstellung für diesen Parameter ist ein Wert von Null eingestellt, so dass dieses Zusatzkriterium nicht wirksam wird.

Schneller Ladungsvergleich

Der Ladungsvergleich ist eine Differentialschutzstufe, die dem Stromvergleich (= eigentlicher Differentialschutz) überlagert ist. Er führt bei stromstarken Fehlern zu sehr schnellen Auslöseentscheidungen.

Im Ladungsvergleichsschutz werden nicht die komplexen Stromzeiger an den Enden des Schutzobjektes summiert, sondern das Integral der Ströme über ein definiertes Zeitfenster:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} i(t)\, dt$$

mit dem Integrationsintervall von t_1 bis t_2, das im 7SD5 zu $^1/_4$ Periode gewählt ist.

Die so berechnete Ladung Q ist eine skalare Größe und lässt sich daher schneller ermitteln und auch übertragen als ein komplexer Zeiger.

Die Ladungen aller Enden des Schutzobjektes werden auf die gleiche Weise aufaddiert wie die Stromzeiger beim Differentialschutz, so dass an allen Enden des Schutzbereiches die Summe der Ladungen zur Verfügung steht.

Bei Fehlern innerhalb des Schutzbereiches entsteht sofort eine Ladungsdifferenz. Bei hohen Fehlerströmen, die zur Sättigung der Stromwandler führen können, wird so eine Entscheidung noch vor Eintritt der Sättigung erreicht.

Bei äußeren Fehlern ist die Ladungsdifferenz zunächst theoretisch null. Der Ladungsvergleichsschutz entscheidet sofort auf äußeren Fehler und blockiert sich selbst. Tritt bei einem oder mehreren Stromwandlern, die den Schutzbereich abgrenzen, Sättigung ein, wird diese Blockierung aufrecht erhalten und so die durch Sättigung entstehende Differenz unschädlich gemacht. Es wird also davon ausgegangen, dass die Stromwandler mindestens für die Dauer eines Integrationsintervalls ($^1/_4$ Periode) nach Fehlereintritt noch nicht in Sättigung gehen.

Beim Zuschalten einer Leitung wird der Ansprechwert des Ladungsvergleichs automatisch für ca. 1,5 s verdoppelt. Dies vermeidet Überfunktion, wenn (z.B. auch bei automatischer Wiedereinschaltung) durch Remanenz im Stromwandlersekundärkreis Ausgleichsströme fließen, die ja eine Ladung vortäuschen, die im Primärkreis gar nicht vorhanden ist.

Der Ladungsvergleich wird für jede Phase durchgeführt. Auf diese Weise wird nach Eintritt eines äußeren Fehlers ein innerer Fehler (Folgefehler) in einer anderen Phase ebenfalls sofort erkannt. Die Grenzen des Ladungsvergleichs sind erreicht im eher unwahrscheinlichen Fall, dass ein (innerer) Folgefehler nach einem äußeren Fehler in der gleichen Phase mit erheblicher Stromwandlersättigung auftritt. Dieser muss von der Stromvergleichsstufe im Differentialschutz erkannt werden.

Der Ladungsvergleich wird weiterhin durch Ladeströme von Leitungen und Querströmen von Transformatoren (stationär und transient) beeinflusst, die ebenfalls eine Ladungsdifferenz hervorrufen. Er ist daher, wie schon eingangs erwähnt, als Ergänzung des Differentialschutzes für schnelle Auslösung bei stromstarken Kurzschlüssen geeignet. Normalerweise ist der Ladungsvergleich höher als der Nennstrom eingestellt. Eine aktivierte Ladestromkompensation bleibt beim Ladungsvergleich ohne Einfluss.

Blockierung/Interblockierung

Der Distanzschutz, sofern vorhanden und parametriert, übernimmt automatisch die Funktion des Schutzes, wenn der Differentialschutz über einen Binäreingang blockiert wird. Die Blockierung an einem Ende des Schutzobjektes wirkt sich über die Kommunikationsverbindung auf alle Enden aus (Interblockierung). Ist der Distanzschutz nicht vorhanden oder unwirksam und ist der Überstromzeitschutz als Notfunktion konfiguriert, schalten alle Geräte automatisch auf Notbetrieb um.

Beachten Sie bitte auch, dass der Differentialschutz durch einen festgestellten Drahtbruch an einem Ende des Schutzobjektes an allen Enden phasenselektiv blockiert wird. Die Meldung „Drahtbruch“ wird nur an dem Gerät erzeugt, an dem der Drahtbruch festgestellt wurde. An den anderen Geräten wird die phasenselektive Blockierung des Differentialschutzes durch einen Drahtbruch dadurch angezeigt, dass anstatt des Differential- und Stabilisierungsstromes für die betroffene Phase Striche im Display angezeigt werden. Im Falle einer phasenselektiven Blockierung des Differentialschutzes übernimmt nicht der Distanzschutz, sofern vorhanden und parametriert, die Schutzfunktion auf der betroffenen Phase.

Anregung des Differentialschutzes

Bild 2-31 zeigt das Logikdiagramm des Differentialschutzes. Die phasenselektiven Meldungen der Stufe werden zu allgemeinen Phasenmeldungen zusammengefasst. Außerdem wird gemeldet, welche Stufe angesprochen hat.

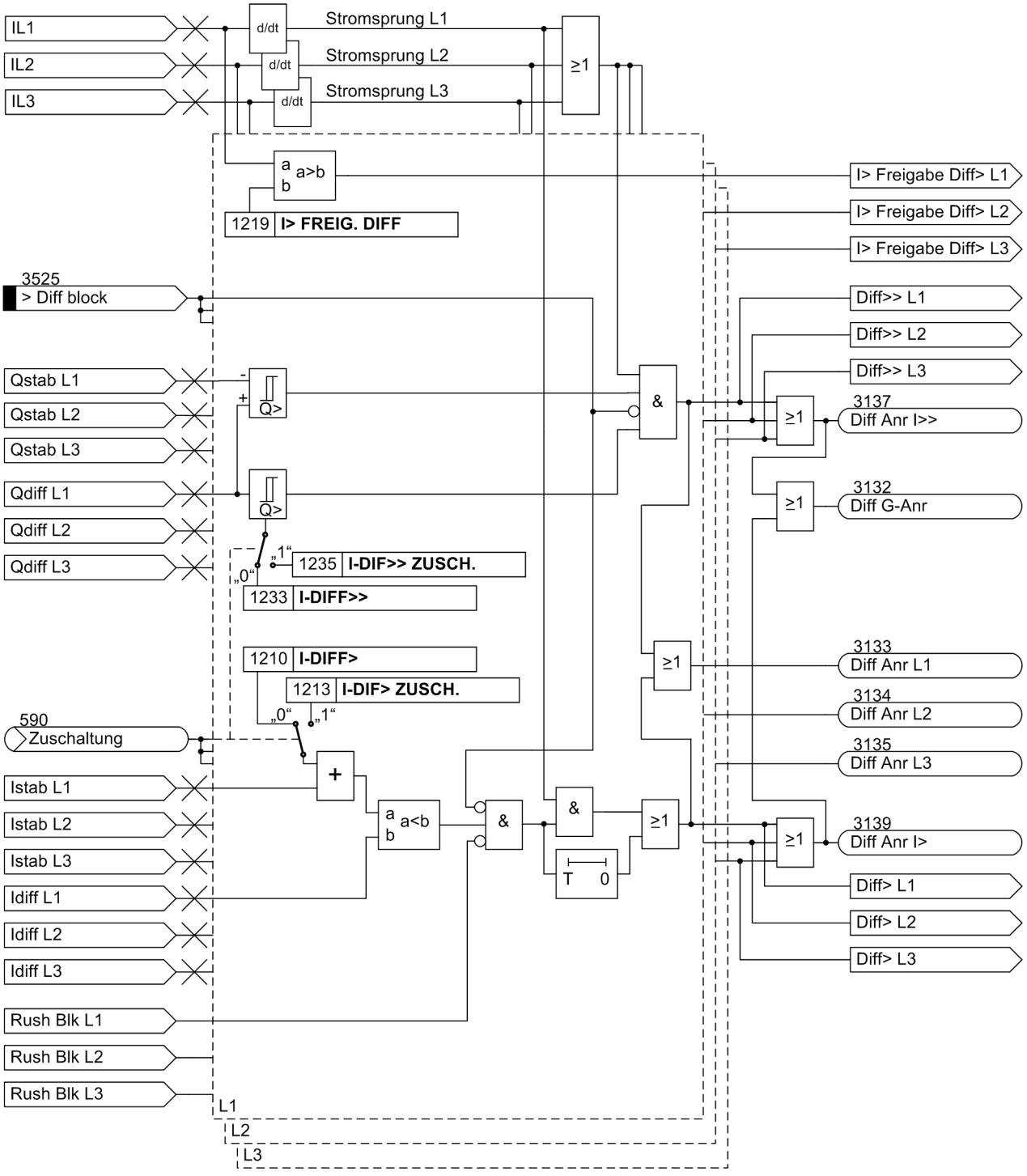


Bild 2-31 Anregelogik des Differentialschutzes

Sobald der Differentialschutz einen Fehler innerhalb seines Auslösegebietes sicher erkannt hat, wird das Signal „Diff G-Anr“ (Generalanregung des Differentialschutzes) erzeugt. Für den Differentialschutz selber hat dieses Anregesignal keine Bedeutung, da gleichzeitig die Auslösebedingungen vorliegen. Dieses Signal ist jedoch notwendig für die Initialisierung von internen oder externen Zusatzfunktionen (z.B. Störwertspeicherung, automatische Wiedereinschaltung).

Auslöselogik des Differentialschutzes

In der Auslöselogik werden die Entscheidungen der Differentialschutzstufen verknüpft und unter Zuhilfenahme der zentralen Geräte-Auslöselogik zu Ausgangssignalen verarbeitet (Bild 2-32).

Die die betroffenen Phasen identifizierenden Anregesignale der Differentialschutzstufen können über eine Zeitstufe **T-I-DIF>** verzögert werden. Unabhängig davon ist bei 1-phasiger Anregung eine kurze Blockierung möglich, um in gelöschten Netzen die Zündschwingung eines eintretenden einfachen Erdschlusses zu überbrücken.

Die so verarbeiteten Signale werden über die Auslöselogik des Gerätes zu den Ausgangssignalen „Diff G-AUS“, „Diff AUS1polL1“, „Diff AUS1polL2“, „Diff AUS1polL3“, „Diff AUS L123“ verknüpft. Dabei bedeuten die einpoligen Informationen, dass wirklich nur 1-polig ausgelöst werden soll. Die eigentliche Erzeugung der Kommandos für die Auslöserelais geschieht in der Auslöselogik des Gesamtgerätes (siehe Abschnitt 2.24.1).

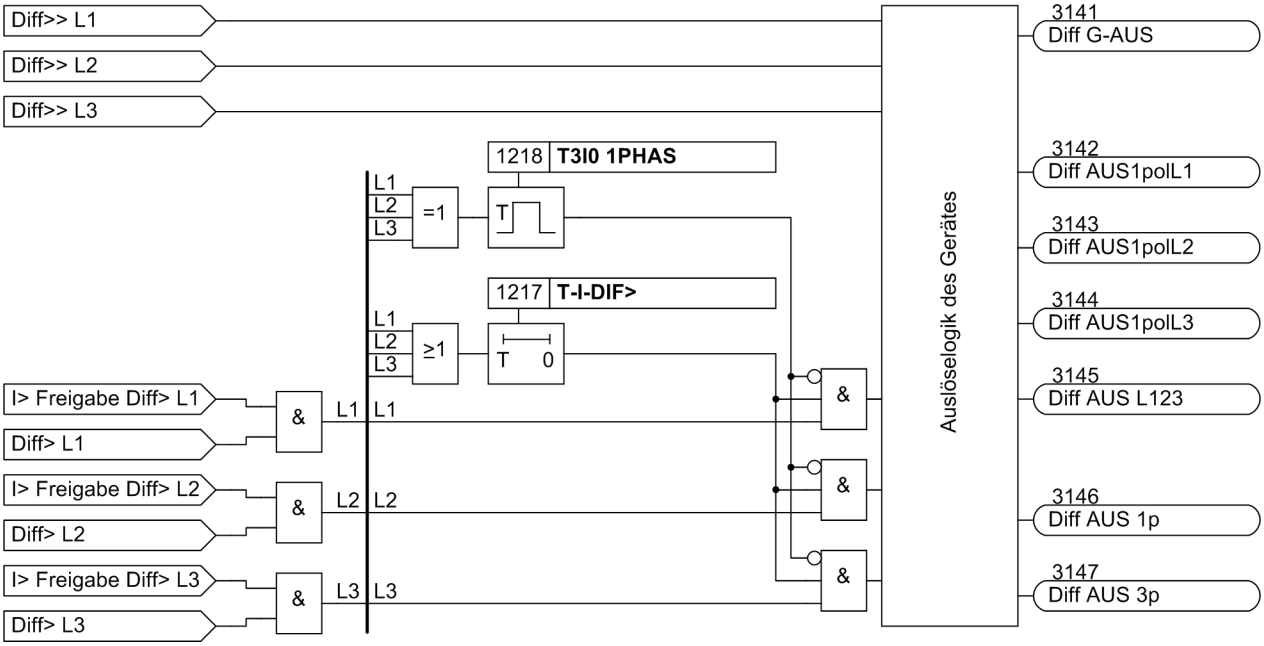


Bild 2-32 Auslöselogik des Differentialschutzes

2.3.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Differentialschutz kann unter Adresse 1201 **DIFF.-SCHUTZ** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Wird ein einzelnes Gerät an einem beliebigen Ende des Schutzobjektes ausgeschaltet, ist keine Messwertbildung mehr möglich. Der gesamte Differentialschutz aller Enden ist dann blockiert. Ist der Distanzschutz vorhanden und projektiert, so übernimmt dieser die Hauptschutzfunktion.

Ansprechwert Differentialstrom

Die Stromempfindlichkeit wird unter Adresse 1210 **I-DIFF>** eingestellt. Maßgebend ist der gesamte bei einem Kurzschluss in den Schutzbereich einfließende Strom, also der Gesamt-Fehlerstrom, unabhängig davon, wie er sich auf die Enden des Schutzobjektes aufteilt.

Ist die Ladestromkompensation unter Adresse 1221 **Ic-KOMP.** = ***Ein*** geschaltet, kann der Ansprechwert **I-DIFF>** auf $1 \cdot I_{cN}$ eingestellt werden. Damit wird der Restfehler der Ladestromkompensation berücksichtigt.

Ohne Ladestromkompensation (Adresse 1221 **Ic-KOMP.** = ***Aus***) ist dieser Ansprechwert so einzustellen, dass er über dem gesamten stationären Querstrom des Schutzobjektes liegt. Bei Kabeln und langen Freileitungen ist insbesondere der Ladestrom zu berücksichtigen.

Der Ladestrom errechnet sich aus der Betriebskapazität:

$I_C = 3{,}63 \cdot 10^{-6} \cdot U_N \cdot f_N \cdot C_B' \cdot s$

mit

I_C	dem zu ermittelnden Ladestrom in A primär
U_N	der Nennspannung des Netzes in kV
f_N	der Nennfrequenz des Netzes in Hz
C_B'	der bezogenen Betriebskapazität der Leitung in nF/km
s	der Länge der Leitung in km

Bei Leitungen mit mehreren Enden ist als Länge die Summe aller Teilstrecken zu verstehen.

Mit Rücksicht auf Spannungs- und Frequenzschwankungen sollte mindestens das 2- bis 3-fache des so ermittelten Ladestromes eingestellt werden. Auch sollte der Ansprechwert nicht unter 15 % des Betriebsnennstromes liegen. Der Betriebsnennstrom ergibt sich entweder aus der Nennscheinleistung eines Transformators im Schutzbereich, wie in Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Topologiedaten bei Trafo im Schutzbereich (wahlweise)“ beschrieben oder aus den Adressen 1104 **IN-BTR PRIMÄR** gemäß Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Nennwerte des Schutzobjektes bei Leitungen“. Er muss an allen Enden des Schutzobjektes gleich sein.

Werden keine Spannungen gemessen, wird der kompensierte Ladestrom unter Adresse 1224 **IcSTAB**/**IcN** berücksichtigt. Dieses Verhältnis steht normalerweise auf 2,5 und stellt damit das 2- bis 3-fache bzw. **IcSTAB**/**IcN** · **I-DIFF>** des ermittelten Ladestroms ein.

Bei Parametrierung mittels PC und DIGSI kann wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen parametriert werden. Bei Parametrierung in Sekundärgrößen müssen die Ströme auf die Sekundärseite der Stromwandler umgerechnet werden.

Rechenbeispiel:

110 kV Einleiter-Ölkabel

Querschnitt = 240 mm^2

Nennfrequenz f_N = 50 Hz

Länge s = 16 km

Betriebskapazität C_B' = 310 nF/km

Stromwandler, Wandlerverhältnis 600 A/5 A

Daraus errechnet sich der stationäre Ladestrom:

$I_C = 3{,}63 \cdot 10^{-6} \cdot U_N \cdot f_N \cdot C_B' \cdot s = 3{,}63 \cdot 10^{-6} \cdot 110 \cdot 50 \cdot 310 \cdot 16 = 99$ A

Bei Einstellung in Primärwerten stellt man mindestens das 2-fache ein, also:

Einstellwert **I-DIFF>** = 200 A

Einstellwert mit Ladestromkompensation **I-DIFF>** = 100 A

Bei Einstellung in Sekundärwerten muss dieser Wert auf Sekundärgröße umgerechnet werden:

$$\text{Einstellwert I-DIFF>} = \frac{200\ \text{A}}{600\ \text{A}} \cdot 5\ \text{A} = 1{,}67\ \text{A}$$

Ist ein Leistungstransformator mit Spannungsregelung im Schutzbereich, ist zu beachten, dass sich bereits im stationären Betrieb ein Differentialstrom ergibt, der von der Stellung des Stufenstellers abhängig ist. Beachten Sie hierzu auch die Hinweise im Kapitel 2.1.2.1 Einstellhinweise, Randtitel „Transformator mit Spannungsregelung “.

Ansprechwert beim Zuschalten

Beim Einschalten langer, unbelasteter Kabel, Freileitungen und kompensierter Leitungen kann es zu ausgeprägten höherfrequenten Ausgleichsvorgängen kommen. Diese werden mittels digitaler Filter des Differentialschutzes stark gedämpft. Um dennoch ein einseitiges Ansprechen des Schutzes beim Zuschalten sicher zu verhindern, wird der Ansprechwert **I-DIF> ZUSCH.** (Adresse 1213) eingestellt. Dieser Ansprechwert wirkt immer, sobald ein Gerät das Zuschalten seines Endes nach spannungsloser Leitung erkannt hat. Alle Geräte werden dann für die Zuschalt-Wirkzeit **T WIRK ZUSCHALT**, die bei den allgemeinen Schutzdaten unter Adresse 1132 eingestellt wurde (Abschnitt 2.1.4.1), auf diese Zuschaltempfindlichkeit umgeschaltet. Eine Einstellung auf das 3- bis 4-fache des stationären Ladestromes gewährleistet i.Allg. die Stabilität des Schutzes beim Einschalten. Für das Zuschalten von Transformatoren und Querdrosseln verfügt das Gerät über eine Einschaltrushsperre (siehe unten unter Randtitel „Einschaltstabilisierung“).

Eine Kontrolle der Ansprechschwellen wird bei der Inbetriebsetzung vorgenommen. Hinweise dazu finden Sie im Kapitel Montage und Inbetriebsetzung.

Verzögerungen

In speziellen Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, die Auslösung des Differentialschutzes mit einer Zusatzzeitstufe zu verzögern, z.B. für rückwärtige Verriegelung. Die Verzögerungszeit **T-I-DIF>** (Adresse 1217) wird gestartet, wenn auf inneren Fehler erkannt worden ist. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Wenn der Differentialschutz in einem isolierten oder gelöschten Netz eingesetzt wird, muss sichergestellt sein, dass eine Auslösung auf Grund der Zündschwingung eines einfachen Erdschlusses unterbunden wird. Hierzu wird das Ansprechen auf einen einfachen Erdschluss mittels Adresse 1218 **T3IO 1PHAS** um 0,04 s (Voreinstellung) verzögert. In ausgedehnten gelöschten Netzen sollte diese Zeit vergrößert werden. Bei Einstellung auf ∞ wird einphasige Anregung vollends unterdrückt.

Beachten Sie bitte, dass der Parameter **T3IO 1PHAS** ebenso bei der Distanzschutzfunktion seine Verwendung findet. Die Einstellung, die Sie hier treffen, wirkt sich auch auf den Distanzschutz aus (siehe auch Abschnitt 2.5.1.4 unter dem Randtitel „Erdfehlererkennung“).

Wenn gewünscht wird, dass bei einem innenliegendem Fehler nur dann ein AUS-Kommando erzeugt wird, wenn gleichzeitig der Strom des lokalen Leitungsendes eine bestimmte Größe überschritten hat, dann kann diese Stromschwelle zur Freigabe des Differentialschutz-AUS unter Adresse 1219 **I> FREIG. DIFF** eingestellt werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Ansprechwert Ladungsvergleichsstufe

Die Ansprechschwelle der Ladungsvergleichsstufe wird unter Adresse 1233 **I-DIFF>>** eingestellt. Maßgebend ist der Effektivwert des Stromes; die Umrechnung in Ladungswerte nimmt das Gerät selber vor.

Einstellung auf etwa Betriebsnennstrom ist normalerweise angemessen. Beachten Sie auch hier, dass sich die Einstellung auf Betriebsnenngrößen bezieht, die an allen Enden des Schutzobjektes primär gleich sein müssen.

Da diese Stufe sehr schnell reagiert, muss jedoch ein Ansprechen auf kapazitive Ladeströme (bei Leitungen) und induktive Magnetisierungsströme (bei Transformatoren oder Querdrosseln) – auch bei Schaltvorgängen – ausgeschlossen werden. Dies gilt auch bei eingeschalteter Ladestromkompensation, da diese für den Ladungsvergleich nicht wirksam ist.

In gelöschten Netzen soll auch der Wert des ungelöschten Erdschlussstromes nicht unterschritten werden. Dieser ergibt sich aus dem gesamten kapazitiven Erdschlussstrom ohne Berücksichtigung der Petersen-Spule. Da die Petersen-Spule in etwa den gesamten kapazitiven Erdschlussstrom kompensieren soll, kann auch in etwa deren Nennstrom zu Grunde gelegt werden.

Bei Transformatoren können Sie als Daumenwert $I_{N\ Trafo}/U_{k\ Trafo}$ einstellen.

Eine endgültige dynamische Kontrolle der Ansprechschwellen wird bei der Inbetriebsetzung vorgenommen. Hinweise dazu finden Sie im Kapitel Montage und Inbetriebsetzung.

Ansprechwert beim Zuschalten des Ladungsvergleichs

Sollten bei einem Trafo im zu schützendem Leitungsabschnitt Durchführungswandler verwendet werden, kann es bei Wiedereinschaltung nach einem externem Fehler zu Streuflüssen durch die Durchführungswandler hindurch kommen. Diese Streuflüsse können zur Verfälschung des Sekundärstromes und zur Überfunktion des Ladungsvergleichs führen.

Wenn Durchführungswandler verwendet werden, sollte der Parameter 1235 **I-DIF>> ZUSCH.** auf den 2- bis 3-fachen Einstellwert von **I-DIFF>>** gestellt werden. Die Voreinstellung von **I-DIF>> ZUSCH.** entspricht der Voreinstellung des Parameters 1233 **I-DIFF>>**. Der Parameter ist damit in der Voreinstellung wirkungslos.

Ladestromkompensation

Voraussetzung für die Verwendung der Ladestromkompensation ist, dass bei der Konfiguration des Geräteumfanges (Abschnitt 2.1.2) unter Adresse 149 **LADESTR.KOMP** = ***vorhanden*** projektiert wurde. Außerdem müssen die Leitungsdaten parametriert sein (Abschnitt 2.1.4.1). Bei mehr als zwei Leitungsenden ist insbesondere der Parameter unter Adresse 1114 **LTGS.GES.LÄNGE** zu berücksichtigen. Wenn für die gesamte Leitungslänge in Adresse 1114 die Längeneinheit unter Adresse 236 geändert wird, müssen die Leitungsdaten hier erneut für die geänderte Längeneinheit eingestellt werden. Dabei können unrealistische Daten eingegeben werden (sehr lange Leitung mit extremer Kapazität). Die Ladestromkompensation erkennt dies, meldet sich dann unwirksam und stabilisiert mit einem sehr großen Stabilisierungsstrom. Auch zu erkennen an der Ausgabe der Stabilisierungsmesswerte und einer „wirksam-gehend“ Meldung.

Sie können unter Adresse 1221 **Ic-KOMP.** bestimmen, ob die Ladestromkompensation ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet sein soll. Beachten Sie hierbei, dass der Parameter **I-DIFF>** unter Adresse 1210 vor dem ***Aus***schalten unbedingt auf das 2- bis 3-fache von I_{cN} erhöht werden muss, da es sonst zur unerwünschten Auslösung kommen kann.

Hinweis

Befindet sich ein Transformator oder Kompensationsdrosseln im zu schützenden Leitungsabschnitt, darf die Ladestromkompensation nicht eingeschaltet werden.

Ein aktives Schutzgerät ist unter den folgenden Umständen nicht in der Lage, den Ladestrom abzuschätzen (die Ladestromkompensation ist unwirksam):

- wenn keine Spannungen gemessen werden (projektierungsabhängig),
- bei Fuse Failure oder
- bei Erkennung eines ΣU-Messfehlers.

In diesen Fällen bleibt das Schutzgerät für die vorgesehene Leitungsstrecke zuständig, muss aber zu der klassischen Stabilisierungsstrategie zurückkehren, d.h. I_{cStab} beträgt das 2- bis 3-fache von I_{cN}. Der berechnete Ladestrom wird auf Null gesetzt. Aber die Ladestromtoleranz sollte auf 2,5 · I_{cN} · Leitungsstreckenanteil gesetzt sein, was eine Überfunktion des Schutzes vermeidet. Mit der Adresse 1224 **IcSTAB / IcN** können Sie den Stabilisierungsfaktor des Ladestroms bestimmen. Da zuvor mit der empfohlenen Einstellung 1210 **I-DIFF> =** 1 · I_{cN}, der Ladestrom schon einmal berücksichtigt wurde, errechnet sich der zusätzliche Stabilisierungswert des Geräts zu (**IcSTAB / IcN** – 1) · **I-DIFF>** dividiert durch die Anzahl der Geräte. Dieser Wert wird bei Ausfall der zu messenden Spannung des Schutzgerätes, auf die normale Stabilisierung addiert.

Einschaltstabilisierung

Die Einschaltstabilisierung des Differentialschutzes ist nur notwendig bei Einsatz der Geräte über einen Transformator oder Leitungen, die auf einen Transformator enden. Der Transformator befindet sich innerhalb der Differentialschutzzone. Die Einschaltstabilisierung kann unter Adresse 2301 **RUSHSTABIL.** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Sie basiert auf der Bewertung der im Einschaltrush vorhandenen zweiten Harmonischen. Bei Lieferung ist unter Adresse 2302 ein Verhältnis **2.HARMONISCHE** I_{2fN}/I_{fN} von **15 %** eingestellt, das in der Regel unverändert übernommen werden kann. Der zum Stabilisieren notwendige Anteil ist jedoch parametrierbar. Um im Ausnahmefall bei besonders ungünstigen Einschaltbedingungen stärker stabilisieren zu können, kann auch ein kleinerer Wert eingestellt werden.

Überschreitet der örtlich gemessene Strom jedoch einen in Adresse 2305 **MAX INRUSH-PEAK** vorgegebenen Wert, findet keine Einschaltstabilisierung mehr statt. Maßgebend ist der Scheitelwert. Der Wert sollte höher sein als der maximal zu erwartende Scheitelwert des Einschalt-Rushstromes. Bei Transformatoren kann man als Daumenwert oberhalb $\sqrt{2}\cdot I_{NTrafo}/u_{kTrafo}$ einstellen. Endet eine Leitung auf einen Transformator, kann man mit Rücksicht auf die Stromdämpfung durch die Leitung u.U. einen kleineren Wert wählen.

Die Crossblock-Funktion kann unter Adresse 2303 **CROSSBLOCK** wirksam (***Ja***) oder unwirksam (***Nein***) geschaltet werden. Die Zeit nach Überschreiten der Stromschwelle, für die diese gegenseitige Blockierung wirksam werden soll, wird unter Adresse 2310 **TWIRK CROSSBLK** eingestellt. Bei Einstellung ∞ ist die Crossblock-Funktion stets wirksam, bis der Anteil zweiter Harmonischer in allen Phasen unter den eingestellten Wert abgesunken ist.

2.3.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1201	DIFF.-SCHUTZ		Aus Ein	Ein	Differentialschutz
1210	I-DIFF>	1A	0.10 .. 20.00 A	0.30 A	I-DIFF>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 100.00 A	1.50 A	
1213	I-DIF> ZUSCH.	1A	0.10 .. 20.00 A	0.30 A	I-DIF> Zuschaltung: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 100.00 A	1.50 A	
1217A	T-I-DIF>		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	T-I-DIF> : Zeitverzögerung
1218	T3I0 1PHAS		0.00 .. 0.50 s; ∞	0.04 s	Verzögerung bei 1ph. Anregung (gel/isol)
1219A	I> FREIG. DIFF	1A	0.10 .. 20.00 A; 0	0.00 A	Min. lokaler Strom z. Freig. d. DIFF-AUS
		5A	0.50 .. 100.00 A; 0	0.00 A	
1221	Ic-KOMP.		Aus Ein	Aus	Ladestromkompensation
1224	IcSTAB/IcN		2.0 .. 4.0	2.5	Ic stab / Ic nenn
1233	I-DIFF>>	1A	0.8 .. 100.0 A; ∞	1.2 A	I-DIFF>>: Ansprechwert
		5A	4.0 .. 500.0 A; ∞	6.0 A	
1235	I-DIF>> ZUSCH.	1A	0.8 .. 100.0 A; ∞	1.2 A	I-DIF>> Zuschaltung: Ansprechwert
		5A	4.0 .. 500.0 A; ∞	6.0 A	
2301	RUSHSTABIL.		Aus Ein	Aus	Einschaltrush-Stabilisierung
2302	2.HARMONISCHE		10 .. 45 %	15 %	Anteil 2.Harmonische für Rusherkennung
2303	CROSSBLOCK		Nein Ja	Nein	Blockieren durch Crossblock-Funktion
2305	MAX INRUSH-PEAK	1A	1.1 .. 25.0 A	15.0 A	Maximaler Inrush-Peak
		5A	5.5 .. 125.0 A	75.0 A	
2310	TWIRK CROSSBLK		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	Wirksamkeit des Crossblock

2.3.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3101	Ic Komp wirksam	AM	Ic Komp wirksam
3102	Diff Inrush L1	AM	Diff: Inrush L1
3103	Diff Inrush L2	AM	Diff: Inrush L2
3104	Diff Inrush L3	AM	Diff: Inrush L3
3120	Diff wirksam	AM	Diff wirksam
3132	Diff G-Anr	AM	Diff: Generalanregung
3133	Diff Anr L1	AM	Diff: Anregung L1
3134	Diff Anr L2	AM	Diff: Anregung L2
3135	Diff Anr L3	AM	Diff: Anregung L3
3136	Diff Anr E	AM	Diff: Anregung Erde
3137	Diff Anr I>>	AM	Diff: Anregung I-Diff>>
3139	Diff Anr I>	AM	Diff: Anregung I-Diff>
3141	Diff G-AUS	AM	Diff: Generalauskommando
3142	Diff AUS1polL1	AM	Diff: Auskommando L1, nur 1polig
3143	Diff AUS1polL2	AM	Diff: Auskommando L2, nur 1polig
3144	Diff AUS1polL3	AM	Diff: Auskommando L3, nur 1polig
3145	Diff AUS L123	AM	Diff: Auskommando L123
3146	Diff AUS 1p	AM	Diff: Auskommando 1polig
3147	Diff AUS 3p	AM	Diff: Auskommando 3polig
3148	Diff blockiert	AM	Diff blockiert
3149	Diff aus	AM	Diff ist ausgeschaltet
3176	Diff Anr nurL1	AM	Diff: Anregung nur Phase L1
3177	Diff Anr L1E	AM	Diff: Anregung L1-E
3178	Diff Anr nurL2	AM	Diff: Anregung nur Phase L2
3179	Diff Anr L2E	AM	Diff: Anregung L2-E
3180	Diff Anr L12	AM	Diff: Anregung L1-L2
3181	Diff Anr L12E	AM	Diff: Anregung L1-L2-E
3182	Diff Anr nurL3	AM	Diff: Anregung nur Phase L3
3183	Diff Anr L3E	AM	Diff: Anregung L3-E
3184	Diff Anr L31	AM	Diff: Anregung L3-L1
3185	Diff Anr L31E	AM	Diff: Anregung L3-L1-E
3186	Diff Anr L23	AM	Diff: Anregung L2-L3
3187	Diff Anr L23E	AM	Diff: Anregung L2-L3-E
3188	Diff Anr L123	AM	Diff: Anregung L1-L2-L3
3189	Diff Anr L123E	AM	Diff: Anregung L1-L2-L3-E
3190	Testmodus	IE	Diff: Testmodus
3191	IBS-Modus	IE	Diff: Inbetriebsetzungsmodus
3192	Testmodus fern	AM	Diff: Testmodus von fern aktiviert
3193	IBS-Modus aktiv	AM	Diff: Inbetriebsetzungsmodus aktiv
3197	>Testmodus ein	EM	Diff: >Testmodus ein
3198	>Testmodus aus	EM	Diff: >Testmodus aus
3199	Testmodus E/A	IE	Diff: Testmodus Ein/Aus
3200	Testmod.E/A Bin	IE	Diff: Testmodus Ein/Aus ü. Bin.eingabe
3260	>IBS-Modus ein	EM	>IBS-Modus ein

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3261	>IBS-Modus aus	EM	>IBS-Modus aus
3262	IBS-Modus E/A	IE	IBS-Modus Ein/Aus
3263	IBS-Mod.E/A Bin	IE	IBS-Modus Ein/Aus über Binäreingabe
3525	> Diff block	EM	> Diff block
3526	Diffblk emp WS1	AM	Diff block empfangen von WS1
3527	Diffblk emp WS2	AM	Diff block empfangen von WS2
3528	Diffblk sen WS1	AM	Diff block senden an WS1
3529	Diffblk sen WS2	AM	Diff block senden an WS2

2.4 Schaltermitnahme und Fernauslösung

7SD5 erlaubt, ein vom örtlichen Differentialschutz gebildetes Auslösekommando zum anderen Ende bzw. zu allen anderen Enden des Schutzobjektes zu übertragen (Mitnahme). Auch ein beliebiges Kommando einer anderen internen Schutzfunktion oder einer externen Schutz-, Überwachungs- oder Steuereinrichtung kann zur Fernauslösung übertragen werden.

Die Reaktion beim Empfang eines solchen Kommandos kann für jedes Gerät individuell eingestellt werden, so dass bei mehr als zwei Enden auch eine Auswahl getroffen werden kann, für welche Enden das übertragene Kommando gilt.

Die Übertragung erfolgt phasengetrennt, so dass in allen Fällen auch zeitgleiche 1-polige Kurzunterbrechung möglich ist, vorausgesetzt, Geräte und Leistungsschalter sind für einzelpolige Auslösung vorgesehen.

2.4.1 Funktionsbeschreibung

Sendekreis

Das Sendesignal kann aus zwei Quellen kommen (Bild 2-33). Ist der Parameter **MITN. DIFF** auf ***Ja*** eingestellt, wird jedes Auslösekommando des Differentialschutzes unmittelbar auf die Sendefunktion „Mitn.Sen L1“ bis „...L3“ geleitet (Mitnahme) und über die Kommunikationsverbindungen an den Wirkschnittstellen übertragen.

Weiter besteht die Möglichkeit, die Sendefunktion über Binäreingänge auszulösen (Fernauslösung). Dies kann entweder phasengetrennt über die Eingangsfunktionen „> Mitnahme L1“, „> Mitnahme L2“ und „> Mitnahme L3“ geschehen, oder phasengemeinsam (3-polig) über die binäre Eingangsfunktion „> Mitnahme 3pol“. Das Sendesignal kann mit **TMITN VERZ** verzögert und mit **TMITN VERL** verlängert werden.

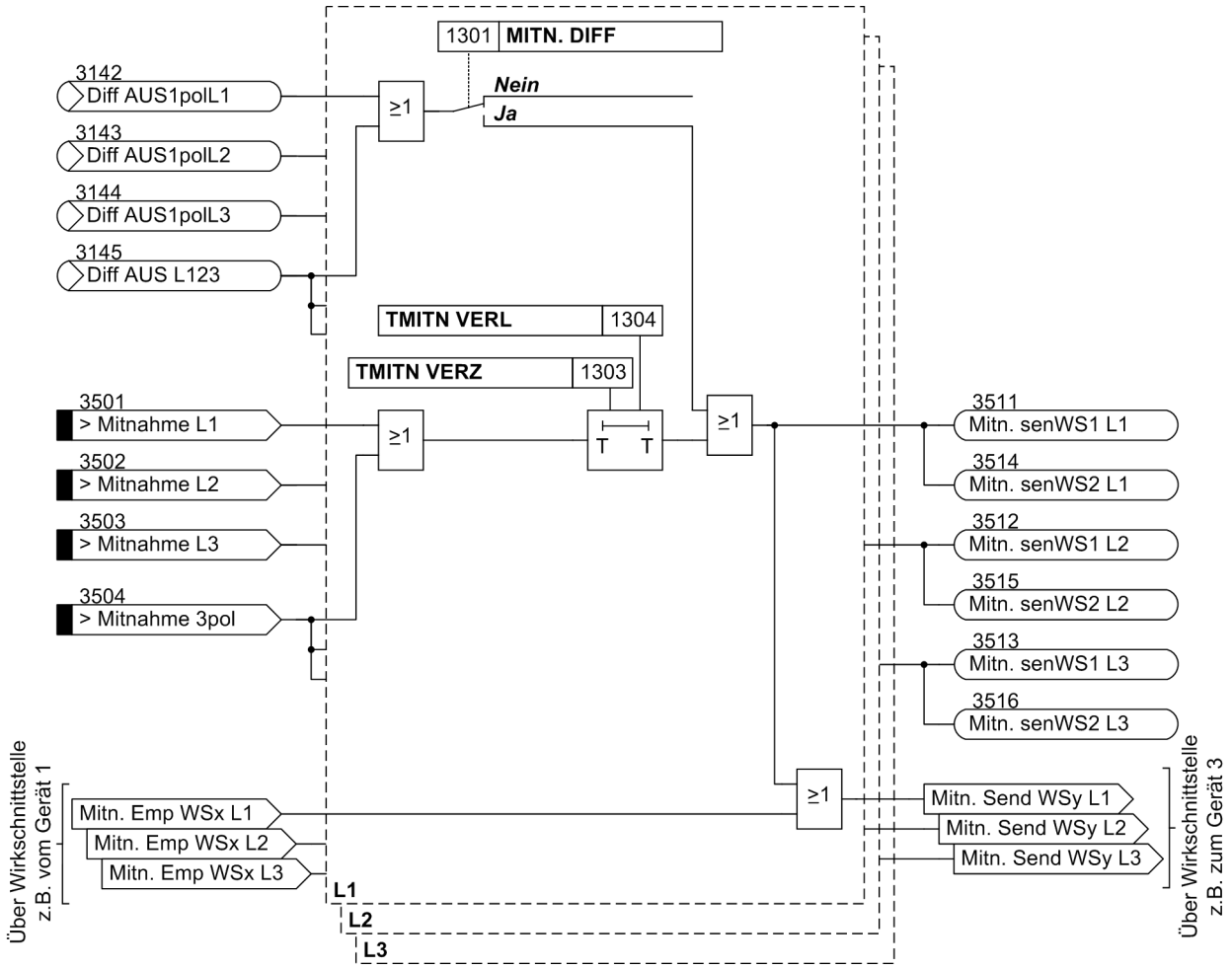


Bild 2-33 Logikdiagramm der Mitnahme - Sendekreis

Damit das Sendesignal bei mehr als zwei Enden alle Geräte erreicht, wird es auch über die Wirkschnittstellen durchgeschleift.

Empfangskreis

Empfangsseitig kann das Signal zur Auslösung führen. Es kann wahlweise auch nur gemeldet werden. So kann man für jedes Ende des Schutzobjektes bestimmen, ob das empfangene Signal an diesem Ende auslösen soll oder nicht.

Bild 2-34 zeigt das Logikdiagramm. Wenn das empfangene Signal zur Auslösung führen soll, wird es an die Auslöselogik weitergeleitet. Die Auslöselogik des Gerätes (siehe auch Abschnitt 2.24.1) stellt sicher, dass ggf. die Bedingungen für 1-polige Auslösung erfüllt sind (z.B. 1-polige Auslösung zulässig, Wiedereinschaltgerät bereit).

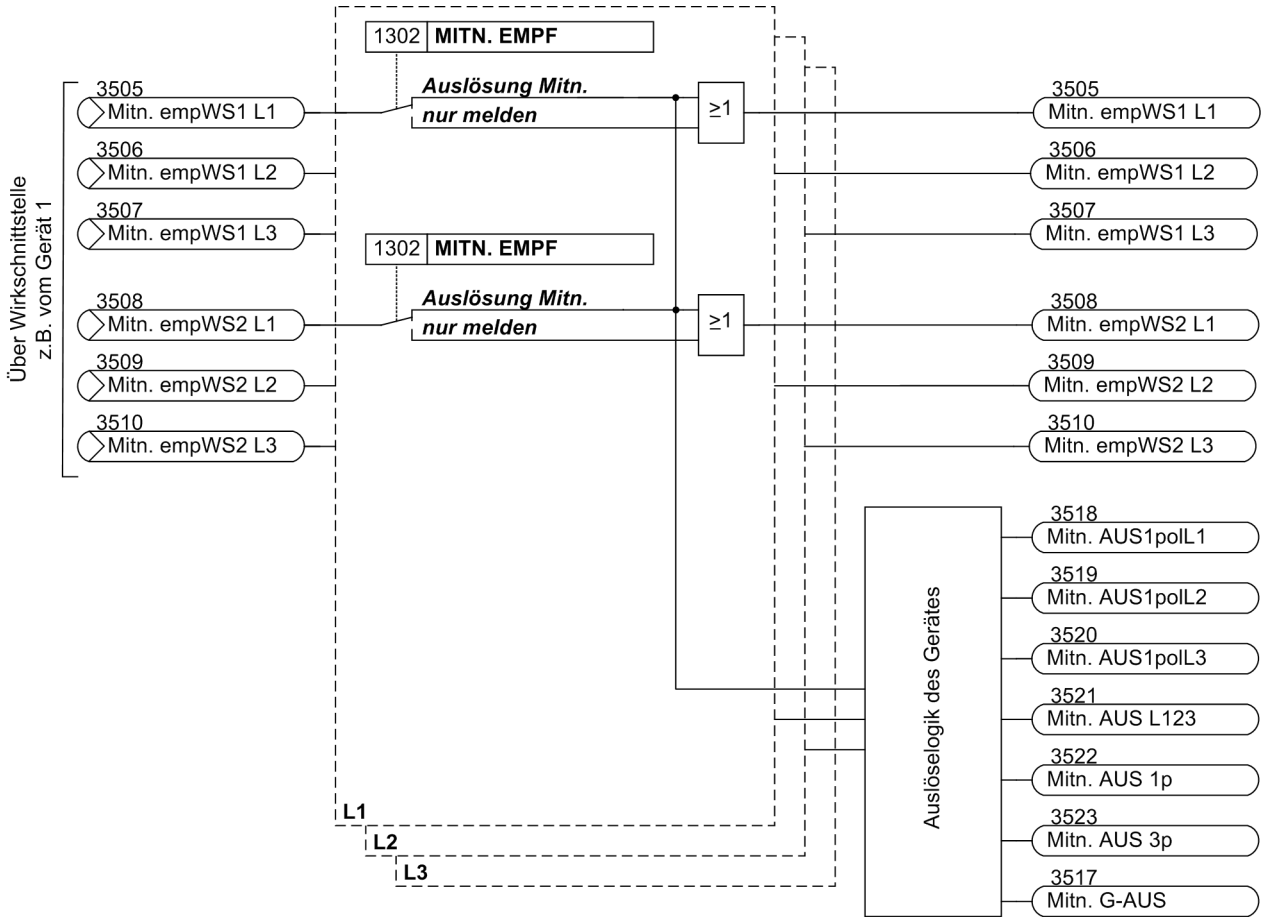


Bild 2-34 Logikdiagramm der Mitnahme – Empfangskreis

Weitere Möglichkeiten

Durch die Möglichkeit, die Signale für die Fernauslösung nur auf Meldung zu schalten, können auch andere beliebige Signale übertragen werden. Nach Ansteuerung der betreffenden Binäreingabe(n) werden die Signale übertragen, die am empfangenden Ende Meldungen erzeugen, die dort wiederum beliebige Aktionen ausführen können. Doch stehen für die Übertragung von Fernmeldungen und Fernkommandos weitere 24 Übertragungskanäle und zusätzlich 4 schnelle Kanäle als Bestelloption zur Verfügung (siehe auch Abschnitt 2.13).

2.4.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Die Mitnahmefunktion bei Auslösung durch den Differentialschutz kann unter Adresse 1301 **MITN. DIFF** wirksam (***Ja***) oder unwirksam (***Nein***) geschaltet werden. Da die Differentialschutzgeräte an allen Enden des zu schützenden Objektes mit den theoretisch gleichen Messgrößen arbeiten, erfolgt auch die Auslösung bei innerem Fehler normalerweise an allen Enden, unabhängig davon, ob die Speisung auf den Fehler nur von einem oder von allen Seiten erfolgt. In Grenzfällen, d.h. wenn Kurzschlussströme nahe der Ansprechgrenze zu erwarten sind, kann es durch die unvermeidlichen Toleranzen der Geräte dazu kommen, dass nicht alle Enden auf Auslösung entscheiden. **MITN. DIFF** = ***Ja*** garantiert auch in diesen Fällen die Auslösung an allen Enden des Schutzobjektes.

Mitnahme/Fernauslösung

Wenn die Mitnahme wirksam geschaltet ist, tritt sie automatisch in Tätigkeit, wenn der Differentialschutz auslöst.

Wenn die entsprechenden Binäreingänge rangiert sind und von einer externen Quelle angesteuert werden, wird das Mitnahmesignal ebenfalls gesendet. In diesem Fall kann das zu sendende Signal unter Adresse 1303 **TMITN VERZ** verzögert werden. Diese Zeit stabilisiert das Sendesignal gegen dynamische Störungen, die möglicherweise auf den Steuerleitungen auftreten. Mittels Adresse 1304 **TMITN VERL** kann ein wirksam von extern eingekoppeltes Signal verlängert werden.

Die Reaktion eines Gerätes beim Empfang eines Mitnahme-/Fernauslösesignals wird unter Adresse 1302 **MITN. EMPF** eingestellt. Soll es zur Auslösung führen, stellen Sie ***Auslösung Mitn.*** ein. Soll das empfangene Signal jedoch nur gemeldet werden – auch wenn diese Meldung extern weiterverarbeitet werden soll – wird ***nur melden*** eingestellt.

Die Einstellzeiten richten sich nach dem Anwendungsfall. Eine Verzögerung ist notwendig, wenn das externe Steuersignal aus einer störungsbehafteten Quelle stammt und eine Stabilisierung ratsam erscheint. Das Steuersignal muss natürlich länger als die Verzögerung sein, damit das Signal wirken kann. Wird das Signal am empfangenden Ende extern weiter verarbeitet, kann eine Verlängerung sendeseitig notwendig werden, damit die am empfangenden Ende gewünschte Reaktion sicher ausgeführt wird.

2.4.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1301	MITN. DIFF	Ja Nein	Nein	Mitnahme senden bei Diff-schutzauslösung
1302	MITN. EMPF	nur melden Auslösung Mitn.	Auslösung Mitn.	Verhalten bei Empfang von Mit-nahme
1303	TMITN VERZ	0.00 .. 30.00 s	0.02 s	Verzögerung für Mitnahme über BE
1304	TMITN VERL	0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verlängerung für Mitnahme über BE

2.4.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3501	> Mitnahme L1	EM	>Mitnahme L1
3502	> Mitnahme L2	EM	>Mitnahme L2
3503	> Mitnahme L3	EM	>Mitnahme L3
3504	> Mitnahme 3pol	EM	>Mitnahme 3polig
3505	Mitn. empWS1 L1	AM	Mitnahme empfangen von WS1 L1
3506	Mitn. empWS1 L2	AM	Mitnahme empfangen von WS1 L2
3507	Mitn. empWS1 L3	AM	Mitnahme empfangen von WS1 L3
3508	Mitn. empWS2 L1	AM	Mitnahme empfangen von WS2 L1
3509	Mitn. empWS2 L2	AM	Mitnahme empfangen von WS2 L2
3510	Mitn. empWS2 L3	AM	Mitnahme empfangen von WS2 L3
3511	Mitn. senWS1 L1	AM	Mitnahme senden an WS1 L1
3512	Mitn. senWS1 L2	AM	Mitnahme senden an WS1 L2
3513	Mitn. senWS1 L3	AM	Mitnahme senden an WS1 L3
3514	Mitn. senWS2 L1	AM	Mitnahme senden an WS2 L1
3515	Mitn. senWS2 L2	AM	Mitnahme senden an WS2 L2
3516	Mitn. senWS2 L3	AM	Mitnahme senden an WS2 L3
3517	Mitn. G-AUS	AM	Mitnahme Generalauskommando
3518	Mitn. AUS1polL1	AM	Mitnahme Auskommando L1, nur 1polig
3519	Mitn. AUS1polL2	AM	Mitnahme Auskommando L2, nur 1polig
3520	Mitn. AUS1polL3	AM	Mitnahme Auskommando L3, nur 1polig
3521	Mitn. AUS L123	AM	Mitnahme Auskommando L123
3522	Mitn. AUS 1p	AM	Mitnahme Auskommando 1polig
3523	Mitn. AUS 3p	AM	Mitnahme Auskommando 3polig

2.5 Distanzschutz

Der Distanzschutz stellt die zweite Hauptfunktion des Gerätes dar. Er kann parallel zum Differentialschutz als voll redundante zweite Hauptschutzfunktion (Main2) arbeiten oder als alleinige Hauptschutzfunktion (Main only) projektiert werden. Der Distanzschutz zeichnet sich aus durch hohe Messgenauigkeit und flexible Anpassungsmöglichkeiten an die gegebenen Netzverhältnisse. Er ist auch durch eine Reihe von Zusatzfunktionen ergänzt.

2.5.1 Distanzschutz allgemein

2.5.1.1 Erdfehlererkennung

Funktionsbeschreibung

Ein wichtiges Element für die Fehleridentifizierung ist die Erkennung eines Erdfehlers, da die Gültigkeit der Schleifenimpedanzen für die Bestimmung der Fehlerdistanz und die Form der Distanzzonenkennlinien wesentlich davon mitbestimmt werden, ob es sich um einen Erdfehler handelt oder nicht. 7SD5 verfügt über eine stabilisierte Erdstromerfassung, einen Nullstrom/Gegensystemstrom-Vergleich sowie über eine Verlagerungsspannungserfassung.

Des Weiteren sind besondere Maßnahmen getroffen, um eine Anregung bei einfachen Erdschlüssen im isolierten oder gelöschten Netz zu unterbinden.

Erdstrom $3I_0$

Die Erdstromerfassung überwacht nach numerischer Filterung die Grundschwingung der Summe der Phasenströme auf Überschreiten eines einstellbaren Betrages (Parameter **3I0>**). Sie ist gegen Fehlansprechen durch betriebliche Stromunsymmetrien und Falschströme im Sekundärkreis der Stromwandler infolge unterschiedlicher Stromwandlersättigung bei erdfreien Kurzschlüssen stabilisiert: Mit zunehmenden Phasenströmen erhöht sich der tatsächliche Ansprechwert automatisch (Bild 2-35). Der Rückfallwert liegt bei ca. 95 % des Ansprechwertes.

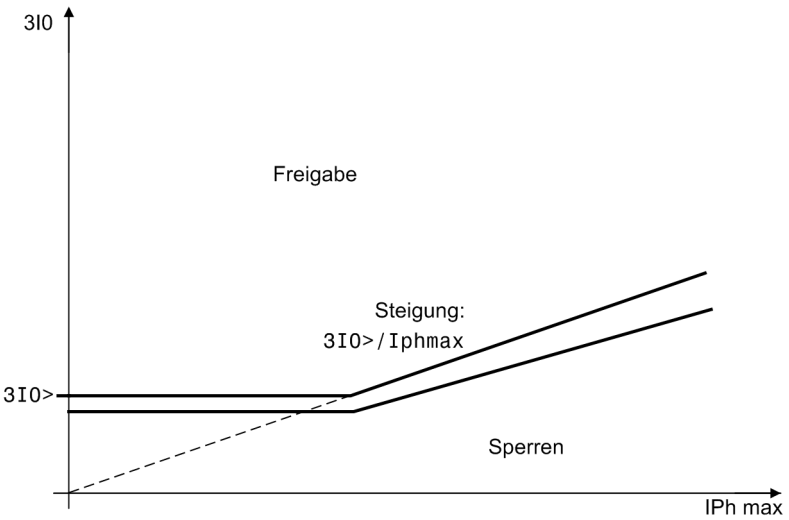


Bild 2-35 Erdstromstufe: Ansprechkennlinie

Gegensystemstrom $3I_2$

Bei langen, hochbelasteten Leitungen könnte es bei dieser Erdstromerfassung durch hohe Lastströme zu einer Überstabilisierung kommen (vgl. Bild 2-35). Um hier trotzdem die Erdfehlererfassung zu gewährleisten, ist eine Gegensystem-Vergleichsstufe ergänzt. Bei einem 1-phasigen Fehler ist der Gegensystemstrom I_2 etwa so groß wie der Nullstrom I_0. Wenn das Verhältnis Nullstrom/Gegensystemstrom eine vorgegebene Grenze überschreitet, spricht diese Stufe an. Auch sie ist bei hohen Gegensystemströmen durch eine parabelförmige Kennlinie stabilisiert. Bild 2-36 zeigt den Zusammenhang. Die Freigabe durch die Gegensystem-Vergleichsstufe setzt Mindestströme von $0{,}2 \cdot I_N$ für $3I_0$ und $3I_2$ voraus.

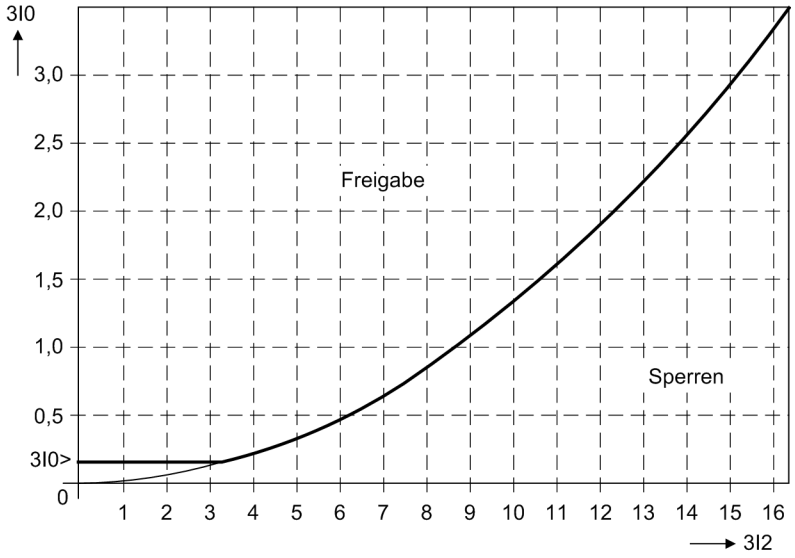


Bild 2-36 Kennlinie der I_0/I_2-Stufe

Verlagerungsspannung $3U_0$

Die Verlagerungsspannungserfassung überwacht nach numerischer Filterung die Grundschwingung der Verlagerungsspannung ($3 \cdot U_0$) auf Überschreiten eines eingestellten Betrages. Der Rückfallwert liegt bei ca. 95 % des Ansprechwertes. In geerdeten Netzen (**3U0>**) kann sie als zusätzliches Erdfehlerkriterium eingesetzt werden. Das U_0-Kriterium kann bei geerdeten Netzen durch Einstellung auf ∞ unwirksam gemacht werden.

Verknüpfung für geerdetes Netz

Strom- und Spannungskriterien ergänzen sich, da bei größerem Verhältnis Nullimpedanz zu Mitimpedanz die Verlagerungsspannung zunimmt, wohingegen bei kleinem Verhältnis Nullimpedanz zu Mitimpedanz der Erdstrom zunimmt. Die Strom- und Spannungskriterien werden daher für geerdete Netze normalerweise mit ODER verknüpft. Es ist jedoch auch möglich, eine UND-Verknüpfung der beiden Kriterien herzustellen (einstellbar, siehe Bild 2-37). Durch Einstellung von **3U0>** auf unendlich kann dieses Kriterium unwirksam gemacht werden.

Erkennt das Gerät in irgendeinem Leiterstrom eine Stromwandlersättigung, ist jedoch das Spannungskriterium unbedingte Voraussetzung für die Erkennung eines Erdfehlers, weil es durch ungleichmäßige Sättigung der Stromwandler zu einem fehlerhaften sekundären Nullstrom kommen kann, ohne dass wirklich ein primärer Nullstrom fließt.

Ist die Verlagerungsspannungserfassung durch Einstellung von **3U0>** auf unendlich unwirksam gemacht, dann ist eine Erdfehlererkennung mit dem Stromkriterium auch bei vorliegender Stromwandlersättigung möglich.

Die Erdfehlererkennung allein führt nicht zur Generalanregung des Distanzschutzes, sondern steuert nur die weiteren Anregemodule. Sie wird auch nicht allein gemeldet.

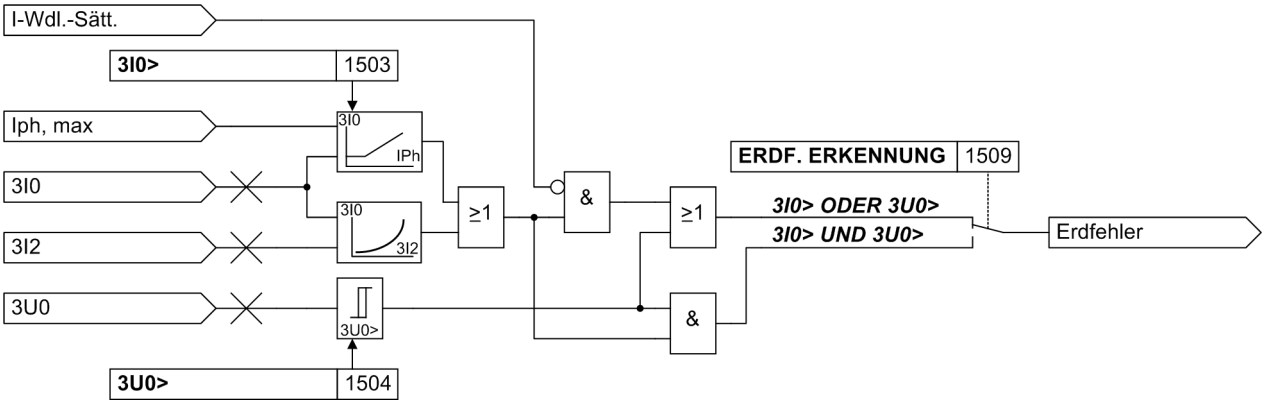


Bild 2-37 Logik der Erdfehlererkennung

Erdfehlererkennung während 1-poliger Abschaltung

Um ein unerwünschtes Ansprechen der Erdfehlererkennung aufgrund von Lastströmen während der 1-poligen Abschaltung zu verhindern, wird im geerdeten Netz während einer 1-poligen Abschaltung eine modifizierte Erdfehlererkennung verwendet (Bild 2-38). Hier werden zusätzlich zur Überwachung der Beträge auch die Phasenwinkel zwischen den Strömen und Spannungen ausgewertet.

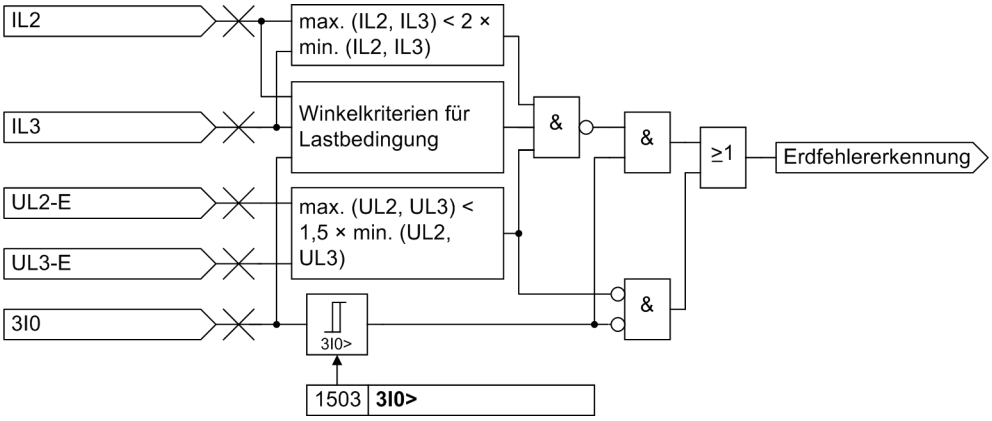


Bild 2-38 Erdfehlererkennung während 1-poliger Abschaltung (Beispiel: 1-polige Pause L1)

Verknüpfung für nicht geerdetes Netz

In nicht geerdeten Netzen (isolierter Sternpunkt oder mit Erdschlusslöschung mittels Petersen-Spule) wird die Verlagerungsspannungserfassung nur zur Anregung bei Doppelerdschlüssen benutzt. Nur bei unsymmetrisch verketteten Spannungen ist eine Erdfehlererkennung mit der Verlagerungsspannung möglich. So können Doppelerdschlüsse auch dann erkannt werden, wenn über die Messstelle kein oder nur ein geringer Erdstrom fließt. Andererseits wird durch das Symmetriekriterium eine unerwünschte Anregung bei Einfacherdschlüssen vermieden. Die im Lastfall oder beim Einfacherdschluss maximal zu erwartende Unsymmetrie kann mit dem Parameter 1523 **`Unsymm. Uph-ph`** eingestellt werden. In diesen Netzen wird außerdem bei 1-phasiger Anregung zunächst ein einfacher Erdschluss vermutet und die Anregung unterdrückt, um ein Fehlansprechen durch die Zündschwingung bei Eintritt eines Erdschlusses zu vermeiden. Nach einer einstellbaren Verzögerungszeit **`T3IO 1PHAS`** wird die Anregung wieder freigegeben; dies ist notwendig, damit der Distanzschutz einen Doppelerdschluss mit einem Fußpunkt auf einer Ausläuferleitung noch erkennt. Sind die verketteten Spannungen unsymmetrisch, dann lässt das auf einen Doppelerdschluss schließen, die Anregung wird sofort freigegeben.

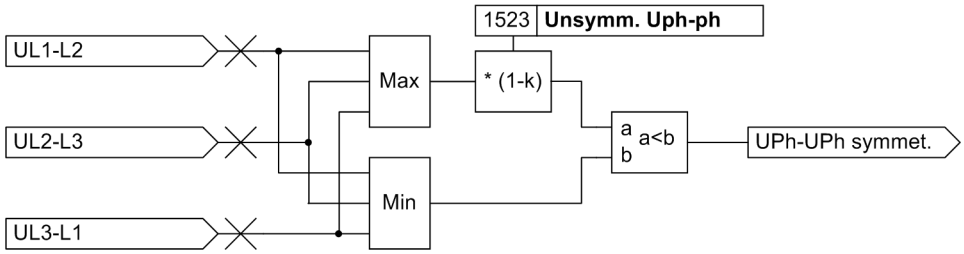


Bild 2-39 Symmetrieerkennung für verkettete Spannungen

k= Einstellwert für Parameter 1523

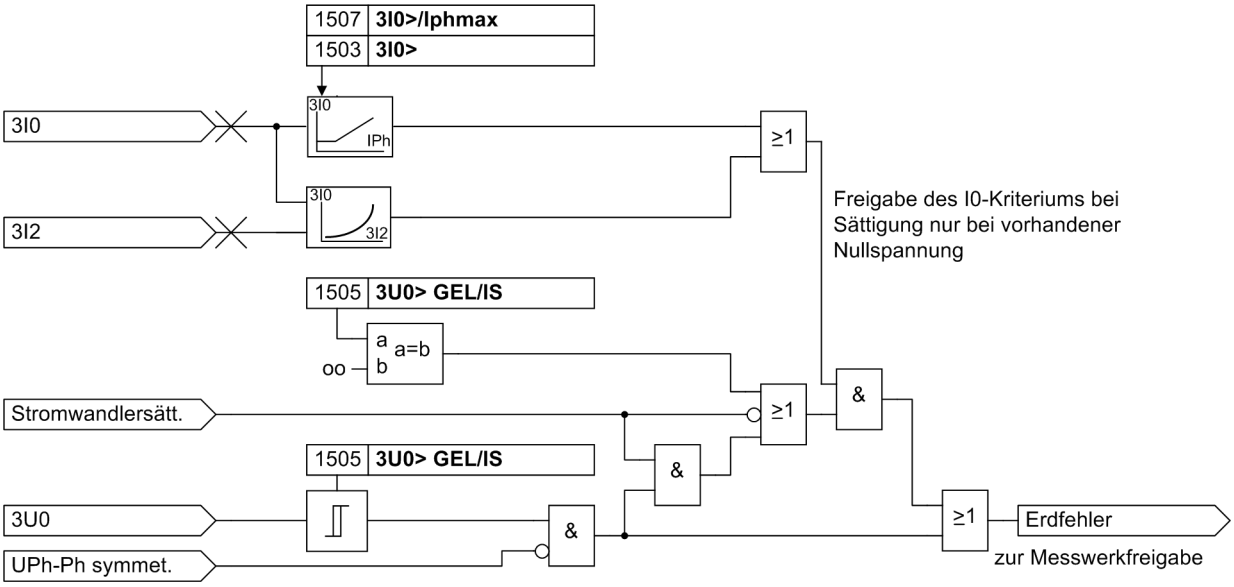


Bild 2-40 Erdfehlererkennung in isolierten oder gelöschten Netzen

2.5.1.2 Anregung (wahlweise)

Voraussetzung

Der Distanzschutz im 7SD5 als Haupt- oder Reserveschutzfunktion verfügt je nach bestellter Variante über eine Reihe von Anregeverfahren, aus denen das für die betreffenden Netzverhältnisse optimale Verfahren ausgewählt werden kann. Ist das Gerät laut Bestellschlüssel ausschließlich mit Impedanzanregung (7SD5***-*****-***E**** und 7SD5***-*****-***H****) versehen oder haben Sie bei der Projektierung als Anregeart **DIS ANR** = ***IMPEDANZ*** (Adresse 117) eingestellt, lesen Sie bitte weiter im Abschnitt 2.5.1.3 „Berechnung der Impedanzen“. Für die Bestellschlüssel 7SD5***-*****-***D**** und 7SD5***-*****-***G**** gelten nun die folgenden Abschnitte.

Die Anregung hat die Aufgabe, einen fehlerhaften Zustand im Netz zu erkennen und alle für die selektive Klärung des Fehlers notwendigen Vorgänge einzuleiten:

- Start der Verzögerungszeiten für die gerichteten und ungerichteten Endstufen,
- Bestimmung der fehlerbehaftete(n) Messschleife(n),
- Freigabe der Impedanzberechnung und Richtungsbestimmung,
- Freigabe des Auslösebefehls,
- Initialisierung von Zusatzfunktionen,
- Meldung/Ausgabe der fehlerbehafteten Leiter.

Die unter Adresse 117 **DIS ANR** = ***IMPEDANZ*** gewählte Anregung arbeitet implizit, d.h. die vorgenannten Aktionen werden automatisch eingeleitet, sobald ein Fehler in irgendeiner der Distanzzonen erkannt worden ist.

Überstromanregung

Die Überstromanregung ist ein phasenbezogenes Anregeverfahren. Nach numerischer Filterung werden die Ströme in jeder Phase auf Überschreiten eines einstellbaren Betrages überwacht. Ein Ausgangssignal wird für die Phase(n) ausgegeben, in der (denen) die eingestellte Betragsschwelle überschritten wird.

Für die Messwertverarbeitung (siehe Abschnitt 2.5.1 „Berechnung der Impedanzen“) werden die phasenbezogenen Anregesignale in Schleifeninformationen umgewandelt. Dies geschieht in Abhängigkeit von der Erdfehlererkennung und – im geerdeten Netz – von dem Parameter **1PH. ANR.** gemäß Tabelle 2-4. Im nicht geerdeten Netz wird bei 1-phasiger Anregung ohne Erdfehlererkennung stets die Schleife Phase-Phase ausgewählt.

Gemeldet werden die angeregten Phasen. Wurde ein Erdfehler erkannt, wird auch dieser gemeldet.

Die Anregung fällt zurück, wenn ca. 95 % des Ansprechwertes unterschritten sind.

Tabelle 2-4 Schleifen und Phasenmeldungen bei 1-phasiger Überstromanregung

Anregemodul	Erdfehlererkennung	Parameter 1PH. ANR.	gültige Schleife	gemeldete Phase(n)
L1	nein	Phase-Phase	L3-L1	L1, L3
L2	nein		L1-L2	L1, L2
L3	nein		L2-L3	L2, L3
L1	nein	Phase-Erde [1)]	L1-E	L1
L2	nein		L2-E	L2
L3	nein		L3-E	L3
L1	ja	beliebig	L1-E	L1, E
L2	ja		L2-E	L2, E
L3	ja		L3-E	L3, E

[1)] nur für geerdete Netze wirksam

Spannungsabhängige Stromanregung U/I

Die U/I-Anregung ist ein phasen- und schleifenbezogenes Anregeverfahren. Maßgebend ist das Überschreiten von Phasenströmen, wobei der Ansprechwert von der Höhe der Schleifenspannungen abhängig ist.

Anregung durch Erdschlüsse in Netzen mit nicht geerdetem Sternpunkt wird durch die oben unter „Erdfehlererkennung“ beschriebenen Maßnahmen wirksam unterdrückt.

Die grundsätzliche Charakteristik der U/I-Anregung lässt sich anhand der Strom-Spannungs-Kennlinie gemäß Bild 2-41 ersehen. Für jede Phasenanregung ist das Überschreiten eines Mindeststromes **Iph>** erste Voraussetzung. Bei Bewertung der Phase-Phase-Schleifen müssen beide zugeordneten Phasenströme diesen Wert überschreiten. Oberhalb dieses Stromes folgt die spannungsabhängige Stromanregung, deren Steigung durch die Einstellparameter **U(I>)** und **U(I>>)** vorgegeben wird. Für stromstarke Kurzschlüsse ist die Überstromanregung **Iph>>** überlagert. Die starken Punkte in Bild 2-41 bezeichnen die Einstellparameter, die die Geometrie der Strom/Spannungskennlinie bestimmen.

Die angeregten Phasen werden gemeldet. Für die Messwertverarbeitung sind die angeregten Schleifen relevant.

Die Anregung einer Schleife fällt zurück, wenn ca. 95 % des jeweiligen Stromwertes unterschritten bzw. ca. 105 % des jeweiligen Spannungswertes überschritten wird.

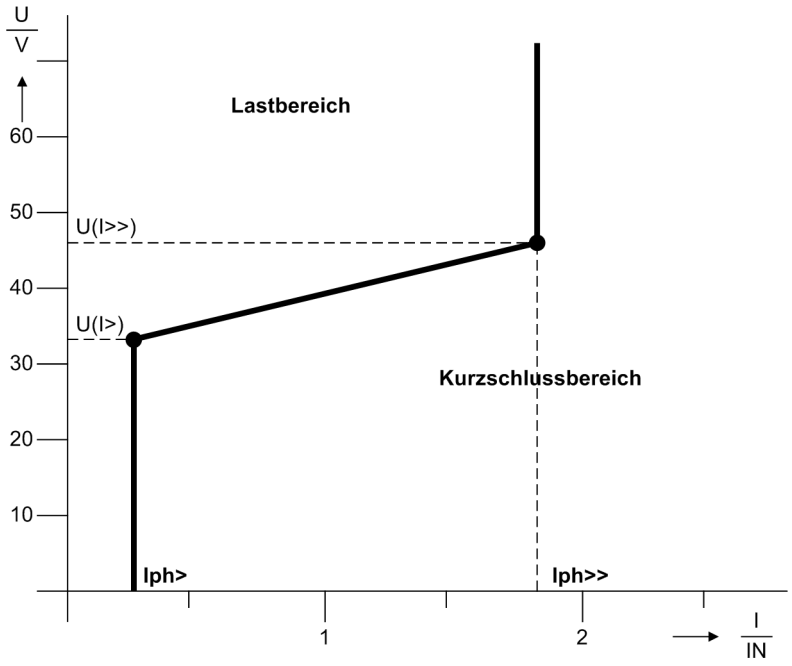


Bild 2-41 U/I Kennlinie

Anregeprogramme

Die Anpassung an verschiedene Netzverhältnisse wird durch Anregeprogramme bestimmt.

Durch Einstellparameter (**PROG. U/I**) wird bestimmt, ob stets die Schleifen Phase-Phase oder stets die Schleifen Phase-Erde maßgebend sind, oder ob dies von der Erdfehlererkennung abhängig ist. Dies erlaubt eine sehr flexible Anpassung an die Netzverhältnisse. Die optimale Steuerung hängt wesentlich davon ab, ob der Netzsternpunkt nicht geerdet (isoliert oder gelöscht), niederohmig („halbstarr“) geerdet oder wirksam geerdet ist. Hinweise zur Einstellung sind in Abschnitt 2.5.1.4 gegeben.

Die Bewertung der Phase-Erde-Schleifen zeichnet sich durch hohe Empfindlichkeit bei Erdkurzschlüssen aus und ist daher besonders in Netzen mit geerdetem Sternpunkt vorteilhaft. Sie passt sich automatisch an die herrschenden Lastverhältnisse an; d.h. im Schwachlastbetrieb wird sie stromempfindlicher, bei hohen Lastströmen ist auch die Ansprechschwelle höher. Dies gilt insbesondere auch, wenn der Netzsternpunkt niederohmig geerdet ist („halbstarre Erdung“). Wenn ausschließlich die Phase-Erde-Schleifen bewertet werden, muss gewährleistet sein, dass bei Phase-Phase-Fehlern die Überstromstufe **Iph>>** anspricht. Sofern nur ein Messwerk anregt, kann bestimmt werden, ob dies im geerdeten Netz zur Anregung Phase-Erde oder Phase-Phase führen soll (Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5 Schleifen und Phasenmeldungen bei 1-phasiger U/I-Anregung; Programm Phase-Erde-Spannungen

Anrege-modul	Mess-strom	Mess-spannung	Erdfehler-erkennung	Parameter 1PH. ANR.	gültige Schleife	gemeldete Phase(n)
L1	L1	L1-E	nein	Phase-Phase	L3-L1	L1, L3
L2	L2	L2-E	nein		L1-L2	L1, L2
L3	L3	L3-E	nein		L2-L3	L2, L3
L1	L1	L1-E	nein	Phase-Erde [1)]	L1-E	L1
L2	L2	L2-E	nein		L2-E	L2
L3	L3	L3-E	nein		L3-E	L3
L1	L1	L1-E	ja	beliebig	L1-E	L1, E
L2	L2	L2-E	ja		L2-E	L2, E
L3	L3	L3-E	ja		L3-E	L3, E

[1)] nur für geerdete Netze wirksam

Bei Bewertung der Phase-Phase-Schleifen ist die Empfindlichkeit besonders bei Fehlern Phase-Phase hoch. In ausgedehnten gelöschten Netzen ist diese Steuerung vorteilhaft, weil sie prinzipbedingt Anregung durch einfache Erdschlüsse ausschließt. Für 2- und 3-phasige Fehler passt sie sich automatisch an die herrschenden Lastverhältnisse an; d.h. im Schwachlastbetrieb wird sie stromempfindlicher, bei hohen Lastströmen ist auch die Ansprechschwelle höher. Wenn ausschließlich die Phase-Phase-Schleifen bewertet werden, ist die Messschleife unabhängig von der Erdfehlererkennung, daher eignet sich dieses Verfahren nicht für geerdete Netze (siehe Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6 Schleifen und Phasenmeldungen bei 1-phasiger U/I-Anregung; Programm Phase-Phase-Spannungen

Anrege-modul	Mess-strom	Mess-spannung	Erdfehler-erkennung	Parameter 1PH. ANR.	gültige Schleife	gemeldete Phase(n)
L1	L1	L1-L2	beliebig	beliebig	L1-L2	L1, L2
L2	L2	L2-L3			L2-L3	L2, L3
L3	L3	L3-L1			L3-L1	L1, L3

Wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Spannungsschleifen von der Erdfehlererkennung abhängig zu machen, dann gilt die hohe Empfindlichkeit für Phase-Erde-Fehler ebenso wie für Phase-Phase-Fehler. Diese Möglichkeit ist grundsätzlich unabhängig von der Behandlung des Netzsternpunktes; sie setzt jedoch voraus, dass die Erdfehlerkriterien gemäß Abschnitt Erdfehlererkennung für alle Erdkurzschlüsse bzw. Doppelerdschlüsse erfüllt sind (siehe Tabelle 2-7).

Tabelle 2-7 Schleifen und Phasenmeldungen bei 1-phasiger U/I-Anregung; Programm Phase-Erde-Spannungen bei Erdfehler, Phase-Phase-Spannungen ohne Erdfehler

Anrege-modul	Mess-strom	Mess-spannung	Erdfehler-erkennung	Parameter 1PH. ANR.	gültige Schleife	gemeldete Phase(n)
L1	L1	L1-L2	nein	beliebig	L1-L2	L1, L2
L2	L2	L2-L3	nein		L2-L3	L2, L3
L3	L3	L3-L1	nein		L3-L1	L1, L3
L1	L1	L1-E	ja	beliebig	L1-E	L1, E
L2	L2	L2-E	ja		L2-E	L2, E
L3	L3	L3-E	ja		L3-E	L3, E

Schließlich ist es auch möglich, nur dann die Spannungsschleifen Phase-Erde zu bewerten, wenn ein Erdkurzschluss erkannt wurde. Für Fehler Phase-Phase erfolgt Anregung dann nur mit Überstrom **Iph>>**. Dies ist in Netzen mit niederohmig geerdetem Sternpunkt, d.h. mit Erdkurzschlussbegrenzungsmitteln (sog. halbstarre Erdung) vorteilhaft. In diesen Fällen sollen nur Erdfehler von der U/I-Anregung erfasst werden. Es ist in diesen Netzen sogar meistens unerwünscht, dass Phase-Phase-Kurzschlüsse zur U/I-Anregung führen.

Die Messschleife ist unabhängig von der Einstellung **1PH. ANR.**. Tabelle 2-8 zeigt die Zuordnung der Phasenströme, Schleifenspannungen und Messergebnisse.

Tabelle 2-8 Schleifen und Phasenmeldungen bei 1-phasiger U/I-Anregung; Programm Phase-Erde-Spannungen bei Erdfehler, I>> ohne Erdfehler

Anrege-modul	Mess-strom	Mess-spannung	Erdfehler-erkennung	Parameter 1PH. ANR.	gültige Schleife	gemeldete Phase(n)
L1	L1	L1-E	ja	beliebig	L1-E	L1, E
L2	L2	L2-E	ja		L2-E	L2, E
L3	L3	L3-E	ja		L3-E	L3, E
L1	L1	L1-E	nein	beliebig	keine Anregung, keine Meldung durch U_{Ph-E}</I>	
L2	L2	L2-E	nein			
L3	L3	L3-E	nein			

Die Anregesignale der Schleifen werden in Phasensignale umgewandelt, so dass die fehlerbehaftete(n) Phase(n) gemeldet werden können. Wurde ein Erdfehler erkannt, wird auch dieser gemeldet.

Spannungs- und winkelabhängige Stromanregung U/I/φ

Die winkelgesteuerte U/I-Anregung kommt dann zur Anwendung, wenn die Kriterien der U/I-Kennlinie nicht mehr zuverlässig zwischen Last- und Kurzschlussverhältnissen unterscheiden können. Dies ist dann der Fall, wenn bei langen Leitungen oder Leitungszügen mit Zwischeneinspeisung gleichzeitig geringe Vorimpedanz möglich ist. Dann bricht beim Kurzschluss am Leitungsende oder im Reservebereich des Distanzschutzes die örtliche Messspannung nur geringfügig ein, so dass der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung als zusätzliches Kriterium für die Fehlererkennung benötigt wird.

Die U/I/φ-Anregung ist ein phasen- und schleifenbezogenes Anregeverfahren. Maßgebend ist das Überschreiten von Phasenströmen, wobei der Ansprechwert von der Höhe der Schleifenspannungen und vom Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung abhängig ist.

Für die Messung der Phase-Phase-Winkel ist Voraussetzung, dass sowohl die zugeordneten Phasenströme als auch der für die Schleife maßgebende Differenzstrom einen einstellbaren Mindestwert **Iph>** überschritten haben. Der Winkel wird aus der verketteten Spannung und der zugehörigen Stromdifferenz bestimmt.

Für die Messung der Phase-Erde-Winkel ist Voraussetzung, dass der zugeordnete Phasenstrom einen einstellbaren Mindestwert **Iph>** überschritten hat und dass ein Erdfehler erkannt worden ist oder durch Parameter ausschließliche Leiter-Erde-Messung vorgeschrieben ist. Der Winkel wird aus der Leiter-Erde-Spannung und dem zugehörigen Leiterstrom ohne Berücksichtigung des Erdstromes bestimmt.

Anregung durch Erdschlüsse in Netzen mit nicht geerdetem Sternpunkt wird durch die in Abschnitt „Erdfehlererkennung“ beschriebenen Maßnahmen wirksam unterdrückt.

Die grundsätzliche Charakteristik der U/I/φ-Anregung lässt sich anhand der Strom-Spannungs-Kennlinie gemäß Bild 2-42 ersehen. Sie ist zunächst ebenso wie die der U/I-Anregung (Bild 2-41) aufgebaut.

Bei Winkeln im Bereich großer Phasenverschiebungen, also im Kurzschlusswinkelbereich oberhalb des Grenzwinkels φ**>**, wird jedoch zusätzlich die Kennlinie zwischen **U(I>)** und **U(Iφ>)** wirksam, die durch die Überstromstufe **Iφ>** abgeschnitten wird. Die starken Punkte in Bild 2-42 bezeichnen die Einstellparameter, die die Geometrie der Strom/Spannungskennlinie bestimmen. Der winkelabhängige Bereich, also die Fläche im Kurzschlusswinkelbereich der Kennlinie im Bild 2-42, kann wahlweise nur in Vorwärtsrichtung (Richtung Leitung) oder in beiden Richtungen wirken.

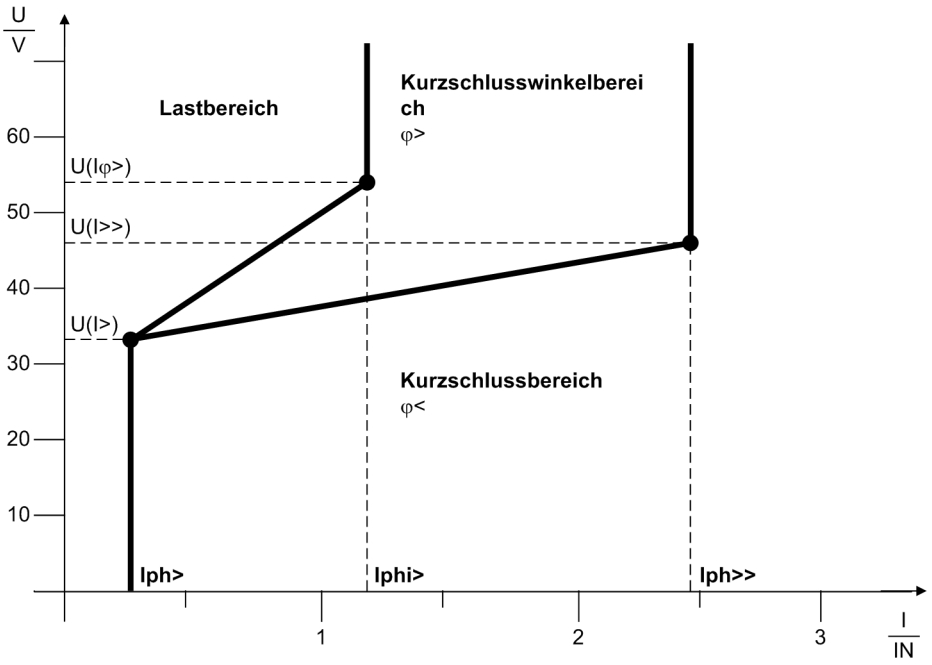


Bild 2-42 U/I/φ Kennlinie

Die Anregung einer Schleife fällt zurück, wenn ca. 95 % des jeweiligen Stromwertes unterschritten bzw. ca. 105 % des jeweiligen Spannungswertes überschritten wird. Für die Winkelmessung gilt eine Hysterese von ca. 5°.

Die Anpassung an verschiedene Netzverhältnisse wird durch Anregeprogramme bestimmt. Da die U/I/φ-Anregung eine Erweiterung der U/I-Anregung darstellt, gelten die gleichen Programmmöglichkeiten. Bei 1-phasiger Anregung gelten ebenfalls die Tabelle 2-5 bis Tabelle 2-8.

2.5.1.3 Berechnung der Impedanzen

Für die 6 möglichen Leiterschleifen L1-E, L2-E, L3-E, L1-L2, L2-L3, L3-L1 steht je ein Impedanzmesswerk zur Verfügung. Die Schleifen Leiter-Erde sind gültig, sofern eine Erdfehlererkennung vorliegt und der Leiterstrom der betreffenden Phase einen einstellbaren Mindestwert `Iph>` überschritten hat. Die Schleifen Leiter-Leiter sind gültig, sofern die Leiterströme beider betreffenden Phasen den Mindestwert `Iph>` überschritten haben.

Ein Sprungdetektor synchronisiert alle Berechnungen auf den Fehlereintritt. Tritt während der Auswertung ein weiterer Fehler auf, wird sofort mit den neuen Messgrößen berechnet. Die Auswertung arbeitet also immer mit den Messgrößen des aktuellen Fehlerzustandes.

Leiter-Leiter-Schleifen

Für die Berechnung einer Leiter-Leiter-Schleife, etwa bei einem 2-phasigen Kurzschluss L1-L2 (Bild 2-43) lautet die Schleifengleichung:

$$\underline{I}_{L1} \cdot \underline{Z}_L - \underline{I}_{L2} \cdot \underline{Z}_L = \underline{U}_{L1\text{-}E} - \underline{U}_{L2\text{-}E}$$

mit

$\underline{U}, \underline{I}$	den (komplexen) Messgrößen und
$\underline{Z} = R + jX$	der (komplexen) Leitungsimpedanz.

Die Leitungsimpedanz errechnet sich demnach zu

$$\underline{Z}_L = \frac{\underline{U}_{L1-E} - \underline{U}_{L2-E}}{\underline{I}_{L1} - \underline{I}_{L2}}$$

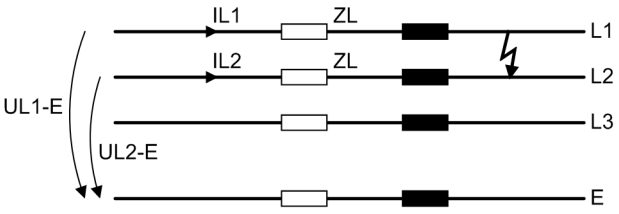


Bild 2-43 Kurzschluss einer Leiter-Leiter-Schleife

Die Berechnung der Leiter-Leiter-Schleifen findet nicht statt, solange eine der beteiligten Phasen abgeschaltet ist (während 1-poliger Kurzunterbrechung), um eine Fehlmessung mit den nun undefinierten Messgrößen zu verhindern. Eine Zustandserkennung (siehe Abschnitt 2.24.1) liefert das entsprechende Blockiersignal. Bild 2-44 zeigt ein Blockdiagramm der Logik eines Leiter-Leiter-Messwerks.

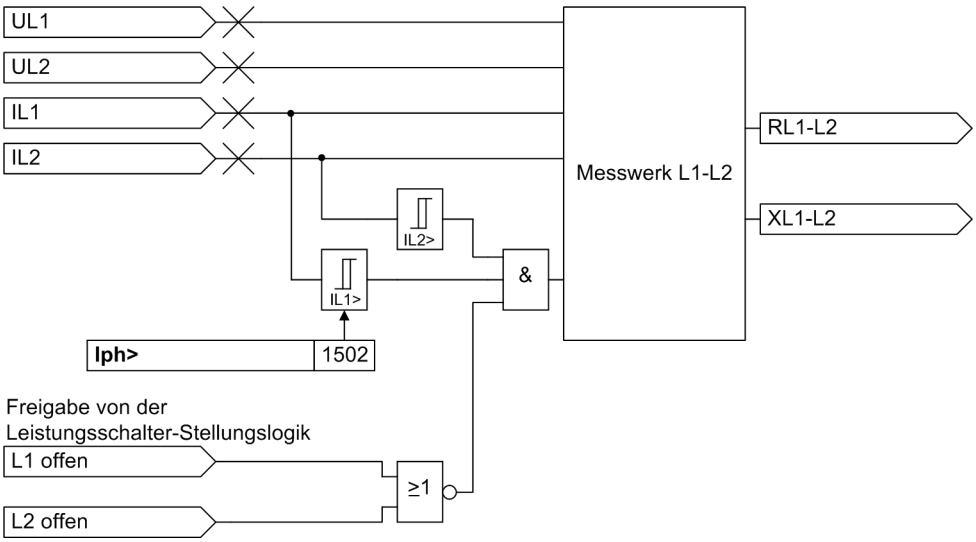


Bild 2-44 Logik für ein Leiter-Leiter-Messwerk am Beispiel der Schleife L1–L2

Leiter-Erde-Schleifen

Für die Berechnung einer Leiter-Erde-Schleife, beispielsweise bei einem Kurzschluss L3-E (Bild 2-45) muss berücksichtigt werden, dass die Impedanz der Erdrückleitung i.Allg. nicht mit der Impedanz der Leiter übereinstimmt.

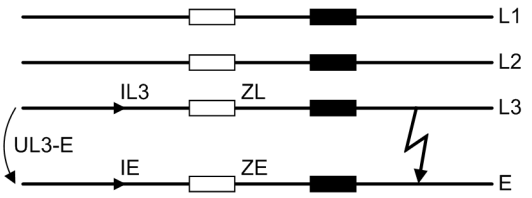


Bild 2-45 Kurzschluss einer Leiter-Erde-Schleife

Von der fehlerhaften Schleife

$$U_{L3\text{-}E} = I_{L3} \cdot (R_L - jX_L) - I_E \cdot \left(\frac{R_E}{R_L} \cdot R_L + j\left(\frac{X_E}{X_L}\right) \cdot \right.$$

werden die Spannung $\underline{U}_{L3\text{-}E}$ der Phasenstrom $\underline{I}_{L3}$ und der Erdstrom $\underline{I}_E$ gemessen. Die Impedanz zum Fehlerort ergibt sich aus:

$$R_{L3\text{-}E} = \frac{U_{L3\text{-}E}}{I_{L3}} \cdot \frac{\cos(\varphi_U - \varphi_L) - \frac{I_E}{I_{L3}} \cdot \frac{X_E}{X_L} \cdot \cos(\varphi_U - \varphi_E)}{1 - \left(\frac{X_E}{X_L} + \frac{R_E}{R_L}\right) \cdot \frac{I_E}{I_{L3}} \cdot \cos(\varphi_E - \varphi_L) + \frac{R_E}{R_L} \cdot \frac{X_E}{X_L} \cdot \left(\right.}$$

und

$$X_{L3\text{-}E} = \frac{U_{L3\text{-}E}}{I_{L3}} \cdot \frac{\sin(\varphi_U - \varphi_L) - \frac{I_E}{I_{L3}} \cdot \frac{R_E}{R_L} \cdot \sin(\varphi_U - \varphi_E)}{1 - \left(\frac{X_E}{X_L} + \frac{R_E}{R_L}\right) \cdot \frac{I_E}{I_{L3}} \cdot \cos(\varphi_E - \varphi_L) + \frac{R_E}{R_L} \cdot \frac{X_E}{X_L} \cdot \left(\right.}$$

mit

$\underline{U}_{L3\text{-}E}$ = Zeiger der Kurzschlussspannung

$\underline{I}_{L3}$ = Zeiger des Phasenkurzschlussstroms

$\underline{I}_E$ = Zeiger des Erdkurzschlussstroms

φ_U = Phasenwinkel der Kurzschlussspannung

φ_L = Phasenwinkel des Phasenkurzschlussstroms

φ_E = Phasenwinkel des Erdkurzschlussstroms

Dabei sind die Faktoren R_E/R_L und X_E/X_L allein von den Leitungskonstanten abhängig und nicht mehr von der Fehlerentfernung.

Die Berechnung der Leiter-Erde-Schleifen findet nicht statt, solange die beteiligte Phase abgeschaltet ist (während 1-poliger Kurzunterbrechung), um eine Fehlmessung mit den nun undefinierten Messgrößen zu verhindern. Eine Zustandserkennung liefert das entsprechende Blockiersignal. Bild 2-46 zeigt ein Blockdiagramm der Logik eines Leiter-Erde-Messwerks.

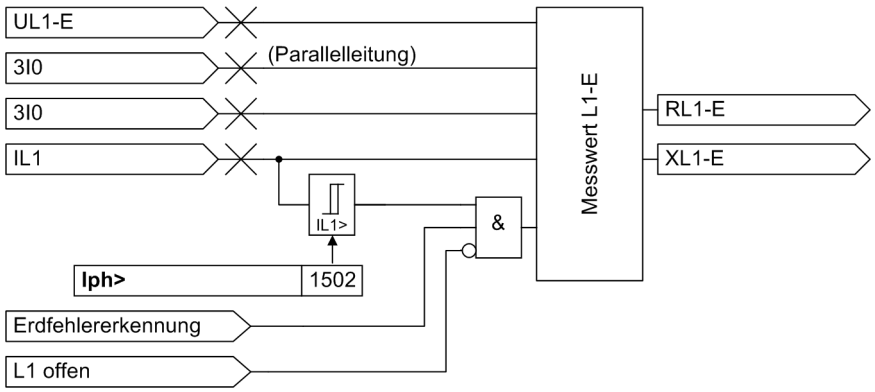


Bild 2-46 Logik für ein Leiter-Erde-Messwerk

Fehlerfremde Schleifen

Vorstehende Betrachtungen gelten für die jeweils kurzschlussbehaftete Schleife. Bei den Stromanregeverfahren (I>, U/I, U/I/φ) garantiert die Anregung, dass nur die kurzschlussbehaftete(n) Schleife(n) gültig für die Distanzberechnung sind. Bei der Impedanzanregung jedoch werden alle 6 Leiterschleifen berechnet; dabei beeinflussen die Kurzschlussströme und -spannungen der kurzschlussbehafteten Leiter auch die Impedanzen der fehlerfreien Schleifen. Bei einem Fehler L1-E zum Beispiel ist der Kurzschlussstrom der Phase L1 auch in den Messschleifen L1-L2 und L3-L1 zu finden. Der Erdstrom wird auch in den Schleifen L2-E und L3-E gemessen. Zusammen mit etwa fließenden Lastströmen resultieren in den fehlerfremden Schleifen sog. „Scheinimpedanzen“, die nichts mit der wirklichen Fehlerentfernung zu tun haben.

Diese „Scheinimpedanzen“ der fehlerfreien Schleifen sind normalerweise größer als die Kurzschlussimpedanz der Kurzschlussschleife, weil die fehlerfreien Schleifen nur einen Teil des Kurzschlussstromes und stets eine größere Spannung als die fehlerbehaftete Schleife erhalten. Für die Zonenselektivität des Schutzes sind sie meist also ohne Belang.

Für die Identifikation der fehlerbehafteten Leiter, für deren Meldung und insbesondere für die Möglichkeit, 1-polige Kurzunterbrechung durchführen zu können, ist außer der **Zonenselektivität** auch die **Phasenselektivität** wichtig. Je nach Speiseverhältnissen kann es bei stationsnahen Kurzschlüssen dazu kommen, dass fehlerfremde Schleifen den Kurzschluss zwar weiter entfernt, aber immerhin noch innerhalb eines Auslösegebietes „sehen“. Dies würde zur 3-poligen Abschaltung führen und somit die Möglichkeit einer 1-poligen Kurzunterbrechung vereiteln. Der Verlust der Leitung wäre die Folge.

Dies wird im 7SD5 durch eine „Schleifenverifizierung“ zuverlässig verhindert. Diese arbeitet in 2 Schritten:

Zunächst wird aus der berechneten Schleifenimpedanz und ihren Teilimpedanzen (Phase bzw. Erde) eine Nachbildung der Leitung simuliert. Ergibt sich eine plausible Nachbildung, so wird die entsprechende Schleifenanregung als unbedingt gültig gekennzeichnet.

Liegen nun die Impedanzen von mehr als einer Schleife innerhalb des Bereiches der Zone, so wird weiterhin die kleinste für gültig erklärt. Außerdem werden alle Schleifen für gültig erklärt, deren Impedanz um nicht mehr als 50 % größer ist als die der kleinsten. Schleifen mit größeren Impedanzen werden eliminiert. Solche Schleifen, die im ersten Schritt als plausibel erkannt wurden, können dabei auch dann nicht eliminiert werden, wenn sie größer sind.

Hierdurch werden einerseits fehlerfremde „Scheinimpedanzen“ eliminiert, gleichzeitig aber auch unsymmetrische Mehrphasenfehler und Mehrfachfehler richtig erfasst.

Die als gültig gefundenen Schleifen werden in Phaseninformationen umgesetzt, damit die Anregung phasengerecht gemeldet wird.

Doppelfehler im geerdeten Netz

In Netzen mit geerdetem Sternpunkt (wirksam oder niederohmig) ist jede Berührung einer Phase mit Erde ein kurzschlussartiger Vorgang, der von den nächstgelegenen Schutzeinrichtungen sofort abgeschaltet werden muss. Anregung erfolgt in der fehlerbehafteten Schleife bzw. Phase.

Bei Doppelerdkurzschlüssen erfolgt Anregung i.Allg. für zwei Phase-Erde-Schleifen. Sind beide Erdkurzschlüsse in der gleichen Richtung, kann auch eine Phase-Phase-Anregung ansprechen. Hierbei kann man die Auswertung auf bestimmte Schleifen beschränken. Häufig will man die Leiter-Erde-Schleife der voreilenden Phase blockieren, da diese bei zweiseitiger Speisung auf einen gemeinsamen Fehlerwiderstand gegen Erde zum Übergreifen neigt (Parameter 1521 **PhPhE ANR.** = ***Block vor.Ph***). Alternativ ist es aber auch möglich, die Auswertung der nacheilenden Phase-Erde-Schleife zu blockieren (Parameter **PhPhE ANR.** = ***Block nach.Ph***). Es können auch alle beteiligten Schleifen ausgewertet werden (Parameter **PhPhE ANR.** = ***alle***), oder nur die Phase-Phase-Schleife (Parameter **PhPhE ANR.** = ***nur Ph-Ph***) oder nur die Phase-Erde-Schleifen (Parameter **PhPhE ANR.** = ***nur Ph-E***). All diese Einschränkungen setzen voraus, dass die betreffenden Schleifen die gleiche Richtung aufweisen.

Tabelle 2-9 zeigt die für die Distanzmessung im geerdeten Netz bei Doppelerdkurzschluss benutzten Messgrößen.

Tabelle 2-9 Auswertung der Messschleifen bei Doppelerdfehlern im geerdeten Netz, wenn beide Erdfehlerorte dicht beieinander liegen

Anregung Schleifen	ausgewertete Schleife(n)	Einstellung Parameter 1521
L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	L2-E, L1-L2 L3-E, L2-L3 L1-E, L3-L1	PhPhE ANR. = Block vor.Ph
L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	L1-E, L1-L2 L2-E, L2-L3 L3-E, L3-L1	PhPhE ANR. = Block nach.Ph
L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	PhPhE ANR. = alle
L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	L1-L2 L2-L3 L3-L1	PhPhE ANR. = nur Ph-Ph
L1-E, L2-E, L1-L2 L2-E, L3-E, L2-L3 L1-E, L3-E, L3-L1	L1-E, L2-E L2-E, L3-E L1-E, L3-E	PhPhE ANR. = nur Ph-E

Bei 3-phasigem Fehler erfolgt i.Allg. Anregung aller Phase-Phase-Schleifen. In diesem Fall werden die drei Schleifen Phase-Phase ausgewertet. Bei Erdfehlererkennung werden auch die Phase-Erde-Schleifen ausgewertet.

Doppelfehler im nicht geerdeten Netz

In isolierten oder gelöschten Netzen fließen bei einem 1-phasigen Erdschluss keine kurzschlussartigen Ströme. Es gibt nur eine Verlagerung des Spannungsdreiecks (Bild 2-47). Für den Netzbetrieb ist dieser Zustand keine unmittelbare Gefahr. Der Distanzschutz darf in diesem Fall nicht ansprechen, da im gesamten galvanisch zusammenhängenden Netz die Spannung der erdschlussbehafteten Phase Null ist und damit jeder Laststrom eine Impedanz = Null ergeben würde. Dementsprechend wird im 7SD5 eine 1-phasige Anregung Phase-Erde ohne Erdstromanregung verhindert.

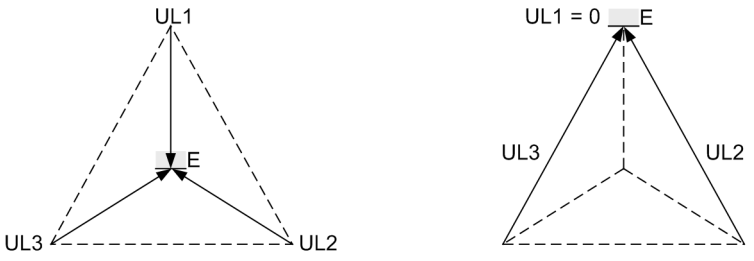


Bild 2-47 Erdschluss im nicht geerdeten Netz

Beim Eintritt eines Erdschlusses kann – vor allem in ausgedehnten gelöschten Netzen – ein erheblicher Zündstrom fließen, der ein Ansprechen der Erdstromanregung zur Folge haben könnte, bei Überstromanregung u.U. sogar einer Phasenstromanregung. Gegen solche Fehlanregungen sind im 7SD5 besondere Maßnahmen getroffen.

Bei einem Doppelerdschluss im isolierten oder gelöschten Netz genügt es, eine Fehlerstelle abzuschalten. Der zweite Fehler kann als einfacher Erdschluss im Netz bleiben. Welcher Fehler abgeschaltet wird, hängt von einer im ganzen galvanisch zusammenhängenden Netz einheitlichen Doppelerdschlussbevorzugung ab. Bei 7SD5 sind folgende Doppelerdschlussbevorzugungen (Parameter 1520 **BEVORZUGUNG**) wählbar:

azyklisch L3 vor L1 vor L2	L3 (L1) AZYKL.
azyklisch L1 vor L3 vor L2	L1 (L3) AZYKL.
azyklisch L2 vor L1 vor L3	L2 (L1) AZYKL.
azyklisch L1 vor L2 vor L3	L1 (L2) AZYKL.
azyklisch L3 vor L2 vor L1	L3 (L2) AZYKL.
azyklisch L2 vor L3 vor L1	L2 (L3) AZYKL.
zyklisch L3 vor L1 vor L2 vor L3	L3 (L1) ZYKL.
zyklisch L1 vor L3 vor L2 vor L1	L1 (L3) ZYKL.
alle Schleifen werden ausgemessen	alle

In den acht Bevorzugungsfällen wird also ein Erdschluss nach Bevorzugungsprogramm abgeschaltet; der zweite Fehler verbleibt als einfacher Erdschluss im Netz.

Beim 7SD5 ist es auch möglich beide Fußpunkte eines Doppelerschlusses abzuschalten. Hierzu wird als Doppelerdschlussbevorzugung ***alle*** eingestellt.

Tabelle 2-10 zeigt die für die Distanzmessung im isolierten oder gelöschten Netz bei Doppelerdschluss benutzten Messgrößen.

Tabelle 2-10 Auswertung der Messschleifen bei Mehrfachanregung im nicht geerdeten Netz

Anregung Schleifen	ausgewertete Schleife(n)	Einstellung Parameter 1520
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L1-E L3-E L3-E	BEVORZUGUNG = L3 (L1) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L1-E L3-E L1-E	BEVORZUGUNG = L1 (L3) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L2-E L2-E L1-E	BEVORZUGUNG = L2 (L1) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L1-E L2-E L1-E	BEVORZUGUNG = L1 (L2) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L2-E L3-E L3-E	BEVORZUGUNG = L3 (L2) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L2-E L2-E L3-E	BEVORZUGUNG = L2 (L3) AZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L1-E L2-E L3-E	BEVORZUGUNG = L3 (L1) ZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L2-E L3-E L1-E	BEVORZUGUNG = L1 (L3) ZYKL.
L1-E, L2-E, (L1-L2) L2-E, L3-E, (L2-L3) L1-E, L3-E, (L3-L1)	L1-E, L2-E L2-E, L3-E L3-E; L1-E	BEVORZUGUNG = alle

Messwertkorrektur bei Parallelleitungen (wahlweise)

Bei Erdkurzschlüssen auf Doppelleitungen werden die nach der Schleifengleichung für die Impedanzberechnung ermittelten Werte durch die Kopplung der Erdimpedanzen bei der Leitungssysteme beeinflusst (Bild 2-48). Hierdurch ergeben sich ohne besondere Maßnahmen Messfehler im Ergebnis der Impedanzberechnung. Eine Parallelleitungskompensation kann deshalb wirksam geschaltet werden. Diese berücksichtigt den Erdstrom der Parallelleitung in der Leitungsgleichung und kompensiert dadurch den Koppeleinfluss. Dazu muss dieser Erdstrom dem Gerät zugeführt werden. Die Schleifengleichung lautet in diesem Fall ähnlich wie bei Bild 2-45.

$$\underline{I}_{L3} \cdot \underline{Z}_L - \underline{I}_E \cdot \underline{Z}_E - \underline{I}_{EP} \cdot (\underline{Z}_{0M}/3) = \underline{U}_{L3\text{-}E}$$

$$I_{L3} \cdot (R_L + jX_L) - I_E \cdot \left(\frac{R_E}{R_L} \cdot R_L + j\left(\frac{X_E}{X_L}\right) \cdot X_L\right) - I_{EP} \cdot \left(\frac{R_M}{R_L} \cdot R_L + j\left(\frac{X_M}{X_L}\right) \cdot X_L\right) = U_L$$

wobei $\underline{I}_{EP}$ der Erdstrom der Parallelleitung ist und die Verhältnisse $R_{0M}/3R_L$ und $X_{0M}/3X_L$ Leitungskonstanten, die sich aus der Geometrie der Doppelleitung und der Beschaffenheit des Erdreichs ergeben. Die Leitungskonstanten werden dem Gerät – ebenso wie die anderen Leitungsdaten – bei der Parametrierung mitgeteilt.

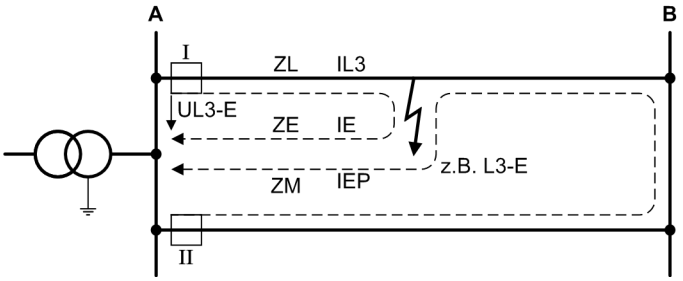


Bild 2-48 Erdkurzschluss auf einer Doppelleitung

Ohne Parallelleitungskompensation führt der Erdstrom der Parallelleitung in den meisten Fällen zu einer Zurückverlegung des Kipppunktes (Untergreifen der Distanzmessung). In manchen Fällen – z.B. wenn die beiden Leitungen auf verschiedenen Sammelschienen enden und die Erdungsstelle an einer der fernen Sammelschienen (bei B in Bild 2-48) liegt – kann es auch zu einem Übergreifen kommen.

Die Parallelleitungskompensation gilt nur für Fehler auf der zu schützenden Leitung. Für Fehler auf der Parallelleitung darf die Kompensation nicht durchgeführt werden, da sie dann ein erhebliches Übergreifen verursachen würde. An der Einbaustelle II in Bild 2-48 darf also nicht kompensiert werden.

Deshalb enthält das Gerät eine zusätzliche Erdstromwaage, die einen Quervergleich der Erdströme der beiden Leitungen durchführt. Die Kompensation wird nur für die Leitungsenden zugeschaltet, wo der Erdstrom der parallelen Leitung nicht wesentlich größer als der der eigenen Leitung ist. Im Beispiel Bild 2-48 ist I_E größer als I_{EP}: Bei I wird kompensiert, indem $\underline{Z}_M \cdot \underline{I}_{EP}$ eingekoppelt wird, bei II wird nicht kompensiert.

Blockieren der Zone Z1

Arbeiten die Hauptschutzfunktionen Differentialschutz und Distanzschutz parallel, dann besteht die Möglichkeit, dass der Distanzschutz in der Zone Z1 eher anregt als der Differentialschutz (z.B. bei Nahfehler). Wird dies gewünscht, arbeitet der Distanzschutz als „Booster“-Stufe für schnelle Auslösung. Wenn dadurch nur eine Seite der Leitung schnell abgeschaltet wird, so ist keine schnellere Auslösung der Zone Z1 gewünscht (siehe auch Abschnitt 2.5.1.4).

Es gibt zwei Möglichkeiten Z1 zu blockieren. Wird das Gerät im Differentialschutzbetrieb betrieben, kann mit einer Parametereingabe (Adresse 1533 **`Z1 bl. bei Diff`**) die Zone Z1 blockiert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Blockierung besteht durch einen Binäreingang (Nr 3610 „`>Dis blk Z1`“).

Zuschalten auf einen Kurzschluss

Bei Hand-Einschaltung des Leistungsschalters auf einen Kurzschluss ist ein schnelle Abschaltung durch den Distanzschutz möglich. Durch Parameter kann bestimmt werden, für welche Zone(n) die Schnellauslösung nach Hand-Einschaltung gilt (siehe Bild 2-49). Die Einschaltinformationen (Eingang „Zuschaltung“) kommen von der Zustandserkennung.

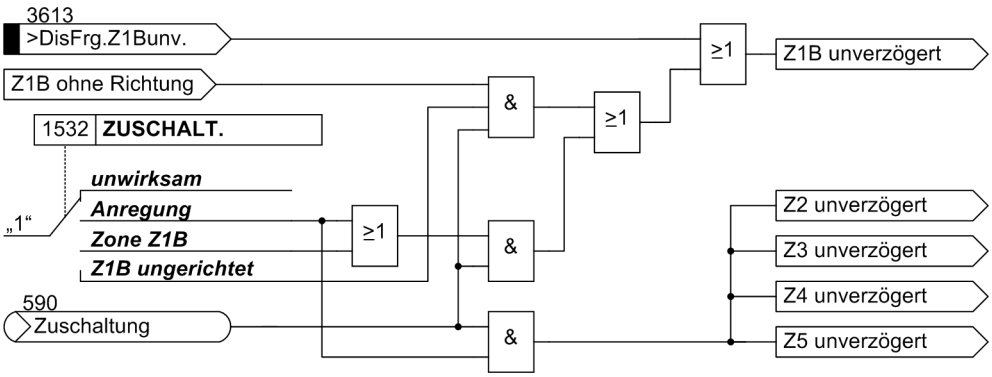


Bild 2-49 Zuschalten auf einen Fehler

Hinweis

Wird bei der Verwendung der MHO-Kennlinie auf einen 3-poligen Fehler zugeschaltet, so steht weder eine Speicher- noch eine fehlerfremde Spannung zur Verfügung. Um Zuschaltungen auf 3-polige Nahfehler sicher zu erfassen, soll bei parametrierter MHO-Charakteristik die Schnellabschaltung immer eingeschaltet sein.

2.5.1.4 Einstellhinweise

Der Distanzschutz kann unter Adresse 1501 DIST.SCHUTZ *Ein*- oder *Aus*-geschaltet werden.

Mindeststrom

Die Mindeststromanregung **Iph>** (Adresse 1502) wird bei Impedanzanregung etwas (ca. 10 %) unterhalb des minimal zu erwartenden Kurzschlussstromes eingestellt. Bei den übrigen Anregeprogrammen wird sie unter Adresse 1911 eingestellt.

Erdfehlererkennung

Der Einstellwert **3I0>** (Adresse 1503) wird in Netzen mit geerdetem Sternpunkt etwas unterhalb des minimal zu erwartenden Erdkurzschlussstromes eingestellt. $3I_0$ ist definiert als die Summe der Leiterströme $|\underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3}|$, die gleich dem Sternpunktstrom des Stromwandlersatzes ist. In nicht geerdeten Netzen soll der Einstellwert etwas unterhalb des Erdstromes bei Doppelerdschluss liegen.

Für die Steigung der 3I0-Kennlinie ist die Voreinstellung **3I0>** / **Iphmax** = 0,10 (Adresse 1507) normalerweise sinnvoll. Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Adressen 1504 und 1509 sind nur für **geerdete** Netze relevant. In nicht geerdeten Netzen sind sie nicht zugänglich.

Bei der Einstellung **3U0>** (Adresse 1504) ist darauf zu achten, dass betriebliche Unsymmetrien nicht zum Ansprechen führen können. 3U0 ist definiert als die Summe der Leiter-Erde-Spannungen $|\underline{U}_{L1-E} + \underline{U}_{L2-E} + \underline{U}_{L3-E}|$. Soll das U0-Kriterium nicht verwendet werden, stellt man Adresse 1504 auf ∞ ein.

Im geerdeten Netz kann die Erdfehlererkennung durch eine Nullspannungserfassung ergänzt werden. Dabei können Sie bestimmen, ob zur Erkennung eines Erdkurzschlusses nur das Überschreiten einer Nullstromschwelle oder einer Nullspannungsschwelle oder auch beide Kriterien herangezogen werden sollen. Unter Adresse 1509 **ERDF. ERKENNUNG** gilt ***3I0> ODER 3U0>*** (Voreinstellung), wenn eines der beiden Kriterien ausreichend sein soll. Wählen Sie ***3I0> UND 3U0>***, wenn beide Kriterien zur Erdfehlererkennung notwendig sein sollen. Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden. Soll nur der Erdstrom erfasst werden, stellen Sie ***3I0> ODER 3U0>*** ein und außerdem **3U0>** (Adresse 1504) auf ∞.

Hinweis

Stellen Sie keinesfalls Adresse 1504 **3U0>** auf ∞, wenn Sie für Adresse 1509 **ERDF. ERKENNUNG** = ***3I0> UND 3U0>*** eingestellt haben, da es sonst keine Erfehlererkennung mehr geben kann.

In isolierten oder gelöschten Netzen ist eine Erdfehlererfassung für Doppelerdschlüsse auch mit der Nullspannung möglich. Der Schwellwert kann mit Adresse 1505 **3U0> GEL/IS** eingestellt werden. Soll das U0-Kriterium für Doppelerdschlüsse nicht verwendet werden, dann stellen Sie diesen Wert auf ∞ ein.

Die Erdfehlererkennung für Doppelerdschlüsse mit dem U0-Kriterium ist nur bei unsymmetrischen, verketteten Spannungen möglich. Stellen Sie mit Adresse 1523 **Unsymm. Uph-ph** ein, wie groß die Unsymmetrie im Lastfall bei einem Einfacherdschluss werden kann.

Sofern die Gefahr besteht, dass durch die Zündschwingung beim Eintreten eines einfachen Erdschlusses die Erdfehlererfassung durch das I0-Kriterium anspricht, kann diese mittels eines Parameters **T3IO 1PHAS** (Adresse 1218) verzögert werden.

Beachten Sie bitte, dass der Parameter **T3IO 1PHAS** ebenso bei der Differentialschutzfunktion seine Verwendung findet. Die Einstellung, die Sie hier treffen, wirkt sich auch auf den Differentialschutz aus (siehe auch Abschnitt 2.3.2 unter dem Randtitel „Verzögerungen“).

Anwendung bei serienkompensierten Leitungen

Bei Anwendungen für oder in der Nähe von serienkompensierten Leitungen (Leitungen mit Längskondensatoren) stellen Sie Adresse 1508 **SER-KOMP.** auf ***Ja***, damit die Richtungsbestimmung in allen Fällen richtig arbeitet. Die Auswirkung der Längskondensatoren auf die Richtungsbestimmung ist in Abschnitt 2.5.2 unter Randtitel „Richtungsbestimmung bei serienkompensierten Leitungen“ beschrieben.

Start der Verzögerungszeiten

Jede Distanzzone gibt ein ihr zugeordnetes und die betroffenen Phasen identifizierendes Ausgangssignal ab, wie bei den Messverfahren erwähnt. Eine Zonenlogik verknüpft diese Zonenanregung mit möglichen weiteren internen und externen Signalen. Die Verzögerungszeiten der Distanzzonen können wahlweise gemeinsam bei Generalanregung der Distanzschutzfunktion oder einzeln bei Eintritt in die jeweilige Distanzzone gestartet werden. Parameter **ZEITSTART** (Adresse 1510) ist standardmäßig auf ***mit Dis G-Anr.*** eingestellt. Mit dieser Einstellung ist sicher gestellt, dass alle Verzögerungszeiten auch bei Wechsel von Fehlerart oder Messschleifenauswahl, beispielsweise bei Abschaltung einer Zwischeneinspeisung, gemeinsam weiter laufen. Diese Einstellung ist auch zu bevorzugen, wenn andere Distanzschutzgeräte im Netz mit diesem Zeitstartverhalten arbeiten. Wenn besonderer Wert auf die Zeitstaffelung gelegt wird, beispielsweise bei Fehlerortwechsel von Zone Z3 in Zone Z2, ist die Einstellung ***mit Zonen-Anr.*** zu wählen.

Neigungswinkel der Auslösekennlinien

Die Form der Auslösekennlinien wird u.a. durch den Neigungswinkel **PHI DIST.** (Adresse 1511) bestimmt. Näheres über die Auslösekennlinien siehe Abschnitt 2.5.2 und 2.5.3. Normalerweise stellen Sie hier den Leitungswinkel ein, also den gleichen Wert wie bei Adresse 1105 **PHI LTG.** (Abschnitt 2.1.4.1). Es ist jedoch möglich, unabhängig vom Winkel der Leitungsgeraden eine andere Neigung der Auslösekennlinien zu wählen.

Messwertkorrektur bei Parallelleitungen (wahlweise)

Die Gegenkopplung zwischen den beiden Leitungssystemen bei Doppelleitungen ist für 7SD5 nur relevant, wenn das Gerät an einer Doppelleitung eingesetzt ist und auch mit Parallelleitungskompensation arbeiten soll. Voraussetzung ist, dass der Erdstrom der Parallelleitung an den Messeingang I_4 des Gerätes angeschlossen ist und dies bei der Projektierung eingegeben wurde. Dann ist unter Adresse 1515 **PAR-KOMP** = ***Ja*** (Voreinstellung) einzustellen.

Die Koppelfaktoren wurden bereits bei den allgemeinen Schutzdaten (Abschnitt 2.1.4.1) eingestellt, ebenso die Reichweite der Parallelleitungskompensation.

Doppelfehler im wirksam geerdeten Netz

Die Schleifenbestimmung für Doppelerdfehler wird unter Adresse 1521 **PhPhE ANR.** (Phase-Phase-Erde-Anregung) parametriert. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Meist ist ***Block vor.Ph*** (Blockierung der voreilenden Phase, Voreinstellung) günstig, weil die voreilende Phase-Erde-Schleife besonders bei hohen Erdübergangswiderständen zum Übergreifen neigt. In manchen Fällen (Fehlerwiderstand Phase-Phase größer als Phase-Erde) kann auch ***Block nach.Ph*** (Blockierung der nacheilenden Phase) günstiger sein. Die Auswertung ***alle***r beteiligten Schleifen erlaubt ein Maximum an Redundanz. Alternativ kann als Schleife ***nur Ph-Ph*** ausgewertet werden. Diese erlaubt bei 2-phasigen Fehlern mit Erdberührung die höchste Genauigkeit. Schließlich können nur die Phase-Erde-Schleifen für gültig erklärt werden (Einstellung ***nur Ph-E***).

Doppelfehler im nicht geerdeten Netz

Im isolierten oder gelöschten Netz muss sichergestellt sein, dass die Bevorzugung bei Doppelerdschlüssen im gesamten galvanisch zusammenhängenden Netz einheitlich ist. Entsprechend wird unter Adresse 1520 **BEVORZUGUNG** die Doppelerdschlussbevorzugung eingestellt.

7SD5 bietet auch die Möglichkeit, alle Fußpunkte eines Mehrfacherdschlusses zu erfassen. **BEVORZUGUNG** = ***alle*** bedeutet, dass jeder Erdschlusspunkt auf der geschützten Leitung unabhängig von einer Bevorzugung abgeschaltet wird. Dies kann auch mit einer anderen Bevorzugung kombiniert werden. Zum Beispiel können Sie für einen Transformatorabzweig jeglichen Fußpunkt bei Doppelerdschluss abschalten, während im übrigen Netz einheitlich ***L1 (L3) AZYKL.*** gilt.

Sofern die Gefahr besteht, dass durch die Zündschwingung beim Eintreten eines einfachen Erdschlusses die Erdfehlererfassung anspricht, kann diese mittels eines Parameters **T3IO 1PHAS** (Adresse 1218) verzögert werden. Im Allgemeinen genügt die Voreinstellung (0,04 s). In ausgedehnten gelöschten Netzen sollte diese Zeit vergrößert werden. Ist auch stationär das Überschreiten des Erdstromgrenzwertes möglich, soll **T3IO 1PHAS** auf ∞ eingestellt werden. Dann ist Anregung durch eine Phase allein auch bei erheblichem Erdstrom nicht mehr möglich. Doppelerdschlüsse werden dennoch richtig erkannt und nach Bevorzugungsprogramm ausgemessen.

Zuschalten auf einen Kurzschluss

Für die Reaktion des Distanzschutzes beim Zuschalten auf einen Kurzschluss wird der Parameter Adresse 1532 **ZUSCHALT.** verwendet. Bei Einstellung ***unwirksam*** erfolgt keine besondere Reaktion, d.h. alle Distanzstufen arbeiten gemäß ihrer eingestellten Zonenparameter. Einstellung auf ***Zone Z1B*** bewirkt, dass beim Zuschalten alle Fehler innerhalb der Übergreifzone Z1B (in der für diese Zonen parametrierten Richtung) unverzögert wieder abgeschaltet werden. Bei Einstellung auf ***Z1B ungerichtet*** ist ebenfalls die Zone Z1B maßgebend, sie wirkt aber in beide Richtungen, unabhängig von der unter Adresse 1651 bzw. 1751 **MODUS Z1B** eingestellten Betriebsrichtung. Einstellung ***Anregung*** bedeutet, dass die Schnellauslösung nach Zuschalten bei allen erkannten Fehlern in irgendeiner beliebigen Zone (d.h. bei Generalanregung des Distanzschutzes) wirksam wird.

Blockieren der Zone Z1

Bei aktivem Differentialschutz können Sie unter Adresse 1533 **Z1 bl. bei Diff** mit der Einstellung ***Ja*** die Zone Z1 blockieren, d.h. in Z1 wird nicht gemessen, also auch nicht angeregt, solange der Differentialschutz wirksam ist (Nr 3120 „`Diff wirksam`“). Die Zone Z1 wird sofort wieder aktiviert, wenn der Differentialschutz z.B. durch eine Kommunkationsstörung unwirksam ist. In der Einstellung Adresse 1533 **Z1 bl. bei Diff** = ***Nein*** arbeitet die Zone Z1 unabhängig vom Differentialschutz.

Außerdem kann die Zone Z1 über den Binäreingang 3610 „`>Dis blk Z1`“ blockiert werden. Über diesen Binäreingang können z.B. weitere Blockierbedingungen bezüglich der Zusammenarbeit mit dem Differentialschutz über CFC realisiert werden. Die Wirkung des Binäreinganges ist unabhängig vom Zustand des Differentialschutzes.

Lastbereich (nur für Impedanzanregung)

Bei Verwendung der Impedanzanregung bzw. bei 7SD5**5*-*****-***E**** und 7SD5***-*****-***H*** kann an langen hochbelastbaren Leitungen die Gefahr bestehen, dass die Lastimpedanz in die Auslösecharakteristiken des Distanzschutzes hineinragt. Um Fehlanregung des Distanzschutzes bei hohem Leistungstransport auszuschließen, kann hier ein Lastkegel eingestellt werden, der bei Auslösekennlinien mit hohen R-Abschnitten solche Fehlanregungen durch Überlast ausschließt. Bei den anderen Anregeverfahren erübrigt sich dieser Lastkegel, da die Auslösepolygone nur nach erfolgter Anregung freigegeben werden und die Anregung hier die Aufgabe der eindeutigen Unterscheidung zwischen Lastbetrieb und Kurzschluss wirkungsvoll erfüllt. Dieser Lastbereich ist in der Beschreibung der Auslösekennlinien (siehe auch Abschnitt 2.5.2 und 2.5.3) mitberücksichtigt.

Der R-Wert **R LAST (LE)** (Adresse 1541) bezieht sich dabei auf die Leiter-Erde-Schleifen, **R LAST (LL)** (Adresse 1543) auf die Leiter-Leiter-Schleifen. Die Werte werden etwas (ca. 10 %) kleiner eingestellt als die minimal zu erwartende Lastimpedanz. Die minimale Lastimpedanz ergibt sich bei maximalem Laststrom und minimaler Betriebsspannung.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2 mit den Daten:

maximal übertragbare Leistung

P_{max}	= 100 MVA entsprechend
I_{max}	= 525 A

minimal Betriebsspannung

U_{min}	= 0,9 U_N
Stromwandler	600 A/5 A
Spannungswandler	110 kV/0,1 kV

Die minimale Lastimpedanz ergibt sich zu :

$$R_{L\ prim} = \frac{U_{min}}{\sqrt{3} \cdot I_{L\ max}} = \frac{0{,}9 \cdot 110\ kV}{\sqrt{3} \cdot 525\ A} = 108{,}87\ \Omega$$

Bei Parametrierung mittels PC und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Die Umrechnung in Sekundärgrößen ergibt

$$R_{L\ sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot R_{L\ prim} = \frac{600\ A / 5\ A}{110\ kV / 0{,}1\ kV} \cdot 108{,}87\ \Omega = 11{,}88\ \Omega$$

mit einem Sicherheitsabstand von 10 % wird eingestellt:

primär: **R LAST (LL)** = **97,98** Ω oder

sekundär: **R LAST (LL)** = **10,69** Ω.

Der Öffnungswinkel des Lastkegels **PHI LAST (LE)** (Adresse 1542) und **PHI LAST (LL)** (Adresse 1544) muss größer (ca. 5°) sein als der maximal auftretenden Lastwinkel (entsprechend dem minimalen Leistungsfaktor cos φ).

Rechenbeispiel:

minimaler Leistungsfaktor

cos φ_{min}	= 0,63
φ_{max}	= 51°

Einstellwert **PHI LAST (LL)** = φ_{max} + 5° = **56°**.

Überstrom-, U/I- und U/I/φ-Anregung

Der Distanzschutz im 7SD5 als Haupt- oder Reserveschutz verfügt je nach bestellter Variante über eine Reihe von Anregeverfahren, aus denen Sie das für die betreffenden Netzverhältnisse optimale Verfahren auswählen können (7SD5***-*****-***D**** und 7SD5***-*****-***G****).

Wenn das Gerät über keine explizite Anregung verfügt oder wenn Sie bei der Konfiguration der Schutzfunktionen (Abschnitt 2.1.1.3) als Anregeart **DIS ANR** = ***IMPEDANZ*** (Adresse 117) eingestellt haben, sind die hier behandelten Einstellungen irrelevant und nicht zugänglich.

Die möglichen Anregeverfahren sind in Abschnitt 2.5.1 im Einzelnen beschrieben. Sofern das Gerät über mehrere Anregeverfahren verfügt, wurde bei der Projektierung unter Adresse 117 eines der Verfahren ausgewählt. Im folgenden sind die Parameter für alle Anregeverfahren angegeben und erläutert. Bei den folgenden Einstellungen erscheinen jedoch nur diejenigen Parameter, die für das ausgewählte Anregeverfahren gültig sind.

Bei der U/I(/φ)-Anregung haben Sie die Möglichkeit, die Spannungs- und ggf. Winkelmessung für die Leiter-Erde-Messwerke einerseits und für die Leiter-Leiter-Messwerke andererseits unterschiedlich zu steuern. Adresse 1901 **PROG. U/I** gibt an, welche Schleifenspannungen für Leiter-Erde und welche für Leiter-Leiter gültig sein sollen:

In Netzen mit **geerdetem** Sternpunkt wird häufig die Steuerung mit U_{Ph-E} bei Erdfehlern und mit U_{Ph-Ph} bei erdfreien Fehlern bevorzugt (Adresse 1901 **PROG. U/I** = ***LE:Uphe*** / ***LL:Uphp***). Diese hat die maximale Empfindlichkeit für alle Fehlerarten, setzt aber voraus, dass Erdkurzschlüsse zweifelsfrei durch die Erdfehlererfassung erkannt werden (siehe auch Abschnitt 2.5.1). Ansonsten ist auch die Steuerung mit U_{Ph-E} bei allen Fehlerarten sinnvoll (Adresse 1901 **PROG. U/I** = ***LE:Uphe*** / ***LL:Uphe***), wobei für erdfreie Kurzschlüsse eine geringere Empfindlichkeit in Kauf genommen wird, weil dort in der Regel die Überstromstufe Iph>> anspricht.

In Netzen mit **niederohmig (halbstarr) geerdetem** Sternpunkt soll die U/I/φ-Anregung i.Allg. nur für Erdfehler wirken, da Leiter-Leiter-Kurzschlüsse von der Überstromanregung erfasst werden. In diesem Fall ist demnach Adresse 1901 **PROG. U/I** = ***LE:Uphe*** / ***LL:I>>*** sinnvoll.

In **isolierten** oder **gelöschten** Netzen ist es möglich, die U/I/φ-Anregung nur mit verketteten Spannungen zu steuern (Adresse 1901 **PROG. U/I** = ***LE:Uphp*** / ***LL:Uphp***). Dies schließt naturgemäß Anregung durch einfache Erdschlüsse aus, erlaubt aber auch keine korrekte Doppelerdschlusserfassung und eignet sich demnach für kleinere isolierte Kabelnetze.

Zwei weitere allgemeine Einstellungen betreffen die Endzeiten, d.h. die Auslösezeiten im äußersten Reservefall für Fehler außerhalb aller Distanzzonen. Diese sollen als letzte Reserve oberhalb der Verzögerungszeiten für die Distanzzonen liegen (vgl. auch Einstellung der Funktionsparameter für die Distanzzonen unter Abschnitt 2.5.2.2).

Die gerichtete Endzeit **T END VORW.** (Adresse 1902) wirkt bei Kurzschlüssen in Vorwärts- (Leitungs-) Richtung, wenn nach Anregung keine Impedanz innerhalb einer Distanzzone liegt.

Die ungerichtete Endzeit **T END UNGER.** (Adresse 1903) wirkt bei allen Kurzschlüssen, wenn nach Anregung keine Impedanz innerhalb einer Distanzzone liegt.

Überstromanregung

Für die Einstellung der **Überstromanregung** ist vor allem der maximale betrieblich auftretende Laststrom maßgebend. Eine Anregung durch Überlast muss ausgeschlossen sein! Der Ansprechwert **Iph>>** (Adresse 1910) muss deshalb oberhalb des maximal zu erwartenden (Über-)Laststromes eingestellt werden (ca. 1,2 mal). Es ist dann zu kontrollieren, dass der minimale Kurzschlussstrom oberhalb dieser Grenze liegt. Ist das nicht der Fall, ist U/I-Anregung erforderlich.

Rechenbeispiel:

Der maximale Betriebsstrom (einschl. Überlast) betrage 680 A bei Stromwandlern 600 A/5 A, der minimale Kurzschlussstrom sei zu 1200 A angenommen. Es wird also eingestellt:

$$Iph>> = I_{L\,max} \cdot 1{,}2 = 680\ A \cdot 1{,}2 = 816\ A$$

Dieser Wert liegt hinreichend unter dem minimalen Kurzschlussstrom von 1200 A. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Werte als Primärwert unmittelbar eingegeben werden. Die Umrechnung in Sekundärgrößen ergibt

$$Iph>> = 816\ A \cdot \frac{5\ A}{600\ A} = 6{,}8\ A$$

Die Bedingung für den minimalen Kurzschlussstrom gilt auch bei Erdkurzschlüssen (im geerdeten Netz) bzw. bei Doppelerdschlüssen, sofern ausschließlich Überstromanregung verwendet wird.

U/I(/φ)-Anregung

Ist U/I-Anregung erforderlich, weil der minimale Kurzschlussstrom unter dem maximalen Laststrom (einschl. Sicherheitsfaktor 1,2) liegt, ist für **Iph>>** trotzdem die Bedingung für den maximalen Laststrom zu beachten. Dann wird die Mindeststromgrenze **Iph>** (Adresse 1911) unterhalb des minimalen Kurzschlussstromes (ca. 10 %) eingestellt. Dies gilt auch für die Phasenkurzschlussströme bei Erdkurzschluss bzw. Doppelerdschluss.

Unter Adresse 1930 **1PH. ANR.** können Sie wählen, ob im geerdeten Netz bei 1-phasiger Anregung ohne Erdstrom eine Leiter-Erde-Schleife ausgewählt wird (I_E-Mitnahme). Die Einstellung **1PH. ANR.** = ***PHASE-ERDE*** ist sinnvoll, wenn bei Erdkurzschlüssen kein oder nur ein geringer Erdstrom über die Messstelle fließen kann. Bei **1PH. ANR.** = ***PHASE-PHASE*** wird bei 1-phasiger Anregung im geerdeten Netz die voreilende Leiter-Leiter-Schleife ausgemessen. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die Bedeutung der Einstellparameter ist aus Bild 2-50 ersichtlich. **Iph>** (Ast a, Adresse 1911) ist der Mindeststrom, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, **Iph>>** (Ast c) ist die Überstromanregung.

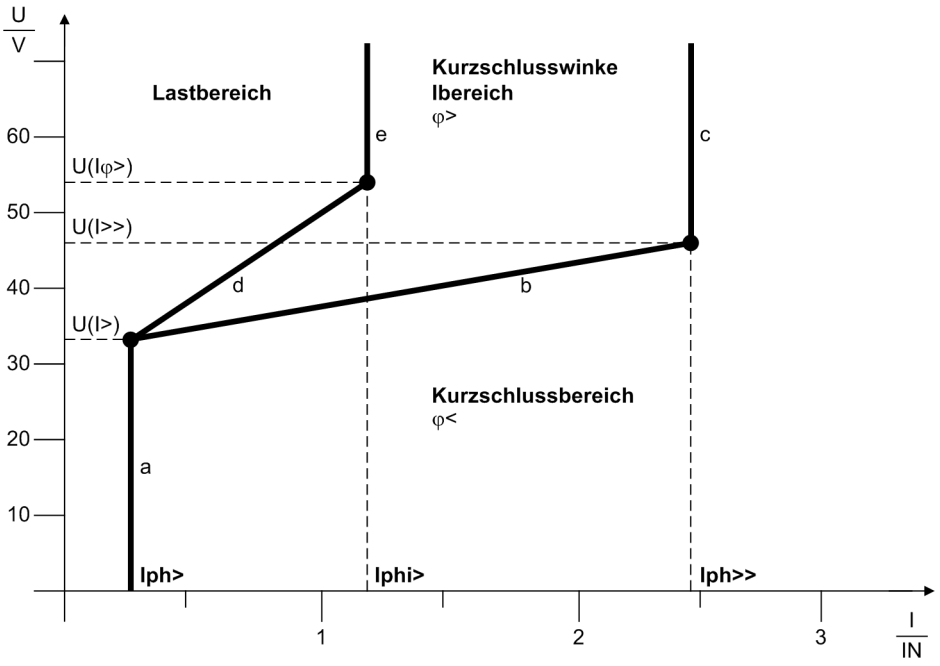


Bild 2-50 Parameter der U/I/φ-Anregung

In den meisten Fällen wird die Winkelabhängigkeit nicht benötigt. Dann gilt der spannungsabhängige Ast b, so dass sich die resultierende Kennlinie a - b - c ergibt. Für den spannungsabhängigen Ast b werden bei Steuerung mit Uphe in den Adressen 1912 **Uphe (I>>)** und 1913 **Uphe (I>)** die Spannungen Leiter-Erde eingesetzt; bei Steuerung mit Uphph werden in den Adressen 1914 **Uphph (I>>)** und 1915 **Uphph (I>)** die Spannungen Leiter-Leiter eingestellt. Es sind jeweils die Einstellungen relevant, die gemäß Anregeprogramm (siehe oben) notwendig sind.

Die Kennlinie ist so einzustellen, dass sie beim maximal zu erwartenden betrieblichen Strom noch unterhalb der minimal zu erwartenden betrieblichen Spannung liegt. Im Zweifelsfall sollte man die Anregebedingungen anhand der U/I-Kennlinie überprüfen.

Winkelabhängigkeit

Wenn sich anhand der winkelunabhängigen U/I-Kennlinie nicht in allen Fällen zwischen Kurzschluss und Lastbetrieb unterscheiden lässt, können Sie die winkelabhängigen Äste d - e zusätzlich einstellen. Dies ist bei langen Leitungen oder Leitungszügen mit Zwischeneinspeisung erforderlich, wenn gleichzeitig geringe Vorimpedanz möglich ist. Dann bricht im Kurzschlussfall am Leitungsende oder im Reservebereich des Distanzschutzes die örtliche Messspannung nur geringfügig ein, so dass der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung als zusätzliches Kriterium für die Fehlererkennung benötigt wird.

Dabei bestimmen die Parameter **Iphi>** (Adresse 1916) und **Uphe (Iphi>)** (Adresse 1917) bzw. **Uphph (Iphi>)** (Adresse 1918) die Kennlinie im Bereich hoher Winkel φ_K, d.h. im Kurzschlusswinkelbereich. Die Grenzwinkel selber, die den Kurzschlusswinkelbereich φ_K definieren, werden in den Adressen 1920 **phi>** und 1921 **phi<** eingestellt. Zwischen diesen beiden Winkeln liegt der Kurzschlusswinkelbereich φ_K. Auch hier sind wieder die Spannungseinstellungen relevant, die gemäß Anregeprogramm (siehe oben) notwendig sind.

Die Kennlinie ist für den Lastwinkelbereich so einzustellen, dass sie beim maximal zu erwartenden betrieblichen Strom noch unterhalb der minimal zu erwartenden betrieblichen Spannung liegt. Im Bereich der Kurzschlusswinkel φ_K ist darauf zu achten, dass Ladeströme nicht zum Ansprechen in diesem Bereich führen können. Wird über die Leitung Blindleistung transportiert, so muss gewährleistet sein, dass der maximale Blindstrom bei minimaler Betriebsspannung nicht im Anregebereich, d.h. im Kurzschlusswinkelbereich bei φ_K, liegt. Im Zweifelsfall sollte man die Anregebedingungen anhand der U/I/φ-Kennlinie überprüfen. Bei umfangreicheren Netzen ist eine Kurzschlussberechnung ratsam.

Für den unteren Grenzwinkel **phi>** (Adresse 1920) gilt, dass er zwischen Lastwinkel und Kurzschlusswinkel liegen soll. Er muss daher kleiner als der Leitungswinkel $\varphi_L = \arctan (X_L/R_L)$ eingestellt werden (ca. 10° bis 20°). Es ist sodann zu kontrollieren, dass der Winkel im Lastbetrieb nicht überschritten wird. Ist dies doch der Fall, weil z.B. Blindleistung über die Leitung transportiert werden soll, muss dafür gesorgt werden, dass die Parameter des spannungsabhängigen Astes d, also **Iphi>** und **Uphe (Iphi>)** bzw. **Uphph (Iphi>)**, eine Anregung durch die Blindlast ausschließen (siehe oben).

Der obere Grenzwinkel **phi<** (Adresse 1921) ist unkritisch. 100° bis 120° dürften in allen Fällen ausreichen.

Die Winkelabhängigkeit, d.h. die Erhöhung der Empfindlichkeit bei großem Kurzschlusswinkel durch die Kennlinienäste d und e, kann mittels Adresse 1919 **WIRKUNG phi** auf die Vorwärtsrichtung (Leitungsrichtung) beschränkt werden. In diesem Fall wird **WIRKUNG phi** auf ***vorwärts*** eingestellt. Ansonsten bleibt **WIRKUNG phi** = ***vorw. & rückw.***. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

2.5.1.5 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1218	T3I0 1PHAS		0.00 .. 0.50 s; ∞	0.04 s	Verzögerung bei 1ph. Anregung (gel/isol)
1501	DIST.SCHUTZ		Ein Aus	Ein	Distanzschutz
1502	Iph>	1A	0.05 .. 4.00 A	0.10 A	Mindestphasenstrom Iph>
		5A	0.25 .. 20.00 A	0.50 A	
1503	3I0>	1A	0.05 .. 4.00 A	0.10 A	Erdfehlererkennung 3I0>
		5A	0.25 .. 20.00 A	0.50 A	
1504	3U0>		1 .. 100 V; ∞	5 V	Erdfehlererkennung 3U0>
1505	3U0> GEL/IS		10 .. 200 V; ∞	∞ V	3U0>: Ansprechwert für gel./isol. Netze
1507A	3I0>/Iphmax		0.05 .. 0.30	0.10	3I0>-Anregestabilisierung (3I0>/Iphmax)
1508	SER-KOMP.		Nein Ja	Nein	Leitung mit kap. Serienkompensation
1509A	ERDF. ERKENNUNG		3I0> ODER 3U0> 3I0> UND 3U0>	3I0> ODER 3U0>	Kriterien für Erdfehlererkennung
1510	ZEITSTART		mit Dis G-Anr. mit Zonen-Anr.	mit Dis G-Anr.	Start der Zonenzeiten
1511	PHI DIST.		30 .. 90 °	85 °	Winkel der Distanzschutzcharakteristik
1515	PAR-KOMP		Nein Ja	Ja	Parallelleitungskompensation
1520	BEVORZUGUNG		L3 (L1) AZYKL. L1 (L3) AZYKL. L2 (L1) AZYKL. L1 (L2) AZYKL. L3 (L2) AZYKL. L2 (L3) AZYKL. L3 (L1) ZYKL. L1 (L3) ZYKL. alle	L3 (L1) AZYKL.	Phasenbevorzugung f. Doppelerdschlüsse
1521A	PhPhE ANR.		Block vor.Ph Block nach.Ph alle nur Ph-Ph nur Ph-E	Block vor.Ph	Schleifenauswahl bei Ph-Ph-E-Anregung
1523	Unsymm. Uph-ph		5 .. 50 %	25 %	Max. Unsymmetrie Uph-ph bei Erdschluss

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1532	ZUSCHALT.		Anregung Zone Z1B unwirksam Z1B ungerichtet	unwirksam	Unverzög. Messbereich bei Zuschaltung
1533	Z1 bl. bei Diff		Ja Nein	Ja	Zone Z1 blockiert bei Diff-schutz aktiv
1541	R LAST (LE)	1A	0.100 .. 600.000 Ω; ∞	∞ Ω	Grenze RL des Lastkegels für LE-Schleif.
		5A	0.020 .. 120.000 Ω; ∞	∞ Ω	
1542	PHI LAST (LE)		20 .. 60 °	45 °	Öffnungswinkel des Last-kegels f. LE-Sch.
1543	R LAST (LL)	1A	0.100 .. 600.000 Ω; ∞	∞ Ω	Grenze RL des Lastkegels für LL-Schleif.
		5A	0.020 .. 120.000 Ω; ∞	∞ Ω	
1544	PHI LAST (LL)		20 .. 60 °	45 °	Öffnungswinkel des Last-kegels f. LL-Sch.
1605	T1 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-1pol
1606	T1 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-mehrpol
1615	T2 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-1pol
1616	T2 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-mehrpol
1617A	AUS1POL Z2		Nein Ja	Nein	Einpoliges AUS bei Fehler in Z2
1625	T3		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Verzögerungszeit T3
1635	T4		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T4
1645	T5		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T5
1655	T1B 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-1pol
1656	T1B MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-mehrpol
1657	1.WE -> Z1B		Nein Ja	Nein	Freigabe Zone Z1B für 1.WE-Zyklus
1901	PROG. U/I		LE:Uphe/LL:Uphp LE:Uphp/LL:Uphp LE:Uphe/LL:Uphe LE:Uphe/LL:I>>	LE:Uphe/LL:Uphp	Anregeprogramm U/I-An-regung
1902	T END VORW.		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Endzeit gerichtet
1903	T END UNGER.		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Endzeit ungerichtet
1910	Iph>>	1A	0.25 .. 10.00 A	1.80 A	Iph>>: Ansprechwert
		5A	1.25 .. 50.00 A	9.00 A	
1911	Iph>	1A	0.10 .. 4.00 A	0.20 A	Iph>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 20.00 A	1.00 A	
1912	Uphe (I>>)		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iph>>

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1913	Uphe (I>)		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iph>
1914	Uphph (I>>)		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iph>>
1915	Uphph (I>)		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iph>
1916	Iphi>	1A	0.10 .. 8.00 A	0.50 A	Iphi>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 40.00 A	2.50 A	
1917	Uphe (Iphi>)		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iphi>
1918	Uphph (Iphi>)		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iphi>
1919A	WIRKUNG phi		vorw. & rückw. vorwärts	vorw. & rückw.	Wirkrichtung der Winkel-anregung
1920	phi>		30 .. 60 °	50 °	phi: Untere Grenze
1921	phi<		90 .. 120 °	110 °	phi: Obere Grenze
1930A	1PH. ANR.		PHASE-ERDE PHASE-PHASE	PHASE-ERDE	Schleifenauswahl bei 1-ph Anr. (ohne E)

2.5.1.6 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3603	>Dis block	EM	>Distanzschutz blockieren
3610	>Dis blk Z1	EM	>Dist.Messbereich Z1 blockieren
3611	>DisFreig.Z1B	EM	>Dist.Messbereich Z1B freigeben v.extern
3613	>DisFrg.Z1Bunv.	EM	>Dist.Messbereich Z1B unverz. freigeben
3617	>DisBlk.Z4-AUS	EM	>Dist.Messber.Z4 für Auskomm. blockieren
3618	>DisBlk.Z5-AUS	EM	>Dist.Messber.Z5 für Auskomm. blockieren
3619	>DisBlk.Z4 PhE	EM	>Dist. Z4 für Ph-E-Schleifen blockieren
3620	>DisBlk.Z5 PhE	EM	>Dist. Z5 für Ph-E-Schleifen blockieren
3651	Dis aus	AM	Distanzschutz ausgeschaltet
3652	Dis block	AM	Distanzschutz blockiert
3653	Dis wirksam	AM	Distanzschutz wirksam
3654	Dis Feh.K0(Z1)	AM	Dist. Einstellfehler K0(Z1),PHI K0(Z1)
3655	Dis Feh.K0(>Z1)	AM	Dist. Einstellfehler K0(>Z1),PHI K0(>Z1)
3671	Dis G-Anr	AM	Dist. Generalanregung
3672	Dis Anr L1	AM	Dist. Anregung Phase L1
3673	Dis Anr L2	AM	Dist. Anregung Phase L2
3674	Dis Anr L3	AM	Dist. Anregung Phase L3
3675	Dis Anr E	AM	Dist. Anregung Erde
3681	Dis Anr nurL1	AM	Dist. Anregung nur Phase L1
3682	Dis Anr L1E	AM	Dist. Anregung L1-E
3683	Dis Anr nurL2	AM	Dist. Anregung nur Phase L2
3684	Dis Anr L2E	AM	Dist. Anregung L2-E
3685	Dis Anr L12	AM	Dist. Anregung L1-L2

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3686	Dis Anr L12E	AM	Dist. Anregung L1-L2-E
3687	Dis Anr nurL3	AM	Dist. Anregung nur Phase L3
3688	Dis Anr L3E	AM	Dist. Anregung L3-E
3689	Dis Anr L31	AM	Dist. Anregung L3-L1
3690	Dis Anr L31E	AM	Dist. Anregung L3-L1-E
3691	Dis Anr L23	AM	Dist. Anregung L2-L3
3692	Dis Anr L23E	AM	Dist. Anregung L2-L3-E
3693	Dis Anr L123	AM	Dist. Anregung L1-L2-L3
3694	Dis Anr L123E	AM	Dist. Anregung L1-L2-L3-E
3695	Dis Anr PHI L1	AM	Dist. Phasenwinkelanregung L1
3696	Dis Anr PHI L2	AM	Dist. Phasenwinkelanregung L2
3697	Dis Anr PHI L3	AM	Dist. Phasenwinkelanregung L3
3701	Dis SchlL1Ev	AM	Dist. ausgewählte Schleife L1E vorwärts
3702	Dis SchlL2Ev	AM	Dist. ausgewählte Schleife L2E vorwärts
3703	Dis SchlL3Ev	AM	Dist. ausgewählte Schleife L3E vorwärts
3704	Dis SchlL12v	AM	Dist. ausgewählte Schleife L12 vorwärts
3705	Dis SchlL23v	AM	Dist. ausgewählte Schleife L23 vorwärts
3706	Dis SchlL31v	AM	Dist. ausgewählte Schleife L31 vorwärts
3707	Dis SchlL1Er	AM	Dist.ausgewählte Schleife L1E rückwärts
3708	Dis SchlL2Er	AM	Dist.ausgewählte Schleife L2E rückwärts
3709	Dis SchlL3Er	AM	Dist.ausgewählte Schleife L3E rückwärts
3710	Dis SchlL12r	AM	Dist.ausgewählte Schleife L12 rückwärts
3711	Dis SchlL23r	AM	Dist.ausgewählte Schleife L23 rückwärts
3712	Dis SchlL31r	AM	Dist.ausgewählte Schleife L31 rückwärts
3713	Dis SchlL1Eu	AM	Dist. ausgew. Schleife L1E ungerichtet
3714	Dis SchlL2Eu	AM	Dist. ausgew. Schleife L2E ungerichtet
3715	Dis SchlL3Eu	AM	Dist. ausgew. Schleife L3E ungerichtet
3716	Dis SchlL12u	AM	Dist. ausgew. Schleife L12 ungerichtet
3717	Dis SchlL23u	AM	Dist. ausgew. Schleife L23 ungerichtet
3718	Dis SchlL31u	AM	Dist. ausgew. Schleife L31 ungerichtet
3719	Dis Anr vorw.	AM	Dist. Anregung vorwärts
3720	Dis Anr rück.	AM	Dist. Anregung rückwärts
3741	Dis AnrZ1 L1E	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L1E
3742	Dis AnrZ1 L2E	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L2E
3743	Dis AnrZ1 L3E	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L3E
3744	Dis AnrZ1 L12	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L12
3745	Dis AnrZ1 L23	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L23
3746	Dis AnrZ1 L31	AM	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L31
3747	DisAnrZ1B L1E	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L1E
3748	DisAnrZ1B L2E	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L2E
3749	DisAnrZ1B L3E	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L3E
3750	DisAnrZ1B L12	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L12
3751	DisAnrZ1B L23	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L23
3752	DisAnrZ1B L31	AM	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L31
3755	Dis Anr Z2	AM	Dist. Anregung in Zone Z2
3758	Dis Anr Z3	AM	Dist. Anregung in Zone Z3

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3759	Dis Anr Z4	AM	Dist. Anregung in Zone Z4
3760	Dis Anr Z5	AM	Dist. Anregung in Zone Z5
3771	Dis Abl T1	AM	Dist. Zeit T1 (Zone Z1) abgelaufen
3774	Dis Abl T2	AM	Dist. Zeit T2 (Zone Z2) abgelaufen
3777	Dis Abl T3	AM	Dist. Zeit T3 (Zone Z3) abgelaufen
3778	Dis Abl T4	AM	Dist. Zeit T4 (Zone Z4) abgelaufen
3779	Dis Abl T5	AM	Dist. Zeit T5 (Zone Z5) abgelaufen
3780	Dis Abl T1B	AM	Dist. Zeit T1B (Zone Z1B) abgelaufen
3781	Dis Abl Tvorw	AM	Dist. Zeit T ANR. VORW. abgelaufen
3782	Dis Abl T unger	AM	Dist. Zeit T ANR. UNGER. abgelaufen
3801	Dis G-AUS	AM	Dist. Generalauslösung
3802	Dis AUS1polL1	AM	Auslösung Distanzschutz L1, nur 1polig
3803	Dis AUS1polL2	AM	Auslösung Distanzschutz L2, nur 1polig
3804	Dis AUS1polL3	AM	Auslösung Distanzschutz L3, nur 1polig
3805	Dis AUS L123	AM	Auslösung Distanzschutz 3polig
3811	Dis AUS Z1 1p	AM	Dist. Auslösung Zone Z1 1polig
3813	Dis AUS Z1B1p	AM	Dist. Auslösung Zone Z1B 1polig
3816	Dis AUS Z2 1p	AM	Dist. Auslösung Zone Z2 1polig
3817	Dis AUS Z2 3p	AM	Dist. Auslösung Zone Z2 3polig
3818	Dis AUS Z3	AM	Dist. Auslösung Zone Z3
3819	Dis AUS Anr->	AM	Dist. Auslösung Anregung gerichtet
3820	Dis AUS Anr<>	AM	Dist. Auslösung Anregung ungerichtet
3821	Dis AUS Z4	AM	Dist. Auslösung Zone Z4
3822	Dis AUS Z5	AM	Dist. Auslösung Zone Z5
3823	Dis AUS Z1 3p1	AM	Dist. Auslösung Zone Z1 3p. (Anr. 1p.)
3824	Dis AUS Z1 3pm	AM	Dist. Auslösung Zone Z1 3p. (Anr.mehrp.)
3825	Dis AUS Z1B3p1	AM	Dist. Auslösung Zone Z1B 3p. (Anr. 1p.)
3826	Dis AUS Z1B3pm	AM	Dist. Auslösung Zone Z1B 3p. (Anr.mehrp)
3850	Dis AUS Z1B Sig	AM	Dist. Auslösung Zone Z1B ü. Signalzusatz

2.5.2 Distanzschutz mit polygonaler Auslösecharakteristik (wahlweise)

Für jede Distanzzone wird ein Arbeitspolygon definiert, das die Auslösecharakteristik für die entsprechende Zone darstellt.

2.5.2.1 Funktionsbeschreibung

Arbeitspolygone

Insgesamt gibt es für jede Fehlerschleife fünf unabhängige Zonen und zusätzlich eine gesteuerte Zone. Bild 2-51 zeigt die Form der Polygone als Beispiel. Dabei ist das Polygon für die erste Zone als vorwärts gerichtete Zone schattiert. Die dritte Zone ist als rückwärts gerichtete Zone dargestellt.

Das Polygon ist allgemein definiert durch ein Parallelogramm mit den Achsabschnitten R und X, sowie der Neigung φ_{Dist}. Ein Lastkegel mit den Parametern R_{Last} und φ_{Last} kann den Bereich der Lastimpedanz aus dem Polygon ausschneiden. Die Achsenabschnitte R und X können für jede Zone individuell eingestellt werden; φ_{Dist}, R_{Last} und φ_{Last} sind für alle Zonen gemeinsam. Das Parallelogramm ist bezüglich des Ursprungs des R-X-Koordinatensystems symmetrisch; jedoch begrenzt die Richtungskennlinie das Auslösegebiet auf den gewünschten Quadranten (siehe unten „Richtungsbestimmung“)

Die R-Abschnitte können für Leiter-Leiter-Fehler einerseits und für Leiter-Erde-Fehler andererseits getrennt eingestellt werden, um für Erdfehler gegebenenfalls eine höhere Resistanzreserve zu erzielen.

Für die erste Zone Z1 existiert zusätzlich ein einstellbarer Abschnitt α, der einem Übergreifen infolge von Winkeltoleranzen und/oder zweiseitig gespeisten Kurzschlüssen auf einen Fehlerwiderstand vorbeugen soll. Für Z1B und die höheren Zonen entfällt dieser Abschnitt.

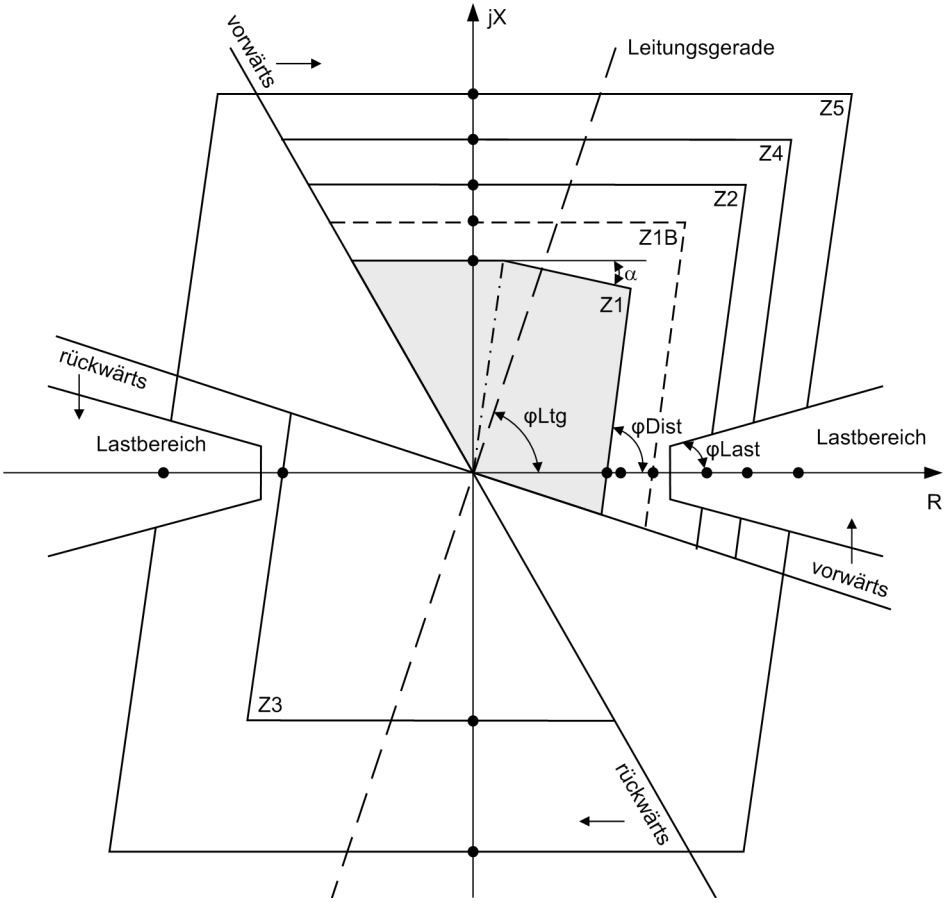
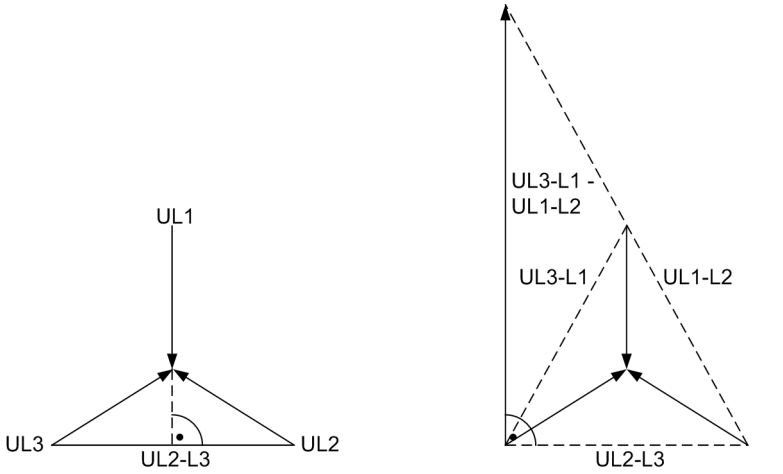


Bild 2-51 Polygonale Charakteristik (Einstellwerte sind durch Punkte markiert)

Richtungsbestimmung

Für die Bestimmung der Kurzschlussrichtung wird für jede Schleife ebenfalls ein Impedanzzeiger herangezogen. Normalerweise ist dies $\underline{Z}_L$ wie für die Distanzberechnung. Je nach „Qualität“ der Messgrößen werden jedoch unterschiedliche Berechnungsverfahren verwendet. Unmittelbar nach Fehlereintritt ist die Kurzschlussspannung durch Ausgleichsvorgänge beeinflusst; deshalb wird auf die vor Kurzschlusseintritt gespeicherte Spannung zurückgegriffen. Wenn auch die stationäre Kurzschlussspannung (bei einem Nahfehler) zu klein für die Richtungsbestimmung ist, wird eine kurzschlussfremde Spannung verwendet. Diese steht theoretisch sowohl für die Leiter-Erde-Schleifen als auch für die Leiter-Leiter-Schleifen senkrecht auf den kurzschlussgetreuen Spannungen (Bild 2-52), was bei der Berechnung des Richtungsvektors durch eine 90°-Drehung berücksichtigt wird. Tabelle 2-11 zeigt die Zuordnung der Messgrößen für die Bestimmung der Richtung zu den sechs Fehlerschleifen.



a) Schleife Leiter-Erde (L1-E) b) Schleife Leiter-Leiter (L2-L3)

Bild 2-52 Richtungsbestimmung kurzschlussfremden Spannungen

Tabelle 2-11 Zuordnung der Messgrößen für die Richtungsbestimmung

Schleife	Messstrom (Richtung)	kurzschlussgetreue Spannung	kurzschlussfremde Spannung
L1-E	$\underline{I}_{L1}$	$\underline{U}_{L1-E}$	$\underline{U}_{L2} - \underline{U}_{L3}$
L2-E	$\underline{I}_{L2}$	$\underline{U}_{L2-E}$	$\underline{U}_{L3} - \underline{U}_{L1}$
L3-E	$\underline{I}_{L3}$	$\underline{U}_{L3-E}$	$\underline{U}_{L1} - \underline{U}_{L2}$
L1-E[1)]	$\underline{I}_{L1} - \underline{I}_{E}$[1)]	$\underline{U}_{L1-E}$	$\underline{U}_{L2} - \underline{U}_{L3}$
L2-E[1)]	$\underline{I}_{L2} - \underline{I}_{E}$[1)]	$\underline{U}_{L2-E}$	$\underline{U}_{L3} - \underline{U}_{L1}$
L3-E[1)]	$\underline{I}_{L3} - \underline{I}_{E}$[1)]	$\underline{U}_{L3-E}$	$\underline{U}_{L1} - \underline{U}_{L2}$
L1-L2	$\underline{I}_{L1} - \underline{I}_{L2}$	$\underline{U}_{L1} - \underline{U}_{L2}$	$\underline{U}_{L2-L3} - \underline{U}_{L3-L1}$
L2-L3	$\underline{I}_{L2} - \underline{I}_{L3}$	$\underline{U}_{L2} - \underline{U}_{L3}$	$\underline{U}_{L3-L1} - \underline{U}_{L1-L2}$
L3-L1	$\underline{I}_{L3} - \underline{I}_{L1}$	$\underline{U}_{L3} - \underline{U}_{L1}$	$\underline{U}_{L1-L2} - \underline{U}_{L2-L3}$

[1)] Mit Berücksichtigung der Erdimpedanzanpassung

Ist weder eine für die Richtungsbestimmung ausreichende aktuelle noch eine gespeicherte Spannung verfügbar, wird auf ***vorwärts*** entschieden. Dies kann praktisch nur auftreten, wenn eine spannungslose Leitung zugeschaltet wird und diese Leitung fehlerhaft ist (z.B. Schalten bei eingelegtem Erdungstrenner).

Die theoretische stationäre Richtungskennlinie ist in Bild 2-53 gezeigt. In der Praxis ist die Lage der Richtungskennlinie bei Verwendung von gespeicherten Spannungen sowohl von der Vorimpedanz als auch von der vor Eintritt des Kurzschlusses über die Leitung transportierten Leistung abhängig. Aus diesem Grund hat die Richtungskennlinie einen Reserveabstand von den Grenzen des ersten Quadranten im R-X-Diagramm (Bild 2-53).

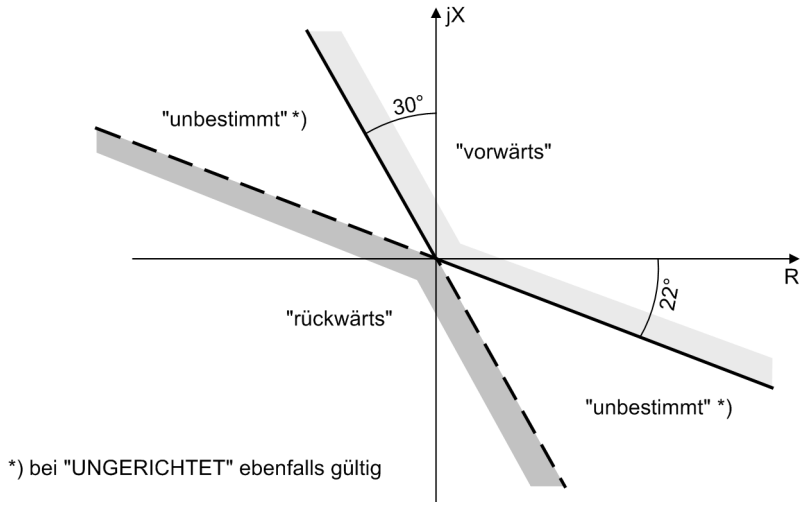


Bild 2-53 Richtungskennlinie im R-X-Diagramm

Da jede Zone ***vorwärts***, ***rückwärts*** oder ***ungerichtet*** eingestellt werden kann, gibt es für ***vorwärts*** und ***rückwärts*** unterschiedliche (zentrisch gespiegelte) Richtungskennlinien. Eine ungerichtete Zone hat keine Richtungskennlinie. Für sie gilt das gesamte Auslösegebiet.

Eigenschaften der Richtungsbestimmung

Die theoretische stationäre Richtungskennlinie in Bild 2-53 gilt für kurzschlussgetreue Spannungen. Bei kurzschlussfremden oder gespeicherten Spannungen ist die Lage der Richtungskennlinie sowohl von der Vorimpedanz als auch von der vor Eintritt des Kurzschlusses über die Leitung transportierten Leistung abhängig.

Bild 2-54 zeigt die Richtungskennlinie unter Berücksichtigung der Vorimpedanz bei kurzschlussfremden oder gespeicherten Spannungen (ohne Lasttransport). Da diese gleich der entsprechenden Generatorspannung $\underline{E}$ ist und sich nach Kurzschlusseintritt nicht ändert, erscheint die Richtungskennlinie im Impedanzdiagramm um die Vorimpedanz $\underline{Z}_{V1} = \underline{E}_1/\underline{I}_1$ verschoben. Bei Fehlerort F_1 (Bild 2-54a) liegt der Kurzschluss in Vorwärtsrichtung, die Vorimpedanz in Rückwärtsrichtung. Für alle Fehlerorte bis unmittelbar am Geräteeinbauort (Stromwandler) wird eindeutig auf ***vorwärts*** erkannt (Bild 2-54b). Wenn sich der Strom umkehrt, ändert sich schlagartig die Lage der Richtungskennlinie (Bild 2-54c). Über die Messstelle (Stromwandler) fließt jetzt ein umgekehrter Strom $\underline{I}_2$, der von der Vorimpedanz $\underline{Z}_{V2} + \underline{Z}_L$ bestimmt wird. Bei Lasttransport über die Leitung kann sich die Richtungskennlinie zusätzlich um den Lastwinkel drehen.

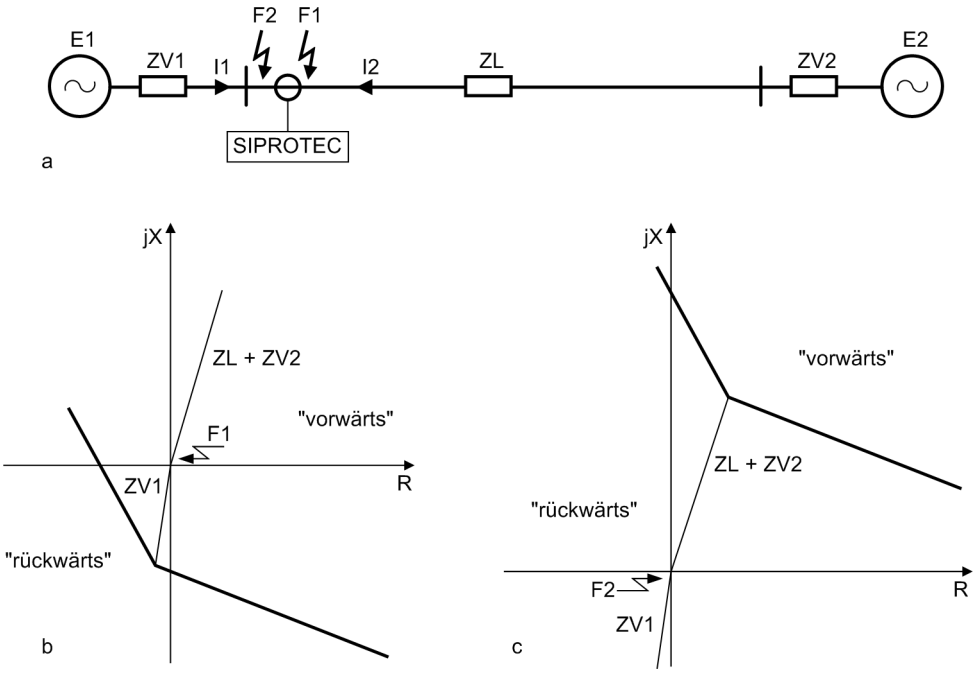


Bild 2-54 Richtungskennlinie mit kurzschlussfremden oder gespeicherten Spannungen

Richtungsbestimmung bei serienkompensierten Leitungen

Die Richtungskennlinien und ihre Verschiebung durch die Vorimpedanz gelten auch für Leitungen mit Serienkondensatoren. Bei einem Kurzschluss hinter dem örtlichen Serienkondensator kehrt sich jedoch die Kurzschlussspannung um, solange nicht die Schutzfunkenstrecke SF angesprochen hat (siehe Bild 2-55).

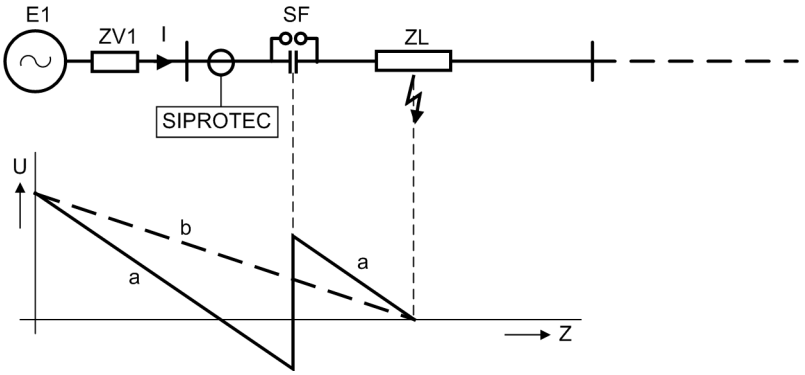


Bild 2-55 Spannungsverlauf bei einem Kurzschluss hinter einem Serienkondensator.

a) ohne Ansprechen der Schutzfunkenstrecke

b) mit Ansprechen der Schutzfunkenstrecke

Dadurch würde dem Distanzschutz eine falsche Fehlerrichtung vorgetäuscht. Durch die Verwendung von gespeicherten Spannungen ist aber auch in diesem Fall die Richtungsmessung korrekt (siehe Bild 2-56a).

Da die Spannung vor Fehlereintritt zur Richtungsbestimmung verwendet wird, erscheinen die Scheitelpunkte der Richtungskennlinien in Abhängigkeit von Vorimpedanz und Lastverhältnissen vor Fehlereintritt so weit verschoben, dass die Kondensatorreaktanz – die immer kleiner ist als die Vorreaktanz – nicht zur scheinbaren Richtungsumkehr führt (Bild 2-56b).

Ist der Kurzschluss vor dem Kondensator, vom Relaiseinbauort (Stromwandler) in Rückwärtsrichtung, so sind die Scheitelpunkte der Richtungskennlinien zur anderen Richtung verschoben (Bild 2-56c). Dadurch ist auch hier eine korrekte Richtungsbestimmung gewährleistet.

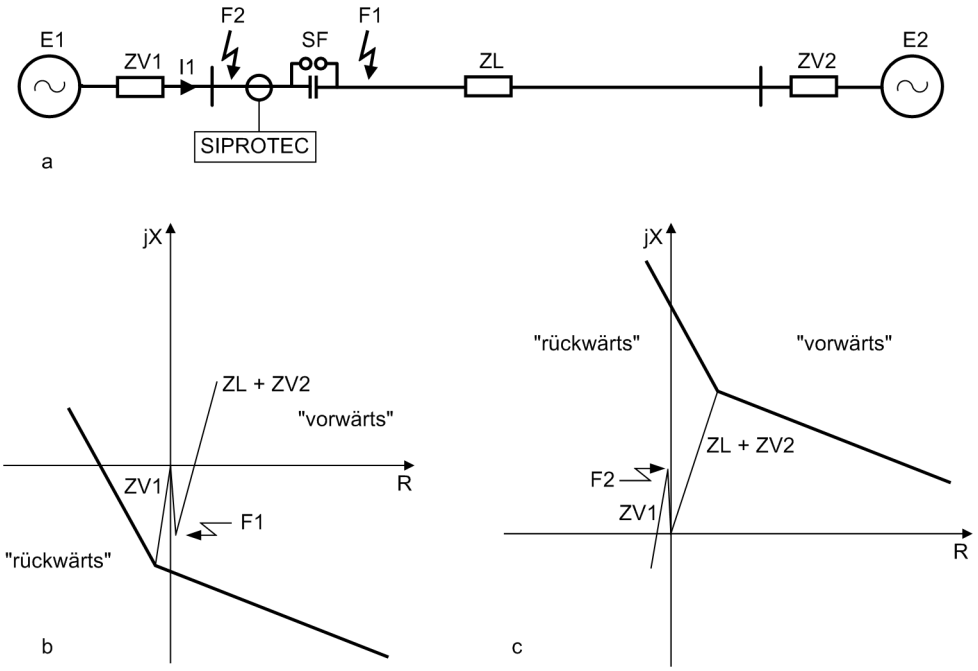


Bild 2-56 Richtungskennlinien bei serienkompensierten Leitungen

Anregung und Polygoneinordnung

Bei Verwendung der Anregeverfahren I, U/I oder U/I/φ werden nach Anregung die Impedanzen, welche aus den angeregten Schleifen berechnet wurden, in die für die Distanzzonen eingestellten Kennlinien eingeordnet. Zur Vermeidung von instabilen Signalen an den Polygongrenzen haben die Kennlinien eine Hysterese von ca. 5 %, d.h. sobald sichergestellt ist, dass die Fehlerimpedanz innerhalb eines Polygons liegt, werden die Grenzen in alle Richtungen um 5 % erhöht. Die Schleifeninformationen werden auch in phasengerechte Meldungen umgesetzt.

Bei Verwendung der Impedanzanregung werden die berechneten Schleifenimpedanzen ebenfalls in die für die Distanzzonen eingestellten Kennlinien eingeordnet, aber ohne Abfrage eines expliziten Anregeverfahrens. Die Anregung des Distanzschutzes ergibt sich hier implizit aus den Grenzen des am weitesten eingestellten Polygons unter Berücksichtigung der jeweiligen Richtung. Auch hier werden die Schleifeninformationen in phasengerechte Meldungen umgesetzt.

Für jede Zone werden „Anrege“-Signale erzeugt und in Phaseninformationen umgewandelt, z.B. „Dis AnrZ1 L1“ (interne Meldung) für Zone Z1 und Phase L1, wodurch sich pro Phase und Zone eine Anregeinformation ergibt, die in der Zonenlogik und von Zusatzfunktionen (z.B. Signalübertragungslogik, Abschnitt 2.7) weiter verarbeitet werden. Die Schleifeninformationen werden auch in phasengerechte Meldungen umgesetzt. Eine weitere Bedingung für die „Anregung“ einer Zone ist, dass die Richtung mit der für die Zone parametrierten Richtung übereinstimmt (vgl. auch Abschnitt 2.6). Außerdem darf der Distanzschutz insgesamt nicht ausgeschaltet oder blockiert sein. Bild 2-57 zeigt diese Bedingungen.

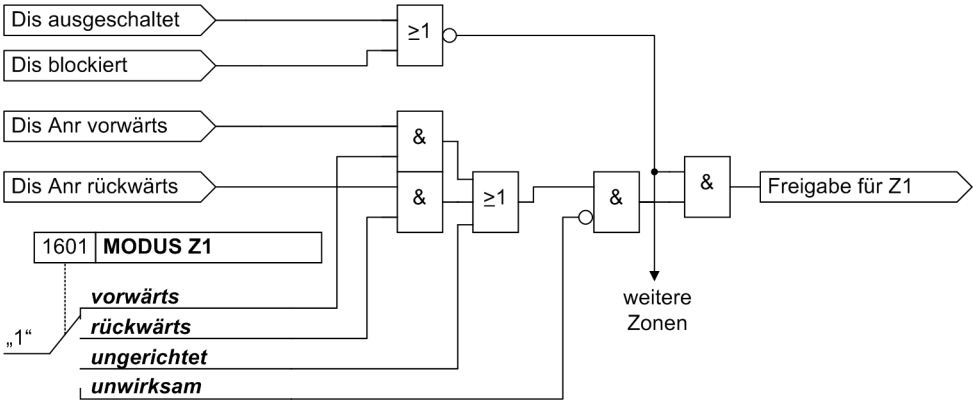


Bild 2-57 Freigabelogik für eine Zone (Beispiel für Z1)

Insgesamt gibt es folgende Zonen:

Unabhängige Zonen:

- 1. Zone (Schnellzone) Z1 mit **X(Z1)**; **R(Z1)**, **RE(Z1)**, verzögerbar mit **T1 1POL.** bzw. **T1 MEHRPOL**,
- 2. Zone (Reservezone) Z2 mit **X(Z2)**; **R(Z2)**, **RE(Z2)**, verzögerbar mit **T2 1POL.** bzw. **T2 MEHRPOL**,
- 3. Zone (Reservezone) Z3 mit **X(Z3)**; **R(Z3)**, **RE(Z3)**, verzögerbar mit **T3**,
- 4. Zone (Reservezone) Z4 mit **X(Z4)**; **R(Z4)**, **RE(Z4)**, verzögerbar mit **T4**,
- 5. Zone (Reservezone) Z5 mit **X(Z5)+** (vorwärts) und **X(Z5)-** (rückwärts); **R(Z5)**, **RE(Z5)**, verzögerbar mit **T5**.

Abhängige (gesteuerte) Zone:

- Übergreifzone Z1B mit **X(Z1B)**; **R(Z1B)**, **RE(Z1B)**, verzögerbar mit **T1B 1POL.** bzw. **T1B MEHRPOL**.

2.5.2.2 Einstellhinweise

Staffelplan

Es empfiehlt sich, zunächst für das gesamte galvanisch zusammenhängende Netz einen Staffelplan aufzustellen, auf dem die Streckenlängen mit ihren primären Reaktanzen X in Ω/km eingetragen sind. Die Reaktanzen X sind maßgebend für die Reichweite der Distanzzonen.

Für die erste Zone Z1 wählt man normalerweise etwa 85 % der zu schützenden Leitungsstrecke ohne Verzögerung (d.h. T1 = 0,00 s). Der Schutz wird dann Fehler auf dieser Distanz mit seiner Eigenzeit abschalten.

Für die höheren Stufen wird die Verzögerungszeit um je eine Staffelzeit erhöht. Die Staffelzeit muss die Leistungsschalter-Ausschaltzeit einschließlich Streuung, die Rückfallzeit der Schutzeinrichtungen und die Streuung der Verzögerungszeiten berücksichtigen. Üblich sind 0,2 s bis 0,4 s. Die Reichweite wird so gewählt, dass sie bis etwa 80 % der unterlagerten Zone des Schutzes für die kürzeste Folgeleitung reicht (s. Bild 2-58).

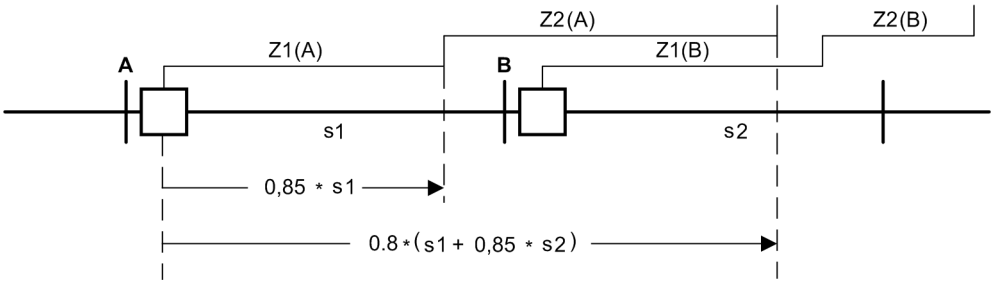


Bild 2-58 Einstellung der Reichweite –Beispiel für Gerät A

s1, s2 Zu schützende Leitungsstrecke

Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden.

Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die aus dem Staffelplan ermittelten Werte auf die Sekundärseite der Strom- und Spannungswandler umgerechnet. Allgemein gilt:

$$Z_{sekundär} = \frac{\text{Übersetzung Stromwandler}}{\text{Übersetzung Spannungswandler}} \cdot Z_{primär}$$

Entsprechend gilt für die Reichweite einer beliebigen Distanzzone:

$$X_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot Z_{prim}$$

mit

N_{Str} = Übersetzung der Stromwandler

N_{Spg} = Übersetzung der Spannungswandler

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2 mit den Daten:

s (Länge) = 35 km

R_1/s = 0,19 Ω/km

X_1/s = 0,42 Ω/km

R_0/s = 0,53 Ω/km

X_0/s = 1,19 Ω/km

Stromwandler 600 A/5 A

Spannungswandler 110 kV/0,1 kV

Daraus errechnen sich die Leitungsdaten:

R_L = 0,19 Ω/km · 35 km = 6,65 Ω

X_L = 0,42 Ω/km · 35 km = 14,70 Ω

Für die erste Zone sollen 85 % der Leitungslänge eingestellt werden, das ergibt primär:

$X1_{prim}$ = 0,85 · X_L = 0,85 · 14,70 Ω = 12,49 Ω

oder sekundär:

$$X1_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot R_{prim} = \frac{600\ A / 5\ A}{110\ kV / 0{,}1\ kV} \cdot 12{,}49\ \Omega = 1{,}36\ \Omega$$

Resistanzreserve

Die Resistanzeinstellung R erlaubt eine Reserve für Fehlerwiderstände, die sich als zusätzliche Wirkwiderstände an der Fehlerstelle zur Impedanz der Leiter addieren. Hierzu zählen z.B. die Widerstände von Lichtbögen, die Ausbreitungswiderstände von Erdern u.Ä. Die Einstellung soll diese Fehlerwiderstände berücksichtigen, jedoch auch nicht höher als notwendig gewählt werden. Bei langen, hoch belasteten Leitungen darf sie auch in den Lastbereich hineinragen. Anregung durch Überlast wird dann durch den Lastkegel verhindert. Siehe Randtitel „Lastbereich (nur für Impedanzanregung)“ in Abschnitt 2.5.1. Die Resistanzreserve kann für Phase-Phase-Fehler einerseits und für Phase-Erde-Fehler andererseits getrennt eingestellt werden, um z.B. für Erdfehler höhere Übergangswiderstände zu berücksichtigen.

Für die Einstellung ist bei Freileitungen vor allem der Widerstand eines Lichtbogens zu beachten. In Kabeln ist ein nennenswerter Lichtbogen nicht möglich. Bei sehr kurzen Kabeln muss jedoch darauf geachtet werden, dass ein Lichtbogenüberschlag an den örtlichen Kabelendverschlüssen innerhalb der eingestellten Resistanz der ersten Zone erscheint.

Der Richtwert für die Lichtbogenspannung U_{LB} beträgt ca. 2,5 kV pro Meter Lichtbogenlänge.

Beispiel:

Für Phase-Phase-Lichtbögen sei eine Lichtbogenspannung von maximal 8 kV angenommen (Leitungsdaten wie oben). Bei einem angenommenen minimalen Kurzschlussstrom von 1000 A entspricht das 8 Ω primär. Für die Resistanzeinstellung der ersten Zone mit einer Sicherheitsreserve von 20% ergibt das

primär:

$R1_{prim} = 0{,}5 \cdot R_{LB} \cdot 1{,}2 = 0{,}5 \cdot 8\ \Omega \cdot 1{,}2 = 4{,}8\ \Omega$

oder sekundär:

$$R1_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot R1_{prim} = \frac{600\ A / 5\ A}{110\ kV / 0{,}1\ kV} \cdot 4{,}8\ \Omega = 0{,}524\ \Omega$$

Der Lichtbogenwiderstand wurde nur zur Hälfte eingesetzt, da er sich zur Schleifenimpedanz addiert und somit in die Impedanz **pro Phase** nur zur Hälfte eingeht. Da hier von einem Lichtbogenwiderstand ausgegangen wird, kann die Einspeisung vom Gegenende außer Betracht gelassen werden.

Der Wirkwiderstand R_L der Leitung selber braucht bei SIPROTEC 4 Geräten nicht beachtet zu werden. Er ist durch die Form des Polygons berücksichtigt, sofern der Neigungswinkel des Polygons **`PHI DIST.`** (Adresse 1511) nicht größer als der Leitungswinkel **`PHI LTG.`** (Adresse 1105) eingestellt ist.

Für Erdfehler kann eine getrennte Resistanzreserve eingestellt werden. Bild 2-59 verdeutlicht die Zusammenhänge.

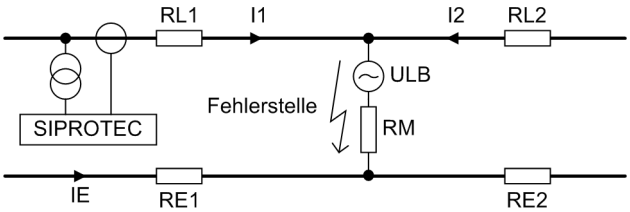


Bild 2-59 Resistanzmessung des Distanzschutzes bei Lichtbogenfehlern

Für die Einstellung der Distanzzone in R-Richtung muss der maximale Lichtbogenwiderstand R_{LB} ermittelt werden. Der Lichtbogenwiderstand wird dann maximal, wenn der Kurzschlussstrom, bei dem bei Erdfehlern noch ein Lichtbogen brennt, am kleinsten ist.

$$R_{LB} = \frac{U_{LB}}{I_1 + I_2} = \frac{U_{LB}}{I_1 \cdot \left(1 + \frac{I_2}{I_1}\right)}$$

Die vom Distanzschutz gemessene Resistanz bei Erdfehlern ergibt sich dann wie folgt (Annahme: I_1 und I_E sind gegenphasig):

$$R_{RE} = R_{L1} + 1 + \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{R_{LB} + R}{1 + \frac{R_E}{R_L}}$$

mit

R_{RE}	vom SIPROTEC Distanzschutz gemessene Resistanz
R_{L1}	Leitungsresistanz bis zur Fehlerstelle
R_{LB}	Lichtbogenwiderstand
R_E/R_L	Einstellwert am Distanzschutz (Adressen 1116 und 1118)
I_2/I_1	Verhältnis der Erdkurzschlussströme von Gegenende zu eigenem Ende. Für die korrekte R-Einstellung der Distanzzone muss der ungünstigste Fall betrachtet werden. Dieser tritt dann ein, wenn der Erdkurzschlussstrom vom Gegenende maximal ist und der Erdkurzschluss-strom vom eigenen Ende minimal. Außerdem werden hier die Ströme als Effektivwerte ohne Phasenverschiebung angenommen. Wenn keine Informationen über die Größe des Strom-verhältnisses vorliegen, kann ein Wert von ca. „3“ angesetzt werden. Bei Stichleitungen mit vernachlässigbarer Einspeisung vom Gegenende ist dieses Verhältnis „0“.
R_M	Wirksamer Mastfußwiderstand des Freileitungssystems. Wenn keine Informationen über die Größe des Mastfußwiderstands vorliegen, kann für Freileitungen mit Erdseil ein Wert von 3 Ω angenommen werden (vgl. /5/).

Es gilt folgende Einstellempfehlung für die Resistanzreserve der Distanzzone Z1:

$$R_{1E} = 1{,}2 \cdot \left(\left(1 + \frac{I_2}{I_1}\right) \cdot \frac{R_{LB} + R_M}{1 + \frac{R_E}{R_L}} \right)$$

mit

R_{1E}	Einstellwert am Distanzschutz **RE(Z1)**, Adresse 1604
1,2	Sicherheitsreserve 20%

Der Wirkwiderstand R_L der Leitung selber braucht bei SIPROTEC 4 Geräten nicht beachtet zu werden. Er ist durch die Form des Polygons berücksichtigt, sofern der Neigungswinkel des Polygons **PHI DIST.** (Adresse 1511) nicht größer als der Leitungswinkel **PHI LTG.** (Adresse 1105) eingestellt ist.

Beispiel:

Lichtbogenlänge 2 m

minimaler Kurzschlussstrom 1,0 kA

wirksamer Fußwiderstand des Freileitungssystems 3 Ω

mit

I_2/I_1	= 3
R_E/R_L	= 0,6
Spannungswandler	110 kV/0,1 kV
Stromwandler	600 A/5 A

Für den Lichtbogenwiderstand ergibt sich:

$$R_{LB} = \frac{2\ \text{m} \cdot 2{,}5\ \text{kV/m}}{1\ \text{kA} \cdot (1+3)} = 1{,}25\ \Omega$$

und für die Mastwiderstände R_M = 3 Ω

Für die Resistanzeinstellung ergibt das

primär:

$$R_{1Eprim} = 1{,}2 \cdot \left(\left(1 + \frac{I_2}{I_1}\right) \cdot \frac{R_{LB} + R_M}{1 + \frac{R_E}{R_L}} \right) = 1{,}2 \cdot \left(4 \cdot \frac{4{,}25}{1{,}16}\right) = 12{,}75\ \Omega$$

oder sekundär:

$$R_{1Tsec} = \left(\frac{N_{TC}}{N_{TT}} \cdot R_{1Tprim}\right) = \frac{\frac{600\ \text{A}}{5\ \text{A}}}{\frac{110\ \text{kV}}{0{,}1\ \text{kV}}} \cdot 12{,}75\ \Omega = 1{,}39\ \Omega$$

In der Praxis liegt das Verhältnis von Resistanz- zu Reaktanzeinstellung in folgenden Bereichen (vgl. /5/):

Streckenart	R/X-Verhältnis der Zoneneinstellung
Kurze Kabelstrecken (ca. 0,5 km bis 3 km)	3 bis 5
Längere Kabelstrecken (> 3 km)	2 bis 3
Kurze Freileitungsstrecken < 10 km	2 bis 5
Freileitungen < 100 km	1 bis 2
Lange Freileitungen 100 km bis 200 km	0,5 bis 1
Lange Höchstspannungsleitungen > 200 km	≤ 0,5

Hinweis

Bei kurzen Leitungen mit großem R/X-Verhältnis für die Zoneneinstellung ist folgendes zu beachten: Die Winkelfehler der Strom und Spannungswandler verursachen eine Drehung der gemessenen Impedanz in Richtung R-Achse. Wenn wegen Polygon-, R_E/R_L- und X_E/X_L-Einstellung die Schleifenreichweite in R-Richtung im Verhältnis zur X-Richtung für Zone 1 groß ist, erhöht sich das Risiko, dass externe Fehler dadurch in die 1. Zone verschoben werden. Ein Staffelfaktor von 85% sollte nur bis R/X ≤ 1 (Schleifenreichweite) verwendet werden. Bei größeren R/X Einstellungen kann ein reduzierter Staffelfaktor für Zone 1 nach folgender Formel berechnet werden (vgl. /5/).

Die Berechnung des reduzierten Staffelfaktors ergibt sich aus:

STF = Staffelfaktor = Reichweite der Zone 1 in Bezug zur Leitungslänge

R = Schleifenreichweite in Richtung R für Zone 1 = R1 · $(1+R_E/R_L)$

X = Schleifenreichweite in Richtung X für Zone 1 = X1 · $(1+X_E/X_L)$

δ_U = Winkelfehler des Spannungswandler (Typisch: 1°)

δ_I = Winkelfehler des Stromwandler (Typisch: 1°)

$$STF \le \left[1 - \frac{R}{X} \cdot \tan(\delta_U + \delta_I)\right] \cdot 88{,}5\ \%$$

Alternativ oder zusätzlich kann auch die Einstellung 1607 **ALPHA POLYG** benutzt werden, um durch Abschrägung des Polygons der Zone 1 ein Übergreifen zu verhindern (siehe Bild 2-51).

Hinweis

Bei langen Leitungen mit kleinem R/X-Verhältnis muss darauf geachtet werden, dass die R Reichweite der jeweiligen Zoneneinstellungen mindesten ca. halb so groß wie die dazugehörige X Einstellung ist. Für die Zone 1 und die Übergreifzone Z1B ist das besonders wichtig um kürzest mögliche Kommandozeiten zu erreichen.

Unabhängige Zonen Z1 bis Z5

Jede Zone kann mit dem Parameter MODUS = ***vorwärts*** oder ***rückwärts*** oder ***ungerichtet*** eingestellt werden (Adresse 1601 **MODUS Z1**, 1611 **MODUS Z2**, 1621 **MODUS Z3**, 1631 **MODUS Z4** und 1641 **MODUS Z5**). Dies erlaubt beliebige Staffelstufen und zwar rückwärts, vorwärts oder ungerichtet, z.B. an Transformatoren, Generatoren oder Sammelschienenkupplungen. Für die 5. Zone können Sie außerdem unterschiedliche Reichweiten für vorwärts und rückwärts einstellen. Nicht benötigte Zonen stellen Sie auf ***unwirksam***.

Für jede benutzte Zone werden die aus dem Staffelplan ermittelten Werte eingestellt. Die Parameter sind nach den Zonen gruppiert. Für die 1. Zone sind dies die Parameter **R(Z1)** (Adresse 1602) für den R-Abschnitt des Polygons bei Phase-Phase-Fehler, **X(Z1)** (Adresse 1603) für den X-Abschnitt (Reichweite), **RE(Z1)** (Adresse 1604) für den R-Abschnitt bei Phase-Erde-Fehler sowie die Verzögerungszeiten.

Wenn am Fehlerort ein Übergangswiderstand (Lichtbogen, Mast-Erdung usw.) einen Spannungsabfall in der gemessenen Impedanzschleife verursacht, kann die Phasenwinkeldifferenz zwischen dieser Spannung und dem gemessenen Schleifenstrom eine Beeinflussung des ermittelten Fehlerorts in X-Richtung verursachen. Mit dem Parameter 1607 **ALPHA POLYG** kann die obere Begrenzung der Zone Z1 im 1. Quadranten geneigt werden (siehe Bild 2-51). Dies unterbindet ein Fehlansprechen der Zone 1 bei Fehlern außerhalb des zu schützenden Bereichs. Da eine detaillierte Berechnung an dieser Stelle nur für einen bestimmten Netz- und Fehlerzustand gilt und beliebig viele komplexe Berechnungen nötig wären um die Einstellung zu ermitteln, wird hier ein vereinfachtes aber vielfach bewährtes Verfahren vorgeschlagen:

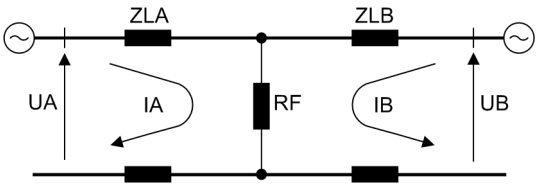


Bild 2-60 Ersatzschaltbild zur Einstellempfehlung des Winkels **ALPHA POLYG**.

Der Spannungsabfall am Fehlerort ist:

$\underline{U}_F = (\underline{I}_A + \underline{I}_B) \cdot R_F$

Wenn $\underline{I}_A$ und $\underline{I}_B$ phasengleich sind, dann ist auch $\underline{U}_F$ phasengleich mit $\underline{I}_A$. In diesem Fall wird durch den Übergangswiderstand R_F das gemessene X in der Schleife nicht beeinflusst und der **ALPHA POLYG** kann auf 0° eingestellt werden.

In der Praxis sind $\underline{I}_A$ und $\underline{I}_B$ nicht phasengleich, wobei diese Differenz hauptsächlich aus der Phasendifferenz von $\underline{U}_A$ und $\underline{U}_B$ resultiert. Dieser Winkel (auch Lastwinkel genannt) wird daher zur Bestimmung des **ALPHA POLYG** Winkels benutzt.

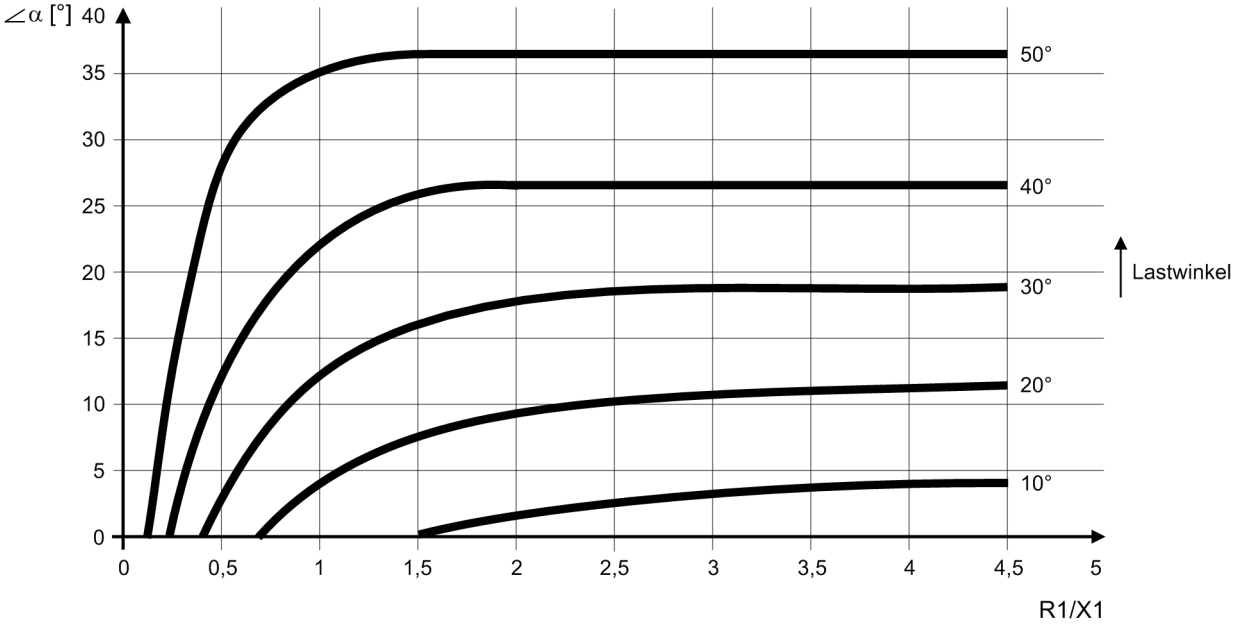


Bild 2-61 Einstellempfehlung für 1607 **ALPHA POLYG** (Diese Grafik gilt für Freileitungen mit einem Leitungswinkel von mehr als 60°. Bei Kabeln oder Schutzobjekten mit kleinerem Winkel kann ein kleinerer Einstellwert gewählt werden)

Um den Einstellwert für 1607 **ALPHA POLYG** zu ermitteln, wird zunächst der maximale Lastwinkel für normalen Betrieb ermittelt (Computersimulation). Wenn diese Information nicht verfügbar ist, kann für Westeuropa ein Wert von ca. 20° angenommen werden. Für andere Regionen mit weniger eng vermaschten Systemen kommen auch größere Winkel in Frage. In Bild 2-61 wird dann die Kurve ausgesucht, die zu diesem Lastwinkel passt. Mit dem eingestellten Verhältnis von R1/X1 (Zone 1 Polygon) wird dann der passende Einstellwert für 1607 **ALPHA POLYG** ermittelt.

Beispiel:

Bei einem Lastwinkel von 20° und einer Einstellung von R/X = 2,5 (R1 = 25 Ω, X1 = 10 Ω) ist eine Einstellung von 10° für 1607 **ALPHA POLYG** passend.

Für die 1. Zone können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedliche Verzögerungszeiten eingestellt werden: **T1 1POL.** (Adresse 1605) und **T1 MEHRPOL** (Adresse 1606). Normalerweise wird die erste Zone unverzögert eingestellt.

Entsprechend gilt für die weiteren Zonen:

X(Z2) (Adresse 1613), **R(Z2)** (Adresse 1612), **RE(Z2)** (Adresse 1614);

X(Z3) (Adresse 1623), **R(Z3)** (Adresse 1622), **RE(Z3)** (Adresse 1624);

X(Z4) (Adresse 1633), **R(Z4)** (Adresse 1632), **RE(Z4)** (Adresse 1634);

X(Z5)+ (Adresse1643) für Vorwärtsrichtung, **X(Z5)-** (Adresse 1646) für Rückwärtsrichtung, **R(Z5)** (Adresse 1642), **RE(Z5)** (Adresse 1644).

Auch für die 2. Zone können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedliche Verzögerungszeiten eingestellt werden. Im allgemeinen werden die Zeiten gleich eingestellt. Wenn bei mehrphasigen Fehlern Stabilitätsprobleme zu erwarten sind, kann man u.U. für **T2 MEHRPOL** (Adresse 1616) eine kürzere Verzögerungszeit erwägen und für 1-phasige Fehler mit **T2 1POL.** (Adresse 1615) eine längere Verzögerung tolerieren.

Für die weiteren Stufenzeiten gelten die Einstellungen **T3** (Adresse 1625), **T4** (Adresse 1635) und **T5** (Adresse 1645).

Wenn das Gerät mit der Möglichkeit der 1-poligen Auslösung ausgestattet ist, ist in den Zonen Z1 und Z2 auch 1-polige Auslösung möglich. Während die 1-polige Auslösung bei 1-phasigen Fehlern in Z1 dann die Regel ist (sofern die übrigen Bedingungen für 1-polige Auslösung vorliegen), kann man dies für die zweite Zone mittels Adresse 1617 **AUS1POL Z2** wählen. Nur wenn diese Adresse auf ***Ja*** eingestellt wird, ist auch in Zone 2 1-polige Auslösung möglich. Voreinstellung ist ***Nein***.

Hinweis

Als Schnellstufe in Vorwärtsrichtung sollte stets die erste Zone **Z1** benutzt werden, da nur mit Z1 und Z1B eine Schnellauslösung mit der kürzesten Eigenzeit des Gerätes gewährleistet ist. Die weiteren Zonen sollten bei Vorwärtsstaffelung ansteigend gestaffelt werden.

Wird eine Schnellstufe in Rückwärtsrichtung benötigt, sollte hierfür die Zone **Z3** verwendet werden, da nur diese eine schnelle Anregung in Rückwärtsrichtung mit der kürzesten Eigenzeit des Gerätes gewährleistet. Diese Einstellung wird insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Signalverfahren ***Blocking*** empfohlen.

Mit den Binäreingangsmeldungen 3619 „>DisBlk.Z4 PhE“ und 3620 „>DisBlk.Z5 PhE“ können die Zonen Z4 und Z5 für Leiter-Erde-Schleifen blockiert werden. Sollen diese Zonen permanent für Leiter-Erde-Schleifen gesperrt werden, dann müssen diese Binäreingangsmeldungen mit Hilfe der CFC permanent auf den logischen Wert 1 gesetzt werden.

Die Zone Z5 wird vorzugsweise als ungerichtete Endstufe eingestellt. Dabei sollte sie alle übrigen Zonen einschließen und auch eine ausreichende Reichweite in Rückwärtsrichtung haben. Dies gewährleistet fehlergerechte Anregung des Distanzschutzes und stellt auch unter ungünstigen Bedingungen die richtige Verifikation der Kurzschlussschleifen sicher.

Hinweis

Auch wenn Sie keine ungerichtete Distanzstufe benötigen, stellen Sie trotzdem Z5 nach den vorstehenden Gesichtspunkten ein. Durch Einstellung von T5 auf unendlich vermeiden Sie eine Auslösung mit dieser Stufe.

Blockieren der Zone Z1

Arbeiten die Hauptschutzfunktionen Differentialschutz und Distanzschutz parallel, dann besteht die Möglichkeit, dass der Distanzschutz in der Zone Z1 eher anregt als der Differentialschutz (z.B. bei Nahfehler). Wird dies gewünscht, arbeitet der Distanzschutz als „Booster"-Stufe für schnelle Auslösung. Wenn dadurch nur eine Seite der Leitung schnell abgeschaltet wird, so ist keine schnellere Auslösung der Zone Z1 gewünscht (siehe auch Abschnitt 2.5.1.4).

Es gibt zwei Möglichkeiten Z1 zu blockieren. Wird das Gerät im Differentialschutzbetrieb betrieben, kann mit einer Parametereingabe (Adresse 1533 **Z1 bl. bei Diff**) die Zone Z1 blockiert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Blockierung besteht durch einen Binäreingang (Nr 3610 „>Dis blk Z1").

Gesteuerte Zone Z1B

Die Übergreifzone Z1B ist eine gesteuerte Stufe. Sie beeinflusst nicht die Normalzonen Z1 bis Z5. Es wird also nicht umgeschaltet, vielmehr wird die Übergreifzone von den zugehörigen Kriterien wirksam oder unwirksam geschaltet. Auch sie kann unter Adresse 1651 **MODUS Z1B** = ***vorwärts***, ***rückwärts*** oder ***ungerichtet*** geschaltet werden. Wird diese Stufe nicht benötigt, wird sie ***unwirksam*** gestellt (Adresse 1651). Die Einstellmöglichkeiten sind wie bei Zone Z1: Adresse 1652 **R(Z1B)**, Adresse 1653 **X(Z1B)**, Adresse 1654 **RE(Z1B)**. Auch die Verzögerungszeiten können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedlich eingestellt werden: **T1B 1POL.** (Adresse 1655) und **T1B MEHRPOL** (Adresse 1656). Wenn der Parameter **MODUS Z1B** auf ***vorwärts*** oder ***rückwärts*** steht, ist bei einer Zuschaltung auf einen Fehler auch eine ungerichtete Auslösung möglich, wenn der Parameter 1532 **ZUSCHALT.** auf ***Z1B ungerichtet*** eingestellt ist (siehe auch Abschnitt 2.5.1.4).

Die Zone Z1B wird meist im Zusammenhang mit automatischer Wiedereinschaltung und/oder Signalübertragungsverfahren verwendet. Sie kann intern von den Signalübertragungsfunktionen (siehe auch Abschnitt 2.7) oder der integrierten Wiedereinschaltautomatik (wenn vorhanden, siehe auch Abschnitt 2.16) oder von extern über eine Binäreingabe aktiviert werden. Sie wird i.Allg. auf mindestens 120 % der Leitungsstrecke eingestellt. Bei Leitungen mit 3 Enden („Dreibein") muss sie mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist. Die Verzögerungszeiten werden, abhängig vom Verwendungszweck, auf Null oder geringe Verzögerung eingestellt. Bei Verwendung von Vergleichsverfahren sind auch Abhängigkeiten mit der Anregung zu beachten (siehe Randtitel „Voraussetzungen beim Distanzschutz" in Abschnitt 2.7.14).

Arbeitet der Distanzschutz mit der internen oder einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammen, so können Sie unter Adresse 1657 **1.WE -> Z1B** bestimmen, welche Distanzstufe vor dem Anwurf der AWE freigegeben wird. Normalerweise wird vor der ersten Schutzauslösung im ersten Unterbrechungszyklus mit Übergreifzone Z1B gemessen. (**1.WE -> Z1B** = ***Ja***). Dies kann dadurch unterdrückt werden, dass **1.WE -> Z1B** auf ***Nein*** gestellt wird. Dann wird die Übergreifzone Z1B bei bereiter Wiedereinschaltfunktion nicht freigegeben. Die Zone Z1 ist stets freigegeben, sofern sie nicht durch Binäreingang oder bei Differentialschutzbetrieb blockiert ist. Die Einstellung wirkt sich bei externem Wiedereinschaltgerät nur aus, wenn die Bereitschaft des Wiedereinschaltgerätes über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen" (Nr 383) mitgeteilt wird.

2.5.2.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1601	MODUS Z1		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1
1602	R(Z1)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	1.250 Ω	Resistanz R(Z1)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.250 Ω	
1603	X(Z1)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Reaktanz X(Z1)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1604	RE(Z1)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z1)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1605	T1 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-1pol
1606	T1 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-mehrpol
1607	ALPHA POLYG		0 .. 45 °	0 °	Polygonabschrägung (1. Quadrant)
1611	MODUS Z2		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z2
1612	R(Z2)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Resistanz R(Z2)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1613	X(Z2)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Reaktanz X(Z2)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1614	RE(Z2)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z2)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1615	T2 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-1pol
1616	T2 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-mehrpol
1617A	AUS1POL Z2		Nein Ja	Nein	Einpoliges AUS bei Fehler in Z2
1621	MODUS Z3		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	rückwärts	Betriebsart der Zone Z3
1622	R(Z3)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Resistanz R(Z3)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1623	X(Z3)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	10.000 Ω	Reaktanz X(Z3)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.000 Ω	

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1624	RE(Z3)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	10.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z3)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.000 Ω	
1625	T3		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Verzögerungszeit T3
1631	MODUS Z4		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	ungerichtet	Betriebsart der Zone Z4
1632	R(Z4)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz R(Z4)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1633	X(Z4)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Reaktanz X(Z4)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1634	RE(Z4)	1A	0.050 .. 250.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z4)
		5A	0.010 .. 50.000 Ω	2.400 Ω	
1635	T4		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T4
1641	MODUS Z5		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart der Zone Z5
1642	R(Z5)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz R(Z5)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1643	X(Z5)+	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Reaktanz X(Z5)+ (Richtung vorwärts)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1644	RE(Z5)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z5)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1645	T5		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T5
1646	X(Z5)-	1A	0.050 .. 600.000 Ω	4.000 Ω	Reaktanz X(Z5)- (Richtung rückwärts)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.800 Ω	
1651	MODUS Z1B		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1B
1652	R(Z1B)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	1.500 Ω	Resistanz R(Z1B)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.300 Ω	
1653	X(Z1B)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	3.000 Ω	Reaktanz X(Z1B)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.600 Ω	
1654	RE(Z1B)	1A	0.050 .. 600.000 Ω	3.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z1B)
		5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.600 Ω	
1655	T1B 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-1pol

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1656	T1B MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-mehrpol
1657	1.WE -> Z1B		Nein Ja	Nein	Freigabe Zone Z1B für 1.WE-Zyklus

2.5.3 Distanzschutz mit MHO-Charakteristik (wahlweise)

Der Leitungsschutz 7SD5 kann in Verbindung mit der Distanzschutzfunktion wahlweise mit MHO-Charakteristik ausgerüstet sein, abhängig von der bestellten Ausführung. Sind polygonale und MHO-Charakteristik vorhanden, können sie für Leiter-Leiter-Schleifen und für Leiter-Erde-Schleifen getrennt bestimmt werden. Die polygonale Auslösecharakteristik ist im Abschnitt 2.5.2 beschrieben.

2.5.3.1 Funktionsbeschreibung

Grundkennlinie

Für jede Distanzzone wird eine MHO-Kennlinie definiert, der die Auslösecharakteristik für die entsprechende Zone darstellt. Insgesamt gibt es für jede Fehlerschleife fünf unabhängige Zonen und zusätzlich eine gesteuerte Zone. Die Grundform einer MHO-Kennlinie ist in Bild 2-62 als Beispiel für eine Zone dargestellt.

Die MHO-Kennlinie ist definiert durch ihre Durchmesserstrecke, die durch den Koordinatenursprung und die Durchmesserlänge als Betrag einer Impedanz Z_r für die Reichweite bestimmt wird, und seinem Neigungswinkel, der durch den Parameter 1511 **PHI DIST.** eingestellt wird und normalerweise dem Leitungswinkel φ_{Ltg} entspricht. Ein Lastkegel mit den Parametern R_{Last} und φ_{Last} kann den Bereich der Lastimpedanz aus der Kennlinie ausschneiden. Die Reichweite Z_r kann für jede Zone individuell eingestellt werden; der Neigungswinkel φ_{Dist} sowie die Lastimpedanzparameter R_{Last}, und φ_{Last} sind für alle Zonen gemeinsam. Da die Kennlinie durch den Koordinatenursprung geht, ist eine gesonderte Richtungsbestimmung nicht notwendig.

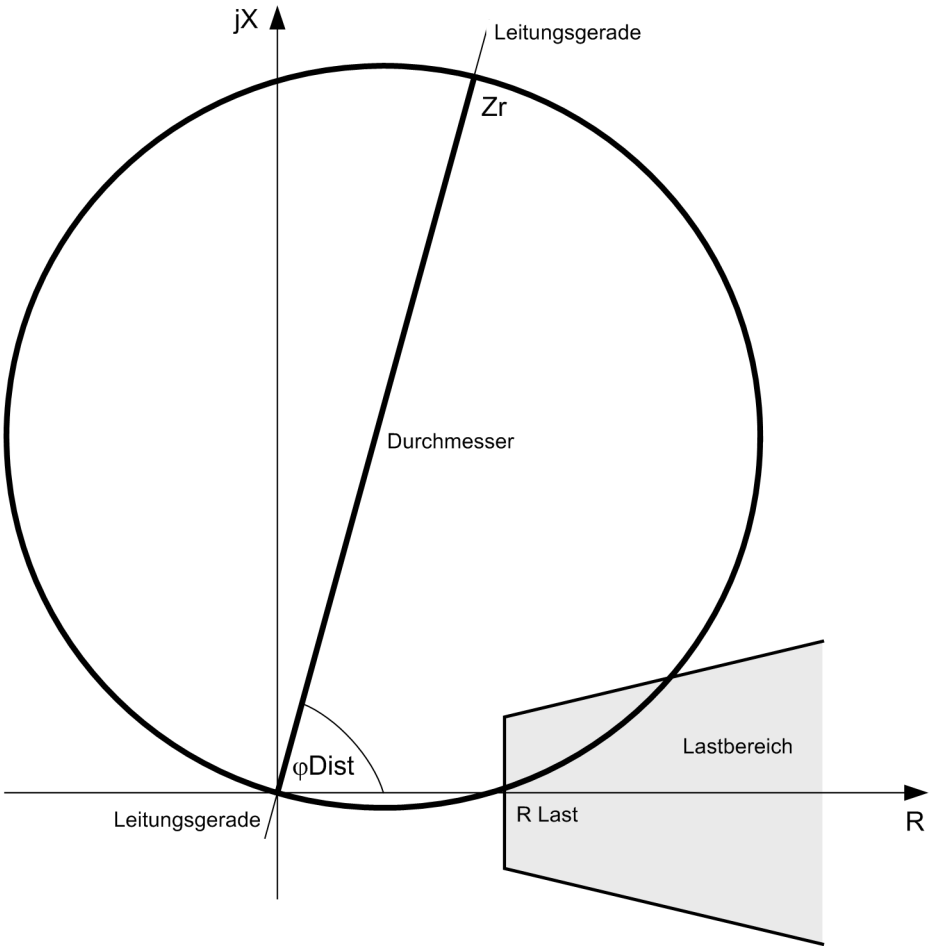


Bild 2-62 Grundform der MHO-Charakteristik

Polarisierte MHO-Charakteristik

Wie bei allen Kennlinien, die durch den Koordinatenursprung gehen, ist auch bei der MHO-Kennlinie die Grenze um den Ursprung selbst nicht definiert, da die Messspannung hier Null oder für eine Auswertung zu klein ist. Deshalb wird die MHO-Kennlinie polarisiert. Die Polarisation bestimmt den unteren Scheitelpunkt des Kreises, d.h. den unteren Schnittpunkt der Durchmessergeraden mit der Kreisperipherie. Der obere Scheitel, der durch die Einstellung der Reichweite Z_r bestimmt wird, bleibt dabei unverändert. Unmittelbar nach Fehlereintritt ist die Kurzschlussspannung durch Ausgleichsvorgänge beeinflusst; deshalb wird mit der vor Kurzschlusseintritt gespeicherten Spannung polarisiert. Dies bewirkt eine Verlagerung des unteren Scheitelpunktes um die der gespeicherten Spannung entsprechende Impedanz (siehe Bild 2-63). Wenn die gespeicherte Kurzschlussspannung zu klein ist, wird eine kurzschlussfremde Spannung verwendet. Diese steht theoretisch sowohl für die Leiter-Erde-Schleifen als auch für die Leiter-Leiter-Schleifen senkrecht auf den kurzschlussgetreuen Spannungen, was bei der Berechnung durch eine 90°-Drehung berücksichtigt wird. Die kurzschlussfremde Spannung verlagert ebenfalls den unteren Scheitel der MHO-Kennlinie.

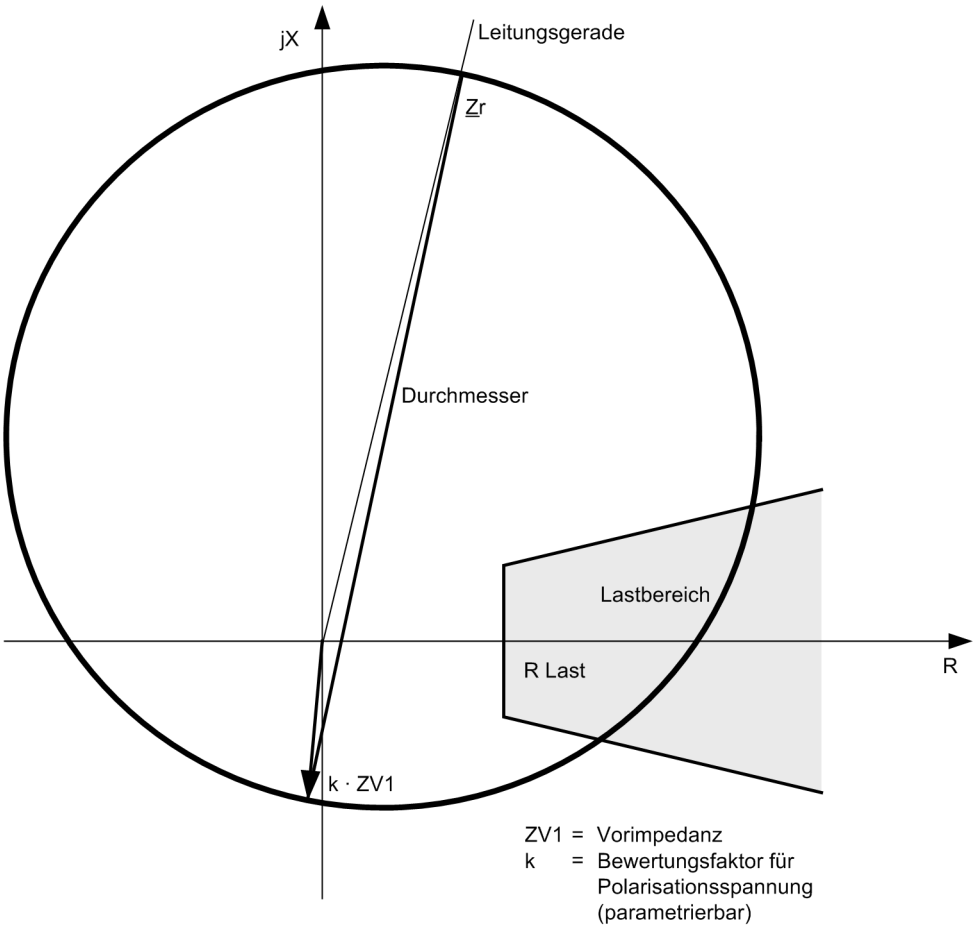


Bild 2-63 Polarisierte MHO-Kennlinie

Eigenschaften der MHO-Kennlinie

Da die kurzschlussfremde oder gespeicherte Spannung (ohne Lasttransport) gleich der entsprechenden Generatorspannung $\underline{E}$ ist und sich nach Kurzschlusseintritt nicht ändert (siehe auch Bild 2-64), erscheint der untere Scheitel des Kreisdurchmessers im Impedanzdiagramm um die Polarisationsgröße $k \cdot \underline{Z}_{V1} = k \cdot \underline{E}_1 / \underline{I}_1$ verschoben. Der obere Scheitelpunkt bleibt durch den Einstellwert Z_r definiert. Bei Fehlerort F_1 (Bild 2-64a) liegt der Kurzschluss in Vorwärtsrichtung, die Vorimpedanz in Rückwärtsrichtung. Alle Fehlerorte bis unmittelbar am Geräteeinbauort (Stromwandler) liegen eindeutig innerhalb der MHO-Kennlinie (Bild 2-64b). Wenn sich der Strom umkehrt, ändert sich schlagartig der Scheitel des Kreisdurchmessers (Bild 2-64c). Über die Messstelle (Stromwandler) fließt jetzt ein umgekehrter Strom $\underline{I}_2$, der von der Vorimpedanz $\underline{Z}_{V2} + \underline{Z}_L$ bestimmt wird. Der Scheitelpunkt Z_r bleibt bestehen; er ist jetzt die untere Grenze des Kreisdurchmessers. Bei Lasttransport über die Leitung kann sich der Scheitelzeiger zusätzlich um den Lastwinkel drehen.

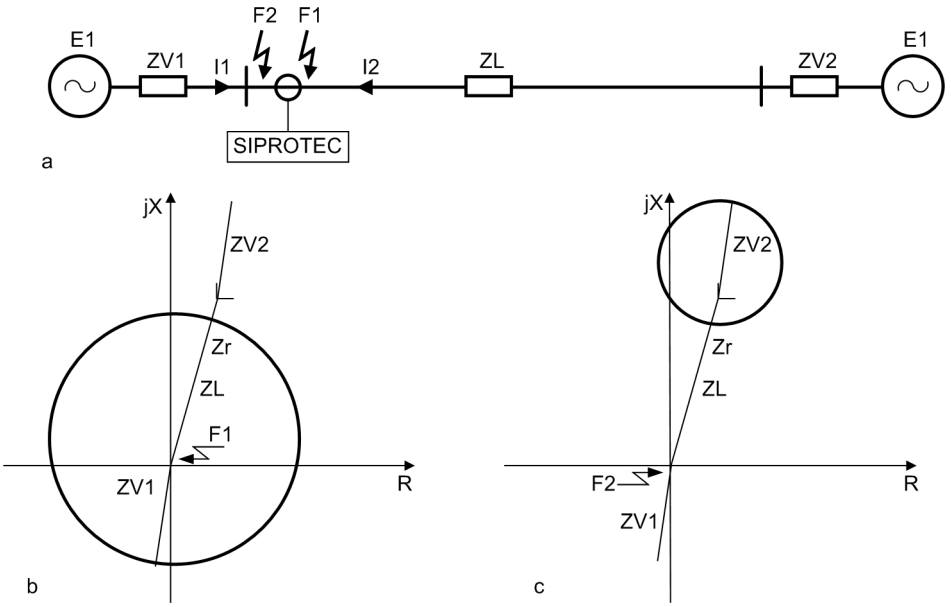


Bild 2-64 Polarisierte MHO-Kennlinie mit kurzschlussfremden oder gespeicherten Spannungen

Auswahl der Polarisation

Bei kurzen Leitungen, bei denen die Reichweite der Zonen recht klein eingestellt werden muss und bei kleinen Schleifenspannungen bei denen der Phasenwinkelvergleich zwischen Differenzspannung und der Schleifenspannung unsicher wird, könnte es zu falschen Richtungsentscheiden (Auslösung trotz Rückwärtsfehler bzw. Sperren trotz Rückwärtsfehler) kommen. Wird der Phasenwinkelvergleich mit einer Polarisationsspannung durchgeführt, die sich aus einem Anteil der vor dem Fehlereintritt gespeicherten und einem Anteil der aktuellen Schleifenspannung zusammensetzt, können diese Probleme umgangen werden. Folgende Gleichung zeigt die Polarisationsspannung $\underline{U}_P$ für eine L-E-Schleife:

$$\underline{U}_P = (1 - k_{Vor}) \cdot \underline{U}_{L\text{-}E} + k_{Vor} \cdot \underline{U}_{L\text{-}ESpeicher}$$

Eine Bewertung (Faktor k_{Vor}) der Vorfehlerspannung kann getrennt für L-E- und L-L-Schleifen eingestellt werden. Im Allgemeinen ist der Faktor auf 15 % eingestellt. Die Speicherpolarisation wird nur dann durchgeführt, wenn der Effektivwert der entsprechenden Speicherspannung bei L-E-Schleifen größer als 40 % der Nennspannung U_N (Adresse 204) und bei L-L-Schleifen größer als 70 % U_N ist.

Steht aufgrund eines Folgefehlers oder bei Zuschaltung auf einen Fehler keine Vorfehlerspannung zur Verfügung, so kann die Speicherspannung aus Genauigkeitsgründen nur für begrenzte Zeit verwendet werden. Bei 1-poligen Fehlern und bei 2-poligen Fehlern ohne Erdbeteiligung besteht die Möglichkeit, für die Polarisation auf eine nicht am Fehler beteiligte Spannung zurückzugreifen. Diese Spannung ist gegenüber der fehlergetreuen Spannung um 90° gedreht (Kreuzpolarisation). Die Polarisationsspannung $\underline{U}_P$ ist eine Mischspannung aus der aktuellen Spannung und der entsprechenden fehlerfremden Spannung. Folgende Gleichung zeigt die Polarisationsspannung $\underline{U}_P$ für eine L-E-Schleife:

$$\underline{U}_P = (1 - k_{Kreuz}) \cdot \underline{U}_{L\text{-}E} + k_{Kreuz} \cdot \underline{U}_{L\text{-}Efremd}$$

Auf die Kreuzpolarisation wird dann zurückgegriffen, wenn die Speicherspannung nicht zur Verfügung steht. Eine Bewertung (Faktor k_{Kreuz}) der Spannung kann getrennt für L-E- und L-L-Schleifen eingestellt werden. Im Allgemeinen ist der Faktor auf 15 % eingestellt.

Hinweis

Wird bei der Verwendung der MHO-Kennlinie auf einen 3-poligen Fehler zugeschaltet, so steht weder eine Speicher- noch eine fehlerfremde Spannung zur Verfügung. Um Zuschaltungen auf 3-polige Nahfehler sicher zu erfassen, soll bei parametrierter MHO-Charakteristik die Schnellabschaltung immer eingeschaltet sein.

Richtungsbestimmung bei serienkompensierten Leitungen

Die Verschiebung der Charakteristik durch die Vorimpedanz gilt auch für Leitungen mit Serienkondensatoren. Bei einem Kurzschluss hinter dem örtlichen Serienkondensator kehrt sich jedoch die Kurzschlussspannung um, solange nicht die Schutzfunkenstrecke SF angesprochen hat (siehe Bild 2-65).

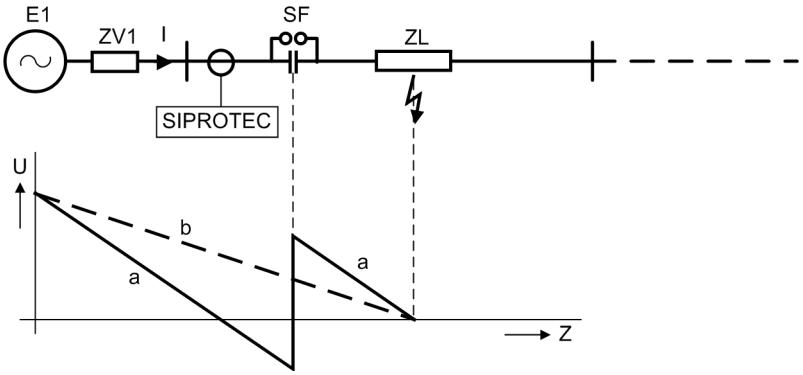


Bild 2-65 Spannungsverlauf bei einem Kurzschluss hinter einem Serienkondensator.

a) ohne Ansprechen der Schutzfunkenstrecke

b) mit Ansprechen der Schutzfunkenstrecke

Dadurch würde dem Distanzschutz eine falsche Fehlerrichtung vorgetäuscht. Durch das Hinzumischen von gespeicherten Spannungen ist aber auch in diesem Fall die Anregung der entsprechend gerichteten MHO-Kennlinie gewährleistet (siehe Bild 2-66 a).

Da die Spannung vor Fehlereintritt zur aktuellen Spannung hinzugemischt wird, erscheinen die Scheitelpunkte der MHO-Kennlinie in Abhängigkeit von Vorimpedanz und Lastverhältnissen vor Fehlereintritt so weit verschoben, dass die Kondensatorreaktanz – die immer kleiner ist als die Vorreaktanz – nicht zur scheinbaren Richtungsumkehr führt (Bild 2-66 b).

Ist der Kurzschluss vor dem Kondensator, vom Relaiseinbauort (Stromwandler) in Rückwärtsrichtung, so sind die Scheitelpunkte der MHO-Kennlinie zur anderen Richtung verschoben (Bild 2-66 c). Dadurch ist auch hier eine korrekte Richtungsbestimmung gewährleistet.

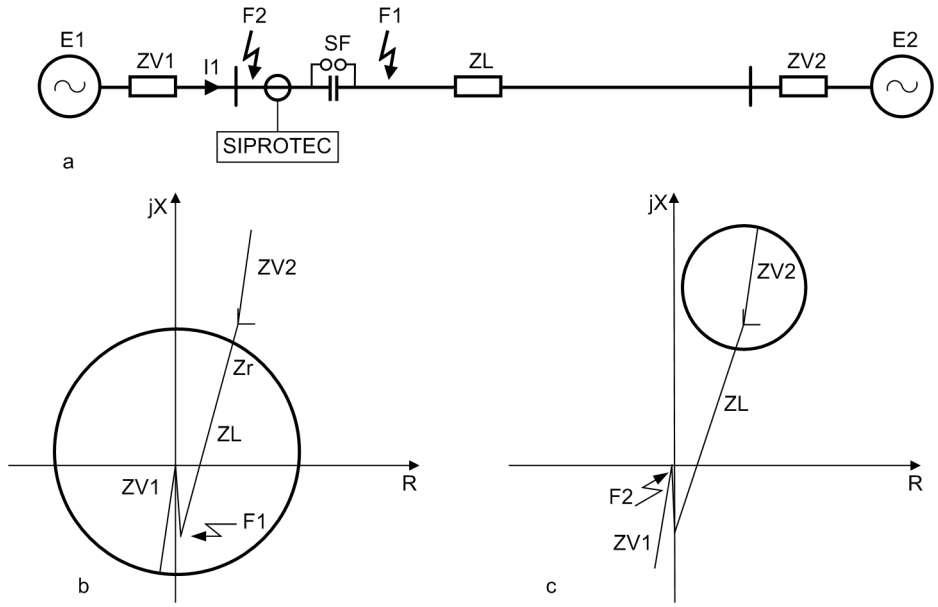


Bild 2-66 Polarisierte MHO-Kennlinie bei serienkompensierten Leitungen

Einordnung und Zonenanregung

Die Einordnung der Messgrößen in die Auslöseebenen der MHO-Kennlinie geschieht für jede Zone durch die Winkelbestimmung zwischen zwei Differenzzeigern ΔZ_1 und ΔZ_2 (Bild 2-67). Diese Zeiger ergeben sich aus der Differenz zwischen den beiden Scheiteln des Kreisdurchmessers und der Fehlerimpedanz. Der Scheitel $\underline{Z}_r$ entspricht dem Einstellwert der betrachteten Zone (Z_r und φ_{MHO} wie in Bild 2-62), der Scheitel $k \cdot \underline{Z}_V$ der Polarisationsgröße. Die Differenzzeiger ergeben sich also zu

$$\Delta \underline{Z}_1 = \underline{Z}_F - \underline{Z}_r$$

$$\Delta \underline{Z}_2 = \underline{Z}_F - k \cdot \underline{Z}_V$$

Im Grenzfall liegt $\underline{Z}_F$ auf der Kreisperipherie. Dann ist der Winkel zwischen den beiden Differenzzeigern 90° (Thales-Satz). Innerhalb der Kennlinie ist der Winkel größer, außerhalb kleiner als 90°.

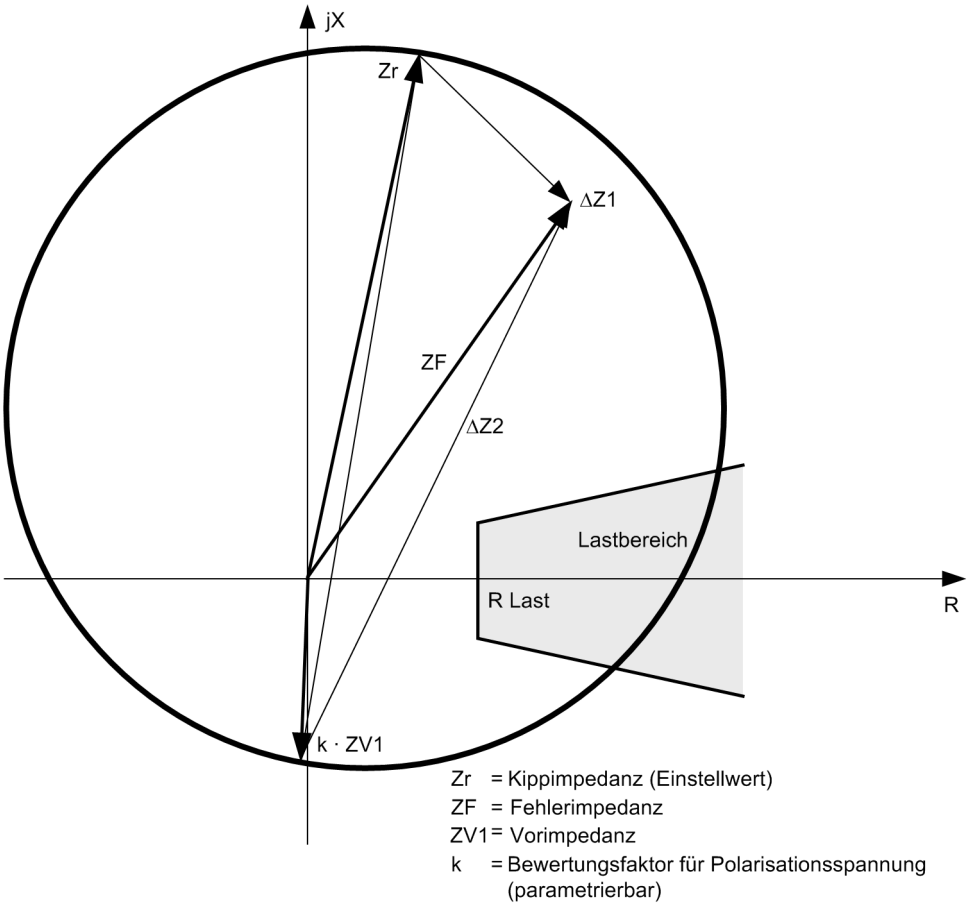


Bild 2-67 Zeigerdiagramm der Messgrößen bei der MHO-Kennlinie

Für jede Distanzzone kann mittels des Parameters Z_r eine MHO-Kennlinie definiert werden. Für jede Zone kann auch bestimmt werden, ob sie **vorwärts** oder **rückwärts** wirken soll. In Rückwärtsrichtung ist die MHO-Kennlinie im Koordinatenursprung gespiegelt. Sobald die Fehlerimpedanz irgendeiner Schleife sicher in der MHO-Kennlinie einer Distanzzone liegt, wird die betroffene Schleife als „angeregt“ identifiziert. Die Schleifeninformationen werden auch in phasengerechte Meldungen umgesetzt. Eine weitere Bedingung für eine Anregung ist, dass der Distanzschutz insgesamt nicht ausgeschaltet oder blockiert sein darf. Bild 2-68 zeigt diese Bedingungen.

Die Zonen und Phasen einer so gültigen Anregung, z.B. „Dis AnrZ1 L1“ für Zone Z1 und Phase L1 werden von der Zonenlogik und von Zusatzfunktionen (z.B. Signalübertragungslogik) weiterverarbeitet.

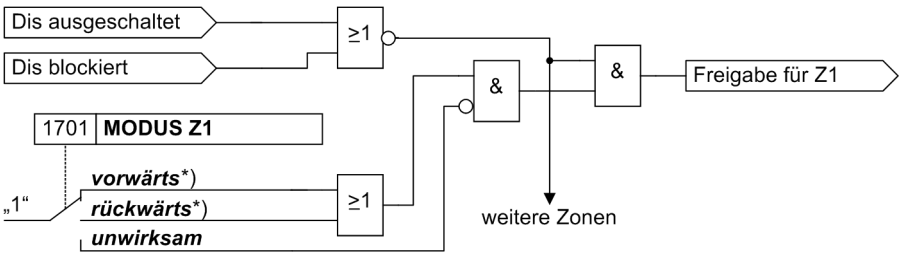


Bild 2-68 Freigabelogik einer Zone (Beispiel für Z1)

*) **vorwärts** und **rückwärts** wirken sich nur auf die Messgrößen aus, nicht auf die Logik

Insgesamt gibt es folgende Zonen:

Unabhängige Zonen:

- 1. Zone (Schnellzone) Z1 mit **ZR(Z1)**; verzögerbar mit**T1 1POL.** bzw. **T1 MEHRPOL**,
- 2. Zone (Reservezone) Z2 mit **ZR(Z2)**; verzögerbar mit **T2 1POL.** bzw. **T2 MEHRPOL**,
- 3. Zone (Reservezone) Z3 mit **ZR(Z3)**; verzögerbar mit **T3**,
- 4. Zone (Reservezone) Z4 mit **ZR(Z4)**; verzögerbar mit **T4**,
- 5. Zone (Reservezone) Z5 mit **ZR(Z5)**; verzögerbar mit **T5** .

Abhängige (gesteuerte) Zone:

- Übergreifzone Z1B mit **ZR(Z1B)**; verzögerbar mit **T1B 1POL.** bzw. **T1B MEHRPOL**.

2.5.3.2 Einstellhinweise

Allgemein

Die Funktionsparameter für die MHO-Charakteristik gelten nur dann, wenn bei der Festlegung des Funktionsumfangs für Phase-Phase-Messung (Adresse 115) und/oder Phase-Erde-Messung (Adresse 116) die MHO-Kennlinie ausgewählt wurde.

Staffelplan

Es empfiehlt sich, zunächst für das gesamte galvanisch zusammenhängende Netz einen Staffelplan aufzustellen, auf dem die Streckenlängen mit ihren primären Impedanzen Z in Ω/km eingetragen sind. Die Impedanzen Z sind maßgebend für die Reichweite der Distanzzonen.

Für die erste Zone Z1 wählt man normalerweise etwa 85 % der zu schützenden Leitungsstrecke ohne Verzögerung (d.h. T1 = 0,00 s). Der Schutz wird dann Fehler auf dieser Distanz mit seiner Eigenzeit abschalten.

Für die höheren Stufen wird die Verzögerungszeit um je eine Staffelzeit erhöht. Die Staffelzeit muss die Leistungsschalter-Ausschaltzeit einschl. Streuung, die Rückfallzeit der Schutzeinrichtungen und die Streuung der Verzögerungszeiten berücksichtigen. Üblich sind 0,2 s bis 0,4 s. Die Reichweite wird so gewählt, dass sie bis etwa 80 % der unterlagerten Zone des Schutzes für die kürzeste Folgeleitung reicht (s. Bild 2-58).

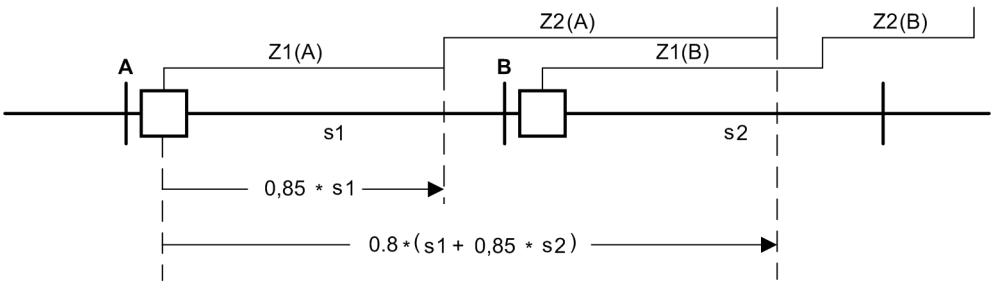


Bild 2-69 Einstellung der Reichweite –Beispiel für Gerät A

s1, s2 Zu schützende Leitungsstrecke

Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden.

Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die aus dem Staffelplan ermittelten Werte auf die Sekundärseite der Strom- und Spannungswandler umgerechnet. Allgemein gilt:

$$Z_{sekundär} = \frac{\text{Übersetzung Stromwandler}}{\text{Übersetzung Spannungswandler}} \cdot Z_{primär}$$

Entsprechend gilt für die Reichweite einer beliebigen Distanzzone:

$$Z_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot Z_{prim}$$

mit

N_{Str} = Übersetzung der Stromwandler

N_{Spg} = Übersetzung der Spannungswandler

Bei langen, hoch belasteten Leitungen könnte die MHO-Kennlinie bis in den Lastbereich hineinragen. Dies ist unbedenklich, da die Anregung durch Überlast durch den Lastkegel verhindert wird. Siehe Randtitel „Lastbereich“ in Abschnitt 2.5.1.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2 mit den Daten:

s (Länge) = 35 km

R_1/s = 0,19 Ω/km

X_1/s = 0,42 Ω/km

R_0/s = 0,53 Ω/km

X_0/s = 1,19 Ω/km

Stromwandler 600 A/5 A

Spannungswandler 110 kV/0,1 kV

Daraus errechnen sich die Leitungsdaten:

R_L = 0,19 Ω/km · 35 km = 6,65 Ω

X_L = 0,42 Ω/km · 35 km = 14,70 Ω

Für die erste Zone sollen 85 % der Leitungslänge eingestellt werden, das ergibt primär:

$X1_{prim}$ = 0,85 · X_L = 0,85 · 14,70 Ω = 12,49 Ω

oder sekundär:

$$X1_{sek} = \frac{N_{Str}}{N_{Spg}} \cdot R_{prim} = \frac{600\ A / 5\ A}{110\ kV / 0{,}1\ kV} \cdot 12{,}49\ \Omega = 1{,}36\ \Omega$$

Unabhängige Zonen Z1 bis Z5

Jede Zone kann mit dem Parameter MODUS ***vorwärts*** oder ***rückwärts*** eingestellt werden (Adresse 1701 **MODUS Z1**, 1711 **MODUS Z2**, 1721 **MODUS Z3**, 1731 **MODUS Z4** und 1741 **MODUS Z5**). Dies erlaubt beliebige vorwärts oder rückwärts gestaffelte Stufen. Nicht benötigte Zonen werden ***unwirksam*** gestellt.

Für jede benutzte Zone werden die aus dem Staffelplan ermittelten Werte eingestellt. Die Parameter sind nach den Zonen gruppiert. Für die 1. Zone sind dies die Parameter **ZR(Z1)** (Adresse 1702) für den Abstand des oberen Scheitelpunktes der MHO-Kennlinie vom Ursprung (Reichweite) sowie die Verzögerungszeiten.

Für die 1. Zone können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedliche Verzögerungszeiten eingestellt werden: **T1 1POL.** (Adresse 1605) und **T1 MEHRPOL** (Adresse 1606). Normalerweise wird die erste Zone unverzögert eingestellt.

Entsprechend gilt für die weiteren Zonen:

ZR(Z2) (Adresse 1712);

ZR(Z3) (Adresse 1722);

ZR(Z4) (Adresse 1732);

ZR(Z5) (Adresse 1742);

Auch für die 2. Zone können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedliche Verzögerungszeiten eingestellt werden. Im allgemeinen werden die Zeiten gleich eingestellt. Wenn bei mehrphasigen Fehlern Stabilitätsprobleme zu erwarten sind, kann man u.U. für **T2 MEHRPOL** (Adresse 1616) eine kürzere Verzögerungszeit erwägen und für 1-phasige Fehler mit **T2 1POL.** (Adresse 1615) eine längere Verzögerung tolerieren.

Für die weiteren Stufenzeiten gelten die Einstellungen **T3** (Adresse 1625), **T4** (Adresse 1635) und **T5** (Adresse 1645).

Wenn das Gerät mit der Möglichkeit der 1-poligen Auslösung ausgestattet ist, ist in den Zonen Z1 und Z2 auch 1-polige Auslösung möglich. Während die 1-polige Auslösung bei 1-phasigen Fehlern in Z1 dann die Regel ist (sofern die übrigen Bedingungen für 1-polige Auslösung vorliegen), kann man dies für die zweite Zone mittels Adresse 1617 **AUS1POL Z2** wählen. Nur wenn diese Adresse auf ***Ja*** eingestellt wird, ist auch in Zone 2 die 1-polige Auslösung möglich. Voreinstellung ist ***Nein***.

Hinweis

Als Schnellstufe in Vorwärtsrichtung sollte stets die erste Zone **Z1** benutzt werden, da nur mit Z1 und Z1B eine Schnellauslösung mit der kürzesten Eigenzeit des Gerätes gewährleistet ist. Die weiteren Zonen sollten bei Vorwärtsstaffelung ansteigend gestaffelt werden.

Wird eine Schnellstufe in Rückwärtsrichtung benötigt, sollte hierfür die Zone **Z3** verwendet werden, da nur diese eine schnelle Anregung in Rückwärtsrichtung mit der kürzesten Eigenzeit des Gerätes gewährleistet. Diese Einstellung wird insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Signalverfahren ***Blocking*** empfohlen.

Mit den Binäreingangsmeldungen 3619 „>DisBlk.Z4 PhE“ und 3620 „>DisBlk.Z5 PhE“ können die Zonen Z4 und Z5 für Leiter-Erde-Schleifen blockiert werden. Sollen diese Zonen permanent für Leiter-Erde-Schleifen gesperrt werden, dann müssen diese Binäreingangsmeldungen mit Hilfe der CFC permanent auf den logischen Wert 1 gesetzt werden.

Blockieren der Zone Z1

Arbeiten die Hauptschutzfunktionen Differentialschutz und Distanzschutz parallel, dann besteht die Möglichkeit, dass der Distanzschutz in der Zone Z1 eher anregt als der Differentialschutz (z.B. bei Nahfehler). Wird dies gewünscht, arbeitet der Distanzschutz als „Booster"-Stufe für schnelle Auslösung. Wenn dadurch nur eine Seite der Leitung schnell abgeschaltet wird, so ist keine schnellere Auslösung der Zone Z1 gewünscht (siehe auch Abschnitt 2.5.1.4).

Es gibt zwei Möglichkeiten Z1 zu blockieren. Wird das Gerät im Differentialschutzbetrieb betrieben, kann mit einer Parametereingabe (Adresse 1533 **Z1 bl. bei Diff**) die Zone Z1 blockiert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Blockierung besteht durch einen Binäreingang (Nr 3610 „>Dis blk Z1").

Gesteuerte Zone Z1B

Die Übergreifzone Z1B ist eine gesteuerte Stufe. Sie beeinflusst nicht die Normalzonen Z1 bis Z5. Es wird also nicht umgeschaltet, vielmehr wird die Übergreifzone von den zugehörigen Kriterien wirksam oder unwirksam geschaltet. Auch sie kann unter Adresse 1751 **MODUS Z1B** = ***vorwärts*** oder ***rückwärts*** geschaltet werden. Wird diese Stufe nicht benötigt, wird sie ***unwirksam*** gestellt (Adresse 1751). Die Einstellmöglichkeiten sind wie bei Zone Z1: Adresse 1752 **ZR(Z1B)**. Auch die Verzögerungszeiten können für 1-phasige und mehrphasige Fehler unterschiedlich eingestellt werden: **T1B 1POL.** (Adresse 1655) und **T1B MEHRPOL** (Adresse 1656).

Die Zone Z1B wird meist im Zusammenhang mit automatischer Wiedereinschaltung und/oder Signalübertragungsverfahren verwendet. Sie kann intern von den Signalübertragungsfunktionen (siehe auch Abschnitt 2.7) oder der integrierten Wiedereinschaltautomatik (wenn vorhanden, siehe auch Abschnitt 2.16) oder von extern über eine Binäreingabe aktiviert werden. Sie wird i.Allg. auf mindestens 120 % der Leitungsstrecke eingestellt. Bei Leitungen mit drei Enden („Dreibein") muss sie mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist. Die Verzögerungszeiten werden, abhängig vom Verwendungszweck, auf Null oder geringe Verzögerung eingestellt. Bei Verwendung von Vergleichsverfahren sind auch Abhängigkeiten mit der Anregung zu beachten (siehe Randtitel „Voraussetzungen beim Distanzschutz" in Abschnitt 2.7.14).

Arbeitet der Distanzschutz mit der internen oder einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammen, so kann unter Adresse 1657 **1.WE -> Z1B** bestimmt werden, welche Distanzstufe vor einer automatischen Wiedereinschaltung freigegeben sein soll. Normalerweise wird beim ersten Unterbrechungszyklus im Übergreifbereich Z1B gemessen (**1.WE -> Z1B** = ***Ja***). Dies kann dadurch unterdrückt werden, dass **1.WE -> Z1B** auf ***Nein*** gestellt wird. Dann wird die Übergreifzone Z1B bei bereiter Wiedereinschaltfunktion nicht freigegeben. Zone Z1 ist stets freigegeben. Die Einstellung wirkt sich bei externem Wiedereinschaltgerät nur aus, wenn die Bereitschaft des Wiedereinschaltgerätes über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen" (Nr 383) mitgeteilt wird.

Polarisation

Der Grad der Polarisation mit einer fehlergetreuen Speicherspannung kann unter Adresse 1771 **U SPEICH LE** für L-E-Schleifen und unter Adresse 1773 **U SPEICH LL** für L-L-Schleifen eingestellt werden. Für die Polarisation mit einer fehlerfremden aktuellen Spannung (Kreuzpolarisation), kann unter den Adressen 1772 **U KREUZ LE** und 1774 **U KREUZ LL** getrennt für L-E- und L-L-Schleifen der Bewertungsfaktor eingestellt werden. Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Diese Parameter beeinflussen die Erweiterung der Kennlinie in Abhängigkeit von der Vorimpedanz. Stellt man diese Parameter auf Null, so erhält man die Grundkennlinie ohne Erweiterung.

2.5.3.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1605	T1 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-1pol
1606	T1 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-mehrpol
1615	T2 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-1pol
1616	T2 MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-mehrpol
1617A	AUS1POL Z2		Nein Ja	Nein	Einpoliges AUS bei Fehler in Z2
1625	T3		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Verzögerungszeit T3
1635	T4		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T4
1645	T5		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T5
1655	T1B 1POL.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-1pol
1656	T1B MEHRPOL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-mehrpol
1657	1.WE -> Z1B		Nein Ja	Nein	Freigabe Zone Z1B für 1.WE-Zyklus
1701	MODUS Z1		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1
1702	ZR(Z1)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	2.500 Ω	Impedanz ZR(Z1)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	0.500 Ω	
1711	MODUS Z2		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z2
1712	ZR(Z2)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	5.000 Ω	Impedanz ZR(Z2)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	1.000 Ω	
1721	MODUS Z3		vorwärts rückwärts unwirksam	rückwärts	Betriebsart der Zone Z3
1722	ZR(Z3)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	5.000 Ω	Impedanz ZR(Z3)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	1.000 Ω	
1731	MODUS Z4		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z4
1732	ZR(Z4)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	10.000 Ω	Impedanz ZR(Z4)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	2.000 Ω	

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1741	MODUS Z5		vorwärts rückwärts unwirksam	unwirksam	Betriebsart der Zone Z5
1742	ZR(Z5)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	10.000 Ω	Impedanz ZR(Z5)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	2.000 Ω	
1751	MODUS Z1B		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1B
1752	ZR(Z1B)	1A	0.050 .. 200.000 Ω	3.000 Ω	Impedanz ZR(Z1B)
		5A	0.010 .. 40.000 Ω	0.600 Ω	
1771A	U SPEICH LE		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-Vorfeh.(Speicherpol. LE-Schl.)
1772A	U KREUZ LE		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-feh.fremd (Kreuzpol. LE-Schl.)
1773A	U SPEICH LL		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-Vorfeh.(Speicherpol. LL-Schl.)
1774A	U KREUZ LL		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-feh.fremd (Kreuzpol. LL-Schl.)

2.5.4 Auslöselogik des Distanzschutzes

2.5.4.1 Funktionsbeschreibung

Generalanregung

Bei Verwendung der Anregeverfahren I, U/I oder U/I/φ wird nach Anregung das Signal „Dis G-Anr“ (Generalanregung des Distanzschutzes) erzeugt, sobald eine der Anregebedingungen vorliegt. Bei Verwendung der Impedanzanregung wird das Signal „Dis G-Anr“ erzeugt, sobald irgendeine der Distanzzonen einen Fehler innerhalb ihres Auslösegebietes sicher erkannt hat.

Das Signal „Dis G-Anr“ wird gemeldet und steht für die Initialisierung von internen oder externen Zusatzfunktionen (z.B. Signalübertragung, automatische Wiedereinschaltung) zur Verfügung.

Zonenlogik der unabhängigen Zonen Z1 bis Z5

Jede Distanzzone gibt ein ihr zugeordnetes und die betroffenen Phasen identifizierendes Ausgangssignal ab, wie bei den Messverfahren erwähnt. Eine Zonenlogik verknüpft diese Zonenanregung mit möglichen weiteren internen und externen Signalen. Die Verzögerungszeiten der Distanzzonen können wahlweise gemeinsam bei Generalanregung der Distanzschutzfunktion oder einzeln bei Eintritt in die jeweilige Distanzzone gestartet werden. Parameter **ZEITSTART** (Adresse 1510) ist standardmäßig auf ***mit Dis G-Anr.*** eingestellt. Mit dieser Einstellung ist sicher gestellt, dass alle Verzögerungszeiten auch bei Wechsel von Fehlerart oder Messschleifenauswahl, beispielsweise bei Abschaltung einer Zwischeneinspeisung, gemeinsam weiter laufen. Diese Einstellung ist auch zu bevorzugen, wenn andere Distanzschutzgeräte im Netz mit diesem Zeitstartverhalten arbeiten. Wenn besonderer Wert auf die Zeitstaffelung gelegt wird, beispielsweise bei Fehlerortwechsel von Zone Z3 in Zone Z2, ist die Einstellung ***mit Zonen-Anr.*** zu wählen. Bild 2-70 zeigt vereinfacht die Zonenlogik für die erste Zone, Bild 2-71 für die zweite und Bild 2-72 für die dritte Zone. Die Zonen Z4 und Z5 arbeiten nach Bild 2-73.

Bei den Zonen Z1, Z2 und Z1B kann bei 1-phasigen Fehlern eine 1-polige Auslösung erfolgen, sofern das Gerät für 1-polige Auslösung vorgesehen ist. Deshalb gibt es dort auch die Ausgangsmeldungen für jeden Pol. Für diese Zonen sind auch unterschiedliche Verzögerungszeiten für 1-phasige oder mehrphasige Fehler möglich. In den weiteren Zonen erfolgt immer 3-polige Auslösung.

Hinweis

Der Binäreingang „>1polig AUS“ (Nr 381) muss eingeschaltet sein, um eine 1-polige Auslösung zu ermöglichen. Auch die interne Wiedereinschaltautomatik kann die 1-polige Erlaubnis erteilen. Der Binäreingang wird normalerweise von einem externen Wiedereinschaltgerät aus gesteuert.

Die Verzögerungszeiten der Zonen (außer Z1, die normalerweise immer unverzögert wirkt) können auch umgangen werden. Der Start der Staffelzeiten erfolgt wahlweise mit Zonen-Anregung oder mit Distanzschutz-Generalanregung. Die unverzögerte Freigabe kommt von einer Einschaltlogik, die von extern über das Einschaltsignal des Steuerquittierschalters oder von einer internen Zuschalterkennung gesteuert werden kann. Die Zonen Z4 und Z5 können von Extern (Nr 3617 „>DisBlk.Z4-AUS“, Nr 3618 „>DisBlk.Z5-AUS“) blockiert werden.

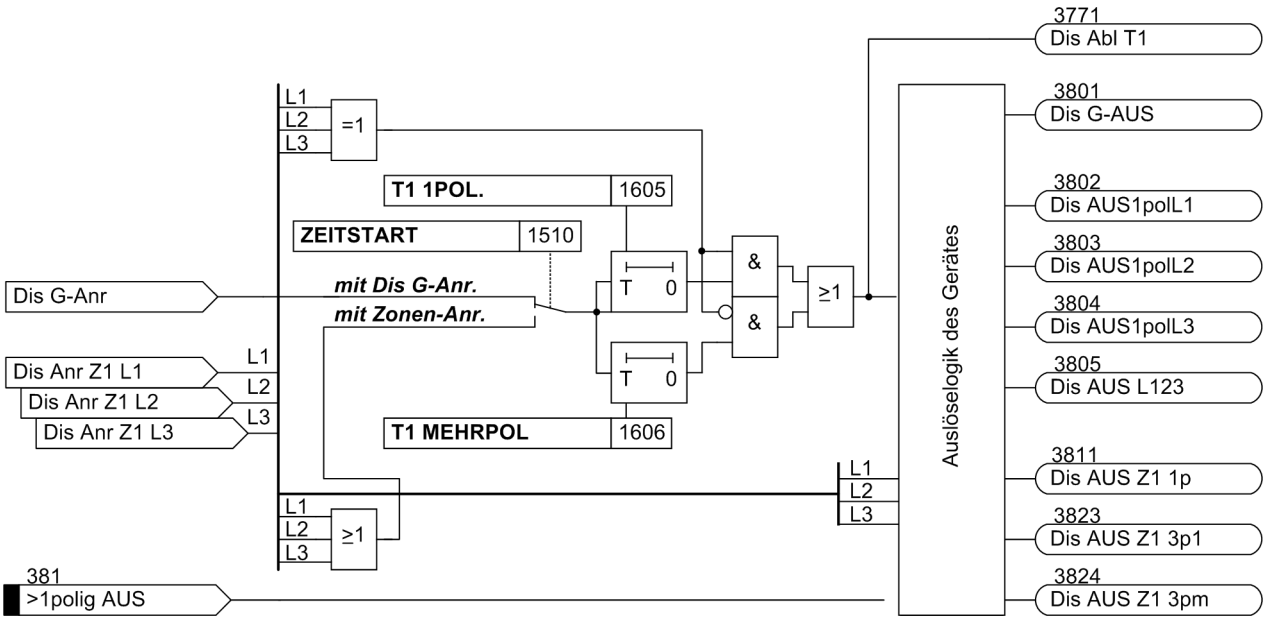


Bild 2-70 Auslöselogik für die 1. Zone

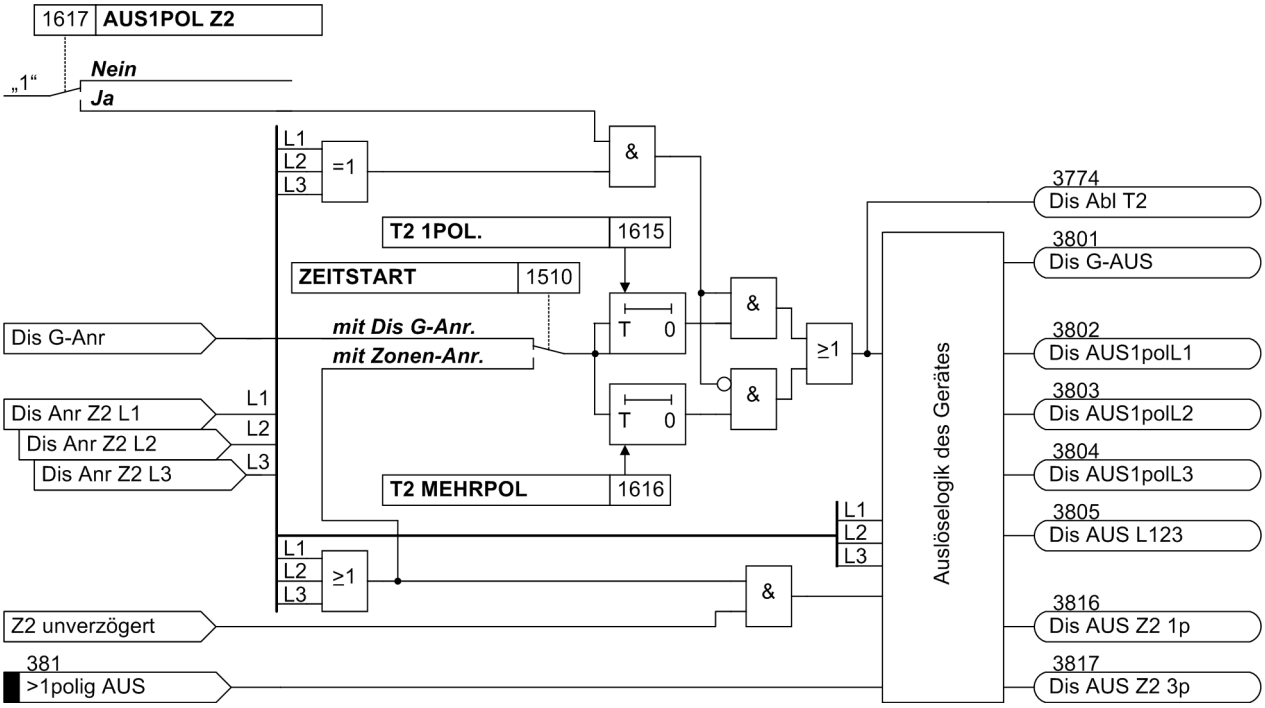


Bild 2-71 Auslöselogik für die 2. Zone

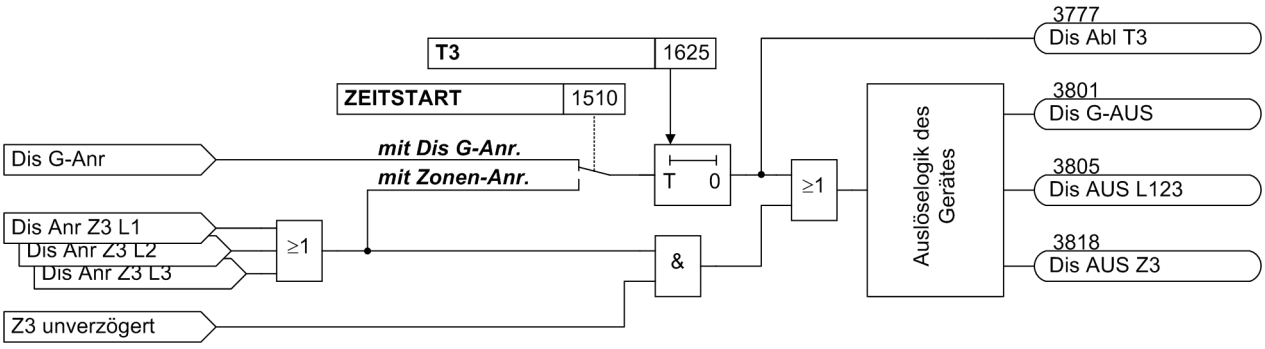


Bild 2-72 Auslöselogik für die 3. Zone

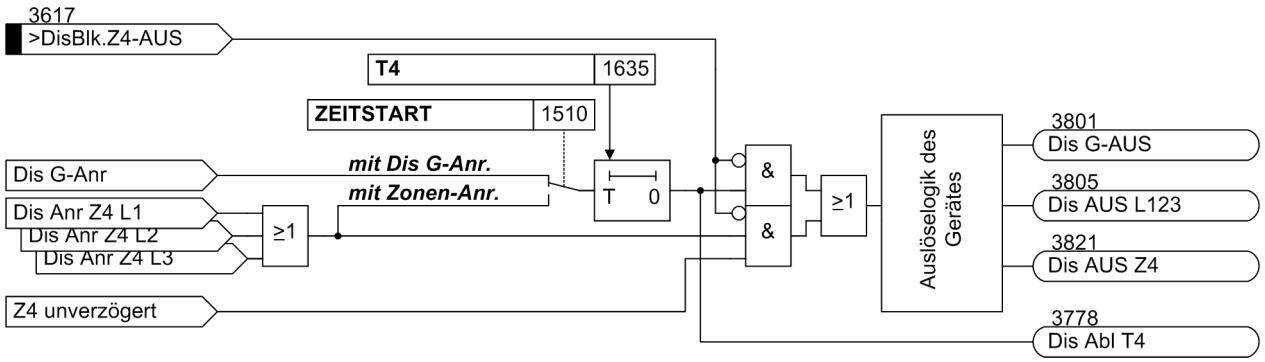


Bild 2-73 Auslöselogik für die 4. und 5. Zone, dargestellt für Z4

Zonenlogik der gesteuerten Zone Z1B

Die gesteuerte Zone Z1B wird normalerweise als Übergreifzone eingesetzt. Die Logik ist in Bild 2-74 dargestellt. Sie kann von verschiedenen internen und externen Funktionen aktiviert werden. Von extern wirken die Binäreingaben „>DisFreig.Z1B“ und „>FreigWE Stufen“ auf Z1B des Distanzschutzes. Erstere kann z.B. von einem externen Signalübertragungsgerät kommen und wirkt nur auf Z1B des Distanzschutzes. Letztere kann z.B. von einer externen Wiedereinschaltautomatik gesteuert werden. Außerdem ist es möglich, die Zone Z1B als WE-Stufe nur für 1-polige Fehler wirken zu lassen, wenn z.B. nur 1-polige Kurzunterbrechung durchgeführt werden soll.

Schließlich ist es mit 7SD5 möglich, bei 2-phasigen erdfreien Fehlern in der Übergreifzone 1-polig auszulösen, wenn 1-polige Unterbrechungszyklen durchgeführt werden.

Da das Gerät über eine integrierte Signalübertragungsfunktion verfügt, können Freigabesignale von dieser auf die Zone Z1B wirken, vorausgesetzt, die interne Signalübertragungsfunktion ist über den Projektierungsparameter 121 **DIS SIGNAL** für eines der möglichen Verfahren projektiert (also ungleich ***nicht vorhanden***). Ist die integrierte AWE-Funktion aktiviert, kann die Zone Z1B im 1. AWE-Zyklus freigegeben werden, wenn Parameter 1657 **1.WE -> Z1B** entsprechend eingestellt ist.

Wird der Distanzschutz also mit einem der in Abschnitt 2.7 beschriebenen Signalübertragungsverfahren betrieben, steuert die Signalübertragungslogik die Übergreifzone, d.h. sie bestimmt, ob eine unverzögerte Auslösung (oder mit T1B) bei Fehlern in der Übergreifzone (d.h. bis zur Grenze von Zone Z1B) zulässig ist und somit an beiden Leitungsenden erfolgt. Die Bereitschaft zur Wiedereinschaltung durch die Wiedereinschaltautomatik ist dabei unerheblich, da das Übertragungsverfahren ja die Selektivität über 100 % der Leitungsstrecke und eine schnelle Abschaltung gewährleistet.

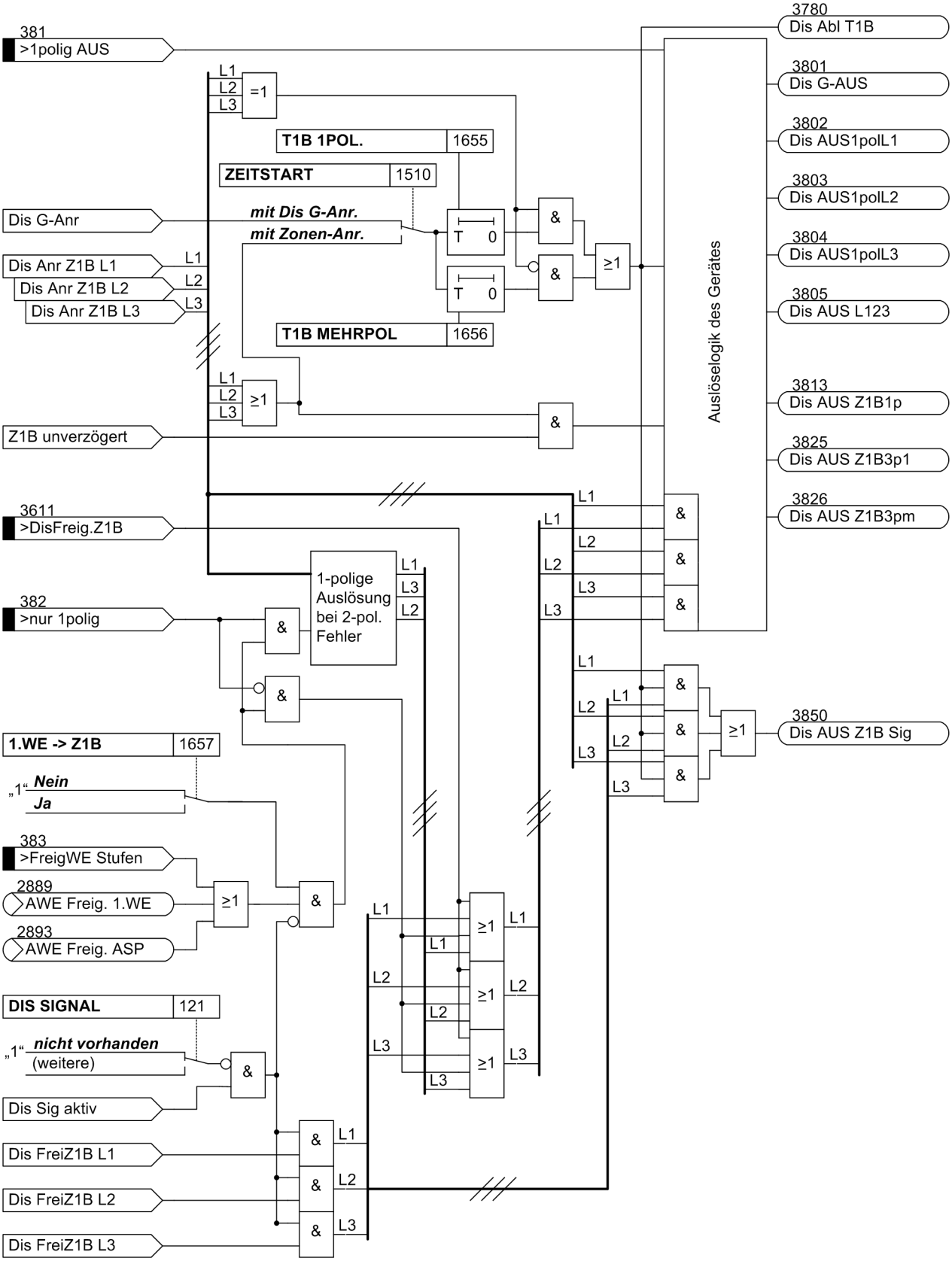


Bild 2-74 Auslöselogik für gesteuerte Zone Z1B

Auslöselogik

Die von den einzelne Zonen generierten Ausgangssignale werden in der eigentlichen Auslöselogik zu den Ausgangssignalen „Dis G-AUS“, „Dis AUS1polL1“, „Dis AUS1polL2“, „Dis AUS1polL3“, „Dis AUS L123“ verknüpft. Dabei bedeuten die 1-poligen Informationen, dass wirklich nur 1-polig ausgelöst werden soll. Weiterhin wird die Zone identifiziert, die zur Auslösung führte; wenn 1-polige Auslösung möglich ist, wird auch dies signalisiert, wie in den Zonenlogiken (Bilder 2-70 bis 2-74) gezeigt. Die eigentliche Erzeugung der Kommandos für die Auslöserelais geschieht in der Auslöselogik des Gesamtgerätes.

2.5.4.2 Einstellhinweise

Die in der Auslöselogik des Distanzschutzes mitverarbeiteten Verzögerungszeiten der Distanzstufen und Eingriffsmöglichkeiten wurden bereits bei der Einstellung der Zonen berücksichtigt.

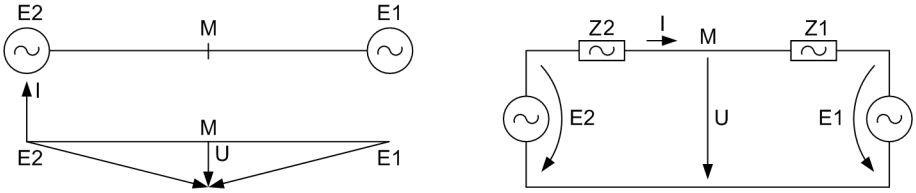
Weitere Einstellmöglichkeiten, die die Auslösung betreffen, sind bei der Auslöselogik des Gesamtgerätes beschrieben.

2.6 Maßnahmen bei Netzpendelungen (wahlweise)

7SD5 verfügt über einen integrierten Pendelzusatz, der sowohl bei Pendelungen eine Auslösung durch den Distanzschutz verhindert (Pendelsperre) als auch die gezielte Auslösung bei instabilen Pendelungen erlaubt (Pendelauslösung). Zur Vermeidung unkontrollierter Auslösungen werden die Distanzschutzeinrichtungen durch Pendelsperren ergänzt. An bestimmten Stellen des Netzes setzt man außerdem Pendelauslöseeinrichtungen ein, um bei Verlust des Synchronismus durch starke (instabile) Pendelungen das Netz an gezielten Stellen in Teilnetze aufzutrennen.

2.6.1 Funktionsbeschreibung

Nach dynamischen Vorgängen wie Lastsprüngen, Kurzschlüssen, Kurzunterbrechung oder Schalthandlungen kann es dazu kommen, dass sich die Generatoren unter pendelartigen Vorgängen auf die neue Leistungsbilanz des Netzes einstellen müssen. Dem Distanzschutz werden bei Pendelungen hohe Ausgleichsströme und – besonders in der elektrischen Mitte – kleine Spannungen zugeführt (Bild 2-75). Kleine Spannungen bei gleichzeitig hohen Strömen bedeuten scheinbar kleine Impedanzen, die wiederum zur Auslösung durch den Distanzschutz führen könnten. In ausgedehnten Netzen mit hoher übertragener Leistung kann sogar die Stabilität der Energieübertragung durch solche Leistungspendelungen gefährdet sein.



$$I = \frac{E1 - E2}{Z1 + Z2}$$ an der Messstelle M

Bild 2-75 Pendelung

Hinweis

Der Pendelzusatz arbeitet zusammen mit der Impedanzanregung und ist nur in Verbindung mit dieser möglich.

Die Funktionsbeschreibung wird am Beispiel der Polygoncharakteristik vorgenommen. Sie gilt analog auch für die MHO-Charakteristik (betrachtet werden dann statt der Polygone die entsprechenden MHO-Kreise).

Zur Erfassung einer Pendelung wird die Änderungsgeschwindigkeit der Impedanzzeiger gemessen. Die Meldung erfolgt, wenn der Impedanzzeiger in den Pendel-Messbereich PPOL (siehe Bild 2-76) eintritt und die anderen Kriterien der Pendelerkennung erfüllt sind. Der Anregebereich APOL setzt sich bei Polygoncharakteristik aus den größten Einstellwerten für R und X, bei MHO-Charakteristik aus dem größten Einstellwert für ZR aller wirksamen Zonen zusammen. Der Pendelbereich hat vom Anregebereich einen Mindestabstand Z_{Diff} von 5 Ω (bei I_N = 1 A) bzw. 1 Ω (bei I_N = 5 A) in allen Richtungen. Bei einem Kurzschluss (1) geht der Impedanzzeiger schlagartig vom Lastzustand in diesen Anregebereich. Bei einer synchronen Pendelung dagegen tritt der scheinbare Impedanzzeiger zuerst in den Pendelbereich PPOL ein und später in den Anregebereich APOL (2). Es ist auch möglich, dass ein Pendelzeiger in das Gebiet des Pendelbereiches eintritt und ihn wieder verlässt, ohne den Anregebereich zu berühren (3). Durchläuft der Zeiger das durch den Pendelbereich aufgespannte Gebiet, so sind die Teile des Netzes vom Einbauort des Schutzes aus gesehen asynchron geworden (4): Die Übertragung ist instabil.

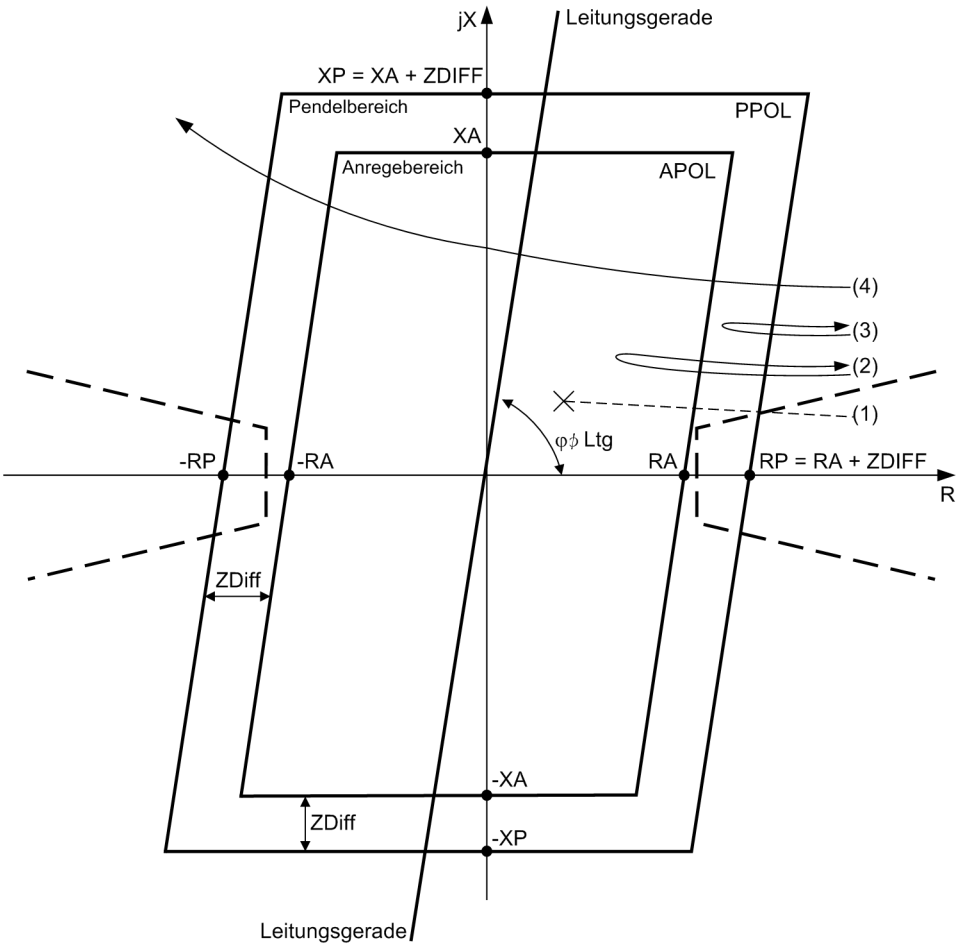


Bild 2-76 Ansprechkennlinie für die Pendelerfassung beim Polygon

Bei der MHO-Charakteristik gilt analoges (siehe Bild 2-77). Der Pendelkreis hat ebenfalls einen Abstand Z_{Diff} von 5 Ω (bei I_N = 1 A) bzw. 1 Ω (bei I_N = 5 A) vom größten Anregekreis. Wenn eine oder mehr Rückwärtszonen eingestellt sind, wird der Impedanzabstand von allen Zonen eingehalten.

Die Änderungsgeschwindigkeit der 3 Impedanzzeiger wird in $^1/_4$-Perioden-Zyklen überwacht.

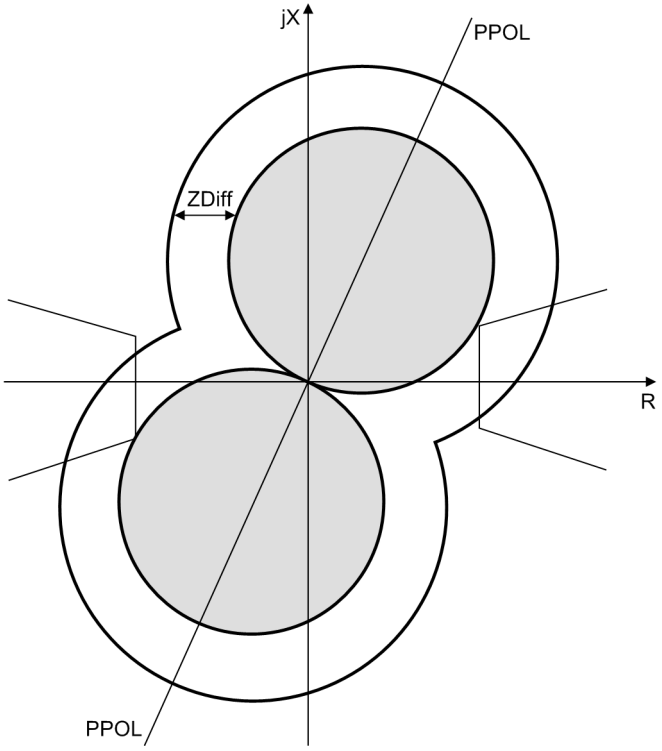


Bild 2-77 Ansprechkennlinie für die Pendelerfassung bei MHO-Charakteristik

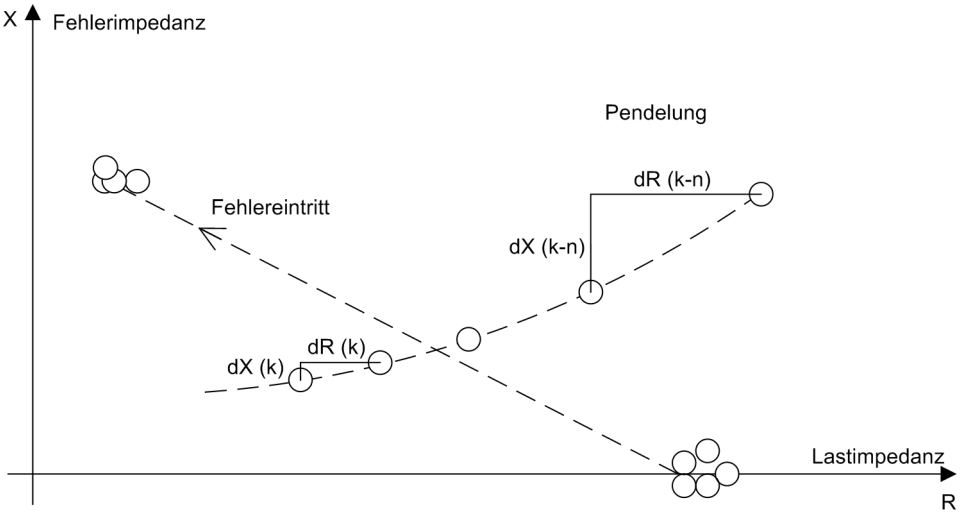


Bild 2-78 Impedanzvektor während der Pendelung

Verlaufskontinuität und -monotonie

Bei der Unterscheidung zwischen Störfällen und Pendelungen ist die Änderungsrate des Impedanzvektors von entscheidender Bedeutung. Bild 2-78 verdeutlicht dies. Während der Pendelung zeigt die gemessene Impedanz im Vergleich zweier Tests eine klare Änderung bei R und X, hier gekennzeichnet als dR(k) und dX(k). Auffällig ist ebenfalls, dass die Differenz von einem Test zum nächsten relativ klein ist, d.h. |dR(k) – dR(k+1)| < Schwelle.

Tritt ein Fehler auf, so verursacht dieser eine schnelle Änderung, die zur Folge hat, dass die Pendelerkennung nicht angeregt wird.

Verlaufsstabilität

Tritt der Impedanzzeiger während der Pendelung in die Impedanzcharakteristik ein, so geschieht dies an einem Punkt der ellipsenförmigen Kurve, die einer statischen Instabilität entspricht. Für die Freigabe der Pendelungserfassung wird ein weiteres Kriterium herangezogen. Bild 2-79 zeigt den Bereich der statischen Instabilität. Dieser Bereich wird im 7SD5 erfasst. Hierbei errechnet das Gerät das Zentrum der Ellipse und prüft, ob der tatsächlich gemessene X-Wert (Ist-Wert) kleiner ist als dieser Wert.

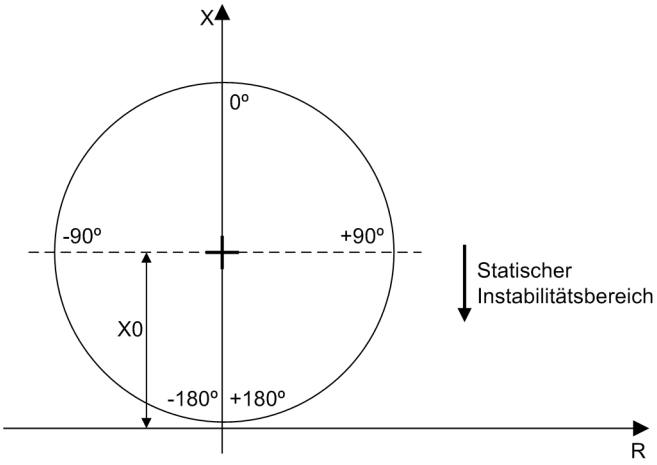


Bild 2-79 Statische Instabilität

Verlaufssymmetrie

Durch Einbeziehung der Symmetrieprüfung in die Freigabe der Pendelsperre wird eine Blockierung der Pendelsperre bei einem unsymmetrischen Netzfehler ohne Erdbeteiliegung erreicht. Um auch in der 1–poligen spannungslosen Pause eine Pendelerkennung zu ermöglichen, erfolgt die Symmetrieprüfung nur bei langsamen Pendelvorgängen. Die Pendelsperre ist bei langsamen Pendelvorgängen also nur bei symmetrischen Betriebszuständen oder 3–poligen Kurzschlüssen freigegeben.

Pendelerfassung

Um ein stabiles und sicheres Funktionieren der Pendelerfassung zu gewährleisten, ohne das Risiko einer Überfunktion der Pendelsperre während eines Kurzschlusses, wird eine logische Kombination verschiedener Messkriterien verwendet.

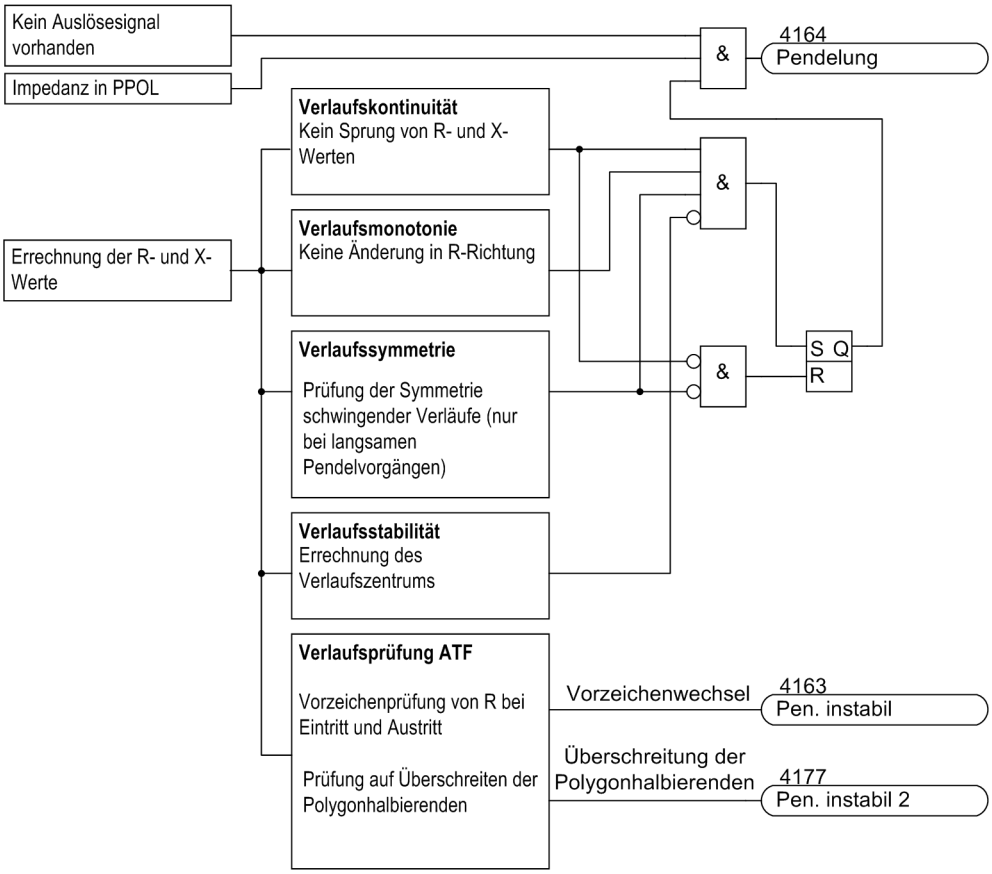


Bild 2-80 Logikdiagramm der Pendelerfassung

In Bild 2-80 sehen Sie ein vereinfachtes Logikdiagramm zur Funktion der Pendelerfassung. Diese Messung wird pro Phase durchgeführt, obwohl Bild 2-80 nur die Logik einer Phase zeigt. Bevor ein Pendelerfassungssignal ausgegeben wird, muss sich die gemessene Impedanz innerhalb des Pendelpolygons befinden (PPOL).

Im folgenden werden 4 weitere Messkriterien aufgeführt:

Verlaufskontinuität	Die gemessen R- und X-Werte müssen eine konstante Linie bilden. Es darf kein Sprung von einem Messwert zum nächsten existieren. Siehe Bild 2-78.
Verlaufsmonotonie	Der Impedanzverlauf darf zu Beginn nicht die R-Richtung wechseln. Siehe Bild 2-78.
Verlaufssymmetrie	Bei langsamen Pendelvorgängen müssen die Verläufe der drei Phasen symmetrisch sein.
Verlaufsstabilität	Tritt der Impedanzverlauf während einer Pendelung in das PPOL ein, muss sich das System im Bereich der statischen Instabilität befinden. In Bild 2-79 entspricht dieser Zustand der unteren Hälfte des Kreises.

Alle genannten Bedingungen müssen zutreffen, damit eine Pendelsperre eintreten kann. Tritt die Pendelsperre ein, bleibt diese so lange aktiviert, bis der Impedanzzeiger das Pendelpolygon (PPOL) verlässt. Voraussetzung jedoch ist, dass während dieser Phase kein Fehler auftritt. Wird ein Sprung im Verlauf oder die Asymmetrie der Pendelverläufe festgestellt, wird die Pendelsperre zurückgesetzt. Die Pendelerfassung kann über einen Binäreingang blockiert werden.

Pendelsperre

Die Pendelsperre wirkt auf den Distanzschutz. Wenn die Kriterien der Pendelerfassung in mindestens einer Phase erfüllt sind, sind im Rahmen der Pendelsperre folgende Reaktionen möglich (einstellbar unter Adresse 2002 **PENDELPROG**):

- Blockierung des Auskommandos für alle Zonen (***alle blockiert***): Das Auslösekommando des Distanzschutzes ist bei Pendelung für alle Zonen blockiert.
- Blockierung des Auskommandos nur der ersten Zone (***Z1*/*Z1B block.***): Das Auskommando der ersten Zone (Z1) und das der Übergreifzone (Z1B) sind bei Pendelung blockiert. Fehler in anderen Zonen werden in der zugehörigen Staffelzeit ausgelöst.
- Blockierung des Auskommandos nur der höheren Zonen (***Z2-Z5 block.***): Die höheren Zonen (Z2 bis Z5) sind bei Pendelung für die Auslösung blockiert. Nur eine Anregung in der ersten oder der Übergreifzone (Z1 und Z1B) kann zu einem Auskommando führen.
- Blockierung der Auskommandos der ersten beiden Zonen (***Z1-Z2 block.***): Die Auskommandos der ersten und zweiten Zone (Z1 und Z2) und der Übergreifzone (Z1B) sind bei Pendelung blockiert. Eine Anregung der höheren Zonen Z3 bis Z5 kann weiterhin zu einer Auslösung führen.

Die Wirkung der Pendelsperre auf den Distanzschutz wird für eine einstellbare Zeit verlängert (Adresse 2007 **T AUS VERZ. PEN**). Dadurch werden transiente Vorgänge (z.B. Schalthandlungen), die während einer Pendelung auftreten und einen Sprung in den Messgrößen bewirken, überbrückt.

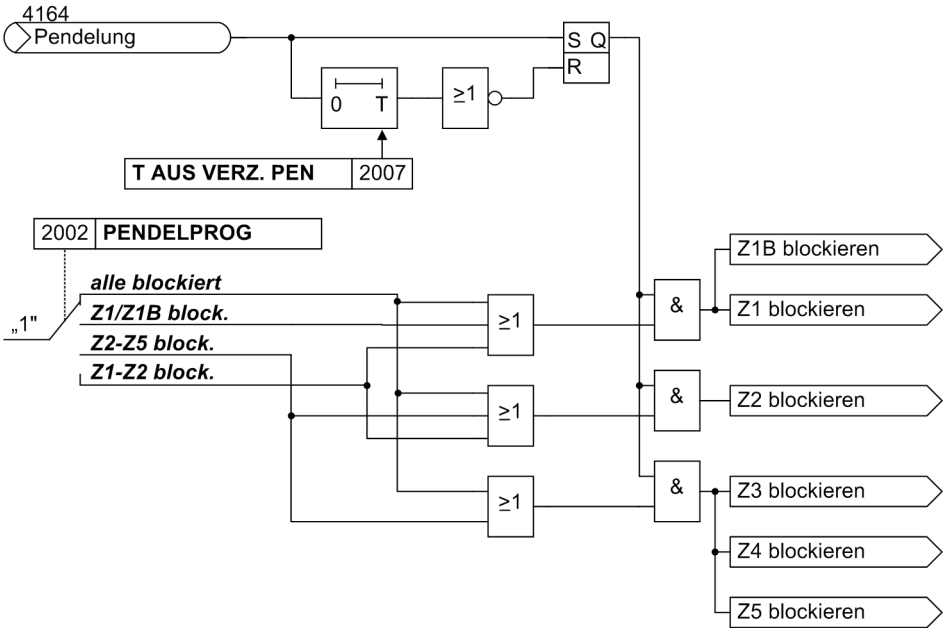


Bild 2-81 Blockierlogik der Pendelsperre

Es werden nur Auskommandos aufgrund von Anregungen in den Phasen blockiert, in denen Pendelung erkannt wurde. Die betreffende Maßnahme gilt für alle Phasen, wenn Pendelung erkannt worden ist. Sie ist solange wirksam, bis der gemessene Impedanzzeiger den Pendelbereich PPOL wieder verlässt oder durch sprunghafte Änderung des jeweiligen Impedanzzeigers die Pendelkriterien nicht mehr erfüllt werden.

Es besteht die Möglichkeit mit Nr 4160 „>Pendel. block“ die Pendelerkennung über einen Binäreingang zu blockieren.

Die Logik in Bild 2-82 gilt analog für alle weiteren Zonen.

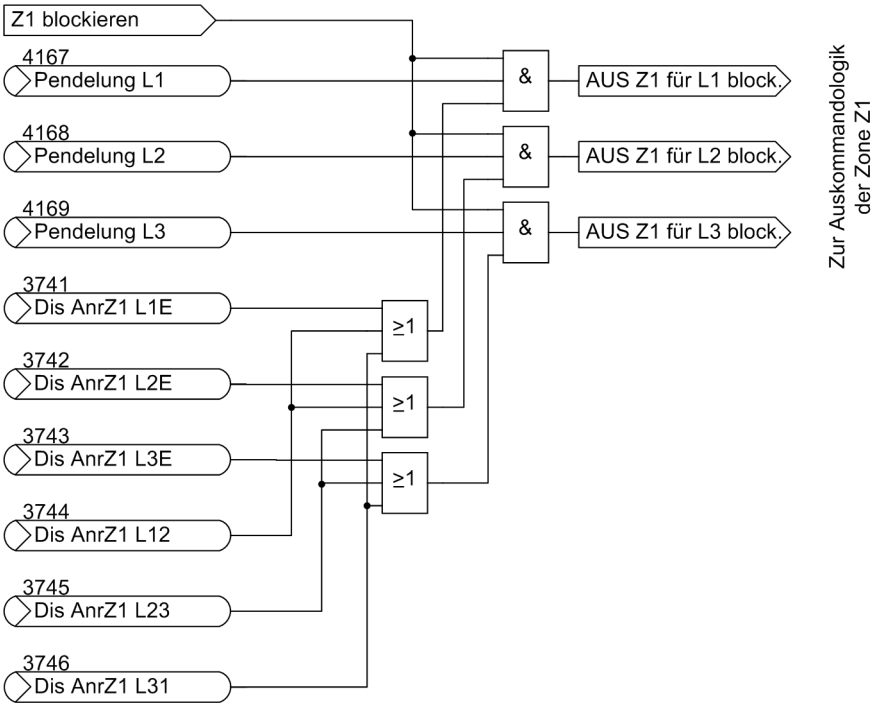


Bild 2-82 Blockierlogik der Pendelsperre für die Zone Z1

Pendelauslösung

Wird Auslösung bei instabiler Pendelung gewünscht, wird der Parameter **PEN-AUSLÖS** = ***Ja*** eingestellt. Wenn die Kriterien der Pendelerfassung erfüllt sind, wird zunächst ein Auskommando des Distanzschutzes gemäß des für Pendelsperre eingestellten Programms blockiert, damit der Distanzschutz seinerseits nicht auslöst.

Wenn die für die Pendelung identifizierten Impedanzzeiger die Pendelcharakteristik PPOL wieder verlassen, wird anhand der R-Komponenten kontrolliert, ob die Zeiger das gleiche Vorzeichen haben wie beim Eintritt in das Anregepolygon. Ist dies der Fall, so neigt der Pendelvorgang dazu, sich zu stabilisieren. Anderenfalls ist der Zeiger durch die Pendelcharakteristik hindurchgelaufen (Verlust des Synchronismus, Fall (4) in Bild 2-76). Eine stabile Leistungsübertragung ist dann nicht mehr möglich. Das Gerät gibt eine entsprechende Meldung ab (Nr 4163 „Pen. instabil“), vorausgesetzt, der Parameter unter Adresse 2006 **PEN-AUSLÖS** ist auf ***Nein*** eingestellt. Die Meldung Nr. 4163 „Pen. instabil“ ist ein Impuls von ca. 50 ms Länge, der auch über Ausgaberelais oder CFC-Verknüpfungen weiter verarbeitet werden kann, z.B. für einen Umlaufzähler oder Impulszähler.

Nachdem die Instabilität festgestellt worden ist, gibt das Gerät ein 3-poliges Auslösekommando ab und trennt somit die Netzteile voneinander. Die Pendelauslösung wird gemeldet.

Die Meldung Nr. 4177 „Pen. instabil 2“ wird bereits dann abgesetzt, wenn der Impedanzzeiger die durch den Ursprung gehende Polygonhalbierende überschreitet. Der Winkel dieser Geraden entspricht dem Neigungswinkel der Polygone (Adresse 1511 **PHI DIST.**). In der Regel ist diese Gerade mit der Leitungsgeraden identisch. Diese Meldung ist ebenfalls ein Impuls von ca. 50 ms Länge, der über Ausgaberelais oder CFC-Verknüpfungen weiterverarbeitet werden kann, führt jedoch nicht zu einer Auslösung.

Da der Wirkungsbereich des Pendelzusatzes von den Einstellungen des Distanzschutzes abhängt, kann auch die Pendelauslösung nur wirksam sein, wenn der Distanzschutz wirksam geschaltet ist.

2.6.2 Einstellhinweise

Der Pendelzusatz ist nur wirksam, wenn er bei der Projektierung auf PENDELERFASSUNG = *vorhanden* eingestellt wurde (Adresse 120). Für die PENDELERFASSUNG sind keine weiteren Parameter einzustellen.

Die vier möglichen Programme sind in Adresse 2002 **PENDELPROG** einstellbar, wie unter Abschnitt 2.6 erläutert: ***alle blockiert***, ***Z1/Z1B block.***, ***Z2-Z5 block.*** oder ***Z1-Z2 block.***.

Außerdem ist die Auslösefunktion bei instabiler Pendelung (Asynchronismus) mittels des Parameters **PEN-AUSLÖS** (Adresse 2006) parametrierbar, der im Bedarfsfall auf ***Ja*** eingestellt wird (Voreinstellung ist ***Nein***). Bei Pendelauslösung sollte für die Pendelsperre sinnvollerweise **PENDELPROG** = ***alle blockiert*** eingestellt werden, damit der Distanzschutz nicht vorher auslösen kann.

Die mindestens wirksame Auslöseverzögerungszeit nach einer Pendelsperre kann über die Adresse 2007 **T AUS VERZ. PEN** eingestellt werden.

Hinweis

Um die optimale Pendelerfassung auch unter ungünstigen Bedingungen sicher zu stellen, wird die Einstellung einer ungerichteten Distanzzone empfohlen. Sie soll alle anderen Zonen einschließen. Vorzugsweise wird die Zone Z5 verwendet. Wenn keine Auslösung in Z5 erfolgen soll, kann die Verzögerungszeit T5 auf unendlich gestellt werden. Der Abstand zu den eingeschlossenen Zonen ist nicht kritisch und darf auch Null sein. Die Einstellung in negativer X5-Richtung soll nicht kleiner als ca. 50% des Wertes der positiven X5-Richtung betragen, also Adresse 1646 ≥ 50% Adresse 1643.

2.6.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2002	PENDELPROG	alle blockiert Z1/Z1B block. Z2-Z5 block. Z1-Z2 block.	alle blockiert	Pendelprogramm
2006	PEN-AUSLÖS	Nein Ja	Nein	Pendelauslösung
2007	T AUS VERZ. PEN	0.08 .. 5.00 s; 0	0.08 s	Auslöseverzögerung nach Pendelsperre

2.6.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
4160	>Pendel. block	EM	>Pendelerkennung blockieren
4163	Pen. instabil	AM	Pendelung instabil
4164	Pendelung	AM	Pendelung erkannt
4166	Pendel-AUS	AM	Pendelung: Auslösung 3polig
4167	Pendelung L1	AM	Pendelung Phase L1 erkannt
4168	Pendelung L2	AM	Pendelung Phase L2 erkannt
4169	Pendelung L3	AM	Pendelung Phase L3 erkannt
4177	Pen. instabil 2	AM	Pendelung instabil 2

2.7 Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise)

2.7.1 Allgemeines

Zweck der Signalübertragung

Kurzschlüsse, die auf der zu schützenden Strecke außerhalb der ersten Distanzzone auftreten, können vom Distanzschutz nur nach einer Reservezeit selektiv abgeschaltet werden. Auf Leitungsstrecken, die kürzer sind als die kleinstmögliche sinnvolle Entfernungseinstellung, können Kurzschlüsse ebenfalls nicht in Schnellzeit selektiv abgeschaltet werden.

Um trotzdem bei allen Fehlern auf 100 % der Leitungsstrecke eine unverzögerte und selektive Abschaltung durch den Distanzschutz zu erreichen, kann der Distanzschutz durch Signalübertragungsverfahren Informationen mit der Gegenstation austauschen und sie weiterverwenden. Dies wird mittels Empfangs- und Sendekontakte realisiert.

Alternativ ist eine Signalübertragung mittels digitaler Kommunikationsverbindung möglich.

Übertragungsverfahren

Unterschieden werden Mitnahmeverfahren (untergreifend) und Vergleichsverfahren (übergreifend).

Bei den Mitnahmeverfahren wird der Schutz mit normaler Staffelkennlinie eingestellt. Kommt es zu einem Auslösekommando in erster Zone, wird dies dem anderen Leitungsende über einen Übertragungsweg mitgeteilt. Dort führt das empfangene Signal zur Auslösung, entweder durch Aktivierung der Übergreifzone Z1B oder durch direktes Auslösekommando.

7SD5 erlaubt:

- Mitnahme über Anregung,
- Mitnahme über erweiterten Messbereich mittels Übergreifzone Z1B (gerichtet),
- direkte Mitnahme ohne jegliche Anregung.

Bei den Vergleichsverfahren ist im Schutz von vornherein eine schnelle übergreifende Zone wirksam. Diese kann aber nur auslösen, wenn ein Fehler auch am anderen Leitungsende in einer übergreifenden Zone erkannt wird. Es kann ein Freigabesignal oder ein Blockiersignal übertragen werden. Unterschieden werden

Freigabeverfahren:

- Signalvergleich mit Übergreifzone Z1B,
- Richtungsvergleich,
- Unblockverfahren mit Übergreifzone Z1B.

Blockierverfahren:

- Blockieren der Übergreifzone Z1B.

Verfahren über Steuerleitungen:

- Streckenschutz,
- rückwärtige Verriegelung.

Da die Zonen des Distanzschutzes unabhängig arbeiten, ist auch bei den Vergleichsverfahren eine schnelle Auslösung in Z1 ohne Freigabesignal bzw. bei anliegendem Blockiersignal möglich. Ist schnelle Abschaltung mit Z1 unerwünscht (z.B. bei sehr kurzen Leitungen), so muss Z1 mit T1 verzögert werden.

Übertragungskanäle

Für die Signalübertragung wird je Richtung mindestens ein Übertragungskanal benötigt. Dafür kommen Übertragungsmedien wie z.B. Lichtwellenleiterverbindungen, tonfrequenzmodulierte Hochfrequenzkanäle über Nachrichtenkabel, TFH oder Richtfunk zum Einsatz.

Die Signalverarbeitung kann auch per digitaler Kommunikationsverbindung über eine Wirkschnittstelle realisiert werden. Diese Verbindung kann z.B. aus einem Lichtwellenleiter, einem Kommunikationsnetz oder dedizierte Kabel (Steuerkabel oder verdrillte Telefonadern) bestehen. In diesem Fall müssen Sende- und Empfangssignale auf schnelle Kommandokanäle der Schutzdatenschnittstelle projektiert werden (DIGSI-Matrix).

Beim Streckenschutzverfahren, das nur bei kurzen Kuppelleitungen verwendet wird, kann für den Informationsaustausch zwischen den Leitungsenden ein Hilfsadernpaar (Schutz- oder Steueradern) mit Gleichstrom betrieben werden. Auch die Rückwärtige Verriegelung arbeitet mit Gleichstrom-Steuersignalen.

7SD5 erlaubt auch die Übertragung phasenselektiver Signale. Dies hat den Vorteil zuverlässig einpolige Kurzunterbrechung durchführen zu können, und zwar auch dann, wenn im Netz zwei einphasige Fehler auf verschiedenen Leitungen auftreten.

Die Übertragungsverfahren sind auch für Leitungen mit drei Enden (Dreibeinleitungen) geeignet. In diesem Fall wird von jedem Ende zu jedem anderen Ende je Richtung ein Signal übertragen.

Bei Störungen auf der Übertragungsstrecke lässt sich der Signalübertragungszusatz blockieren, ohne dass die normale Distanzschutzstaffelung beeinträchtigt wird. Dabei kann die Messbereichssteuerung (Freigabe der Zone Z1B) an die interne Wiedereinschaltautomatik oder über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen“ an ein externes Wiedereinschaltgerät übergeben werden. Die Störung wird bei der konventionellen Übertragungstechnik über einen Binäreingang gemeldet, bei der digitalen Verbindung erkennt es der Schutz selbsttätig.

2.7.2 Funktionsbeschreibung

Ein- und Ausschalten

Die Signalübertragungsfunktion kann ein- und ausgeschaltet werden, und zwar über Parameter 2101 **SIGNALZUSATZ**, über die Systemschnittstelle (sofern vorhanden) und über Binäreingaben (sofern rangiert). Die Schaltzustände werden intern gespeichert (siehe Bild 2-83) und gegen Hilfsspannungsausfall gesichert. Grundsätzlich kann nur von dort eingeschaltet werden, wo vorher ausgeschaltet wurde. Hierzu ist es notwendig, dass die Funktion von allen drei Schaltquellen eingeschaltet ist, um wirksam zu sein.

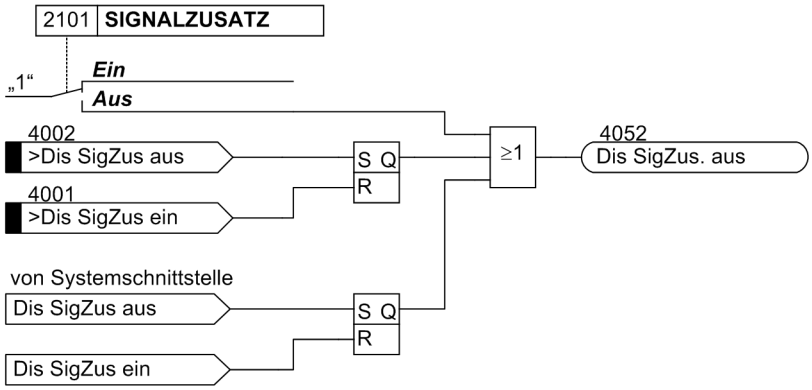


Bild 2-83 Ein- und Ausschalten der Signalübertragung

2.7.3 Mitnahme über Anregung

Das folgende Verfahren eignet sich für konventionelle Übertragungsmedien.

Prinzip

Bild 2-84 zeigt das Funktionsschema des Mitnahmeverfahrens. Bei einem Fehler in der Zone Z1 wird an das Gegenende ein Mitnahmesignal gesendet. Das dort empfangene Signal führt zur Auslösung, sofern der betrachtete Schutz angeregt hat. Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**), um etwaige Differenzen in den Anregezeiten an beiden Leitungsenden auszugleichen. Der Distanzschutz ist so eingestellt, dass die 1. Zone bis etwa 85 % der Leitung reicht. Bei Dreibeinleitungen wird Z1 ebenfalls ca. 85 % der kürzeren Leitungsstrecke, mindestens aber über den Verzweigungspunkt, eingestellt.

Die Übergreifzone Z1B ist in dieser Betriebsart für das Signalübertragungsverfahren ohne Bedeutung. Sie kann jedoch von der Wiedereinschaltautomatik gesteuert werden (siehe auch Abschnitt 2.16).

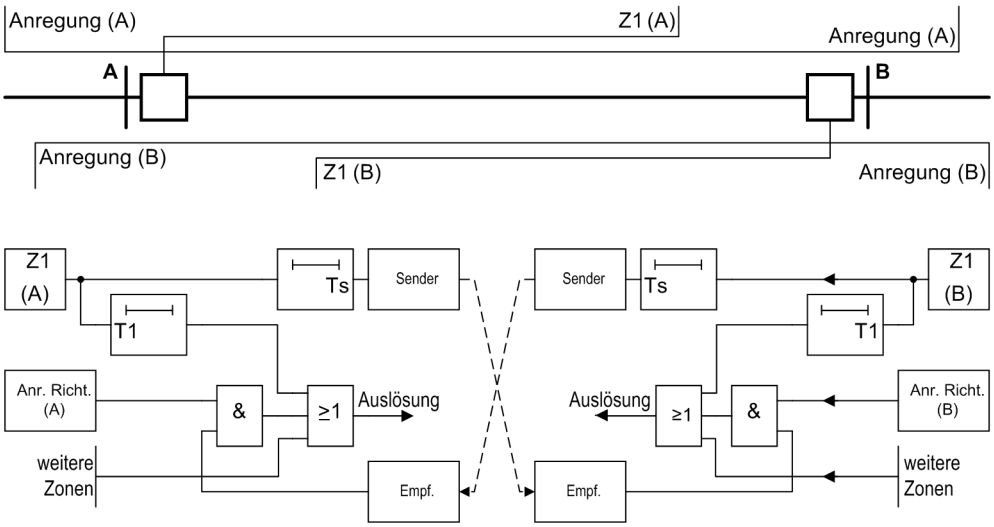


Bild 2-84 Funktionsschema des Mitnahmeverfahren über Anregung

Ablauf

Die Mitnahme soll nur bei Fehlern in „Vorwärts“-Richtung senden. Deshalb muss die erste Zone Z1 beim Distanzschutz unbedingt unter Adressen 1601 **MODUS Z1** auf ***vorwärts*** eingestellt sein, siehe auch Abschnitt 2.5.1 unter Randtitel „Unabhängige Zonen Z1 bis Z5“.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit ODER verknüpft. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Besteht an einem Leitungsende keine oder nur eine schwache Einspeisung, so dass der Distanzschutz nicht anregt, so kann der Leistungsschalter trotzdem ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 erläutert.

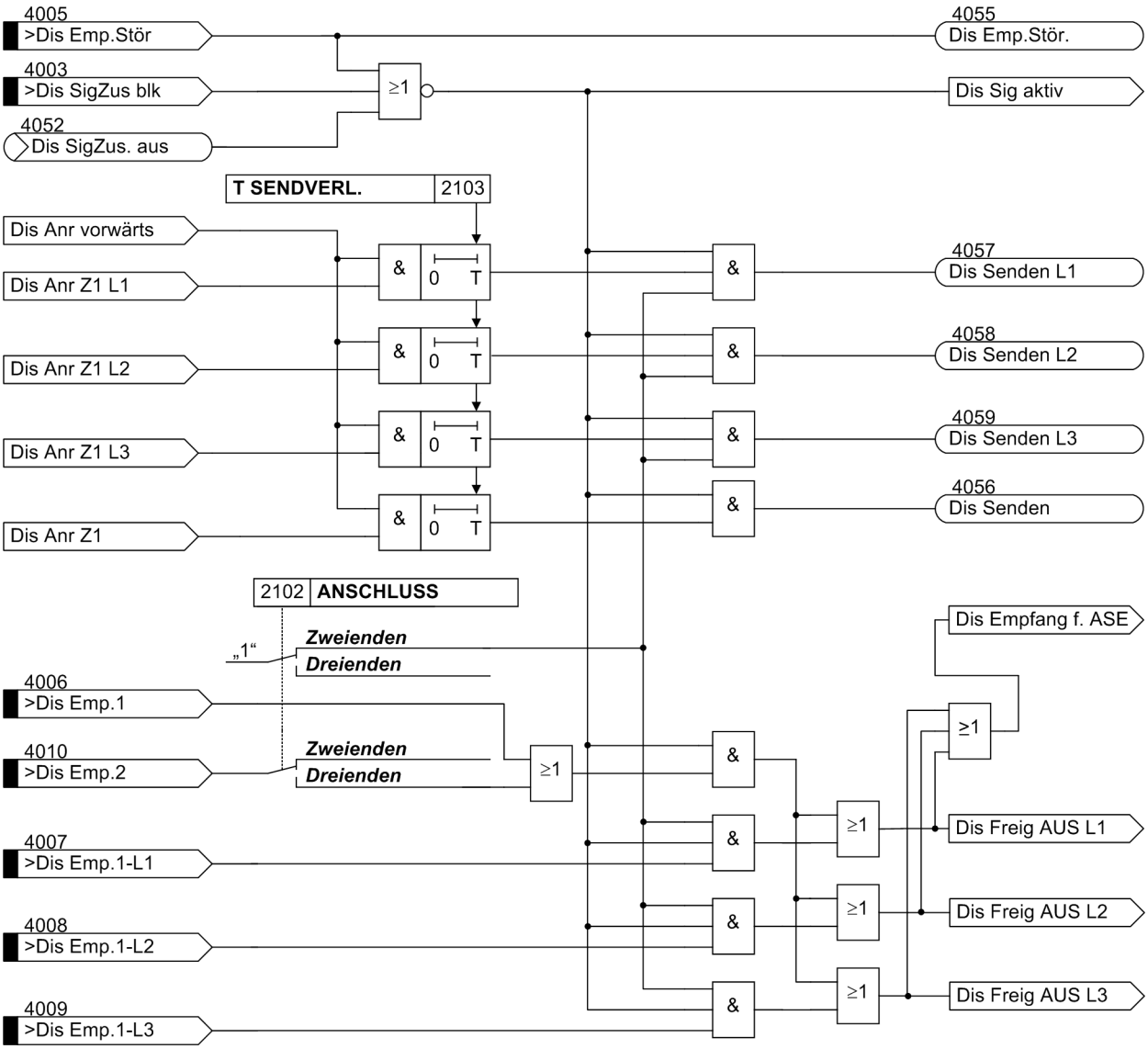


Bild 2-85 Logikdiagramm der Mitnahme über Anregung (ein Leitungsende)

2.7.4 Mitnahme über erweiterten Messbereich

Prinzip

Bild 2-86 zeigt das Funktionsschema des Mitnahmeverfahrens über erweiterten Messbereich. Bei einem Fehler innerhalb der Zone Z1 wird an das Gegenende ein Mitnahmesignal gesendet. Das dort empfangene Signal führt zur Auslösung, wenn der Fehler innerhalb der Zone Z1B in der parametrierten Richtung erkannt wird. Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**), um etwaige Differenzen in den Anregezeiten an beiden Leitungsenden auszugleichen. Der Distanzschutz ist so eingestellt, dass die 1. Zone bis etwa 85 % der Leitung reicht, die Übergreifzone aber bis über die nächste Station geht (ca. 120 % Leitungslänge). Bei Dreibeinleitungen wird Z1 ebenfalls ca. 85 % der kürzeren Leitungsstrecke, mindestens aber über den Verzweigungspunkt, eingestellt. Z1B muss mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist.

Unter der Adresse 121 **DIS SIGNAL** kann die Auswahl ***Mitnahme*** projektiert werden. Unter der Adresse 2101 **SIGNALZUSATZ** kann das Signalverfahren (***Ein***-) geschaltet werden.

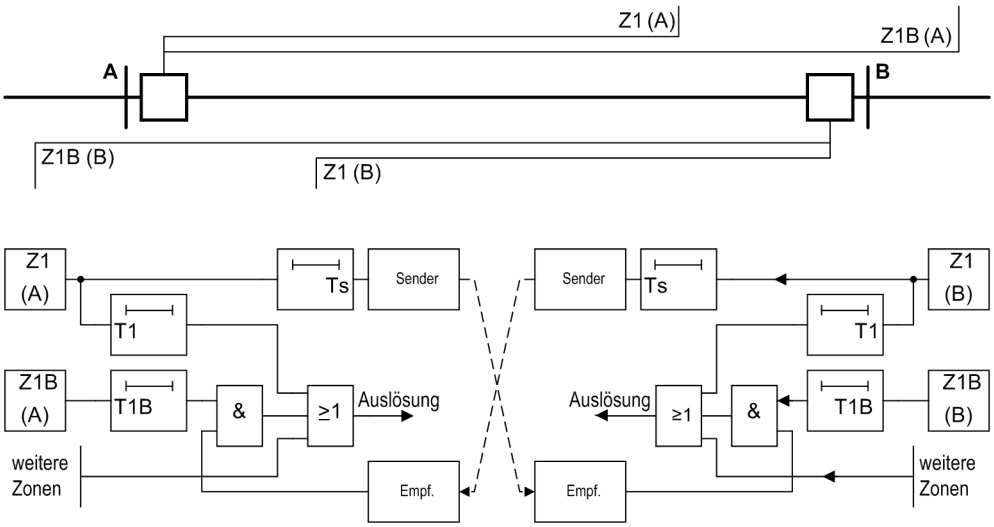


Bild 2-86 Funktionsschema des Mitnahmeverfahrens über Z1B

Ablauf

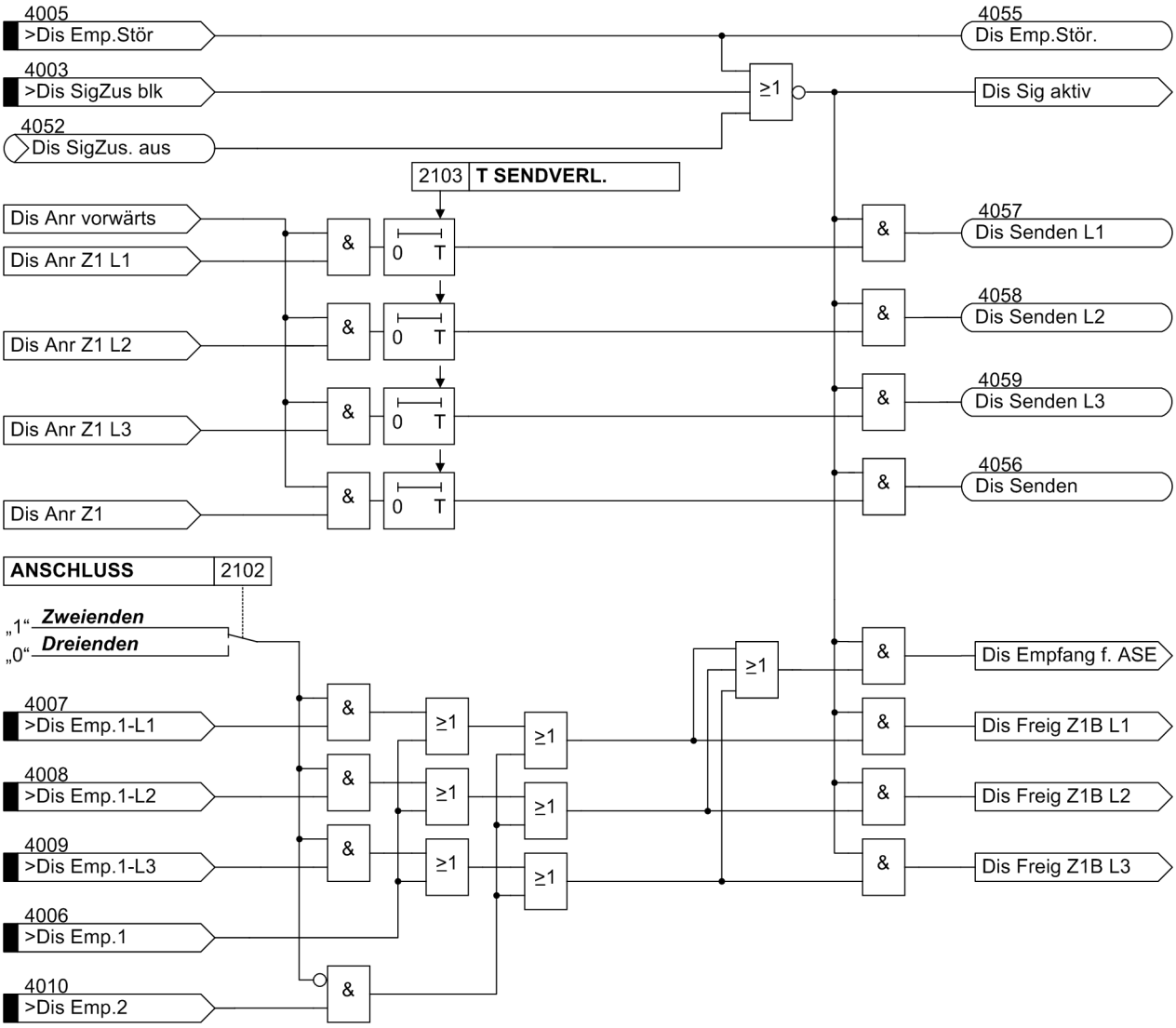


Bild 2-87 Logikdiagramm der Mitnahme über Z1B (ein Leitungsende)

Die Mitnahme soll nur bei Fehlern in „Vorwärts“-Richtung senden. Deshalb muss die erste Zone Z1 beim Distanzschutz unbedingt unter Adressen 1601 **MODUS Z1** auf eingestellt sein, siehe auch Abschnitt 2.5.1 unter Randtitel „Unabhängige Zonen Z1 bis Z5“.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit ODER verknüpft.

Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Bei Störung des Übertragungsweges kann die Übergreifzone Z1B von der internen Wiedereinschaltautomatik durch Setzen des Parameters **1.WE -> Z1B** und eines externen Wiedereinschaltgerätes über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen“ aktiviert werden .

Besteht an einem Leitungsende keine oder nur eine schwache Einspeisung, so dass der Distanzschutz nicht anregt, so kann der Leistungsschalter trotzdem ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 beschrieben.

2.7.5 Direkte Mitnahme (Fernauslösung)

Prinzip

Wie bei der Mitnahme über Anregung oder erweiterten Messbereich wird bei einem Fehler in der Zone Z1 an das Gegenende ein Mitnahmesignal gesendet. Das dort empfangene Signal führt nach einer kurzen Sicherheitszeit Tv (parametrierbar unter Adresse 2202 **T AUSVERZ.**) ohne weitere Abfragen zur Auslösung (Bild 2-88). Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**), um etwaige Differenzen in den Anregezeiten an beiden Leitungsenden auszugleichen. Der Distanzschutz ist so eingestellt, dass die 1. Zone bis etwa 85 % der Leitung reicht. Bei Dreibeinleitungen wird Z1 ebenfalls ca. 85 % der kürzeren Leitungsstrecke, mindestens aber über den Verzweigungspunkt, eingestellt. Dabei ist darauf zu achten, dass Z1 nicht über eines der zwei anderen Leitungsenden hinaus reicht. Die Übergreifzone Z1B wird bei diesem Verfahren nicht benötigt. Sie kann aber von der internen Wiedereinschaltautomatik oder von externen Kriterien über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen“ aktiviert werden.

Der Vorteil gegenüber den anderen Mitnahmeverfahren liegt darin, dass stets ohne weitere Maßnahmen beide Leitungsenden abgeschaltet werden, auch wenn ein Leitungsende ohne Speisung ist. Es erfolgt jedoch keine weitere Auslösekontrolle am empfangenden Ende.

Die direkte Mitnahme ist kein eigenständiges Übertragungsverfahren, sondern wird dadurch realisiert, dass der Übertragungszusatz auf eines der Mitnahmeverfahren (Adresse 121 **DIS SIGNAL** = ***Mitnahme*** oder ***Mitn. über Anr.***) eingestellt wird, aber empfangsseitig die Binäreingaben für die direkte externe Auslösung verwendet werden. Entsprechend gilt der Sendekreis aus Abschnitt „Prinzip der Mitnahme über Angregung“ (Bild 2-85). Für den Empfangskreis gilt die Logik der „Externe Einkopplung“, wie im Abschnitt 2.12 beschrieben.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale müssen dann mit ODER verknüpft werden.

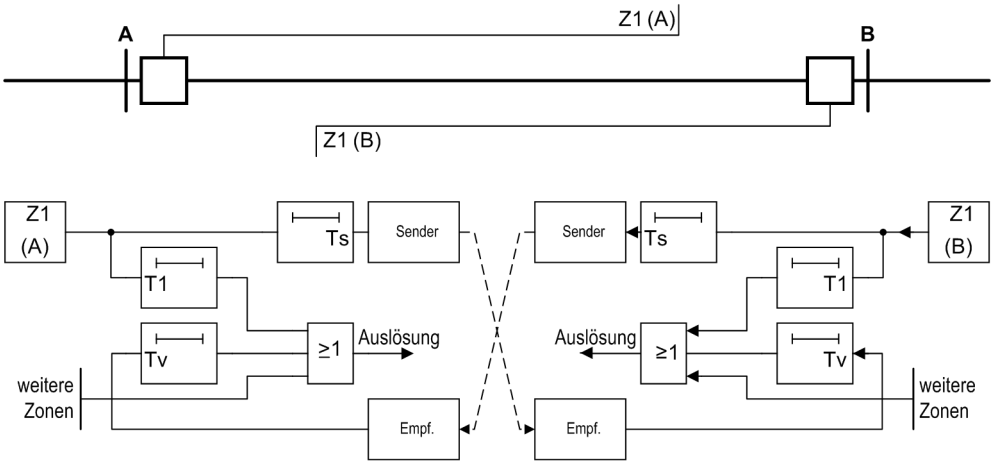


Bild 2-88 Funktionsschema der direkten Mitnahme

2.7.6 Signalvergleichsverfahren

Prinzip

Der Signalvergleich ist ein Freigabeverfahren. Maßgebend ist die Zone Z1B, die über die nächste Station hinaus eingestellt wird. Der Signalvergleich kann auch bei extrem kurzen Leitungen eingesetzt werden, wenn eine Einstellung auf 85 % Leitungslänge und daher eine selektive Schnellabschaltung nicht möglich ist. Im letzteren Fall muss jedoch die Zone Z1 mit T1 verzögert werden, damit sie nicht unabhängig vom Empfangssignal schnell auslöst (Bild 2-89).

Erkennt der Distanzschutz einen Fehler innerhalb der Übergreifzone Z1B, so sendet er zunächst ein Freigabesignal zum Gegenende. Wenn vom Gegenende ebenfalls ein Freigabesignal empfangen wird, wird das Auslösesignal an das Kommandorelais weitergegeben. Voraussetzung für eine schnelle Abschaltung ist also, dass an beiden Leitungsenden ein Fehler innerhalb Z1B in Vorwärtsrichtung erkannt wird. Der Distanzschutz ist so eingestellt, dass die Übergreifzone Z1B über die nächste Station reicht (ca. 120 % Leitungslänge). Bei Dreibeinleitungen muss Z1B mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist. Die 1. Zone folgt dem normalen Staffelplan, d.h. ca. 85 % der Leitungslänge, bei Dreibeinleitungen mindestens über den Verzweigungspunkt.

Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**). Die Verlängerung des Sendesignals ist nur wirksam, wenn der Schutz bereits ein Auslösesignal abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Kurzschluss durch die unabhängige Zone Z1 sehr schnell abgeschaltet wird.

Für alle Zonen außer Z1B erfolgt Auslösung ohne Freigabe vom Gegenende, so dass der Schutz unabhängig von der Signalübertragung mit normaler Staffelkennlinie arbeitet.

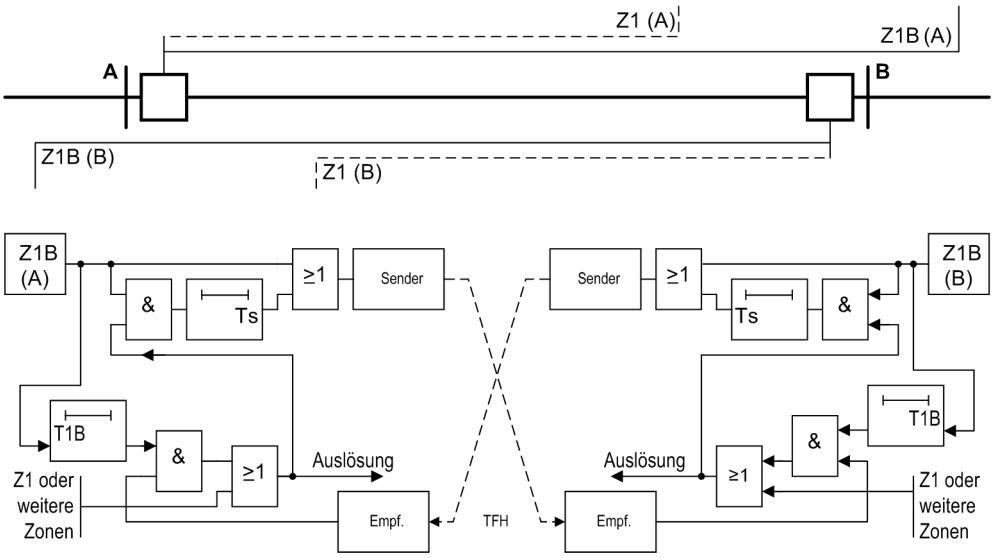


Bild 2-89 Funktionsschema des Signalvergleichsverfahrens

Ablauf

Der Signalvergleich funktioniert nur bei Fehlern in „Vorwärts“-Richtung. Deshalb muss die Übergreifzone Z1B beim Distanzschutz unbedingt auf ***vorwärts*** eingestellt sein (Adresse 1651 **MODUS Z1B**, siehe auch Abschnitt 2.5.2 unter Randtitel „Gesteuerte Zone Z1B“).

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegende Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit UND verknüpft, da bei einem inneren Fehler alle drei Leitungsenden senden müssen.

Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat (Bild 2-90).

Bei Störung des Übertragungsweges kann die Übergreifzone Z1B von der internen Wiedereinschaltautomatik durch Setzen des Parameters **1.WE -> Z1B** und eines externen Wiedereinschaltgerätes über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen“ aktiviert werden

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht.

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung kann vom nicht gespeisten Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Um auch in diesem Fall Auslösung durch den Signalvergleich zu ermöglichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen. Diese „Funktion schwache Einspeisung“ (Echofunktion) ist in Abschnitt „Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung“ erläutert. Sie wird aktiviert, wenn vom Gegenende – bei Dreibeinleitungen mindestens von einem der Gegenenden – ein Signal empfangen wird, ohne dass das Gerät einen Fehler erkannt hat.

Auch am Leitungsende ohne oder mit nur schwacher Einspeisung kann der Leistungsschalter ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Eispeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 erläutert.

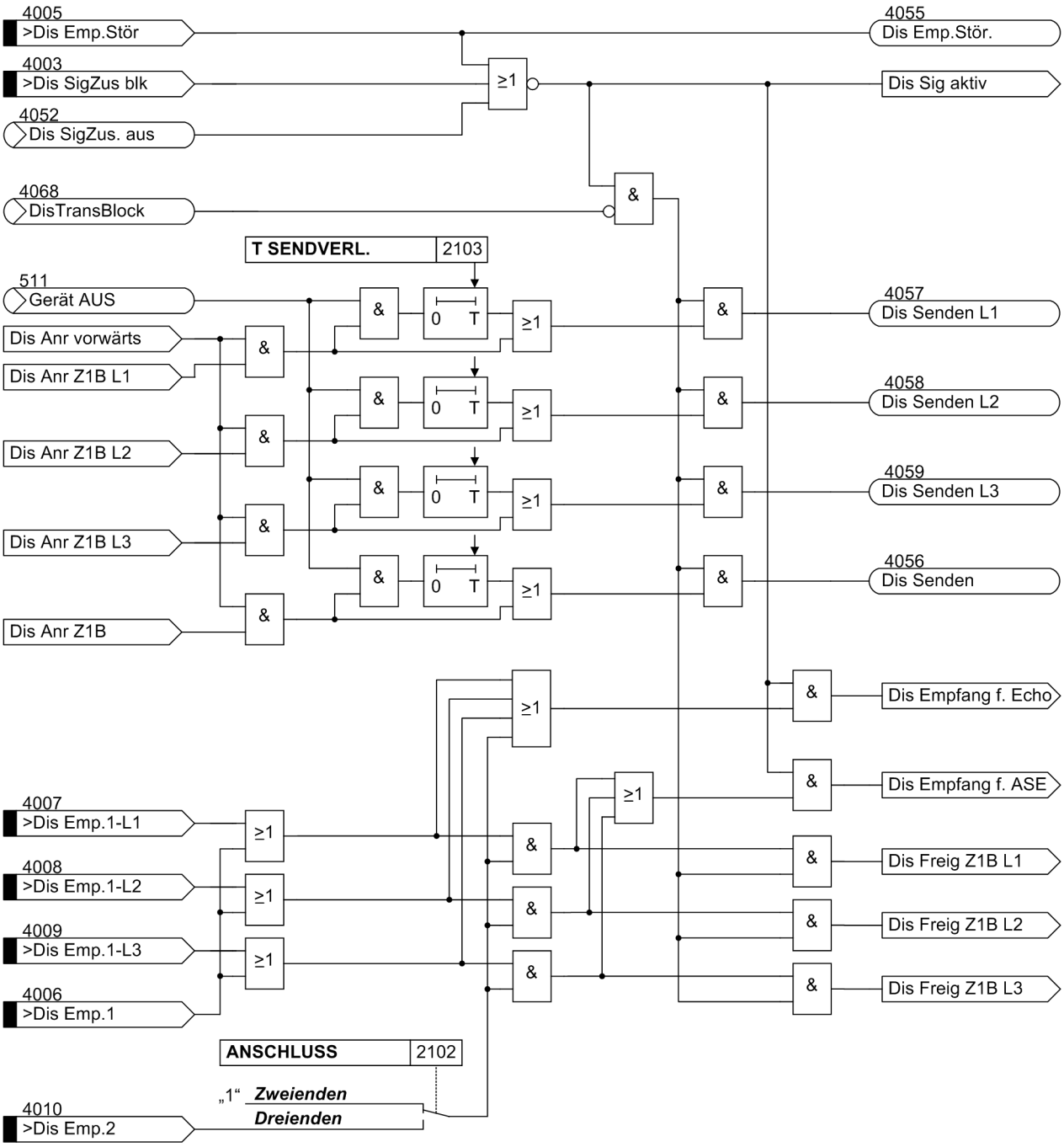


Bild 2-90 Logikdiagramm des Signalvergleichsverfahrens (ein Leitungsende)

2.7.7 Richtungsvergleichsverfahren

Prinzip

Der Richtungsvergleich ist ein Freigabeverfahren. Bild 2-91 zeigt vereinfacht das Funktionsprinzip.

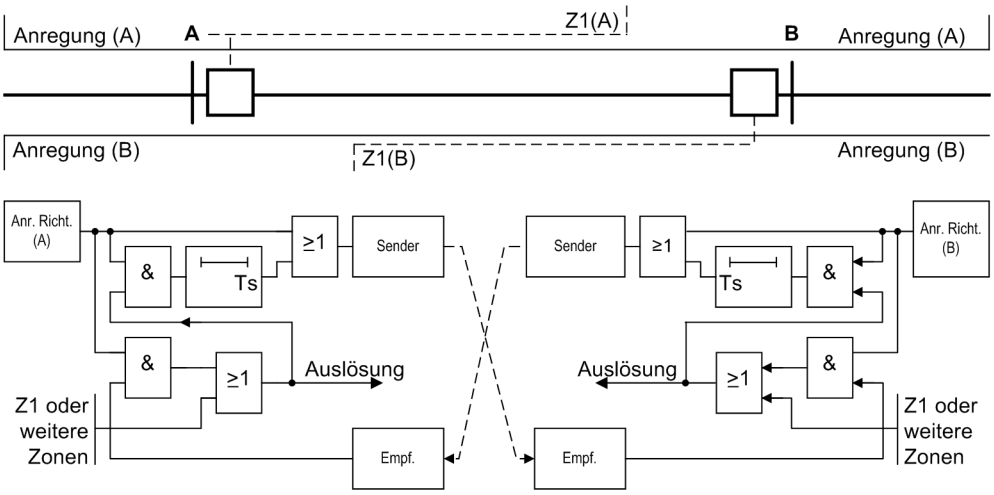


Bild 2-91 Funktionsschema des Richtungsvergleichsverfahrens

Erkennt der Distanzschutz nach Anregung einen Fehler in Leitungsrichtung, so sendet er zunächst ein Freigabesignal zum Gegenende. Wenn vom Gegenende ebenfalls ein Freigabesignal empfangen wird, wird das Auslösesignal an das Kommandorelais weitergegeben, sofern auch hier ein Fehler in Leitungsrichtung erkannt wird. Voraussetzung für eine schnelle Abschaltung ist also, dass an **beiden** Leitungsenden ein Fehler in Vorwärtsrichtung erkannt wird. Die Distanzstufen arbeiten unabhängig vom Richtungsvergleich.

Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**). Die Verlängerung des Sendesignals ist nur wirksam, wenn der Schutz bereits ein Auslösesignal abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Kurzschluss durch die unabhängige Zone Z1 sehr schnell abgeschaltet wird.

Ablauf

Bild 2-92 zeigt das Logikdiagramm des Richtungsvergleichsverfahrens für ein Leitungsende.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit UND verknüpft, da bei einem inneren Fehler alle drei Leitungsenden senden müssen. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht.

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung kann vom nicht gespeisten Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Um auch in diesem Fall Auslösung durch den Signalvergleich zu ermöglichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen. Diese „Funktion schwache Einspeisung“ (Echofunktion) wird aktiviert, wenn vom Gegenende – bei Dreibeinleitungen mindestens von einem der Gegenenden – ein Signal empfangen wird, ohne dass das Gerät einen Fehler erkannt hat.

Auch am Leitungsende ohne oder mit nur schwacher Einspeisung kann der Leistungsschalter ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 erläutert.

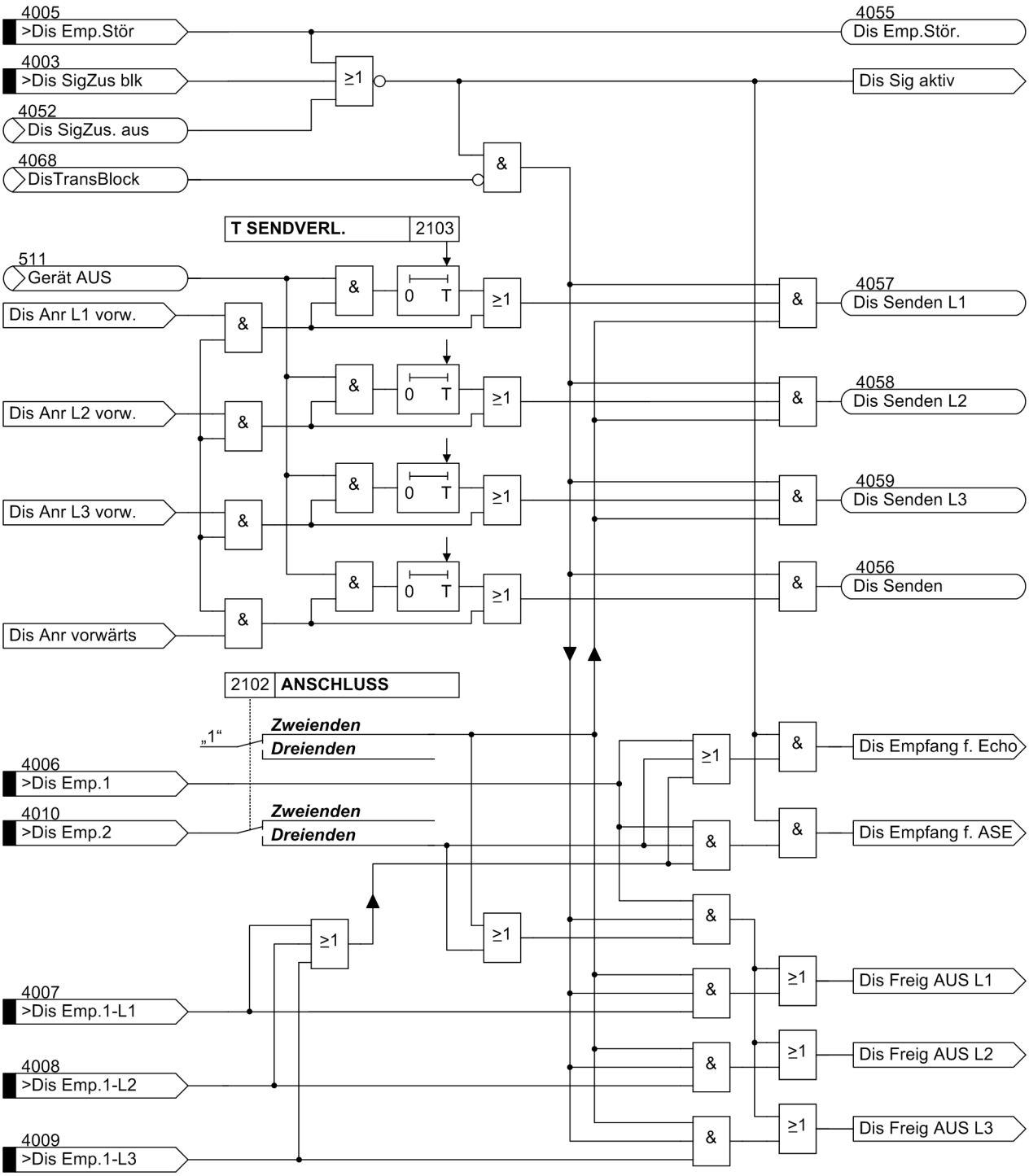


Bild 2-92 Logikdiagramm des Richtungsvergleichsverfahrens (ein Leitungsende)

2.7.8 Unblockverfahren

Prinzip

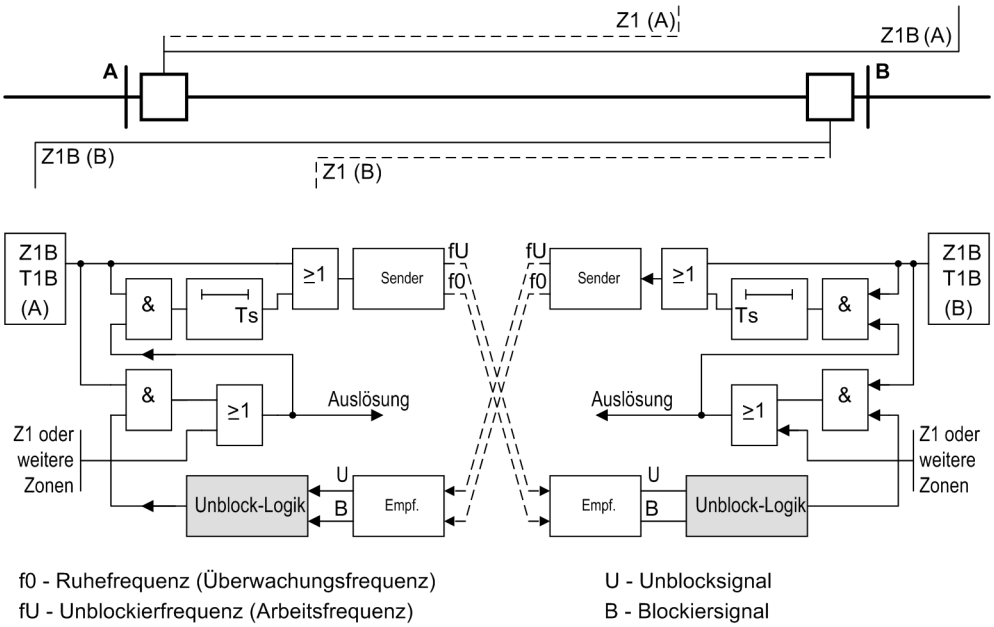
Die Unblock-Methode ist ein Freigabeverfahren. Der Unterschied zum Signalvergleichsverfahren besteht darin, dass eine Auslösung auch dann möglich ist, wenn kein Freigabesignal vom Gegenende ankommt. Es wird daher vor allem für lange Leitungen verwendet, wenn das Signal über die zu schützende Leitung mittels TFH übertragen werden muss und die Dämpfung des Übertragungssignals an der Fehlerstelle so groß sein kann, dass der Empfang vom anderen Leitungsende nicht unbedingt gewährleistet ist. Hier tritt eine besondere Unblocklogik in Tätigkeit.

Bild 2-93 zeigt das Funktionsschema.

Für die Übertragung des Signals benötigt man zwei Signalfrequenzen, die vom Sendeausgang des 7SD5 umgetastet werden. Verfügt das Übertragungsgerät über eine Kanalüberwachung, so wird von der Überwachungsfrequenz f_0 auf eine Arbeitsfrequenz f_U (Unblockierfrequenz) umgetastet. Erkennt der Schutz einen Fehler innerhalb der Übergreifzone Z1B, so veranlasst er das Senden der Arbeitsfrequenz f_U. Im Ruhezustand oder bei einem Fehler außerhalb Z1B oder in Rückwärtsrichtung wird die Überwachungsfrequenz f_0 gesendet.

Wenn vom Gegenende ebenfalls ein Freigabesignal empfangen wird, wird das Auslösesignal an das Kommandorelais weitergegeben. Voraussetzung für eine schnelle Abschaltung ist also, dass an beiden Leitungsenden ein Fehler innerhalb Z1B in Vorwärtsrichtung gemessen wird. Der Distanzschutz ist so eingestellt, dass die Übergreifzone Z1B bis über die nächste Station geht (ca. 120 % Leitungslänge). Bei Dreibeinleitungen muss Z1B mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist. Die 1. Zone folgt dem normalen Staffelplan, d.h. ca. 85 % der Leitungslänge, bei Dreibeinleitungen mindestens über den Verzweigungspunkt.

Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar unter Adresse 2103 **T SENDVERL.**). Die Verlängerung des Sendesignals ist nur wirksam, wenn der Schutz bereits ein Auslösesignal abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Kurzschluss durch die unabhängige Zone Z1 sehr schnell abgeschaltet wird.



f0 - Ruhefrequenz (Überwachungsfrequenz)
fU - Unblockierfrequenz (Arbeitsfrequenz)
U - Unblocksignal
B - Blockiersignal

Bild 2-93 Funktionsschema des Unblockverfahrens

Für alle Zonen außer Z1B erfolgt Auslösung ohne Freigabe vom Gegenende, so dass der Schutz unabhängig von der Signalübertragung mit normaler Staffelkennlinie arbeitet.

Ablauf

Bild 2-94 zeigt das Logikdiagramm des Unblockverfahrens für ein Leitungsende.

Das Unblockverfahren funktioniert nur bei Fehlern in „Vorwärts"-Richtung. Deshalb muss die Übergreifzone Z1B beim Distanzschutz unbedingt auf ***vorwärts*** eingestellt sein: Adresse 1651 **MODUS Z1B**, siehe auch Abschnitt 2.5.1 unter Randtitel „Gesteuerte Zone Z1B".

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen werden die Sendesignale an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit UND verknüpft, da bei einem inneren Fehler alle drei Leitungsenden senden müssen. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Der Empfangslogik, die der des Signalvergleichs im Wesentlichen entspricht, ist eine Unblocklogik vorgeschaltet, die in Bild 2-95 dargestellt ist. Wird das Unblockiersignal störungsfrei empfangen, so erscheint das Empfangssignal, z.B. „>Dis UB ub 1", und das Blockiersignal verschwindet, z.B. „>Dis UB bl 1". Damit wird das interne Signal „Unblock 1" zur Empfangslogik weitergeleitet, wo es (bei Erfüllung der übrigen Bedingungen) zur Freigabe der Übergreifzone Z1B des Distanzschutzes führt.

Wenn das zu übertragene Signal das andere Leitungsende nicht erreicht, weil der Kurzschluss auf der Leitung eine zu starke Dämpfung oder Reflexion des Signals hervorruft, erscheint empfangsseitig weder das Unblockiersignal, z.B. „>Dis UB ub 1", noch das Blockiersignal „>Dis UB bl 1". In diesem Fall wird nach einer Sicherheitszeit von 20 ms die Freigabe „Unblock 1" erteilt und zur Empfangslogik weitergeleitet, aber über die Zeitstufe 100/100 ms nach weiteren 100 ms wieder aufgehoben. Wenn die Übertragung wieder arbeitet, muss wieder eines der Empfangssignale „>Dis UB ub 1" oder „>Dis UB bl 1" erscheinen; dann tritt nach weiteren 100 ms (Rückfallverzögerung der Zeitstufe 100/100 ms) wieder der Ruhezustand ein, d.h. der direkte Freigabeweg zum Signal „Unblock L1" und damit zur Freigabe ist wieder möglich.

Wird über eine Dauer von mehr als 10 s keines der Signale empfangen, wird die Meldung „Dis UB Emp.St.1" ausgegeben.

Bei Störung des Übertragungsweges kann die Übergreifzone Z1B von der internen Wiedereinschaltautomatik oder einem externen Wiedereinschaltgerät über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen" aktiviert werden.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung" unschädlich gemacht.

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung kann vom nicht gespeisten Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Um auch in diesem Fall Auslösung durch das Unblockverfahren zu ermöglichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen. Diese „Funktion schwache Einspeisung" (Echofunktion) ist in Abschnitt „Maßmahmen bei fehlender oder schwachen Einspeisung" erläutert. Sie wird aktiviert, wenn vom Gegenende – bei Dreibeinleitungen mindestens von einem der Gegenenden – ein Signal empfangen wird, ohne dass das Gerät einen Fehler erkannt hat.

Auch am Leitungsende ohne oder mit nur schwacher Einspeisung kann der Leistungsschalter ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung" ist im Abschnitt 2.11.2 erläutert.

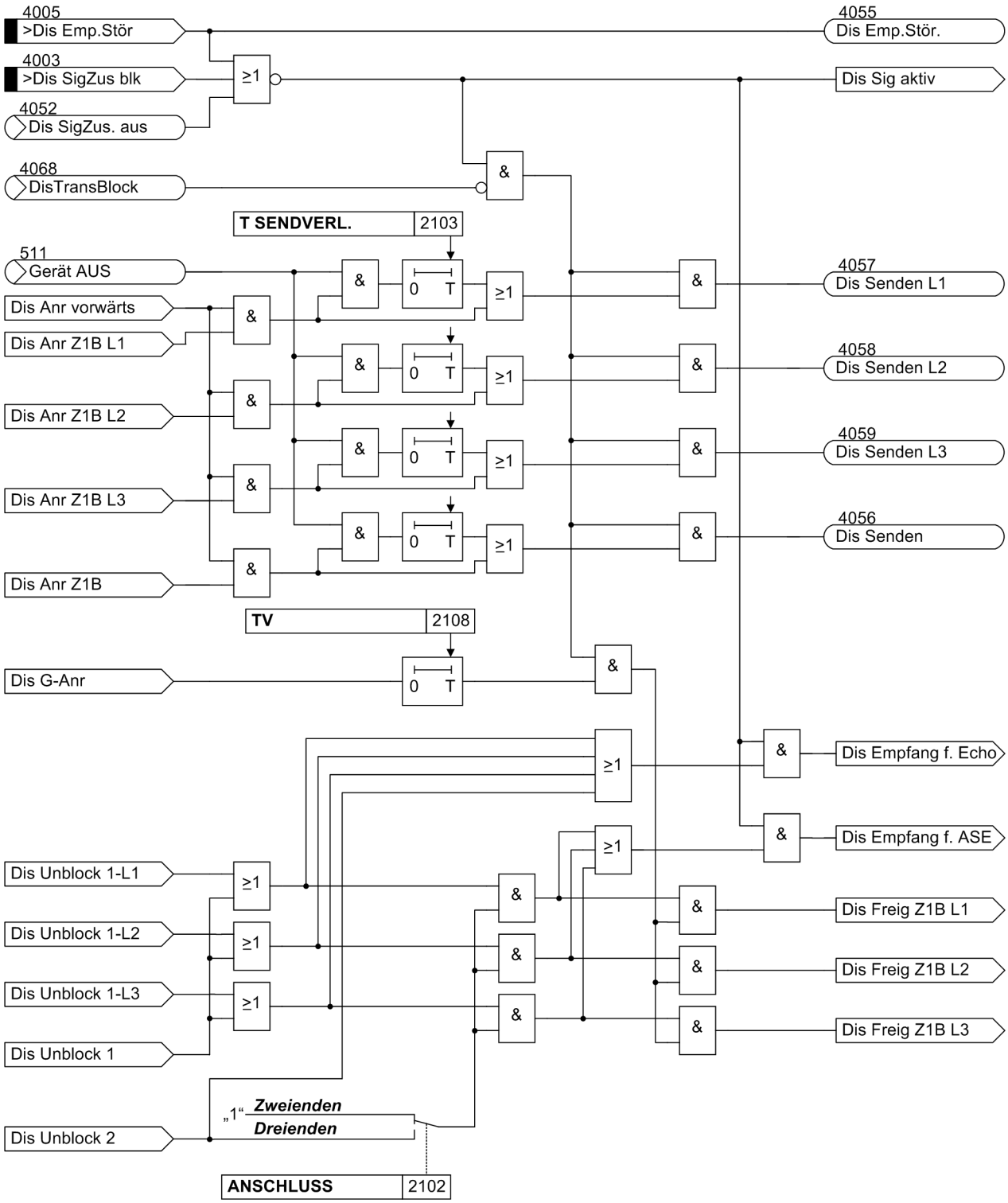


Bild 2-94 Sende- und Freigabelogik des Unblockverfahrens

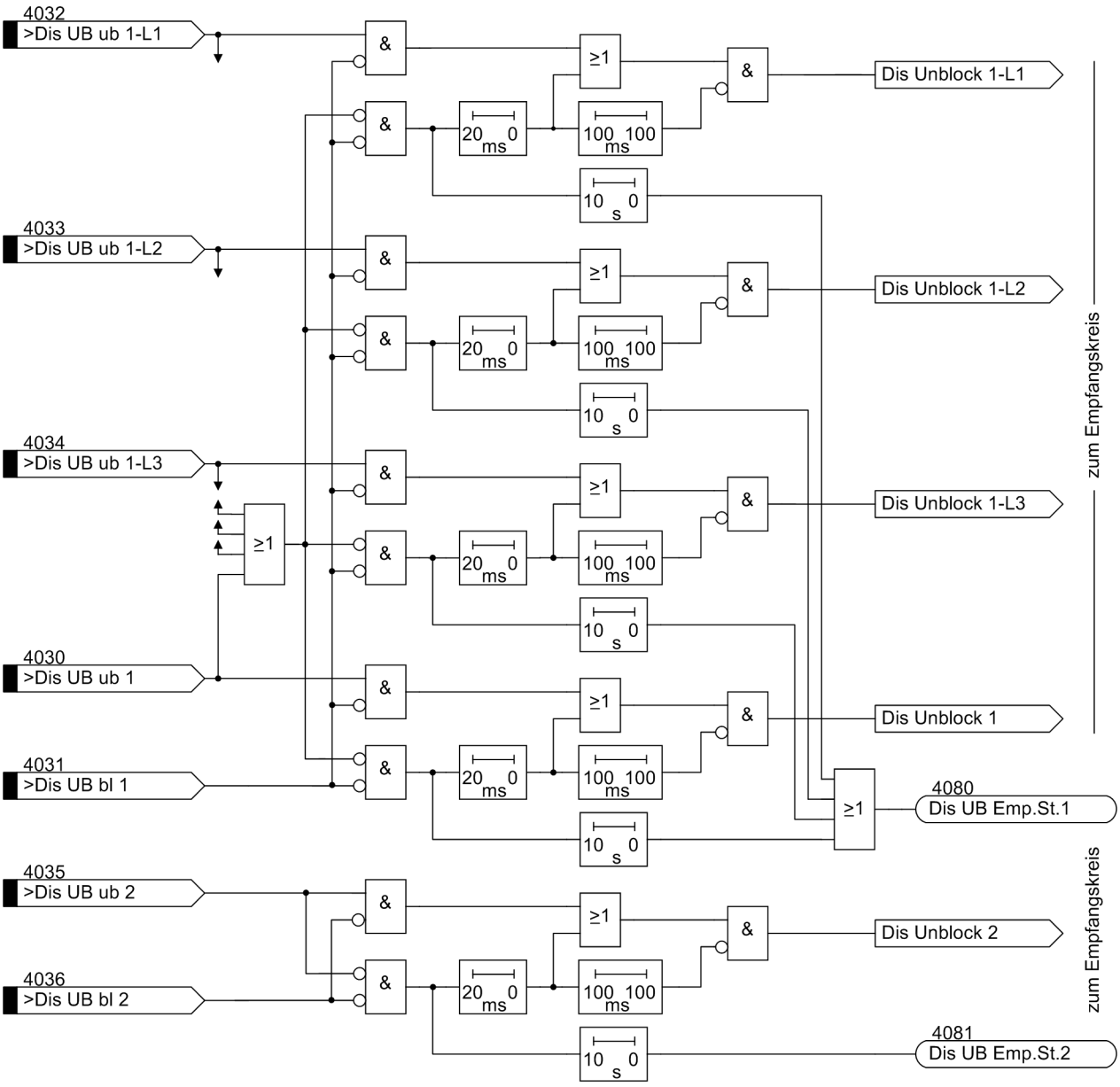


Bild 2-95 Unblock Logik

2.7.9 Blockierverfahren

Prinzip

Beim Blockierverfahren wird der Übertragungsweg genutzt, um ein Blockiersignal von einem Leitungsende an das andere zu senden. Das Signal wird gesendet, sobald der Schutz einen Fehler in Rückwärtsrichtung erkennt, wahlweise auch sofort nach Fehlereintritt (Sprungdetektor über gestrichelte Linie in Bild 2-96). Es wird sofort gestoppt, sobald der Distanzschutz einen Fehler in Vorwärtsrichtung erkennt. Eine Auslösung ist bei diesem Verfahren auch dann möglich, wenn kein Signal vom Gegenende ankommt. Es wird daher vor allem für lange Leitungen verwendet, wenn das Signal über die zu schützende Leitung mittels TFH übertragen werden muss und die Dämpfung des Übertragungssignals an der Fehlerstelle so groß sein kann, dass der Empfang vom anderen Leitungsende nicht unbedingt gewährleistet ist.

Bild 2-96 zeigt das Funktionsschema.

Fehler in der Übergreifzone Z1B, die auf etwa 120 % der Leitungslänge eingestellt wird, führen zur Auslösung, sofern nicht vom anderen Leitungsende ein Blockiersignal empfangen wird. Bei Dreibeinleitungen muss Z1B mit Sicherheit über die längere Leitungsstrecke reichen, auch dann, wenn über den Verzweigungspunkt zusätzliche Speisung möglich ist. Wegen möglicher Unterschiede in den Anregezeiten der Geräte an beiden Leitungsenden und wegen der Übertragungszeit muss die Auslösung hier mittels T_V etwas verzögert werden.

Ebenfalls um Signalwettläufe zu vermeiden, kann ein einmal erteiltes Sendesignal um die einstellbare Zeit $\mathbf{T_S}$ verlängert werden.

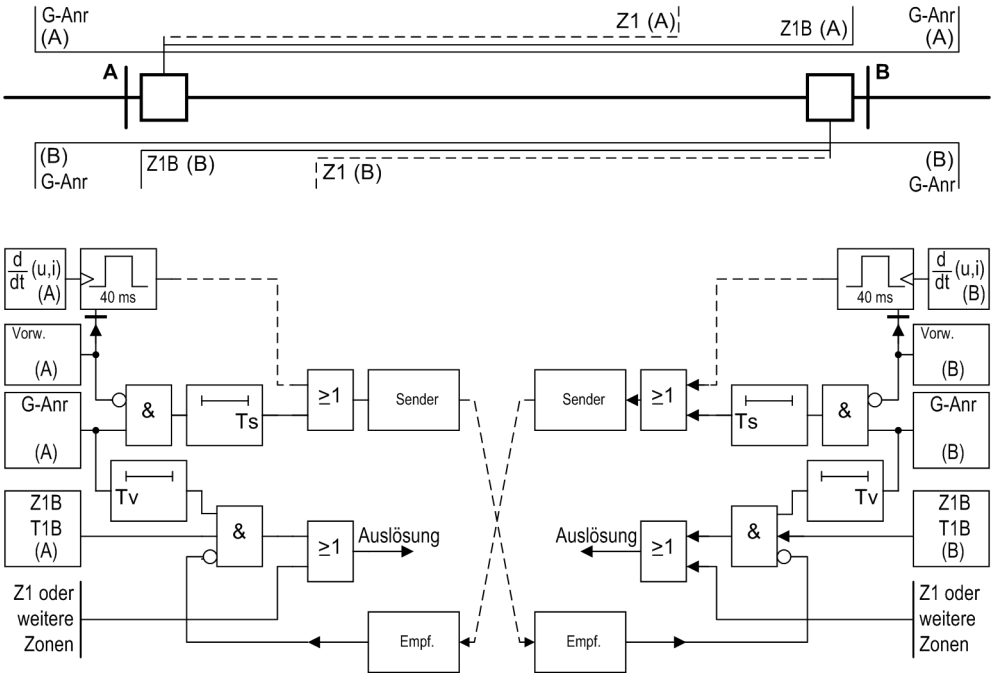


Bild 2-96 Funktionsschema des Blockierverfahrens

Ablauf

Bild 2-97 zeigt das Logikdiagramm des Blockierverfahrens für ein Leitungsende.

Blockiert wird die Übergreifzone Z1B, weshalb sie unbedingt auf ***vorwärts*** einzustellen ist (Adresse 1651 **MODUS Z1B**, siehe auch Abschnitt 2.5.1 unter Randtitel „Gesteuerte Zone Z1B“).

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit ODER verknüpft, da bei einem inneren Fehler von keinem Leitungsende ein Blockiersignal erscheinen darf. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 2102) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

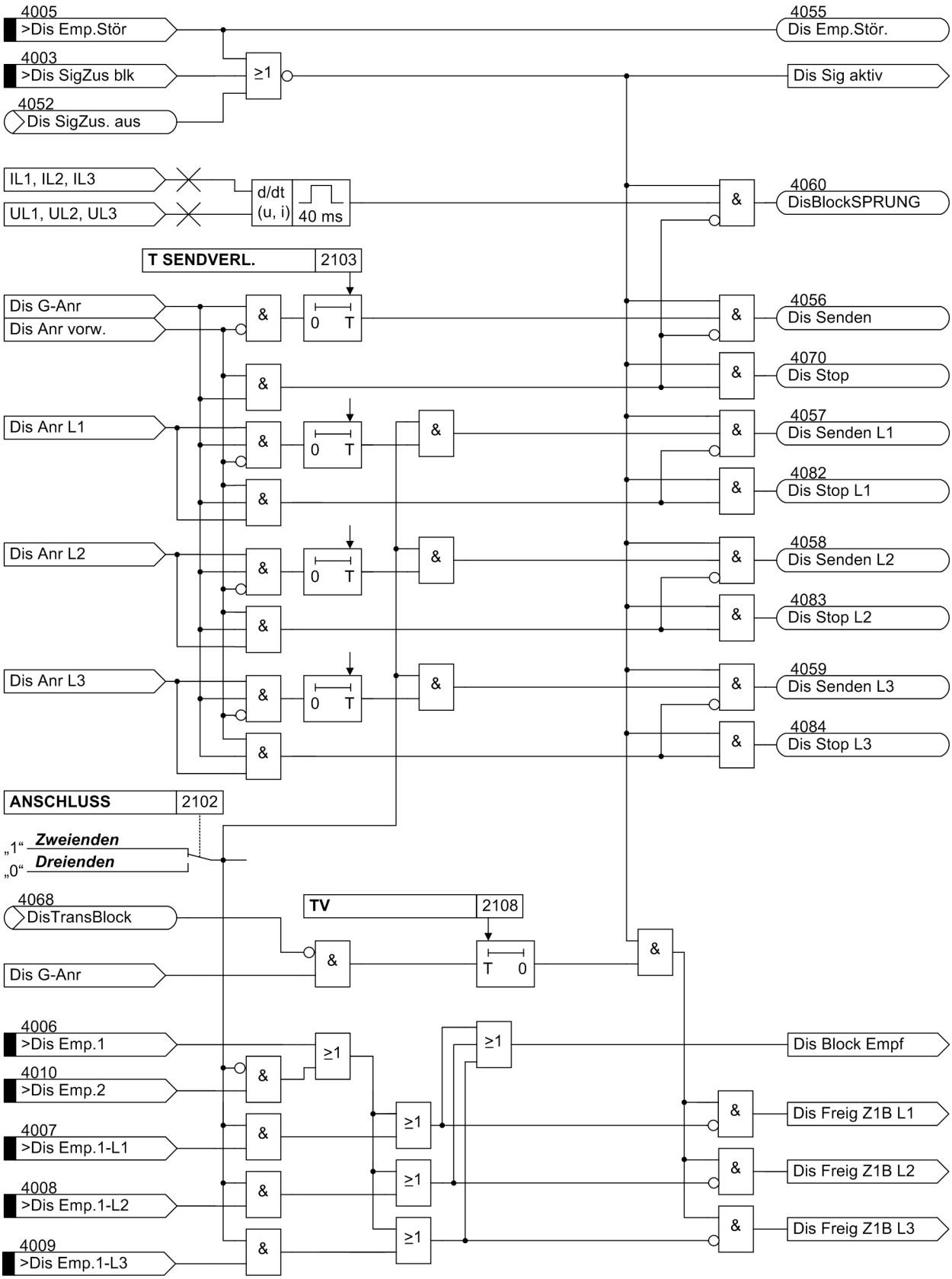


Bild 2-97 Logikdiagramm des Blockierverfahrens (ein Leitungsende)

Sobald der Distanzschutz einen Fehler in Rückwärtsrichtung erkannt hat, wird das Blockiersignal gesendet (z.B. „Dis Senden“, Nr 4056). Das Sendesignal kann mittels Adresse 2103 verlängert werden. Bei einem Fehler in Vorwärtsrichtung wird das Blockiersignal gestoppt (z.B. „Dis Stop“, Nr 4070). Ein besonders schnelles Blockieren wird erreicht, wenn man das Ausgangssignal des Sprungdetektors der Messgrößen zum Senden mitbenutzt. Dies erreicht man dadurch, dass der Ausgang „DisBlockSPRUNG“ (Nr 4060) bei der Rangierung ebenfalls auf das Ausgangsrelais für den Sender rangiert wird. Da dieses Sprungsignal bei jedem Sprung der Messgrößen erscheint, sollte hiervon nur Gebrauch gemacht werden, wenn sichergestellt ist, das der Übertragungsweg auch sehr schnell auf dass Verschwinden des Sendesignals reagiert.

Bei Störung des Übertragungsweges kann über eine Binäreingabe die Übergreifzone blockiert werden. Der Distanzschutz arbeitet mit normaler Staffelkennlinie (Schnellzeit in Z1). Die Übergreifzone Z1B kann dann von der internen Wiedereinschaltautomatik oder von externen Kriterien über die Binäreingabe „>FreigWE Stufen“ aktiviert werden.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht. Dabei verlängern auch die empfangenen Blockiersignale die Freigabe um die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110), sofern sie mindestens für die Dauer einer Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 2109) angestanden hat (siehe Bild 2-102). Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) wird die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 2108) erneut gestartet.

Im Wesen des Blockierverfahrens liegt es, dass auch einseitig gespeiste Kurzschlüsse ohne besondere Maßnahmen schnell abgeschaltet werden, da vom nicht speisenden Ende kein Blockiersignal gebildet werden kann.

2.7.10 Streckenschutz

Beim Streckenschutz übernimmt die Übergreifzone Z1B die Funktion der Schnellstufe an beiden Enden der zu schützenden Strecke. Die Zone Z1B wird über die nächste Station hinaus eingestellt. Der Streckenschutz verhindert eine unselektive Auslösung.

Der Informationsaustausch zwischen den beiden Leitungsenden erfolgt über eine von einer der Stationsbatterien gespeisten Ruhestromschleife (Bild 2-98). Dazu muss für den Sendeausgang jeweils ein Öffner rangiert sein, der Empfangseingang muss L-aktiv („low“-aktiv) rangiert sein. Alternativ ist auch der Einsatz zweier Hilfsrelaiskombinationen (z.B. 7PA5210-3D) zur Kontaktumkehr möglich.

Im Ruhezustand führen die Schutzadern Gleichstrom, der gleichzeitig den ordnungsgemäßen Zustand der Verbindung überwacht.

Bei Anregung eines Distanzschutzes erscheint bei diesem das Signal „Dis Senden“. Der Öffner öffnet, und die Adernschleife wird zunächst unterbrochen. Dadurch wird die Auslösung in Z1B über den Empfangseingang „>Dis Emp.1“ blockiert. Erkennt der Schutz anschließend einen Fehler innerhalb der Übergreifzone Z1B, verschwindet das Sendesignal wieder: Der Öffner geht in Ruhestellung (schließt). Ist auch in der Gegenstation die Schleife nach dem gleichen Ablauf geschlossen, führt die Schleife wieder Strom: Die Auslösung wird an beiden Enden wieder freigegeben.

Bei einem Kurzschluss außerhalb der Strecke wird die Adernschleife durch die Anregung beider Geräte ebenfalls unterbrochen (beide Öffner „Dis Senden“ öffnen). Da jedoch an mindestens einem Leitungsende das Sendesignal nicht abgesteuert wird (Fehler nicht in Zone Z1B in Leitungsrichtung), bleibt die Schleife dort offen. Beide Empfangseingänge sind spannungslos und blockieren (da L-aktiv) die Auslösung. Die übrigen Distanzstufen einschließlich Z1 arbeiten jedoch unabhängig, so dass die Reserveschutzfunktion nicht beeinflusst wird.

Bei Strecken kürzer als die kürzest mögliche Entfernungseinstellung ist darauf zu achten, dass die erste Distanzzone entweder unwirksam geschaltet ist oder die Zeit T1 um mindestens eine Staffelzeit verzögert wird.

Bei einseitiger Speisung wird ebenfalls eine unverzögerte Abschaltung für die gesamte Strecke erreicht. Da am nicht speisenden Leitungsende keine Anregung erfolgt, wird die Schleife dort nicht unterbrochen, sondern nur am speisenden Leitungsende. Nachdem der Kurzschluss dort innerhalb Z1B erkannt worden ist, wird die Schleife wieder geschlossen und die Auslösung freigegeben.

Damit zwischen Anregung und Auslösung des Schutzes genügend Zeit bleibt, die Hilfsadernschleife zu öffnen und wieder zu schließen, muss T1B geringfügig verzögert werden. Wird der Streckenschutz mit zwei verschiedenartigen Geräten an den beiden Leitungsenden verwendet (z.B. 7SD5 an einem Leitungsende und konventionellem Schutz am anderen), so ist darauf zu achten, dass mögliche wesentliche Unterschiede in den Anrege- und Auslösezeiten beider Geräte nicht zu einer Fehlfreigabe führen. Auch dies ist bei der Verzögerung T1B zu berücksichtigen.

Die Ruhestromschleife erlaubt eine stetige Überwachung der Adernverbindung auf Unterbrechung. Da in jedem Störfall eine Unterbrechung der Schleife stattfindet, erfolgt das Signal Adernstörung erst 10 s verzögert. Der Streckenschutz-Zusatz wird dann blockiert. Er braucht also nicht von extern blockiert zu werden, weil die Adernstörung im Gerät intern erkannt wird. Die übrigen Stufen des Distanzschutzes arbeiten nach normalem Staffelplan weiter.

Wegen der geringen Stromaufnahme der Binäreingänge kann es notwendig werden, die Hilfsadernschleife durch einen externen Querwiderstand zusätzlich zu belasten, damit die Binäreingänge nicht nach Unterbrechung der Schleife durch die Adernkapazitäten gehalten werden. Alternativ können Hilfsrelaiskombinationen (z.B. 7PA5210-3D) zwischengeschaltet werden.

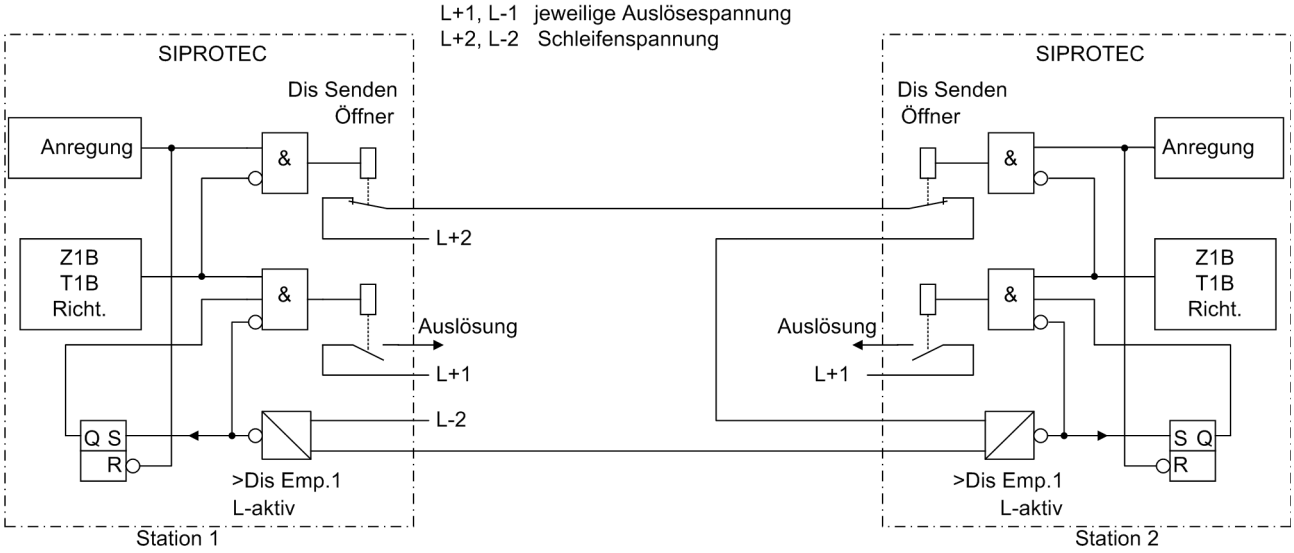


Bild 2-98 Streckenschutz Prinzip

Beachten Sie auch, dass die beiden Binäreingänge miteinander und mit dem Widerstand der Hilfsadern in Reihe geschaltet sind. Entsprechend hoch muss die Schleifenspannung bzw. entsprechend niedrig muss die Ansprechspannung der Binäreingänge sein.

Sofern das Gerät dies zulässt, ist auch ein Betrieb mit Dreienden möglich. Im folgenden Bild ist die Logik für Zweienden dargestellt.

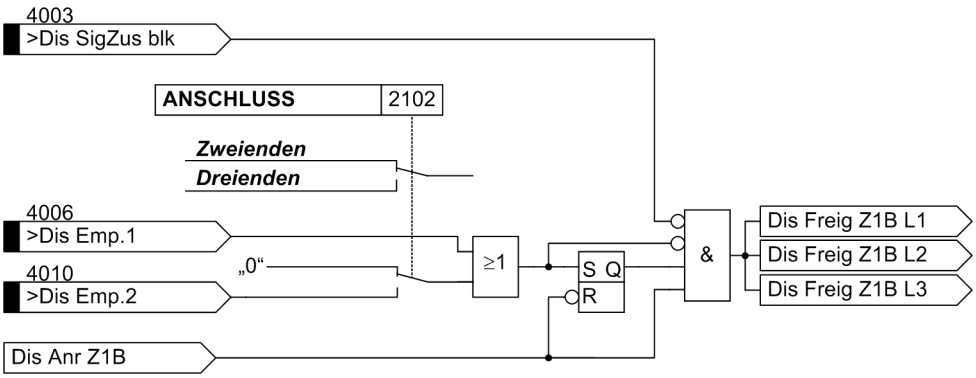


Bild 2-99 Logik des Streckenschutz-Empfangskreises

Auch ist die Prüfspannung der Adern und der Binärein- und -ausgänge zu beachten. Die bei einem Erdkurzschluss in den Hilfsadern induzierte Längsspannung darf 60 % der Prüfspannung der Hilfsadern oder des Gerätes nicht überschreiten. Der Streckenschutz ist daher nur für kurze Verbindungen geeignet.

2.7.11 Rückwärtige Verriegelung

Wird der Distanzschutz des 7SD5 in einem einseitig eingespeisten Transformatorabgang als Reserveschutz eingesetzt, so kann die Sammelschiene durch die rückwärtige Verriegelung in Schnellzeit geschützt werden, ohne die Selektivität für Fehler auf den abgehenden Leitungen zu gefährden.

Bild 2-100 zeigt die Logik der rückwärtigen Verriegelung.

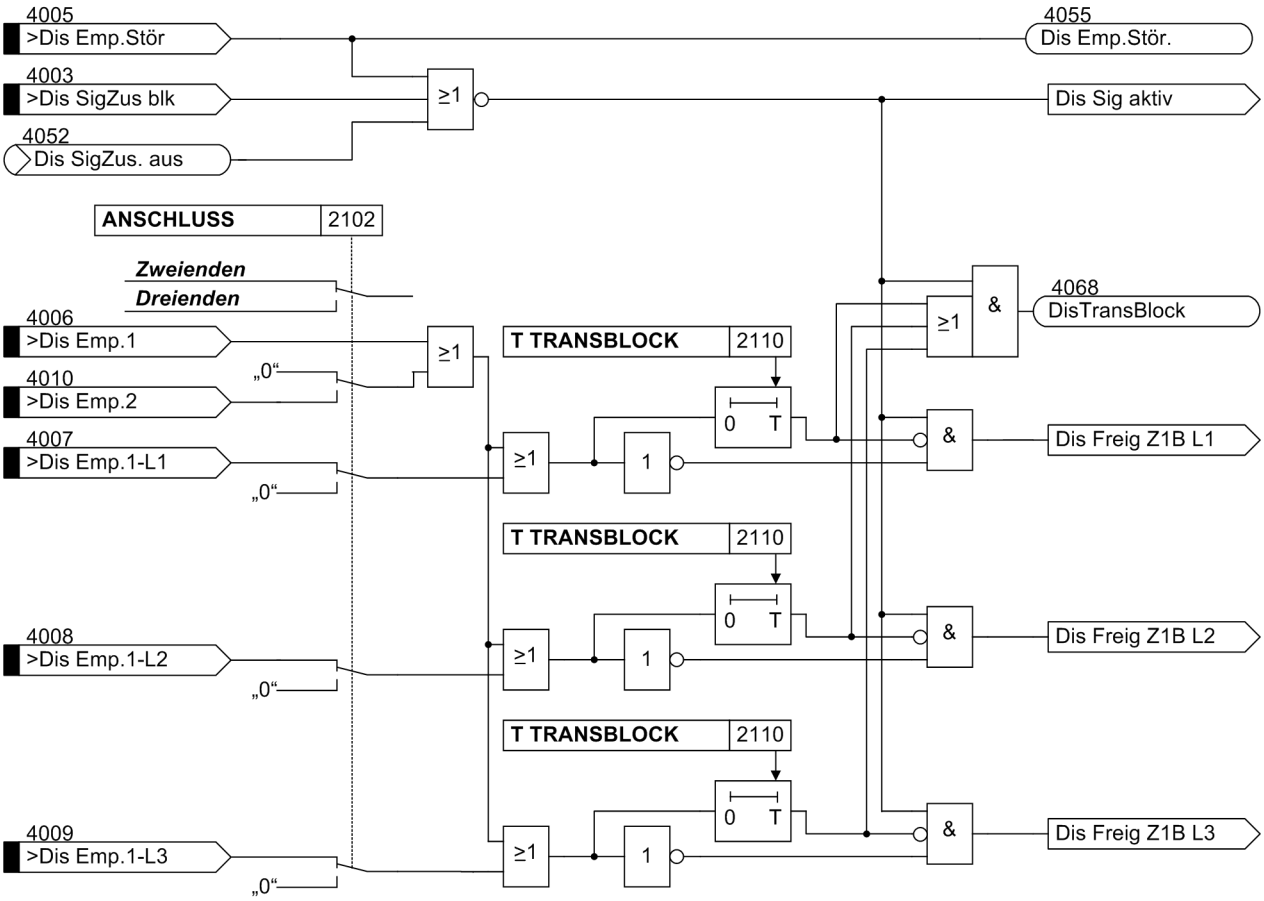


Bild 2-100 Logikdiagramm der rückwärtigen Verriegelung

Die Distanzzonen Z1 und Z2 dienen dabei nach Bild 2-101 als Reservestufen für Fehler auf den abgehenden Leitungen wie z.B. in **F2**. Für Distanzstaffelung ist die kürzeste Folgeleitung zu berücksichtigen.

Die Übergreifzone Z1B, deren Verzögerungszeit T1B über der Anregezeit Ta der Schutzgeräte an den abgehenden Leitungen eingestellt werden muss, wird bei Anregung eines untergeordneten Schutzes gesperrt. Das Anregesignal wird nach Bild 2-101 über den Empfangseingang (4006 „>Dis Emp.1“) dem Distanzschutz zugeführt. Zweckmäßig gewährleistet diese Zone ohne Empfangssignal eine schnelle Abschaltung der Sammelschiene bei

- Fehlern auf der Sammelschiene, wie z.B. in **F1**,
- Versagen eines Leitungsschutzes beim Fehler z.B. in **F2**.

Die rückwärtige Verriegelung ist beim Distanzschutz durch die gezielte Freigabe oder Sperre der Übergreifzone Z1B realisiert. Sie kann in Blockierschaltung (Parallelschaltung der Schließer Kontakte wie in Bild 2-101) oder in Freigabeschaltung (Serienschaltung der Öffnerkontakte) betrieben werden.

Um transiente Fehlsignale nach Abschalten äußerer Fehler zu verhindern, wird die Sperre bei rückwärtiger Verriegelung um eine transiente Blockierzeit (TB in Bild 2-101) verlängert.

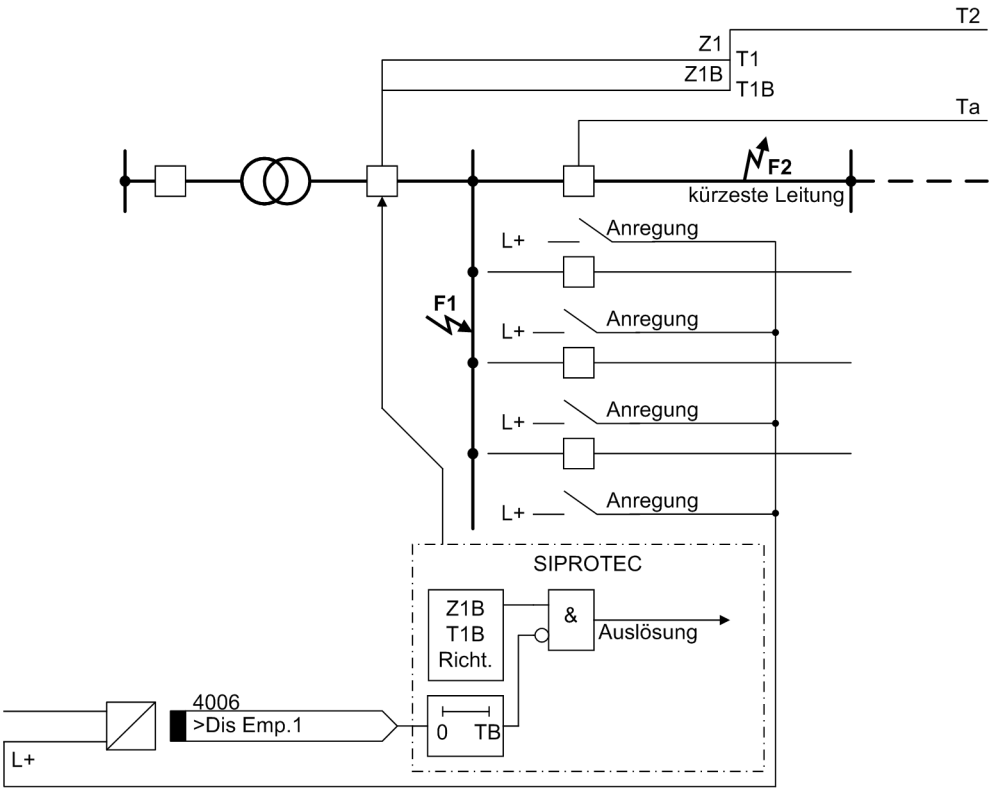


Bild 2-101 Rückwärtige Verriegelung - Prinzip und Staffelbeispiel

2.7.12 Transiente Blockierung

Die transiente Blockierung sorgt bei den Vergleichsverfahren für zusätzliche Sicherheit gegen Fehlsignale durch transiente Ausgleichsschwingungen, die nach Abschalten eines äußeren Fehlers oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden.

Das Prinzip der transienten Blockierung besteht darin, dass nach Auftreten eines äußeren Fehlers für eine bestimmte (einstellbare) Zeit die Bildung eines Freigabesignals unterbunden wird. Bei den Freigabeverfahren geschieht dies durch Blockieren von Sende- und Empfangskreis.

Bild 2-102 zeigt das Prinzip der transienten Blockierung für ein Freigabeverfahren.

Wenn nach Anregung ein ungerichteter Fehler oder ein Fehler in Rückwärtsrichtung innerhalb einer Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 2109) festgestellt wurde, werden der Sendekreis und die Freigabe der Übergreifzone Z1B unterbunden. Diese Blockierung wird für die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) auch nach Wegfall des Blockierkriteriums aufrechterhalten. Liegt jedoch bereits ein Auskommando in Z1 vor, so wird die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** abgeworfen und damit die Blockierung des Signalverfahrens bei einem internen Fehler verhindert.

Beim Blockierverfahren verlängert die transiente Blockierung auch die empfangenen Blockiersignale, wie im Logikdiagramm Bild 2-102 dargestellt. Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) wird die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 2108) erneut gestartet.

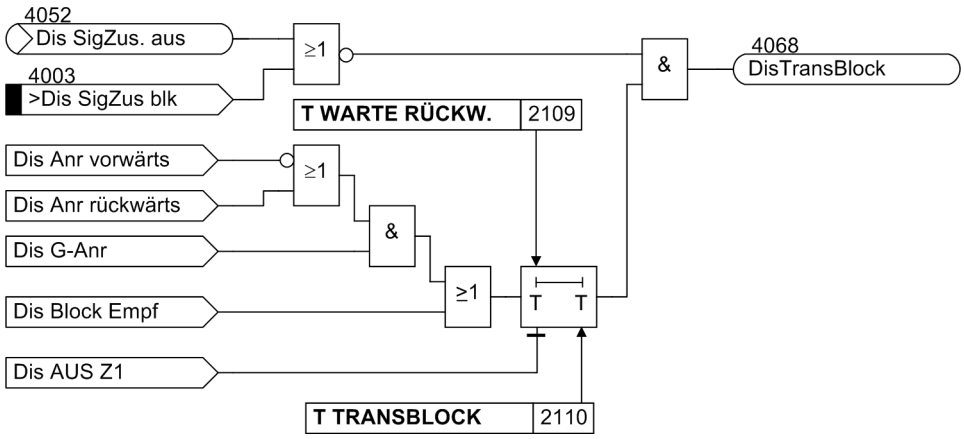


Bild 2-102 Transiente Blockierung bei Freigabeverfahren

2.7.13 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung

In Fällen, wo an einem Leitungsende keine oder nur eine schwache Einspeisung vorhanden ist, regt der Distanzschutz nicht an. Damit kann dort weder ein Auslösekommando noch ein Sendesignal abgesetzt werden. Bei den Vergleichsverfahren mit Freigabesignal könnte ohne besondere Maßnahmen nicht einmal das Leitungsende mit starker Einspeisung in Schnellzeit auslösen, da vom Ende mit der schwachen Einspeisung kein Freigabesignal übertragen wird.

Um in solchen Fällen eine schnelle Abschaltung an beiden Leitungsenden zu erreichen, verfügt der Distanzschutz über besondere Maßnahmen für Leitungen mit schwacher Einspeisung.

Damit auch das Leitungsende mit schwacher Einspeisung selber auslösen kann, verfügen die Geräte des Typs 7SD5 über eine Auslösefunktion bei schwacher Einspeisung. Da diese eine eigene Schutzfunktion mit eigenem Auslösekommando darstellt, ist sie in einem gesonderten Abschnitt beschrieben (siehe Abschnitt 2.11.2).

Echofunktion

Die Echofunktion bewirkt, dass bei fehlender Anregung an einem Leitungsende das empfangene Signal als „Echo“ zum anderen Leitungsende zurückgesendet wird und dort die Freigabe des Auslösekommandos ermöglicht.

Das gemeinsame Echo-Signal (siehe Bild 2-139, Abschnitt 2.11.1) wird sowohl vom Distanzschutz als auch vom Erdkurzschlussschutz angestoßen. In Bild 2-103 ist die Entstehung der Echofreigabe durch den Distanzschutz dargestellt.

Die Erkennung der schwachen Einspeisung und somit die Bedingungen für das Echo werden im zentralen UND-Glied zusammengestellt. Der Distanzschutz darf weder ausgeschaltet noch blockiert sein, da er sonst in diesem Zustand wegen fehlender Anregung stets ein Echo produzieren würde. Wird jedoch der Überstromzeitschutz als Notfunktion verwendet, ist trotzdem bei unwirksamem Distanzschutz ein Echo möglich, weil die Anregung des Distanzschutzes durch die Anregung des Not-Überstromzeitschutzes ersetzt wird. Während dieser Betriebsart darf der Not-Überstromzeitschutz natürlich nicht ebenfalls blockiert oder ausgeschaltet sein.

Auch wenn der Not-Überstromzeitschutz nicht anregt, so wird für Freigabeverfahren während der Notfunktion ein Echo erzeugt. Der Überstromzeitschutz am schwachen Ende muss empfindlicher arbeiten, als der Distanzschutz am stark einspeisenden Ende. Anderenfalls ist die Selektivität bezüglich 100 % der Leitungslänge nicht gegeben.

Die zentrale Echobedingung ist das Fehlen einer Anregung vom Distanzschutz oder Überstromzeitschutz bei gleichzeitigem Empfang, der von der Logik des Signalübertragungsverfahrens geliefert wird, wie in den entsprechenden Logikdiagrammen (Bild 2-92 bzw. Bild 2-94) gezeigt.

Bei 1- oder 2-poliger Anregung des Distanzschutzes besteht die Möglichkeit trotzdem ein Echo zu senden, wenn auf den nicht angeregten Phasen durch Messung schwache Einspeisung erkannt wurde.

Um die Bildung eines Echos nach Abschalten der Leitung und Rückfall der Anregung zu verhindern, kann kein Echo mehr gebildet werden, wenn bereits eine Anregung vorgelegen hat (RS-Speicher in Bild 2-103). Außerdem kann das Echo jederzeit über die Binäreingabe „`>Dis Echo block`“ gesperrt werden.

Bild 2-103 zeigt das Entstehen des Signals für die Echofreigabe. Da diese Funktion im Zusammenhang mit der Auslösefunktion bei schwacher Einspeisung steht, ist sie gesondert beschrieben (siehe Abschnitt 2.11.1).

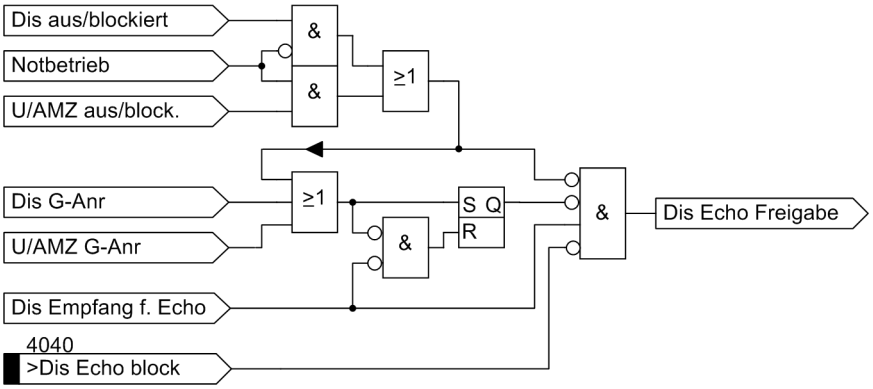


Bild 2-103 Entstehung des Signals Echofreigabe

2.7.14 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Signalübertragungszusatz für Distanzschutz ist nur wirksam, wenn er bei der Projektierung auf eines der möglichen Verfahren eingestellt wurde (Adresse 121). Abhängig von dieser Projektierung erscheinen hier nur die Parameter, die für das gewählte Verfahren von Belang sind. Wird der Signalübertragungszusatz nicht benötigt, lautet Adresse 121 **DIS SIGNAL** = ***nicht vorhanden***.

Für konventionelle Übertragungsstrecken sind folgende (wie im Abschnitt 2.7 beschrieben) Verfahren möglich:

Direkte Mitnahme	Fernauslösung ohne jegliche Anregung,
Mitn. über Anr.	Mitnahme über Anregung,
Mitnahme	Mitnahme über erweiterten Messbereich Z1B,
Signalvergleich	Signalvergleichsverfahren,
Richtungsverg.	Richtungsvergleichsverfahren,
Unblocking	Unblockverfahren,
Blocking	Blockierverfahren,
Streckenschutz	Streckenschutz mit Steueradern,
Rückw. Verrieg.	Rückwärtige Verriegelung mit Steueradern.

Unter Adresse 2101 **SIGNALZUSATZ** kann die Verwendung eines Signalverfahrens ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Soll das Signalverfahren an einer Leitung mit drei Enden eingesetzt werden, muss unter Adresse 2102 **ANSCHLUSS** = ***Dreienden*** eingestellt werden, ansonsten bleibt es bei ***Zweienden***.

Für die digitale Übertragung mittels Wirkschnittstelle sind folgende Verfahren möglich:

Mitnahme	Mitnahme über erweiterten Messbereich Z1B mit Wirkschnittstelle,
Signalvergleich	Signalvergleichsverfahren.
Richtungsverg.	Richtungsvergleichsverfahren

In diesen Fällen müssen Sende- und Empfangssignale auf schnelle Kommandokanäle der Schutzdatenschnittstelle projektiert werden (DIGSI-Matrix).

Voraussetzungen beim Distanzschutz

Bei allen Vergleichsverfahren ist unbedingt zu beachten, dass die Anregung des Distanzschutzes in Rückwärtsrichtung weiter reicht als die Übergreifzone des Gegenendes (siehe schraffierte Flächen in Bild 2-104 rechts)! Bei der U/I/φ-Anregung ist dies in der Regel von selber gewährleistet, weil die örtliche Spannung bei einem rückwärtigen Fehler kleiner ist als die des von fern speisenden Leitungsendes. Bei Impedanzanregung muss mindestens eine der Distanzstufen auf ***rückwärts*** oder ***ungerichtet*** eingestellt sein. Bei einem Fehler in Z1B des Schutzes in B, der bei falscher Einstellung im karierten Bereich (links im Bild) auftritt, würde der Distanzschutz in A nicht anregen, was bei B als einseitig gespeister Fehler interpretiert würde (Echo von A bzw. kein Blockiersignal in A). Dies würde zu einer unselektiven Auslösung führen!

Beim Blocking-Verfahren wird außerdem eine schnelle Rückwärtsstufe zur Erzeugung des Blockiersignals benötigt. Hierzu ist die 3. Zone unverzögert zu verwenden.

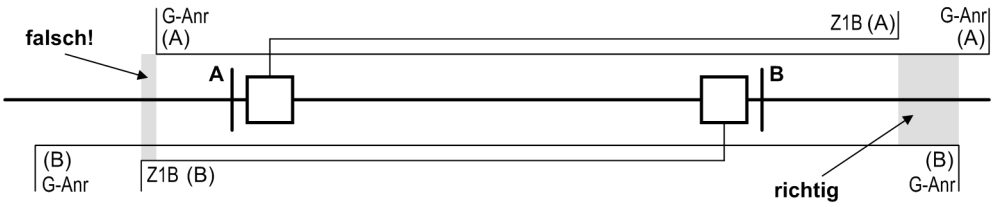


Bild 2-104 Distanzschutz-Einstellung mit Vergleichsverfahren

Zeiten

Die Sendesignalverlängerung **T SENDVERL.** (Adresse 2103) soll gewährleisten, dass das Sendesignal mit Sicherheit das andere Leitungsende erreicht, auch wenn am sendenden Leitungsende sehr schnell abgeschaltet wird und/oder die Übertragungszeit relativ groß ist. Bei den übergreifenden Freigabeverfahren ***Signalvergleich***, ***Richtungsverg.*** und ***Unblocking*** wirkt sich diese Signalverlängerung nur aus, wenn das Gerät bereits ein Auslösekommando abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Kurzschluss durch die unabhängige Zone Z1 sehr schnell abgeschaltet wurde. Beim Blockierverfahren ***Blocking*** wird das Sendesignal immer um diese Zeit verlängert. Es entspricht hier einer transienten Blockierung nach einem rückwärtigen Fehler. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Damit stationäre Leitungsstörungen wie Leitungsbruch erkannt werden, wird bei Störungserkennung nach einer Überwachungszeit **T ALARM** (Adresse 2107) auf Dauerstörung erkannt. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Mit der Freigabeverzögerung **TV** (Adresse 2108) kann die Freigabe der Zone Z1B verzögert werden. Dies ist i.Allg. nur beim Blockierverfahren ***Blocking*** notwendig, damit dem Blockiersignal bei äußeren Fehlern genügend Übertragungszeit bleibt. Diese Verzögerung wirkt sich **nur** auf den Empfangskreis des Übertragungsverfahrens aus; umgekehrt verzögert eine Verzögerung der Übergreifzone Z1B mit T1B das Freigabesignal nicht. Bei ***Streckenschutz*** und ***Rückw. Verrieg.*** muss T1B verzögert werden, damit eine ausreichende Sicherheitszeit zwischen Anregung des Distanzschutzes und dem Auslösesignal der Stufe Z1B bleibt.

Transiente Blockierung

Die Parameter **T WARTE RÜCKW.** und **T TRANSBLOCK** dienen der transienten Blockierung bei den (übergreifenden) Vergleichsverfahren. Beim Mitnahmeverfahren sind sie ohne Belang.

Die Zeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 2109) ist eine Wartezeit vor transienter Blockierung. Erst wenn der Distanzschutz nach Anregung innerhalb dieser Zeit einen Fehler in Vorwärtsrichtung erkannt hat, tritt die transiente Blockierung bei den Freigabeverfahren in Tätigkeit. Beim Blockierverfahren verhindert die Wartezeit eine transiente Blockierung, wenn das Blockiersignal vom Gegenende sehr schnell eintrifft. Bei Einstellung ∞ gibt es keine transiente Blockierung. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) muss unbedingt länger sein als die Dauer transienter Ausgleichsvorgänge bei Eintritt oder Abschalten von äußeren Kurzschlüssen. Während dieser Zeit wird bei den Freigabeverfahren ***Signalvergleich*** und ***Unblocking*** das Sendesignal blockiert, wenn der Schutz zunächst einen rückwärtigen Fehler erkannt hatte. Beim Blockierverfahren ***Blocking*** wird die Blockierung der Z1B-Freigabe sowohl durch die Erkennung eines rückwärtigen Fehlers als auch durch das (blockierende) Empfangssignal um diese Zeit verlängert. Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) wird beim Blockierverfahren die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 2108) erneut gestartet. Da beim Blockierverfahren immer die Einstellung der Verzögerungszeit **TV** erforderlich ist, kann deshalb die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 2110) üblicherweise sehr kurz eingestellt werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Wenn die Signalverfahren für Distanz- und Erdfehlerschutz einen Kanal teilen, sollte **DIS TRANSBLK EF** (Adresse 2112) auf ***Ja*** eingestellt werden. Somit wird auch der Distanzschutz blockiert wenn vorher nur der Erdfehlerschutz den externen Fehler erkannt hat.

Echofunktion

Die Einstellungen für die Echofunktion sind für alle Maßnahmen bei schwacher Einspeisung gemeinsam und tabellarisch im Abschnitt 2.11.2.2 zusammengefasst.

Hinweis

Das „Echo-Signal“ (Nr 4246) muss separat auf das Ausgangsrelais für die Senderbetätigung rangiert werden; es ist nicht in den Sendesignalen der Übertragungsfunktionen enthalten.

2.7.15 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2101	SIGNALZUSATZ	Ein Aus	Ein	Distanzschutz-Signalzusatz
2102	ANSCHLUSS	Zweienden Dreienden	Zweienden	Anschlusskonfiguration
2103A	T SENDVERL.	0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Sendesignalverlängerung
2107A	T ALARM	0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Störungserkennungszeit
2108	TV	0.000 .. 30.000 s	0.000 s	Freigabeverzögerung nach Anregung
2109A	T WARTE RÜCKW.	0.00 .. 30.00 s; ∞	0.04 s	Trans.Block.: Wartezeit bei Rückw.Fehler
2110A	T TRANSBLOCK	0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Transiente Blockierzeit
2112A	DIS TRANSBLK EF	Ja Nein	Ja	DIS transiente Blockierung durch EF

2.7.16 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
4001	>Dis SigZus ein	EM	>Dist. Signalzusatz einschalten
4002	>Dis SigZus aus	EM	>Dist. Signalzusatz ausschalten
4003	>Dis SigZus blk	EM	>Dist. Signalzusatz blockieren
4005	>Dis Emp.Stör	EM	>Dist. Signalübertr.: Empfangsstörung
4006	>Dis Emp.1	EM	>Dist. Empfang Kanal 1
4007	>Dis Emp.1-L1	EM	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L1
4008	>Dis Emp.1-L2	EM	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L2
4009	>Dis Emp.1-L3	EM	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L3
4010	>Dis Emp.2	EM	>Dist. Empfang Kanal 2
4030	>Dis UB ub 1	EM	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1
4031	>Dis UB bl 1	EM	>Dist. Unblocking: BLOCK Kanal 1
4032	>Dis UB ub 1-L1	EM	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L1
4033	>Dis UB ub 1-L2	EM	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L2
4034	>Dis UB ub 1-L3	EM	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L3
4035	>Dis UB ub 2	EM	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 2
4036	>Dis UB bl 2	EM	>Dist. Unblocking: BLOCK Kanal 2
4040	>Dis Echo block	EM	>Dist. Echosignal blockieren
4050	Dis SigZusEABin	IE	Dist.Signalzusatz Ein/Aus ü. Bin.eingabe
4052	Dis SigZus. aus	AM	Dist. Signalzusatz ausgeschaltet
4054	Dis Empfang	AM	Dist. Signalzusatz: Empfangssignal
4055	Dis Emp.Stör.	AM	Dist. Signalzusatz: Empfangsstörung
4056	Dis Senden	AM	Dist. Signalzusatz: Sendesignal
4057	Dis Senden L1	AM	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL1
4058	Dis Senden L2	AM	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL2
4059	Dis Senden L3	AM	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL3
4060	DisBlockSPRUNG	AM	Dist. Blocking: Blocksignal mit Sprung
4068	DisTransBlock	AM	Dist. Vergleichsverf.:Transiente Block.
4070	Dis Stop	AM	Dist. Blocking: Stopsignal
4080	Dis UB Emp.St.1	AM	Dist. Unblocking: Empfangsstörung Kanal1
4081	Dis UB Emp.St.2	AM	Dist. Unblocking: Empfangsstörung Kanal2
4082	Dis Stop L1	AM	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L1
4083	Dis Stop L2	AM	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L2
4084	Dis Stop L3	AM	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L3

2.8 Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise)

Der Leitungsschutz 7SD5 verfügt über Schutzfunktionen für hochohmige Erdfehler in geerdeten Netzen. Folgende Möglichkeiten stehen – teilweise abhängig von der Bestellvariante – zur Verfügung:

drei Überstromzeitstufen mit unabhängiger Auslösezeit (UMZ-Schutz),

eine Überstromzeitstufe mit stromabhängiger Auslösezeit (AMZ-Schutz) oder

– eine Nullspannungsstufe mit nullspannungsabhängiger Auslösezeit oder

– eine Nullleistungsstufe mit nullleistungsabhängiger Auslösezeit.

Die Stufen sind unabhängig voneinander und können beliebig kombiniert werden. Wird die vierte strom-, spannungs- oder leistungsabhängige Stufe nicht benötigt, kann sie auch als vierte unabhängige Stufe verwendet werden.

Jede Stufe kann ungerichtet oder gerichtet – vorwärts oder rückwärts – eingestellt werden. Weiterhin kann bestimmt werden, ob und welche Stufen mit einer Signalübertragung zusammenarbeiten sollen. Wird der Schutz auf oder in der Nähe von Transformatoren eingesetzt, ist eine Einschaltstabilisierung zuschaltbar. Auch eine Blockierung von externen Kriterien ist über Binäreingaben möglich (z.B. für rückwärtige Verriegelung oder externe Wiedereinschaltautomatik). Beim Zuschalten der zu schützenden Leitung auf einen Fehler kann schließlich eine beliebige Stufe – oder auch mehrere – auf unverzögerte Auslösung geschaltet werden. Nicht benötigte Stufen werden unwirksam gestellt.

Im Leitungsschutz 7SD5 kann die Distanzschutzfunktion (Bestelloption) durch die Erdkurzschlussschutzfunktion ergänzt werden. Kurzschlüsse mit hohen Übergangswiderständen werden vom Distanzschutz häufig nicht erkannt, weil die gemessene Impedanz außerhalb der Anregekennlinie des Distanzschutzes erscheint. Hohe Übergangswiderstände treten z.B. bei Freileitungen ohne Erdseil oder Sandböden auf.

2.8.1 Funktionsbeschreibung

Messgrößen

Als Messgröße wird der Nullstrom verwendet, der gemäß seiner Definitionsgleichung aus der Summe der drei Phasenströme gebildet wird, also $3\cdot\underline{I}_0 = \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3}$. Abhängig von der Bestellvariante und Verwendung des vierten Stromeinganges I_4 des Gerätes kann der Nullstrom gemessen oder errechnet werden.

Bei Anschluss I_4 in der Sternpunktzuführung des Stromwandlersatzes oder an einem separaten Erdstromwandler der zu schützenden Leitung steht der Erdstrom unmittelbar als Messgröße zur Verfügung.

Sofern das Gerät mit dem hochempfindlichen Stromeingang für I_4 ausgestattet ist, wird dieser Strom I_4 – unter Berücksichtigung des Faktors **I4/Iph WDL** (Adresse 221, siehe Abschnitt 2.1.2.1) – verwendet. Da der Linearbereich dieses Messeingangs aber nach oben sehr begrenzt ist, wird dieser Strom nur bis zu einer Amplitude von ca. 1,6 A ausgewertet. Bei höheren Strömen schaltet das Gerät automatisch auf Auswertung des aus den Phasenströmen berechneten Nullstromes um. Natürlich müssen dazu alle drei Phasenströme von drei in Stern geschalteten Stromwandlern vorhanden und angeschlossen sein. Dadurch ist die Verarbeitung des Erdstromes auch dann möglich, wenn sowohl sehr kleine als auch große Erdkurzschlussströme vorkommen können.

Wird der vierte Stromeingang I_4 anderweitig verwendet, z.B. für einen Transformatorsternpunktstrom oder für den Erdstrom einer Parallelleitung, so errechnet das Gerät den Nullstrom aus den Phasenströmen. Natürlich müssen auch in diesem Fall alle drei Phasenströme von drei in Stern geschalteten Stromwandlern vorhanden und angeschlossen sein.

Die Nullspannung wird durch ihre Definitionsgleichung $3\underline{U}_0 = \underline{U}_{L1-E} + \underline{U}_{L2-E} + \underline{U}_{L3-E}$ bestimmt. Abhängig von der Verwendung des vierten Spannungseinganges U_4 des Gerätes wird sie gemessen oder errechnet. Ist der vierte Spannungseingang an die offene Dreieckswicklung U_{en} eines Spannungswandlersatzes angeschlossen und dies entsprechend konfiguriert (Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Uen-Wandler***, siehe Abschnitt 2.1.2.1), wird diese Spannung – unter Berücksichtigung des Faktors **Uph/Uen WDL** (Adresse 211, siehe Abschnitt 2.1.2.1) – verwendet. Anderenfalls errechnet das Gerät die Nullspannung aus den Phasenspannungen. Natürlich müssen dazu alle drei Leiter-Erde-Spannungen von drei in Stern geschalteten Spannungswandlern vorhanden und angeschlossen sein.

Unabhängige Höchststromstufe $3I_0$>>>

Der dreifache Nullstrom $3I_0$ wird nach numerischer Filterung mit dem Einstellwert **3IO>>>** verglichen und bei Überschreiten gemeldet. Nach Ablauf der zugehörigen Verzögerungszeit **T 3IO>>>** wird ein Auslösekommando abgegeben, das ebenfalls gemeldet wird. Der Rückfallwert liegt etwa bei 95 % des Ansprechwertes.

Bild 2-105 zeigt das Logikdiagramm der $3I_0$>>>-Stufe. Die Funktionsblöcke „Richtungsbestimmung“, „Freigabe Signalverfahren“ sowie die Erzeugung der Signale „Zuschaltung“ und „EF Inrush“ sind allen Stufen gemeinsam und weiter unten erläutert. Sie können jedoch einzeln auf jede Stufe wirken. Dies wird erreicht mit den Parametern:

- **MODUS 3IO>>>**, der die Wirksamkeit der Stufe bestimmt: ***vorwärts***, ***rückwärts***, ***ungerichtet*** oder ***unwirksam***,
- **SIG.ZUS. 3IO>>>**, der bestimmt, ob eine unverzögerte Auslösung mit Signalübertragungsverfahren oder Binäreingabe 1310 „>EF AUS Frg.“ möglich (***Ja***) oder nicht möglich (***Nein***) ist,
- **SOTF 3IO>>>**, der bestimmt, ob beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler mit dieser Stufe unverzögert ausgelöst werden soll (***Ja***) oder nicht (***Nein***) und
- **RUSH 3IO>>>**, mit dem die Einschaltstabilisierung (Rush-Sperre) zu- (***Ja***) oder abgeschaltet (***Nein***) wird.

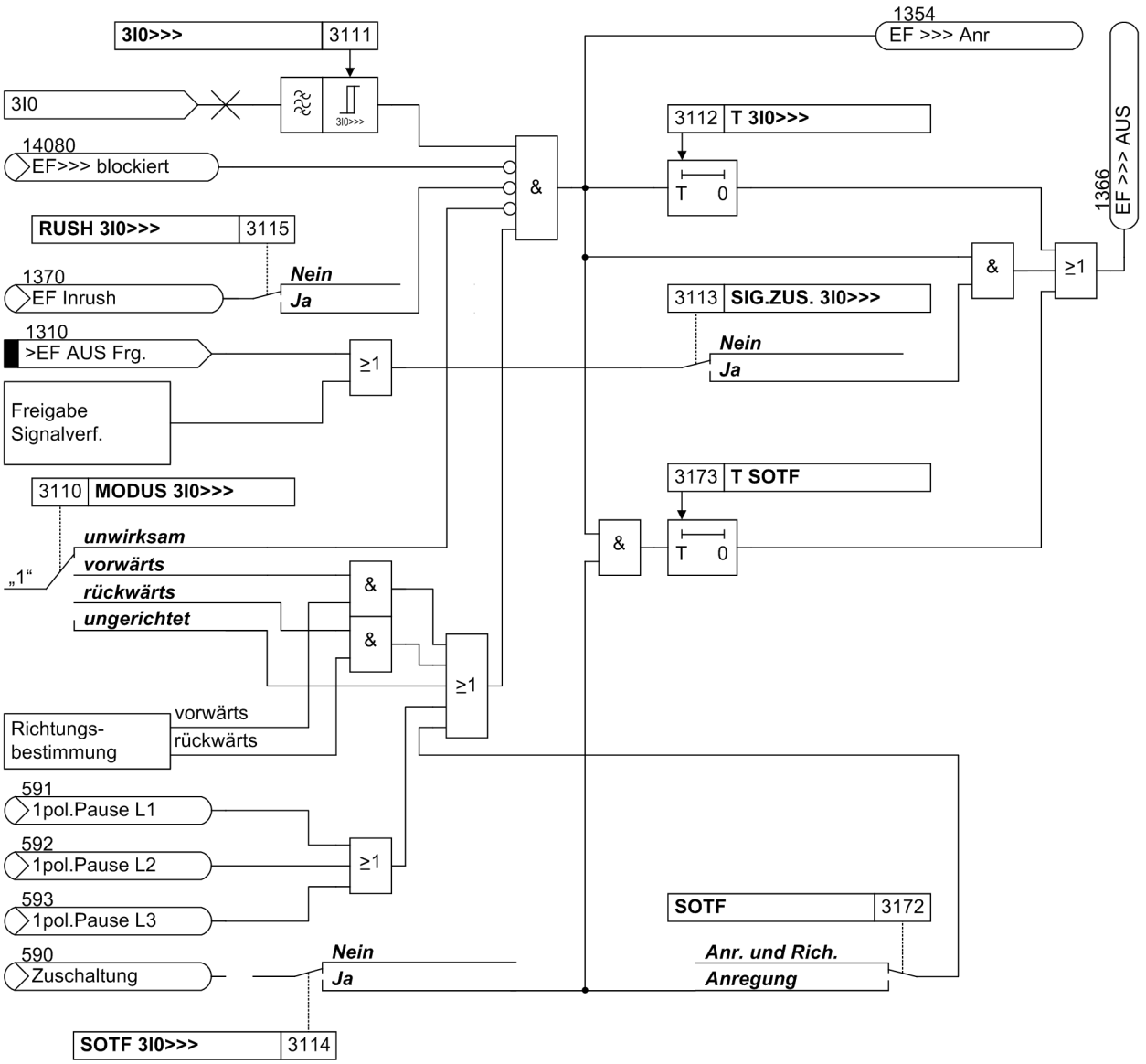


Bild 2-105 Logikdiagramm der $3I_0$>>>-Stufe

Unabhängige Hochstromstufe $3I_0$>>

Die Logik der Hochstromstufe $3I_0$>> ist aufgebaut wie die der $3I_0$>>>-Stufe. In allen Bezeichnungen ist lediglich **3IO>>>** durch **3IO>>** zu ersetzen. Ansonsten ist auch Bild 2-105 gültig.

Unabhängige Überstromstufe $3I_0$>

Die Logik der Überstromstufe $3I_0$> ist ebenfalls so aufgebaut wie die der $3I_0$>>>-Stufe. In allen Bezeichnungen ist lediglich **3IO>>>** durch **3IO>** zu ersetzen. Ansonsten ist auch Bild 2-105 gültig. Diese Stufe arbeitet mit einem besonders optimierten digitalen Filter, das alle Oberschwingungen ab der 2. Harmonischen vollständig unterdrückt und ist daher besonders für hochempfindliche Erdfehlererkennung geeignet.

Eine vierte unabhängige Stufe ist realisierbar, indem man die „stromabhängige“ Stufe (siehe nächsten Absatz) als unabhängig konfiguriert.

Stromabhängige Überstromstufe $3I_{0P}$

Auch die Logik der Stufe mit stromabhängiger Verzögerung arbeitet wie die übrigen Stufen. Diese Stufe arbeitet mit einem besonders optimierten digitalen Filter, das alle Oberschwingungen ab der 2. Harmonischen vollständig unterdrückt und ist daher besonders für hochempfindliche Erdfehlererkennung geeignet. Die Verzögerungszeit ergibt sich hier jedoch aus der Art der eingestellten Kennlinie, der Höhe des Erdstromes und einem Zeitfaktor **T 3IOP** (IEC-Kennlinie, Bild 2-106) bzw. einem Zeitfaktor **D 3IOP** (ANSI-Kennlinie). Eine Vorauswahl der möglichen Kennlinien wurde bereits bei der Projektierung der Schutzfunktionen getroffen. Außerdem kann eine zusätzliche konstante Verzögerung **T 3IOPverz** gewählt werden. Die Kennlinien sind in den Technischen Daten angeführt.

Bild 2-106 zeigt das Logikdiagramm. Dabei sind beispielhaft die Einstelladressen für die IEC-Kennlinien dargestellt. Bei den Einstellhinweisen wird auf die unterschiedlichen Einstelladressen näher eingegangen.

Es ist auch möglich, diese Stufe ebenfalls mit stromunabhängiger Verzögerung zu verwenden. In diesem Fall gilt **3IOP** als Ansprechwert und **T 3IOPverz** als unabhängige Verzögerungszeit. Die stromabhängige Kennlinie wird dann quasi übersprungen.

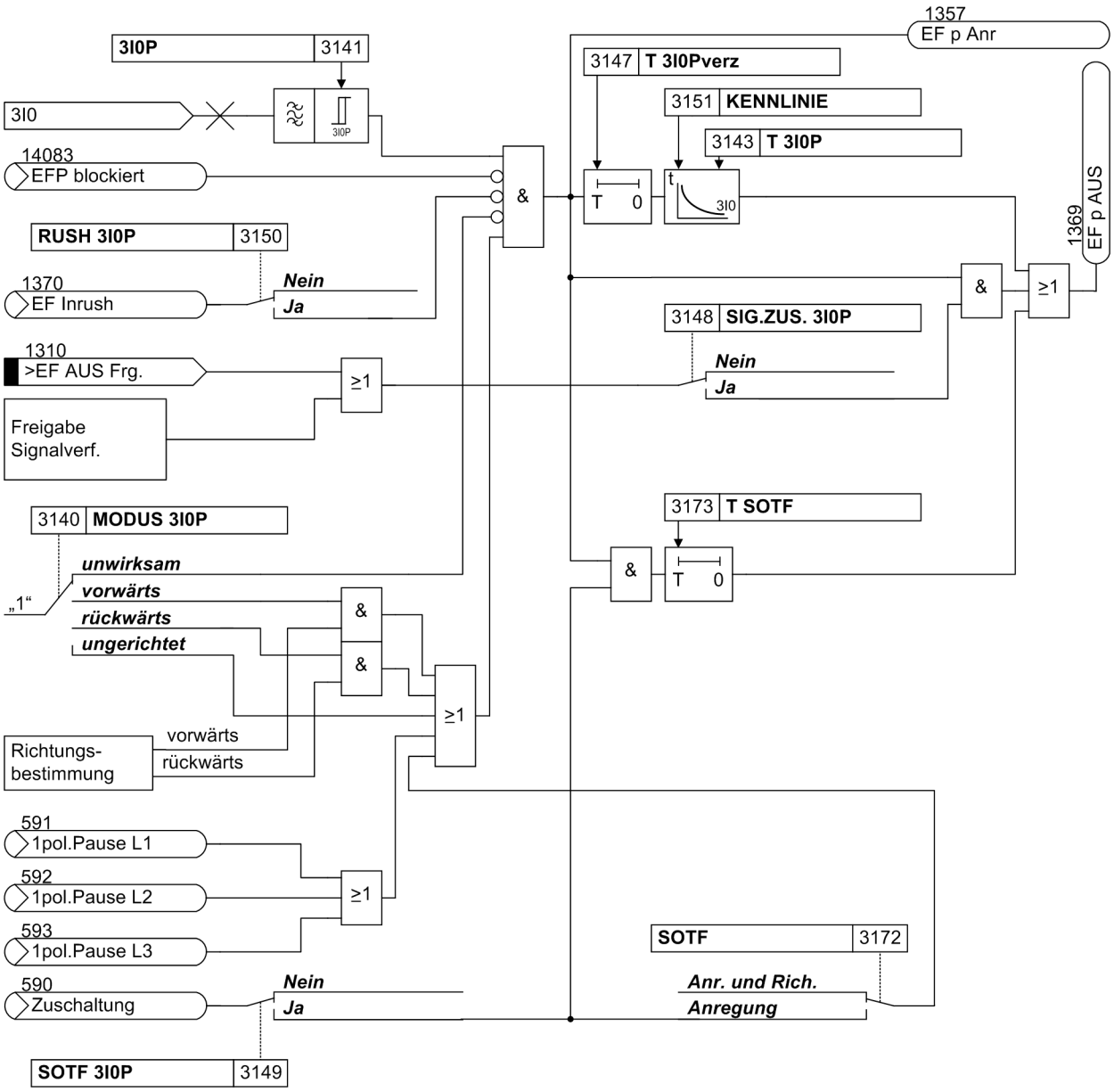


Bild 2-106 Logikdiagramm der $3I_{0P}$-Stufe (abhängiger Überstromzeitschutz), Beispiel für IEC-Kennlinien

Stromabhängige Überstromstufe mit logarithmisch inverser Kennlinie

Die logarithmisch inverse Kennlinie unterscheidet sich von den anderen stromabhängigen Kennlinien hauptsächlich dadurch, dass die Form der Kennlinie durch eine Reihe von Parametern beeinflussbar ist. Dabei können die Steilheit und eine Zeitverschiebung **T 3I0Pmax** verändert werden, die unmittelbar auf die Kennlinie wirken. Die Kennlinien sind in den Technischen Daten angeführt.

Bild 2-107 zeigt das Logikdiagramm. Zusätzlich zu den Kennlinienparametern kann eine Mindestzeit **T 3I0Pmin** festgelegt werden, unterhalb derer keine Auslösung erfolgt. Unterhalb eines Stromfaktors **3I0P-FAKTOR**, der als Vielfaches des Basiswertes **3I0P** eingestellt wird, findet keine Auslösung statt.

Weitere Angaben über den Einfluss der verschiedenen Parameter finden Sie bei den Hinweisen zur Einstellung der Funktionsparameter in Abschnitt 2.8.2.

Die übrigen Eingriffsmöglichkeiten sind die gleichen wie bei den restlichen Kennlinien.

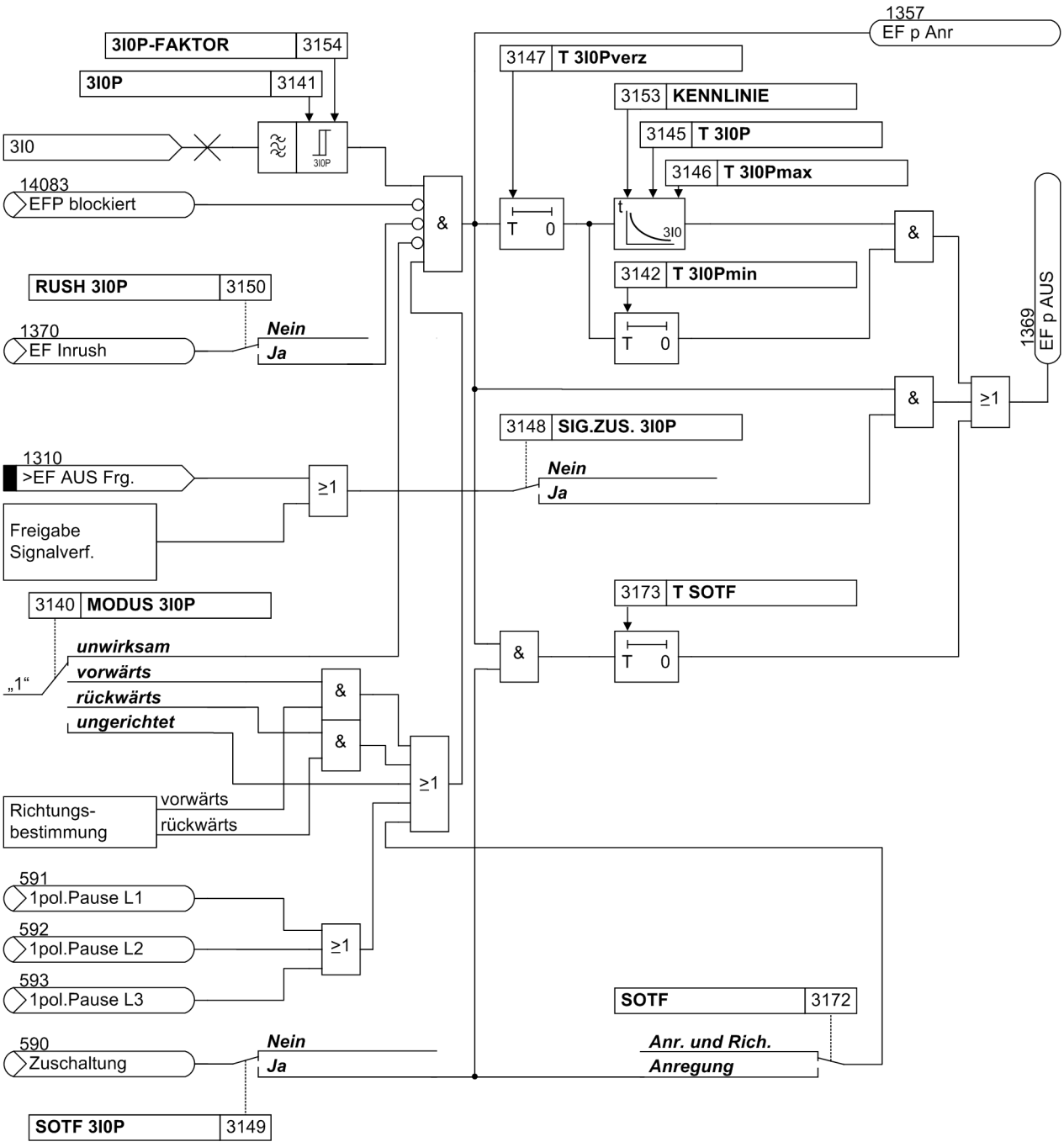


Bild 2-107 Logikdiagramm der $3I_{0P}$-Stufe bei der logarithmisch inversen Kennlinie

Nullspannungszeitschutz (U_0-invers)

Der Nullspannungszeitschutz arbeitet nach einer spannungsabhängigen Auslösezeitkennlinie. Er kann anstelle der Überstromzeitstufe mit stromabhängiger Verzögerung eingestellt werden.

Die Spannungs-Zeit-Kennlinie kann in Spannungsrichtung um eine konstante Spannung (**`UOinv. minimal`**, gültig für $t \rightarrow \infty$) und in Zeitrichtung um eine konstante Zeit (**`T ger. (UOinv)`**) verschoben werden. Die Kennlinien sind in den Technischen Daten angeführt.

Bild 2-108 zeigt das Logikdiagramm. Die Auslösezeit richtet sich nach der Höhe der Nullspannung U_0. In vermaschten geerdeten Netzen kann man davon ausgehen, dass die Nullspannung zur Erdkurzschlussstelle hin zunimmt; die inverse Kennlinie bewirkt, dass hier die kürzeste Kommandozeit auftritt und die übrigen Relais zurückfallen.

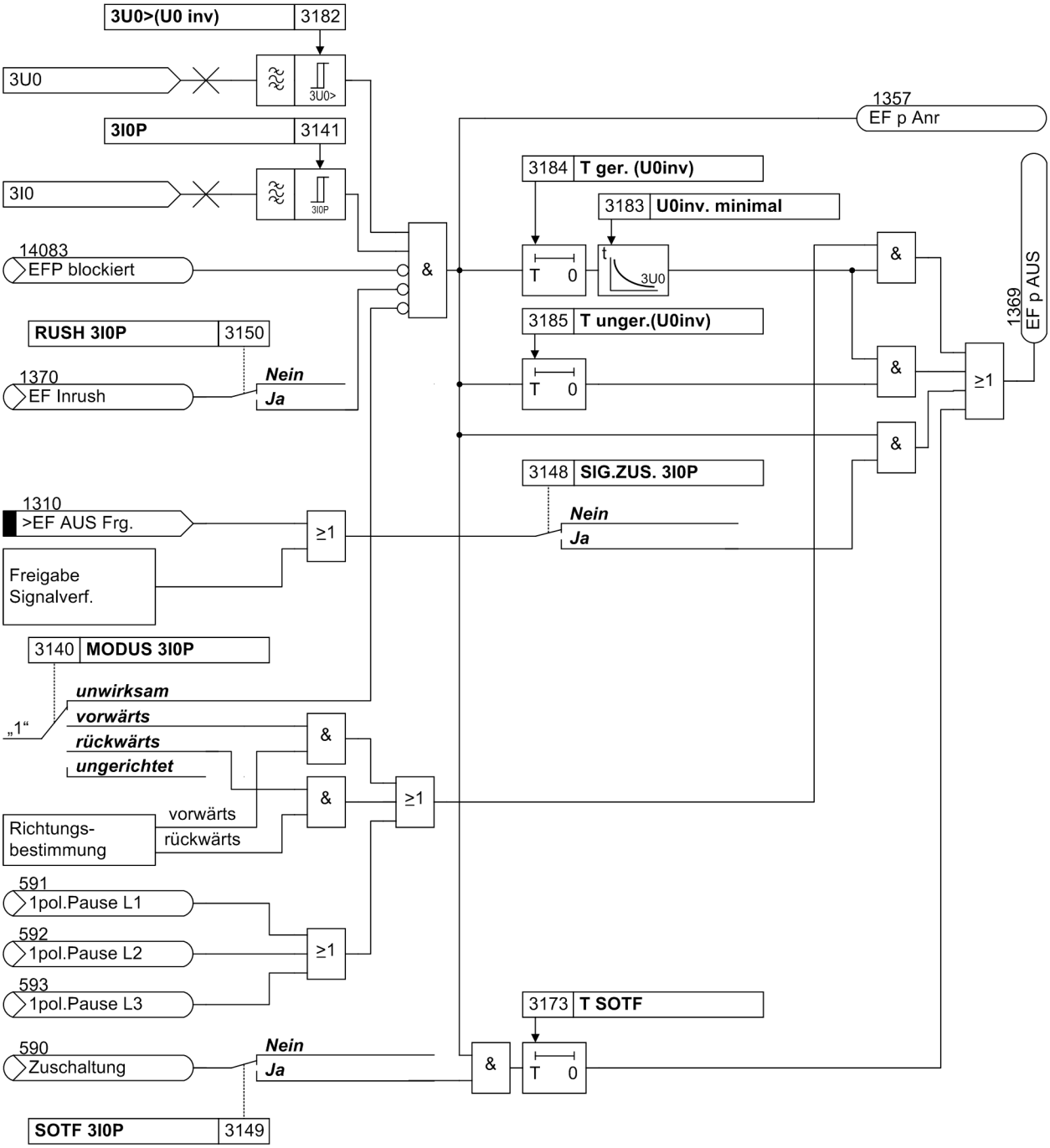


Bild 2-108 Gerichteter Nullspannungszeitschutz mit ungerichteter Reservestufe

Eine weitere Zeitstufe **T unger.(UOinv)** führt ohne Richtungsmessung und spannungsunabhängig zur Auslösung. Sie kann als ungerichtete Stufe über die gerichtete Stufe eingestellt werden. Voraussetzung für die Auslösung mit dieser Stufe ist jedoch, dass auch die Zeit der spannungsabhängigen Stufe (ohne Richtungsabfrage) abgelaufen ist. Bei zu kleiner Nullspannung oder bei Fall des Spannungswandlerschutzschalters ist allerdings auch diese Stufe unwirksam.

Nullleistungsschutz

Der Nullleistungsschutz arbeitet nach einer leistungsabhängigen Auslösezeitkennlinie. Er kann anstelle der stromabhängigen Überstromzeitstufe eingestellt werden.

Die Leistung wird aus der Nullspannung und dem Nullstrom berechnet. Maßgebend ist die Komponente S_r in Richtung eines einstellbaren Kompensationswinkels φ_{Komp}, die als kompensierte Nullleistung bezeichnet wird, also

$$S_r = 3\ I_0 \cdot 3\ U_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_{Komp})$$

mit $\varphi = \angle (U_0; I_0)$. φ_{Komp} gibt also die Richtung der maximalen Empfindlichkeit an ($\cos(\varphi - \varphi_{Komp}) = 1$, wenn $\varphi = \varphi_{Komp}$). Die Leistungsberechnung beinhaltet durch ihre Vorzeicheninformation automatisch die Richtung. Durch Vorzeichentausch kann auch die Leistung für die Gegenrichtung bestimmt werden.

Die Leistungs-Zeit-Kennlinie kann in Leistungsrichtung mittels eines Referenzwertes S_{ref} (= Basiswert für die inverse Kennlinie für $\varphi = \varphi_{Komp}$) und in Zeitrichtung mit einem Faktor k verschoben werden.

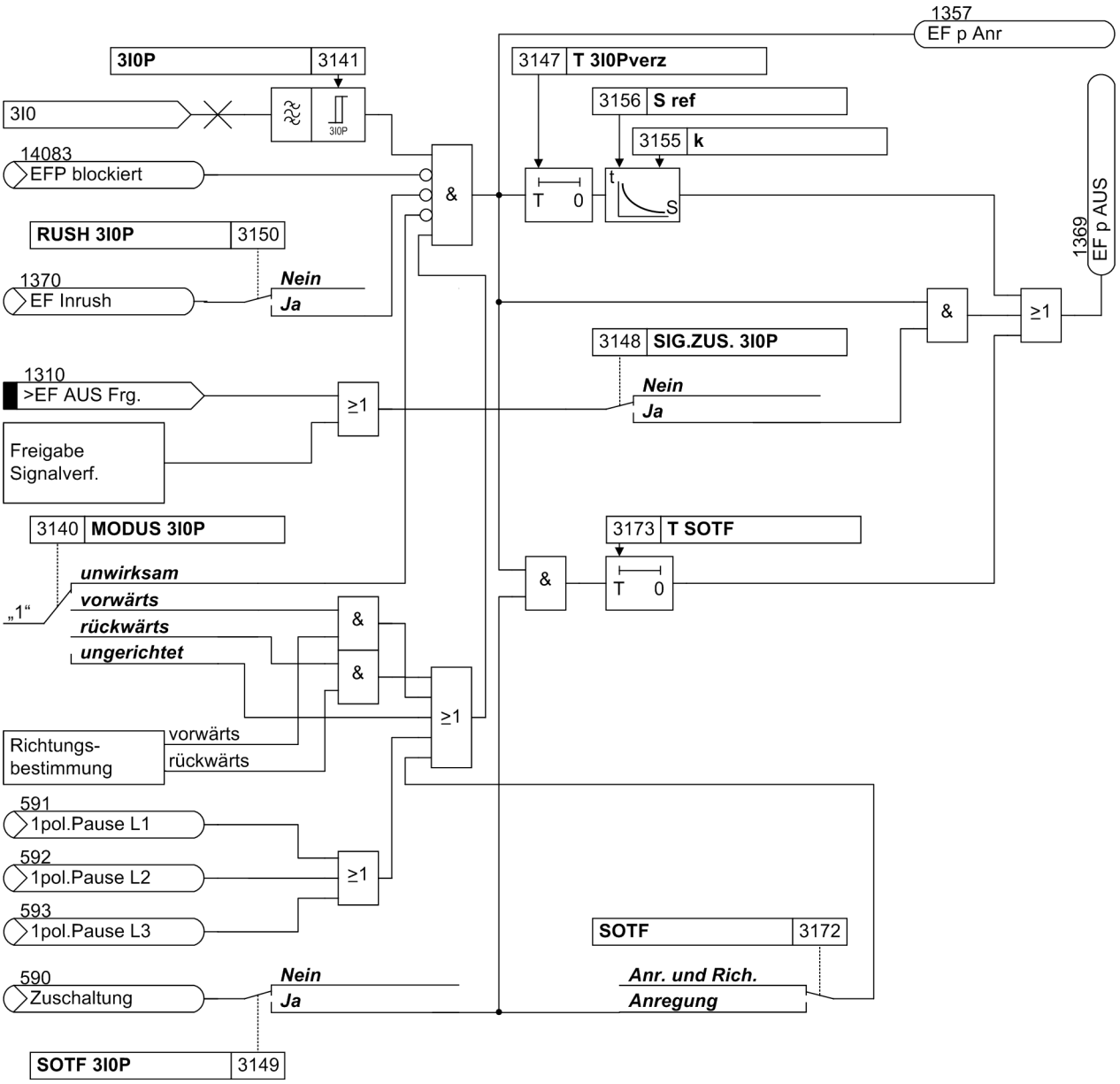


Bild 2-109 Nullleistungsschutz

Bild 2-109 zeigt das Logikdiagramm. Die Auslösezeit richtet sich nach der Höhe der kompensierten Nullleistung S_r wie oben definiert. In vermaschten geerdeten Netzen kann man davon ausgehen, dass sowohl die Nullspannung als auch der Nullstrom zur Erdkurzschlussstelle hin zunehmen; die inverse Kennlinie bewirkt, dass hier die kürzeste Kommandozeit auftritt und die übrigen Relais zurückfallen.

Phasenstromstabilisierung

Unsymmetrische Lastbedingungen in mehrseitig geerdeten Netzen oder unterschiedliche Stromwandlerfehler können einen Nullstrom vortäuschen. Dieser könnte bei kleinen Ansprechwerten von Erdstromstufen zur Fehlanregung führen. Um dies zu vermeiden, werden die Erdstromstufen mit den Phasenströmen stabilisiert: Mit steigenden Phasenströmen werden die Ansprechwerte erhöht (Bild 2-110). Der Stabilisierungsfaktor (= Steigung) ist mittels Parameter **3I0 IPH STAB** (Adresse 3104) veränderbar. Er gilt für alle Stufen.

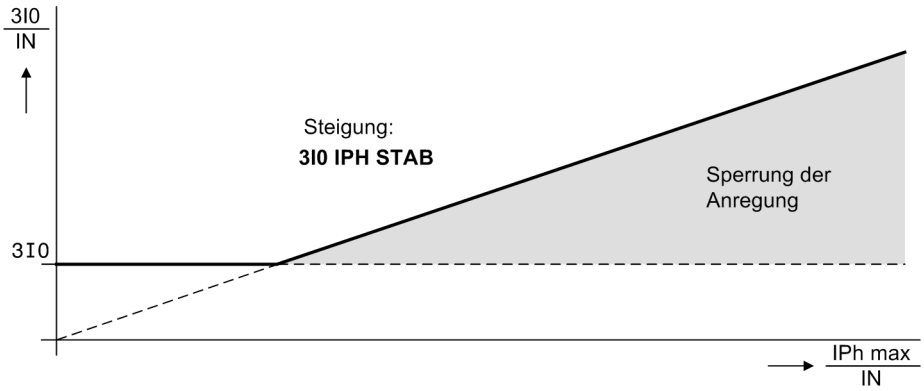


Bild 2-110 Phasenstromstabilisierung

Einschaltstabilisierung

Wenn das Gerät an einem Transformatorabzweig eingesetzt wird, ist beim Zuschalten des Transformators auch im Nullstrom mit hohem Einschaltstrom (Rush-Strom) zu rechnen, wenn der Transformatorsternpunkt geerdet ist. Der Einschaltstrom kann ein Vielfaches des Nennstromes betragen und zwischen einigen zehn Millisekunden und einigen Minuten lang fließen.

Obwohl durch die Filterung des Messstromes nur die Grundschwingung bewertet wird, könnte es bei sehr kurz eingestellten Verzögerungszeiten zur Fehlfunktion beim Einschalten von Transformatoren kommen, da auch im Rush-Strom beim Einschalten von Transformatoren je nach Größe und Bauart ein erheblicher Anteil an Grundschwingung vorhanden sein kann.

Die Einschaltstabilisierung blockiert die Auslösung derjenigen Stufen, für die sie wirksamgeschaltet ist, solange Rush-Strom erkannt wird.

Der Einschaltstrom ist durch einen relativ hohen Gehalt der zweiten Harmonischen (doppelte Nennfrequenz) gekennzeichnet, die im Kurzschlussstrom nahezu völlig fehlt. Für die Frequenzanalyse werden digitale Filter benutzt, die eine Fourieranalyse des Stromes durchführen. Sobald der Oberschwingungsanteil größer als der Einstellwert (**2. HARMON.BLOCK**) ist, wird eine Blockierung der betroffenen Stufe vorgenommen.

Die Inrushblockierung ist erst ab einem Mindeststrom wirksam. Dieser beträgt 22 mA sekundär bei Geräten mit empfindlichem Erdstromwandler und 0,41 I_N bei Geräten mit normalem Erdstromwandler.

Richtungsbestimmung mit Nullsystem (Nullspannung und/oder Trafo-Sternpunktstrom)

Die Richtungsbestimmung erfolgt aus dem Messstrom $\underline{I}_E$ (= $-3\cdot\underline{I}_0$), der mit einer Bezugsspannung $\underline{U}_P$ verglichen wird.

Die für die Richtungsbestimmung benötigte Spannung $\underline{U}_P$ kann aus dem Sternpunktstrom $\underline{I}_Y$ eines geerdeten Transformators (Speisetrafo) gebildet werden, vorausgesetzt, dieser ist verfügbar.

Weiterhin ist es möglich, sowohl mit der Nullspannung $3\cdot\underline{U}_0$, als auch mit dem Sternpunktstrom $\underline{I}_Y$ eines Transformators zu messen. Die Bezugsgröße $\underline{U}_P$ ist dann die Summe aus der Nullspannung $3\cdot\underline{U}_0$ und einer dem Sternpunktstrom $\underline{I}_Y$ proportionalen Größe, die bei Nennstrom 20 V entspricht (Bild 2-111).

Die Richtungsbestimmung mit Bezug auf den Transformatorsternpunktstrom ist unabhängig von Spannungswandlern und arbeitet auch zuverlässig bei einem Fehler im Spannungswandler-Sekundärkreis. Sie setzt aber voraus, dass Erdkurzschlussströme zumindest überwiegend über den Transformator gespeist werden, dessen Sternpunktstrom gemessen wird.

Die Richtungsbestimmung erfordert einen Mindeststrom $3\underline{I}_0$ und eine Mindestverlagerungsspannung, die als **3U0>** einstellbar ist. Bei zu kleiner Verlagerungsspannung ist eine Richtungsbestimmung nur möglich, wenn mit dem Transformatorsternpunktstrom gemessen werden kann und dieser einen Mindestwert entsprechend der Einstellung **IY>** hat. Die Richtungsbestimmung mit $3\underline{U}_0$ wird unterbunden, wenn das Gerät einen Fehler im Spannungswandler-Sekundärkreis erkennt (Binäreingabe Spannungswandler Schutzschalter gefallen, „Fuse Failure Monitor“, Messspannungsausfallüberwachung) oder eine 1-polige spannungslose Pause erkannt wurde.

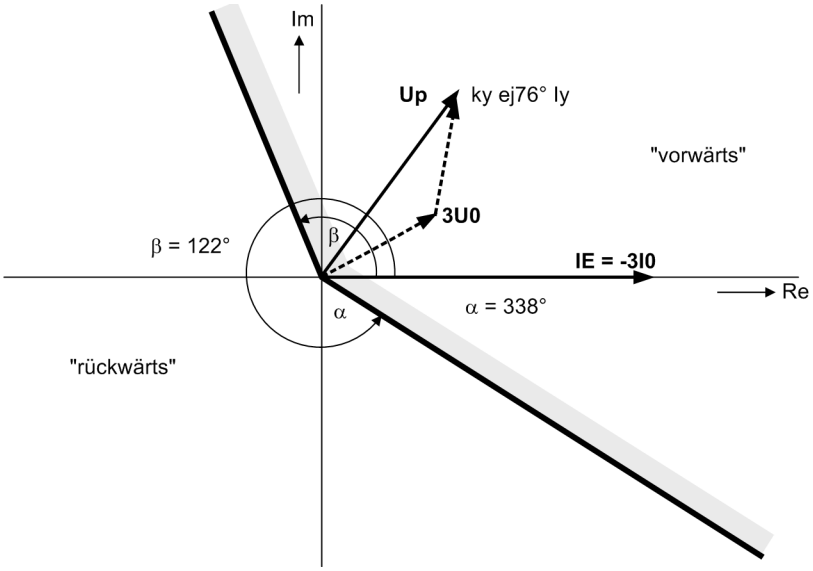


Bild 2-111 Richtungskennlinie des Erdfehlerschutzes

Richtungsbestimmung mit Gegensystem

Die Richtungsbestimmung mit Gegensystemgrößen ist dann vorteilhaft, wenn bei Erdfehlern Nullspannungen auftreten, die für die Auswertung der Nullsystemgrößen zu klein sind oder wenn die Nullsystemgrößen z.B. bei Parallelleitungen durch mutuelle Kopplung verfälscht werden. Sie kann auch dann verwendet werden, wenn die Nullspannung nicht am Gerät zur Verfügung steht.

Ansonsten arbeitet diese Funktion wie die Richtungsbestimmung mit Nullstrom und Nullspannung. Es werden lediglich statt $3\underline{I}_0$ und $3\underline{U}_0$ die Gegensystemgrößen $3\underline{I}_2$ und $3\underline{U}_2$ zur Messung verwendet. Auch diese Messgrößen müssen einen Mindestbetrag **3I2>** bzw. **3U2>** aufweisen.

Es ist auch möglich, die Richtung mit Nullsystem oder Gegensystem zu bestimmen. In diesem Fall stellt das Gerät selber fest, ob die Nullsystemgröße oder die Gegenspannung größer ist. Mit der größeren der beiden Größen wird die Richtung bestimmt. Die Richtungsbestimmung wird in der 1-poligen spannungslosen Pause nicht durchgeführt.

Richtungsbestimmung mit kompensierter Nullsystemleistung

Für die Richtungsbestimmung kann auch die Nullleistung verwendet werden. Dann ist das Vorzeichen der kompensierten Nullleistung maßgebend. Dies ist die oben unter „Nullleistung“ bereits erwähnte Komponente der Nullleistung S_r in Richtung eines einstellbaren Kompensationswinkels φ_{Komp}, also

$$S_r = 3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_{Komp}).$$

Die Richtungsbestimmung ergibt

- vorwärts, wenn S_r positiv und S_r > ***S VORWÄRTS***,
- rückwärts, wenn S_r negativ und $|S_r|$ > ***S VORWÄRTS***.

Die Richtungsbestimmung erfordert einen Mindeststrom $3I_0$ und eine Mindestverlagerungsspannung, die als **3U0>** einstellbar ist. Voraussetzung ist weiterhin, dass die kompensierte Nullleistung einen einstellbaren Mindestbetrag aufweist. Die Richtungsbestimmung wird auch unterbunden, wenn das Gerät einen Fehler im Spannungswandler-Sekundärkreis (Binäreingabe Spannungswandler Schutzschalter gefallen, „Fuse Failure Monitor“, Messspannungsausfallüberwachung) oder eine 1-polige spannungslose Pause erkennt. Bild 2-112 zeigt ein Beispiel für die Richtungskennlinie.

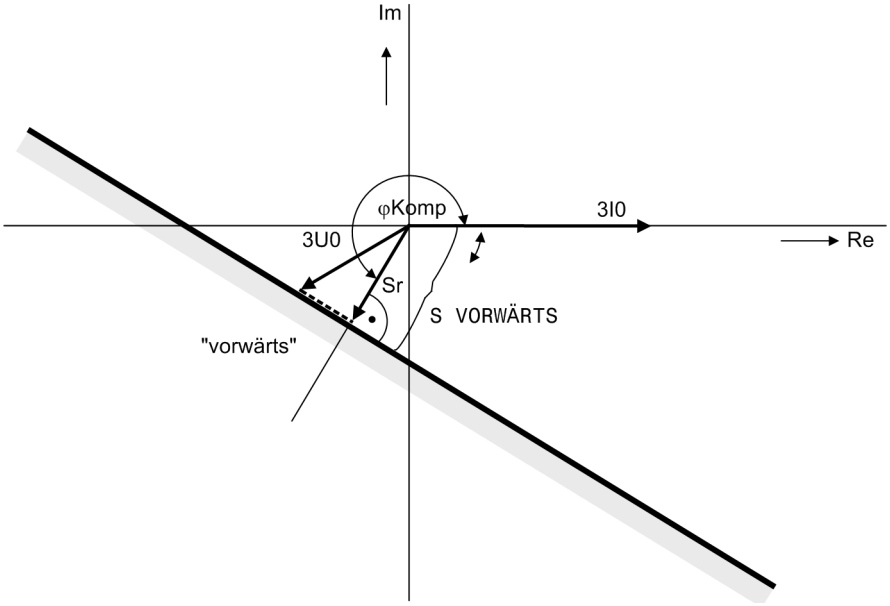


Bild 2-112 Richtungskennlinie mit Nullleistung, Beispiel S_r = Einstellwert **S VORWÄRTS**

Selektion der erdkurzschlussbehafteten Phase

Da der Erdkurzschlussschutz mit den Größen des Nullsystems bzw. des Gegensystems arbeitet, ist eine unmittelbare Bestimmung der kurzschlussbehafteten Phase nicht möglich. Um dennoch bei hochohmigen Erdfehlern 1-polige Kurzunterbrechungen durchführen zu können, verfügt der Erdkurzschlussschutz über einen Phasenselektor. Dieser erkennt anhand der Verteilung der Ströme und Spannungen, ob es sich um einen 1-phasigen oder mehrphasigen Fehler handelt und wenn es sich um einen 1-phasigen Fehler handelt, welche Phase betroffen ist. Während einer 1-poligen Kurzunterbrechung wird der Phasenselektor blockiert.

Sobald feststeht, dass ein mehrphasiger Fehler vorliegt, wird ein 3-poliges Auslösekommando erzeugt. 3-polige Auslösung erfolgt ebenfalls, wenn 1-polige Auslösung nicht zulässig ist (durch Parametrierung oder durch 3-polige Kopplung von anderen internen Zusatzfunktionen oder von externen Geräten über Binäreingabe, z.B. Wiedereinschaltgerät).

Der Phasenselektor wertet die Leiter-Erde-Spannungen, die Leiterströme und die symmetrischen Komponenten der Ströme aus. Lässt ein erheblicher Spannungszusammenbruch oder erheblicher Überstrom zweifelsfrei einen 1-phasigen Kurzschluss erkennen, erfolgt die Auslösung in der entsprechenden Phase. Entsprechend wird 3-polig ausgelöst, wenn die Ströme und/oder Spannungen zweifelsfrei auf einen mehrphasigen Fehler hindeuten.

Wird die Fehlerart durch die beschriebenen Verfahren nicht zweifelsfrei erkannt, werden schließlich aus den Leiterströmen das Gegensystem und das Nullsystem herausgefiltert. Aus der Phasenlage zwischen Gegenstrom und Nullstrom wird die Fehlerart ermittelt, d.h. ob ein 1-phasiger oder mehrphasiger Kurzschluss vorliegt. Hierzu werden auch die Phasenströme bewertet, ggf. um den Laststrom bereinigt. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass die fehlerfreien Phasen beim 1-phasigen Kurzschluss nur entweder keine oder nur etwa gleichphasige Fehlerströme führen können.

Der Phasenselektor hat eine Wirkzeit von ca. 40 ms. Hat der Phasenselektor in dieser Zeit keine Entscheidung treffen können, wird 3-polig ausgelöst. Unabhängig davon erfolgt 3-polige Auslösung, sobald feststeht, dass ein mehrpoliger Fehler vorliegt, wie oben beschrieben. Aus diesem Grund können bei den Signalübertragungsverfahren die phasenselektiven Sendesignale um bis zu 40 ms gegenüber dem nicht phasenselektiven Sendesignal 1384 „EF Senden“ verzögert sein (siehe Abschnitt 2.9).

Bild 2-113 zeigt das Logikdiagramm. Die vom Phasenselektor ermittelte Phase kann leiterselektiv weiterverarbeitet werden; z.B. werden für eine phasenselektive Signalübertragung die internen Informationen „EF Anr L1“ usw. verwendet.

Externe Meldung der phasenselektiven Anregung erfolgt über die Informationen „EF L1 selek.“ usw. Diese erscheinen nur, wenn die Phase eindeutig erkannt wurde. Für die 1-polige Auslösung müssen natürlich die allgemeinen Voraussetzungen gegeben sein (Gerät für 1-polige Auslösung geeignet, 1-polige Auslösung erlaubt).

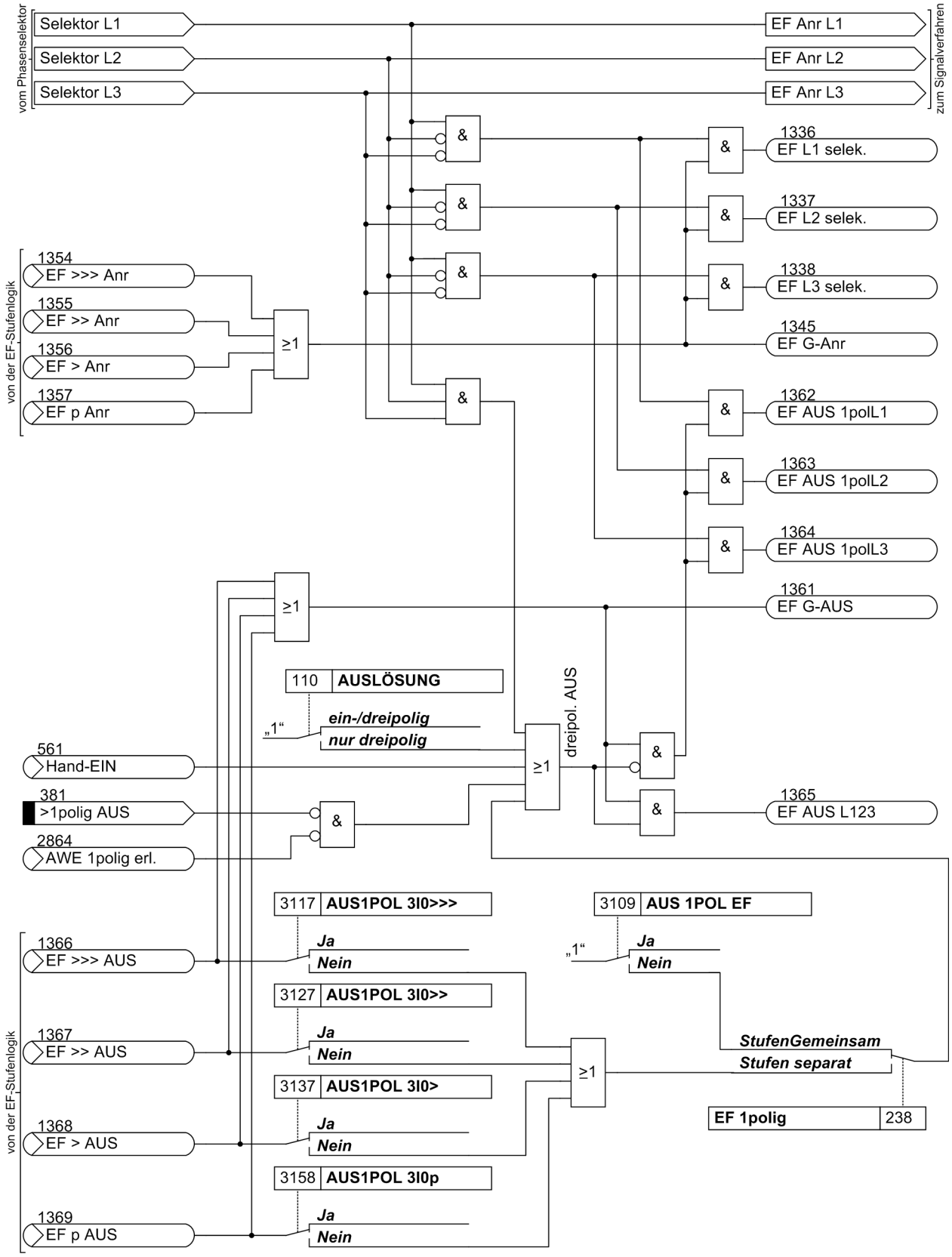


Bild 2-113 Logikdiagramm der einpoligen Auslösung mit Phasenselektor

Blockierung

Der Erdfehlerschutz kann vom Differentialschutz blockiert werden, um der selektiven Fehlerklärung durch den Differentialschutz Vorrang zu geben vor einer Auslösung durch den Erdfehlerschutz. Eine Anregung des Differentialschutzes bewirkt nur eine Blockierung der Auslöselogik des Erdfehlerschutzes. Bereits gestartete Verzögerungszeiten werden zurückgesetzt. Die Anregemeldungen des Erdfehlerschutzes werden weiterhin abgesetzt, die Zusammenarbeit mit den Signalübertragungsverfahren / Echo erfolgt. Die Blockierung des Erdfehlerschutzes durch Differentialschutz-Anregung wird 40 Abtastzyklen (Länge der Erdfehlerschutz-Filter) nach gehender Blockierung aufrechterhalten. Damit wird ein Fehlansprechen des Erdfehlerschutzes bei extrem schnell rückfallender Blockierung vermieden.

Die Auslösung des Erdkurzschlussschutzes kann vom Distanzschutz blockiert werden. Wenn dann ein Fehler durch den Distanzschutz erkannt wird, erfolgt keine Auslösung des Erdkurzschlussschutzes. Dies gibt der selektiven Fehlerklärung durch den Distanzschutz Vorrang vor der Auslösung durch den Erdkurzschlussschutz. Die Blockierung kann durch Einstellung auf 1-phasige oder mehrphasige Fehler sowie auf Fehler in Distanzzone Z1 oder Z1/Z1B beschränkt werden. Diese Blockierung wirkt nur auf Zeitablauf und Auslösung durch den Erdkurzschlussschutz und wird nach Wegfall der Blockierursache noch etwa 40 ms aufrecht erhalten, um Signalwettläufe zu verhindern. Sie wird als Störfallmeldung „`EF AUS block`“ (Nr 1335) ausgegeben.

Der Erdkurzschlussschutz kann auch während eines 1-poligen Kurzunterbrechungszyklus blockiert werden. Damit wird eine Fehlmessung durch die nun auftretenden Nullsystemgrößen in Strom und Spannung verhindert. Diese Blockierung wirkt wahlweise auf die komplette Schutzfunktion oder auf einzelne Stufen und wird nach Wiedereinschaltung noch etwa 40 ms aufrecht erhalten, um Signalwettläufe zu verhindern. Bei Blockierung der kompletten Funktion wird die Meldung „`EF blockiert`“ (Nr 1332) ausgegeben. Die Blockierung einzelner Stufen wird durch die Meldungen 14080 bis 14083 signalisiert.

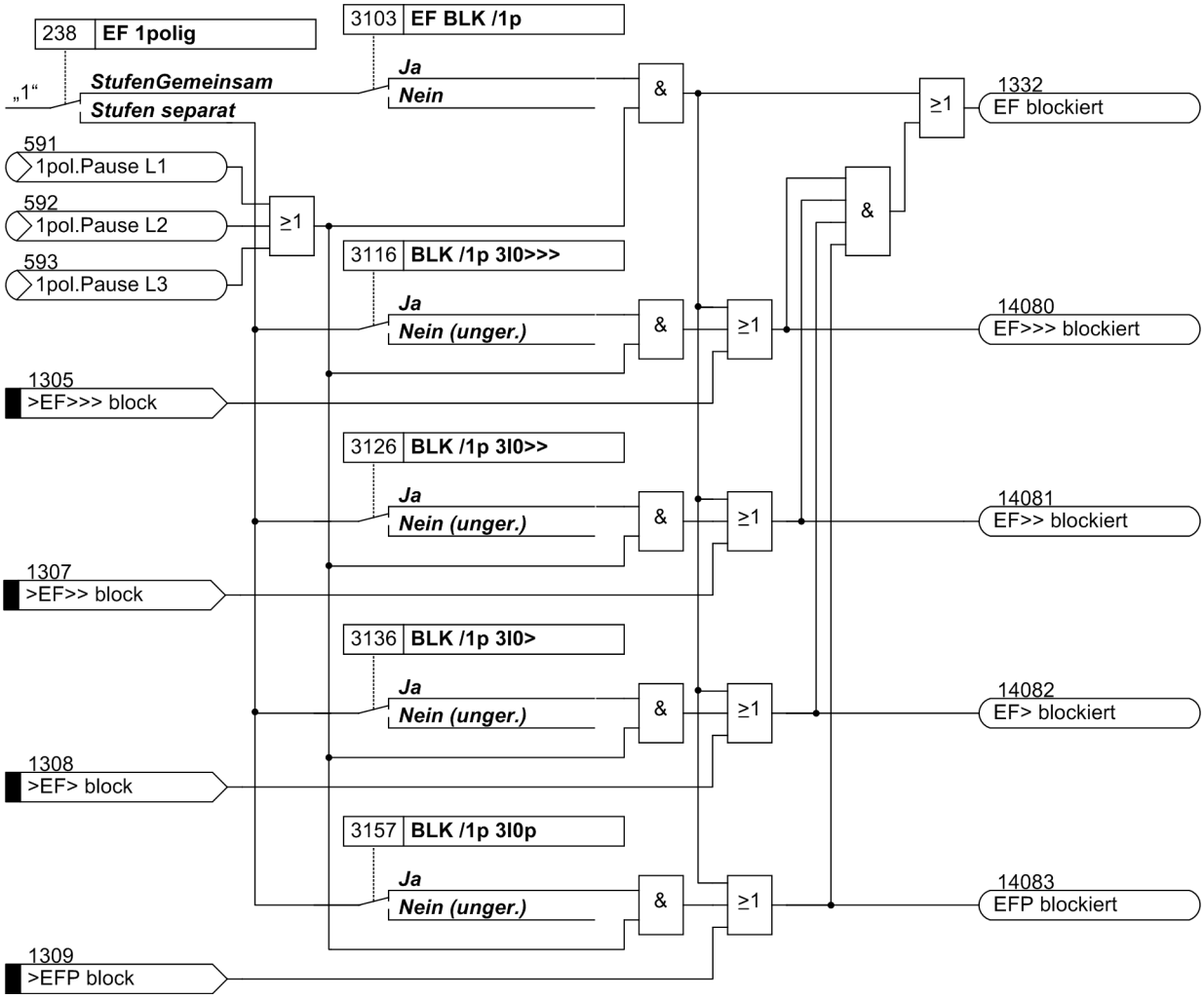


Bild 2-114 Logikdiagramm der Blockierung während einer 1–poligen Kurzunterbrechung

Arbeitet das Gerät mit einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammen oder kann eine 1-polige Auslösung durch einen anderen (parallel arbeitenden) Schutz erfolgen, muss der Erdkurzschlussschutz während einer 1-poligen Abschaltung über Binäreingang blockiert werden.

Zuschalten auf einen Erdkurzschluss

Um bei Zuschaltung des Leistungsschalters eine schnelle Abschaltung bei einem Erdfehler zu erreichen, kann die Zuschalterkennung benutzt werden. Der Erdkurzschlussschutz kann dann unverzögert 3-polig wieder auslösen. Dabei kann durch Parameter bestimmt werden, für welche Stufe(n) die Schnellauslösung nach Zuschaltung gilt (siehe auch Logikdiagramme Bild 2-105 bis Bild 2-109).

Die Schnellauslösung bei Zuschalterkennung wird blockiert, solange die Einschaltstabilisierung einen Rush-Strom erkennt. Damit wird vermieden, dass beim Zuschalten eines Transformators eine normalerweise hinreichend verzögerte Stufe schnell auslöst, die nicht von der Einschaltstabilisierung blockiert wird.

2.8.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Bei der Projektierung der Gerätefunktionen (Abschnitt 2.1.1, Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS**) wurde festgelegt, welche Gruppe von Kennlinien zur Verfügung stehen sollen. Je nach Festlegung dort und je nach Bestellvariante sind im folgenden nur die Parameter zugänglich, die für die verfügbaren Kennlinien gelten.

Mittels Parameter 3101 **ERDFEHLER** kann der Erdkurzschlussschutz ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Dies bezieht sich auf alle Stufen des Erdkurzschlussschutzes.

Wollen Sie dagegen einzelne der 4 Stufen ausschalten, stellen Sie ihren **MODUS ...** auf ***unwirksam*** (siehe unten).

Blockierung

Der Erdkurzschlussschutz kann vom Distanzschutz blockiert werden, um der selektiven Fehlerklärung durch den Distanzschutz Vorrang zu geben vor einer Auslösung durch den Erdkurzschlussschutz. Adresse 3102 **EF BLOCK** bestimmt, ob die Blockierung bei jeder Anregung des Distanzschutzes (***Dist.Anregung***) oder nur bei 1-phasiger Anregung des Distanzschutzes (***1pol.Dist.Anr***) oder nur bei mehrphasiger Anregung des Distanzschutzes (***mpol.Dist.Anr***) stattfinden soll. Ist die Blockierung unerwünscht, stellen Sie ***Nein*** ein.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Erdfehlerschutz-Auslösung nur bei Distanzschutz-Anregungen auf dem zu schützenden Leitungsabschnitt zu blockieren. Wenn Sie den Erdkurzschlussschutz bei Fehlern innerhalb Z1 blockieren möchten, stellen Sie Adresse 3174 **EF BLK Dis.Zone** auf ***in Zone Z1*** ein. Wenn Sie den Erdkurzschlussschutz bei Fehlern innerhalb Z1 oder Z1B blockieren möchten, stellen Sie Adresse 3174 **EF BLK Dis.Zone** auf ***in Zone Z1***/***Z1B*** ein. Soll dagegen die Blockierung des Erdfehlerschutzes durch den Distanzschutz unabhängig vom Fehlerort wirken, stellen Sie Adresse 3174 **EF BLK Dis.Zone** auf ***in jeder Zone*** ein.

Adresse 3102 bezieht sich also auf die Fehlerart und Adresse 3174 auf den Fehlerort. Die beiden Blockiermöglichkeiten bilden eine UND-Bedingung. Wenn Sie z.B. den Erdkurzschlussschutz nur bei 1-phasigen Fehlern in Zone Z1 blockieren möchten, stellen Sie 3102 **EF BLOCK** = ***1pol.Dist.Anr*** und 3174 **EF BLK Dis.Zone** = ***in Zone Z1*** ein. Dagegen bedeutet 3102 **EF BLOCK** = ***Dist.Anregung*** und 3174 **EF BLK Dis.Zone** = ***in Zone Z1***, dass die Blockierung bei jeder Fehlerart (jeder Distanzschutz-Anregung) innerhalb der Zone Z1 stattfindet.

Der Erdkurzschlussschutz muss bei 1-poliger Kurzunterbrechung während der spannungslosen Pause blockiert werden, damit er nicht mit den nun auftretenden Null- und ggf. Gegensystemgrößen arbeitet.

Bei der Einstellung der Netzdaten (Abschnitt 2.1.2.1) wurde festgelegt, ob in der 1-poligen spannungslosen Pause alle Stufen des Erdkurzschlussschutzes gemeinsam oder separat blockiert werden sollen.

Bei der Einstellung 238 **EF 1polig** auf ***StufenGemeinsam*** wird der Parameter 3103 **EF BLK /1p** sichtbar, die Parameter für die stufenselektive Blockierung sind ausgeblendet.

Parameter 3103 **EF BLK /1p** muss auf ***Ja*** (Voreinstellung für Geräte mit 1-poliger Auslösung) eingestellt werden, wenn eine 1-polige Kurzunterbrechung durchgeführt werden soll. Ansonsten stellen Sie ***Nein*** ein.

Bei Einstellung des Parameters 3103 **EF BLK /1p** auf ***Ja*** wird der Erdkurzschlussschutz komplett blockiert, wenn der Open Pole Detektor eine 1-polige Pause erkennt. Werden im zu schützenden Netz keine 1-poligen Auslösungen durchgeführt, sollte der Parameter auf ***Nein*** eingestellt werden.

Unabhängig von der Einstellung des Parameters Adresse 3103 **EF BLK /1p** wird der Erdfehlerschutz in der 1-poligen Pause immer blockiert, wenn er selbst ein Auskommando abgesetzt hat. Dies ist notwendig, da die Anregung des Erdfehlerschutzes bei durch Laststrom verursachtem Erdstrom sonst nicht zurückfallen kann.

Bei der Einstellung ***Stufen separat*** werden die Parameter zur stufenselektiven Blockierung sichtbar (3116 **BLK /1p 3IO>>>**, 3126 **BLK /1p 3IO>>**, 3136 **BLK /1p 3IO>** und 3157 **BLK /1p 3IOp**), der Parameter 3103 **EF BLK /1p** wird ausgeblendet.

Mit den Parametern 3116, 3126, 3136 und 3157 kann festgelegt werden, welche der Stufen in der 1-poligen spannungslosen Pause blockiert werden soll. Wenn die entsprechende Stufe blockiert werden soll, bleibt die Einstellung ***Ja***, anderenfalls stellen Sie ***Nein (unger.)*** ein.

Hinweis

Stufen des Erdkurzschlussschutzes, die in der 1-poligen Pause nicht blockiert werden sollen, werden auch bei eigenem 1-poligen Auskommando des Erdkurzschlussschutzes nicht blockiert. Anregung und Auskommando des Erdkurzschlussschutzes können also nur dann zurückfallen, wenn der durch Laststrom verursachte Erdstrom unterhalb des Schwellenwertes einer solchen Stufe liegt.

Der Erdfehlerschutz kann auch vom Differentialschutz blockiert werden. Mit dem Parameter 3175 **EF BLK Dif.Anr** kann diese Blockierung aktiviert (Einstellwert ***Ja***) oder deaktiviert (Einstellwert ***Nein***) werden. Für die Zeit der Blockierung der Erdfehlerschutz-Auslösung wird die Meldung 1335 „EF AUS block“ kommend gemeldet.

Auslösung

Bei der Einstellung der Netzdaten (Abschnitt 2.1.2.1) wurde festgelegt, ob die Möglichkeit der 1-poligen Auslösung für alle Stufen des Erdkurzschlussschutzes gemeinsam oder separat eingestellt werden soll.

Bei der Einstellung 238 **EF 1polig** auf ***StufenGemeinsam*** wird der Parameter 3109 **AUS 1POL EF** sichtbar, die Parameter für die stufenselektive Einstellung sind ausgeblendet.

Adresse 3109 **AUS 1POL EF** bestimmt, ob der Erdkurzschlussschutz 1-polig auslösen soll, sofern die fehlerhafte Phase eindeutig bestimmt werden kann. Diese Adresse gilt nur für Geräte mit der Möglichkeit 1-poliger Auslösung. Wenn Sie mit 1-poliger Kurzunterbrechung arbeiten, bleibt die Einstellung ***Ja*** (Voreinstellung). Anderenfalls stellen Sie ***Nein*** ein.

Bei der Einstellung ***Stufen separat*** werden die Parameter für die stufenselektive Einstellung sichtbar (3117 **AUS1POL 3IO>>>**, 3127 **AUS1POL 3IO>>**, 3137 **AUS1POL 3IO>** und 3158 **AUS1POL 3IOp**), der Parameter 3109 **AUS 1POL EF** wird ausgeblendet.

Mit den Parametern 3117, 3127, 3137 und 3158 kann festgelegt werden, welche der Stufen 1-polig auslösen soll, sofern die fehlerhafte Phase eindeutig bestimmt werden kann. Soll die entsprechende Stufe 1-polig auslösen, bleibt die Einstellung ***Ja***, anderenfalls stellen Sie ***Nein (unger.)*** ein.

Unabhängige Stromstufen

Für jede Stufe stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3110 **MODUS 3IO>>>**, Adresse 3120 **MODUS 3IO>>** und Adresse 3130 **MODUS 3IO>**. Sie können jede Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie eine Stufe nicht, stellen Sie ihren Modus auf ***unwirksam***.

Mit den unabhängigen Stufen **3IO>>>** (Adresse 3111), **3IO>>** (Adresse 3121) und **3IO>** (Adresse 3131) kann ein bis zu dreistufiger Überstromzeitschutz realisiert werden. Sie können auch mit der stromabhängigen Stufe **3IOP** (Adresse 3141, siehe unten) kombiniert werden. Die Ansprechwerte sind in der Regel so zu wählen, dass die empfindlichste Stufe beim kleinsten zu erwartetenden Erdkurzschlussstrom anregt.

Als Schnellstufen eignen sich besonders die $3I_0$>>- und $3I_0$>>>-Stufen, da diese mit einem verkürzten Filter mit geringerer Eigenzeit arbeiten. Andererseits sind die Stufen $3I_0$> und $3I_{0P}$ wegen ihrer wirksamen Oberschwingungsunterdrückung besonders für hochempfindliche Erdfehlererfassung geeignet.

Wird keine stromabhängige Kennlinie benötigt, dafür aber eine vierte stromunabhängige Stufe, kann die „stromabhängige“ Stufe als stromunabhängige verwendet werden. Dies ist bereits bei der Konfiguration der Schutzfunktionen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2.1.1.3, Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***nur UMZ***). Für diese Stufe gilt dann Adresse 3141 **3IOP** als Stromansprechwert und Adresse 3147 **T 3IOPverz** als unabhängige Verzögerung.

Die einzustellenden Zeitverzögerungen **T 3IO>>>** (Adresse 3112), **T 3IO>>** (Adresse 3122) und **T 3IO>** (Adresse 3132) ergeben sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan für Erdfehler.

Bei der Wahl der Strom- und Zeiteinstellung ist auch zu beachten, ob eine Stufe richtungsabhängig arbeiten soll und ob Signalübertragung verwendet wird. Siehe auch unten unter Randtitel „Richtungsbestimmung“ und „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Die eingestellten Zeiten sind reine Zusatzverzögerungen, die die Eigenzeit (Messzeit) nicht einschließen.

Abhängige Stromstufe mit IEC-Kennlinie

Wurde die vierte Stufe als stromabhängige Stufe mit IEC-Kennlinie konfiguriert (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***AMZ IEC***), stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3140 **MODUS 3IOP**. Sie können die Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie die Stufe nicht, stellen Sie ihren Modus auf ***unwirksam***.

Bei der stromabhängigen Stufe $3I_{0P}$ können, abhängig von der Bestellvariante und der Konfiguration (Abschnitt 2.1.1.3, Adresse 131), verschiedene Kennlinien gewählt werden. Bei den IEC-Kennlinien (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***AMZ IEC***) stehen unter Adresse 3151 **KENNLINIE** zur Verfügung:

Invers (inverse, Typ A nach IEC 60255–3),

Stark invers (very inverse, Typ B nach IEC 60255–3),

Extrem invers (extremely inverse, Typ C nach IEC 60255–3), und

AMZ Langzeit (longtime, Typ B nach IEC 60255–3).

Die Kennlinien und die ihnen zugrunde gelegten Formeln finden Sie in den Technischen Daten.

Für die Einstellung des Ansprechwertes **3IOP** (Adresse 3141) gelten ähnliche Überlegungen wie bei den unabhängigen Stufen (siehe oben). Hier ist zu beachten, dass zwischen Anregewert und Einstellwert bereits eine Sicherheitsmarge eingearbeitet ist. Anregung erfolgt hier erst etwa 10 % über dem Einstellwert.

Der Zeitmultiplikator **T 3IOP** (Adresse 3143) ergibt sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan für Erdfehler.

Zusätzlich zu der stromabhängigen Verzögerung kann nach Bedarf eine Verzögerung konstanter Länge eingestellt werden. Die Einstellung **T 3IOPverz** (Adresse 3147) addiert sich zu der Zeit der eingestellten Kennlinie.

Bei der Wahl der Strom- und Zeiteinstellung ist auch zu beachten, ob eine Stufe richtungsabhängig arbeiten soll und ob Signalübertragung verwendet wird. Siehe auch unten unter Randtitel „Richtungsbestimmung“ und „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Abhängige Stromstufe mit ANSI-Kennlinie

Wurde die vierte Stufe als stromabhängige Stufe mit ANSI-Kennlinie konfiguriert (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***AMZ ANSI***), stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3140 **MODUS 3IOP**. Sie können die Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie die Stufe nicht, stellen Sie ihren Modus auf ***unwirksam***.

Bei der stromabhängigen Stufe $3I_{0P}$ können, abhängig von der Bestellvariante und der Konfiguration (Abschnitt 2.1.1, Adresse 131), verschiedene Kennlinien gewählt werden. Bei den ANSI-Kennlinien (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***AMZ ANSI***) stehen unter Adresse 3152 **KENNLINIE** zur Verfügung:

Inverse,

Short inverse,

Long inverse,

Moderately inv.,

Very inverse,

Extremely inv.,

Definite inv..

Die Kennlinien und die ihnen zugrunde gelegten Formeln finden Sie in den Technischen Daten.

Für die Einstellung des Ansprechwertes **3IOP** (Adresse 3141) gelten ähnliche Überlegungen wie bei den unabhängigen Stufen (siehe oben). Hier ist zu beachten, dass zwischen Anregewert und Einstellwert bereits eine Sicherheitsmarge eingearbeitet ist. Anregung erfolgt hier erst etwa 10 % über dem Einstellwert.

Der Zeitmultiplikator **D 3IOP** (Adresse 3144) ergibt sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan für Erdfehler.

Zusätzlich zu der stromabhängigen Verzögerung kann nach Bedarf eine Verzögerung konstanter Länge eingestellt werden. Die Einstellung **T 3IOPverz** (Adresse 3147) addiert sich zu der Zeit der eingestellten Kennlinie.

Bei der Wahl der Strom- und Zeiteinstellung ist auch zu beachten, ob eine Stufe richtungsabhängig arbeiten soll und ob Signalübertragung verwendet wird. Siehe auch unten unter Randtitel „Richtungsbestimmung“ und „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Abhängige Stromstufe mit logarithmisch inverser Kennlinie

Wenn Sie die logarithmisch inverse Stufe konfiguriert haben (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***log. invers***), stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3140 **MODUS 3IOP**. Sie können die Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie die Stufe nicht, stellen Sie ihren Modus auf ***unwirksam***.

Bei der logarithmisch-inversen Kennlinie (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***UMZ***/***log. invers***) lautet Adresse 3153 **KENNLINIE** = ***log. invers***.

Die Kennlinie und die ihr zugrunde liegende Formel finden Sie in den Technischen Daten.

Bild 2-115 zeigt qualitativ die Wirkung der wichtigsten Parameter auf die Kennlinie. **3IOP** (Adresse 3141) ist der Bezugswert für alle Stromwerte, wobei **3IOP-FAKTOR** (Adresse 3154) den Beginn der Kennlinie, d.h. den unteren Arbeitsbereich auf der Stromachse (bezogen auf **3IOP**) bildet. Der Zeitwert **T 3IOPmax** (Adresse 3146) bestimmt den Anfangswert der Kennlinie (für $3I_0$ = **3IOP**). Der Zeitfaktor **T 3IOP** (Adresse 3145) verändert die Steilheit der Kennlinie. Bei hohen Strömen gibt **T 3IOPmin** (Adresse 3142) die untere Zeitgrenze an. Grundsätzlich gilt jedoch, dass sich die Zeit ab 35 · **3IOP** nicht mehr verringert.

Schließlich kann unter Adresse 3147 **T 3IOPverz** wie bei den anderen Kennlinien eine Verzögerung konstanter Länge eingestellt werden.

Bei der Wahl der Strom- und Zeiteinstellung ist auch zu beachten, ob eine Stufe richtungsabhängig arbeiten soll und ob Signalübertragung verwendet wird. Siehe auch unten unter Randtitel „Richtungsbestimmung“ und „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

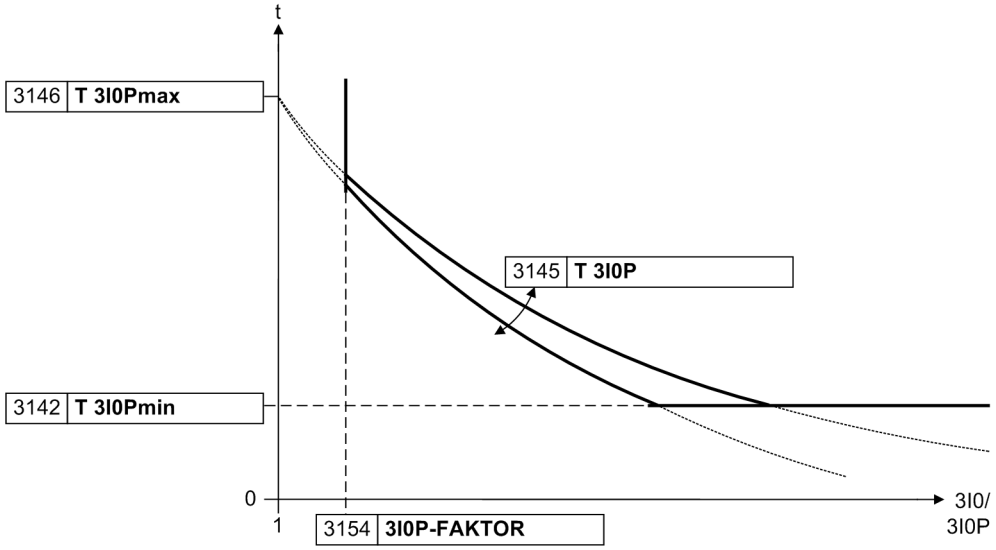


Bild 2-115 Kennlinienparameter der logarithmisch inversen Kennlinie

Abhängige Nullspannungsstufe mit inverser Kennlinie

Wenn Sie die nullspannungsabhängige Stufe konfiguriert haben (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***U0 invers***) stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3140 **MODUS 3IOP**. Sie können die Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie die Stufe nicht, stellen Sie ihren Modus auf ***unwirksam***.

Adresse 3141 **3IOP** gibt den Mindeststrom an, oberhalb dessen diese Stufe arbeiten soll. Er soll vom minimalen Erdkurzschlussstrom überschritten werden.

Die spannungsabhängige Kennlinie basiert auf der Formel

$$t = \frac{2\ s}{0{,}25\ U_0/V - U_{0\,min}/V}$$

Dabei ist U_0 die tatsächlich auftretende Nullspannung und $U_{0\,min}$ der Einstellwert **UOinv. minimal** (Adresse 3183). Beachten Sie, dass die Formel auf der Nullspannung U_0 basiert, nicht auf $3U_0$. Die Funktion ist in den Technischen Daten abgebildet.

Bild 2-116 zeigt qualitativ die wichtigsten Parameter. **UOinv. minimal** verschiebt die spannungsabhängige Kennlinie in $3U_0$-Richtung. Der eingestellte Wert ist die Asymptote für diese Kennlinie ($t \rightarrow \infty$). In Bild 2-116 ist **a'** eine solche Asymptote, die zur Kennlinie **a** gehört.

Die Mindestspannung **3U0>(U0 inv)** (Adresse 3182) ist die untere Spannungsgrenze. Sie entspricht der Linie **c** in Bild 2-116. Bei Kennlinie **b** (Asymptote nicht gezeichnet) erfolgt ein Abschneiden der Kurve durch die Mindestspannung **3U0>(U0 inv)** (Linie **c**).

Für richtungsabhängige Auslösung können Sie unter Adresse 3184 eine Zusatzzeit **T ger. (UOinv)** einstellen, die sich zu der spannungsabhängigen Kennlinie addiert.

Mit der ungerichteten Zeit **T unger.(UOinv)** (Adresse 3185) lässt sich eine ungerichtete Reservestufe realisieren.

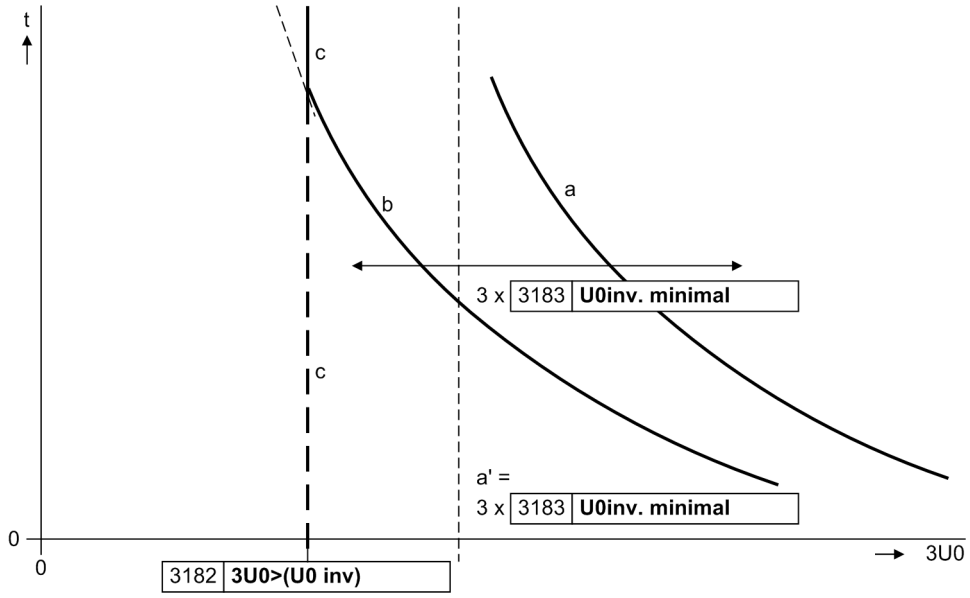


Bild 2-116 Kennlinienparameter der abhängigen Nullspannungsstufe — ohne Zusatzzeiten

Nullleistungsstufe

Falls Sie die 4. Stufe als Nullleistungsstufe konfiguriert haben (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***Sr invers***), stellen Sie zunächst den Modus ein: Adresse 3140 **MODUS 3IOP**. Sie können die Stufe gerichtet ***vorwärts*** (normalerweise Richtung Leitung), ***rückwärts*** (normalerweise Richtung Sammelschiene) oder ***ungerichtet*** (in beide Richtungen) einstellen. Benötigen Sie die Stufe nicht, stellen sie ihren Modus auf ***unwirksam***. Der Nullleistungsschutz soll immer in Leitungsrichtung wirken.

Adresse 3141 **3IOP** gibt den Mindeststrom an, oberhalb dessen diese Stufe arbeiten soll. Er soll vom minimalen Erdkurzschlussstrom überschritten werden.

Die Nullleistung S_r wird berechnet nach der Gleichung:

$$S_r = 3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_{Komp})$$

Der Winkel φ_{Komp} wird als Winkel der maximalen Empfindlichkeit unter Adresse 3168 **PHI KOMP** eingestellt. Er bezieht sich auf die Nullspannung in Bezug auf den Nullstrom. Die Voreinstellung 255° entspricht also einem Nullimpedanzwinkel von 75° (255° – 180°). Siehe auch Randtitel „Nullleistungsschutz“.

Die Auslösezeit ist von der Nullleistung abhängig nach der Gleichung:

$$t = k \cdot \frac{S_{ref}}{S_r}$$

Dabei ist S_r die kompensierte Leistung nach obiger Formel. S_{ref} ist der Einstellwert **S ref** (Adresse 3156), der den Ansprechwert der Stufe bei $\varphi = \varphi_{Komp}$ angibt. Mit dem Faktor **k** (Adresse 3155) kann die Nullleistung-Zeit-Kennlinie demnach in Zeitrichtung, mit dem Referenzwert **S ref** in Leistungsrichtung verschoben werden.

Mit der Zeiteinstellung **T 3IOPverz** (Adresse 3147) lässt sich eine zusätzliche leistungsunabhängige Verzögerung einstellen.

Richtungsbestimmung

Die Richtung jeder Stufe, die Sie verwenden wollen, haben Sie bereits bei den Stufeneinstellungen festgelegt.

Welche Stufe(n) in welche Richtung wirken soll(en), richtet sich nach dem Anwendungszweck. Will man z.B. einen gerichteten Erdstromzeitschutz mit ungerichteter Reservestufe realisieren, kann man die $3I_0$>>-Stufe gerichtet mit einer kurzen oder ohne Verzögerung einstellen und die $3I_0$>-Stufe mit gleichem Ansprechwert und längerer Verzögerung als ungerichtete Reservestufe. Die $3I_0$>>>-Stufe könnte als zusätzliche höher eingestellte Schnellstufe eingesetzt werden.

Wird eine Stufe mit Signalübertragung gemäß Abschnitt 2.9 verwendet, kann sie beim Freigabeverfahren auch unverzögert wirken, beim Blockierverfahren genügt eine kurze Verzögerung in Höhe der Signalübertragungszeit plus einer Reserve von ca. 20 ms.

Die Messgröße für die Richtungsbestimmung ist bei den Überstromstufen normalerweise der Erdstrom $\underline{I}_E = -3\underline{I}_0$, dessen Winkel zu einer Bezugsgröße verglichen wird. Die gewünschte(n) Bezugsgröße(n) stellen Sie unter **Ri-BEST** (Adresse 3160) ein:

Die Voreinstellung ***U0 + Iy oder U2*** ist universell. Das Gerät wählt dann selbsttätig aus, ob die Bezugsgröße aus der Nullspannung plus dem Transformatorsternpunktstrom zusammengesetzt oder die Gegenspannung verwendet wird, je nachdem, welche der Größen überwiegt. Auch wenn ein Transformatorsternpunktstrom I_Y gar nicht am Gerät angeschlossen ist, können Sie diese Einstellung verwenden, da ein nicht angeschlossener Strom keine Auswirkung hat.

Die Einstellung ***U0 + Iy*** ist ebenfalls mit oder ohne angeschlossenem Transformatorsternpunktstrom verwendbar.

Soll die Richtung ausschließlich mit $\underline{I}_Y$ als Bezugsgröße vorgenommen werden, stellen Sie ***nur mit Iy*** ein. Dies kann sinnvoll sein, wenn zu jeder Zeit zuverlässig ein Transformatorsternpunktstrom $\underline{I}_Y$ am Geräteeingang I_4 zur Verfügung steht. Die Richtungsbestimmung ist dann unbeeinflusst von Störungen im Sekundärkreis der Spannungswandler. Dabei ist vorausgesetzt, dass das Gerät mit einem normalempfindlichen Stromeingang I_4 ausgerüstet ist und der Strom aus der Sternpunktzuführung des Transformators an I_4 angeschlossen ist.

Soll die Richtung ausschließlich mit den Größen des Gegensystems $3\underline{I}_2$ und $3\underline{U}_2$ bestimmt werden, stellen Sie ***mit U2 und I2*** ein. Dann werden ausschließlich die vom Gerät berechneten Gegensystemgrößen zur Richtungsbestimmung verwendet. In diesem Fall benötigt das Gerät keine Nullsystemgrößen zur Richtungsbestimmung.

Wenn Sie den Nullleistungsschutz verwenden (Adresse 131 **EF KURZSCHLUSS** = ***Sr invers***), ist es sinnvoll, auch die Richtungsbestimmung über die Nullleistung vorzunehmen. Stellen Sie in diesem Fall für **Ri-BEST** also die Option ***Nullleistung*** ein.

Schließlich sind noch die Schwellwerte für die Bezugsgrößen einzustellen. **3U0>** (Adresse 3164) bestimmt die minimale Arbeitsspannung für die Richtungsbestimmung mit U_0. Wird U_0 nicht zur Richtungsbestimmung verwendet, ist der Einstellwert ohne Belang. Der eingestellte Grenzwert soll durch betriebliche Unsymmetrien in den Spannungen nicht überschritten werden. Der Einstellwert bezieht sich auf die 3-fache Nullspannung, also

$$3 \cdot U_0 = |\underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3}|$$

Wird die spannungsabhängige Kennlinie (U0 invers) gerichtet verwendet, ist für die minimale Arbeitsspannung der Richtungsbestimmung nur ein Wert sinnvoll, der gleich oder unterhalb der Mindestspannung für die spannungsabhängige Kennlinie (Adresse 3182) liegt.

Nur wenn Sie bei den **Anlagendaten 1** (siehe Abschnitt 2.1.2.1) den Anschluss des vierten Stromwandlers **I4-WANDLER** (Adresse 220) = ***Sternpunkt*** eingestellt haben, erscheint Adresse 3165 **IY>**. Dies ist die untere Schwelle für den Bezugsstrom vom Sternpunkt eines Speisetransformators. Der Wert kann relativ empfindlich eingestellt werden, da die Erfassung des Sternpunktstromes von Natur aus recht genau ist.

Soll die Richtung mit den Größen des Gegensystems bestimmt werden, sind die Einstellwerte **3U2>** (Adresse 3166) und **3I2>** (Adresse 3167) für die untere Grenze der Richtungsbestimmung maßgebend. Auch hier sind die Einstellwerte so zu wählen, dass betriebliche Unsymmetrien im Netz nicht zum Ansprechen führen.

Falls Sie den Nullleistungsschutz verwenden und die Fehlerrichtung aus der Nullleistung bestimmt wird, gibt Adresse 3169 **S VORWÄRTS** den Wert der kompensierten Nullleistung an, oberhalb dessen die Richtung vorwärts erkannt wird. Dieser Wert soll unterhalb der Referenzleistung **S ref** (Adresse 3156, siehe oben unter „Nullleistungsstufe“) liegen, damit auch bei kleineren Nullleistungen die Richtungsbestimmung gewährleistet ist.

Die Lage der Richtungskennlinie kann verändert werden, abhängig von der gewählten Methode der Richtungsbestimmung (Adresse 3160 **Ri-BEST**, siehe oben). Bei allen Methoden, die auf der Winkelmessung zwischen Mess- und Bezugsgröße basieren (also alle außer **Ri-BEST** = ***Nullleistung***), können Sie den Winkelbereich der Richtungsbestimmung mit den Einstellwinkeln **ALPHA** und **BETA** (Adressen 3162 und 3163) verändern. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Da diese Größen unkritisch sind, kann die Voreinstellung beibehalten werden. Wenn Sie die Werte ändern möchten, ziehen Sie zur Winkeldefinition Randtitel „Richtungsbestimmung mit Nullsystem“ zurate.

Bei der Richtungsbestimmung **Ri-BEST** mit ***Nullleistung*** wird die Richtungskennlinie mittels des Kompensationswinkels **PHI KOMP** (Adresse 3168) bestimmt, der die Symmetrieachse der Richtungskennlinie angibt. Für die Richtungsbestimmung ist auch dieser Wert unkritisch. Zur Winkeldefinition ziehen Sie Randtitel „Richtungsbestimmung mit Nullleistung“ zurate. Dieser Winkel bestimmt gleichzeitig die maximale Empfindlichkeit der Nullleistungsstufe und wirkt sich damit indirekt auch auf die Auslösezeit aus, wie oben beschrieben (Randtitel „Nullleistungsstufe“).

Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz

Der Erdkurzschlussschutz in 7SD5 kann mittels der integrierten Signalübertragungslogik zum Richtungsvergleichsschutz erweitert werden. Näheres über die möglichen Übertragungsverfahren und deren Funktion ist in Abschnitt 2.9 beschrieben. Wenn hiervon Gebrauch gemacht werden soll, sind bereits bei der Einstellung der Erdstromstufe gewisse Voraussetzungen zu beachten.

Zunächst ist zu bestimmen, welche Stufe mit Signalübertragung zusammenarbeiten soll. Diese Stufe muss gerichtet in Leitungsrichtung eingestellt werden. Soll z.B. die $3I_0$>-Stufe mit Richtungsvergleich arbeiten, wird Adresse 3130 **MODUS 3IO>** = ***vorwärts*** eingestellt (siehe oben unter „Unabhängige Stromstufen“).

Es muss dem Gerät ferner mitgeteilt werden, dass die betreffende Stufe mit Signalübertragung arbeitet, damit die Auslösung bei innerem Fehler unverzögert freigeben wird. Für die $3I_0$>-Stufe bedeutet dies, dass Adresse 3133 **SIG.ZUS. 3IO>** auf ***Ja*** gestellt wird. Die für diese Stufe eingestellte Verzögerung **T 3IO>** (Adresse 3132) arbeitet dann als Reservestufe, z.B. bei Ausfall der Signalübertragung. Für die übrigen Stufen wird der entsprechende Parameter auf ***Nein*** gestellt, in diesem Beispiel also: Adresse 3123 **SIG.ZUS. 3IO>>** für die $3I_0$>>-Stufe, Adresse 3113 **SIG.ZUS. 3IO>>>** für die $3I_0$>>>-Stufe, Adresse 3148 **SIG.ZUS. 3IOP** für die $3I_{0P}$-Stufe (wenn verwendet).

Wird bei den Übertragungsverfahren von der Echofunktion Gebrauch gemacht oder soll die Auslösung bei schwacher Einspeisung verwendet werden, muss zur Vermeidung unselektiver Auslösung bei durchfließendem Erdkurzschlussstrom die zusätzliche Signalübertragungsstufe **3IO> SIG.ZUS.** (Adresse 3105) eingestellt werden. Weitere Hinweise siehe Abschnitt 2.9 unter Randtitel „Voraussetzungen beim Erdkurzschlussschutz“.

Zuschalten auf einen Erdkurzschluss

Welche Stufe beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler unverzögert wieder auslöst, kann durch Einstellungen bestimmt werden. Die Stufen verfügen über die Parameter **SOTF 3IO>>>** (Adresse 3114), **SOTF 3IO>>** (Adresse 3124), **SOTF 3IO>** (Adresse 3134) und ggf. **SOTF 3IOP** (Adresse 3149), die für die entsprechende Stufe auf ***Ja*** oder ***Nein*** gesetzt werden können. Man braucht meist nicht die empfindlichste Stufe zu wählen, da man beim Zuschalten auf einen Fehler mit einem satten Kurzschluss rechnen kann, während die empfindlichste Stufe häufig auch hochohmige Fehler erfassen soll. Es muss vermieden werden, dass die gewählte Stufe beim Einschalten transient anspricht.

Andererseits ist es unbedenklich, wenn eine gewählte Stufe durch Einschaltrush zum Ansprechen kommen kann. Die Schnellabschaltung beim Zuschalten wird durch die Einschaltstabilisierung gesperrt, auch wenn die betrachtete Stufe für unverzögerte Auslösung bei Zuschaltung fungiert.

Um ein Fehlansprechen infolge transienter Überströme zu vermeiden, kann eine Verzögerung **T SOTF** (Adresse 3173) eingestellt werden. Meistens kann die Voreinstellung **0** beibehalten werden. Bei langen Kabeln, bei denen mit hohen Einschaltstromstößen zu rechnen ist, kann aber eine kurze Verzögerung sinnvoll sein. Sie richtet sich danach, wie ausgeprägt und wie lange der transiente Vorgang ist und welche Stufen für die Schnellauslösung verwendet werden.

Mit dem Parameter **SOTF** (Adresse 3172) kann man schließlich noch bestimmen, ob bei Zuschalten auf einen Erdkurzschluss mit Richtungsabfrage (***Anr. und Rich.***) oder ohne (***Anregung***) ausgelöst werden soll. Dabei bezieht sich die Richtungsabfrage auf die jeweils für die Stufe parametrierte Richtung.

Phasenstromstabilisierung

Um bei unsymmetrischen Lastbedingungen oder unterschiedlichen Stromwandlerfehlern in geerdeten Netzen ein Fehlansprechen der Stufen zu vermeiden, werden die Erdstromstufen mit den Phasenströmen stabilisiert: Mit steigenden Phasenströmen werden die Ansprechwerte erhöht. Mittels Adresse 3104 **3IO IPH STAB** kann der voreingestellte Wert 10 % für alle Stufen gemeinsam verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Einschaltstabilisierung

Die Einschaltstabilisierung ist nur notwendig bei Einsatz des Gerätes an Transformatorabzweigen oder Leitungen, die auf einen Transformator enden; hier auch nur für solche Stufen, deren Ansprechwert unterhalb des Einschaltstromes liegt und deren Verzögerung null oder sehr kurz ist. Die Parameter **RUSH 3IO>>>** (Adresse 3115), **RUSH 3IO>>** (Adresse 3125), **RUSH 3IO>** (Adresse 3135) und **RUSH 3IOP** (Adresse 3150) können für jede Stufe auf ***Ja*** (Einschaltstabilisierung wirksam) oder ***Nein*** (Einschaltstabilisierung unwirksam) gestellt werden. Ist die Einschaltstabilisierung für alle Stufen unwirksam, sind die folgenden Parameter ohne Belang.

Für die Erkennung des Einschaltstromes kann unter Adresse 3170 **2. HARMON.BLOCK** der Anteil an zweiter Harmonischer im Strom, bezogen auf die Grundschwingung, angegeben werden, oberhalb dessen die Einschaltsperre wirksam wird. Der voreingestellte Wert (15 %) dürfte in den meisten Fällen ausreichen. Niedrigere Werte bedeuten höhere Empfindlichkeit der Einschaltsperre (niedrigerer Anteil an zweiter Harmonischer führt zur Blockierung).

Beim Einsatz an Transformatorabzweigen oder Leitungen, die auf einen Transformator enden, kann man davon ausgehen, dass bei sehr hohen Strömen ein Kurzschluss vor dem Transformator vorliegt. Bei solch hohen Strömen wird die Einschaltstabilisierung zurückgenommen. Dieser Wert, der unter Adresse 3171 **I RUSH MAX** eingestellt wird, soll höher sein als der maximal zu erwartende Einschaltstrom (Effektivwert).

2.8.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3101	ERDFEHLER		Ein Aus	Ein	Erdfehlerschutz
3102	EF BLOCK		Dist.Anregung 1pol.Dist.Anr mpol.Dist.Anr Nein	Dist.Anregung	Blockierung bei
3103	EF BLK /1p		Ja Nein	Ja	Blockierung in einpoliger Pause
3104A	3I0 IPH STAB		0 .. 30 %	10 %	Stabilisierung mit Leiterströmen
3105	3I0> SIG.ZUS.	1A	0.01 .. 1.00 A	0.50 A	3I0min für Signalzusatz
		5A	0.05 .. 5.00 A	2.50 A	
3105	3I0> SIG.ZUS.	1A	0.003 .. 1.000 A	0.500 A	3I0min für Signalzusatz
		5A	0.015 .. 5.000 A	2.500 A	
3109	AUS 1POL EF		Ja Nein	Ja	EF-Schutz Auslösung 1-polig erlaubt
3110	MODUS 3I0>>>		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3111	3I0>>>	1A	0.05 .. 25.00 A	4.00 A	Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A	20.00 A	
3112	T 3I0>>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Zeitverzögerung
3113	SIG.ZUS. 3I0>>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3114	SOTF 3I0>>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3115	RUSH 3I0>>>		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3116	BLK /1p 3I0>>>		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0>>> in einpoliger Pause
3117	AUS1POL 3I0>>>		Ja Nein	Ja	3I0>>> Auslösung 1polig erlaubt
3120	MODUS 3I0>>		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3121	3I0>>	1A	0.05 .. 25.00 A	2.00 A	Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A	10.00 A	
3122	T 3I0>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Zeitverzögerung

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3123	SIG.ZUS. 3I0>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3124	SOTF 3I0>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3125	RUSH 3I0>>		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3126	BLK /1p 3I0>>		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0>> in einpoliger Pause
3127	AUS1POL 3I0>>		Ja Nein	Ja	3I0>> Auslösung 1polig erlaubt
3130	MODUS 3I0>		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3131	3I0>	1A	0.05 .. 25.00 A	1.00 A	Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A	5.00 A	
3131	3I0>	1A	0.003 .. 25.000 A	1.000 A	Ansprechwert
		5A	0.015 .. 125.000 A	5.000 A	
3132	T 3I0>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Zeitverzögerung
3133	SIG.ZUS. 3I0>		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3134	SOTF 3I0>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3135	RUSH 3I0>		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3136	BLK /1p 3I0>		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0> in einpoliger Pause
3137	AUS1POL 3I0>		Ja Nein	Ja	3I0> Auslösung 1polig erlaubt
3140	MODUS 3I0P		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3141	3I0P	1A	0.05 .. 25.00 A	1.00 A	Ansprechwert 3I0
		5A	0.25 .. 125.00 A	5.00 A	
3141	3I0P	1A	0.003 .. 25.000 A	1.000 A	Ansprechwert 3I0
		5A	0.015 .. 125.000 A	5.000 A	
3142	T 3I0Pmin		0.00 .. 30.00 s	1.20 s	AMZ-Mindestzeit T 3I0Pmin
3143	T 3I0P		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	AMZ-Zeit für IEC-Kennlinien T 3I0P
3144	D 3I0P		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	AMZ-Zeit für ANSI-Kennlinien D 3I0P
3145	T 3I0P		0.05 .. 15.00 s; ∞	1.35 s	AMZ-Zeit für Log.Invers-Kennlinien T3I0P

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3146	T 3I0Pmax		0.00 .. 30.00 s	5.80 s	AMZ-Max.zeit (log. invers) T 3I0Pmax
3147	T 3I0Pverz		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Zusatzverzögerung T 3I0Pverz
3148	SIG.ZUS. 3I0P		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3149	SOTF 3I0P		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3150	RUSH 3I0P		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3151	KENNLINIE		Invers Stark invers Extrem invers AMZ Langzeit	Invers	AMZ-Kennlinie (IEC)
3152	KENNLINIE		Inverse Short inverse Long inverse Moderately inv. Very inverse Extremely inv. Definite inv.	Inverse	AMZ-Kennlinie (ANSI)
3153	KENNLINIE		log. invers	log. invers	AMZ-Kennlinie (logarithmisch invers)
3154	3I0P-FAKTOR		1.0 .. 4.0	1.1	Faktor f. Kennl.startwert (log. invers)
3155	k		0.00 .. 3.00 s	0.50 s	k-Faktor für Sr-Kennlinie
3156	S ref	1A	1 .. 100 VA	10 VA	S ref für Sr-Kennlinie
		5A	5 .. 500 VA	50 VA	
3157	BLK /1p 3I0p		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0p in einpoliger Pause
3158	AUS1POL 3I0p		Ja Nein	Ja	3I0p Auslösung 1polig erlaubt
3160	Ri-BEST		U0 + Iy oder U2 U0 + Iy nur mit Iy mit U2 und I2 Nullleistung	U0 + Iy oder U2	Einflussgrößen der Richtungsbestimmung
3162A	ALPHA		0 .. 360 °	338 °	Unterer Grenzwinkel Richtung vorwärts
3163A	BETA		0 .. 360 °	122 °	Oberer Grenzwinkel Richtung vorwärts
3164	3U0>		0.5 .. 10.0 V	0.5 V	Minimale Nullspannung 3U0min
3165	IY>	1A	0.05 .. 1.00 A	0.05 A	Minimaler Sternpunktstrom IYmin
		5A	0.25 .. 5.00 A	0.25 A	
3166	3U2>		0.5 .. 10.0 V	0.5 V	Minimale Gegensystemspannung 3U2min

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3167	3I2>	1A	0.05 .. 1.00 A	0.05 A	Minimaler Gegensystem-strom 3I2min
		5A	0.25 .. 5.00 A	0.25 A	
3168	PHI KOMP		0 .. 360 °	255 °	Kompensationswinkel für Nullleistung
3169	S VORWÄRTS	1A	0.1 .. 10.0 VA	0.3 VA	Nullleistung für Richtung vorwärts
		5A	0.5 .. 50.0 VA	1.5 VA	
3170	2. HARMON.BLOCK		10 .. 45 %	15 %	Anteil 2. Harmonischer, der blockiert
3171	I RUSH MAX	1A	0.50 .. 25.00 A	7.50 A	Imax deaktiviert Block. durch 2. Harmon.
		5A	2.50 .. 125.00 A	37.50 A	
3172	SOTF		Anregung Anr. und Rich.	Anr. und Rich.	Auslösung bei Zuschal-tung auf Fehler mit
3173	T SOTF		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verzögerungszeit bei Zu-schaltung
3174	EF BLK Dis.Zone		in Zone Z1 in Zone Z1/Z1B in jeder Zone	in jeder Zone	EF-Blockierung bei Dis-tanzschutz-Anr.
3175	EF BLK Dif.Anr		Ja Nein	Ja	EF-Blockierung bei Diff-schutz-Anregung
3182	3U0>(U0 inv)		1.0 .. 10.0 V	5.0 V	Mindestspannung 3U0>
3183	U0inv. minimal		0.1 .. 5.0 V	0.2 V	Minimalspannung U0min für T->oo
3184	T ger. (U0inv)		0.00 .. 32.00 s	0.90 s	Verzögerungszeit gerich-tet
3185	T unger.(U0inv)		0.00 .. 32.00 s	1.20 s	Verzögerungszeit unge-richtet

2.8.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1305	>EF>>> block	EM	>EF: 3I0>>>-Stufe blockieren
1307	>EF>> block	EM	>EF: 3I0>>-Stufe blockieren
1308	>EF> block	EM	>EF: 3I0>-Stufe blockieren
1309	>EFP block	EM	>EF: 3I0p-Stufe blockieren
1310	>EF AUS Frg.	EM	>EF: unverz. Auskommandofreigabe
1331	EF aus	AM	EF Erdfehlerschutz ausgeschaltet
1332	EF blockiert	AM	EF Erdfehlerschutz blockiert
1333	EF wirksam	AM	EF Erdfehlerschutz wirksam
1335	EF AUS block	AM	EF Erdfehlerschutz Auskommando blockiert
1336	EF L1 selek.	AM	EF Phasenselektor L1 selektiert
1337	EF L2 selek.	AM	EF Phasenselektor L2 selektiert
1338	EF L3 selek.	AM	EF Phasenselektor L3 selektiert
1345	EF G-Anr	AM	EF Erdfehlerschutz Generalanregung
1354	EF >>> Anr	AM	EF Erdfehlerschutz Anr. 3I0>>>-Stufe
1355	EF >> Anr	AM	EF Erdfehlerschutz Anregung 3I0>>-Stufe
1356	EF > Anr	AM	EF Erdfehlerschutz Anregung 3I0>-Stufe
1357	EF p Anr	AM	EF Erdfehlerschutz Anregung Invers-Stufe
1358	EF Anr vorw.	AM	EF Erdfehlerschutz Anregung vorwärts
1359	EF Anr rueckw.	AM	EF Erdfehlerschutz Anregung rückwärts
1361	EF G-AUS	AM	EF Erdfehlerschutz Generalauslösung
1362	EF AUS 1polL1	AM	E/F Auslösung L1, nur 1polig
1363	EF AUS 1polL2	AM	E/F Auslösung L2, nur 1polig
1364	EF AUS 1polL3	AM	E/F Auslösung L3, nur 1polig
1365	EF AUS L123	AM	E/F Auslösung L123, 3polig
1366	EF >>> AUS	AM	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>>>-Stufe
1367	EF >> AUS	AM	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>>-Stufe
1368	EF > AUS	AM	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>-Stufe
1369	EF p AUS	AM	EF Erdfehlerschutz AUS Invers-Stufe
1370	EF Inrush	AM	EF Erdfehlerschutz Einschaltrush
14080	EF>>> blockiert	AM	EF 3I0>>>-Stufe blockiert
14081	EF>> blockiert	AM	EF 3I0>>-Stufe blockiert
14082	EF> blockiert	AM	EF 3I0>-Stufe blockiert
14083	EFP blockiert	AM	EF 3I0p-Stufe blockiert

2.9 Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise)

2.9.1 Allgemeines

Mit Hilfe der integrierten Vergleichslogik kann der gerichtete Erdkurzschlussschutz gemäß Abschnitt 2.8 zum Richtungsvergleichsschutz erweitert werden.

Übertragungsverfahren

Eine der Stufen, die gerichtet ***vorwärts*** wirken muss, wird für den Vergleich genutzt. Diese kann nur schnell auslösen, wenn ein Fehler auch am anderen Leitungsende in Vorwärtsrichtung erkannt wird. Es kann ein Freigabesignal oder ein Blockiersignal übertragen werden.

Unterschieden werden Freigabeverfahren:

- Richtungsvergleich,
- Unblockverfahren.

und Blockierverfahren:

- Blockieren der gerichteten Stufe.

Weitere Stufen können als richtungsabhängige und/oder richtungsunabhängige Reservestufen eingestellt werden.

Hinweise zum Einfluss des Phasenselektors auf die Freigabesignale finden Sie in Abschnitt 2.8 unter Randtitel „Selektion der erdkurzschlussbehafteten Phase“.

Übertragungskanäle

Für die Signalübertragung wird je Richtung mindestens ein Übertragungskanal benötigt. Dafür kommen bei den konventionellen Übertragungsmedien Lichtwellenleiterverbindungen, tonfrequenzmodulierte Hochfrequenzkanäle über Nachrichtenkabel, TFH oder Richtfunk zum Einsatz. Wenn der gleiche Übertragungskanal wie für die Übertragung beim Distanzschutz benutzt wird, soll auch das Übertragungsverfahren das gleiche sein!

Die Signalverarbeitung kann auch per digitaler Kommunikationsverbindung über eine Wirkschnittstelle realisiert werden. Z.B.: Lichtwellenleiter, Kommunikationsnetze oder dedizierte Kabel (Steuerkabel oder verdrillte Telefonadern). In diesem Fall müssen Sende- und Empfangssignale über CFC mit den Fernkommandos verknüpft werden. Für diese Übertragungsmöglichkeiten ist das Richtungsvergleichsverfahren geeignet.

7SD5 erlaubt auch die Übertragung phasenselektiver Signale. Dies hat den Vorteil, einpolige Kurzunterbrechung durchführen zu können, und zwar auch dann, wenn im Netz zwei einphasige Fehler auf verschiedenen Leitungen auftreten. Wird kein einphasiger Fehler erkannt, werden die Signale für alle drei Phasen übertragen. Beim Erdkurzschlussschutz hat die phasengetrennte Übertragung nur einen Nutzen, wenn über den Phasenselektor die erdkurzschlussbehaftete Phase identifiziert wird (Adresse 3109 **AUS 1POL EF** auf ***Ja*** eingestellt, siehe auch Abschnitt 2.8 unter „Auslösung“).

Die Übertragungsverfahren sind auch für Leitungen mit drei Enden (Dreibeinleitungen) geeignet. In diesem Fall benötigt man von jedem Ende zu jedem anderen Ende je Richtung einen Übertragungskanal.

Bei Störungen auf der Übertragungsstrecke lässt sich der Signalübertragungszusatz blockieren. Die Störung wird bei der konventionellen Übertragungstechnik über einen Binäreingang gemeldet.

Ein- und Ausschalten

Die Vergleichsfunktion kann ein- und ausgeschaltet werden, und zwar über Parameter 3201 **SIGNALZUSATZ**, über die Systemschnittstelle (sofern vorhanden) und über Binäreingaben (sofern rangiert). Die Schaltzustände werden intern gespeichert (siehe Bild 2-117) und gegen Hilfsspannungsausfall gesichert. Grundsätzlich kann nur von dort eingeschaltet werden, wo vorher ausgeschaltet wurde. Hierzu ist es notwendig, dass die Funktion von allen drei Schaltquellen eingeschaltet ist, um wirksam zu sein.

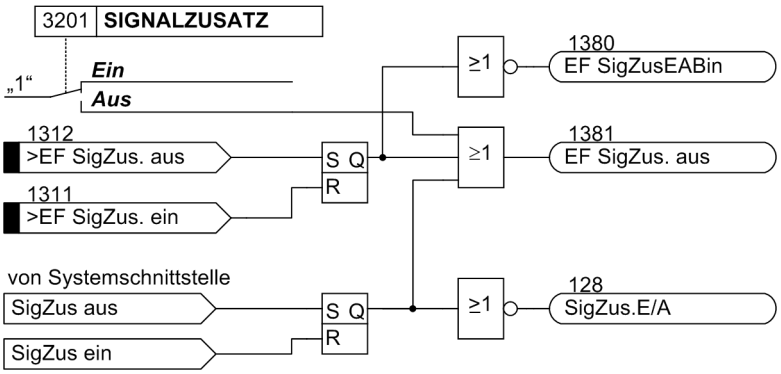


Bild 2-117 Ein- und Ausschalten der Signalübertragung

2.9.2 Richtungsvergleichsverfahren

Das folgende Verfahren eignet sich sowohl für konventionelle, als auch für digitale Übertragungsmedien.

Prinzip

Der Richtungsvergleich ist ein Freigabeverfahren. Bild 2-91 zeigt das Funktionsschema.

Erkennt der Erdkurzschlussschutz einen Fehler in Vorwärtsrichtung, so sendet er zunächst ein Freigabesignal zum Gegenende. Wenn vom Gegenende ebenfalls ein Freigabesignal empfangen wird, wird das Auslösesignal an das Kommandorelais weitergegeben. Voraussetzung für eine schnelle Abschaltung ist also, dass an beiden Leitungsenden ein Fehler in Leitungsrichtung erkannt wird.

Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (einstellbar). Die Verlängerung des Sendesignals ist nur wirksam, wenn der Schutz bereits ein Auslösesignal abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Erdkurzschluss durch einen anderen unabhängigen Schutz sehr schnell abgeschaltet wird.

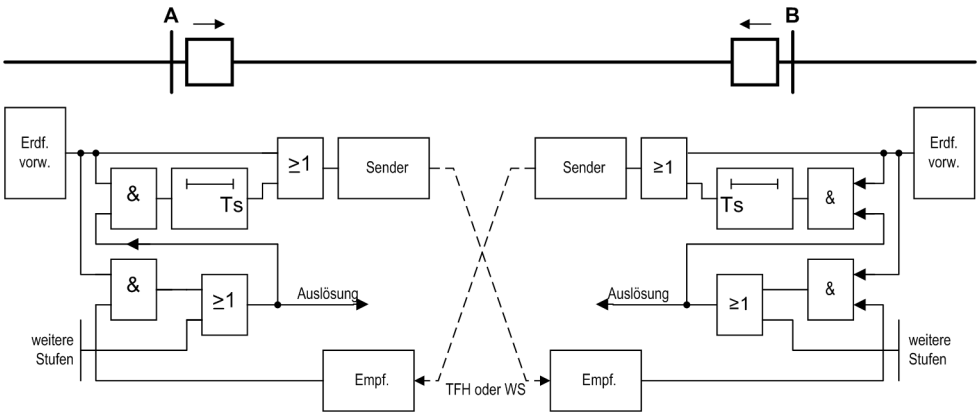


Bild 2-118 Funktionsschema des Richtungsvergleichsverfahrens

Ablauf

Bild 2-119 zeigt das Logikdiagramm des Richtungsvergleichsverfahrens für ein Leitungsende.

Der Richtungsvergleich funktioniert nur bei Fehlern in „Vorwärts“-Richtung. Deshalb muss die Überstromstufe, die mit Richtungsvergleich arbeiten soll, unbedingt auf ***vorwärts*** (***RICH. 3IO...***). eingestellt sein, siehe auch Abschnitt 2.8 unter Randtitel „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit UND verknüpft, da bei einem inneren Fehler alle drei Leitungsenden senden müssen. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 3202) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht (siehe Randtitel „Transiente Blockierung“).

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung oder Sternpunkterdung nur hinter einem Leitungsende kann vom nullstromfreien Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Um auch in diesem Fall Auslösung durch den Richtungsvergleich zu ermöglichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen. Diese „Funktion schwache Einspeisung“ (Echofunktion) ist unter dem Randtitel „Echofunktion“ erläutert. Sie wird aktiviert, wenn vom Gegenende – bei Dreibeinleitungen mindestens von einem der Gegenenden – ein Signal empfangen wird, ohne dass das Gerät einen Fehler erkannt hat.

Auch am Leitungsende ohne oder mit nur schwacher Einspeisung kann der Leistungsschalter ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 erläutert.

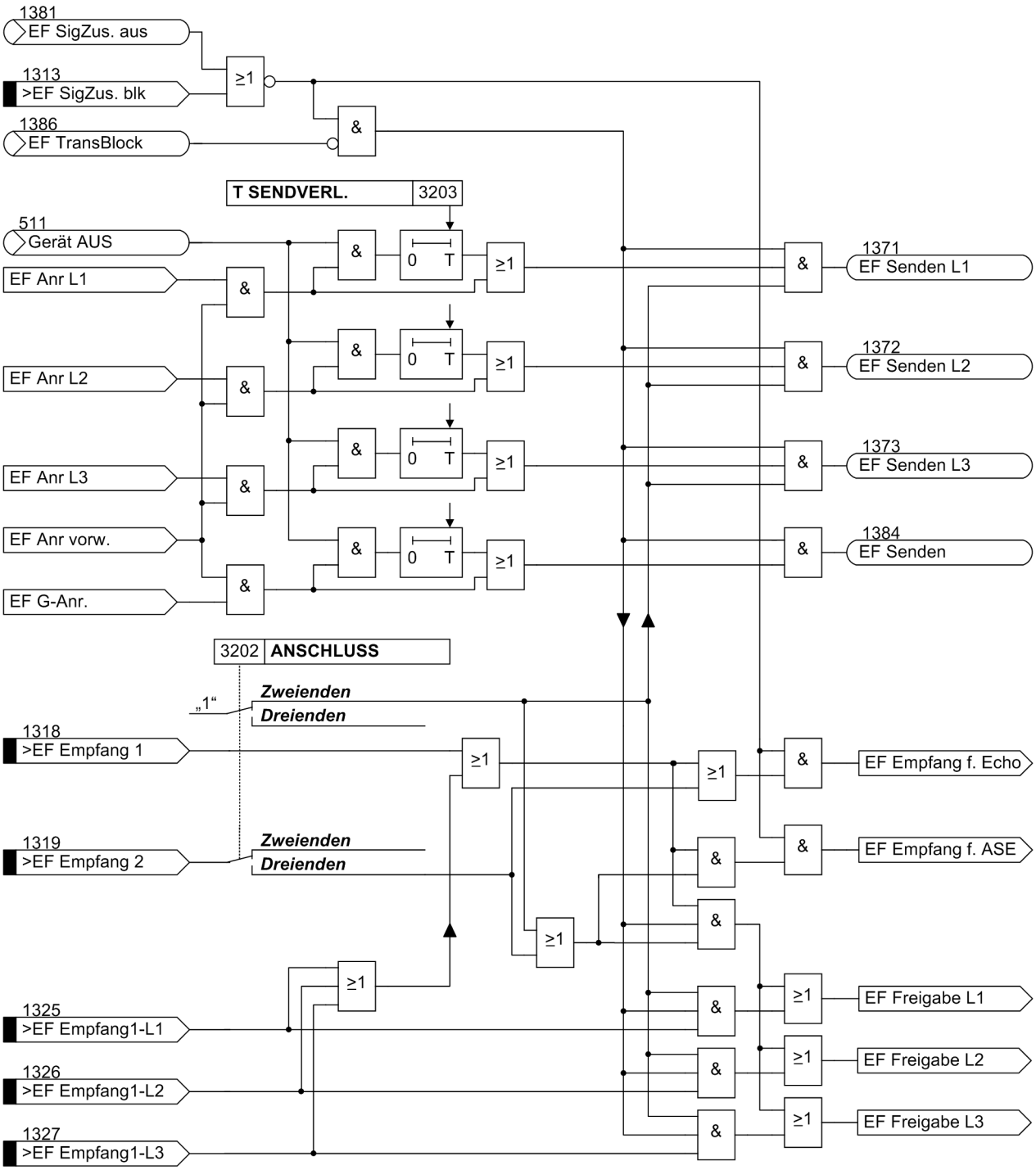


Bild 2-119 Logikdiagramm des Richtungsvergleichsverfahrens (ein Leitungsende)

2.9.3 Richtungsunblockverfahren

Das folgende Verfahren eignet sich für konventionelle Übertragungsmedien.

Prinzip

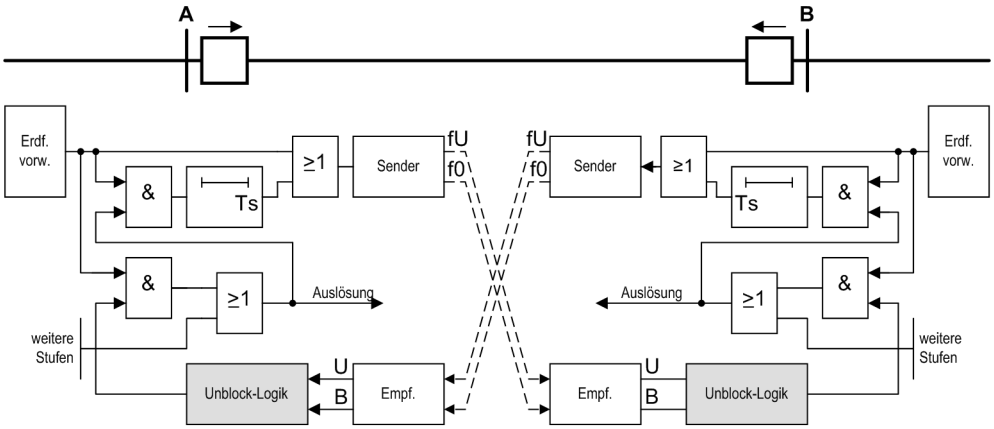
Die Unblock-Methode ist ein Freigabeverfahren. Der Unterschied zum Richtungsvergleichsverfahren besteht darin, dass eine Auslösung auch dann möglich ist, wenn kein Freigabesignal vom Gegenende ankommt. Es wird daher vor allem für lange Leitungen verwendet, wenn das Signal über die zu schützende Leitung mittels TFH übertragen werden muss und die Dämpfung des Übertragungssignals an der Fehlerstelle so groß sein kann, dass der Empfang vom anderen Leitungsende nicht unbedingt gewährleistet ist.

Bild 2-120 zeigt das Funktionsschema.

Für die Übertragung des Signals benötigt man zwei Signalfrequenzen, die vom Sendeausgang des 7SD5 umgetastet werden. Verfügt das Übertragungsgerät über eine Kanalüberwachung, so wird von der Überwachungsfrequenz f_0 auf eine Arbeitsfrequenz f_U (Unblockierfrequenz) umgetastet. Erkennt der Schutz einen Erdfehler in Vorwärtsrichtung, so veranlasst er das Senden der Arbeitsfrequenz f_U. Im Ruhezustand oder bei einem Fehler in Rückwärtsrichtung wird die Überwachungsfrequenz f_0 gesendet.

Wenn vom Gegenende ebenfalls ein Freigabesignal empfangen wird, wird das Auslösesignal an das Kommandorelais weitergegeben. Voraussetzung für eine schnelle Abschaltung ist also, dass an beiden Leitungsenden ein Erdfehler in Leitungsrichtung erkannt wird.

Das Sendesignal kann mit T_S verlängert werden (parametrierbar). Die Verlängerung des Sendesignals ist nur wirksam, wenn der Schutz bereits ein Auslösesignal abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Erdkurzschluss durch einen anderen unabhängigen Schutz sehr schnell abgeschaltet wird.



f0 - Ruhefrequenz (Überwachungsfrequenz)
fU - Unblockierfrequenz (Arbeitsfrequenz)
U - Unblocksignal
B - Blockiersignal

Bild 2-120 Funktionsschema des Unblockverfahrens

Ablauf

Bild 2-121 zeigt das Logikdiagramm des Unblockverfahrens für ein Leitungsende.

Das Richtungsunblockverfahren funktioniert nur bei Fehlern in „Vorwärts“-Richtung. Deshalb muss die Überstromstufe, die mit dem Unblockverfahren arbeiten soll, unbedingt auf ***vorwärts*** (***RICH.3IO...***) eingestellt sein, siehe auch Abschnitt 2.8 unter Randtitel „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit UND verknüpft, da bei einem inneren Fehler alle drei Leitungsenden senden müssen. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 3202) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

Der Empfangslogik, die der des Richtungsvergleichs im Wesentlichen entspricht, ist eine Unblocklogik vorgeschaltet, die in Bild 2-122 dargestellt ist. Wird das Unblockiersignal störungsfrei empfangen, so erscheint das Empfangssignal, z.B. „>EF UB ub 1“, und das Blockiersignal verschwindet, z.B. „>EF UB bl 1“. Damit wird das interne Signal „Unblock 1“ zur Empfangslogik weitergeleitet, wo es (bei Erfüllung der übrigen Bedingungen) zur Freigabe der Auslösung führt.

Wenn das zu übertragene Signal das andere Leitungsende nicht erreicht, weil der Kurzschluss auf der Leitung eine zu starke Dämpfung oder Reflexion des Signals hervorruft, tritt die Unblocklogik in Tätigkeit: Es wird weder das Unblocksignal „>EF UB ub 1“ noch das Überwachungssignal „>EF UB bl 1“ empfangen. In diesem Fall wird nach einer Sicherheitszeit von 20 ms die Freigabe „Unblock 1“ erteilt und zur Empfangslogik weitergeleitet, aber über die Zeitstufe 100/100 ms nach weiteren 100 ms wieder aufgehoben. Wenn das Störungssignal wieder verschwindet, muss wieder eines der Empfangssignale „>EF UB ub 1“ oder „>EF UB bl 1“ erscheinen; dann tritt nach weiteren 100 ms (Rückfallverzögerung der Zeitstufe 100/100 ms) wieder der Ruhezustand ein, d.h. der direkte Freigabeweg zum Signal „Unblock 1“ und damit zur Freigabe ist wieder möglich. Bei Dreibeinleitungen kann die Unblocklogik von beiden Empfangskanälen gesteuert werden.

Wird über eine Dauer von mehr als 10 s keines der Signale empfangen, wird die Meldung „EF UB Emp.St.1“ ausgegeben.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht.

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung oder Sternpunkterdung nur hinter einem Leitungsende kann vom nullstromfreien Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Um auch in diesem Fall Auslösung durch den Richtungsvergleich zu ermöglichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen. Diese „Funktion schwache Einspeisung“ ist in Abschnitt „Maßnahmen bei schwacher oder fehlender Erdstromspeisung“ erläutert. Die Funktion wird aktiviert, wenn vom Gegenende – bei Dreibeinleitungen mindestens von einem der Gegenenden – ein Signal empfangen wird, ohne dass das Gerät einen Fehler erkannt hat.

Auch am Leitungsende ohne oder mit nur schwacher Einspeisung kann der Leistungsschalter ausgelöst werden. Diese „Auslösung bei schwacher Einspeisung“ ist in Abschnitt 2.11.2 erläutert.

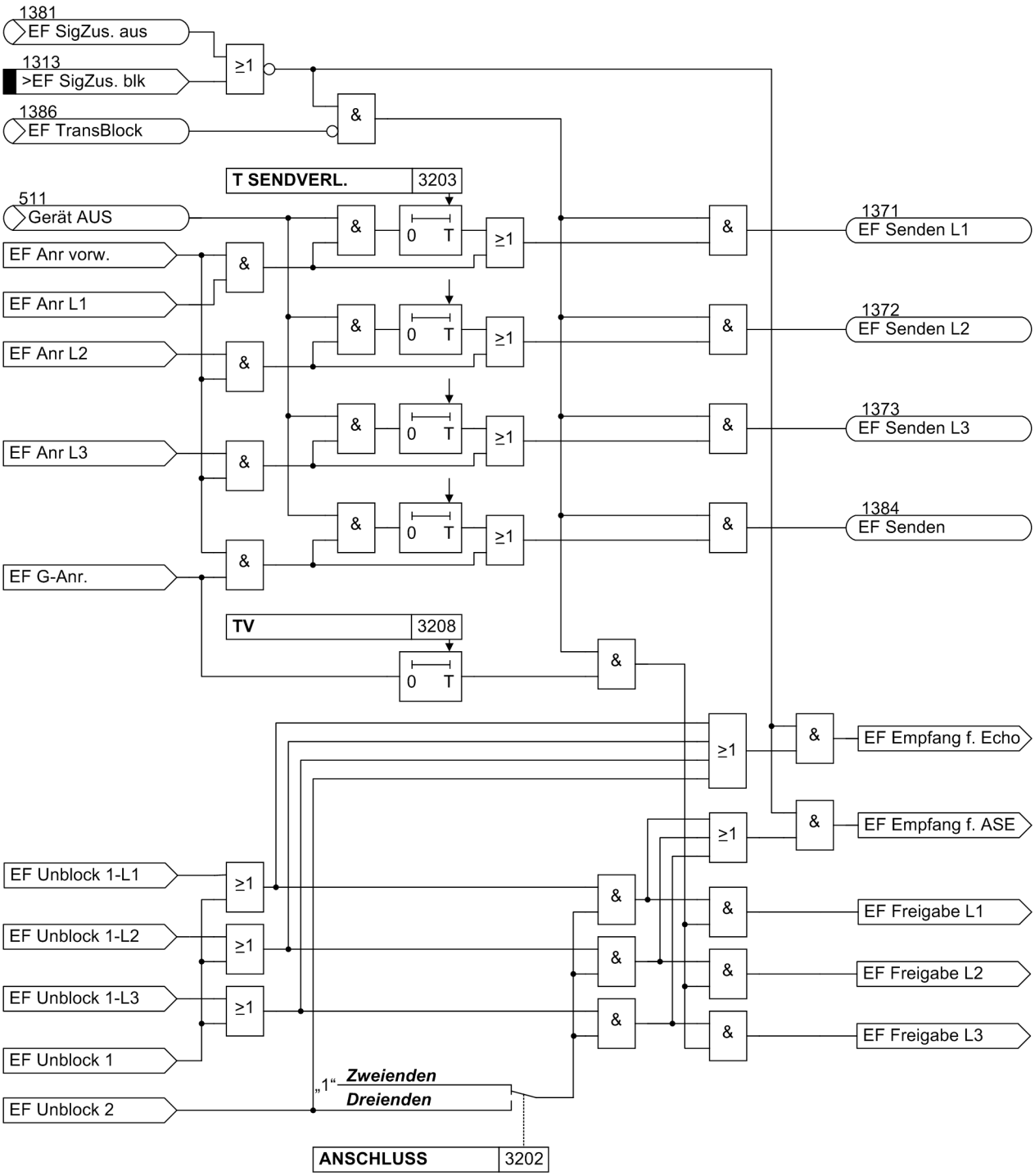


Bild 2-121 Logikdiagramm des Unblockverfahrens (ein Leitungsende)

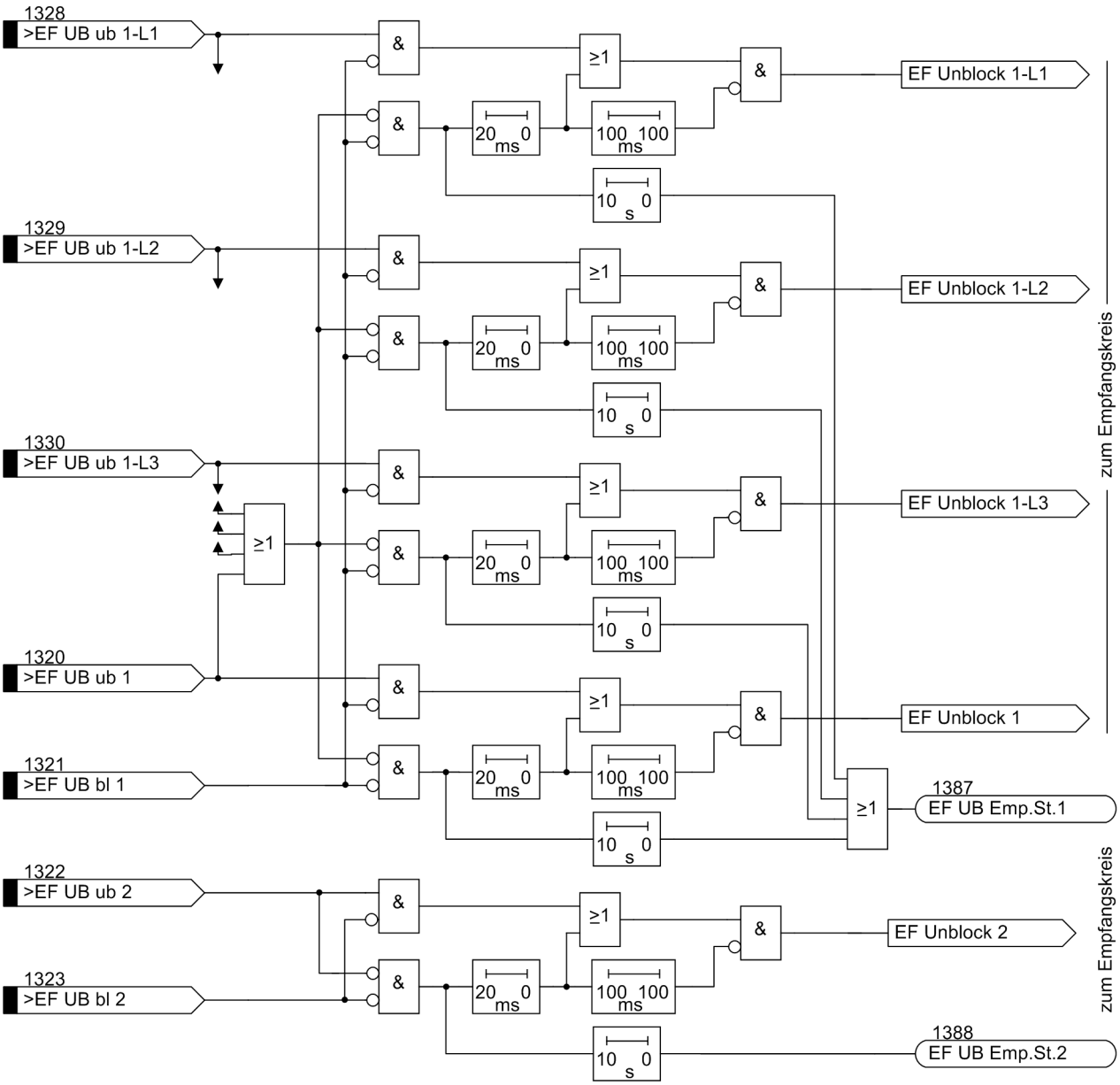


Bild 2-122 Unblock-Logik

2.9.4 Richtungsblockierverfahren

Das folgende Verfahren eignet sich für konventionelle Übertragungsmedien.

Prinzip

Beim Blockierverfahren wird der Übertragungsweg genutzt, um ein Blockiersignal von einem Leitungsende an das andere zu senden. Das Signal wird gesendet, sobald der Schutz einen Fehler in Rückwärtsrichtung erkennt, wahlweise auch sofort nach Fehlereintritt (Sprungdetektor über gestrichelte Linie). Es wird sofort gestoppt, sobald der Erdkurzschlussschutz einen Erdfehler in Vorwärtsrichtung erkennt. Eine Auslösung ist bei diesem Verfahren auch dann möglich, wenn kein Signal vom Gegenende ankommt. Es wird daher vor allem für lange Leitungen verwendet, wenn das Signal über die zu schützende Leitung mittels TFH übertragen werden muss und die Dämpfung des Übertragungssignals an der Fehlerstelle so groß sein kann, dass der Empfang vom anderen Leitungsende nicht unbedingt gewährleistet ist.

Bild 2-123 zeigt das Funktionsschema.

Erdfehler in Vorwärtsrichtung führen zur Auslösung, sofern nicht vom anderen Leitungsende ein Blockiersignal empfangen wird. Wegen möglicher Unterschiede in den Anregezeiten der Geräte an beiden Leitungsenden und wegen der Übertragungszeit muss die Auslösung hier mittels T_V etwas verzögert werden.

Ebenfalls um Signalwettläufe zu vermeiden, kann ein einmal erteiltes Sendesignal um die einstellbare Zeit T_S verlängert werden.

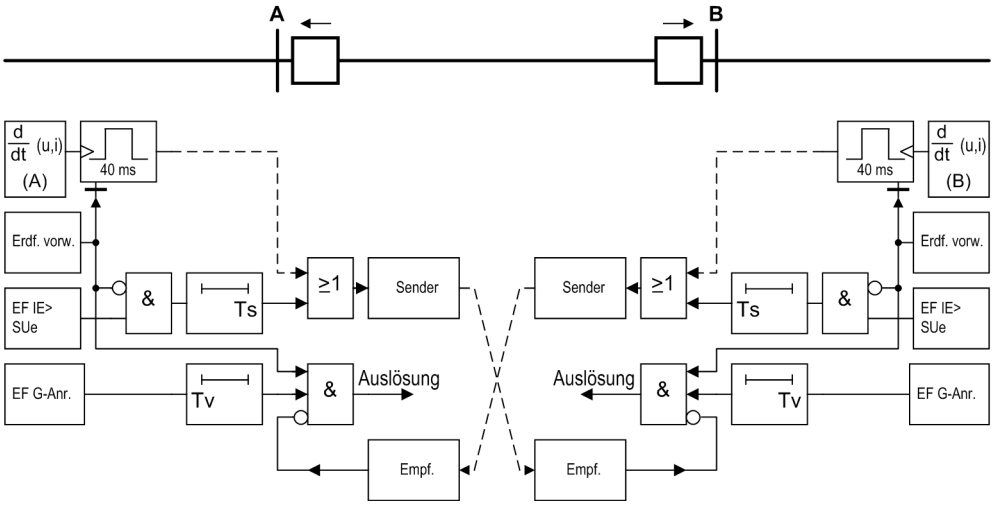


Bild 2-123 Funktionsschema des Blockierverfahrens

Ablauf

Bild 2-124 zeigt das Logikdiagramm des Blockierverfahrens für ein Leitungsende.

Die zu blockierende Stufe ist auf ***vorwärts*** (***RICH. 3IO...***) einzustellen, siehe auch Abschnitt 2.8 unter Randtitel „Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz“.

Bei Leitungen mit zwei Enden kann die Übertragung phasenselektiv vorgenommen werden. Sende- und Empfangskreise arbeiten dann für jede Phase getrennt. Bei Dreibeinleitungen wird das Sendesignal an beide gegenüberliegenden Enden gesendet. Die Empfangssignale sind dann mit ODER verknüpft, da bei einem inneren Fehler von keinem Leitungsende ein Blockiersignal erscheinen darf. Über den Parameter **ANSCHLUSS** (Adresse 3202) wird das Gerät informiert, ob es ein oder zwei Gegenenden hat.

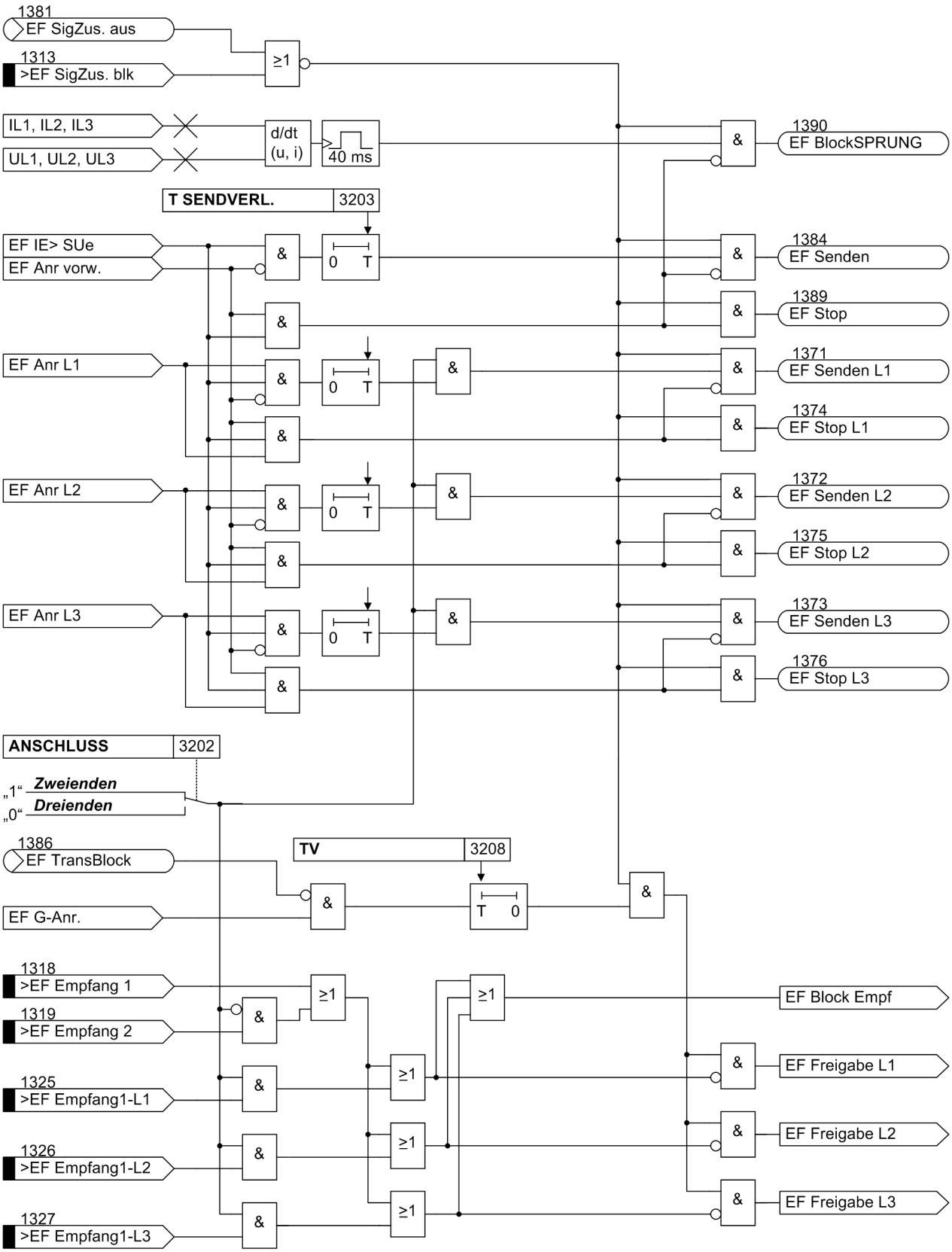


Bild 2-124 Logikdiagramm des Blockierverfahrens (ein Leitungsende)

Sobald der Erdkurzschlussschutz einen Fehler in Rückwärtsrichtung erkannt hat, wird das Blockiersignal gesendet (z.B. „EF Senden“, Nr 1384). Das Sendesignal kann mittels Adresse 3203 verlängert werden. Bei einem Fehler in Vorwärtsrichtung wird das Blockiersignal gestoppt (z.B. „EF Stop“, Nr 1389). Ein besonders schnelles Blockieren wird erreicht, wenn man das Ausgangssignal des Sprungdetektors der Messgrößen zum Senden mitbenutzt. Dies erreicht man dadurch, dass der Ausgang „EF BlockSPRUNG“ (Nr 1390) bei der Rangierung ebenfalls auf das Ausgangsrelais für den Sender rangiert wird. Da dieses Sprungsignal bei jedem Sprung der Messgrößen erscheint, sollte hiervon nur Gebrauch gemacht werden, wenn sichergestellt ist, das der Übertragungsweg auch sehr schnell auf das Verschwinden des Sendesignals reagiert.

Etwa auftretende Fehlsignale, die durch transiente Ausgleichsschwingungen beim Abschalten äußerer Fehler oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden können, werden durch eine „Transiente Blockierung“ unschädlich gemacht. Dabei verlängern auch die empfangenen Blockiersignale die Freigabe um die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210), sofern sie mindestens für die Dauer einer Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 3209) angestanden hat (siehe Bild 2-125). Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) wird die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 3208) erneut gestartet.

Im Wesen des Blockierverfahrens liegt es, dass auch einseitig gespeiste Erdkurzschlüsse ohne besondere Maßnahmen schnell abgeschaltet werden, da vom nicht speisenden Ende kein Blockiersignal gebildet werden kann.

2.9.5 Transiente Blockierung

Die transiente Blockierung sorgt für zusätzliche Sicherheit gegen Fehlsignale durch transiente Ausgleichsschwingungen, die nach Abschalten eines äußeren Fehlers oder durch Richtungsumkehr nach Abschalten von Fehlern auf Parallelleitungen verursacht werden.

Das Prinzip der transienten Blockierung besteht darin, dass nach Auftreten eines rückwärtigen Erdfehlers für eine bestimmte (einstellbare) Zeit die Bildung eines Freigabesignals unterbunden wird. Bei den Freigabeverfahren geschieht dies durch Blockieren von Sende- und Empfangskreis.

Bild 2-125 zeigt das Prinzip der transienten Blockierung für ein Freigabeverfahren.

Wenn nach Anregung ein ungerichteter Fehler oder ein Fehler in Rückwärtsrichtung innerhalb einer Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 3209) festgestellt wurde, werden der Sendekreis und die Auslösefreigabe unterbunden. Diese Blockierung wird für die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) auch nach Wegfall des Blockierkriteriums aufrechterhalten.

Beim Blockierverfahren verlängert die transiente Blockierung auch das empfangene Blockiersignal, wie im Logikdiagramm Bild 2-125 dargestellt. Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) wird die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 3208) erneut gestartet.

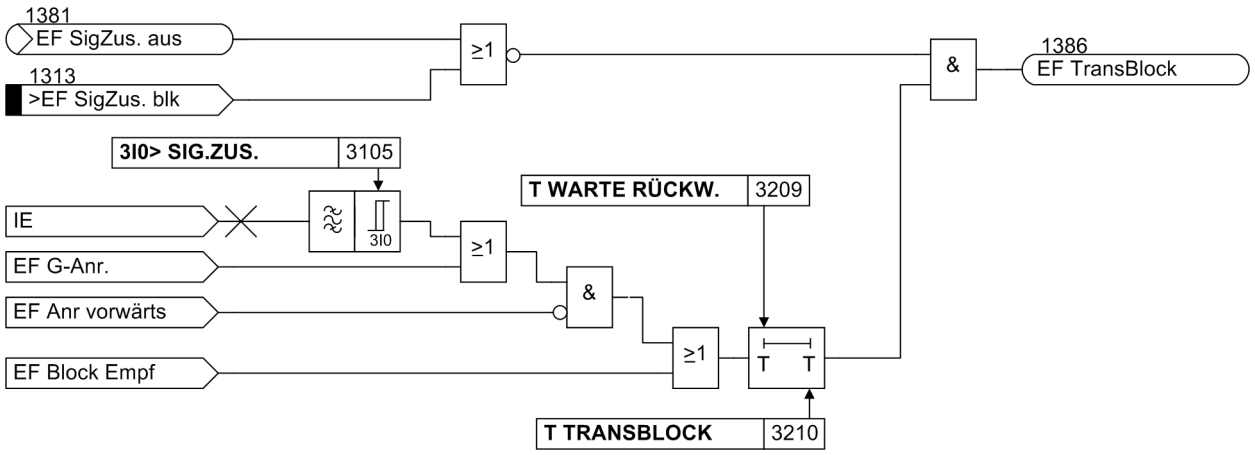


Bild 2-125 Transiente Blockierung

2.9.6 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Erdstromspeisung

Bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung oder Sternpunkterdung nur hinter einem Leitungsende kann vom nullstromfreien Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da dort keine Anregung erfolgt. Bei den Vergleichsverfahren mit Freigabesignal könnte ohne besondere Maßnahmen nicht einmal das Leitungsende mit starker Einspeisung in Schnellzeit auslösen, da vom Ende mit der schwachen Einspeisung kein Freigabesignal übertragen wird.

Um in solchen Fällen eine schnelle Abschaltung an beiden Leitungsenden zu erreichen, verfügt das Gerät über besondere Maßnahmen für Leitungen mit schwacher Nullstromspeisung.

Damit auch das Leitungsende mit schwacher Einspeisung selber auslösen kann, verfügt das Gerät 7SD5 über eine Auslösefunktion bei schwacher Einspeisung. Da diese eine eigene Schutzfunktion mit eigenem Auslösekommando darstellt, ist sie gesondert im Abschnitt 2.11.2 beschrieben.

Echofunktion

Die Echofunktion bewirkt, dass bei fehlendem Erdstrom an einem Leitungsende das empfangene Signal als „Echo“ zum anderen Leitungsende zurückgesendet wird und dort die Freigabe des Auslösekommandos ermöglicht.

Das gemeinsame Echo-Signal (siehe Bild 2-139, Abschnitt 2.11.1) wird sowohl vom Erdkurzschlussschutz als auch vom Distanzschutz angestoßen. In Bild 2-126 ist die Entstehung der Echofreigabe durch den Erdkurzschlussschutz dargestellt.

Die Erkennung der schwachen Einspeisung und somit die Bedingungen für das Echo werden im zentralen UND-Glied zusammengestellt. Der Erdkurzschlussschutz darf weder ausgeschaltet noch blockiert sein, da er sonst in diesem Zustand wegen fehlender Anregung stets ein Echo produzieren würde.

Die zentrale Echobedingung ist das Fehlen des Stromsignals der Erdstromstufe **3I0> SIG.ZUS.** bei gleichzeitigem Empfang, der von der Logik des Signalübertragungsverfahrens geliefert wird, wie in den entsprechenden Logikdiagrammen (Bild 2-119, bzw. Bild 2-121) gezeigt.

Um die Bildung eines Echos nach Abschalten der Leitung und Rückfall der Erdstromstufe **3I0> SIG.ZUS.** zu verhindern, kann kein Echo mehr gebildet werden, wenn bereits eine Anregung der Erdstromstufe vorgelegen hat (RS-Speicher in Bild 2-126). Außerdem kann das Echo jederzeit über die Binäreingabe „>EF Echo block“ gesperrt werden.

Bild 2-126 zeigt das Entstehen des Signals für die Echofreigabe. Da diese Funktion im Zusammenhang mit der Auslösefunktion bei schwacher Einspeisung steht, ist sie gesondert beschrieben (siehe Abschnitt 2.11.1).

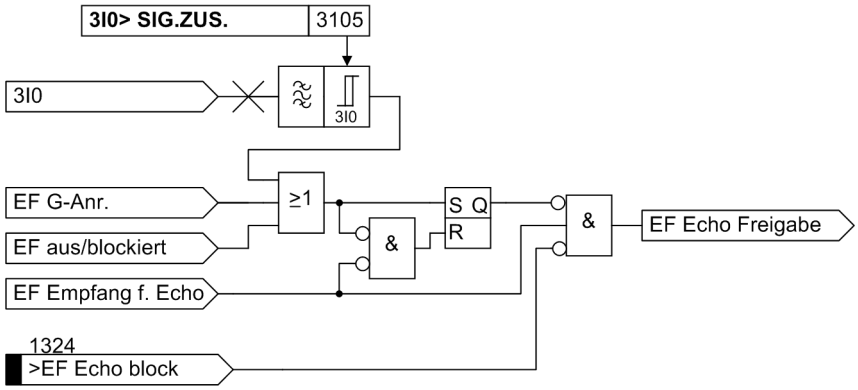


Bild 2-126 Entstehung des Signals Echofreigabe

2.9.7 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Signalübertragungszusatz für Erdkurzschlussschutz ist nur wirksam, wenn er bei der Projektierung auf eines der möglichen Verfahren eingestellt wurde (Adresse 132). Abhängig von dieser Projektierung erscheinen hier nur die Parameter, die für das gewählte Verfahren von Belang sind. Wird der Signalübertragungszusatz nicht benötigt, lautet Adresse 132 **EF SIGNAL** = .

Für konventionelle Übertragungsstrecken sind folgende Verfahren, die im vorherigen Abschnitt 2.9 beschrieben wurden, möglich:

Richtungsverg. Richtungsvergleichsverfahren,

Unblocking Richtungsunblockverfahren,

Blocking Richtungsblockierverfahren.

Unter Adresse 3201 **SIGNALZUSATZ** kann die Verwendung eines Signalverfahrens ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Soll das Signalverfahren an einer Leitung mit drei Enden eingesetzt werden, muss unter Adresse 3202 **ANSCHLUSS** = ***Dreienden*** eingestellt werden, ansonsten bleibt es bei ***Zweienden***.

Für die digitale Übertragung mittels Wirkschnittstelle ist das folgende Verfahren möglich:

Richtungsverg. = Richtungsvergleichsverfahren.

In diesem Fall müssen Sende- und Empfangssignale über CFC mit den Fernkommandos verknüpft werden.

Voraussetzungen beim Erdkurzschlussschutz

Bei den Vergleichsverfahren ist unbedingt zu beachten, dass ein äußerer Erdkurzschluss (durchfließender Erdkurzschlussstrom) an beiden Leitungsenden erkannt wird, um bei den Freigabeverfahren ein fehlerhaftes Echo zu vermeiden bzw. beim Blockierverfahren das Blockiersignal zu gewährleisten. Wenn bei einem Erdkurzschluss gemäß Bild 2-127 der Schutz in B den Fehler nicht erkennt, würde dies als einseitig von A gespeister Fehler interpretiert (Echo von B bzw. kein Blockiersignal von B), was zur fehlerhaften Auslösung in A führen würde. Deshalb verfügt der Erdkurzschlussschutz über eine Erdstromstufe **3I0> SIG.ZUS.** (Adresse 3105). Diese muss empfindlicher eingestellt werden als die mit Signalübertragung arbeitende Erdstromstufe, und zwar um so niedriger, je größer der kapazitive Erdstrom ($\underline{I}_{EC}$ in Bild 2-127) ist. Meist sind bei Freileitungen 70 % bis 80 % der Erdstromstufe adäquat. Bei Kabeln oder sehr langen Freileitungen, wenn die kapazitiven Ströme im Erdkurzschlussfall die gleiche Größenordnung wie die Erdkurzschlussströme aufweisen, sollte man auf die Echofunktion verzichten oder sie nur bei offenem Leistungsschalter betreiben; das Blockierverfahren sollte dann überhaupt nicht angewendet werden.

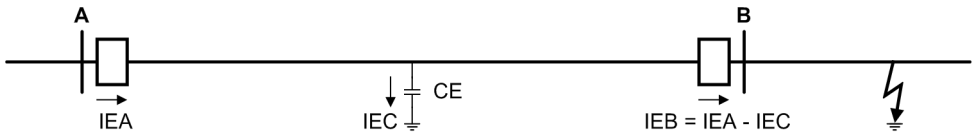


Bild 2-127 Mögliche Stromverteilung bei äußerem Erdkurzschluss

Bei Leitungen mit drei Enden (Dreibein) ist weiter zu bedenken, dass sich der Erdkurzschlussstrom bei äußerem Erdfehler auf die Enden der Leitung ungleichmäßig verteilt. Der kritische Fall ist in Bild 2-128 dargestellt. Im ungünstigsten Fall teilt sich der von A einfließende Erdstrom je zur Hälfte auf die Leitungsenden B und C auf. Der für das Echo bzw. das Blockiersignal maßgebliche Einstellwert **3I0> SIG.ZUS.** (Adresse 3105) muss also unter der Hälfte des Ansprechwertes der für die Signalübertragung benutzten Erdstromstufe liegen. Zusätzlich gelten die oben beschriebenen Überlegungen bezüglich des kapazitiven Erdstromes, der in Bild 2-128 weggelassen ist. Bei einer anderen als der hier angenommenen Erdstromverteilung werden die Verhältnisse günstiger, da dann einer der beiden Erdströme $\underline{I}_{EB}$ oder $\underline{I}_{EC}$ größer sein muss als bei vorstehender Überlegung.

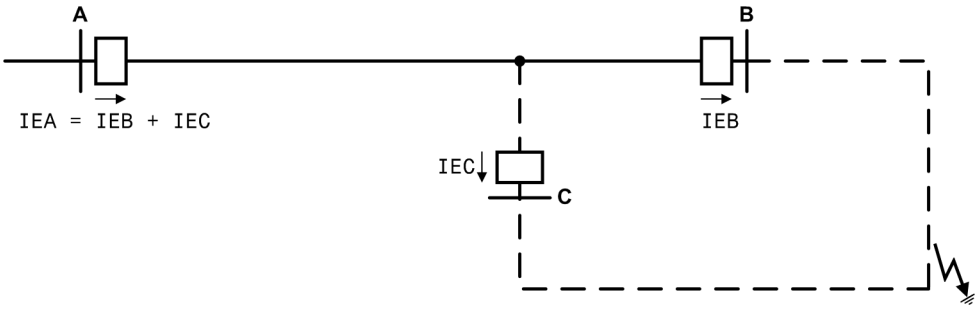


Bild 2-128 Mögliche ungünstige Stromverteilung über eine Dreibeinleitung bei äußerem Erdkurzschluss

Zeiten

Die Sendesignalverlängerung **T SENDVERL.** (Adresse 3203) soll gewährleisten, dass das Sendesignal mit Sicherheit das andere Leitungsende erreicht, auch wenn am sendenden Leitungsende sehr schnell abgeschaltet wird und/oder die Übertragungszeit relativ groß ist. Bei den Freigabeverfahren ***Richtungsverg.*** und ***Unblocking*** wirkt sich diese Signalverlängerung nur aus, wenn das Gerät bereits ein Auslösekommando abgegeben hat. Dies gewährleistet die Freigabe des anderen Leitungsendes auch dann, wenn der Kurzschluss durch einen anderen Schutz bzw. andere Stufe sehr schnell abgeschaltet wird. Beim Blockierverfahren ***Blocking*** wird das Sendesignal immer um diese Zeit verlängert. Es entspricht hier einer transienten Blockierung nach einem rückwärtigen Fehler. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Damit stationäre Leitungsstörungen wie Leitungsbruch erkannt werden, wird bei Störungserkennung nach einer Überwachungszeit **T ALARM** (Adresse 3207) auf Dauerstörung erkannt. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Mit der Freigabeverzögerung **TV** (Adresse 3208) kann die Freigabe der gerichteten Auslösung verzögert werden. Dies ist i.Allg. **nur** beim Blockierverfahren ***Blocking*** notwendig, damit dem Blockiersignal bei äußeren Fehlern genügend Übertragungszeit bleibt. Diese Verzögerung wirkt sich nur auf den Empfangskreis des Übertragungsverfahrens aus; umgekehrt verzögert eine Verzögerung der Auslösung der gerichteten Stufe **nicht** die Auslösung durch das Vergleichsverfahren.

Transiente Blockierung

Die Parameter **T WARTE RÜCKW.** und **T TRANSBLOCK** dienen der transienten Blockierung bei den Vergleichsverfahren. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die Zeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 3209) ist eine Wartezeit vor transienter Blockierung. Erst wenn die gerichtete Stufe des Erdkurzschlussschutzes nach Anregung innerhalb dieser Zeit einen Fehler in Rückwärtsrichtung erkannt hat, tritt die transiente Blockierung bei den Freigabeverfahren in Tätigkeit. Beim Blockierverfahren verhindert die Wartezeit eine transiente Blockierung, wenn das Blockiersignal vom Gegenende sehr schnell eintrifft. Bei Einstellung ∞ gibt es keine transiente Blockierung.

Die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) muss unbedingt länger sein als die Dauer transienter Ausgleichsvorgänge bei Eintritt oder Abschalten von äußeren Erdkurzschlüssen. Um diese Zeit wird bei den Freigabeverfahren ***Richtungsverg.*** und ***Unblocking*** das Sendesignal verzögert, wenn der Schutz zunächst einen rückwärtigen Fehler erkannt hatte. Beim Blockierverfahren wird die Blockierung der Stufenfreigabe sowohl durch die Erkennung eines rückwärtigen Fehlers als auch durch das (blockierende) Empfangssignal um diese Zeit verlängert. Nach Ablauf von **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) wird die Verzögerungszeit **TV** (Adresse 3208) erneut gestartet. Da beim Blockierverfahren immer die Einstellung der Verzögerungszeit **TV** erforderlich ist, kann deshalb die transiente Blockierzeit **T TRANSBLOCK** (Adresse 3210) üblicherweise sehr kurz eingestellt werden.

Wenn die Signalverfahren für Distanz- und Erdfehlerschutz einen Kanal teilen, sollte **EF TRANSBLK DIS** (Adresse 3212) auf ***Ja*** eingestellt werden. Somit wird auch der Distanzschutz blockiert wenn vorher nur der Erdfehlerschutz den externen Fehler erkannt hat.

Echofunktion

Die Einstellungen für die Echofunktion sind für alle Maßnahmen bei schwacher Einspeisung gemeinsam und tabellarisch im Abschnitt 2.11.2.2 zusammengefasst.

Hinweis

Das „Echo-Signal“ (Nr 4246) muss separat auf das Ausgangsrelais für die Senderbetätigung rangiert werden; es ist nicht in den Sendesignalen der Übertragungsfunktionen enthalten.

2.9.8 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3201	SIGNALZUSATZ	Ein Aus	Ein	Erdfehler-Signalzusatz
3202	ANSCHLUSS	Zweienden Dreienden	Zweienden	Anschlusskonfiguration
3203A	T SENDVERL.	0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Sendesignalverlängerung
3207A	T ALARM	0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Unblocking: Störerkennungszeit
3208	TV	0.000 .. 30.000 s	0.000 s	Freigabeverzögerung nach Anregung
3209A	T WARTE RÜCKW.	0.00 .. 30.00 s; ∞	0.04 s	Trans.Block.: Wartezeit nach Rückw.Fehl.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3210A	T TRANSBLOCK	0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Transiente Blockierzeit
3212A	EF TRANSBLK DIS	Ja Nein	Ja	EF transiente Blockierung durch DIS

2.9.9 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1311	>EF SigZus. ein	EM	>EF Signalzusatz einschalten
1312	>EF SigZus. aus	EM	>EF Signalzusatz ausschalten
1313	>EF SigZus. blk	EM	>EF Signalzusatz blockieren
1318	>EF Empfang 1	EM	>EF Signalempfang Kanal 1
1319	>EF Empfang 2	EM	>EF Signalempfang Kanal 2
1320	>EF UB ub 1	EM	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1
1321	>EF UB bl 1	EM	>EF Unblocking: BLOCK Kanal 1
1322	>EF UB ub 2	EM	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 2
1323	>EF UB bl 2	EM	>EF Unblocking: BLOCK Kanal 2
1324	>EF Echo block	EM	>EF Echosignal blockieren
1325	>EF Empfang1-L1	EM	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L1
1326	>EF Empfang1-L2	EM	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L2
1327	>EF Empfang1-L3	EM	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L3
1328	>EF UB ub 1-L1	EM	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L1
1329	>EF UB ub 1-L2	EM	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L2
1330	>EF UB ub 1-L3	EM	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L3
1371	EF Senden L1	AM	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L1
1372	EF Senden L2	AM	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L2
1373	EF Senden L3	AM	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L3
1374	EF Stop L1	AM	EF Blocking: Stopsignal Phase L1
1375	EF Stop L2	AM	EF Blocking: Stopsignal Phase L2
1376	EF Stop L3	AM	EF Blocking: Stopsignal Phase L3
1380	EF SigZusEABin	IE	EF Signalzusatz Ein/Aus ü. Bin.eingabe
1381	EF SigZus. aus	AM	EF Signalzusatz ausgeschaltet
1384	EF Senden	AM	EF Signalzusatz: Sendesignal
1386	EF TransBlock	AM	EF Signalzusatz: Transiente Blockierung
1387	EF UB Emp.St.1	AM	EF Unblocking: Empfangsstörung Kanal 1
1388	EF UB Emp.St.2	AM	EF Unblocking: Empfangsstörung Kanal 2
1389	EF Stop	AM	EF Blocking: Stopsignal
1390	EF BlockSPRUNG	AM	EF Blocking: Blocksignal mit Sprung

2.10 Erdfehlerdifferentialschutz (wahlweise)

Der Erdfehlerdifferentialschutz erfasst Erdkurzschlüsse in Transformatoren, bei denen der Sternpunkt geerdet ist, selektiv und mit hoher Empfindlichkeit. Auch bei Transformatoren mit Sternpunktbildner im Schutzbereich ist er einsetzbar. Voraussetzung ist, dass ein Stromwandler in der Sternpunktzuführung, also zwischen Sternpunkt und Erder, eingesetzt ist. Dieser Sternpunktwandler und die Leiterstromwandler grenzen den Schutzbereich ab.

2.10.1 Anwendungsbeispiele

Die Bilder 2-129 und 2-130 zeigen zwei Anwendungsbeispiele. Es wird vorausgesetzt, dass der I4–Wandler den Sternpunktstrom der zu schützenden Trafoseite erfasst.

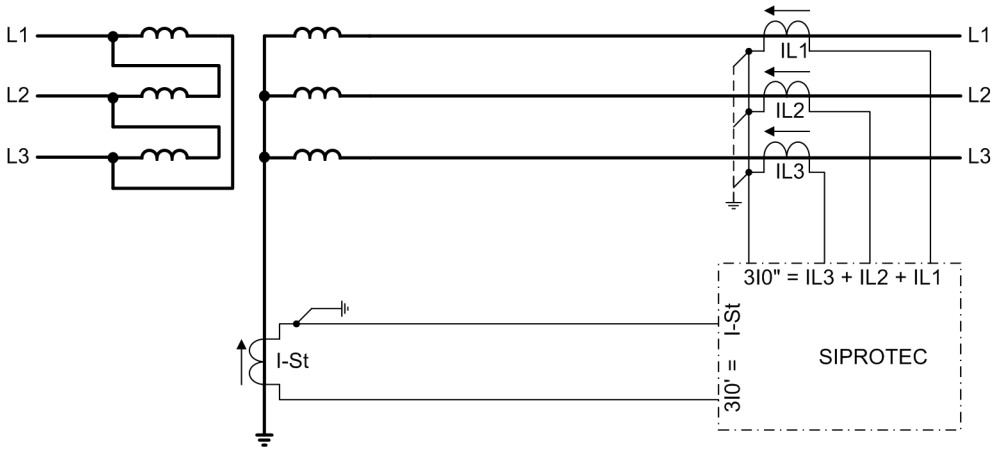


Bild 2-129 Erdfehlerdifferentialschutz an einer geerdeten Sternwicklung

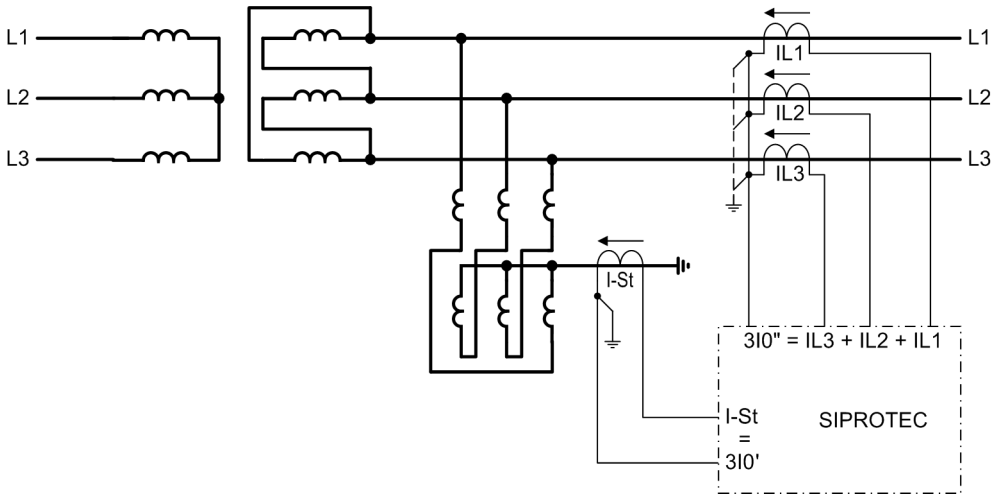


Bild 2-130 Erdfehlerdifferentialschutz an einer Dreieckswicklung mit geerdetem künstlichem Sternpunkt (Sternpunktbildner, Zickzack-Drossel)

2.10.2 Funktionsbeschreibung

Messprinzip

Im Normalbetrieb fließt in der Sternpunktzuführung kein Strom $\underline{I}_{St}$. Auch die Summe der Leiterströme $3\underline{I}_0 = \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3}$ ist annähernd null.

Bei einem Erdkurzschluss im Schutzbereich fließt auf jeden Fall ein Sternpunktstrom $\underline{I}_{St}$; je nach den Erdungsverhältnissen des Netzes kann auch über die Leiterstromwandler ein Erdstrom auf die Fehlerstelle speisen (gestrichelter Pfeil im Bild 2-131), der jedoch mehr oder weniger in Phase mit dem Sternpunktstrom ist. Dabei ist die Stromrichtung in das Schutzobjekt als positiv definiert.

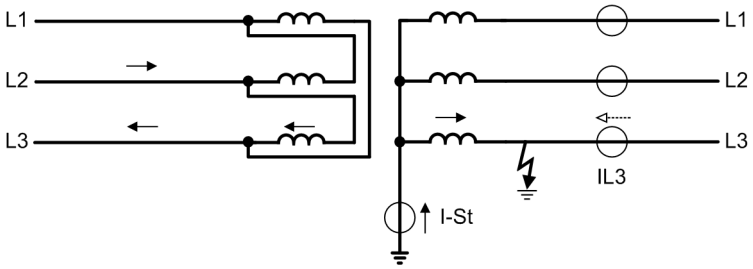


Bild 2-131 Beispiel für Erdkurzschluss innerhalb des Trafos mit Stromverteilung

Bei einem Erdkurzschluss außerhalb des Schutzbereiches (Bild 2-132) fließt ebenfalls ein Sternpunktstrom $\underline{I}_{St}$; über die Leiterstromwandler muss dann jedoch ein gleich großer Strom $3\underline{I}_0$ fließen. Da die Stromrichtung in das Schutzobjekt als positiv definiert ist, ist dieser Strom in Gegenphase mit $\underline{I}_{St}$.

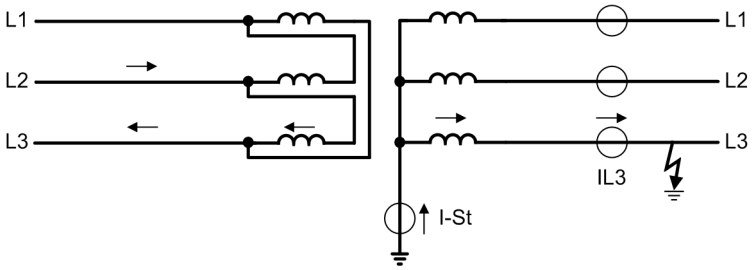


Bild 2-132 Beispiel für Erdkurzschluss außerhalb des Trafos mit Stromverteilung

Wenn bei äußeren erdfreien Fehlern sehr große Ströme den Schutzbereich durchfließen, tritt bei unterschiedlichem Übertragungsverhalten der Leiterstromwandler im Sättigungsbereich ein Summenstrom auf, der einen in den Schutzbereich einfließenden Erdstrom vortäuschen kann. Eine Auslösung durch diesen Fehlerstrom muss verhindert werden. Hierzu verfügt der Erdfehlerdifferentialschutz über eine Stabilisierung, die sich wesentlich von den sonst üblichen Stabilisierungsmethoden unterscheidet, da sie sowohl die Beträge der Ströme wie auch deren Richtung (Phasenlage) zueinander berücksichtigt.

Auswertung der Messgrößen

Der Erdfehlerdifferentialschutz vergleicht die Grundschwingung des in der Sternpunktzuführung fließenden Stromes, der in den folgenden Betrachtungen als $3\underline{I}_0'$ bezeichnet wird, mit der Grundschwingung der Summe der Leiterströme, die im folgenden als $3\underline{I}_0''$ bezeichnet wird. Es gilt also (Bild 2-133):

$3\underline{I}_0' = \underline{I}_{St}$

$3\underline{I}_0'' = \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3}$

Als Auslösegröße wirkt dabei nur der Strom $3\underline{I}_0'$. Dieser ist bei einem Erdkurzschluss im Schutzbereich stets vorhanden.

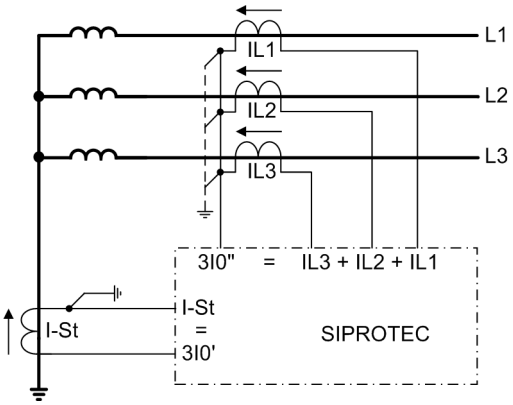


Bild 2-133 Prinzip des Erdfehlerdifferentialschutzes

Bei einem äußeren Erdkurzschluss fließt auch ein Nullstrom über die Leiterstromwandler. Dieser hat primärseitig die gleiche Größe wie der Sternpunktstrom und ist in Gegenphase mit diesem. Zur Stabilisierung wird daher sowohl die Größe der Ströme als auch deren Phasenlage zueinander ausgewertet. Es wird definiert:

ein Auslösestrom

$I_{aus} = |3\underline{I}_0'|$

sowie ein Stabilisierungsstrom

$I_{stab} = k \cdot (|3\underline{I}_0' - 3\underline{I}_0''| - |3\underline{I}_0' + 3\underline{I}_0''|)$

Dabei ist k ein Stabilisierungsfaktor, der weiter unten erläutert wird, zunächst sei k = 1 angenommen. I_{aus} wirkt im auslösenden Sinne, I_{stab} wirkt diesem entgegen.

Zur Verdeutlichung der Wirkung seien drei wichtige Betriebszustände mit idealen und angepassten Messgrößen betrachtet:

1. Durchgangsstrom bei außenliegendem Erdkurzschluss:

   $3\underline{I}_0$" ist in Gegenphase und gleich groß wie $3\underline{I}_0$', d.h. $3\underline{I}_0$" = $-3\underline{I}_0$'

   $I_{aus} = |3\underline{I}_0'|$

   $I_{stab} = |3\underline{I}_0' + 3\underline{I}_0'| - |3\underline{I}_0' - 3\underline{I}_0'| = 2 \cdot |3\underline{I}_0'|$

   Die Auslösegröße (I_{aus}) ist gleich dem Sternpunktstrom; die Stabilisierung (I_{stab}) ist doppelt so groß.

2. Innerer Erdkurzschluss; Speisung nur über die Sternpunkterdung

   Es gilt dann $3\underline{I}_0$" = 0

   $I_{aus} = |3\underline{I}_0'|$

   $I_{stab} = |3\underline{I}_0' - 0| - |3\underline{I}_0' + 0| = 0$

   Die Auslösegröße (I_{aus}) ist gleich dem Sternpunktstrom; die Stabilisierung (I_{stab}) ist null, d.h. volle Empfindlichkeit bei innerem Erdkurzschluss.

3. Innerer Erdkurzschluss; Speisung über die Sternpunkterdung und vom Netz mit z.B. gleich großen Erdströmen:

   Es gilt dann $3\underline{I}_0$" = $3\underline{I}_0$'

   $I_{aus} = |3\underline{I}_0'|$

   $I_{stab} = |3\underline{I}_0' - 3\underline{I}_0'| - |3\underline{I}_0' + 3\underline{I}_0'| = -2 \cdot |3\underline{I}_0'|$

   Die Auslösegröße (I_{aus}) ist gleich dem Sternpunktstrom; die Stabilisierung (I_{stab}) ist negativ und wird daher zu null gesetzt, d.h. volle Empfindlichkeit bei innerem Erdkurzschluss.

Beim inneren Fehler ist also keine Stabilisierung vorhanden, da der Stabilisierungsanteil entweder null oder sogar negativ wird. Schon kleine Erdkurzschlussströme führen zur Auslösung. Beim äußerem Erdkurzschluss wird dagegen eine starke Stabilisierung wirksam. Das Bild 2-134 zeigt, dass die Stabilisierung bei äußerem Erdkurzschluss um so stärker ist, je größer der durch die Leiterstromwandler übertragene Nullstrom ist (Bereich $3I_0$"/$3I_0$' negativ). Bei idealem Übertragungsverhalten wären die Ströme $3I_0$" und $3I_0$' entgegengesetzt gleich, also $3I_0$"/$3I_0$' = –1.

Wenn man den Sternpunktstromwandler schwächer auslegt als die Leiterstromwandler (durch niedrigere Wahl des Überstromfaktors bzw. entsprechende Bebürdung), erreicht man, dass auch im Sättigungsbereich keine Auslösung möglich ist, da dann $3I_0$" (negativ) sogar betragsmäßig noch größer ist als $3I_0$'.

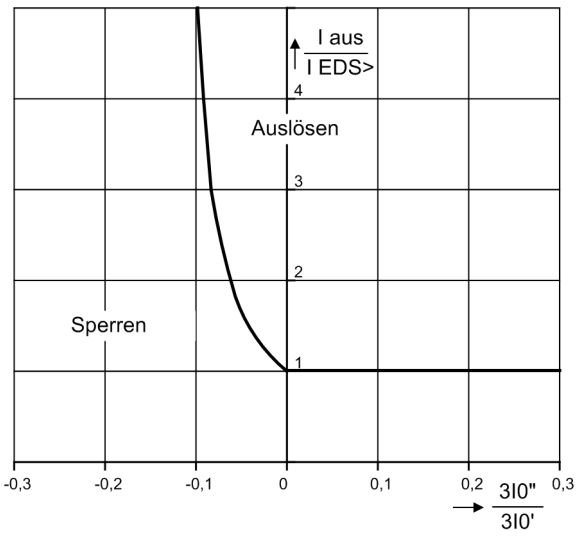


Bild 2-134 Auslösekennlinie des Erdfehlerdifferentialschutzes in Abhängigkeit vom Nullstrom-Speiseverhältnis $3I_0$"/$3I_0$' (beide Ströme in Phase + Gegenphase –); I_{EDS}> = Einstellwert; I_{aus} = Auslösestrom

Bei obigen Beispielen wurde angenommen, dass bei äußerem Erdkurzschluss $3\underline{I}_0$" und $3\underline{I}_0$' in Gegenphase sind, was für die Primärgrößen auch stimmt. Durch Wandlersättigung kann jedoch eine Phasenverschiebung zwischen dem Sternpunktstrom und der Summe der Leiterströme vorgetäuscht werden, die die Stabilisierungsgröße schwächt. Bei $\varphi(3\underline{I}_0"; 3\underline{I}_0') = 90°$ ist die Stabilisierungsgröße null. Dies entspricht der klassischen Richtungsbestimmung mit der Methode der Summen- und Differenzbeträge.

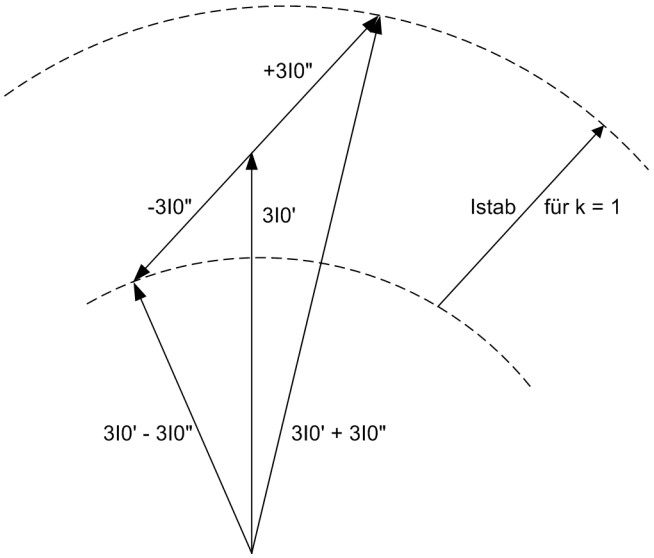


Bild 2-135 Zeigerdiagramm der Stabilisierungsgröße bei äußerem Fehler

Die Stabilisierungsgröße kann durch einen Faktor k beeinflusst werden. Dieser Faktor steht in einer festen Beziehung zu einem Grenzwinkel φ_{Grenz}.

Dieser Grenzwinkel gibt an, bei welcher Phasenverschiebung zwischen $3\underline{I}_0$" und $3\underline{I}_0$' der Ansprechwert bei $3\underline{I}_0" = 3\underline{I}_0'$ gegen ∞ geht, also keine Auslösung mehr möglich ist. Bei 7SD5 ist k = 4.

Im obigem Beispiel 1) vervierfacht sich also die Stabilisierungsgröße I_{stab} nochmals, ist somit 8-mal so groß wie die Auslösegröße I_{aus}.

Der Grenzwinkel beträgt $\varphi_{Grenz} = 100°$. Das bedeutet, dass bei einer Phasenverschiebung $\varphi(3\underline{I}_0"; 3\underline{I}_0') \geq 100°$ keine Auslösung mehr möglich ist.

Das Bild 2-136 zeigt die Auslösekennlinien des Erdfehlerdifferentialschutzes in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung zwischen $3\underline{I}_0$" und $3\underline{I}_0$' bei konstantem Speiseverhältnis $|3\underline{I}_0"| = |3\underline{I}_0'|$.

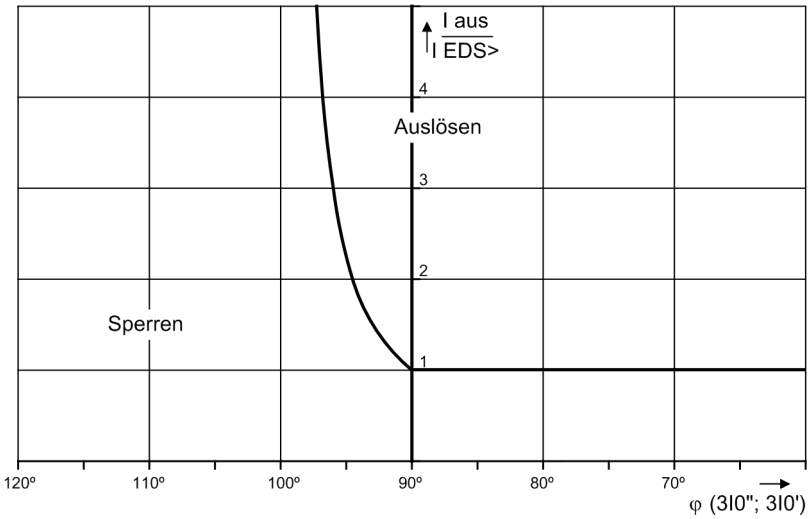


Bild 2-136 Auslösekennlinie des Erdfehlerdifferentialschutzes in Abhängigkeit von Phasenwinkel zwischen $3I_0$" und $3I_0$' bei $3I_0$" = $3I_0$' (180° = äußerer Fehler)

Der Auslösewert kann zusätzlich mit zunehmender Stromsumme erhöht werden. In diesem Fall wird der Ansprechwert mit der Summe der Beträge aller Ströme stabilisiert, d.h. mit „IStabEDS=“
$\Sigma | I | = | I_{L1} | + | I_{L2} | + | I_{L3} | + | I_4 |$ (Bild 2-137). Die Steigung der Kennlinie ist einstellbar.

Anregung

Normalerweise benötigt ein Differentialschutz keine „Anregung“, da Fehlererkennung und Auslösebedingung identisch sind. Wie alle Schutzfunktionen verfügt jedoch auch der Erdfehlerdifferentialschutz über eine Anregung, die eine Voraussetzung für die Auslösung darstellt und den Startzeitpunkt für eine Reihe von Folgeaktivitäten bildet.

Auf Anregung wird erkannt, sobald die Grundschwingung des Differentialstromes ca. 85 % des Ansprechwertes erreicht. Hierbei ist der Differentialstrom die Summe aller in das Schutzobjekt einfließenden Ströme.

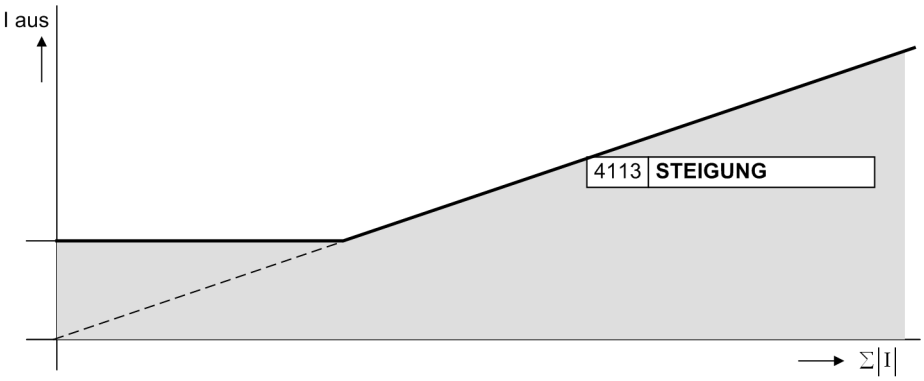


Bild 2-137 Erhöhung des Ansprechwertes

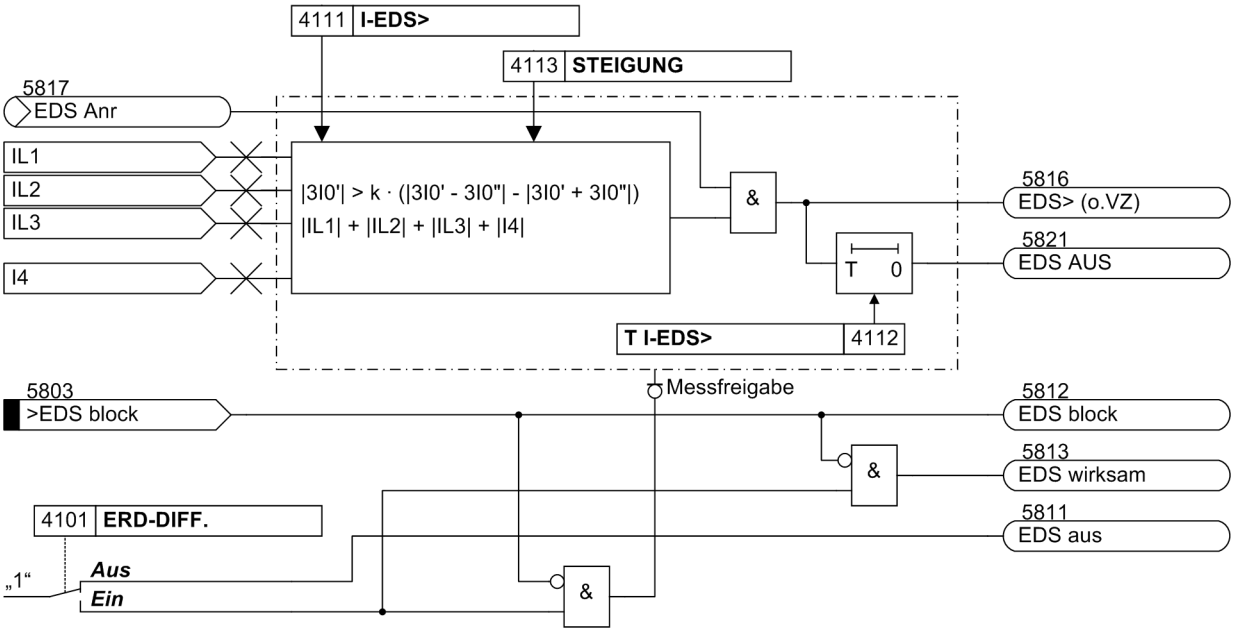


Bild 2-138 Logikdiagramm des Erdfehlerdifferentialschutzes (vereinfacht)

2.10.3 Einstellhinweise

Allgemein

Voraussetzung für die Funktion des Erdfehlerdifferentialschutzes ist, dass er bei der Konfiguration des Funktionsumfangs (Abschnitt 2.1.2) unter Adresse 141 **ERD.DIFF** auf ***vorhanden*** eingestellt wurde. Der Betrieb setzt voraus, dass die Adresse 143 **TRAFO** auf ***Ja*** eingestellt ist und die Adresse 220 **I4-WANDLER** auf ***Sternpunkt*** eingestellt ist. Die Adresse 221 **I4/Iph WDL** muss wie im Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Stromanschluss“ beschrieben eingestellt werden.

Der Erdfehlerdifferentialschutz kann unter Adresse 4101 **ERD-DIFF.** wirksam (***Ein***) oder unwirksam (***Aus***) geschaltet werden.

Hinweis

Der Erdfehlerdifferentialschutz ist bei Lieferung ausgeschaltet. Der Grund ist, dass der Schutz nicht betrieben werden darf, ohne dass zumindest die Zuordnung und Polarität der Stromwandler zuvor richtig eingestellt wurden. Ohne diese Einstellungen kann es zu unvermuteten Reaktionen des Gerätes kommen (einschl. Auslösung)!

Für die Empfindlichkeit des Schutzes ist die Einstellung **I-EDS>** (Adresse 4111) maßgebend. Dies ist der Erdkurzschlussstrom, der über die Sternpunktzuführung des Transformators einfließt. Ein evtl. vom Netz einfließender weiterer Erdstrom geht nicht in die Ansprechempfindlichkeit ein.

Der eingestellte Ansprechwert kann im Auslösebereich eine zusätzliche Erhöhung (Stabilisierung durch Summe aller Strombeträge) erhalten, die unter Adresse 4113 **STEIGUNG** einzustellen ist. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Der voreingestellte Wert 0 ist normalerweise angemessen.

In besonderen Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, das Auslösekommando des Schutzes etwas zu verzögern. Hierzu kann eine Zusatzzeitverzögerung eingestellt werden (Adresse 4112 **T I-EDS>**). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Normalerweise wird diese Zusatzzeitverzögerung zu 0 gesetzt. Der Einstellwert ist eine Zusatzverzögerungszeit, die die Eigenzeit (Messzeit) der Schutzfunktion nicht einschließt.

Die Wertmeldung 5827 „EDS S:“ ist der sich aus der Auslösekennlinie ergebene Stabilisierungsanteil und ist nicht Identisch mit dem Messwert 30655 „IStabEDS=“.

Die Wertmeldung 5826 „EDS D:“ ist die über die Auslösekennlinie stabilisierte Auslösegröße. Die gemeldeten Werte „EDS S:“ und „EDS D:“ beziehen sich auf den Zeitpunkt wenn auch die Ausgangsmeldung 5816 „EDS> (o.VZ)“ gemeldet wird, d. h. auf den Startzeitpunkt von **T I-EDS>** (Adresse 4112).

Für die Berechnung der Größen gelten die Zusammenhänge (siehe Abschnitt 2.10 unter Randtitel „Auswertung der Messgrößen“):

EDS S = $|3\underline{I}_0' - 3\underline{I}_0''| - |3\underline{I}_0' + 3\underline{I}_0''|$

EDS D = $|3\underline{I}_0'|$ für EDS S $\leq$ 0

EDS D = $|3\underline{I}_0'| - k \cdot$ EDS S für EDS S > 0 (mit k = 4)

2.10.4 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4101	ERD-DIFF.		Aus Ein	Aus	Erdfehlerdifferentialschutz
4111	I-EDS>	1A	0.05 .. 2.00 A	0.15 A	Ansprechwert des EDS
		5A	0.25 .. 10.00 A	0.75 A	
4112A	T I-EDS>		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	Zeitverzögerung für das AUS-Kommando
4113A	STEIGUNG		0.00 .. 0.95	0.00	Steigung Kennlinie I-EDS> = f(I-SUM)

2.10.5 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
5803	>EDS block	EM	>Erddiff. blockieren
5811	EDS aus	AM	Erddiff. ist ausgeschaltet
5812	EDS block	AM	Erddiff. ist blockiert
5813	EDS wirksam	AM	Erddiff. ist wirksam
5816	EDS> (o.VZ)	AM	Erddiff.: EDS> (ohne Verzögerungszeit)
5817	EDS Anr	AM	Erddiff.: Anregung
5821	EDS AUS	AM	Erddiff.: Auslösung
5826	EDS D:	WM	Erddiff.: Auslösegröße D bei AUS o.VZ
5827	EDS S:	WM	Erddiff.: Winkelmaß S bei AUS o.VZ

2.11 Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung

In Fällen, wo an einem Leitungsende keine oder nur eine schwache Einspeisung besteht, regt bei einem Kurzschluss der Distanzschutz dort nicht an. Ebenso bei Leitungen mit einseitiger Einspeisung oder Sternpunkterdung nur hinter einem Leitungsende kann vom nullstromfreien Leitungsende kein Freigabesignal gebildet werden, da auch dort keine Anregung erfolgt. Die Parameter- und Informationstabelle gilt gemeinsam für die folgenden Funktionen.

2.11.1 Echofunktion

2.11.1.1 Funktionsbeschreibung

Bild 2-139 zeigt das Funktionsprinzip der Echofunktion. Sie kann unter Adresse 2501 SE MODUS (Schwache Einspeisung MODUS) wirksam (*nur Echo*) oder unwirksam geschaltet werden (*Aus*). Mit diesem „Schalter" können Sie auch zusätzlich die Auslösung bei schwacher Einspeisung wirksam schalten (*Echo u. Auskom.*, siehe auch Abschnitt 2.11.2). Diese Einstellung ist gemeinsam für Signalverfahren mit Distanzschutz und mit Erdkurzschlussschutz.

Die Echofunktion bewirkt, dass bei fehlender Anregung oder fehlendem Erdstrom an einem Leitungsende das empfangene Signal als „Echo" zum anderen Leitungsende zurückgesendet wird und dort die Freigabe des Auslösekommandos ermöglicht.

Bei einem gemeinsam genutzten Übertragungskanal für den Distanz- und Erdkurzschlussschutz kann es zu Fehlauslösungen kommen, wenn der Distanzschutz und Erdkurzschlussschutz unabhängig voneinander ein Echo erzeugen. Für diesen Fall muss der Parameter **Echo: 1 Kanal** auf ***Ja*** einstellt werden.

Sind die Echobedingungen für den Distanzschutz oder für den Erdkurzschlussschutz erfüllt (siehe auch Abschnitte 2.7 und 2.9 unter „Echofunktion"), wird zunächst eine kurze Verzögerung **T VERZÖGERUNG** wirksam. Diese Verzögerung ist notwendig, damit das Echo nicht gesendet wird, wenn der Schutz am schwachen Leitungsende bei rückwärtigem Fehler eine höhere Anregezeit hat oder wenn er wegen ungünstiger Kurzschluss- bzw. Erdstromverteilung etwas später anregt. Ist jedoch am nicht speisenden Leitungsende der Leistungsschalter offen, so wird die Verzögerung des Echos nicht benötigt. Die Echoverzögerungszeit kann dann umgangen werden. Die Stellung des Leistungsschalters wird von der zentralen Funktionssteuerung (siehe Abschnitt 2.24.1) geliefert.

Sodann wird der Echoimpuls abgegeben (Ausgangsmeldung „Echo-Signal"), dessen Länge mit dem Parameter **T IMPULS** einstellbar ist. Das „Echo-Signal" muss gesondert auf das oder die Ausgangsrelais für das Senden rangiert sein, da es nicht in den Sendesignalen „Dis Senden", „Dis Senden L*" bzw. „EF Senden" enthalten ist.

Hinweis

Das „Echo-Signal" (Nr 4246) muss separat auf das Ausgangsrelais für die Senderbetätigung rangiert werden; es ist nicht in den Sendesignalen der Übertragungsfunktionen enthalten. In der digitalen Wirkschnittstelle mit Signalvergleich wird das Echo als separates Signal mit übertragen, ohne dass besondere Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Nach Abgabe des Echoimpulses oder während des Sendesignals des Distanzschutzes bzw. des Erdkurzschlussschutzes wird das Senden eines erneuten Echos für mindestens 50 ms (Voreinstellung) unterbunden. Dies verhindert die Repetition eines Echos nach Abschalten der Leitung.

Beim Blockierverfahren und bei den Mitnahmeverfahren wird die Echofunktion nicht benötigt und ist daher wirkungslos.

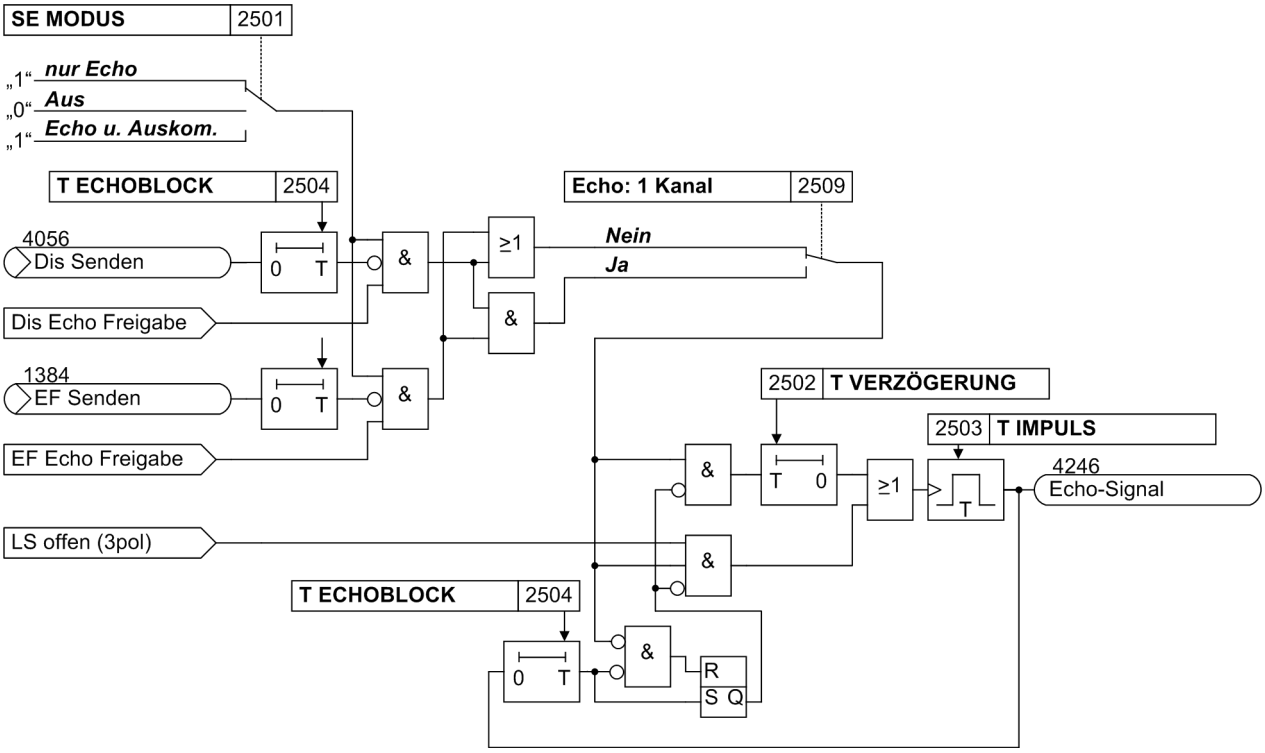


Bild 2-139 Logikdiagramm der Echofunktion mit Signalübertragung

2.11.2 Klassische Auslösung

2.11.2.1 Funktionsbeschreibung

Übertragungsverfahren

In Zusammenarbeit mit den Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz und/oder mit Erdkurzschlussschutz kann auch in solchen Fällen eine schnelle Abschaltung an beiden Leitungsenden erreicht werden.

Am stark einspeisenden Leitungsende kann der Distanzschutz bei Fehlern innerhalb der Zone Z1 stets schnell auslösen. Bei Übertragungsverfahren nach dem Freigabeprinzip ist zur Schnellabschaltung bei Fehlern über 100 % der Leitungsstrecke die Echofunktion (siehe Abschnitt 2.7) wirksam und ermöglicht so die Freigabe für das stark speisende Leitungsende.

Auch beim Erdkurzschlussschutz kann mit den Übertragungsverfahren nach dem Freigabeprinzip am speisenden Leitungsende mit Hilfe der Echofunktion (siehe Abschnitt 2.9) das Auslösekommando freigegeben werden.

Oft ist aber auch am Leitungsende mit schwacher Einspeisung eine Auslösung des Leistungsschalters wünschenswert. Hierzu verfügt das Gerät 7SD5 über eine eigene Schutzfunktion mit eigenem Auslösekommando.

Anregung mit Unterspannung

Bild 2-140 zeigt das Funktionsprinzip der Auslösung bei schwacher Einspeisung. Sie kann unter Adresse 2501 **SE MODUS** (Schwache Einspeisung MODUS) wirksam (***Echo u. Auskom.***) oder unwirksam geschaltet werden (***Aus***). Wird dieser „Schalter“ auf ***nur Echo*** eingestellt, ist die Auslösung ebenfalls unwirksam, jedoch kann die Echofunktion zur Freigabe des speisenden Leitungsendes arbeiten (vgl. auch Abschnitt 2.7 und 2.9). Über eine Binäreingabe „>ASE block“ kann die Auslösefunktion jederzeit gesperrt werden.

Die Logik für die Erkennung der schwachen Einspeisung ist im Zusammenhang mit Distanzschutz für jede Phase und zusätzlich einmal für den Erdkurzschlussschutz vorhanden. Da die Unterspannungsabfrage für jede Phase stattfindet, ist auch einpolige Auslösung möglich, vorausgesetzt, das Gerät liegt in der Version für einpolige Auslösung vor.

Bei einem Kurzschluss ist davon auszugehen, dass am Leitungsende mit schwacher Einspeisung nur eine kleine Spannung auftritt, da der schwache Kurzschlussstrom nur einen geringen Spannungsabfall in der Kurzschlussschleife hervorrufen kann. Bei fehlender Einspeisung ist die Schleifenspannung annähernd Null. Daher wird die Auslösung bei schwacher Einspeisung von der gemessenen Unterspannung **Uphe<** abhängig gemacht, die ebenfalls die Selektion der fehlerbehafteten Phase erlaubt.

Wenn ein Empfangssignal vom anderen Leitungsende eintrifft, ohne dass der örtliche Schutz anregt, deutet dies auf einen Fehler auf der zu schützenden Leitung hin. Bei Dreibeinleitungen muss beim Vergleichsverfahren von beiden Enden ein Empfangssignal ankommen. Bei Mitnahmeverfahren reicht von mindestens einem Ende ein Empfangssignal.

Nach einer Sicherheitszeit von 40 ms nach Eintreffen des Empfangssignals wird die Auslösung bei schwacher Einspeisung freigegeben, sofern die übrigen Bedingungen erfüllt sind: Unterspannung, Leistungsschalter geschlossen und keine Anregung des Distanzschutzes oder Erdkurzschlussschutzes.

Um die Erkennung der schwachen Einspeisung nach Abschalten der Leitung und Rückfall der Anregung zu verhindern, kann sie nicht mehr gebildet werden, wenn bereits eine kurzschlussbedingte Anregung in der betroffenen Phase vorlag (RS-Speicher in Bild 2-140).

Beim Erdkurzschlussschutz wird das Freigabesignal über die phasengetrennten Logikbausteine geschleift. Dadurch ist einpolige Auslösung auch dann möglich, wenn neben dem Distanzschutz auch der Erdkurzschlussschutz oder auch ausschließlich der Erdkurzschlussschutz die Freigabebedingungen erteilt.

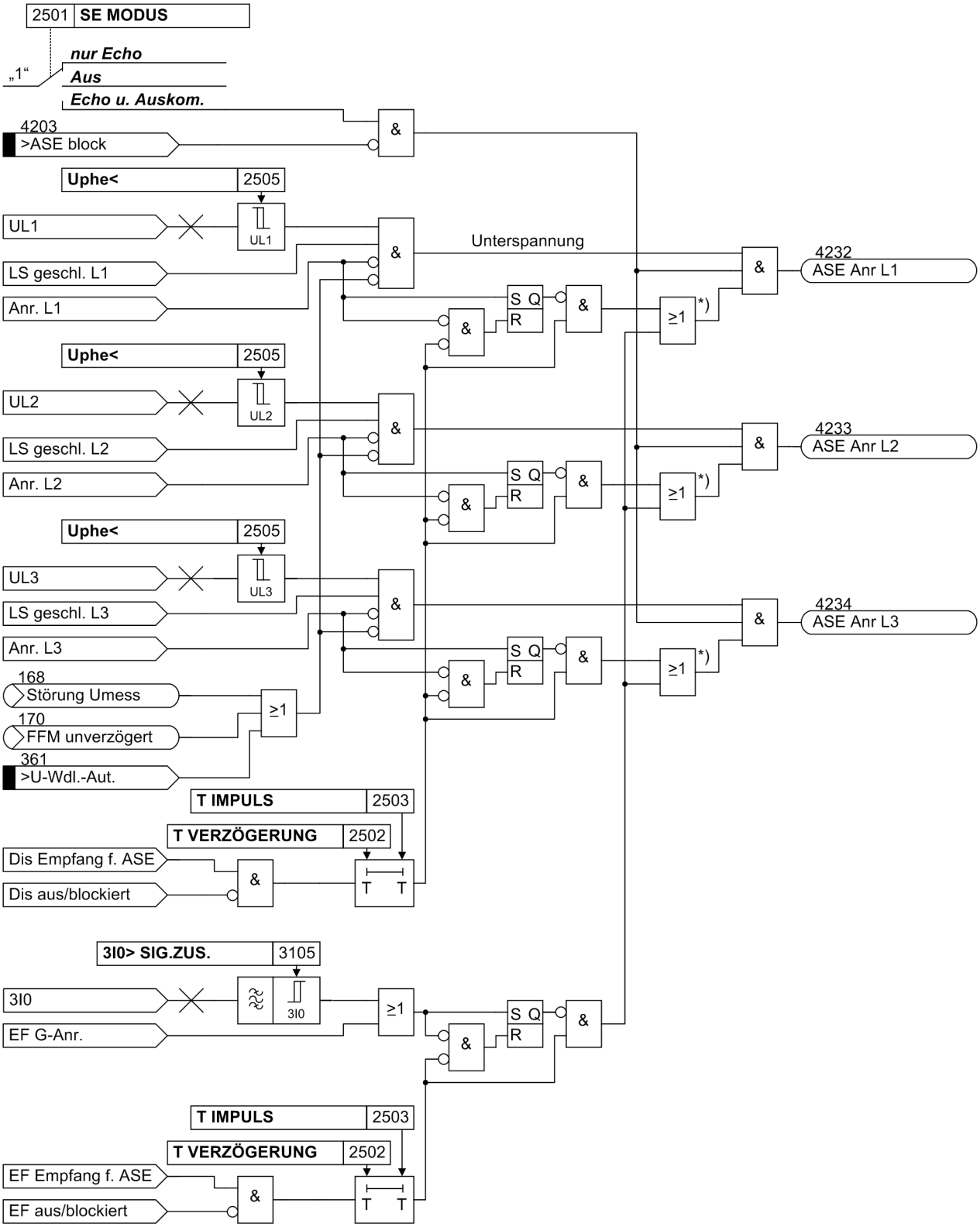


Bild 2-140 Logikdiagramm der Auslösung bei schwacher Einspeisung

*) Wenn Distanz- oder Erdfehlerschutz einen Übertragungskanal teilen (Adresse 2509 = ***Ja***) und keine Blockierung bei Distanz- und Erdfehlerschutz anliegt, ist der Ausgang an diesem Gatter eine UND-Verknüpfung der Eingänge.

2.11.2.2 Einstellhinweise

Allgemein

Voraussetzung für alle Funktionen bei schwacher Einspeisung ist, dass sie bei der Festlegung des Funktionsumfangs unter Adresse 125 **SCHWACHE EINSP.** = ***vorhanden*** projektiert wurden.

Mit dem Parameter **SE MODUS** (Adresse 2501) wird bestimmt, ob das Gerät bei einem Kurzschluss mit schwacher Einspeisung auslösen soll oder nicht. Bei Einstellung ***Echo u. Auskom.*** sind sowohl die Echofunktion als auch die Auslösung bei Fehlern mit schwacher Einspeisung wirksam. Bei Einstellung ***nur Echo*** sind die Echofunktionen zur Freigabe des speisenden Leitungsendes wirksam, es erfolgt aber keine Auslösung am Leitungsende mit fehlender oder schwacher Einspeisung. Da die Maßnahmen bei schwacher Einspeisung vom Empfangssignal vom anderen Leitungsende abhängig sind, haben sie nur Sinn, wenn der Schutz mit Signalübertragung arbeitet (siehe Abschnitt 2.7 und/oder 2.9).

Das Empfangssignal ist funktioneller Bestandteil der Auslösebedingungen. Daher darf die Auslösung bei schwacher Einspeisung **nicht bei Blockierverfahren** verwendet werden. Sie ist nur zulässig bei den Mitnahmeverfahren und den Vergleichsverfahren mit Freigabesignal! Ansonsten ist sie unter Adresse 2501 ***Aus*** zuschalten. Besser ist in diesen Fällen, sie von vorn herein bei der Projektierung unter Adresse 125 als ***nicht vorhanden*** einzustellen. Die zugehörigen Parameter sind dann nicht zugänglich.

Der Unterspannungswert **Uphe<** (Adresse 2505) muss unter allen Umständen unterhalb der minimal betrieblich zu erwartenden Spannung Phase-Erde eingestellt werden. Nach unten ist die Grenze gegeben durch den an der Messstelle am Leitungsende mit schwacher Einspeisung maximal zu erwartenden Spannungsabfall bei einem Kurzschluss auf der zu schützenden Leitung, wenn der Distanzschutz möglicherweise nicht mehr anregt.

Echofunktion

Bei Leitungsenden mit schwacher Einspeisung ist bei den Freigabeverfahren die Echofunktion sinnvoll, damit das speisende Leitungsende auch freigegeben wird. Die Parameterlisten sind im Zusammenhang mit der schwachen Einspeisung im Abschnitt 2.11.3.2 aufgeführt. Die Echofunktion kann unter Adresse 2501 **SE MODUS** wirksam (***nur Echo***) oder unwirksam (***Aus***) geschaltet werden. Mit diesem „Schalter“ können Sie auch zusätzlich die Auslösung bei schwacher Einspeisung wirksam schalten (***Echo u. Auskom.***).

Beachten Sie auf jeden Fall die Hinweise über die Einstellung der Distanzstufen unter dem Randtitel „Voraussetzungen beim Distanzschutz“ im Abschnitt 2.7 bzw. die Hinweise zum Erdkurzschlussschutz über die Einstellung der Erdstromstufe **3IO> SIG.ZUS.** unter dem Randtitel „Voraussetzungen beim Erdkurzschlussschutz“ im Abschnitt 2.9.

Die Echoverzögerungszeit **T VERZÖGERUNG** (Adresse 2502) muss so lang gewählt werden, dass unterschiedliche Reaktionszeiten der Anregung der Distanzschutzfunktionen bzw. der Erdkurzschlussschutzfunktion an allen Leitungsenden nicht zu einem Fehlecho bei außenliegenden Fehlern (durchfließender Strom) führen können. Üblich sind ca. 40 ms (Voreinstellung). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die Echoimpulsdauer **T IMPULS** (Adresse 2503) kann an die Gegebenheiten der Übertragungsanlage angepasst werden. Sie muss so lang sein, dass auch bei unterschiedlichen Eigenzeiten der Schutzgeräte an den Leitungsenden und der Übertragungsgeräte die Erkennung des Empfangssignals gewährleistet ist. Meist sind ca. 50 ms (Voreinstellung) ausreichend. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Um ein Endlosecho zwischen den Leitungsenden zu vermeiden (z.B. bei Störungseinkopplung auf dem Signalweg), wird nach jedem gehenden Echosignal ein neues Echo für eine bestimmte Zeit **T ECHOBLOCK** (Adresse 2504) blockiert. Üblich sind ca. 50 ms. Außerdem wird nach dem Senden des Distanzschutzes bzw. des Erdkurzschlussschutzes das Echo ebenfalls für die Zeit **T ECHOBLOCK** blockiert. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Bei einem gemeinsam genutzten Übertragungskanal für den Distanz- und Erdkurzschlussschutz kann es zu Fehlauslösungen kommen, wenn der Distanzschutz und Erdkurzschlussschutz unabhängig voneinander ein Echo erzeugen. Für diesen Fall muss der Parameter **`Echo: 1 Kanal`** (Adresse 2509) auf ***Ja*** eingestellt werden. Die Voreinstellung ist ***Nein***.

Hinweis

Das „`Echo-Signal`“ (Nr 4246) muss separat auf das Ausgangsrelais für die Senderbetätigung rangiert werden; es ist nicht in den Sendesignalen der Übertragungsfunktionen enthalten.

2.11.3 Auslösung nach französischer Spezifikation

2.11.3.1 Funktionsbeschreibung

Eine Alternative zur Erkennung einer schwachen Einspeisung ist ausschließlich in den Ausführungen 7SD5***-**D** verfügbar.

Anregung mit relativem Spannungssprung

Zusätzlich zur klassischen Funktion der schwachen Einspeisung steht als sogenannte ***`Logik Nr. 2`*** (Adresse 125) eine Alternative zum bisherigen Verfahren zur Verfügung.

Diese Funktion arbeitet unabhängig vom Signalverfahren mit einem eigenen Empfangssignal und kann unverzögert wie auch verzögert auslösen.

Unverzögerte Auslösung

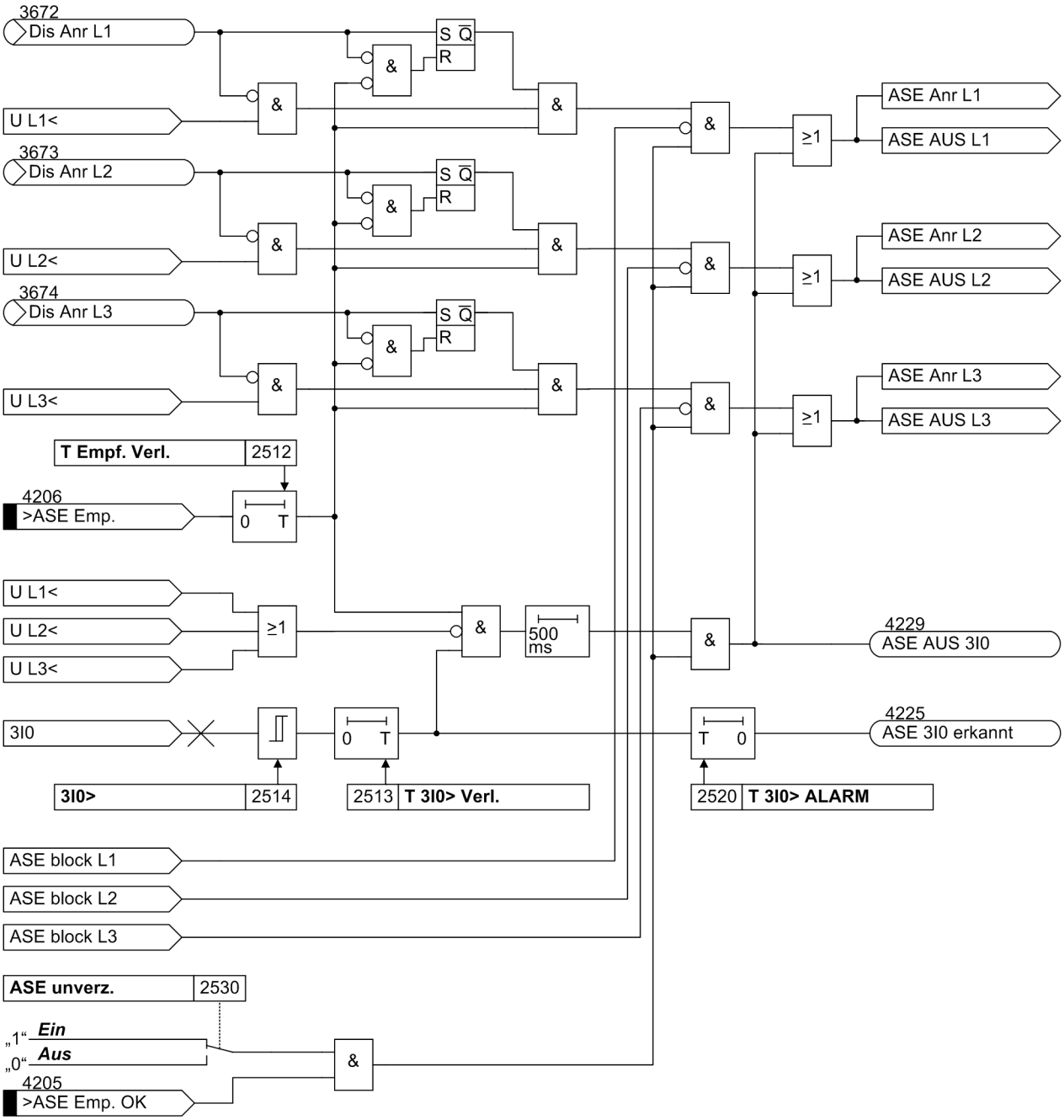


Bild 2-141 Logikdiagramm für unverzögerte Auslösung

Verzögerte Auslösung

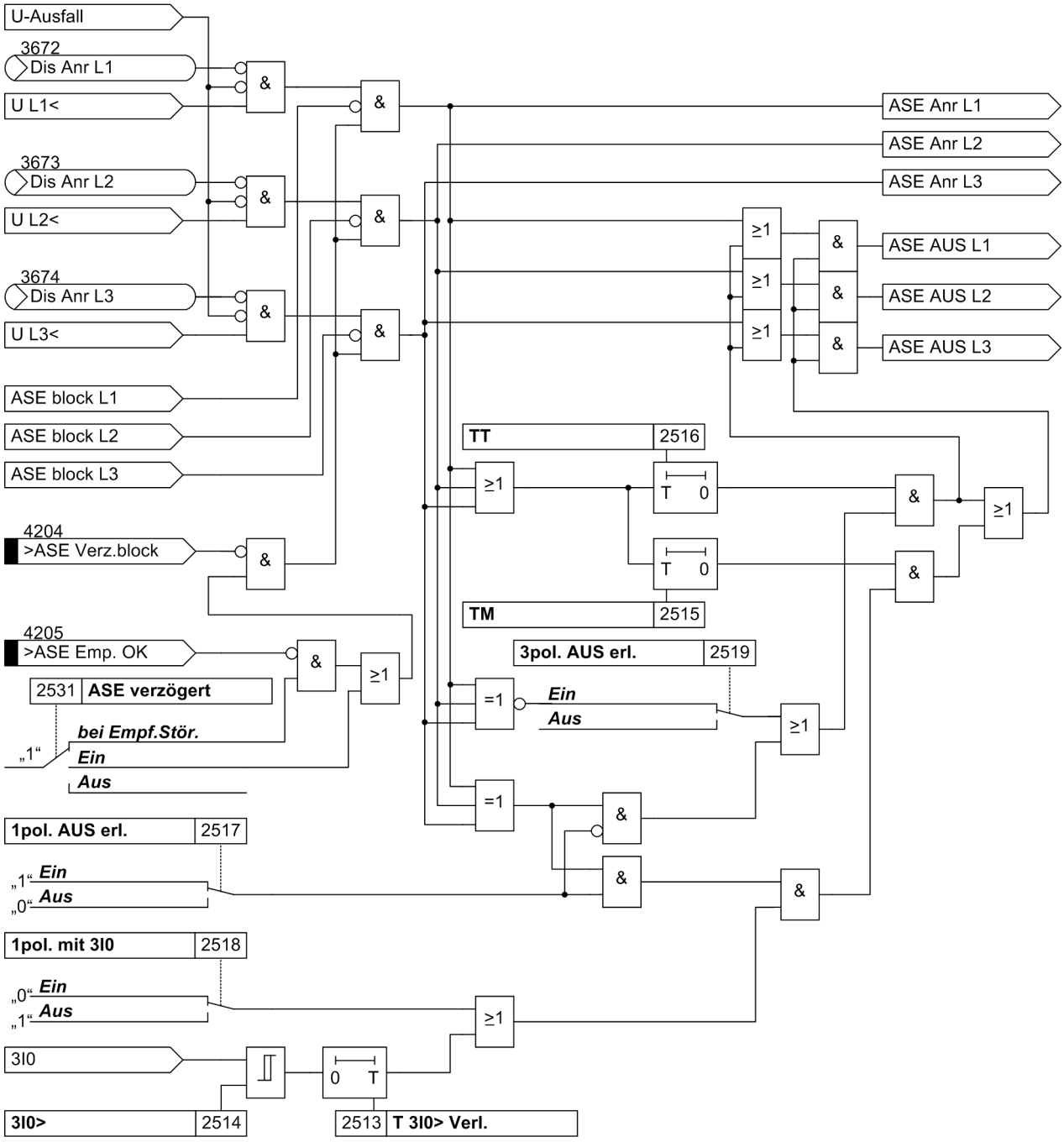


Bild 2-142 Logikdiagramm für verzögerte Auslösung

2.11.3.2 Einstellhinweise

Phasenselektion

Die Phasenselektion erfolgt über eine Unterspannungserkennung. Dabei wird keine absolute Spannungsschwelle in Volt parametriert, sondern ein Faktor (Adresse 2510 **Uphe< FAKTOR**), der multipliziert mit der gemessenen Leiter-Leiter-Spannung die Spannungsschwelle ergibt. Damit werden betriebsbedingte Abweichungen von der Nennspannung in der Unterspannungsschwelle berücksichtigt und laufend den aktuellen Gegebenheiten angepasst.

Die Unterspannungsschwelle wird aus dem Mittelwert über die gemessenen Leiter-Leiter-Spannungen der letzten 500 ms gebildet und über einen Spannungsspeicher verzögert. Damit wirken sich Änderungen der Leiter-Leiter-Spannung zeitverzögert auf die Schwelle aus. Die Zeitkonstante ist unter Adresse 2511 **Zeitkonst.** τ parametrierbar. Bei kommender Anregung wird die zuletzt ermittelte Spannungsschwelle der angeregten Phase bis zu einem Auskommando festgehalten. Damit wird bei langen Verzögerungszeiten eine Beeinflussung der Spannungsschwelle durch den Fehlerfall vermieden. Die Unterspannung wird für alle 3 Phasen ermittelt.

Unterschreitet die gespeicherte Leiter-Leiter-Spannung die Schwelle (Adresse 1131 **U-REST**), so wird in der entsprechenden Phase keine Unterspannung mehr erkannt.

Da es bei der Auslösung zu einer Mitkopplung kommt, d. h. der gemessene Fehlerzustand kann durch eine Abschaltung nicht beseitig werden, fällt die Anregung nach der ASE-Auslösung wieder zurück. Überschreitet die aktuelle Spannung die Rückfallschwelle wieder, ist eine neue Anregung nach höchstens 1 s möglich.

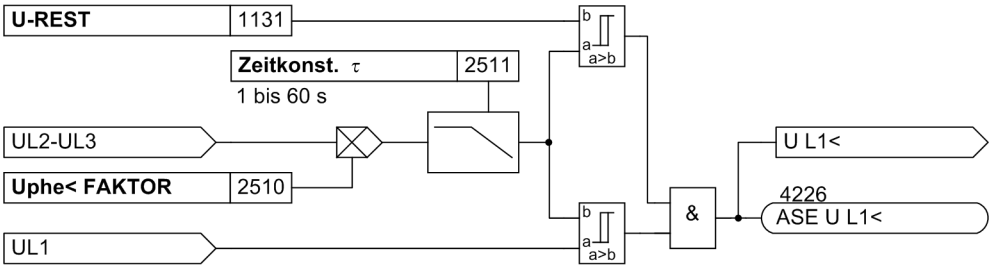


Bild 2-143 Unterspannungserkennung für U_{L1-E}

Unverzögerte Auslösung

Ein unverzögertes AUS-Kommando wird dann abgesetzt, wenn ein Empfangssignal „>ASE Emp.“ anliegt und gleichzeitig eine Unterspannung erkannt wird. Das Empfangssignal wird unter Adresse 2512 **T Empf. Verl.** verlängert, damit auch bei einem schnellen Rückfall der Sendeseite noch ein Auskommando möglich ist.

Um die Erkennung der schwachen Einspeisung nach Abschalten der Leitung und Rückfall der Anregung durch die Distanzschutzfunktion zu verhindern, wird in der entsprechenden Phase eine Anregung blockiert. Diese Blockierung wird solange gehalten, bis das Empfangssignal wieder geht.

Wird bei anliegendem Empfangssignal keine Unterspannung ermittelt, aber die Nullstromschwelle **3I0>** (Adresse 2514) überschritten, deutet dies auf einen Fehler auf der Leitung hin. Liegt dieser Zustand (Empfang, keine Unterspannung und Nullstrom) länger als 500 ms an, so wird 3-polig ausgelöst. Die zeitliche Verlängerung für das Signal „3I0> überschritten“ wird unter Adresse 2513 **T 3I0> Verl.** bestimmt. Überschreitet der Nullstrom länger als die parametrierte Zeit **T 3I0> ALARM** (Adresse 2520) die Schwelle **3I0>**, so wird die Meldung „3I0 erkannt“ abgesetzt.

Die unverzögerte Stufe arbeitet nur, wenn über den Binäreingang „>ASE Emp. OK“ die ordnungsgemäße Funktion des Übertragungskanals gemeldet wird.

Außerdem wirken auf die unverzögerte Logik die phasenselektiven Blockiersignale **ASE block L...**. Damit werden Fehlanregungen insbesondere nach Abschalten des eigenen Leitungsendes verhindert.

Unter der Adresse 2530 **ASE unverz.** wird die Stufe der unverzögerten Auslösung ***Aus***- oder dauerhaft ***Ein***geschaltet.

Verzögerte Auslösung

Die Arbeitsweise der verzögerten Auslösung wird durch 3 Parameter bestimmt:

- Adresse 2517 **1pol. AUS erl.** ermöglicht ein 1-poliges Auskommando bei 1-poligen Fehlern, wenn dieser auf ***Ein*** parametriert wird
- Adresse 2518 **1pol. mit 3IO** erlaubt in Stellung ***Ein*** ein 1-poliges Auskommando nur dann, wenn auch die Schwelle **3IO>** für den Nullstrom überschritten ist. Wird die Schwelle **3IO>** nicht überschritten, erfolgt bei 1-poligen Fehlern keine Auslösung. In Stellung ***Aus*** ist ein 1-poliges Auskommando auch ohne Überschreitung von **3IO>** möglich. Die zeitliche Verlängerung für das Signal „3I0> überschritten“ wird unter Adresse 2513 **T 3IO> Verl.** bestimmt.
- Adresse 2519 **3pol. AUS erl.** ermöglicht in Stellung ***Ein*** auch ein 3-poliges Auskommando bei mehrpoliger Anregung. In Stellung ***Aus*** wird nur die mehrpolige Anregung gemeldet, aber kein 3-poliges Auskommando abgesetzt (nur Melden). Ein 1-poliges oder 3-poliges Auskommando bei 1-poliger Anregung kann aber trotzdem abgesetzt werden.

Um auch bei Störung des Übertragungskanals das eigene Leitungsende noch abschalten zu können, ist eine Stufe mit verzögerter Auslösung implementiert. Diese Stufe regt bei erkannter Unterspannung in einer oder mehreren Phasen an und löst nach einer parametrierbaren Zeit (Adresse 2515 **TM** und Adresse 2516 **TT**) verzögert aus, abhängig von der eingestellten Arbeitsweise der Stufe (Adresse 2517 **1pol. AUS erl.** und 2519 **3pol. AUS erl.**). Wird bei einer Anregung auch nach Ablauf der Zeiten 2515 **TM** und 2516 **TT** kein Auskommando abgesetzt, wird der Spannungsspeicher zurückgesetzt und damit auch die Anregung zurückgenommen.

Unter der Adresse 2531 **ASE verzögert** kann die Betriebsart der verzögerten Auslösung eingestellt werden. Bei ***Ein*** ist diese Stufe dauerhaft eingeschaltet. Mit der Einstellung ***bei Empf.Stör.*** wird diese Stufe nur aktiv, wenn **nicht** „>ASE Emp. OK“ gehend gemeldet wird. Bei “***Aus***” ist die Stufe dauerhaft ausgeschaltet.

Um ein Fehlansprechen zu verhindern, wird bei Spannungsausfall (Ansprechen des Fuse-Failure-Monitors oder des U-Wandler-Schutzschalters) die Phasenauswahl über Unterspannung komplett blockiert. Außerdem werden bei einer Anregung der Distanzschutzfunktion die betroffenen Phasen blockiert.

2.11.4 Tabellarische Übersichten für die klassische und französische Auslösung

2.11.4.1 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2501	SE MODUS		Aus nur Echo Echo u. Auskom.	nur Echo	Betriebsart für schwache Einspeisung
2502A	T VERZÖGERUNG		0.00 .. 30.00 s	0.04 s	Echoverzögerung / Auslöseverzögerung
2503A	T IMPULS		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Echo-Impulsdauer / Auslöseverlängerung
2504A	T ECHOBLOCK		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Echo-Blockierdauer nach Echo
2505	Uphe<		2 .. 70 V	25 V	Unterspannungsanregung Uphe<
2509	Echo: 1 Kanal		Nein Ja	Nein	Echologik: Dis+EF über gemeinsamen Kanal
2510	Uphe< FAKTOR		0.10 .. 1.00	0.70	Faktor für Unterspannung Uphe<
2511	Zeitkonst. τ		1 .. 60 s	5 s	Zeitkonstante Tau
2512A	T Empf. Verl.		0.00 .. 30.00 s	0.65 s	Empfangsverlängerung
2513A	T 3I0> Verl.		0.00 .. 30.00 s	0.60 s	Verlängerungszeit 3I0>
2514	3I0>	1A	0.05 .. 1.00 A	0.50 A	Ansprechwert Nullstrom
		5A	0.25 .. 5.00 A	2.50 A	
2515	TM		0.00 .. 30.00 s	0.40 s	ASE-Verzögerungszeit einpolig
2516	TT		0.00 .. 30.00 s	1.00 s	ASE-Verzögerungszeit mehrpolig
2517	1pol. AUS erl.		Ein Aus	Ein	Einpoliges ASE-AUS erlaubt
2518	1pol. mit 3I0		Ein Aus	Ein	Einpoliges ASE-AUS mit Nullstrom
2519	3pol. AUS erl.		Ein Aus	Ein	Dreipoliges ASE-AUS erlaubt
2520	T 3I0> ALARM		0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Störungserkennung 3I0> überschritten
2530	ASE unverz.		Ein Aus	Ein	ASE unverzögert
2531	ASE verzögert		Ein bei Empf.Stör. Aus	bei Empf.Stör.	ASE verzögert

2.11.4.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
4203	>ASE block	EM	>AUS bei schwacher Einsp. blockieren
4204	>ASE Verz.block	EM	>verzögerte ASE blockieren
4205	>ASE Emp. OK	EM	>AUS bei schwacher Einsp:Empfang OK
4206	>ASE Emp.	EM	>AUS bei schwacher Einsp:Empfangssignal
4221	ASE aus	AM	Aus bei schw. Einsp. ausgeschaltet
4222	ASE block	AM	Aus bei schwacher Einspeisung blockiert
4223	ASE wirksam	AM	Aus bei schwacher Einspeisung wirksam
4225	ASE 3I0 erkannt	AM	Aus bei schwacher Einsp. 3I0 erkannt
4226	ASE U L1<	AM	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L1
4227	ASE U L2<	AM	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L2
4228	ASE U L3<	AM	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L3
4229	ASE AUS 3I0	AM	Aus bei schwacher Einsp. Auslösung 3I0
4231	ASE G-Anr	AM	Aus bei schwacher Einsp. Generalanr.
4232	ASE Anr L1	AM	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L1
4233	ASE Anr L2	AM	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L2
4234	ASE Anr L3	AM	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L3
4241	ASE G-AUS	AM	Aus bei schw. Einsp. Generalauslösung
4242	ASE AUS1polL1	AM	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L1,nur1pol
4243	ASE AUS1polL2	AM	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L2,nur1pol
4244	ASE AUS1polL3	AM	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L3,nur1pol
4245	ASE AUS L123	AM	Aus bei schw.Einsp.Auslösung 3polig
4246	Echo-Signal	AM	Echosignal

2.12 Externe örtliche Auslösung

Über einen Binäreingang kann ein beliebiges Signal von einer externen Schutz- oder Überwachungseinrichtung in die Verarbeitung des 7SD5 eingekoppelt werden. Es kann verzögert, gemeldet und auf ein oder mehrere Ausgaberelais gegeben werden.

2.12.1 Funktionsbeschreibung

Externe Auslösung des örtlichen Leistungsschalters

Bild 2-144 zeigt das Logikdiagramm. Wenn Gerät und Leistungsschalter für einzelpolige Steuerung vorgesehen sind, kann auch 1-polig ausgelöst werden. Die Auslöselogik des Gerätes stellt sicher, dass hierzu die Bedingungen für 1-polige Auslösung erfüllt sind (z.B. 1-polige Auslösung zulässig, Wiedereinschaltgerät bereit).

Die externe Auslösung kann durch Parameter ein- und ausgeschaltet und über eine Binäreingabe blockiert werden.

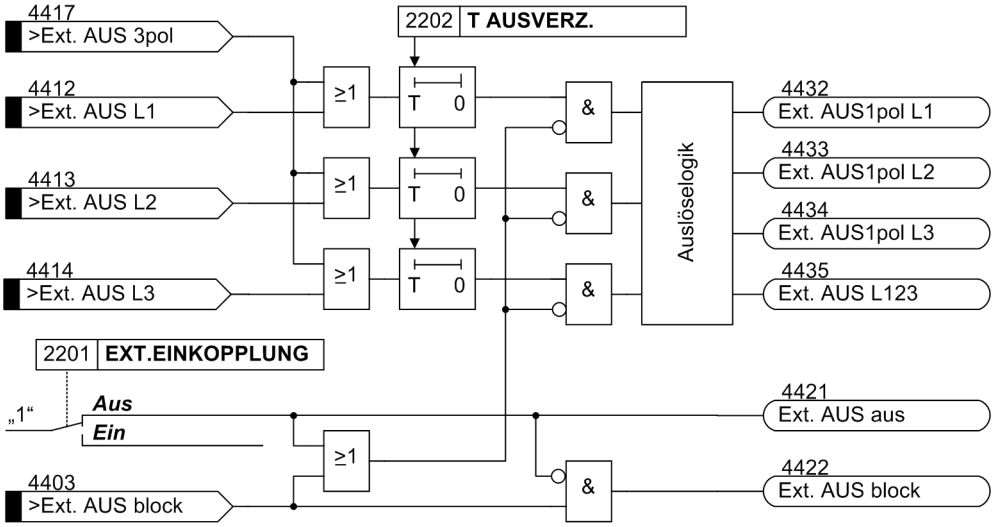


Bild 2-144 Logikdiagramm der externen örtlichen Auslösung

Fernauslösung des Leistungsschalters am Gegenende

Bei konventioneller Übertragung wird für die Fernauslösung am Gegenende je gewünschter Übertragungsrichtung ein Übertragungskanal benötigt. Hierzu können z.B. Lichtwellenleiterverbindungen, tonfrequenzmodulierte Hochfrequenzkanäle über Nachrichtenkabel, TFH oder Richtfunk wie folgt verwendet werden.

Soll das Auslösekommando des Distanzschutzes übertragen werden, benutzt man für das Senden am einfachsten die Signalübertragungslogik, da diese bereits eine Verlängerung des Sendesignals ermöglich, wie im Abschnitt 2.7 beschrieben. Es kann natürlich auch jedes Kommando zur Ansteuerung des Senders verwendet werden.

Für den Empfangskreis wird die externe örtliche Auslösung verwendet. Das Empfangssignal wird auf einen Binäreingang gegeben, der auf die logische Binäreingabe „>Ext. AUS 3pol“ rangiert ist. Wenn 1-polige Auslösung erwünscht ist, können auch die Binäreingaben „>Ext. AUS L1“, „>Ext. AUS L2“ und „>Ext. AUS L3“ verwendet werden. Es gilt also auch hier Bild 2-144.

2.12.2 Einstellhinweise

Allgemein

Voraussetzung für die Verwendung der externen örtlichen Auslösung ist, dass bei der Konfiguration des Geräteumfangs (Abschnitt 2.1.1) unter Adresse 122 **EXT.EINKOPPLUNG** = ***vorhanden*** parametriert wurde. Sie kann außerdem in Adresse 2201 **EXT.EINKOPPLUNG** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Für die externe örtliche Auslösung kann unter Adresse 2202 **T AUSVERZ.** eine Auslöseverzögerung eingestellt werden. Diese kann als Sicherheitszeit verwendet werden.

Ein einmal abgesetztes Auslösekommando wird mindestens für die Mindestauslösekommandodauer **T AUSKOM MIN.**, die für das Gerät insgesamt unter Adresse 240 parametriert wurde (Abschnitt 2.1.2), gehalten. Damit kann auch bei einem sehr kurzen Steuerimpuls zuverlässig der Leistungsschalter betätigt werden.

2.12.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2201	EXT.EINKOPPLUNG	Ein Aus	Aus	Externe Einkopplung
2202	T AUSVERZ.	0.00 .. 30.00 s; ∞	0.01 s	Auskommandoverzögerung

2.12.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
4403	>Ext. AUS block	EM	>Externe Einkopplung: AUS blockieren
4412	>Ext. AUS L1	EM	>Externe Einkopplung: AUS L1 über Bin.
4413	>Ext. AUS L2	EM	>Externe Einkopplung: AUS L2 über Bin.
4414	>Ext. AUS L3	EM	>Externe Einkopplung: AUS L3 über Bin.
4417	>Ext. AUS 3pol	EM	>Externe Einkopplung: AUS 3polig
4421	Ext. AUS aus	AM	Externe Einkopplung ausgeschaltet
4422	Ext. AUS block	AM	Externe Einkopplung blockiert
4432	Ext. AUS1pol L1	AM	Externe Einkopplung: AUS L1, nur 1polig
4433	Ext. AUS1pol L2	AM	Externe Einkopplung: AUS L2, nur 1polig
4434	Ext. AUS1pol L3	AM	Externe Einkopplung: AUS L3, nur 1polig
4435	Ext. AUS L123	AM	Externe Einkopplung: AUS L123, 3polig

2.13 Übertragung binärer Informationen und Kommandos

2.13.1 Funktionsbeschreibung

7SD5 erlaubt mittels der ohnehin für die Schutzaufgaben vorhandenen Kommunikationsverbindungen bis zu 28 beliebige binäre Informationen von einem Gerät zu den anderen zu übertragen. Vier davon werden wie die Schutzsignale mit hoher Priorität, also sehr schnell, übertragen und eignen sich daher besonders für die Übertragung von anderen Schutzsignalen, die außerhalb des 7SD5 gebildet werden. Die übrigen 24 werden im Hintergrund übertragen und eignen sich für Meldungen von Ereignissen einer Station, deren Kenntnis auch in den anderen nützlich ist (vgl. auch die Angaben im Kapitel „Technische Daten“).

Die Informationen können über Binäreingänge in das Gerät eingekoppelt und an den anderen Geräten wieder über Binärausgänge ausgekoppelt werden. Mittels der integrierten anwenderdefinierbaren Logik CFC können sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig logische Verknüpfungen der Signale untereinander oder mit anderen Informationen der Schutz- und Überwachungsfunktionen des Gerätes hergestellt werden. So können auch interne Signale durch CFC-Verknüpfung mit einem Sendesignal die Übertragung einer Information bewirken.

Die verwendeten Binäreingänge müssen ebenso wie die Meldeausgänge bei der Rangierung der Ein- und Ausgabefunktionen entsprechend zugeordnet werden. Die vier vorrangig übertragenen Signale werden über die Binäreingaben „>Fernkommando 1“ bis „>Fernkommando 4“ an das Gerät geführt, an die Geräte der anderen Enden übertragen und können empfangsseitig über die Ausgabefunktionen „Fern-Kdo1 empf.“ bis „Fern-Kdo4 empf.“ weiterverarbeitet werden.

Die übrigen 24 Informationen erreichen das Gerät über die Binäreingaben „>Fernmeldung 1“ bis „>Fernmeldung 24“ und stehen entsprechend unter „FernMel 1 empf“ usw. empfangsseitig zur Verfügung.

Bei der Zuordnung der binären Ein- und Ausgänge mittels DIGSI können Sie den zu übertragenden Informationen eigene Bezeichnungen geben. Zum Beispiel können Sie an einem Leitungsende mit einem Blocktransformator das Auslösekommando des Buchholz-Schutzes als „>Fernkommando 1“ über einen Binäreingang einkoppeln und ihm die Bezeichnung „>Buchholz AUS“ geben. Am anderen Ende geben Sie dem empfangenen Kommando „Fern-Kdo1 empf.“ z.B. die Bezeichnung „Buchholz Fern“ und rangieren dieses auf Auslösung des dortigen Leistungsschalters. Beim Auslösekommando durch den Buchholz-Schutz werden dann die von Ihnen bestimmten Meldungen erzeugt.

Auch Geräte, die aus dem Leitungsschutzsystem abgemeldet sind (siehe Abschnitt 2.2.2.1 „Modus: Gerät abmelden“), können Fernmeldungen und -kommandos senden und empfangen.

Für eine Überwachung der sendenden Geräte, ob deren Signale überhaupt noch zur Verfügung stehen, können die Meldungen der Geräte, z.B. „Ger1 vorh.“ der Topologieerkennung genutzt werden. Diese werden abgesetzt, wenn ein Gerät x aktiv an der Kommunikationstopologie beteiligt ist.

Mit Erkennen einer Störung in der Wirkschnittstellenkommunikation wird die Zeit **TV ResetFernsig** unter Adresse 4512 zum Rücksetzen der Fernsignale gestartet. Das bedeutet, dass bei Kommunikationsunterbrechung ein anliegendes Empfangssignal noch für die Zeit **TV ResetFernsig** seinen letzten Status behält, ehe es zurückgesetzt wird.

Für die Übertragung binärer Informationen sind keine weiteren Einstellungen vorzunehmen. Jedes Gerät sendet die eingekoppelten Informationen an jedes andere an den Enden des zu schützenden Objektes. Wenn eine Selektion notwendig ist, muss diese durch entsprechende Rangierung und ggf. Verknüpfung an der empfangenden Seite erreicht werden.

2.13.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3541	>Fernkommando 1	EM	> Fernkommando 1
3542	>Fernkommando 2	EM	> Fernkommando 2
3543	>Fernkommando 3	EM	> Fernkommando 3
3544	>Fernkommando 4	EM	> Fernkommando 4
3545	Fern-Kdo1 empf.	AM	Fernkommando empfangen 1
3546	Fern-Kdo2 empf.	AM	Fernkommando empfangen 2
3547	Fern-Kdo3 empf.	AM	Fernkommando empfangen 3
3548	Fern-Kdo4 empf.	AM	Fernkommando empfangen 4
3549	>Fernmeldung 1	EM	> Fernmeldung 1
3550	>Fernmeldung 2	EM	> Fernmeldung 2
3551	>Fernmeldung 3	EM	> Fernmeldung 3
3552	>Fernmeldung 4	EM	> Fernmeldung 4
3553	>Fernmeldung 5	EM	> Fernmeldung 5
3554	>Fernmeldung 6	EM	> Fernmeldung 6
3555	>Fernmeldung 7	EM	> Fernmeldung 7
3556	>Fernmeldung 8	EM	> Fernmeldung 8
3557	>Fernmeldung 9	EM	> Fernmeldung 9
3558	>Fernmeldung 10	EM	> Fernmeldung 10
3559	>Fernmeldung 11	EM	> Fernmeldung 11
3560	>Fernmeldung 12	EM	> Fernmeldung 12
3561	>Fernmeldung 13	EM	> Fernmeldung 13
3562	>Fernmeldung 14	EM	> Fernmeldung 14
3563	>Fernmeldung 15	EM	> Fernmeldung 15
3564	>Fernmeldung 16	EM	> Fernmeldung 16
3565	>Fernmeldung 17	EM	> Fernmeldung 17
3566	>Fernmeldung 18	EM	> Fernmeldung 18
3567	>Fernmeldung 19	EM	> Fernmeldung 19
3568	>Fernmeldung 20	EM	> Fernmeldung 20
3569	>Fernmeldung 21	EM	> Fernmeldung 21
3570	>Fernmeldung 22	EM	> Fernmeldung 22
3571	>Fernmeldung 23	EM	> Fernmeldung 23
3572	>Fernmeldung 24	EM	> Fernmeldung 24
3573	FernMel 1 empf	AM	Fernmeldung 1 empfangen
3574	FernMel 2 empf	AM	Fernmeldung 2 empfangen
3575	FernMel 3 empf	AM	Fernmeldung 3 empfangen
3576	FernMel 4 empf	AM	Fernmeldung 4 empfangen
3577	FernMel 5 empf	AM	Fernmeldung 5 empfangen
3578	FernMel 6 empf	AM	Fernmeldung 6 empfangen
3579	FernMel 7 empf	AM	Fernmeldung 7 empfangen
3580	FernMel 8 empf	AM	Fernmeldung 8 empfangen
3581	FernMel 9 empf	AM	Fernmeldung 9 empfangen
3582	FernMel 10 empf	AM	Fernmeldung 10 empfangen
3583	FernMel 11 empf	AM	Fernmeldung 11 empfangen
3584	FernMel 12 empf	AM	Fernmeldung 12 empfangen

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
3585	FernMel 13 empf	AM	Fernmeldung 13 empfangen
3586	FernMel 14 empf	AM	Fernmeldung 14 empfangen
3587	FernMel 15 empf	AM	Fernmeldung 15 empfangen
3588	FernMel 16 empf	AM	Fernmeldung 16 empfangen
3589	FernMel 17 empf	AM	Fernmeldung 17 empfangen
3590	FernMel 18 empf	AM	Fernmeldung 18 empfangen
3591	FernMel 19 empf	AM	Fernmeldung 19 empfangen
3592	FernMel 20 empf	AM	Fernmeldung 20 empfangen
3593	FernMel 21 empf	AM	Fernmeldung 21 empfangen
3594	FernMel 22 empf	AM	Fernmeldung 22 empfangen
3595	FernMel 23 empf	AM	Fernmeldung 23 empfangen
3596	FernMel 24 empf	AM	Fernmeldung 24 empfangen

2.14 Hochstrom-Schnellabschaltung

2.14.1 Funktionsbeschreibung

Allgemeines

Die Hochstrom-Schnellabschaltung soll beim Zuschalten eines Abzweigs auf einen stromstarken Kurzschluss unmittelbar und unverzögert wieder abschalten. Sie dient z.B. als schneller Schutz beim Zuschalten eines Abzweigs mit eingelegtem Erdungstrenner. Für ihre Funktion müssen die Geräte an allen Enden des Schutzobjektes über die Stellung der Leistungsschalter informiert sein (Schalterhilfskontakte).

Eine zweite Stufe arbeitet schnell und unverzögert, unabhängig von der Stellung der Leistungsschalter.

I>>>-Stufe

Die Anregung der I>>>-Stufe erfasst jeden Leiterstrom und vergleicht diesen mit dem Einstellwert **I>>>**. Die Ströme werden numerisch gefiltert, um den Gleichanteil zu eliminieren. Diese Hochstrom-Anregung ist praktisch unbeeinflusst von Gleichstromgliedern sowohl im Kurzschlussstrom als auch im Sekundärstrom nach Abschalten hoher Ströme. Wird der Einstellwert um mehr als das Doppelte überschritten, benutzt die Stufe selbsttätig den Scheitelwert der ungefilterten Messgröße, so dass hier extrem kurze Kommandozeiten möglich sind.

Die Freigabe für diese Stufe wird nur erteilt, wenn der örtliche Leistungsschalter zugeschaltet wird, während alle übrigen Leitungsenden des Schutzobjektes abgeschaltet sind. Die Geräte tauschen den Status ihrer zugehörigen Leistungsschalter also über die Kommunikationsverbindung ständig aus. Steht das Schutzobjekt bereits unter Spannung (von einem anderen Ende), so ist diese Stufe nicht wirksam. Voraussetzung für die Funktion der I>>>-Stufe ist unbedingt, dass an allen Enden des Schutzobjektes die Leistungsschalter-Hilfskontakte angeschlossen und auf die entsprechenden Binäreingaben rangiert sind. Für die korrekte Funktion der Hochstromschnellabschaltung bei der Erstzuschaltung einer Leitung ist es unbedingt erforderlich, dass die binäre Eingangsmeldung „>LS Pos.Aus 3p“ (Nr. 380) bei allen Geräten der Schutzkonstellation rangiert ist. Ist dies nicht der Fall, ist diese Stufe nicht wirksam.

Bild 2-146 zeigt das Logikdiagramm. Die Freigabe der I>>>-Stufe im unteren Teil des Diagramms kann phasengetrennt über die Freigabesignale „SAB Freig. Lx“ oder für alle drei Phasen über das interne Freigabesignal „SAB Freig..L123“ erteilt werden. Dies gilt z.B. bei automatischer Wiedereinschaltung nach einpoliger Auslösung. Dann ist auch einpolige Auslösung durch diese Stufe möglich, vorausgesetzt, das Gerät ist für einpolige Auslösung vorgesehen. Die Bildung der Freigabesignale für die I>>>-Stufe ist in Bild 2-145 dargestellt.

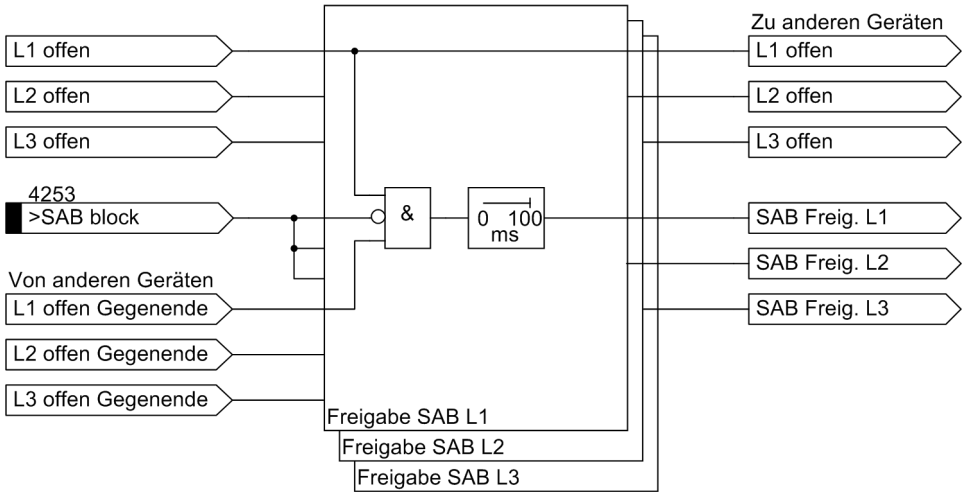


Bild 2-145 Aktivierung der I>>>-Stufe

I>>>>-Stufe

Die I>>>>-Stufe löst unabhängig von der Stellung der Leistungsschalter aus. Auch hier werden die Ströme numerisch gefiltert und ab dem doppelten Einstellwert der Scheitelwert der Ströme erfasst. Bild 2-146 zeigt das Logikdiagramm im oberen Teil.

Diese Stufe wird daher dann eingesetzt, wenn eine Stromstaffelung möglich ist. Dies ist bei kleiner Vorimpedanz und gleichzeitig großer Impedanz des Schutzobjektes möglich (Beispiel bei den Einstellhinweisen in Abschnitt 2.14.2).

Die I>>>>-Stufe wird automatisch durch die im Gerät vorhandene Stromsprungüberwachung $^{dI}/_{dt}$ für die Dauer von 50 ms freigegeben. Auch diese Stufe arbeitet phasengetrennt.

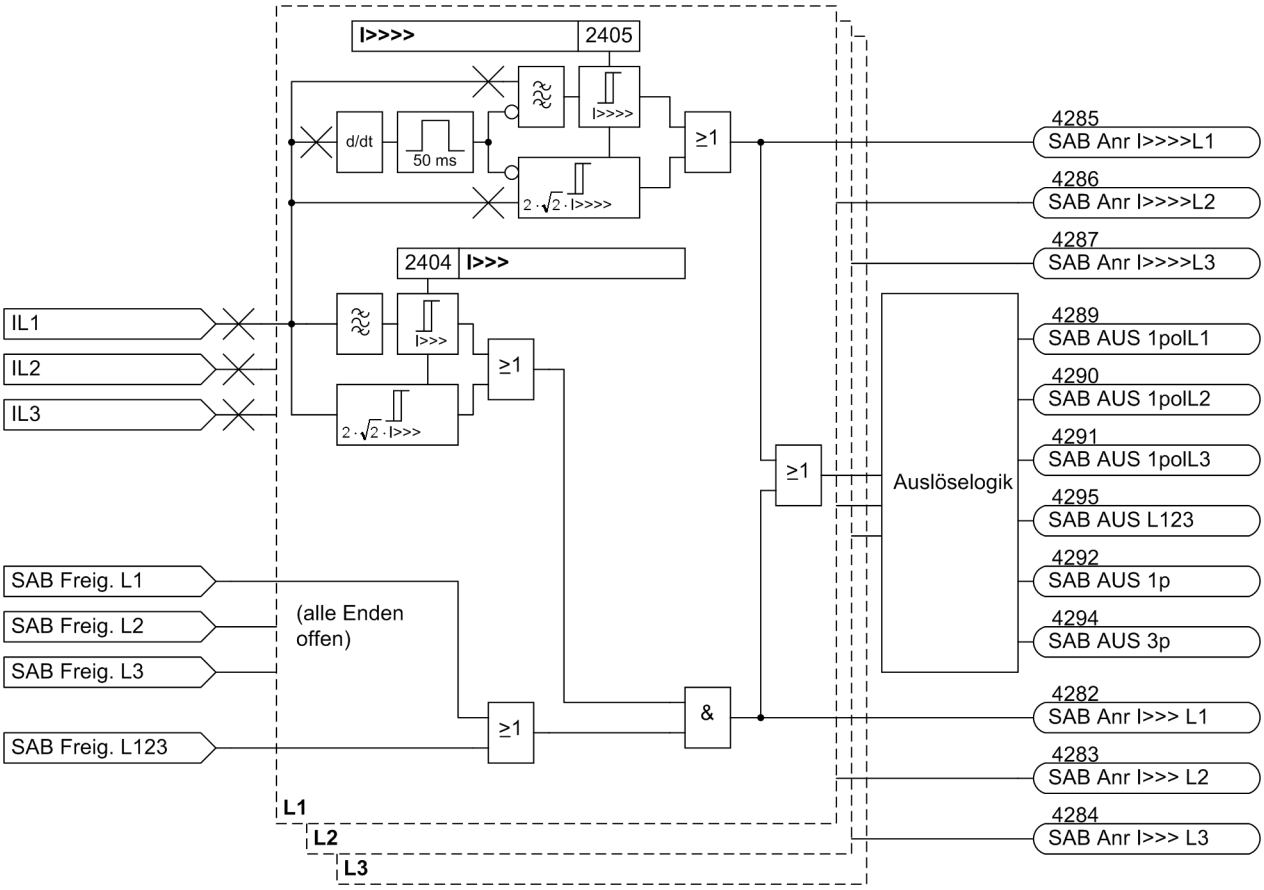


Bild 2-146 Logikdiagramm der Hochstrom-Schnellabschaltung

2.14.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Voraussetzung für die Verwendung der Schnellabschalt-Funktion ist, dass bei der Konfiguration des Geräteumfangs (Abschnitt 2.1.1) unter Adresse 124 **SCHNELLABSCHALT** = ***vorhanden*** parametriert wurde. Sie kann außerdem in Adresse 2401 **SCHNELLABSCHALT** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

I>>>-Stufe

Die Höhe des Kurzschlussstromes, der zur Anregung der I>>>-Stufe führt, wird als **I>>>** in Adresse 2404 eingestellt. Diese Stufe arbeitet nur beim Zuschalten des örtlichen Endes, wenn an allen anderen Enden des Schutzobjektes die Leistungsschalter geöffnet sind. Wählen Sie den Wert so hoch, dass der Schutz nicht auf den Effektivwert des Einschaltstromes anspricht, der beim Einschalten des Schutzobjektes entsteht. Auf durchfließende Kurzschlussströme brauchen Sie dagegen keine Rücksicht zu nehmen.

Bei Parametrierung mittels PC und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden. Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die Ströme auf die Sekundärseite der Stromwandler umgerechnet.

I>>>>-Stufe

Die I>>>>-Stufe (Adresse 2405) arbeitet unabhängig von der Stellung der Leistungsschalter. Da sie extrem schnell auslöst, muss sie so hoch eingestellt werden, dass sie auf durchfließenden Laststrom auf keinen Fall anregt. Sie ist also nur dann anzuwenden, wenn eine Stromstaffelung über das Schutzobjekt möglich ist, also z.B. bei Transformatoren, Längsdrosseln oder langen Leitungen mit kleiner Vorimpedanz. In anderen Fällen wird sie auf ∞ gestellt (Voreinstellung). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Bei Parametrierung mittels PC und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden. Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die Ströme auf die Sekundärseite der Stromwandler umgerechnet.

Rechenbeispiel für Stromstaffelung:

110 kV Freileitung 150 mm^2 mit den Daten:

s (Länge) = 60 km

R_1/s = 0,19 Ω/km

X_1/s = 0,42 Ω/km

Kurzschlussleistung am Leitungsanfang:

S_k'' = 3,5 GVA (subtransient, weil die I>>>>-Stufe auf den ersten Scheitelwert ansprechen kann)

Stromwandler 600 A/5 A

Daraus errechnen sich die Leitungsimpedanz Z_L und die Vorimpedanz Z_V:

$Z_1/s = \sqrt{0,19^2 + 0,42^2}\ \Omega/km = 0,46\ \Omega/km$

$Z_L = 0,46\ \Omega/km \cdot 60\ km = 27,66\ \Omega$

$$Z_V = \frac{110\ kV^2}{3500\ MVA} = 3,46\ \Omega$$

Der dreiphasige Kurzschlussstrom am Ende der Leitung ist $I''_{k\ Ende}$ (Quellspannung von $1,1 \cdot U_N$ angenommen):

$$I''_{k\ Ende} = \frac{1,1 \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot (Z_V + Z_L)} = \frac{1,1 \cdot 110\ kV}{\sqrt{3} \cdot (3,46\ \Omega + 27,66\ \Omega)} = 2245\ A$$

Mit einem Sicherheitsfaktor von 10 % ergibt sich der primäre Einstellwert:

Einstellwert **I>>>>** = 1,1 · 2245 A = 2470 A

oder der sekundäre Einstellwert:

$$\text{Einstellwert } I>>>> = 1{,}1 \cdot \frac{2245\ \text{A}}{600\ \text{A}} \cdot 5\ \text{A} = 20{,}6\ \text{A}$$

d.h. bei Kurzschlussströmen über 2470 A (primär) oder 20,6 A (sekundär) liegt mit Sicherheit ein Kurzschluss auf der zu schützenden Leitung vor. Diese kann sofort abgeschaltet werden.

Anmerkung: Die Rechnung wurde mit Beträgen durchgeführt, was bei Freileitungen hinreichend genau ist. Nur wenn Vorimpedanz und Leitungsimpedanz extrem unterschiedliche Winkel haben, ist die Rechnung komplex durchzuführen.

2.14.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2401	SCHNELLABSCHALT		Ein Aus	Ein	Schnellabschaltung
2404	I>>>	1A	0.10 .. 15.00 A; ∞	1.50 A	Ansprechwert Schnellabschaltung I>>>
		5A	0.50 .. 75.00 A; ∞	7.50 A	
2405A	I>>>>	1A	1.00 .. 25.00 A; ∞	∞ A	Ansprechwert Schnellabschaltung I>>>>
		5A	5.00 .. 125.00 A; ∞	∞ A	

2.14.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
4253	>SAB block	EM	>Schnellabschaltung blockieren
4271	SAB aus	AM	Schnellabschaltung ausgeschaltet
4272	SAB block	AM	Schnellabschaltung blockiert
4273	SAB wirksam	AM	Schnellabschaltung wirksam
4281	SAB G-Anr	AM	Schnellabschaltung Generalanregung
4282	SAB Anr I>>> L1	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L1
4283	SAB Anr I>>> L2	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L2
4284	SAB Anr I>>> L3	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L3
4285	SAB Anr I>>>>L1	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L1
4286	SAB Anr I>>>>L2	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L2
4287	SAB Anr I>>>>L3	AM	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L3
4289	SAB AUS 1polL1	AM	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L1
4290	SAB AUS 1polL2	AM	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L2
4291	SAB AUS 1polL3	AM	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L3
4292	SAB AUS 1p	AM	Schnellabschaltung Auslösung 1polig
4293	SAB G-AUS	AM	Schnellabschaltung General Auslösung
4294	SAB AUS 3p	AM	Schnellabschaltung Auslösung dreipolig
4295	SAB AUS L123	AM	Schnellabschaltung Auslösung dreipolig

2.15 Überstromzeitschutz

Das Gerät 7SD5 verfügt über einen Überstromzeitschutz. Dieser kann wahlweise als Reserve-Überstromzeitschutz oder als Not-Überstromzeitschutz verwendet werden. Beachten Sie, dass es sich hier ausser den schon vorhandenen Hauptschutzfunktionen, wie Differential- und Distanzschutz, um eine weitere Schutzfunktion handelt, die für noch größere Sicherheit sorgt.

2.15.1 Allgemeines

Während der Leitungsschutz 7SD5 mit parametriertem Differentialschutz insgesamt nur korrekt arbeiten kann, wenn jedes Gerät die Daten der anderen Geräte richtig empfängt oder ein Distanzschutz nur korrekt arbeiten kann, wenn die Messspannung richtig am Gerät anliegt, benötigt der Not-Überstromzeitschutz nur die örtlichen Ströme. Der Not-Überstromzeitschutz tritt automatisch in Tätigkeit, wenn die Datenkommunikation des Differentialschutzes gestört ist und die Messspannung ausfällt, (Notbetrieb). Sowohl der Differentialschutz als auch der Distanzschutz sind dann blockiert.

Der Notbetrieb ersetzt also den Differential- bzw. den Distanzschutz als Kurzschlussschutz, wenn die Schutzdatenkommunikation ausfällt und auch der parallel arbeitende Distanzschutz durch eine der folgenden Bedingungen den Ausfall der Messspannungen erkennt:

- wenn durch Eingabe des Signals „Spannungswandler-Schutzschalter gefallen“ über eine Binäreingabe auf Ausfall der Messspannung erkannt wird oder
- wenn eine der internen Überwachungsfunktionen (z.B Stromsumme, Drahtbruch oder „Fuse-Failure-Monitor“) anspricht, siehe Abschnitt 2.23.1.3.

Der Überstromzeitschutz hat insgesamt je vier Stufen für jeden Leiterstrom und für den Erdstrom, und zwar:

- zwei Überstromzeitstufen mit stromunabhängiger Auslösezeit (UMZ-Schutz),
- eine Überstromzeitstufe mit stromabhängiger Auslösezeit (AMZ-Schutz),
- eine weitere Überstromzeitstufe, die über einen zusätzlichen Freigabeingang verfügt.

Diese vier Stufen sind unabhängig voneinander und können beliebig kombiniert werden. Eine Blockierung von externen Kriterien ist über Binäreingaben ebenso möglich wie eine Schnellauslösung. Beim Zuschalten des zu schützenden Objektes auf einen Fehler kann schließlich eine beliebige Stufe, oder auch mehrere, auf unverzögerte Auslösung geschaltet werden. Werden nicht alle Stufen gebraucht, können Sie die nicht benötigten dadurch unwirksam machen, dass Sie ihren Ansprechwert auf ∞ einstellen.

2.15.2 Funktionsbeschreibung

Messgrößen

Die Leiterströme werden dem Gerät über die Eingangswandler zugeführt. Der Erdstrom $3 \cdot I_0$ wird entweder direkt gemessen oder errechnet.

Bei Anschluss von I_4 in der Sternpunktzuführung des Stromwandlersatzes (Adresse 220 **I4-WANDLER** = ***eigene Leitung***, siehe Abschnitt 2.1.2 der **Anlagendaten 1**) steht der Erdstrom unmittelbar als Messgröße zur Verfügung. Er wird unter Berücksichtigung des Faktors **I4/Iph WDL** (Adresse 221) verwendet.

Ist der Erdstrom der eigenen Leitung nicht an den vierten Stromeingang I_4 angeschlossen (Adresse 220 **I4-WANDLER** nicht auf ***eigene Leitung*** parametriert), so errechnet das Gerät den Erdstrom aus den Phasenströmen. Natürlich müssen alle drei Phasenströme von drei in Stern geschalteten Stromwandlern vorhanden und angeschlossen sein.

Unabhängige Hochstromstufe I>>

Jeder Leiterstrom wird nach numerischer Filterung mit dem Einstellwert **Iph>>** verglichen, der Erdstrom mit **3IO>>**. Nach Ansprechen einer Stufe und Ablauf der zugehörigen Verzögerungszeiten **T Iph>>** bzw. **T 3IO>>** wird ein Auslösekommando abgegeben. Der Rückfallwert liegt etwa 7 % vom Ansprechwert, mindestens aber 1,8 % vom Nennstrom, unter dem Ansprechwert.

Bild 2-147 zeigt das Logikdiagramm der I>>-Stufen. Sie können über die Binäreingabe „>U/AMZ I>> blk“ blockiert werden. Zusätzlich kann die Erdstromstufe über die Binäreingabe „>U/AMZ Ie>> blk“ getrennt blockiert werden. Während einer 1-poligen Pause wird die Erdstromstufe immer blockiert, um eine Fehlanregung zu vermeiden.

Die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ und die Auswertung der Meldung „Zuschaltung“ (auf einen Fehler) sind allen Stufen gemeinsam und weiter unten erläutert. Sie können jedoch getrennt auf die Phasen- und/oder Erd-Stufe wirken. Dies wird mit zwei Parametern erreicht:

- **AUS Frg.I>>** (Adresse 2614), der bestimmt, ob eine unverzögerte Auslösung dieser Stufe über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ möglich (***Ja***) oder nicht möglich (***Nein***) ist. Dieser Parameter wird auch zur schnellen Auslösung vor einer Wiedereinschaltung benutzt.
- **SOTF I>>** (Adresse 2615), der bestimmt, ob beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler mit dieser Stufe unverzögert ausgelöst werden soll (***Ja***) oder nicht (***Nein***).

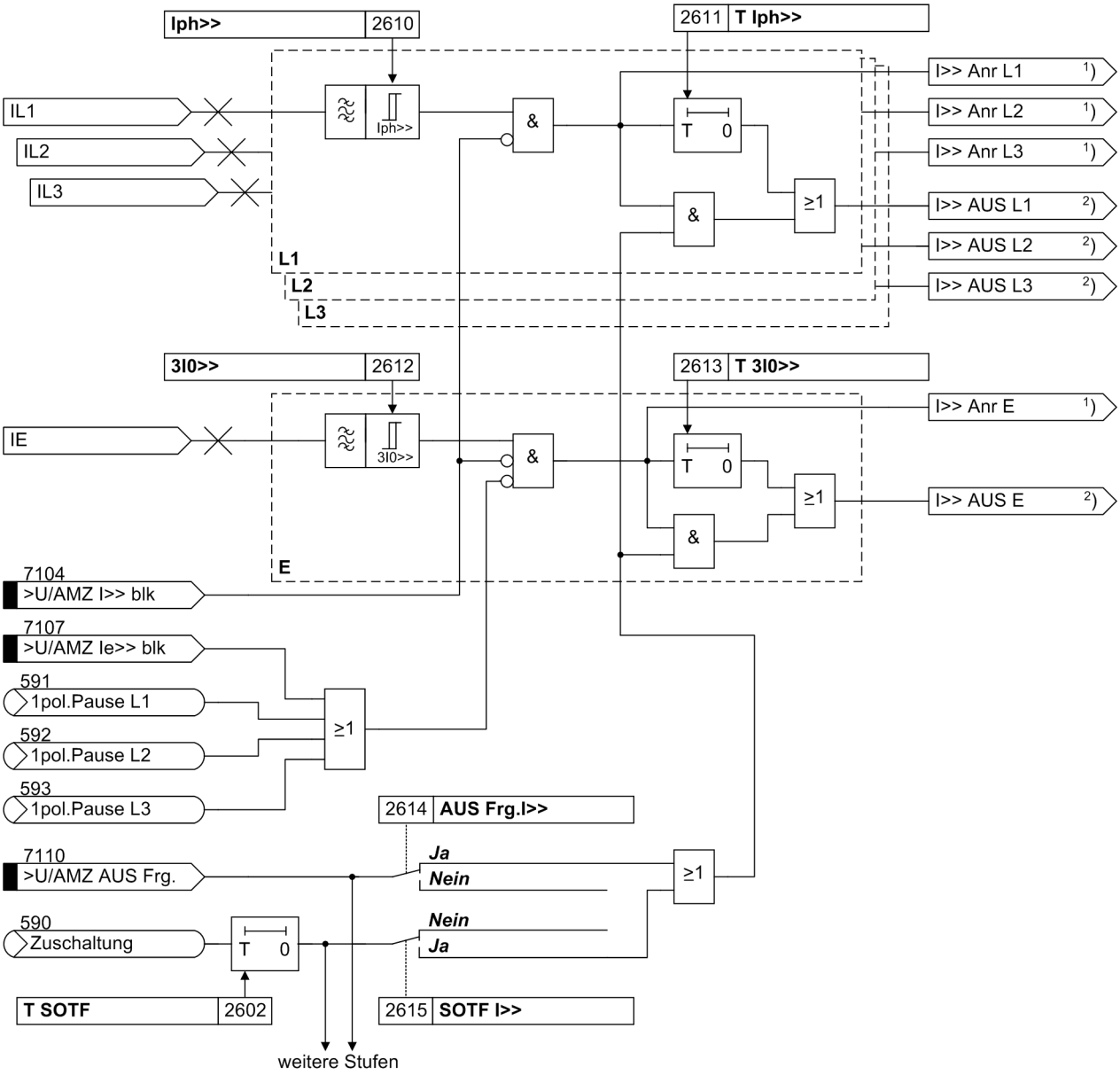


Bild 2-147 Logikdiagramm der I>>-Stufe

1) Ausgangsmeldungen zu den Anregesignalen finden Sie in Tabelle 2-12

2) Ausgangsmeldungen zu den Auslösesignalen finden Sie in Tabelle 2-13

Unabhängige Überstromstufe I>

Die Logik der Überstromstufen I> ist ebenso aufgebaut wie die I>>-Stufen. In allen Bezeichnungen ist lediglich **Iph>>** durch **Iph>** bzw. **3IO>>** durch **3IO>** zu ersetzen. Der Parameter 2624 **AUS Frg.I>** ist mit voreingestellt. Ansonsten ist auch Bild 2-147 gültig.

Stromabhängige Überstromstufe I_P

Auch die Logik der stromabhängigen Stufe arbeitet im Prinzip wie die übrigen Stufen. Die Verzögerungszeit ergibt sich hier jedoch aus der Art der eingestellten Kennlinie, der Höhe des Stromes und einem Zeitfaktor (im folgenden Bild). Eine Vorauswahl der möglichen Kennlinien wurde bereits bei der Projektierung der Schutzfunktionen getroffen. Außerdem kann eine konstante Zusatzzeit **T IPverz** bzw. **T 3IOPverz** gewählt werden, die sich zu der stromabhängigen Zeit addiert. Die möglichen Kennlinien sind in den Technischen Daten angeführt.

Das folgende Bild zeigt das Logikdiagramm. Dabei sind beispielhaft die Einstelladressen für die IEC-Kennlinien dargestellt. Bei den Einstellhinweisen (Abschnitt 2.15.3) wird auf die unterschiedlichen Einstelladressen näher eingegangen.

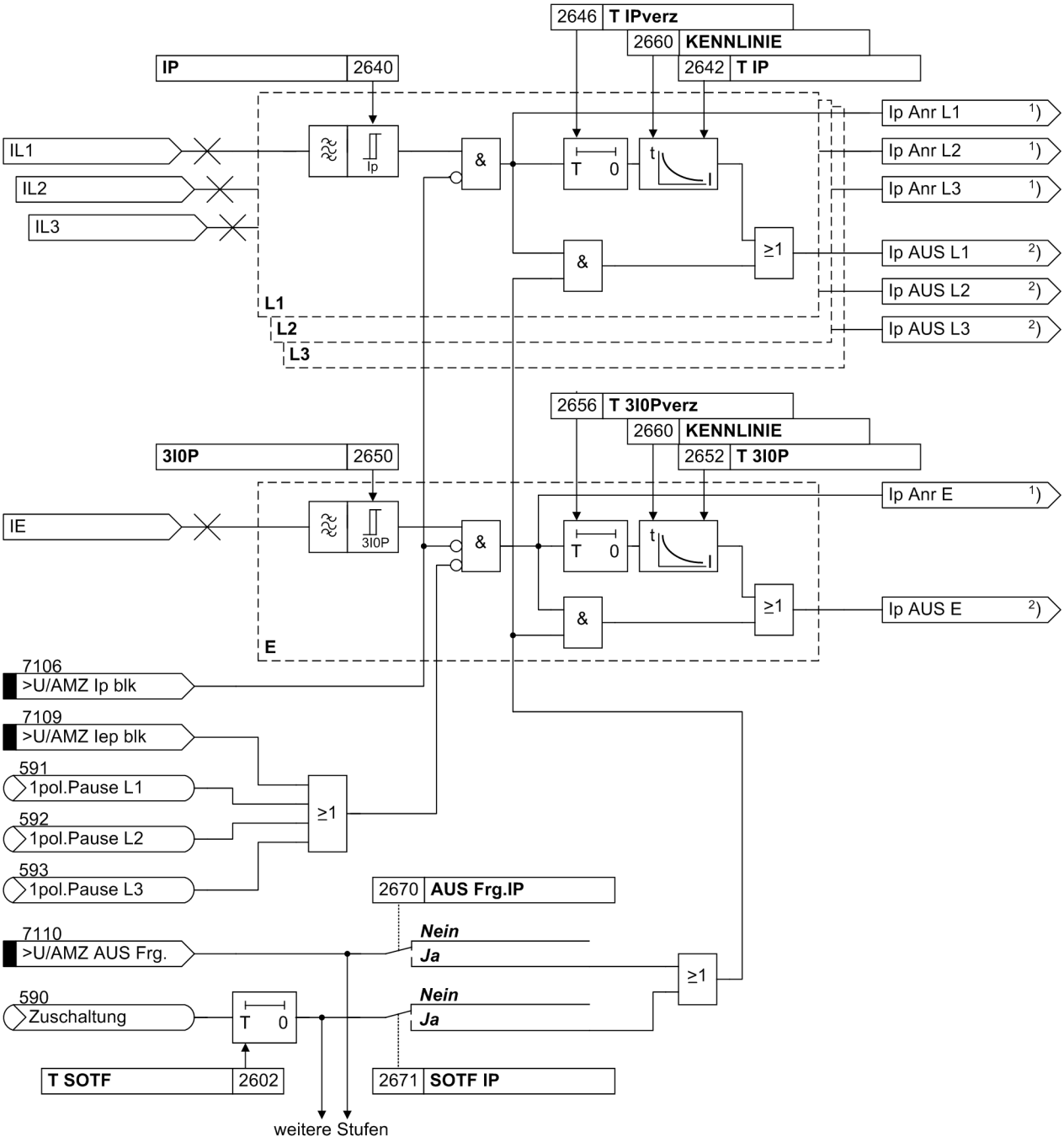


Bild 2-148 Logikdiagramm der I_P-Stufe (abhängiger Überstromzeitschutz) – Beispiel für IEC-Kennlinie

[1]) Ausgangsmeldungen zu den Anregesignalen finden Sie in Tabelle 2-12

[2]) Ausgangsmeldungen zu den Auslösesignalen finden Sie in Tabelle 2-13

Weitere Stufe I>>>

Eine weitere Überstromstufe I>>> verfügt über einen zusätzlichen Freigabeeingang (Bild 2-149). Sie ist daher z.B. auch als Notstufe geeignet. Der Freigabeeingang „>U/AMZ I>>> Frg“ kann dann mit der Ausgangsmeldung „Not-Betrieb“ belegt werden (entweder über binäre Aus- und Eingänge oder über die anwenderdefinierbaren Logikfunktionen CFC) und ist so automatisch in Betrieb, sobald der Differentialschutz wegen Störung der Kommunikation und der Distanzschutz wegen Messspanungsausfall nicht mehr wirksam sind.

Die I>>>-Stufe kann jedoch auch jederzeit als normale zusätzliche unabhängige Überstromstufe verwendet werden, da sie unabhängig von den anderen Stufen arbeitet. In diesem Fall muss der Freigabeeingang „>U/AMZ I>>> Frg“ jedoch dauernd aktiviert werden (über einen binären Eingang oder CFC).

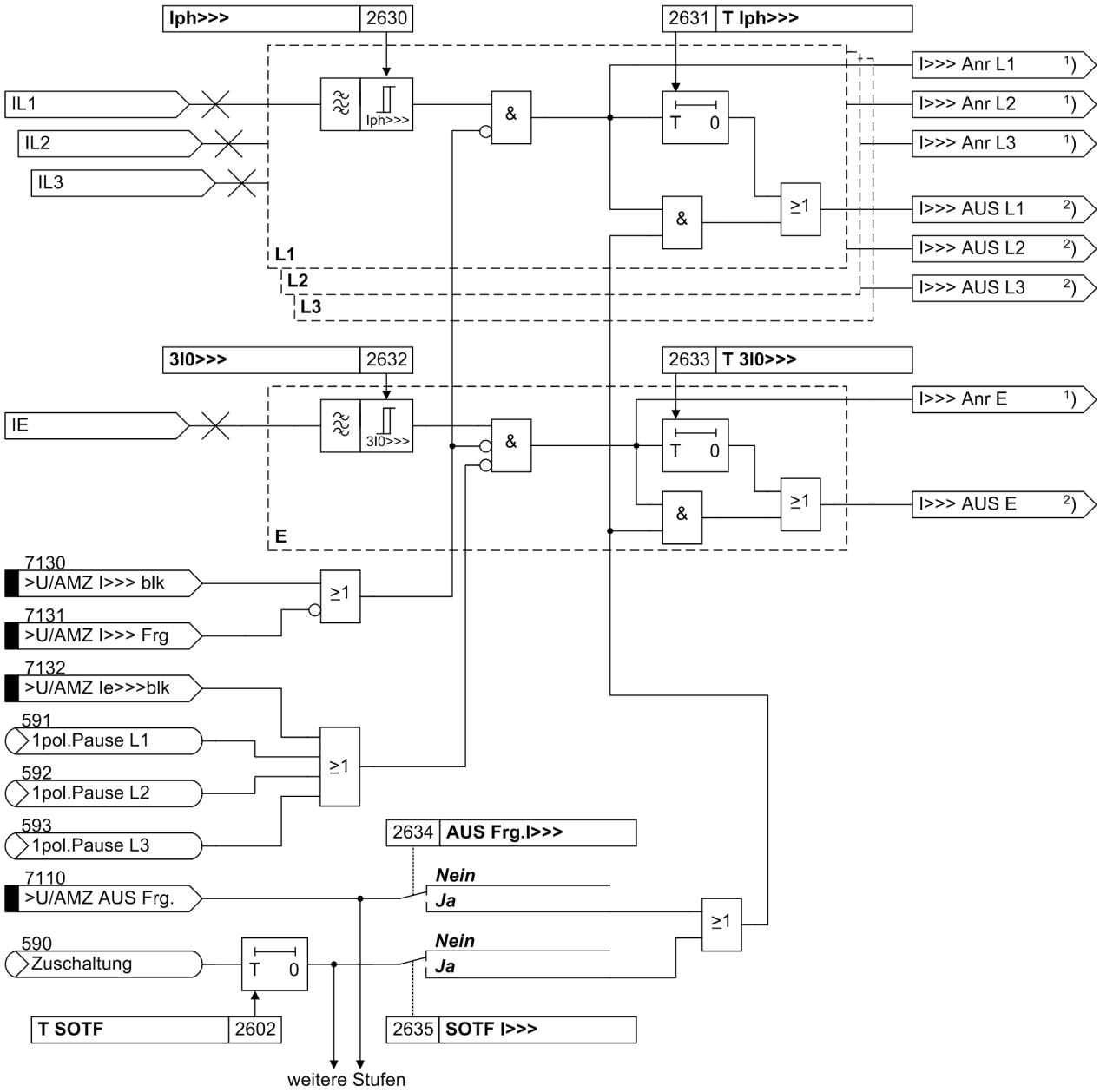


Bild 2-149 Logikdiagramm der I>>>-Stufe

[1]) Ausgangsmeldungen zu den Anregesignalen finden Sie in Tabelle 2-12

[2]) Ausgangsmeldungen zu den Auslösesignalen finden Sie in Tabelle 2-13

Schnellabschaltung vor Wiedereinschaltung

Wenn automatische Wiedereinschaltungen durchgeführt werden sollen, wünscht man meist eine schnelle Klärung des Fehlers vor Wiedereinschaltung. Über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ kann ein Freigabesignal von einer externen Wiedereinschaltautomatik eingekoppelt werden. Für die interne Wiedereinschaltautomatik erfolgt die Verknüpfung über eine zusätzliche CFC Logik, die typischerweise das Ausgangssignal 2889 „AWE Freig. 1.WE“ mit dem Eingangssignal „>U/AMZ AUS Frg.“ verbindet. Eine beliebige Stufe des Überstromzeitschutzes kann so mittels des Parameters ***AUS FRG.I ...*** vor Wiedereinschaltung unverzögert auslösen.

Zuschalten auf einen Kurzschluss

Um bei Zuschalterkennung des Leistungsschalters eine schnelle Abschaltung bei einem Kurzschluss zu erreichen, kann die interne Zuschalterkennung benutzt werden. Der Überstromzeitschutz kann dann unverzögert oder mit geringer Verzögerung dreipolig wieder auslösen. Dabei kann durch Parameter bestimmt werden, für welche Stufe(n) die Schnellauslösung nach Zuschalten gilt (siehe auch Logikdiagramme Bild 2-147, 2-148 und 2-149). Diese Funktion ist unabhängig von der Hochstrom-Schnellabschaltung in Abschnitt 2.14.

Anrege- und Auslöselogik

Die Anregesignale der einzelnen Phasen (bzw. Erde) und der einzelnen Stufen werden so miteinander verknüpft, dass sowohl die Phaseninformation als auch die Stufe ausgegeben werden, die angeregt haben (Tabelle 2-12).

Tabelle 2-12 Anregesignale der einzelnen Phasen

interne Meldung	Bild	Ausgangsmeldung	Nr
I>> Anr L1 I> Anr L1 Ip Anr L1 I>>> Anr L1	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ Anr L1“	7162
I>> Anr L2 I> Anr L2 Ip Anr L2 I>>> Anr L2	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ Anr L2“	7163
I>> Anr L3 I> Anr L3 Ip Anr L3 I>>> Anr L3	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ Anr L3“	7164
I>> Anr E I> Anr E Ip AnrE I>>> Anr E	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ Anr E“	7165
I>> Anr L1 I>> Anr L2 I>> Anr L3 I>> Anr E	2-147 2-147 2-147 2-147	„U/AMZ I>> Anr“	7191
I> Anr L1 I> Anr L2 I> Anr L3 I> Anr E		„U/AMZ I> Anr“	7192
Ip Anr L1 Ip Anr L2 Ip Anr L3 Ip Anr E	2-148 2-148 2-148 2-148	„U/AMZ Ip Anr“	7193

interne Meldung	Bild	Ausgangsmeldung	Nr
I>>> Anr L1 I>>> Anr L2 I>>> Anr L3 I>>> Anr E	2-149 2-149 2-149 2-149	„U/AMZ I>>> Anr“	7201
(alle Anregungen)		„U/AMZ G-Anr“	7161

Bei den Auslösesignalen (Tabelle 2-13) wird ebenfalls die Stufe ausgegeben, die zur Auslösung geführt hat. Wenn das Gerät mit der Möglichkeit der 1-poligen Auslösung ausgerüstet ist und diese wirksam ist, wird auch der Pol identifiziert (siehe auch Abschnitt 2.24.1„Auslöselogik des Gesamtgerätes“).

Tabelle 2-13 Auslösesignale der einzelnen Phasen

interne Meldung	Bild	Ausgangsmeldung	Nr
I>> AUS L1 I> AUS L1 Ip AUS L1 I>>> AUS L1 [1]	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ AUS1polL1“ bzw. „U/AMZ AUS L123“	7212 bzw. 7215
I>> AUS L2 I> AUS L2 Ip AUS L2 I>>> AUS L2 [1]	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ AUS1polL2“ bzw. „U/AMZ AUS L123“	7213 bzw. 7215
I>> AUS L3 I> AUS L3 Ip AUS L3 I>>> AUS L3 [1]	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ AUS1polL3“ bzw. „U/AMZ AUS L123“	7214 bzw. 7215
I>> AUS E I> AUS E Ip AUSE I>>> AUS E [2]	2-147 2-148 2-149	„U/AMZ AUS L123“	7215
I>> AUS L1 I>> AUS L2 I>> AUS L3 I>> AUS E	2-147 2-147 2-147 2-147	„U/AMZ I>> AUS“	7221
I> AUS L1 I> AUS L2 I> AUS L3 I> AUS E		„U/AMZ I> AUS“	7222
Ip AUS L1 Ip AUS L2 Ip AUS L3 Ip AUS E	2-148 2-148 2-148 2-148	„U/AMZ Ip AUS“	7223
I>>> AUS L1 I>>> AUS L2 I>>> AUS L3 I>>> AUS E	2-149 2-149 2-149 2-149	„U/AMZ I>>> AUS“	7235
(alle AUS)		„U/AMZ G-AUS“	7211

[1] Erfolgt eine Auslösung durch das 3I0-Messwerk gleichzeitig mit oder nach einer Auslösung durch ein Phasen-Messwerk und ist die 1-polige Auslösung wirksam, dann wird „U/AMZ AUS1polL1“, „U/AMZ AUS1polL2“ oder „U/AMZ AUS1polL3“ gemeldet.

[2] Erfolgt eine Auslösung nur durch das 3I0-Messwerk, nicht jedoch durch ein Phasen-Messwerk, dann wird „U/AMZ AUS L123“ gemeldet.

2.15.3 Einstellhinweise

Allgemeines

Bei der Projektierung der Gerätefunktionen (Adresse 126) wurde festgelegt, welche Kennlinien zur Verfügung stehen sollen. Je nach Festlegung dort und je nach Bestellvariante sind im folgenden nur die Parameter zugänglich, die für die verfügbaren Kennlinien gelten.

Arbeiten im Schutzgerät der Differential- und Distanzschutz parallel, wird der Notbetrieb erst dann aktiviert, wenn beide Schutzfunktionen unwirksam geworden sind. Fällt nur eine der beiden Schutzfunktionen aus kann das Schutzobjekt vollständig durch die jeweils andere Schutzfunktion geschützt werden, ein Notbetrieb ist in diesem Fall noch nicht notwendig.

Der Notbetrieb wird aktiviert, wenn nur eine der Schutzfunktionen (Adresse 115, 116 und 117 = ***nicht vorhanden*** oder Adresse 112 **DIFF-SCHUTZ** = ***nicht vorhanden***) parametriert wurde und diese unwirksam geworden ist.

Entsprechend der gewünschten Betriebsart des Überstromzeitschutzes wird Adresse 2601 eingestellt: **BETRIEBSART** = ***Ein*** bedeutet, dass der Überstromzeitschutz unabhängig von anderen Schutzfunktionen arbeitet, also als Reserve-Überstromzeitschutz. Soll er nur als Notfunktion bei Übertragungs- und/oder Spannungsausfall arbeiten, wird ***nur Notfunktion*** eingestellt. Schließlich kann er auch ***Aus***geschaltet werden.

Werden nicht alle Stufen gebraucht, können Sie die nicht benötigten dadurch unwirksam machen, dass Sie ihren Ansprechwert auf ∞ einstellen. Stellen Sie dagegen eine zugeordnete Zeitstufe auf ∞, unterbindet dies nicht die Anregemeldungen, sondern verhindert nur den Zeitablauf.

Die I>>>-Stufe ist auch dann wirksam, wenn für die Betriebsart des Überstromzeitschutzes ***nur Notfunktion*** eingestellt und „>U/AMZ I>>> Frg“ freigegeben wurde.

Eine oder mehrere Stufen können als Schnellauslösestufen beim Zuschalten auf einen Kurzschluss eingestellt werden. Dies wird bei der Einstellung der individuellen Stufen (siehe unten) ausgewählt. Um ein Fehlansprechen infolge transienter Überströme zu vermeiden, kann eine Verzögerung **T SOTF** (Adresse 2602) eingestellt werden. Meist wird die Voreinstellung **0** richtig sein. Bei langen Kabeln, bei denen mit hohen Einschaltstromstößen zu rechnen ist, oder bei Transformatoren kann aber eine kurze Verzögerung sinnvoll sein. Sie richtet sich danach, wie ausgeprägt und wie lange der transiente Vorgang ist und welche Stufen für die Schnellauslösung verwendet werden.

Hochstromstufen I_{ph}>>, $3I_0$>>

Die I>>-Stufen **Iph>>** (Adresse 2610) und **3I0>>** (Adresse 2612) ergeben zusammen mit den I>-Stufen oder den I_p-Stufen eine zweistufige Kennlinie. Selbstverständlich können auch alle drei Stufen kombiniert werden. Wird eine Stufe nicht benötigt, stellen Sie den Ansprechwert auf ∞ ein. Die I>>-Stufen arbeiten immer mit einer definierten Verzögerung.

Werden die I>>-Stufen als Schnellstufen vor automatischer Wiedereinschaltung benutzt (über CFC-Verschaltung), entspricht die Strom-Einstellung den I>- bzw. I_p-Stufen (siehe unten). Hier sind nur die verschiedenen Verzögerungszeiten interessant. Die Zeiten **T Iph>>** (Adresse 2611) und **T 3I0>>** (Adresse 2613) können dann auf **0** oder einen sehr kleinen Wert gesetzt werden, da vor einer Wiedereinschaltung die schnelle Abschaltung des Kurzschlussstromes Vorrang vor der Selektivität hat. Vor endgültiger Abschaltung müssen dann diese Stufen zur Erzielung der Selektivität blockiert werden.

Bei sehr langen Leitungen mit kleiner Vorimpedanz oder vor großen Reaktanzen (z.B. Transformatoren, Längsdrosseln) können die I>>-Stufen auch zur Stromstaffelung verwendet werden. Sie sind dann so einzustellen, dass sie beim Kurzschluss am Ende der Leitung mit Sicherheit nicht ansprechen. Die Zeiten können dann auf **0** oder einen kleinen Wert eingestellt werden.

Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden. Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die Ströme auf die Sekundärseite der Stromwandler umgerechnet.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2:

s (Länge) = 60 km

R_1/s = 0,19 Ω/km

X_1/s = 0,42 Ω/km

Kurzschlussleistung am Leitungsanfang:

S_k' = 2,5 GVA

Stromwandler 600 A/5 A

Daraus errechnen sich die Leitungsimpedanz Z_L und die Vorimpedanz Z_V:

$Z_1/s = \sqrt{0{,}19^2 + 0{,}42^2}\ \Omega/km = 0{,}46\ \Omega/km$

$Z_L = 0{,}46\ \Omega/km \cdot 60\ km = 27{,}66\ \Omega$

$$Z_S = \frac{(110\ kV)^2}{2500\ MVA} = 4{,}84\ \Omega$$

Der 3-phasige Kurzschlussstrom am Ende der Leitung ist $I_{k\ Ende}$:

$$I_{k\ Ende} = \frac{1{,}1 \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot (Z_S + Z_L)} = \frac{1{,}1 \cdot 110\ kV}{\sqrt{3} \cdot (4{,}84\ \Omega + 27{,}66\ \Omega)} = 2150\ A$$

Mit einem Sicherheitsfaktor von 10 % ergibt sich der primäre Einstellwert:

Einstellwert I>> = 1,1 · 2150 A = 2365 A

oder der sekundäre Einstellwert:

$$\text{Einstellwert I>>} = 1{,}1 \cdot \frac{2150\ A}{600\ A} \cdot 5\ A = 19{,}7\ A$$

d.h. bei Kurzschlussströmen über 2365 A (primär) oder 19,7 A (sekundär) liegt mit Sicherheit ein Kurzschluss auf der zu schützenden Leitung vor. Dieser kann vom Überstromzeitschutz sofort abgeschaltet werden.

Anmerkung: Die Rechnung wurde mit Beträgen durchgeführt, was bei Freileitungen hinreichend ist. Haben Vorimpedanz und Leitungsimpedanz extrem unterschiedliche Winkel, ist die Rechnung komplex durchzuführen.

Für Erdfehler kann eine analoge Rechnung durchgeführt werden, wobei der beim Erdkurzschluss am Ende der Leitung maximal auftretende Erdstrom maßgebend ist.

Die eingestellten Zeiten sind reine Zusatzverzögerungen, die die Eigenzeit (Messzeit) nicht einschließen.

Der Parameter **AUS Frg.I>>** (Adresse 2614) bestimmt, ob über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ (Nr 7110) oder bei bereiter Wiedereinschaltautomatik eine Umgehung der Verzögerungszeiten **T Iph>>** (Adresse 2611) und **T 3IO>>** (Adresse 2613) möglich ist. Die Binäreingabe (sofern rangiert) ist allen Stufen des Überstromzeitschutzes gemeinsam. Mit **AUS Frg.I>>** = ***Ja*** bestimmen Sie also, dass die I>>-Stufen nach Anregung unverzögert auslösen, falls die Binäreingabe angesteuert ist, bei **AUS Frg.I>>** = ***Nein*** sind die eingestellten Verzögerungen stets wirksam.

Eine Schnellauslösung bei bereiter Wiedereinschaltautomatik sollte nur gewählt werden, wenn der Überstromzeitschutz als Notfunktion eingestellt ist. Da die schnelle Hauptschutzfunktion, der Differential- und/oder Distanzschutz, vom Prinzip her mit oder ohne Wiedereinschaltung eine schnelle und selektive Auslösung gewährleistet, darf der Überstromzeitschutz als Reserveschutz auch vor Wiedereinschaltung nicht unselektiv auslösen.

Soll die I>>-Stufe beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler unverzögert oder mit kurzer Verzögerung **T SOTF** (Adresse 2602, siehe oben unter Randtitel „Allgemeines“) wieder auslösen, stellen Sie den Parameter **SOTF I>>** (Adresse 2615) auf ***Ja***. Sie können auch eine beliebige andere Stufe für diese Schnellauslösung wählen.

Überstromstufen I_{ph}>, $3I_0$> beim UMZ-Schutz

Für die Einstellung des Stromansprechwertes, **Iph>** (Adresse 2620), ist vor allem der maximal auftretende Betriebsstrom maßgebend. Anregung durch Überlast muss ausgeschlossen sein, da das Gerät in dieser Betriebsart mit entsprechend kurzen Kommandozeiten als Kurzschlussschutz, nicht als Überlastschutz arbeitet. Der Ansprechwert wird daher bei Leitungen etwa 10 %, bei Transformatoren und Motoren etwa 20 % oberhalb der maximal zu erwartenden (Über-) Last eingestellt.

Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI können die Werte wahlweise in Primär- oder Sekundärgrößen eingegeben werden. Bei Parametrierung in Sekundärgrößen werden die Ströme auf die Sekundärseite der Stromwandler umgerechnet.

Rechenbeispiel:

110 kV Freileitung 150 mm^2

maximal übertragbare Leistung

P_{max} = 120 MVA

entsprechend

I_{max} = 630 A

Stromwandler 600 A/5 A

Sicherheitsfaktor 1,1

Bei Einstellung in Primärgrößen ergibt sich der Einstellwert:

Einstellwert I> = 1,1 · 630 A = 693 A

Bei Einstellung in Sekundärgrößen ergibt sich der Einstellwert:

$$\text{Einstellwert } I> = 1{,}1 \cdot \frac{630\ \text{A}}{600\ \text{A}} \cdot 5\ \text{A} = 5{,}8\ \text{A}$$

Die Erdstromstufe **3IO>** (Adresse 2622), soll noch den geringsten zu erwartenden Erdkurzschlussstrom erfassen.

Die einzustellende Zeitverzögerung **T Iph>** (Adresse 2621) ergibt sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan. Bei Verwendung als Not-Überstromzeitschutz sind auch kürzere Verzögerungszeiten (eine Staffelzeit über der Schnellauslösung) sinnvoll, da diese Funktion dann nur bei Ausfall der Hauptschutzfunktionen, Differential- und/oder Distanzschutz, arbeiten soll.

Die Zeit **T 3IO>** (Adresse 2623) kann meist nach einem getrennten Staffelplan für Erdströme kürzer eingestellt werden.

Die eingestellten Zeiten sind bei den unabhängigen Stufen reine Zusatzverzögerungen, die die Eigenzeit (Messzeit) nicht einschließen. Sollen nur die Phasenströme überwacht werden, stellen Sie den Ansprechwert der Erdstromstufe auf ∞ ein.

Der Parameter **AUS Frg.I>** (Adresse 2624) bestimmt, ob über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ eine Umgehung der Verzögerungszeiten **T Iph>** (Adresse 2621) und **T 3IO>** (Adresse 2623) möglich ist. Die Binäreingabe (sofern rangiert) ist allen Stufen des Überstromzeitschutzes gemeinsam. Mit **AUS Frg.I>** = ***Ja*** bestimmen Sie also, dass die I>-Stufen nach Anregung unverzögert auslösen, falls die Binäreingabe angesteuert ist, bei **AUS Frg.I>** = ***Nein*** sind die eingestellten Verzögerungen stets wirksam.

Eine Schnellauslösung bei bereiter Wiedereinschaltautomatik sollte nur gewählt werden, wenn der Überstromzeitschutz als Notfunktion eingestellt ist. Da die schnelle Hauptschutzfunktion, der Differential- und/oder Distanzschutz, vom Prinzip her mit oder ohne Wiedereinschaltung eine schnelle und selektive Auslösung gewährleistet, darf der Überstromzeitschutz als Reserveschutz auch vor Wiedereinschaltung nicht unselektiv auslösen.

Soll die I>-Stufe beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler unverzögert oder mit kurzer Verzögerung **T SOTF** (Adresse 2602, siehe oben unter Randtitel „Allgemeines“) wieder auslösen, stellen Sie den Parameter **SOTF I>** (Adresse 2625) auf ***Ja***. Sie sollten jedoch nicht eine empfindlich eingestellte Stufe für die Schnellabschaltung wählen, da man beim Zuschalten auf einen Fehler mit einem satten Kurzschluss rechnen kann. Es muss vermieden werden, dass die gewählte Stufe beim Einschalten transient anspricht.

Überstromstufen I_P, $3I_{0P}$ beim AMZ-Schutz mit IEC-Kennlinien

Bei den stromabhängigen Stufen können, abhängig von der Bestellvariante und der Projektierung (Adresse 126), verschiedene Kennlinien gewählt werden. Bei den IEC-Kennlinien (Adresse 126 **ÜBERSTROM** = ***UMZ***/***AMZ IEC***) stehen unter Adresse 2660 **KENNLINIE** zur Verfügung:

Invers (inverse, Typ A nach IEC 60255-3),

Stark invers (very inverse, Typ B nach IEC 60255-3),

Extrem invers (extremely inverse, Typ C nach IEC 60255-3), und

AMZ Langzeit (longtime, Typ B nach IEC 60255-3).

Die Kennlinien und die ihnen zugrundegelegten Formeln sind in den „Technischen Daten“ abgebildet.

Für die Einstellung der Ansprechwerte **IP** (Adresse 2640) und **3IOP** (Adresse 2650) gelten die gleichen Überlegungen wie bei den Überstromstufen des UMZ-Schutzes (siehe oben). Hier ist zu beachten, dass zwischen Anregewert und Einstellwert bereits eine Sicherheitsmarge eingearbeitet ist. Anregung erfolgt hier erst bei etwa 10 % über dem Einstellwert.

Bezugnehmend auf das obige Beispiel kann hier also unmittelbar der maximal betrieblich zu erwartende Strom eingestellt werden:

primär: Einstellwert IP = 630 A,

sekundär: Einstellwert IP = 5,25 A, d.h. (630 A/600 A) · 5 A.

Der einzustellende Zeitmultiplikator **T IP** (Adresse 2642) ergibt sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan. Bei Verwendung als Not-Überstromzeitschutz sind auch kürzere Verzögerungszeiten (eine Staffelzeit über der Schnellauslösung) sinnvoll, da diese Funktion nur bei Ausfall der Hauptschutzfunktionen, Differential- und/oder Distanzschutz, arbeiten soll.

Der Zeitmultiplikator **T 3IOP** (Adresse 2652) kann meist nach einem getrennten Staffelplan für Erdströme kürzer eingestellt werden. Sollen nur die Phasenströme überwacht werden, stellen Sie den Ansprechwert der Erdstromstufe auf ∞ ein.

Zusätzlich zu den stromabhängigen Verzögerungen kann nach Bedarf je eine Verzögerung konstanter Länge eingestellt werden. Die Einstellungen **T IPverz** (Adresse 2646 für Phasenströme) und **T 3IOPverz** (Adresse 2656 für Erdstrom) addieren sich zu den Zeiten der eingestellten Kennlinien.

Der Parameter **AUS Frg.IP** (Adresse 2670) bestimmt, ob über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ (Nr 7110) eine Umgehung der Verzögerung **T IP** (Adresse 2642) einschließlich der Zusatzzeit **T IPverz** (Adresse 2646) und **T 3IOP** (Adresse 2652) einschließlich der Zusatzzeit **T 3IOPverz** (Adresse 2656) möglich ist. Die Binäreingabe (sofern rangiert) ist allen Stufen des Überstromzeitschutzes gemeinsam. Mit **AUS Frg.IP** = ***Ja*** bestimmen Sie also, dass die IP-Stufen nach Anregung unverzögert auslösen, falls die Binäreingabe angesteuert ist, bei **AUS Frg.IP** = ***Nein*** sind die eingestellten Verzögerungen stets wirksam.

Eine Schnellauslösung bei bereiter Wiedereinschaltautomatik sollte nur gewählt werden, wenn der Überstromzeitschutz als Notfunktion eingestellt ist. Da die schnelle Hauptschutzfunktion, der Differential- und/oder Distanzschutz, vom Prinzip her mit oder ohne Wiedereinschaltung eine schnelle und selektive Auslösung gewährleistet, darf der Überstromzeitschutz als Reserveschutz auch vor Wiedereinschaltung nicht unselektiv auslösen.

Soll die IP-Stufe beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler unverzögert oder mit kurzer Verzögerung **T SOTF** (Adresse 2602, siehe oben unter Randtitel „Allgemeines“) wieder auslösen, stellen Sie den Parameter **SOTF IP** (Adresse 2671) auf ***Ja***. Sie sollten jedoch nicht eine empfindlich eingestellte Stufe für die Schnellabschaltung wählen, da man beim Zuschalten auf einen Fehler mit einem satten Kurzschluss rechnen kann. Es muss vermieden werden, dass die gewählte Stufe beim Einschalten transient anspricht.

Überstromstufen I_P, $3I_{0P}$ beim AMZ-Schutz mit ANSI-Kennlinien

Bei den stromabhängigen Stufen können, abhängig von der Bestellvariante und der Projektierung (Adresse 126), verschiedene Kennlinien gewählt werden. Bei den ANSI-Kennlinien (Adresse 126 **ÜBERSTROM** = ***UMZ***/***AMZ ANSI***) stehen unter Adresse 2661 **KENNLINIE** zur Verfügung:

Inverse,

Short inverse,

Long inverse,

Moderately inv.,

Very inverse,

Extremely inv. und

Definite inv..

Die Kennlinien und die ihnen zugrundeliegenden Formeln sind in den „Technischen Daten“ abgebildet.

Für die Einstellung der Ansprechwerte **IP** (Adresse 2640) und **3IOP** (Adresse 2650) gelten die gleichen Überlegungen wie bei den Überstromstufen des UMZ-Schutzes (siehe oben). Hier ist zu beachten, dass zwischen Anregewert und Einstellwert bereits eine Sicherheitsmarge eingearbeitet ist. Anregung erfolgt hier erst bei etwa 10 % über dem Einstellwert.

Bezugnehmend auf das obige Beispiel kann hier also unmittelbar der maximal betrieblich zu erwartende Strom eingestellt werden:

primär: Einstellwert IP = 630 A,

sekundär: Einstellwert IP = 5,25 A, d.h. (630 A/600 A) · 5 A.

Der einzustellende Zeitmultiplikator **D IP** (Adresse 2643) ergibt sich aus dem für das Netz aufgestellten Staffelplan. Bei Verwendung als Not-Überstromzeitschutz sind auch kürzere Verzögerungszeiten (eine Staffelzeit über der Schnellauslösung) sinnvoll, da diese Funktion nur bei Ausfall der Hauptschutzfunktionen, Differential- und/oder Distanzschutz, arbeiten soll.

Der Zeitmultiplikator **D 3IOP** (Adresse 2653) kann meist nach einem getrennten Staffelplan für Erdströme kürzer eingestellt werden. Sollen nur die Phasenströme überwacht werden, stellen Sie den Ansprechwert der Erdstromstufe auf ∞ ein.

Zusätzlich zu den stromabhängigen Verzögerungen kann nach Bedarf je eine Verzögerung konstanter Länge eingestellt werden. Die Einstellungen **T IPverz** (Adresse 2646 für Phasenströme) und **T 3IOPverz** (Adresse 2656 für Erdstrom) addieren sich zu den Zeiten der eingestellten Kennlinien.

Der Parameter **AUS Frg.IP** (Adresse 2670) bestimmt, ob über die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ (Nr 7110) eine Umgehung der Verzögerung **D IP** (Adresse 2643) einschließlich der Zusatzzeit **T IPverz** (Adresse 2646) und **D 3IOP** (Adresse 2653) einschließlich der Zusatzzeit **T 3IOPverz** (Adresse 2656) möglich ist. Die Binäreingabe (sofern rangiert) ist allen Stufen des Überstromzeitschutzes gemeinsam. Mit **AUS Frg.IP** = ***Ja*** bestimmen Sie also, dass die IP-Stufen nach Anregung unverzögert auslösen, falls die Binäreingabe angesteuert ist, bei **AUS Frg.IP** = ***Nein*** sind die eingestellten Verzögerungen stets wirksam.

Eine Schnellauslösung bei bereiter Wiedereinschaltautomatik sollte nur gewählt werden, wenn der Überstromzeitschutz als Notfunktion eingestellt ist. Da die schnelle Hauptschutzfunktion, der Differential- und/oder Distanzschutz, vom Prinzip her mit oder ohne Wiedereinschaltung eine schnelle und selektive Auslösung gewährleistet, darf der Überstromzeitschutz als Reserveschutz auch vor Wiedereinschaltung nicht unselektiv auslösen.

Soll die IP-Stufe beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler unverzögert oder mit kurzer Verzögerung **T SOTF** (Adresse 2602, siehe oben unter Randtitel „Allgemeines“) wieder auslösen, stellen Sie den Parameter **SOTF IP** (Adresse 2671) auf ***Ja***. Sie sollten jedoch nicht eine empfindlich eingestellte Stufe für die Schnellabschaltung wählen, da man beim Zuschalten auf einen Fehler mit einem satten Kurzschluss rechnen kann. Es muss vermieden werden, dass die gewählte Stufe beim Einschalten transient anspricht.

Weitere Stufe I_{ph}>>>

Die I>>>-Stufe kann als zusätzliche unabhängige Überstromstufe verwendet werden, da sie unabhängig von den anderen Stufen arbeitet. In diesem Fall muss der Freigabeeingang „>U/AMZ I>>> Frg“ (Nr 7131) jedoch dauernd aktiviert werden (über einen binären Eingang oder CFC).

Da die I>>>-Stufe über einen zusätzlichen Freigabeeingang verfügt, ist sie auch z.B. als Notstufe geeignet, wenn die übrigen Stufen als Reservestufen verwendet werden. Der Freigabeeingang „>U/AMZ I>>> Frg“ (Nr 7131) wird dann mit der Ausgangsmeldung „Not-Betrieb“ (Nr 2054) belegt (entweder über binäre Aus- und Eingänge oder über die anwenderdefinierbaren Logikfunktionen CFC).

Bei Verwendung der I>>>-Stufe als Notfunktion gelten ähnliche Gesichtspunkte wie für die I>-Stufen. Der Einstellwert **Iph>>>** (Adresse 2630) muss auch hier über dem maximal zu erwartenden betrieblichen Strom liegen, um eine Anregung ohne Kurzschluss auszuschließen. Jedoch kann die Verzögerung **T Iph>>>** (Adresse 2631) kürzer sein, als es dem Netzstaffelplan entspricht, da diese Stufe nur im Notbetrieb, d.h. bei Ausfall der Kommunikation des Differentialschutzes oder lokalen Messspannungsausfall des Distanzschutzes, arbeitet. Meist genügt eine Staffelzeit über der Grundzeit des Differentialschutzes.

Entsprechend soll die Erdstromstufe **3IO>>>** (Adresse 2632) noch auf den kleinsten zu erwartenden Erdstrom beim Erdkurzschluss ansprechen und die Verzögerung **T 3IO>>>** (Adresse 2633) um eine Staffelzeit über der Grundzeit des Differentialschutzes liegen. Sollen nur die Phasenströme überwacht werden, stellen Sie den Ansprechwert der Erdstromstufe auf ∞ ein.

Auch die I>>>-Stufe kann durch das Freigabesignal „>U/AMZ AUS Frg.“ (Nr 7110) beschleunigt werden, z.B. vor einer automatischen Wiedereinschaltung. Dies wird über den Parameter **AUS Frg.I>>>** (Adresse 2634) bestimmt. Stellen Sie diesen auf ***Ja***, wenn die I>>>-Stufe unverzögert auslösen soll, solange die Binäreingabe „>U/AMZ AUS Frg.“ angesteuert ist bzw. die interne Wiedereinschaltautomatik zur Wiedereinschaltung bereit ist.

Eine Schnellauslösung bei bereiter Wiedereinschaltautomatik sollte nur gewählt werden, wenn die I>>>-Stufe als Notfunktion verwendet wird. Wenn dann der Hauptschutz, der Differential- und/oder Distanzschutz, außer Betrieb ist, gewährleistet diese Not-Stufe eine schnelle Auslösung vor Wiedereinschaltung.

Beim Zuschalten der Leitung auf einen Fehler ist auch mit der I>>>-Stufe eine unverzögerte Auslösung möglich. Stellen Sie den Parameter **SOTF I>>>** (Adresse 2635) auf ***Ja***, wenn Sie dies wünschen.

2.15.4 Parameterübersicht

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2601	BETRIEBSART		Ein nur Notfunktion Aus	Ein	Betriebsart
2602	T SOTF		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verzögerungszeit bei Zuschaltung
2610	Iph>>	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	2.00 A	Iph>>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	10.00 A	
2611	T Iph>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Iph>>: Zeitverzögerung
2612	3I0>>	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.50 A	3I0>>: Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	2.50 A	
2613	T 3I0>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>>: Zeitverzögerung
2614	AUS Frg.I>>		Nein Ja	Ja	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2615	SOTF I>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2620	Iph>	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	1.50 A	Iph>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	7.50 A	
2621	T Iph>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.50 s	Iph>: Zeitverzögerung
2622	3I0>	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.20 A	3I0>: Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	1.00 A	
2623	T 3I0>		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>: Zeitverzögerung
2624	AUS Frg.I>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2625	SOTF I>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2630	Iph>>>	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	1.50 A	Iph>>>: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	7.50 A	
2631	T Iph>>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Iph>>>: Zeitverzögerung
2632	3I0>>>	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.20 A	3I0>>>: Ansprechwert
		5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	1.00 A	
2633	T 3I0>>>		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>>>: Zeitverzögerung
2634	AUS Frg.I>>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2635	SOTF I>>>		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2640	IP	1A	0.10 .. 4.00 A; ∞	∞ A	IP: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 20.00 A; ∞	∞ A	

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2642	T IP		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	IP: AMZ-Zeit für IEC-Kennlinien T IP
2643	D IP		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	IP: AMZ-Zeit für ANSI-Kennlinien D IP
2646	T IPverz		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	IP: AMZ-Zusatzverzögerung T IPverz
2650	3I0P	1A	0.05 .. 4.00 A; ∞	∞ A	3I0P: Ansprechwert
		5A	0.25 .. 20.00 A; ∞	∞ A	
2652	T 3I0P		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	3I0P: AMZ-Zeit (IEC-Kennlinien) T 3I0P
2653	D 3I0P		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	3I0P: AMZ-Zeit (ANSI-Kennlinien) D 3I0P
2656	T 3I0Pverz		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	3I0P: AMZ-Zusatzverzögerung T 3I0Pverz
2660	KENNLINIE		Invers Stark invers Extrem invers AMZ Langzeit	Invers	IEC-Kennlinie
2661	KENNLINIE		Inverse Short inverse Long inverse Moderately inv. Very inverse Extremely inv. Definite inv.	Inverse	ANSI-Kennlinie
2670	AUS Frg.IP		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2671	SOTF IP		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler

2.15.5 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
7104	>U/AMZ I>> blk	EM	>U/AMZ I>>-Stufe blockieren
7105	>U/AMZ I> blk	EM	>U/AMZ I>-Stufe blockieren
7106	>U/AMZ Ip blk	EM	>U/AMZ Ip-Stufe blockieren
7107	>U/AMZ Ie>> blk	EM	>U/AMZ Ie>>-Stufe blockieren
7108	>U/AMZ Ie> blk	EM	>U/AMZ Ie>-Stufe blockieren
7109	>U/AMZ Iep blk	EM	>U/AMZ Iep-Stufe blockieren
7110	>U/AMZ AUS Frg.	EM	>U/AMZ Auskommando-Freigabe
7130	>U/AMZ I>>> blk	EM	>U/AMZ I>>>-Stufe blockieren
7131	>U/AMZ I>>> Frg	EM	>U/AMZ I>>>-Stufe freigeben
7132	>U/AMZ Ie>>>blk	EM	>U/AMZ Ie>>>-Stufe blockieren
7151	U/AMZ aus	AM	U/AMZ ausgeschaltet
7152	U/AMZ block	AM	U/AMZ blockiert
7153	U/AMZ wirksam	AM	U/AMZ wirksam

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
7161	U/AMZ G-Anr	AM	U/AMZ: Generalanregung
7162	U/AMZ Anr L1	AM	U/AMZ: Anregung L1
7163	U/AMZ Anr L2	AM	U/AMZ: Anregung L2
7164	U/AMZ Anr L3	AM	U/AMZ: Anregung L3
7165	U/AMZ Anr E	AM	U/AMZ: Anregung Erde
7171	U/AMZ Anr nur E	AM	U/AMZ: Anregung nur Erde
7172	U/AMZ Anr nurL1	AM	U/AMZ: Anregung nur L1
7173	U/AMZ Anr L1E	AM	U/AMZ: Anregung L1-E
7174	U/AMZ Anr nurL2	AM	U/AMZ: Anregung nur L2
7175	U/AMZ Anr L2E	AM	U/AMZ: Anregung L2-E
7176	U/AMZ Anr L12	AM	U/AMZ: Anregung L1-L2
7177	U/AMZ Anr L12E	AM	U/AMZ: Anregung L1-L2-E
7178	U/AMZ Anr nurL3	AM	U/AMZ: Anregung nur L3
7179	U/AMZ Anr L3E	AM	U/AMZ: Anregung L3-E
7180	U/AMZ Anr L31	AM	U/AMZ: Anregung L3-L1
7181	U/AMZ Anr L31E	AM	U/AMZ: Anregung L3-L1-E
7182	U/AMZ Anr L23	AM	U/AMZ: Anregung L2-L3
7183	U/AMZ Anr L23E	AM	U/AMZ: Anregung L2-L3-E
7184	U/AMZ Anr L123	AM	U/AMZ: Anregung L1-L2-L3
7185	U/AMZ Anr L123E	AM	U/AMZ: Anregung L1-L2-L3-E
7191	U/AMZ I>> Anr	AM	U/AMZ: Anregung I>>-Stufe
7192	U/AMZ I> Anr	AM	U/AMZ: Anregung I>-Stufe
7193	U/AMZ Ip Anr	AM	U/AMZ: Anregung Ip-Stufe
7201	U/AMZ I>>> Anr	AM	U/AMZ: Anregung I>>>-Stufe
7211	U/AMZ G-AUS	AM	U/AMZ: General-Auskommando
7212	U/AMZ AUS1polL1	AM	U/AMZ: Auskommando L1, nur 1polig
7213	U/AMZ AUS1polL2	AM	U/AMZ: Auskommando L2, nur 1polig
7214	U/AMZ AUS1polL3	AM	U/AMZ: Auskommando L3, nur 1polig
7215	U/AMZ AUS L123	AM	U/AMZ: Auskommando 3polig
7221	U/AMZ I>> AUS	AM	U/AMZ: Auskommando I>>-Stufe
7222	U/AMZ I> AUS	AM	U/AMZ: Auskommando I>-Stufe
7223	U/AMZ Ip AUS	AM	U/AMZ: Auskommando Ip-Stufe
7235	U/AMZ I>>> AUS	AM	U/AMZ: Auskommando I>>>-Stufe

2.16 Wiedereinschaltautomatik (wahlweise)

Nach der Erfahrung erlöschen etwa 85 % der Lichtbogenkurzschlüsse auf Freileitungen nach der Abschaltung durch den Schutz selbsttätig. Die Leitung kann also wieder zugeschaltet werden. Die Wiedereinschaltung wird von einer Wiedereinschaltautomatik (WE) übernommen.

Eine automatische Wiedereinschaltung ist nur bei Freileitungen zulässig, weil nur dort die Möglichkeit des selbsttätigen Verlöschens eines Kurzschlusslichtbogens besteht. In allen anderen Fällen darf sie nicht verwendet werden. Besteht das Schutzobjekt aus einer Mischung von Freileitungen und anderen Betriebsmitteln (z.B. Freileitung im Block mit einem Transformator oder Freileitung/Kabel), muss sicher gestellt werden, dass eine Wiedereinschaltung nur beim Freileitungsfehler erfolgen kann.

Können die Leistungsschalterpole einzeln geschaltet werden, so wird im Netz mit geerdetem Sternpunkt meist bei 1-phasigen Fehlern 1-polige Kurzunterbrechung und bei mehrphasigen Fehlern 3-polige durchgeführt. Ist der Kurzschluss nach der Wiedereinschaltung noch vorhanden (Lichtbogen nicht verloschen oder metallischer Kurzschluss), so schaltet der Schutz endgültig ab. In manchen Netzen werden auch mehrere Wiedereinschaltversuche unternommen.

In der Ausführung mit 1-poliger Auslösung erlaubt 7SD5 phasenselektive 1-polige Abschaltung. Eine 1- und 3-polige, ein- und mehrschüssige Wiedereinschaltautomatik ist – abhängig von der Bestellvariante – integriert.

7SD5 kann auch mit einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammenarbeiten. In diesem Fall muss der Signalaustausch zwischen 7SD5 und dem externen Wiedereinschaltgerät über die binären Ein- und Ausgaben erfolgen.

Weiterhin ist es möglich, die integrierte Wiedereinschaltautomatik von einem externen Schutz (z.B. Zweitschutz) steuern zu lassen. Der Einsatz von zwei 7SD5 mit Wiedereinschaltautomatik ist ebenso möglich wie der Einsatz von einem 7SD5 mit Wiedereinschaltautomatik und einem zweiten Schutz mit eigener Wiedereinschaltautomatik.

2.16.1 Funktionsbeschreibung

Die Wiedereinschaltung nach Abschaltung durch einen Kurzschlussschutz wird von der Wiedereinschaltautomatik (WE) übernommen. Ein Beispiel für den normalen zeitlichen Ablauf einer zweimaligen Wiedereinschaltung zeigt folgendes Bild.

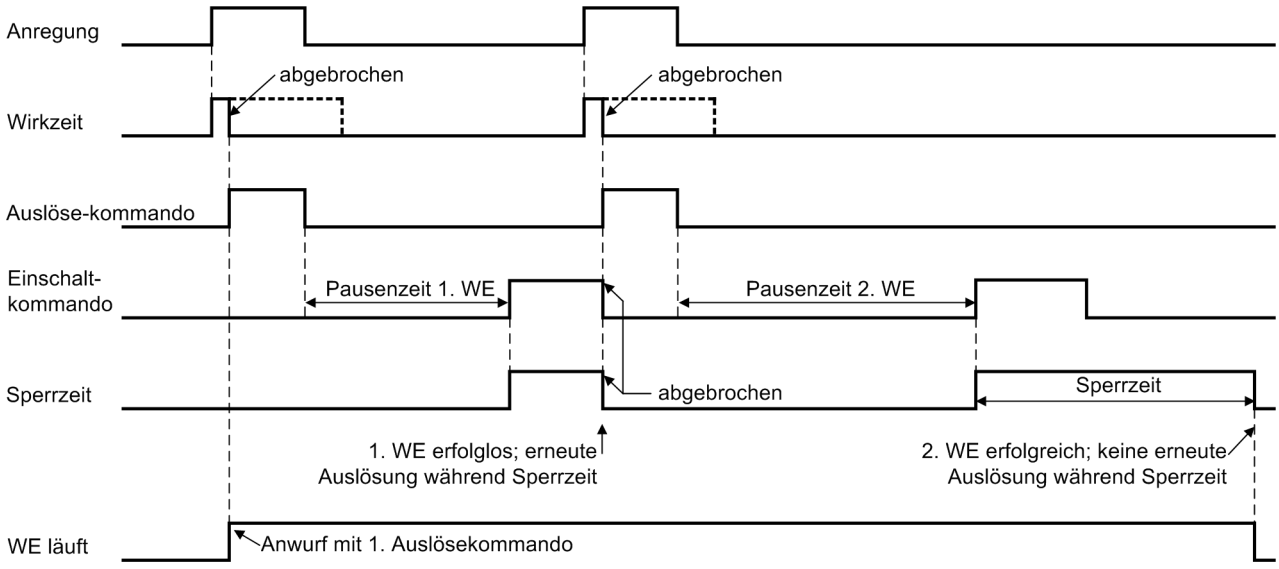


Bild 2-150 Ablaufdiagramm einer zweimaligen Wiedereinschaltung mit Wirkzeit (2. WE erfolgreich)

Die integrierte Wiedereinschaltautomatik erlaubt bis zu 8 Wiedereinschaltversuche. Dabei können die ersten vier Unterbrechungszyklen mit unterschiedlichen Parametern (Wirk- und Pausenzeiten, 1-/3-polig) arbeiten. Ab dem fünften Zyklus gelten die Parameter des vierten Zyklus.

Ein- und Ausschalten

Die Wiedereinschaltautomatik kann ein- und ausgeschaltet werden, und zwar über Parameter 3401 **AUTO-WE**, über die Systemschnittstelle (sofern vorhanden) und über Binäreingaben (sofern rangiert). Die Schaltzustände werden intern gespeichert (siehe Bild 2-151) und gegen Hilfsspannungsausfall gesichert. Grundsätzlich kann nur von dort eingeschaltet werden, wo vorher ausgeschaltet wurde. Hierzu ist es notwendig, dass die Funktion von allen drei Schaltquellen eingeschaltet ist, um wirksam zu sein.

Während ein Störfall läuft, ist ein Wechsel über die Einstellung oder die Systemschnittstelle unwirksam.

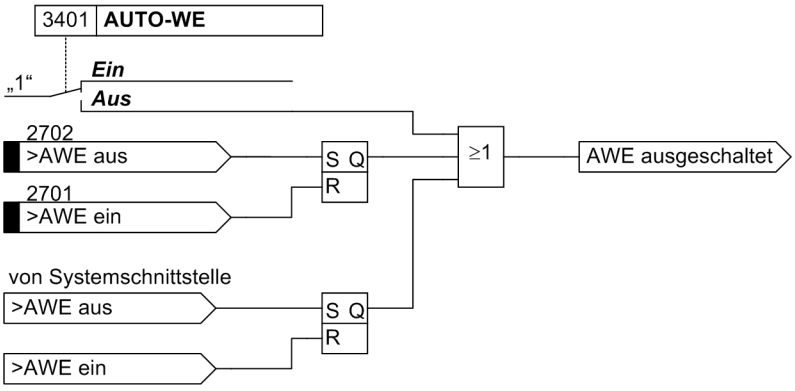


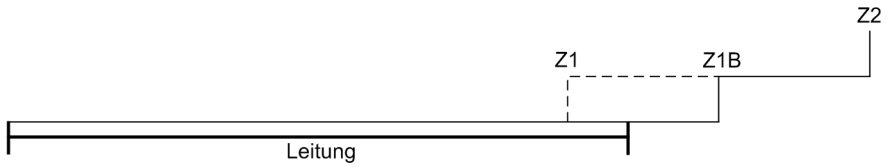
Bild 2-151 Ein- und Ausschalten der Wiedereinschaltautomatik

Selektivität vor Wiedereinschaltung

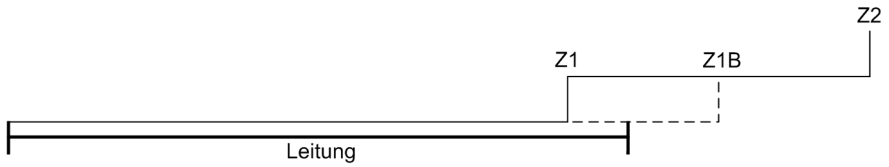
Damit die automatische Wiedereinschaltung erfolgreich sein kann, sollten Fehler auf der gesamten Freileitungsstrecke an allen Leitungsenden mit der gleichen – möglichst kurzen – Zeit abgeschaltet werden.

Beim Differentialschutz ist dies in der Regel gegeben, da die streng selektive Abgrenzung des Schutzobjektes durch die Stromwandlersätze stets eine unverzögerte Auslösung erlaubt.

Beim Distanzschutz kann z.B. vor der ersten Wiedereinschaltung die Übergreifzone Z1B wirksam sein. Das heißt, dass für den ersten Zyklus Fehler bis zum Kippunkt von Z1B schnell abgeschaltet werden (Bild 2-152). Dabei nimmt man eine begrenzte Unselektivität zugunsten der schnellen gleichzeitigen Abschaltung in Kauf, da ja eine Wiedereinschaltung erfolgen wird. Die normalen Stufen des Distanzschutzes (Z1, Z2, usw.) sowie die normale Staffelung der übrigen Kurzschlussschutzfunktionen sind unabhängig von der Wiedereinschaltautomatik.



Reichweite für 1. Auslösung vor Wiedereinschaltung (Übergreifzone Z1B freigeben)



Reichweite nach 1. Wiedereinschaltung (Übergreifzone Z1B gesperrt)

Bild 2-152 Reichweitensteuerung vor der ersten Wiedereinschaltung beim Distanzschutz

Wird der Distanzschutz mit einem der in Abschnitt 2.7 beschriebenen Signalübertragungsverfahren betrieben, steuert die Signalübertragungslogik die Übergreifzone, d.h. sie bestimmt, ob eine unverzögerte Auslösung (oder mit T1B) bei Fehlern in der Übergreifzone (d.h. bis zur Grenze von Zone Z1B) zulässig ist und somit an beiden Leitungsenden gleichzeitig erfolgt. Die Bereitschaft zur Wiedereinschaltung durch die Wiedereinschaltautomatik ist dabei unerheblich, da das Übertragungsverfahren ja die Selektivität über 100 % der Leitungsstrecke und eine schnelle, gleichzeitige Abschaltung gewährleistet. Analoges gilt für den Erdfehler-Richtungsvergleichsschutz (Abschnitt 2.9).

Ist jedoch die Signalübertragung ausgeschaltet oder der Übertragungsweg gestört, kann von der internen Wiedereinschaltautomatik bestimmt werden, ob der Übergreifbereich (Z1B beim Distanzschutz) für eine schnelle Auslösung maßgebend ist. Wird keine Wiedereinschaltung erwartet (z.B. Leistungsschalter nicht einschaltbereit), muss zur Erhaltung der Selektivität die normale Staffelung des Distanzschutzes (d.h. Schnellauslösung nur bei Fehlern in Zone Z1) gelten.

Aber auch bei Auslösung durch andere Kurzschlussschutzfunktionen kann vor einer Wiedereinschaltung durch die Wiedereinschaltautomatik eine Schnellauslösung des Schutzes erwünscht sein. Hierzu verfügt jeder Kurzschlussschutz, der die Wiedereinschaltautomatik starten kann, über die Möglichkeit, mindestens eine Stufe zur unverzögerten Auslösung zu bringen, wenn die Wiedereinschaltautomatik für den ersten Unterbrechungszyklus zur Wiedereinschaltung bereit ist. Beachten Sie aber, dass eine schnelle unselektive Auslösung vermieden werden muss, solange der Differentialschutz ordnungsgemäß arbeitet: Der Distanzschutz soll als zweite Hauptschutzfunktion nicht unverzögert abschalten, auch wenn Wiedereinschaltung erfolgt.

Auch bei mehrfacher Wiedereinschaltung ist eine schnelle Auslösung vor Wiedereinschaltung möglich. Entsprechende Verknüpfungen zwischen den Ausgangsmeldungen (z.B. 2. Wiedereinschaltung bereit: „AWE Freig. 2.WE“) und den Eingaben für unverzögerte Auslösung der Schutzfunktionen können über die binären Ein- und Ausgänge oder die integrierten anwenderdefinierbaren Logikfunktionen (CFC) hergestellt werden.

Gemischte Strecken Freileitung/Kabel

Beim Distanzschutz können Sie die Distanzzonensignale dazu verwenden, im gewissen Rahmen zwischen Kabel- und Freileitungsfehlern auf gemischten Strecken zu unterscheiden. Über entsprechende Verschaltung mittels der anwenderprogrammierbaren Logikfunktionen (CFC) kann dann die Wiedereinschaltautomatik blockiert werden, wenn ein Fehler im Kabelbereich vorliegt.

Anwurf

Anwurf der Wiedereinschaltautomatik bedeutet die Speicherung des ersten Auslösesignals einer Netzstörung, das durch eine Schutzfunktion erzeugt wurde, die mit automatischer Wiedereinschaltung arbeitet. Bei mehrfacher Wiedereinschaltung erfolgt der Anwurf also nur einmal mit dem ersten Auslösekommando. Diese Speicherung ist die Voraussetzung für alle Folgeaktivitäten der Wiedereinschaltautomatik. Dem Anwurf kommt einige Bedeutung zu, wenn das erste Auslösekommando erst nach Ablauf einer Wirkzeit erscheint (siehe unten unter „Wirkzeiten“).

Die Wiedereinschaltautomatik wird nicht angeworfen, wenn der Leistungsschalter zum Zeitpunkt des ersten Auslösekommandos nicht mindestens für einen AUS-EIN-AUS-Zyklus bereit ist. Dies kann durch Einstellparameter erreicht werden. Siehe auch unter Randtitel „Abfrage der Bereitschaft des Leistungsschalters“.

Für jede Kurzschlussschutzfunktion kann durch Einstellparameter bestimmt werden, ob diese mit Wiedereinschaltung arbeiten soll oder nicht, d.h. ob sie die Wiedereinschaltautomatik anwerfen soll oder nicht. Entsprechendes gilt für Auslösekommandos, die über Binäreingaben von extern eingekoppelt und/oder durch Mitnahmesignale/Fernauslösung erzeugt werden.

Die Schutz- und Überwachungsfunktionen des Gerätes, die nicht auf kurzschlussartige Vorgänge reagieren (z.B. ein Überlastschutz), werfen die Wiedereinschaltautomatik nicht an, da Wiedereinschaltung hier nicht sinnvoll wäre. Auch der Leistungsschalterversagerschutz darf die Wiedereinschaltautomatik nicht anwerfen.

Wirkzeiten

Häufig ist es wünschenswert, dass die Bereitschaft zur Wiedereinschaltung unterbunden wird, wenn der Kurzschluss eine gewisse Zeit lang angestanden hat, z.B. weil davon auszugehen ist, dass sich der Lichtbogen so eingebrannt hat, dass keine Aussicht auf ein selbsttätiges Verlöschen während der spannungslosen Pause mehr besteht. Auch aus Selektivitätsgründen (siehe oben) sollen häufig verzögert abgeschaltete Fehler nicht zur Wiedereinschaltung führen. Im Zusammenhang mit Distanzschutz wird daher die Verwendung der Wirkzeiten empfohlen.

Die Wiedereinschaltautomatik des 7SD5 kann mit oder ohne Wirkzeiten betrieben werden (Projektierungsparameter **AWE BETRIEBSART**, Adresse 134, siehe Abschnitt 2.1.1.3). Ohne Wirkzeit ist kein Anregesignal der Schutzfunktionen oder externen Schutzeinrichtungen nötig. Der Anwurf erfolgt, sobald das erste Auslösekommando erscheint.

Bei Betrieb mit Wirkzeit ist eine solche für jeden Unterbrechungszyklus verfügbar. Die Wirkzeiten werden grundsätzlich von den mit ODER verknüpften Anregesignalen aller Schutzfunktionen, die die Wiedereinschaltautomatik anwerfen können, gestartet. Wenn nach Ablauf einer Wirkzeit noch kein Auslösekommando vorliegt, kann der entsprechende Unterbrechungszyklus nicht durchgeführt werden.

Für jeden Wiedereinschaltzyklus kann eingestellt werden, ob dieser einen Anwurf erlaubt oder nicht. Mit der ersten Generalanregung haben nur die Wirkzeiten eine Bedeutung, deren Zyklen einen Anwurf erlauben, da die anderen Zyklen nicht anwerfen dürfen. Mittels der Wirkzeiten und der Anwurferlaubnis kann man dadurch steuern, welche Zyklen unter verschiedenen Kommandozeitbedingungen durchlaufen werden können.

Beispiel 1: 3 Zyklen seien eingestellt. Für mindestens den ersten Zyklus sei der Anwurf erlaubt. Die Wirkzeiten seien eingestellt:

- 1.WE: T WIRK = 0,2 s;
- 2.WE: T WIRK = 0,8 s;
- 3.WE: T WIRK = 1,2 s;

Da vor Fehlereintritt die Wiedereinschaltung bereit ist, erfolgt die erste Auslösung auf einen Kurzschluss in Schnellzeit, also vor Ablauf irgendeiner Wirkzeit. Damit wird die Wiedereinschaltautomatik angeworfen. Nach erfolgloser Wiedereinschaltung wäre nun der 2. Zyklus wirksam; der Überstromzeitschutz löst nun in diesen Beispiel aber gemäß seinem Staffelplan erst nach 1 s aus. Da die Wirkzeit für den zweiten Zyklus hierbei überschritten wurde, ist dieser gesperrt. Daher wird jetzt der 3. Zyklus mit seinen Parametern durchgeführt. Käme das Auslösekommando nach der 1. Wiedereinschaltung erst nach mehr als 1,2 s, gäbe es keine weitere Wiedereinschaltung mehr.

Beispiel 2: 3 Zyklen seien eingestellt. Nur für den ersten sei der Anwurf erlaubt. Die Wirkzeiten seien wie in Beispiel 1 eingestellt. Die erste Schutzauslösung erfolge 0,5 s nach Anregung. Da die Wirkzeit für den 1. Zyklus zu diesem Zeitpunkt bereits abgelaufen ist, kann dieser die Wiedereinschaltautomatik nicht anwerfen. Der 2. und 3. Zyklus können aber auch nicht stattfinden, da mit diesen kein Anwurf erlaubt ist. Es erfolgt also keine Wiedereinschaltung, da überhaupt kein Anwurf stattfindet.

Beispiel 3: 3 Zyklen seien eingestellt. Für mindestens die ersten beiden sei der Anwurf erlaubt. Die Wirkzeiten seien wie in Beispiel 1 eingestellt. Die erste Schutzauslösung erfolge 0,5 s nach Anregung. Da die Wirkzeit für den 1. Zyklus zu diesem Zeitpunkt bereits abgelaufen ist, kann dieser die Wiedereinschaltautomatik nicht anwerfen, sondern es wird sofort der 2. Zyklus eingeleitet, für den Anwurf erlaubt ist. Mit diesem wird die Wiedereinschaltautomatik angeworfen, der 1. Zyklus wird praktisch übersprungen.

Betriebsarten der Wiedereinschaltautomatik

Die Pausenzeiten – also die Zeiten vom Abschalten des Fehlers (Rückfall des Auslösekommandos oder Meldung über Hilfskontakte) bis zum Beginn des automatischen Einschaltkommandos – können variieren, abhängig von der bei der Festlegung des Funktionsumfangs gewählten Betriebsart der Wiedereinschaltautomatik und den daraus resultierenden Signalen von den anwerfenden Schutzfunktionen.

Bei Betriebsart ***AUS ...*** (Mit Auskommando ...) sind 1-polige oder 1-/3-polige Unterbrechungszyklen möglich, wenn Gerät und Leistungsschalter dafür geeignet sind. In diesem Fall sind (für jeden Unterbrechungszyklus) unterschiedliche Pausenzeiten nach 1-poliger Abschaltung einerseits und nach 3-poliger Abschaltung andererseits möglich. Die auslösende Schutzfunktion bestimmt die Art der Abschaltung: 1-polig oder 3-polig. Abhängig davon wird die Pausenzeit gesteuert.

Bei Betriebsart ***Anr. ...*** (Mit Anregung ...) können für die Unterbrechungszyklen unterschiedliche Pausenzeiten nach 1-, 2- und 3-phasigen Fehlern eingestellt werden. Maßgebend ist hier das Anregebild der Schutzfunktionen zum Zeitpunkt des Verschwindens des Auslösekommandos. Diese Betriebsart erlaubt bei 3-poligen Unterbrechungszyklen, die Pausenzeiten von der Fehlerart abhängig zu machen.

Blockierung der Wiedereinschaltung

Verschiedene Ereignisse führen dazu, dass die automatische Wiedereinschaltung blockiert wird. Wird sie z.B. über einen Binäreingang blockiert, ist keine Wiedereinschaltung möglich. Wenn die Wiedereinschaltautomatik noch nicht angeworfen wurde, kann sie erst gar nicht angeworfen werden. Läuft bereits ein Unterbrechungszyklus, erfolgt eine dynamische Blockierung (siehe unten).

Jeder Zyklus kann auch individuell über Binäreingabe blockiert werden. In diesem Fall ist der betreffende Zyklus ungültig und wird bei der Ablauffolge der zulässigen Zyklen übersprungen. Tritt eine Blockierung ein, während der betreffende Zyklus schon läuft, führt dies zum Abbruch der Wiedereinschaltung, d.h., es findet keine Wiedereinschaltung mehr statt, auch wenn noch weitere Zyklen gültig parametriert worden sind.

Während des Ablaufs von Unterbrechungszyklen treten interne Blockierungen auf, die auf bestimmte Zeiten begrenzt sind:

Die Sperrzeit **T SPERRZEIT** (Adresse 3403) beginnt mit jedem automatischen Wiedereinschaltkommando, einzige Ausnahme bildet der ASP-Modus, in dem die Sperrzeit durch den Einstellwert 0 s deaktiviert werden kann. Ist die Wiedereinschaltung erfolgreich, gehen nach Ablauf der Sperrzeit alle Funktionen der Wiedereinschaltautomatik wieder in Ruhestellung; ein Fehler nach Ablauf der Sperrzeit wird als neue Störung im Netz angesehen. Ist die Sperrzeit im ASP-Modus deaktiviert, wird jede Auslösung nach der Wiedereinschaltung als neuer Fehler betrachtet. Eine erneute Auslösung einer Schutzfunktion innerhalb der Sperrzeit bewirkt, dass bei mehrmaliger Wiedereinschaltung der nächste Unterbrechungszyklus eingeleitet wird. Ist keine weitere Wiedereinschaltung mehr zulässig, gilt bei erneuter Auslösung innerhalb der Sperrzeit die letzte Wiedereinschaltung als erfolglos. Die Wiedereinschaltautomatik wird dynamisch blockiert.

Die dynamische Blockierung verriegelt die Wiedereinschaltung für die Dauer der dynamischen Blockierzeit (0,5 s). Sie tritt z.B. nach einer endgültigen Abschaltung oder anderen Ereignissen ein, die die Wiedereinschaltautomatik nach Anwurf blockieren. Für diese Zeit ist ein erneuter Anwurf verriegelt. Nach ihrem Ablauf geht die Wiedereinschaltautomatik wieder in Ruhestellung und ist für einen neuen Fehler im Netz bereit.

Wird der Leistungsschalter manuell eingeschaltet (vom Steuerquittierschalter über Binäreingabe, von den örtlichen Steuerungsmöglichkeiten oder über eine der seriellen Schnittstellen), wird die automatische Wiedereinschaltung für eine Hand-Ein-Blockierzeit **T BLK HANDEIN**, Adresse 3404, blockiert. Tritt während dieser Zeit ein Auslösekommando auf, kann man davon ausgehen, dass auf einen metallischen Kurzschluss geschaltet wurde (z.B. eingeschalteter Erdungstrenner). Jedes Auslösekommando innerhalb dieser Zeit ist also endgültig. Über die anwenderdefinierbaren Logikfunktionen (CFC) können auch weitere Steuerfunktionen wie ein Hand-Einkommando behandelt werden.

Abfrage der Bereitschaft des Leistungsschalters

Voraussetzung dafür, dass nach einer Kurzschlussabschaltung eine automatische Wiedereinschaltung erfolgen kann, ist, dass zum Zeitpunkt des Anwurfs der Wiedereinschaltautomatik (d.h. bei Beginn des ersten Auslösekommandos) der Leistungsschalter für mindestens einen AUS-EIN-AUS-Zyklus bereit ist. Die Bereitschaft des Leistungsschalters wird dem Gerät über die Binäreingabe „>LS1 bereit“ (Nr 371) mitgeteilt. Für den Fall, dass ein solches Signal nicht zur Verfügung steht, kann die Leistungsschalterabfrage unterdrückt werden (Voreinstellung von Adresse 3402), da anderenfalls überhaupt keine automatische Wiedereinschaltung möglich wäre.

Bei einmaliger Kurzunterbrechung genügt meist diese Abfrage. Da z.B. der Luftdruck oder die Federspannung für die Leistungsschalter-Betätigung nach dem Ausschalten absinken kann, soll keine weitere Abfrage erfolgen.

Besonders für mehrmalige Wiedereinschaltung ist es von Vorteil, die Leistungsschalterbereitschaft nicht nur im Augenblick des ersten Auslösekommandos, sondern auch vor jeder folgenden Wiedereinschaltung abzufragen. Die Wiedereinschaltung wird gesperrt, solange der Schalter nicht die Bereitschaft zu einem weiteren EIN-AUS-Zyklus meldet.

Die Wiederbereitschaftszeit des Leistungsschalters kann vom 7SD5 überwacht werden. Diese Überwachungszeit **T LS-ÜBERW.** (Adresse 3409) beginnt, sobald der Schalter keine Bereitschaft meldet. Die Pausenzeit kann sich dabei verlängern, sofern nach ihrem Ablauf noch keine Bereitschaft signalisiert wird. Dauert die Nichtbereitschaft des Leistungsschalters während einer Pause jedoch länger als die Überwachungszeit, wird die Wiedereinschaltung dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Verarbeitung der Hilfskontakte des Leistungsschalters

Wenn die Leistungsschalter-Hilfskontakte an das Gerät angeschlossen sind, wird auch die Reaktion des Leistungsschalters auf Plausibilität überprüft.

Bei individueller Steuerung der einzelnen Schalterpole bezieht sich das auf jeden einzelnen Schalterpol. Das setzt voraus, dass die Hilfskontakte für jeden Pol an die entsprechenden Binäreingaben („>LS1 Pos.Ein L1“, Nr 366; „>LS1 Pos.Ein L2“, Nr 367; „>LS1 Pos.Ein L3“, Nr 368) angeschlossen sind.

Sind statt der individuellen Pole die Reihenschaltungen der Schließer und Öffner der Pole angeschlossen, gilt der Schalter als allpolig offen, wenn die Reihenschaltung der Öffner geschlossen ist (Binäreingabe „>LS1 Pos.Aus 3p“, Nr 411). Er gilt als allpolig geschlossen, wenn die Reihenschaltung der Schließer geschlossen ist (Binäreingabe „>LS1 Pos.Ein 3p“, Nr 410). Liegt keine der genannten Eingangsmeldungen an, wird angenommen, der Schalter sei 1-polig geöffnet (wenngleich dieser Zustand theoretisch auch bei 2-polig geöffnetem Schalter besteht).

Das Gerät überprüft kontinuierlich die Stellung des Leistungsschalters: Solange die Hilfskontakte melden, dass der Schalter nicht (3-polig) geschlossen ist, kann die Wiedereinschaltautomatik nicht angeworfen werden. Dies gewährleistet, dass ein Einschaltkommando nur abgegeben werden kann, wenn der Schalter vorher (aus dem geschlossenen Zustand heraus) ausgelöst worden ist.

Die gültige Pausenzeit beginnt, wenn das Auslösekommando verschwunden ist oder zusätzlich auch wenn über die Hilfskontakte gemeldet wird, dass der Schalter(pol) geöffnet hat.

Wenn der Schalter nach einem **ein**poligen Auslösekommando **drei**polig geöffnet hat, gilt dies als 3-polige Auslösung. Sofern 3-polige Unterbrechungszyklen erlaubt sind, wird dann bei der Betriebsart mit **Steuerung durch Auslösekommando** (siehe oben unter Randtitel „Betriebsarten der Wiedereinschaltautomatik“), die Pausenzeit für 3-polige Auslösung wirksam; bei Steuerung durch Anregung gilt weiterhin das Anregebild der anwerfenden Schutzfunktion(en). Sind 3-polige Zyklen nicht erlaubt, wird die Wiedereinschaltung dynamisch blockiert. Das Auslösekommando war endgültig.

Letzteres gilt auch, wenn der Schalter bei 1-poligem Auslösekommando 2-polig auslöst. Dies kann das Gerät nur erkennen, wenn die Hilfskontakte für jeden Pol einzeln angeschlossen sind. Das Gerät koppelt sofort 3-polig, so dass ein endgültiges 3-poliges Auslösekommando resultiert.

Melden die Schalterhilfskontakte in der spannungslosen Pause nach 1-poliger Auslösung, dass noch mindestens ein weiterer Pol geöffnet hat, wird, wenn zulässig, ein 3-poliger Unterbrechungszyklus mit der Pausenzeit für 3-polige Wiedereinschaltung eingeleitet. Wenn die Hilfskontakte für jeden Pol individuell angeschlossen sind, kann das Gerät einen 2-polig geöffneten Schalter erkennen. In diesem Fall setzt das Gerät sofort ein 3-poliges Auslösekommando ab, sofern die 3-polige Schaltermitnahme aktiviert ist (siehe Abschnitt 2.16.2 unter Randtitel „Dreipolige Schaltermitnahme“).

Ablauf eines 3-poligen Unterbrechungszyklus

Sofern die Wiedereinschaltautomatik bereit ist, löst der Kurzschlussschutz bei allen Fehlern innerhalb der für Wiedereinschaltung parametrierten Stufe 3-polig aus. Die Wiedereinschaltautomatik wird angeworfen. Mit dem Rückfall des Auslösekommandos oder Öffnen des Leistungsschalters (Hilfskontaktkriterium) beginnt eine (einstellbare) Pausenzeit. Nach Ablauf der Pausenzeit erhält der Leistungsschalter einen Einschaltbefehl. Gleichzeitig wird die (einstellbare) Sperrzeit gestartet. Wenn bei der Projektierung der Schutzfunktionen unter Adresse 134 **AWE BETRIEBSART** = ***Anr. ...*** eingestellt wurde, können je nach Art der Schutzanregung unterschiedliche Pausenzeiten parametriert werden.

Ist der Fehler beseitigt (erfolgreiche Wiedereinschaltung), läuft die Sperrzeit ab und alle Funktionen gehen in Ruhestellung. Die Störung ist beendet.

Ist der Fehler nicht beseitigt (erfolglose Wiedereinschaltung), so erfolgt vom Kurzschlussschutz eine endgültige Abschaltung nach der ohne Wiedereinschaltung gültigen Schutzstufe. Auch jeder Fehler während der Sperrzeit führt zur endgültigen Abschaltung.

Nach erfolgloser Wiedereinschaltung (endgültiger Abschaltung) wird die Wiedereinschaltautomatik dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Der vorstehende Ablauf gilt bei einmaliger Wiedereinschaltung. Beim 7SD5 ist auch mehrmalige Wiedereinschaltung (bis zu 8 Zyklen) möglich (siehe unten).

Ablauf eines 1-poligen Unterbrechungszyklus

1-polige Unterbrechungszyklen sind nur möglich, wenn das Gerät für 1-polige Auslösung vorgesehen und diese bei der Projektierung der Schutzfunktionen erlaubt wurde (Adresse 110 **AUSLÖSUNG**, siehe auch Abschnitt 2.1.1.3). Natürlich muss auch der Leistungsschalter für 1-polige Abschaltung geeignet sein.

Sofern dann die Wiedereinschaltautomatik bereit ist, löst der Kurzschlussschutz bei 1-phasigen Fehlern innerhalb der für Wiedereinschaltung parametrierten Stufe(n) 1-polig aus. Bei den allgemeinen Einstellungen (Adresse 1156 **AUS2polFEH**, siehe auch Abschnitt 2.1.4.1) kann auch bestimmt werden, dass bei 2-phasigen erdfreien Fehlern 1-polig ausgelöst wird. 1-polige Auslösung ist natürlich nur von Kurzschlussschutzfunktionen möglich, die die fehlerbehaftete Phase bestimmen können.

Bei mehrphasigen Fehlern schaltet der Kurzschlussschutz 3-polig mit der ohne Wiedereinschaltung gültigen Stufe endgültig ab. Jede 3-polige Abschaltung ist endgültig. Die Wiedereinschaltungsautomatik wird dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Bei 1-poliger Auslösung wird die Wiedereinschaltautomatik angeworfen. Mit dem Rückfall des Auslösekommandos oder Öffnen des Leistungsschalterpols (Hilfskontaktkriterium) beginnt die (einstellbare) Pausenzeit für den 1-poligen Unterbrechungszyklus. Nach dieser erhält der Leistungsschalter einen Einschaltbefehl. Gleichzeitig wird die (einstellbare) Sperrzeit gestartet. Wird die Wiedereinschaltung während der Pause nach 1-poliger Abschaltung blockiert, kann wahlweise sofort 3-polig ausgelöst werden (3-polige Mitnahme).

Ist der Fehler beseitigt (erfolgreiche Wiedereinschaltung), läuft die Sperrzeit ab und alle Funktionen gehen in Ruhestellung. Die Störung ist beendet.

Ist der Fehler nicht beseitigt (erfolglose Wiedereinschaltung), so erfolgt vom Kurzschlussschutz eine endgültige 3-polige Abschaltung nach der ohne Wiedereinschaltung gültigen Schutzstufe. Auch jeder Fehler während der Sperrzeit führt zur endgültigen 3-poligen Abschaltung.

Nach erfolgloser Wiedereinschaltung (endgültiger Abschaltung) wird die Wiedereinschaltautomatik dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Der vorstehende Ablauf gilt bei einmaliger Wiedereinschaltung. Beim 7SD5 ist auch mehrmalige Wiedereinschaltung (bis zu 8 Zyklen) möglich (siehe unten).

Ablauf eines 1- und 3-poligen Unterbrechungszyklus

Diese Betriebsart ist nur möglich, wenn das Gerät für 1-polige Auslösung vorgesehen und diese bei der Projektierung der Schutzfunktionen erlaubt wurde (Adresse 110, siehe auch Abschnitt 2.1.1.3). Natürlich muss auch der Leistungsschalter für 1-polige Abschaltung geeignet sein.

Sofern dann die Wiedereinschaltautomatik bereit ist, löst der Kurzschlussschutz bei 1-phasigen Fehlern innerhalb der für Wiedereinschaltung parametrierten Stufe(n) 1-polig aus, bei mehrphasigen Fehlern 3-polig. Bei den allgemeinen Einstellungen (Adresse 1156 **AUS2polFEH**, siehe auch Abschnitt 2.1.4.1) kann auch bestimmt werden, dass bei 2-phasigen erdfreien Fehlern 1-polig ausgelöst wird. 1-polige Auslösung ist natürlich nur für Kurzschlussschutzfunktionen möglich, die die fehlerbehaftete Phase bestimmen können. Für alle Fehlerarten gilt die bei bereiter Wiedereinschaltung gültige Stufe.

Bei Auslösung wird die Wiedereinschaltautomatik angeworfen. Mit dem Rückfall des Auslösekommandos oder Öffnen des Leistungsschalter(pol)s (Hilfskontaktkriterium) beginnt je nach Fehlerart die (einstellbare) Pausenzeit für den 1-poligen Unterbrechungszyklus oder die (getrennt einstellbare) Pausenzeit für den 3-poligen Unterbrechungszyklus. Nach dieser erhält der Leistungsschalter einen Einschaltbefehl. Gleichzeitig wird die (einstellbare) Sperrzeit gestartet. Wird die Wiedereinschaltung während der Pause nach 1-poliger Abschaltung blockiert, kann wahlweise sofort 3-polig ausgelöst werden (3-polige Mitnahme).

Ist der Fehler beseitigt (erfolgreiche Wiedereinschaltung), läuft die Sperrzeit ab und alle Funktionen gehen in Ruhestellung. Die Störung ist beendet.

Ist der Fehler nicht beseitigt (erfolglose Wiedereinschaltung), so erfolgt vom Kurzschlussschutz eine endgültige 3-polige Abschaltung mit der ohne Wiedereinschaltung gültigen Schutzstufe. Auch jeder Fehler während der Sperrzeit führt zur endgültigen 3-poligen Abschaltung.

Nach erfolgloser Wiedereinschaltung (endgültiger Abschaltung) wird die Wiedereinschaltautomatik dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Der vorstehende Ablauf gilt bei einmaliger Wiedereinschaltung. Beim 7SD5 ist auch mehrmalige Wiedereinschaltung (bis zu 8 Zyklen) möglich (siehe unten).

Mehrmalige Wiedereinschaltung

Wenn ein Kurzschluss nach einem Wiedereinschaltversuch noch besteht, können noch weitere Wiedereinschaltversuche unternommen werden. Mit der in 7SD5 integrierten Wiedereinschaltautomatik sind bis zu 8 Wiedereinschaltversuche möglich.

Die ersten vier Wiedereinschaltzyklen sind unabhängig voneinander. Jeder hat getrennte Wirk- und Pausenzeiten, kann ein- oder 3-polig arbeiten und getrennt über Binäreingaben blockiert werden. Ab dem fünften Wiedereinschaltzyklus gelten die Parameter und Eingriffsmöglichkeiten des vierten.

Der Ablauf ist im Prinzip wie oben bei den verschiedenen Wiedereinschaltprogrammen beschrieben. Ist jedoch der erste Wiedereinschaltversuch nicht erfolgreich, wird die Wiedereinschaltung nicht blockiert, sondern es beginnt der nächste Unterbrechungszyklus. Mit dem Rückfall des Auslösekommandos oder Öffnen des Leistungsschalter(pol)s (Hilfskontaktkriterium) beginnt die entsprechende Pausenzeit. Nach dieser erhält der Leistungsschalter einen erneuten Einschaltbefehl. Gleichzeitig wird die Sperrzeit gestartet.

Solange die eingestellte Anzahl zulässiger Zyklen noch nicht erreicht ist, wird die Sperrzeit bei erneutem Auslösekommando nach Wiedereinschaltung zurückgesetzt und beginnt erneut mit dem nächsten Einschaltkommando.

Ist einer der Zyklen erfolgreich, d.h. nach Wiedereinschaltung ist der Fehler nicht mehr vorhanden, läuft die Sperrzeit ab, und alle Funktionen gehen in Ruhestellung. Die Störung ist beendet.

Ist keiner der Zyklen erfolgreich, so erfolgt nach der letzten zulässigen Wiedereinschaltung vom Kurzschlussschutz eine endgültige 3-polige Abschaltung nach der ohne Wiedereinschaltung gültigen Staffelzeit. Die Wiedereinschaltautomatik wird dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

Behandlung von Folgefehlern

Wenn im Netz 1-polige oder 1- und 3-polige Unterbrechungszyklen durchgeführt werden, ist besonderes Augenmerk auf Folgefehler zu richten.

Mit Folgefehlern sind Fehler gemeint, die nach Abschalten des ersten Fehlers während der spannungslosen Pause eintreten.

Bei der Behandlung von Folgefehlern sind im 7SD5 je nach den Anforderungen des Netzes verschiedene Möglichkeiten gegeben:

Für die **Erkennung** eines Folgefehlers kann gewählt werden, ob das Auslösekommando einer Schutzfunktion während der spannungslosen Pause oder jede weitere Anregung das Kriterium für einen Folgefehler ist.

Für die **Reaktion** der internen Wiedereinschaltautomatik auf einen erkannten Folgefehler gibt es ebenfalls verschiedene wählbare Möglichkeiten.

- **FOLGEFEHLER *blockiert AWE***:

  Sobald ein Folgefehler erkannt wird, wird die Wiedereinschaltung blockiert. Die Auslösung durch den Folgefehler ist 3-polig. Dies gilt unabhängig davon, ob 3-polige Zyklen zugelassen worden sind oder nicht. Es gibt keine weiteren Wiedereinschaltversuche; die Wiedereinschaltautomatik wird dynamisch blockiert (siehe auch oben unter Randtitel „Blockierung der Wiedereinschaltung“).

- **FOLGEFEHLER *Start TP FOLGE***:

  Sobald ein Folgefehler erkannt wird, wird auf einen Zyklus für 3-polige Unterbrechung umgeschaltet. Jedes Auslösekommando ist 3-polig. Mit dem Abschalten des Folgefehlers beginnt die gesondert einstellbare Pausenzeit für Folgefehler; nach dieser erhält der Leistungsschalter einen Einschaltbefehl. Der weitere Ablauf ist wie bei 1- und 3-poligen Zyklen.

  Die gesamte Pausenzeit in diesem Fall setzt sich zusammen aus dem bis zum Abschalten des Folgefehlers abgelaufenen Teil der Pausenzeit für die 1-polige Unterbrechung plus der Pausenzeit für den Folgefehler. Dies ist sinnvoll, weil für die Stabilität des Netzes vor allem die Dauer der spannungslosen Pause während der 3-poligen Abschaltung maßgebend ist.

Kommt es aufgrund eines Folgefehlers zu einer Blockierung der Wiedereinschaltung, ohne dass der Schutz ein 3-poliges Auslösekommando abgibt (z.B. bei Folgefehlererkennung mit Anregung), kann das Gerät ein 3-poliges Auslösekommando abgeben, damit der Leistungsschalter nicht 1-polig offen bleibt (3-polige Mitnahme).

3-polige Schaltermitnahme

Wenn es während der Pausenzeit eines 1-poligen Zyklus zu einer Blockierung der Wiedereinschaltung kommt, ohne dass ein 3-poliges Auslösekommando abgegeben wurde, würde die Leitung 1-polig abgeschaltet bleiben. In den meisten Fällen verfügt der Leistungsschalter über einen Zwangsgleichlauf, der nach einigen Sekunden die übrigen Pole öffnet. Sie können aber auch durch Einstellung erreichen, dass die Auslöselogik des Gerätes in diesem Fall sofort ein 3-poliges Auslösekommando absetzt. Diese 3-polige Schaltermitnahme kommt dem Zwangsgleichlauf der Schalterpole zuvor, da die 3-polige Mitnahme des Gerätes sofort wirksam ist, sobald die Wiedereinschaltung nach 1-poliger Auslösung blockiert wird oder die Schalterhilfskontakte eine unplausible Schalterstellung melden.

Wenn unterschiedliche interne Schutzfunktionen in verschiedenen Phasen je ein 1-poliges Auslösekommando abgeben, löst das Gerät über seine Auslöselogik (Abschnitt 2.24.1) 3-polig aus, und zwar unabhängig von dieser 3-poligen Schaltermitnahme. Ein extern eingekoppeltes Auslösekommando (Abschnitt 2.12) oder ein empfangenes Fernauslösekommando (Abschnitt 2.13) werden ebenso behandelt, da sie unmittelbar auf die Auslöselogik des Gerätes wirken.

Löst das Gerät 1-polig aus und ein externes Auslösekommando in einer anderen Phase geht nur über einen der Binäreingänge, z.B. „>Aus L1 f. WE“ an die interne Wiedereinschaltautomatik, erfährt die Auslöselogik nichts davon. Hier ist es nur über die 3-polige Schaltemitnahme möglich, eine sofortige 3-polige Auslösung zu erreichen.

Die 3-polige Schaltermitnahme wird auch wirksam, wenn ausschließlich 3-polige Zyklen erlaubt sind, aber von extern über Binäreingabe eine 1-polige Auslösung gemeldet wird.

Leitungsrückspannungsüberwachung (RSÜ)

Wenn nach Abschaltung eines Kurzschlusses die Spannung der abgeschalteten Phase nicht verschwindet, kann die Wiedereinschaltung verhindert werden. Dies setzt voraus, dass die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind. Hierzu wird die Rückspannungsüberwachung wirksam geschaltet. Die Wiedereinschaltautomatik prüft dann die abgeschaltete Leitung auf Spannungslosigkeit: Innerhalb der spannungslosen Pause muss die Leitung mindestens für eine ausreichende Messzeit spannungslos gewesen sein. Ist das nicht der Fall, wird die Wiedereinschaltung dynamisch blockiert.

Diese Prüfung der Leitung auf Spannungslosigkeit ist dann von Vorteil, wenn im Zuge der Leitung ein Kleingenerator (z.B. Windgenerator) angeknüpft ist.

Adaptive spannungslose Pause (ASP)

Bei allen bisherigen Möglichkeiten wurde davon ausgegangen, dass an beiden Leitungsenden definierte und gleiche Pausenzeiten eingestellt wurden, ggf. für verschiedene Fehlerarten und/oder Unterbrechungszyklen.

Es ist auch möglich, die Pausenzeiten (ggf. unterschiedlich für verschiedene Fehlerarten und/oder Unterbrechungszyklen) nur an einem Leitungsende einzustellen und am anderen (oder den anderen) Ende(n) die adaptive spannungslose Pause zu konfigurieren. Voraussetzung ist, dass die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind oder eine Möglichkeit zur Übertragung eines Einschaltkommandos zum fernen Leitungsende besteht.

Bild 2-153 zeigt ein Beispiel mit Spannungsmessung. Es sei angenommen, das Gerät I arbeitet mit definierten Pausenzeiten, während an der Stelle II die adaptive spannungslose Pause projektiert ist. Wichtig ist, dass die Leitung mindestens von der Sammelschiene A, also der Seite mit den definierten Pausenzeiten, gespeist wird.

Bei der adaptiven Pause entscheidet die Wiedereinschaltautomatik an den Leitungsenden II und III selbsttätig, ob und wann eine Wiedereinschaltung sinnvoll und zulässig ist und wann nicht. Kriterium ist die Leitungsspannung am Ende II und III. Wiedereinschaltung an den Enden II und III erfolgt also, sobald feststeht, dass die Leitung unter Spannung gesetzt worden ist. Grundsätzlich werden alle Leiter-Leiter- und Leiter-Erde-Spannungen überwacht.

Beim angedeuteten Kurzschluss werden im Beispiel die Leitungen an den Stellen I, II und III abgeschaltet. Bei I wird nach der dort parametrierten Pausenzeit wieder eingeschaltet. Bei III kann mit Hilfe der ASP-Funktion nach einer kurzen Verzögerung (zur Sicherung einer ausreichenden Spannungsmesszeit) wieder eingeschaltet werden, da die Spannung erhalten bleibt, wenn auch an der Sammelschiene B eine Einspeisung vorhanden ist.

Ist der Kurzschluss beseitigt (erfolgreiche Wiedereinschaltung), wird die Leitung A-B von der Sammelschiene A über die Stelle I wieder unter Spannung gesetzt. Gerät II erkennt diese Spannung und schaltet nach einer kurzen Verzögerung (zur Sicherung einer ausreichenden Spannungsmesszeit) ebenfalls wieder ein. Die Störung ist beendet.

Ist der Kurzschluss nach Wiedereinschaltung bei I nicht beseitigt (erfolglose Wiedereinschaltung), wird bei I wieder auf den Fehler geschaltet, bei II erscheint keine gesunde Spannung. Das dortige Gerät erkennt dies und schaltet nicht wieder ein.

Bei mehrfacher Wiedereinschaltung kann sich der Vorgang bei erfolgloser Wiedereinschaltung mehrmals wiederholen, bis eine der Wiedereinschaltungen erfolgreich ist oder eine endgültige Abschaltung erfolgt.

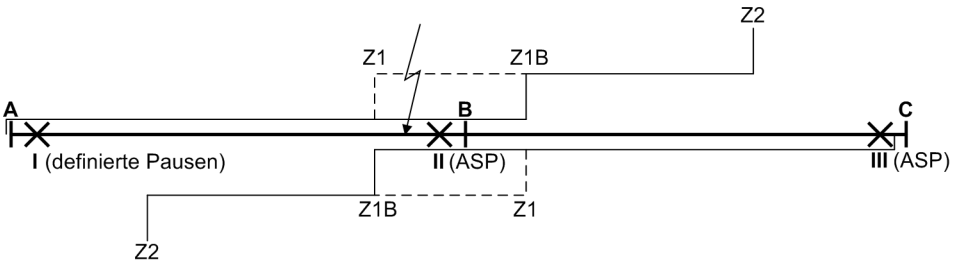


Bild 2-153 Beispiel für adaptive spannungslose Pause (ASP)

A, B, C Sammelschienen

I, II, III Relais-Einbauorte

X ausgelöste Leistungsschalter

Wie das Beispiel zeigt, bringt die adaptive spannungslose Pause folgende Vorteile:

- Der Leistungsschalter an der Stelle II schaltet bei bleibendem Fehler gar nicht erst wieder zu und wird dadurch geschont.
- Bei einer unselektiven Auslösung außerhalb des Schutzbereiches durch übergreifenden Zeitstaffelschutz können dort keine weiteren Unterbrechungszyklen entstehen, da die Kurzschlussbahn über Sammelschiene B und die Stelle II auch bei mehrfacher Wiedereinschaltung unterbrochen bleibt.
- An der Stelle I ist bei mehrfacher Wiedereinschaltung und selbst bei endgültiger Auslösung ein Übergreifen erlaubt, da die Leitung an der Stelle II offen bleibt und somit bei I keine tatsächliche Überreichweite entstehen kann.

Einkommando-Übertragung (Inter-EIN)

Bei der Einkommandoübertragung über die digitalen Verbindungsstrecken werden ebenfalls die Pausenzeiten nur an einem Leitungsende eingestellt. Das andere (oder die übrigen bei Leitungen mit mehr als zwei Enden) wird auf „Adaptive spannungslose Pause (ASP)“ eingestellt. Letzteres reagiert lediglich auf die empfangenen Einschaltkommandos vom sendenden Ende.

Am sendenden Leitungsende wird die Übertragung des Einschaltkommandos so lange verzögert, dass nur dann ein Einschaltkommando gesendet wird, wenn die örtliche Wiedereinschaltung erfolgreich war. Das heißt, es wird nach Wiedereinschaltung noch eine mögliche örtliche Anregung abgewartet. Diese Verzögerung verhindert einerseits ein unnötiges Einschalten am Gegenende, verlängert aber auch die Zeit bis zur dortigen Wiedereinschaltung. Sie ist unkritisch für 1-polige Unterbrechungen oder bei Radialnetzen oder in vermaschten Netzen, wenn keine Stabilitätsprobleme zu erwarten sind.

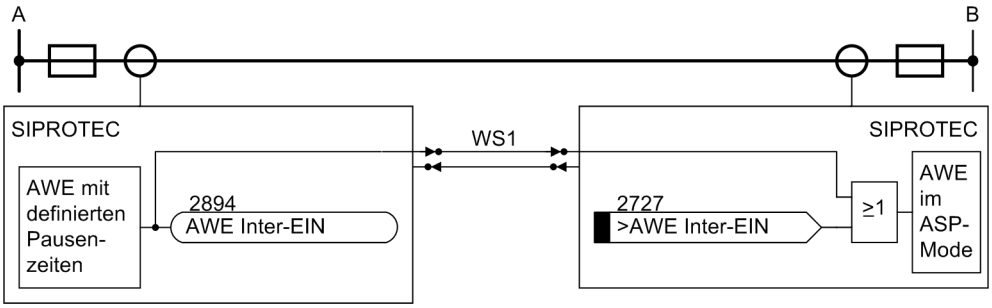


Bild 2-154 AWE mit Inter-EIN Funktion über die Wirkschittstelle

Die Übertragung des Einkommandos kann mit einer Signalübertragungsmethode unter Verwendung der Wirkschnittstellen erfolgen. Parallel zum Absetzen der Meldung „AWE Inter-EIN“ wird diese Information über die Wirkschnittstelle zum Gegenende übertragen. Die Information wird mit der des Binäreinganges „>AWE Inter-EIN“ verodert und der Automatischen Wiedereinschaltung zur Verfügung gestellt. (Bild 2-154)

Anschluss eines externen Wiedereinschaltgerätes

Soll 7SD5 mit einem externen Wiedereinschaltgerät zusammenarbeiten, so sind die hierfür vorgesehenen binären Ein- und Ausgaben zu beachten. Folgende Ein- und Ausgaben können als Empfehlung angesehen werden:

Binäreingaben:

383„>FreigWE Stufen“ Über diese Binäreingabe steuert das externe Wiedereinschaltgerät die vor Wiedereinschaltung vorgesehenen Stufen der einzelnen Kurzschluss-schutzfunktionen (z.B. Übergreifzone bei Distanzschutz). Der Eingang kann entfallen, wenn keine Übergreifstufe benötigt wird (z.B. Differentialschutz oder Vergleichsverfahren mit Distanzschutz, siehe auch oben unter Randtitel „Selektivität vor Wiedereinschaltung“).

382„>nur 1polig“ Das externe Wiedereinschaltgerät ist nur 1-polig programmiert; die vor Wiedereinschaltung vorgesehenen Stufen der einzelnen Schutzfunktionen werden über Nr. 383 nur bei 1-phasigen Fehlern aktiviert; bei mehrphasigen Fehlern sind die hierfür vorgesehenen Stufen der einzelnen Kurzschluss-schutzfunktionen nicht freigegeben. Der Eingang kann entfallen, wenn keine Übergreifstufe benötigt wird (z.B. Differentialschutz oder Vergleichs-verfahren mit Distanzschutz, siehe auch oben unter Randtitel „Selektivität vor Wiedereinschaltung“).

381 „>1polig AUS“ Das externe Wiedereinschaltgerät erlaubt 1-polige Auslösung (logische In-version der 3-poligen Kopplung). Ist die Eingabe unbelegt oder nicht ran-giert, erfolgt bei jedem Fehler 3-polige Auslösung durch die Schutzfunktio-nen. Wenn das externe Wiedereinschaltgerät dieses Signal nicht liefern kann, sondern stattdessen ein Signal „3-polige Kopplung“ liefert, muss dies bei der Rangierung der Binäreingaben berücksichtigt werden: Das Signal ist dort zu invertieren (L-aktiv = ohne Spannung aktiv).

Binärausgaben:

501 „Ger. Anregung“ Anregung Schutzgerät, allgemein (wenn vom externen Wiedereinschaltge-rät benötigt).

512 „Ger.AUS1polL1“ Auslösung Schutzgerät 1-polig Phase L1.

513 „Ger.AUS1polL2“ Auslösung Schutzgerät 1-polig Phase L2.

514 „Ger.AUS1polL3“ Auslösung Schutzgerät 1-polig Phase L3.

515 „Ger. AUS L123“ Auslösung Schutzgerät 3-polig,

Um eine phasenzugeordnete Auslösemeldung zu erhalten, müssen die jeweils 1-poligen Auslösekommandos mit dem 3-poligen Auslösekommando zu einem Ausgang zusammengefasst werden.

Bild 2-155 zeigt als Anschlussbeispiel die Zusammenschaltung zwischen 7SD5 und einem externen Wieder-einschaltgerät mit einem Programmwahlschalter.

Je nach den Erfordernissen des externen Wiedereinschaltgerätes können auch die drei 1-poligen Meldungen (Nr 512, 513, 514) zu einem Ausgang „einpolige Auslösung“ zusammengefasst werden; die Nr 515 gibt das Signal „dreipolige Auslösung“ an das externe Gerät.

Bei ausschließlich 3-poligen Unterbrechungszyklen genügen in der Regel Generalanrege- (Nr 501, wenn vom externen Wiedereinschaltgerät benötigt) und Auslösesignal (Nr 511) von 7SD5 (siehe Bild 2-156).

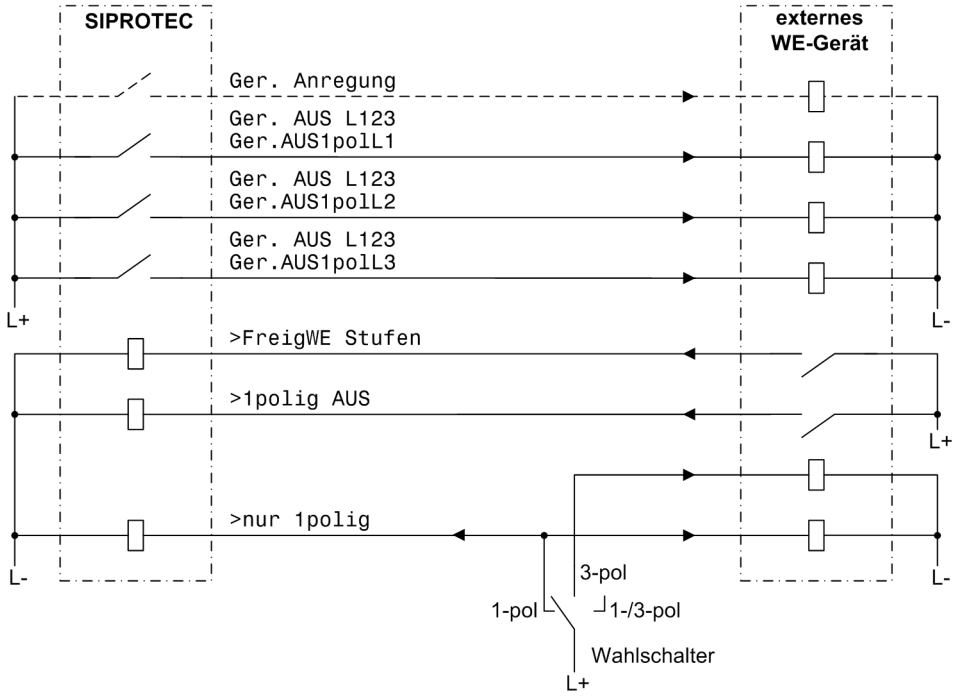


Bild 2-155 Anschlussbeispiel mit externem Wiedereinschaltgerät für 1-/3-polige Wiedereinschaltung mit Wahlschalter

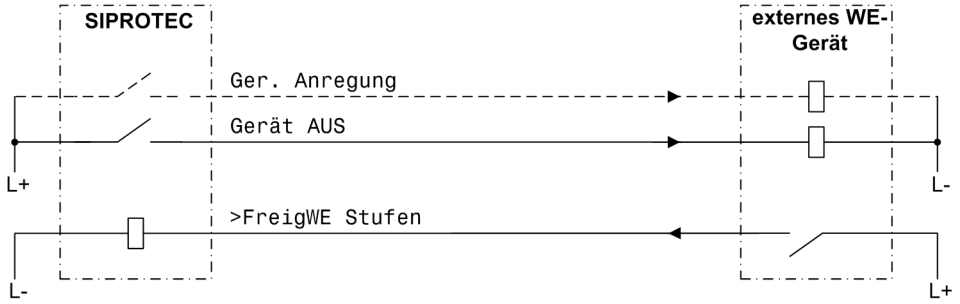


Bild 2-156 Anschlussbeispiel mit externem Wiedereinschaltgerät für 3-polige Wiedereinschaltung

Steuerung der internen Wiedereinschaltautomatik durch ein externes Schutzgerät

Sofern 7SD5 mit der internen Wiedereinschaltautomatik ausgerüstet ist, kann diese auch von einem externen Schutzgerät gesteuert werden. Dies ist z.B. für Leitungsenden mit Schutzdopplung oder zusätzlichem Reserveschutz sinnvoll, wenn ein zweiter Schutz für das gleiche Leitungsende eingesetzt ist und mit der im 7SD5 integrierten Wiedereinschaltautomatik zusammenarbeiten soll.

In diesem Fall sind die hierfür vorgesehenen binären Ein- und Ausgaben zu beachten. Hierbei ist zu unterscheiden, ob die interne Wiedereinschaltautomatik von der Anregung oder vom Auslösekommando des externen Schutzes gesteuert werden soll (siehe auch oben unter „Betriebsarten der Wiedereinschaltautomatik“).

Wird die Wiedereinschaltautomatik vom **Auslösekommando** gesteuert, können für 1-polige Zyklen folgende Ein- und Ausgaben als Empfehlung angesehen werden:

Der Anwurf der internen Wiedereinschaltautomatik erfolgt über die Binäreingaben:

2711 „>G-Anr für AWE“ Generalanregung für die Wiedereinschaltautomatik (nur für Wirkzeit benötigt),

2712 „>Aus L1 f. WE“ Auslösekommando L1 für die Wiedereinschaltautomatik,

2713 „>Aus L2 f. WE“ Auslösekommando L2 für die Wiedereinschaltautomatik,

2714 „>Aus L3 f. WE“ Auslösekommando L3 für die Wiedereinschaltautomatik.

Die Generalanregung ist für den Start der Wirkzeiten maßgebend. Außerdem ist sie notwendig, wenn die interne Wiedereinschaltautomatik Folgefehler über Anregung erkennen soll. In anderen Fällen ist diese Eingangsinformation überflüssig.

Mit den Auslösekommandos wird entschieden, ob die Pausenzeit für 1-polige oder für 3-polige Unterbrechungszyklen wirksam wird, bzw. ob bei 3-poliger Auslösung die Wiedereinschaltung gesperrt wird (abhängig von der Parametrierung der Pausenzeiten).

Bild 2-157 zeigt als Anschlussbeispiel die Zusammenschaltung zwischen der internen Wiedereinschaltautomatik 7SD5 und einem externen Schutzgerät, wenn 1-polige Zyklen erwünscht sind.

Um den externen Schutz 3-polig zu koppeln und ggf. seine beschleunigten Stufen vor Wiedereinschaltung freizugeben, eignen sich die Ausgabefunktionen:

2864 „AWE 1polig erl.“ interne Wiedereinschaltautomatik bereit für 1-poligen Unterbrechungszyklus, d.h. erlaubt 1-polige Auslösung (logische Inversion der 3-poligen Kopplung).

2889 „AWE Freig. 1.WE“ interne Wiedereinschaltautomatik bereit für den ersten Unterbrechungszyklus, d.h. gibt die für Wiedereinschaltung maßgebende Stufe des externen Schutzes frei, für weitere Zyklen können entsprechende Ausgaben benutzt werden. Der Ausgang kann entfallen, wenn der externe Schutz keine Übergreifstufe benötigt (z.B. Differentialschutz oder Vergleichsverfahren mit Distanzschutz).

2820 „AWE 1pol. Prog.“ interne Wiedereinschaltautomatik ist 1-polig programmiert, d.h. schaltet nur nach 1-poliger Auslösung wieder ein. Der Ausgang kann entfallen, wenn keine Übergreifstufe benötigt wird (z.B. Differentialschutz oder Vergleichsverfahren mit Distanzschutz).

Anstelle der drei phasengerechten Auslösekommandos kann man der internen Wiedereinschaltautomatik auch – sofern das externe Schutzgerät dies zulässt – die 1-polige und 3-polige Auslösung mitteilen, d.h. folgende Binäreingaben des 7SD5 belegen:

2711 „>G-Anr für AWE“ Generalanregung für die interne Wiedereinschaltautomatik (nur für Wirkzeit benötigt),

2715 „>AUS 1pol.f.WE“ Auslösekommando 1-polig für die interne Wiedereinschaltautomatik,

2716 „>AUS 3pol.f.WE“ Auslösekommando 3-polig für die interne Wiedereinschaltautomatik.

Sollen nur 3-polige Unterbrechungszyklen durchgeführt werden, reicht es aus, die Binäreingabe „>AUS 3pol.f.WE“ (Nr 2716) für das Auslösesignal zu belegen. Bild 2-158 zeigt ein Beispiel. Die Freigabe eventueller Übergreifstufen des externen Schutzes erfolgt wieder über „AWE Freig. 1.WE“ (Nr 2889) und ggf. von weiteren Zyklen.

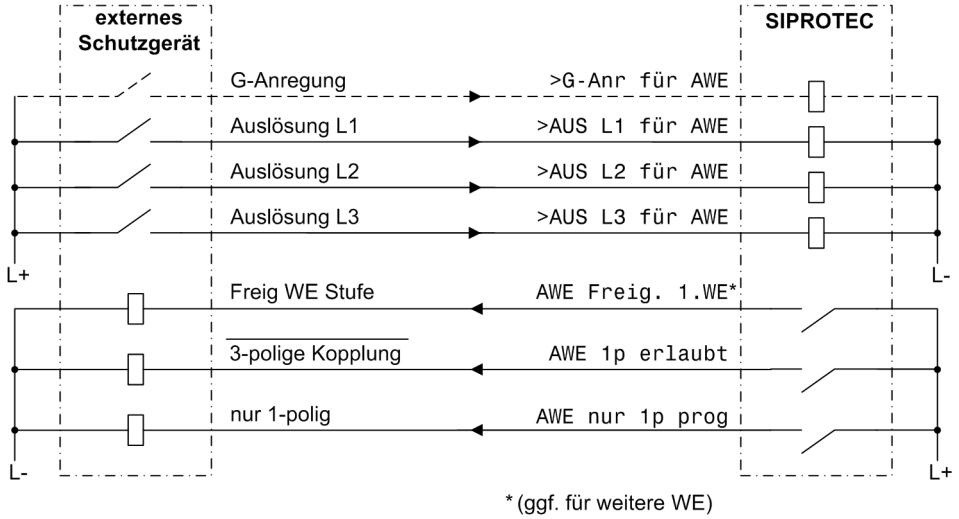


Bild 2-157 Anschlussbeispiel mit externem Schutzgerät für 1-/3-polige Wiedereinschaltung; AWE-Betriebsart = Mit Auskommando

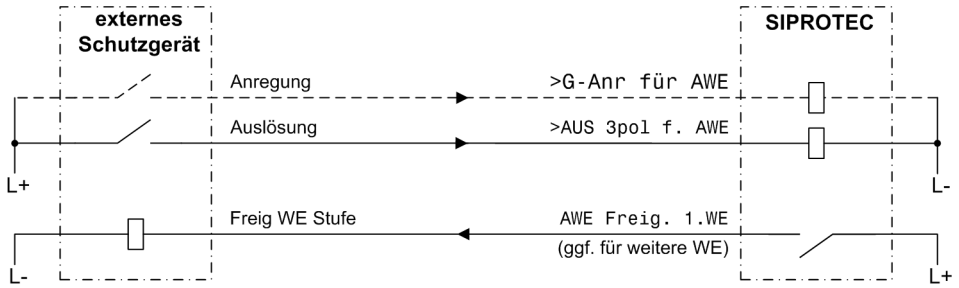
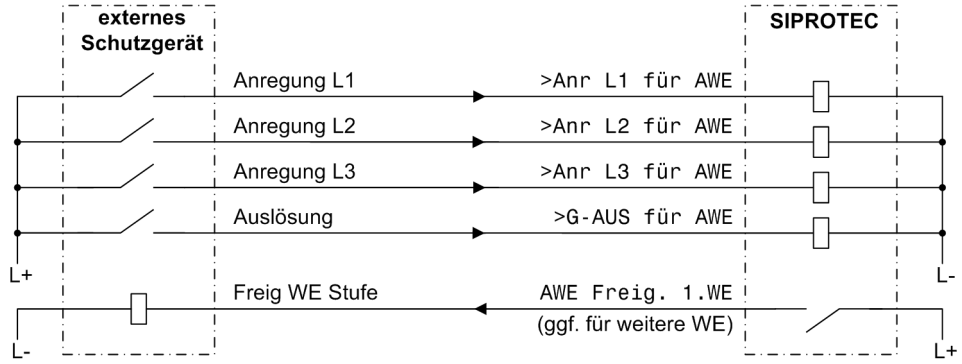
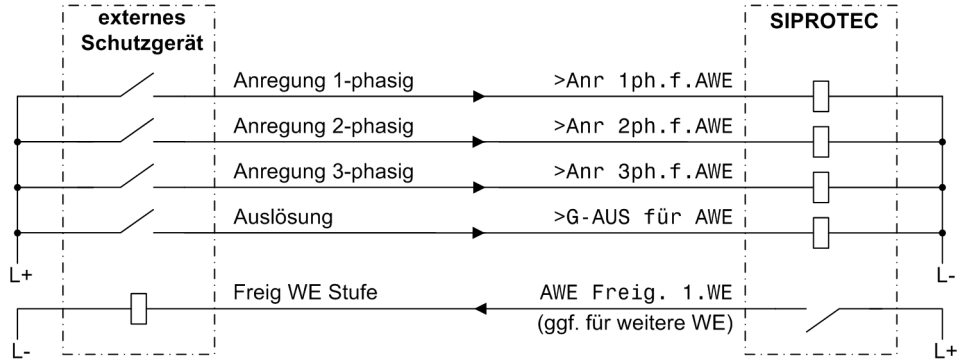


Bild 2-158 Anschlussbeispiel mit externem Schutzgerät für 3-polige Wiedereinschaltung; AWE-Betriebsart = Mit Auskommando

Wird hingegen die interne Wiedereinschaltautomatik von der **Anregung** gesteuert (nur möglich bei 3-poliger Auslösung: 110 **AUSLÖSUNG** = ***nur dreipolig***), müssen die phasengerechten Anregesignale vom externen Schutz angeschlossen werden, sofern eine Unterscheidung der Anregeart gewünscht wird. Für die Auslösung genügt dann das generelle Auslösekommando (Nr 2746). Bild 2-159 zeigt Anschlussbeispiele.



Anregesignal für jede Phase



Anregesignal 1-phasig, 2-phasig und 3-phasig

Bild 2-159 Anschlussbeispiel mit externem Schutzgerät für fehlerabhängige Pausenzeit — Pausenzeitsteuerung durch Anregesignale des Schutzgerätes; AWE-Betriebsart = Mit Anregung

2 Schutzeinrichtungen mit 2 Wiedereinschaltautomatiken

Sofern für einen Leitungsabzweig Schutzdopplung vorgesehen ist und jeder Schutz mit einer eigenen Wiedereinschaltautomatik arbeitet, sind gewisse Signalaustauschmöglichkeiten zwischen den beiden Kombinationen erforderlich. Das Anschlussbeispiel Bild 2-160 zeigt die notwendigen Querverbindungen.

Wenn die Hilfskontakte des Leistungsschalters phasengerecht angeschlossen sind, ist eine 3-polige Kopplung bei Auslösung von mehr als einem Schalterpol durch das 7SD5 gewährleistet. Voraussetzung ist, dass die 3-polige Schaltermitnahme aktiviert ist (siehe Abschnitt 2.16.2 unter Randtitel „3-polige Schaltermitnahme“). Eine externe Automatik zur 3-poligen Kopplung erübrigt sich also, wenn obige Bedingungen erfüllt sind. Dadurch ist 2-polige Auslösung unter allen Umständen ausgeschlossen.

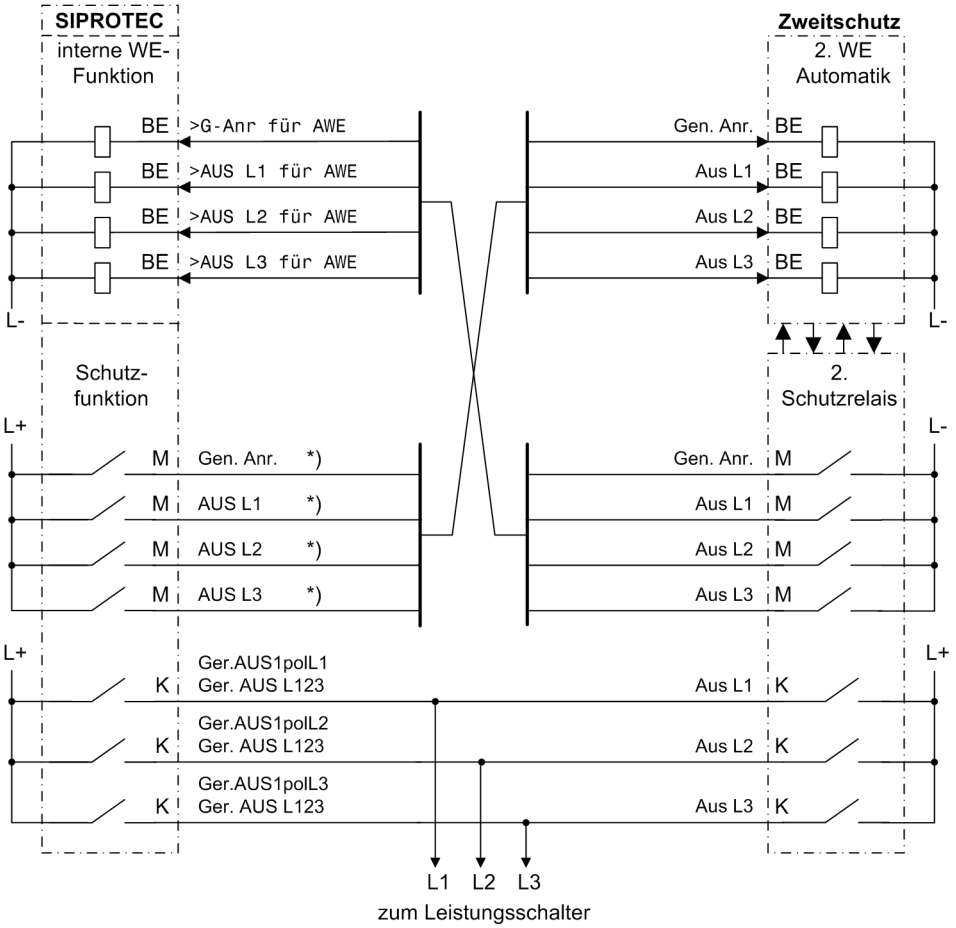


Bild 2-160 Anschlussbeispiel für 2 Schutzeinrichtungen mit 2 Wiedereinschaltautomatiken

BE Binäreingänge

M Meldeausgang

K Kommando

*) Für alle Schutzfunktionen, die mit WE arbeiten.

2.16.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Wird auf dem Abzweig, für den der Leitungsschutz 7SD5 eingesetzt wird, keine Wiedereinschaltung durchgeführt (z.B. bei Kabeln, Transformatoren), muss die Wiedereinschaltautomatik wegprojektiert werden (Adresse 133, siehe auch Abschnitt 2.1.1.3). Die Wiedereinschaltautomatik ist dann völlig unwirksam, d.h. es erfolgt im 7SD5 keine Bearbeitung der Wiedereinschaltautomatik. Es gibt keine diesbezüglichen Meldungen, Binäreingaben für die Wiedereinschaltautomatik werden ignoriert. Alle Parameter für die Einstellungen der Wiedereinschaltautomatik sind unzugänglich und haben keine Bedeutung.

Soll dagegen die interne Wiedereinschaltautomatik verwendet werden, muss bei der Konfiguration des Geräteumfangs (Abschnitt 2.1.1.3) unter Adresse 133 **AUTO-WE** die Art der Wiedereinschaltung und unter Adresse 134 die **AWE BETRIEBSART** eingestellt sein.

Mit der integrierten Wiedereinschaltautomatik erlaubt 7SD5 bis zu 8 Wiedereinschaltversuche. Während die Einstellungen in den Adresse 3401 bis 3441 für alle Unterbrechungszyklen gemeinsam sind, werden die individuellen Einstellungen der Zyklen ab Adresse 3450 vorgenommen. Dabei können Sie für die ersten vier Unterbrechungszyklen unterschiedliche individuelle Parameter einstellen. Ab dem fünften Zyklus gelten die Parameter für den vierten Zyklus.

Unter Adresse 3401 **AUTO-WE** kann die Wiedereinschaltautomatik ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Voraussetzung dafür, dass nach einer Kurzschlussabschaltung eine Wiedereinschaltung erfolgen kann, ist, dass zum Zeitpunkt des Anwurfs der Wiedereinschaltautomatik (d.h. bei Beginn des ersten Auslösekommandos) der Leistungsschalter für mindestens einen AUS-EIN-AUS-Zyklus bereit ist. Die Bereitschaft des Leistungsschalters wird dem Gerät über die Binäreingabe „>LS1 bereit“ (Nr 371) mitgeteilt. Für den Fall, dass ein solches Signal nicht zur Verfügung steht, belassen Sie die Einstellung unter Adresse 3402 **LS? VOR ANWURF** = ***Nein***, da anderenfalls überhaupt keine automatische Wiedereinschaltung möglich wäre. Ist die Leistungsschalterabfrage möglich, sollten Sie **LS? VOR ANWURF** = ***Ja*** einstellen.

Weiterhin kann die Leistungsschalterbereitschaft vor jeder Wiedereinschaltung abgefragt werden. Dies wird bei der Einstellung der individuellen Unterbrechungszyklen eingestellt (siehe unten).

Für die Kontrolle der Wiederbereitschaft des Leistungsschalters während der Pausenzeiten können Sie unter Adresse 3409 **T LS-ÜBERW.** eine Leistungsschalter-Bereitschafts-Überwachungszeit einstellen. Die Zeit wird etwas höher als die Regenerationszeit des Leistungsschalters nach einem AUS-EIN-AUS-Zyklus eingestellt. Sollte der Leistungsschalter bis zum Ablauf dieser Zeit nicht wieder bereit sein, wird nicht eingeschaltet; die Wiedereinschaltautomatik wird dynamisch blockiert.

Das Abwarten der Wiederbereitschaft des Leistungsschalters kann zu einer Verlängerung der Pausenzeiten führen. Auch die Abfrage einer Synchronprüfung (wenn verwendet) kann die Wiedereinschaltung verzögern. Um eine unkontrollierte Verlängerung zu vermeiden, können Sie unter Adresse 3411 **T PAUSE VERL.** eine maximale Verlängerung der Pausenzeit in diesem Fall einstellen. Bei Einstellung ∞ ist diese Verlängerung unbegrenzt. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Berücksichtigen Sie, dass längere Pausenzeiten nach 3-poliger Abschaltung nur zulässig sind, wenn keine Stabilitätsprobleme auftreten oder vor Wiedereinschaltung eine Synchronprüfung stattfindet.

Die Sperrzeit **T SPERRZEIT** (Adresse 3403) ist die Zeitspanne, nach der nach einer erfolgreichen Wiedereinschaltung die Netzstörung als beendet gilt. Eine erneute Auslösung einer Schutzfunktion innerhalb dieser Zeit bewirkt, dass bei mehrmaliger Wiedereinschaltung der nächste Unterbrechungszyklus eingeleitet wird; ist keine weitere Wiedereinschaltung mehr zulässig, gilt bei erneuter Auslösung die letzte Wiedereinschaltung als erfolglos. Die Sperrzeit muss also länger sein als die längste Kommandozeit einer Schutzfunktion, die die Wiedereinschaltautomatik starten kann. Im Fall, dass die AWE im ASP-Modus betrieben wird, ist es möglich, die Sperrzeit durch Parametrieren auf 0 s zu deaktivieren.

Im Allgemeinen genügen einige Sekunden. In gewitterreichen oder sturmreichen Gegenden ist eine kürzere Sperrzeit sinnvoll, um die Gefahr der endgültigen Abschaltung infolge kurz aufeinander folgender Blitzeinschläge oder Seilüberschläge (Seiltanzen) zu mindern.

Eine lange Sperrzeit ist zu wählen, wenn bei mehrfacher Wiedereinschaltung keine Möglichkeit der Leistungsschalterüberwachung (siehe oben) besteht (z.B. wegen fehlender Hilfskontakte und LS-bereit-Informationen). Dann muss die Sperrzeit länger als die Wiederbereitschaftszeit des Leistungsschalters sein.

Die Blockierdauer bei Hand-Ein-Erkennung **T BLK HANDEIN** (Adresse 3404) muss das sichere Ein- und Ausschalten des Leistungsschalters gewährleisten (0,5 s bis 1 s). Wenn innerhalb dieser Zeit nach erkannter Einschaltung des Leistungsschalters von einer Schutzfunktion ein Fehler erkannt wurde, findet keine Wiedereinschaltung statt und es kommt zu einer endgültigen 3-poligen Abschaltung. Ist dies nicht erwünscht, wird Adresse 3404 auf **0** eingestellt.

Die Möglichkeiten zur Behandlung von Folgefehlern sind in Abschnitt 2.16 unter Randtitel „Behandlung von Folgefehlern“ beschrieben. Die Folgefehlerbehandlung entfällt für Leitungsenden, an denen von der adaptiven spannungslosen Pause Gebrauch gemacht wird (Adresse 133 **AUTO-WE** = ***ASP***). Die folgenden Adressen 3406 und 3407 sind dann für diese Geräte ohne Belang und nicht zugänglich.

Die Erkennung eines Folgefehlers können Sie unter Adresse 3406 **FOLGEFEHLERERK.** bestimmen. **FOLGEFEHLERERK.** ***Mit Anregung*** bedeutet, dass während einer spannungslosen Pause jede **Anregung** einer Schutzfunktion als Folgefehler interpretiert wird. Bei **FOLGEFEHLERERK.** ***Mit Auskommando*** wird ein Fehler während einer spannungslosen Pause nur dann als Folgefehler gewertet, wenn er zu einem **Auslösekommando** einer Schutzfunktion geführt hat. Hierzu können auch Auslösekommandos gehören, die von extern über Binäreingabe eingekoppelt oder von einem anderen Ende des Schutzobjektes übertragen worden sind. Wenn ein externes Schutzgerät mit der internen Wiedereinschaltautomatik zusammenarbeitet, setzt die Folgefehlererkennung mit Anregung voraus, dass auch ein Anregesignal des externen Gerätes am 7SD5 angeschlossen ist; sonst kann ein Folgefehler erst mit dem externen Auslösekommando erkannt werden, auch wenn hier ***Mit Anregung*** eingestellt wurde.

Die Reaktion bei Folgefehlern wählen Sie unter Adresse 3407. **FOLGEFEHLER** ***blockiert AWE*** bedeutet, dass nach Erkennen eines Folgefehlers keine Wiedereinschaltung durchgeführt wird. Dies ist immer dann sinnvoll, wenn überhaupt nur 1-polige Unterbrechungen durchgeführt werden sollen oder beim Zuschalten nach der folgenden 3-poligen Pause Stabilitätsprobleme zu erwarten sind. Soll durch die Abschaltung des Folgefehlers ein 3-poliger Unterbrechungszyklus eingeleitet werden, stellen Sie **FOLGEFEHLER** = ***Start TP FOLGE*** ein. In diesem Fall wird mit dem 3-poligen Auslösekommando des Folgefehlers eine 3-polige Pause mit getrennt einstellbarer Pausenzeit gestartet. Dies ist nur sinnvoll, wenn auch 3-polige Unterbrechungen zulässig sind.

Adresse 3408 **T ANWURFÜBERW.** überwacht die Reaktion des Leistungsschalters nach einem Auslösekommando. Wenn der Schalter nach dieser Zeit (ab Beginn des Auslösekommandos) nicht geöffnet hat, wird die Wiedereinschaltautomatik dynamisch blockiert. Kriterium für das Öffnen ist die Stellung der Leistungsschalter-Hilfskontakte bzw. das Verschwinden des Auslösekommandos. Wenn an dem Abzweig ein Schalterversagerschutz (intern oder extern) eingesetzt wird, soll diese Zeit kürzer sein als die Verzögerungszeit des Schalterversagerschutzes, damit im Fall eines Versagens des Leistungsschalters keine Wiedereinschaltung durchgeführt wird.

Hinweis

Soll der Schalterversagerschutz (SVS) eine 1-polige AUS-Wiederholung durchführen, muss die eingestellte Zeit des Parameters 3408 **T ANWURFÜBERW.** länger sein als die parametrierte Zeit für den Parameter 3903 **AUS 1POL (T1)**.

Soll auch ohne vorherige 3-polige Kopplung des Auskommandos (durch AWE oder SVS) eine Auslösung der Sammelschiene durch den Schalterversagerschutz möglich sein, muss die eingestellte Zeit für 3408 **T ANWURFÜBERW.** auch länger sein als die parametrierte Zeit für 3906 **T2**. In diesem Fall muss aber durch ein Signal vom SVS die AWE blockiert werden, um zu verhindern, dass nach einem Sammelschienen-AUS die AWE wieder zuschaltet. Eine Verknüpfung des Signals 1494 „SVS AUS T2“ mit dem AWE-Eingang 2703 „>AWE blk“ mittels CFC ist sinnvoll.

Wenn das Wiedereinschaltkommando an das andere Ende übertragen wird, können Sie diese Übertragung mittels Adresse 3410 **T INTER-EIN** verzögern. Diese Übertragung setzt voraus, dass das Gerät am Gegenende mit adaptiver spannungsloser Pause arbeitet (Adresse 133 **AUTO-WE** = ***ASP*** am Gegenende). Andernfalls ist dieser Parameter irrelevant. Einerseits kann diese Verzögerung verhindern, dass das Gerät am Gegenende unnötig wiedereinschaltet, wenn die örtliche Wiedereinschaltung erfolglos bleibt. Andererseits ist zu bedenken, dass die Leitung nicht für den Energietransport zur Verfügung steht, solange nicht auch das Gegenende eingeschaltet hat. Für die Betrachtung der Netzstabilität muss sie also zur Pausenzeit addiert werden.

Konfiguration der Wiedereinschaltautomatik

Die Konfiguration betrifft das Zusammenwirken zwischen den Schutz- und Zusatzfunktionen des Gerätes und der Wiedereinschaltautomatik. Sie können hier bestimmen, welche Funktionen des Gerätes die Wiedereinschaltautomatik anwerfen sollen und welche nicht.

Adresse 3420	AWE mit DIFF, d.h. mit Differentialschutz
Adresse 3421	AWE mit SAB, d.h. mit Hochstrom-Schnellabschaltung
Adresse 3422	AWE mit DIST., d.h. mit Distanzschutz
Adresse 3423	AWE mit Mitn., d.h. mit Mitnahme
Adresse 3424	AWE mit EXT, d.h. mit extern eingekoppeltem Auslösekommando
Adresse 3425	AWE mit U/AMZ, d.h. mit Überstromzeitschutz
Adresse 3426	AWE mit ASE, d.h. mit Auslösung bei schwacher Einspeisung
Adresse 3427	AWE mit EF, d.h. mit Erdfehlerschutz für geerdete Netze

Für die Funktionen, die die Wiedereinschaltautomatik anwerfen sollen, wird die entsprechende Adresse auf ***Ja*** gestellt, für die übrigen auf ***Nein***. Die restlichen Funktionen können die Wiedereinschaltautomatik nicht anwerfen, da eine Wiedereinschaltung hier nicht sinnvoll ist.

3-polige Schaltermitnahme

Wenn es während der Pausenzeit eines 1-poligen Zyklus zu einer Blockierung der Wiedereinschaltung kommt, ohne dass ein 3-poliges Auslösekommando abgegeben wurde, bleibt die Leitung 1-polig abgeschaltet. Mit Adresse 3430 **MITNAHME 3POL.** bestimmen Sie, dass die Auslöselogik des Gerätes in diesem Fall ein 3-poliges Auslösekommando absetzt (Zwangsgleichlauf der Schalterpole). Stellen Sie diese Adresse auf ***Ja***, wenn der Schalter einzelpolig gesteuert werden kann und selbst keinen Zwangsgleichlauf hat. Aber auch sonst kommt das Gerät dem Zwangsgleichlauf der Schalterpole zuvor, da die 3-polige Mitnahme des Gerätes sofort wirksam ist, sobald die Wiedereinschaltung nach 1-poliger Auslösung blockiert wird oder die Schalterhilfskontakte eine unplausible Schalterstellung melden (siehe auch Abschnitt 2.16 unter Randtitel „Verarbeitung der Hilfskontakte des Leistungsschalters“). Die 3-polige Schaltermitnahme wird auch wirksam, wenn ausschließlich 3-polige Zyklen erlaubt sind, aber von extern über Binäreingabe eine 1-polige Auslösung gemeldet wird.

Wenn nur eine gemeinsame 3-polige Steuerung des Schalters möglich ist, wird die Mitnahme nicht benötigt.

Rückspannungsüberwachung

Unter Adresse 3431 kann die Rückspannungsüberwachung wirksam geschaltet werden. Sie setzt voraus, dass die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind. Ist das nicht der Fall oder soll diese Funktion nicht verwendet werden, stellen Sie **RSÜ** = ***ohne*** ein.

RSÜ = ***RSÜ*** bedeutet, dass die Leitungsrückspannungsüberwachung verwendet wird. Diese erlaubt nur dann eine Wiedereinschaltung, wenn vorher fest steht, dass die Leitung spannungslos gewesen ist. In diesem Fall stellen Sie unter Adresse 3441 **Uphe Betrieb<** die Grenzspannung Phase-Erde ein, unterhalb derer die Leitung mit Sicherheit als spannungslos (abgeschaltet) gelten soll. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Adresse 3438 **T U STABIL** bestimmt die für die Feststellung der Spannungslosigkeit zur Verfügung stehende Messzeit. Adresse 3440 ist hier irrelevant.

Adaptive spannungslose Pause (ASP)

Wenn mit adaptiver spannungsloser Pause gearbeitet wird, ist bereits im Vorfeld darauf zu achten, dass je Leitung **ein** Ende mit definierten Pausenzeiten arbeitet und über eine Einspeisung verfügt. Das andere (oder die anderen bei Mehrbeinleitungen) kann mit adaptiver spannungsloser Pause arbeiten. Wesentliche Voraussetzung ist auch, dass die Spannungswandler leitungsseitig installiert sind. Details über das Verfahren finden Sie in Abschnitt 2.16 unter Randtitel „Adaptive spannungslose Pause (ASP) und Einkommando-Übertragung (Inter-EIN)“.

Für das Leitungsende mit definierten Pausenzeiten muss bei der Konfiguration der Schutzfunktionen (Abschnitt 2.1.1) unter Adresse 133 **AUTO-WE** die Anzahl der gewünschten Unterbrechungszyklen eingestellt sein. Außerdem soll die Auslösemitnahme des Differentialschutzes aktiviert sein (siehe Abschnitt 2.4, Adresse 1301 **MITN. DIFF** = ***Ja***). Für die Geräte, die mit adaptiver spannungsloser Pause arbeiten, muss beim Konfigurieren der Schutzfunktionen (Abschnitt 2.1.1) unter Adresse 133 **AUTO-WE** = ***ASP*** parametriert sein. Für letztere werden nur die im Folgenden beschriebenen Parameter abgefragt. Für die einzelnen Wiedereinschaltzyklen gibt es dann keine Einstellungen.

Die adaptive spannungslose Pause kann spannungsgesteuert oder Inter-EIN-gesteuert sein. Beides ist auch gleichzeitig möglich. Im ersten Fall erfolgt Wiedereinschaltung nach Kurzschlussabschaltung, sobald die Spannung vom Gegenende durch die dortige Wiedereinschaltung erkannt wird. Hierzu muss das Gerät an leitungsseitige Spannungswandler angeschlossen sein. Bei Inter-EIN wartet die Wiedereinschaltautomatik auf ein vom Gegenende übertragenes Inter-EIN-Kommando.

Die Wirkzeit **ASP T WIRK** (Adresse 3433) ist die Zeit nach Anregung durch irgendeine Schutzfunktion, die die Wiedereinschaltautomatik anwerfen kann, innerhalb der das Auslösekommando erscheinen muss. Tritt das Kommando erst nach Ablauf der Wirkzeit auf, erfolgt keine Wiedereinschaltung. Je nach Konfiguration des Funktionsumfangs (siehe Abschnitt 2.1.1.3) kann die Wirkzeit auch fehlen; dies gilt insbesondere dann, wenn eine anwerfende Schutzfunktion kein Anregesignal hat.

Die Pausenzeiten werden durch das Wiedereinschaltkommando des Gerätes am Leitungsende mit den definierten Pausenzeiten bestimmt. In Fällen, wo dieses Wiedereinschaltkommando ausbleibt, z.B. weil dort die Wiedereinschaltung zwischenzeitlich blockiert wurde, muss die Bereitschaft des lokalen Gerätes irgendwann in den Ruhezustand zurückkehren. Dies geschieht nach der maximalen Wartezeit **ASP T MAX** (Adresse 3434). Sie muss so lang sein, dass noch die letzte Wiedereinschaltung des Gegenendes hinein fällt. Bei einmaliger Wiedereinschaltung genügt die Summe aus maximaler Pausenzeit plus Sperrzeit des anderen Gerätes. Bei mehrmaliger Wiedereinschaltung ist der ungünstigste Fall, dass alle Wiedereinschaltungen des anderen Endes bis auf die letzte erfolglos sind. Die Zeit aller dieser Zyklen ist zu berücksichtigen. Um sich genauere Rechnungen zu ersparen, können Sie die Summe aller Pausenzeiten und aller Kommandozeiten der Auslösungen plus eine Sperrzeit ansetzen.

Unter Adresse 3435 **ASP erlaubt 1p.** können Sie bestimmen, ob 1-polige Auslösung erlaubt sein soll (vorausgesetzt, 1-polige Auslösung ist überhaupt möglich). Wenn ***Nein***, löst der Schutz bei allen Fehlerarten 3-polig aus. Bei ***Ja*** sind die Auslösemöglichkeiten der anwerfenden Schutzfunktionen maßgebend. Ist die Sperrzeit ungleich 0 s eingestellt und die 1-polige Auslösung erlaubt, wird diese für die Dauer der Sperrzeit zurückgenommen. Das bedeutet, dass innerhalb der Sperrzeit jeder Fehler 3-polig abgeschaltet wird.

Unter Adresse 3403 **T SPERRZEIT** ist es im ASP-Modus möglich, die Sperrzeit zu deaktivieren. Dies dient dazu, nach einer erfolglosen Wiedereinschaltung den ASP-Zyklus mit seinen Einstellungen und Freigaben erneut zu starten. Ist die Sperrzeit aktiviert, so werden die 1-polige Erlaubnis Adresse 3435 und die Schutzfreigaben für die Dauer der Sperrzeit zurückgenommen.

Unter Adresse 3436 **ASP LS? vor WE** bestimmen Sie, ob vor der Wiedereinschaltung nach adaptiver spannungsloser Pause die Bereitschaft des Leistungsschalters abgefragt werden soll. Wenn Sie ***Ja*** einstellen, kann sich die Pausenzeit verlängern, wenn nach ihrem Ablauf der Leistungsschalter nicht für einen EIN-AUS-Zyklus bereit ist, maximal um die Leistungsschalter-Überwachungszeit; diese wurde für alle Wiedereinschaltzyklen gemeinsam unter Adresse 3409 (siehe oben) eingestellt. Näheres über die Leistungsschalter-Überwachung finden Sie in der Funktionsbeschreibung, Abschnitt 2.16, unter Randtitel „Abfrage der Bereitschaft des Leistungsschalters“.

Wenn es im Netz während einer 3-poligen Unterbrechung zu Stabilitätsproblemen kommen kann, sollten Sie Adresse 3437 **ASP: Syn-Check** auf ***Ja*** stellen. In diesem Fall wird vor der Wiedereinschaltung nach 3-poliger Abschaltung zunächst geprüft, ob die Spannungen von Abzweig und Sammelschiene hinreichend synchron sind. Voraussetzung hierfür ist, dass das Gerät über eine Spannungs- und Synchronkontrolle verfügt oder ein externes Gerät hierfür vorhanden ist. Wenn nur 1-polige Unterbrechungszyklen durchgeführt werden oder keine Stabilitätsprobleme während 3-poliger Pause zu erwarten sind (z.B. wegen hochgradiger Vermaschung des Netzes oder in Radialnetzen), stellen Sie Adresse 3437 auf ***Nein***.

Adressen 3438 und 3440 sind nur von Bedeutung, wenn die spannungsgesteuerte adaptive spannungslose Pause verwendet wird. Stellen Sie unter Adresse 3440 **Uphe Betrieb>** die Grenzspannung Phase-Erde ein, oberhalb derer die Leitung als fehlerfrei gelten soll. Sie muss niedriger sein als die kleinste zu erwartende betriebliche Spannung. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Adresse 3438 **T U STABIL** bestimmt die für die Feststellung der Spannung zur Verfügung stehende Messzeit. Sie soll länger sein als etwaige transiente Ausgleichschwingungen bei Zuschalten der Leitung.

1. Wiedereinschaltzyklus

Wenn Sie an einem Leitungsende mit adaptiver spannungsloser Pause arbeiten, werden hier keine weiteren Parameter für die einzelnen Unterbrechungszyklen abgefragt. Alle folgenden, den einzelnen Zyklen zugeordneten Parameter sind dann überflüssig und nicht zugänglich.

Adresse 3450 **1.WE: ANWURF** ist nur verfügbar, wenn die Wiedereinschaltautomatik in der Betriebsart mit Wirkzeit arbeitet, d.h. bei der Konfiguration der Schutzfunktionen (siehe Abschnitt 2.1.1.3) Adresse 134 **AWE BETRIEBSART** = ***Anr. und Twirk*** oder ***AUS und Twirk*** eingestellt wurde (Ersteres nur bei ausschließlich 3-poliger Auslösung). Sie bestimmt, ob mit dem ersten Zyklus überhaupt ein Anwurf der Wiedereinschaltautomatik stattfinden soll. Diese Adresse ist hauptsächlich wegen der Einheitlichkeit der Parameter für jeden Wiedereinschaltversuch vorhanden und für den ersten Zyklus mit ***Ja*** zu beantworten. Wenn mehrere Zyklen durchgeführt werden, können Sie (bei **AWE BETRIEBSART** = ***ANR. ...***) mit diesem Parameter und unterschiedlichen Wirkzeiten die Wirksamkeit der Zyklen steuern. In Abschnitt 2.16 sind unter Randtitel „Wirkzeiten“ Hinweise und Beispiele angeführt.

Die Wirkzeit **1.WE: T WIRK** (Adresse 3451) ist die Zeit nach Anregung durch eine Schutzfunktion, die die Wiedereinschaltautomatik anwerfen kann, innerhalb der das Auslösekommando erscheinen muss. Tritt das Kommando erst nach Ablauf der Wirkzeit auf, erfolgt keine Wiedereinschaltung. Je nach Projektierung des Funktionsumfangs kann die Wirkzeit auch fehlen; dies gilt insbesondere dann, wenn eine anwerfende Schutzfunktion kein Anregesignal hat.

Je nach konfigurierter Betriebsart der Wiedereinschaltautomatik (Adresse 134 **AWE BETRIEBSART**) sind nur die Adressen 3456 und 3457 (wenn **AWE BETRIEBSART** = ***AUS ...***) oder die Adressen 3453 bis 3455 (wenn **AWE BETRIEBSART** = ***ANR. ...***) verfügbar.

Bei **AWE BETRIEBSART** = ***AUS ...*** können Sie verschiedene Pausenzeiten für 1-polige und 3-polige Unterbrechungszyklen einstellen. Ob 1-polig oder 3-polig ausgelöst wird, hängt allein von den anwerfenden Schutzfunktionen ab. 1-polige Auslösung ist natürlich nur möglich, wenn das Gerät und die entsprechende Schutzfunktion auch für 1-polige Auslösung geeignet sind:

Tabelle 2-14 AWE BETRIEBSART = **AUS ...**

3456	1.WE: TP AUS1Po	ist die Pausenzeit nach 1-phasiger Auslösung
3457	1.WE: TP AUS3Po	ist die Pausenzeit nach 3-phasiger Auslösung

Wenn Sie nur einen 1-poligen Unterbrechungszyklus zulassen wollen, stellen Sie die Pausenzeit für 3-polige Auslösung auf ∞ ein. Wenn Sie nur einen 3-poligen Unterbrechungszyklus zulassen wollen, stellen Sie die Pausenzeit für 1-polige Auslösung auf ∞ ein; der Schutz löst dann bei jeder Fehlerart 3-polig aus.

Die Pausenzeit nach 1-poliger Abschaltung (falls eingestellt) **1.WE: TP AUS1Po** (Adresse 3456) soll lang genug sein, dass der Kurzschlusslichtbogen verloschen und die ihn umgebende Luft entionisiert ist, damit die Wiedereinschaltung Erfolg verspricht. Wegen der Umladung der Leiterkapazitäten ist diese Zeit um so länger, je länger die Leitung ist. Übliche Werte liegen bei 0,9 s bis 1,5 s.

Bei 3-poliger Abschaltung (Adresse 3457 **1.WE: TP AUS3Po**) steht die Stabilität des Netzes im Vordergrund. Da die abgeschaltete Leitung keine synchronisierenden Kräfte entwickeln kann, ist häufig nur eine kurze spannungslose Pause zulässig. Übliche Werte liegen bei 0,3 s bis 0,6 s. Ist das Gerät mit Synchronkontrolle ausgerüstet (vgl. Abschnitt 2.17) oder arbeitet es mit einem externen Synchronkontrollgerät zusammen, kann u.U. auch eine längere Zeit toleriert werden. Auch in Radialnetzen sind längere 3-polige Pausen möglich.

Bei **AWE BETRIEBSART** = ***ANR. ...*** können Sie die Pausenzeit von der Art der Anregung der anwerfenden Schutzfunktion(en) abhängig machen.

Tabelle 2-15 AWE BETRIEBSART = **ANR. ...**

3453	1.WE: TP ANR1Ph	ist die Pausenzeit nach 1-phasiger Anregung
3454	1.WE: TP ANR2Ph	ist die Pausenzeit nach 2-phasiger Anregung
3455	1.WE: TP ANR3Ph	ist die Pausenzeit nach 3-phasiger Anregung

Soll die Pausenzeit bei allen Fehlerarten gleich sein, stellen Sie alle drei Parameter gleich ein. Beachten Sie, dass diese Einstellungen nur unterschiedliche Pausenzeiten bei verschiedenen Anregungen nach sich ziehen. Die Auslösung kann nur 3-polig sein.

Wenn Sie bei der Einstellung der Reaktion auf Folgefehler (siehe oben unter „Allgemeines“) Adresse 3407 **FOLGEFEHLER** ***Start TP FOLGE*** eingestellt haben, können Sie für die 3-polige Pause nach Abschaltung des Folgefehlers eine getrennte Pausenzeit **1.WE: TP FOLGE.** (Adresse 3458) einstellen. Auch hierfür sind Stabilitätsgesichtspunkte maßgebend. Normalerweise kann sie wie Adresse 3457 **1.WE: TP AUS3Po** eingestellt werden.

Unter Adresse 3459 **1.WE: LS?vor WE** bestimmen Sie, ob vor dieser ersten Wiedereinschaltung die Bereitschaft des Leistungsschalters abgefragt werden soll. Wenn Sie ***Ja*** einstellen, kann sich die Pausenzeit verlängern, wenn nach ihrem Ablauf der Leistungsschalter nicht für einen EIN-AUS-Zyklus bereit ist, maximal um die Leistungsschalter-Überwachungszeit; diese wurde für alle Wiedereinschaltzyklen gemeinsam unter Adresse 3409 **T LS-ÜBERW.** (siehe oben) eingestellt. Näheres über die Leistungsschalter-Überwachung finden Sie in der Funktionsbeschreibung, Abschnitt 2.16, unter Randtitel „Abfrage der Bereitschaft des Leistungsschalters“.

Wenn es im Netz während einer 3-poligen Unterbrechung zu Stabilitätsproblemen kommen kann, sollten Sie Adresse 3460 **1.WE: Syn-Check** auf ***Ja*** stellen. In diesem Fall wird vor jeder Wiedereinschaltung nach 3-poliger Abschaltung zunächst geprüft, ob die Spannungen von Abzweig und Sammelschiene hinreichend synchron sind. Voraussetzung hierfür ist, dass das Gerät über eine Spannungs- und Synchronkontrolle verfügt oder ein externes Gerät hierfür vorhanden ist. Wenn nur 1-polige Unterbrechungszyklen durchgeführt werden oder keine Stabilitätsprobleme während 3-poliger Pause zu erwarten sind (z.B. wegen hochgradiger Vermaschung des Netzes oder in Radialnetzen), stellen Sie Adresse 3460 auf ***Nein***.

2. bis 4. Wiedereinschaltzyklus

Wenn bei der Konfiguration des Funktionsumfangs mehrere Zyklen eingestellt worden sind, können Sie für den 2. bis 4. Zyklus individuelle Wiedereinschaltparameter einstellen. Die Möglichkeiten sind die gleichen wie für den 1. Zyklus. Je nach Konfiguration der Schutzfunktionen ist auch hier nur ein Teil der folgenden Parameter verfügbar.

Für den 2. Zyklus:

3461	2.WE: ANWURF	Anwurf im 2. Zyklus überhaupt erlaubt
3462	2.WE: T WIRK	Wirkzeit für den 2. Zyklus
3464	2.WE: TP ANR1Ph	Pausenzeit nach 1-phasiger Anregung
3465	2.WE: TP ANR2Ph	Pausenzeit nach 2-phasiger Anregung
3466	2.WE: TP ANR3Ph	Pausenzeit nach 3-phasiger Anregung
3467	2.WE: TP AUS1Po	Pausenzeit nach 1-poliger Auslösung
3468	2.WE: TP AUS3Po	Pausenzeit nach 3-poliger Auslösung
3469	2.WE: TP FOLGE.	Pausenzeit bei Folgefehler
3470	2.WE: LS?vor WE	LS-Bereitschaft vor Wiedereinschaltung prüfen
3471	2.WE: Syn-Check	Synchronprüfung nach 3-poliger Auslösung

Für den 3. Zyklus:

3472	3.WE: ANWURF	Anwurf im 3. Zyklus überhaupt erlaubt
3473	3.WE: T WIRK	Wirkzeit für den 3. Zyklus
3475	3.WE: TP ANR1Ph	Pausenzeit nach 1-phasiger Anregung
3476	3.WE: TP ANR2Ph	Pausenzeit nach 2-phasiger Anregung
3477	3.WE: TP ANR3Ph	Pausenzeit nach 3-phasiger Anregung
3478	3.WE: TP AUS1Po	Pausenzeit nach 1-poliger Auslösung
3479	3.WE: TP AUS3Po	Pausenzeit nach 3-poliger Auslösung
3480	3.WE: TP FOLGE.	Pausenzeit bei Folgefehler
3481	3.WE: LS?vor WE	LS-Bereitschaft vor Wiedereinschaltung prüfen
3482	3.WE: Syn-Check	Synchronprüfung nach 3-poliger Auslösung

Für den 4. Zyklus:

3483	4.WE: ANWURF	Anwurf im 4. Zyklus überhaupt erlaubt
3484	4.WE: T WIRK	Wirkzeit für den 4. Zyklus
3486	4.WE: TP ANR1Ph	Pausenzeit nach 1-phasiger Anregung
3487	4.WE: TP ANR2Ph	Pausenzeit nach 2-phasiger Anregung
3488	4.WE: TP ANR3Ph	Pausenzeit nach 3-phasiger Anregung
3489	4.WE: TP AUS1Po	Pausenzeit nach 1-poliger Auslösung
3490	4.WE: TP AUS3Po	Pausenzeit nach 3-poliger Auslösung
3491	4.WE: TP FOLGE.	Pausenzeit bei Folgefehler
3492	4.WE: LS?vor WE	LS-Bereitschaft vor Wiedereinschaltung prüfen
3493	4.WE: Syn-Check	Synchronprüfung nach 3-poliger Auslösung

5. bis 8. Wiedereinschaltzyklus

Wenn bei der Projektierung des Funktionsumfangs mehr als vier Zyklen eingestellt worden sind, arbeiten die auf den vierten Zyklus folgenden mit den Einstellwerten des vierten Zyklus.

Hinweise zur Informationsübersicht

Die wichtigsten Informationen der Wiedereinschaltautomatik werden kurz erläutert, soweit sie nicht durch die Erläuterungen der nachfolgenden Listen erklärt oder im vorausgehenden Text ausführlich beschrieben sind.

„>1.AWE blk“ (Nr 2742) bis „>4.-n.AWE blk“ (Nr 2745)

Der entsprechende Unterbrechungszyklus wird blockiert. Besteht eine Blockierung bereits bei Anwurf der Wiedereinschaltautomatik, wird der blockierte Zyklus nicht durchgeführt und ggf. übersprungen (wenn andere Zyklen erlaubt). Entsprechendes gilt bei angeworfener Wiedereinschaltautomatik außerhalb des blockierten Zyklus. Kommt die Blockierung für einen Zyklus, der gerade läuft, wird die Wiedereinschaltautomatik dynamisch blockiert; es gibt dann keine weiteren automatischen Wiedereinschaltungen.

„AWE Freig. 1.WE“ (Nr 2889) bis „AWE Freig. 4.WE“ (Nr 2892)

Die Wiedereinschaltautomatik ist für den entsprechenden Wiedereinschaltzyklus bereit. Die Information zeigt an, welcher Zyklus als nächster durchgeführt wird. Hiermit können z.B. externe Schutzfunktionen auf beschleunigte oder übergreifende Auslösung vor der entsprechenden Wiedereinschaltung gestellt werden.

„AWE Sperre“ (Nr 2783)

Die Wiedereinschaltautomatik ist gesperrt (z.B. Leistungsschalter nicht bereit). Die Information zeigt dem Betrieb an, dass es bei einer kommenden Netzstörung eine endgültige Auslösung, also ohne Wiedereinschaltung, geben wird. Wenn die Wiedereinschaltautomatik angeworfen ist, erscheint diese Information nicht.

„AWE nicht ber.“ (Nr 2784)

Die Wiedereinschaltautomatik ist momentan nicht zur Wiedereinschaltung bereit. Außer der oben erwähnten „AWE Sperre“ (Nr 2783) können auch Hindernisse während des Ablaufs von Unterbrechungszyklen vorliegen, wie „Wirkzeit“ abgelaufen oder „letzte Sperrzeit läuft“. Die Information ist besonders beim Prüfen hilfreich, da man während dieser Meldung keine Schutzprüfung mit Wiedereinschaltung einleiten kann.

„AWE läuft“ (Nr 2801)

Diese Information kommt mit dem Anwurf der Wiedereinschaltautomatik, also mit dem ersten Auslösekommando, das die Wiedereinschaltautomatik starten kann. Wenn die Wiedereinschaltung erfolgreich war (oder irgendeine bei mehreren), geht diese Information mit dem Ablauf der letzten Sperrzeit. Wenn keine Wiedereinschaltung erfolgreich war oder die Wiedereinschaltung blockiert wurde, endet sie mit dem letzten – dem endgültigen – Auslösekommando.

„AWE Sync.-Anfo“ (Nr 2865)

Messanforderung an ein externes Synchronkontrollgerät. Die Information kommt mit dem Ablauf einer Pausenzeit nach 3-poliger Abschaltung, wenn eine Synchronanforderung für den entsprechenden Zyklus parametriert wurde. Wiedereinschaltung erfolgt dann erst, wenn von der Synchronkontrolle die Freigabe „>Sync.von ext“ (Nr 2731) erteilt worden ist.

„>Sync.von ext“ (Nr 2731)

Freigabe der Wiedereinschaltung von einem externen Synchronkontrollgerät, wenn diese über die Ausgangsinformation „AWE Sync.-Anfo“ (Nr 2865) angefordert wurde.

2.16.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3401	AUTO-WE	Aus Ein	Ein	Automatische Wiedereinschaltung
3402	LS? VOR ANWURF	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor dem Anwurf prüfen?
3403	T SPERRZEIT	0.50 .. 300.00 s	3.00 s	Sperrzeit nach Wiedereinschaltung
3403	T SPERRZEIT	0.50 .. 300.00 s; 0	3.00 s	Sperrzeit nach Wiedereinschaltung
3404	T BLK HANDEIN	0.50 .. 300.00 s; 0	1.00 s	Blockierdauer bei Hand-Ein-Erkennung
3406	FOLGEFEHLERERK.	Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Auskommando	Folgefehlererkennung
3407	FOLGEFEHLER	blockiert AWE Start TP FOLGE	Start TP FOLGE	Folgefehler in der spannungslosen Pause
3408	T ANWURFÜBERW.	0.01 .. 300.00 s	0.50 s	Anwurfüberwachungszeit
3409	T LS-ÜBERW.	0.01 .. 300.00 s	3.00 s	LS-Bereitschafts-Überwachungszeit
3410	T INTER-EIN	0.00 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Zeit bis Inter-EIN
3411A	T PAUSE VERL.	0.50 .. 300.00 s; ∞	∞ s	Maximale Verlängerung der Pausenzeit
3420	AWE mit DIFF	Ja Nein	Ja	AWE arbeitet mit Differentialschutz ?
3421	AWE mit SAB	Ja Nein	Ja	AWE nach Schnellabschaltung ?
3422	AWE mit DIST.	Ja Nein	Ja	AWE mit Distanzschutz ?
3423	AWE mit Mitn.	Ja Nein	Ja	AWE arbeitet mit Mitnahme ?
3424	AWE mit EXT	Ja Nein	Ja	AWE nach AUS durch ext. Einkopplung ?
3425	AWE mit U/AMZ	Ja Nein	Ja	AWE mit Überstromzeitschutz ?
3426	AWE mit ASE	Ja Nein	Ja	AWE nach AUS bei schwacher Einspeisung?
3427	AWE mit EF	Ja Nein	Ja	AWE mit Erdfehlerschutz ?
3430	MITNAHME 3POL.	Ja Nein	Ja	3-polige Mitnahme (LS Plausibilität)
3431	RSÜ	ohne RSÜ	ohne	Rückspannungsüberwachung
3433	ASP T WIRK	0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3434	ASP T MAX	0.50 .. 3000.00 s	5.00 s	Maximale Pausenzeit

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3435	ASP erlaubt 1p.	Ja Nein	Nein	Einpolige Auslösung erlaubt ?
3436	ASP LS? vor WE	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3437	ASP: Syn-Check	Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3438	T U STABIL	0.10 .. 30.00 s	0.10 s	Zeit für stabilen Zustand der Spannung
3440	Uphe Betrieb>	30 .. 90 V	48 V	Grenzwert für fehlerfreie Spannung
3441	Uphe Betrieb<	2 .. 70 V	30 V	Grenzwert für Spannungsfreiheit
3450	1.WE: ANWURF	Ja Nein	Ja	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3451	1.WE: T WIRK	0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3453	1.WE: TP ANR1Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3454	1.WE: TP ANR2Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3455	1.WE: TP ANR3Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3456	1.WE: TP AUS1Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3457	1.WE: TP AUS3Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3458	1.WE: TP FOLGE.	0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3459	1.WE: LS?vor WE	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3460	1.WE: Syn-Check	Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3461	2.WE: ANWURF	Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3462	2.WE: T WIRK	0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3464	2.WE: TP ANR1Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3465	2.WE: TP ANR2Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3466	2.WE: TP ANR3Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3467	2.WE: TP AUS1Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3468	2.WE: TP AUS3Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3469	2.WE: TP FOLGE.	0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3470	2.WE: LS?vor WE	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3471	2.WE: Syn-Check	Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3472	3.WE: ANWURF	Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3473	3.WE: T WIRK	0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3475	3.WE: TP ANR1Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3476	3.WE: TP ANR2Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3477	3.WE: TP ANR3Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3478	3.WE: TP AUS1Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3479	3.WE: TP AUS3Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3480	3.WE: TP FOLGE.	0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3481	3.WE: LS?vor WE	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3482	3.WE: Syn-Check	Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3483	4.WE: ANWURF	Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt
3484	4.WE: T WIRK	0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3486	4.WE: TP ANR1Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3487	4.WE: TP ANR2Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3488	4.WE: TP ANR3Ph	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3489	4.WE: TP AUS1Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3490	4.WE: TP AUS3Po	0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3491	4.WE: TP FOLGE.	0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3492	4.WE: LS?vor WE	Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3493	4.WE: Syn-Check	Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause

2.16.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
127	AWE E/A	IE	AWE Ein/Aus (Systemschnittstelle)
2701	>AWE ein	EM	>AWE einschalten
2702	>AWE aus	EM	>AWE ausschalten
2703	>AWE blk	EM	>AWE blockieren
2711	>G-Anr für AWE	EM	>AWE: Generalanregung für Anwurf von ext
2712	>Aus L1 f. WE	EM	>AWE: Aus L1 für Anwurf von extern
2713	>Aus L2 f. WE	EM	>AWE: Aus L2 für Anwurf von extern
2714	>Aus L3 f. WE	EM	>AWE: Aus L3 für Anwurf von extern
2715	>AUS 1pol.f.WE	EM	>AWE: AUS 1polig für Anwurf von extern
2716	>AUS 3pol.f.WE	EM	>AWE: AUS 3polig für Anwurf von extern
2727	>AWE Inter-EIN	EM	>AWE: Inter-EIN von der Gegenstation
2731	>Sync.von ext	EM	>AWE: Synchron-Freigabe von extern
2737	>1polige WE blk	EM	>AWE: 1poligen AWE-Zyklus blockieren
2738	>3polige WE blk	EM	>AWE: 3poligen AWE-Zyklus blockieren
2739	>1ph. WE blk	EM	>AWE: 1phasigen AWE-Zyklus blockieren
2740	>2ph. WE blk	EM	>AWE: 2phasigen AWE-Zyklus blockieren
2741	>3ph. WE blk	EM	>AWE: 3phasigen AWE-Zyklus blockieren
2742	>1.AWE blk	EM	>AWE: 1. Zyklus blockieren
2743	>2.AWE blk	EM	>AWE: 2. Zyklus blockieren
2744	>3.AWE blk	EM	>AWE: 3. Zyklus blockieren
2745	>4.-n.AWE blk	EM	>AWE: 4.-n. Zyklus blockieren
2746	>G-AUS für AWE	EM	>AWE: Generalaus für Anwurf von extern
2747	>Anr L1 für AWE	EM	>AWE: Anregung L1 für Anwurf von extern
2748	>Anr L2 für AWE	EM	>AWE: Anregung L2 für Anwurf von extern
2749	>Anr L3 für AWE	EM	>AWE: Anregung L3 für Anwurf von extern
2750	>Anr 1ph.f.AWE	EM	>AWE:Anregung 1phasig für Anwurf von ext
2751	>Anr 2ph.f.AWE	EM	>AWE:Anregung 2phasig für Anwurf von ext
2752	>Anr 3ph.f.AWE	EM	>AWE:Anregung 3phasig für Anwurf von ext
2781	AWE aus	AM	AWE ist ausgeschaltet
2782	AWE ein	IE	AWE ist eingeschaltet
2783	AWE Sperre	AM	AWE kann nicht angeworfen werden
2784	AWE nicht ber.	AM	AWE momentan nicht bereit
2787	AWE LS nicht b.	AM	AWE: Leistungsschalter nicht bereit
2788	AWE Abl.TLSUEW	AM	AWE: LS-Überwachungszeit abgelaufen
2796	AWE EABin	IE	AWE: Ein/Aus über Binäreingabe
2801	AWE läuft	AM	AWE angeworfen
2809	AWE Abl. T Anw.	AM	AWE: Anwurfüberwachungszeit abgelaufen
2810	AWE Abl. TP Max	AM	AWE: Max. Länge der Pause überschritten
2818	AWE FOLGEFEHLER	AM	AWE hat einen Folgefehler erkannt
2820	AWE 1pol. Prog.	AM	AWE-Zyklus auf nur 1polig eingestellt
2821	AWE T Folge	AM	AWE: Pausenzeit bei Folgefehler läuft
2839	AWE T1pol.Pause	AM	AWE: 1polige Pausenzeit läuft
2840	AWE T3pol.Pause	AM	AWE: 3polige Pausenzeit läuft
2841	AWE T1ph.Pause	AM	AWE: 1phasige Pausenzeit läuft

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
2842	AWE T2ph.Pause	AM	AWE: 2phasige Pausenzeit läuft
2843	AWE T3ph.Pause	AM	AWE: 3phasige Pausenzeit läuft
2844	AWE 1.Zyklus	AM	AWE: 1. Zyklus läuft
2845	AWE 2.Zyklus	AM	AWE: 2. Zyklus läuft
2846	AWE 3.Zyklus	AM	AWE: 3. Zyklus läuft
2847	AWE >3.Zyklus	AM	AWE: Zyklus > 3. Zyklus läuft
2848	AWE ASP-Zyklus	AM	AWE: ASP-Zyklus läuft
2851	AWE EIN-Kom.	AM	AWE: Einkommando
2852	AWE EIN1p,1.Zyk	AM	AWE: Einkommando nach 1poligem 1.Zyklus
2853	AWE EIN3p,1.Zyk	AM	AWE: Einkommando nach 3poligem 1.Zyklus
2854	AWE EIN >=2.Zyk	AM	AWE: Einkommando ab 2.Zyklus
2861	AWE Tsperr	AM	AWE: Sperrzeit läuft
2862	AWE erfolgreich	AM	AWE erfolgreich abgeschlossen
2864	AWE 1polig erl.	AM	AWE erlaubt 1polige Auslösung
2865	AWE Sync.-Anfo	AM	AWE: Messanforderung an Synchrocheck
2871	AWE AUS Mitn.	AM	AWE: Auskommando 3polige Mitnahme
2889	AWE Freig. 1.WE	AM	AWE: Zonenfreigabe im 1. Zyklus
2890	AWE Freig. 2.WE	AM	AWE: Zonenfreigabe im 2. Zyklus
2891	AWE Freig. 3.WE	AM	AWE: Zonenfreigabe im 3. Zyklus
2892	AWE Freig. 4.WE	AM	AWE: Zonenfreigabe im 4. Zyklus
2893	AWE Freig. ASP	AM	AWE: Zonenfreigabe im ASP-Zyklus
2894	AWE Inter-EIN	AM	AWE: Inter-EIN

2.17 Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise)

Die Synchronkontrolle prüft beim Zuschalten eines Abzweigs an eine Sammelschiene, ob die Einschaltung ohne Gefahr für die Stabilität des Netzes zulässig ist. Hierzu wird die Spannung des zuzuschaltenden Abzweigs mit der der Sammelschiene auf Übereinstimmung bezüglich Betrag, Phasenlage und Frequenz in bestimmten Grenzen überprüft. Alternativ wird die Spannungslosigkeit des Abzweigs vor dem Zuschalten an eine spannungsführende Sammelschiene (oder umgekehrt) kontrolliert.

Die Synchronprüfung kann wahlweise ausschließlich bei automatischer Wiedereinschaltung, ausschließlich bei Hand-Einschaltung (wozu auch Einschalten durch Steuerbefehl gehört) oder in beiden Fällen durchgeführt werden. Es können auch für Automatik-Ein und für Hand-Ein unterschiedliche Freigabekriterien parametriert werden.

Die Synchronprüfung ist auch möglich, wenn zwischen den Messstellen ein Leistungstransformator liegt, und zwar ohne externe Anpassungsmittel.

Die Einschaltfreigabe ist bei synchronen oder asynchronen Netzbedingungen möglich. Im letzteren Fall ermittelt das Gerät den Zeitpunkt des Einschaltbefehls so, dass die Spannungen im Moment der Polberührung des Leistungsschalters gleich sind.

2.17.1 Funktionsbeschreibung

Allgemeines

Für den Vergleich der beiden Spannungen benutzt die Synchronkontrolle die Spannungen U_{sy1} und U_{sy2}. Sind die Spannungswandler für die Schutzfunktionen U_{sy1} abzweigseitig angeschlossen, muss U_{sy2} an eine Sammelschienenspannung angeschlossen werden.

Sind hingegen die Spannungswandler für die Schutzfunktionen U_{sy1} sammelschienenseitig angeschlossen, muss U_{sy2} an eine Abzweigspannung angeschlossen werden.

U_{sy2} kann eine beliebige Leiter-Erde- oder Leiter-Leiter-Spannung sein (vergl. Abschnitt 2.1.2.1 Randtitel Spannungsanschluss).

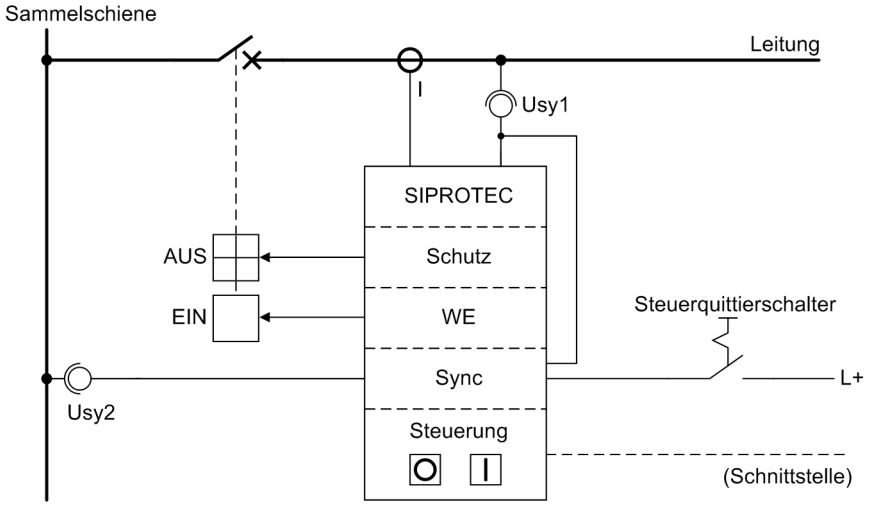


Bild 2-161 Synchronkontrolle beim Einschalten – Beispiel

Wenn zwischen Abzweig-Spannungswandler und Sammelschienen-Spannungswandler ein Transformator zwischengeschaltet ist (Bild 2-162), lässt sich dessen Schaltgruppe im 7SD5 anpassen, so dass keine externen Anpassungsmittel erforderlich sind.

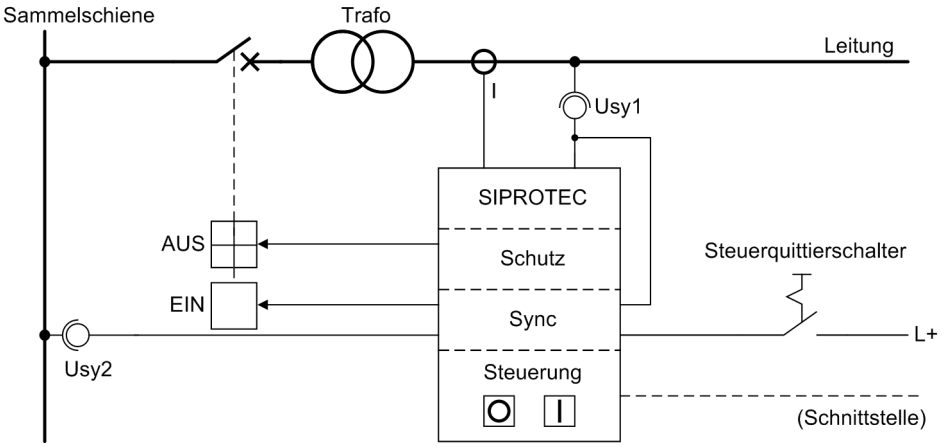


Bild 2-162 Synchronkontrolle über Transformator – Beispiel

Die Synchronkontroll-Funktion des 7SD5 arbeitet in der Regel mit der integrierten Wiedereinschaltautomatik, der Hand-Ein-Funktion und der Steuerfunktion zusammen. Es ist jedoch auch möglich, mit einer externen Wiedereinschaltautomatik zu arbeiten. In diesem Fall muss der Signalaustausch zwischen den Geräten über binäre Ein- und Ausgänge erfolgen (siehe Bild 2-163).

Bei Einschaltung über die integrierte Steuerfunktion werden gegebenenfalls projektierte Verriegelungsbedingungen überprüft, bevor die Synchronbedingungen überprüft werden. Nach Freigabe durch die Synchronkontrolle werden die Verriegelungsbedingungen nicht noch einmal überprüft.

Weiterhin ist Schalten bei synchronen oder asynchronen Netzbedingungen oder bei beiden möglich. Dabei bedeutet Schalten bei synchronen Netzbedingungen, dass die Einschaltung freigegeben wird, sobald die Kenndaten (Spannungsbetragsdifferenz **AW Udiff** (Adresse 3511) bzw. **HE-Udiff** (Adresse 3531), Winkeldifferenz **AW PHIdiff** (Adresse 3513) bzw. **HE-PHIdiff** (Adresse 3533) und Frequenzdifferenz **AW Fdiff** (Adresse 3512) bzw. **HE-Fdiff** (Adresse 3532)) innerhalb der durch Einstellung gegebenen Grenzen sind. Für das Schalten bei asynchronen Netzbedingungen ermittelt das Gerät aus der aktuellen Winkel- und Frequenzdifferenz den Zeitpunkt des Einschaltbefehls so, dass die Winkeldifferenz der Spannungen (zwischen Sammelschiene und Abzweig) im Moment der Polberührung des Leistungsschalters nahezu 0° ist. Dazu muss dem Gerät die Eigenzeit des Leistungsschalters beim Einschalten mitgeteilt werden. Für Schalten bei synchronen oder asynchronen Netzbedingungen gelten unterschiedliche Grenzfrequenzdifferenzen: Für ausschließlich synchrone Netzbedingungen kann die zulässige Frequenzdifferenz eingestellt werden. Wenn synchron und asynchron geschaltet werden kann, gilt eine Frequenzdifferenz bis 0,01 Hz als synchron, darüber kann eine Grenze für asynchrone Netzbedingungen eingestellt werden.

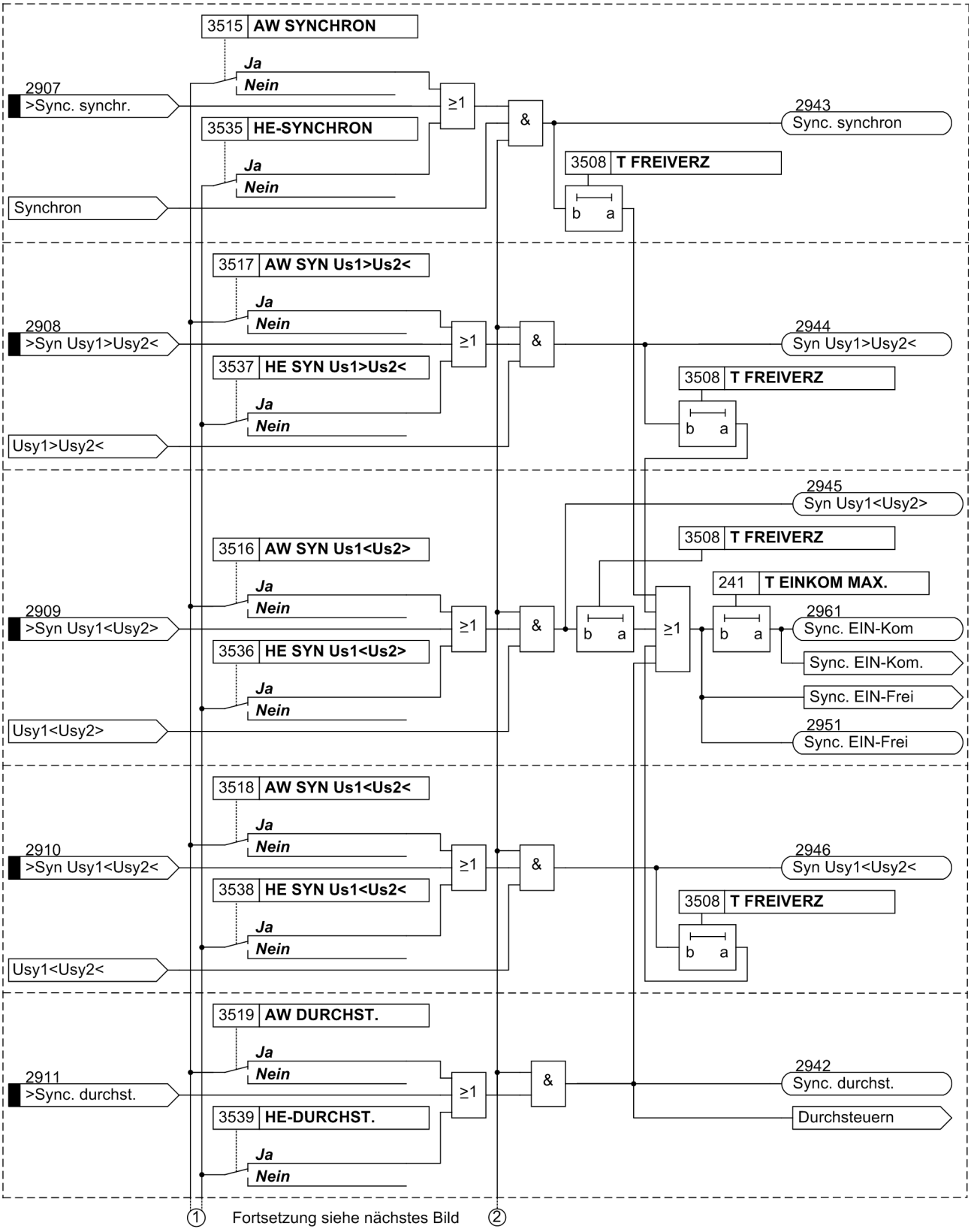
Die Synchronkontrolle arbeitet nur, wenn sie eine Messanforderung erhält. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Messanforderung von der internen Wiedereinschaltautomatik. Wenn die interne Wiedereinschaltautomatik entsprechend parametriert ist (ein oder mehrere Wiedereinschaltversuche auf Synchronabfrage eingestellt, siehe auch Abschnitt 2.16.2), erfolgt die Messanforderung intern. Es gelten die Freigabebedingungen für automatische Wiedereinschaltung (Parameter AW...).
- Messanforderung von einem externen Wiedereinschaltgerät. Die Messanforderung muss über den Binäreingang „>Sync. Mess.AWE“ (Nr 2906) eingekoppelt werden. Es gelten die Freigabebedingungen für automatische Wiedereinschaltung (Parameter AW...).
- Messanforderung von der Hand-EIN-Erkennung. Die Hand-EIN-Erkennung der zentralen Funktionssteuerung (Abschnitt 2.24.1) gibt eine Messanforderung, sofern dies bei den Anlagendaten 2 (Abschnitt 2.1.4.1, Adresse 1151) eingestellt wurde. Voraussetzung ist, dass das Gerät über den Binäreingang „>Hand-EIN“ (Nr 356) über die Hand-Einschaltung informiert ist. Es gelten die Freigabebedingungen für manuelle Einschaltung (Parameter HE...).
- Messanforderung von einem externen Einschaltkommando. Hierzu dient der Binäreingang „>Sync. Mess. HE“ (Nr 2905). Im Unterschied zum „>Hand-EIN“ (siehe vorigen Absatz) bewirkt dies lediglich die Messanforderung an die Synchronkontrolle, nicht jedoch andere integrierte Hand-EIN-Funktionen, wie Schnellauslösung bei Zuschalten auf einen Fehler (z.B. Übergreifzone beim Distanzschutz oder Auslösebeschleunigung einer Überstromzeitschutz-Stufe). Es gelten die Freigabebedingungen für manuelle Einschaltung (Parameter HE...).
- Messanforderung von der integrierten Steuerung über Steuertasten oder über serielle Schnittstellen vom PC mittels DIGSI oder von einer Leitzentrale. Es gelten die Freigabebedingungen für manuelle Einschaltung (Parameter HE...).

Die Synchronkontrolle ihrerseits gibt ein Freigabesignal „Sync. EIN-Frei“ (Nr 2951) für die Einschaltung an die anfordernde Funktion zurück. Außerdem ist ein eigenes Einschaltkommando als Ausgangsmeldung „Sync. EIN-Kom“ (Nr 2961) vorhanden.

Die Prüfung der Freigabebedingungen ist auf eine einstellbare Synchron-Überwachungszeit **T SYNUEW** begrenzt. Innerhalb dieser Zeit müssen die parametrierten Bedingungen erfüllt sein. Anderenfalls findet keine Überprüfung der Synchronität mehr statt. Eine erneute Synchronprüfung ist nur möglich, wenn eine erneute Messanforderung eingeht.

Nach einer Messanforderung gibt das Gerät Meldungen ab, wenn eine Synchronbedingung nicht erfüllt ist, wenn also Spannungsbetragsdifferenz **AW Udiff** bzw. **HE-Udiff**, Frequenzdifferenz **AW Fdiff** bzw. **HE-Fdiff** oder Winkeldifferenz **AW PHIdiff** bzw. **HE-PHIdiff** außerhalb der Grenzwerte liegen. Voraussetzung für diese Meldungen ist, dass beide Spannungen innerhalb des Arbeitsbereiches der Synchronkontrolle anliegen. Bei einem Einschaltbefehl über die integrierte Steuerfunktion gilt die Nichterfüllung der Synchronbedingungen als Abbruch des Befehls, d.h. die Steuerung meldet „BF–“ (siehe auch Abschnitt 2.26.1).


3515 AW SYNCHRON
Ja
Nein
2907
>Sync. synchr.
≥1
&
2943
Sync. synchron
3535 HE-SYNCHRON
Ja
Nein
3508 T FREIVERZ
b a
Synchron
3517 AW SYN Us1>Us2<
Ja
Nein
2908
>Syn Usy1>Usy2<
≥1
&
2944
Syn Usy1>Usy2<
3537 HE SYN Us1>Us2<
3508 T FREIVERZ
Ja
Nein
b a
Usy1>Usy2<
2945
Syn Usy1<Usy2>
3508 T FREIVERZ
3516 AW SYN Us1<Us2>
241 T EINKOM MAX.
Ja
Nein
2909
>Syn Usy1<Usy2>
≥1
&
b a
≥1
b a
2961
Sync. EIN-Kom
3536 HE SYN Us1<Us2>
Sync. EIN-Kom.
Ja
Nein
Sync. EIN-Frei
Usy1<Usy2>
2951
Sync. EIN-Frei
3518 AW SYN Us1<Us2<
Ja
Nein
2910
>Syn Usy1<Usy2<
≥1
&
2946
Syn Usy1<Usy2<
3538 HE SYN Us1<Us2<
3508 T FREIVERZ
Ja
Nein
b a
Usy1<Usy2<
3519 AW DURCHST.
Ja
Nein
2911
>Sync. durchst.
≥1
&
2942
Sync. durchst.
3539 HE-DURCHST.
Durchsteuern
Ja
Nein
① Fortsetzung siehe nächstes Bild ②

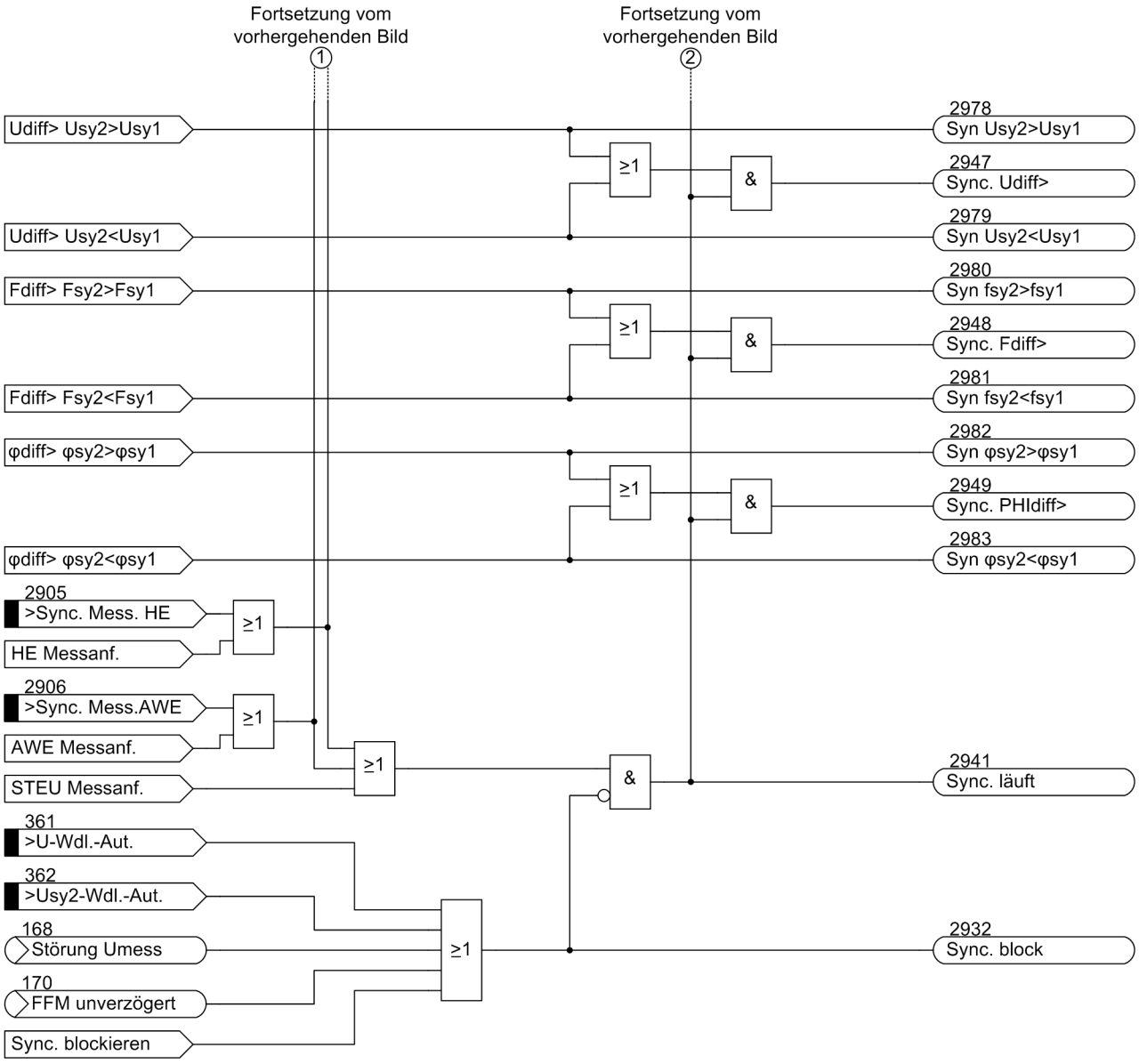


Bild 2-163 Synchrocheck-Logik

Betriebsarten

Für die Einschaltkontrolle bei automatischer Wiedereinschaltung sind folgende Betriebsarten wählbar:

AW SYNCHRON	Freigabe bei Synchronismus, d.h. wenn die für den Synchronismus maßgebenden Kenndaten **AW Udiff**, **AW Fdiff**, **AW PHIdiff** innerhalb der durch Einstellung gegebenen Grenzen sind.
AW SYN Us1<Us2>	Freigabe bei spannungsloser Messstelle Usy1< und Spannung an Messstelle Usy2>.
AW SYN Us1>Us2<	Freigabe bei Spannung an Messstelle Usy1> und spannungsloser Messstelle Usy2<.
AW SYN Us1<Us2<	Freigabe bei spannungsloser Messstelle Usy1< und spannungsloser Messstelle Usy2<.
AW DURCHST.	Freigabe ohne jegliche Prüfung (durchsteuern).

Für die Einschaltkontrolle bei Handeinschaltung sind folgende Betriebsarten wählbar:

HE-SYNCHRON	Freigabe bei Synchronismus, d.h. wenn die für den Synchronismus maßgebenden Kenndaten **HE-Udiff**, **HE-Fdiff**, **HE-PHIdiff** innerhalb der durch Einstellung gegebenen Grenzen sind.
HE SYN Us1<Us2>	Freigabe bei spannungsloser Messstelle Usy1< und Spannung an Messstelle Usy2>.
HE SYN Us1>Us2<	Freigabe bei Spannung an Messstelle Usy1> und spannungsloser Messstelle Usy2<.
HE SYN Us1<Us2<	Freigabe bei spannungsloser Messstelle Usy1< und spannungsloser Messstelle Usy2<.
HE-DURCHST.	Freigabe ohne jegliche Prüfung (durchsteuern).

Jede dieser Bedingungen kann einzeln wirksam oder unwirksam geschaltet werden; es sind also auch Kombinationen möglich (z.B. Freigabe, wenn **AW SYN Us1<Us2>** oder **AW SYN Us1>Us2<** erfüllt sind). Eine Kombination von **AW DURCHST.** mit anderen Bedingungen ist natürlich nicht sinnvoll (siehe auch Bild 2-163).

Die Freigabebedingungen können für automatische Wiedereinschaltung einerseits und für Hand-Einschaltung bzw. Einschaltung durch Steuerbefehl andererseits individuell eingestellt werden. Zum Beispiel kann man Hand- und Steuer-Einschaltung bei Synchronismus oder spannungsloser Leitung zulassen, während vor einer automatischen Wiedereinschaltung an einem Leitungsende nur Spannungslosigkeit, danach am anderen Leitungsende nur Synchronismus überprüft wird.

Spannungsloses Schalten

Um die Freigabe für das Zuschalten des spannungslosen Abzweigs an die Sammelschiene zu erteilen, werden folgende Bedingungen überprüft:

- Liegt die Abzweigspannung unterhalb des Einstellwertes **U<**?
- Liegt die Sammelschienenspannung oberhalb des Einstellwertes **U>**, aber unterhalb der Maximalspannung **Umax**?
- Liegt die Frequenz innerhalb des zulässigen Arbeitsbereiches $f_N \pm 3$ Hz?

Nach positivem Ausgang der Prüfungen wird die Einschaltfreigabe erteilt.

Für das Schalten der spannungslosen Sammelschiene an die unter Spannung stehende Leitung oder der spannungslosen Leitung an die spannungslose Sammelschiene sind die Bedingungen entsprechend.

Schalten bei synchronen Netzbedingungen

Um eine Freigabe zur Einschaltung unter synchronen Netzbedingungen zu erteilen, werden folgende Bedingungen überprüft:

- Liegt die Sammelschienenspannung oberhalb des Einstellwertes **U>**, aber unterhalb der Maximalspannung **Umax**?
- Liegt die Abzweigspannung oberhalb des Einstellwertes **U>**, aber unterhalb der Maximalspannung **Umax**?
- Liegt die Spannungsdifferenz $|U_{sy1} - U_{sy2}|$ innerhalb der zulässigen Grenze **AW Udiff** bzw. **HE-Udiff**?
- Liegen beide Frequenzen f_{sy1} und f_{sy2} innerhalb des zulässigen Arbeitsbereiches $f_N \pm 3$ Hz?
- Liegt die Frequenzdifferenz $|f_{sy1} - f_{sy2}|$ innerhalb der zulässigen Grenze **AW Fdiff** bzw. **HE-Fdiff**?
- Liegt die Winkeldifferenz $|\varphi_{sy1} - \varphi_{sy2}|$ innerhalb der zulässigen Grenze **AW PHIdiff** bzw. **HE-PHIdiff**?

Wenn kontrolliert werden soll, dass diese Bedingungen für eine bestimmte Mindestzeit eingehalten werden, können Sie eine solche Mindestzeit als **T FREIVERZ** einstellen. Außerdem kann die Prüfung der Synchronbedingungen auf eine maximale Überwachungszeit **T SYNUEW** begrenzt werden. Das bedeutet, dass die Bedingungen innerhalb von **T SYNUEW** erfüllt sein müssen, und zwar für die Dauer von **T FREIVERZ**. Ist das der Fall, wird die Einschaltfreigabe erteilt.

Schalten bei asynchronen Netzbedingungen

Um eine Freigabe zur Einschaltung unter asynchronen Netzbedingungen zu erteilen, werden folgende Bedingungen überprüft:

- Liegt die Sammelschienenspannung oberhalb des Einstellwertes **U>**, aber unterhalb der Maximalspannung **Umax**?
- Liegt die Abzweigspannung oberhalb des Einstellwertes **U>**, aber unterhalb der Maximalspannung **Umax**?
- Liegt die Spannungsdifferenz $|U_{sy1} – U_{sy2}|$ innerhalb der zulässigen Grenze **AW Udiff** bzw. **HE-Udiff**?
- Liegen beide Frequenzen f_{sy1} und f_{sy2} innerhalb des zulässigen Arbeitsbereiches $f_N \pm 3$ Hz?
- Liegt die Frequenzdifferenz $|f_{sy1} – f_{sy2}|$ innerhalb der zulässigen Grenze **AW Fdiff** bzw. **HE-Fdiff**?

Nach positivem Ausgang der Prüfungen ermittelt das Gerät aus der Winkeländerung und der Frequenzdifferenz den nächsten Synchronzeitpunkt. Der Einschaltbefehl wird zu einem Zeitpunkt erteilt, der um die Einschaltzeit des Leistungsschalters vor dem Synchronzeitpunkt liegt.

2.17.2 Einstellhinweise

Vorbedingungen

Bei der Einstellung der Anlagendaten (siehe Abschnitt 2.1.2.1) wurden dem Gerät eine Reihe von Daten mitgeteilt, welche für die Messgrößen und die Arbeitsweise der Synchronkontrolle von elementarer Bedeutung sind.

Dies betrifft die Parameter:

203 **UN-WDL PRIMÄR**	primäre Nennspannung der Spannungswandler der Schutzfunktionen (verkettet) in kV, Messstelle U_{sy1};
204 **UN-WDL SEKUNDÄR**	sekundäre Nennspannung der Schutzfunktionen (verkettet) in V, Messstelle U_{sy1};
210 **U4-WANDLER**	Spannungsmesseingang U_4 muss auf ***Usy2-Wandler*** eingestellt sein;
212 **ANSCHLUSS Usy2**	Spannungsanschluss der Messstelle U_{sy2} (z.B. $U_{L1–L2}$),
214 φ **Usy2-Usy1**	Phasenverschiebung zwischen den Spannungen U_{sy2} und U_{sy1}, falls ein Transformator zwischengeschaltet ist;
215 **Usy1/Usy2 WDL**	Verhältnis der sekundären Spannung U_{sy1} zur Spannung U_{sy2} unter Nennbedingung;
230 **NENNFREQUENZ**	auf die Nennfrequenz des Netzes bezieht sich der Arbeitsbereich der Synchronkontrolle ($f_N \pm 3$ Hz);
1103 **UN-BTR PRIMÄR**	Betriebsnennspannung der Primäranlage (verkettet) in kV;

und, falls Zuschalten bei asynchronen Netzbedingungen erlaubt werden soll,

239 **T LS-EIN**	die Eigenzeit des Leistungsschalters beim Einschalten.

WARNUNG

Schalten bei asynchronen Netzbedingungen!

Für das Schalten bei asynchronen Netzbedingungen ist es unumgänglich, dass die Eigenzeit des Leistungsschalters beim Einschalten in den Anlagendaten 1 (Adresse 239) richtig eingestellt ist.

Anderenfalls könnten Fehlsynchronisationen hervorgerufen werden.

Allgemeines

Die Synchronkontrolle kann nur arbeiten, wenn sie bei der Projektierung des Geräteumfangs (Adresse 135) als ***vorhanden*** und der Parameter **U4-WANDLER** (Adresse 210) auf ***Usy2-Wandler*** eingestellt wurde.

Die Messwerte der Synchronkontrolle (636 „Udif=“, 637 „Usy1=“, 638 „Usy2=“, 647 „fdif=“, 649 „fsy1=“, 646 „fsy2=“ und 648 „ φdif=“) stehen nur bei betriebsbereiter Synchronkontrolle zur Verfügung.

Für automatische Wiedereinschaltung einerseits und für Hand-Einschaltung des Leistungsschalters andererseits können Sie unterschiedliche Abfragebedingungen einstellen. Als Hand-Einschaltung gilt auch jeder Einschaltbefehl über die integrierte Steuerfunktion oder über eine der seriellen Schnittstellen.

Die allgemeinen Grenzwerte für die Synchronkontrolle stellen Sie unter den Adressen 3501 bis 3508 ein. Für automatische Wiedereinschaltung sind zusätzlich die Adressen 3510 bis 3519, für Hand- bzw. Steuer-Einschaltung die Adressen 3530 bis 3539 maßgebend. Weiterhin ist Adresse 3509 für Einschaltung über die integrierte Steuerung relevant.

Unter Adresse 3501 **SYNCH-KONTR.** können Sie die gesamte Synchronkontrollfunktion ***Ein***- oder ***Aus***schalten. Bei ausgeschalteter Synchronkontrolle werden die Synchronbedingungen nicht überprüft, und es findet keine Freigabe statt. Zusätzlich haben Sie die Möglichkeit, ***Ein:ohneEIN-Kom*** einzustellen: In diesem Fall geht der Einschaltbefehl nicht in die Gerätemeldung „Gerät EIN“ (Nr 510) ein; es wird jedoch die Meldung „Sync. EIN-Kom“ (Nr 2961) abgesetzt.

Adresse 3502 **U<** gibt an, unterhalb welcher Spannung der Abzweig oder die Sammelschiene mit Sicherheit als spannungslos angesehen werden kann (für Kontrolle einer spannungslosen Leitung oder Sammelschiene). Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Je nach Anschluss der Spannungen sind Leiter-Erde-Spannungen oder verkettete Spannungen gemeint.

Adresse 3503 **U>** gibt an, oberhalb welcher Spannung der Abzweig oder die Sammelschiene mit Sicherheit als spannungsführend angesehen werden kann (für Kontrolle einer unter Spannung stehenden Leitung oder Sammelschiene und als untere Grenzspannung für Synchronkontrolle). Sie muss unterhalb der minimal zu erwartenden betrieblichen Unterspannung eingestellt werden. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Je nach Anschluss der Spannungen sind Leiter-Erde-Spannungen oder verkettete Spannungen gemeint.

Mit dem Parameter 3504 **Umax** stellen Sie die maximale Spannung ein, mit der die Synchronkontrolle arbeiten soll. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Je nach Anschluss der Spannungen sind Leiter-Erde-Spannungen oder verkettete Spannungen gemeint.

Die Überprüfung der Freigabebedingungen durch die Synchronkontrolle kann auf eine einstellbare Synchron-Überwachungszeit **T SYNUEW** (Adresse 3507) begrenzt werden. Innerhalb dieser Zeit müssen die parametrierten Bedingungen erfüllt sein. Anderenfalls findet keine Einschaltfreigabe mehr statt. Wird diese Zeit auf ∞ gestellt, werden die Bedingungen so lange überprüft, bis sie erfüllt sind oder die Messanforderung deaktiviert wird.

Schließlich können Sie für das Schalten bei nicht asynchronen Bedingungen eine Verzögerung **T FREIVERZ** (Adresse 3508) einstellen, für die die Spannungskriterien mindestens erfüllt sein müssen, bevor die Einschaltfreigabe erteilt wird.

Synchronbedingungen für automatische Wiedereinschaltung

Adressen 3510 bis 3519 sind für die Kontrollbedingungen bei automatischer Wiedereinschaltung des Leistungsschalters maßgebend. Bei den Einstellungen für die interne Wiedereinschaltautomatik in Abschnitt 2.16.2 wurde für jeden Zyklus gewählt, ob Synchronkontrolle bei diesem überhaupt durchgeführt werden soll.

Mit der Adresse 3510 **AW ZUSCHALTUNG** bestimmen Sie, ob Schalten unter asynchronen Netzbedingungen bei automatischer Wiedereinschaltung erlaubt ist. Stellen Sie ***mit T LS-EIN*** ein, wenn es erlaubt sein soll; dann wird beim Einschaltkommando die Leistungsschaltereigenzeit berücksichtigt. Beachten Sie, dass das Schalten bei asynchronen Netzbedingungen nur zulässig ist, wenn die Leistungsschaltereigenzeit richtig eingestellt wurde (siehe oben unter „Vorbedingungen“)! Wenn Sie automatische Wiedereinschaltung ausschließlich bei synchronen Netzbedingungen zulassen wollen, stellen Sie ***ohne T LS-EIN*** ein.

Die zulässige Differenz der Spannungsbeträge wird in Adresse 3511 **AW Udiff** eingestellt. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Je nach Anschluss der Spannungen sind Leiter-Erde-Spannungen oder verkettete Spannungen gemeint.

Die zulässige Betragsdifferenz der Frequenzen stellen Sie in Adresse 3512 **AW Fdiff** ein, die zulässige Betragsdifferenz der Phasenlagen in Adresse 3513 **AW PHIdiff**.

In den Adressen 3515 bis 3519 werden die Freigabebedingungen für automatische Wiedereinschaltung eingestellt.

Dabei bedeuten:

3515 **AW SYNCHRON**	beide Messstellen U_{sy1} und U_{sy2} müssen unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503); die Synchronbedingungen werden kontrolliert, d.h. **AW Udiff** (Adresse 3511), **AW Fdiff** (Adresse 3512) und **AW PHIdiff** (Adresse 3513). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich;
3516 **AW SYN Us1<Us2>**	die Messstelle U_{sy1} muss spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502), die Messstelle U_{sy2} muss unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503) ;
3517 **AW SYN Us1>Us2<**	die Messstelle U_{sy1} muss unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503), die Messstelle U_{sy2} muss spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502);
3518 **AW SYN Us1<Us2<**	beide Messstellen U_{sy1} und U_{sy2} müssen spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502);
3519 **AW DURCHST.**	automatische Wiedereinschaltung wird ohne Kontrollen freigegeben.

Die fünf möglichen Freigabebedingungen sind unabhängig voneinander und können auch kombiniert werden.

Synchronbedingungen für Hand-Einschaltung und Steuerbefehl

Adressen 3530 bis 3539 sind für die Kontrollbedingungen bei Hand-Einschaltung und Einschaltung durch Steuerbefehl maßgebend. Bei den allgemeinen Einstellungen (Anlagendaten 2) in Abschnitt 2.1.4.1 wurde bereits unter Adresse 1151 gewählt, ob Synchronkontrollen bei Hand-Einschaltung überhaupt durchgeführt werden sollen. Ist dort **HANDEIN EINKOM** = ***ohne Sync.*** eingestellt, werden bei Hand-Einschaltung keine Kontrollen durchgeführt.

Für Befehle über die integrierte Steuerung (vor Ort, DIGSI, serielle Schnittstelle) bestimmt Adresse 3509 **Schaltgerät**, ob Synchronkontrollen durchgeführt werden sollen oder nicht. Über diese Adresse teilen Sie dem Gerät gleichzeitig mit, auf welches Schaltmittel der Steuerung sich die Synchronabfrage bezieht. Zur Auswahl stehen die Schaltmittel, die für die integrierte Steuerung möglich sind. Wählen Sie den Leistungsschalter aus, der mit Synchronkontrolle geschaltet werden soll, in der Regel also den, welcher auch bei Hand-Einschaltung und ggf. bei Automatik-Einschaltung betätigt wird. Wenn Sie **Schaltgerät** = ***kein*** einstellen, wird bei einem EIN-Befehl über die integrierte Steuerung ohne Synchronkontrolle eingeschaltet.

Mit der Adresse 3530 **HE-ZUSCHALTUNG** bestimmen Sie, ob Schalten unter asynchronen Netzbedingungen bei Hand-Einschaltung oder Einschaltung durch Steuerbefehl erlaubt ist. Stellen Sie ***mit T LS-EIN*** ein, wenn es erlaubt sein soll; dann wird beim Einschalten die Leistungsschaltereigenzeit berücksichtigt. Beachten Sie, dass das Schalten bei asynchronen Netzbedingungen nur zulässig ist, wenn die Leistungsschaltereigenzeit richtig eingestellt wurde (siehe oben unter „Vorbedingungen“)! Wenn Sie Einschaltung von Hand oder durch Steuerbefehl nur bei synchronen Netzbedingungen zulassen wollen, stellen Sie ***ohne T LS-EIN*** ein.

Die zulässige Differenz der Spannungsbeträge wird in Adresse 3531 **HE-Udiff** eingestellt. Die Einstellung erfolgt in Volt sekundär. Bei Parametrierung mittels Personalcomputer und DIGSI kann dieser Wert als Primärwert eingegeben werden. Je nach Anschluss der Spannungen sind Leiter-Erde-Spannungen oder verkettete Spannungen gemeint.

Die zulässige Betragsdifferenz der Frequenzen stellen Sie in Adresse 3532 **HE-Fdiff** ein, die zulässige Betragsdifferenz der Phasenlagen in Adresse 3533 **HE-PHIdiff**.

In den Adressen 3535 bis 3539 werden die Freigabebedingungen für Hand-Einschaltung oder Einschaltung durch Steuerbefehl eingestellt.

Dabei bedeuten:

3535 **HE-SYNCHRON**	beide Messtellen U_{sy1} und U_{sy2} müssen unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503); die Synchronbedingungen werden kontrolliert, d.h. **HE-Udiff** (Adresse 3531), **HE-Fdiff** (Adresse 3532) und **HE-PHIdiff** (Adresse 3533). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich;
3536 **HE SYN Us1<Us2>**	die Messstelle U_{sy1} muss spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502), die Messtelle U_{sy2} muss unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503) ;
3537 **HE SYN Us1>Us2<**	die Messstelle U_{sy1} muss unter Spannung stehen (**U>**, Adresse 3503), die Messstelle U_{sy2} muss spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502);
3538 **HE SYN Us1<Us2<**	beide Messstellen U_{sy1} und U_{sy2} müssen spannungslos sein (**U<**, Adresse 3502);
3539 **HE-DURCHST.**	die Hand- bzw. Steuer-Einschaltung wird ohne Kontrollen freigegeben.

Die fünf möglichen Freigabebedingungen sind unabhängig voneinander und können auch kombiniert werden.

Hinweis

Die Einschaltfunktionen des Gerätes haben individuelle Ausgangsmeldungen für das jeweilige Einschaltkommando. Achten Sie darauf, dass die Ausgangsmeldungen auf das richtige Ausgangsrelais rangiert sind.

Nr 2851 „AWE EIN-Kom.“ für Automatik-EIN von Wiedereinschaltautomatik,

Nr 562 „HE EIN-Kom“ für Hand-EIN über Binäreingang,

Nr 2961 „Sync. EIN-Kom“ für EIN durch Synchronkontrolle (wird nicht benötigt, wenn Synchronkontrolle die anderen EIN-Kommandos freigibt),

Nr 7329 „PRF LS1 EIN-Kom“ für EIN durch Leistungsschalterprüfung,

zusätzlich EIN-Befehl von Steuerung, z.B. „Q0-EIN“,

Nr 510 „Gerät EIN“ Sammel-Einkommando aller o.g. Einkommandos.

Hinweise zur Informationsübersicht

Die wichtigsten Informationen des Gerätes werden kurz erläutert, soweit sie nicht durch die Erläuterungen der nachfolgenden Listen erklärt oder im vorausgehenden Text ausführlich beschrieben sind.

„>Sync. Mess. HE“ (Nr 2905)

Binäreingabe, die einen direkten Anwurf des Synchrochecks mit den Einstellparametern für Handeinschaltung ermöglicht. Diesem Anwurf mit den Einstellparametern für Handeinschaltung wird bei gleichzeitiger Ansteuerung der Binäreingänge „>Sync. Mess. HE“ (Nr 2905) und „>Sync. Mess.AWE“ (Nr 2906, s.u.) immer Vorrang gegeben.

„>Sync. Mess.AWE“ (Nr 2906)

Messanforderung von einem externen Wiedereinschaltgerät. Hierbei gelten die für automatische Wiedereinschaltung eingestellten Parameter der Synchronbedingungen.

„Sync. Messanf.“ (Nr 2936)

Messanforderung der Steuerung; diese wird zustandsgetriggert ausgewertet und nur abgesetzt, wenn die Steuerung eine Messanforderung abgibt.

„Sync. EIN-Frei“ (Nr 2951)

Freigabe der Einschaltung an ein externes Wiedereinschaltgerät.

2.17.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3501	SYNCH-KONTR.	Ein Aus Ein:ohneEIN-Kom	Ein	Synchronkontrolle
3502	U<	1 .. 100 V	5 V	U< (Leitung oder SS sind abgeschaltet)
3503	U>	20 .. 125 V	90 V	U> (Leitung oder SS sind eingeschaltet)
3504	Umax	20 .. 140 V	110 V	Maximalspannung
3507	T SYNUEW	0.01 .. 600.00 s; ∞	1.00 s	Max. Dauer des Synchronisiervorgangs
3508	T FREIVERZ	0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Freigabeverz. bei synchronen Netzen
3509	Schaltgerät	(Einstellmöglichkeiten anwendungsabhängig)	Kein	zu synchronisierendes Schaltger.
3510	AW ZUSCHALTUNG	mit T LS-EIN ohne T LS-EIN	ohne T LS-EIN	Betriebsart der Zuschaltung
3511	AW Udiff	1.0 .. 60.0 V	2.0 V	Zulässige Spannungsdifferenz
3512	AW Fdiff	0.03 .. 2.00 Hz	0.10 Hz	Zulässige Frequenzdifferenz

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3513	AW PHIdiff	2 .. 80 °	10 °	Zulässige Winkeldifferenz
3515A	AW SYNCHRON	Ja Nein	Ja	AWE Zuschalt. bei Usy2>, Usy1> u. Synchr
3516	AW SYN Us1<Us2>	Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2>
3517	AW SYN Us1>Us2<	Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1> und Usy2<
3518	AW SYN Us1<Us2<	Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2<
3519	AW DURCHST.	Ja Nein	Nein	Synchronitätsprüfung wird überbrückt
3530	HE-ZUSCHALTUNG	mit T LS-EIN ohne T LS-EIN	ohne T LS-EIN	Betriebsart der Hand-Ein-Zuschaltung
3531	HE-Udiff	1.0 .. 60.0 V	2.0 V	Zulässige Spannungsdifferenz
3532	HE-Fdiff	0.03 .. 2.00 Hz	0.10 Hz	Zulässige Frequenzdifferenz
3533	HE-PHIdiff	2 .. 80 °	10 °	Zulässige Winkeldifferenz
3535A	HE-SYNCHRON	Ja Nein	Ja	HE: Zuschalt. bei Usy2>, Usy1> u. Synchr
3536	HE SYN Us1<Us2>	Ja Nein	Nein	HE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2>
3537	HE SYN Us1>Us2<	Ja Nein	Nein	HE:Zuschaltung bei Usy1> und Usy2<
3538	HE SYN Us1<Us2<	Ja Nein	Nein	HE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2<
3539	HE-DURCHST.	Ja Nein	Nein	Synchronitätsprüfung wird überbrückt

2.17.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
2901	>Sync. ein	EM	>Synchronkontrolle einschalten
2902	>Sync. aus	EM	>Synchronkontrolle ausschalten
2903	>Sync. block	EM	>Synchronkontrolle blockieren
2905	>Sync. Mess. HE	EM	>Sync. Messanforderung für Hand-Ein
2906	>Sync. Mess.AWE	EM	>Sync. Messanforderung für AWE
2907	>Sync. synchr.	EM	>Sync-Prog:Zuschalten bei Synchronität
2908	>Syn Usy1>Usy2<	EM	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1>Usy2<
2909	>Syn Usy1<Usy2>	EM	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1<Usy2>
2910	>Syn Usy1<Usy2<	EM	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1<Usy2<
2911	>Sync. durchst.	EM	>Sync-Prog:Durchsteuern
2930	Sync. EABin	IE	Sync. Ein/Aus über Binäreingabe
2931	Sync. aus	AM	Synchronkontrolle ausgeschaltet
2932	Sync. block	AM	Synchronkontrolle blockiert
2934	Sync. Störung	AM	Synchronkontrolle ist gestört
2935	Sync. Abl. TUEW	AM	Sync. Ablauf der Überwachungszeit
2936	Sync. Messanf.	AM	Sync. Messanforderung der Steuerung
2941	Sync. läuft	AM	Synchronkontrolle läuft
2942	Sync. durchst.	AM	Synchronkontrolle steuert durch
2943	Sync. synchron	AM	Synchronität
2944	Syn Usy1>Usy2<	AM	Sync: Bedingung Usy1>Usy2< erfüllt
2945	Syn Usy1<Usy2>	AM	Sync: Bedingung Usy1<Usy2> erfüllt
2946	Syn Usy1<Usy2<	AM	Sync: Bedingung Usy1<Usy2< erfüllt
2947	Sync. Udiff>	AM	Sync. Spannungsdifferenz überschritten
2948	Sync. Fdiff>	AM	Sync. Frequenzdifferenz überschritten
2949	Sync. PHIdiff>	AM	Sync. Winkeldifferenz überschritten
2951	Sync. EIN-Frei	AM	Sync. Einkommando-Freigabe
2961	Sync. EIN-Kom	AM	Sync. Einkommando
2970	Syn fsy2>>	AM	Sync: Frequenz fsy2 > (fn + 3Hz)
2971	Syn fsy2<<	AM	Sync: Frequenz fsy2 < (fn - 3Hz)
2972	Syn fsy1>>	AM	Sync: Frequenz fsy1 > (fn + 3Hz)
2973	Syn fsy1<<	AM	Sync: Frequenz fsy1 < (fn - 3Hz)
2974	Syn Usy2>>	AM	Sync.Spannung Usy2 >Umax(P3504)
2975	Syn Usy2<<	AM	Sync.Spannung Usy2 < U> (P3503)
2976	Syn Usy1>>	AM	Sync: Spannung Usy1 > Umax (P3504)
2977	Syn Usy1<<	AM	Sync: Spannung Usy1 < U> (P3503)
2978	Syn Usy2>Usy1	AM	Sync: Udiff zu groß (Usy2>Usy1)
2979	Syn Usy2<Usy1	AM	Sync: Udiff zu groß (Usy2<Usy1)
2980	Syn fsy2>fsy1	AM	Sync: fdiff zu groß (fsy2>fsy1)
2981	Syn fsy2<fsy1	AM	Sync: fdiff zu groß (fsy2<fsy1)
2982	Syn φsy2>φsy1	AM	Sync: PHIdiff überschr. (PHIsy2>PHIsy1)
2983	Syn φsy2<φsy1	AM	Sync: PHIdiff überschr. (PHIsy2<PHIsy1)

2.18 Spannungsschutz (wahlweise)

Der Spannungsschutz hat die Aufgabe, elektrische Betriebsmittel sowohl vor einem Spannungsrückgang als auch vor einer Spannungssteigerung zu schützen. Beide Betriebszustände sind unerwünscht und führen z.B. zu Stabilitätsproblemen bei Unterspannung oder zu Isolationsproblemen bei Überspannung.

Der Überspannungsschutz im 7SD5 erfasst die Phasenspannungen U_{L1-E}, U_{L2-E} und U_{L3-E}, die verketteten Spannungen U_{L1-L2}, U_{L2-L3} und U_{L3-L1}, sowie die Verlagerungsspannung $3U_0$. Statt der Verlagerungsspannung kann auch eine andere, beliebige Spannung erfasst werden, die am vierten Spannungseingang U_4 des Gerätes angeschlossen ist. Des Weiteren berechnet das Gerät das Spannungsmitsystem und das Spannungsgegensystem, so dass auch die symmetrischen Komponenten überwacht werden können. Hierbei ist auch eine Kompoundierung möglich, die die Spannung am fernen Ende der Leitung berechnet.

Für den Unterspannungsschutz können ebenso die Phasenspannungen U_{L1-E}, U_{L2-E} und U_{L3-E}, die verketteten Spannungen U_{L1-L2}, U_{L2-L3} und U_{L3-L1}, sowie das Mitsystem verwendet werden.

Hinweis: Alle Spannungen sind Zeiger, keine Effektivwerte.

Diese Spannungsschutzfunktionen können beliebig kombiniert werden. Sie können getrennt ein- oder ausgeschaltet werden, oder nur auf Meldung gehen. Im letzteren Fall erscheinen die entsprechenden Auslösekommandos nicht. Jede Spannungsschutzfunktion ist zweistufig, d.h. sie verfügt über zwei Grenzwerteinstellungen mit jeweils zugeordneten Verzögerungszeiten.

Spannungserhöhungen entstehen beispielsweise auf schwach belasteten Fernübertragungsleitungen großer Länge, in Inselnetzen durch Fehler in der Spannungsregelung von Generatoren oder nach (Voll-)Lastabschaltung eines Generators, bei vom Netz getrennten Generator. Auch wenn zur Vermeidung von Leitungsüberspannungen Kompensationsdrosseln eingesetzt werden, die die Leitungskapazitäten kompensieren und so die Überspannung mindern, ist bei Ausfall der Drosseln (z.B. durch Kurzschlussabschaltung) die Isolation durch die Überspannung erheblich gefährdet: die Leitung muss in kurzer Zeit abgeschaltet werden.

Der Unterspannungsschutz kann z.B. im Netz für Entkupplungs- oder Lastabwurfaufgaben verwendet werden. Ferner können drohende Stabilitätsprobleme erkannt werden. Bei Induktionsmaschinen beeinflussen die Unterspannungen Stabilität und zulässige Kippmomente.

2.18.1 Überspannungsschutz

Überspannung Phase-Erde

Bild 2-164 zeigt das Logikdiagramm der Phasenspannungsstufen. Von jeder der drei Messspannungen wird numerisch die Grundschwingung herausgefiltert, so dass Oberschwingungen oder transiente Spannungsspitzen weitgehend unschädlich bleiben. Die Spannungen werden je zwei Grenzwertstufen **Uph>** und **Uph>>** zugeführt. Das Überschreiten der Grenzwerte durch eine Phasenspannung wird phasengetrennt gemeldet. Außerdem gibt es für jede Stufe eine generelle Anregemeldung „Uph> Anr“ und „Uph>> Anr“. Das Rückfallverhältnis ist einstellbar (**Uph>(>) RÜCK**).

Jede Stufe startet eine phasengemeinsame Verzögerungszeit. Der Ablauf der jeweiligen Verzögerungszeit **T Uph>** bzw. **T Uph>>** wird gemeldet und führt normalerweise zum Auslösekommando „Uph>(>) AUS“.

Der Überspannungsschutz Phase-Erde kann über eine Binäreingabe „>Uph>(>) blk“ blockiert werden.

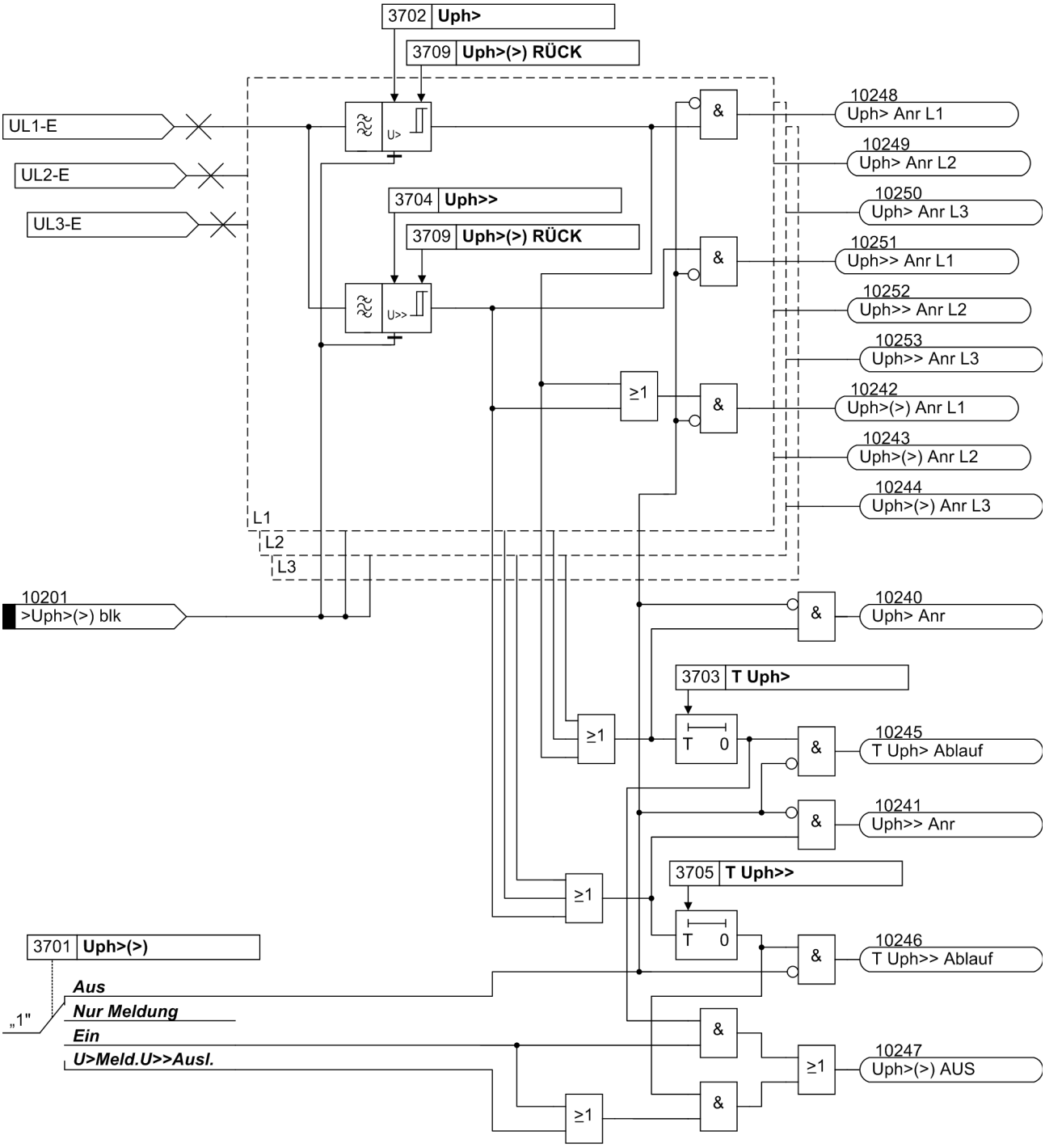


Bild 2-164 Logikdiagramm des Überspannungsschutzes für Phasenspannung

Überspannung Phase-Phase

Der Überspannungsschutz Phase-Phase arbeitet ebenso wie Phase-Erde, nur dass hier die verketteten Spannungen erfasst werden. Entsprechend werden auch die verketteten Spannungen gemeldet, die eine der Stufengrenzwerte **Uphph>** oder **Uphph>>** überschritten haben. Ansonsten gilt prinzipiell auch Bild 2-164.

Der Überspannungsschutz Phase-Phase kann ebenfalls über eine Binäreingabe „>Uphph>(>) blk“ blockiert werden.

Überspannung Mitsystem U_1

Das Gerät berechnet das Mitsystem der Spannungen nach der Definitionsgleichung

$$\underline{U}_1 = {}^1/_3 \cdot (\underline{U}_{L1} + \underline{a} \cdot \underline{U}_{L2} + \underline{a}^2 \cdot \underline{U}_{L3})$$

mit $\underline{a} = e^{j120^\circ}$.

Die resultierende Mitsystemspannung wird den beiden Grenzwertstufen **U1>** und **U1>>** zugeführt (siehe Bild 2-165). Zusammen mit den zugeordneten Verzögerungszeiten **T U1>** und **T U1>>** entsteht wieder ein zweistufiger Überspannungsschutz für das Mitsystem. Das Rückfallverhältnis ist auch hier einstellbar.

Der Überspannungsschutz für das Mitsystem kann über eine Binäreingabe „>U1>(>) blk“ blockiert werden.

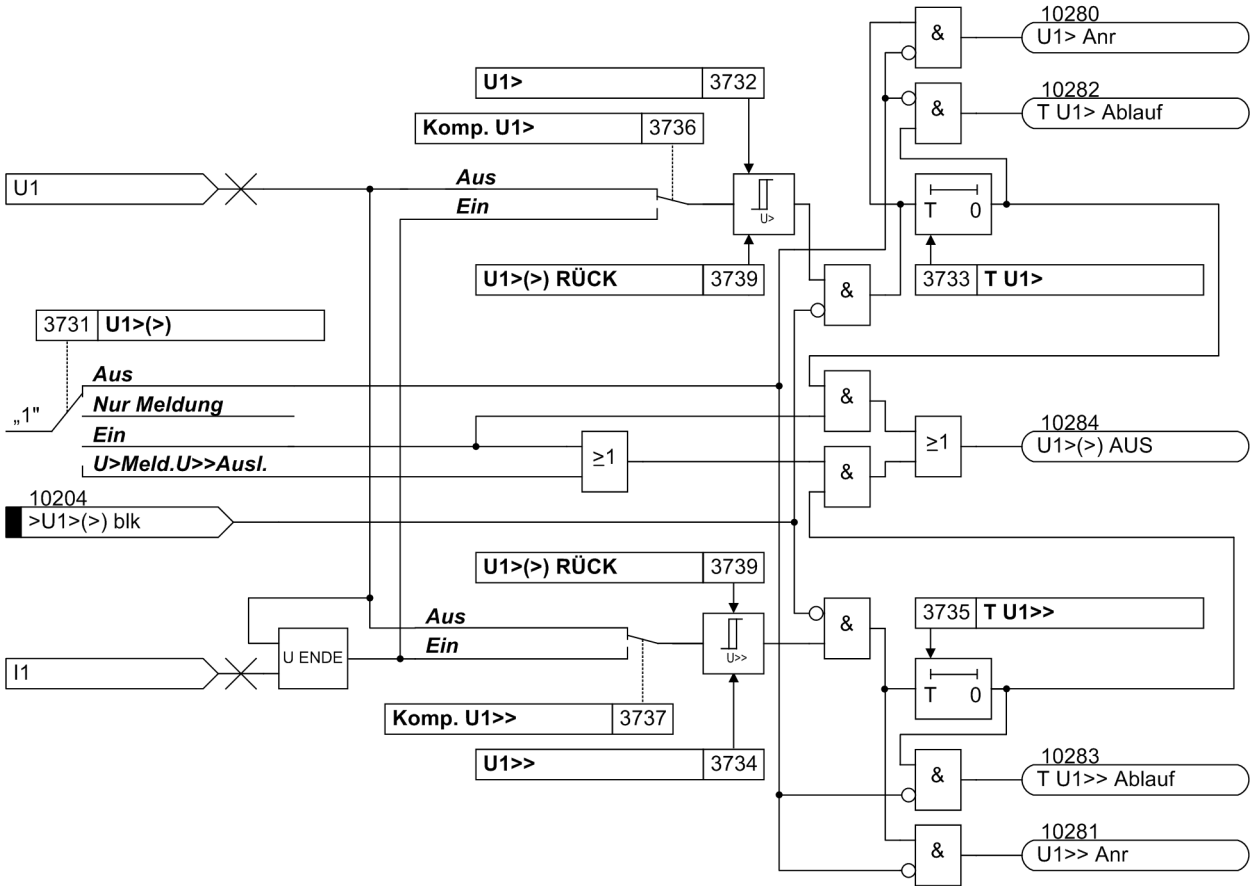


Bild 2-165 Logikdiagramm des Überspannungsschutzes für das Spannungsmitsystem

Überspannung U_1 mit einstellbarer Kompoundierung

Der Überspannungsschutz für das Mitsystem kann wahlweise mit Kompoundierung arbeiten. Diese berechnet das Mitsystem der Spannung am anderen Leitungsende. Diese Möglichkeit ist also besonders geeignet für das Erkennen einer stationären Spannungserhöhung, die auf langen, leerlaufenden oder schwach belasteten Übertragungsleitungen durch den Kapazitätsbelag entsteht (Ferranti-Effekt). Die Überspannung besteht in diesem Fall also am anderen Leitungsende, kann aber nur durch Abschalten des örtlichen Leitungsendes beseitigt werden.

Für die Berechnung der Spannung am anderen Leitungsende benötigt das Gerät die Leitungsdaten (Induktivitätsbelag, Kapazitätsbelag, Leitungswinkel, Leitungslänge), die bei der Parametrierung der Anlagendaten 2 (Abschnitt 2.1.4.1) eingegeben wurden.

Die Kompoundierung ist nur dann verfügbar, wenn Adresse 137 auf ***vorh. m. Komp.*** eingestellt ist. In diesem Fall wird die errechnete Spannung am anderen Leitungsende auch in den Betriebsmesswerten angezeigt.

Hinweis

Die Kompoundierung ist nicht für Leitungen mit Längskondensatoren geeignet.

Aus der am örtlichen Leitungsende gemessenen Spannung und dem fließenden Strom wird die Spannung am fernen Leitungsende anhand eines PI-Ersatzschaltbildes berechnet (siehe auch Bild 2-166):

$$\underline{U}_{Ende} = \underline{U}_{Mess} - \left(\underline{I}_{Mess} - \frac{j\omega C_L}{2} \cdot \underline{U}_{Mess}\right) \cdot (R_L + j\omega L_L)$$

mit

$\underline{U}_{Ende}$	der errechneten Spannung am anderen Leitungsende,
$\underline{U}_{Mess}$	der am örtlichen Leitungsende gemessenen Spannung,
$\underline{I}_{Mess}$	dem am örtlichen Leitungsende gemessenen Strom,
C_B	der Betriebskapazität der Leitung,
R_L	dem ohmschen Betriebswiderstand der Leitung,
L_L	der Betriebsinduktivität der Leitung.

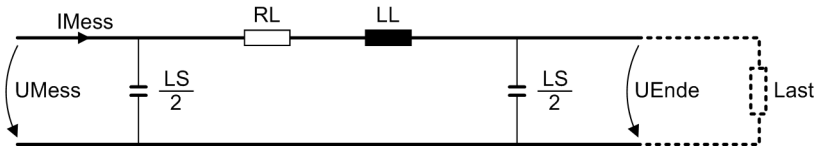


Bild 2-166 PI-Ersatzschaltbild für die Kompoundierung

Überspannung Gegensystem U_2

Das Gerät berechnet das Gegensystem der Spannungen nach der Definitionsgleichung

$$\underline{U}_2 = {}^1/_3 \cdot (\underline{U}_{L1} + \underline{a}^2 \cdot \underline{U}_{L2} + \underline{a} \cdot \underline{U}_{L3})$$

mit $\underline{a} = e^{j120^\circ}$.

Die resultierende Gegensystemspannung wird den beiden Grenzwertstufen **U2>** und **U2>>** zugeführt. Die Logik ist in Bild 2-167 gezeigt. Zusammen mit den zugeordneten Verzögerungszeiten **T U2>** und **T U2>>** entsteht ein zweistufiger Überspannungsschutz für das Gegensystem. Das Rückfallverhältnis ist auch hier einstellbar.

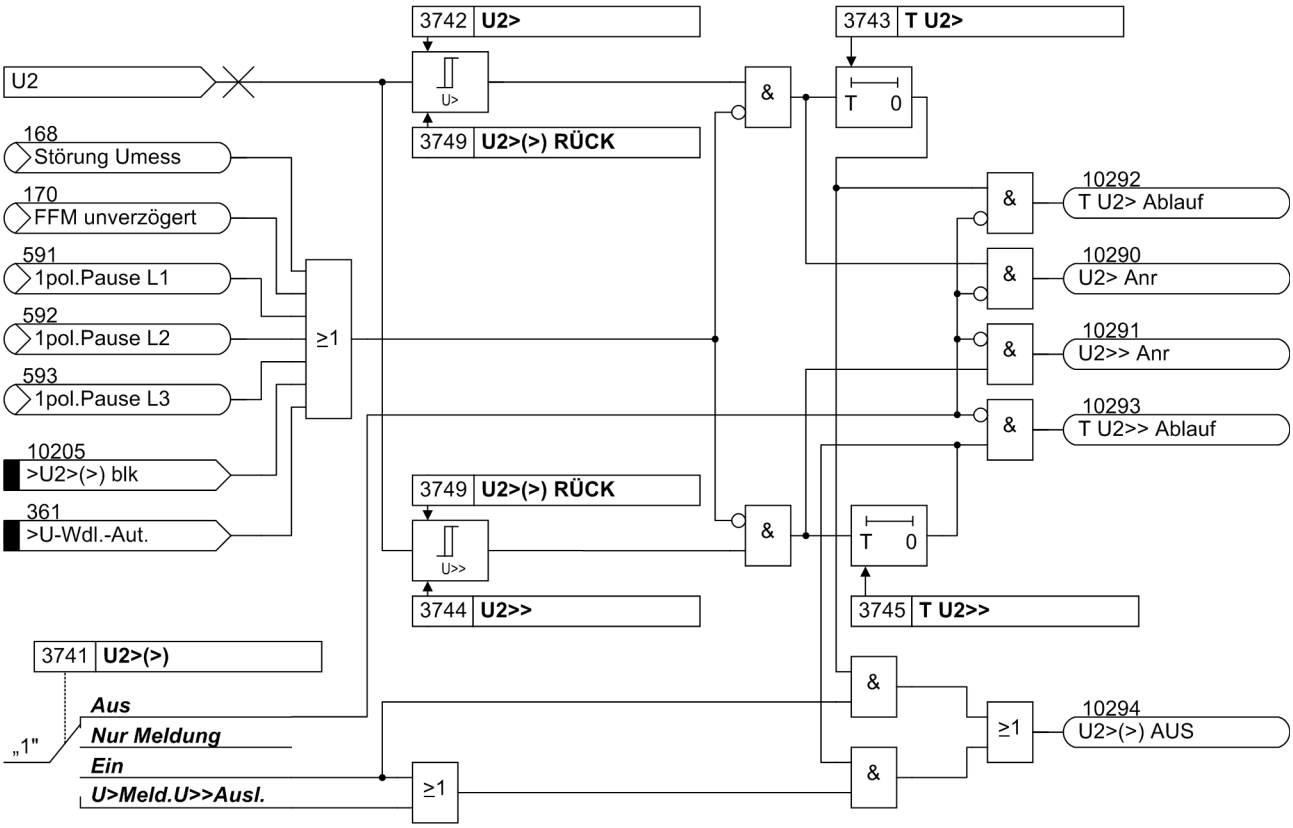


Bild 2-167 Logikdiagramm des Überspannungsschutzes für das Spannungsgegensystem U_2

Der Überspannungsschutz für das Gegensystem kann über eine Binäreingabe „>U2>(>) blk“ blockiert werden. Die Stufen des Gegensystemspannungsschutzes werden automatisch blockiert, wenn unsymmetrischer Spannungsausfall erkannt wird („Fuse-Failure-Monitor“, siehe auch Abschnitt 2.23.1 unter Randtitel Unsymmetrischer Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“) oder wenn über die Binäreingabe „>U-Wdl.-Aut.“ der Fall des Spannungswandlerschutzschalters gemeldet wird (interne Meldung „interne Blockierung“).

Während einer einpoligen spannungslosen Pause werden die Stufen des Gegensystem-Überspannungsschutzes automatisch blockiert, da die auftretenden Gegensystemgrößen nur durch den unsymmetrischen Lastfluss bedingt sind, nicht jedoch durch einen Kurzschluss im Netz. Arbeitet das Gerät mit einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammen oder kann eine einpolige Auslösung durch einen anderen (parallel arbeitenden) Schutz erfolgen, muss der Überspannungsschutz für das Gegensystem während einer einpoligen Abschaltung über Binäreingang blockiert werden.

Überspannung Nullsystem $3U_0$

Bild 2-168 zeigt das Logikdiagramm der Nullspannungsstufe. Von der Messspannung wird numerisch die Grundschwingung herausgefiltert, so dass Oberschwingungen oder transiente Spannungsspitzen weitgehend unschädlich bleiben.

Die dreifache Nullspannung $3 \cdot U_0$ wird den beiden Grenzwertstufen **3U0>** und **3U0>>** zugeführt. Zusammen mit den zugeordneten Verzögerungszeiten **T 3U0>** und **T 3U0>>** entsteht ein zweistufiger Überspannungsschutz für das Nullsystem. Das Rückfallverhältnis ist auch hier einstellbar (**3U0>(>) RÜCK**). Außerdem kann eine Stabilisierungsverzögerung eingestellt werden, die durch Messwiederholung (ca. 3 Perioden) realisiert ist.

Der Überspannungsschutz für das Nullsystem kann über eine Binäreingabe „>3U0>(>) blk“ blockiert werden. Die Stufen des Nullspannungsschutzes werden automatisch blockiert, wenn ein unsymmetrischer Spannungsausfall erkannt wird („Fuse-Failure-Monitor“, siehe auch Abschnitt 2.23.1 unter Randtitel Unsymmetrischer Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“) oder wenn über die Binäreingabe „>U-Wdl.-Aut.“ der Fall des Spannungswandlerschutzschalters gemeldet wird (interne Meldung „interne Blockierung“).

Auch während einer einpoligen spannungslosen Pause vor automatischer Wiedereinschaltung werden die Stufen des Nullspannungsschutzes automatisch blockiert, damit sie nicht mit den durch den unsymmetrischen Lastfluss bedingten Nullsystemgrößen arbeiten. Arbeitet das Gerät mit einer externen Wiedereinschaltautomatik zusammen oder kann eine einpolige Auslösung durch einen anderen (parallel arbeitenden) Schutz erfolgen, muss der Überspannungsschutz für das Nullsystem während einer einpoligen Abschaltung über Binäreingang blockiert werden.

Gemäß Bild 2-168 berechnet das Gerät die zu überwachende Spannung aus

$$3 \cdot \underline{U}_0 = \underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3}.$$

Dies trifft dann zu, wenn keine geeignete Spannung am vierten Spannungsmesseingang U_4 angeschlossen ist.

Ist dagegen die Verlagerungsspannung U_{en} vom Spannungswandlersatz unmittelbar am vierten Messspannungseingang U_4 des Gerätes angeschlossen und dies bei der Projektierung angegeben, benutzt das Gerät automatisch diese Spannung und errechnet daraus die dreifache Nullspannung.

$$3 \cdot U_0 = \textbf{Uph/Uen WDL} \cdot U_4$$

Da die Spannungsübersetzung des Spannungswandlersatzes normalerweise

$$\frac{U_{Nprim}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{Nsek}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{Nsek}}{3}$$

lautet, ist der Faktor **Uph/Uen WDL** = $3/\sqrt{3} = \sqrt{3} = 1{,}73$. Näheres siehe auch bei den **Allgemeine Anlagendaten (Anlagendaten 1)** in Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Spannungsanschluss“ über Adresse 211.

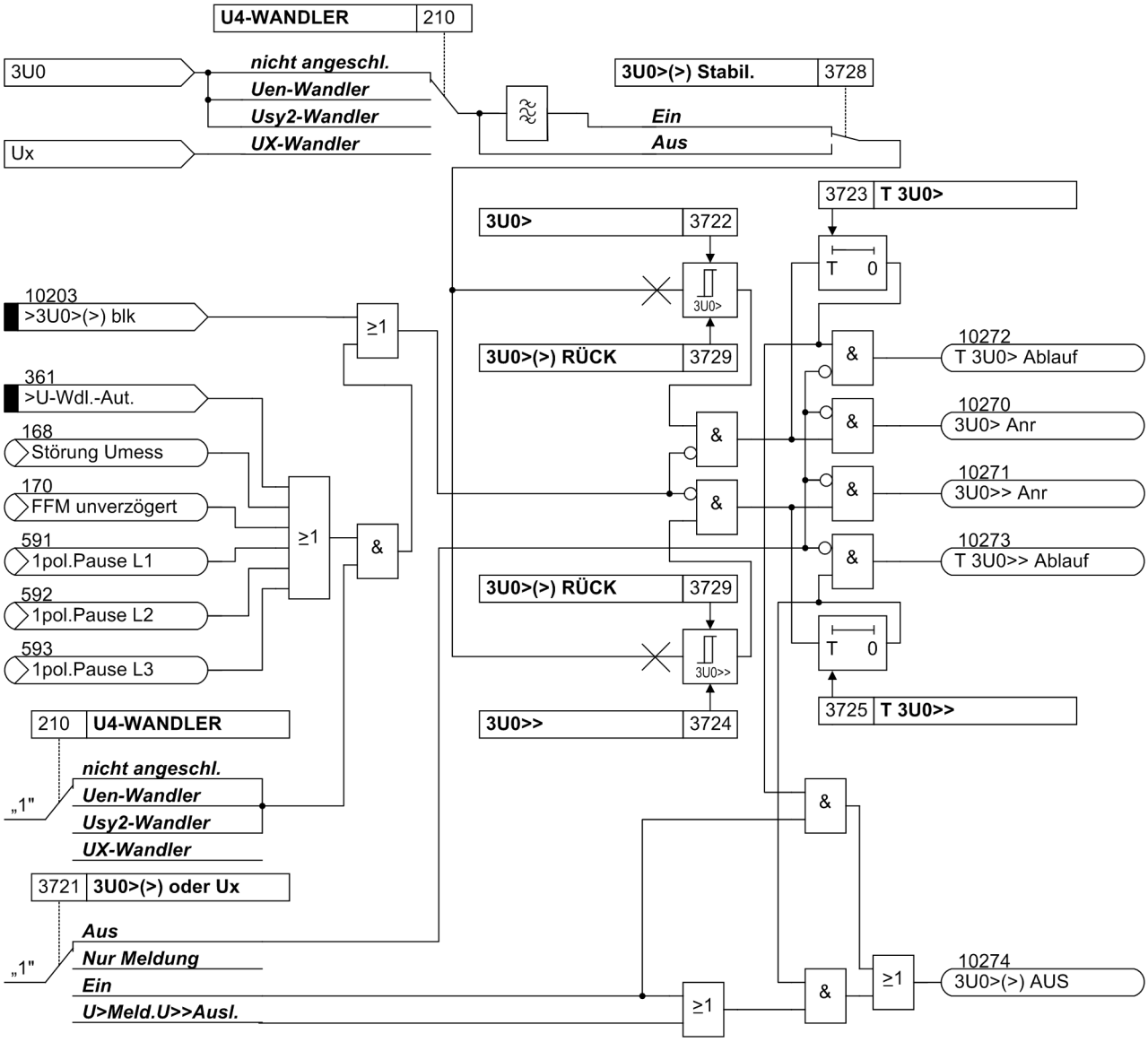


Bild 2-168 Logikdiagramm Überspannungsschutz für Nullspannung

Beliebige Einphasenspannung

Da die Nullspannungsstufen getrennt und unabhängig von den anderen Überspannungsschutzfunktionen arbeiten, können sie auch für eine beliebige andere einphasige Spannung verwendet werden. Dies setzt voraus, dass der vierte Spannungseingang U_4 des Gerätes entsprechend zugeordnet ist (siehe auch unter Abschnitt 2.1.2 „Spannungsanschluss“).

Die Stufen können über einen Binäreingang „>3U0>(>) blk“, blockiert werden. Eine interne Blockierung findet bei dieser Anwendung nicht statt.

2.18.2 Unterspannungsschutz

Unterspannung Phase-Erde

Bild 2-169 zeigt das Logikdiagramm der Phasenspannungsstufen. Von jeder der drei Messspannungen wird numerisch die Grundschwingung herausgefiltert, so dass Oberschwingungen oder transiente Spannungseinbrüche weitgehend unschädlich bleiben. Die Spannungen werden je zwei Grenzwertstufen **Uph<** und **Uph<<** zugeführt. Das Unterschreiten einer Phasenspannung unter den entsprechenden Grenzwert wird phasengetrennt gemeldet. Außerdem gibt es für jede Stufe eine generelle Anregemeldung „Uph< Anr“ und „Uph<< Anr“. Das Rückfallverhältnis ist einstellbar (**Uph<(<) RÜCK**).

Jede Stufe startet eine phasengemeinsame Verzögerungszeit. Der Ablauf der jeweiligen Verzögerungszeit **T Uph<** bzw. **T Uph<<** wird gemeldet und führt zum Auslösekommando „Uph<(<) AUS“.

Je nach Anlagenverhältnis sind die Spannungswandler speiseseitig oder abgangsseitig angeordnet. Dies führt zu unterschiedlichem Verhalten des Unterspannungsschutzes bei abgeschalteter Leitung. Während nach einem Auslösekommando und Öffnen des Schalters die Spannung auf der Speiseseite normalerweise bestehen bleibt bzw. wiederkehrt, wird auf der Abgangsseite die Spannung weggeschaltet. Dies hat für den Unterspannungsschutz zur Folge, dass die Anregung bei abgangsseitigen Wandlern anstehen bleibt. Soll ein Anregerückfall erreicht werden, so kann der Strom als zusätzliches Kriterium herangezogen werden (Stromkriterium **STROMKRIT PH**). Eine Unterspannung wird dann nur erkannt, wenn mit der Unterspannungsbedingung zugleich der Mindeststrom **I-REST** der entsprechenden Phase überschritten ist. Dieser Zustand wird von der zentralen Funktionssteuerung des Gerätes mitgeteilt.

Der Unterspannungsschutz Phase-Erde kann über eine Binäreingabe „Uph<(<) blk“ blockiert werden. Die Stufen des Unterspannungsschutzes werden automatisch blockiert, wenn Spannungsausfall erkannt wird („Fuse-Failure-Monitor“, siehe auch Abschnitt 2.23.1) oder wenn über die Binäreingabe „>U-Wdl.-Aut.“ der Fall des Spannungswandlerschutzschalters gemeldet wird (interne phasengerechte Blockierung).

Auch während einer einpoligen spannungslosen Pause vor automatischer Wiedereinschaltung werden die Stufen des Unterspannungsschutzes in der abgeschalteten Phase – ggf. unter Berücksichtigung des Stromkriterums – automatisch blockiert, damit sie nicht auf die Unterspannung der abgeschalteten Phase ansprechen, falls die Spannungswandler abgangsseitig angeordnet sind. Die Blockierung in der einpoligen Pause erfolgt nur für die Stufen, die laut Parametrierung auch ein Auskomando erzeugen können.

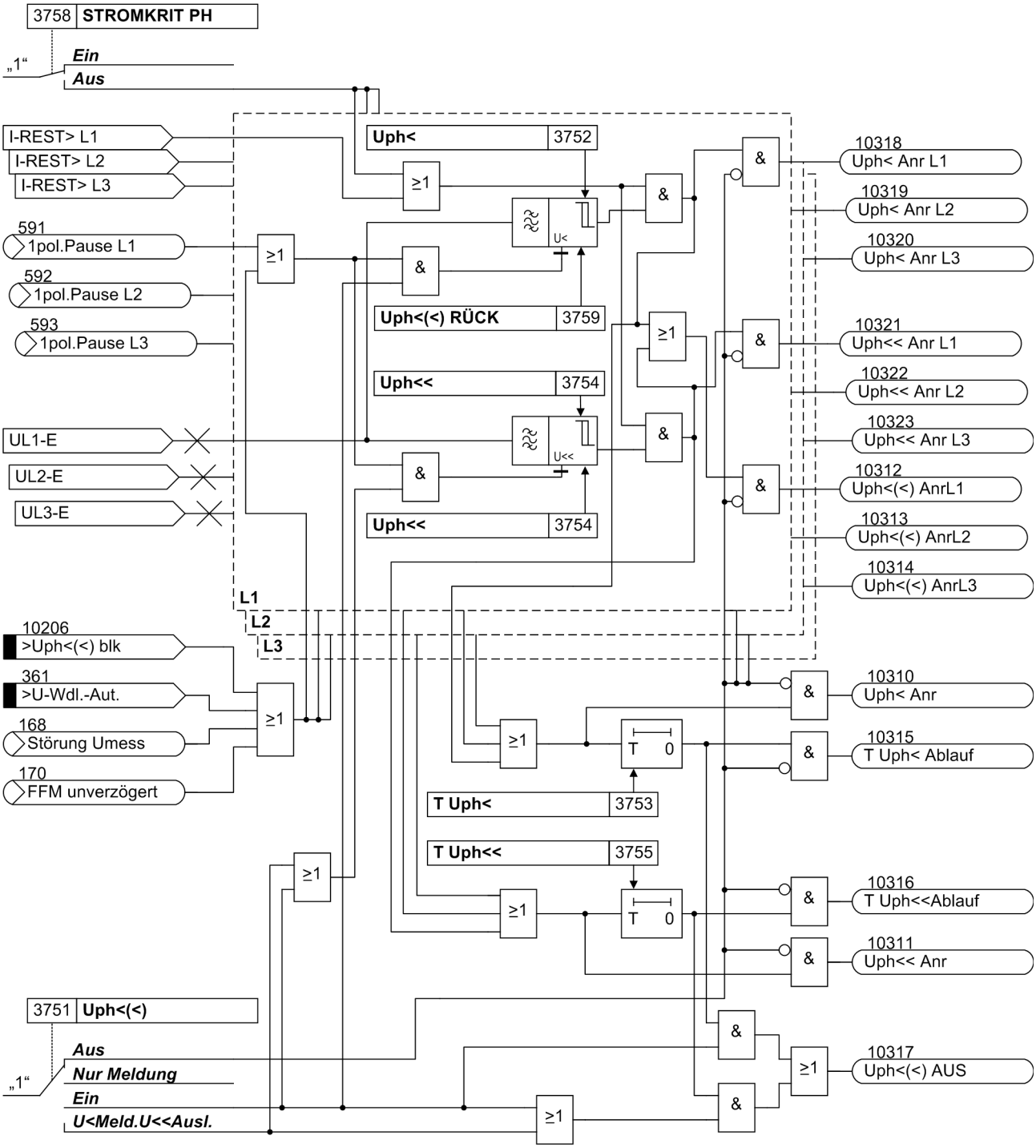


Bild 2-169 Logikdiagramm des Unterspannungsschutzes für Phasenspannungen

Unterspannung Phase-Phase

Der Unterspannungsschutz Phase-Phase arbeitet im Prinzip wie Phase-Erde, nur dass hier die verketteten Spannungen erfasst werden. Entsprechend werden bei Ansprechen einer Unterspannungsstufe beide beteiligten Phasen gemeldet, wenn eine der Stufengrenzwerte **Uphph<** oder **Uphph<<** unterschritten worden ist. Ansonsten gilt prinzipiell auch Bild 2-169.

Für das Stromkriterium genügt es, dass in einer der beteiligten Phasen Stromfluss erkannt wird.

Der Unterspannungsschutz Phase-Phase kann ebenfalls über eine Binäreingabe „>Uphph<(<) blk“ blockiert werden. Auch besteht die automatische Blockierung bei erkanntem Messspannungsausfall und bei gemeldetem Schutzschalterfall (interne Blockierung der vom Spannungsausfall betroffenen Phase(n)).

Auch während einer einpoligen spannungslosen Pause vor automatischer Wiedereinschaltung werden die Stufen des Unterspannungsschutzes in den mit der Messgröße der abgeschalteten Phase beaufschlagten Messwerken automatisch blockiert, damit sie nicht auf die Unterspannung der abgeschalteten Phase ansprechen, falls die Spannungswandler abgangsseitig angeordnet sind. Die Blockierung in der einpoligen spannungslosen Pause erfolgt jedoch nur für die Stufen, die laut Parametrierung auch eine Auslösung herbeiführen können.

Unterspannung Mitsystem U_1

Das Gerät berechnet das Mitsystem der Spannungen nach der Definitionsgleichung

$$\underline{U}_1 = {}^1/_3 \cdot (\underline{U}_{L1} + \underline{a} \cdot \underline{U}_{L2} + \underline{a}^2 \cdot \underline{U}_{L3})$$

mit $\underline{a} = e^{j120^\circ}$.

Die resultierende Mitsystemspannung wird den beiden Grenzwertstufen **U1<** und **U1<<** zugeführt (siehe Bild 2-170). Zusammen mit den zugeordneten Verzögerungszeiten **T U1<** und **T U1<<** entsteht wieder ein zweistufiger Unterspannungsschutz für das Mitsystem.

Auch beim Unterspannungsschutz für das Mitsystem kann der Strom als zusätzliches Kriterium herangezogen werden (Stromkriterium **STROMKRIT U1**). Eine Unterspannung wird dann nur erkannt, wenn mit der Unterspannungsbedingung zugleich mindestens in einer Phase Stromfluss erkannt wird.

Der Unterspannungsschutz für das Mitsystem kann über eine Binäreingabe „>U1<(<) blk“ blockiert werden. Die Stufen des Unterspannungsschutzes werden automatisch blockiert, wenn Spannungsausfall erkannt wird („Fuse-Failure-Monitor“, siehe auch Abschnitt 2.23.1) oder wenn über die Binäreingabe „>U-Wdl.-Aut.“ der Fall des Spannungswandlerschutzschalters gemeldet wird (interne Blockierung).

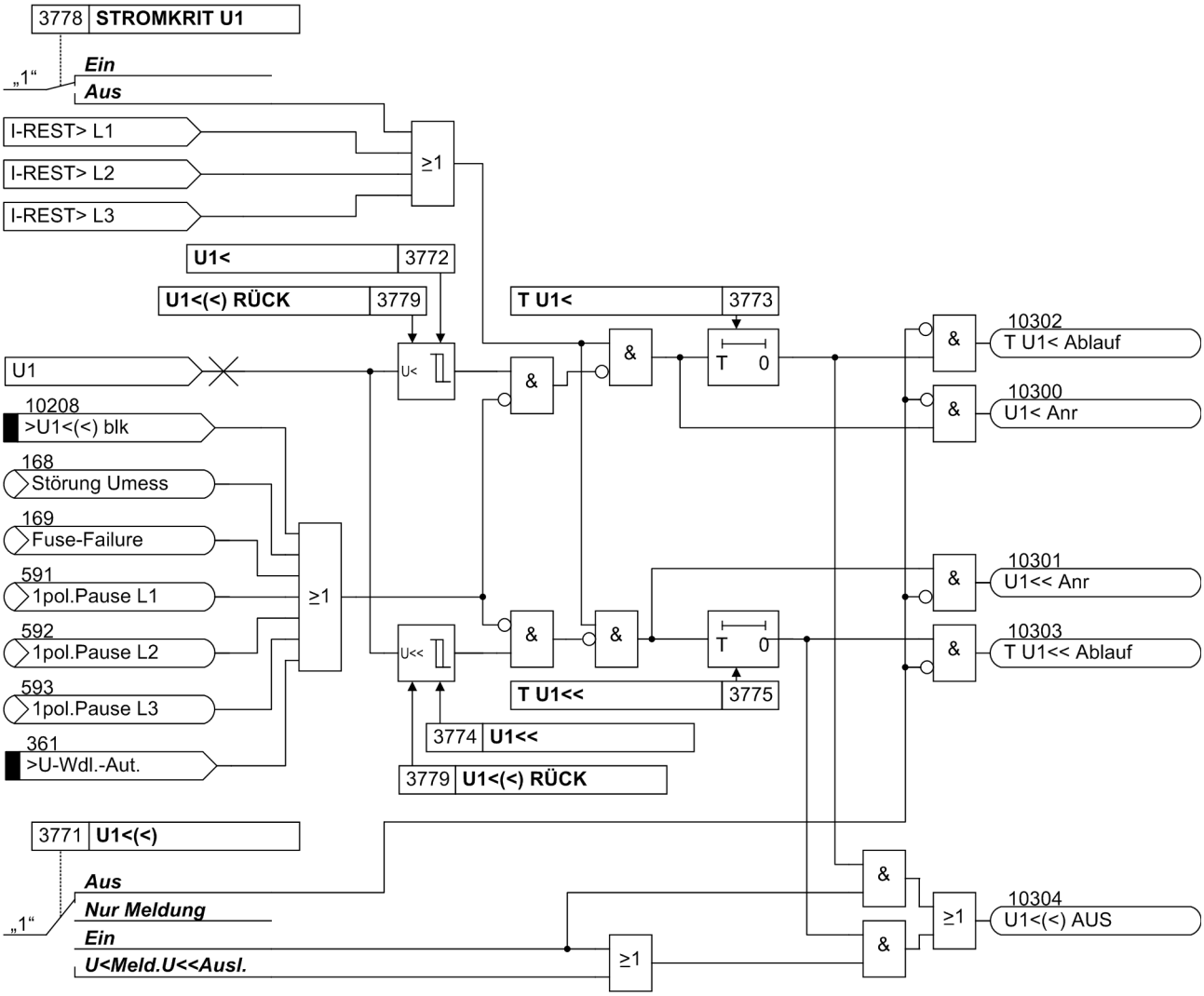


Bild 2-170 Logikdiagramm des Unterspannungsschutzes für das Spannungsmitsystem

Auch während einer einpoligen spannungslosen Pause vor automatischer Wiedereinschaltung werden die Stufen des Unterspannungsschutzes für das Mitsystem automatisch blockiert, damit sie nicht auf die verminderte Mitspannung durch die abgeschaltete Phase ansprechen, falls die Spannungswandler abgangsseitig angeordnet sind.

2.18.3 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Spannungsschutz kann nur arbeiten, wenn er bei der Projektierung des Geräteumfangs (Adresse 137) als ***vorhanden*** geschaltet wurde. Kompoundierung ist nur dann verfügbar, wenn (Adresse 137) auf ***vorh. m. Komp.*** eingestellt ist.

Die Über- und Unterspannungsstufen können die Leiter-Erde-Spannungen oder die Leiter-Leiter-Spannungen oder das symmetrische Mitsystem der Spannungen erfassen; für Überspannung kann auch das symmetrische Gegensystem, die Nullspannung oder stattdessen eine andere einphasige Spannung verwendet werden. Kombinationen sind beliebig möglich. Die Erfassungsmethoden, die Sie nicht benötigen, werden ***Aus***geschaltet.

Hinweis

Für den Spannungsschutz ist es besonders wichtig, die Einstellhinweise zu beachen: Auf keinen Fall dürfen Sie eine Überspannungsstufe (U_{L-E}, U_{L-L}, U_1) niedriger einstellen als eine Unterspannungsstufe. In diesem Fall würde das Gerät sofort in einen dauerhaften Anregezustand gehen, der durch keine Maßnahme mit den Messgrößen aufgehoben werden könnte. Infolge dessen bliebe das Gerät unbedienbar!

Überspannung Phase-Erde

Die Phasenspannungsstufen können Sie unter Adresse 3701 **Uph>(>)** ***Ein***- oder ***Aus***schalten. Außerdem können Sie ***Nur Meldung*** einstellen; d.h. diese Stufen arbeiten und geben auch Meldungen ab, es wird aber kein Auslösekommando erzeugt. Mit der Einstellung ***U>Meld.U>>Ausl.*** wird zusätzlich ein Auslösekommando nur für die U>>-Stufe erzeugt.

Die Einstellungen der Spannungs- und Zeitwerte richten sich nach dem Verwendungszweck. Sollen stationäre Überspannungen auf langen unbelasteten Leitungen erfasst werden, stellen Sie die **Uph>**-Stufe (Adresse 3702) mindestens 5 % über der maximal betrieblich zu erwartenden stationären Leiter-Erde-Spannung ein. Hier ist außerdem ein hohes Rückfallverhältnis notwendig (Adresse 3709 **Uph>(>) RÜCK** = = Voreinstellung). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Die Verzögerung **T Uph>** (Adresse 3703) sollte hier einige Sekunden betragen, so dass kurzzeitige Überspannungen nicht zur Auslösung führen.

Für hohe kurzzeitige Überspannungen ist die U_{ph}>>-Stufe (Adresse 3704) vorgesehen. Hier wird ein entsprechend hoher Ansprechwert eingestellt, z.B. das $1^1/_2$-fache der Nennspannung Leiter-Erde. Für die Verzögerung **T Uph>>** (Adresse 3705) genügen dann 0,1 s bis 0,2 s.

Überspannung Phase-Phase

Hier gelten im Prinzip die gleichen Überlegungen wie bei den Phasenspannungsstufen. Diese Stufen können Sie anstelle der Phasenspannungsstufen oder zusätzlich zu diesen verwenden. Entsprechend stellen Sie Adresse 3711 **Uphph>(>)** auf ***Ein***, ***Aus***, ***Nur Meldung*** oder ***U>Meld.U>>Ausl.***.

Da die verketteten Spannungen erfasst werden, sind für die Einstellungen **Uphph>** (Adresse 3712) und **Uphph>>** (Adresse 3714) Leiter-Leiter-Werte maßgebend.

Für die Verzögerungen **T Uphph>** (Adresse 3713) und **T Uphph>>** (Adresse 3715) gelten die Gesichtspunkte wie oben. Ebenso für die Rückfallverhältnisse (Adresse 3719 **Uphph>(>) RÜCK**). Letztere Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Überspannung Mitsystem U_1

Auch die Mitsystemspannungsstufen können Sie anstelle der bisher genannten Überspannungsstufen oder zusätzlich verwenden. Entsprechend stellen Sie Adresse 3731 **U1>(>)** auf ***Ein***, ***Aus***, ***Nur Meldung*** oder ***U>Meld.U>>Ausl.***.

Eine Erhöhung des Mitsystems entspricht bei symmetrischen Spannungen einer UND-Verknüpfung der Spannungen. Diese Stufen sind daher besonders für die Erfassung stationärer Überspannungen auf schwach belasteten Übertragungsleitungen großer Länge geeignet (Ferranti-Effekt). Auch hier dient die **U1>**-Stufe (Adresse 3732) mit einer längeren Verzögerung **T U1>** (Adresse 3733) der Erfassung stationärer Überspannungen (einige Sekunden), die **U1>>**-Stufe (Adresse 3734) mit kurzer Verzögerung **T U1>>** (Adresse 3735) der Erfassung hoher Überspannungen, die die Isolation gefährden.

Beachten Sie, dass das Mitsystem gemäß seiner Definitionsgleichung $U_1 = \frac{1}{3}\cdot|\underline{U}_{L1} + \underline{a}\cdot\underline{U}_{L2} + \underline{a}^2\cdot\underline{U}_{L3}|$ berechnet wird. Bei symmetrischen Spannungen entspricht es also dem Betrag nach einer Leiter-Erde-Spannung.

Wenn für die Überspannungserfassung die Spannung am anderen Leitungsende maßgebend sein soll, machen Sie von der Kompoundierung Gebrauch. Dann muss bereits bei der Projektierung der Schutzfunktionen (Abschnitt 2.1.1.3) Adresse 137 **SPANNUNGSSCHUTZ** auf ***vorh. m. Komp.*** (vorhanden mit Kompoundierung) eingestellt worden sein.

Außerdem benötigt die Kompoundierung die Leitungsdaten, die unter den **Allgemeine Schutzdaten (Anlagendaten 2)** (Abschnitt 2.1.4.1) eingegeben wurden: Adresse 1111 **X-BELAG**, Adresse 1112 **C-BELAG** und Adresse 1113 **LTGS.LÄNGE** sowie Adresse 1105 **PHI LTG.**. Diese Daten sind unabdingbar für die richtige Berechnung der Kompoundierung. Nicht praxisgerechte Werte können dazu führen, dass die Kompoundierung eine zu hohe Spannung am Gegenende berechnet, die bei angelegten Messgrößen sofort zur Anregung führt. Das Gerät kann dann nur noch durch Abschalten der Messspannung aus dem angeregten Zustand gebracht werden.

Sie können die Kompoundierung getrennt für jede der U1-Stufen ***Ein***- oder ***Aus***schalten: für die **U1>**-Stufe unter Adresse 3736 **Komp. U1>** und für die **U1>>**-Stufe unter Adresse 3737 **Komp. U1>>**.

Das Rückfallverhältnis (Adresse 3739 **U1>(>) RÜCK**) wird in Hinblick auf die Erfassung auch geringer stationärer Überspannungen wieder möglichst hoch eingestellt. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Überspannung Gegensystem U_2

Die Gegensystemspannungsstufen erfassen unsymmetrische Spannungen. Wenn solche zur Auslösung führen sollen, stellen Sie Adresse 3741 **U2>(>)** auf ***Ein***. Sollen solche Zustände nur gemeldet werden, stellen Sie Adresse 3741 **U2>(>)** auf ***Nur Meldung***. Soll nur eine Stufe ein Auslösekommando erzeugen, wählen Sie die Einstellung ***U>Meld.U>>Ausl.***. Mit dieser Einstellung löst nur die 2. Stufe aus. Wird der Gegensystemschutz nicht benötigt stellen Sie hier ***Aus*** ein.

Diese Schutzfunktion ist ebenfalls zweistufig mit einer **U2>**-Stufe (Adresse 3742) mit einer längeren Verzögerung **T U2>** (Adresse 3743) für stationäre Unsymmetriespannungen und einer **U2>>**-Stufe (Adresse 3744) mit kurzer Verzögerung **T U2>>** (Adresse 3745) für hohe Unsymmetriespannungen.

Beachten Sie, dass das Gegensystem gemäß seiner Definitionsgleichung $U_2 = \frac{1}{3}\cdot|\underline{U}_{L1} + \underline{a}^2\cdot\underline{U}_{L2} + \underline{a}\cdot\underline{U}_{L3}|$ berechnet wird. Bei symmetrischen Spannungen und zwei getauschten Phasen entspricht es also dem Betrag nach einer Leiter-Erde-Spannung.

Das Rückfallverhältnis **U2>(>) RÜCK** kann unter Adresse 3749 verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Überspannung Nullsystem

Die Nullspannungsstufen können unter Adresse 3721 **3U0>(>) oder Ux** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Außerdem können sie auf ***Nur Meldung*** gesetzt werden; d.h. diese Stufen arbeiten und geben auch Meldungen ab, es wird aber kein Auslösekommando erzeugt. Wenn Sie dennoch ein Auslösekommando der 2. Stufe wünschen, muss die Einstellung ***U>Meld.U>>Ausl.*** gesetzt werden. Diese Schutzfunktion können Sie auch für eine beliebige einphasige Spannung verwenden, die dann an den vierten Spannungsmesseingang U_4 anzuschließen ist. Siehe auch unter Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Spannungsanschluss“.

Die Schutzfunktion ist ebenfalls zweistufig. Die Einstellungen der Spannungs- und Zeitwerte richten sich nach dem Verwendungszweck. Allgemeine Richtlinien können daher nicht gegeben werden. Die Stufe **3U0>** (Adresse 3722) wird meist empfindlich mit einer längeren Verzögerung **T 3U0>** (Adresse 3723) eingestellt. Mittels der **3U0>>**-Stufe (Adresse 3724) und ihrer Verzögerung **T 3U0>>** (Adresse 3725) können Sie eine höher eingestellte zweite Stufe mit kürzerer Verzögerung realisieren.

Entsprechendes gilt auch, wenn diese Spannungsstufe für eine andere Spannung am Messeingang U_4 verwendet wird.

Die Nullspannungsstufen sind durch Messwiederholung besonders zeitlich stabilisiert, so dass sie recht empfindlich eingestellt werden können. Diese Stabilisierung ist unter Adresse 3728 **3U0>(>) Stabil.** abschaltbar, wenn eine kürzere Ansprechzeit erforderlich ist. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Bedenken Sie, dass empfindliche Einstellungen zusammen mit kurzen Ansprechzeiten nicht sinnvoll sind.

Das Rückfallverhältnis **3U0>(>) RÜCK** kann unter Adresse 3729 verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Beachten Sie bei der Einstellung der Spannungswerte:

- Wenn an U_4 die U_{en}-Spannung des Spannungswandlersatzes angeschlossen ist und dies so bei den Anlagendaten 1 eingestellt wurde (siehe Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Spannungsanschluss“, Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Uen-Wandler***), multipliziert das Gerät die dort angeschlossene Spannung mit dem Anpassungsfaktor **Uph/Uen WDL** (Adresse 211), normalerweise also mit 1,73. Demnach ist die gemessene Spannung $\sqrt{3}\cdot U_{en} = 3\cdot U_0$. Bei voller Verlagerung eines gesunden Spannungsdreiecks ergibt sich dann das $\sqrt{3}$-fache der verketteten Spannung.
- Wenn an U_4 eine andere beliebige Spannung angeschlossen ist, die nicht für den Spannungsschutz verwendet wird, und dies so bei den Anlagendaten 1 eingestellt wurde (Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Spannungsanschluss“, z.B. **U4-WANDLER** = ***Usy2-Wandler*** oder **U4-WANDLER** = ***nicht angeschl.***), berechnet das Gerät die Nullspannung aus den Leiterspannungen nach ihrer Definition $3\cdot U_0 = |\underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3}|$. Bei voller Verlagerung eines gesunden Spannungsdreiecks ergibt sich also das $\sqrt{3}$-fache der verketteten Spannung.
- Wenn an U_4 eine andere beliebige Wechselspannung angeschlossen ist, die für den Spannungsschutz verwendet wird, und dies so bei den Anlagendaten 1 eingestellt wurde (Abschnitt 2.1.2.1 unter Randtitel „Spannungsanschluss“, **U4-WANDLER** = ***UX-Wandler***), wird diese ohne weitere Faktoren für diese Spannungsstufen verwendet. Dieser „Nullspannungsschutz“ ist dann also in Wirklichkeit ein einphasiger Spannungsschutz für diese beliebige Spannung an U_4. Beachten Sie, dass bei empfindlicher Einstellung, d.h. nahe an den betrieblich zu erwartenden Spannungswerten, nicht nur die Verzögerungszeit **T 3U0>** (Adresse 3723) hoch eingestellt werden muss, sondern auch ein möglichst hohes Rückfallverhältnis **3U0>(>) RÜCK** (Adresse 3729) notwendig ist.

Unterspannung Phase-Erde

Die Phasenspannungsstufen können unter Adresse 3751 **Uph<(<)** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Außerdem können Sie ***Nur Meldung*** einstellen; d.h. diese Stufen arbeiten und geben auch Meldungen ab, es wird aber kein Auslösekommando erzeugt. Zusätzlich zur Meldung können Sie mit der Einstellung ***U<Meld.U<<Ausl.*** ein Auslösekommando nur für die 2. Stufe erzeugen.

Die Unterspannungsschutzfunktion ist zweistufig. Die **Uph<**-Stufe (Adresse 3752) wirkt mit der länger eingestellten Zeit **T Uph<** (Adresse 3753) bei geringfügigen Unterspannungen. Sie darf jedoch nicht oberhalb der zulässigen betriebsmäßigen Unterspannung eingestellt werden. Bei stärkeren Spannungseinbrüchen ist die **Uph<<**-Stufe (Adresse 3754) mit der Verzögerung **T Uph<<** (Adresse 3755) wirksam.

Das Rückfallverhältnis **Uph<(<) RÜCK** kann unter Adresse 3759 verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die Einstellungen der Spannungs- und Zeitwerte richten sich nach dem Verwendungszweck, so dass allgemeine Einstellempfehlungen nicht möglich sind. Für Lastabwurf zum Beispiel richten sich die Werte meist nach einem Prioritätsstaffelplan. Bei Stabilitätsproblemen sind die zulässigen Unterspannungen und deren Dauer zu beachten. Bei Induktionsmaschinen beeinflussen die Unterspannungen die zulässigen Kippmomente.

Wenn die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind, fehlen die Messspannungen bei abgeschalteter Leitung oder nach Abschalten der Leitung. Damit die Unterspannungsstufen in diesen Fällen nicht anregen bzw. angeregt bleiben, wird das Stromkriterium **STROMKRIT PH** (Adresse 3758) ***Ein***geschaltet. Bei sammelschienenseitigen Spannungswandlern kann es ***Aus***geschaltet werden. Bei spannungsloser Sammelschiene wird dann aber der Unterspannungsschutz anregen und ablaufen und im angeregten Zustand verharren. Es muss daher sicher gestellt sein, dass er in solchen Fällen über einen Binäreingang blockiert wird.

Unterspannung Phase-Phase

Hier gelten im Prinzip die gleichen Überlegungen wie bei den Phasenspannungsstufen. Die Stufen können Sie anstelle der Phasenspannungsstufen oder zusätzlich zu diesen verwenden. Entsprechend stellen Sie Adresse 3761 **Uphph<(<)** auf ***Ein***, ***Aus***, ***Nur Meldung*** oder ***U<Meld.U<<Ausl.***.

Da die verketteten Spannungen erfasst werden, sind für die Einstellungen **Uphph<** (Adresse 3762) und **Uphph<<** (Adresse 3764) Leiter-Leiter-Werte maßgebend.

Die zugehörigen Verzögerungen sind **T Uphph<** (Adresse 3763) und **T Uphph<<** (Adresse 3765).

Das Rückfallverhältnis **Uphph<(<) RÜCK** kann unter Adresse 3769 verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Wenn die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind, fehlen die Messspannungen bei abgeschalteter Leitung oder nach Abschalten der Leitung. Damit die Unterspannungsstufen in diesen Fällen nicht anregen bzw. angeregt bleiben, wird das Stromkriterium **STROMKRIT PHPH** (Adresse 3768) ***Ein***geschaltet. Bei sammelschienenseitigen Spannungswandlern kann es ***Aus***geschaltet werden. Bei spannungsloser Sammelschiene wird dann aber der Unterspannungsschutz anregen und ablaufen und im angeregten Zustand verharren. Es muss daher sicher gestellt sein, dass er in solchen Fällen über einen Binäreingang blockiert wird.

Unterspannung Mitsystem U_1

Auch die Mitsystemspannungsstufen können anstelle der bisher genannten Unterspannungsstufen oder zusätzlich verwendet werden. Entsprechend stellen Sie Adresse 3771 **U1<(<)** auf ***Ein***, ***Aus***, ***Nur Meldung*** oder ***U<Meld.U<<Ausl.***.

Für die Einstellwerte gelten im Prinzip die gleichen Überlegungen wie bei den übrigen Unterspannungsstufen. Insbesondere wenn es um Stabilitätsprobleme geht, ist die Mitsystemerfassung vorteilhaft, da das Mitsystem für die Grenze der stabilen Energieübertragung maßgebend ist.

Auch hier wird die Zweistufigkeit dadurch erreicht, dass Sie die **U1<**-Stufe (Adresse 3772) mit einer längeren Verzögerung **T U1<** (Adresse 3773) und die **U1<<**-Stufe (Adresse 3774) mit kurzer Verzögerung **T U1<<** (Adresse 3775) einstellen.

Beachten Sie, dass das Mitsystem gemäß seiner Definitionsgleichung $U_1 = {}^1\!/_3 \cdot |\underline{U}_{L1} + \underline{a} \cdot \underline{U}_{L2} + \underline{a}^2 \cdot \underline{U}_{L3}|$ berechnet wird. Bei symmetrischen Spannungen entspricht es also der Leiter-Erde-Spannung.

Das Rückfallverhältnis **U1<(<) RÜCK** kann unter Adresse 3779 verändert werden. Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Wenn die Spannungswandler leitungsseitig angeordnet sind, fehlen die Messspannungen bei abgeschalteter Leitung oder nach Abschalten der Leitung. Damit die Unterspannungsstufen in diesen Fällen nicht anregen bzw. angeregt bleiben, wird das Stromkriterium **STROMKRIT U1** (Adresse 3778) ***Ein***geschaltet. Bei sammelschienenseitigen Spannungswandlern kann es ***Aus***geschaltet werden. Bei spannungsloser Sammelschiene wird dann aber der Unterspannungsschutz anregen und ablaufen und im angeregten Zustand verharren. Es muss daher sicher gestellt sein, dass er in solchen Fällen über einen Binäreingang blockiert wird.

2.18.4 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3701	Uph>(>)	Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-E-Überspannungsschutz
3702	Uph>	1.0 .. 170.0 V; ∞	85.0 V	Uph>: Ansprechwert
3703	T Uph>	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uph>: Zeitverzögerung
3704	Uph>>	1.0 .. 170.0 V; ∞	100.0 V	Uph>>: Ansprechwert
3705	T Uph>>	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uph>>: Zeitverzögerung
3709A	Uph>(>) RÜCK	0.30 .. 0.99	0.98	Uph>(>): Rückfallverhältnis
3711	Uphph>(>)	Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-Ph-Überspannungsschutz
3712	Uphph>	2.0 .. 220.0 V; ∞	150.0 V	Uphph>: Ansprechwert
3713	T Uphph>	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uphph>: Zeitverzögerung
3714	Uphph>>	2.0 .. 220.0 V; ∞	175.0 V	Uphph>>: Ansprechwert
3715	T Uphph>>	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uphph>>: Zeitverzögerung
3719A	Uphph>(>) RÜCK	0.30 .. 0.99	0.98	Uphph>(>): Rückfallverhältnis
3721	3U0>(>) oder Ux	Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart 3U0 (oder Ux)-Übersp.-schutz
3722	3U0>	1.0 .. 220.0 V; ∞	30.0 V	3U0>: Ansprechwert (oder Ux>)
3723	T 3U0>	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	3U0>: Zeitverzögerung (oder Ux>)
3724	3U0>>	1.0 .. 220.0 V; ∞	50.0 V	3U0>>: Ansprechwert (oder Ux>>)
3725	T 3U0>>	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	3U0>>: Zeitverzögerung (oder Ux>>)

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3728A	3U0>(>) Stabil.	Ein Aus	Ein	3U0>(>): Stabilisierung der 3U0-Messung
3729A	3U0>(>) RÜCK	0.30 .. 0.99	0.95	3U0>(>): Rückfallverhältnis (oder Ux)
3731	U1>(>)	Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Mitsystem-Übersp.-schutz
3732	U1>	2.0 .. 220.0 V; ∞	150.0 V	U1>: Ansprechwert
3733	T U1>	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U1>: Zeitverzögerung
3734	U1>>	2.0 .. 220.0 V; ∞	175.0 V	U1>>: Ansprechwert
3735	T U1>>	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U1>>: Zeitverzögerung
3736	Komp. U1>	Aus Ein	Aus	Kompoundierung U1>
3737	Komp. U1>>	Aus Ein	Aus	Kompoundierung U1>>
3739A	U1>(>) RÜCK	0.30 .. 0.99	0.98	U1>(>): Rückfallverhältnis
3741	U2>(>)	Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Gegensystem-Übersp.-schutz
3742	U2>	2.0 .. 220.0 V; ∞	30.0 V	U2>: Ansprechwert
3743	T U2>	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U2>: Zeitverzögerung
3744	U2>>	2.0 .. 220.0 V; ∞	50.0 V	U2>>: Ansprechwert
3745	T U2>>	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U2>>: Zeitverzögerung
3749A	U2>(>) RÜCK	0.30 .. 0.99	0.98	U2>(>): Rückfallverhältnis
3751	Uph<(<)	Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-E-Unterspannungsschutz
3752	Uph<	1.0 .. 100.0 V; 0	30.0 V	Uph<: Ansprechwert
3753	T Uph<	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uph<: Zeitverzögerung
3754	Uph<<	1.0 .. 100.0 V; 0	10.0 V	Uph<<: Ansprechwert
3755	T Uph<<	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uph<<: Zeitverzögerung
3758	STROMKRIT PH	Ein Aus	Ein	Uph<(<): Stromkriterium
3759A	Uph<(<) RÜCK	1.01 .. 1.20	1.05	Uph<(<): Rückfallverhältnis
3761	Uphph<(<)	Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-Ph-Unterspannungsschutz
3762	Uphph<	1.0 .. 175.0 V; 0	50.0 V	Uphph<: Ansprechwert
3763	T Uphph<	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uphph<: Zeitverzögerung
3764	Uphph<<	1.0 .. 175.0 V; 0	17.0 V	Uphph<<: Ansprechwert

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3765	T Uphph<<	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uphph<<: Zeitverzögerung
3768	STROMKRIT PHPH	Ein Aus	Ein	Uphph<(<): Stromkriterium
3769A	Uphph<(<) RÜCK	1.01 .. 1.20	1.05	Uphph<(<): Rückfallverhältnis
3771	U1<(<)	Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Mitsystem-Untersp.-schutz
3772	U1<	1.0 .. 100.0 V; 0	30.0 V	U1<: Ansprechwert
3773	T U1<	0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U1<: Zeitverzögerung
3774	U1<<	1.0 .. 100.0 V; 0	10.0 V	U1<<: Ansprechwert
3775	T U1<<	0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U1<<: Zeitverzögerung
3778	STROMKRIT U1	Ein Aus	Ein	U1<(<): Stromkriterium
3779A	U1<(<) RÜCK	1.01 .. 1.20	1.05	U1<(<): Rückfallverhältnis

2.18.5 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
234.2100	BLK. U< U>	IE	Blockierung U< U> über Bedienung
10201	>Uph>(>) blk	EM	>Übersp.-schutz Ph-E blockieren
10202	>Uphph>(>) blk	EM	>Übersp.-schutz Ph-Ph blockieren
10203	>3U0>(>) blk	EM	>Übersp.-schutz Nullsystem blockieren
10204	>U1>(>) blk	EM	>Übersp.-schutz Mitsystem blockieren
10205	>U2>(>) blk	EM	>Übersp.-schutz Gegensystem blockieren
10206	>Uph<(<) blk	EM	>Untersp.-schutz Ph-E blockieren
10207	>Uphph<(<) blk	EM	>Untersp.-schutz Ph-Ph blockieren
10208	>U1<(<) blk	EM	>Untersp.-schutz Mitsystem blockieren
10215	Uph>(>) aus	AM	Übersp.-schutz Ph-E ausgeschaltet
10216	Uph>(>) blk	AM	Übersp.-schutz Ph-E blockiert
10217	Uphph>(>) aus	AM	Übersp.-schutz Ph-Ph ausgeschaltet
10218	Uphph>(>) blk	AM	Übersp.-schutz Ph-Ph blockiert
10219	3U0>(>) aus	AM	Übersp.-schutz Nullsystem ausgeschaltet
10220	3U0>(>) blk	AM	Übersp.-schutz Nullsystem blockiert
10221	U1>(>) aus	AM	Übersp.-schutz Mitsystem ausgeschaltet
10222	U1>(>) blk	AM	Übersp.-schutz Mitsystem blockiert
10223	U2>(>) aus	AM	Übersp.-schutz Gegensystem ausgeschaltet
10224	U2>(>) blk	AM	Übersp.-schutz Gegensystem blockiert
10225	Uph<(<) aus	AM	Untersp.-schutz Ph-E ausgeschaltet
10226	Uph<(<) blk	AM	Untersp.-schutz Ph-E blockiert
10227	Uphph<(<) aus	AM	Untersp.-schutz Ph-Ph ausgeschaltet
10228	Uphph<(<) blk	AM	Untersp.-schutz Ph-Ph blockiert
10229	U1<(<) aus	AM	Untersp.-schutz Mitsystem ausgeschaltet
10230	U1<(<) blk	AM	Untersp.-schutz Mitsystem blockiert

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
10231	U</> wirksam	AM	Über-/Untersp.-schutz wirksam
10240	Uph> Anr	AM	Uph>: Anregung
10241	Uph>> Anr	AM	Uph>>: Anregung
10242	Uph>(>) Anr L1	AM	Uph>(>): Anregung Phase L1
10243	Uph>(>) Anr L2	AM	Uph>(>): Anregung Phase L2
10244	Uph>(>) Anr L3	AM	Uph>(>): Anregung Phase L3
10245	T Uph> Ablauf	AM	Uph>: Zeit T Uph> abgelaufen
10246	T Uph>> Ablauf	AM	Uph>>: Zeit T Uph>> abgelaufen
10247	Uph>(>) AUS	AM	Uph>(>): Auslösung
10248	Uph> Anr L1	AM	Anregung Uph> Phase L1
10249	Uph> Anr L2	AM	Anregung Uph> Phase L2
10250	Uph> Anr L3	AM	Anregung Uph> Phase L3
10251	Uph>> Anr L1	AM	Anregung Uph>> Phase L1
10252	Uph>> Anr L2	AM	Anregung Uph>> Phase L2
10253	Uph>> Anr L3	AM	Anregung Uph>> Phase L3
10255	Uphph> Anr	AM	Uphph>: Anregung
10256	Uphph>> Anr	AM	Uphph>>: Anregung
10257	Uphph>(>)AnrL12	AM	Uphph>(>): Anregung L1-L2
10258	Uphph>(>)AnrL23	AM	Uphph>(>): Anregung L2-L3
10259	Uphph>(>)AnrL31	AM	Uphph>(>): Anregung L3-L1
10260	T Uphph> Ablauf	AM	Uphph>: Zeit T Uphph> abgelaufen
10261	T Uphph>>Ablauf	AM	Uphph>>: Zeit T Uphph>> abgelaufen
10262	Uphph>(>) AUS	AM	Uphph>(>): Auslösung
10263	Uphph> Anr L12	AM	Anregung Uphph> L1-L2
10264	Uphph> Anr L23	AM	Anregung Uphph> L2-L3
10265	Uphph> Anr L31	AM	Anregung Uphph> L3-L1
10266	Uphph>> Anr L12	AM	Anregung Uphph>> L1-L2
10267	Uphph>> Anr L23	AM	Anregung Uphph>> L2-L3
10268	Uphph>> Anr L31	AM	Anregung Uphph>> L3-L1
10270	3U0> Anr	AM	3U0>: Anregung
10271	3U0>> Anr	AM	3U0>>: Anregung
10272	T 3U0> Ablauf	AM	3U0>: Zeit T 3U0> abgelaufen
10273	T 3U0>> Ablauf	AM	3U0>>: Zeit T 3U0>> abgelaufen
10274	3U0>(>) AUS	AM	3U0>(>): Auslösung
10280	U1> Anr	AM	U1>: Anregung
10281	U1>> Anr	AM	U1>>: Anregung
10282	T U1> Ablauf	AM	U1>: Zeit T U1> abgelaufen
10283	T U1>> Ablauf	AM	U1>>: Zeit T U1>> abgelaufen
10284	U1>(>) AUS	AM	U1>(>): Auslösung
10290	U2> Anr	AM	U2>: Anregung
10291	U2>> Anr	AM	U2>>: Anregung
10292	T U2> Ablauf	AM	U2>: Zeit T U2> abgelaufen
10293	T U2>> Ablauf	AM	U2>>: Zeit T U2>> abgelaufen
10294	U2>(>) AUS	AM	U2>(>): Auslösung
10300	U1< Anr	AM	U1<: Anregung
10301	U1<< Anr	AM	U1<<: Anregung

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
10302	T U1< Ablauf	AM	U1<: Zeit T U1< abgelaufen
10303	T U1<< Ablauf	AM	U1<<: Zeit T U1<< abgelaufen
10304	U1<(<) AUS	AM	U1<(<): Auslösung
10310	Uph< Anr	AM	Uph<: Anregung
10311	Uph<< Anr	AM	Uph<<: Anregung
10312	Uph<(<) AnrL1	AM	Uph<(<): Anregung Phase L1
10313	Uph<(<) AnrL2	AM	Uph<(<): Anregung Phase L2
10314	Uph<(<) AnrL3	AM	Uph<(<): Anregung Phase L3
10315	T Uph< Ablauf	AM	Uph<: Zeit T Uph< abgelaufen
10316	T Uph<<Ablauf	AM	Uph<: Zeit T Uph<< abgelaufen
10317	Uph<(<) AUS	AM	Uph<(<): Auslösung
10318	Uph< Anr L1	AM	Anregung Uph< Phase L1
10319	Uph< Anr L2	AM	Anregung Uph< Phase L2
10320	Uph< Anr L3	AM	Anregung Uph< Phase L3
10321	Uph<< Anr L1	AM	Anregung Uph<< Phase L1
10322	Uph<< Anr L2	AM	Anregung Uph<< Phase L2
10323	Uph<< Anr L3	AM	Anregung Uph<< Phase L3
10325	Uphph< Anr	AM	Uphph<: Anregung
10326	Uphph<< Anr	AM	Uphph<<: Anregung
10327	Uphph<(<)AnrL12	AM	Uphph<(<): Anregung L1-L2
10328	Uphph<(<)AnrL23	AM	Uphph<(<): Anregung L2-L3
10329	Uphph<(<)AnrL31	AM	Uphph<(<): Anregung L3-L1
10330	T Uphph< Ablauf	AM	Uphph<: Zeit T Uphph< abgelaufen
10331	T Uphph<<Ablauf	AM	Uphph<<: Zeit T Uphph<< abgelaufen
10332	Uphph<(<) AUS	AM	Uphph<(<): Auslösung
10333	Uphph< Anr L12	AM	Anregung Uphph< L1-L2
10334	Uphph< Anr L23	AM	Anregung Uphph< L2-L3
10335	Uphph< Anr L31	AM	Anregung Uphph< L3-L1
10336	Uphph<< Anr L12	AM	Anregung Uphph<< L1-L2
10337	Uphph<< Anr L23	AM	Anregung Uphph<< L2-L3
10338	Uphph<< Anr L31	AM	Anregung Uphph<< L3-L1

2.19 Frequenzschutz (wahlweise)

Der Frequenzschutz hat die Aufgabe, Über- oder Unterfrequenzen im Netz oder an elektrischen Maschinen zu erkennen. Liegt die Frequenz außerhalb des zulässigen Bereichs, werden entsprechende Schalthandlungen veranlasst, wie z.B. das Abwerfen von Last oder das Trennen des Generators vom Netz.

Unterfrequenz entsteht durch erhöhten Wirkleistungsbedarf der Verbraucher oder durch Verminderung der generierten Leistung, z.B. bei Netztrennung, Generatorausfall oder fehlerhaftem Arbeiten der Leistungs-/Frequenz-Regelung. Unterfrequenzschutz wird auch bei Generatoren eingesetzt, die (zeitweilig) auf ein Inselnetz arbeiten, da hier der Rückleistungsschutz bei Ausfall der Antriebsleistung nicht arbeiten kann. Über den Unterfrequenzschutz kann der Generator vom Netz getrennt werden. Unterfrequenz resultiert auch in gesteigertem Blindleistungsbedarf induktiver Verbraucher.

Überfrequenz wird z.B. durch Lastabwürfe, Netztrennung oder Fehlverhalten der Leistungs-/Frequenz-Regelung verursacht. Hierbei besteht auch die Gefahr einer Selbsterregung von Maschinen, die auf lange, leerlaufende Leitungen arbeiten.

2.19.1 Funktionsbeschreibung

Frequenzstufen

Der Frequenzschutz verfügt über vier Frequenzstufen f1 bis f4. Jede Stufe lässt sich einzeln als Überfrequenz- (f>) oder Unterfrequenzstufe (f<) mit individuellen Grenzwerten und Verzögerungen einstellen. Dadurch ist eine variable Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck möglich.

- Wird eine Stufe auf einen Wert oberhalb der Nennfrequenz eingestellt, wird diese automatisch als Überfrequenzstufe f> interpretiert.
- Wird eine Stufe auf einen Wert unterhalb der Nennfrequenz eingestellt, wird diese automatisch als Unterfrequenzstufe f< interpretiert.
- Wird eine Stufe exakt auf Nennfrequenz eingestellt, ist sie unwirksam.

Jede Stufe kann einzeln über einen Binäreingang blockiert werden; außerdem ist eine Blockierung des gesamten Frequenzschutzes möglich.

Frequenzmessung

Für die Ermittlung der Frequenz wird die größte der 3 Leiter-Leiter-Spannungen herangezogen. Diese muss mindestens einen Betrag von 65 % der Nennspannung aufweisen, der unter Parameter 204, **UN-WDL SEKUNDÄR**, eingestellt wurde. Darunter findet keine Frequenzmessung statt.

Mittels numerischer Filter wird aus der Messspannung eine frequenzproportionale Größe errechnet, die im spezifizierten Bereich ($f_N \pm 10$ %) praktisch linear ist. Durch die Filterfunktionen und Messwiederholungen wird die Messung praktisch unabhängig von Oberschwingungseinflüssen und Phasensprüngen.

Um ein genaues und möglichst schnelles Messergebnis zu erzielen, wird außerdem die Frequenzänderung berücksichtigt. Bei Änderung der Netzfrequenz bleibt das Vorzeichen des Quotienten $^{\Delta f}/_{dt}$ über mehrere Messwiederholungen gleich. Wird hingegen durch einen Phasensprung in der Messspannung kurzzeitig eine Frequenzabweichung vorgetäuscht, so kehrt sich anschließend das Vorzeichen von $^{\Delta f}/_{dt}$ um. Dies führt zu einem schnellen Verwurf der durch einen Phasensprung verfälschten Messergebnisse.

Der Rückfallwert jeder Frequenzstufe liegt ca. 20 mHz unterhalb (für f>) bzw. oberhalb (für f<) des Ansprechwertes.

Arbeitsbereiche

Die Frequenzmessung erfordert eine verwertbare Messgröße. Das bedeutet, dass mindestens eine Spannung in ausreichender Höhe vorhanden ist und dass die Frequenz dieser Spannung im Arbeitsbereich des Frequenzschutzes liegt.

Der Frequenzschutz wählt selbsttätig die größte der Leiter-Leiter-Spannungen aus. Wenn alle drei Spannungen unterhalb des Arbeitsbereiches von 65 % · U_N (sekundär) liegen, kann die Frequenz nicht ermittelt werden. In diesem Fall wird die Meldung 5215 „FQS U< block“ ausgegeben. Sinkt die Spannung nach Anregung einer Frequenzstufe unter diesen Mindestwert, fällt die Anregung zurück. Daraus folgt auch, dass alle Frequenzstufen nach Abschalten einer Leitung (mit leitungsseitigen Spannungswandlern) zurückfallen.

Beim Zuschalten einer Messspannung mit einer Frequenz außerhalb der eingestellten Grenze einer Frequenzstufe ist der Frequenzschutz sofort arbeitsbereit. Da die Filter der Frequenzmessung aber zunächst einschwingen müssen, kann sich die Kommandozeit geringfügig erhöhen (ca. 1 Periode), weil zur Anregung einer Frequenzstufe in 5 aufeinander folgenden Messungen die Frequenz außerhalb der eingestellten Grenze erkannt sein muss.

Der Frequenzbereich reicht von 25 Hz bis 70 Hz. Verlässt die Frequenz diesen Arbeitsbereich, so fallen die Frequenzstufen zurück. Kehrt die Frequenz wieder in den Arbeitsbereich zurück, kann die Messung wieder stattfinden, sofern auch die Messspannung im Arbeitsbereich liegt. Wird dagegen die Messspannung abgeschaltet, fällt die Anregung unmittelbar zurück.

Leistungspendelungen

Frequenzabweichungen können in Verbundnetzen auch durch Leistungspendelungen hervorgerufen werden. Abhängig von der Pendelfrequenz, dem Einbauort des Gerätes und der Einstellung der Frequenzstufen können Pendelungen zum Ansprechen des Frequenzschutzes und auch zur Auslösung führen. In solchen Fällen reicht es zur Vermeidung von Pendelauslösungen nicht aus, den Distanzschutz mit der Pendelsperre zu betreiben (siehe auch Abschnitt 2.6). Vielmehr ist es sinnvoll, den Frequenzschutz bei erkannter Pendelung zu blockieren. Dies kann über Binärein- und -ausgänge geschehen oder durch entsprechende Verknüpfungen mittels der anwenderdefinierbaren Logik (CFC). Sind allerdings die Pendelfrequenzen bekannt, so kann eine Auslösung durch den Frequenzschutz auch durch entsprechende Anpassung der Verzögerungszeiten des Frequenzschutzes vermieden werden.

Anregung/Auslösung

Bild 2-171 zeigt das Logikdiagramm des Frequenzschutzes.

Sobald die Frequenz zuverlässig außerhalb der eingestellten Grenzen einer Stufe erkannt ist (oberhalb des Einstellwertes für f>-Stufen oder unterhalb für f<-Stufen), wird ein Anregesignal der entsprechenden Stufe erzeugt. Als zuverlässig gilt die Entscheidung, wenn 5 Messungen im Abstand von $^1/_2$ Periode eine Frequenz außerhalb einer eingestellten Grenze ergeben.

Nach einer Anregung kann je Stufe eine Verzögerungszeit gestartet werden. Nach Ablauf der Zeit wird ein Auslösekommando erzeugt. Der Rückfall einer Anregung erfolgt, wenn die Anregebedingung ebenfalls über 5 Messungen nicht mehr vorliegt oder die Messspannung abgeschaltet wurde oder die Frequenz außerhalb des Arbeitsbereiches liegt. Nach Anregerückfall wird auch das Auslösesignal der entsprechenden Frequenzstufe zurückgesetzt, jedoch wird das Auslösekommando wenigstens für die Mindestkommandodauer gehalten, die für alle Auslösefunktionen des Gerätes eingestellt wurde.

Jede der vier Frequenzstufen kann einzeln durch Binäreingänge blockiert werden. Die Blockierung wirkt sofort. Außerdem ist eine Blockierung des gesamten Frequenzschutzes über Binäreingang möglich.

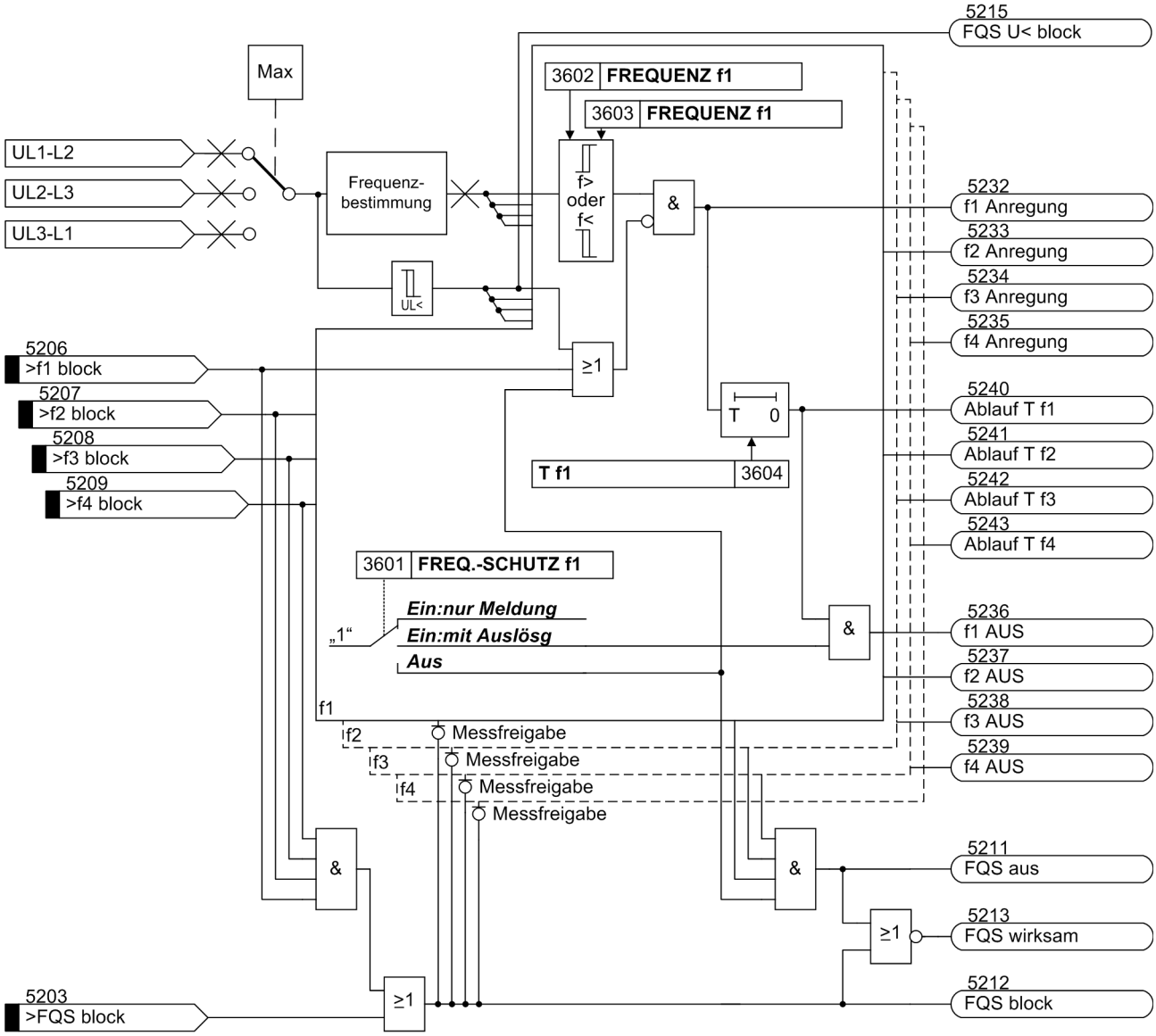


Bild 2-171 Logikdiagramm Frequenzschutz

2.19.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Frequenzschutz kann nur wirken und ist nur zugänglich, wenn er bei der Projektierung unter Adresse 136 **FREQUENZSCHUTZ** = ***vorhanden*** eingestellt wurde. Wird die Funktion nicht benötigt, wird ***nicht vorhanden*** eingestellt.

Der Frequenzschutz verfügt über 4 Frequenzstufen f1 bis f4, die jede für sich als Überfrequenz- oder Unterfrequenzstufe wirken können. Jede Stufe kann einzeln wirksam oder unwirksam geschaltet werden. Dies geschieht unter den Adressen:

- 3601 **FREQ.-SCHUTZ f1** für die Frequenzstufe f1,
- 3611 **FREQ.-SCHUTZ f2** für die Frequenzstufe f2,
- 3621 **FREQ.-SCHUTZ f3** für die Frequenzstufe f3,
- 3631 **FREQ.-SCHUTZ f4** für die Frequenzstufe f4.

Dabei stehen je 3 Möglichkeiten zur Verfügung:

- Stufe ***Aus***: Die Stufe ist unwirksam;
- Stufe ***Ein:mit Auslösg***: Die Stufe ist wirksam und gibt nach unzulässiger Frequenzabweichung Meldung und Auslösekommando (nach Zeitablauf) ab;
- Stufe ***Ein:nur Meldung***: Die Stufe ist wirksam und meldet unzulässige Frequenzabweichungen, gibt aber kein Auslösekommando ab.

Ansprechwerte, Verzögerung

Der eingestellte Ansprechwert bestimmt, ob eine Frequenzstufe auf Überfrequenz oder auf Unterfrequenz reagieren soll.

- Wird eine Stufe auf einen Wert oberhalb der Nennfrequenz eingestellt, wird diese automatisch als Überfrequenzstufe f> interpretiert.
- Wird eine Stufe auf einen Wert unterhalb der Nennfrequenz eingestellt, wird diese automatisch als Unterfrequenzstufe f< interpretiert.
- Wird eine Stufe exakt auf Nennfrequenz eingestellt, ist sie unwirksam.

Für jede Stufe kann nach vorstehenden Regeln ein Ansprechwert eingestellt werden. Dabei richten sich die Adressen und möglichen Einstellbereiche nach der Nennfrequenz, wie sie unter den Anlagendaten 1 (Abschnitt 2.1.2.1) unter **NENNFREQUENZ** (Adresse 230), eingestellt wurde.

Beachten Sie, dass keine der Frequenzstufen weniger als 30 mHz oberhalb (für f>) bzw. unterhalb (für f<) der Nennfrequenz eingestellt wird. Da die Frequenzstufen eine Hysterese von ca. 20 mHz haben, besteht sonst die Gefahr, dass die Stufe bei Rückkehr zur Nennfrequenz nicht zurückfällt.

Es sind jeweils nur die zur eingestellten Nennfrequenz passenden Adressen zugänglich. Für jede Stufe ist eine Auslöseverzögerung einstellbar:

- Adresse 3602 **FREQUENZ f1** Ansprechwert für die Frequenzstufe f1 bei f_N = 50 Hz,
  Adresse 3603 **FREQUENZ f1** Ansprechwert für die Frequenzstufe f1 bei f_N = 60 Hz,
  Adresse 3604 **T f1** Auslöseverzögerung für die Frequenzstufe f1;
- Adresse 3612 **FREQUENZ f2** Ansprechwert für die Frequenzstufe f2 bei f_N = 50 Hz,
  Adresse 3613 **FREQUENZ f2** Ansprechwert für die Frequenzstufe f2 bei f_N = 60 Hz,
  Adresse 3614 **T f2** Auslöseverzögerung für die Frequenzstufe f2;

- Adresse 3622 **FREQUENZ f3** Ansprechwert für die Frequenzstufe f3 bei f_N = 50 Hz,
  Adresse 3623 **FREQUENZ f3** Ansprechwert für die Frequenzstufe f3 bei f_N = 60 Hz,
  Adresse 3624 **T f3** Auslöseverzögerung für die Frequenzstufe f3;
- Adresse 3632 **FREQUENZ f4** Ansprechwert für die Frequenzstufe f4 bei f_N = 50 Hz,
  Adresse 3633 **FREQUENZ f4** Ansprechwert für die Frequenzstufe f4 bei f_N = 60 Hz,
  Adresse 3634 **T f4** Auslöseverzögerung für die Frequenzstufe f4.

Die eingestellten Zeiten sind Zusatzverzögerungszeiten, die die Eigenzeiten (Messzeit, Rückfallzeit) der Schutzfunktion nicht einschließen.

Wenn der Frequenzschutz für die Aufgaben der Netzentkupplung und des Lastabwurfes eingesetzt wird, hängen die Einstellwerte von den konkreten Netzbedingungen ab. Meist wird bei Lastabwurf eine Frequenz-/Zeitstaffelung nach der Bedeutung der Verbraucher oder -gruppen angestrebt.

Frequenzabweichungen können in Verbundnetzen auch durch Leistungspendelungen hervorgerufen werden. Abhängig von der Pendelfrequenz, dem Einbauort des Gerätes und der Einstellung der Frequenzstufen ist es sinnvoll, den Frequenzschutz oder einzelne Stufen bei erkannter Pendelung zu blockieren. Die Verzögerungszeiten sind dann so zu koordinieren, dass eine Pendelung erkannt worden ist, bevor der Frequenzschutz zur Auslösung kommt.

Weitere Anwendungsfälle sind im Kraftwerksbereich gegeben. Grundsätzlich richten sich die einzustellenden Frequenzwerte nach den Vorgaben des Netz- bzw. Kraftwerkbetreibers. Der Unterfrequenzschutz hat auch die Aufgabe, den Kraftwerkseigenbedarf durch rechtzeitiges Trennen vom Netz sicherzustellen. Der Turboregler regelt dann den Maschinensatz auf Nenndrehzahl, so dass der Eigenbedarf mit Nennfrequenz weiterversorgt werden kann.

Da die Rückfallschwelle jeweils 20 mHz unter bzw. über der Auslösefrequenz liegt, ergibt sich dadurch eine „minimale“ Auslösefrequenz von 30 mHz über bzw. unterhalb der Nennfrequenz.

Eine Frequenzsteigerung kann beispielsweise bei einem Lastabwurf oder Fehlverhalten der Drehzahlregelung (z.B. in einem Inselnetz) auftreten. So lässt sich der Frequenzschutz z.B. als Überdrehzahlschutz einsetzen.

2.19.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3601	FREQ.-SCHUTZ f1	Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f1
3602	FREQUENZ f1	45.50 .. 54.50 Hz	49.50 Hz	Anregefrequenz f1
3603	FREQUENZ f1	55.50 .. 64.50 Hz	59.50 Hz	Anregefrequenz f1
3604	T f1	0.00 .. 600.00 s	60.00 s	Verzögerungszeit T f1
3611	FREQ.-SCHUTZ f2	Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f2
3612	FREQUENZ f2	45.50 .. 54.50 Hz	49.00 Hz	Anregefrequenz f2
3613	FREQUENZ f2	55.50 .. 64.50 Hz	57.00 Hz	Anregefrequenz f2
3614	T f2	0.00 .. 600.00 s	30.00 s	Verzögerungszeit T f2
3621	FREQ.-SCHUTZ f3	Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f3
3622	FREQUENZ f3	45.50 .. 54.50 Hz	47.50 Hz	Anregefrequenz f3

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3623	FREQUENZ f3	55.50 .. 64.50 Hz	59.50 Hz	Anregefrequenz f3
3624	T f3	0.00 .. 600.00 s	3.00 s	Verzögerungszeit T f3
3631	FREQ.-SCHUTZ f4	Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f4
3632	FREQUENZ f4	45.50 .. 54.50 Hz	51.00 Hz	Anregefrequenz f4
3633	FREQUENZ f4	55.50 .. 64.50 Hz	62.00 Hz	Anregefrequenz f4
3634	T f4	0.00 .. 600.00 s	30.00 s	Verzögerungszeit T f4

2.19.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
5203	>FQS block	EM	>Frequenzschutz blockieren
5206	>f1 block	EM	>Frequenzschutz Stufe 1 blockieren
5207	>f2 block	EM	>Frequenzschutz Stufe 2 blockieren
5208	>f3 block	EM	>Frequenzschutz Stufe 3 blockieren
5209	>f4 block	EM	>Frequenzschutz Stufe 4 blockieren
5211	FQS aus	AM	Frequenzschutz ist ausgeschaltet
5212	FQS block	AM	Frequenzschutz ist blockiert
5213	FQS wirksam	AM	Frequenzschutz ist wirksam
5215	FQS U< block	AM	Frequenzschutz Unterspannungsblockierung
5232	f1 Anregung	AM	Frequenzschutz: Anregung Stufe f1
5233	f2 Anregung	AM	Frequenzschutz: Anregung Stufe f2
5234	f3 Anregung	AM	Frequenzschutz: Anregung Stufe f3
5235	f4 Anregung	AM	Frequenzschutz: Anregung Stufe f4
5236	f1 AUS	AM	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f1
5237	f2 AUS	AM	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f2
5238	f3 AUS	AM	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f3
5239	f4 AUS	AM	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f4
5240	Ablauf T f1	AM	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f1
5241	Ablauf T f2	AM	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f2
5242	Ablauf T f3	AM	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f3
5243	Ablauf T f4	AM	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f4

2.20 Fehlerorter

Die Messung der Fehlerentfernung bei einem Kurzschluss ist eine wichtige Ergänzung der Funktionen des Schutzes. Die Verfügbarkeit der Leitung für die Energieübertragung im Netz kann durch schnelleres Ermitteln der Fehlerstelle und damit schnellere Störungsbeseitigung erhöht werden.

2.20.1 Funktionsbeschreibung

Allgemeines

Der Fehlerorter ist eine eigenständige und unabhängige Funktion, die vorhandene Leitungs- und Anlagenparametern mitnutzt. Er wird bei einem Störfall von den im Gerät 7SD5 vorhandenen Schutzfunktionen angestoßen. Bei Leitungen mit zwei Enden bietet der 7SD5 die Möglichkeit einer zweiseitigen Fehlerortung (Option), die insbesondere bei beidseitiger Einspeisung, Fehlern mit Erdbeteiligung und bei hohen Fehlerwiderständen eine deutlich verbesserte Fehlerortbestimmung ermöglicht. Beide Leitungsenden tauschen dabei im Fehlerfall ihre lokalen Messwerte (Phasenstrom und Leiter-Erde-Spannungen) über die Schutzdatenschnittstelle untereinander aus. Der 7SD5 muss dafür an beiden Leitungsenden mit der Option „beidseitiger Fehlerorter“ ausgestattet sein. Bei mehr als zwei Leitungsenden wird der Fehler durch die einseitige Ortung bestimmt.

Bei zweiseitiger Fehlerortung wird je nach Information vom Gegenende parallel der einseitige (konventionelle) Fehlerorter mit aufgerufen, wenn

- der zweiseitige Fehlerorter ausgeschaltet oder blockiert ist,
- die Werte des gegenüberliegenden Endes nicht vorliegen oder
- aufgrund stark verzerrter Messsignale oder Fehlern außerhalb des zu schützenden Objekts keine Ortung möglich ist.

Das Schutzobjekt kann aus einer inhomogenen Leitung bestehen. Die Leitung kann für die Berechnung in mehrere Abschnitte geteilt werden, z.B. kurzes Kabel gefolgt von einer Freileitung. Für solche Schutzobjekte können Sie die Abschnitte einzeln parametrieren. Ohne diese Information nutzt der Fehlerorter die allgemeinen Leitungsdaten (siehe Abschnitt 2.1.4).

Zur internen Entscheidung, ob die zweiseitige Fehlerortungsmethode verwendet wird, werden Messfehler, Leitungsunsymmetrie und -geometrie anhand des bekannten Spannungsprofils auf der Leitung in eine Entfernungsdifferenz umgerechnet. Sollte diese Entfernungsdifferenz bezogen auf die jeweilige Leitungsabschnittslänge zu groß sein, wird das Ergebnis der zweiseitigen Fehlerortung verworfen und die Entfernung wird einseitig berechnet ausgegeben.

Doppelfehler mit verschiedenen Fußpunkten, rückwärtige Fehler und Fehler die über das gegenüberliegende Gerät hinaus vorhanden sind, werden nur mit der einseitigen Fehlerortung berechnet und ausgegeben.

Die Fehlerortung kann durch das Auslösekommando des Kurzschlussschutzes gestartet werden oder auch bei jeder Anregung. Im letzteren Fall ist auch dann eine Fehlerortberechnung möglich, wenn ein anderes Schutzgerät die Abschaltung eines Kurzschlusses bewirkt.

Fehlerortbestimmung mit dem einseitigen Fehlerorter

Das Messprinzip des einseitigen Fehlerorters ist stark an das des Distanzschutzes angelehnt. Auch hier werden die Impedanzen berechnet.

Die in einem Umlaufpuffer abgelegten Wertepaare von Kurzschlussströmen und Kurzschlussspannungen (im Raster von 1/20 Periode) werden kurz nach dem Auslösekommando eingefroren, wo selbst bei sehr schnellen Leistungsschaltern noch keine Messwertverfälschung durch den Abschaltvorgang aufgetreten ist. Die Filterung der Messgrößen und die Anzahl der Impedanzberechnungen passen sich automatisch an die Zahl der eingeschwungenen Messwertpaare in dem ermittelten Datenfenster an. Konnte kein hinreichendes Datenfenster mit eingeschwungenen Werten für die Fehlerortung ermittelt werden, wird die Meldung „`FO ungültig`“ ausgegeben.

Die Auswertung der Messgrößen geschieht nach Abschalten des Kurzschlusses aus den Kurzschlussschleifen. Als Kurzschlussschleifen gelten diejenigen, die zur Auslösung geführt haben. Bei Auslösung durch den Erdkurzschlussschutz werden die drei Leiter-Erde-Schleifen bewertet.

Zweiseitige Fehlerortbestimmung

Die zweiseitige Fehlerortung berücksichtigt auch Leitungskapazitäten und -resistanzen. Sie passt den Fehlerort so an, dass die errechneten Spannungswerte am Fehlerort möglichst gut zu den gemessenen Größen an den Leitungsenden passen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Spannung auf der Leitung nicht springen kann. Es wird dann die Spannung am vermuteten Fehlerort einmal mit den Messwerten von links und einmal mit denen von rechts berechnet. Der tatsächliche Fehlerort ist dann der, bei dem die Spannungsverläufe von links und die von rechts sich nicht oder minimal unterscheiden.

Die zweiseitige Methode der Fehlerortung geht davon aus, dass bei einer unverzweigten Leitung, bei bekanntem Strom und bekannter Spannung an den Eingängen, die Spannung an jeder Stelle x der Leitung berechnet werden kann. Dies gilt jeweils für die linke und rechte Seite der Leitung. Da die Spannung am Fehlerort von beiden Seiten berechnet die gleiche sein muss, liegt der Fehlerort dort, wo sich die beiden Spannungsverläufe schneiden. Die Verläufe berechnen sich nach der Telegraphengleichung aus lokal gemessenen Strömen und Spannungen und den Impedanzbelägen der Leitung. Bild 2-172 zeigt eine vereinfachte Darstellung, in der lineare Spannungsverläufe angenommen werden.

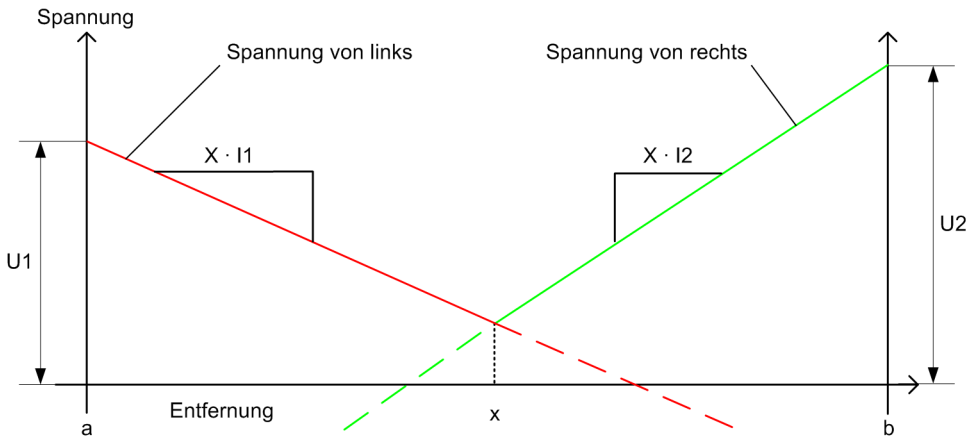


Bild 2-172 Verlauf der Spannungen auf einer fehlerhaften Leitung (vereinfacht)

Die hier benutzte zweiseitige Methode zur Fehlerortung weist gegenüber der einseitigen Methode die folgenden Vorteile auf:

- Eine korrekte Fehlerortung ist auch bei Lastfluss, zweiseitiger Speisung und hohen Fehlerwiderständen möglich.
- Eine ungenaue Einstellung der Erdimpedanzanpassung hat keinen Einfluss auf die Genauigkeit des Fehlerortes.
- Stabil gegen Parallelleitungseinflüsse, eine Kompensation ist damit nicht notwendig.
- Die Genauigkeit kann durch Berücksichtigung der Leitungsunsymmetrie (Selektion der zentralen Phase) erhöht werden.

Ausgabe des Fehlerortes

Als Ergebnisse der Fehlerortung werden ausgegeben:

- die Kurzschlussschleife, aus der die Fehlerreaktanz ermittelt wurde,
- die Fehlerreaktanz X in Ω primär und Ω sekundär,
- der Fehlerwiderstand R in Ω primär und Ω sekundär,
- die der Reaktanz proportionalen Fehlerentfernung d in Kilometer Leitung oder Meilen, umgerechnet auf Basis des parametrierten Reaktanzbelages der Leitung,
- die Fehlerentfernung d in % der Leitungslänge, berechnet auf Basis des parametrierten Reaktanzbelages und der parametrierten Leitungslänge.

Die zusätzlichen Meldungen stellen immer die Ergebnisse der einseitigen Fehlerortung dar.

Der Fehlerort in Prozent kann auch parallel im BCD-Code (Binary Coded Decimal) ausgegeben werden. Voraussetzung ist, dass dies bei der Projektierung der Schutzfunktionen unter Adresse 138 (Abschnitt 2.1.1.3) berücksichtigt wurde und dass eine entsprechende Anzahl von Binärausgaben hierfür rangiert sind.

Benötigt werden 10 Ausgangsrelais, die wie folgt aufgeteilt sind:

- 4 Ausgänge für die Einer ($1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3$),
- 4 Ausgänge für die Zehner ($10 \cdot 2^0 + 10 \cdot 2^1 + 10 \cdot 2^2 + 10 \cdot 2^3$),
- 1 Ausgang für die Hunderter ($100 \cdot 2^0$),
- 1 Ausgang für die Bereitschaftmeldung „`d Freigabe`“ (Nr 1152).

Sobald ein Fehlerort ermittelt wurde, werden die entsprechenden Binärausgaben erregt. Anschließend signalisiert der Ausgang „`d Freigabe`“, dass die Daten nun gültig sind. Die Dauer kann eingestellt werden. Bei einem erneuten Fehler werden die Daten des früheren Fehlers automatisch abgesteuert.

Der Ausgabebereich geht von 0 % bis 195 %. Die Ausgabe „197“ bedeutet, dass ein negativer Wert ermittelt wurde. Die Ausgabe „199“ kennzeichnet einen Überlauf, d.h. der errechnete Wert liegt höher als der maximal zulässige von 195 %.

Hinweis

Sind keine Leitungsabschnitte eingestellt, so ist die Angabe der Entfernung in Kilometern, Meilen oder Prozent nur für homogene Leitungsstrecken zutreffend. Setzt sich die Leitung aus Teilen zusammen, die unterschiedliche Reaktanzbeläge aufweisen, z.B. Freileitung-Kabel-Strecken, so kann man die von der Fehlerortung ermittelte Reaktanz zur separaten Berechnung der Fehlerentfernung auswerten oder mehrere Leitungsabschnitte einstellen.

Leitungsabschnitte

Mit den Leitungsabschnittsparametern wird der Leitungstyp bestimmt. Handelt es sich um eine Anordnung z.B. von Kabel und Freileitung, so sind zwei unterschiedliche Typen zu parametrieren. Bis zu drei unterschiedlicher Leitungstypen sind hier unterscheidbar. Bei der Parametrierung dieser Leitungsdaten ist zu beachten, dass zwei oder auch drei Einstellblätter nur dann erscheinen, wenn die Anzahl der Leitungsabschnitte vorher parametriert wurde.

Leitungssymmetrie (nur für zweiseitige Fehlerortung)

Um eine größere Genauigkeit der zweiseitigen Fehlerortung zu erreichen, kann die Unsymmetrie der Leitung berücksichtigt werden. Die Unsymmetrie wird anhand der Anordnung der Leiter abgeschätzt. Eingestellt werden muss der zentrale Leiter. Sollten Sie keine Abschätzung der Unsymmetrie wünschen, kann sie abgeschaltet werden. Vorausgesetzt werden Leitungen mit einem hohen Grad an Symmetrie bezüglich eines zentralen Leiters, insbesondere Einebenenanordnung. Bild 2-173 zeigt mögliche Leiteranordnungen.

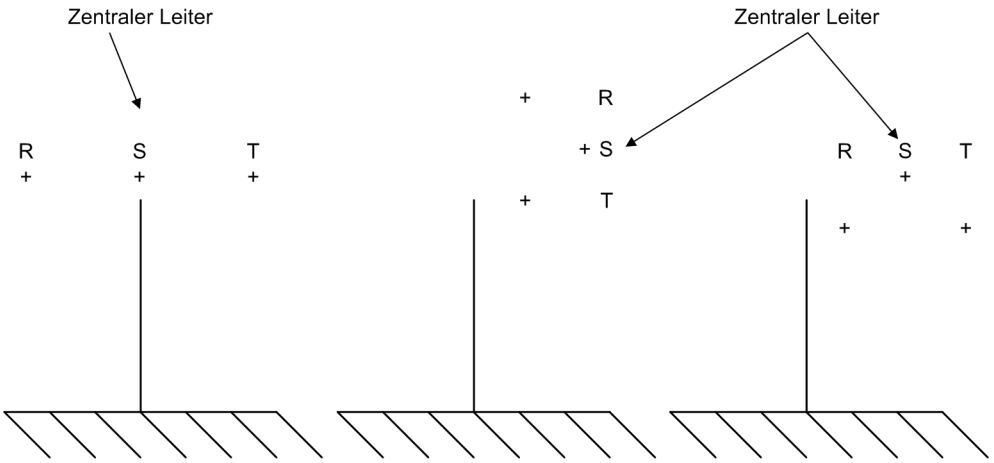


Bild 2-173 Einebenenanordnung mit zentralem Leiter

Messwertkorrektur bei Parallelleitungen (einseitige Fehlerortung)

Bei Erdkurzschlüssen auf Doppelleitungen werden die für die Impedanzberechnung ermittelten Werte durch die Kopplung der Erdimpedanzen **beider** Leitungssysteme beeinflusst. Hierdurch ergeben sich ohne besondere Maßnahmen Messfehler im Ergebnis der Impedanzberechnung. Das Gerät ist deshalb mit einer Parallelleitungskompensation ausgerüstet. Diese berücksichtigt den Erdstrom der Parallelleitung in der Leitungsgleichung und kompensiert dadurch den Koppeleinfluss ähnlich, wie schon bei der Ermittlung der Distanz beim Distanzschutz erläutert (siehe Abschnitt 2.5.1 unter „Messwertkorrektur bei Parallelleitungen“). Der Erdstrom der Parallelleitung muss natürlich an das Gerät angeschlossen sein, und bei den **`Allgemeine Anlagendaten (Anlagendaten 1)`** (Abschnitt 2.1.2.1 unter „Stromanschluss“) muss der Stromeingang I_4 richtig parametriert sein.

Die Parallelleitungskompensation gilt nur für Fehler auf der zu schützenden Leitung. Für außenliegende Fehler einschließlich solcher auf der Parallelleitung ist Kompensation unmöglich.

Messwertkorrektur bei Laststrom auf beidseitig gespeisten Leitungen (einseitige Fehlerortung)

Bei Fehlern auf Leitungen mit beidseitiger Speisung und Lasttransport (Bild 2-174) wird die Fehlerspannung $\underline{U}_{F1}$ nicht nur von der Quellspannung $\underline{E}_1$, sondern auch von der Quellspannung $\underline{E}_2$ beeinflusst, wenn beide Spannungsquellen auf den gemeinsamen Fehlerwiderstand R_F speisen. Hierdurch ergeben sich ohne besondere Maßnahmen Messfehler im Ergebnis der Impedanzberechnung, da der Stromanteil $\underline{I}_{F2}$ an der Messstelle M nicht erfasst werden kann. Bei langen hochbelasteten Leitungen kann dieser Messfehler im (für die Entfernungsberechnung maßgebenden) X-Anteil der Fehlerimpedanz erheblich sein.

Die einseitige Fehlerortung im 7SD5 verfügt über eine Lastkompensation, die diesen Messfehler bei einphasigen Kurzschlüssen weitgehend korrigiert. Für den R-Anteil der Fehlerimpedanz ist eine Korrektur nicht möglich; hier ist der Messfehler jedoch unkritisch, da nur der X-Anteil für die Fehlerentfernung maßgebend ist.

Die Lastkompensation wirkt bei einphasigen Fehlern. Hierbei werden Mit- und Nullsystem der symmetrischen Komponenten zur Korrektur ausgewertet.

Die Lastkompensation kann zu- und abgeschaltet werden. Bei Prüfung des Schutzes z.B. ist das Abschalten sinnvoll, damit keine Beeinflussung durch die Prüfgrößen entsteht.

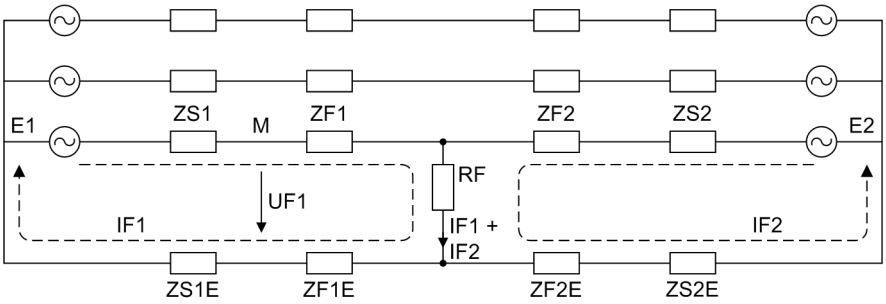


Bild 2-174 Fehlerströme und -spannungen bei beidseitig gespeister Leitung

M : Messstelle
E1, E2 : Quellspannung (EMK)
IF1, IF2 : Teil-Fehlerströme
IF1 + IF2 : Gesamt-Fehlerstrom
UF1 : Fehlerspannung an der Messstelle
RF : gemeinsamer Fehlerwiderstand
ZF1, ZF2 : Fehlerimpedanzen
ZF1E, ZF2E : Erd-Fehlerimpedanzen
ZS1, ZS2 : Vorimpedanzen
ZS1E, ZS2E : Erd-Vorimpedanzen

2.20.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Die Fehlerortung ist nur wirksam, wenn sie bei der Projektierung auf ***vorhanden*** eingestellt wurde (Abschnitt 2.1.1.3, Adresse 138).

Unter Adresse 160 **L-ABSCHNITTE FO** können Sie die Anzahl der Leitungsabschnitte angeben. Sofern die Anzahl auf ***2 Abschnitte*** oder ***3 Abschnitte*** gestellt wird, erscheinen auch weitere Einstellblätter in DIGSI. Die Voreinstellung ist hier ***1 Abschnitt*** und damit sind die Leitungsparameter Adressen 1116, 1117, 1120 und 1121 relevant (siehe auch Abschnitt 2.1.4).

Wenn die Fehlerortberechnung mit dem Auslösekommando des Schutzes gestartet werden soll, stellen Sie Adresse 3802 **START** = ***Auskommando*** ein. Dann wird ein Fehlerort nur ausgegeben, wenn das Gerät auch ausgelöst hat. Die Fehlerortberechnung kann aber auch bei jeder Anregung des Gerätes gestartet werden (Adresse 3802 **START** = ***Anregung***). Dann wird auch dann ein Fehlerort berechnet, wenn z.B. ein anderer Schutz den Fehler abschaltet. Bei einem Fehler außerhalb der zu schützenden Leitung erfolgt die Fehlerortung nur mit der einseitigen Methode.

Zur Berechnung der Fehlerentfernung in Kilometern oder Meilen benötigt das Gerät den Reaktanzbelag in Ω/km oder Ω/Meile und den Kapazitätsbelag bei zweiseitiger Ortung in µF/km oder µF/Meile. Zur korrekten Ausgabe der Fehlerentfernung in % Leitungslänge muss auch die Leitungslänge richtig angegeben sein, für den zweiseitigen Fehlerorter ist diese Angabe zwingend. Diese Parameter wurden bereits bei den Anlagendaten 2 (Abschnitt 2.1.4.1) unter „Allgemeine Leitungsdaten“ eingestellt.

Voraussetzung für die korrekte Fehlerortangabe ist weiterhin, dass auch die anderen Parameter, die auf die Fehlerortberechnung Einfluss haben, richtig eingestellt sind.

Ist nur ein Leitungsabschnitt (Adresse 160 =) eingestellt, sind das die Parameter:

- 1116 **RE/RL(Z1)**,
- 1117 **XE/XL(Z1)** oder
- 1120 **KO (Z1)**,
- 1121 **PHI (KO(Z1))**.

Sind mehrere Leitungsabschnitte (Adresse 160 = ***2 Abschnitte*** oder ***3 Abschnitte***) eingestellt, müssen die folgenden Parameter eingestellt werden.

Für Leitungsabschnitt 1 sind es die Adressen:

- 6009 **A1: XE/XL**,
- 6010 **A1: RE/RL** oder
- 6011 **A1: KO**,
- 6012 **A1: PHI (KO)**.

Für Leitungsabschnitt 2 sind es die Adressen:

- 6029 **A2: XE/XL**,
- 6030 **A2: RE/RL** oder
- 6031 **A2: KO**,
- 6032 **A2: PHI (KO)**.

Für Leitungsabschnitt 3 sind es die Adressen:

- 6049 **A3: XE/XL**,
- 6050 **A3: RE/RL** oder
- 6051 **A3: KO**,
- 6052 **A3: PHI (KO)**.

Hinweis

Für die zweiseitige Fehlerortung müssen die Geräte an den beiden Enden mit den gleichen Daten parametriert sein, d.h. bei mehr als einem Leitungsabschnitt müssen die Werte für das Gerät B gespiegelt zu den Daten des Gerätes A parametriert werden. Für zwei Leitungstypen bedeutet das, dass der parametrierte Leitungsabschnitt 1 und 2 des Gerätes A, der Leitungsabschnitt 2 und 1 des Gerätes B sein muss.

Sind die Geräte korrekt parametriert, so wird die Meldung Nr 1111 „FO wirksam“ kommend abgesetzt.

Ist unter Adresse 160 = ***2 Abschnitte*** oder ***3 Abschnitte*** eingestellt, so muss für den ersten Leitungsabschnitt der Winkel der Leitungsimpedanz unter der Adresse 6001 **A1: PHI LTG.**, der Reaktanzbelag unter der Adresse 6002 **A1: X-BELAG** und der Kapazitätsbelag der Leitung unter der Adresse 6003 **A1: C-BELAG** parametriert werden. Unter der Adresse 6004 **A1: LTGS.LÄNGE** geben Sie die Länge Ihres Leitungsabschnittes an. Alle Werte beziehen sich auf die Einheit Kilometer. Wünschen Sie Meilen als Bezug, so kommen für Sie die Adressen 6002, 6003 und 6004 in Frage.

Den zentralen Leiter Ihrer Mastanordnung bestimmen Sie unter Adresse 6008 **A1: ZNTR.LEITER**. Mit der Einstellung 6008 = gehen Sie von einer symmetrischen Anordnung aus.

Für die Berücksichtigung des zweiten (A2) und dritten (A3) Leitungsabschnittes gehen Sie wie im vorherigen Absatz beschrieben vor. Die entsprechenden Parameter entnehmen Sie bitte der Tabelle 2-16.

Tabelle 2-16 Weitere Leitungsabschnittsparameter

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
6001	A1: PHI LTG.				A1: Winkel der Leitungsimpedanz
6002	A1: X-BELAG	1 A			A1: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/km
		5 A	0.0050-9.5000 Ω/km; ohne 0	0.1500 Ω/km	
		1 A			A1: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/Meile
		5 A	0.0050-15.0000 Ω/mi; ohne 0	0.2420 Ω/mi	
6003	A1: C-BELAG	1 A			A1: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5 A	0.000-100.000 µF/km; 0	0.010 µF/km	
		1 A			A1: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5 A	0.000-160.000 µF/mi; 0	0.016 µF/mi	
6004	A1: LTGS.LÄNGE				A1: Leitungslänge in Kilometern
					A1: Leitungslänge in Meilen
6008	A1: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3		A1: zentaler Leiter
6021	A2: PHI LTG.				A2: Winkel der Leitungsimpedanz
6022	A2: X-BELAG	1 A			A2: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/km
		5 A	0.0050-9.5000 Ω/km; ohne 0	0.1500 Ω/km	
		1 A			A2: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/Meile
		5 A	0.0050-15.0000 Ω/mi; ohne 0	0.2420 Ω/mi	
6023	A2: C-BELAG	1 A			A2: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5 A	0.000-100.000 µF/km; 0	0.010 µF/km	
		1 A			A2: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5 A	0.000-160.000 µF/mi; 0	0.016 µF/mi	
6024	A2: LTGS.LÄNGE				A2: Leitungslänge in Kilometern
					A2: Leitungslänge in Meilen
6028	A2: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3		A2: zentaler Leiter
6041	A3: PHI LTG.				A3: Winkel der Leitungsimpedanz
6042	A3: X-BELAG	1 A			A3: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/km
		5 A	0.0050-9.5000 Ω/km; ohne 0	0.1500 Ω/km	
		1 A			A3: Reaktanzbelag der Leitung: x' in Ω/Meile
		5 A	0.0050-15.0000 Ω/mi; ohne 0	0.2420 Ω/mi	
6043	A3: C-BELAG	1 A			A3: Kapazitätsbelag C' in µF/km
		5 A	0.000-100.000 µF/km; 0	0.010 µF/km	
		1 A			A3: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
		5 A	0.000-160.000 µF/mi; 0	0.016 µF/mi	

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
6044	A3: LTGS.LÄNGE				A3: Leitungslänge in Kilometern
					A3: Leitungslänge in Meilen
6048	A3: ZNTR.LEITER		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3		A3: zentaler Leiter

Wenn bei Doppelleitungen von der Parallelleitungskompensation Gebrauch gemacht werden soll, stellen Sie Adresse 3805 **PAR-KOMP** auf ***Ja*** (Voreinstellung für Geräte mit Parallelleitungskompensation). Weitere Voraussetzungen sind, dass

- der Erdstrom der Parallelleitung in richtiger Polarität an dem vierten Stromeingang I_4 angeschlossen ist und
- bei den Anlagendaten 1 (Abschnitt 2.1.2.1 unter „Stromanschluss“) das Stromwandlerverhältnis **I4/Iph WDL** (Adresse 221) richtig eingestellt ist und
- bei den Anlagendaten 1 (Abschnitt 2.1.2.1 unter „Stromanschluss“) der Parameter für den vierten Stromeingang **I4-WANDLER** auf ***Parallelleitung*** (Adresse 220) eingestellt ist und
- bei den allgemeinen Schutzdaten (Anlagendaten 2, Abschnitt 2.1.4.1) die Koppelwiderstände **RM**/**RL** und **XM**/**XL** (Adressen 1126 und 1127) richtig eingestellt wurden.

Wenn in geerdeten Netzen von der Lastkompensation bei einphasigem Fehler auf beidseitig gespeisten Leitungen Gebrauch gemacht werden soll, stellen Sie Adresse 3806 **LAST-KOMP** auf ***Ja*** ein. Wenn hohe Übergangswiderstände bei einphasigen Fehlern zu erwarten sind, z.B. bei Freileitungen ohne Erdseil oder ungünstigen Erdungsbedingungen der Masten, erhöht dies die Genauigkeit der Entfernungsberechnung.

Wenn Sie keine zweiseitige Fehlerortung wollen, so müssen Sie Adresse 3807 **ZWEISEITIG** = ***Aus*** setzen. Die Voreinstellung ist ***Ein***.

Wenn der Fehlerort über Binärausgänge im BCD-Code ausgegeben werden soll, stellen Sie unter Adresse 3811 **T BCD-AUSG. MAX** ein, wie lange die gültigen Daten maximal an den Ausgängen anstehen sollen. Bei einem erneuten Fehler werden die Daten sofort abgesteuert, auch wenn er vor Ablauf dieser Zeit eintritt. Wenn Sie eine längere Zeit für die Ausgabe wünschen, rangieren Sie die entsprechenden Ausgangsrelais als gespeichert. Die Daten bleiben dann nach einem Fehler so lange anstehen, bis die Speicher zurückgesetzt werden oder ein erneuter Fehler registriert wird.

2.20.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3802	START	Anregung Auskommando	Anregung	Start der Fehlerortung mit
3805	PAR-KOMP	Nein Ja	Ja	Parallelleitungskompensation
3806	LAST-KOMP	Nein Ja	Nein	Lastkompensation
3807	ZWEISEITIG	Ein Aus	Ein	zweiseitige Fehlerortung
3811	T BCD-AUSG. MAX	0.10 .. 180.00 s	0.30 s	Max. Ausgabezeit für Fehlerdistanz (BCD)

2.20.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1111	FO wirksam	AM	Fehlerorter wirksam
1114	Rpri =	WM	R (primär)
1115	Xpri =	WM	X (primär)
1117	Rsek =	WM	R (sekundär)
1118	Xsek =	WM	X (sekundär)
1119	d =	WM	Fehlerdistanz
1120	d[%] =	WM	Fehlerdistanz [%]
1122	d =	WM	Fehlerdistanz
1123	FO Schleife L1E	AM_W	Fehlerorter Schleife L1E
1124	FO Schleife L2E	AM_W	Fehlerorter Schleife L2E
1125	FO Schleife L3E	AM_W	Fehlerorter Schleife L3E
1126	FO Schleife L12	AM_W	Fehlerorter Schleife L12
1127	FO Schleife L23	AM_W	Fehlerorter Schleife L23
1128	FO Schleife L31	AM_W	Fehlerorter Schleife L31
1131	RFpri=	WM	Fehlerresistanz (primär)
1132	FO ungültig	AM	Fehlerorter kann keine Werte berechnen
1133	FO Feh.K0(Z1)	AM	Fehlerorter Einstellfehler K0, PHI (Z1)
1134	FO zweiseitig	AM_W	Fehlerorter zweiseitig
1143	d [1%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [1%]
1144	d [2%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [2%]
1145	d [4%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [4%]
1146	d [8%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [8%]
1147	d [10%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [10%]
1148	d [20%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [20%]
1149	d [40%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [40%]
1150	d [80%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [80%]
1151	d [100%]	AM	Fehlerdistanz in BCD [100%]
1152	d Freigabe	AM	Fehlerdistanz BCD Freigabe

2.21 Leistungsschalter-Versagerschutz

Der Leistungsschalter-Versagerschutz dient der schnellen Reserveabschaltung, wenn im Falle eines Auslösekommandos von einer Schutzfunktion der örtliche Leistungsschalter versagt.

2.21.1 Funktionsbeschreibung

Allgemeines

Wird z.B. vom Kurzschlussschutz eines Abzweiges ein Auslösekommando an den Leistungsschalter abgegeben, so wird dieses gleichzeitig an den Leistungsschalter-Versagerschutz gemeldet (Bild 2-175). In diesem wird eine Zeitstufe T-SVS gestartet. Die Zeitstufe läuft so lange, wie ein Auslösekommando des Schutzes ansteht und der Strom über den Leistungsschalter fließt.

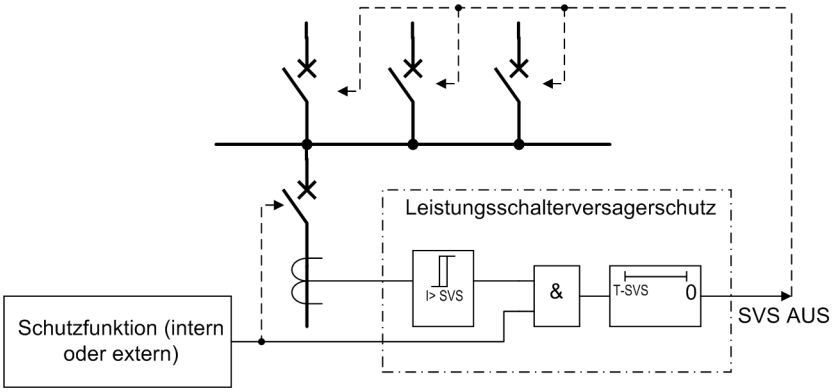


Bild 2-175 Vereinfachtes Funktionsschema Leistungsschalter-Versagerschutz mit Stromflussüberwachung

Bei störungsfreiem Verlauf wird der Leistungsschalter den Fehlerstrom abschalten und folglich den Stromfluss unterbrechen. Die Stromgrenzwertstufe fällt sehr schnell zurück (typisch 10 ms) und verhindert den weiteren Ablauf der Zeitstufe T-SVS.

Wird das Auslösekommando des Schutzes nicht ausgeführt (Leistungsschalter-Versager-Fall), so fließt der Strom weiter und die Zeitstufe kommt zum Ablauf. Nun erteilt der Leistungsschalter-Versagerschutz seinerseits ein Auslösekommando, das die umliegenden Leistungsschalter zum Abschalten des Fehlerstromes bringt.

Die Rückfallzeit des Abzweigschutzes spielt hierbei keine Rolle, da die Stromflussüberwachung des Leistungsschalter-Versagerschutzes selbsttätig die Unterbrechung des Stromes erkennt.

Bei Schutzrelais, deren Auslösekriterien nicht mit dem Fließen eines erfassbaren Stromes verbunden sind (z.B. Buchholzschutz), ist der Stromfluss kein zuverlässiges Merkmal für die ordnungsgemäße Funktion des Leistungsschalters. Für solche Fälle kann die Leistungsschalter-Stellung von den Leistungsschalter-Hilfskontakten gemeldet werden. Hier werden also statt des Stromflusses die Leistungsschalter-Hilfskontakte abgefragt (Bild 2-176). Dazu muss die Position der Leistungsschalter-Hilfskontakte über Binäreingänge an das Gerät geführt sein (siehe auch Abschnitt 2.24.1).

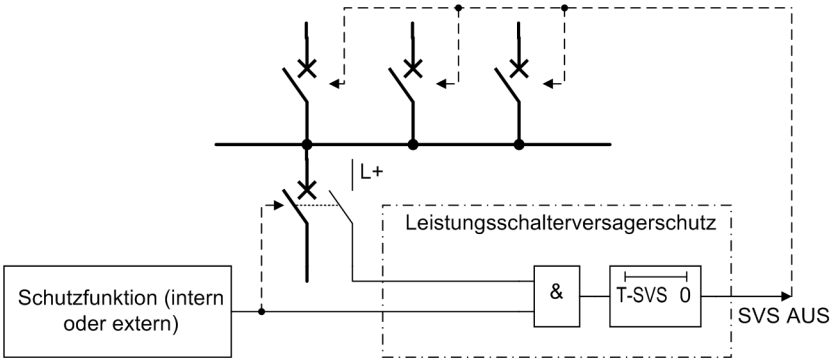


Bild 2-176 Vereinfachtes Funktionsschema Leistungsschalter-Versagerschutz mit Steuerung vom Leistungsschalter-Hilfskontakt

Überwachung des Stromflusses

Jeder der Leiterströme und ein Plausibilitätsstrom (siehe unten) werden durch numerische Filter so gefiltert, dass nur die Grundschwingung bewertet wird.

Besondere Maßnahmen sind für die Erkennung des Abschaltzeitpunktes getroffen. Bei sinusförmigen Strömen wird die Stromunterbrechung nach ca. 10 ms erkannt. Bei aperiodischen Gleichstromgliedern im Kurzschlussstrom und nach dem Abschalten (z.B. bei Stromwandlern mit linearisiertem Kern) oder wenn die Stromwandler durch das Gleichstromglied im Kurzschlussstrom in Sättigung gehen, kann es eine Periode dauern, bis das Verschwinden des Primärstromes zuverlässig erkannt ist.

Die Ströme werden überwacht und mit dem eingestellten Grenzwert verglichen. Außer den drei Leiterströmen sind noch zwei weitere Stromschwellen vorgesehen, die eine Plausibilität ermöglichen. Für diese Plausibilitätsprüfung kann bei entsprechender Projektierung ein separater Schwellwert verwendet werden (siehe Bild 2-177).

Als Plausibilitätsstrom wird vorzugsweise der Erdstrom I_E ($3 \cdot I_0$) verwendet. Sofern der Erdstrom vom Sternpunkt des Stromwandlersatzes an das Gerät angeschlossen ist, wird dieser verwendet. Anderenfalls wird er vom Gerät aus den Phasenströmen errechnet:

$$3 \cdot \underline{I}_0 = \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3}$$

Als Plausibilitätsstrom wird weiterhin der vom 7SD5 errechnete dreifache Gegensystemstrom $3 \cdot I_2$ verwendet. Dieser errechnet sich nach seiner Definitionsgleichung

$$3 \cdot \underline{I}_2 = \underline{I}_{L1} + \underline{a}^2 \cdot \underline{I}_{L2} + \underline{a} \cdot \underline{I}_{L3}$$

mit

$$\underline{a} = e^{j120°}.$$

Die Plausibilitätsströme haben auf die Grundfunktion des Leistungsschalter-Versagerschutzes zwar keinen Einfluss, erlauben aber eine Kontrolle, dass in jedem Fehlerfall mindesten zwei Stromschwellen überschritten werden müssen, bevor es zum Start einer Verzögerungszeit kommen kann.

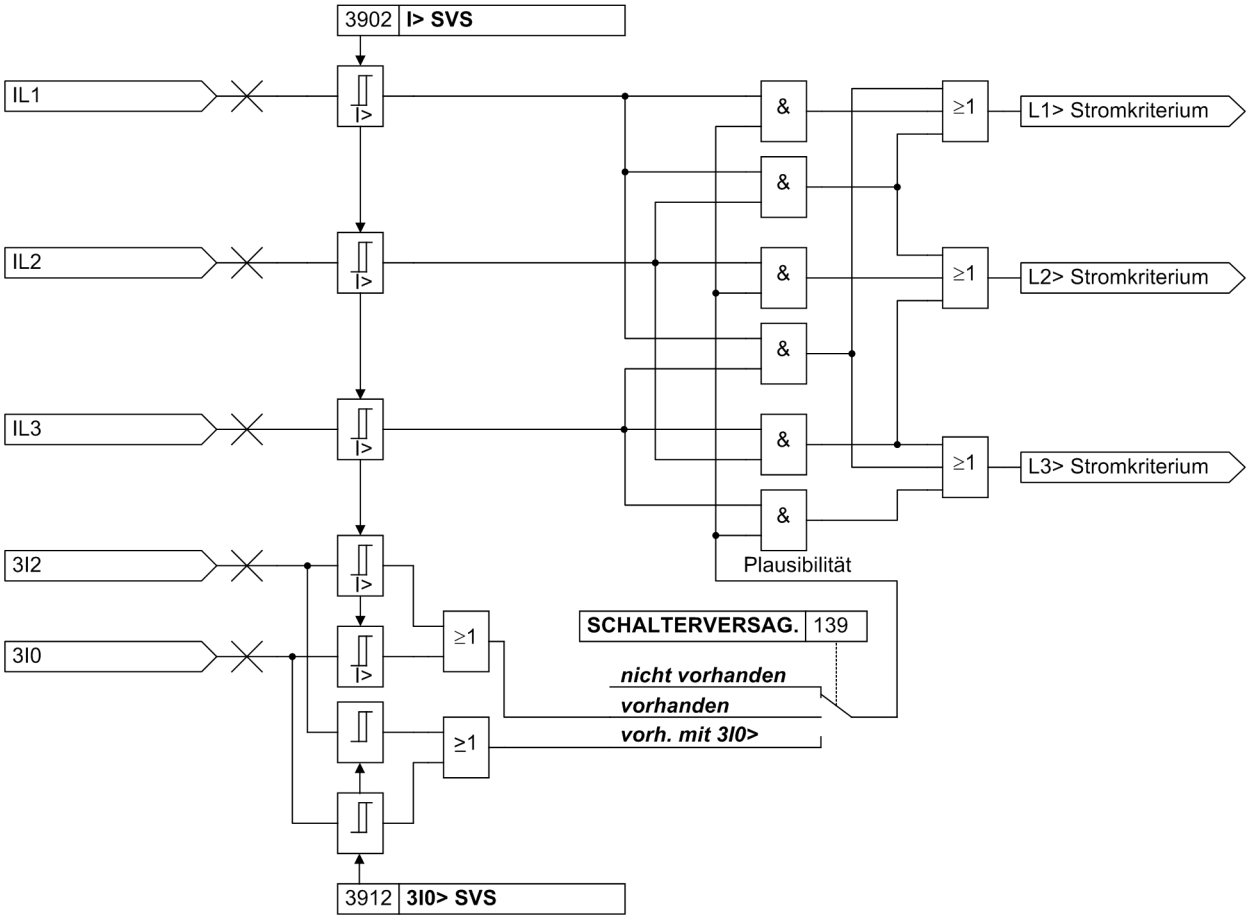


Bild 2-177 Stromflussüberwachung mit den Plausibilitätsströmen $3{\cdot}I_0$ und $3{\cdot}I_2$

Überwachung der Leistungsschalter-Hilfskontakte

Die Stellung des Leistungsschalters wird dem Schalterversagerschutz von der zentralen Funktionssteuerung (siehe Abschnitt 2.24.1) mitgeteilt. Die Auswertung der Hilfskontakte findet im Leistungsschalter-Versagerschutz nur dann statt, wenn kein Strom oberhalb des für die Stromflussüberwachung eingestellten Wertes fließt. Hat bei Schutz-Auslösung das Stromflusskriterium angesprochen, so wird ausschließlich das Ende des Stromflusses als Öffnen des Leistungsschalters interpretiert, auch wenn vom Hilfskontakt (noch) kein geöffneter Leistungsschalter gemeldet wird (Bild 2-178). Dies gibt dem zuverlässigeren Stromflusskriterium den Vorzug und vermeidet Überfunktion infolge eines Defekts, z.B. in der Hilfskontaktmechanik. Diese Verriegelung gilt sowohl für jede individuelle Phase als auch für 3-polige Auslösung.

Es ist auch möglich, auf das Hilfskontaktkriterium ganz zu verzichten. Wenn der Parameterschalter **KRITER. HIKO** (Bild 2-180 oben) auf ***Nein*** gestellt wird, ist ein Start des Schalterversagerschutzes nur möglich, wenn Stromfluss erkannt wird. Die Position der Hilfskontakte wird dann nicht abgefragt auch wenn die Hilfskontakte über Binäreingänge mit dem Gerät verbunden sind.

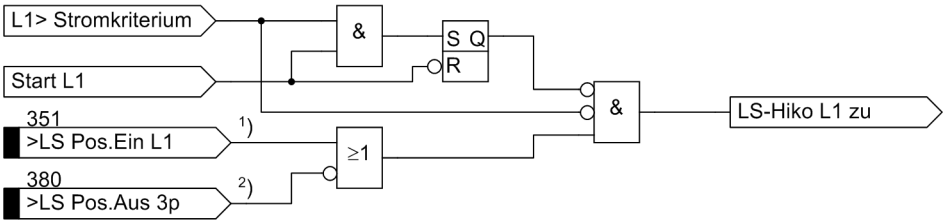


Bild 2-178 Verriegelung des Hilfskontaktkriteriums - Beispiel für Phase L1

[1]) wenn Hilfskontakte phasengetrennt verfügbar

[2]) wenn Reihenschaltung der Öffner verfügbar

Andererseits kann die Reaktion des Leistungsschalters bei stromschwachen Fehlern, die nicht zum Ansprechen der Stromflussüberwachung führen (z.B. bei Auslösung durch Buchholzschutz), ausschließlich durch Informationen über die Stellung seiner Hilfskontakte kontrolliert werden. Hierzu dient der binäre Eingang „>SVS STARTohneI“ Nr 1439 (Bild 2-180 links). Dieser startet auch dann den Schalterversagerschutz, wenn kein Stromkriterium erfüllt ist.

Phasengemeinsamer Anwurf

Der phasengemeinsame Anwurf wird verwendet in Netzen mit ausschließlich 3-poliger Auslösung, bei Transformatorabzweigen oder bei Auslösung durch einen Sammelschienenschutz. Bei 7SD5 ist er die einzige Anwurfart, wenn das Gerät in der Variante für ausschließlich 3-polige Auslösung vorliegt.

Wenn der Schalterversagerschutz von weiteren externen Schutzeinrichtungen angeworfen wird, soll der Anwurf aus Sicherheitsgründen nur erfolgen, wenn mindestens zwei Binäreingaben angesteuert sind. Daher wird empfohlen, außer dem Auslösekommando des externen Schutzes an die Binäreingabe „>SVS START 3pol“ Nr 1415 auch die Generalanregung an die Binäreingabe „>SVS Freigabe“ Nr 1432 anzuschließen. Beim Buchholzschutz wird ebenfalls empfohlen, beide Eingänge über getrennte Adernpaare anzuschließen.

Falls in Ausnahmefällen kein getrenntes Freigabesignal zur Verfügung steht, kann der Anwurf von extern auch einkanalig erfolgen. Das Signal „>SVS Freigabe“ (Nr 1432) darf dann nicht rangiert werden.

Bild 2-180 zeigt die prinzipielle Funktion. Wenn ein Auslösekommando einer internen oder externen Schutzfunktion erscheint und mindestens ein Stromkriterium gemäß Bild 2-177 vorliegt, erfolgt der Anwurf und damit der Start der entsprechenden Verzögerungszeit(en).

Ist für keine Phase das Stromkriterium erfüllt, kann nach Bild 2-179 der Leistungsschalter-Hilfskontakt abgefragt werden. Bei 1-poliger Steuermöglichkeit ist die Reihenschaltung der Öffner der Hilfskontakte maßgebend (alle drei Öffner geschlossen, wenn alle drei Pole offen). Denn nach einem 3-poligen Auslösekommando hat der Leistungsschalter nur dann ordnungsgemäß gearbeitet, wenn über keinen Pol mehr Strom fließt bzw. alle drei Öffner der Hilfskontakte geschlossen sind.

Bild 2-179 zeigt die Entstehung des internen Signals „LS-Hiko ≥1p zu“ (siehe Bild 2-180 links), wenn mindestens ein Schalterpol geschlossen ist.

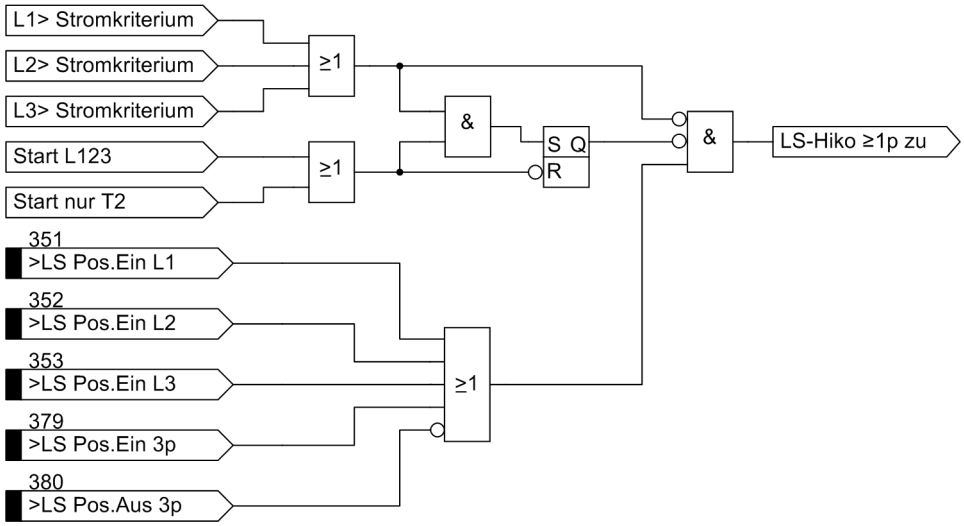


Bild 2-179 Entstehung des Signals „LS-Hiko ≥1p zu“

Wenn eine Schutzfunktion oder externe Schutzeinrichtung auslöst, deren Arbeitsweise nicht unbedingt mit einem Stromfluss einher geht, geht dies intern über den Eingang „Start intern ohne I“ bei Auslösung durch den internen Spannungsschutz oder Frequenzschutz bzw. von einem externen Schutz über die Binäreingabe „>SVS STARTohneI“. In diesem Fall wird der Anwurf solange gehalten, bis das Hilfskontaktkriterium den Leistungsschalter als offen meldet.

Der Anwurf kann über eine Binäreingabe „>SVS block.“ blockiert werden (z.B. während einer Prüfung des Abzweigschutzes).

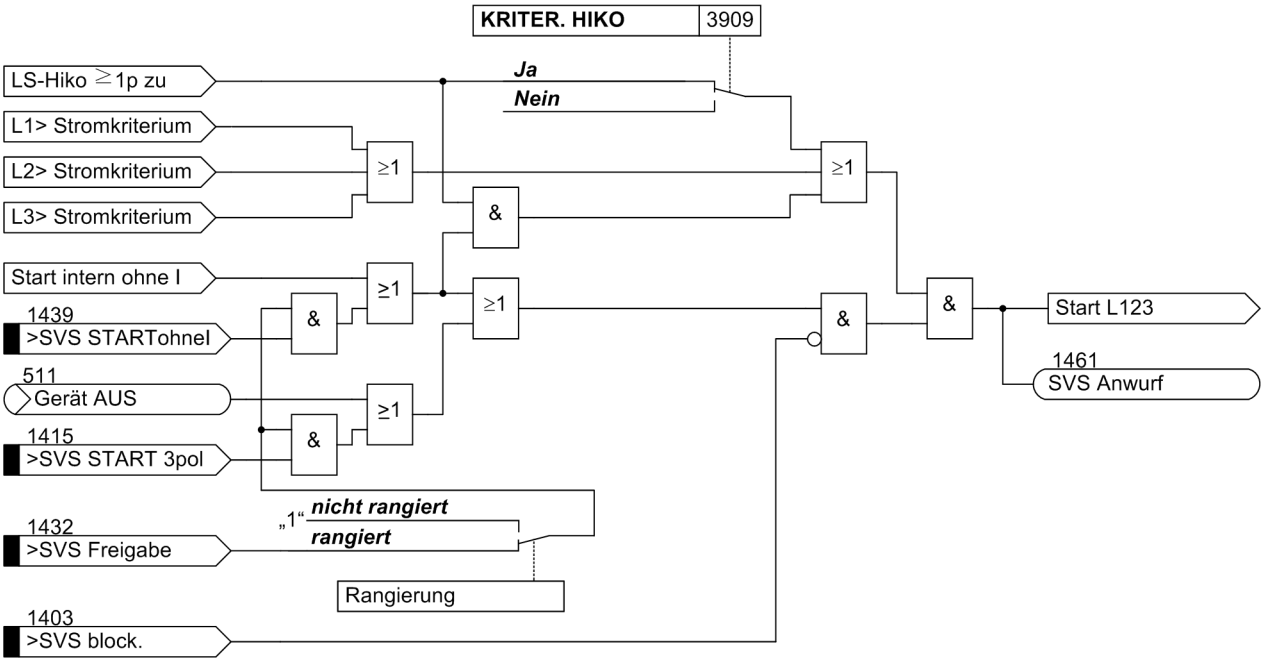


Bild 2-180 Schalterversagerschutz mit phasengemeinsamem Anwurf

Phasengetrennter Anwurf

Der phasengetrennte Anwurf ist immer dann erforderlich, wenn die Schalterpole einzeln angesteuert werden, also z.B. bei Verwendung von 1-poliger Auslösung mit Wiedereinschaltung. Hierzu muss das Gerät für 1-polige Auslösung geeignet sein.

Wenn der Schalterversagerschutz von weiteren externen Schutzeinrichtungen angeworfen wird, soll der Anwurf aus Sicherheitsgründen nur erfolgen, wenn mindestens 2 Binäreingaben angesteuert sind. Daher wird empfohlen, außer den drei Auslösekommandos des externen Schutzes an die Binäreingaben „>SVS Start L1“, „>SVS Start L2“ und „>SVS Start L3“ auch z.B. die Generalanregung an die Binäreingabe „>SVS Freigabe“ anzuschließen. Bild 2-181 zeigt diesen Anschluss.

Falls in Ausnahmefällen kein getrenntes Freigabesignal zur Verfügung steht, kann der Anwurf von extern auch einkanalig erfolgen. Das Signal „>SVS Freigabe“ darf dann nicht rangiert werden.

Wenn das externe Schutzgerät kein Generalanregesignal hat, kann statt dessen auch ein generelles Auslösesignal oder die Parallelschaltung eines zweiten Satzes von Auslösekontakten (siehe Bild 2-182) verwendet werden.

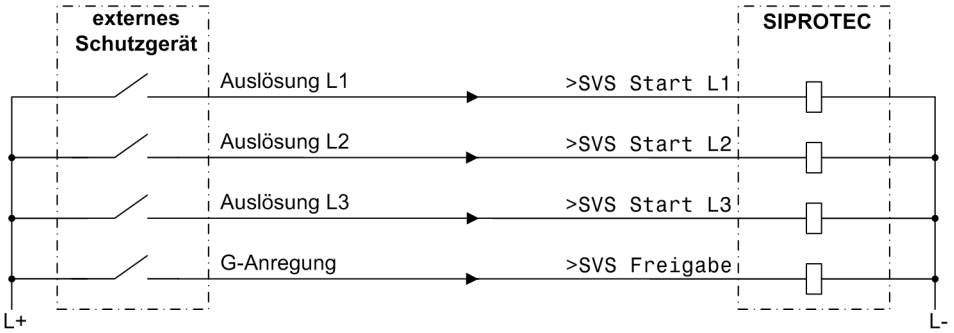


Bild 2-181 Schalterversagerschutz mit phasengetrenntem Anwurf — Beispiel für Anwurf von externem Schutzgerät mit Freigabe durch Generalanregung

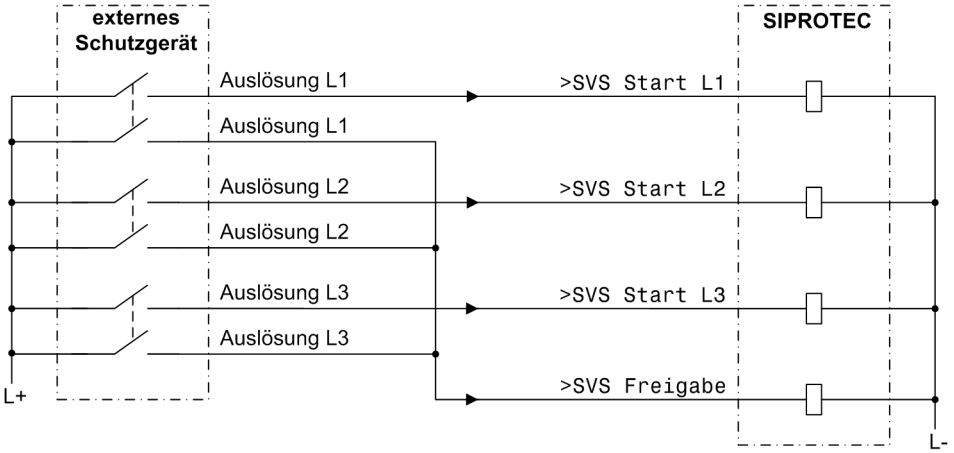


Bild 2-182 Schalterversagerschutz mit phasengetrenntem Anwurf — Beispiel für Anwurf von externem Schutzgerät mit Freigabe durch einen getrennten Satz Auslösekontakte

Die Logik der Startbedingungen für die Verzögerungszeit(en) ist prinzipiell so aufgebaut wie beim phasengemeinsamen Anwurf, nur, dass diese Logik für jede Phase getrennt aufgebaut ist (Bild 2-183). Damit werden der Strom und die Anwurfbedingungen für jeden Schalterpol erfasst; auch während einer 1-poligen Kurzunterbrechung wird so zuverlässig nur der ausgelöste Schalterpol auf Stromunterbrechung überwacht.

Der Anwurf für eine einzelne Phase, z.B. „Start nur L1“, ist nur dann gültig, wenn das Startsignal (= Auslösesignal des Abzweigschutzes) für genau diese Phase erscheint und das Stromkriterium für mindestens diese Phase erfüllt ist. Ist dieses nicht erfüllt, kann nach Bild 2-178 der Leistungsschalter-Hilfskontakt abgefragt werden – sofern parametriert (**`KRITER. HIKO`** = ***Ja***).

Das Hilfskontaktkriterium wird ebenfalls je Pol verarbeitet. Sind die Hilfskontakte nicht pro Schalterpol verfügbar, gilt ein 1-poliger Auslösebefehl nur dann als ausgeführt, wenn die Reihenschaltung der Schließer der Hilfskontakte unterbrochen ist. Dies wird von der zentralen Funktionssteuerung (siehe auch Abschnitt 2.24.1) mitgeteilt.

Wenn Startsignale von mehr als einer Phase vorliegen, wird der phasengemeinsame Anwurf „Start L123“ verwendet. Dieser blockiert die Anwurfsignale für die einzelnen Phasen. Ebenso arbeitet der Start ohne Stromfluss (z.B. vom Buchholzschutz) nur 3-phasig. Die Funktion ist prinzipiell wie beim phasengemeinsamen Anwurf.

Das zusätzliche Freigabesignal „`>SVS Freigabe`“ (sofern rangiert) wirkt auf alle externen Anwurfbedingungen. Der Anwurf kann über eine Binäreingabe „`>SVS block.`“ blockiert werden (z.B. während einer Prüfung des Abzweigschutzes).

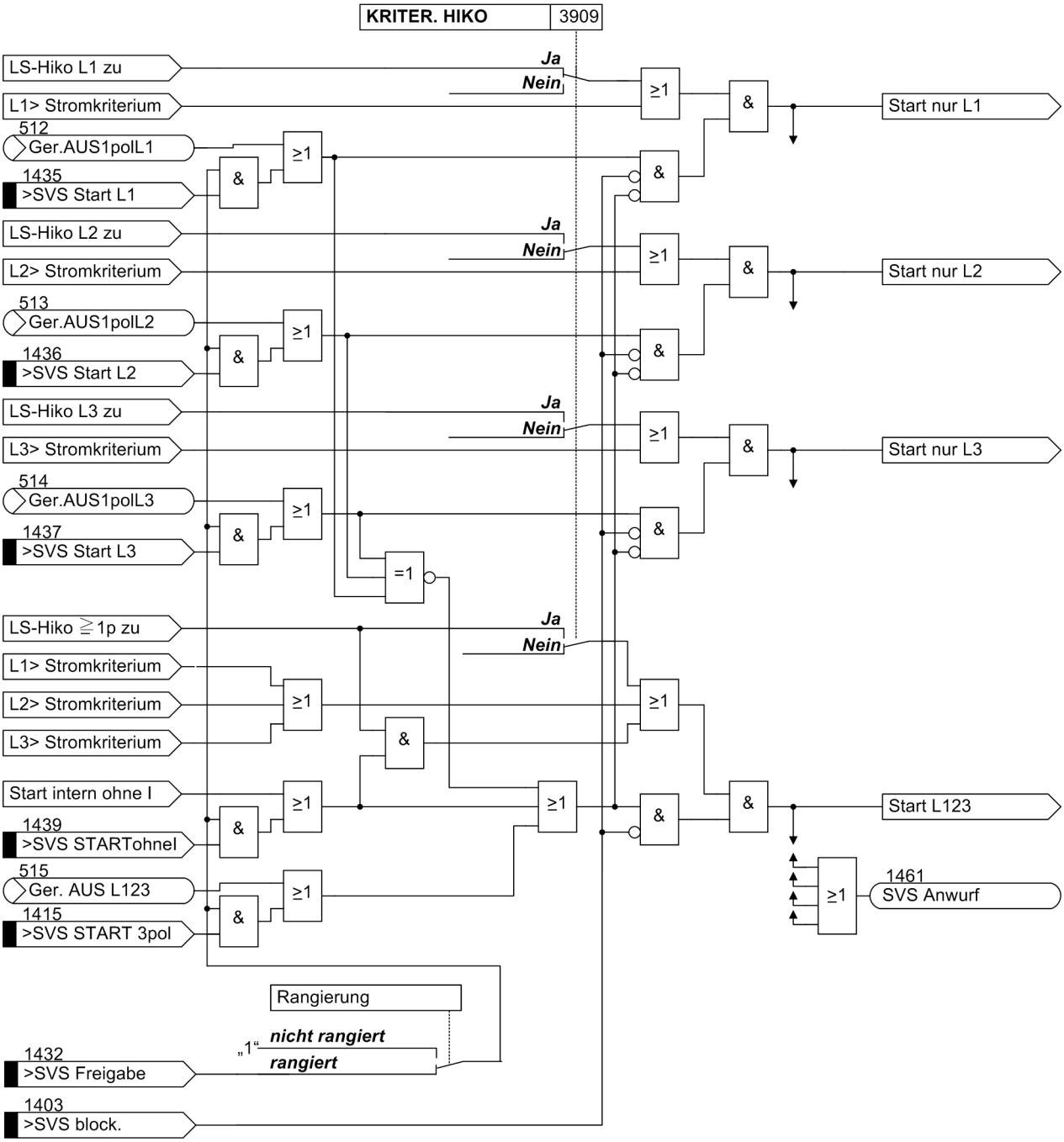


Bild 2-183 Anwurfbedingungen bei 1-poligen Auslösekommandos

Verzögerungszeiten

Wenn die Anwurfbedingungen erfüllt sind, werden die zugeordneten Verzögerungszeiten gestartet, innerhalb derer der Leistungsschalter geöffnet haben muss.

Für 1-poligen und 3-poligen Anwurf sind unterschiedliche Verzögerungszeiten möglich. Eine weitere Verzögerungszeit kann für zweistufigen Schutz verwendet werden.

Bei einstufigem Schalterversagerschutz wird das Auslösekommando im Fall eines Schalterversagers auf die umliegenden Schalter gegeben, damit diese den Fehlerstrom unterbrechen (Bild 2-175 bzw. Bild 2-176). Umliegende Schalter sind die der Sammelschiene oder des Sammelschienenabschnittes, mit dem der betrachtete Abzweig verbunden ist. Die möglichen Anwurfbedingungen sind die oben besprochenen. Je nach Möglichkeiten des Abzweigschutzes können phasengemeinsame oder phasengetrennte Anwurfbedingungen vorliegen. Die Auslösung durch den Schalterversagerschutz ist stets 3-polig.

Im einfachsten Fall wird die Verzögerungszeit **T2** verwendet (Bild 2-184). Die phasengerechten Anwurfsignale entfallen, wenn die anwerfenden Schutzfunktionen nur 3-polig auslösen können oder die Schalterpole nicht einzeln gesteuert werden können.

Sollen bei 3-poliger Auslösung der anwerfenden Schutzfunktionen kürzere Verzögerungszeiten als bei 1-poliger Auslösung erreicht werden, so verwenden Sie die Verzögerungszeiten **T1 3P0L** und **T1 1P0L** nach Bild 2-185.

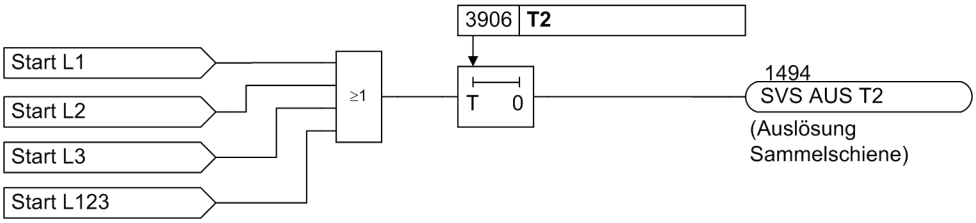


Bild 2-184 1-stufiger Schalterversagerschutz mit phasengemeinsamem Anwurf

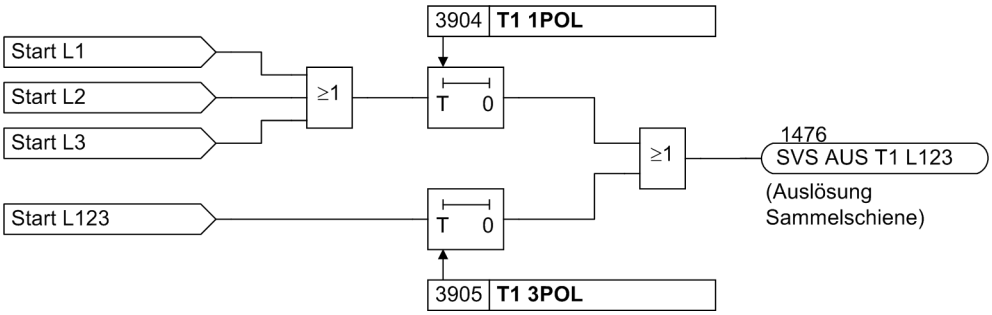


Bild 2-185 1-stufiger Schalterversagerschutz mit unterschiedlichen Verzögerungszeiten

Bei zweistufigem Schalterversagerschutz werden normalerweise die Auslösekommandos vom Abzweigschutz in einer ersten Stufe des Schalterversagerschutzes auf den Abzweigleistungsschalter wiederholt, meist auf einen zweiten Satz Auslösespulen. Erst wenn der Schalter auf diese Auslösewiederholung nicht reagiert, werden in einer zweiten Stufe die umliegenden Leistungsschalter ausgelöst.

Für die erste Stufe kann bei 1-poliger Auslösung durch den anwerfenden Schutz eine längere Verzögerung **T1 1P0L** eingestellt werden als für 3-polige Auslösung. Außerdem kann durch Einstellung bestimmt werden (Parameter **AUS 1P0L (T1)**), ob nach Ablauf der ersten Stufe eine phasengerechte 1-polige Auslösung durch den Schalterversagerschutz erfolgt oder stets eine 3-polige. Bei mehrpoliger Auslösung des Abzweigschutzes werden **T1 1P0L** und **T1 3P0L** parallel gestartet. Mit **T1 3P0L** kann also die Auslösung des Schalterversagerschutzes gegenüber **T1 1P0L** beschleunigt werden.

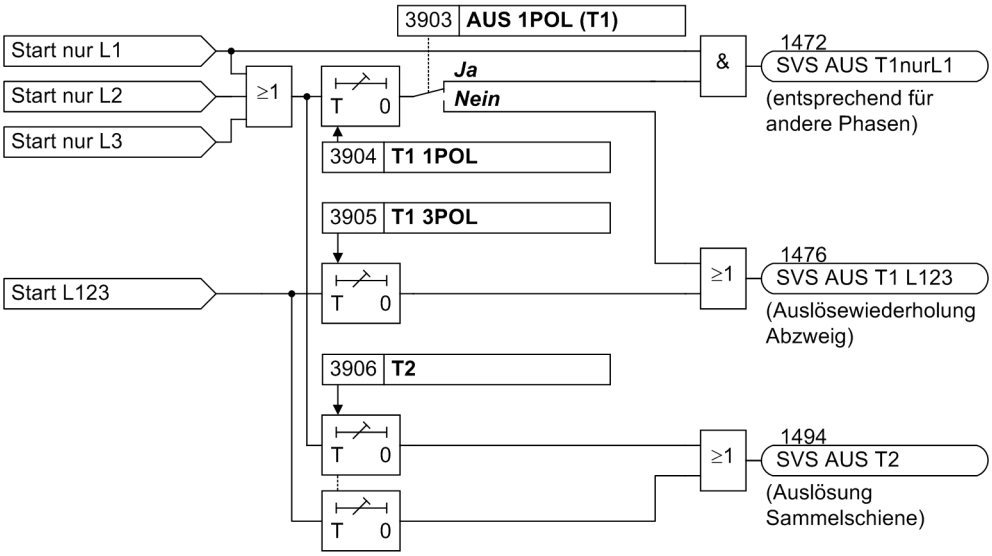


Bild 2-186 2-stufiger Schalterversagerschutz mit phasengetrenntem Anwurf

Wenn der Leistungsschalter gestört ist

Es sind Fälle denkbar, wo von vorn herein klar ist, dass der dem Abzweigschutz zugeordnete Leistungsschalter den Kurzschluss nicht klären kann, z.B. wenn die Auslösespannung oder die Ausschaltenergie fehlt.

In diesem Fall ist es nicht nötig, dass die Reaktion des Leistungsschalters erst abgewartet wird. Ist ein Kriterium verfügbar, das die Nichtbereitschaft des Leistungsschalters meldet (z.B. Spannungswächter, Druckluftwächter), so kann dieses auf die Binäreingabe „>LS Störung“ des 7SD5 gegeben werden. In diesem Fall wird bei Auftreten einer Startbedingung die Zeitstufe **T3 LS STOER** wirksam (siehe Bild 2-187), die normalerweise zu Null eingestellt wird. Dadurch werden bei gestörtem Leistungsschalter sofort die umliegenden Leistungsschalter ausgelöst.

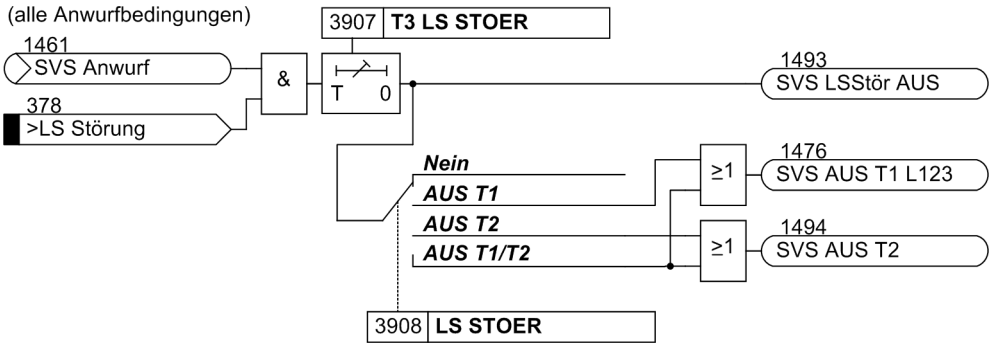


Bild 2-187 Leistungsschalter gestört

Auslösung des Leistungsschalters am Gegenende

Beim Versagen des örtlichen Abzweig-Leistungsschalters soll häufig auch das Ausschalten des Leistungsschalters am Gegenende der Leitung bewirkt werden. Hierzu ist die Übertragung des Kommandos erforderlich.

Bei 7SD5 wird das entsprechende Kommando – meist das, welches die Auslösung der umliegenden Leistungsschalter bewirkt – auf die Binäreingabe für die Mitnahme gegeben. Dies kann durch externe Verdrahtung geschehen: Der Kommandoausgang wird mit dem Mitnahmeeingang „> Mitnahme 3pol“ (Nr 3504) verbunden (siehe auch Abschnitt 2.4). Einfacher ist es, das Kommando über die anwenderdefinierbare Logik (CFC) auf den Mitnahmeeingang zu koppeln.

Endfehlerschutz

Unter Endfehler wird ein Kurzschluss an einem Ende einer Leitung oder eines Schutzobjektes verstanden, der zwischen Leistungsschalter und Stromwandler aufgetreten ist.

Bild 2-188 zeigt die Situation. Der Fehler liegt – vom Stromwandler (= Messstelle) aus gesehen – auf der Sammelschienenseite, wird also vom Abzweigschutz nicht als Fehler auf dem Abzweig erkannt. Er kann daher nur von einer Rückwärtsstufe des Abzweigschutzes oder vom Sammelschienenschutz erkannt werden. Ein Auslösekommando auf den Abzweig-Leistungsschalter klärt jedoch den Fehler nicht, da er vom Gegenende weiter gespeist wird. Der Fehlerstrom hört also nicht auf zu fließen, obwohl der Abzweig-Leistungsschalter den ihm erteilten Auslösebefehl richtig ausgeführt hat.

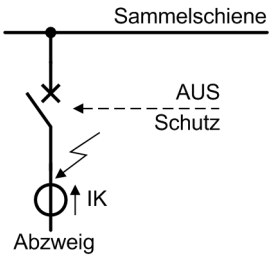


Bild 2-188 Endfehler zwischen Leistungsschalter und Stromwandler

Die Aufgabe des Endfehlerschutzes besteht darin, diesen Zustand zu erkennen und einen Auslösebefehl an das Gegenende der Leitung zu senden. Hierzu dient das Kommando „SVS AUS End“ (Nr 1495), das – ggf. zusammen mit anderen Signalen für die Auslösung am Gegenende – dem Mitnahmeeingang des Differentialschutzes zugeführt wird. Dies kann durch externe Verdrahtung oder über die anwenderdefinierbare Logik (CFC) geschehen.

Der Endfehler wird vom Endfehlerschutz dadurch erkannt, dass ein Stromfluss registriert wird, obwohl die Leistungsschalter-Hilfskontakte melden, dass der Leistungsschalter offen ist. Als zusätzliches Kriterium wird der Anwurf des Schalterversagerschutzes ausgewertet. Bild 2-189 zeigt das Funktionsprinzip. Wenn der Schalterversagerschutz angeworfen ist und Stromfluss registriert wird (Stromkriterien „L*> Stromkriterium“ gemäß Bild 2-177), aber kein Leistungsschalterpol geschlossen ist (Hilfskontaktkriterium „ ≥ 1 Pol geschlossen“ steht nicht an), wird eine Zeit **T END FEHLER** gestartet, nach deren Ablauf ein Auslösekommando zum Gegenende abgesetzt wird.

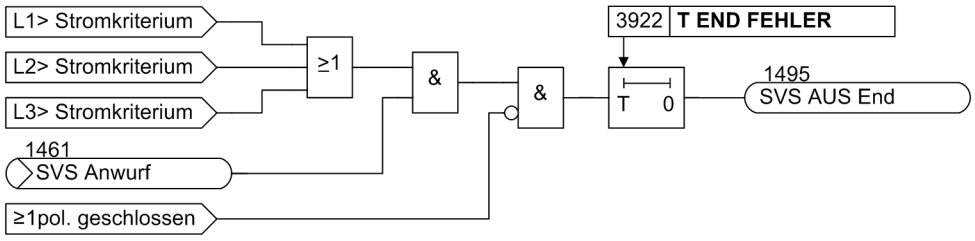


Bild 2-189 Funktionsschema des Endfehlerschutz

Schalterpol-Gleichlaufüberwachung

Diese Funktion überwacht den Gleichlauf der drei Leistungsschalterpole. Im stationären Betriebszustand müssen entweder alle drei Pole geöffnet oder alle drei Pole geschlossen sein. Lediglich nach 1-poliger Abschaltung vor automatischer Wiedereinschaltung darf für kurze Zeit ein einzelner Pol offen sein.

Bild 2-190 zeigt das Funktionsschema. Die verarbeiteten Signale wurden bereits für den Leistungsschalter-Versagerschutz benötigt. Die Bedingung für einen Ungleichlauf der Schalterpole ist, dass mindestens ein Pol geschlossen hat („ ≥ 1 Pol geschlossen“) und nicht alle drei Pole geschlossen sind („ ≥ 1 Pol offen“).

Zusätzlich werden noch die Stromflusskriterien (aus Bild 2-177) abgefragt. Die Gleichlaufüberwachung tritt nur in Tätigkeit, wenn nicht über alle drei Pole Strom fließt, d.h. über nur einen oder zwei Schalterpole. Im Fall dreier Ströme müssen nämlich alle drei Pole geschlossen sein, auch wenn die Hilfskontakte etwas anderes melden.

Die Erkennung der Ungleichheit der Schalterpole wird phasenselektiv als „Anregung“ gemeldet. Damit wird der Pol identifiziert, der vor der Auslösung durch die Gleichlaufüberwachung offen war.

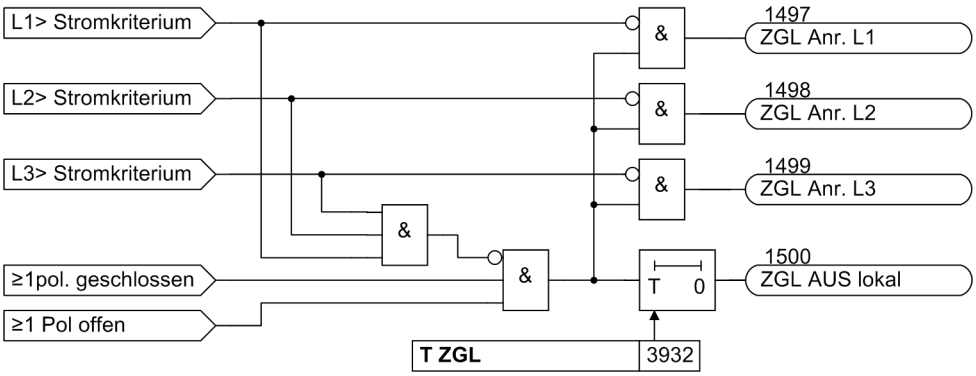


Bild 2-190 Funktionsschema der Schalterpol-Gleichlaufüberwachung

2.21.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Der Leistungsschalter-Versagerschutz einschließlich seiner Zusatzfunktionen (Endfehlerschutz, Gleichlaufüberwachung) kann nur arbeiten, wenn er bei der Projektierung des Geräteumfangs (Adresse 139 **SCHALTERVERSAG.**) als ***vorhanden*** oder ***vorh. mit 3I0>*** eingestellt wurde.

Schalterversagerschutz

Unter Adresse 3901 **SCHALTERV.** wird der Schalterversagerschutz ***Ein***- oder ***Aus*** geschaltet.

Die Einstellung der Stromansprechschwelle **I> SVS** (Adresse 3902) ist so zu wählen, dass die Stromflussüberwachung noch beim kleinsten zu erwartenden Kurzschlussstrom anspricht. Dazu sollte der Wert mindestens 10 % unterhalb des minimalen Kurzschlussstromes eingestellt werden. Der Ansprechwert sollte aber auch nicht niedriger als nötig gewählt werden.

Ist der Schalterversagerschutz mit Nullstromschwelle parametriert (Adresse 139 = ***vorh. mit 3I0>***), so kann die Ansprechschwelle für den Nullstrom **3I0> SVS** (Adresse 3912) unabhängig von **I> SVS** eingestellt werden.

Normalerweise wertet der Schalterversagerschutz sowohl das Stromflusskriterium als auch die Position der Schalter-Hilfskontakte aus. Sind keine Hilfskontakte des Leistungsschalters verfügbar, können sie auch nicht ausgewertet werden. In diesem Fall stellen Sie Adresse 3909 **KRITER. HIKO** auf ***Nein***.

Zweistufiger Schalterversagerschutz

Bei zweistufigem Betrieb wird das Auslösekommando nach Ablauf einer Wartezeit T1 auf den lokalen Abzweig-Leistungsschalter wiederholt, normalerweise auf einen getrennten Satz von Auslösespulen des Abzweigschalters. Bei 1-poliger Auslösung durch eine Schutzfunktion kann diese Auslösewiederholung 1-polig sein, vorausgesetzt, das Gerät und die anwerfende Schutzfunktion sind für 1-polige Auslösung geeignet. Stellen Sie Adresse 3903 **AUS 1POL (T1)** auf ***Ja***, wenn die erste Stufe 1-polig auslösen soll, ansonsten auf ***Nein***.

Reagiert der Leistungsschalter nicht auf die Auslösewiederholung, werden nach T2 die umliegenden Leistungsschalter ausgelöst, d.h. die der Sammelschiene oder des betroffenen Sammelschienenabschnitts, und ggf. auch der Leistungsschalter am Gegenende, sofern der Fehler noch nicht beseitigt ist.

Die Verzögerungszeiten können separat eingestellt werden

- für 1- oder 3-polige Auslösewiederholung auf den lokalen Schalter nach einem **1**-poligen Auslösekommando des Abzweigschutzes **T1 1POL** (Adresse 3904),
- für 3-polige Auslösewiederholung auf den lokalen Schalter nach einem **3**-poligen Auslösekommando des Abzweigschutzes **T1 3POL** (Adresse 3905),
- für die Auslösung der umliegenden Leistungsschalter (Sammelschiene und ggf. auch Gegenende) **T2** (Adresse 3906).

Hinweis

Bei mehrpoliger Auslösung des Abzweigschutzes werden **T1 1POL** und **T1 3POL** parallel gestartet. Mit **T1 3POL** kann also die Auslösung des Schalterversagerschutzes gegenüber **T1 1POL** beschleunigt werden. Stellen Sie deshalb **T1 1POL** gleich oder länger als **T1 3POL** ein.

Hinweis

Wird bei einem anstehenden 1-poligen AUS das AUS 3-polig gekoppelt, so wird die T2-Verzögerung mit der 3-poligen Kopplung neu gestartet.

Die einzustellenden Verzögerungszeiten ergeben sich aus der maximalen Ausschaltzeit des Leistungsschalters, der Rückfallzeit der Stromflusserfassung sowie einer Sicherheitsmarge, die auch die Ablaufzeitstreuung berücksichtigt. Bild 2-191 verdeutlicht die Zeitabläufe an einem Beispiel. Bei sinusförmigen Strömen kann man davon ausgehen, dass die Rückfallzeit ≤ 15 ms beträgt. Ist mit Stromwandlersättigung zu rechnen, sollten jedoch 25 ms veranschlagt werden.

Hinweis

Soll der Schalterversagerschutz eine 1-polige AUS-Wiederholung durchführen, muss die bei der AWE eingestellte Zeit, Adresse 3408 **T ANWURFÜBERW.**, länger sein als die parametrierte Zeit für Adresse 3903 **AUS 1POL (T1)**.

Soll auch ohne vorherige 3-polige Kopplung des Auskommandos (durch AWE oder SVS) eine Auslösung der Sammelschiene durch den Schalterversagerschutz möglich sein, muss die eingestellte Zeit für 3408 **T ANWURFÜBERW.** auch länger sein als die parametrierte Zeit für 3906 **T2**. In diesem Fall muss die AWE durch ein Signal vom SVS blockiert werden, um zu verhindern, dass die AWE nach einem Sammelschienen-AUS wieder zuschaltet. Eine Verknüpfung des Signals 1494 „SVS AUS T2“ mit dem AWE-Eingang 2703 „>AWE blk“ ist sinnvoll.

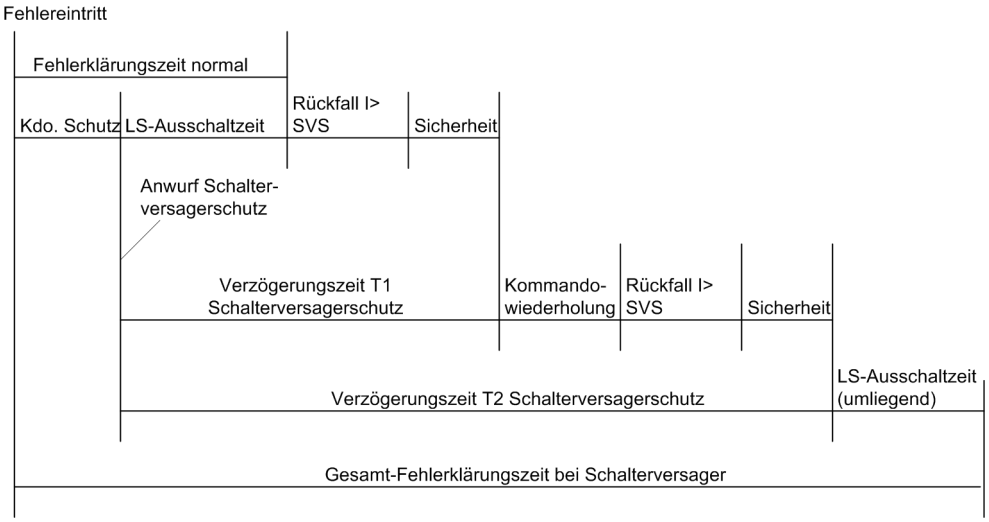


Bild 2-191 Beispiel für Zeitablauf bei normaler Fehlerklärung und bei Leistungsschalter-Versager mit zweistufigem Schalterversagerschutz

Einstufiger Schalterversagerschutz

Bei einstufigem Schalterversagerschutz werden nach Ablauf einer Wartezeit **T2** (Adresse 3906) die umliegenden Leistungsschalter ausgelöst, d.h. die der Sammelschiene oder des betroffenen Sammelschienenabschnitts, und ggf. auch der Leistungsschalter am Gegenende.

Die Zeiten **T1 1POL** (Adresse 3904) und **T1 3POL** (Adresse 3905) werden dann auf ∞ gestellt, da sie nicht benötigt werden.

Sie können auch die erste Stufe als einzige benutzen, wenn Sie die unterschiedlichen Verzögerungszeiten nach 1-poliger und 3-poliger Auslösung durch den Abzweigschutz nutzen möchten. Stellen Sie dann **T1 1POL** (Adresse 3904) und **T1 3POL** (Adresse 3905) getrennt ein, aber Adresse 3903 **AUS 1POL (T1)** auf ***Nein***, damit die Sammelschiene kein 1-poliges Auslösekommando erhält. Stellen Sie **T2** (Adresse 3906) auf ∞ oder gleich **T1 3POL** (Adresse 3905) ein. Achten Sie darauf, dass die richtigen Kommandos (Ausgangmeldungen für Auslösung) rangiert sind.

Die einzustellende Verzögerungszeit ergibt sich aus der maximalen Ausschaltzeit des Leistungsschalters, der Rückfallzeit der Stromflusserfassung sowie einer Sicherheitsmarge, die auch die Ablaufzeitstreuung berücksichtigt. Bild 2-192 verdeutlicht die Zeitabläufe an einem Beispiel. Bei sinusförmigen Strömen kann man davon ausgehen, dass die Rückfallzeit ≤ 15 ms beträgt. Ist mit Stromwandlersättigung zu rechnen, sollten jedoch 25 ms veranschlagt werden.

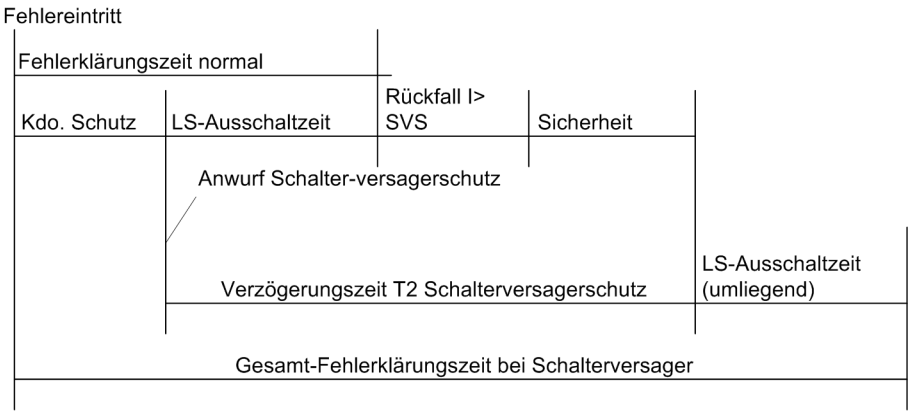


Bild 2-192 Beispiel für Zeitablauf bei normaler Fehlerklärung und bei Leistungsschalter-Versager mit einstufigem Schalterversagerschutz

Störung des örtlichen Leistungsschalters

Bei Störung im Steuerkreis des lokalen Leistungsschalters (z.B. Druckluft bzw. Federspannung fehlt) sind die Verzögerungen nicht notwendig, da von vorn herein klar ist, dass der lokale Leistungsschalter das Auslösekommando nicht ausführen kann. Sofern die Störung an das Gerät gemeldet wird (über Binäreingabe „>LS Störung“), werden in diesem Fall die umliegenden Leistungsschalter (Sammelschiene und ggf. auch Gegenende) mit **T3 LS STOER** (Adresse 3907), die normalerweise zu **0** eingestellt wird, ausgelöst.

Über Adresse 3908 **LS STOER** bestimmen Sie, auf welchen Ausgang das Kommando bei Schalterstörung geleitet wird. Im Allgemeinen wählen Sie die Zeitstufe, deren Ausgang für die Kommandogabe an die umliegenden Leistungsschalter bestimmt ist.

Endfehlerschutz

Der Endfehlerschutz kann in Adresse 3921 **END FEHLER** getrennt ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Unter Endfehler ist ein Kurzschluss zwischen Leistungsschalter und Stromwandler des Abzweigs zu verstehen. Voraussetzung für die Funktion des Endfehlerschutzes ist, dass das Gerät über die Position des Leistungsschalters über Binäreingänge informiert ist

Wird in diesem Fall der Leistungsschalter von der Rückwärtsstufe eines Abzweigschutzes oder vom Sammelschienenschutz ausgelöst (der Fehler gehört von den Stromwandlern aus gesehen zur Sammelschiene), fließt der Kurzschlussstrom weiter, da er vom Gegenende gespeist wird.

Die Zeitstufe **T END FEHLER** (Adresse 3922) wird gestartet, wenn während des Auslösekommandos einer Abzweigschutzfunktion vom Leistungsschalter-Hilfskontakt ein offener Leistungsschalter gemeldet wird und gleichzeitig Strom fließt (Adresse 3902). Das Auslösekommando des Endfehlerschutzes ist für die Übertragung an das Gegenende vorgesehen.

Die Zeit wird demnach so eingestellt, dass sie bei transienter Erfüllung der Startbedingungen beim Schalten des Schalters nicht zum Ablauf kommt.

Leistungsschalter-Gleichlaufüberwachung

Die Gleichlaufüberwachung für die Schalterpole kann in Adresse 3931 **ZGL** (Zwangsgleichlauf) getrennt ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Sie hat nur Sinn, wenn die Pole des Leistungsschalters einzeln gesteuert werden können. Die Gleichlaufüberwachung soll verhindern, dass stationär nur ein oder zwei Pole des Leistungsschalters geöffnet sind. Hierzu müssen entweder die Hilfskontakte jedes einzelnen Schalterpols oder die Reihenschaltung der Schließerhilfskontakte und die Reihenschaltung der Öffnerhilfskontakte an Binäreingaben des Gerätes geführt sein. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, schalten Sie Adresse 3931 ***Aus***.

Die Zeit **T ZGL** (Adresse 3932) gibt an, wie lange ein unsymmetrischer Zustand, d.h. nur ein oder zwei Pole offen, andauern darf, bevor der Zwangsgleichlauf in Tätigkeit tritt, d.h. ein 3-poliges Auslösekommando abgegeben wird. Die Zeit muss deutlich länger eingestellt werden als die Dauer eines 1-poligen Unterbrechungszyklus bei automatischer Wiedereinschaltung. Nach oben kann die Zeit begrenzt sein durch die zulässige Dauer der durch die unsymmetrische Schalterpolstellung hervorgerufenen Schieflast. Übliche Werte liegen bei 2 s bis 5 s.

2.21.3 Parameterübersicht

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3901	SCHALTERV.		Ein Aus	Ein	Schalterversagerschutz
3902	I> SVS	1A	0.05 .. 20.00 A	0.10 A	Ansprechwert der Stromflussüberwachung
		5A	0.25 .. 100.00 A	0.50 A	
3903	AUS 1POL (T1)		Nein Ja	Ja	Einpolige Auslösung nach T1-Ablauf
3904	T1 1POL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1 für einpol. Anwurf
3905	T1 3POL		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1 für dreipol. Anwurf
3906	T2		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.15 s	Verzögerungszeit T2
3907	T3 LS STOER		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit bei LS-Störung
3908	LS STOER		Nein AUS T1 AUS T2 AUS T1/T2	Nein	Auskommandowahl bei LS-Störung
3909	KRITER. HIKO		Nein Ja	Ja	Automatische LS-Hilfskontakt-Auswertung
3912	3I0> SVS	1A	0.05 .. 20.00 A	0.10 A	Ansprechwert der 3I0-Überwachung
		5A	0.25 .. 100.00 A	0.50 A	
3921	END FEHLER		Ein Aus	Aus	Endfehlerschutz
3922	T END FEHLER		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	Verzögerungszeit für Endfehler
3931	ZGL		Ein Aus	Aus	Gleichlaufüberwachung
3932	T ZGL		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	Verzögerungszeit für Zwangsgleichlauf

2.21.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1401	>SVS ein	EM	>Schalterversagerschutz einschalten
1402	>SVS aus	EM	>Schalterversagerschutz ausschalten
1403	>SVS block.	EM	>Schalterversagerschutz blockieren
1415	>SVS START 3pol	EM	>Schalterversagerschutz Start dreipolig
1432	>SVS Freigabe	EM	>Schalterversagerschutz freigeben
1435	>SVS Start L1	EM	>Schalterversagerschutz Start L1
1436	>SVS Start L2	EM	>Schalterversagerschutz Start L2
1437	>SVS Start L3	EM	>Schalterversagerschutz Start L3
1439	>SVS STARTohneI	EM	>SVS Start ohne Strom (Buchholzschutz)
1440	SVS EABin	IE	SVS Ein/Aus über Binäreingabe
1451	SVS aus	AM	Schalterversagers. ausgeschaltet
1452	SVS block	AM	Schalterversagers. blockiert
1453	SVS wirksam	AM	Schalterversagerschutz wirksam
1461	SVS Anwurf	AM	Schalterversagers. angeworfen
1472	SVS AUS T1nurL1	AM	SVS Aus, Stufe 1, nur L1
1473	SVS AUS T1nurL2	AM	SVS Aus, Stufe 1, nur L2
1474	SVS AUS T1nurL3	AM	SVS Aus, Stufe 1, nur L3
1476	SVS AUS T1 L123	AM	SVS Aus, Stufe 1, L123
1493	SVS LSStör AUS	AM	SVS Aus bei gestörtem Abzweigschalter
1494	SVS AUS T2	AM	SVS Aus Stufe 2 (Sammelschiene)
1495	SVS AUS End	AM	SVS Aus Endfehlerschutz
1496	ZGL Anregung	AM	Zwangsgleichlauf gestartet
1497	ZGL Anr. L1	AM	Zwangsgleichlauf gestartet für L1
1498	ZGL Anr. L2	AM	Zwangsgleichlauf gestartet für L2
1499	ZGL Anr. L3	AM	Zwangsgleichlauf gestartet für L3
1500	ZGL AUS lokal	AM	Zwangsgleichlauf Auslösung

2.22 Thermischer Überlastschutz

Der thermische Überlastschutz verhindert eine thermische Überbeanspruchung des zu schützenden Objekts, besonders bei Transformatoren, rotierenden Maschinen, Leistungsdrosseln und Kabeln. Bei Freileitungen ist er i.Allg. nicht nötig, da die Berechnung einer Übertemperatur wegen der stark schwankenden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Winde) nicht sinnvoll ist. Hier kann jedoch die strommäßige Warnstufe vor drohender Überlastung warnen.

2.22.1 Funktionsbeschreibung

Das Gerät errechnet die Übertemperatur gemäß einem thermischen Einkörpermodell nach der thermischen Differentialgleichung

$$\frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \Theta = \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2$$

mit

Θ	–	aktuelle Übertemperatur, bezogen auf die Endübertemperatur bei maximal zulässigem Leiterstrom $k \cdot I_N$
τ_{th}	–	thermische Zeitkonstante der Erwärmung
I	–	aktueller effektiver Strom
k	–	k-Faktor, der den maximal dauernd zulässigen Strom bezogen auf den Nennstrom der Stromwandler angibt
I_N	–	Nennstrom des Gerätes

Die Lösung dieser Gleichung ist im stationären Fall eine e-Funktion, deren Asymptote die Endübertemperatur Θ_{End} darstellt. Nach Erreichen einer ersten einstellbaren Schwelle der Übertemperatur Θ_{warn}, die unterhalb der Endübertemperatur liegt, wird eine Warnmeldung abgegeben, um z.B. eine rechtzeitige Lastreduzierung zu veranlassen. Ist die zweite Übertemperaturgrenze, die Endübertemperatur (= Auslöseübertemperatur) erreicht, wird das Schutzobjekt vom Netz getrennt. Der Überlastschutz kann jedoch auch auf ***Nur Meldung*** eingestellt werden. In diesem Fall wird auch bei Erreichen der Endtemperatur nur eine Meldung abgegeben.

Die Berechnung der Übertemperaturen erfolgt für jede Phase in einem thermischen Abbild aus dem Quadrat des jeweiligen Phasenstromes. Dies gewährleistet eine Effektivwertverarbeitung und berücksichtigt auch Oberschwingungseinflüsse. Für die Bewertung in den Grenzwertstufen kann wahlweise die maximale der drei errechneten Leiterübertemperaturen, deren Mittelwert oder die aus dem größten der Leiterströme berechnete Übertemperatur herangezogen werden.

Der thermisch maximal zulässige Dauerstrom I_{max} wird als Vielfaches des Nennstromes I_N beschrieben:

$$I_{max} = k \cdot I_N$$

Außer der Angabe dieses k-Faktors ist die thermische Zeitkonstante τ_{th} sowie die Warnübertemperatur Θ_{warn} einzugeben.

Der Überlastschutz besitzt außer der thermischen auch eine strommäßige Warnstufe I_{warn}. Diese kann bereits frühzeitig einen Überlaststrom melden, auch wenn die Übertemperatur noch nicht die Warn- oder Auslöseübertemperatur erreicht hat.

Der Überlastschutz kann über einen Binäreingang blockiert werden. Dabei werden auch die thermischen Abbilder auf Null gesetzt.

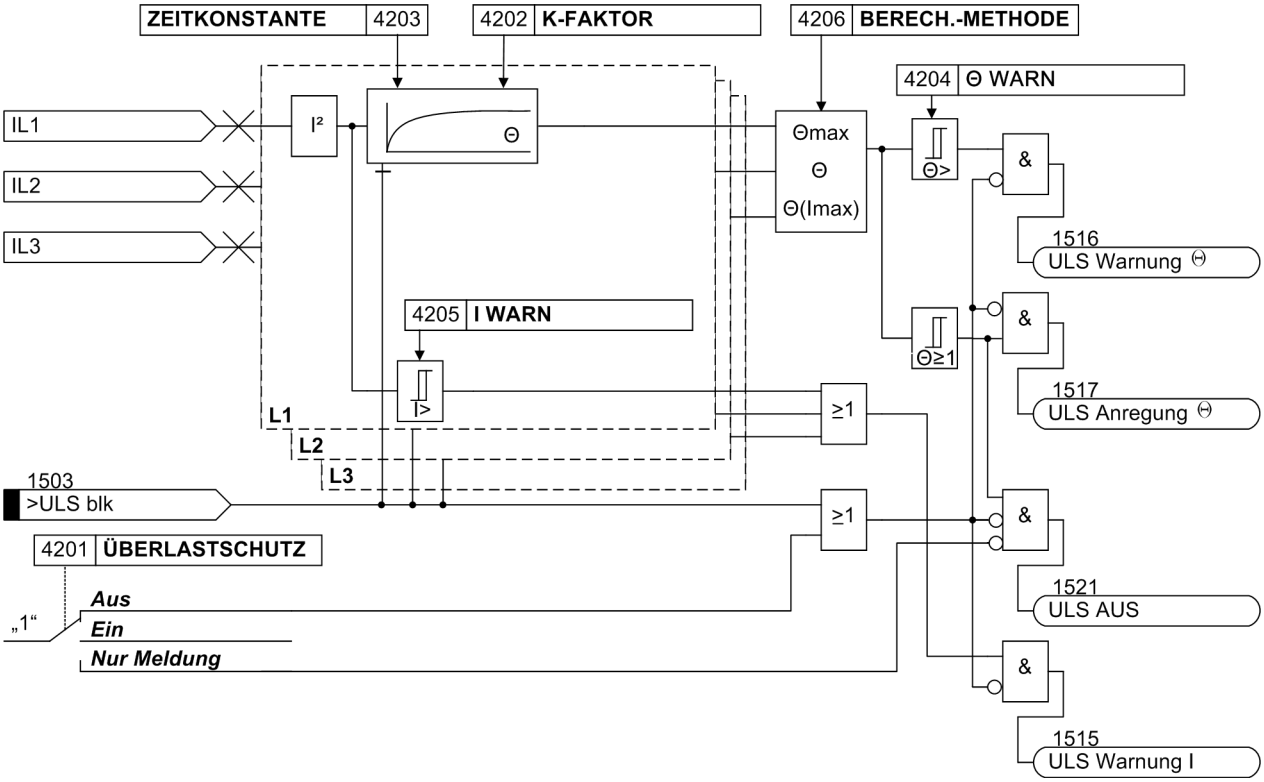


Bild 2-193 Logikdiagramm des thermischen Überlastschutzes

2.22.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Voraussetzung für die Verwendung des thermischen Überlastschutzes ist, dass bei der Projektierung des Geräteumfangs unter Adresse 142 **ÜBERLAST** = ***vorhanden*** projektiert wurde. Unter Adresse 4201 **ÜBERLASTSCHUTZ** kann er ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Außerdem ist die Einstellung ***Nur Meldung*** möglich. In letzterem Fall ist die Schutzfunktion wirksam, gibt aber beim Erreichen der Auslösetemperatur nur die Meldung „ULS Anregung Θ“ (Adresse 1517) ab. Die Meldung „ULS AUS“ (Adresse 1521) wird nicht erzeugt.

k-Faktor

Als Basisstrom für die Überlasterfassung wird der Nennstrom des Gerätes herangezogen. Der Einstellfaktor k wird unter Adresse 4202 **K-FAKTOR** eingestellt. Er ist durch das Verhältnis des thermisch dauernd zulässigen Stromes zu diesem Nennstrom bestimmt:

$$k = \frac{I_{max}}{I_N}$$

Der zulässige Dauerstrom ist gleichzeitig der Strom, bei dem die e-Funktion der Übertemperatur ihre Asymptote hat. Eine Auslöseübertemperatur braucht nicht ermittelt zu werden, da sie sich aus der Endübertemperatur bei $k \cdot I_N$ automatisch ergibt. Bei elektrischen Maschinen ist der zulässige Dauerstrom i.Allg. vom Hersteller angegeben. Liegen keine Daten vor, wählt man für k das 1,1-fache des Nennstromes des Schutzobjektes. Bei Kabeln ist er von Querschnitt, Isolationsmaterial, Bauart und Verlegungsart abhängig und kann aus einschlägigen Tabellen entnommen werden.

Beachten Sie, dass sich die Angaben zur Überlastung von Betriebsmitteln auf deren Primärstrom beziehen. Weicht dieser vom Nennstrom der Stromwandler ab, ist dies zu berücksichtigen

Beispiel:

Gürtelkabel 10 kV 150 mm^2

zulässiger Dauerstrom I_{max} = 322 A

Stromwandler 400 A/5 A

$$k = \frac{322\ A}{400\ A} = 0{,}805$$

Einstellwert **K-FAKTOR = 0,80**

Zeitkonstante τ

Die Erwärmungszeitkonstante τ_{th} wird unter Adresse 4203 **ZEITKONSTANTE** eingestellt. Auch diese ist vom Hersteller anzugeben. Achten Sie darauf, dass die Zeitkonstante in Minuten einzustellen ist. Häufig gibt es anders lautende Angaben, aus denen sich die Zeitkonstante ermitteln lässt:

1-s-Strom

$$\frac{\tau_{th}}{\text{min}} = \frac{1}{60} \cdot \left(\frac{\text{zul. 0,5-s-Strom}}{\text{zul. Dauerstrom}}\right)^2$$

zulässiger Strom für eine andere Einwirkdauer als 1 s, z.B. für 0,5 s

$$\frac{\tau_{th}}{\text{min}} = \frac{0,5}{60} \left(\frac{\text{zul. 0,5-s Strom}}{\text{zul. Dauerstrom}}\right)^2$$

t_6-Zeit; dies ist die Zeit in Sekunden, für die der 6-fache Nennstrom des Schutzobjektes fließen darf

$$\frac{\tau_{th}}{\text{min}} = 0,6 \cdot t_6$$

Beispiel:

Kabel wie oben mit

zul. 1-s-Strom 13,5 kA

$$\frac{\tau_{th}}{\text{min}} = \frac{1}{60} \cdot \left(\frac{13500\ \text{A}}{322\ \text{A}}\right)^2 = \frac{1}{60} \cdot 42^2 = 29,4$$

Einstellwert **ZEITKONSTANTE = 29,4 min**

Warnstufen

Durch Einstellung einer thermischen Warnstufe Θ **WARN** (Adresse 4204) kann eine Warnmeldung vor Erreichen der Auslöseübertemperatur abgegeben werden und somit durch rechtzeitige Lastreduzierung oder Umschaltung eine Abschaltung vermieden werden. Die Prozentzahl bezieht sich auf die Auslöseübertemperatur.

Die strommäßige Warnstufe **I WARN** (Adresse 4205) ist als Faktor des Gerätenennstromes anzugeben und sollte gleich oder etwas unterhalb des dauernd zulässigen Stromes $k \cdot I_N$ eingestellt werden. Sie kann auch statt der thermischen Warnstufe verwendet werden. Die thermische Warnstufe wird dann auf 100 % eingestellt und ist dadurch praktisch unwirksam.

Berechnung der Übertemperatur

Die Berechnung des thermischen Abbildes geschieht für jede Phase getrennt. Adresse 4206 **BERECH.-METHODE** bestimmt, ob die maximale der drei errechneten Übertemperaturen (Θ ***max***) oder deren arithmetischer Mittelwert (Θ ***mittel***) oder die aus dem maximalen Leiterstrom errechnete Übertemperatur (Θ ***mit Imax***) für die thermische Warn- und Auslösestufe maßgebend ist.

Da Überlast i.Allg. ein symmetrischer Vorgang ist, spielt diese Einstellung eine untergeordnete Rolle. Wenn mit unsymmetrischen Überlastungen zu rechnen ist, führen diese Möglichkeiten jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Die Mittelwertbildung sollten Sie nur verwenden, wenn auch im Schutzobjekt ein rascher thermischer Ausgleich erfolgt, z.B. bei Gürtelkabeln. Sind die drei Leiter aber mehr oder weniger thermisch entkoppelt, wie bei Einleiterkabeln oder Freileitungen, soll auf jeden Fall ein Maximum gewählt werden.

2.22.3 Parameterübersicht

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4201	ÜBERLASTSCHUTZ		Aus Ein Nur Meldung	Aus	Überlastschutz
4202	K-FAKTOR		0.10 .. 4.00	1.10	k-Faktor
4203	ZEITKONSTANTE		1.0 .. 999.9 min	100.0 min	Zeitkonstante
4204	Θ WARN		50 .. 100 %	90 %	Thermische Warnstufe
4205	I WARN	1A	0.10 .. 4.00 A	1.00 A	Stromwarnstufe
		5A	0.50 .. 20.00 A	5.00 A	
4206	BERECH.-METHODE		Θ max Θ mittel Θ mit Imax	Θ max	Berechnungsmethode der Übertemperatur

2.22.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1503	>ULS blk	EM	>Überlastschutz blockieren
1511	ULS aus	AM	Überlastschutz ist ausgeschaltet
1512	ULS blk	AM	Überlastschutz blockiert
1513	ULS wirksam	AM	Überlastschutz wirksam
1515	ULS Warnung I	AM	Überlastschutz: Stromstufe
1516	ULS Warnung Θ	AM	Überlastschutz: Thermische Warnstufe
1517	ULS Anregung Θ	AM	Überlastschutz: Anregung Auslösestufe
1521	ULS AUS	AM	Überlastschutz: Auskommando

2.23 Überwachungsfunktionen

Das Gerät verfügt über umfangreiche Überwachungsfunktionen, sowohl der Geräte–Hardware als auch der Software; auch die Messgrößen werden kontinuierlich auf Plausibilität kontrolliert, so dass auch die Strom- und Spannungswandlerkreise weitgehend in die Überwachung einbezogen sind. Weiterhin ist es möglich, über entsprechend verfügbare Binäreingänge eine Auslösekreisüberwachung zu realisieren.

2.23.1 Messwertüberwachungen

2.23.1.1 Hardware-Überwachungen

Das Gerät wird von den Messeingängen bis zu den Kommandorelais überwacht. Überwachungsschaltungen und Prozessor prüfen die Hardware auf Fehler und Unzulässigkeiten.

Hilfs- und Referenzspannungen

Die Prozessorspannung von 5 V wird von der Hardware überwacht, da der Prozessor bei Unterschreiten des Mindestwertes nicht mehr funktionsfähig ist. Das Gerät wird daher bei Unterschreitung außer Betrieb gesetzt. Bei Wiederkehren der Spannung wird das Prozessorsystem neu gestartet.

Ausfall oder Abschalten der Versorgungsspannung setzt das Gerät außer Betrieb; Meldung erfolgt über einen Ruhekontakt. Kurzzeitige Hilfsspannungseinbrüche von bis zu 50 ms stören die Bereitschaft des Gerätes nicht (siehe Technische Daten).

Der Prozessor überwacht die Referenzspannung des ADU (Analog-Digital-Umsetzer). Bei unzulässigen Abweichungen wird der Schutz gesperrt; dauerhafte Fehler werden gemeldet.

Pufferbatterie

Die Pufferbatterie, die bei Ausfall der Hilfsspannung den Weitergang der internen Uhr und die Speicherung von Zählern und Meldungen sichert, wird zyklisch auf ihren Ladezustand überprüft. Bei Unterschreiten der zulässigen Minimalspannung wird die Meldung „`Stör Batterie`“ (Nr. 177) abgegeben.

Wenn das Gerät über 1 bis 2 Tage von der Hilfsspannung getrennt ist, schaltet es die interne Uhr selbsttätig ab, d.h. die Uhrzeit wird nicht weiter geführt. Die Daten der Meldungs- und Störwertspeicher bleiben dagegen weiter erhalten.

Speicherbausteine

Der Arbeitsspeicher (RAM) wird beim Anlauf des Systems getestet. Wird dabei ein Fehler festgestellt, wird der Anlauf abgebrochen. Die Error LED und LED 1 leuchten und die restlichen LEDs blinken im Gleichtakt. Während des Betriebs werden die Speicher mit Hilfe ihrer Checksumme überprüft.

Für den Programmspeicher (EPROM) wird zyklisch die Quersumme gebildet und mit der hinterlegten Programmquersumme verglichen.

Für den Parameterspeicher (FLASH-EPROM) wird zyklisch die Quersumme gebildet und mit der bei jedem Parametriervorgang neu ermittelten Quersumme verglichen.

Bei Auftreten eines Fehlers wird das Prozessorsystem neu gestartet.

Abtastfrequenz

Die Abtastfrequenz und die Synchronität zwischen den ADU (Analog-Digital-Umsetzer) wird laufend überwacht. Lassen sich etwaige Abweichungen nicht durch erneute Synchronisation beheben, geht das Gerät außer Betrieb, und die rote LED „ERROR“ leuchtet auf. Das Bereitschaftsrelais fällt ab und meldet mit seinem „Life-Kontakt“ die Störung.

Messwerterfassung Ströme

Im Strompfad sind vier Messeingänge vorhanden. Wenn die drei Phasenströme und der Erdstrom vom Stromwandlersternpunkt oder einem getrennten Erdstromwandler der zu schützenden Leitung an das Gerät angeschlossen sind, muss die Summe der vier digitalisierten Ströme 0 sein. Auf Fehler in den Stromkreisen wird erkannt, wenn

$$I_F = |\underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3} + k_I \cdot \underline{I}_E| > \textbf{SUM.IGRENZ} + \textbf{SUM.FAK. I} \cdot \Sigma |I|$$

Dabei berücksichtigt k_I (Adresse 221 **I4/Iph WDL**) einen möglichen Unterschied zu der Übersetzung eines getrennten I_E-Stromwandlers (z.B. Kabelumbauwandler). **SUM.IGRENZ** und **SUM.FAK. I**. sind Einstellparameter.

Der Anteil **SUM.FAK. I** $\Sigma |I|$ berücksichtigt zulässige stromproportionale Übersetzungsfehler der Eingangsübertrager, die insbesondere bei hohen Kurzschlussströmen auftreten können (Bild 2-194). $\Sigma |I|$ ist die Summe aller Strombeträge:

$$\Sigma |I| = |\underline{I}_{L1}| + |\underline{I}_{L2}| + |\underline{I}_{L3}| + |k_I \cdot \underline{I}_E|$$

Sobald ein Stromsummenfehler außerhalb einer Netzstörung erkannt wird, wird der Differentialschutz blockiert. Diese Störung wird mit „Störung ΣI“ (Nr 289) gemeldet. Während einer Netzstörung ist diese Überwachung nicht wirksam, damit sie nicht durch Wandlerübersetzungsfehler (Sättigung) bei hohen Kurzschlussströmen zur Blockierung führt.

Hinweis

Die Stromsummenüberwachung ist nur wirksam, wenn an dem vierten Strommesseingang (I_4) der Erdstrom der zu schützenden Leitung angeschlossen ist. Der I_4-Wandler muss mittels Parameter **I4-WANDLER** (Adresse 220) als ***eigene Leitung*** parametriert sein. Ferner muss der vierte Strommesseingang als normaler I_4-Wandler ausgelegt sein. Bei einem empfindlichen Wandlertyp wird die Stromsummenüberwachung nicht aktiv.

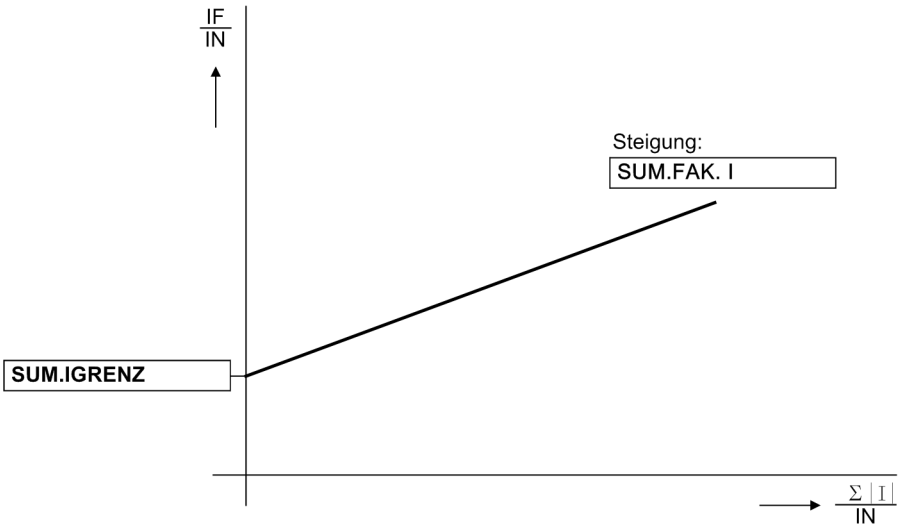


Bild 2-194 Stromsummenüberwachung

Messwerterfassung Spannungen

Im Spannungspfad sind vier Messeingänge vorhanden: drei für Leiter-Erde-Spannungen sowie ein Eingang für die Verlagerungsspannung (e-n-Spannung von offener Dreieckswicklung) oder eine Sammelschienenspannung. Wenn die Verlagerungsspannung an das Gerät angeschlossen ist, muss die Summe der drei digitalisierten Phasenspannungen gleich der dreifachen Nullspannung sein. Auf Fehler in den Spannungskreisen wird erkannt, wenn

$U_F = |\underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3} + k_U \cdot \underline{U}_{EN}| > 25$ V.

Dabei berücksichtigt der Faktor k_U eine unterschiedliche Übersetzung zwischen dem Verlagerungsspannungseingang und den Phasenspannungseingängen (Adresse 211 **Uph/Uen WDL**).

Diese Störung wird mit „Störung ΣUphe“ (Nr. 165) gemeldet.

Hinweis

Die Spannungssummenüberwachung ist nur wirksam, wenn am Messeingang für die Verlagerungsspannung eine extern gebildete Verlagerungsspannung angeschlossen ist.

Die Spannungssummenüberwachung kann nur korrekt arbeiten, wenn der Anpassungsfaktor **Uph/Uen WDL** unter Adresse 211 zutreffend parametriert wurde (siehe Abschnitt 2.1.2.1).

2.23.1.2 Software-Überwachungen

Watchdog

Zur kontinuierlichen Überwachung der Programmabläufe ist eine Zeitüberwachung in der Hardware (Watchdog für Hardware) vorgesehen, die bei Ausfall des Prozessors oder einem außer Tritt geratenen Programm abläuft und das Zurücksetzen des Prozessorsystems mit komplettem Wiederanlauf auslöst.

Ein weiterer Software-Watchdog sorgt dafür, dass Fehler bei der Verarbeitung der Programme entdeckt werden. Dieser löst ebenfalls ein Rücksetzen des Prozessors aus.

Sofern ein solcher Fehler durch den Wiederanlauf nicht behoben ist, wird ein weiterer Wiederanlaufversuch gestartet. Nach dreimaligem erfolglosen Wiederanlauf innerhalb 30 s nimmt sich der Schutz selbsttätig außer Betrieb, und die rote LED „ERROR“ leuchtet auf. Das Bereitschaftsrelais fällt ab und meldet mit seinem Ruhekontakt („Life-Kontakt“) die Gerätestörung.

2.23.1.3 Überwachung der Messkreise

Unterbrechungen oder Kurzschlüsse in den Sekundärkreisen der Strom- und Spannungswandler, sowie Fehler in den Anschlüssen (wichtig bei Inbetriebnahme!) werden vom Gerät weitgehend erkannt und gemeldet. Hierzu werden die Messgrößen im Hintergrund zyklisch überprüft, solange kein Störfall läuft.

Stromsymmetrie

Im fehlerfreien Netzbetrieb ist von einer gewissen Symmetrie der Ströme auszugehen. Diese Symmetrie wird im Gerät durch eine Betragsüberwachung kontrolliert. Dabei wird der kleinste Phasenstrom in Relation zum größten gesetzt. Auf Unsymmetrie wird erkannt, wenn

$|I_{min}| / |I_{max}| <$ **SYM.FAK. I** solange $I_{max} >$ **SYM.IGRENZ**

Dabei ist I_{max} der größte der drei Leiterströme und I_{min} der kleinste. Der Symmetriefaktor **SYM.FAK. I** (Adresse 2905) ist das Maß für die Unsymmetrie der Leiterströme, der Grenzwert **SYM.IGRENZ** (Adresse 2904) ist die untere Grenze des Arbeitsbereiches dieser Überwachung (siehe Bild 2-195). Das Rückfallverhältnis beträgt ca. 97 %.

Diese Störung wird nach einer einstellbaren Zeit (5-100 s) mit „Störung Isymm“ (Nr. 163) gemeldet.

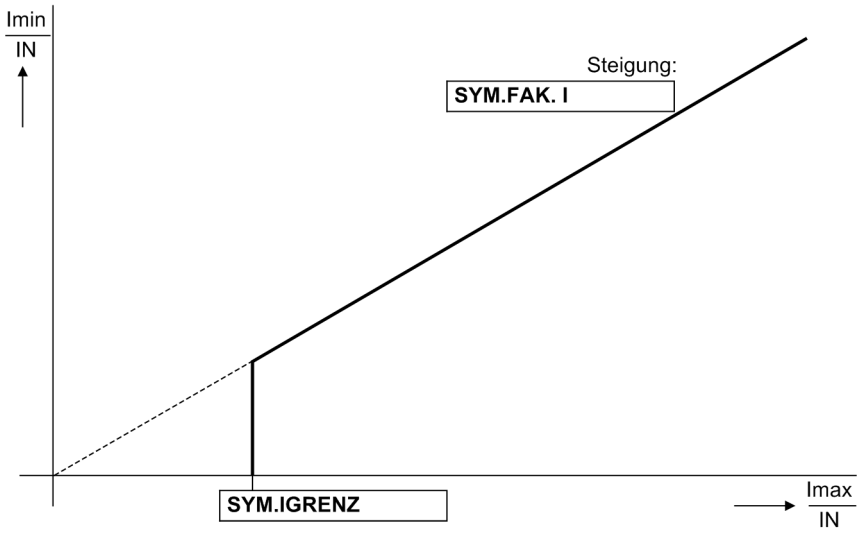


Bild 2-195 Stromsymmetrieüberwachung

Spannungssymmetrie

Im fehlerfreien Netzbetrieb ist von einer gewissen Symmetrie der Spannungen auszugehen. Diese Symmetrie wird im Gerät durch eine Betragsüberwachung kontrolliert. Dabei wird die kleinste verkettete Spannung in Relation zur größten gesetzt. Auf Unsymmetrie wird erkannt, wenn

$|U_{min}| / |U_{max}| <$ **SYM.FAK. U** solange $|U_{max}| >$ **SYM.UGRENZ**

Dabei ist U_{max} die größte der drei verketteten Spannungen und U_{min} die kleinste. Der Symmetriefaktor **SYM.FAK. U** (Adresse 2903) ist das Maß für die Unsymmetrie der Spannungen, der Grenzwert **SYM.UGRENZ** (Adresse 2902) ist die untere Grenze des Arbeitsbereiches dieser Überwachung (siehe Bild 2-196). Das Rückfallverhältnis beträgt ca. 97 %.

Diese Störung wird mit „Störung Usymm“ (Nr. 167) nach einer einstellbaren Verzögerung gemeldet.

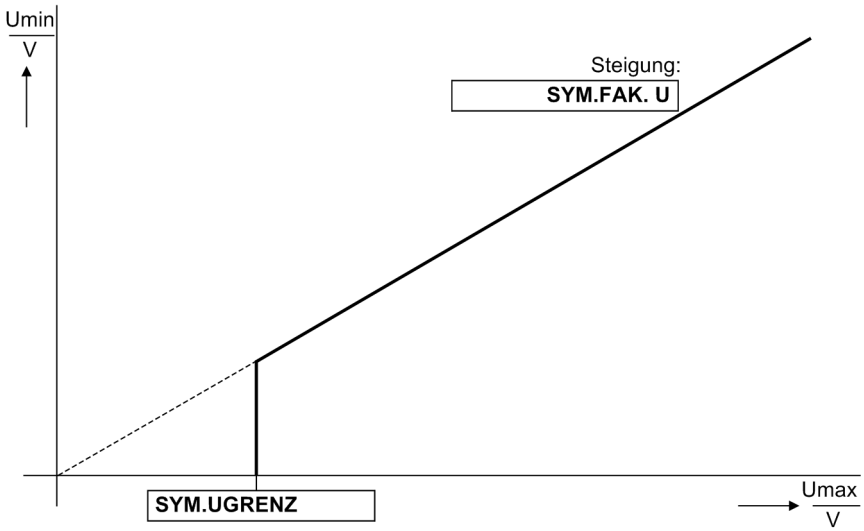


Bild 2-196 Spannungssymmetrieüberwachung

Drahtbruchüberwachung

Die Drahtbruchüberwachung erkennt im stationären Betrieb Unterbrechungen im Sekundärkreis der Stromwandler. Neben der Gefährdung im Sekundärkreis durch hohe Spannungen täuschen solche Unterbrechungen dem Differentialschutz Differenzströme vor, wie sie auch von Kurzschlüssen im Schutzobjekt hervorgerufen werden.

Die Drahtbruchüberwachung überwacht die lokalen Phasenströme aller drei Phasen und die von den Geräten an den anderen Enden des Schutzobjektes gelieferten Ergebnisse der Drahtbruchüberwachung. Die Funktion überprüft zu jedem Abtastzeitpunkt die drei Leiterströme auf einen Sprung und bildet daraus das Signal „lokaler Drahtbruchverdacht“.

Ein lokaler Drahtbruchverdacht liegt vor, wenn in der betroffenen Phase ein Sprung erkannt wurde und der Strom auf 0 A gesprungen ist.

Bei einer 1-1/2-Leistungsschalteranordnung muß der Strom bei einem Drahtbruch nicht auf 0 springen, da ein Teil des Leitungsstromes weiterhin vom zweiten Primärstromwandler gemessen wird, d.h. der entsprechende Phasenstrom wird lediglich auf einen anderen Wert springen. Bei dieser Leistungsschalteranordnung wird Parameter 2935 **ΔI min** als Kriterium herangezogen. Dieser Einstellwert gibt an, wie groß die Differenz zwischen den Strommeßwerten vor und nach dem Sprung sein muß, damit ein lokaler Drahtbruchverdacht erkannt werden kann. Die Drahtbrucherkennung ist nur möglich, wenn die Stromamplitude nach dem Sprung kleiner ist als die Stromamplitude vor dem Sprung.

WARNUNG

Bei einschalteter Drahtbruchüberwachung und versehentlichem Öffnen der sekundärkreise des Stromwandlers wird der Differentialschutz phasenselektiv blockiert und löst dann nicht mehr aus!

In diesem Zustand können gefährliche Überspannungen am offenen Kreis des Stromwandlers entstehen die aufgrund der Blockade des Differentialschutzes nicht abgeschaltet werden.

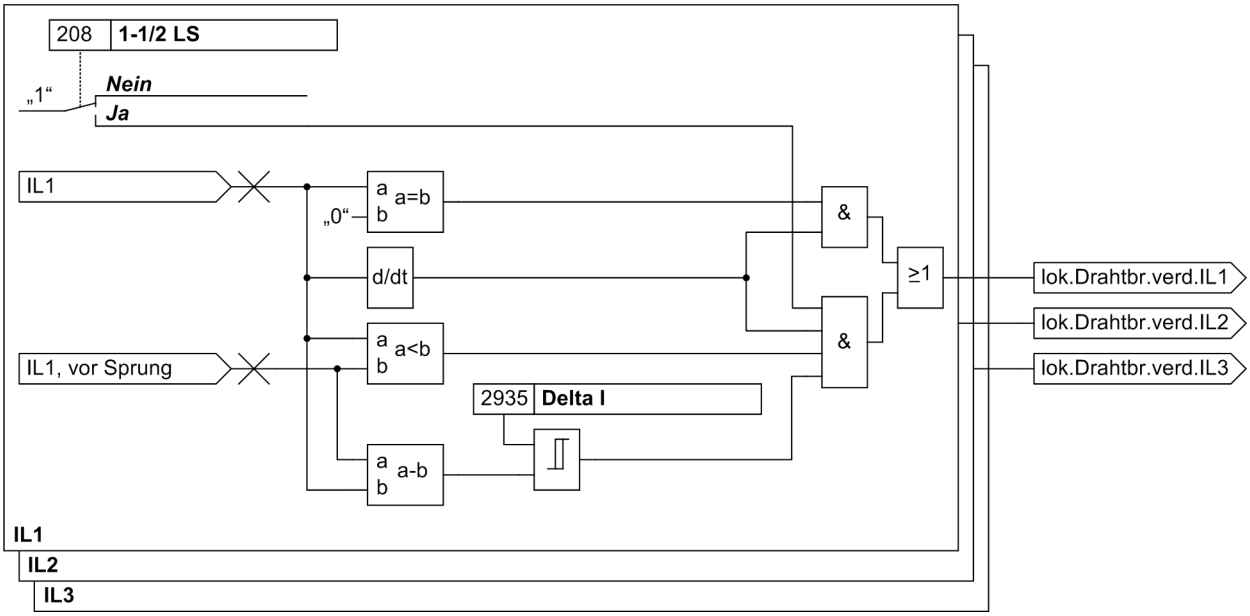


Bild 2-197 Bildung des lokalen Drahtbruchverdachtes

Ein Drahtbruch wird unter folgenden Bedingungen gemeldet:

- Ein lokaler Drahtbruchverdacht wurde erkannt.
- Die Logik zur Erkennung der Leistungschalterstellung (siehe Abschnitt 2.24.1, Leistungsschalter-Zustandserkennung) zeigt keinen offenen Leistungsschalterpol an. Bei offenem Leistungsschalter ist keine Drahtbrucherkennung möglich. Kann die Stellung des Leistungsschalters nicht ermittelt werden, wird ein geschlossener Leistungsschalter vorausgesetzt.
- Am zusätzlichen Stromwandler I_4 kann wahlweise der Erdstrom, der Erstrom der Parallelleitung oder der Sternpunktstrom vom Transformator gemessen werden. In diesem Stromkanal sowie in allen Spannungskanälen darf kein Sprung erkannt worden sein. Sprünge in diesen Kanälen zeigen einen tatsächlichen Fehler im Netz an.
- In den jeweils anderen Stromkanälen darf kein Sprung ohne Drahtbrucherkennung aufgetreten sein. Sprünge in anderen Stromkanälen sind ebenfalls ein Hinweis auf einen Netzfehler, es sei denn, für die entsprechenden Phasen wurde ebenfalls ein lokaler Drahtbruchverdacht erkannt.
- Von den anderen Geräten der Schutzkonstellation darf kein Sprung gemeldet worden sein. Die Sprunginformation wird zusammen mit Differentialschutzmesswerten übertragen, so dass diese Information zeitgleich mit dem ersten Durchlauf des Differentialschutzes nach dem Sprung zur Verfügung steht.
- In der Phase darf von allen Geräten der Konstellation kein Phasenstrom größer als 2 I_N gemessen worden sein. Ein Phasenstrom in dieser Größe ist ein sicherer Hinweis auf einen Fehler im Netz.

Ein nach den genannten Kriterien erkannter Drahtbruch wird über die Wirkschnittstelle an die anderen Geräte der Konstellation verschickt und führt unmittelbar zur Meldung des Drahtbruchs. Sofern entsprechend parametriert, erfolgt auch die Blockierung der Differentialschutzfunktionen.

Bei lokalem Drahtbruch wird die Meldung „Drahtbruch I_{Lx}“ (Nr. 290, 291, 292) erzeugt, bei Erkennung des Drahtbruchs in einem anderen Gerät die Meldung „Drahtbruch an anderem Ende I_{Lx}“ (Nr. 297, 298, 299). Ist die Drahtbruchüberwachung ausgeschaltet, erfolgt die Meldung 295 „Üb Drahtbr aus“.

Das Zurücksetzen der Drahtbruchüberwachung erfolgt durch die Rückkehr des Phasenstromes ($I_{Lx} > 0{,}05\ I_N$) oder durch die Binäreingangsmeldung 3270 „>RESET Drahtbr“. Bei 1-1/2-Leistungsschalteranordnungen ist das Zurücksetzen nur mit der Binäreingangsmeldung möglich, da die Stromhöhe hier kein sicheres Kriterium für den Rückfall der Drahtbruchüberwachung liefert.

Ist die Kommunikation zwischen den Geräten gestört, arbeitet das Gerät im Notbetrieb. Der Differentialschutz ist nicht wirksam. Die Drahtbrucherkennung arbeitet dann nur mit den lokal vorhandenen Informationen. Mehrpoliger Drahtbruch wird im Notbetrieb nicht gemeldet.

Zu Beachten ist, dass elektronische Prüfeinrichtungen nicht das Verhalten eines Leistungsschalters haben, so dass es hier zu einer Anregung kommen kann.

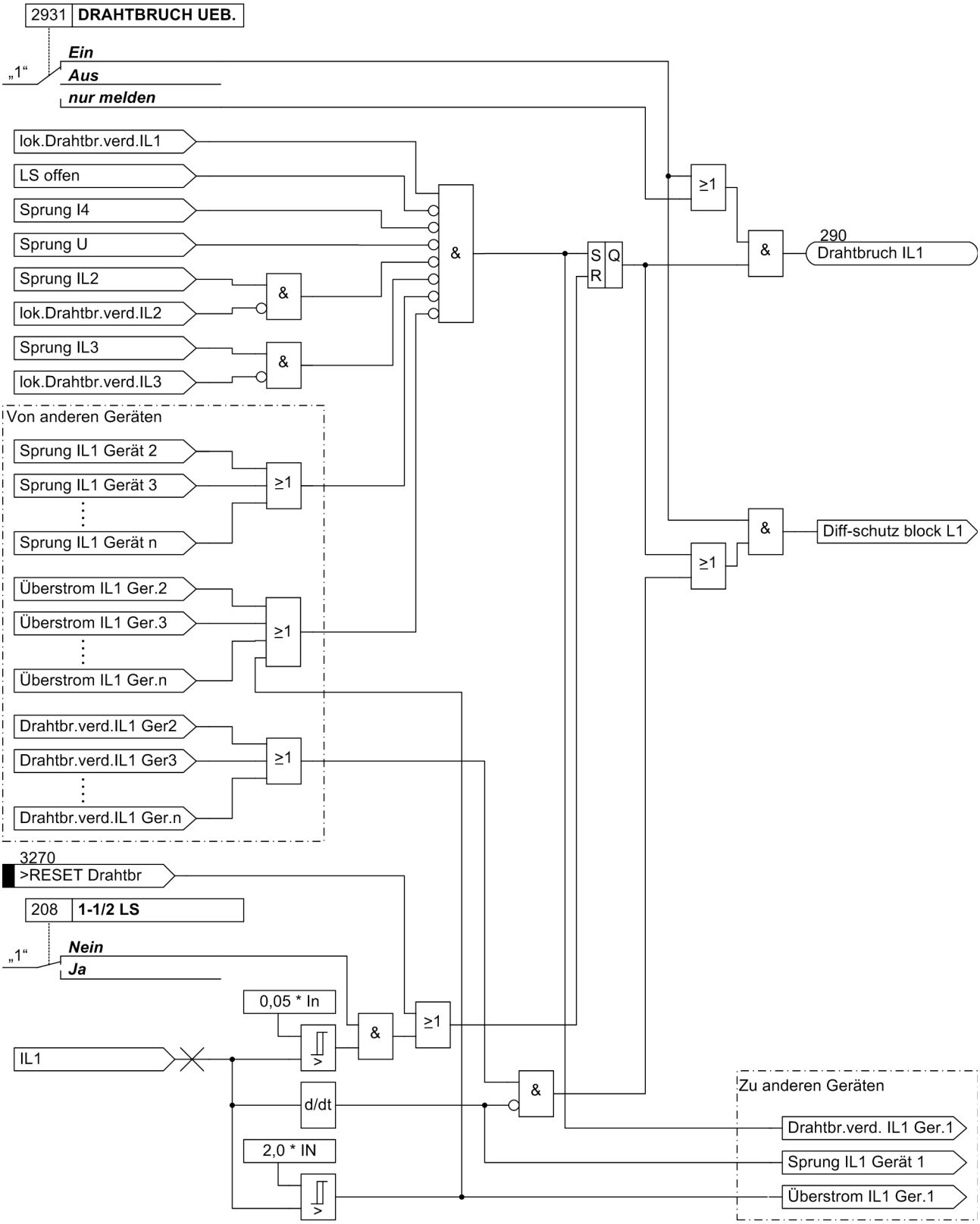


Bild 2-198 Drahtbruchüberwachung

Spannungsdrehfeld

Phasenverifizierung, Phasenbevorzugung, Richtungsmessung und Polarisierung mit kurzschlussfremden Spannungen setzen normalerweise ein Rechts-Drehfeld der Messgrößen voraus. Der Drehsinn der Messspannungen wird durch Kontrolle der Phasenfolge der Spannungen

$\underline{U}_{L1}$ vor $\underline{U}_{L2}$ vor $\underline{U}_{L3}$

überprüft. Diese Kontrolle findet statt, wenn jede Messspannung eine Mindestgröße von

$|U_{L1}|, |U_{L2}|, |U_{L3}| > 40\ V/\sqrt{3}$

besitzt. Bei einem Linksdrehfeld wird die Meldung „`Stör. Ph-Folge`“ (Nr. 171) abgegeben.

Unsymmetrischer Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“

Bei Ausfall einer Messspannung durch Kurzschluss oder Leiterbruch im Spannungswandler-Sekundärsystem kann einzelnen Messschleifen die Spannung Null vorgetäuscht werden. Durch gleichzeitig vorhandene Lastströme kann es dann zu einer Fehlanregung kommen.

Ist kein Schutzschalter mit entsprechend justierten Hilfskontakten vorhanden, sondern z.B. Schmelzsicherungen, so kann die Funktion Messspannungsüberwachung („Fuse-Failure-Monitor“) wirksam werden. Selbstverständlich können auch Spannungswandler-Automat und „Fuse-Failure-Monitor“ gleichzeitig verwendet werden.

Der unsymmetrische Messspannungsausfall ist durch Unsymmetrie der Spannungen bei gleichzeitiger Symmetrie der Ströme gekennzeichnet. Bild 2-199 zeigt das Logikdiagramm des „Fuse-Failure-Monitors“ bei unsymmetrischem Messspannungsausfall.

Wenn in den Messgrößen eine erhebliche Spannungsunsymmetrie herrscht, ohne dass gleichzeitig auch eine Stromunsymmetrie registriert wird, lässt dies auf einen unsymmetrischen Fehler im Sekundärkreis des Spannungswandlers schließen.

Die Spannungsunsymmetrie wird dadurch erfasst, dass entweder die Nullspannung oder die Gegensystemspannung einen einstellbaren Wert **`FFM U>`** überschreitet. Der Strom gilt als hinreichend symmetrisch, wenn sowohl der Nullstrom als auch der Gegensystemstrom unterhalb des einstellbaren Wertes **`FFM I<`** liegt.

In nicht geerdeten Netzen sind die Nullsystemgrößen kein zuverlässiges Kriterium, da auch bei einem einfachen Erdschluss eine erhebliche Nullspannung auftritt, ohne dass ein nennenswerter Nullstrom fließen muss. In diesen Netzen wird daher die Nullspannung nicht ausgewertet, sondern nur die Gegensystemspannung (Adresse 207 **`NETZSTERN`**).

Sobald dies erkannt wird, werden der Distanzschutz und alle Funktionen, die auf Basis von Unterspannung arbeiten (z.B. auch Auslösung bei schwacher Einspeisung) blockiert. Die Meldung „`FFM unverzögert`“ (Nr. 170) wird ausgegeben. Die sofortige Blockierung setzt voraus, dass mindestens ein Leiterstrom fließt. Der Distanzschutz kann auf Differentialschutz und/oder UMZ-Notbetrieb umgeschaltet werden, sofern die Funktionen entsprechend parametriert sind (siehe auch Abschnitt 2.3 und 2.15).

Die sofortige Blockierung darf nicht stattfinden, solange eine Phase wegen 1-poliger Kurzunterbrechung spannungslos ist, da die nun auftretenden unsymmetrischen Messgrößen von der Leitung herrühren und nicht von einer Störung im Sekundärkreis. Wird die Leitung also 1-polig abgeschaltet, wird die sofortige Blockierung aufgehoben (interne Information „1pol. Pause“ im Logikdiagramm).

Tritt innerhalb von ca. 10 s nach Erkennen des Kriteriums ein Null- oder Gegensystemstrom auf, so wird auf einen Kurzschluss geschlossen und die Blockierung durch den „Fuse-Failure-Monitor“ für die Zeit des Fehlers aufgehoben. Steht dagegen ein Spannungsausfallkriterium länger als etwa 10 s an, so wird die Blockierung dauerhaft wirksam (Selbsthaltung der Spannungskriterien nach 10 s). Erst 10 s nachdem die Spannungskriterien durch Behebung des Sekundärkreisfehlers verschwunden sind, wird die Blockierung selbsttätig weggenommen; damit sind die blockierten Schutzfunktionen wieder freigegeben.

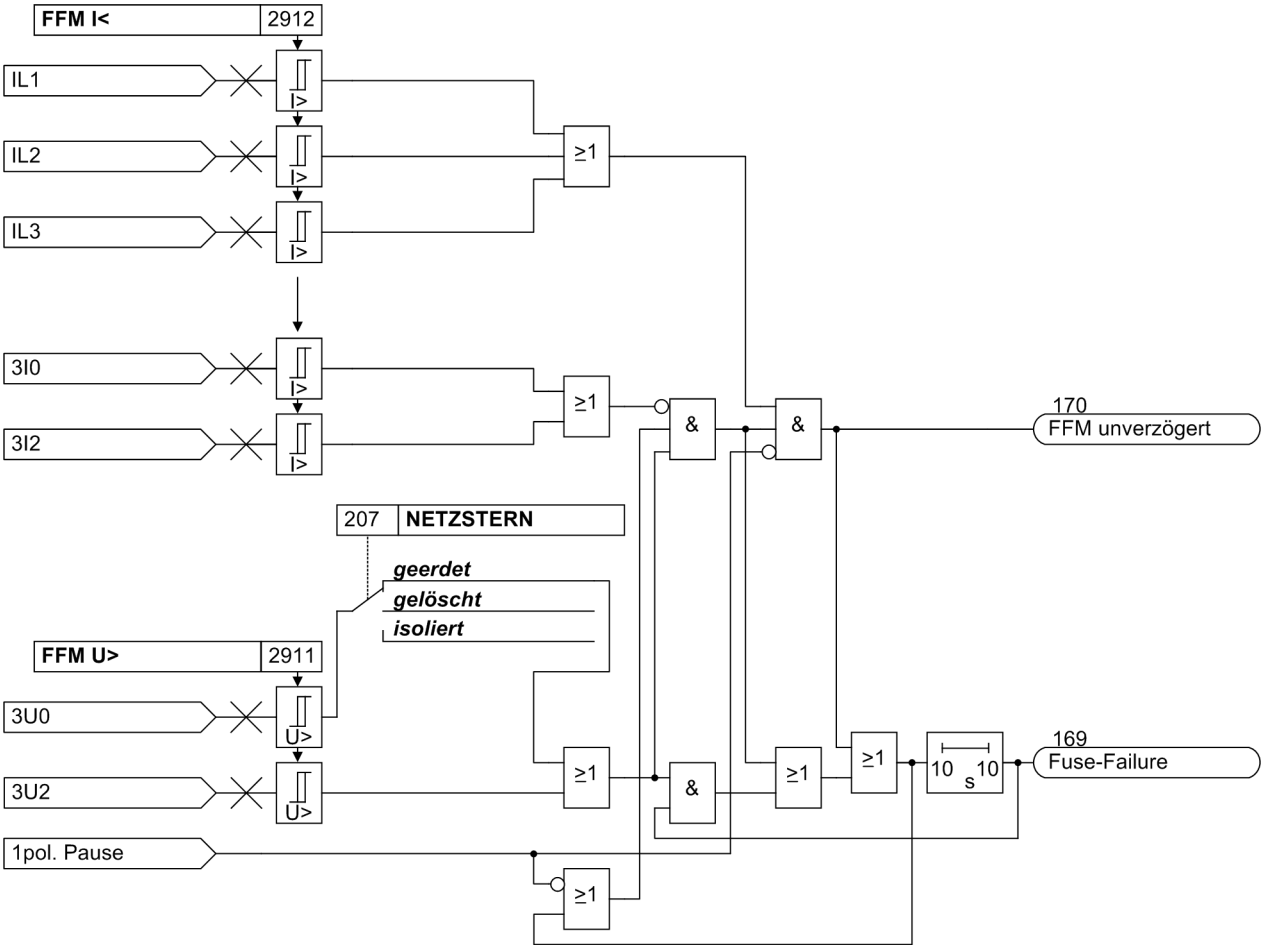


Bild 2-199 Logikdiagramm des „Fuse-Failure-Monitors“ mit Null- und Gegensystem

Dreiphasiger Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“

Ein 3-phasiger Ausfall der sekundären Messspannungen lässt sich von einem tatsächlichen Netzfehler dadurch unterscheiden, dass die Ströme bei einem sekundären Messspannungsausfall keine wesentliche Änderung erfahren. Deshalb werden die Stromwerte einem Speicher zugeführt, so dass durch Differenzbildung zwischen aktuellen und gespeicherten Werten die Sprunggrößen der Ströme ermittelt werden können (Stromdifferenzkriterium). Auf 3-poligen Messspannungsausfall wird dann erkannt, wenn

- alle drei Phase-Erde-Spannungen auf einen Wert springen, der kleiner als ein Schwellwert **FFM UMESS<** ist,
- in allen drei Phasen die Strom-Differenz kleiner als ein Schwellwert **FFM Idelta** ist und
- alle drei Phasenstrom-Amplituden größer als der Mindeststrom **Iph>** für die Impedanzmessung des Distanzschutzes sind.

Liegen (noch) keine gespeicherten Stromwerte vor, so wird auf das Stromgrößenkriterium zurückgegriffen. Bild 2-200 zeigt das Logikdiagramm der 3-phasigen Messspannungsausfallüberwachung. Auf 3-poligen Messspannungsausfall wird dann erkannt, wenn

- alle drei Phase-Erde-Spannungen auf einen Wert springen, der kleiner als ein Schwellwert **FFM UMESS<** ist,
- alle drei Phasenstrom-Amplituden kleiner als der Mindeststrom **Iph>** für die Impedanzmessung des Distanzschutzes sind und
- alle drei Phasenstrom-Amplituden größer als eine fest eingestellte Rauschgrenze (40 mA) sind.

Bei Erkennen eines solchen Spannungsausfalls werden die Schutzfunktionen, deren Messprinzip auf Unterspannung beruhen, vor allem also der Distanzschutz, blockiert, bis der Spannungsausfall beseitigt ist; danach wird die Blockierung automatisch aufgehoben. Der Differentialschutz und die UMZ-Notfunktion ist während des Spannungsausfalls möglich, sofern der Differentialschutz bzw. der Überstromzeitschutz entsprechend parametriert ist (siehe auch Abschnitt 2.3 und 2.15).

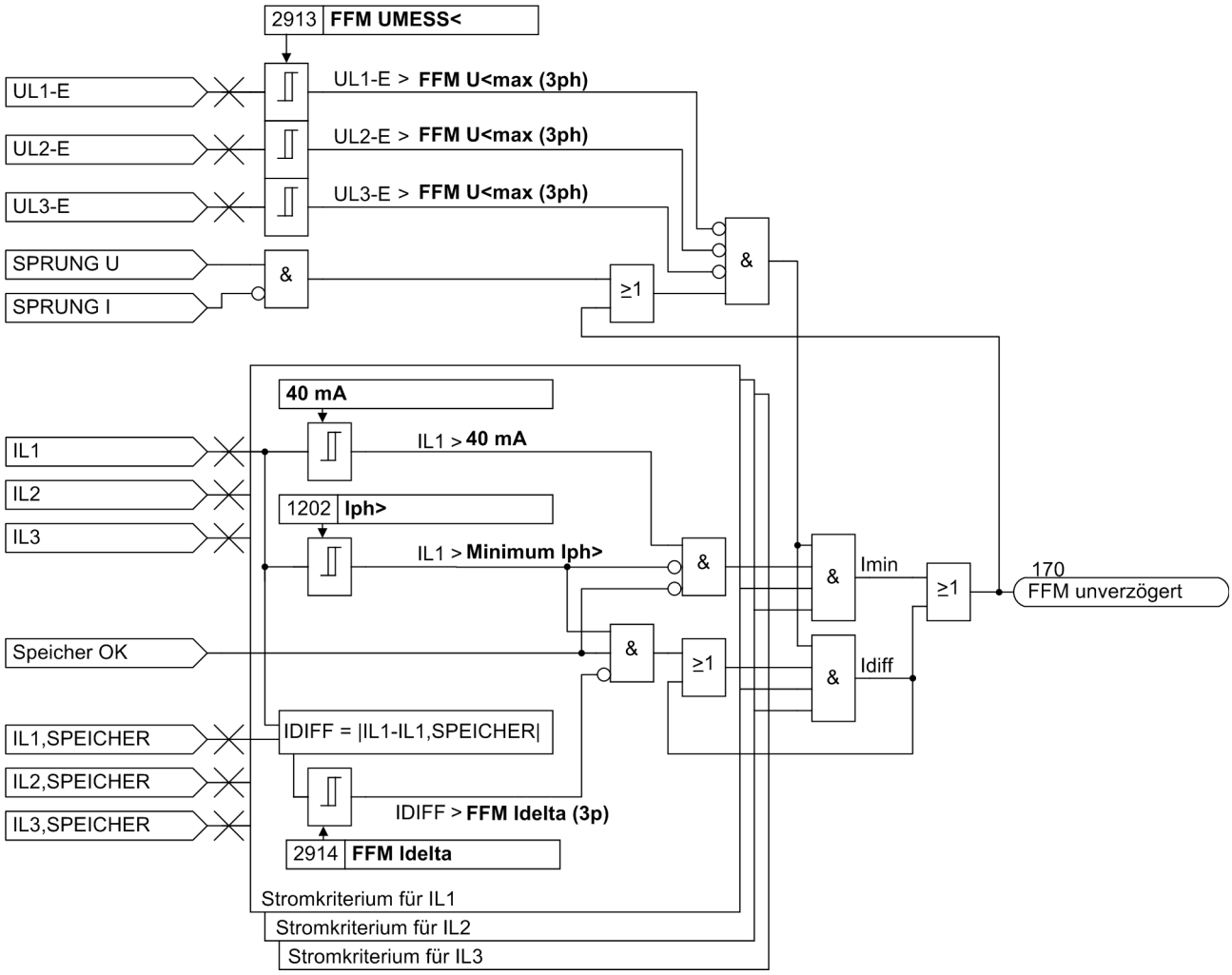


Bild 2-200 Logik der 3-phasigen Messspannungsausfallüberwachung

Zusätzliche Messspannungsausfallüberwachung

Ist zum Einschaltzeitpunkt des Leistungsschalters keine Messspannung verfügbar (z.B. nicht angeschlossene Wandler), so kann das Fehlen der Spannung durch eine zusätzliche Überwachungsfunktion erkannt und gemeldet werden. Werden die Leistungsschalterhilfskontakte verwendet, dann sollten diese für die Überwachung mitbenutzt werden. Bild 2-201 zeigt das Logikdiagramm der Messspannungsausfallüberwachung. Auf das Fehlen der Messspannung wird erkannt, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- alle drei Phase-Erde-Spannungen sind kleiner als **FFM UMESS<**,
- mindestens ein Phasenstrom ist größer als **I-REST** oder mindestens ein Leistungsschalterpol ist geschlossen (einstellbar),
- es liegt keine Anregung einer Schutzfunktion vor,
- dieser Zustand steht für eine parametrierbare Zeit **T U-Überw.** (Voreinstellung: 3 s) an.

Diese Zeit **T U-Überw.** ist notwendig, um ein Ansprechen der Überwachung vor dem Eintreten einer Anregung zu verhindern.

Beim Ansprechen dieser Überwachung wird die Meldung „Störung Umess“ (Nr. 168) abgesetzt und in den Notbetrieb (siehe Abschnitt 2.15) umgeschaltet.

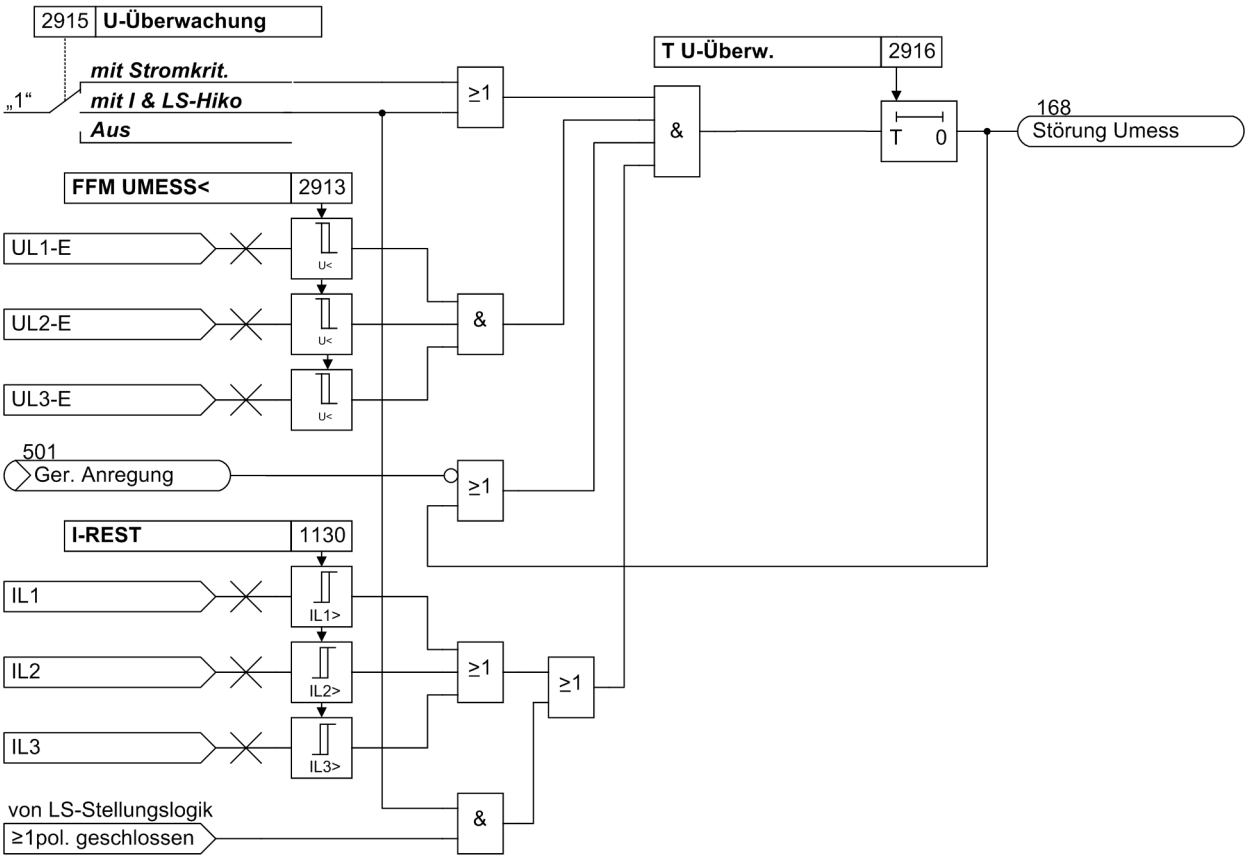


Bild 2-201 Logikdiagramm der zusätzlichen Messspannungsausfallüberwachung

2.23.1.4 Überwachung des Phasenwinkels der Mitsystemleistung

Mit dieser Überwachungsfunktion können Sie die Leistungsrichtung feststellen. Sie können den Phasenwinkel der komplexen Leistung überwachen und eine Meldung erzeugen, wenn sich der Leistungszeiger innerhalb eines einstellbaren Segments befindet.

Ein Beispiel für die Anwendung ist die Meldung von kapazitiver Blindleistung. Die Überwachungsmeldung kann dann zur Steuerung des Überspannungsschutzes verwendet werden. Dazu müssen zwei Winkeleinstellungen, wie im Bild 2-202 dargestellt, vorgenommen werden. In diesem Beispiel wurde φA = 200° und φB = 340° eingestellt.

Befindet sich der gemessene Phasenwinkel φ($\underline{S}_1$) der Mitsystemleistung innerhalb des durch die Winkel φA und φB bestimmten Bereichs der P-Q-Ebene, so wird die Meldung „φ(PQ Mitsyst.)“ (Nr. 130) ausgegeben. Die Winkel φA und φB sind im Bereich 0° bis 359° frei einstellbar. Die Fläche beginnt bei φA und wird im mathematisch positiven Sinn bis zum Winkel φB aufgespannt. Eine Hysterese von 2° verhindert Fehlmeldungen, die an den Kippgrenzen entstehen könnten.

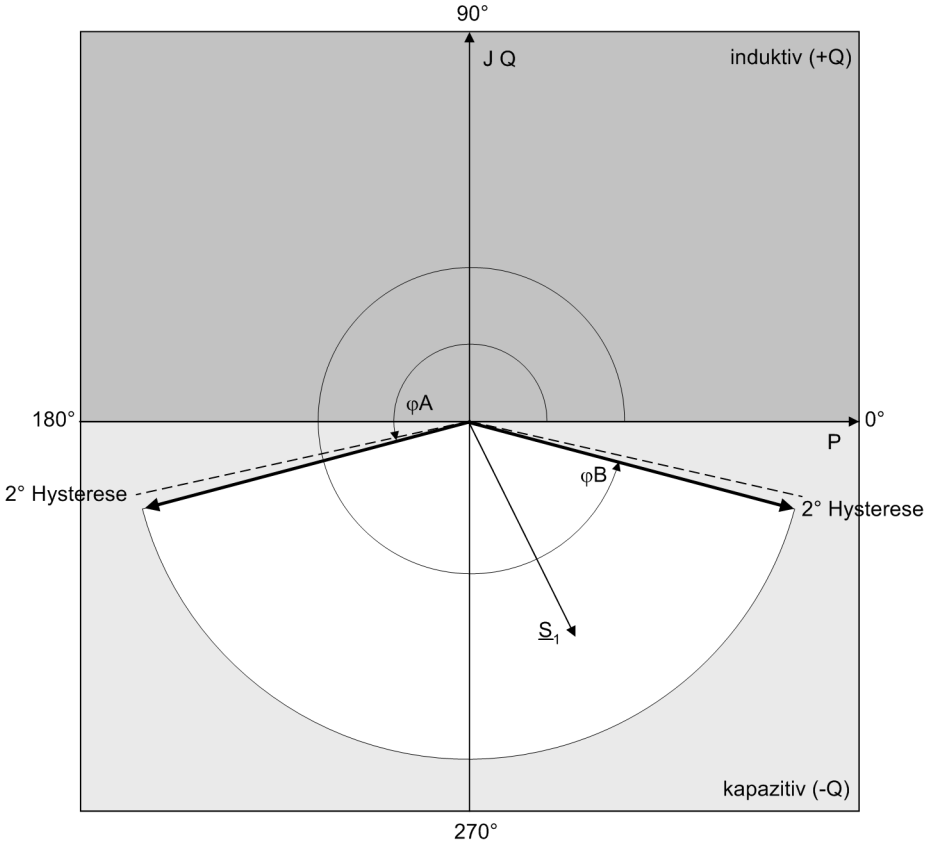


Bild 2-202 Kennlinie der Mitsystem Phasenwinkelüberwachung

Die Überwachungsfunktion können Sie auch zur Anzeige negativer Wirkleistung verwenden. In diesem Fall müssen Sie die Bereiche wie in Bild 2-203 bestimmen.

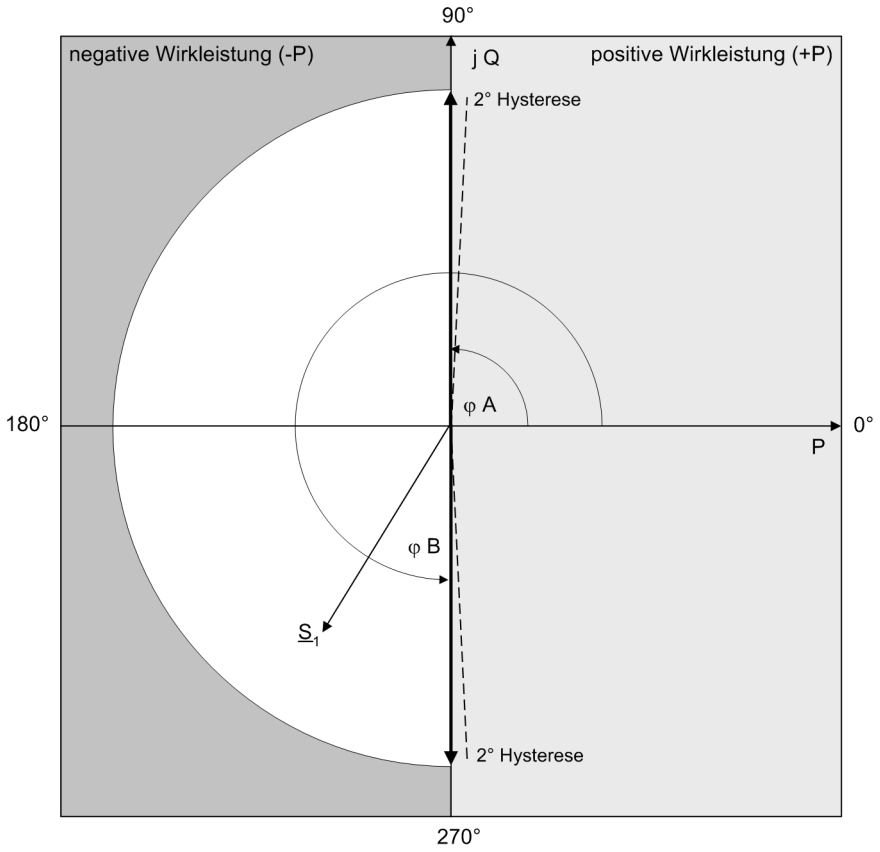


Bild 2-203 Phasenwinkelüberwachung für negative Wirkleistung

Der Unterschied zwischen den beiden Winkeln muß mindestens 3° betragen, anderenfalls wird die Überwachung blockiert und die Meldung „φ Param. falsch“ (Nr. 132) ausgegeben.

Folgenden Bedingungen führen zur Freigabe der Messung:

- Der Mitsystemstrom $\underline{I}_1$ ist größer als der mit Parameter 2943 **I1>** eingestellte Wert.
- Die Mitsystemspannung $\underline{U}_1$ ist größer als der mit Parameter 2944 **U1>** eingestellte Wert.
- Die eingestellten Winkel unter Adresse 2941 φ**A** und 2942 φ**B** müssen sich mindestens um 3° unterscheiden. Bei einer falschen Parametrierung wird die Meldung 132 „φ Param. falsch“ ausgegeben.
- Der „Fuse-Failure-Monitor“ und die Messspannungsausfallüberwachung dürfen nicht angesprochen haben und die Binäreingangsmeldung 361 „>U-Wdl.-Aut.“ nicht anstehen.

Läuft die Überwachung nicht, wird dies durch die Meldung „φ(PQ Mit) block“ (Nr. 131) signalisiert.

Das Bild 2-204 zeigt die Logik der Mitsystem-Phasenwinkelüberwachung.

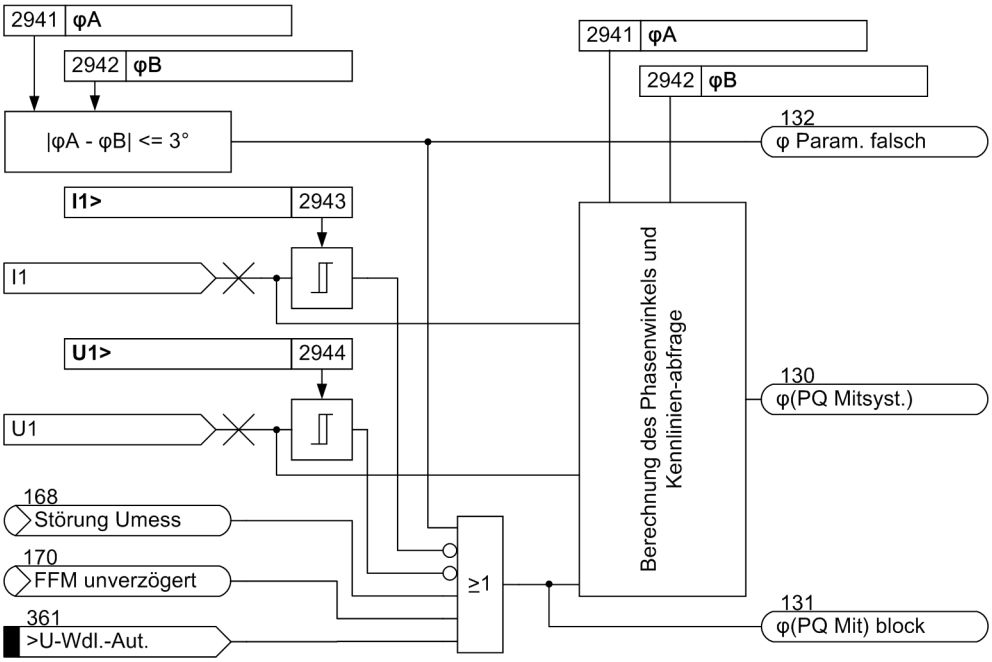


Bild 2-204 Logik der Mitsystem-Phasenwinkelüberwachung

2.23.1.5 Fehlerreaktionen

Je nach Art der entdeckten Störung wird eine Meldung abgesetzt, ein Wiederanlauf des Prozessorsystems gestartet oder das Gerät außer Betrieb genommen. Nach drei erfolglosen Wiederanlaufversuchen wird das Gerät ebenfalls außer Betrieb genommen. Das Bereitschaftsrelais fällt ab und meldet mit seinem Öffner („Life-Kontakt“), dass das Gerät gestört ist. Außerdem leuchtet die rote LED „ERROR“ auf der Frontkappe, sofern die interne Hilfsspannung vorhanden ist, und die grüne LED „RUN“ erlischt. Fällt auch die interne Hilfsspannung aus, sind alle LEDs dunkel. Tabelle 2-17 zeigt eine Zusammenfassung der Überwachungsfunktionen und der Fehlerreaktion des Gerätes.

Tabelle 2-17 Zusammenfassung der Fehlerreaktionen des Gerätes

Überwachung	mögliche Ursachen	Fehlerreaktion	Meldung (Nr)	Ausgabe
Hilfsspannungsausfall	extern (Hilfsspannung) intern (Umrichter)	Gerät außer Betrieb o. ggf. Meldung	alle LED dunkel „Störung 5V“ (144)	GOK[2)] fällt ab
Messwerterfassung	intern (Umrichter oder Referenzspannung)	Schutz außer Betrieb, Meldung	LED „ERROR“ „Störung Messw.“ (181)	GOK[2)] fällt ab
Pufferbatterie	intern (Pufferbatterie)	Meldung	„Stör Batterie“ (177)	wie rangiert
Hardware-Watchdog	intern (Prozessorausfall)	Gerät außer Betrieb	LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Software-Watchdog	intern (Programmablauf)	Wiederanlaufversuch[1)]	LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Arbeitsspeicher	intern (RAM)	Wiederanlaufversuch[1)], Abbruch des Anlaufs Gerät außer Betrieb	LED blinkt	GOK[2)] fällt ab
Programmspeicher	intern (EPROM)	Wiederanlaufversuch[1)]	LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Parameterspeicher	intern (Flash-EPROM oder RAM)	Wiederanlaufversuch[1)]	LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Abtastfrequenz	intern (Taktgeber)	Wiederanlaufversuch[1)]	LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
1 A/5 A-Einstellung	Brückenstellung 1/5 A falsch	Meldungen: Schutz außer Betrieb	„IN(1/5A) falsch“ (192) „Störung Messw.“ (181) LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Abgleichwerte	intern (EEPROM oder RAM)	Meldung: Verwendung von Defaultwerten	„Stör.Abgleichw.“ (193)	wie rangiert
Erdstromwandler empf./unempfindlich	I/O-BG entspricht nicht der MLFB des Gerätes	Meldungen: Schutz außer Betrieb	„IE-Wdl. falsch“ (194)„Störung Messw.“ (181) LED „ERROR“	GOK[2)] fällt ab
Baugruppen	Baugruppe entspricht nicht der MLFB	Meldungen: Schutz außer Betrieb	„Störung BG1...7“ (Nr 183 ... 189) und ggf. „Störung Messw.“. (181)	GOK[2)] fällt ab
Stromsumme	intern (Messwerterfassung)	Meldung Differentialschutz wird vollständig blockiert	„Störung ΣI“ (289)	wie rangiert
Stromsymmetrie	extern (Anlage oder Stromwandler)	Meldung	„Störung Isymm“ (163)	wie rangiert
Leiterbruch	extern (Anlage oder Stromwandler)	Meldung Differentialschutz wird phasenselektiv blockiert	„Drahtbruch IL1“ (290), „Drahtbruch IL2“ (291), „Drahtbruch IL3“ (292)	wie rangiert
Spannungssumme	intern (Messwerterfassung)	Meldung	„Störung ΣUphe“ (165)	wie rangiert
Spannungssymmetrie	extern (Anlage oder Spannungswandler)	Meldung	„Störung Usymm“ (167)	wie rangiert
Spannungsdrehfeld	extern (Anlage oder Anschluss)	Meldung	„Stör. Ph-Folge“ (171)	wie rangiert
Spannungsausfall, 3-phasig „Fuse-Failure-Monitor“	extern (Anlage oder Anschluss)	Meldung Distanzschutz blockiert, Unterspannungsschutz blockiert, Aus bei schwacher Einspeisung blockiert, Frequenzschutz blockiert und bei Erdkurzschlussschutz blockiert die Richtungserkennung	„Fuse-Failure“ (169), „FFM unverzögert“ (170)	wie rangiert

Überwachung	mögliche Ursachen	Fehlerreaktion	Meldung (Nr)	Ausgabe
Spannungsausfall, 1-/2-phasig „Fuse-Failure-Monitor“	extern (Spannungswandler)	Meldung Distanzschutz blockiert Unterspannungsschutz blockiert, Aus bei schwacher Einspeisung blockiert, Frequenzschutz blockiert und bei Erdkurzschlussschutz blockiert die Richtungserkennung	„Fuse-Failure“ (169), „FFM unverzögert“ (170)	wie rangiert
Spannungsausfall, 3-phasig	extern (Anlage oder Anschluss)	Meldung Distanzschutz blockiert, Unterspannungsschutz blockiert, Aus bei schwacher Einspeisung blockiert, Frequenzschutz blockiert und bei Erdkurzschlussschutz blockiert die Richtungserkennung	„Störung Umess“ (168)	wie rangiert
Auslösekreisüberwachung	extern (Auslösekreis oder Steuerspannung)	Meldung	„Störung Auskr.“ (6865)	wie rangiert

1) Nach drei erfolglosen Wiederanläufen wird das Gerät außer Betrieb gesetzt

2) GOK = „Gerät Okay“ = Öffner des Bereitschaftsrelais = Life-Kontakt

2.23.1.6 Einstellhinweise

Allgemein

Die Empfindlichkeit der Messwertüberwachungen kann verändert werden. Werksseitig sind bereits Erfahrungswerte voreingestellt, die in den meisten Fällen ausreichend sind. Ist im Anwendungsfall mit besonders hohen betrieblichen Unsymmetrien der Ströme und/oder Spannungen zu rechnen oder stellt sich im Betrieb heraus, dass diese oder jene Überwachung sporadisch anspricht, sollte sie unempfindlicher eingestellt werden.

In Adresse 2901 **MW-ÜBERW.** kann die Messwertüberwachung ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden.

Symmetrieüberwachungen

Adresse 2902 **SYM.UGRENZ** bestimmt die Grenzspannung (Phase-Phase), oberhalb derer die Spannungssymmetrieüberwachung wirksam ist. Adresse 2903 **SYM.FAK. U** ist der zugehörige Symmetriefaktor, d.h. die Steigung der Symmetriekennlinie. Die Meldung „Störung Usymm“ (Nr 167) kann unter Adresse 2908 **T SYM.UGRENZ** verzögert werden. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Adresse 2904 **SYM.IGRENZ** bestimmt den Grenzstrom, oberhalb dessen die Stromsymmetrieüberwachung wirksam ist. Adresse 2905 **SYM.FAK. I** ist der zugehörige Symmetriefaktor, d.h. die Steigung der Symmetriekennlinie. Die Meldung „Störung Isymm“ (Nr 163) kann unter Adresse 2909 **T SYM.IGRENZ** verzögert werden. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Summenüberwachungen

Adresse 2906 **SUM.IGRENZ** bestimmt den Grenzstrom, oberhalb dessen die Summenstromüberwachung anspricht (absoluter Anteil, nur auf I_N bezogen). Der relative Anteil (bezogen auf den maximalen Leiterstrom) für das Ansprechen der Summenstromüberwachung wird unter Adresse 2907 **SUM.FAK. I** eingestellt. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Hinweis

Die Stromsummenüberwachung ist nur wirksam, wenn an dem vierten Strommesseingang (I_4) der Erdstrom der zu schützenden Leitung angeschlossen ist. Der I_4-Wandler muss mittels Parameter **I4-WANDLER** (Adresse 220) als parametriert sein. Ferner muss der vierte Strommesseingang als normaler I_4-Wandler ausgelegt sein. Bei einem empfindlichen Wandlertyp wird die Stromsummenüberwachung nicht aktiv.

Drahtbruchüberwachung

Die Drahtbruchüberwachung wir über Parameter 2931 **DRAHTBRUCH UEB.** ein- oder ausgeschaltet. Eine Blockierung der Differentialschutzfunktionen erfolgt nur bei Einstellung ***Ein***. Bei Einstellung ***nur melden*** wird ein Drahtbruch gemeldet, es erfolgt keine Blockierung der Schutzfunktionen.

Bei einer 1 1/2-Leistungsschalteranordnung ist Parameter 208 **1-1/2 LS** auf ***Ja*** einzustellen. Parameter 2935 Δ**I min** gibt bei dieser Leistungsschalteranordnung die minimale Differenz an, um die der Strom bei einem Drahtbruch kleiner werden würde.

Unsymmetrischer Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“

Die Einstellwerte des „Fuse-Failure-Monitors“ für unsymmetrischen Messspannungsausfall sind so zu wählen, dass er einerseits bei Ausfall einer Phasenspannung zuverlässig anspricht (Adresse 2911 **FFM U>**), andererseits aber bei Erdfehlern im geerdeten Netz nicht fehlanspricht. Entsprechend empfindlich muss Adresse 2912 **FFM I<** eingestellt werden (unterhalb des kleinsten Fehlerstroms bei Erdkurzschlüssen). Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

In Adresse 2910 **FUSE FAIL** kann der „Fuse-Failure-Monitor“, z.B. bei unsymmetrischen Prüfungen, ***Aus***geschaltet werden.

Dreiphasiger Messspannungsausfall „Fuse-Failure-Monitor“

Unter Adresse 2913 **FFM UMESS<** wird die minimale Spannung eingestellt, unterhalb derer auf dreiphasigen Messspannungsausfall erkannt wird, sofern nicht gleichzeitig ein Stromsprung stattfindet, der die Grenze laut Adresse 2914 **FFM Idelta** überschreitet und gleichzeitig alle drei Phasenströme größer sind als der für die Impedanzmessung des Distanzschutzes notwendige Mindeststrom laut Adresse 1502 **Iph>**. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

In Adresse 2910 **FUSE FAIL** kann der „Fuse-Failure-Monitor“, z.B. bei unsymmetrischen Prüfungen, ***Aus***geschaltet werden.

Messspannungsausfallüberwachung

Die Messspannungsausfallüberwachung kann unter Adresse 2915 **U-Überwachung** ***mit Stromkrit.***, ***mit I & LS-Hiko*** oder ***Aus*** geschaltet werden. Unter Adresse 2916 **T U-Überw.** wird die Wartezeit der Spannungsausfallüberwachung eingestellt. Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Spannungswandlerschutzschalter

Ist auf der Sekundärseite der Spannungswandler ein Spannungswandlerschutzschalter installiert, soll dessen Stellung über einen Binäreingang an das Gerät gemeldet werden. Bei Auslösen des Schutzschalters durch Kurzschluss im Sekundärkreis muss der Distanzschutz sofort blockiert werden, da er anderenfalls durch fehlende Messspannung bei fließendem Laststrom fehlauslösen würde. Diese Blockierung muss schneller sein als die erste Stufe des Distanzschutzes. Dies setzt eine extrem kurze Reaktionszeit des Schutzschalters voraus (≤ 4 ms bei 50 Hz Nennfrequenz). Erfüllt der Hilfskontakt des Schutzschalters diese Anforderung nicht, muss die Reaktionszeit unter Adresse 2921 **T U-Wdl.-Aut.** eingestellt werden, was aber die Reaktion der Schutzfunktion verzögert.

2.23.1.7 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2901	MW-ÜBERW.		Ein Aus	Ein	Messwertüberwachungen
2902A	SYM.UGRENZ		10 .. 100 V	50 V	Symmetrie U: Ansprechwert
2903A	SYM.FAK. U		0.58 .. 0.95	0.75	Symmetrie U: Kennliniensteigung
2904A	SYM.IGRENZ	1A	0.10 .. 1.00 A	0.50 A	Symmetrie Iph: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 5.00 A	2.50 A	
2905A	SYM.FAK. I		0.10 .. 0.95	0.50	Symmetrie Iph: Kennliniensteigung
2906A	SUM.IGRENZ	1A	0.10 .. 2.00 A	0.25 A	Summe I: Ansprechwert
		5A	0.50 .. 10.00 A	1.25 A	
2907A	SUM.FAK. I		0.00 .. 0.95	0.50	Summe I: Kennliniensteigung
2908A	T SYM.UGRENZ		5 .. 100 s	5 s	Symmetrie Uph: Ansprechverzögerung
2909A	T SYM.IGRENZ		5 .. 100 s	5 s	Symmetrie Iph: Ansprechverzögerung
2910	FUSE FAIL		Ein Aus	Ein	Betriebsart für Fuse Failure Monitor
2911A	FFM U>		10 .. 100 V	30 V	U> für FFM-Erkennung
2912A	FFM I<	1A	0.10 .. 1.00 A	0.10 A	I< für FFM-Erkennung
		5A	0.50 .. 5.00 A	0.50 A	
2913A	FFM UMESS<		2 .. 100 V	5 V	Umess< für 3poligen Spannungsausfall
2914A	FFM Idelta	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	Idelta für 3poligen Spannungsausfall
		5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
2915	U-Überwachung		mit Stromkrit. mit I & LS-Hiko Aus	mit Stromkrit.	Spannungsausfallüberwachung
2916A	T U-Überw.		0.00 .. 30.00 s	3.00 s	Wartezeit Spannungsausfallüberwachung
2921	T U-Wdl.-Aut.		0 .. 30 ms	0 ms	Reaktionszeit U-Wandler-Schutzschalter
2931	DRAHTBRUCH UEB.		Ein Aus nur melden	Aus	Drahtbruchüberwachung
2933	Σ i UEB		Ein Aus	Ein	Summe I Überwachung

Adr.	Parameter	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2935A	ΔI min	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	Minimale Stromdifferenz für Drahtbruch
		5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
2941	φA		0 .. 359 °	200 °	Grenzwert PhiA
2942	φB		0 .. 359 °	340 °	Grenzwert PhiB
2943	I1>	1A	0.05 .. 2.00 A	0.05 A	Freigabewert I1>
		5A	0.25 .. 10.00 A	0.25 A	
2944	U1>		2 .. 70 V	20 V	Freigabewert U1>

2.23.1.8 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
130	φ(PQ Mitsyst.)	AM	Lastwinkel Phi(PQ Mitsystem)
131	φ(PQ Mit) block	AM	Lastwinkel Phi(PQ) blockiert
132	φ Param. falsch	AM	Parametrierfehler: |PhiA -PhiB| < 3°
161	Messw.-Überw.I	AM	Messwertüberwachung I, Sammelmeldung
163	Störung Isymm	AM	Störung Messwert Stromsymmetrie
164	Messw.-Überw.U	AM	Messwertüberwachung U, Sammelmeldung
165	Störung ΣUphe	AM	Störung Messwert Summe U (Ph-E)
167	Störung Usymm	AM	Störung Messwert Spannungssymmetrie
168	Störung Umess	AM	Störung Messspannungsausfall 3polig
169	Fuse-Failure	AM	Störung Messwert Fuse-Failure (>10s)
170	FFM unverzögert	AM	Störung Messwert Fuse-Failure (unverz)
171	Stör. Ph-Folge	AM	Störung Phasenfolge
196	FFM aus	AM	Fuse Failure Monitor ausgeschaltet
197	Mess.Überw. aus	AM	Messwertüberwachung ausgeschaltet
289	Störung ΣI	AM	Störung Messwert Summe I
290	Drahtbruch IL1	AM	Drahtbruch IL1
291	Drahtbruch IL2	AM	Drahtbruch IL2
292	Drahtbruch IL3	AM	Drahtbruch IL3
295	Üb Drahtbr aus	AM	Überwachung Drahtbruch ausgeschaltet
296	Überw. ΣI aus	AM	Überwachung Summe I ausgeschaltet
297	ext.Drahtbr.IL1	AM	Drahtbruch am anderen Ende IL1
298	ext.Drahtbr.IL2	AM	Drahtbruch am anderen Ende IL2
299	ext.Drahtbr.IL3	AM	Drahtbruch am anderen Ende IL3
3270	>RESET Drahtbr	EM	>RESET Drahtbruch
3271	Drahtbruch IL1	IE	Drahtbruch IL1
3272	Drahtbruch IL2	IE	Drahtbruch IL2
3273	Drahtbruch IL3	IE	Drahtbruch IL3

2.23.2 Auslösekreisüberwachung

Der Leitungsschutz 7SD5 verfügt über eine integrierte Auslösekreisüberwachung. Je nach Anzahl der noch verfügbaren nicht gewurzelten Binäreingänge kann zwischen der Überwachung mit einer oder mit zwei Binäreingaben gewählt werden. Entspricht die Rangierung der hierfür benötigten Binäreingaben nicht der vorgewählten Überwachungsart, so erfolgt eine diesbezügliche Meldung („AKU Rang Feh ...“ mit der Nummer des fehlerhaften Überwachungskreises). Bei Verwendung von zwei Binäreingaben sind Störungen im Auslösekreis in jedem Schaltzustand erkennbar, bei nur einer Binäreingabe sind Störungen am Leistungsschalter selber nicht zu erkennen. Ist einpolige Auslösung möglich, kann je Leistungsschalterpol eine Auslösekreisüberwachung realisiert werden, sofern die benötigten Binäreingänge verfügbar sind.

2.23.2.1 Funktionsbeschreibung

Überwachung mit zwei Binäreingängen

Bei Verwendung von zwei Binäreingängen werden diese gemäß Bild 2-205 einerseits parallel zum zugehörigen Kommandorelaiskontakt des Schutzes, andererseits parallel zum Leistungsschalter-Hilfskontakt angeschlossen.

Voraussetzung für den Einsatz der Auslösekreisüberwachung ist, dass die Steuerspannung für den Leistungsschalter größer ist als die Summe der Mindestspannungsabfälle an den beiden Binäreingängen ($U_{St} > 2 \cdot U_{BEmin}$). Da je Binäreingang mindestens 19 V notwendig sind, ist die Überwachung nur bei einer anlagenseitigen Steuerspannung über 38 V anwendbar.

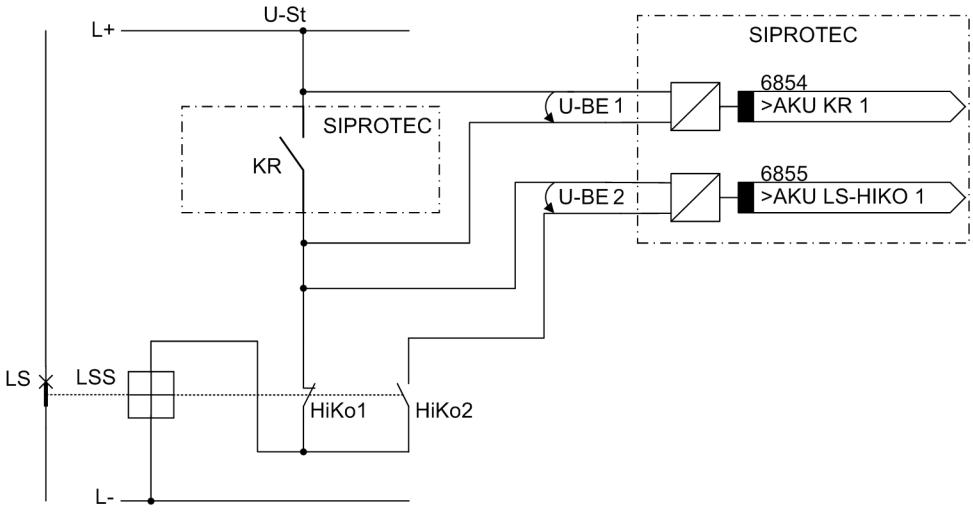


Bild 2-205 Prinzip der Auslösekreisüberwachung mit zwei Binäreingängen

KR	Kommandorelaiskontakt
LS	Leistungsschalter
LSS	Leistungsschalterspule
HiKo1	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Öffner)
HiKo2	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Schließer)
U-St	Steuerspannung (Auslösespannung)
U-BE1	Eingangsspannung für 1. Binäreingang
U-BE2	Eingangsspannung für 2. Binäreingang

Die Überwachung mit zwei Binäreingaben erkennt nicht nur Unterbrechungen im Auslösekreis und Ausfall der Steuerspannung, sondern überwacht auch die Reaktion des Leistungsschalters anhand der Stellung der Leistungsschalter-Hilfskontakte.

Je nach Schaltzustand von Kommandorelais und Leistungsschalter werden dabei die Binäreingaben angesteuert (logischer Zustand „H“ in der folgenden Tabelle) oder kurzgeschlossen (logischer Zustand „L“).

Der Zustand, dass beide Binäreingänge nicht erregt („L“) sind, ist bei intakten Auslösekreisen nur während einer kurzen Übergangsphase (Kommandorelaiskontakt ist geschlossen, aber Leistungsschalter hat noch nicht geöffnet) möglich.

Ein dauerhaftes Auftreten dieses Zustandes ist nur bei Unterbrechung oder Kurzschluss des Auslösekreises, sowie bei Ausfall der Batteriespannung oder Fehlern in der Mechanik des Schalters denkbar und wird deshalb als Überwachungskriterium herangezogen.

Tabelle 2-18 Zustandstabelle der Binäreingänge in Abhängigkeit von KR und LS

Nr.	Kommandorelais	Leistungsschalter	HiKo 1	HiKo 2	BE 1	BE 2	dynamischer Zustand	statischer Zustand
1	offen	EIN	geschlossen	offen	H	L	normaler Berieb mit geschlossenem Leistungsschalter	
2	offen	AUS	offen	geschlossen	H	H	normaler Betrieb mit offenem Leistungsschalter	
3	geschlossen	EIN	geschlossen	offen	L	L	Übergang bzw. Störung	Störung
4	geschlossen	AUS	offen	geschlossen	L	H	KR hat den Leistungsschalter erfolgreich angesteuert	

Die Zustände der beiden Binäreingänge werden periodisch abgefragt. Eine Abfrage erfolgt etwa alle 500 ms. Erst wenn 3 solche aufeinander folgende Zustandsabfragen einen Fehler erkennen, wird eine Fehlermeldung abgesetzt (siehe Bild 2-206). Durch diese Messwiederholungen wird die Verzögerungszeit der Störmeldung bestimmt und damit eine Störmeldung bei kurzzeitigen Übergangsphasen vermieden. Nach Beseitigung der Störung im Auslösekreis fällt die Störmeldung nach der gleichen Zeit automatisch zurück.

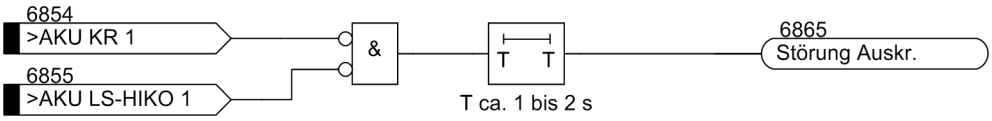


Bild 2-206 Logikdiagramm der Auslösekreisüberwachung mit zwei Binäreingängen

Überwachung mit einem Binäreingang

Die Binäreingabe wird gemäß Bild 2-207 parallel zum zugehörigen Kommandorelaiskontakt des Schutzgerätes angeschlossen. Der Leistungsschalter-Hilfskontakt ist mittels eines hochohmigen Ersatzwiderstandes R überbrückt.

Die Steuerspannung für den Leistungsschalter sollte etwa doppelt so groß sein wie der Mindestspannungsabfall an dem Binäreingang ($U_{St} > 2 \cdot U_{BEmin}$). Da für den Binäreingang mindestens 19 V notwendig sind, ist die Überwachung bei einer anlagenseitigen Steuerspannung über etwa 38 V anwendbar.

Hinweise zur Berechnung des Ersatzwiderstandes R sind in den Projektierungshinweisen im Abschnitt „Montage und Anschluss“ unter dem Randtitel „Auslösekreisüberwachung“ gegeben.

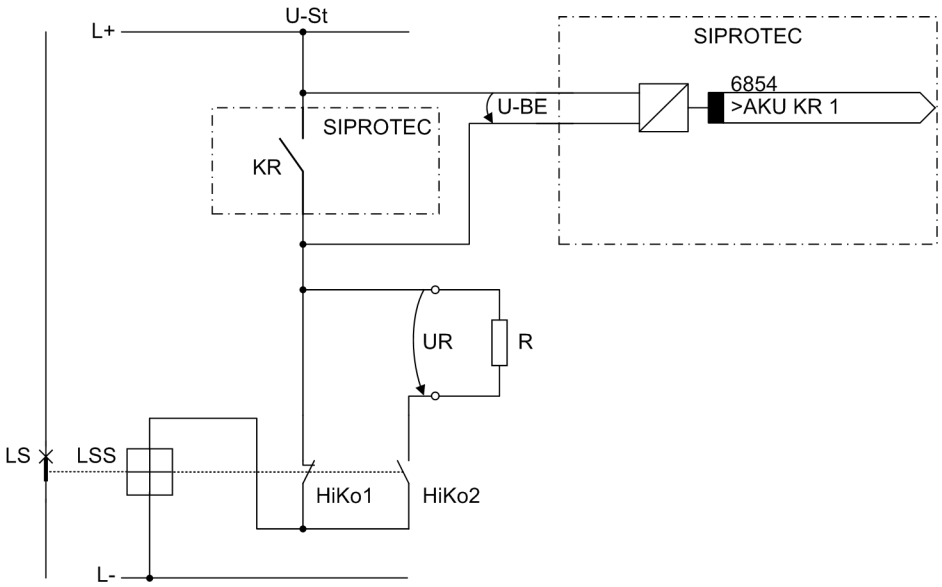


Bild 2-207 Prinzip der Auslösekreisüberwachung mit einem Binäreingang

KR	Kommandorelaiskontakt
LS	Leistungsschalter
LSS	Leistungsschalterspule
HiKo1	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Öffner)
HiKo2	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Schließer)
U-St	Steuerspannung für Auslösekreis
U-BE	Eingangsspannung für Binäreingang
R	Ersatzwiderstand
UR	Spannung am Ersatzwiderstand

Im normalen Betriebsfall ist bei offenem Kommandorelaiskontakt und intaktem Auslösekreis die Binäreingabe angesteuert (logischer Zustand „H“), da der Überwachungskreis über den Hilfskontakt (bei geschlossenem Leistungsschalter) oder über den Ersatzwiderstand R geschlossen ist. Nur solange das Kommandorelais geschlossen ist, ist der Binäreingang kurzgeschlossen und damit entregt (logischer Zustand „L“).

Wenn der Binäreingang im Betrieb dauernd entregt ist, lässt dies auf eine Unterbrechung im Auslösekreis oder auf Ausfall der (Auslöse-) Steuerspannung schließen.

Da die Auslösekreisüberwachung während eines Störfalls nicht arbeitet, führt der geschlossene Kommandokontakt nicht zu einer Störmeldung. Arbeiten jedoch auch Kommandokontakte von anderen Geräten parallel auf den Auslösekreis, muss die Störmeldung mit **T STÖR AKR** verzögert werden (siehe auch Bild 2-208). Nach Beseitigung der Störung im Auslösekreis fällt die Störmeldung nach der gleichen Zeit automatisch zurück.

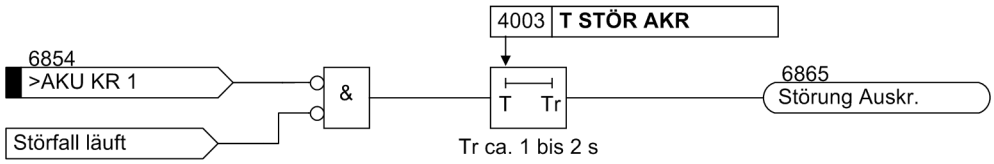


Bild 2-208 Logikdiagramm der Auslösekreisüberwachung mit einem Binäreingang

2.23.2.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Bei der Projektierung wurde unter Adresse 140 **AUSKREISÜBERW.** (Abschnitt 2.1.1.3) eingestellt, wieviele Kreise überwacht werden sollen. Soll die Auslösekreisüberwachung überhaupt nicht verwendet werden, ist dort ***nicht vorhanden*** einzustellen.

Die Auslösekreisüberwachung kann in Adresse 4001 **AUSKREIS ÜB** ***Ein***- oder ***Aus***geschaltet werden. Unter Adresse 4002 **ANZ.BINEIN** wird die Anzahl der Binäreingänge je Überwachungskreis eingestellt. Entspricht die Rangierung der hierfür benötigten Binäreingaben nicht der vorgewählten Überwachungsart, so erfolgt eine diesbezügliche Meldung („AKU Rang Feh ...“ mit der Nummer des fehlerhaften Überwachungskreises).

Überwachung mit einem Binäreingang

Während die Störmeldung bei Überwachung mit zwei Binäreingängen fest mit ca. 1 s bis 2 s verzögert ist, kann bei Überwachung mit einem Binäreingang die Meldeverzögerung in Adresse 4003 **T STÖR AKR** eingestellt werden. Wenn nur das Gerät 7SD5 auf die Auslösekreise arbeitet, genügen 1 s bis 2 s, da die Auslösekreisüberwachung während eines Störfalls nicht arbeitet. Arbeiten jedoch auch Kommandokontakte von anderen Geräten parallel auf den Auslösekreis, muss die Störmeldung so verzögert werden, dass die längste Dauer eines Auslösekommandos mit Sicherheit zeitlich überbrückt wird.

2.23.2.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4001	AUSKREIS ÜB	Ein Aus	Aus	Auskreisüberwachung
4002	ANZ.BINEIN	1 .. 2	2	Anzahl der Binäreingaben pro Auskreis
4003	T STÖR AKR	1 .. 30 s	2 s	Meldeverzögerungszeit

2.23.2.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
6854	>AKU KR 1	EM	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 1
6855	>AKU LS-HIKO 1	EM	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis1
6856	>AKU KR 2	EM	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 2
6857	>AKU LS-HIKO 2	EM	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis2
6858	>AKU KR 3	EM	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 3
6859	>AKU LS-HIKO 3	EM	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis3
6861	AKU aus	AM	Auslösekreisüberw. ist ausgeschaltet
6865	Störung Auskr.	AM	Störung Auslösekreis
6866	AKU Rang Feh 1	AM	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 1
6867	AKU Rang Feh 2	AM	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 2
6868	AKU Rang Feh 3	AM	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 3

2.24 Funktionssteuerung und Leistungsschalterprüfung

2.24.1 Funktionssteuerung

Die Funktionssteuerung ist die Steuerzentrale des Gerätes. Sie koordiniert den Ablauf der Schutz- und Zusatzfunktionen, verarbeitet deren Entscheidungen und die Informationen, die von der Anlage kommen.

Anwendungsfälle

- Einschalterkennung,
- Zustandserkennung der Leistungsschalterstellung(en),
- Open Pole Detektor,
- Anregelogik,
- Auslöselogik.

2.24.1.1 Einschalterkennung

Beim Einschalten eines Schutzobjektes können verschiedene Maßnahmen erforderlich oder wünschenswert sein. So wünscht man bei einer manuellen Zuschaltung auf einen Kurzschluss normalerweise eine sofortige Wiederabschaltung. Dies geschieht, z.B. beim Überstromzeitschutz dadurch, dass die Verzögerung einer Stromstufe umgangen wird. Für jede Kurzschlussschutzfunktion, die verzögert werden kann, kann mindestens eine Stufe gewählt werden, die bei Zuschaltung unverzögert wirksam wird, wie in den entsprechenden Abschnitten erwähnt. Siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Leistungsschalterzustand“.

Das Hand-Einschaltkommando muss dem Gerät über einen Binäreingang mitgeteilt werden. Um von der individuellen manuellen Betätigung unabhängig zu sein, wird es im Gerät auf eine definierte Länge gebracht (einstellbar mit Adresse 1150 **T WIRK HANDEIN**). Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden. Bild 2-209 zeigt das Logikdiagramm.

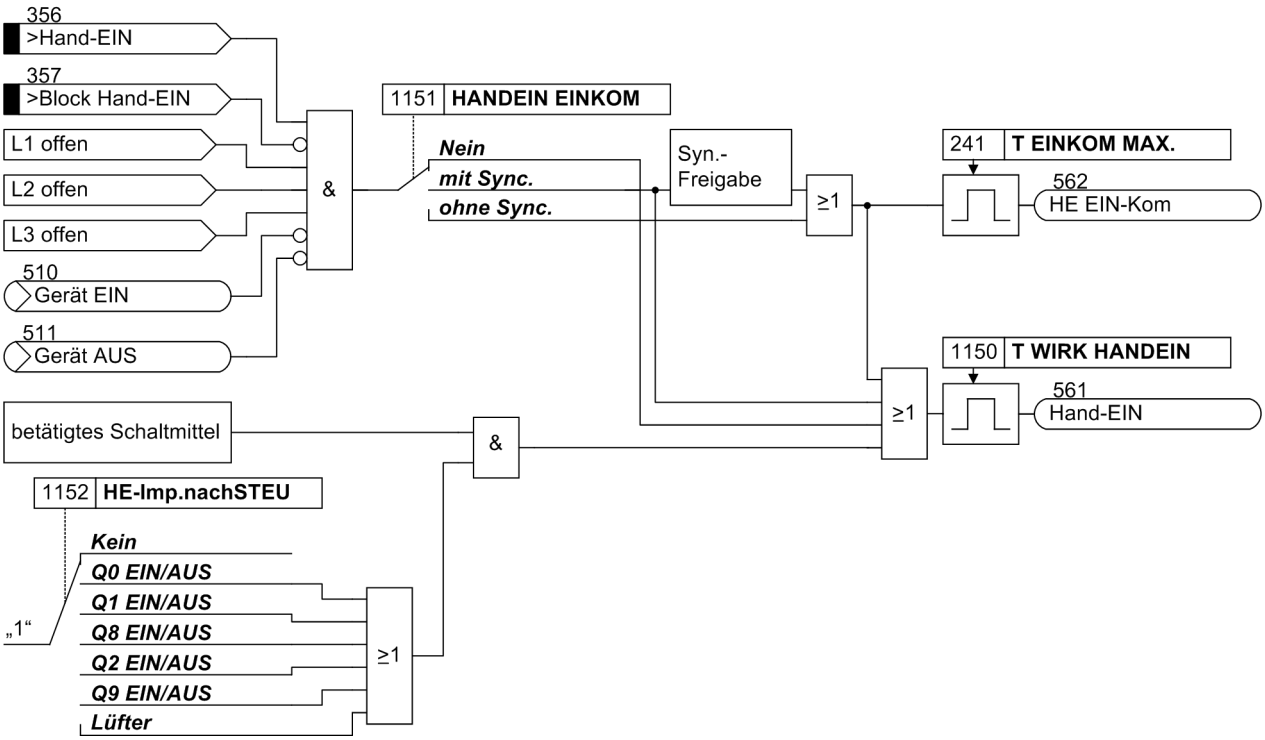


Bild 2-209 Logikdiagramm der Hand-EIN-Behandlung

Auch eine Einschaltung über die integrierten Steuerfunktionen – Vor-Ort-Steuerung, Steuerung über DIGSI, Steuerung über serielle Schnittstelle – kann in dieser Hinsicht wie eine Hand-Einschaltung wirken, vgl. Parameter 1152 Kapitel 2.1.4.1 unter Randtitel „Leistungsschalterzustand“.

Wenn das Gerät über eine integrierte Wiedereinschaltautomatik verfügt, unterscheidet die integrierte Hand-Ein-Logik des 7SD5 selbsttätig zwischen einem externen Steuerbefehl über den Binäreingang und einer automatischen Wiedereinschaltung durch die interne Wiedereinschaltautomatik, so dass die Binäreingabe „>Hand-EIN“ direkt an den Steuerkreis der Einschaltspule des Leistungsschalters angeschlossen werden kann (Bild 2-210). Hierbei wird jede Einschaltung, die nicht über die interne Wiedereinschaltautomatik veranlasst ist, als Hand-Einschaltung interpretiert, also auch die mittels Steuerbefehl vom Gerät selber.

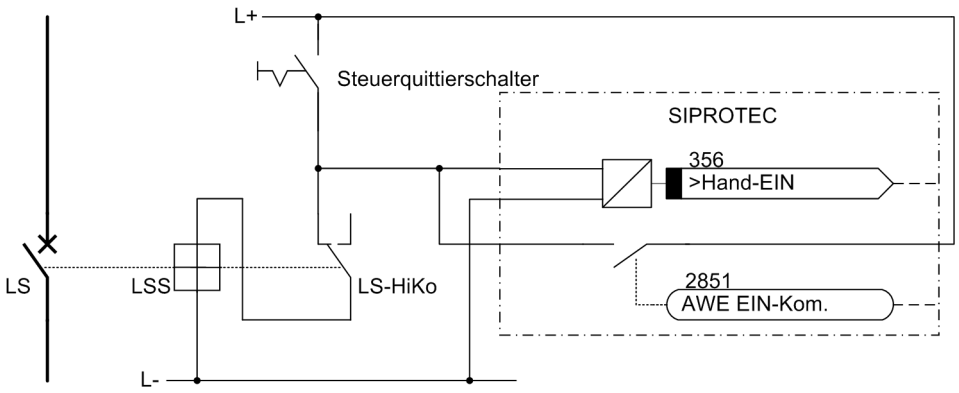


Bild 2-210 Hand-Einschaltung mit interner Wiedereinschaltautomatik

LS Leistungsschalter
LSS Leistungsschalter-Einschaltspule
LS-HiKo Hilfskontakt des Leistungsschalters

Sind jedoch externe Einschaltkommandos möglich, die die Hand-Ein-Funktion nicht bewirken sollen (z.B externes Wiedereinschaltgerät), so muss die Binäreingabe „>Hand-EIN“ von einem getrennten Kontakt des Steuerquittierschalter erregt werden (Bild 2-211).

Wenn im letzteren Fall auch mittels internem Steuerbefehl vom Gerät ein Hand-Einschaltbefehl gegeben werden kann, muss dieser mittels Parameter 1152 **HE-Imp.nachSTEU** mit der Hand-Ein-Funktion zusammengeschaltet werden (Bild 2-209).

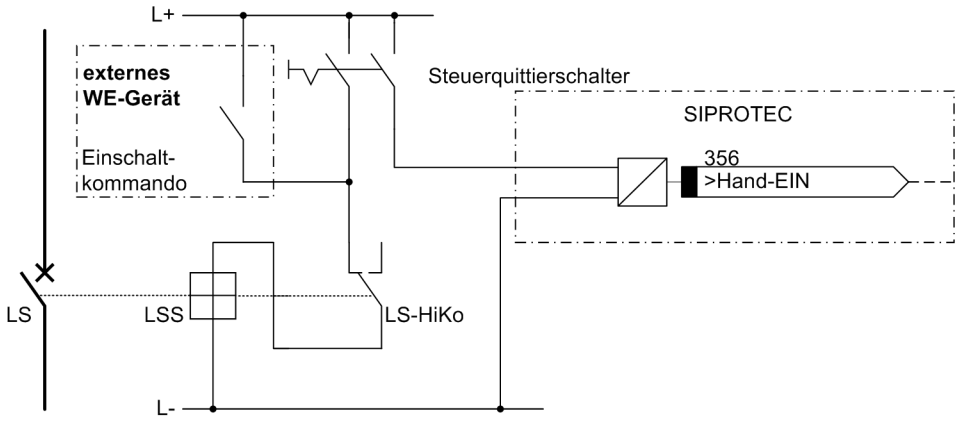


Bild 2-211 Hand-Einschaltung mit externer Wiedereinschaltautomatik

LS	Leistungsschalter
LSS	Leistungsschalter-Einschaltspule
LS-HiKo	Hilfskontakt des Leistungsschalters

Neben der Hand-EIN-Erkennung registriert das Gerät auch jede Einschaltung der Leitung über die integrierte Zuschalterkennung. Diese verarbeitet sowohl Zustandswechsel in den Messgrößen als auch die Position der Leistungsschalter-Hilfskontakte. Der jeweilige Zustand des Leistungsschalters wird erkannt, wie im folgenden Abschnitt unter „Leistungsschalter-Zustandserkennung“ beschrieben. Die Kriterien für die Zuschalterkennung richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten der Messstellen und der Einstellung des Parameters Adresse 1134 **ZUSCHALT.ERKENN** (siehe Abschnitt 2.1.4 unter Randtitel „Leistungsschalterzustand“).

Als Messgrößen stehen die Leiterströme und die Leiter-Erde-Spannungen zur Verfügung. Ein fließender Strom schließt aus, dass der Schalter geöffnet ist (Ausnahme: Kurzschluss zwischen Stromwandler und Leitungsschalter). Ein nicht fließender Strom dagegen kann auch bei geschlossenem Schalter vorkommen. Die Spannungen lassen sich nur dann als Kriterium für die abgeschaltete Leitung heranziehen, wenn die Spannungswandler abzweigseitig installiert sind. Daher wertet das Gerät nur die Messgrößen aus, die gemäß Adresse 1134 eine Aussage über den Leitungszustand zulassen.

Umgekehrt lässt ein Zustandswechsel, wie Änderung einer Spannung von Null auf einen bemerkenswerten Wert (Adresse 1131 **U-REST**) oder das Auftreten eines bemerkenswerten Stromes (Adresse 1130 **I-REST**), zuverlässig auf das Zuschalten der Leitung schließen, da diese Wechsel weder im Normalbetrieb noch bei Eintritt eines Kurzschlusses auftreten können. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

Die Position der Leistungsschalter-Hilfskontakte geben unmittelbar die Position des Leitungsschalters an. Bei einzelpoliger Steuerung des Leistungsschalters gilt als Zuschaltung, wenn mindestens ein Pol vom offenen in den geschlossenen Zustand übergeht.

Die erkannte Zuschaltung wird über die Meldung „Zuschaltung“ (Nr 590) signalisiert. Mit dem Parameter 1132 **T WIRK ZUSCHALT** kann das Signal auf eine definierte Länge gebracht werden. Diese Einstellungen können nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden. Bild 2-212 zeigt das Logikdiagramm.

Um fehlerhaftes Erkennen einer Zuschaltung zu vermeiden, muss der Zustand „offene Leitung“, der einer jeden Zuschaltung vorausgeht, für eine Mindestzeit anstehen (einstellbar mit Adresse 1133 **T FRG. ZUSCHALT**). Die Voreinstellung für diese Freigabeverzögerung beträgt 250 ms. Diese Einstellung kann nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** geändert werden.

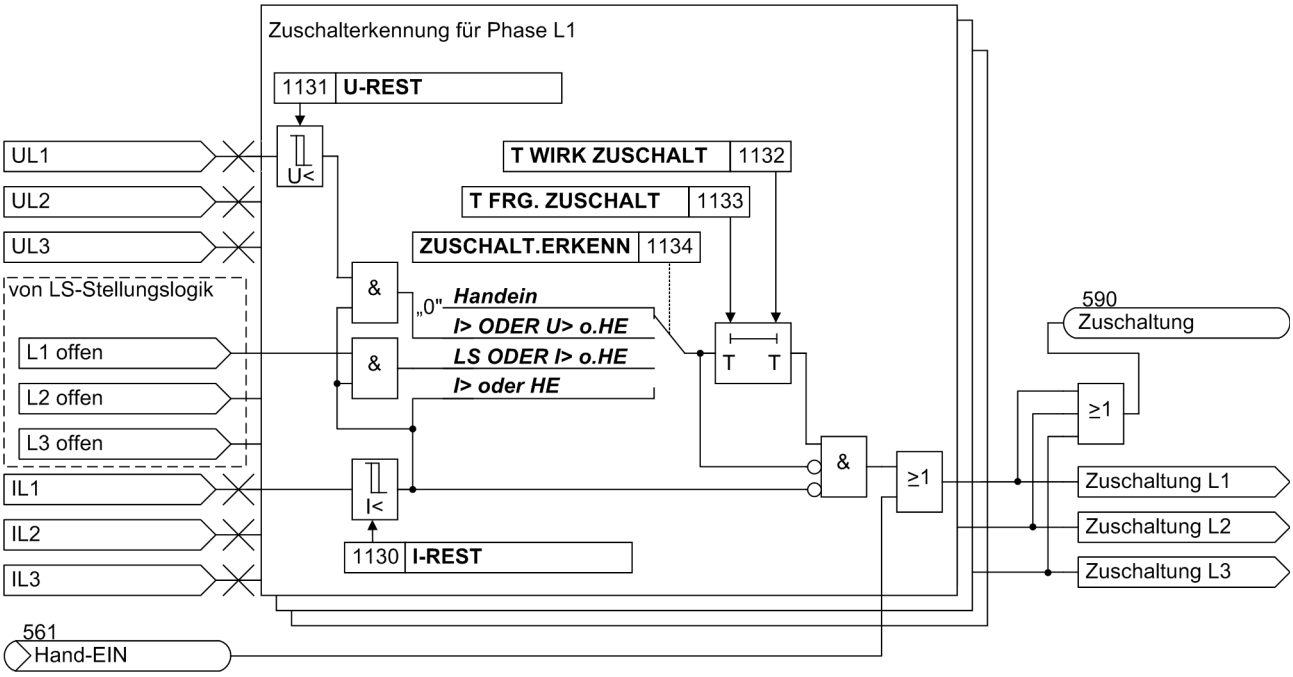


Bild 2-212 Generierung des Signals Zuschaltung

Die Zuschalterkennung ermöglicht es den Schutzfunktionen Distanzschutz, Erdfehlerschutz, Überstromzeitschutz und Hochstrom-Schnellabschaltung, nach erkannter Zuschaltung der eigenen Leitung unverzögert auszulösen.

Beim Distanzschutz kann je nach Parametrierung bei jeder Anregung oder bei Anregung in der Zone Z1B, bei Zuschaltung ein unverzögertes Auskommando generiert werden. Die Stufen des Erdfehlerschutzes und des Überstromzeitschutzes erzeugen ein unverzögertes AUS-Kommando, wenn dies parametriert wurde. Die Schnellabschaltung wird bei erkannter Zuschaltung phasenselektiv und bei Hand-Ein 3-polig freigegeben. Um bei einer Zuschaltung schnellstmöglich ein Auskommando generieren zu können, wird die Schnellabschaltung bereits bei offener Leitung phasenselektiv freigegeben.

2.24.1.2 Leistungsschalter-Zustandserkennung

für Schutzzwecke

Verschiedene Schutz- und Zusatzfunktionen benötigen zur optimalen Funktion Informationen über die Stellung des Leistungsschalters. Dies ist z.B. hilfreich für

- die Echofunktion bei den Vergleichsverfahren mit Distanzschutz (vgl. Abschnitt 2.7),
- die Echofunktion beim Erdfehler-Richtungsvergleichsschutz (vgl. Abschnitt 2.9),
- die Auslösung bei schwacher Einspeisung (vgl. Abschnitt 2.11.2),
- die Hochstrom-Schnellabschaltung (vgl. Abschnitt 2.14),
- den Leistungsschalter-Versagerschutz (vgl. Abschnitt 2.21),
- die Verifizierung der Rückfallbedingung für das Auslösekommando (siehe unter Randtitel „Absteuerung des Auslösekommandos“).

Das Gerät verfügt über eine Leistungsschalter-Stellungslogik (Bild 2-213), die verschiedene Möglichkeiten bietet, je nachdem welche Hilfskontakte vom Leistungsschalter verfügbar sind und wie diese an das Gerät angeschlossen werden.

In den meisten Fällen genügt es, die Stellung des Leistungsschalters von dessen Hilfskontakt über einen Binäreingang an das Gerät zu melden. Dies trifft auf jeden Fall immer zu, wenn der Schalter stets 3-polig geschaltet wird. Dann wird der Schließer des Hilfskontaktes an einen Binäreingang angeschlossen, der auf die Eingabefunktion „>LS Pos.Ein 3p“ (Nr 379) zu rangieren ist. Die übrigen Eingänge sind dann nicht belegt, und die Logik beschränkt sich im Prinzip auf die Weitergabe dieser Eingangsinformation.

Können die Schalterpole einzeln geschaltet werden und es steht z.B. nur die Reihenschaltung der Hilfsöffner der Pole zur Verfügung, wird der entsprechende Binäreingang auf die Funktion „>LS Pos.Aus 3p“ (Nr 380) rangiert. Die übrigen Eingänge sind dann nicht belegt.

Können die Schalterpole einzeln geschaltet werden und die Hilfskontakte sind einzeln zugänglich, sollte – sofern das Gerät 1-polig auslösen kann und soll – möglichst für jeden Hilfskontakt eine eigene Binäreingabe verwendet werden. Mit dieser Schaltung kann das Gerät ein Maximum an Informationen verarbeiten. Dazu werden drei Binäreingänge gebraucht:

- „>LS Pos.Ein L1“ (Nr 351) für den Hilfskontakt von Pol L1,
- „>LS Pos.Ein L2“ (Nr 352) für den Hilfskontakt von Pol L2,
- „>LS Pos.Ein L3“ (Nr 353) für den Hilfskontakt von Pol L3,

Die Eingaben Nr 379 und Nr 380 werden in diesem Fall nicht benutzt.

Können die Schalterpole einzeln geschaltet werden, kann man mit 2 Binäreingängen auskommen, wenn sowohl die Reihenschaltung der Schließer als auch die Reihenschaltung der Öffner der Hilfskontakte der drei Pole zur Verfügung stehen. In diesem Fall wird die Reihenschaltung der Schließer auf die Eingabefunktion „>LS Pos.Ein 3p“ (Nr 379) und die Reihenschaltung der Öffner auf die Eingabefunktion „>LS Pos.Aus 3p“ (Nr 380) rangiert.

Beachten Sie, dass das Bild 2-213 die Gesamtlogik für alle Anschlussmöglichkeiten zeigt. Im konkreten Anwendungsfall wird stets nur ein Teil der Eingänge verwendet, wie oben beschrieben.

Die acht Ausgangssignale der Schalterstellungslogik können von den einzelnen Schutz- und Zusatzfunktionen verarbeitet werden. Die Ausgangssignale sind gesperrt, wenn die vom Leistungsschalter gelieferten Signale unplausibel sind: z.B. kann der Schalter nicht gleichzeitig offen und geschlossen sein. Auch kann über einen offenen Schalterpol kein Strom fließen.

Die Auswertung der Messgrößen richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten der Messstellen (siehe Abschnitt 2.1.4.1 unter Randtitel „Leistungsschalterzustand“).

Als Messgrößen stehen die Leiterströme zur Verfügung. Ein fließender Strom schließt aus, dass der Schalter geöffnet ist (Ausnahme: Kurzschluss zwischen Stromwandler und Leitungsschalter). Ein nicht fließender Strom

dagegen kann auch bei geschlossenem Schalter vorkommen. Für die Auswertung der Messgrößen ist die Einstellungen **I-REST** (Adresse 1130) für das Vorhandensein der Ströme maßgebend.

Die von einem Gerät erkannte Stellung der Leistungsschalterpole wird bei 7SD5 auch an das Gerät am Gegenende, bei mehr als zwei Enden des Schutzobjektes an alle anderen Geräte übertragen. Dadurch sind die Schalterstellungen aller Enden an allen Enden bekannt. Dies wird z.B. von der Hochstrom-Schnellabschaltung (Abschnitt 2.14) genutzt.

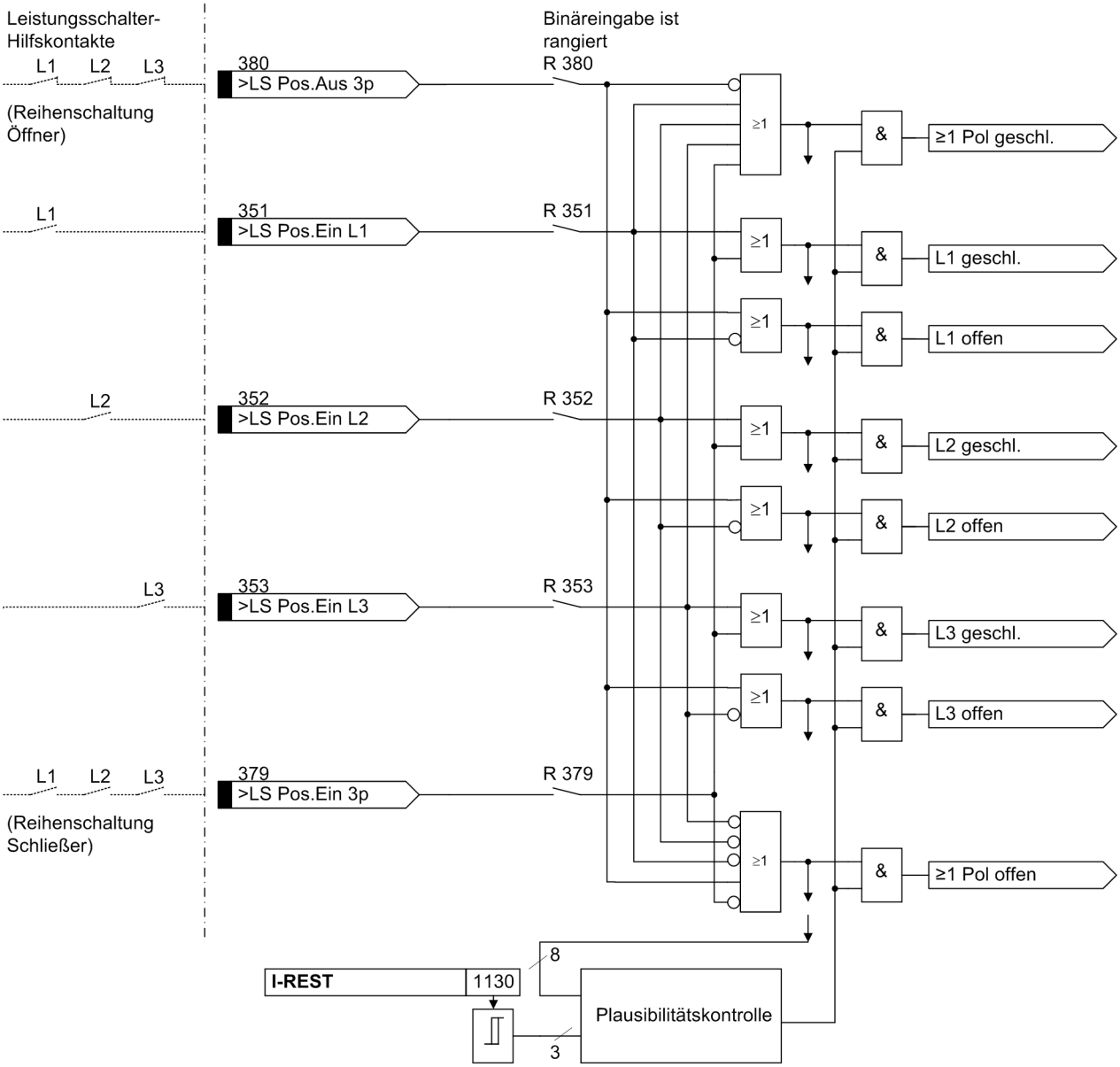


Bild 2-213 Leistungsschalter–Stellungslogik

für Wiedereinschaltautomatik und Schalterprüfung

Gesonderte Binäreingaben mit der Information über die Stellung des Leistungsschalters stehen für die Wiedereinschaltautomatik und die Leistungsschalterprüfung bereit. Dies ist von Bedeutung für

- die Plausibilitätsprüfung vor automatischer Wiedereinschaltung (vgl. Abschnitt 2.16),
- die Prüfung der Auslösekreise durch AUS-EIN-Prüfzyklus (vgl. Abschnitt 2.24.2).

Bei Anordnung mit $1^1/_2$ oder 2 Leistungsschaltern pro Abzweig beziehen sich Wiedereinschaltautomatik und Leistungschalterprüfung auf **einen** Schalter. Die Rückmeldungen dieses Schalters können getrennt an das Gerät geführt werden.

Hierzu stehen gesonderte Binäreingaben zur Verfügung, die ebenso behandelt werden und im Bedarfsfall zusätzlich zu rangieren sind. Diese haben eine zu den oben für Schutzanwendungen beschriebenen Eingaben analoge Bedeutung und sind zur Unterscheidung mit „LS1 ...“ bezeichnet, also:

- „>LS1 Pos.Ein 3p“ (Nr 410) für die Reihenschaltung der Schließer der Hilfskontakte,
- „>LS1 Pos.Aus 3p“ (Nr 411) für die Reihenschaltung der Öffner der Hilfskontakte,
- „>LS1 Pos.Ein L1“ (Nr 366) für den Hilfskontakt von Pol L1,
- „>LS1 Pos.Ein L2“ (Nr 367) für den Hilfskontakt von Pol L2,
- „>LS1 Pos.Ein L3“ (Nr 368) für den Hilfskontakt von Pol L3.

2.24.1.3 Open Pole Detektor

Über den Open Pole Detektor gibt es die Möglichkeit, 1-polige Pausen zu erkennen und zu melden. Die entsprechenden Schutz- und Überwachungsfunktionen können reagieren. Das folgende Bild zeigt die Logik eines Open Pole Detektors.

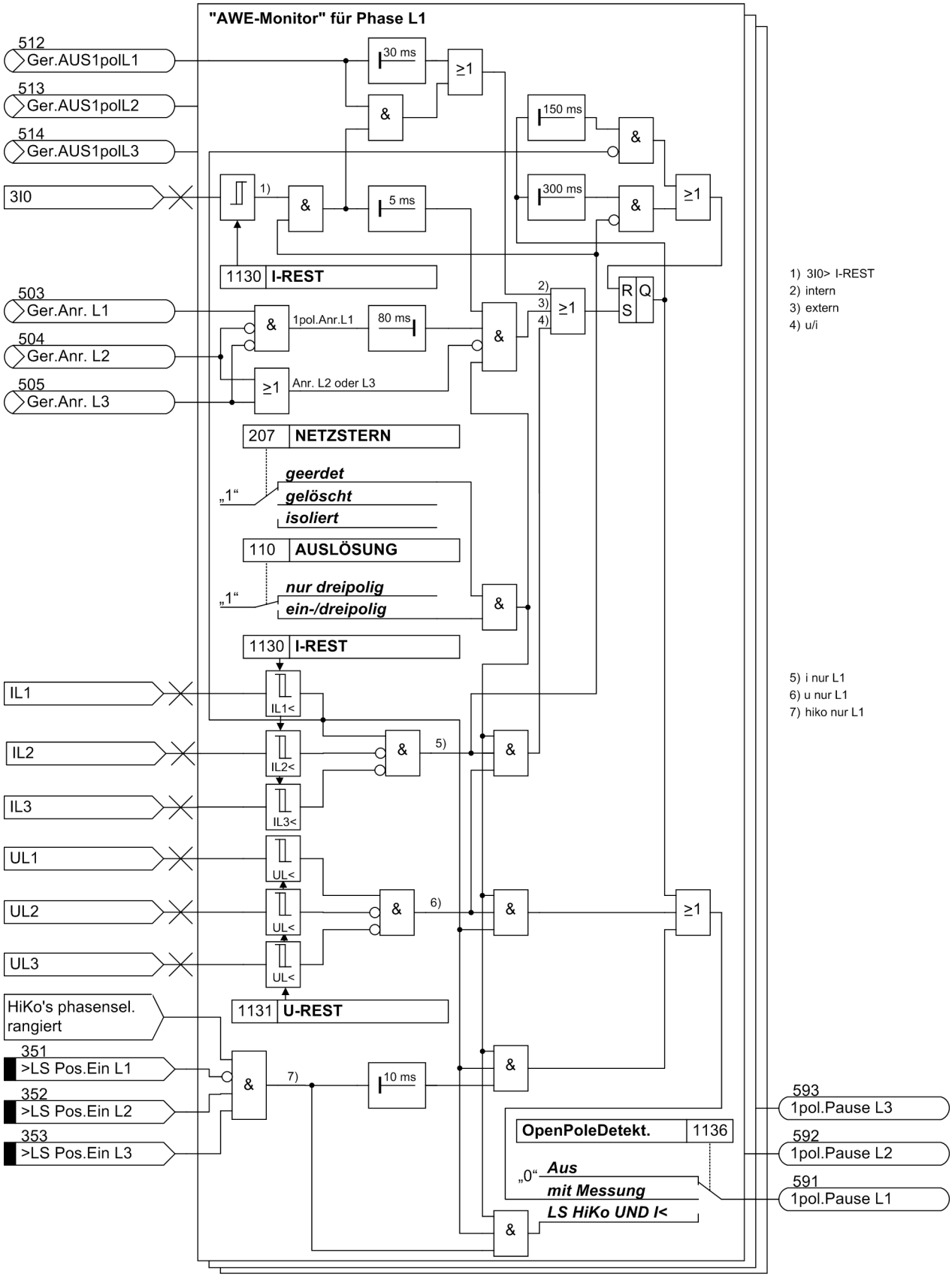


Bild 2-214 Logik des Open Pole Detektors

1-polige Pause

In einer 1-poligen Pause erzwingt der in den beiden gesunden Leitern fließende Laststrom einen Stromfluss über Erde, was zu unerwünschten Anregungen führen kann. Auch die entstehende Nullspannung kann zu unerwünschten Schutzreaktionen führen.

Die Meldungen „1pol.Pause L1“ (Nr 591), „1pol.Pause L2“ (Nr 592) und „1pol.Pause L3“ (Nr 593) werden zusätzlich generiert, wenn über den „Open Pole Detektor“ erkannt wird, dass in einer Phase Strom und Spannung fehlen – jedoch auch in den anderen Phasen kein Strom fließt. In diesem Fall wird eine der Meldungen nur so lange gehalten, wie die Bedingung erfüllt ist. Damit kann eine 1-polige Kurzunterbrechung auf einer unbelasteten Leitung erkannt werden.

Speziell für Anwendungen mit sammelschienenseitigen Spannungswandlern wird die Meldung „1pol.Pause Lx“ zusätzlich abgesetzt, wenn die phasenselektiven LS-Hilfskontakte eindeutig einen 1-polig geöffneten Leistungsschalter abbilden und der Strom dieser Phase den Parameter 1130 **I-REST** unterschreitet.

Je nach Einstellung des Parameters 1136 **OpenPoleDetekt.** wertet der Open Pole Detektor alle zur Verfügung stehenden Messwerte einschließlich der Hilfskontakte aus (Voreinstellung ***mit Messung***) oder verwendet nur die Informationen der Hilfskontakte einschließlich der Phasenstromabfrage (Einstellung ***LS HiKo UND I<***). Steht Parameter 1136 auf ***Aus***, wird der Open Pole Detektor nicht verwendet.

2.24.1.4 Anregelogik des Gesamtgerätes

Phasengetrennte Anregung

Die Anregelogik verknüpft die Anregesignale aller Schutzfunktionen. Bei den Schutzfunktionen, die eine phasengetrennte Anregung erlauben, wird die Anregung phasengerecht ausgegeben. Wird von einer Schutzfunktion ein Erdfehler erkannt, wird auch dieser als gemeinsame Gerätemeldung abgesetzt. Damit stehen die Meldungen „Ger.Anr. L1“, „Ger.Anr. L2“, „Ger.Anr. L3“ und „Ger.Anr. E“ zur Verfügung.

Die vorstehenden Meldungen können auf LED oder Ausgangrelais rangiert werden. Für lokale Anzeigen von Störfallmeldungen und für die Übertragung der Meldungen zu einem Personalcomputer oder einer leittechnischen Zentrale stehen für einige Schutzfunktionen auch die angeregten Phasen als Gesamtmeldung zur Verfügung, z.B. „Diff Anr L12E“ oder „Dis Anr L12E“ für eine Anregung L1-L2-E, von denen jeweils nur eine erscheint, die dann das gesamte Anregebild repräsentiert.

Generalanregung

Die Anregesignale werden mit ODER verknüpft und führen zur Generalanregung des Gerätes. Sie wird mit „Ger. Anregung“ gemeldet. Wenn keine Schutzfunktion des Gerätes mehr angeregt ist, wird „Ger. Anregung“ zurückgesetzt (Meldung „Geht“).

Die Generalanregung ist Voraussetzung für eine Reihe interner und externer Folgefunktionen. Zu den internen Funktionen, die von der Generalanregung gesteuert werden, gehören:

- Eröffnung eines Störfalls: Von Beginn der Generalanregung bis zum Rückfall werden alle Störfallmeldungen in das Störfallprotokoll eingetragen.
- Initialisierung der Störwertspeicherung: Die Speicherung und Bereithaltung von Störwerten kann zusätzlich vom Auftreten eines Auslösekommandos abhängig gemacht werden.
- Erzeugung von Spontanmeldungen: Bestimmte Störfallmeldungen können als sog. Spontanmeldungen im Display des Gerätes angezeigt werden (siehe Randtitel „Spontananzeigen“). Diese Anzeige kann zusätzlich vom Auftreten eines Auslösekommandos abhängig gemacht werden.
- Start der Wirkzeit der Wiedereinschaltautomatik (wenn vorhanden und benutzt).

Externe Funktionen können über einen Ausgangskontakt von dieser Meldung gesteuert werden. Beispiele sind:

- Wiedereinschaltgeräte,
- Kanalverstärkung bei Signalübertragung mittels TFH,
- Start weiterer Zusatzgeräte o.Ä.

Spontananzeigen

Spontananzeigen sind Störfallmeldungen, die automatisch nach Generalanregung des Gerätes bzw. Auslösekommando durch das Gerät im Display erscheinen. Bei 7SD5 sind dies:

„Schutz Anreg.“:	die Schutzfunktion, die angeregt hat;
„Schutz AUS“:	die Schutzfunktion, die ausgelöst hat (nur Geräte mit grafischem Display);
„T-Anr=“:	die Laufzeit von Generalanregung bis Rückfall des Gerätes, mit Angabe der Zeit in ms;
„T-AUS=“:	die Laufzeit von Generalanregung bis zum ersten Auslösekommando des Gerätes, mit Angabe der Zeit in ms;
„d =“:	die Fehlerentfernung in Kilometer oder Meilen, von der Fehlerortung errechnet (falls möglich).

2.24.1.5 Auslöselogik des Gesamtgerätes

3-polige Auslösung

Im Allgemeinen löst das Gerät bei einem Fehler 3-polig aus. Je nach Bestellvariante (siehe Abschnitt A.1, „Bestelldaten“) ist auch 1-polige Auslösung möglich. Wenn generell keine einzelpolige Auslösung möglich oder erwünscht ist, wird die Ausgabefunktion „Gerät AUS“ für die Kommandogabe an den Leistungsschalter verwendet. In diesen Fällen sind die folgenden Abschnitte über 1-polige Auslösung nicht von Belang.

1-polige Auslösung

Die 1-polige Auslösung ist nur sinnvoll auf Freileitungen, bei denen Kurzunterbrechung durchgeführt werden soll und deren Leistungsschalter an beiden Enden für 1-polige Auslösung geeignet sind. Dann kann bei 1-phasigem Fehler in der fehlerhaften Phase 1-polig ausgelöst werden mit nachfolgender Wiedereinschaltung; bei 2-phasigen und 3-phasigen Fehlern mit oder ohne Erdberührung wird i.Allg. 3-polig ausgelöst.

Geräteseitige Voraussetzungen für die polgetrennte Auslösung sind,

- dass das Gerät für polgetrennte Auslösung vorgesehen ist (lt. Bestellbezeichnung),
- dass die auslösende Schutzfunktion für polgetrennte Auslösung vorgesehen ist (also nicht z.B. Frequenzschutz, Spannungsschutz oder Überlastschutz),
- dass die Binäreingabe „>1polig AUS“ rangiert und aktiviert ist oder die interne Wiedereinschaltautomatik für Wiedereinschaltung nach 1-poliger Auslösung bereit ist.

In allen anderen Fällen wird stets 3-polig ausgelöst. Die Binäreingabe „>1polig AUS“ ist die logische Inversion einer 3-poligen Kopplung und wird von einer externen Wiedereinschaltautomatik angesteuert, solange diese für einen 1-poligen Kurzunterbrechungszyklus bereit ist.

Bei 7SD5 ist es auch möglich, das Auslösekommando 3-polig zu koppeln, wenn die Auslösung nur eine Phase betrifft, aber mehr als eine Phase angeregt haben. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn zwei Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen gleichzeitig auftreten, von denen nur einer im Bereich des Differentialschutzes liegt oder beim Distanzschutz nur einer im Bereich der Schnellzone (Z1 bzw. Z1B) liegt. Dies wird durch den Einstellparameter **KOP 3-POL** (Adresse 1155) erreicht, der auf ***Mit Anregung*** (jede mehrphasige Anregung führt zur

3-poligen Auslösung) oder ***Mit Auskommando*** (bei mehrphasigen Fehlern im Auslösbereich ist die Auslösung stets 3-polig) eingestellt werden kann.

Die Auslöselogik verknüpft die Auslösesignale aller Schutzfunktionen. Bei den Schutzfunktionen, die 1-polige Auslösung erlauben, wird die Auslösung phasengerecht ausgegeben. Die entsprechenden Meldungen heißen „Ger.AUS L1“, „Ger.AUS L2“ und „Ger.AUS L3“.

Diese Meldungen können auf LED oder Ausgangrelais rangiert werden. Bei 3-poliger Auslösung kommen alle drei Meldungen. Diese Meldungen sind auch für die Kommandogabe an den Leistungsschalter zu verwenden.

Für lokale Anzeigen von Störfallmeldungen und für die Übertragung der Meldungen zu einem Personalcomputer oder einer leittechnischen Zentrale steht für die Schutzfunktionen – sofern 1-polige Auslösung möglich – auch die Auslösung als Gesamtmeldung zur Verfügung, z.B. für 1-polige Auslösung durch Differentialschutz „Diff AUS1polL1“, „Diff AUS1polL2“, „Diff AUS1polL3“ oder durch Distanzschutz „Dis AUS1polL1“, „Dis AUS1polL2“, „Dis AUS1polL3“ sowie „Diff AUS L123“ oder „Dis AUS L123“ für 3-polige Auslösung, von denen jeweils nur eine erscheint.

1-polige Auslösung bei 2-phasigem Fehler

Eine Besonderheit stellt die 1-polige Auslösung bei 2-phasigem Fehler dar. Wenn im geerdeten Netz ein Kurzschluss Leiter-Leiter ohne Erdberührung auftritt, ist die Fehlerklärung durch 1-polige Kurzunterbrechung in einem der Leiter möglich, da so bereits die Kurzschlussbahn unterbrochen wird. Welcher Leiter gewählt wird, muss an beiden Leitungsenden (und sollte im ganzen Netz) einheitlich sein.

Mit dem Einstellparameter **AUS2polFEH** (Adresse 1156) kann gewählt werden, ob diese Auslösung ***1pol.voreil. Ph***, d.h. 1-polig in der voreilenden Phase, oder ***1pol.nacheil.Ph***, d.h. 1-polig in der nacheilenden Phase, durchgeführt werden soll. Normaleinstellung ist ***3polig*** Auslösung bei 2-phasigen Fehlern (Voreinstellung).

Tabelle 2-19 1- und 3-polige Auslösung, abhängig von der Fehlerart

Fehlerart (von Schutzfunktion)				Parameter	Ausgangssignale für Auslösung			
				AUS2polFEH	AUS1pol L1	AUS1pol L2	AUS1pol L3	AUS L123
L1				(beliebig)	X			
	L2			(beliebig)		X		
		L3		(beliebig)			X	
L1			E	(beliebig)	X			
	L2		E	(beliebig)		X		
		L3	E	(beliebig)			X	
L1	L2			3polig				X
L1	L2			1pol.voreil. Ph	X			
L1	L2			1pol.nacheil.Ph		X		
	L2	L3		3polig				X
	L2	L3		1pol.voreil. Ph		X		
	L2	L3		1pol.nacheil.Ph			X	
L1		L3		3polig				X
L1		L3		1pol.voreil. Ph			X	
L1		L3		1pol.nacheil.Ph	X			
L1	L2		E	(beliebig)				X
	L2	L3	E	(beliebig)				X
L1		L3	E	(beliebig)				X
L1	L2	L3		(beliebig)				X
L1	L2	L3	E	(beliebig)				X
			E	(beliebig)				X

Generalauslösung

Alle Auslösesignale der Schutzfunktionen werden mit ODER verknüpft und führen zur Meldung „Gerät AUS“. Diese kann auf LED oder Ausgangrelais rangiert werden.

Absteuerung des Auslösekommandos

Ein einmal erteiltes Auslösekommando wird polgetrennt (bei 3-poliger Auslösung für jeden der drei Pole) gespeichert (siehe Bild 2-215). Gleichzeitig wird eine Mindest-Auslösekommandodauer **T AUSKOM MIN.** gestartet. Diese soll gewährleisten, dass das Kommando auch dann für eine ausreichend lange Zeit an den Leistungsschalter gesendet wird, wenn die auslösende Schutzfunktion sehr schnell zurückfällt. Erst wenn alle auslösenden Schutzfunktionen zurückgefallen sind und die Mindest-Auslösekommandodauer abgelaufen ist, können die Auslösekommandos abgesteuert werden.

Eine weitere Bedingung für die Absteuerung des Auslösekommandos ist, dass der Leistungsschalter geöffnet hat, bei 1-poliger Auslösung der betroffene Leistungsschalterpol. Dies wird in der Funktionssteuerung des Gerätes anhand der Stellungsrückmeldungen des Leistungsschalters (Abschnitt „Leistungsschalter-Zustanderkennung“) und des Stromflusses kontrolliert. In Adresse 1130 wird dazu der Reststrom **I-REST** eingestellt, der bei offenem Leistungsschalterpol mit Sicherheit unterschritten wird. Adresse 1135 **AUSKOM RESET** bestimmt, durch welche Kriterien ein erteiltes Auslösekommando zurückgesetzt wird. Bei Einstellung ***nur I<*** wird das Auslösekommando bei Verschwinden des Stromes zurückgesetzt. Maßgebend ist die Unterschreitung des unter Adresse 1130 **I-REST** eingestellten Wertes (siehe oben). Bei Einstellung ***LS HiKo UND I<*** muss außerdem vom Leistungsschalter-Hilfskontakt gemeldet werden, dass der Schalter offen ist. Diese Einstellung setzt voraus, dass die Stellung des Hilfskontaktes über einen Binäreingang rangiert ist. Wird diese Zusatzbedingung für das Absteuern des Auslösekommandos nicht benötigt (z.B. bei Schutzprüfungen mit Prüfbuchsen), kann diese mit der Einstellung ***Anregerückfall*** abgeschaltet werden.

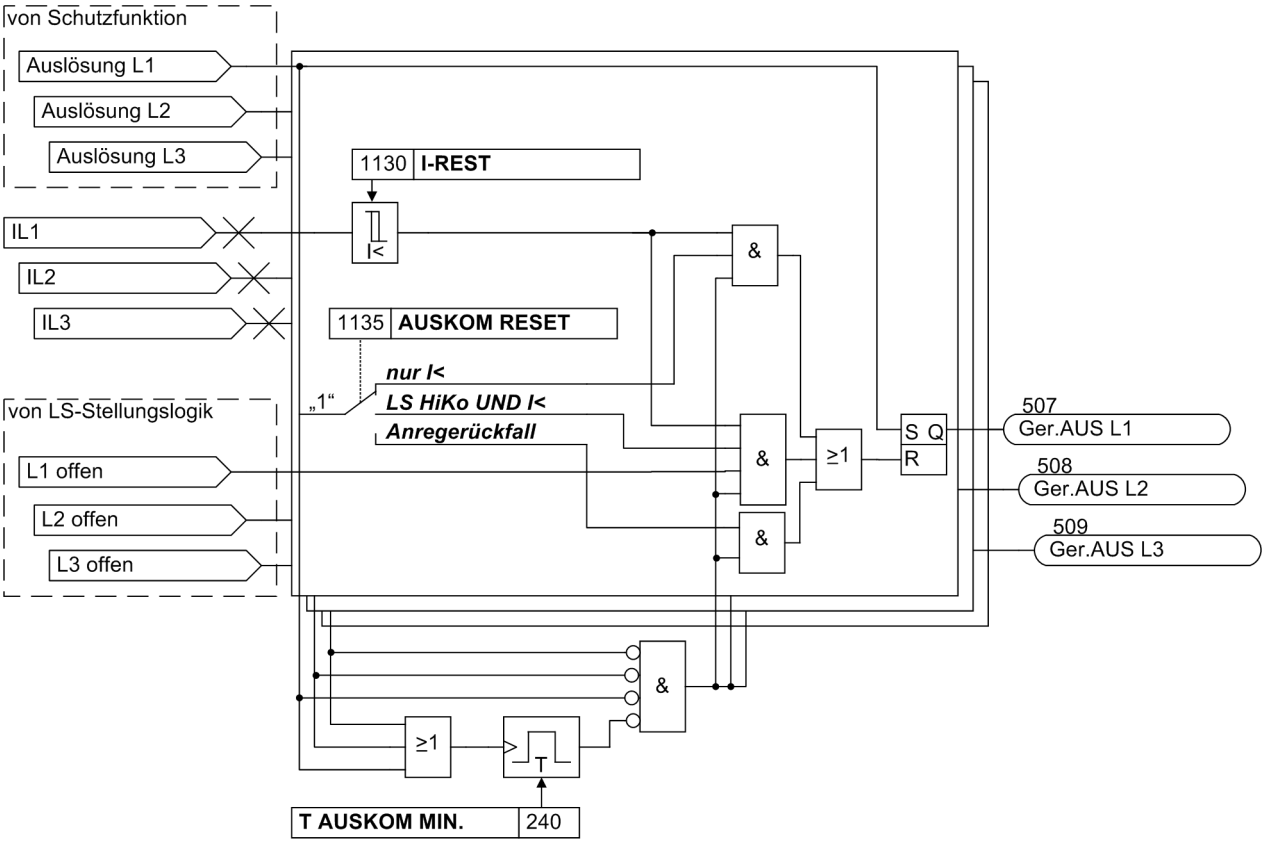


Bild 2-215 Speicherung und Absteuerung des Auslösekommandos

Wiedereinschaltverriegelung

Nach Auslösung des Leistungsschalters durch eine Schutzfunktion soll häufig die Wiedereinschaltung verhindert werden, bis die Ursache der Schutz-Auslösung geklärt ist. Das 7SD5 ermöglicht dies durch die integrierte Wiedereinschaltverriegelung.

Der Verriegelungszustand („LOCKOUT“) wird durch einen RS-Speicher realisiert, der gegen Hilfsspannungsausfall gesichert ist (Bild 2-216). Der Speicher wird über die Binäreingabe „>LOCKOUT Set“ (Nr. 385) gesetzt. Mit der Ausgangsmeldung „LOCKOUT“ (Nr. 530) kann durch entsprechende Verschaltung die Wiedereinschaltung des Leistungsschalters (z.B. für automatische Wiedereinschaltung, Hand-Einschaltung, Synchronisierung, Einschaltung über Steuerung) blockiert werden. Erst wenn die Ursache der Störung geklärt ist, soll die Verriegelung durch bewusstes manuelles Rücksetzen über die Binäreingabe „>LOCKOUT Reset“ (Nr. 386) aufgehoben werden.

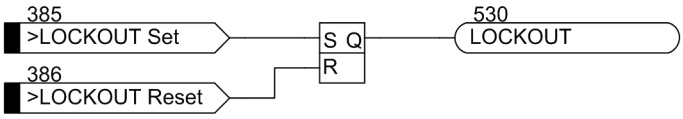


Bild 2-216 Wiedereinschaltverriegelung

Sie können die Bedingungen, die zur Wiedereinschaltverriegelung führen, und die Steuerbefehle, welche verriegelt werden sollen, selbst freizügig festlegen. Die beiden Eingänge und den Ausgang können Sie über entsprechend rangierte binäre Ein- und Ausgänge extern verdrahten oder über die anwenderdefinierbaren Logikfunktionen (CFC) verknüpfen.

Soll z.B. jede Schutz-Auslösung zur Einschaltverriegelung führen, verbinden Sie das Geräte-Auslösekommando „Gerät AUS“ (Nr 511) mit dem Verriegelungseingang „>LOCKOUT Set“. Wenn Sie die Wiedereinschaltautomatik verwenden, soll jedoch nur eine endgültige Schutz-Auslösung zur Einschaltverriegelung führen. Bedenken Sie bitte, dass die Meldung „endg. AUS“ (Nr 536) nur 500 ms ansteht. Verbinden Sie die Ausgangsmeldung „endg. AUS“ (Nr 536) mit dem Verriegelungseingang „>LOCKOUT Set“, so dass die Verriegelung nicht wirksam wird, wenn noch eine automatische Wiedereinschaltung erwartet wird.

Die Ausgangsmeldung „LOCKOUT“ (Nr 530) können Sie im einfachsten Fall ohne weitere Verknüpfungen auf den gleichen Ausgang rangieren, der den Auslöser des Leistungsschalters betätigt. Dann wird das Auslösekommando gehalten, bis die Verriegelung über den Rücksetzeingang zurückgesetzt wird. Voraussetzung ist natürlich, dass die Einschaltspule – wie üblich – am Leistungsschalter bei anstehendem Auslösekommando gesperrt ist.

Sie können die Ausgangsmeldung „LOCKOUT“ auch gezielt zur Verriegelung bestimmter Einschaltkommandos verschalten (extern oder über CFC), z.B. indem Sie sie auf die Binäreingabe „>Block Hand-EIN“ (Nr 357) legen oder über einen Inverter mit der Feldverriegelung des Abzweigs verbinden.

Der Rücksetzeingang „>LOCKOUT Reset“ (Nr 386) dient zur Aufhebung des Verriegelungszustandes. Er wird demnach von einer externen Quelle gesteuert, die gegen unautorisierte oder unbeabsichtigte Betätigung geschützt ist. Er kann mittels CFC auch von internen Quellen gesteuert werden, z.B. Funktionstaste, Gerätebedienung oder Bedienung vom PC mittels DIGSI.

Beachten Sie in allen Fällen, dass die entsprechenden logischen Verknüpfungen, Sicherheitsmaßnahmen, etc. bei der Rangierung der binären Ein- und Ausgänge und ggf. bei der Erstellung der anwenderdefinierbaren Logikfunktionen zu berücksichtigen sind. Siehe auch SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

Schalterfall-Meldungsunterdrückung

Während an Abzweigen ohne automatische Wiedereinschaltung jedes Auslösekommando durch eine Schutzfunktion endgültig ist, ist es bei Verwendung automatischer Wiedereinschaltung wünschenswert, dass der Bewegungsmelder des Leistungsschalters (Wischerkontakt am Schalter) nur dann zum Alarm führt, wenn die Auslösung des Schalters endgültig ist (Bild 2-217).

Dazu kann das Signal vom Leistungsschalter über einen entsprechend rangierten Ausgangskontakt des 7SD5 (Ausgangsmeldung „GerLS Mld.unt“, Nr 563) geschleift werden. Im Ruhezustand und bei ausgeschaltetem Gerät ist dieser Kontakt ständig geschlossen. Hierzu muss also ein Ausgangskontakt mit Öffner rangiert werden. Welche das sind, ist von der Ausführung des Gerätes abhängig. Siehe Übersichtsbilder im Anhang.

Vor einem Auslösekommando bei bereiter interner Wiedereinschaltautomatik öffnet der Kontakt, so dass die Auslösung des Leistungsschalters nicht weitergemeldet wird. Dies gilt nur, wenn das Gerät auch mit interner Wiedereinschaltautomatik ausgerüstet ist und dies bei der Projektierung der Schutzfunktionen berücksichtigt ist (Adresse 133).

Auch beim Einschalten des Schalters über die Binäreingabe „>Hand-EIN“ (Nr 356) oder durch die integrierte Wiedereinschaltautomatik wird der Kontakt geöffnet, so dass auch hier kein Alarm des Schalters durchkommt.

Wenn weitere Einschaltkommandos möglich sind, die nicht über das Gerät gehen, können diese natürlich nicht berücksichtigt werden. Einschaltkommandos der Steuerung können Sie über die anwenderdefinierbaren Logikfunktionen (CFC) in die Meldungsunterdrückung einbinden.

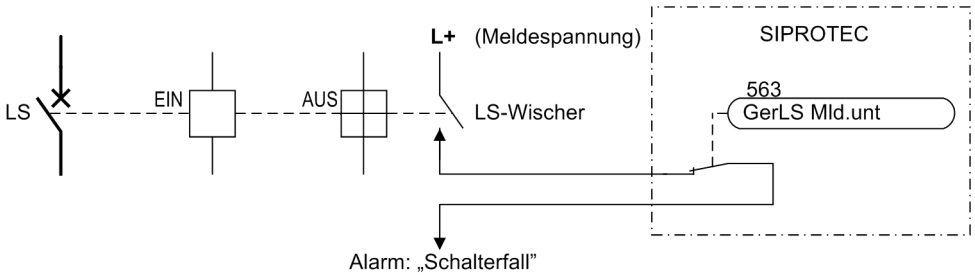


Bild 2-217 Schalterfall-Meldungsunterdrückung

Wenn das Gerät ein endgültiges Auslösekommando abgibt, bleibt der Kontakt geschlossen. Dies ist der Fall, während die letzte Sperrzeit der Wiedereinschaltautomatik läuft, wenn die Wiedereinschaltautomatik blockiert oder ausgeschaltet oder aus einem anderen Grund nicht zur Wiedereinschaltung bereit ist (z.B. Auslösung erst nach Ablauf der Wirkzeit).

Bild 2-218 zeigt beispielhafte Zeitdiagramme für manuelle Aus- und Einschaltung, sowie Kurzschlussauslösung mit einmaliger, erfolgloser Wiedereinschaltung.

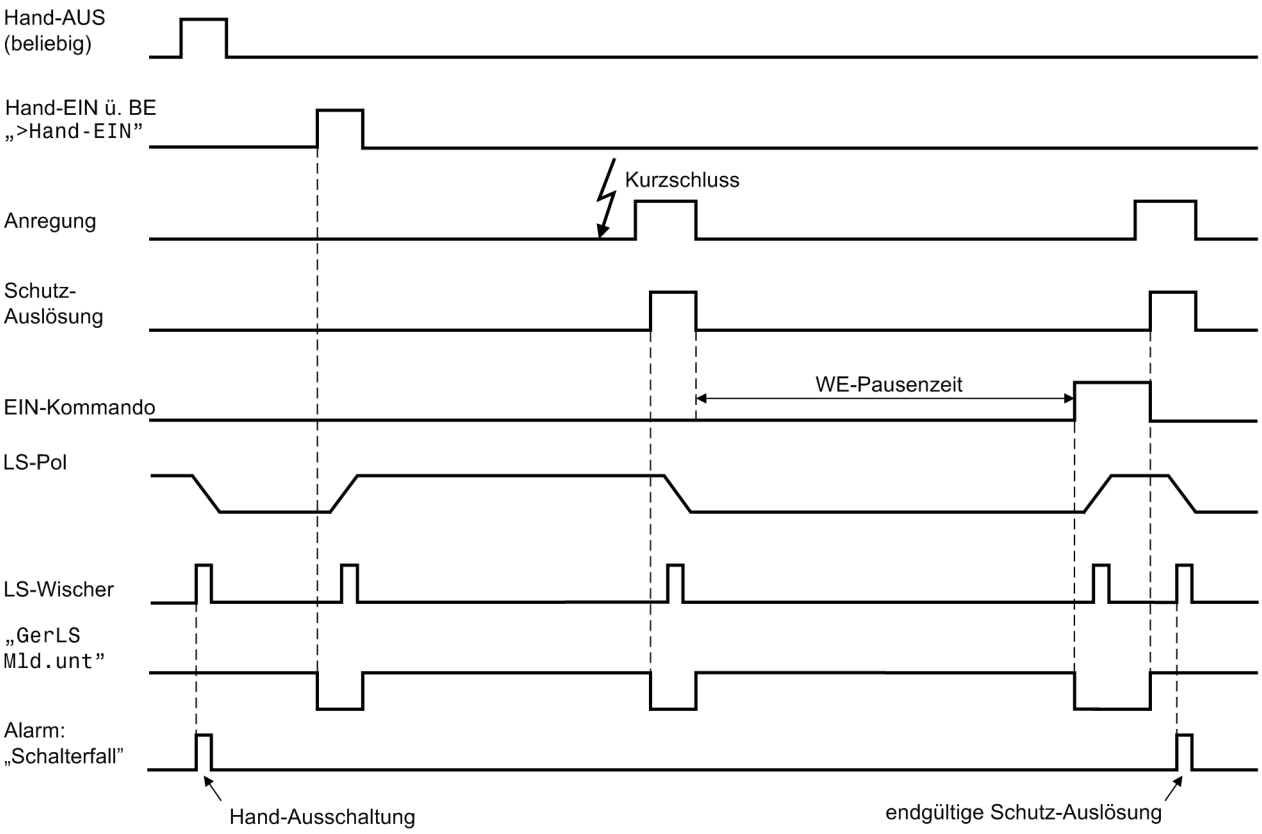


Bild 2-218 Schalterfall-Meldungsunterdrückung — Ablaufbeispiele

2.24.2 Leistungsschalterprüfung

Der Leitungsschutz 7SD5 erlaubt auf einfache Weise eine Prüfung der Auslösekreise und der Leistungsschalter.

2.24.2.1 Funktionsbeschreibung

Für die Prüfung stehen die Prüfprogramme nach Tabelle 2-20 zur Verfügung. Die 1-poligen Prüfungen sind natürlich nur verfügbar, wenn mit dem vorliegenden Gerät 1-polige Auslösekommandos möglich sind.

Die angeführten Ausgangsmeldungen müssen bei der Rangierung auf die entsprechenden Kommandorelais gelegt sein, die für die Steuerung der Leistungsschalterspulen verwendet werden.

Der Prüfanstoß erfolgt über das Bedienfeld an der Gerätefront oder vom PC aus über DIGSI. Die Vorgehensweise ist ausführlich in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung erklärt. Bild 2-219 zeigt den zeitlichen Ablauf eines AUS-EIN-Prüfzyklus. Die Einstellwerte der Zeiten sind die gemäß Abschnitt 2.1.2.1 für „Kommandodauer“ und „Leistungsschalterprüfung“.

Sofern Leistungsschalter-Hilfskontakte die Position der Schalter bzw. Schalterpole über Binäreingaben an das Gerät geben, kann der Prüfzyklus nur angestoßen werden, wenn der Leistungsschalter geschlossen ist.

Die Information über die Schalterstellung wird bei der Leistungsschalterprüfung nicht automatisch von der Stellungslogik gemäß obigem Abschnitt übernommen. Vielmehr sind für die Leistungsschalterprüfung gesonderte Binäreingaben für die Stellungsrückmeldungen vorhanden, die bei der Rangierung der Binäreingänge zu berücksichtigen sind, wie im vorigen Abschnitt erwähnt.

Das Gerät zeigt den jeweiligen Status des Prüfablaufes durch entsprechende Meldungen an.

Tabelle 2-20 Leistungsschalter-Prüfprogramme

lfd. Nr	Prüfprogramme	Schalter	Ausgangsmeldungen (Nr)
1	1-poliger AUS/EIN-Zyklus Phase L1	LS 1	PRF LS1 AUS1pL1 (7325)
2	1-poliger AUS/EIN-Zyklus Phase L2		PRF LS1 AUS1pL2 (7326)
3	1-poliger AUS/EIN-Zyklus Phase L3		PRF LS1 AUS1pL3 (7327)
4	3-poliger AUS/EIN-Zyklus		PRF LS1 AUSL123 (7328)
	zugehöriges Einschaltkommando		PRF LS1 EIN-Kom (7329)

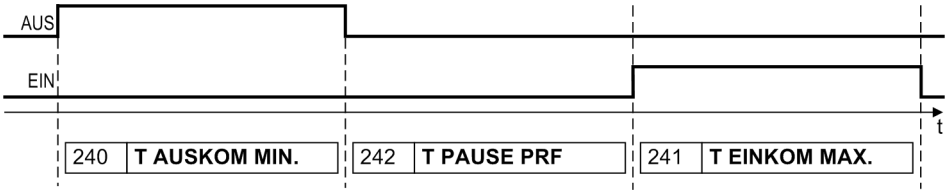


Bild 2-219 AUS-EIN-Prüfzyklus

2.24.2.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	PRF LS1 L1	-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L1
-	PRF LS1 L2	-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L2
-	PRF LS1 L3	-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L3
-	PRF LS1 3P	-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 3polig
7325	PRF LS1 AUS1pL1	AM	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L1
7326	PRF LS1 AUS1pL2	AM	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L2
7327	PRF LS1 AUS1pL3	AM	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L3
7328	PRF LS1 AUSL123	AM	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 3polig
7329	PRF LS1 EIN-Kom	AM	LS-Prüfung: LS1-Einkommando
7345	PRF LS läuft	AM	LS-Prüfung läuft
7346	PRF LS Störfall	AM_W	LS-Prüfung Abbruch wegen Störfall
7347	PRF LS offen	AM_W	LS-Prüfung Abbruch, da LS offen
7348	PRF LS n. ber.	AM_W	LS-Prüfung Abbruch, da LS nicht bereit
7349	PRF LS noch zu	AM_W	LS-Prüfung Abbruch, da LS nicht öffnete
7350	PRF LS Erfolg	AM_W	LS-Prüfung erfolgreich abgeschlossen

2.24.3 Gerät

Das Gerät benötigt einige allgemeine Angaben. Hierzu gehören z.B., in welcher Form Meldungen im Falle einer Netzstörung abgegeben werden sollen.

2.24.3.1 Kommandoabhängige Meldungen

Spontane Störfallanzeigen

Nach einem Störfall werden die wichtigsten Daten des Störfalls spontan am Display des Gerätes angezeigt. Unter der Adresse 610 **FEHLERANZEIGE** kann gewählt werden, ob die spontane Störfallanzeige bei jedem Störfall aktualisiert wird (***Mit Anregung***) oder nur bei Störfällen mit Auslösung (***Mit Auskommando***).

Bei Geräten mit Grafikdisplay können Sie unter Adresse 615 **SPONT.STÖRANZEI** wählen, ob im Display automatische eine spontane Störfallanzeige erscheinen soll (***Ja***) oder nicht (***Nein***). Bei Geräten mit Textdisplay erscheinen diese Meldungen nach einer Netzstörung in jedem Fall.

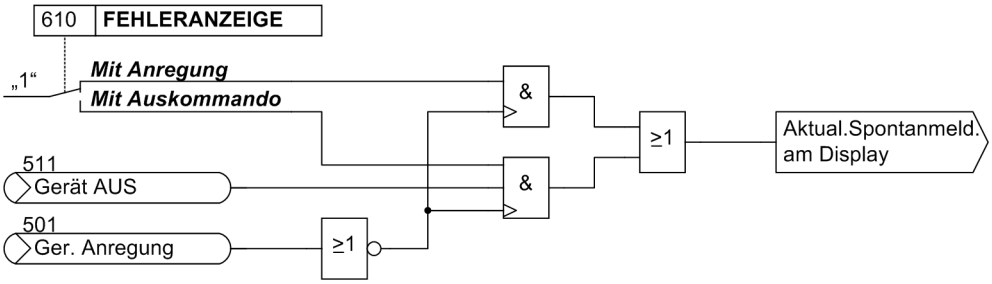


Bild 2-220 Bildung der spontanen Störfallanzeigen am Gerätedisplay

Reset gespeicherter LED / Relais

Eine neue Schutz-Anregung löscht generell alle gespeicherten LED / Relais, damit jeweils nur die Informationen des letzten Störfalls angezeigt werden. Das Löschen der gespeicherten LED und Relais kann unter Adresse 625 **T MIN LED-HALT.** für eine einstellbare Zeit unterbunden werden. Alle während dieser Zeit auftretenden Informationen werden dann über ODER miteinander verknüpft.

Unter der Adresse 610 **FEHLERANZEIGE** können mit der Einstellung (***Mit Auskommando***) auch die auf LED und Relais gespeicherten Informationen des letzten Störfalls gelöscht werden, wenn dieser Störfall nicht zu einem Auskommando des Gerätes geführt hat.

Hinweis

Die Einstellung der Adresse 610 **FEHLERANZEIGE** auf (***Mit Auskommando***) ist nur sinnvoll bei Einstellung von Adresse 625 **T MIN LED-HALT.** auf 0.

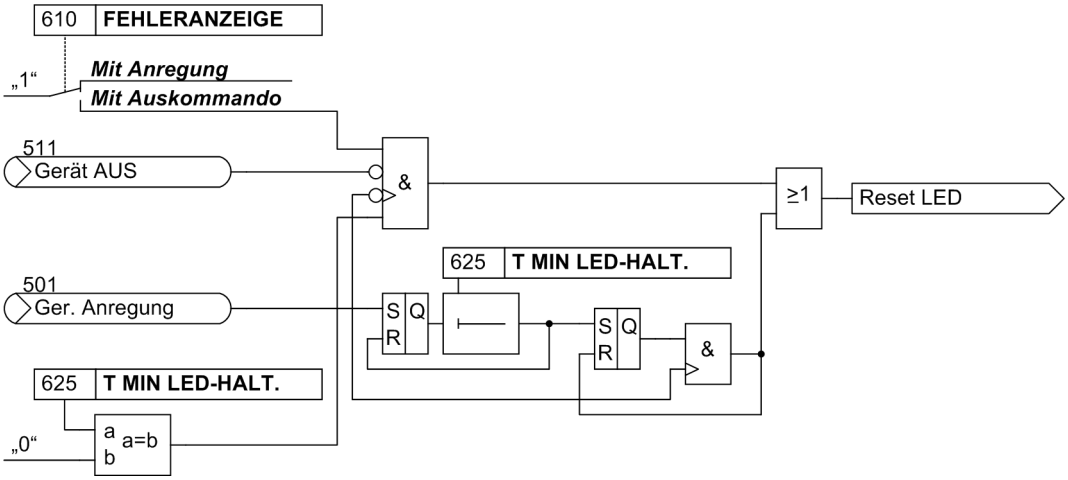


Bild 2-221 Bildung des Rücksetzbefehls für gespeicherte LED / Relais

2.24.3.2 Schaltstatistik

Die Anzahl der Ausschaltungen, die vom Gerät 7SD523 veranlasst wurden, wird gezählt. Wenn das Gerät für einpolige Auslösung vorgesehen ist, wird die Anzahl für jeden Schalterpol getrennt gezählt.

Weiterhin wird bei jedem Auslösekommando der abgeschaltete Strom für jeden Pol festgestellt, unter den Störfallmeldungen ausgegeben und in einem Speicher aufsummiert. Auch der maximal abgeschaltete Strom wird bereitgehalten.

Wenn das Gerät mit der integrierten Wiedereinschaltautomatik ausgerüstet ist, werden auch die automatischen Einschaltbefehle gezählt, und zwar getrennt für Wiedereinschaltung nach 1-poliger Abschaltung, nach 3-poliger Abschaltung, sowie getrennt für den ersten Wiedereinschaltzyklus und weitere Wiedereinschaltzyklen.

Die Zähler- und Speicherstände sind gegen Hilfsspannungsausfall gesichert. Sie können auf Null oder einen beliebigen Anfangswert gesetzt werden. Näheres hierzu siehe SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

2.24.3.3 Einstellhinweise

Störfallanzeigen

Eine neue Schutz-Anregung löscht generell alle bisher gesetzten Leuchtanzeigen, damit nur der jeweils letzte Störfall angezeigt wird. Für diesen kann gewählt werden, ob die gespeicherten LED-Anzeigen und ggf. die Spontan-Störfallmeldungen des Displays durch die erneute Anregung oder nur nach erneutem Auslösekommando erscheinen. Um die gewünschte Art der Anzeige einzugeben, wählen Sie im Menü PARAMETER das Untermenü Gerät. Unter Adresse 610 **FEHLERANZEIGE** werden die beiden Alternativen ***Mit Anregung*** und ***Mit Auskommando*** („No trip - no flag“) angeboten.

Bei Geräten mit Grafikdisplay können Sie mit dem Parameter 615 **SPONT.STÖRANZEI** wählen, ob eine spontane Störfallanzeige im Display automatisch erscheinen soll (***Ja***) oder nicht (***Nein***). Bei Geräten mit Textdisplay erscheinen diese Meldungen nach einer Netzstörung in jedem Fall.

Nach dem Anlauf eines Gerätes mit 4-zeiligem Display werden standardmäßig Messwerte angezeigt. Mit den Pfeiltasten an der Gerätefront lassen sich verschiedene Messwertdarstellungen für das sogenannte Grundbild anwählen. Die Startseite des Grundbildes, das nach einem Anlauf des Gerätes standardmäßig angezeigt wird, lässt sich mit Parameter 640 **Startseite GB** auswählen. Die zur Auswahl stehenden Messwertdarstellungen sind im Anhang dargestellt.

2.24.3.4 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
610	FEHLERANZEIGE	Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Anregung	Fehleranzeige an den LED/LCD
615	SPONT.STÖRANZEI	Nein Ja	Nein	Spontane Anzeige von Störfall-Infos
625A	T MIN LED-HALT.	0 .. 60 min; ∞	0 min	Mindesthaltung der gespeicherten LEDs
640	Startseite GB	Seite 1 Seite 2 Seite 3 Seite 4 Seite 5 Seite 6	Seite 1	Startseite Grundbild

2.24.3.5 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	Testbetr.	IE	Testbetrieb
-	MM-Sperre	IE	Melde- und Messwertsperre
-	EntrMMSp	IE	Entriegelung der MM-Sperre über BE
-	LED-Quitt.	IE	LED-Anzeigen zurückgestellt
-	Uhr-Sync	IE_W	Uhrzeitsynchronisierung
-	>Licht an	EM	>Licht an (Gerätedisplay)
-	HWTestMod	IE	Hardwaretestmodus
-	Stör FMS 1	AM	Störung FMS LWL 1
-	Stör FMS 2	AM	Störung FMS LWL 2
-	Stör CFC	AM	Störung CFC
-	Schalterf.	IE	Schalterfall
-	Abzw.geerd	IE	Abzweig geerdet
3	>Zeit synchron	EM	>Zeit synchronisieren
5	>LED-Quittung	EM	>LED-Anzeigen zurückstellen
11	>Meldung 1	EM	>Anwenderdefinierte Meldung 1
12	>Meldung 2	EM	>Anwenderdefinierte Meldung 2
13	>Meldung 3	EM	>Anwenderdefinierte Meldung 3
14	>Meldung 4	EM	>Anwenderdefinierte Meldung 4
15	>Testbetr.	EM	>Testbetrieb
16	>MM-Sperre	EM	>Melde- und Messwertsperre
51	Gerät bereit	AM	Gerät bereit ("Live-Kontakt")
52	SchutzWirk	IE	Mindestens eine Schutzfkt. ist wirksam
55	Anlauf	AM	Anlauf
56	Erstanlauf	AM	Erstanlauf
60	LED-Quittung	AM_W	LED-Anzeigen zurückgestellt
67	Wiederanlauf	AM	Wiederanlauf
68	Störung Uhr	AM	Störung Uhr

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
69	Sommerzeit	AM	Sommerzeit
70	Parameter laden	AM	Neue Parameter laden
71	Parametertest	AM	Neue Parameter testen
72	Level-2 Param.	AM	Level-2-Parameter geändert
73	Param. Vorort	AM	Parametrierung Vorort
110	Meld.verloren	AM_W	Meldungen verloren
113	Marke verloren	AM	Marke verloren
125	Flattersperre	AM	Flattersperre hat angesprochen
126	Schutz E/A	IE	Schutz Ein/Aus (Systemschnittstelle)
128	SigZus.E/A	IE	Signalzusatz Ein/Aus (Systemschnittst.)
140	Stör-Sammelmel.	AM	Störungssammelmeldung
144	Störung 5V	AM	Störung Versorgungsspannung 5V
160	Warn-Sammelmel.	AM	Warnungssammelmeldung
177	Stör Batterie	AM	HW-Störung: Batterie leer
181	Störung Messw.	AM	HW-Störung: Messwerterfassung
183	Störung BG1	AM	Störung Baugruppe 1
184	Störung BG2	AM	Störung Baugruppe 2
185	Störung BG3	AM	Störung Baugruppe 3
186	Störung BG4	AM	Störung Baugruppe 4
187	Störung BG5	AM	Störung Baugruppe 5
188	Störung BG6	AM	Störung Baugruppe 6
189	Störung BG7	AM	Störung Baugruppe 7
190	Störung BG0	AM	Störung Baugruppe 0
191	Stör. Offset	AM	HW-Störung: Offset
192	IN(1/5A) falsch	AM	HW-Störung: IN-Brücke ungleich IN-Par.
193	Stör.Abgleichw.	AM	HW-Stör:Abgleichwerte Analogeing. ungült
194	IE-Wdl. falsch	AM	HW-Störung: IE-Wandler ungleich MLFB
320	Warn Sp. Daten	AM	Warn: Schwelle Sp. Daten überschritten
321	Warn Sp. Param.	AM	Warn: Schwelle Sp. Param. überschritten
322	Warn Sp Bedieng	AM	Warn: Schwelle Sp. Bedien überschritten
323	Warn Sp. New	AM	Warn: Schwelle Sp. New überschritten
2054	Not-Betrieb	AM	Notfunktion läuft
4051	SigZus.ein	IE	Signalzusatz eingeschaltet

2.24.4 EN100-Modul 1

2.24.4.1 Funktionsbeschreibung

Über das EN100-Modul 1 kann die Integration des 7SD5 in 100-MBit-Kommunikationsnetze der Leit- und Automatisierungstechnik mit den Protokollen gemäß der Norm IEC 61850 erfolgen. Diese Norm ermöglicht eine durchgängige Kommunikation der Geräte ohne Gateways und Protokollumsetzer. Dadurch können SIPROTEC 4-Geräte offen und interoperabel auch in entsprechenden heterogenen Umgebungen eingesetzt werden. Parallel zur Leittechnikeinbindung ist über diese Schnittstelle auch die DIGSI-Kommunikation und die Intergerätekommunikation mit GOOSE möglich.

2.24.4.2 Einstellhinweise

Schnittstellenauswahl

Für den Betrieb des Ethernet-Systemschnittstellenmoduls (IEC 61850, **EN100-Modul 1**) sind keine Einstellungen erforderlich. Sofern das Gerät gemäß MLFB über ein solches Modul verfügt, wird dies automatisch auf ***Port B*** als hierfür verfügbare Schnittstelle vorprojektiert.

2.24.4.3 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
009.0100	Stör Modul	IE	Störung EN100 Modul
009.0101	Stör Link1	IE	Störung EN100 Link Kanal 1 (Ch1)
009.0102	Stör Link2	IE	Störung EN100 Link Kanal 2 (Ch2)

2.25 Zusatzfunktionen

Zu den Zusatzfunktionen des Leitungsschutzes 7SD5 gehören

- Inbetriebsetzungshilfen,
- Meldeverarbeitung,
- Betriebsmessungen,
- Speicherung der Kurzschlussdaten zur Störwerterfassung.

2.25.1 Inbetriebsetzungshilfe

2.25.1.1 Funktionsbeschreibung

Für die Überprüfung der Kommunikation und des Gesamtsystems der Differentialschutzfunktion gibt es ein umfangreiches Inbetriebsetzungs- und Beobachtungswerkzeug. Der WEB-Monitor ist Bestandteil des Gerätes. Die Online-Hilfe dazu erhalten Sie mit DIGSI auf CD-ROM oder über das Internet unter www.siprotec.de.

Für die Kommunikation des Gerätes mit dem Browser des PC sind einige Voraussetzungen notwendig. Neben der Übereinstimmung der Übertragungsgeschwindigkeit ist eine IP-Adresse zu vergeben, damit das Gerät vom Browser identifiziert werden kann.

Mittels des WEB-Monitors ist es auch möglich, das Gerät vom PC aus zu bedienen. Auf dem Bildschirm des PC erscheint die Frontansicht des Gerätes mit seiner Bedientastatur. Mit dem Mauszeiger können Sie nun die Bedienung des Gerätes simulieren. Diese Möglichkeit ist abschaltbar.

Ist im Gerät ein EN100-Modul vorhanden, so kann die Bedienung mit DIGSI oder dem WEB-Monitor auch über Ethernet erfolgen. Dazu ist lediglich die IP-Konfiguration für das Gerät zu parametrieren. Ein Parallelbetrieb von DIGSI und WEB-Monitor über verschiedene Schnittstellen ist möglich.

WEB-Monitor

Der „WEB-Monitor“ ist ein umfangreiches Inbetriebsetzungs- und Beobachtungswerkzeug, das mit Hilfe eines Personalcomputers mit Web-Browser eine übersichtliche Darstellung der Differentialschutzkommunikation und der wichtigsten Messdaten des Differentialschutzes erlaubt. Messwerte und daraus abgeleitete Größen werden grafisch als Zeigerdiagramme dargestellt. Des Weiteren können Sie Auslösediagramme ansehen, skalare Größen sind in numerischer Form angegeben. Einzelheiten entnehmen Sie bitte der zum „WEB-Monitor“ gehörigen Online-Hilfe.

Mit Hilfe dieses Werkzeugs können z.B. die Ströme, Spannungen (soweit angeschlossen) und deren Phasenwinkel für alle Geräte eines Differentialschutzsystems auf einem PC grafisch dargestellt werden. Neben den Zeigerdiagrammen der Messgrößen sind auch die Zahlenwerte sowie Frequenz und Geräteadressen vermerkt. Ein Beispiel zeigt Bild 2-222.

Auch die Größe der Differential- und Stabilisierungsströme und ihre Lage bezüglich der eingestellten Auslösekennlinie können dargestellt werden.

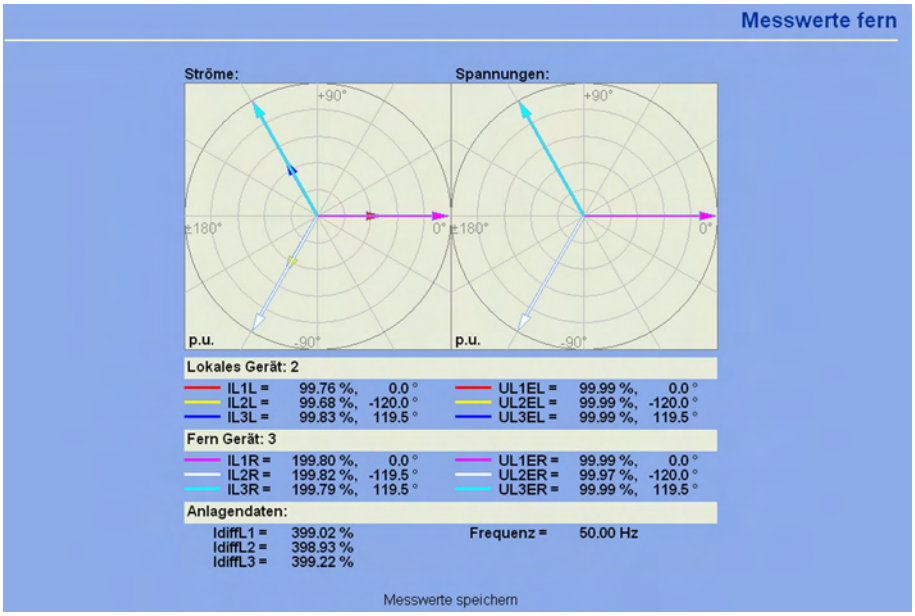


Bild 2-222 WEB-Monitor – Beispiel für Spannungen und Ströme

Weiterhin erlaubt der Browser eine übersichtliche Darstellung der wichtigsten Messdaten und der für die Richtungsprüfung notwendigen Daten des Distanzschutzes. Die Liste der Messwerte können Sie über die Navigationsleiste getrennt für das lokale und für entfernte Geräte aufrufen, es erscheint jeweils eine Liste mit den gewünschten Informationen (siehe Bild 2-222 und 2-224).

Bild 2-223 Lokale Messgrößen im WEB-Monitor – Beispiel für Messgrößen

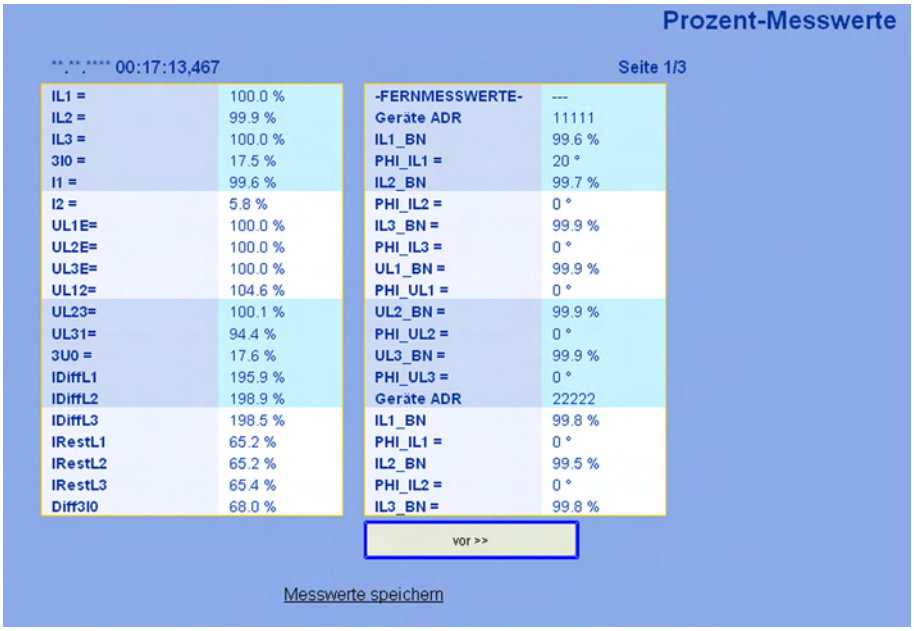


Bild 2-224 Liste der Prozentmesswerte mit Abbildung der Winkeldifferenzen – Beispiel

Folgende Arten von Meldungen können Sie mit dem WEB-Monitor abrufen und anzeigen:

- Betriebsmeldungen
- Störfallmeldungen
- Spontane Meldungen

Über den Button „Meldungspuffer drucken“ können Sie die Meldungslisten auch ausdrucken lassen.

2.25.1.2 Einstellhinweise

Die Parameter für den WEB-Monitor können Sie für die vordere Bedienschnittstelle und für die hintere Serviceschnittstelle getrennt einstellen. Wichtig ist die IP-Adresse der Schnittstelle, über die mit dem PC und dem WEB-Monitor kommuniziert werden soll.

Vergewissern Sie sich, dass die für den Browser gültige 12-stellige IP-Adresse im Format ***.***.***.*** über DIGSI richtig eingestellt ist.

2.25.2 Meldeverarbeitung

Nach einer Störung im Netz sind für eine genaue Analyse des Störungsverlaufs Informationen über die Reaktion des Schutzgerätes und über die Messgrößen von Bedeutung. Zu diesem Zweck verfügt das Gerät über eine Meldeverarbeitung, die in dreifacher Hinsicht arbeitet.

2.25.2.1 Funktionsbeschreibung

Anzeigen und Binärausgaben (Ausgangsrelais)

Wichtige Ereignisse und Zustände werden über optische Anzeigen (LED) auf der Frontkappe angezeigt. Das Gerät enthält ferner Ausgangsrelais zur Fernsignalisierung. Die meisten Meldungen und Anzeigen können rangiert, d.h. anders zugeordnet werden, als bei Lieferung voreingestellt (Lieferzustand siehe Anhang). In der SIPROTEC 4-Systembeschreibung ist die Verfahrensweise für die Rangierung ausführlich dargestellt.

Die Ausgaberelais und die LED können gespeichert oder ungespeichert betrieben werden (jeweils einzeln parametrierbar).

Die Speicher sind gegen Hilfsspannungsausfall gesichert. Sie werden zurückgesetzt

- vor Ort durch Betätigen der Taste LED am Gerät,
- von Fern über einen entsprechend rangierten Binäreingang,
- über eine der seriellen Schnittstellen,
- automatisch bei Beginn einer neuen Anregung.

Zustandsmeldungen sollten nicht gespeichert sein. Sie können auch nicht zurückgesetzt werden, bis das zu meldende Kriterium aufgehoben ist. Dies betrifft z.B. Meldungen von Überwachungsfunktionen o.Ä.

Eine grüne LED zeigt Betriebsbereitschaft an („RUN“); sie ist nicht rückstellbar. Sie erlischt, wenn die Selbstkontrolle des Mikroprozessors eine Störung erkennt oder die Hilfsspannung fehlt.

Bei vorhandener Hilfsspannung, aber internem Gerätefehler, leuchtet die rote LED („ERROR“) und das Gerät wird blockiert.

Mit DIGSI können Sie gezielt die Ausgangsrelais und Leuchtdioden des Gerätes einzeln ansteuern und damit (z.B. in der Inbetriebnahmephase) die korrekten Verbindungen zur Anlage kontrollieren. In einer Dialogbox können Sie z.B. jedes einzelne Ausgangsrelais erregen und damit die Verdrahtung zwischen 7SD5 und der Anlage überprüfen, ohne die darauf rangierten Meldungen erzeugen zu müssen.

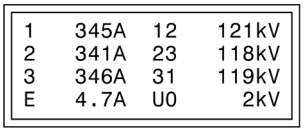
Informationen über Anzeigenfeld oder Personalcomputer

Ereignisse und Zustände können im Anzeigenfeld auf der Frontkappe des Gerätes abgelesen werden. Über die vordere Bedienschnittstelle oder die Serviceschnittstelle kann auch z.B. ein Personalcomputer angeschlossen werden, an den dann die Informationen gesendet werden.

Im Ruhezustand, d.h. solange keine Netzstörung vorliegt, kann das Anzeigenfeld wählbare Betriebsinformationen (Übersicht von Betriebsmesswerten) anzeigen (Grundbild). Im Falle einer Netzstörung erscheinen statt dessen Informationen über die Störung, die sogenannten Spontananzeigen. Nach Quittieren der Störfallmeldungen werden wieder die Ruheinformationen angezeigt. Das Quittieren ist gleichbedeutend mit dem Quittieren der Leuchtanzeigen (s.o.).

Bild 2-225 zeigt das voreingestellte Grundbild im 4-zeiligen Display. Beim grafischen Display ist das Grundbild konfigurierbar. Näheres siehe SIPROTEC 4-Systembeschreibung und Display Editor-Handbuch.

Über Pfeiltasten sind mehrere Grundbilder anwählbar. Mit dem Parameter 640 lässt sich die Voreinstellung für die Grundbildseite, die im Ruhezustand angezeigt wird, verändern. Es folgen zwei Beispiele als Auswahl der möglichen Grundbilder.

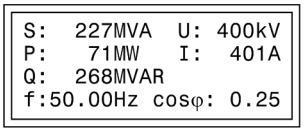


Beispiel:

IL1	= 345 A	UL1-L2	= 121 kV
IL2	= 341 A	UL2-L3	= 118 kV
IL3	= 346 A	UL3-L1	= 119 kV
IE (3I0)	= 4,7 A	U0	= 2 kV

Bild 2-225 Betriebsmesswerte im Grundbild

Im Grundbild 3 werden die Leistungsmesswerte sowie die Messwerte U_{L1-L2} und I_{L2} dargestellt.



Beispiel:

S	= 227 MVA	UL1-L2	= 400 kV
P	= 71 MW	IL2	= 401 A
Q	= 268 MVAR		
f	= 50,00 Hz	cos φ	= 0,25

Bild 2-226 Betriebsmesswerte im Grundbild

Das Gerät verfügt außerdem über mehrere Ereignispuffer, so für Betriebsmeldungen, Störfallmeldungen, Schaltstatistik, usw., die mittels Pufferbatterie gegen Hilfsspannungsausfall gesichert sind. Diese Meldungen können jederzeit über die Bedientastatur in das Anzeigenfeld geholt oder über die serielle Bedienschnittstelle zum Personalcomputer übertragen werden. Das Auslesen von Meldungen im Betrieb ist ausführlich in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung dargestellt.

Nach einer Netzstörung können z.B. wichtige Informationen über deren Verlauf ausgelesen werden, wie Anregung und Auslösung. Der Störungsbeginn ist mit der Absolutzeit der internen Systemuhr versehen. Der Verlauf der Störung wird mit einer Relativzeit ausgegeben, bezogen auf den Moment der Anregung, so dass auch die Dauer bis zur Auslösung und bis zum Rückfall des Auslösebefehls erkennbar ist. Die Auflösung der Zeitangaben beträgt 1 ms.

Mit dem Personalcomputer und dem Schutzdaten-Verarbeitungsprogramm DIGSI können die Ereignisse ebenfalls abgelesen werden, mit dem Komfort der Visualisierung auf dem Bildschirm und menügeführtem Ablauf. Dabei können die Daten wahlweise auf einem angeschlossenen Drucker dokumentiert oder gespeichert und an anderer Stelle ausgewertet werden.

Informationen zu einer Zentrale

Sofern das Gerät über eine serielle Systemschnittstelle verfügt, können gespeicherte Informationen zusätzlich über diese zu einer zentralen Steuer- und Speichereinheit übertragen werden. Die Übertragung kann mit verschiedenen Übertragungsprotokollen erfolgen.

Mit DIGSI können Sie testen, ob Meldungen korrekt übertragen werden.

Sie können auch die Informationen, die zur Leitstelle übertragen werden, im Betrieb oder bei Prüfungen beeinflussen. Das Protokoll IEC 60870-5-103 erlaubt, dass, während das Gerät vor Ort überprüft wird, alle Meldungen und Messwerte, die zur Leitstelle übertragen werden, mit dem Vermerk „Testbetrieb“ als Meldeursache gekennzeichnet werden, so dass zu erkennen ist, dass es sich nicht um Meldungen wirklicher Störungen handelt. Alternativ können Sie bestimmen, dass während der Prüfung überhaupt keine Meldungen über die Systemschnittstelle übertragen werden („Übertragungssperre“).

Die Beeinflussung von Informationen auf der Systemschnittstelle während eines Prüfbetriebes („Testbetrieb“ und „Übertragungssperre“) erfordert eine Verknüpfung über CFC, die im Lieferzustand des Gerätes jedoch realisiert ist (siehe Anhang).

Wie Testbetrieb und Übertragungssperre aktiviert bzw. deaktiviert werden können, ist ausführlich in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung dargestellt.

Gliederung der Meldungen

Die Meldungen sind folgendermaßen gegliedert:

- Betriebsmeldungen; dies sind Meldungen, die während des Betriebs des Gerätes auftreten können: Informationen über Zustand der Gerätefunktionen, Messdaten, Anlagendaten, Protokollieren von Steuerbefehlen u.Ä.
- Störfallmeldungen; dies sind Meldungen der letzten acht Netzstörungen, die vom Gerät bearbeitet wurden.
- Meldungen zur Schaltstatistik; dies sind Zähler für die vom Gerät veranlassten Schalthandlungen der Leistungsschalter sowie Werte der abgeschalteten Ströme und akkumulierte Kurzschlussströme.

Eine vollständige Liste aller im Gerät mit maximalem Funktionsumfang generierbaren Melde- und Ausgabefunktionen mit zugehöriger Informationsnummer (Nr) finden Sie im Anhang. Dort ist auch für jede Meldung angegeben, wohin sie gemeldet werden kann. Sind Funktionen in einer minderbestückten Ausführung oder auch als nicht vorhanden projektiert, so können deren Meldungen natürlich nicht erscheinen.

Betriebsmeldungen

Betriebsmeldungen sind solche Informationen, die das Gerät während des Betriebes und über den Betrieb erzeugt.

Bis zu 200 Betriebsmeldungen werden in chronologischer Folge im Gerät gespeichert. Werden neue Meldungen erzeugt, so werden diese hinzugefügt. Ist die maximale Kapazität des Speichers erschöpft, so geht die jeweils älteste Meldung verloren.

Die Betriebsmeldungen laufen automatisch ein und können jederzeit im Display des Gerätes oder auf dem Bildschirm eines angeschlossenen PC abgerufen werden. Erkannte Kurzschlüsse im Netz werden nur mit „Netzstörung“ und laufender Störfallnummer angegeben. Detaillierte Angaben über den Verlauf der Netzstörungen enthalten die Störfallmeldungen.

Störfallmeldungen

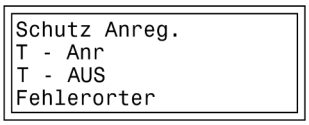
Nach einer Störung können z.B. wichtige Informationen über deren Verlauf ausgelesen werden, wie Anregung und Auslösung. Der Störungsbeginn ist mit der Absolutzeit der internen Systemuhr versehen. Der Verlauf der Störung wird mit einer Relativzeit ausgegeben, bezogen auf den Moment der Anregung, so dass auch die Dauer bis zur Auslösung und bis zum Rückfall des Auslösebefehls erkennbar ist. Die Auflösung der Zeitangaben beträgt 1 ms.

Eine Netzstörung beginnt mit dem Erkennen eines Fehlers durch die Anregung irgendeiner Schutzfunktion und endet mit dem Rückfall der Anregung der letzten Schutzfunktion. Führt eine Störung zum Ansprechen mehrerer Schutzfunktionen, so wird also alles als ein Störfall betrachtet, was zwischen der Anregung der ersten Schutzfunktion bis zum Rückfall der letzten Schutzfunktion auftritt.

Wird Wiedereinschaltung durchgeführt, so endet die Netzstörung nach Ablauf der letzten Sperrzeit, also nach erfolgreicher oder erfolgloser Wiedereinschaltung. Dadurch belegt der gesamte Klärungsvorgang einschließlich Wiedereinschaltzyklus (bzw. alle Wiedereinschaltzyklen) nur ein Störfallprotokoll. Innerhalb einer Netzstörung können mehrere Störfälle (von erster Anregung einer Schutzfunktion bis Rückfall der letzten Anregung) auftreten. Ohne Wiedereinschaltung ist jeder Störfall eine Netzstörung.

Spontane Anzeigen

Nach einem Störfall erscheinen ohne weitere Bedienhandlungen die wichtigsten Daten des Störfalles automatisch nach Generalanregung des Gerätes im Display in der in folgenden Bild gezeigten Reihenfolge.



Schutzfunktion, die als erste angeregt hat;
Laufzeit von Generalanregung bis Rückfall;
Laufzeit von Generalanregung bis zum ersten Auslösekommando;

Bild 2-227 Spontane Display Störfallanzeigen

Fehlerort-Optionen

Speziell für den Fehlerort bestehen außer den Anzeigen im Gerätedisplay und unter DIGSI weitere Möglichkeiten der Anzeige, abhängig von der Gerätevariante und der Konfiguration und Rangierung:

- Wenn das Gerät über die BCD-Ausgabe für den Fehlerort verfügt, bedeuten die übertragenen Zahlen:

  0 bis 195: der errechnete Fehlerort in % Leitungslänge (über 100 % ist der Fehler außerhalb der zu schützenden Leitung in Vorwärtsrichtung);

  197: negativer Fehlerort (Fehler in Rückwärtsrichtung);

  199: Überlauf.

Abrufbare Meldungen

Es können die Meldungen der acht letzten Störfälle abgerufen und ausgelesen werden. Insgesamt können bis zu 600 Meldungen gespeichert werden. Fallen mehr Störfallmeldungen an, werden die jeweils ältesten in Reihenfolge im Puffer gelöscht.

Spontane Meldungen

Spontane Meldungen stellen das Mitprotokollieren einlaufender aktueller Meldungen dar. Jede einlaufende neue Meldung erscheint sofort, ohne dass eine Aktualisierung abgewartet oder angestoßen werden muss. Dies ist während Bedienung, Prüfung und Inbetriebsetzung nützlich.

Sie können die spontanen Meldungen mittels DIGSI auslesen. Nähere Einzelheiten enthält die SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

Generalabfrage

Die mittels DIGSI auslesbare Generalabfrage bietet die Möglichkeit, den aktuellen Zustand des SIPROTEC 4-Gerätes zu erfragen. Alle generalabfragepflichtigen Meldungen werden mit ihrem aktuellen Wert angezeigt.

2.25.3 Statistik

Die Anzahl der vom 7SD5 veranlassten Ausschaltungen, die akkumulierten Abschaltströme bei den von Schutzfunktionen veranlassten Abschaltungen und die Zahl der von der AWE veranlassten Einschaltkommandos werden gezählt.

2.25.3.1 Funktionsbeschreibung

Zähler und Speicher

Die Zähler und Speicher der Schaltstatistik werden gesichert im Gerät hinterlegt. Sie gehen daher nicht bei Hilfsspannungsausfall verloren. Die Zähler können jedoch auf Null oder auf beliebige Werte innerhalb der Einstellgrenzen gestellt werden.

Sie können auf der Front des Gerätes abgerufen und über die Bedien- oder Serviceschnittstelle mittels PC mit dem Programm DIGSI ausgelesen werden.

Zum Auslesen der Zähler- und Speicherstände ist Passworteingabe nicht notwendig, jedoch zum Löschen. Nähere Einzelheiten enthält das SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

Zahl der Auslösungen

Die Anzahl der Ausschaltungen, die vom Gerät 7SD5 veranlasst wurden, wird gezählt. Wenn das Gerät für einpolige Auslösung vorgesehen ist, wird die Anzahl für jeden Schalterpol getrennt gezählt.

Zahl der Einschaltkommandos der AWE

Wenn das Gerät mit der integrierten Wiedereinschaltautomatik ausgerüstet ist, werden auch die automatischen Einschaltbefehle gezählt, und zwar getrennt für Wiedereinschaltung nach einpoliger Abschaltung, nach dreipoliger Abschaltung, sowie getrennt für den ersten Wiedereinschaltzyklus und weitere Wiedereinschaltzyklen.

Ausschaltströme

Weiterhin wird bei jedem Auslösekommando der abgeschaltete Strom für jeden Pol festgestellt, unter den Störfallmeldungen ausgegeben und in einem Speicher aufsummiert. Auch der maximal abgeschaltete Strom wird bereitgehalten. Die angegebenen Messwerte sind Primärwerte.

Übertragungsstatistik

Im 7SD5 werden Statistiken über die Schutzkommunikation geführt. Die Laufzeiten der Informationen von Gerät zu Nachbargerät über die Wirkschnittstellen (hin und zurück) werden ständig gemessen und unter den Statistikwerten angezeigt. Die Verfügbarkeit der Übertragungsmittel wird ebenfalls ausgegeben. Dabei wird die Verfügbarkeit in %/min und %/h dargestellt. Dies erlaubt eine Beurteilung der Übertragungsqualität.

Ist GPS-Synchronisation konfiguriert, so werden beide Laufzeiten (hin und zurück) getrennt und für jede Wirkschnittstelle erfasst und angezeigt, solange GPS fehlerfrei arbeitet.

2.25.3.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
1000	AUSANZ.=	WM	Anzahl der Auslösekommandos =
1001	AUSANZ.L1=	WM	Zählerstand Auslösungen Phase L1
1002	AUSANZ.L2=	WM	Zählerstand Auslösungen Phase L2
1003	AUSANZ.L3=	WM	Zählerstand Auslösungen Phase L3
1027	ΣIL1=	WM	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L1
1028	ΣIL2=	WM	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L2
1029	ΣIL3=	WM	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L3
1030	MAX IL1	WM	Max. abgeschalteter Strom in Phase L1
1031	MAX IL2	WM	Max. abgeschalteter Strom in Phase L2
1032	MAX IL3	WM	Max. abgeschalteter Strom in Phase L3
2895	AWE 1pol,1.Zyk=	WM	AWE: Einkommandos nach 1poligem 1.Zykl.
2896	AWE 3pol,1.Zyk=	WM	AWE: Einkommandos nach 3poligem 1.Zykl.
2897	AWE 1p,>=2.Zyk=	WM	AWE: Einkommandos ab 1poligem 2.Zykl.
2898	AWE 3p,>=2.Zyk=	WM	AWE: Einkommandos ab 3poligem 2.Zykl.
7751	WS1 LZ	MW	WS1 LZ (Signallaufzeit)
7752	WS2 LZ	MW	WS2 LZ (Signallaufzeit)
7753	WS1V/m	MW	WS1Verf/m (Verfügbarkeit)
7754	WS1V/h	MW	WS1Verf/h (Verfügbarkeit)
7755	WS2V/m	MW	WS2Verf/m (Verfügbarkeit)
7756	WS2V/h	MW	WS2Verf/h (Verfügbarkeit)
7875	WS1 LZ E	MW	WS1 LZ empf (Signallaufzeit)
7876	WS1 LZ S	MW	WS1 LZ senden (Signallaufzeit)
7877	WS2 LZ E	MW	WS2 LZ empf (Signallaufzeit)
7878	WS2 LZ S	MW	WS2 LZ senden (Signallaufzeit)

2.25.4 Messwerte

2.25.4.1 Funktionsbeschreibung

Für einen Abruf vor Ort oder zur Datenübertragung stehen eine Reihe von Messwerten und daraus errechneten Werten zur Verfügung.

Voraussetzung für eine korrekte Anzeige von Primär- und Prozentwerten ist die vollständige und richtige Eingabe der Nenngrößen der Wandler und der Betriebsmittel sowie der Übersetzungsverhältnisse der Strom- und Spannungswandler in den Erdpfaden.

Anzeige und Übertragung von Messwerten

Betriebsmesswerte und Zählwerte werden vom Prozessorsystem im Hintergrund ermittelt. Sie können auf der Front des Gerätes abgerufen, über die Bedienschnittstelle mittels Personalcomputer mit dem Programm DIGSI ausgelesen oder ggf. über die Systemschnittstelle zu einer Zentrale übertragen werden.

Je nach Bestellbezeichnung, Anschluss des Gerätes und projektierten Schutzfunktionen ist nur ein Teil der in Tabelle 2-21 aufgelisteten Betriebsmesswerte verfügbar. Von den Stromwerten I_{EE}, I_Y und I_P kann maximal einer zutreffen, nämlich der, welcher an den Strommesseingang I_4 angeschlossen ist. Die Leiter-Erde-Spannungen können nur gemessen werden, wenn die Spannungseingänge Leiter-Erde angeschlossen sind. Die Verlagerungsspannung $3U_0$ ist die mit $\sqrt{3}$ multiplizierte e-n-Spannung – wenn U_{en} angeschlossen ist – oder aus den Leiter-Erde-Spannungen errechnet $3U_0 = |\underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3}|$. Dazu müssen die drei Spannungseingänge Leiter-Erde angeschlossen sein.

Die Nullspannung U_0 gibt die Spannung zwischen dem Dreiecks-Mittelpunkt und Erde an.

Sind mehrere Geräte über Wirkschnittstelle miteinander verbunden, wird über die Konstellation ein gemeinsamer Frequenzwert (Konstellationsfrequenz) gebildet. Dieser wird als Betriebsmesswert „Frequenz“ angezeigt. Damit kann auch in den Geräten, die lokal keine Frequenz messen können, eine Frequenz angezeigt werden. Die Konstellationsfrequenz wird auch vom Differentialschutz zur Messwertsynchronisierung benutzt. Lokal arbeitende Funktionen, wie z.B. der Frequenzschutz, verwenden immer die lokal gemessene Frequenz.

Befindet sich das Gerät im Modus „Gerät abmelden“ KOM, im Differentialschutz-Testmodus oder besteht keine Wirkschnittstellenverbindung, wird die lokal gemessene Frequenz angezeigt.

Für den thermischen Überlastschutz werden die errechneten Übertemperaturen bezogen auf Auslöseübertemperatur angegeben. Die thermischen Messwerte können nur erscheinen, wenn der Überlastschutz ***vorhanden*** konfiguriert ist.

Wenn das Gerät über die Synchron- und Einschaltkontrolle verfügt und diese bei der Projektierung des Geräteumfangs (Adresse 135) als ***vorhanden*** und der Parameter **U4-WANDLER** (Adresse 210) auf ***Usy2-Wandler*** eingestellt wurde, können Sie die charakteristischen Werte (Spannungen, Frequenzen, Differenzen) auslesen.

Die Leistungs- und Arbeitswerte sind bei Lieferung so definiert, dass Leistung in Richtung der Leitung als positiv gilt. Wirkkomponenten in Leitungsrichtung und induktive Blindkomponenten in Leitungsrichtung sind ebenso positiv. Entsprechendes gilt für den Leistungsfaktor $\cos\varphi$.

Gelegentlich ist es wünschenswert, die Leistungsaufnahme aus der Leitung (z.B. vom Verbraucher her gesehen) positiv zu definieren. Mit Hilfe des Parameters Adresse 1107 **P,Q VORZEICHEN** können die Vorzeichen für diese Komponenten invertiert werden.

Die Berechnung der Betriebsmesswerte erfolgt auch bei einem laufenden Störfall in Abständen von ca. 0,5 s.

Tabelle 2-21 Betriebsmesswerte des örtlichen Gerätes

Messwerte		primär	sekundär	% bezogen auf
I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}	Leiterströme	A	A	Betriebsnennstrom [1]
I_{EE}	empfindlicher Erdstrom	A	mA	Betriebsnennstrom [3][1]
$3I_0$	Erdstrom	A	A	Betriebsnennstrom [1]
$\varphi(I_{L1}\text{-}I_{L2})$, $\varphi(I_{L2}\text{-}I_{L3})$, $\varphi(I_{L3}\text{-}I_{L1})$	Phasenwinkel der Leiterströme zueinander	°	–	–
I_1, I_2	Mit-, Gegenkomponente Ströme	A	A	Betriebsnennstrom [1]
I_Y, I_P	Trafosternpunktstrom oder Erdstrom der Parallelleitung	A	A	Betriebsnennstrom [3][1]
$U_{L1\text{-}L2}$, $U_{L2\text{-}L3}$, $U_{L3\text{-}L1}$	Spannungen verkettet	kV	V	Betriebsnennspannung [2]
$U_{L1\text{-}E}$, $U_{L2\text{-}E}$, $U_{L3\text{-}E}$	Spannung Leiter-Erde	kV	V	Betriebsnennspannung / $\sqrt{3}$ [2]
$3U_0$	Verlagerungsspannung	kV	V	Betriebsnennspannung / $\sqrt{3}$[2]
$\varphi(U_{L1}\text{-}U_{L2})$, $\varphi(U_{L2}\text{-}U_{L3})$, $\varphi(U_{L3}\text{-}U_{L1})$	Phasenwinkel der Leiterspannungen zueinander	°	–	–
$\varphi(U_{L1}\text{-}I_{L1})$, $\varphi(U_{L2}\text{-}I_{L2})$, $\varphi(U_{L3}\text{-}I_{L3})$	Phasenwinkel der Leiterspannungen zu den Leiterströmen	°	–	–
U_1, U_2	Mit-, Gegenkomponente Spannungen	kV	V	Betriebsnennspannung / $\sqrt{3}$[2]
U_X; U_{EN}	Spannung am Messeingang U_4	–	V	–
U_{sy2}	Spannung am Messeingang U_4	kV	V	Betriebsnennspannung bzw. Betriebsnennspannung / $\sqrt{3}$[2][4][5]
$U_{1kompoundiert}$	Mitkomponente der Spannung am Gegenende (wenn Kompoundierung im Spannungsschutz wirksam)	kV	V	Betriebsnennspannung / $\sqrt{3}$[2]
$R_{L1\text{-}E}$, $R_{L2\text{-}E}$, $R_{L3\text{-}E}$, $R_{L1\text{-}L2}$, $R_{L1\text{-}L2}$, $R_{L3\text{-}L1}$	Betriebsresistanzen aller Leiterschleifen	Ω	Ω	–
$X_{L1\text{-}E}$, $X_{L2\text{-}E}$, $X_{L3\text{-}E}$,$X_{L1\text{-}L2}$, $X_{L2\text{-}L3}$, $X_{L3\text{-}L1}$	Betriebsreaktanzen aller Leiterschleifen	Ω	Ω	–
S, P, Q	Schein-, Wirk-, Blindleistung	MVA, MW, MVAR	–	$\sqrt{3}\cdot U_N\cdot I_N$ Betriebsnenngrößen [1][2]
cos φ	Leistungsfaktor	(abs)	(abs)	–
f	Frequenz (Konstellationsfrequenz)	Hz	Hz	Nennfrequenz
Θ_{L1}/Θ_{AUS}, Θ_{L2}/Θ_{AUS}, Θ_{L3}/Θ_{AUS}	thermischer Wert jedes Leiters, bezogen auf Auslösewert	%	–	Auslöseübertemperatur
Θ/Θ_{AUS}	thermischer resultierender Wert, bezogen auf Auslösewert, berechnet nach der parametrierten Methode	%	–	Auslöseübertemperatur
U_{sy1}, U_{sy2}, U_{diff}	Spannungsmesswerte (für Synchronkontrolle)	kV	–	–
f_{sy1}, f_{sy2}, f_{diff}	Frequenzmesswerte (für Synchronkontrolle)	Hz	–	–
φ_{diff}	Betrag der Phasenwinkeldifferenz zwischen Leitung und Sammelschiene (für Synchronkontrolle)	°	–	–

[1] gemäß Adresse 1104
[2] gemäß Adresse 1103
[3] unter Berücksichtigung des Faktors 221 I4/Iph WDL
[4] gemäß Adresse 212 ANSCHLUSS Usy2
[5] unter Berücksichtigung des Faktors 215 Usy1/Usy2 WDL

2.25.4.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
601	IL1 =	MW	Messwert IL1
602	IL2 =	MW	Messwert IL2
603	IL3 =	MW	Messwert IL3
610	3I0 =	MW	Messwert 3I0
611	IEE =	MW	Messwert IEE (empfindlicher Erdstrom)
612	IY =	MW	Messwert IY (Trafo-Sternpunkt)
613	IP =	MW	Messwert IP (Parallelleitung)
619	I1 =	MW	Messwert I1 (Mitsystem)
620	I2 =	MW	Messwert I2 (Gegensystem)
621	UL1E=	MW	Messwert UL1E
622	UL2E=	MW	Messwert UL2E
623	UL3E=	MW	Messwert UL3E
624	UL12=	MW	Messwert UL12
625	UL23=	MW	Messwert UL23
626	UL31=	MW	Messwert UL31
627	Uen =	MW	Messwert Uen
631	3U0 =	MW	Messwert 3U0
632	Usy2=	MW	Messwert U-Sy2
633	UX =	MW	Messwert UX
634	U1 =	MW	Messwert U1 (Mitsystem)
635	U2 =	MW	Messwert U2 (Gegensystem)
636	Udif=	MW	Messwert U - Differenz (Usy1-Usy2)
637	Usy1=	MW	Messwert Usy1
638	Usy2=	MW	Messwert Usy2
641	P =	MW	Messwert P (Wirkleistung)
642	Q =	MW	Messwert Q (Blindleistung)
643	cosφ=	MW	Messwert cosPHI (Leistungsfaktor)
644	f =	MW	Messwert f (Frequenz)
645	S =	MW	Messwert S (Scheinleistung)
646	fsy2=	MW	Messwert fsy2
647	fdif=	MW	Messwert f - Differenz
648	φdif=	MW	Messwert PHI - Differenz
649	fsy1=	MW	Messwert fsy1
679	U1ko=	MW	Messwert U1ko (Mitsystem Kompoundierung)
684	U0 =	MW	Messwert U0 (Verlagerungsspannung)
801	Θ/Θaus=	MW	Überlastschutz: Betriebstemperatur
802	Θ/Θaus L1=	MW	Überlastwert für L1
803	Θ/Θaus L2=	MW	Überlastwert für L2
804	Θ/Θaus L3=	MW	Überlastwert für L3
966	RL1E=	MW	Messwert RL1E
967	RL2E=	MW	Messwert RL2E
970	RL3E=	MW	Messwert RL3E
971	RL12=	MW	Messwert RL12
972	RL23=	MW	Messwert RL23

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
973	RL31=	MW	Messwert RL31
974	XL1E=	MW	Messwert XL1E
975	XL2E=	MW	Messwert XL2E
976	XL3E=	MW	Messwert XL3E
977	XL12=	MW	Messwert XL12
978	XL23=	MW	Messwert XL23
979	XL31=	MW	Messwert XL31
7731	Φ IL1L2=	MW	Winkel IL1 -> IL2 (lokal gemessen)
7732	Φ IL2L3=	MW	Winkel IL2 -> IL3 (lokal gemessen)
7733	Φ IL3L1=	MW	Winkel IL3 -> IL1 (lokal gemessen)
7734	Φ UL1L2=	MW	Winkel UL1 -> UL2 (lokal gemessen)
7735	Φ UL2L3=	MW	Winkel UL2 -> UL3 (lokal gemessen)
7736	Φ UL3L1=	MW	Winkel UL3 -> UL1 (lokal gemessen)
7737	Φ UIL1=	MW	Winkel UL1 -> IL1 (lokal gemessen)
7738	Φ UIL2=	MW	Winkel UL2 -> IL2 (lokal gemessen)
7739	Φ UIL3=	MW	Winkel UL3 -> IL3 (lokal gemessen)

2.25.5 Differentialschutzwerte

2.25.5.1 Messwerte des Differentialschutzes

Die Differential-, Stabilisierungs- und Ladestromwerte des Differentialschutzes gemäß der folgenden Tabelle können auf der Front des Gerätes abgerufen, über die Bedienschnittstelle mittels Personalcomputer mit dem Programm DIGSI ausgelesen oder ggf. über die Systemschnittstelle zu einer Zentrale übertragen werden.

Tabelle 2-22 Messwerte des Differentialschutzes

Messwerte		% bezogen auf
$IDiff_{L1}$, $IDiff_{L2}$, $IDiff_{L3}$	Errechnete Differentialströme der drei Leiter	Betriebsnennstrom [1]
$IStab_{L1}$, $IStab_{L2}$, $IStab_{L3}$	Errechnete Stabilisierungsströme der drei Leiter	Betriebsnennstrom [1]
$IDiff_{3I0}$	Errechneter Differentialstrom des Nullsystems	Betriebsnennstrom [1]
Ic_{L1}, Ic_{L2}, Ic_{L3}	Gemessene Ladeströme der drei Leiter	Betriebsnennstrom

[1] bei Leitungen gemäß Adresse (siehe Abschnitt 2.1.4), bei Trafos aus Adresse (siehe Abschnitt 2.1.4) $I_N = S_N/(\sqrt{3} \cdot U_N)$

2.25.5.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
7742	IDiffL1=	MW	IDiffL1 (% von Betriebsnennstrom)
7743	IDiffL2=	MW	IDiffL2 (% von Betriebsnennstrom)
7744	IDiffL3=	MW	IDiffL3 (% von Betriebsnennstrom)
7745	IStabL1=	MW	IStabL1 (% von Betriebsnennstrom)
7746	IStabL2=	MW	IStabL2 (% von Betriebsnennstrom)
7747	IStabL3=	MW	IStabL3 (% von Betriebsnennstrom)
7748	Diff3I0=	MW	IDiff3I0 (% von Betriebsnennstrom)
7880	Ic L1 =	MW	Messwert Ladestrom L1
7881	Ic L2 =	MW	Messwert Ladestrom L2
7882	Ic L3 =	MW	Messwert Ladestrom L3
30654	IDiffEDS=	MW	IDiff EDS (% von Beriebsnennstrom)
30655	IStabEDS=	MW	IStab EDS (% von Betriebsnennstrom)

2.25.6 Fernmesswerte

2.25.6.1 Funktionsbeschreibung

Bei laufender Kommunikation über die Wirkschnittstelle können Sie auch Daten der anderen Enden des Schutzobjektes auslesen. Für jedes der beteiligten Geräte lassen sich die Ströme, Spannungen sowie die Phasenverschiebung zwischen den örtlichen und fernen Messgrößen anzeigen. Dies ist besonders nützlich zur Kontrolle der richtigen und einheitlichen Phasenzuordnung und Polarität an den verschiedenen Enden. Weiterhin werden die Geräteadressen der anderen Geräte übertragen, so dass alle wichtigen Daten aller Enden in einer Station verfügbar sind. Die möglichen Daten sind in Tabelle 2-23 aufgelistet.

Tabelle 2-23 Betriebsmesswerte, die von den anderen Enden übertragen werden, im Vergleich mit den lokalen

Daten		Primärwert
Geräte ADR	Geräteadresse des fernen Gerätes	(absolut)
I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} fern	Leiterströme des fernen Gerätes	A
I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} lokal	Leiterströme des örtlichen Gerätes	A
$\varphi(I_{L1})$, $\varphi(I_{L2})$, $\varphi(I_{L3})$ fern	Phasenwinkel zwischen den fernen und örtlichen Leitströmen	°
U_{L1}, U_{L2}, U_{L3} fern	Spannungen des fernen Gerätes	kV
U_{L1}, U_{L2}, U_{L3} lokal	Spannungen des örtlichen Gerätes	kV
$\varphi(U_{L1})$, $\varphi(U_{L2})$ $\varphi(U_{L3})$ fern	Phasenwinkel zwischen den fernen und örtlichen Spannungen	°

Den nachfolgenden Informationsübersichten entnehmen Sie, welche Informationen für die einzelnen Geräte verfügbar sind.

2.25.7 Konstellationsmesswerte

2.25.7.1 Funktionsbeschreibung

Die Konstellationsmesswerte der möglichen Geräte 1 bis 6 werden hier anhand des Gerätes 1 (siehe Tabelle 2-24) aufgezeigt. Die Informationen zu weiteren Geräten finden Sie im Anhang.

Die Berechnung dieser Konstellationsmesswerte erfolgt auch bei einem laufenden Störfall im Abstand von 2 s.

Tabelle 2-24 Konstellationsmesswerte für Gerät 1

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
7761	„Geräte ADR“	MW	Geräteadresse des 1. Gerätes
7762	„IL1_BN =“	MW	IL1 (% von Betriebsnennstrom)
7763	„ΦI L1=“	MW	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal
7764	„IL2_BN =“	MW	IL2 (% von Betriebsnennstrom)
7765	„ΦI L2=“	MW	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal
7766	„IL3_BN =“	MW	IL3 (% von Betriebsnennstrom)
7767	„ΦI L3=“	MW	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal
7769	„UL1_BN =“	MW	UL1 (% von Betriebsnennspannung)
7770	„ΦU L1=“	MW	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal
7771	„UL2_BN =“	MW	UL2 (% von Betriebsnennspannung)
7772	„ΦU L2=“	MW	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal
7773	„UL3_BN =“	MW	UL3 (% von Betriebsnennspannung)
7774	„ΦU L3=“	MW	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal

2.25.8 Störschreibung

2.25.8.1 Funktionsbeschreibung

Der Leitungsschutz 7SD5 verfügt über einen Störwertspeicher. Die Momentanwerte der Messgrößen

i_{L1}, i_{L2}, i_{L3}, 3_{i0}, u_{L1}, u_{L2}, u_{L3}, $3u_0$ oder U_{en} oder U_{sy2} oder U_x sowie I_{diffL1}, I_{diffL2}, I_{diffL3}, I_{stabL1}, I_{stabL2}, I_{stabL3}

(Spannungen je nach Anschluss) werden im Raster von 1 ms (bei 50 Hz) abgetastet und in einem Umlaufpuffer abgelegt (je 20 Abtastwerte pro Periode). Im Störfall werden die Daten über eine einstellbare Zeitspanne gespeichert, längstens jedoch über 5 Sekunden je Störfall. In einem Gesamtbereich von ca. 15 s können bis zu 8 Störfälle gespeichert werden. Der Störwertspeicher wird bei einem erneuten Störfall automatisch aktualisiert, so dass ein Quittieren nicht nötig ist. Die Speicherung von Störwerten kann zusätzlich zur Schutzanregung auch über eine Binäreingabe und über die serielle Schnittstelle angestoßen werden.

Für das Differentialschutzsystem eines Schutzobjektes werden die Störwertaufzeichnungen aller Enden über die Zeitverwaltung synchronisiert. Dadurch ist gewährleistet, dass alle Störwertaufzeichnungen mit der praktisch absolut gleichen Zeitbasis arbeiten. Gleiche Messgrößen sind in Folge dessen an allen Enden deckungsgleich.

Über die Schnittstellen können die Daten von einem Personalcomputer ausgelesen und mittels des Schutzdaten-Verarbeitungsprogramms DIGSI und des Grafikprogramms SIGRA 4 verarbeitet werden. Letzteres bereitet die während des Störfalles aufgezeichneten Daten grafisch auf und berechnet aus den gelieferten Messwerten ergänzend auch weitere Größen, wie Impedanzen und Effektivwerte. Die Messgrößen können wahlweise als Primär- oder Sekundärgrößen dargestellt werden. Zusätzlich werden Signale als Binärspuren (Marken) mitgeschrieben, z.B. „Anregung“, „Auslösung“.

Sofern das Gerät über eine serielle Systemschnittstelle verfügt, können Störwertdaten über diese von einem Zentralgerät übernommen werden. Die Auswertung der Daten wird im Zentralgerät von entsprechenden Programmen vorgenommen. Dabei werden die Messgrößen auf ihren maximalen Wert bezogen, auf den Nennwert normiert und für eine grafische Darstellung aufbereitet. Zusätzlich werden Signale als Binärspuren (Marken) mitgeschrieben, z.B. „Anregung“, „Auslösung“.

Bei Übertragung zu einem Zentralgerät kann der Abrufbetrieb automatisch erfolgen, und zwar wahlweise nach jeder Anregung des Schutzes oder nur nach einer Auslösung.

2.25.8.2 Einstellhinweise

Allgemeines

Die Festlegungen für die Störwertspeicherung erfolgen im Untermenü **STÖRSCHREIBUNG** des Menüs **PARAMETER**. Für die Störwertspeicherung wird unterschieden zwischen dem Bezugszeitpunkt und dem Speicherkriterium (Adresse 402 **FUNKTION**). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich. Normalerweise ist der Bezugszeitpunkt die Geräteanregung, d.h. der Anregung irgendeiner Schutzfunktion wird der Zeitpunkt 0 zugewiesen. Dabei kann das Speicherkriterium ebenfalls die Geräteanregung (***Speich. mit Anr***) oder die Geräteauslösung (***Speich. mit AUS***) sein. Es kann auch die Geräteauslösung als Bezugszeitpunkt gewählt werden (***Start bei AUS***), dann ist diese auch das Speicherkriterium.

Ein Störfall beginnt mit der Anregung durch irgendeine Schutzfunktion und endet mit dem Rückfall der letzten Anregung einer Schutzfunktion. Dies ist normalerweise auch der Umfang einer Störwertaufzeichnung (Adresse 403 **UMFANG** = ***Störfall***). Werden automatische Wiedereinschaltungen durchgeführt, kann die gesamte Netzstörung – ggf. mit mehreren Wiedereinschaltungen – bis zur endgültigen Klärung gespeichert werden (Adresse 403 **UMFANG** = ***Netzstörung***). Dies gibt den zeitlichen Gesamtverlauf der Störung wieder, verbraucht aber auch Speicherkapazität während der spannungslosen Pause(n). Diese Einstellung ist nur mittels DIGSI unter **Weitere Parameter** möglich.

Die tatsächliche Speicherzeit beginnt um die Vorlaufzeit **T VOR** (Adresse 411) vor dem Bezugszeitpunkt und endet um die Nachlaufzeit **T NACH** (Adresse 412) später als das Speicherkriterium verschwindet. Die maximal zulässige Speicherzeit pro Störwertaufzeichnung **T MAX** wird unter Adresse 410 eingestellt.

Bei Aktivierung der Störwertspeicherung über eine Binäreingabe oder durch Bedienung von der Front bzw. über die Bedienschnittstelle mittels PC wird die Speicherung dynamisch getriggert. Adresse 415 **T EXTERN** bestimmt die Länge der Störwertaufzeichnung (längstens jedoch **T MAX**, Adresse 410). Vor- und Nachlaufzeiten kommen noch hinzu. Wird die Zeit für die Binäreingabe auf ∞ gestellt, dauert die Speicherung solange, wie die Binäreingabe angesteuert ist (statisch), längstens jedoch **T MAX** (Adresse 410).

2.25.8.3 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
402A	FUNKTION	Speich. mit Anr Speich. mit AUS Start bei AUS	Speich. mit Anr	Startbedingung f. Störwertspeicherung
403A	UMFANG	Störfall Netzstörung	Störfall	Aufzeichnungsumfang der Störwerte
410	T MAX	0.30 .. 5.00 s	2.00 s	Max.Länge pro Aufzeichnung T-max
411	T VOR	0.05 .. 0.50 s	0.25 s	Vorlaufzeit T-vor
412	T NACH	0.05 .. 0.50 s	0.10 s	Nachlaufzeit T-nach
415	T EXTERN	0.10 .. 5.00 s; ∞	0.50 s	Aufzeichnungszeit bei externem Start

2.25.8.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	Stw. Start	IE	Anstoß Teststörschrieb (Markierung)
4	>Störw. Start	EM	>Störwertspeicherung starten
30053	Störfaufz.läuft	AM	Störfallaufzeichnung läuft

2.25.9 Mittelwerte

Es werden die Langzeitmittelwerte vom 7SD5 berechnet und können mit dem Zeitpunkt (Datum und Uhrzeit) der letzten Aktualisierung ausgelesen werden.

2.25.9.1 Langzeitmittelwerte

Es werden die Langzeitmittelwerte der drei Phasenströme I_{Lx}, der Mitkomponente I_1 der drei Ströme und von Wirkleistung P, Blindleistung Q und Scheinleistung S in einem gewählten Zeitraum, in Primärwerten, gebildet.

Für die Langzeit-Mittelwerte können die Länge des zeitlichen Mittelwertfensters und die Häufigkeit der Aktualisierung eingestellt werden. Die hierzu gehörigen Minima und Maxima können über Binäreingaben oder per Bedienung über integriertes Bedienfeld oder Bedienprogramm DIGSI zurückgestellt werden.

2.25.9.2 Einstellhinweise

Mittelwerte

Für die Mittelwerte von Messwerten können Sie unter Adresse 2801 **INTERVAL MITT.W** das Zeitintervall angeben, über das die Mittelwerte gebildet werden sollen. Die erste Zahl gibt die Länge des zeitlichen Mittelwertfensters in Minuten an, die zweite Zahl gibt die Häufigkeit der Aktualisierung innerhalb des Zeitfensters an. ***15 MIN, 3 TEILE*** bedeutet beispielsweise die zeitliche Mittelwertbildung über alle Messwerte, die innerhalb von 15 Minuten eintreffen. Alle 15/3 = 5 Minuten wird eine Ausgabe aktualisiert.

Unter Adresse 2802 **SYN.ZEIT MITT.W** können Sie bestimmen, ob der unter Adresse 2801 gewählte Zeitraum der Mittelwertbildung zur vollen Stunde (***volle Stunde***) starten soll oder mit einem der anderen Zeitpunkte (***viertel nach***, ***halbe Stunde*** oder ***viertel vor***) synchronisiert werden soll.

Werden die Einstellungen der Mittelwertbildung geändert, werden die in Puffern abgelegten Messwerte gelöscht, und neue Ergebnisse der Mittelwertberechnung sind erst nach Ablauf des parametrierten Zeitraumes verfügbar.

2.25.9.3 Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2801	INTERVAL MITT.W	15 MIN, 1 TEIL 15 MIN, 3 TEILE 15 MIN,15 TEILE 30 MIN, 1 TEIL 60 MIN, 1 TEIL	60 MIN, 1 TEIL	Intervall zur Mittelwertbildung
2802	SYN.ZEIT MITT.W	volle Stunde viertel nach halbe Stunde viertel vor	volle Stunde	Synchronisierzeit zur Mittelwertbildung

2.25.9.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
833	I1dmd =	MW	langfristiger Strommittelwert I1 =
834	Pdmd =	MW	Mittelwert P =
835	Qdmd =	MW	Mittelwert Q =
836	Sdmd =	MW	Mittelwert S =
963	IL1dmd=	MW	Langfristiger Strommittelwert L1=
964	IL2dmd=	MW	Langfristiger Strommittelwert L2=
965	IL3dmd=	MW	Langfristiger Strommittelwert L3=
1052	PdmdAbgabe=	MW	Mittelwert der abgegeb. Wirkleistung P =
1053	PdmdBezug =	MW	Mittelwert der bezog. Wirkleistung P =
1054	QdmdAbgabe=	MW	Mittelwert der abgegeb. Blindleistung Q=
1055	QdmdBezug =	MW	Mittelwert der bezog. Blindleistung Q =

2.25.10 Minimal- und Maximalwerte

Minimal- und Maximalwerte werden vom 7SD5 berechnet und können mit dem Zeitpunkt (Datum und Uhrzeit) der letzten Aktualisierung ausgelesen werden.

2.25.10.1Rückstellung

Die Min/Max-Werte können über Binäreingaben oder per Bedienung über integriertes Bedienfeld oder Bedienprogramm DIGSI jederzeit zurückgestellt werden. Darüberhinaus kann die Rückstellung auch zyklisch, beginnend bei einem vorgewählten Zeitpunkt, erfolgen.

2.25.10.2Einstellhinweise

Die Rückstellung dieser Werte kann automatisch zu einem vorgewählten Zeitpunkt erfolgen. Dieses termingestützte Rücksetzen wird unter Adresse 2811 `MinMaxRESET` mit *Ja* (Voreinstellung) eingeschaltet.

Unter Adresse 2812 **`MinMaxRESETZEIT`** wird der Zeitpunkt (und zwar die Minute des Tages, an dem die Rückstellung erfolgt), in Adresse 2813 **`MinMaxRESETZYKL`** der Zyklus des Rücksetzens (in Tagen) und in Adresse 2814 **`MinMaxRES.START`** der Startzeitpunkt des zyklischen Rücksetzens nach Beendigung des Parametriervorganges (in Tagen) eingegeben.

2.25.10.3Parameterübersicht

Adr.	Parameter	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2811	MinMaxRESET	Nein Ja	Ja	Zykl. Rücksetzen der Min/Max-Messwerte
2812	MinMaxRESETZEIT	0 .. 1439 min	0 min	Zykl. Rücks. Min/Max erfolgt am Tage zur
2813	MinMaxRESETZYKL	1 .. 365 Tage	7 Tage	Zykl. Rücks. Min/Max erfolgt alle
2814	MinMaxRES.START	1 .. 365 Tage	1 Tage	Startpunkt des Rücks. Min/Max ist in

2.25.10.4Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	ResMinMax	IE_W	Min/Max-Messwerte rücksetzen
395	>MiMa I reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für IL1-IL3
396	>MiMa I1 reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für I1 Mitsyst
397	>MiMa ULE reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für LE-Spg.
398	>MiMa ULL reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für LL-Spg.
399	>MiMa U1 reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für U1 Mitsyst
400	>MiMa P reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für P
401	>MiMa S reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für S
402	>MiMa Q reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für Q
403	>MiMaIdmd reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für Idmd
404	>MiMaPdmd reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für Pdmd
405	>MiMaQdmd reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für Qdmd
406	>MiMaSdmd reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für Sdmd
407	>MiMa f reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für f
408	>MiMaCosφ reset	EM	>Reset der Schleppzeiger für cosPHI
837	IL1dmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von IL1=
838	IL1dmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von IL1=
839	IL2dmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von IL2=
840	IL2dmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von IL2=
841	IL3dmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von IL3=
842	IL3dmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von IL3=
843	I1dmin =	MWZ	Min. des Mittelwertes von I1=
844	I1dmax =	MWZ	Max. des Mittelwertes von I1=
845	Pdmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von P=
846	Pdmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von P=
847	Qdmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von Q=
848	Qdmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von Q=
849	Sdmin=	MWZ	Min. des Mittelwertes von S=
850	Sdmax=	MWZ	Max. des Mittelwertes von S=
851	IL1min=	MWZ	Min. des Stromes der Phase L1=
852	IL1max=	MWZ	Max. des Stromes der Phase L1=
853	IL2min=	MWZ	Min. des Stromes der Phase L2=
854	IL2max=	MWZ	Max. des Stromes der Phase L2=
855	IL3min=	MWZ	Min. des Stromes der Phase L3=
856	IL3max=	MWZ	Max. des Stromes der Phase L3=
857	I1min =	MWZ	Min. des Strom-Mitsystems I1=
858	I1max =	MWZ	Max. des Strom-Mitsystems I1=
859	UL1Emin=	MWZ	Min. der Spannung L1-E =
860	UL1Emax=	MWZ	Max. der Spannung L1-E =
861	UL2Emin=	MWZ	Min. der Spannung L2-E =
862	UL2Emax=	MWZ	Max. der Spannung L2-E =
863	UL3Emin=	MWZ	Min. der Spannung L3-E =
864	UL3Emax=	MWZ	Max. der Spannung L3-E =
865	UL12min=	MWZ	Min. der Spannung L1-L2 =

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
867	UL12max=	MWZ	Max. der Spannung L1-L2 =
868	UL23min=	MWZ	Min. der Spannung L2-L3 =
869	UL23max=	MWZ	Max. der Spannung L2-L3 =
870	UL31min=	MWZ	Min. der Spannung L3-L1 =
871	UL31max=	MWZ	Max. der Spannung L3-L1 =
874	U1min =	MWZ	Min. der Spannung U1 =
875	U1max =	MWZ	Max. der Spannung U1 =
880	Smin=	MWZ	Min. der Scheinleistung S =
881	Smax=	MWZ	Max. der Scheinleistung S =
882	fmin=	MWZ	Min. der Frequenz f =
883	fmax=	MWZ	Max. der Frequenz f =
1040	PminAbgabe=	MWZ	Min. der abgegeb. Wirkleistung P =
1041	PmaxAbgabe=	MWZ	Max. der abgegeb. Wirkleistung P =
1042	PminBezug =	MWZ	Min. der bezog. Wirkleistung P =
1043	PmaxBezug =	MWZ	Max. der bezog. Wirkleistung P =
1044	QminAbgabe=	MWZ	Min. der abgegeb. Blindleistung Q =
1045	QmaxAbgabe=	MWZ	Max. der abgegeb. Blindleistung Q =
1046	QminBezug =	MWZ	Min. der bezog. Blindleistung Q =
1047	QmaxBezug =	MWZ	Max. der bezog. Blindleistung Q =
1048	cosφminPos=	MWZ	Cos(PHI)min (vorwärts) =
1049	cosφmaxPos=	MWZ	Cos(PHI)max (vorwärts) =
1050	cosφminNeg=	MWZ	Cos(PHI)min (rückwärts) =
1051	cosφmaxNeg=	MWZ	Cos(PHI)max (rückwärts) =
10102	3U0min =	MWZ	Min. der Spannung 3U0 =
10103	3U0max =	MWZ	Max. der Spannung 3U0 =

2.25.11 Grenzwerte für Messwerte

SIPROTEC 4 Geräte erlauben, für einige Mess- und Zählgrößen Grenzwerte zu setzen. Wenn einer dieser Grenzwerte im Betrieb erreicht oder über- bzw. unterschritten wird, erzeugt das Gerät einen Alarm, der als Betriebsmeldung angezeigt wird. Diese kann auf LED und/oder Binärausgaben rangiert, über die Schnittstellen übertragen und in DIGSI CFC verknüpft werden. Darüber hinaus können Sie über DIGSI CFC für weitere Mess- und Zählgrößen Grenzwerte projektieren und diese über die DIGSI Gerätematrix rangieren.

Im Gegensatz zu den eigentlichen Schutzfunktionen läuft dieses Grenzwertprogramm jedoch im Hintergrund und kann bei schnellen Änderungen der Messgrößen im Fehlerfall u.U. nicht ansprechen, wenn es zu Anregungen von Schutzfunktionen kommt. Da außerdem erst bei mehrmaliger Grenzwertüberschreitung eine Meldung abgegeben wird, reagieren diese Grenzwertüberwachungen nicht so schnell wie Auslösesignale von Schutzfunktionen.

2.25.11.1Grenzwertüberwachungen

Folgende Grenzwertstufen sind eingerichtet:

- IL1dmd>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes in Phase L1.
- IL2dmd>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes in Phase L2.
- IL3dmd>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes in Phase L3.
- I1dmd>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes des Mitsystems der Ströme.
- |Pdmd|>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes des Betrages der Wirkleistung.
- |Qdmd|>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes des Betrages der Blindleistung.
- Sdmd>: Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Mittelwertes der Scheinleistung.
- |cosφ|< Unterschreiten eines vorgegebenen Betrages des Leistungsfaktors.

2.25.11.2Einstellhinweise

Grenzwerte für Messwerte

Die Einstellung erfolgt unter **MESSWERTE** im Untermenü **GRENZW. SETZEN** durch Überschreiben der voreingestellten Grenzwerte.

2.25.11.3Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	IL1dmd>	GW	oberer Grenzwert für IL1dmd
-	IL2dmd>	GW	oberer Grenzwert für IL2dmd
-	IL3dmd>	GW	oberer Grenzwert für IL3dmd
-	I1dmd>	GW	oberer Grenzwert für I1dmd
-	|Pdmd|>	GW	oberer Grenzwert für Pdmd
-	|Qdmd|>	GW	oberer Grenzwert für Qdmd
-	Sdmd>	GW	oberer Grenzwert für Sdmd
-	|cosφ|<	GW	unterer Grenzwert für cos(PHI)
273	Gw. IL1dmd>	AM	Grenzwert IL1dmd (Mittelwert) überschr
274	Gw. IL2dmd>	AM	Grenzwert IL2dmd (Mittelwert) überschr
275	Gw. IL3dmd>	AM	Grenzwert IL3dmd (Mittelwert) überschr
276	Gw. I1dmd>	AM	Grenzwert I1dmd (Mittelwert) überschr
277	Gw. |Pdmd|>	AM	Grenzwert Pdmd (Mittelwert) überschr
278	Gw. |Qdmd|>	AM	Grenzwert Qdmd (Mittelwert) überschr
279	Gw. Sdmd>	AM	Grenzwert Sdmd überschritten
285	Gw. |cosφ|<	AM	Grenzwert cos(PHI) unterschritten

2.25.12 Energiezähler

Zählwerte für Wirk- und Blindarbeit werden vom Prozessorsystem im Hintergrund ermittelt. Sie können auf der Front des Gerätes abgerufen, über die Bedienschnittstelle mittels PC mit dem Programm DIGSI ausgelesen oder über die Systemschnittstelle zu einer Zentrale übertragen werden.

2.25.12.1Energiezählung

7SD5 integriert die errechneten Leistungen über die Zeit und stellt die Ergebnisse unter den Messwerten zur Verfügung. Es können die Komponenten gemäß Tabelle 2-25 ausgelesen werden. Die Vorzeichen der Arbeitswerte richten sich nach der Einstellung Adresse 1107 `P,Q VORZEICHEN` (siehe Abschnitt 2.25.4 unter Randtitel „Anzeige von Messwerten“).

Berücksichtigen Sie, dass 7SD5 in erster Linie ein Schutzgerät ist. Die Genauigkeit der Zählwerte hängt von den Messwandlern (normalerweise Schutzkern) und den Toleranzen des Gerätes ab. Die Zählung ist daher nicht für Verrechnungszählung geeignet.

Die Zähler können auf Null oder einen beliebigen Anfangswert (zurück)gesetzt werden (siehe SIPROTEC 4-Systembeschreibung).

Tabelle 2-25 Betriebszählwerte

Messwerte		primär
W_p+	Wirkarbeit, Abgabe	kWh, MWh, GWh
$W_p–$	Wirkarbeit, Bezug	kWh, MWh, GWh
W_q+	Blindarbeit, Abgabe	kVARh, MVARh, GVARh
$W_q–$	Blindarbeit, Bezug	kVARh, MVARh, GVARh

2.25.12.2Einstellhinweise

Auslesen Parameter

Das Auslesen der Zähler von der Gerätefront oder über DIGSI ist in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung ausführlich erklärt. Die Werte werden in Richtung des Schutzobjektes aufsummiert. Vorausgesetzt die Richtung wurde als „vorwärts“ (Adresse 201) parametriert.

2.25.12.3Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	ResZähler	IE_W	Energiezählwerte rücksetzen
888	WpImp =	IPZW	Impulszähler Wirkarbeit Wp =
889	WqImp =	IPZW	Impulszähler Blindarbeit Wq =
916	Wp	-	Zählwertqu. für Wirkarbeit Wp
917	Wq	-	Zählwertqu. für Blindarbeit Wq
924	Wp+=	MWZW	Abgegebene Wirkarbeit =
925	Wq+=	MWZW	Abgegebene Blindarbeit =
928	Wp-=	MWZW	Bezogene Wirkarbeit =
929	Wq-=	MWZW	Bezogene Blindarbeit =

2.26 Befehlsbearbeitung

Im SIPROTEC 4 7SD5 ist eine Befehlsbearbeitung integriert, mit deren Hilfe Schalthandlungen in der Anlage veranlasst werden können. Die Steuerung kann dabei von vier Befehlsquellen ausgehen:

- Vorortbedienung über das Bedienfeld des Gerätes,
- Bedienung über DIGSI,
- Fernbedienung über Leittechnik (z.B. SICAM),
- Automatikfunktion (z.B. über Binäreingang).

Die Anzahl der zu steuernden Betriebsmittel ist lediglich durch die Anzahl der benötigten und vorhandenen binären Ein- bzw. Ausgänge begrenzt. Voraussetzungen für die Möglichkeit der Steuerung ist, dass die entsprechenden binären Ein- und Ausgängen projektiert und mit den passenden Eigenschaften versehen worden sind.

Wenn bestimmte Verriegelungsbedingungen für die Befehlsgabe notwendig sind, können die Feldverriegelungen mittels der anwenderdefinierbaren Logikfunktionen (CFC) im Gerät hinterlegt werden. Die Verriegelungsbedingungen der Anlage können über die Systemschnittstelle eingekoppelt werden und müssen entsprechend rangiert sein.

Die Vorgehensweise beim Schalten von Betriebsmitteln ist in der SIPROTEC 4 Systembeschreibung, unter Anlagensteuerung dargestellt.

2.26.1 Schalthoheit und Schaltmodus

2.26.1.1 Befehlstypen

Befehle an den Prozess

Diese umfassen alle Befehle, die direkt an die Betriebsmittel der Schaltanlage ausgegeben werden und eine Prozesszustandsänderung bewirken:

- Schaltbefehle zur Steuerung von Leistungsschaltern (unsynchronisiert oder synchronisiert durch Einbinden der Synchron- und Einschaltkontrolle), von Trennern und Erdern,
- Stufenbefehle, z.B. zur Höher- und Tieferstufung von Transformatoren,
- Stellbefehle mit parametrierbarer Laufzeit, z.B. zur Steuerung von E-Spulen.

Geräteinterne Befehle

Sie führen zu keiner direkten Befehlsausgabe an den Prozess. Sie dienen dazu, interne Funktionen anzustoßen, dem Gerät die Kenntnisnahme von Zustandsänderungen mitzuteilen oder diese zu quittieren.

- Nachführbefehle zum „Nachführen“ des Informationswertes von prozessgekoppelten Objekten wie Meldungen und Schaltzuständen, z.B. bei fehlender Prozessankopplung. Eine Nachführung wird im Informationsstatus gekennzeichnet und kann entsprechend angezeigt werden.
- Markierbefehle (zum „Einstellen“) des Informationswertes von internen Objekten, z.B. Schalthoheit (Fern/Ort), Parameterumschaltungen, Übertragungssperren und Zählwerte löschen/vorbesetzen.
- Quittier- und Rücksetzbefehle zum Setzen/Rücksetzen interner Speicher oder Datenstände.
- Informationsstatusbefehle zum Setzen/Löschen der Zusatzinformation „Informationsstatus“ zum Informationswert eines Prozessobjektes wie
  - Erfassungssperre,
  - Ausgabesperre.

2.26.1.2 Ablauf im Befehlspfad

Sicherheitsmechanismen im Befehlspfad sorgen dafür, dass ein Schaltbefehl nur erfolgen kann, wenn die Prüfung zuvor festgelegter Kriterien positiv abgeschlossen wurde. Für jedes Betriebsmittel getrennt, können Verriegelungen projektiert werden. Die eigentliche Durchführung des Befehlsauftrages wird anschließend überwacht. Der gesamte Ablauf eines Befehlsauftrages ist im folgenden in Kurzform beschrieben.

Prüfung eines Befehlsauftrages

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Befehlseingabe, z.B. über die integrierte Bedienung:
  - Passwort prüfen → Zugangsberechtigung;
  - Schaltmodus (verriegelt/unverriegelt) prüfen → Auswahl der Entriegelungskennungen.
- Projektierbare Befehlsprüfungen:
  - Schalthoheit;
  - Schaltrichtungskontrolle (Soll-Ist-Vergleich);
  - Schaltfehlerschutz, Feldverriegelung (Logik über CFC);
  - Schaltfehlerschutz, Anlagenverriegelung (zentral über SICAM);
  - Doppelbetätigungssperre (Verriegelung von parallelen Schalthandlungen);
  - Schutzblockierung (Blockierung von Schalthandlungen durch Schutzfunktionen);
  - Prüfung des Synchronismus vor einem Einschaltbefehl.
- feste Befehlsprüfungen:
  - Alterungsüberwachung (Zeit zwischen Befehlsauftrag und Bearbeitung wird überwacht);
  - Parametrierung läuft (bei laufendem Parametriervorgang wird Befehl abgewiesen bzw. verzögert);
  - Betriebsmittel als Ausgabe vorhanden;
  - Ausgabesperre (ist eine Ausgabesperre objektbezogen gesetzt und im Moment der Befehlsbearbeitung aktiv, so wird der Befehl abgewiesen);
  - Baugruppe Hardware-Fehler;
  - Befehl für dieses Betriebsmittel bereits aktiv (für ein Betriebsmittel kann zeitgleich nur ein Befehl bearbeitet werden, objektbezogene Doppelbetätigungssperre);
  - 1-aus-n-Kontrolle (bei Mehrfachbelegungen wie Wurzelrelais oder auf gleiche Kontakte rangierte Schutzkommandos wird geprüft, ob für die betroffenen Ausgaberelais bereits ein Befehlsvorgang eingeleitet ist oder ein Schutzkommando anliegt. Dabei werden Überlagerungen in gleicher Schaltrichtung toleriert).

Überwachung der Befehlsdurchführung

Folgendes wird überwacht:

- Störung eines Befehlsvorganges durch einen Abbruchbefehl;
- Laufzeitüberwachung (Rückmeldeüberwachungszeit).

2.26.1.3 Schaltfehlerschutz

Ein Schaltfehlerschutz kann mittels der anwenderdefinierbaren Logik (CFC) realisiert werden. Die Schaltfehler-Prüfungen teilen sich normalerweise innerhalb eines SICAM/SIPROTEC 4-Systems auf in:

- Anlagenverriegelung geprüft im Zentralgerät (für die Sammelschiene),
- Feldverriegelungen geprüft im Feldgerät (für den Abzweig).
- feldübergreifende Verriegelungen via GOOSE-Botschaften direkt zwischen den Feld- und Schutzgeräten (mit Einführung der IEC 61850; die Intergerätekommunikation mit GOOSE erfolgt über das EN100-Modul)

Die Anlagenverriegelung stützt sich auf das Prozessabbild im Zentralgerät. Die Feldverriegelung stützt sich auf das Objektabbild (Rückmeldungen) im Feldgerät (hier also dem SIPROTEC 4-Gerät), wie es durch die Projektierung (siehe SIPROTEC 4-Systembeschreibung) festgelegt worden ist.

Der Umfang der Verriegelungsprüfungen wird durch die Verriegelungslogik und die Parametrierung festgelegt. Näheres zum Thema GOOSE kann der SIPROTEC 4-Systembeschreibung entnommen werden.

Schaltobjekte, die einer Anlagenverriegelung im Zentralgerät unterliegen, werden im Feldgerät über einen Parameter entsprechend gekennzeichnet (in der Rangiermatrix).

Bei allen Befehlen kann bestimmt werden, ob verriegelt (Normal) oder unverriegelt (Test) geschaltet werden soll:

- bei Vorortbefehlen über Umparametrieren mit Passwortabfrage,
- bei Automatikbefehlen aus der Befehlsbearbeitung durch CFC mittels Entriegelungskennungen,
- bei Nah-/Fernbefehlen per zusätzlichem Entriegelungsbefehl über Profibus.

Verriegeltes/entriegeltes Schalten

Die projektierbaren Befehlsprüfungen werden in den SIPROTEC 4-Geräten auch als „Standardverriegelung“ bezeichnet. Diese Prüfungen können über DIGSI aktiviert (verriegeltes Schalten/Markieren) oder deaktiviert (unverriegelt) werden.

Entriegelt oder unverriegelt schalten bedeutet, dass die projektierten Verriegelungsbedingungen nicht getestet werden.

Verriegelt schalten bedeutet, dass alle projektierten Verriegelungsbedingungen innerhalb der Befehlsprüfung getestet werden. Ist eine Bedingung nicht erfüllt, wird der Befehl mit einer Meldung mit angehängtem Minuszeichen (z.B. „BF–“) und einer entsprechenden Bedienantwort abgewiesen. Die Abweisung geschieht auch, wenn vor dem Einschalten eine Synchronprüfung vorgesehen ist und die Synchronbedingungen nicht erfüllt sind. Tabelle 2-26 zeigt die möglichen Befehlsarten an ein Schaltgerät und deren zugehörige Meldungen. Dabei erscheinen die mit *) gekennzeichneten Meldungen in der dargestellten Form im Gerätedisplay nur in den Betriebsmeldungen und unter DIGSI in den spontanen Meldungen.

Tabelle 2-26 Befehlsarten und zugehörige Meldungen

Befehlsart	Befehl	Verursachung	Meldung
Prozessausgabebefehl	Schalten	BF	BF+/–
Nachführbefehl	Nachführung	NF	NF+/–
Informationsstatusbefehl, Erfassungssperre	Erfassungssperre	ES	ST+/– *)
Informationsstatusbefehl, Ausgabesperre	Ausgabesperre	AS	ST+/– *)
Abbruchbefehl	Abbruch	AB	AB+/–

In der Meldung bedeutet das Pluszeichen eine Befehlsbestätigung: Das Ergebnis der Befehlsgabe ist positiv, also wie erwartet. Entsprechend bedeutet das Minuszeichen ein negatives, nicht erwartetes Ergebnis, der Befehl wurde abgelehnt. Bild 2-228 zeigt beispielhaft in den Betriebsmeldungen Befehl und Rückmeldung einer positiv verlaufenen Schalthandlung des Leistungsschalters.

Die Prüfung von Verriegelungen kann für alle Schaltgeräte und Markierungen getrennt projektiert werden. Andere interne Befehle, wie Nachführen oder Abbruch, werden nicht geprüft, d.h. unabhängig von den Verriegelungen ausgeführt.

```
BETRIEBSMELD.
--------------------
19.06.01 11:52:05,625
Q0          BF+   EIN

19.06.01 11:52:06,134
Q0          RM+   EIN
```

Bild 2-228 Beispiel einer Betriebsmeldung beim Schalten des Leistungsschalters Q0

Standardverriegelung

Standardverriegelungen sind die Prüfungen, die bei der Projektierung der Ein- und Ausgaben pro Schaltgerät festgelegt wurden (siehe SIPROTEC 4-Systembeschreibung).

Ein Logikdiagramm dieser Verriegelungsbedingungen im Gerät zeigt Bild 2-229.

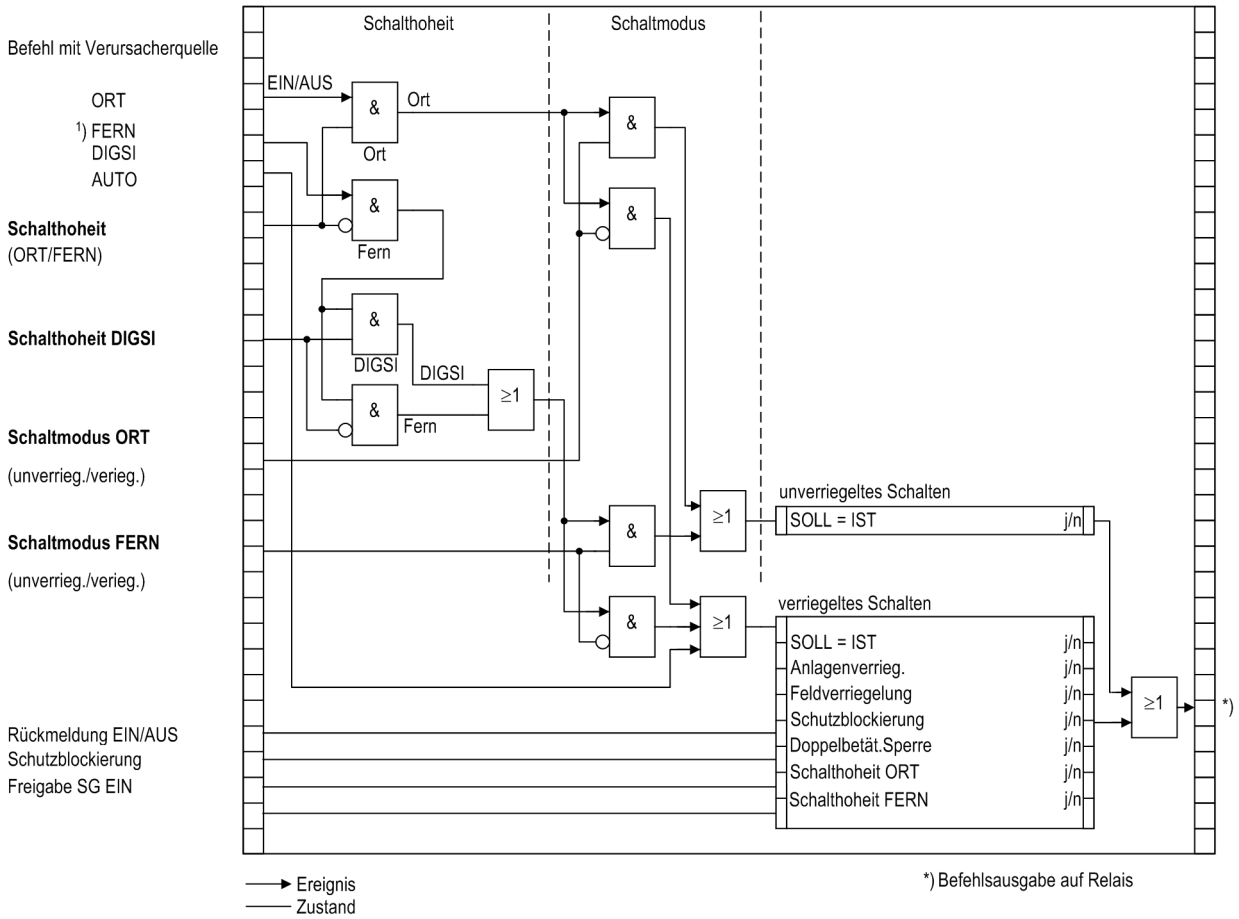


Bild 2-229 Standardverriegelungen

1) Verursacherquelle FERN schließt Quelle NAH ein.

(NAH Befehl über Leittechnik in der Station

FERN Befehl über Fernwirktechnik zur Leittechnik und von Leittechnik zum Gerät)

Im Gerätedisplay sind die projektierten Verriegelungsgründe auslesbar. Sie sind durch Buchstaben gekennzeichnet, deren Bedeutungen in Tabelle 2-27 erläutert sind.

Tabelle 2-27 Entriegelungs-Kennungen

Entriegelungs-Kennungen	Kennung (Kurzform)	Displayanzeige
Schalthoheit	SV	S
Anlagenverriegelung	AV	A
Feldverriegelung	FV	F
SOLL = IST (Schaltrichtungskontrolle)	SI	I
Schutzblockierung	SB	B

Bild 2-230 zeigt beispielhaft die im Gerätedisplay auslesbaren Verriegelungsbedingungen für drei Schaltobjekte mit den in Tabelle 2-27 erläuterten Abkürzungen. Es werden alle parametrierten Verriegelungsbedingungen angezeigt.

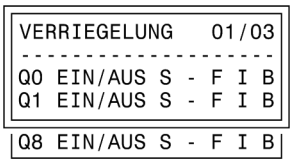


Bild 2-230 Beispiel projektierter Verriegelungsbedingungen

Freigabelogik über CFC

Für die Feldverriegelung kann über den CFC eine Freigabelogik aufgebaut werden. Über entsprechende Freigabebedingungen wird dann die Information „frei“ oder „feldverriegelt“ bereitgestellt (z.B. Objekt „Freigabe SG EIN“ und „Freigabe SG AUS“ mit den Informationswerten: KOM/GEH).

2.26.1.4 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	SchModFern	IE	Schaltmodus Fern
-	Sch.Hoheit	IE	Schalthoheit
-	Sch.ModOrt	IE	Schaltmodus Ort

2.26.2 Schaltobjekte

2.26.2.1 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	Q0 EIN/AUS	BR_D12	Leistungsschalter Q0
-	Q0 EIN/AUS	DM	Leistungsschalter Q0
-	Q1 EIN/AUS	BR_D2	Trenner Q1
-	Q1 EIN/AUS	DM	Trenner Q1
-	Q8 EIN/AUS	BR_D2	Erder Q8
-	Q8 EIN/AUS	DM	Erder Q8
-	Q0-AUS	IE	Verriegelungsmeldung: LS Q0-AUS
-	Q0-EIN	IE	Verriegelungsmeldung: LS Q0-EIN
-	Q1-AUS	IE	Verriegelungsmeldung: Trenner Q1-AUS
-	Q1-EIN	IE	Verriegelungsmeldung: Trenner Q1-EIN
-	Q8-AUS	IE	Verriegelungsmeldung: Erder Q8-AUS
-	Q8-EIN	IE	Verriegelungsmeldung: Erder Q8-EIN
-	Q2 EIN/AUS	BR_D2	Q2 EIN / AUS
-	Q2 EIN/AUS	DM	Q2 EIN / AUS
-	Q9 EIN/AUS	BR_D2	Q9 EIN / AUS
-	Q9 EIN/AUS	DM	Q9 EIN / AUS
-	Lüfter	BR_D2	Lüfter EIN / AUS
-	Lüfter	DM	Lüfter EIN / AUS
31000	Q0 OpCnt=	WM	Q0 Schaltspielzähler=
31001	Q1 OpCnt=	WM	Q1 Schaltspielzähler=
31002	Q2 OpCnt=	WM	Q2 Schaltspielzähler=
31008	Q8 OpCnt=	WM	Q8 Schaltspielzähler=
31009	Q9 OpCnt=	WM	Q9 Schaltspielzähler=

2.26.3 Prozessmeldungen

Während der Befehlsbearbeitung werden, unabhängig von der weiteren Meldungsrangierung und -bearbeitung, Befehls- und Prozessrückmeldungen an die Meldungsverarbeitung gesendet. In diesen Meldungen ist eine so genannte Meldungsursache eingetragen. Bei entsprechender Rangierung (Projektierung) werden diese Meldungen zur Protokollierung in das Betriebsmeldungsprotokoll eingetragen.

Eine Auflistung der möglichen Bedienantworten und deren Bedeutung, sowie die für das Ein- und Ausschalten von Schaltgeräten oder die Höher-/Tiefersteuerung von Transformatorstufen benötigten Befehlstypen und nähere Hinweise entnehmen Sie bitte der SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

2.26.3.1 Funktionsbeschreibung

Befehlsquittierung an die integrierte Bedienung

Alle Meldungen mit der Verursachungsquelle VQ_ORT werden in eine entsprechende Bedienantwort umgesetzt und im Textfeld des Displays zur Anzeige gebracht.

Befehlsquittierung an Nah/Fern/Digsi

Die Meldungen mit den Verursachungsquellen VQ_NAH/FERN/DIGSI müssen unabhängig von der Rangierung (Projektierung auf der seriellen Schnittstelle) zum Verursacher gesendet werden.

Die Befehlsquittierung erfolgt damit nicht wie beim Ortsbefehl über eine Bedienantwort, sondern über die normale Befehls- und Rückmeldeprotokollierung.

Rückmeldeüberwachung

Die Befehlsbearbeitung führt für alle Befehlsvorgänge mit Rückmeldung eine zeitliche Überwachung durch. Parallel zum Befehl wird eine Überwachungszeit (Befehlslaufzeitüberwachung) gestartet, die kontrolliert, ob das Schaltgerät innerhalb dieser Zeit die gewünschte Endstellung erreicht hat. Mit der eintreffenden Rückmeldung wird die Überwachungszeit gestoppt. Unterbleibt die Rückmeldung, so erscheint eine Bedienantwort „`RM-Zeit abgelaufen`“ und der Vorgang wird beendet.

In den Betriebsmeldungen werden Befehle und deren Rückmeldungen ebenfalls protokolliert. Der normale Abschluss einer Befehlsgabe ist das Eintreffen der Rückmeldung (**RM+**) des betreffenden Schaltgerätes oder bei Befehlen ohne Prozessrückmeldung eine Meldung nach abgeschlossener Befehlsausgabe.

In der Rückmeldung bedeutet das Pluszeichen eine Befehlsbestätigung. Der Befehl ist positiv, also wie erwartet, abgeschlossen worden. Entsprechend bedeutet das Minuszeichen einen negativen, nicht erwarteten Ausgang.

Befehlsausgabe/Relaisansteuerung

Die für das Ein- und Ausschalten von Schaltgeräten oder die Höher-/Tiefersteuerung von Transformatorstufen benötigten Befehlstypen sind bei der Projektierung festgelegt worden, siehe auch SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

2.26.3.2 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	>HSTür off	EM	>Hochspannungstür offen
-	>Fed n. g.	EM	>Feder nicht gespannt
-	>StöAntr U	EM	>Störung Antriebsspannung
-	>StöSteu U	EM	>Störung Steuerspannung
-	>SF6-Verl.	EM	>SF6-Verlust
-	>Stör Zähl	EM	>Störung Zählung
-	>Tr Temp.	EM	>Transformator Temperatur
-	>Tr Gefahr	EM	>Transformator Gefahr

2.26.4 Protokolle

2.26.4.1 Informationsübersicht

Nr.	Information	Info-Art	Erläuterung
-	Stör SysSS	IE	Störung Systemschnittstelle

■

Montage und Inbetriebsetzung 3

Dieses Kapitel wendet sich an den erfahrenen Inbetriebsetzer. Er soll mit der Inbetriebsetzung von Schutz- und Steuereinrichtungen, mit dem Betrieb des Netzes und mit den Sicherheitsregeln und -vorschriften vertraut sein. Eventuell sind gewisse Anpassungen der Hardware an die Anlagendaten notwendig. Für die Primärprüfungen muss das zu schützende Objekt (Leitung, Transformator, usw.) eingeschaltet werden.

3.1	Montage und Anschluss	492
3.2	Kontrolle der Anschlüsse	523
3.3	Inbetriebsetzung	529
3.4	Bereitschalten des Gerätes	567

3.1 Montage und Anschluss

Allgemeines

WARNUNG

Warnung vor falschem Transport, Lagerung, Aufstellung oder Montage.

Nichtbeachtung können Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Gerätes setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage unter Beachtung der Warnungen und Hinweise des Gerätehandbuches voraus.

Insbesondere sind die Allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten an Starkstromanlagen (z.B. DIN, VDE, EN, IEC oder andere nationale und internationale Vorschriften) zu beachten.

3.1.1 Projektierungshinweise

Voraussetzungen

Für Montage und Anschluss müssen folgende Voraussetzungen und Einschränkungen erfüllt sein:

Die in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung empfohlene Kontrolle der Nenndaten des Gerätes ist durchgeführt und deren Übereinstimmung mit den Anlagendaten ist kontrolliert.

Anschlussvarianten

Übersichtspläne sind im Anhang A.2 dargestellt. Anschlussbeispiele für die Strom- und Spannungswandlerkreise befinden sich im Anhang A.3. Es ist zu überprüfen, dass die Parametrierung der **Anlagendaten 1** (Abschnitt 2.1.2.1) mit den Anschlüssen in Übereinstimmung ist.

Ströme

Im Anhang A.3 sind Beispiele für die Möglichkeiten der Stromwandleranschlüsse in Abhängigkeit von den Netzverhältnissen dargestellt.

Beim Normalanschluss muss Adresse 220 **I4-WANDLER** = ***eigene Leitung*** eingestellt sein, außerdem muss Adresse 221 **I4/Iph WDL** = ***1.000*** sein.

Auch beim Einsatz gesonderter Erdstromwandler muss Adresse 220 **I4-WANDLER** = ***eigene Leitung*** eingestellt sein. Der Einstellwert der Adresse 221 **I4/Iph WDL** kann von ***1*** abweichen. Hinweise zur Berechnung siehe Abschnitt 2.1.2.1.

Weiterhin sind Beispiele für den Anschluss des Erdstromes einer Parallelleitung (für Parallelleitungskompensation) dargestellt. Dabei muss die Adresse 220 **I4-WANDLER** auf ***Parallelleitung*** eingestellt sein. Der Einstellwert der Adresse 221 **I4/Iph WDL** kann von ***1*** abweichen. Hinweise zur Berechnung siehe Abschnitt 2.1.2.1 unter „Stromanschluss“.

Die restlichen Bilder zeigen Beispiele für den Anschluss des Erdstromes eines geerdeten Speisetransformators. Dabei muss Adresse 220 **I4-WANDLER** auf ***Sternpunkt*** eingestellt sein. Hinweise zum Einstellwert der Adresse 221 **I4/Iph WDL** sind ebenfalls Abschnitt 2.1.2.1 zu entnehmen.

Spannungen

Im Anhang A.3 sind die möglichen Anschlussvarianten für die Spannungswandler dargestellt.

Beim Normalanschluss ist der 4. Spannungs-Messeingang nicht benutzt, entsprechend muss Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***nicht angeschl.*** eingestellt sein. Der Einstellwert der Adresse 211 **Uph/Uen WDL** hat keine Wirkung auf die Ansprechwerte der Schutzfunktion, wird jedoch für die Anzeige von U_{en}-Messwerten und der U_{en}-Störschriebspur verwendet.

Bei zusätzlichem Anschluss einer e-n-Wicklung des Spannungswandlersatzes muss Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Uen-Wandler*** eingestellt sein. Der Einstellwert der Adresse 211 **Uph/Uen WDL** richten sich nach der Übersetzung der e-n-Wicklung. Hinweise siehe Abschnitt 2.1.2.1 unter „Spannungsanschluss“.

In weiteren Anschlussbeispielen ist ebenfalls die e-n-Wicklung eines Spannungswandlersatzes angeschlossen, hier jedoch von einem zentralen Wandlersatz der Sammelschiene. Es gelten dieselben Überlegungen wie im vorigen Absatz.

Weitere Bilder zeigen Beispiele für den zusätzlichen Anschluss einer anderen, hier der Sammelschienenspannung (z.B. für Spannungsschutz oder Synchronkontrolle). Für Spannungsschutz muss Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***UX-Wandler*** eingestellt sein, für Synchronkontrolle **U4-WANDLER** = ***Usy2-Wandler***. Der Einstellwert der Adresse 215 **Usy1/Usy2 WDL** ist nur dann ungleich ***1***, wenn Abzweigwandler und Sammelschienenwandler unterschiedliche Übersetzung haben.

Befindet sich zwischen dem Sammelschienenwandlersatz und dem Abzweigwandlersatz ein Leistungstransformator, muss die vom Transformator hervorgerufene Phasenverschiebung der Spannungen für die Synchronkontrolle (falls verwendet) berücksichtigt werden. Kontrollieren Sie in diesem Fall auch die Adressen 212 **ANSCHLUSS Usy2**, 214 φ **Usy2-Usy1** und 215 **Usy1/Usy2 WDL**. Nähere Hinweise und ein Beispiel finden Sie in Abschnitt 2.1.2.1 unter „Spannungsanschluss“.

Binäre Ein- und Ausgänge

Die anlagenseitigen Anschlüsse richten sich nach den Rangiermöglichkeiten der binären Ein- und Ausgänge, also der individuellen Anpassung an die Anlage. Die Anschlussbelegung bei Auslieferung des Gerätes finden Sie in den Tabellen im Anhang A.4. Kontrollieren Sie auch, dass die Beschriftungsstreifen auf der Front den rangierten Meldefunktionen entsprechen.

Wichtig ist auch, dass die Rückmeldungen der Leistungsschalterstellung von den Hilfskontakten des zu überwachenden Leistungsschalters an die richtigen Binäreingänge angeschlossen und entsprechend zugeordnet sind (sofern benutzt).

Einstellgruppenumschaltung

Soll die Einstellgruppenumschaltung über Binäreingaben vorgenommen werden, so ist folgendes zu beachten:

- Für die Steuerung von 4 möglichen Einstellgruppen müssen 2 Binäreingaben zur Verfügung gestellt werden. Diese sind bezeichnet mit „>Param. Wahl1“ und „>Param. Wahl2“ und müssen auf 2 physische Binäreingänge rangiert und dadurch steuerbar sein.
- Für die Steuerung von 2 Einstellgruppen genügt eine Binäreingabe, und zwar „>Param. Wahl1“, da die nicht rangierte Binäreingabe „>Param. Wahl2“ dann als nicht angesteuert gilt.
- Die Steuersignale müssen dauernd anstehen, damit die gewählte Einstellgruppe aktiv ist und bleibt.

Die Zuordnung der Binäreingaben zu den Einstellgruppen A bis D ist in der folgenden Tabelle angegeben, während das folgende Bild 3-1 ein vereinfachtes Anschlussbeispiel zeigt. Im Beispiel ist vorausgesetzt, dass die Binäreingaben in Arbeitsstromschaltung, d.h. bei Spannung aktiv (H-aktiv) rangiert sind.

Tabelle 3-1 Parameterwahl (Einstellgruppenumschaltung) über Binäreingänge

Binäreingabe		aktive Parametergruppe
>Param.Wahl1	**>Param. Wahl2**	
nicht angesteuert	nicht angesteuert	Gruppe A
angesteuert	nicht angesteuert	Gruppe B
nicht angesteuert	angesteuert	Gruppe C
angesteuert	angesteuert	Gruppe D

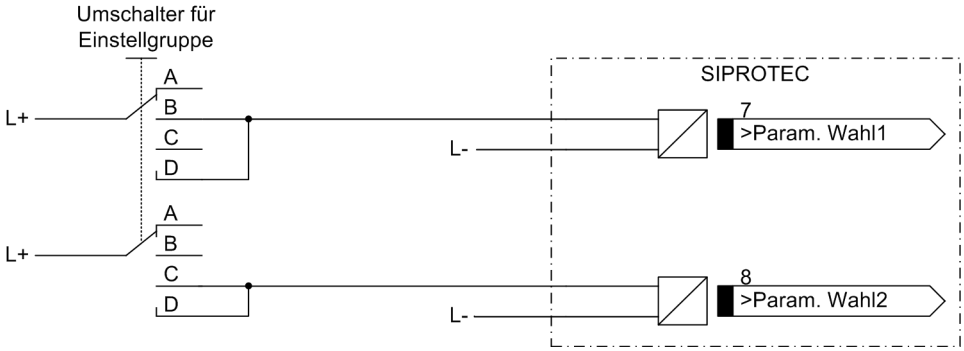


Bild 3-1 Anschlussschema (Beispiel) für Einstellgruppenumschaltung über Binäreingänge

Auslösekreisüberwachung

Beachten Sie bitte, dass 2 Binäreingänge bzw. 1 Binäreingang und ein Ersatzwiderstand R in Reihe geschaltet sind. Die Schaltschwelle der Binäreingänge muss also deutlich unterhalb des halben Nennwertes der Steuergleichspannung bleiben.

Bei Verwendung von zwei Binäreingängen für die Auslösekreisüberwachung müssen die Eingänge für die Auslösekreisüberwachung potentialfrei, also ungewurzelt sein.

Bei Verwendung von einem Binäreingang ist ein Ersatzwiderstand R einzufügen (siehe das folgende Bild 2-207). Dieser Widerstand R wird in den Kreis des zweiten Leistungsschalterhilfskontaktes (HiKo2) eingeschleift, um eine Störung auch bei geöffnetem Leistungsschalterhilfskontakt 1 (HiKo1) und zurückgefallenem Kommandorelais erkennen zu können. Der Widerstand muss in seinem Wert so dimensioniert werden, dass bei geöffnetem Leistungsschalter (somit ist HiKo1 geöffnet und HiKo2 geschlossen) die Leistungsschalterspule (LSS) nicht mehr erregt wird und bei gleichzeitig geöffnetem Kommandorelais der Binäreingang (BE1) noch erregt wird.

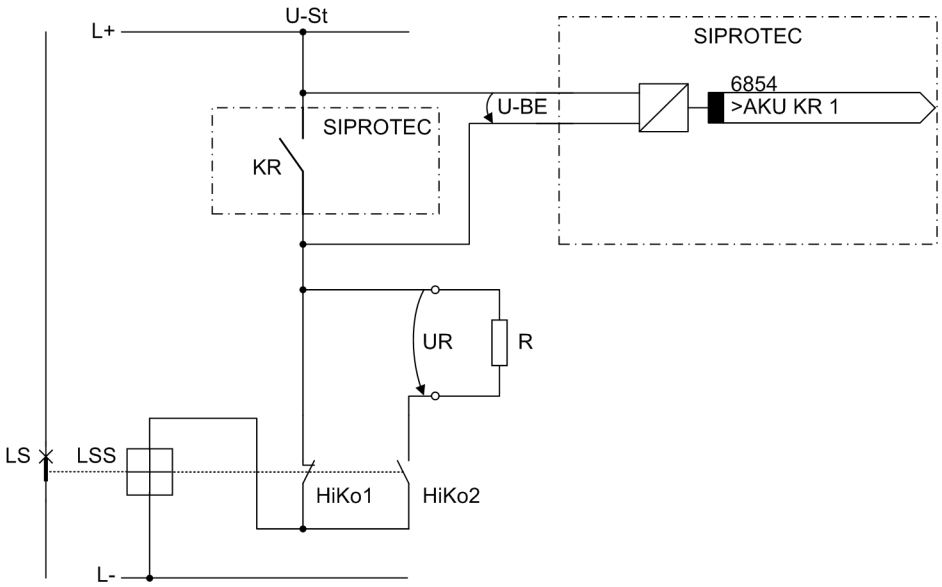


Bild 3-2 Prinzip der Auslösekreisüberwachung mit einem Binäreingang

KR	Kommandorelaiskontakt
LS	Leistungsschalter
LSS	Leistungsschalterspule
HiKo1	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Öffner)
HiKo2	Leistungsschalter-Hilfskontakt (Schließer)
U-St	Steuerspannung für Auslösekreis
U-BE	Eingangsspannung für Binäreingang
R	Ersatzwiderstand
UR	Spannung am Ersatzwiderstand

Daraus resultieren für die Dimensionierung ein oberer Grenzwert R_{max} und ein unterer Grenzwert R_{min}, aus denen als Optimalwert der arithmetische Mittelwert R ausgewählt werden sollte:

$$R = \frac{R_{max} + R_{min}}{2}$$

Damit die Mindestspannung zur Ansteuerung der Binäreingabe sichergestellt ist, ergibt sich für R_{max}:

$$R_{max} = \left(\frac{U_{Str} - U_{BE\ min}}{I_{BE\ (High)}}\right) - R_{LSS}$$

Damit die Leistungsschalterspule für o.g. Fall nicht angeregt bleibt, ergibt sich für R_{min}:

$$R_{min} = R_{LSS} \cdot \left(\frac{U_{St} - U_{LSS\ (LOW)}}{I_{LSS\ (LOW)}}\right)$$

$I_{BE\ (HIGH)}$	Konstantstrom bei angesteuerter BE (= 1,8 mA)
$U_{BE\ min}$	minimale Ansteuerspannung für BE 17 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 24/48/60 V; 73 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 110/125/220/250 V; 154 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 220/250 V
U_{ST}	Steuerspannung für Auslösekreis
R_{LSS}	ohmscher Widerstand der LS-Spule
$U_{LSS\ (LOW)}$	maximale Spannung an der LS-Spule, die nicht zur Auslösung führt

Ergibt die Berechnung, dass $R_{max} < R_{min}$ wird, so muss die Berechnung mit der nächst niedrigeren Schaltschwelle $U_{BE\ min}$ wiederholt werden und diese Schwelle mittels Steckbrücke(n) im Gerät realisiert werden (siehe Abschnitt „Anpassung der Hardware“).

Für die Leistungsaufnahme des Widerstandes gilt:

$$P_R = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_{Str.}}{R + R_{LSS}}\right)^2 \cdot R$$

Beispiel:

$I_{BE\ (HIGH)}$	1,8 mA (vom SIPROTEC 4 7SD5)
$U_{BE\ min}$	17 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 24/48/60 V (vom Gerät 7SD5); 73 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 110/125/220/250 V (vom Gerät 7SD5); 154 V bei Lieferstellung für Nennspannungen 220/250 V (vom Gerät 7SD5)
U_{ST}	110 V (von der Anlage/Auslösekreis)
R_{LSS}	500 Ω (von der Anlage/Auslösekreis)
$U_{LSS\ (LOW)}$	2 V (von der Anlage/Auslösekreis)

$$R_{max} = \left(\frac{110\ V - 17\ V}{1{,}8\ mA}\right) - 500\ \Omega = 51{,}17\ k\Omega$$

$$R_{min} = 500\ \Omega \cdot \left(\frac{110\ V - 2\ V}{2\ V}\right) = 27\ k\Omega$$

$$R = \frac{R_{max} + R_{min}}{2} = 39{,}1\ k\Omega$$

Gewählt wird der nächstliegende Normwert 39 kΩ; für die Leistung gilt:

$$P_R = \left(\frac{110\ V}{39\ k\Omega + 0{,}5\ k\Omega}\right)^2 \cdot 39\ k\Omega \geq 0{,}3\ W$$

Hilfsadern für Streckenschutz

Falls der Distanzschutz mit dem Übertragungsverfahren **DIS SIGNAL** = ***Streckenschutz*** (Adresse 121) ergänzt ist, ist sicherzustellen, dass die Ruhestromschleife mit einer ausreichenden Hilfsspannung betrieben wird. Das Verfahren selbst ist in Abschnitt 2.7 beschrieben.

Beachten Sie, dass die beiden Binäreingänge miteinander und mit dem Widerstand der Hilfsadern in Reihe geschaltet sind. Entsprechend hoch muss die Schleifenspannung bzw. entsprechend niedrig muss die Ansprechspannung der Binäreingänge sein. Für Hilfsspannungen von 24 V bis 60 V ist i.Allg. die niedrigste Schwelle (17 V) zu wählen, für 110 V bis 125 V die Schwelle 73 V und für 220 V bis 250 V die Schwelle 154 V.

Wegen der geringen Stromaufnahme der Binäreingänge kann es notwendig werden, die Hilfsadernschleife durch einen externen Querwiderstand zusätzlich zu belasten, damit die Binäreingänge nicht nach Unterbrechung der Schleife durch die Adernkapazitäten gehalten werden. Alternativ können Hilfsrelaiskombinationen zwischengeschaltet werden.

Hilfsadern als Kabelverbindungen zwischen Stationen sind in jedem Falle auf ihre Hochspannungsbeeinflussung hin zu prüfen. Die Adern der Hilfskabel müssen auch den von außen auftretenden Beanspruchungen gewachsen sein.

Die größte elektrische Gefährdung für Hilfsadern entsteht im Hochspannungsnetz bei einem Kurzschluss mit Erdbeteiligung. Der Kurzschlussstrom induziert in den zur Hochspannungsleitung parallelen Hilfsadern eine Längsspannung. Die induzierte Spannung lässt sich durch gut leitende Kabelmäntel und Bewehrung vermindern (kleiner Reduktionsfaktor, sowohl für Hochspannungskabel als auch für das Hilfskabel).

Die induzierte Spannung kann nach folgender Formel berechnet werden:

$U_i = 2 \pi f \cdot M \cdot I_{k1} \cdot l \cdot r_1 \cdot r_2$

mit

U_i = induzierte Längsspannung in V,

f = Nennfrequenz in Hz,

M = Gegeninduktivität zwischen Energieleitung und Hilfsadern in mH/km,

I_{k1} = maximaler Erdkurzschlussstrom über die Energieleitung in kA,

l = Länge der Parallelstrecke zwischen Energieleitung und Hilfsadern in km,

r_1 = Reduktionsfaktor des Energiekabels (r_1 = 1 bei Freileitungen),

r_2 = Reduktionsfaktor des Hilfsadernkabels.

Die berechnete induzierte Spannung darf weder 60 % der Prüfspannung der Adern noch 60 % der Prüfspannung der Geräteanschlüsse (Binärein- und -ausgänge) überschreiten. Da letztere für 2 kV Prüfspannung ausgeführt sind, sind maximal 1,2 kV induzierte Längsspannung zulässig.

3.1.2 Anpassung der Hardware

3.1.2.1 Allgemeines

Eine nachträgliche Anpassung der Hardware an die Anlagenverhältnisse kann z.B. bezüglich der Steuerspannung für Binäreingaben oder der Terminierung busfähiger Schnittstellen erforderlich werden. Wenn Sie Anpassungen vornehmen, beachten Sie auf jeden Fall die folgenden Angaben in diesem Abschnitt.

Hilfsspannung

Es gibt verschiedene Eingangsspannungsbereiche für die Hilfsspannung (siehe Bestelldaten im Anhang A.1). Die Ausführungen für DC 60/110/125 V und DC 110/125/220/250 V/AC 115 V sind durch Veränderung von Steckbrücken ineinander überführbar. Die Zuordnung dieser Brücken zu den Nennspannungsbereichen und ihre räumliche Anordnung auf der Leiterplatte ist weiter unten unter den Randtiteln „Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1“ und „Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10“ beschrieben. Bei Lieferung des Gerätes sind alle Brücken entsprechend den Angaben auf dem Leistungsschild richtig eingestellt und brauchen nicht verändert zu werden.

Lifekontakt

Der Lifekontakt des Gerätes ist als Wechsler ausgeführt, von dem wahlweise der Öffner oder der Schließer über eine Steckbrücke (X40) an die Geräteanschlüsse gelegt werden kann. Die Zuordnung der Steckbrücke zur Kontaktart und die räumliche Anordnung der Brücke ist im folgenden Abschnitt unter Randtitel „BEin-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10“ beschrieben.

Nennströme

Die Eingangsübertrager des Gerätes sind durch Bürdenumschaltung auf 1 A oder 5 A Nennstrom eingestellt. Die Stellung der Steckbrücken ist werksseitig entsprechend den Angaben auf dem Leistungsschild erfolgt. Die Zuordnung der Steckbrücken zum Nennstrom und die räumliche Anordnung der Brücken ist im folgenden Abschnitt unter Randtitel „Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2“ beschrieben. Alle Brücken müssen einheitlich für einen Nennstrom eingestellt sein, d.h. je eine Brücke (X61 bis X64) für jeden der Eingangsübertrager und zusätzlich die gemeinsame Brücke X60.

Hinweis

Sollten Sie ausnahmsweise eine Änderung vornehmen, vergessen Sie bitte nicht, dem Gerät diese Änderung auch über die Adresse 206 **IN-GER SEKUNDÄR** in den Anlagendaten (siehe Abschnitt 2.1.2.1) mitzuteilen.

Steuerspannung für die Binäreingänge

Im Lieferzustand sind die Binäreingänge so eingestellt, dass als Steuergröße eine Spannung von der gleichen Höhe wie die Versorgungsspannung vorausgesetzt ist. Bei abweichenden Nennwerten der anlagenseitigen Steuerspannung kann es notwendig werden, die Schaltschwelle der Binäreingänge zu verändern.

Um die Schaltschwelle eines Binäreingangs zu ändern, muss jeweils eine Brücke umgesteckt werden. Die Zuordnung der Brücken zu den Binäreingängen und ihre räumliche Anordnung ist im folgenden Abschnitt unter den Randtiteln, „Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1“ beschrieben.

Hinweis

Werden Binäreingänge für die Auslösekreisüberwachung eingesetzt, ist zu beachten, dass zwei Binäreingänge (bzw. ein Binäreingang und ein Ersatzwiderstand) in Reihe geschaltet sind. Hier muss die Schaltschwelle deutlich unterhalb der halben Nennsteuerspannung liegen.

Kontaktart für Ausgangsrelais

Ein-/Ausgabebaugruppen können Relais enthalten, deren Kontakte wahlweise als Schließer oder Öffner eingestellt werden können. Hierzu ist eine Brücke umzustecken. Für welche Relais auf welchen Baugruppen das gilt, erfahren Sie in den folgenden Abschnitten unter „Schaltelemente auf Leiterplatten“.

Austausch von Schnittstellen

Die seriellen Schnittstellen sind nur bei Geräten für Schalttafel- und Schrankeinbau sowie bei Aufbaugeräten mit abgesetzter Bedieneinheit austauschbar. Welche Schnittstellen dies sind und wie sie ausgetauscht werden können, erfahren Sie in den folgenden Abschnitten unter dem Randtitel „Austausch von Schnittstellenmodulen“.

Terminierung busfähiger Schnittstellen

Für eine sichere Datenübertragung ist der RS485-Bus oder Profibus beim jeweils letzten Gerät am Bus zu terminieren (Abschlusswiderstände zuschalten). Hierzu sind auf der Schnittstellen-Leiterplatte Abschlusswiderstände vorgesehen, die durch Steckbrücken zugeschaltet werden können. Die räumliche Anordnung der Brücken auf den Schnittstellenmodulen ist unter den Randtiteln „RS485-Schnittstelle“ und „Profibus-Schnittstelle“ beschrieben. Beide Brücken müssen stets gleich gesteckt sein.

Im Lieferzustand des Gerätes sind die Abschlusswiderstände ausgeschaltet.

Ersatzteile

Die Pufferbatterie erhält die im Batterie-gepufferten RAM gespeicherten Daten bei Ausfall der Versorgungsspannung. Ihre räumliche Anordnung geht aus dem Bild der Prozessorbaugruppe (Bild 3-10) hervor. Die Feinsicherung der internen Stromversorgung befindet sich auf der Baugruppe C-I/O-1 (Bild 3-5). Die Daten der Sicherung sind auf der Baugruppe neben der Sicherung aufgedruckt. Beim Austausch beachten Sie bitte die Hinweise in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung unter „Wartungsmaßnahmen“ und „Instandsetzung“.

3.1.2.2 Demontage

Arbeiten an den Leiterplatten

Hinweis

Die folgenden Schritte setzen voraus, dass sich das Gerät nicht im Betriebszustand befindet.

VORSICHT

Vorsicht bei der Änderung von Leiterplattenelementen, die die Nenndaten des Gerätes betreffen:

Als Folge stimmen die Bestellbezeichnung (MLFB) und die auf dem Typenschild angegebenen Nennwerte nicht mehr mit dem Gerät überein.

Sollte in Ausnahmefällen eine solche Änderung notwendig sein, ist es unerlässlich, dies deutlich und auffallend auf dem Gerät zu kennzeichnen. Hierfür stehen Klebeschilder zur Verfügung, die als Zusatztypenschild verwendet werden können.

Wenn Sie Arbeiten an den Leiterplatten vornehmen, wie Kontrolle oder Umstecken von Schaltelementen oder Austausch von Modulen, gehen Sie wie folgt vor:

- Arbeitsplatz vorbereiten: Eine für elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB) geeignete Unterlage bereitlegen. Ferner werden folgende Werkzeuge benötigt:
  - ein Schraubendreher mit 5 bis 6 mm Klingenbreite,
  - ein Kreuzschlitzschraubendreher Pz Größe1,
  - ein Steckschlüssel mit Schlüsselweite 5 mm.
- Auf der Rückseite die Schraubbolzen der DSUB-Buchsen auf Platz „A“ abschrauben. Diese Tätigkeit entfällt bei der Gerätevariante für Schalttafelaufbau.
- Besitzt das Gerät neben der Schnittstelle an Platz „A“ weitere Schnittstellen, so müssen jeweils die diagonal liegenden Schrauben gelöst werden. Diese Tätigkeit entfällt bei der Gerätevariante für Schalttafelaufbau.
- Die Abdeckungen an der Frontkappe des Gerätes abnehmen und die dann zugänglichen Schrauben lösen.
- Frontkappe abziehen und vorsichtig zur Seite wegklappen.

Arbeiten an den Steckverbindern

VORSICHT

Vorsicht wegen elektrostatischer Entladungen:

Nichtbeachtung können leichte Körperverletzung oder Sachschaden zur Folge haben.

Elektrostatische Entladungen bei Arbeiten an Steckverbindern sind durch vorheriges Berühren von geerdeten Metallteilen unbedingt zu vermeiden.

Schnittstellenanschlüsse nicht unter Spannung stecken oder ziehen!

Die Anordnung der Baugruppen für die Gehäusegröße $^1/_2$ geht aus Bild 3-3 und für die Gehäusegröße $^1/_1$ aus Bild 3-4 hervor.

- Steckverbinder des Flachbandkabels zwischen Prozessorbaugruppe C-CPU-1 (Nr. 1) und der Frontkappe an dieser lösen. Hierzu die Verriegelungen oben und unten am Steckverbinder auseinander drücken, so dass der Steckverbinder des Flachbandkabels herausgedrückt wird.
- Steckverbinder des Flachbandkabels zwischen Prozessorbaugruppe C-CPU-1 (Nr. 1 in Bild 3-3 bzw. 3-4) und den Ein/Ausgabebaugruppen I/O (je nach Bestellvariante Nr. 2 bis 3 in Bild 3-3 bzw. Nr. 2 bis 4 in Bild 3-4) lösen.
- Baugruppen herausziehen und auf die für elektrostatisch gefährdete Baugruppen (EGB) geeignete Unterlage legen. Bei der Gerätevariante für Schalttafelaufbau ist zu beachten, dass beim Ziehen der Prozessorbaugruppe C-CPU-1 auf Grund der vorhandenen Steckverbinder ein gewisser Kraftaufwand notwendig ist.
- Brücken gemäß den Bildern 3-5 bis , 3-13 und den folgenden Erläuterungen kontrollieren und ggf. ändern bzw. entfernen.

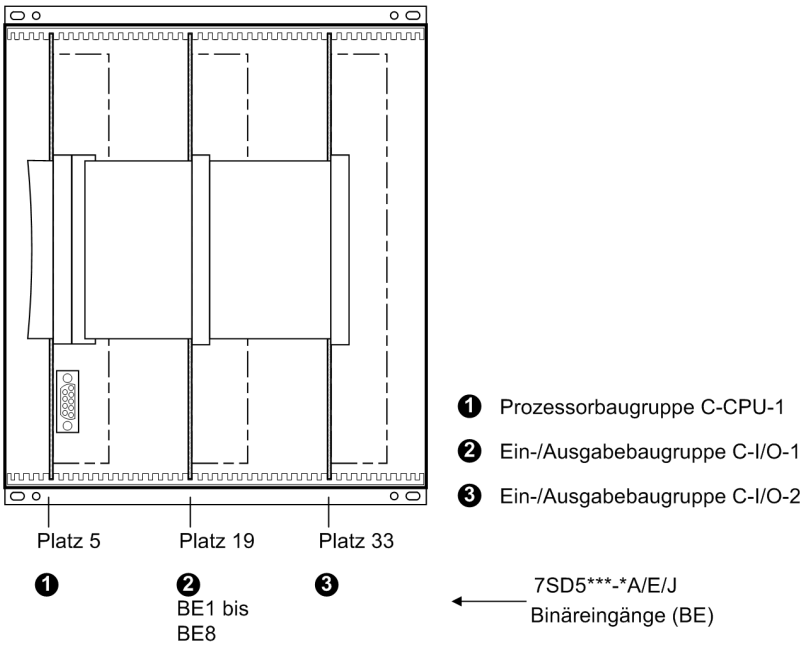


Bild 3-3 Frontansicht Gehäusegröße $^1/_2$ nach Entfernen der Frontkappe (vereinfacht und verkleinert)

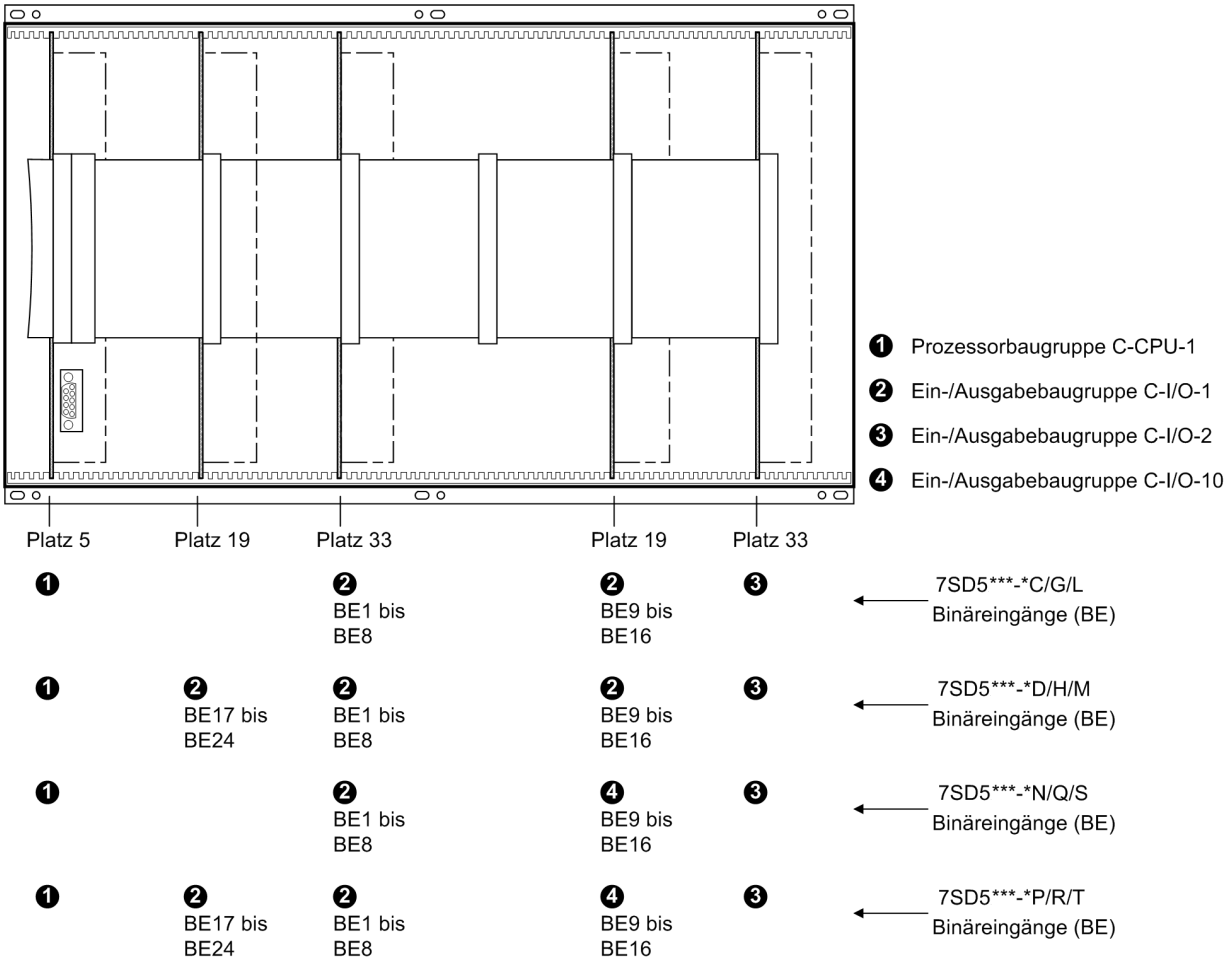


Bild 3-4 Frontansicht Gehäusegröße $^{1}/_{1}$ nach Entfernen der Frontkappe (vereinfacht und verkleinert)

3.1.2.3 Schaltelemente auf Leiterplatten

Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1

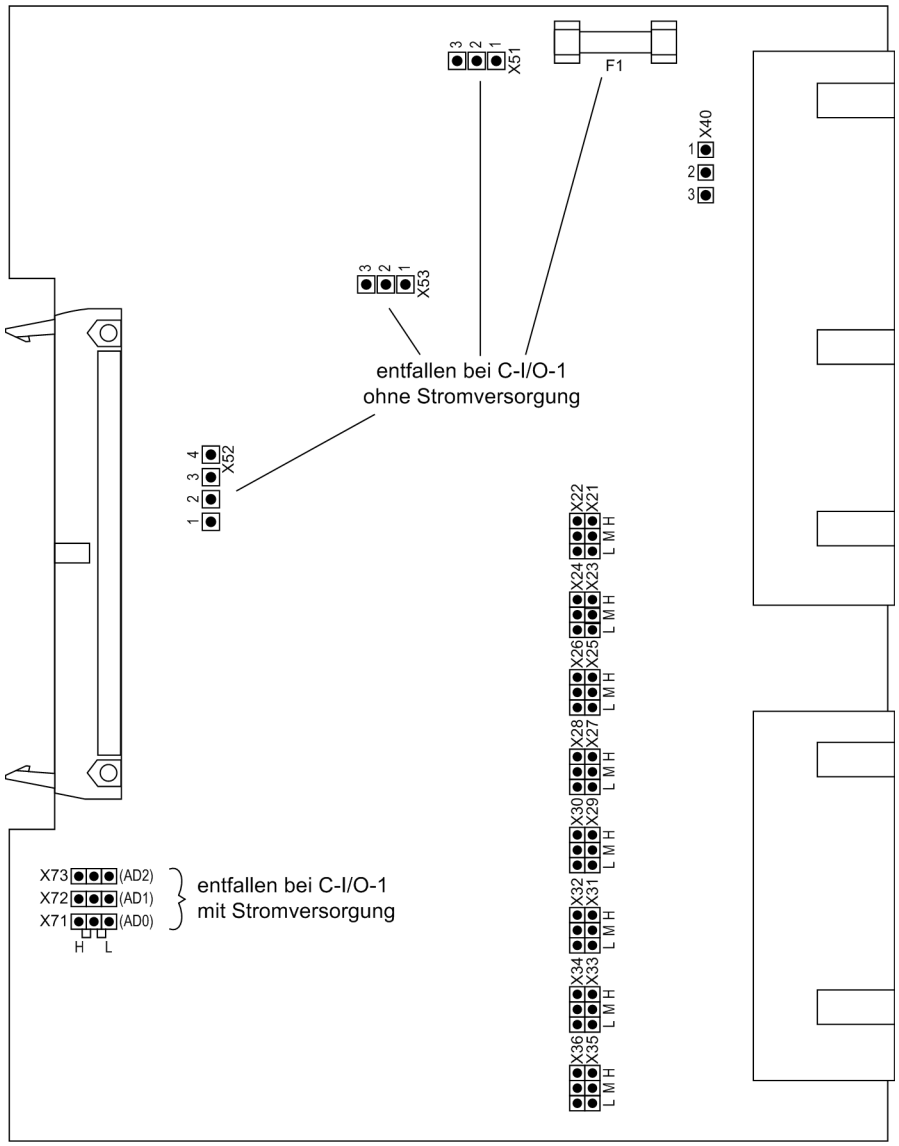


Bild 3-5 Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 mit Darstellung der für die Kontrolle der Einstellung notwendigen Brücken

Die Stromversorgung befindet sich

- bei Gehäusegröße $^1/_2$ auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 (Nr. 2 in Bild 3-3, Platz 19),
- bei Gehäusegröße $^1/_1$ auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 (Nr. 2 in Bild 3-4, Platz 33 links).

Die eingestellte Nennspannung der integrierten Stromversorgung wird nach Tabelle 3-2, die Ruhestellung des Lifekontaktes nach Tabelle 3-3 kontrolliert.

Tabelle 3-2 Brückenstellung der Nennspannung der integrierten **Stromversorgung** auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1

Brücke	Nennspannung		
	DC 60/110/125 V	DC 110/125/220/250 V AC 115 V	DC 24/48 V
X51	1-2	2-3	Brücken X51 bis X53 unbestückt
X52	1-2 und 3-4	2-3	
X53	1-2	2-3	
Sicherung	T2H250V		T4H250V

Tabelle 3-3 Brückenstellung der Ruhestellung des **Lifekontaktes** auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1

Brücke	Ruhestellung offen (Schließer)	Ruhestellung geschlossen (Öffner)	Lieferstellung
X40	1-2	2-3	2-3

Je nach Ausführung können für bestimmte Ausgangsrelais Kontakte vom Schließer zum Öffner geändert werden (siehe auch Übersichtspläne im Anhang unter Abschnitt A.2).

- Bei den Ausführungen 7SD5***-***D/H/M** (Gehäusegröße $^1/_1$ mit 32 Binärausgängen) gilt das für die Binärausgaben BA16 und BA24 (Bild 3-4, Platz 19 links und rechts);
- Bei den Ausführungen 7SD5***-***C**/**G**/**L** (Gehäusegröße $^1/_1$ mit 24 Binärausgängen) gilt das für die Binärausgaben BA16 (Bild 3-4, Platz 19 rechts);
- Bei den Ausführungen 7SD5***-***P**/**R**/**T** (Gehäusegröße $^1/_1$ mit 32 Binärausgängen und Kommandobeschleunigung) gilt das für die Binärausgaben BA24 (Bild 3-4, Platz 19 links).

Tabelle 3-4 zeigt die Stellung der Brücken für die Kontaktart.

Tabelle 3-4 Brückenstellung für die Kontaktart der Relais für BA16 und BA24 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1

Gerät 7SD5***–*	Baugruppe	für	Brücke	Ruhestellung offen (Schließer)	Ruhestellung geschlossen (Öffner)	Lieferstellung
D/H/M	Platz 19 links	BA 16	X40	1-2	2-3	1-2
	Platz 19 rechts	BA 24	X40	1-2	2-3	1-2
C/G/L	Platz 19 rechts	BA 16	X40	1-2	2-3	1-2
P/R/T	Platz 19 links	BA 24	X40	1-2	2-3	1-2

Kontrolle der Steuerspannungen der Binäreingänge:

BE1 bis BE8 (bei Gehäusegröße $^1/_2$) nach Tabelle 3-5,

BE1 bis BE24 (bei Gehäusegröße $^1/_1$ je nach Ausführung) nach Tabelle 3-7, unter Randtitel „Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 bis Entwicklungsstand /EE “

Tabelle 3-5 Brückenstellung der **Steuerspannungen** der Binäreingänge BE1 bis BE8 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 bei Gehäusegröße $^1/_2$

Binäreingänge Platz 19	Brücke	Schwelle 17 V [1]	Schwelle 73 V [2]	Schwelle 154 V [3]
BE1	X21/X22	L	M	H
BE2	X23/X24	L	M	H
BE3	X25/X26	L	M	H
BE4	X27/X28	L	M	H
BE5	X29/X30	L	M	H
BE6	X31/X32	L	M	H
BE7	X33/X34	L	M	H
BE8	X35/X36	L	M	H

[1] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 24 bis 125 V
[2] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 110 bis 250 V und AC 115 V
[3] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 220 bis 250 V und AC 115 V

Tabelle 3-6 Brückenstellung der **Steuerspannungen** der Binäreingänge BE1 bis BE24 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 bei Gehäusegröße $^1/_1$

Binäreingänge			Brücke	Schwelle 17 V [1]	Schwelle 73 V [2]	Schwelle 154 V [3]
Platz 33 links	Platz 19 rechts	Platz 19 links				
BE1	BE9	BE17	X21/X22	L	M	H
BE2	BE10	BE18	X23/X24	L	M	H
BE3	BE11	BE19	X25/X26	L	M	H
BE4	BE12	BE20	X27/X28	L	M	H
BE5	BE13	BE21	X29/X30	L	M	H
BE6	BE14	BE22	X31/X32	L	M	H
BE7	BE15	BE23	X33/X34	L	M	H
BE8	BE16	BE24	X35/X36	L	M	H

[1] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 24 bis 125 V
[2] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 110 bis 250 V und AC 115 V
[3] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 220 bis 250 V und AC 115 V

Es existieren zwei unterschiedliche Ausgabestände der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10.
Für Geräte bis Entwicklungsstand 7SD5 .../EE ist das Layout der Leiterplatte in Bild 3-6,
für Geräte ab Entwicklungsstand 7SD5 .../FF in Bild 3-7 abgebildet.

Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 bis Entwicklungsstand /EE

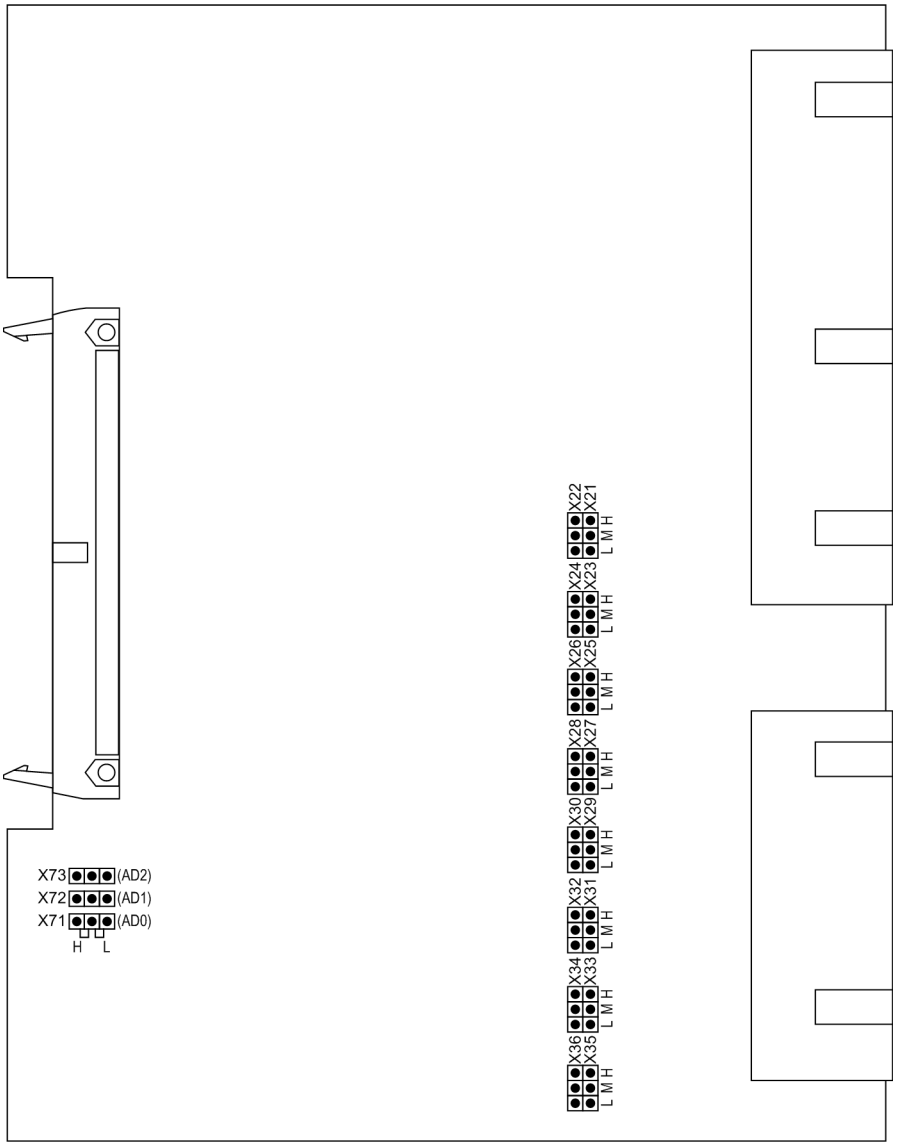


Bild 3-6 Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 bis Entwicklungsstand 7SD5 .../EE mit Darstellung der für die Kontrolle der Einstellungen notwendigen Brücken

Tabelle 3-7 Brückenstellung der **Steuerspannungen** der Binäreingänge BE1 bis BE24 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 oder C-I/O-10 bis Entwicklungsstand 7SD5 .../EE bei Gehäusegröße $^1/_1$

Binäreingänge			Brücke	Schwelle 17 V [1]	Schwelle 73 V [2]	Schwelle 154 V [3]
Platz 33 links	Platz 19 rechts	Platz 19 links				
BE1	BE9	BE17	X21/X22	L	M	H
BE2	BE10	BE18	X23/X24	L	M	H
BE3	BE11	BE19	X25/X26	L	M	H
BE4	BE12	BE20	X27/X28	L	M	H
BE5	BE13	BE21	X29/X30	L	M	H
BE6	BE14	BE22	X31/X32	L	M	H
BE7	BE15	BE23	X33/X34	L	M	H
BE8	BE16	BE24	X35/X36	L	M	H

[1] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 24 bis 125 V
[2] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 110 bis 250 V und AC 115 V
[3] Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 220 bis 250 V und AC 115 V

Tabelle 3-8 Brückenstellung der **Baugruppenadresse** der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-1 oder C-I/O-10 bis Entwicklungsstand 7SD5 .../EE bei Gehäusegröße $^1/_1$

Brücke	Einbauplatz	
	Platz 19 links	Platz 19 rechts
X71	H	L
X72	L	L
X73	H	H

Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 ab Entwicklungsstand /FF

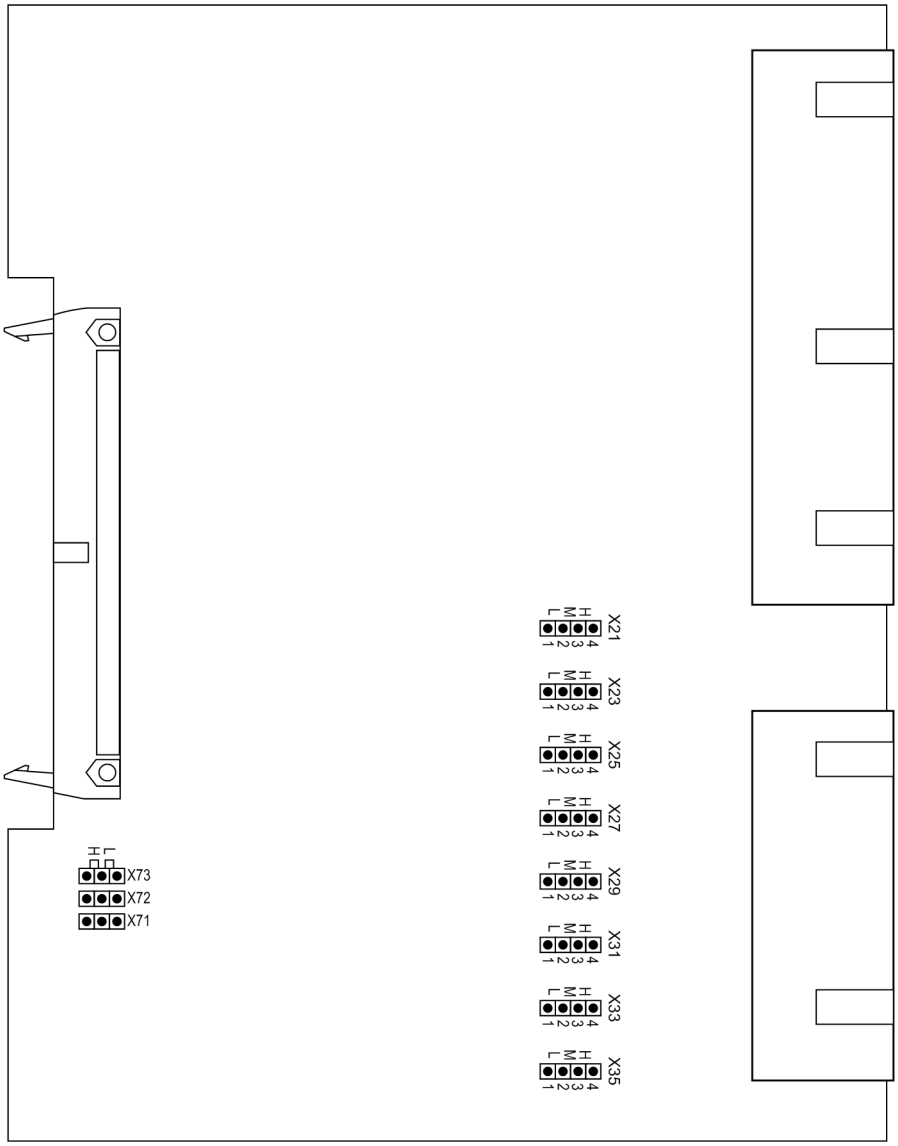


Bild 3-7 Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 ab Entwicklungsstand 7SD5 .../FF mit Darstellung der für die Kontrolle der Einstellungen notwendigen Brücken

Tabelle 3-9 Brückenstellung der **Steuerspannungen** der Binäreingänge BE1 bis BE24 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 ab Entwicklungsstand 7SD5 .../FF bei Gehäusegröße **$^1/_1$**

Binäreingänge Platz 19 rechts	**Brücke**	**Schwelle 17 V [1)]**	**Schwelle 73 V [2)]**	**Schwelle 154 V [3)]**
BE9	X21	L	M	H
BE10	X23	L	M	H
BE11	X25	L	M	H
BE12	X27	L	M	H
BE13	X29	L	M	H
BE14	X31	L	M	H
BE15	X33	L	M	H
BE16	X35	L	M	H

1) Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 24 bis 125 V
2) Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 110 bis 250 V und AC 115 V
3) Lieferstellung für Geräte mit Versorgungsnennspannungen DC 220 bis 250 V und AC 115 V

Tabelle 3-10 Brückenstellung der **Baugruppenadresse** der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-10 ab Entwicklungsstand 7SD5 .../FF bei Gehäusegröße **$^1/_1$**

Brücke	**Einbauplatz**	
	Platz 19 links	**Platz 19 rechts**
X71	H	L
X72	L	L
X73	H	H

Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 bis Entwicklungsstand 7SD5 .../EE

Es existieren zwei unterschiedliche Ausgabestände der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2. Für Geräte bis Entwicklungsstand 7SD5.../EE ist das Layout der Leiterplatte in Bild 3-8, für Geräte ab Entwicklungsstand 7SD5.../FF in Bild 3-9 abgebildet.

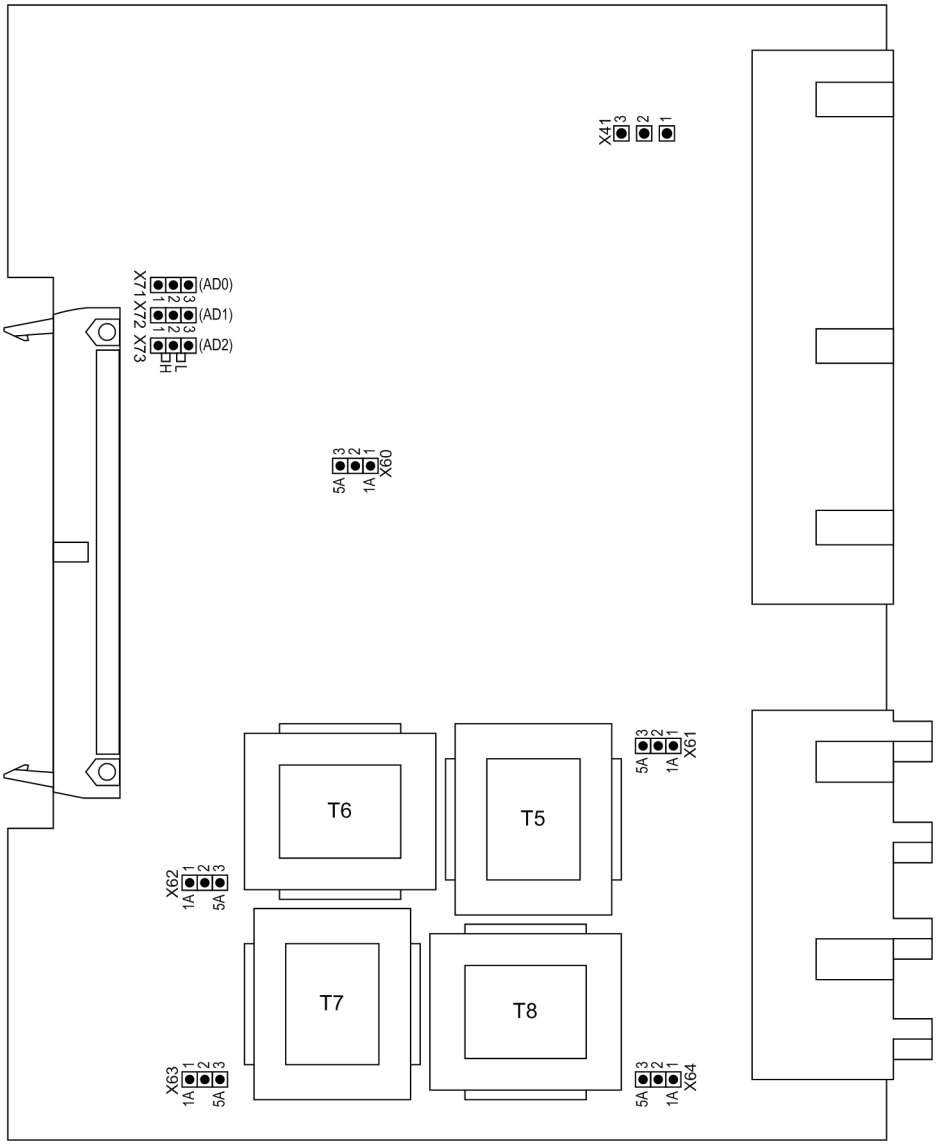


Bild 3-8 Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 bis Entwicklungsstand 7SD5.../EE mit Darstellung der für die Kontrolle der Einstellungen notwendigen Brücken

Der Kontakt des Relais für die Binärausgabe BA13 kann als Schließer oder Öffner konfiguriert werden (siehe auch Übersichtspläne im Anhang unter Abschnitt A.2):

bei Gehäusegröße $^1/_2$: Nr. 3 in Bild 3-3, Platz 33,

bei Gehäusegröße $^1/_1$: Nr. 3 in Bild 3-4, Platz 33 rechts.

Tabelle 3-11 Brückenstellung für den Kontakt des Relais für BA13

Brücke	Ruhestellung offen (Schließer)	Ruhestellung geschlossen (Öffner)	Lieferstellung
X41	1-2	2-3	1-2

Die eingestellten Nennströme der Strom-Eingangsübertrager werden auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 kontrolliert. Alle Brücken müssen einheitlich für einen Nennstrom eingestellt sein, d.h. je eine Brücke (X61 bis X64) für jeden der Eingangsübertrager und zusätzlich die gemeinsame Brücke X60. **Aber**: Bei der Ausführung mit empfindlichem Erdstromeingang (Eingangsübertrager T8) entfällt die Brücke X64.

Die Brücken X71, X72 und X73 auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 dienen zur Einstellung der Busadresse und dürfen nicht umgesteckt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Brückenstellungen im Lieferzustand.

Einbauplätze:

bei Gehäusegröße $^1/_2$: Nr. 3 in Bild 3-3, Platz 33,

bei Gehäusegröße $^1/_1$: Nr. 3 in Bild 3-4, Platz 33 rechts.

Tabelle 3-12 Brückenstellung der **Baugruppenadresse** der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2

Brücke	Lieferzustand
X71	1-2 (H)
X72	1-2 (H)
X73	2-3 (L)

Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 ab Entwicklungsstand 7SD5 .../FF

Es gibt von dieser Baugruppe zwei Bestückungsvarianten:

- Ausführung mit normaler Erdstromerfassung; Baugruppennummer C53207-A324-B50-*
- Ausführung mit empfindlicher Erdstromerfassung; Baugruppennummer C53207-A324-B60-*

In einer auf der Leiterplatte aufgedruckten Tabelle ist die entsprechende Baugruppennummer gekennzeichnet.

Die eingestellten Nennströme bzw. Messbereiche werden auf der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 kontrolliert.

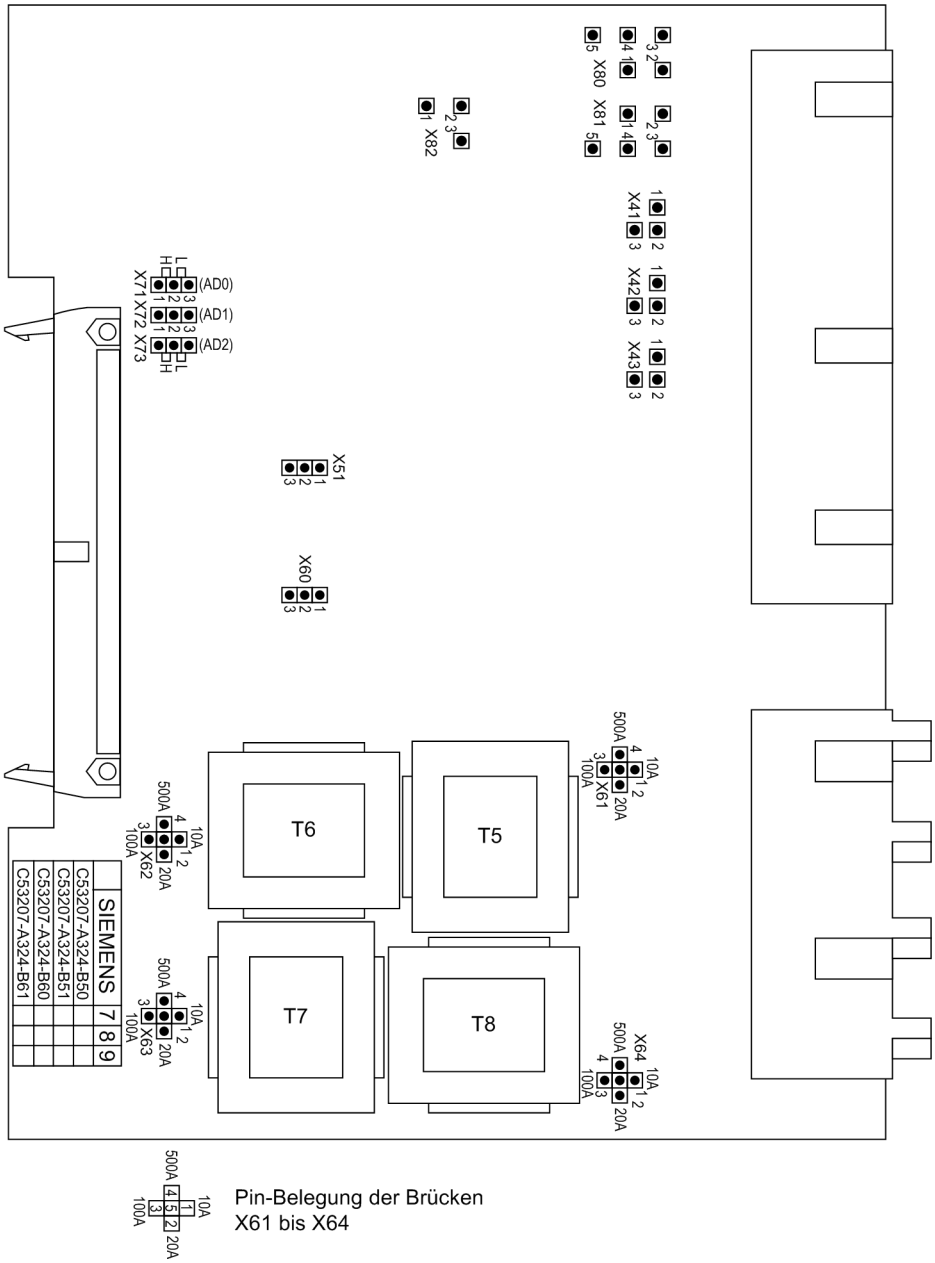


Bild 3-9 Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 ab Entwicklungsstand 7SD5**.../FF mit Darstellung der für die Kontrolle der Einstellungen notwendigen Brücken

Tabelle 3-13 Brückenstellung von **Nennstrom** bzw. **Messbereich**

Brücke	Nennstrom 1 A Messbereich 100 A	Nennstrom 5 A Messbereich 500 A
X51	1-2	1-2
X60	1-2	2-3
X61	3-5	4-5
X62	3-5	4-5
X63	3-5	4-5
X64[1)]	3-5	4-5

1) entfällt bei Ausführung mit empfindlicher Erdstromerfassung

Die Kontakte der Relais für die Binärausgaben BA13, BA14 und BA15 können als Schließer oder Öffner konfiguriert werden (siehe auch Übersichtspläne im Anhang).

Tabelle 3-14 Brückenstellung für die **Kontaktart** des Relais für BA13, BA14 und BA15

für	Brücke	Ruhestellung offen (Schließer) [1)]	Ruhestellung geschlossen (Öffner)
BA13	X41	1-2	2-3
BA14	X42	1-2	2-3
BA15	X43	1-2	2-3

1) Lieferzustand

Die Relais für die Binärausgaben BA8 bis BA12 können gewurzelt oder als Einzelrelais für BA8, BA11 und BA12 (BA9 und BA10 sind dabei ohne Funktion) konfiguriert werden (siehe auch Übersichtspläne im Anhang).

Tabelle 3-15 Brückenstellungen für die Konfiguration der **Wurzelung** von BA8 bis BA11 bzw. für die Einstellung von BA8, BA11 und BA12 als **Einzelrelais**

Brücke	BA8 bis BA12 gewurzelt [1)]	BA8, BA11, BA12 als Einzelrelais (BA9, BA10 ohne Funktion)
X80	1-2, 3-4	2-3, 4-5
X81	1-2, 3-4	2-3, 4-5
X82	2-3	1-2

1) Lieferzustand

Die Brücken X71, X72 und X73 dienen zur Einstellung der Busadresse und dürfen nicht umgesteckt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Brückenstellungen im Lieferzustand.

Tabelle 3-16 Brückenstellung der **Baugruppenadressen** der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2

Brücke	Lieferzustand
X71	1-2 (H)
X72	1-2 (H)
X73	2-3 (L)

3.1.2.4 Schnittstellenmodule

Austausch von Schnittstellenmodulen

Die Schnittstellenmodule befinden sich auf der Prozessorbaugruppe C-CPU-1 (Nr. 1 in Bild 3-3 und3-4).

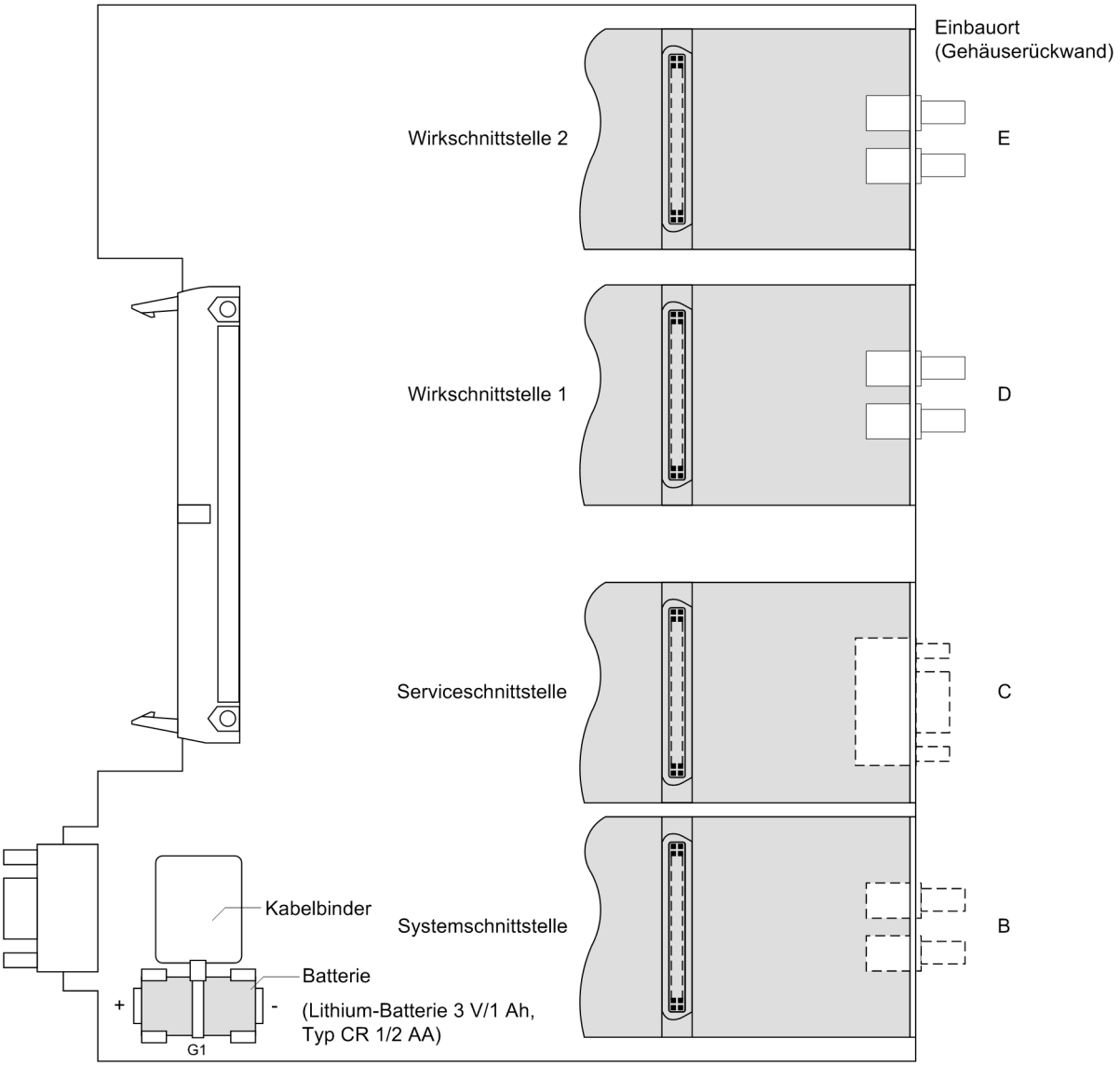


Bild 3-10 Prozessorbaugruppe C-CPU-1 mit Schnittstellenmodulen (Maximalbestückung)

Hinweis

Bei Geräten im Aufbaugehäuse mit Lichtwellenleiter-Anschluss ist das LWL-Modul in einem Pultgehäuse untergebracht. Auf der CPU-Baugruppe befindet sich hingegen ein RS232-Schnittstellenmodul, das mit dem LWL-Modul im Pultgehäuse elektrisch kommuniziert.

Bitte beachten Sie:

- Ein Austausch der Schnittstellenmodule ist nur bei Geräten im Einbaugehäuse möglich. Geräte im Aufbaugehäuse können nur im Werk umgerüstet werden.
- Es können nur Schnittstellenmodule eingesetzt werden, mit denen das Gerät auch entsprechend dem Bestellschlüssel werksseitig bestellbar ist (siehe auch Anhang A.1).
- Die Terminierung der busfähigen Schnittstellen gemäß Randtitel „RS485-Schnittstelle“ muss ggf. sichergestellt werden.

Tabelle 3-17 Austauschmodule für Schnittstellen

Schnittstelle	Einbauplatz/Port	Austauschmodul
Systemschnittstelle	B	Nur Schnittstellenmodule mit denen das Gerät entsprechend dem Bestellschlüssel werksseitig bestellbar ist (siehe Anhang A.1)
Serviceschnittstelle	C	RS232
		RS485
		LWL 820 nm
Wirkschnittstelle 1	D	FO5, FO6; FO17 bis FO19
Wirkschnittstelle 2	E	FO5, FO6; FO17 bis FO19

Die Bestellnummern der Austauschmodule finden Sie im Anhang unter Abschnitt A.1 Zubehör.

RS232-Schnittstelle

Die RS232-Schnittstelle lässt sich in eine RS485-Schnittstelle umkonfigurieren und umgekehrt (siehe Bilder 3-11 und 3-12).

Bild 3-11 zeigt die Lage der Steckbrücken der RS232-Schnittstelle auf dem Schnittstellenmodul.

Bei Geräten im Aufbaugehäuse mit LWL-Anschluss ist das LWL-Modul in einem Pultgehäuse untergebracht. Die Ansteuerung des LWL-Moduls erfolgt über ein RS232-Schnittstellenmodul am zugehörigen CPU-Schnittstellenplatz. Bei dieser Einsatzart sind auf dem RS232-Modul die Steckbrücken X12 und X13 in Stellung 2-3 gesteckt.

Brücke	Abschlusswiderstände ausgeschaltet
X3	1-2 *)
X4	1-2 *)

*) Lieferzustand

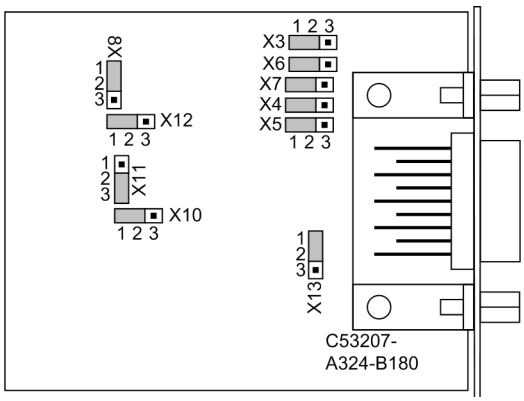


Bild 3-11 Lage der Steckbrücken für die Konfiguration RS232

Abschlusswiderstände werden bei RS232 nicht benötigt. Sie sind stets ausgeschaltet.

Mit der Brücke X11 wird die Flusssteuerung, die für die Modem-Kommunikation wichtig ist, aktiviert.

Tabelle 3-18 Brückenstellung von **CTS** (**C**lear **T**o **S**end; Flusssteuerung) auf dem Schnittstellenmodul

Brücke	/CTS von der RS232-Schnittstelle	/CTS durch /RTS angesteuert
X11	1-2	2-3 [1)]

[1)] Lieferzustand

Brückenstellung 2-3: Der Modem-Anschluss erfolgt in der Anlage üblicherweise über Sternkoppler oder LWL-Umsetzer, damit stehen die Modemsteuersignale gemäß RS232 DIN Norm 66020 nicht zur Verfügung. Die Modemsignale werden nicht benötigt, weil die Verbindung zu den SIPROTEC 4-Geräten immer im Halbduplex-Modus betrieben wird. Zu verwenden ist das Verbindungskabel mit der Bestellbezeichnung 7XV5100-4.

Brückenstellung 1-2: Mit dieser Einstellung werden die Modemsignale bereitgestellt, d.h. für direkte RS232-Verbindung zwischen SIPROTEC 4-Gerät und Modem kann optional auch diese Einstellung gewählt werden. Empfohlen wird hierbei die Verwendung handelsüblicher RS232-Modemverbindungskabel (Umsetzer 9-polig auf 25-polig).

Hinweis

Bei direktem DIGSI-Anschluss an die RS232-Schnittstelle muss die Brücke X11 in Stellung 2-3 gesteckt sein.

RS485-Schnittstelle

Bild 3-12 zeigt die Lage der Steckbrücken der RS485-Schnittstelle auf dem Schnittstellenmodul.

Die RS485-Schnittstelle lässt sich nach Bild 3-11 in eine RS232-Schnittstelle umkonfigurieren.

Brücke	Abschlusswiderstände	
	eingeschaltet	ausgeschaltet
X3	2-3	1-2 *)
X4	2-3	1-2 *)

*) Lieferzustand

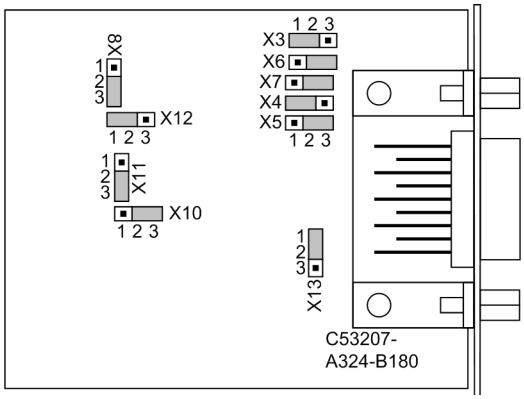


Bild 3-12 Lage der Steckbrücken für die Konfiguration als RS485-Schnittstelle einschließlich der Abschlusswiderstände

Profibus-/DNP-Schnittstelle

Brücke	Abschlusswiderstände	
	eingeschaltet	ausgeschaltet
X3	1-2	2-3 *)
X4	1-2	2-3 *)

*) Lieferzustand

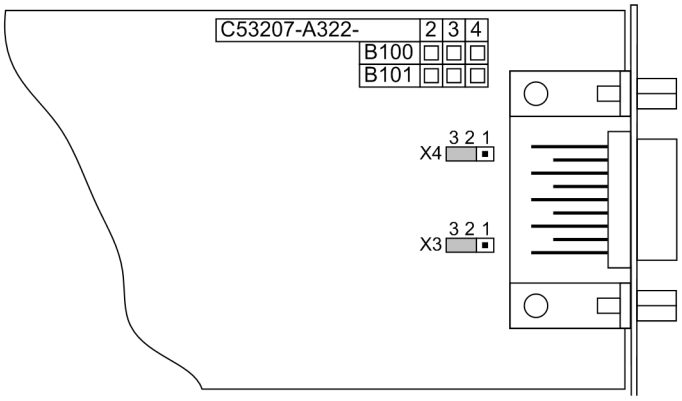


Bild 3-13 Lage der Steckbrücken für die Konfiguration der Abschlusswiderstände des aktiven elektrischen Moduls (Profibus- und DNP 3.0-Schnittstelle)

EN100-Modul Ethernet (IEC 61850)

Das Ethernet-Schnittstellenmodul besitzt keine Steckbrücken. Bei seinem Einsatz sind keinerlei hardwaremäßige Anpassungen notwendig.

Terminierung

Bei busfähigen Schnittstellen ist beim jeweils letzten Gerät am Bus eine Terminierung notwendig, d.h. es müssen Abschlusswiderstände zugeschaltet werden. Beim 7SD5 betrifft dies die Varianten mit RS485– oder Profibus-/DNP-Schnittstellen.

Die Abschlusswiderstände befinden sich auf dem Schnittstellenmodul, welches sich auf der Prozessorbaugruppe C-CPU-1 befindet (Nr. 1 in Bild 3-3 und 3-4).

Die Schnittstellenmodule sind in Bild 3-12 und in Bild 3-13 dargestellt.

Es müssen stets beide Brücken für die Konfiguration der Abschlusswiderstände eines Moduls gleichsinnig gesteckt sein.

Im Lieferzustand sind die Brücken so gesteckt, dass die Abschlusswiderstände ausgeschaltet sind.

Eine Realisierung von Abschlusswiderständen kann auch extern erfolgen (z.B. am Anschlussmodul), wie in Bild 3-14 dargestellt. In diesem Fall müssen die auf dem Schnittstellenmodul befindlichen Abschlusswiderstände ausgeschaltet sein.

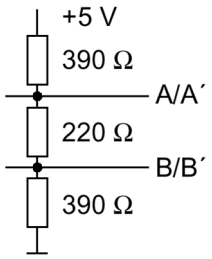


Bild 3-14 Terminierung der RS485-Schnittstelle (extern)

3.1.2.5 Zusammenbau

Der Zusammenbau des Gerätes wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Baugruppen vorsichtig in das Gehäuse einschieben. Die Einbauplätze der Baugruppen gehen aus den Bildern 3-3 und 3-4 hervor. Bei der Gerätevariante für Schalttafelaufbau wird empfohlen, beim Stecken der Prozessorbaugruppe C-CPU-1 auf die Metallwinkel der Module zu drücken, damit das Einschieben in die Steckverbinder erleichtert wird.
- Steckverbinder des Flachbandkabels zuerst auf die Ein-/Ausgabebaugruppen I/O und dann auf die Prozessorbaugruppe C-CPU-1 aufstecken. Dabei Vorsicht, damit keine Anschlussstifte verbogen werden! Keine Gewalt anwenden!
- Steckverbinder des Flachbandkabels zwischen Prozessorbaugruppe C-CPU-1 und der Frontkappe auf den Steckverbinder der Frontkappe aufstecken.
- Verriegelungen der Steckverbinder zusammendrücken.
- Frontkappe aufsetzen und mit den Schrauben wieder am Gehäuse befestigen.
- Die Abdeckungen wieder aufstecken.
- Die Schnittstellen auf der Rückseite des Gerätes wieder festschrauben. Diese Tätigkeit entfällt bei der Gerätevariante für Schalttafelaufbau.

3.1.3 Montage

3.1.3.1 Schalttafeleinbau

Je nach Ausführung kann die Gehäusegröße $^1/_2$ oder $^1/_1$ sein. Bei Gehäusegröße $^1/_2$ (Bild 3-15) sind 4 Abdeckungen und 4 Befestigungslöcher, bei Gehäusegröße $^1/_1$ (Bild 3-16) sind 6 Abdeckungen und 6 Befestigungslöcher vorhanden.

- Die 4 Abdeckungen an den Ecken der Frontkappe abnehmen, bei Gehäusegröße $^1/_1$ zusätzlich die 2 Abdeckungen jeweils mittig oben und unten. Dadurch werden 4 bzw. 6 Langlöcher im Befestigungswinkel zugänglich.
- Gerät in den Schalttafelausschnitt einschieben und mit 4 bzw. 6 Schrauben befestigen. Maßbilder siehe Abschnitt 4.26.
- Die 4 bzw. 6 Abdeckungen wieder aufstecken.
- Solide niederohmige Schutz- und Betriebserde an der Rückseite des Gerätes mit mindestens einer Schraube M4 anbringen. Der Querschnitt der hierfür verwendeten Leitung muss dem maximalen angeschlossenen Querschnitt entsprechen, mindestens jedoch 2,5 mm^2 betragen.
- Anschlüsse über die Steck- oder Schraubanschlüsse an der Gehäuserückwand gemäß Schaltplan herstellen.

  Bei Schraubanschlüssen müssen bei Verwendung von Gabelkabelschuhen oder bei Direktanschluss vor dem Einführen der Leitungen die Schrauben soweit eingedreht werden, dass der Schraubenkopf mit der Außenkante des Anschlussmoduls fluchtet.

  Bei Verwendung von Ringkabelschuhen muss der Kabelschuh in der Anschlusskammer so zentriert werden, dass das Schraubengewinde in das Loch des Kabelschuhes passt.

  Die Angaben über maximale Querschnitte, Anzugsdrehmomente, Biegeradien und Zugentlastung aus der SIPROTEC 4-Systembeschreibung sind unbedingt zu beachten. Hinweise enthält auch die dem Gerät beiliegende Kurzanleitung.

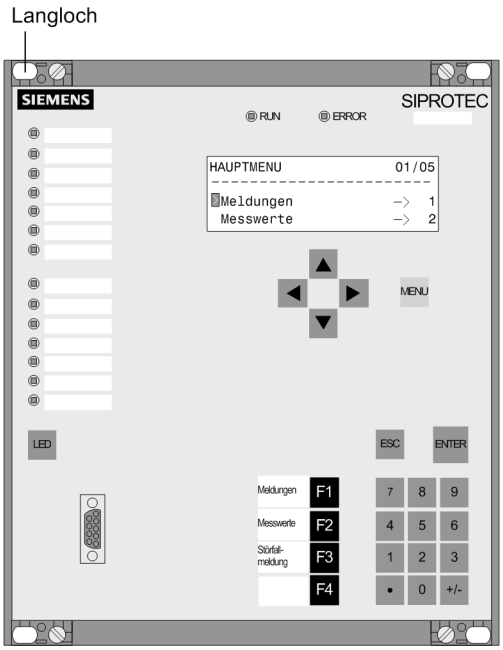


Bild 3-15 Schalttafeleinbau eines Gerätes (Gehäusegröße $^1/_2$)

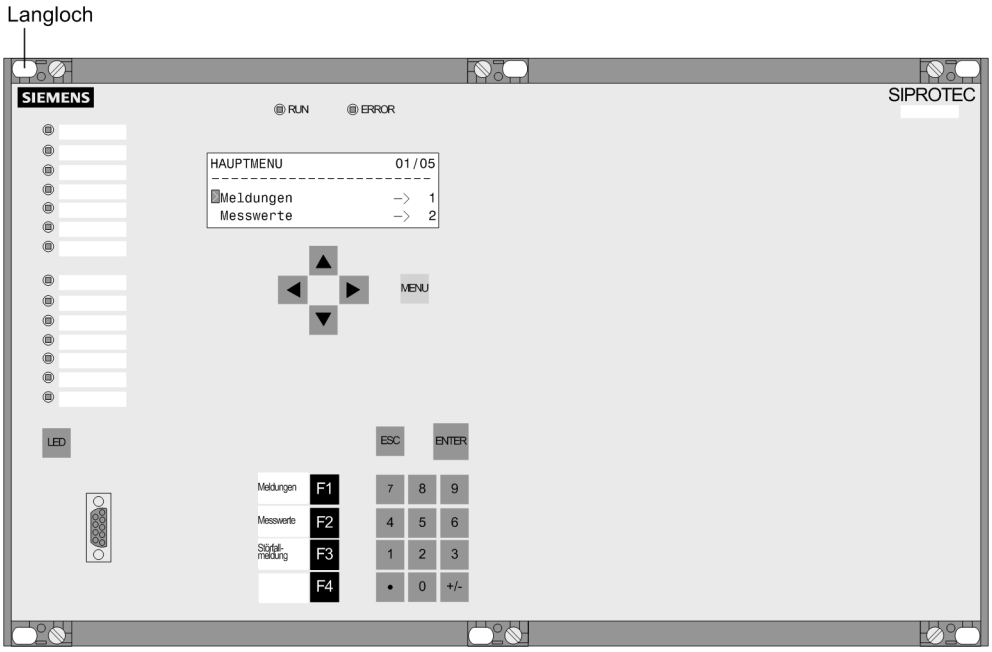


Bild 3-16 Schalttafeleinbau eines Gerätes (Gehäusegröße $^1/_1$)

3.1.3.2 Gestell- und Schrankeinbau

Für den Einbau eines Gerätes in ein Gestell oder einen Schrank werden 2 Winkelschienen benötigt. Die Bestellnummern stehen im Anhang unter Abschnitt A.1.

Bei Gehäusegröße $^1/_2$ (Bild 3-17) sind 4 Abdeckkappen und 4 Befestigungslöcher, bei Gehäusegröße $^1/_1$ (Bild 3-18) sind 6 Abdeckungen und 6 Befestigungslöcher vorhanden.

- Die beiden Winkelschienen im Gestell oder Schrank mit jeweils 4 Schrauben zunächst lose verschrauben.
- Die 4 Abdeckungen an den Enden der Frontkappe abnehmen, bei Gehäusegröße $^1/_1$ zusätzlich die 2 Abdeckungen jeweils mittig oben und unten. Dadurch werden 4 bzw. 6 Langlöcher im Befestigungswinkel zugänglich.
- Gerät mit 4 bzw. 6 Schrauben an den Winkelschienen befestigen.
- Die 4 bzw. 6 Abdeckungen wieder aufstecken.
- Die 8 Schrauben der Winkelschienen im Gestell oder Schrank fest anziehen.
- Solide niederohmige Schutz- und Betriebserde an der Rückseite des Gerätes mit mindestens einer Schraube M4 anbringen. Der Querschnitt der hierfür verwendeten Leitung muss dem maximalen angeschlossenen Querschnitt entsprechen, mindestens jedoch 2,5 mm^2 betragen.
- Anschlüsse über die Steck- oder Schraubanschlüsse an der Gehäuserückwand gemäß Schaltplan herstellen.

  Bei Schraubanschlüssen müssen bei Verwendung von Gabelkabelschuhen oder bei Direktanschluss vor dem Einführen der Leitungen die Schrauben soweit eingedreht werden, dass der Schraubenkopf mit der Außenkante des Anschlussmoduls fluchtet.

  Bei Verwendung von Ringkabelschuhen muss dieser in der Anschlusskammer so zentriert werden, dass das Schraubengewinde in das Loch des Kabelschuhes passt.

  Die Angaben über maximale Querschnitte, Anzugsdrehmomente, Biegeradien und Zugentlastung aus der SIPROTEC 4-Systembeschreibung sind unbedingt zu beachten. Hinweise enthält auch die dem Gerät beiliegende Kurzanleitung.

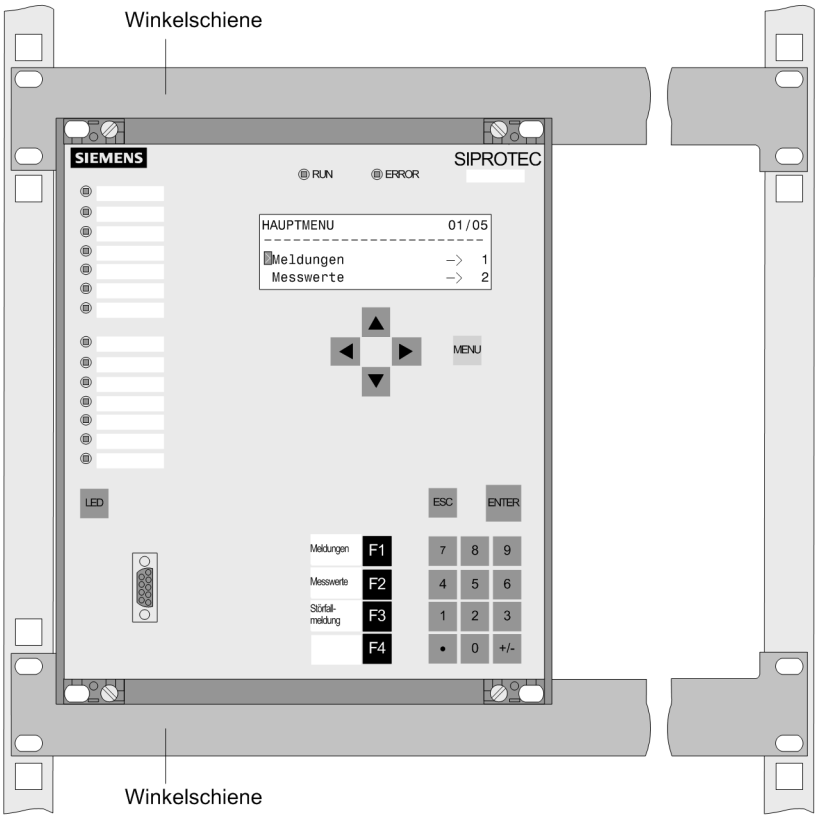


Bild 3-17 Montage eines Gerätes (Gehäusegröße $^1/_2$) im Gestell oder Schrank

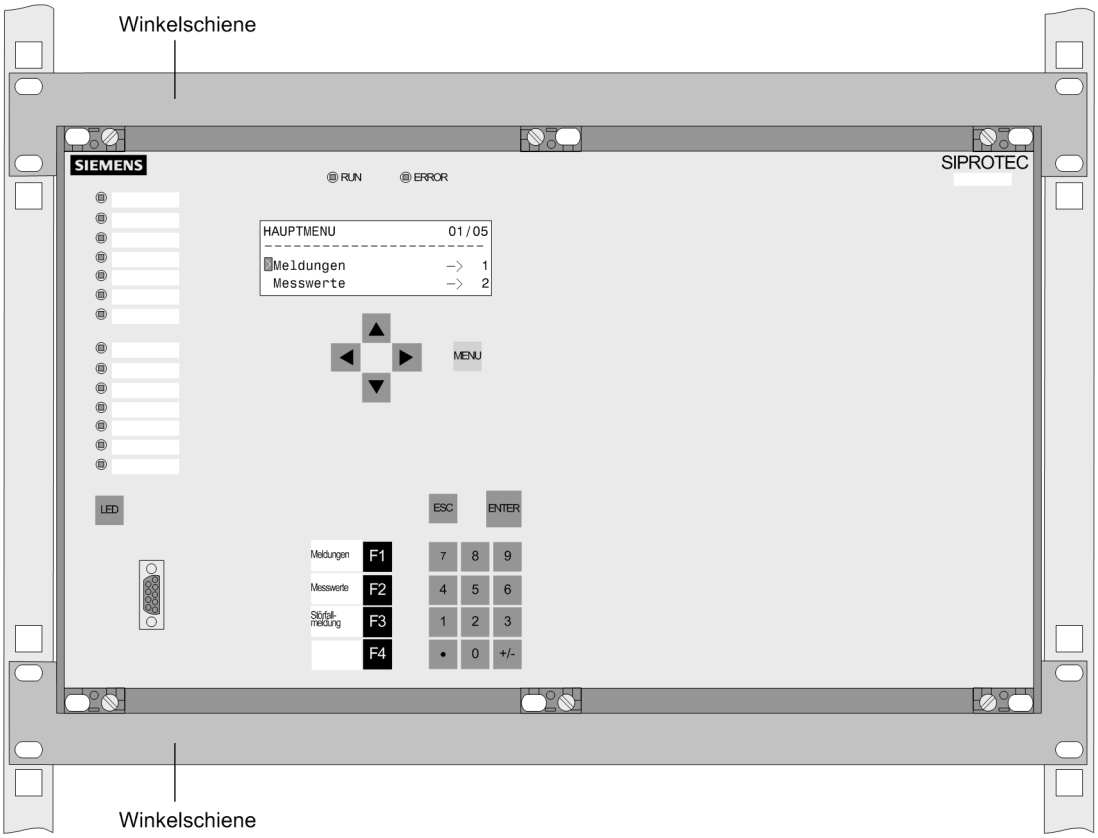


Bild 3-18 Montage eines Gerätes (Gehäusegröße $^1/_1$) im Gestell oder Schrank

3.1.3.3 Schalttafelaufbau

Die Montage in folgenden Schritten vornehmen:

- Gerät mit 4 Schrauben auf der Schalttafel festschrauben. Maßbilder siehe Technische Daten unter Abschnitt 4.26.
- Solide niederohmige Schutz- und Betriebserde an der Erdungsklemme des Gerätes anbringen. Der Querschnitt der hierfür verwendeten Leitung muss dem maximalen angeschlossenen Querschnitt entsprechen, mindestens jedoch 2,5 mm^2 betragen.
- Alternativ besteht die Möglichkeit, die vorgenannte Erdung an der seitlichen Erdungsfläche mit mindestens einer Schraube M4 anzubringen.
- Anschlüsse gemäß Schaltplan über die Schraubklemmen, Anschlüsse für LWL und elektrische Kommunikationsmodule über die Pultgehäuse, herstellen. Die Angaben über maximale Querschnitte, Anzugsdrehmomente, Biegeradien und Zugentlastung aus der SIPROTEC 4-Systembeschreibung sind unbedingt zu beachten. Hinweise enthält auch die dem Gerät beiliegende Kurzanleitung.

3.2 Kontrolle der Anschlüsse

3.2.1 Kontrolle der Datenverbindung der seriellen Schnittstellen

Die Tabellen der nachstehenden Abschnitte zeigen die Pin-Belegungen der verschiedenen seriellen Schnittstellen, der Zeitsynchronisations- und die der Ethernet-Schnittstelle des Gerätes. Die Lage der Anschlüsse geht aus den folgenden Bildern hervor.

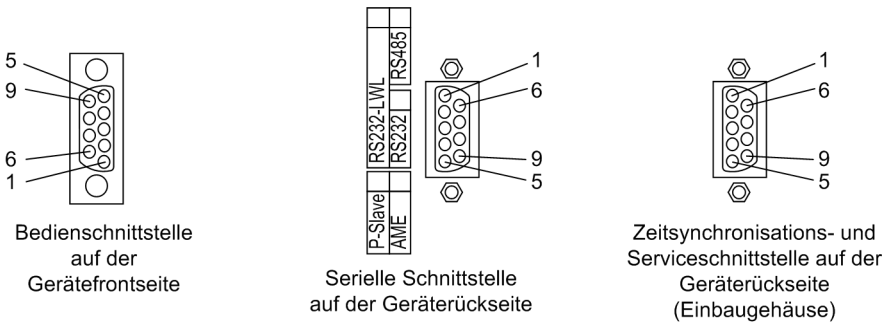


Bild 3-19 9-polige DSUB-Buchsen

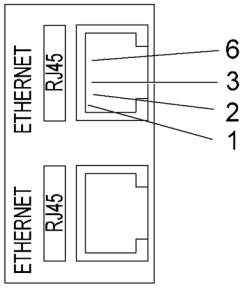


Bild 3-20 Ethernet-Anschluss

Bedienschnittstelle

Bei Verwendung der empfohlenen Schnittstellenleitung (Bestellbezeichnung siehe Anhang A.1) ist die korrekte physische Verbindung zwischen SIPROTEC 4-Gerät und PC bzw. Laptop automatisch sichergestellt.

Serviceschnittstelle

Wenn die Serviceschnittstelle (Port C) über eine feste Verdrahtung oder per Modem zur Kommunikation mit dem Gerät verwendet wird, so ist die Datenverbindung zu kontrollieren.

Systemschnittstelle

Bei Ausführungen mit serieller Schnittstelle zu einer Leitzentrale ist die Datenverbindung zu kontrollieren. Wichtig ist die visuelle Überprüfung der Zuordnung der Sende- und Empfangskanäle. Bei der RS232- und der Lichtwellenleiter-Schnittstelle ist jede Verbindung für eine Übertragungsrichtung bestimmt. Es muss deshalb der Datenausgang des einen Gerätes mit dem Dateneingang des anderen Gerätes verbunden sein und umgekehrt.

Bei Datenkabeln sind die Anschlüsse in Anlehnung an DIN 66020 und ISO 2110 bezeichnet

- TxD = Datenausgang
- RxD = Dateneingang
- $\overline{\text{RTS}}$ = Sendeaufforderung
- $\overline{\text{CTS}}$ = Sendefreigabe
- GND = Signal-/Betriebserde

Der Leitungsschirm wird an **beiden** Leitungsenden geerdet. In extrem EMV-belasteter Umgebung kann zur Verbesserung der Störfestigkeit der GND in einem separaten, einzeln geschirmten Adernpaar mitgeführt werden.

Tabelle 3-19 Belegung der DSUB- und RJ45-Buchse an den verschiedenen Schnittstellen

Pin-Nr.	Bedien-SS	RS232	RS485	Profibus FMS Slave, RS485 Profibus DP Slave, RS485	DNP3.0 RS485	Ethernet EN 100
1	Schirm (mit Schirmkragen elektrisch verbunden)					Tx+
2	RxD	RxD	-	-	-	Tx-
3	TxD	TxD	A/A' (RxD/TxD-N)	B/B' (RxD/TxD-P)	A	Rx+
4	-	-	-	CNTR-A (TTL)	RTS (TTL Pegel)	-
5	GND	GND	C/C' (GND)	C/C' (GND)	GND1	-
6	-	-	-	+5 V (belastbar mit <100 mA)	VCC1	Rx-
7	$\overline{\text{RTS}}$	$\overline{\text{RTS}}$	- [1)]	-	-	-
8	$\overline{\text{CTS}}$	$\overline{\text{CTS}}$	B/B' (RxD/TxD-P)	A/A' (RxD/TxD-N)	B	-
9	-	-	-	-	-	nicht vorhanden

1) Pin 7 trägt auch bei Betrieb als RS485-Schnittstelle das Signal RTS mit RS232-Pegel. Pin 7 darf deshalb nicht angeschlossen werden!

RS485-Terminierung

Die RS485-Schnittstelle ist busfähig für Halb-Duplex-Betrieb mit den Signalen A/A' und B/B' sowie dem gemeinsamen Bezugspotential C/C' (GND). Es ist zu kontrollieren, dass nur beim letzten Gerät am Bus die Abschlusswiderstände zugeschaltet sind, bei allen anderen Geräten am Bus aber nicht. Die Brücken für die Abschlusswiderstände befinden sich auf dem Schnittstellen-Modul RS485 (siehe Bild 3-12) bzw. Profibus RS485 oder DNP 3.0 RS485 (siehe Bild 3-13). Eine Realisierung von Abschlusswiderständen kann auch extern erfolgen (z.B. am Anschlussmodul, siehe Bild 3-14). In diesem Fall müssen die auf dem Modul befindlichen Abschlusswiderstände ausgeschaltet sein.

Wird der Bus erweitert, muss wieder dafür gesorgt werden, dass nur beim letzten Gerät am Bus die Abschlusswiderstände zugeschaltet sind, bei allen anderen Geräten am Bus aber nicht.

Zeitsynchronisationsschnittstelle

Es können wahlweise 5-V-, 12-V- oder 24-V-Zeitsynchronisationssignale verarbeitet werden, wenn diese an die in der folgenden Tabelle genannten Eingänge geführt werden.

Tabelle 3-20 Belegung der DSUB-Buchse der Zeitsynchronisationsschnittstelle

Pin-Nr.	Bezeichnung	Signalbedeutung
1	P24_TSIG	Eingang 24 V
2	P5_TSIG	Eingang 5 V
3	M_TSIG	Rückleiter
4	M_TSYNC [1)]	Rückleiter[1)]
5	SCHIRM	Schirmpotential
6	-	-
7	P12_TSIG	Eingang 12 V
8	P_TSYNC [1)]	Eingang 24 V [1)]
9	SCHIRM	Schirmpotential

[1)] nur für PPS-Signal (GPS)

Lichtwellenleiter

WARNUNG

Nicht direkt in die Lichtwellenleiterelemente schauen, auch nicht mit optischen Geräten! Laserklasse 1 gemäß EN 60825-1.

Für die Schutzdatenkommunikation siehe nachfolgenden Abschnitt.

Die Übertragung über Lichtwellenleiter ist besonders unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen und garantiert von sich aus eine galvanische Trennung der Verbindung. Sende- und Empfangsanschluss sind durch die Symbole für Sendeausgang und für Empfangseingang gekennzeichnet.

Die Zeichen-Ruhelage für die Lichtwellenleiterverbindung ist mit „Licht aus“ voreingestellt. Soll die Zeichen-Ruhelage geändert werden, erfolgt dies mittels Bedienprogramm DIGSI, wie in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung dargestellt.

3.2.2 Kontrolle der Schutzdatenkommunikation

Die Schutzdatenkommunikation geht normalerweise entweder über Lichtwellenleiter direkt von Gerät zu Gerät oder über Kommunikationsumsetzer und ein allgemeines Kommunikationsnetz oder dediziertes Übertragungsmittel.

Lichtwellenleiter, direkt

WARNUNG

Nicht direkt in die Lichtwellenleiterelemente schauen, auch nicht mit optischen Geräten! Laserklasse 1 gemäß EN 60825-1.

Die Sichtkontrolle für direkte Lichtwellenleiterverbindung geschieht wie bei den anderen Schnittstellen mit LWL-Anschluss. Jede Verbindung ist für eine Übertragungsrichtung bestimmt. Es muss deshalb der Datenausgang des einen Gerätes mit dem Dateneingang des anderen Gerätes verbunden sein und umgekehrt. Sende- und Empfangsanschluss sind durch die Symbole für Sendeausgang und für Empfangseingang gekennzeichnet. Wichtig ist die visuelle Überprüfung der Zuordnung der Sende- und Empfangskanäle.

Für kurze Entfernungen ist bei Verwendung von FO5-Modulen und der empfohlenen Fasern Laserklasse 1 gegeben. In anderen Fällen können höhere Laserleistungen auftreten.

Bei mehr als zwei Geräten werden die Verbindungen entsprechend der gewählten Topologie für alle Wirkschnittstellen überprüft.

Kommunikationsumsetzer

Die Verbindungen zwischen den Geräten und den zugehörigen Kommunikationsumsetzern werden üblicherweise mit Lichtwellenleitern realisiert. Diese werden wie die LWL-Direktverbindungen überprüft, und zwar für jede Wirkschnittstelle.

Versichern Sie sich unter Adresse 4502 **WS1 VERBINDUNG** bzw.4602 **WS2 VERBINDUNG** (siehe auch Abschnitt 2.2.3.1), dass dort die richtige Verbindungsart parametriert ist.

Weitere Verbindungen

Für die weiteren Verbindungen genügt zunächst eine Sichtkontrolle. Elektrische und funktionelle Kontrollen werden bei der Inbetriebsetzung (siehe folgenden Hauptabschnitt) durchgeführt.

3.2.3 Kontrolle der Anlagenanschlüsse

WARNUNG

Warnung vor gefährdenden Spannungen

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahmen können Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben:

Kontrollschritte dürfen nur durch entsprechend qualifizierte Personen vorgenommen werden, die mit den Sicherheitsbestimmungen und Vorsichtsmaßnahmen vertraut sind und diese befolgen.

VORSICHT

Vorsicht beim Betrieb des Gerätes ohne Batterie an einer Batterieladeeinrichtung

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme kann zu unzulässig hohen Spannungen und damit zur Zerstörung des Gerätes führen.

Gerät nicht an einer Batterieladeeinrichtung ohne angeschlossene Batterie betreiben. (Grenzwerte siehe auch Technische Daten, Abschnitt 4.1).

Bevor das Gerät erstmalig an Spannung gelegt wird, soll es mindestens zwei Stunden im Betriebsraum gelegen haben, um einen Temperaturausgleich zu schaffen und Feuchtigkeit und Betauung zu vermeiden. Die Anschlussprüfungen werden am fertig montierten Gerät bei abgeschalteter und geerdeter Anlage vorgenommen.

Anschlussbeispiele für die Wandleranschlüsse befinden sich im Anhang A.3. Beachten Sie auch die Anlagenzeichnungen.

Für die Kontrolle der Anlagenanschlüsse gehen Sie wie folgt vor:

- Schutzschalter der Hilfsspannungsversorgung und der Messspannung müssen ausgeschaltet sein.
- Durchmessen aller Strom- und Spannungswandlerzuleitungen nach Anlagen- und Anschlussplan:
  - Erdung der Stromwandler richtig?
  - Polarität der Stromwandleranschlüsse einheitlich?
  - Phasenzuordnung der Stromwandler richtig?
  - Erdung der Spannungswandler richtig (soweit benutzt)?
  - Polarität der Spannungswandleranschlüsse einheitlich und richtig (soweit benutzt)?
  - Phasenzuordnung der Spannungswandler richtig (soweit benutzt)?
  - Polarität für Stromeingang I_4 richtig (soweit benutzt)?
  - Polarität für Spannungseingang U_4 richtig (soweit benutzt, z.B. für offene Dreieckswicklung oder Sammelschienenspannung)?
- Sofern Prüfumschalter für die Sekundärprüfung des Gerätes eingesetzt sind, sind auch deren Funktionen zu überprüfen, insbesondere, dass in Stellung „Prüfen“ die Stromwandlersekundärleitungen selbsttätig kurzgeschlossen werden.
- Die Kurzschließer der Anschlusssteckverbinder für die Stromkreise sind zu überprüfen. Dies kann mit einer Sekundärprüfeinrichtung oder Durchgangsprüfeinrichtung geschehen. Stellen Sie sicher, dass nicht fälschlich rückwärts über die Stromwandler oder deren Kurzschließer der Klemmendurchgang vorgetäuscht wird.
  - Frontkappe abschrauben (vgl. auch Bilder 3-3 und 3-4).
  - Flachbandkabel an der Ein-/Ausgabebaugruppe C-I/O-2 lösen und Baugruppe soweit herausziehen, dass kein Kontakt mit der Steckfassung am Gehäuse mehr besteht.

  - An der Anschlussseite Durchgang prüfen, und zwar für jedes Stromanschlusspaar.
  - Baugruppe wieder fest einschieben; Flachbandkabel vorsichtig aufdrücken. Dabei Vorsicht, damit keine Anschlussstifte verbogen werden! Keine Gewalt anwenden!
  - Nochmals an der Anschlussseite Durchgang prüfen, und zwar für jedes Stromanschlusspaar.
  - Frontkappe wieder aufsetzen und festschrauben.

- Strommesser in die Hilfsspannungs-Versorgungsleitung einschleifen; Bereich ca. 2,5 A bis 5 A.
- Automat für Hilfsspannung (Versorgung Schutz) einschalten, Spannungshöhe und ggf. Polarität an den Geräteklemmen bzw. an den Anschlussmodulen kontrollieren.
- Die Stromaufnahme sollte der Ruheleistungsaufnahme des Gerätes entsprechen. Ein kurzes Ausschlagen des Zeigers ist unbedenklich und zeigt den Ladestromstoß der Speicherkapazitäten an.
- Automat für die Versorgungs-Hilfsspannung ausschalten.
- Strommesser entfernen; normalen Hilfsspannungsanschluss wiederherstellen.
- Automat für die Versorgungs-Hilfsspannung einschalten.
- Spannungswandlerschutzschalter einschalten.
- Drehfeldsinn an den Geräteklemmen kontrollieren.
- Automaten für Wandlerspannung und Versorgungs-Hilfsspannung ausschalten.
- Auslöseleitungen zu den Leistungsschaltern kontrollieren.
- Einschaltleitungen zu den Leistungsschaltern kontrollieren.
- Steuerleitungen von und zu anderen Geräten kontrollieren.
- Meldeleitungen kontrollieren.
- Automaten wieder einschalten.
- Falls Kommunikationsumsetzer verwendet werden: Hilfsspannungen für die Kommunikationsumsetzer kontrollieren.
- Wenn der Kommunikationsumsetzer an das Kommunikationsnetz angeschlossen ist, zieht dessen Bereitschaftsrelais (GOK = „Gerät Ok“) an. Dies signalisiert auch, dass der Takt vom Kommunikationsnetz erkannt wird.

  Die weiteren Überprüfungen geschehen später gemäß Abschnitt „Überprüfung der Schutzdatentopologie“.
- Beachten Sie unbedingt auch die den Kommunikationsumsetzern beigelegte Dokumentation.

3.3 Inbetriebsetzung

WARNUNG

Warnung vor gefährlichen Spannungen beim Betrieb elektrischer Geräte

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahmen können Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben:

Nur qualifiziertes Personal soll an diesem Gerät arbeiten. Dieses muss gründlich mit den einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Vorsichtsmaßnahmen sowie den Warnhinweisen dieses Handbuches vertraut sein.

Vor Anschluss irgendwelcher Verbindungen ist das Gerät am Schutzleiteranschluss zu erden.

Gefährliche Spannungen können in allen mit der Spannungsversorgung und mit den Mess- bzw. Prüfgrößen verbundenen Schaltungsteilen anstehen.

Auch nach Abtrennen der Versorgungsspannung können gefährliche Spannungen im Gerät vorhanden sein (Kondensatorspeicher).

Nach einem Ausschalten der Hilfsspannung soll zur Erzielung definierter Anfangsbedingungen mit dem Wiedereinschalten der Hilfsspannung mindestens 10 s gewartet werden.

Die unter Technische Daten genannten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden, auch nicht bei Prüfung und Inbetriebsetzung.

Bei Prüfungen mit einer Sekundärprüfeinrichtung ist darauf zu achten, dass keine anderen Messgrößen aufgeschaltet sind und die Auslöse- und ggf. Einschaltkommandos zu den Leistungsschaltern unterbrochen sind, soweit nicht anders angegeben.

GEFAHR

Gefährliche Spannungen bei Unterbrechungen in den Stromwandler-Sekundärkreisen

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme werden Tod, schwere Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Sekundäranschlüsse der Stromwandler kurzschließen, bevor die Stromzuleitungen zum Gerät unterbrochen werden.

Für die Inbetriebsetzung müssen auch Schalthandlungen durchgeführt werden. Die beschriebenen Prüfungen setzen voraus, dass diese gefahrlos durchgeführt werden können. Sie sind daher nicht für betriebliche Kontrollen gedacht.

WARNUNG

Warnung vor Gefährdungen durch unsachgemäße Primärversuche

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme können Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Primärversuche dürfen nur von qualifizierten Personen vorgenommen werden, die mit der Inbetriebnahme von Schutzsystemen, mit dem Betrieb der Anlage und mit den Sicherheitsregeln und -vorschriften (Schalten, Erden, usw.) vertraut sind.

3.3.1 Testbetrieb/Übertragungssperre

Ein- und Ausschalten

Wenn das Gerät an eine zentrale Leit- oder Speichereinrichtung angeschlossen ist, können Sie bei einigen der angebotenen Protokolle die Informationen, die zur Leitstelle übertragen werden, beeinflussen (siehe Tabelle „Protokollabhängige Funktionen“ im Anhang A.5).

Ist der **Testbetrieb** eingeschaltet, werden von einem SIPROTEC 4-Gerät zur Zentralstelle abgesetzte Meldungen mit einem zusätzlichen Testbit gekennzeichnet, so dass zu erkennen ist, dass es sich nicht um Meldungen wirklicher Störungen handelt. Außerdem kann durch Aktivieren der **Übertragungssperre** bestimmt werden, dass während eines Testbetriebs überhaupt keine Meldungen über die Systemschnittstelle übertragen werden.

Wie Testbetrieb und Übertragungssperre aktiviert bzw. deaktiviert werden können, ist in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung dargestellt. Beachten Sie bitte, dass bei der Gerätebearbeitung mit DIGSI die Betriebsart **Online** Voraussetzung für die Nutzung dieser Testfunktionen ist.

3.3.2 Zeitsynchronisationsschnittstelle prüfen

Beim Anschluss des Zeitzeichengebers (Antenne oder Generator) sind die vorgegebenen technischen Daten einzuhalten (siehe Abschnitt 4 unter „Zeitsynchronisationsschnittstelle“). Eine ordnungsgemäße Funktion (IRIG B, DCF77) wird daran erkannt, dass maximal 3 Minuten nach dem Geräteanlauf der Uhrzeitstatus als „`synchronisiert`“ angezeigt wird, begleitet von der Betriebsmeldung „`Störung Uhr GEH`“. Weitere Hinweise finden Sie in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung.

Tabelle 3-21 Uhrzeit-Status

Nr.	Statustext	Status
1	`--` `--` `--` `--`	synchronisiert
2	`--` `--` `--` SZ	
3	`--` `--` ST `--`	nicht synchronisiert
4	`--` `--` ST SZ	
5	`--` UG ST `--`	
6	`--` UG `--` `--`	

Legende:
`--` UG `--` `--`
`--` `--` ST `--`
`--` `--` `--` SZ
		Zeit ungültig
		Uhrzeitstörung
		Sommerzeit

Liegt durch Anschluss eines GPS-Receivers ein einwandfreies GPS-Signal an, wird 3 Sekunden nach Geräteanlauf die Meldung „`>GPS Ausfall`“ „GEH“ angezeigt.

3.3.3 Systemschnittstelle testen

Vorbemerkungen

Sofern das Gerät über eine Systemschnittstelle verfügt und diese zur Kommunikation mit einer Leitzentrale verwendet wird, kann über die DIGSI-Gerätebedienung getestet werden, ob Meldungen korrekt übertragen werden. Sie sollten von dieser Testmöglichkeit jedoch keinesfalls während des „scharfen“ Betriebs Gebrauch machen.

GEFAHR

Das Absetzen oder Aufnehmen von Meldungen über die Systemschnittstelle mittels Testfunktion ist ein tatsächlicher Informationsaustausch zwischen SIPROTEC 4-Gerät und Leitstelle. Angeschlossene Betriebsmittel wie beispielsweise Leistungsschalter oder Trenner können dadurch geschaltet werden!

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme werden Tod, schwere Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Schaltbare Betriebsmittel (z.B. Leistungsschalter, Trenner) nur bei Inbetriebnahme und keinesfalls im „scharfen“ Betrieb durch Absetzen oder Aufnehmen von Meldungen über die Systemschnittstelle mittels der Testfunktion kontrollieren.

Hinweis

Nach Abschluss des Testmodus wird das Gerät einen Erstanlauf durchführen. Damit werden alle Meldepuffer gelöscht. Ggf. sollten die Meldepuffer zuvor mittels DIGSI ausgelesen und gesichert werden.

Der Schnittstellentest wird mit DIGSI in der Betriebsart Online durchgeführt:

- Verzeichnis **Online** durch Doppelklick öffnen; die Bedienfunktionen für das Gerät erscheinen.
- Anklicken von **Test**; rechts im Bild erscheint dessen Funktionsauswahl.
- Doppelklicken in der Listenansicht auf **Meldungen erzeugen**. Die Dialogbox **Meldungen erzeugen** wird geöffnet (siehe Bild 3-21).

Aufbau der Dialogbox

In der Spalte **Meldung** werden die Displaytexte aller Meldungen angezeigt, die in der Matrix auf die Systemschnittstelle rangiert wurden. In der Spalte **Status SOLL** legen Sie für die Meldungen, die getestet werden sollen, einen Wert fest. Je nach Meldungstyp werden hierfür unterschiedliche Eingabefelder angeboten (z.B. ***Meldung kommt***/***Meldung geht***). Durch Anklicken eines der Felder können Sie aus der Aufklappliste den gewünschten Wert auswählen.

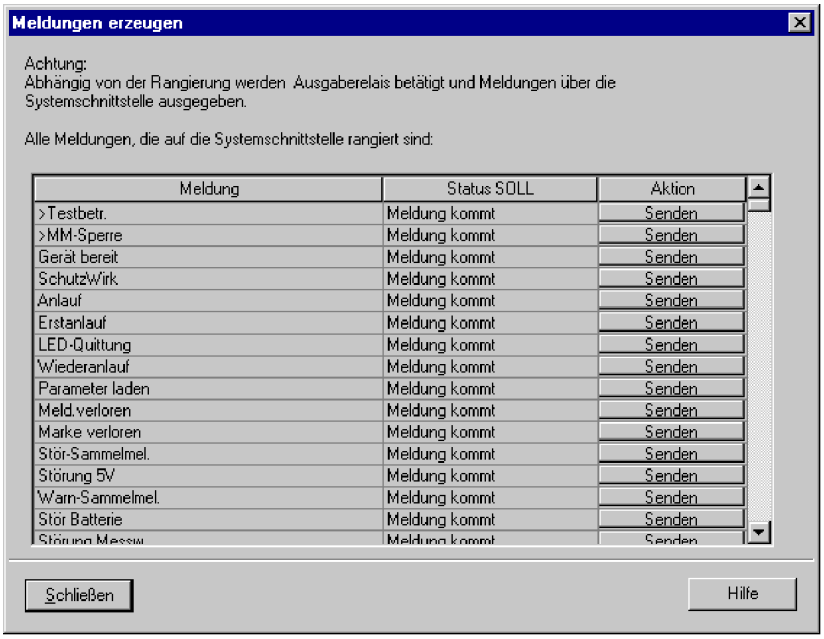


Bild 3-21 Schnittstellentest mit der Dialogbox: Meldungen erzeugen – Beispiel

Betriebszustand ändern

Beim ersten Betätigen einer der Tasten in der Spalte **Aktion** werden Sie nach dem Passwort Nr. 6 (für Hardware-Testmenüs) gefragt. Nach korrekter Eingabe des Passwortes können Sie nun die Meldungen einzeln absetzen. Hierzu klicken Sie auf die Schaltfläche **Senden** innerhalb der entsprechenden Zeile. Die zugehörige Meldung wird abgesetzt und kann nun sowohl in den Betriebsmeldungen des SIPROTEC 4-Gerätes als auch in der Leitzentrale der Anlage ausgelesen werden.

Die Freigabe für weitere Tests bleibt bestehen, bis die Dialogbox geschlossen wird.

Test in Melderichtung

Für alle Informationen, die zur Leitzentrale übertragen werden sollen, testen Sie die unter **Status SOLL** in der Aufklappliste angebotenen Möglichkeiten:

- Stellen Sie sicher, dass evtl. durch die Tests hervorgerufene Schalthandlungen gefahrlos durchgeführt werden können (siehe oben unter GEFAHR!).
- Klicken Sie bei der zu prüfenden Funktion auf Senden und kontrollieren Sie, dass die entsprechende Information bei der Zentrale ankommt und ggf. die erwartete Wirkung zeigt. Die Informationen, die normalerweise über Binäreingänge eingekoppelt werden (erstes Zeichen „>“), werden bei dieser Prozedur ebenfalls zur Zentrale gemeldet. Die Funktion der Binäreingänge selbst wird getrennt getestet.

Beenden des Vorgangs

Um den Test der Systemschnittstelle zu beenden, klicken Sie auf **Schließen**. Die Dialogbox wird geschlossen. Das Prozessorsystem startet neu, danach ist das Gerät wieder betriebsbereit.

Test in Befehlsrichtung

Die Informationen, die normalerweise über Binäreingänge eingekoppelt werden (erstes Zeichen „>“) werden bei dieser Prozedur überprüft. Informationen in Befehlsrichtung müssen von der Zentrale abgegeben werden. Die richtige Reaktion im Gerät ist zu kontrollieren.

3.3.4 Schaltzustände der binären Ein-/Ausgänge prüfen

Vorbemerkungen

Mit DIGSI können Sie gezielt Binäreingänge, Ausgangsrelais und Leuchtdioden des SIPROTEC 4-Gerätes einzeln ansteuern. So kontrollieren Sie z.B. in der Inbetriebnahmephase die korrekten Verbindungen zur Anlage. Sie sollten von dieser Testmöglichkeit jedoch keinesfalls während des „scharfen“ Betriebs Gebrauch machen.

GEFAHR

Ein Ändern von Schaltzuständen mittels der Testfunktion bewirkt einen tatsächlichen Wechsel des Betriebszustandes am SIPROTEC 4-Gerät. Angeschlossene Betriebsmittel wie beispielsweise Leistungsschalter oder Trenner werden dadurch geschaltet!

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme werden Tod, schwere Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Schaltbare Betriebsmittel (z.B. Leistungsschalter, Trenner) nur bei Inbetriebnahme und keinesfalls im „scharfen“ Betrieb durch Absetzen oder Aufnehmen von Meldungen über die Systemschnittstelle mittels der Testfunktion kontrollieren.

Hinweis

Nach Abschluss des Hardware-Tests wird das Gerät einen Erstanlauf durchführen. Damit werden alle Meldepuffer gelöscht. Ggf. sollten die Meldepuffer zuvor mittels DIGSI ausgelesen und gesichert werden.

Der Hardwaretest kann mit DIGSI in der Betriebsart Online durchgeführt werden:

- Verzeichnis **Online** durch Doppelklick öffnen; die Bedienfunktionen für das Gerät erscheinen.
- Anklicken von **Test**; rechts im Bild erscheint dessen Funktionsauswahl.
- Doppelklicken in der Listenansicht auf **Geräte Ein- und Ausgaben**. Die gleichnamige Dialogbox wird geöffnet (siehe Bild 3-22).

Aufbau der Dialogbox

Die Dialogbox ist in drei Gruppen unterteilt: **BE** für Binäreingänge, **BA** für Binärausgaben und **LED** für Leuchtdioden. Jeder dieser Gruppen ist links eine entsprechend beschriftete Schaltfläche zugeordnet. Durch Doppelklicken auf diese Flächen können Sie die Einzelinformationen zur zugehörigen Gruppe aus- bzw. einblenden.

In der Spalte **Ist** wird der derzeitige Zustand der jeweiligen Hardwarekomponente angezeigt. Die Darstellung erfolgt symbolisch. Die physischen Istzustände der Binäreingänge und Binärausgänge werden durch die Symbole offener oder geschlossener Schalterkontakte dargestellt, die der Leuchtdioden durch das Symbol einer aus- oder eingeschalteten LED.

Der jeweils antivalente Zustand wird in der Spalte **Soll** dargestellt. Die Anzeige erfolgt im Klartext.

Die äußerste rechte Spalte zeigt an, welche Befehle oder Meldungen auf die jeweilige Hardwarekomponente rangiert sind.

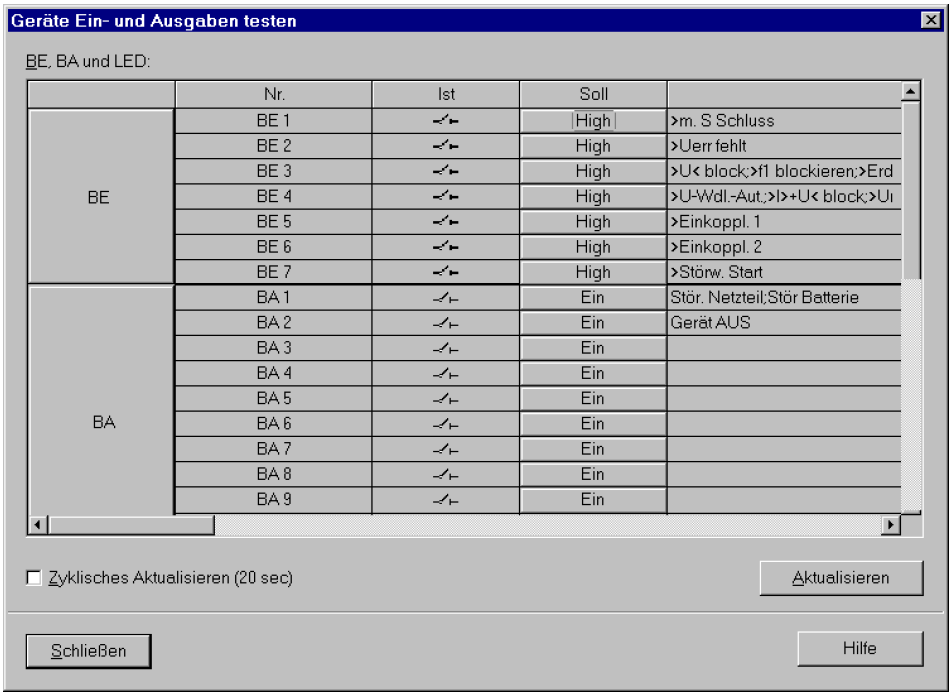


Bild 3-22 Testen der Ein- und Ausgaben – Beispiel

Betriebszustand ändern

Um den Betriebszustand einer Hardwarekomponente zu ändern, klicken Sie auf die zugehörige Schaltfläche in der Spalte **Soll**.

Vor Ausführung des ersten Betriebszustandswechsels wird das Passwort Nr. 6 abgefragt (sofern bei der Projektierung aktiviert). Nach Eingabe des korrekten Passwortes wird der Zustandswechsel ausgeführt. Die Freigabe für weitere Zustandswechsel bleibt bestehen, bis die Dialogbox geschlossen wird.

Test der Ausgangsrelais

Sie können jedes einzelne Ausgangsrelais erregen und damit die Verdrahtung zwischen den Ausgangsrelais des 7SD5 und der Anlage überprüfen, ohne die darauf rangierten Meldungen erzeugen zu müssen. Sobald Sie den ersten Zustandswechsel für ein beliebiges Ausgangsrelais angestoßen haben, werden alle Ausgangsrelais von der geräteseitigen Funktionalität abgetrennt und sind nur noch von der Hardwaretestfunktion zu betätigen. Das bedeutet z.B., dass ein von einer Schutzfunktion oder einem Steuerungsbefehl am Bedienfeld herrührender Schaltauftrag an ein Ausgangsrelais nicht ausgeführt wird.

Um das Ausgangsrelais zu testen, gehen Sie wie folgt vor:

- Stellen Sie sicher, dass die von den Ausgangsrelais hervorgerufenen Schalthandlungen gefahrlos durchgeführt werden können (siehe oben unter GEFAHR!).
- Testen Sie jedes Ausgangsrelais über das zugehörige **Soll**-Feld der Dialogbox.
- Beenden Sie den Testvorgang (siehe unten Randtitel „Beenden des Vorgangs“), damit nicht bei weiteren Prüfungen unbeabsichtigt Schalthandlungen ausgelöst werden.

Test der Binäreingänge

Um die Verdrahtung zwischen der Anlage und den Binäreingängen des 7SD5 zu überprüfen, müssen Sie in der Anlage die Ursache für die Einkopplung auslösen und die Wirkung am Gerät selbst auslesen.

Hierzu öffnen Sie wieder die Dialogbox **Geräte Ein- und Ausgaben**, um sich die physische Stellung der Binäreingabe anzusehen. Das Passwort wird noch nicht benötigt.

Um die Binäreingänge zu testen, gehen Sie wie folgt vor:

- Betätigen Sie in der Anlage jede der Funktionen, die Ursache für die Binäreingabe ist.
- Prüfen Sie die Reaktion in der **Ist**-Spalte der Dialogbox. Hierzu müssen Sie die Dialogbox aktualisieren. Die Möglichkeiten stehen weiter unten unter Randtitel „Aktualisieren der Anzeige“.
- Beenden Sie den Testvorgang (siehe unten Randtitel „Beenden des Vorgangs“).

Wenn Sie jedoch die Auswirkungen eines binären Eingangs überprüfen wollen, ohne wirklich in der Anlage Schalthandlungen vorzunehmen, können Sie dies durch Ansteuerung einzelner Binäreingänge mit dem Hardwaretest durchführen. Sobald Sie den ersten Zustandswechsel für einen beliebigen Binäreingang angestoßen und das Passwort Nr. 6 eingegeben haben, werden alle Binäreingänge von der Anlagenseite abgetrennt und sind nur noch über die Hardwaretestfunktion zu betätigen.

Test der Leuchtdioden

Die Leuchtdioden (LED) können Sie in ähnlicher Weise wie die anderen Ein-/Ausgabekomponenten prüfen. Sobald Sie den ersten Zustandswechsel für eine beliebige Leuchtdiode angestoßen haben, werden alle Leuchtdioden von der geräteseitigen Funktionalität abgetrennt und sind nur noch über die Hardwaretestfunktion zu betätigen. Das bedeutet z.B., dass von einer Schutzfunktion oder durch Betätigen der LED-Resettaste keine Leuchtdiode mehr zum Leuchten gebracht wird.

Aktualisieren der Anzeige

Während des Öffnens der Dialogbox **Hardware-Testmenüs** werden die zu diesem Zeitpunkt aktuellen Betriebszustände der Hardwarekomponenten eingelesen und angezeigt.

Eine Aktualisierung erfolgt:

- für die jeweilige Hardwarekomponente, wenn ein Befehl zum Wechsel in einen anderen Betriebszustand erfolgreich durchgeführt wurde,
- für alle Hardwarekomponenten durch Anklicken des Schaltfeldes **Aktualisieren**,
- für alle Hardwarekomponenten durch zyklische Aktualisierung (Zykluszeit beträgt 20 Sekunden) durch Markieren der Option **Zyklisches Aktualisieren**.

Beenden des Vorgangs

Um den Hardwaretest zu beenden, klicken Sie auf **Schließen**. Die Dialogbox wird geschlossen. Damit werden alle Hardwarekomponenten wieder in den von den Anlagenverhältnissen vorgegebenen Betriebszustand zurückversetzt. Das Prozessorsystem startet neu, danach ist das Gerät wieder betriebsbereit.

3.3.5 Überprüfung der Schutzdatentopologie

Allgemeines

Sie können die Kommunikationstopologie vom Personalcomputer mit DIGSI oder mit einem „WEB-Monitor“ überprüfen. Wenn Sie mit dem „WEB-Monitor“ arbeiten wollen, beachten Sie auch die zum „WEB-Monitor“ gehörenden Hilfen.

Sie können den PC örtlich direkt am Gerät über die vordere Bedienschnittstelle oder die hintere Serviceschnittstelle an das Gerät ankoppeln (Beispiel Bild 3-23). Sie können sich auch über Modem in das Gerät einwählen, und zwar über die Serviceschnittstelle (Beispiel Bild 3-24)

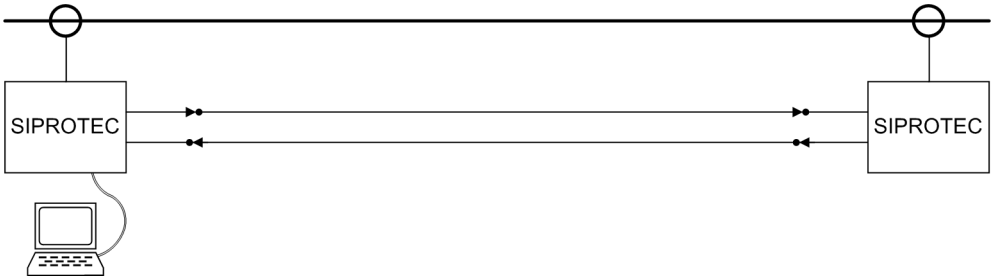


Bild 3-23 Ankopplung des PC direkt an einem Gerät – Prinzipbeispiel

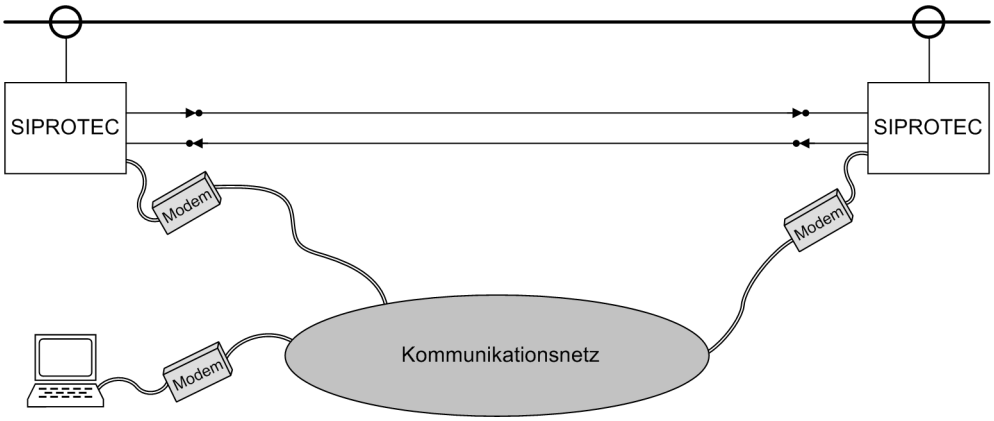


Bild 3-24 Ankopplung des PC über Modems – Prinzipbeispiel

Überprüfung einer Verbindung bei Direktverbindung

Bei zwei Geräten mit einer Lichtwellenleiterverbindung (wie in Bild 3-23 oder 3-24) wird diese wie folgt überprüft. Bei mehr als zwei Geräten oder wenn zwei Geräte mit einer Ringtopologie (doppelt) verbunden sind, überprüfen Sie zunächst nur eine Verbindung.

- Beide Geräte an den Enden der Verbindung müssen eingeschaltet sein.
- Überprüfen Sie in den Betriebsmeldungen oder spontanen Meldungen:
  - Liegt die Meldung „WS1 vb m.“ (Wirkschnittstelle 1 verbunden mit, Nr 3243) mit dem Geräteindex des anderen Gerätes vor, ist die Verbindung aufgebaut und das Gerät hat das andere erkannt.
  - Ist auch die Wirkschnittstelle 2 angeschlossen, erscheint auch für diese die entsprechende Meldung (Nr 3244).
  - Das Gerät meldet auch den Geräte-Index des Gerätes, welches ordnungsgemäß kommuniziert (z.B. Meldung „Ger2 vorh.“, Nr 3492, wenn das Gerät 2 erkannt worden ist).
- Bei fehlerhafter Kommunikationsverbindung finden Sie die Meldung „WS1 STOERUNG“ (Nr 3229) bzw. „WS2 STOERUNG“ (Nr 3231) vor. In diesem Fall überprüfen Sie nochmals die Lichtwellenleiterverbindung:
  - Sind die Verbindungen richtig und nirgends vertauscht?
  - Sind die Verbindungen mechanisch einwandfrei, unverletzt und die Stecker verriegelt?
  - Gegebenenfalls wiederholen Sie die Überprüfung.

Fahren Sie fort mit Randtitel „Konsistenz der Topologie und Parametrierung“.

Überprüfung einer Verbindung mit Kommunikationsumsetzer

Wenn ein Kommunikationsumsetzer verwendet wird, beachten Sie auch die diesem Gerät beiliegenden Hinweise. Der Kommunikationsumsetzer besitzt eine Test-Stellung, in der seine Ausgänge auf die Eingänge zurückgekoppelt werden.

Die Verbindungen über den Kommunikationsumsetzer werden mit örtlicher Schleifenbildung überprüft (Bild 3-25 links).

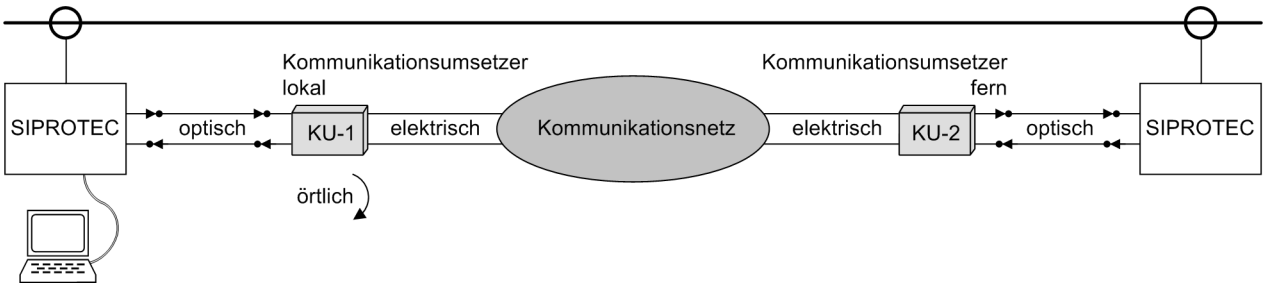


Bild 3-25 Schutzdatenkommunikation über Kommunikationsumsetzer und Kommunikationsnetz — Prinzipbeispiel

GEFAHR

Öffnen des Kommunikationsumsetzers

Es besteht Lebensgefahr durch spannungsführende Teile!

Vor dem Öffnen des Kommunikationsumsetzers diesen unbedingt von der Hilfsspannung allseitig abtrennen!

- Beide Geräte an den Enden einer Verbindung müssen eingeschaltet sein.
- Konfigurieren Sie zunächst den Kommunikationsumsetzer KU-1:
  - Schalten Sie die Hilfsspannung beidpolig ab.
  - Öffnen Sie den Kommunikationsumsetzer.
  - Bringen Sie die Steckbrücken in Stellung für den richtigen Schnittstellentyp und die richtige Übertragungsrate; diese müssen mit der Parametrierung des 7SD5 übereinstimmen (Adresse 4502 **WS1 VERBINDUNG** für Wirkschnittstelle 1 und ggf. 4602 **WS2 VERBINDUNG**, siehe auch Abschnitt 2.2.3.1).
  - Bringen Sie den Kommunikationsumsetzer in Test-Stellung (Steckbrücke X32 in Stellung 2-3).
  - Schließen Sie das Gehäuse des Kommunikationsumsetzers.
- Schalten Sie die Hilfsspannung des Kommunikationsumsetzers wieder ein.
- Die Netzschnittstelle (X.21 oder G.703.1) muss am Kommunikationsumsetzer angeschlossen sein und arbeiten. Kontrollieren Sie dies an Hand des GOK-Relais des Kommunikationsumsetzers (Durchgang am Schließer).
  - Zieht das GOK-Relais des Kommunikationsumsetzers nicht an, kontrollieren Sie die Verbindung zwischen Kommunikationsumsetzer und Netz (Kommunikationsgerät). Vom Kommunikationsgerät muss der richtige Sendetakt an den Kommunikationsumsetzer ausgegeben werden.
- Stellen Sie am 7SD5 die Schnittstellenparameter um (an der Gerätefront oder mit DIGSI):
  - Adresse 4502 **WS1 VERBINDUNG** = ***LWL direkt***, wenn Sie die Wirkschnittstelle 1 testen,
  - Adresse 4602 **WS2 VERBINDUNG** = ***LWL direkt***, wenn Sie die Wirkschnittstelle 2 testen.
- Überprüfen Sie die Betriebsmeldungen oder spontanen Meldungen:
  - Meldung 3217 „WS1 NET-SPIEGEL“ (WS 1 Netzspiegelung kommend), wenn Sie die Wirkschnittstelle 1 testen,
  - Meldung 3218 „WS2 NET-SPIEGEL“ (WS 2 Netzspiegelung kommend), wenn Sie die Wirkschnittstelle 2 testen.
  - Wenn mit beiden Wirkschnittstellen gearbeitet wird, achten Sie auch darauf, dass die richtige Schnittstelle des 7SD5 zum richtigen Kommunikationsumsetzer gehört.
  - Wird die Meldung nicht abgesetzt, überprüfen Sie:
  - Ist der LWL-Sendeausgang des 7SD5 mit dem LWL-Empfangseingang des Kommunikationsumsetzers richtig verbunden und umgekehrt (keine Vertauschung!)?
  - Hat das Gerät 7SD5 das richtige Schnittstellenmodul und ist dieses in Ordnung?
  - Sind die Lichtwellenleiter unversehrt?
  - Stimmen die Einstellungen am Kommunikationsumsetzer für Schnittstellenart und Übertragungsrate (siehe oben; beachten Sie den Gefahrenhinweis!)?
  - Wiederholen Sie ggf. die Überprüfung nach Richtigstellung.
- Bringen Sie die Schnittstellenparameter am 7SD5 wieder in die richtige Einstellung:
  - Adresse 4502 **WS1 VERBINDUNG** = benötigte Einstellung, wenn Sie die Wirkschnittstelle 1 getestet haben,
  - Adresse 4602 **WS2 VERBINDUNG** = benötigte Einstellung, wenn Sie die Wirkschnittstelle 2 getestet haben.
- Schalten Sie die Hilfsspannung des Kommunikationsumsetzers beidpolig ab. Beachten Sie obigen Gefahrenhinweis!

- Bringen Sie den Kommunikationsumsetzer wieder in Normalstellung (X32 in Stellung 1-2) und schließen Sie das Gehäuse wieder.
- Schalten Sie die Hilfsspannung des Kommunikationsumsetzers wieder ein.

Führen Sie die vorstehenden Überprüfungen am anderen Ende mit dem dortigen Gerät und seinem Kommunikationsumsetzer entsprechend durch.

Fahren Sie fort mit Randtitel „Konsistenz der Topologie und Parametrierung“.

Konsistenz der Topologie und Parametrierung

Nach den vorstehenden Prüfungen ist die Verbindung eines Gerätepaares – ggf. einschließlich Kommunikationsumsetzer – überprüft und an Hilfsspannung gelegt. Die Geräte nehmen nun selbstständig Kontakt miteinander auf.

- Überprüfen Sie nun die Betriebsmeldungen oder spontanen Meldungen des Gerätes, an dem Sie sich gerade befinden:
  - Meldung Nr 3243 „WS1 vb m.“ (Wirkschnittstelle 1 verbunden mit) gefolgt vom Geräteindex des anderen Gerätes, wenn die Wirkschnittstelle 1 maßgebend ist.
  - Meldung Nr 3244 „WS2 vb m.“ (Wirkschnittstelle 2 verbunden mit) gefolgt vom Geräteindex des anderen Gerätes, wenn die Wirkschnittstelle 2 maßgebend ist.
  - Sobald die Geräte mindestens einmal miteinander verbunden sind, erscheint die Meldung Nr 3458 „Kettentopologie“.
  - Wenn keine weiteren Geräte an der Gesamttopologie beteiligt sind, erscheint auch die Meldung Nr 3464 „Topol komplett“.
  - Wenn außerdem die Parametrierung der Geräte konsistent ist, d.h. bei der Einstellung des Funktionsumfangs (Abschnitt 2.1.1), der Anlagendaten 1 (2.1.2.1), der Anlagendaten 2 (2.1.4.1), der Topologie- und Wirkschnittstellenparameter (Abschnitt 2.2.3.1) die Voraussetzungen beachtet worden sind, verschwindet außerdem die Störungsmeldung für die überprüfte Schnittstelle, d.h. Nr 3229 „WS1 STOERUNG“ bzw. 3231 „WS2 STOERUNG“. Die Kommunikations- und Konsistenzprüfung ist damit abgeschlossen.
  - Verschwindet dagegen die Störungsmeldung der überprüften Schnittstelle nicht, muss der Fehler gefunden und beseitigt werden. Tabelle 3-22 zeigt die Meldungen, die auf solche Fehler aufmerksam machen.

Tabelle 3-22 Inkonsistenzmeldungen

Nr	Kurztext	Zustand	Bedeutung/Abhilfe
3233	„DT inkonsistent“	KOM	„Device Table inkonsistent“: Die Indizierung der Geräte ist inkonsistent (fehlende oder doppelte Nummern, vgl. Abschnitt 2.2.3.1)
3234	„DT ungleich“	KOM	„Device Table ungleich“: Die Geräteidentifikationsnummern der verschiedenen Geräte sind ungleich (vgl. Abschnitt 2.2.3.1)
3235	„Par. inkonsist.“	KOM	„Parametrierung inkonsistent“: Für die Geräte wurden unterschiedliche Funktionsparameter eingestellt, die an allen Enden gleich sein müssen: Differentialschutz vorhanden oder nicht (vgl. Abschnitt 2.1.1) Transformator im Schutzbereich oder nicht (vgl. Abschnitt 2.1.1) Nennfrequenz (vgl. Abschnitt 2.1.2) Betriebsleistung bzw. -strom (vgl. Abschnitt 2.1.4)
3487	„Gleiche G Adr“	KOM	„Gleiche Geräteadresse“: Für mehrere Geräte wurde der Parameter 4710 LOKALES GERAET gleich eingestellt.

Zuletzt darf keine Störungsmeldung der Wirkschnittstelle mehr anstehen.

Verfügbarkeit der Wirkschnittstellen

Die Qualität der Schutzdatenübertragung ist abhängig von der Verfügbarkeit aller Übertragungsmittel. Überprüfen Sie daher die Statistikmeldungen des Gerätes, an dem Sie sich gerade befinden.

Überprüfen Sie die folgenden Meldungen:

- Meldung Nr 7753 „WS1V/m“ (Verfügbarkeit pro Minute) und Meldung Nr 7754 „WS1V/h“ (Verfügbarkeit pro Stunde) sind die Verfügbarkeitswerte der Wirkschnittstelle 1. Der Wert für Nr 7753 „WS1V/m“ sollte nach zwei Minuten Betrieb eine minimale Verfügbarkeit pro Minute von 99,85 % erreichen. Der Wert für Nr 7754 „WS1V/h“ sollte nach einer Stunde Betrieb eine minimale Verfügbarkeit pro Stunde von 99,85 % erreichen.
- Für die Wirkschnittstelle 2 ist die Meldung Nr 7755 „WS2V/m“ und Nr 7756 „WS2V/h“ maßgebend, es gelten die gleichen Grenzen wie für Wirkschnittstelle 1.

Werden diese Werte nicht erreicht, so sollte die Kommunikationsverbindung überprüft werden.

Ist das Gerät GPS-synchronisiert, so wird die Laufzeit für jede Richtung angegeben:

- Für Wirkschnittstelle 1 gibt die Meldung Nr 7876 „WS1 LZ S“ die Sendelaufzeit und Nr 7875 „WS1 LZ E“ die Empfangslaufzeit an.
- Für Wirkschnittstelle 2 werden die Meldungen Nr 7878 „WS2 LZ S“ und Nr 7877 „WS2 LZ E“ entsprechend der Wirkschnittstelle 1 gezeigt.

In allen anderen Fällen wird der Mittelwert für beide Richtungen angegeben:

- Die Meldung Nr 7751 „WS1 LZ“ gibt die Laufzeit für die Wirkschnittstelle 1 an.
- Die Meldung Nr 7752 „WS2 LZ“ gibt die Laufzeit für die Wirkschnittstelle 2 an.

Überprüfung weiterer Verbindungen

Wenn mehr als zwei Geräte verbunden sind, wenn also das Schutzobjekt mehr als zwei Enden hat, oder wenn zwei Geräte zu Redundanzzwecken über beide Wirkschnittstellen miteinander verbunden sind, wiederholen Sie alle Überprüfungen, wie oben beschrieben, einschließlich der Konsistenzprüfung, für jede der Verbindungsmöglichkeiten.

Wenn alle an der Topologie beteiligten Geräte ordnungsgemäß kommunizieren und alle Parameter konsistent sind, erscheint die Meldung Nr 3464 „Topol komplett“.

Wenn Sie eine Ringtopologie haben, muss nach Schließen des Ringes auch die Meldung Nr 3457 „Ringtopologie“ erscheinen.

Wenn Sie eine Ringtopologie haben, statt der Meldung „Ringtopologie“ aber nur die Meldung „Kettentopologie“ (Nr 3458) erscheint, ist die Schutzdatenkommunikation zwar funktionsfähig, aber der Ring ist nicht geschlossen. Überprüfen Sie die noch fehlenden Verbindungen, wie oben beschrieben, einschließlich der Konsistenzprüfung bis alle Verbindungen zum Ring geschlossen sind.

Es darf keine Störungsmeldung der Wirkschnittstellen mehr anstehen.

WEB-Monitor

Mittels des WEB-Monitors kann die Topologie und die Statistik der Wirkschnittstellen grafisch auf dem Bildschirm dargestellt werden. Hierzu benötigt man einen Personalcomputer mit Web-Browser. Bild 3-26 zeigt die allgemeine Information der Kommunikationstopologie.

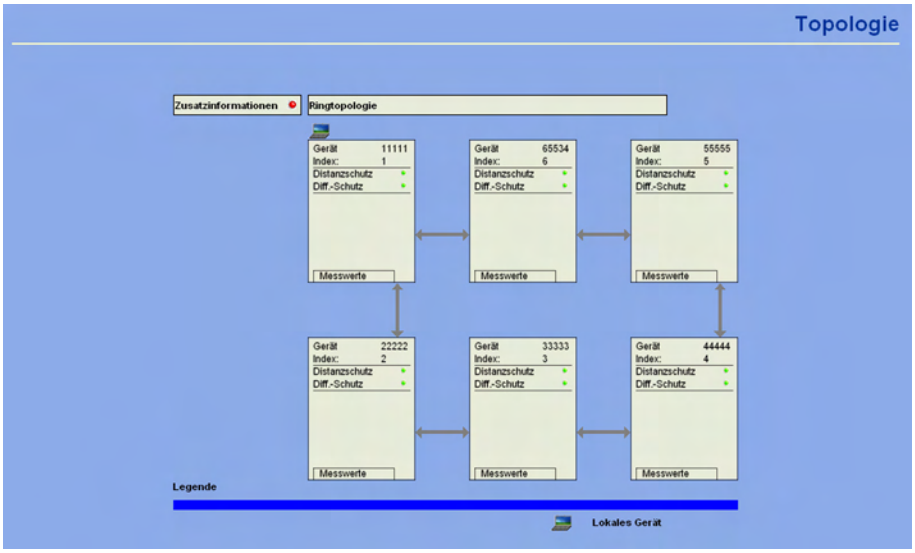


Bild 3-26 Kommunikations-Topologie – eingeschränkte Darstellung

Die Schaltfläche „Zusätzliche Informationen“ erweitert die Darstellung um folgende Informationen:

Der Timingmaster wird bei der Darstellung der Kommunikationstopologie durch das Symbol einer Uhr angezeigt.

Im Falle einer Fehlparametrierung oder fehlerhafter Verdrahtung können die Meldungen „Kommunikationstopologie nicht komplett“ (Topol komplett GEH), „Kommunikationstopologie nicht gültig“ und „Schutztopologie nicht gültig“ (weder Ringtopologie KOM noch Kettentopologie KOM) in einem roten Balken ausgegeben werden.

Die Darstellung der Leistungsschalterpositionen wird in die Topologiedarstellung integriert. Geschlossene Leistungsschalter werden grün, geöffnete Leistungsschalter rot und Leistungsschalter im undefinierten Zustand werden grau dargestellt.

Mit einer LED wird für das teilnehmende Gerät die Auswahl getroffen, ob die Kommunikationstopologie oder die Schutztopologie dargestellt werden soll. Die Darstellung der Verbindungen ändert sich entsprechend.

Um einen Überblick über die Qualität der einzelnen Kommunikationsstrecken zu bekommen, wird für jede Verbindung ein Verbindungsstatus angezeigt. Dieser kann die Zustände „OK“, „asynchrone Verbindung“ und „unbekannter Status“ annehmen.

Die Anzeige des Status erfolgt direkt in der Darstellung der Kommunikationsstrecke, d.h. in der Darstellung der Pfeile, die die Verbindung symbolisieren. Die Verbindung wird entsprechend ihrem Status eingefärbt, eine Legende am unteren Bildrand erklärt die Farbgebung. Fällt eine Verbindung komplett aus, so wird die Verbindung nicht mehr dargestellt.

Tabelle 3-23 Verbindungsstatus

Status	Farbe der Verbindungsdarstellung	Bemerkung
o.k.	grün	Die Verbindung ist in Ordnung.
ausgefallen	wird nicht dargestellt	
unsynchron	rot	Die Verbindung ist nicht für Schutzfunktionen nutzbar.
unbekannt	grau	

Im Bild 3-27 wird als weitere Information der Nebenkanal einer Ringtopologie gekennzeichnet. Dieses geschieht durch die dünneren Verbindungspfeile.

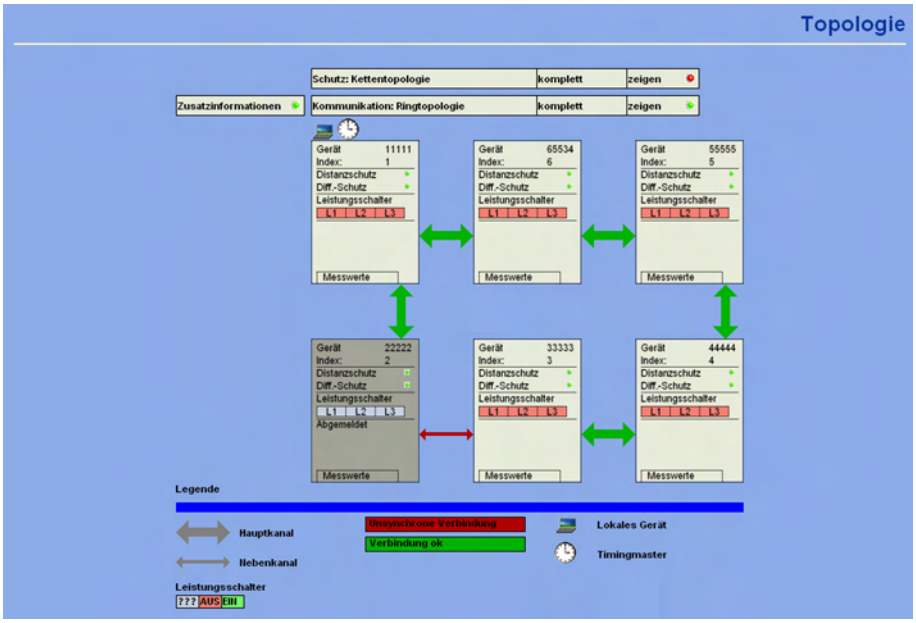


Bild 3-27 Topologie – Zusatzdarstellung

Bild 3-28 zeigt ein Beispiel für die Wirkschnittstellen-Statistik mit 2 Wirkschnittstellen. Dargestellt werden die Werte für die Laufzeiten und die Verfügbarkeit. Die Telegrammlaufzeiten werden nach RX- und TX-Richtung aufgeschlüsselt dargestellt, wobei von symmetrischen Verhältnissen ausgegangen wird, wenn keine GPS-Synchronisation vorhanden ist. In diesem Fall sind sie dargestellten Werte für die Laufzeit identisch.

Bild 3-28 Beispiel für Laufzeiten und Verfügbarkeit der Wirkschnittstelle

3.3.6 Prüfungen für den Leistungsschalterversagerschutz

Allgemeines

Wenn das Gerät über den Schalterversagerschutz verfügt und dieser verwendet wird, ist die Einbindung dieser Schutzfunktion in die Anlage praxisnah zu überprüfen.

Aufgrund der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten und der möglichen Anlagenkonfigurationen ist eine detaillierte Beschreibung der notwendigen Prüfungen nicht möglich. Auf jeden Fall sind die örtlichen Gegebenheiten und die Anlagen- und Schutzpläne zu beachten.

Es wird empfohlen, vor Beginn der Prüfungen den Leistungsschalter des zu prüfenden Abzweigs beidseitig zu isolieren, d.h., Leitungstrenner und Sammelschienentrenner sollen offen sein, damit der Schalter gefahrlos geschaltet werden kann.

VORSICHT

Auch bei den Prüfungen am örtlichen Abzweig-Leistungsschalter kommt es zum Auslösebefehl für die Sammelschiene.

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme kann zu leichten Körperverletzungen oder Sachschäden führen.

Zunächst die Auslösung für die umliegenden Schalter (Sammelschiene) unwirksam machen, z.B. durch Abschalten der entsprechenden Steuerspannungen.

Bis zur endgültigen Einschaltung wird auch das Auslösekommando des Abzweigschutzes zum Leistungsschalter unterbrochen, damit dieser nur durch den Schalterversagerschutz ausgelöst werden kann.

Die folgende Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, kann aber auch Punkte enthalten, die im aktuellen Anwendungsfall zu übergehen sind.

Leistungsschalter-Hilfskontakte

Wenn Leistungsschalter-Hilfskontakte an das Gerät angeschlossen sind, bilden diese einen wesentlichen Bestandteil der Sicherheit des Schalterversagerschutzes. Vergewissern Sie sich, dass die richtige Zuordnung überprüft worden ist.

Anwurfbedingungen extern

Wenn der Schalterversagerschutz auch von externen Schutzeinrichtungen gestartet werden kann, werden die externen Anwurfbedingungen überprüft. Je nach Einstellungen des Schalterversagerschutzes ist 1-polige oder 3-polige Auslösung möglich. Auch kann es sein, dass nach 1-poliger Auslösung der Zwangsgleichlauf des Gerätes oder des Schalters selbst zur 3-poligen Auslösung führt. Vergewissern Sie sich daher vorher, wie die Parameter des Schalterversagerschutzes eingestellt sind. Siehe auch Abschnitt 2.21.2, Adressen 3901 ff.

Damit der Schalterversagerschutz angeworfen werden kann, muss zumindest über die geprüfte Phase und Erde ein Strom fließen. Dies kann ein sekundär eingeprägter Strom sein.

Nach jedem Anwurf muss die Meldung „SVS Anwurf“ (Nr 1461) in den spontanen Meldungen oder Störfallmeldungen erscheinen.

Wenn nur 1-poliger Anwurf möglich ist:

- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes 1-polig L1:

  Binäreingabefunktionen „>SVS Start L1“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando je nach Parametrierung.
- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes 1-polig L2:

  Binäreingabefunktionen „>SVS Start L2“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando je nach Parametrierung.
- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes 1-polig L3:

  Binäreingabefunktionen „>SVS Start L3“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando je nach Parametrierung.
- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes 3-polig über alle drei Binäreingaben L1, L2 und L3:

  Binäreingabefunktionen „>SVS Start L1“, „>SVS Start L2“ und „>SVS Start L3“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando 3-polig.

Für 3-poligen Anwurf:

- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes 3-polig:

  Binäreingabefunktionen „>SVS START 3pol“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando je nach Parametrierung.

Prüfstrom abschalten.

Falls Start ohne Stromfluss möglich ist:

- Anwurf durch Auslösekommando des externen Schutzes ohne Stromfluss:

  Binäreingabefunktionen „>SVS STARTohneI“ und ggf. „>SVS Freigabe“ (in spontanen oder Störfallmeldungen). Auslösekommando je nach Parametrierung.

Sammelschienenauslösung

Für die Prüfung in der Anlage ist besonders wichtig, dass die Verteilung des Auslösekommandos bei Schalterversagen an die umliegenden Leistungsschalter richtig erfolgt.

Als umliegende Leistungsschalter werden alle die bezeichnet, welche bei Versagen des Abzweig-Leistungsschalters ausgelöst werden müssen, damit der Kurzschlussstrom unterbrochen wird. Dies sind also die Leistungsschalter aller Abzweige, über die die Sammelschiene oder der Sammelschienenabschnitt gespeist werden kann, an der der kurzschlussbehaftete Abzweig angeschlossen ist.

Eine allgemeine detaillierte Prüfvorschrift kann nicht aufgestellt werden, da die Definition der umliegenden Leistungsschalter weitgehend vom Aufbau der Schaltanlage abhängig ist.

Insbesondere bei Mehrfach-Sammelschienen muss die Verteilungslogik für die umliegenden Leistungsschalter überprüft werden. Hierbei ist für jeden Sammelschienenabschnitt zu überprüfen, dass im Falle des Versagens des betrachteten Abzweig-Leistungsschalters alle Leistungsschalter ausgelöst werden, die mit dem gleichen Sammelschienenabschnitt verbunden sind, und nur diese.

Auslösung des Gegenendes

Wenn das Auslösekommando des Leistungsschalter-Versagerschutzes auch den Leistungsschalter am Gegenende des betrachteten Abzweigs auslösen soll, muss auch der Übertragungskanal für diese Fernauslösung überprüft werden. Dies geschieht zweckmäßig zusammen mit der Übertragung weiterer Signale gemäß der Abschnitte „Prüfung der Signalübertragung mit ...“ weiter unten.

Abschluss

Alle provisorischen Maßnahmen, die für die Prüfung getroffen wurden, sind rückgängig zu machen, z.B. besondere Schaltzustände, unterbrochene Auslösekommandos, Änderungen an Einstellwerten oder Ausschalten einzelner Schutzfunktionen.

3.3.7 Überprüfung der Wandleranschlüsse eines Leitungsendes

Sollten Sekundärprüfeinrichtungen am Gerät angeschlossen sein, sind diese zu entfernen oder ggf. vorhandene Prüfschalter in Betriebsstellung zu schalten.

Hinweis

Es muss damit gerechnet werden, dass bei falschen Anschlüssen Auslösung erfolgt, auch an den gegenüberliegenden Enden des Schutzobjektes.

Vor dem Einschalten des Schutzobjektes an irgendeinem Ende ist sicherzustellen, dass zumindest an den speisenden Enden ein Kurzschlussschutz wirksam ist. Ist ein getrennter Reserveschutz (z.B. Überstromzeitschutz) vorhanden, so ist dieser zuerst in Betrieb zu nehmen und scharf zu schalten.

Spannungs- und Drehfeldprüfung

Sofern das Gerät an Spannungswandler angeschlossen ist, werden diese Anschlüsse mit Primärgrößen überprüft. Für Geräte ohne Spannungswandleranschluss kann der Rest diese Abschnitts übergangen werden.

Die Spannungswandleranschlüsse werden an jedem Ende des Schutzobjektes einzeln überprüft. Am anderen Ende (oder an den übrigen bei mehr als zwei Enden) bleibt der Leistungsschalter zunächst noch offen.

- Nach Einschalten des Leistungsschalters darf keine der Messwertüberwachungen im Gerät ansprechen.
  - Sollte doch eine Störungsmeldung vorliegen, so kann in den Betriebsmeldungen oder den spontanen Meldungen nachgesehen werden, welche Ursachen in Frage kommen.
  - Bei Meldung von der Symmetrieüberwachung ist es möglich, dass tatsächlich Unsymmetrien von der Primäranlage vorliegen. Sind diese normaler Betriebsfall, wird die entsprechende Überwachungsfunktion unempfindlicher eingestellt (siehe Abschnitt 2.23.1 unter Randtitel „Symmetrieüberwachungen“).

  Die Spannungen können als Primär- und Sekundärgrößen im Anzeigenfeld auf der Front bzw. über die Bedien- oder Serviceschnittstelle mittels Personalcomputer abgelesen und mit den tatsächlichen Messgrößen verglichen werden. Neben den Beträgen der Leiter-Erde- und verketteten Spannungen werden auch die Phasendifferenzen der Spannungen zueinander angezeigt, so dass auch die richtige Phasenfolge und Verpolung einzelner Wandler ersichtlich sind. Die Spannungen können auch mit dem „WEB-Monitor“ ausgelesen werden (siehe unten unter „Stromprüfung“).
- Die Spannungen müssen annähernd gleich sein. Alle drei Winkel φ (U_{Lx}–U_{Ly}) müssen annähernd 120° sein.
  - Sind die Messgrößen nicht plausibel, müssen die Anschlüsse nach Abschalten der Leitung kontrolliert und berichtigt werden. Beträgt z.B. die Phasendifferenz zwischen zwei Spannungen 60° statt 120°, muss eine verpolt sein. Das gleiche gilt, wenn verkettete Spannungen auftreten, die etwa gleich den Phasenspannungen sind, anstatt des $\sqrt{3}$-fachen. Die Messungen sind nach Korrektur der Anschlüsse zu wiederholen.
  - Das Drehfeld ist in der Regel rechtsdrehend. Hat das Netz ein Linksdrehfeld, muss dies an allen Enden des Schutzobjektes gleich sein. Die Phasenzuordnung der Messgrößen ist zu überprüfen und ggf. nach Abschalten der Leitung zu berichtigen. Die Messung ist dann zu wiederholen.
- Spannungswandler-Schutzschalter des Abzweigs ausschalten. Unter den Betriebsmesswerten erscheinen für die Spannungen Werte nahe 0 (geringfügige Spannungswerte sind unbedeutend).
  - Überzeugen Sie sich in den Betriebsmeldungen und den spontanen Meldungen, dass der Schutzschalterfall bemerkt wurde (Meldung „>U-Wdl.-Aut.“ „KOM“, Nr 361). Vorausgesetzt ist natürlich, dass die Stellung des Spannungswandler-Schutzschalters über Binäreingang an das Gerät gemeldet wird.
- Schutzschalter wieder einschalten: Die obige Meldung erscheint unter den spontanen Meldungen als „gehend“, d.h. „>U-Wdl.-Aut.“ „GEH“.
  - Sollte eine der Meldungen nicht erscheinen, sind Anschluss und Rangierung dieser Signale zu kontrollieren.
  - Sind „KOM“-Vermerk und „GEH“-Vermerk vertauscht, muss die Kontaktart (H-aktiv oder L-aktiv) kontrolliert und berichtigt werden.
- Das Schutzobjekt wird wieder abgeschaltet.
- Diese Prüfung ist an allen Enden durchzuführen.

3.3.8 Überprüfung der Wandleranschlüsse mit zwei Leitungsenden

Stromprüfung

Die Anschlüsse der Stromwandler werden mit Primärgrößen überprüft. Dazu ist Laststrom von mindestens 5 % des Betriebsnennstromes erforderlich. Die Richtung ist beliebig.

Diese Überprüfung kann nicht die Sichtkontrolle der richtigen Stromwandleranschlüsse ersetzen. Durchführung der Kontrollen gemäß Abschnitt „Kontrolle der Anlagenanschlüsse“ ist daher vorausgesetzt.

- Die Stromwandleranschlüsse werden an jedem Ende des Schutzobjektes überprüft. Der Strom durchfließt dabei das Schutzobjekt. Bei mehr als zwei Enden wird zunächst ein Stromweg (also zwei Enden) überprüft.
- Nach Einschalten der Leistungsschalter darf keine der Messwertüberwachungen im 7SD5 ansprechen. Sollte doch eine Störungsmeldung vorliegen, so kann in den Betriebsmeldungen oder den spontanen Meldungen nachgesehen werden, welche Ursachen in Frage kommen.
  - Bei Stromsummenfehler sind die Anpassungsfaktoren (Abschnitt 2.1.2 unter Randtitel „Stromanschluss“) zu überprüfen.
  - Bei Meldung von den Symmetrieüberwachungen ist es möglich, dass tatsächlich Unsymmetrien von der Primäranlage vorliegen. Sind diese normaler Betriebsfall, wird die entsprechende Überwachungsfunktion unempfindlicher eingestellt (siehe Abschnitt 2.23.1 unter Randtitel „Symmetrieüberwachungen“).

  Die Ströme können als Primär- und Sekundärgrößen im Anzeigenfeld auf der Front bzw. über die Bedien- oder Serviceschnittstelle mittels Personalcomputer abgelesen und mit den tatsächlichen Messgrößen verglichen werden. Neben den Beträgen werden auch die Phasendifferenzen der Ströme zueinander angezeigt, so dass auch die richtige Phasenfolge und Verpolung einzelner Wandler ersichtlich sind.

  Das „WEB-Monitor“ erlaubt ein bequemes Auslesen aller Messgrößen mit Visualisierung durch Zeigerdiagramme (Bild 3-29).
- Die Ströme müssen annähernd gleich sein. Alle drei Winkel φ (I_{Lx}–I_{Ly}) müssen annähernd 120° sein.
  - Sind die Messgrößen nicht plausibel, müssen die Anschlüsse nach Abschalten des Schutzobjektes und Kurzschließen der Stromwandler kontrolliert und berichtigt werden. Beträgt z.B. die Phasendifferenz zwischen zwei Strömen 60° statt 120°, muss einer verpolt sein. Das gleiche gilt, wenn ein erheblicher Erdstrom 3 I_0 auftritt:

    3 I0 $\approx$ Phasenstrom $\rightarrow$ ein oder zwei Phasenströme fehlen;

    3 I0 $\approx$ doppeltem Phasenstrom $\rightarrow$ ein oder zwei Phasenströme verpolt.
- Die Messungen sind nach Korrektur der Anschlüsse zu wiederholen.
- Die vorstehenden Kontrollen der Messgrößen auch am anderen Ende des geprüften Stromweges durchführen. Die Stromwerte des anderen Endes als Prozentwerte und die Phasenlagen können auch örtlich ausgelesen werden.

Im „WEB-Monitor“ können die örtlichen und fernen Messwerte grafisch angezeigt werden. Ein Beispiel zeigen die folgende Bilder.

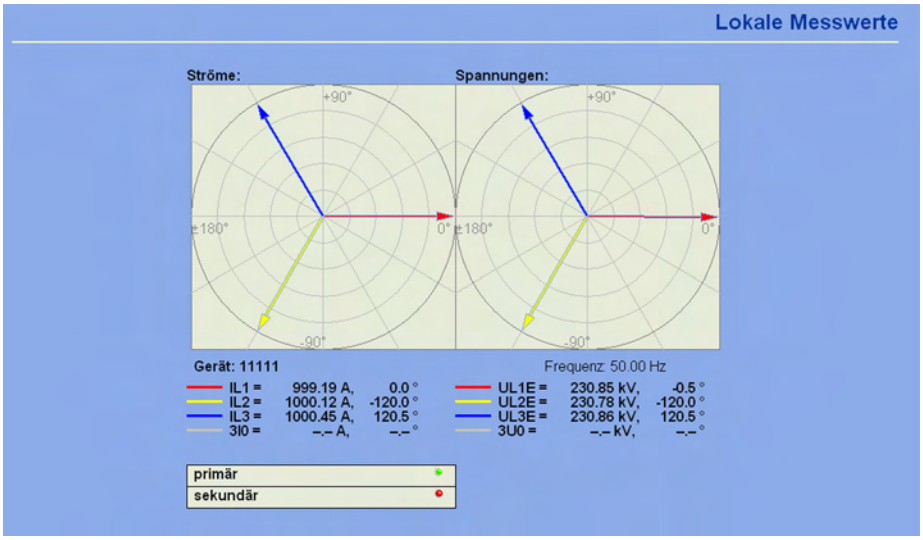


Bild 3-29 Lokale Messgrößen im WEB-Monitor – Beispiel für plausible Messgrößen

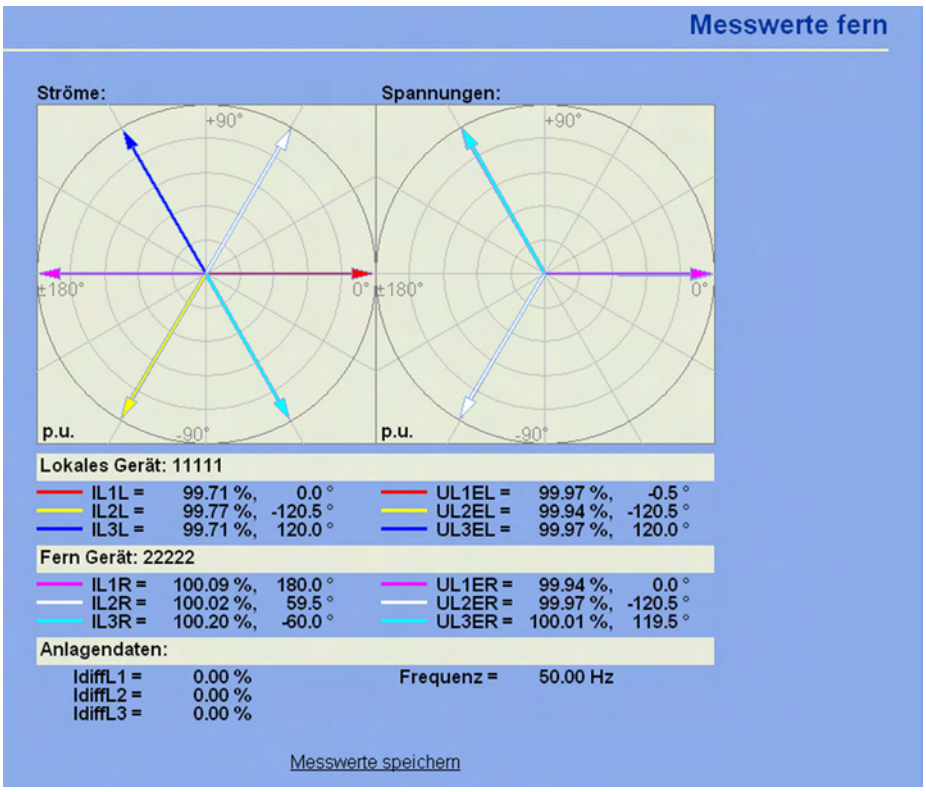


Bild 3-30 Ferne Messgrößen im WEB-Monitor – Beispiel für plausible Messgrößen

Polaritätsprüfung

Sofern das Gerät an Spannungswandler angeschlossen ist, erlauben bereits die örtlichen Messgrößen eine Polaritätsprüfung.

Bei mehr als zwei Enden wird weiterhin zuerst ein Stromweg überprüft. Der Laststrom von mindestens 5 % des Betriebsnennstromes ist weiterhin erforderlich. Die Richtung ist beliebig, muss aber bekannt sein.

- Bei eingeschalteten Leistungsschaltern werden nun die Leistungen als Primär- und Sekundärgrößen im Anzeigenfeld auf der Front bzw. über die Bedien- oder Serviceschnittstelle mittels Personalcomputer abgelesen.

  Auch hier ist der „WEB-Monitor“ eine bequeme Hilfe, da die Zeigerdiagramme auch die Zuordnung zwischen den Strömen und den Spannungen erkennen lassen (Bild 3-30). Zyklische und azyklische Phasenvertauschungen sind ohne Weiteres erkennbar.
- Am Gerät selber oder in DIGSI kann man sich an Hand der Leistungsmesswerte überzeugen, dass diese der Leistungsrichtung entsprechen (Bild 3-31):

  P positiv, wenn Wirkleistung in das Schutzobjekt fließt,

  P negativ, wenn Wirkleistung zur Sammelschiene fließt,

  Q positiv, wenn induktive Blindleistung in das Schutzobjekt fließt,

  Q negativ, wenn induktive Blindleistung zur Sammelschiene fließt.

  Daraus folgt auch, dass die Leistungen und ihre Komponenten an beiden Enden gegenteilige Vorzeichen haben müssen.

  Berücksichtigen Sie, dass hohe Ladeströme, wie sie bei langen Freileitungen oder bei Kabeln vorkommen können, kapazitiv sind, also einer negativen Blindleistung entsprechen. Dies kann trotz ohmisch-induktiver Last zu einer schwach negativen Blindleistung am speisenden Ende führen, wobei das andere Ende erhöhte negative Blindleistung zeigt. Der Einfluss ist um so gewichtiger, je niedriger der Laststrom für die Prüfung ist. Ggf. sollten Sie den Laststrom erhöhen, um klarere Verhältnisse zu bekommen.

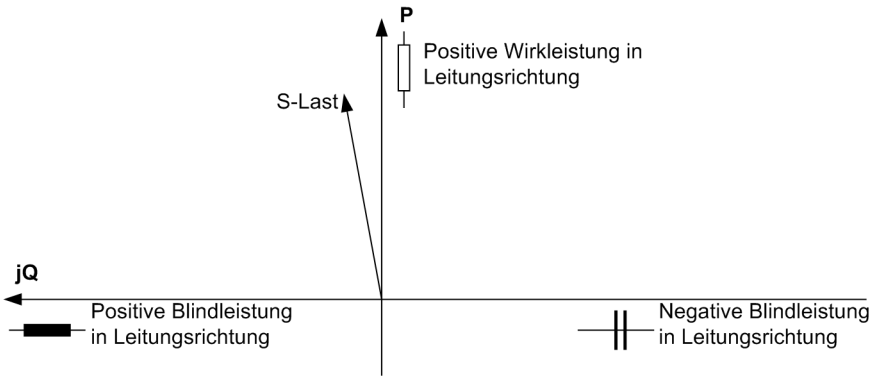


Bild 3-31 Lastscheinleistung

- Die Leistungsmessung gibt einen ersten Hinweis auf die richtige Polarität der Messgrößen eines Endes.
  - Stimmt die Blindleistungsrichtung, aber die Wirkleistung hat ein falsches Vorzeichen, liegt möglicherweise ein zyklischer Phasentausch der Ströme (rechts) oder der Spannungen (links) vor;
  - Stimmt die Wirkleistungsrichtung, aber die Blindleistung hat ein falsches Vorzeichen, liegt möglicherweise ein zyklischer Phasentausch der Ströme (links) oder der Spannungen (rechts) vor;
  - Haben sowohl Wirk- als auch Blindleistung falsche Vorzeichen, so ist die Polarität gemäß Adresse 201 **I-WDL STERNPKT.** zu kontrollieren und richtigzustellen.

  Auch die Phasenwinkel zwischen Strömen und Spannungen müssen schlüssig sein. Alle drei Phasenwinkel φ (U_{Lx}–I_{Lx}) müssen etwa gleich sein und den Betriebszustand wiedergeben. Bei Leistung in Richtung Schutzobjekt entsprechen sie der aktuellen Phasenverschiebung (cos φ positiv); bei Leistung in Richtung Sammelschiene sind sie um 180° höher (cos φ negativ). U.U. müssen jedoch Ladeströme berücksichtigt werden (siehe oben).
- Die Messungen sind ggf. nach Korrektur der Anschlüsse zu wiederholen.
- Die vorstehenden Kontrollen der Messgrößen auch am anderen Ende des geprüften Stromweges durchführen. Die Strom- und Spannungswerte sowie die Phasenwinkel des anderen Endes können als Prozentwerte auch örtlich ausgelesen werden. Beachten Sie, dass bei durchfließenden Strömen diese an beiden Enden im Idealfall (ohne Ladeströme) gegenteilige Vorzeichen haben, also um 180° gedreht sind. Im „WEB-Monitor“ können die örtlichen und fernen Messwerte grafisch angezeigt werden. Ein Beispiel ist in Bild 3-30 gezeigt.
- Das Schutzobjekt wird nun abgeschaltet, die Leistungsschalter werden also geöffnet.

Polaritätsprüfung für den Spannungseingang U_4

Je nach Verwendung des Spannungs-Messeingangs U_4 ist eine Polaritätsprüfung notwendig. Ist an diesem Eingang keine Messspannung angeschlossen, ist dieser Abschnitt ohne Belang.

Wird der Eingang U_4 für die Messung einer Spannung für Überspannungsschutz verwendet (**Anlagendaten 1** Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***UX-Wandler***), ist keine Polaritätsprüfung erforderlich, da die Polarität hier ohne Belang ist. Der Spannungsbetrag wurde zuvor geprüft.

Wird der Eingang U_4 für die Messung der Verlagerungsspannung U_{en} verwendet (**Anlagendaten 1** Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Uen-Wandler***), wird die Polarität zusammen mit der Stromprüfung überprüft (siehe weiter unten).

Wird der Eingang U_4 für die Messung einer Sammelschienenspannung für Synchronkontrolle verwendet (**Anlagendaten 1** Adresse 210 **U4-WANDLER** = ***Usy2-Wandler***), ist die Polarität mit Hilfe der Synchronkontrollfunktion wie folgt zu überprüfen:

Nur für Synchronkontrolle

Das Gerät muss über die Synchron- und Spannungskontrolle verfügen und diese muss unter Adresse 135 ***vorhanden*** projektiert sein (siehe Abschnitt 2.1.1.3).

Die Synchronisierspannung U_{sy2} muss unter Adresse 212 **ANSCHLUSS Usy2** richtig angegeben sein (siehe Abschnitt 2.1.2.1).

Liegt kein Transformator zwischen den beiden Messstellen, muss Adresse 214 φ **Usy2-Usy1** auf ***0***° eingestellt sein (siehe Abschnitt 2.1.2.1).

Wird dagegen über einen Transformator gemessen, muss dieser Winkel der Phasendrehung durch die Schaltgruppe des Transformators entsprechen (siehe auch das Beispiel in Abschnitt 2.1.2.1).

Gegebenenfalls müssen unterschiedliche Übersetzungen der Wandler von beiden Messstellen U_{sy1} und U_{sy2} unter Adresse 215 **Usy1/Usy2 WDL** berücksichtigt sein.

Die Synchron- und Spannungskontrolle muss unter Adresse 3501 **SYNCH-KONTR.** ***Ein***geschaltet sein.

Eine zusätzliche Hilfe bei der Anschlusskontrolle sind die Meldungen 2947 „Sync. Udiff>“ und 2949 „Sync. PHIdiff>“ in den spontanen Meldungen.

- Leistungsschalter ist offen. Der Abzweig ist spannungslos. Die Schutzschalter beider Spannungswandlerkreise sind einzuschalten.
- Für die Synchronkontrolle wird das Programm **AW DURCHST.** = ***Ja*** (Adresse 3519) eingestellt; die übrigen Programme (Adressen 3515 bis 3518) stehen auf ***Nein***.
- Über Binäreingabe (Nr 2906 „>Sync. Mess.AWE“) wird eine Messanforderung eingegeben. Die Synchronkontrolle muss Freigabe erteilen (Meldung „Sync. EIN-Frei“, Nr 2951). Ist das nicht der Fall, kontrolliert man nochmals alle relevanten Parameter (Synchronkontrolle richtig projektiert und eingeschaltet, siehe Abschnitte 2.1.1.3, 2.1.2.1 und 2.17.2).
- Adresse 3519 **AW DURCHST.** auf ***Nein*** stellen.
- Nun wird bei offenem Leitungstrenner der Leistungsschalter zugeschaltet (siehe Bild 3-32). Beide Spannungswandler erhalten so die gleiche Spannung.
- Für die Synchronkontrolle wird das Programm **AW SYNCHRON** = (Adresse 3515) eingestellt.
- Über Binäreingabe (Nr 2906 „>Sync. Mess.AWE“) wird eine Messanforderung eingegeben. Die Synchronkontrolle muss Freigabe erteilen (Meldung „Sync. EIN-Frei“, Nr 2951).

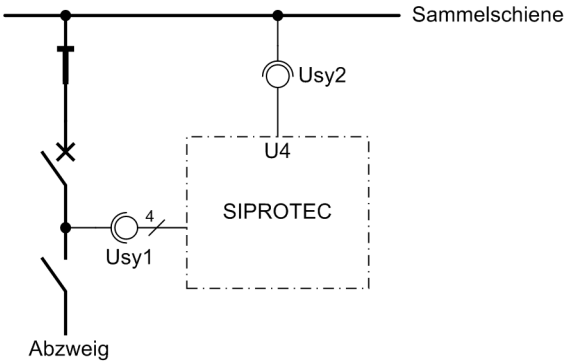


Bild 3-32 Messspannungen zur Synchronkontrolle — Beispiel

- Ist das nicht der Fall, kontrolliert man zunächst, ob eine der vorgenannten Meldungen 2947 „Sync. Udiff>“ oder 2949 „Sync. PHIdiff>“ in den spontanen Meldungen vorliegen.

  Die Meldung „Sync. Udiff>“ lässt darauf schließen, dass die Betragsanpassung nicht korrekt ist. Kontrollieren Sie Adresse 215 **Usy1/Usy2 WDL** und berechnen Sie den Anpassungsfaktor ggf. neu.

  Die Meldung „Sync. PHIdiff>“ lässt darauf schließen, dass die Anschlussanpassung, in diesem Beispiel von der Sammelschiene, nicht mit der unter Adresse 212 **ANSCHLUSS Usy2** (siehe Abschnitt 2.1.2.1) parametrierten übereinstimmt. Bei Messung über einen Transformator ist auch Adresse 214 φ **Usy2-Usy1** zu kontrollieren; diese muss die Schaltgruppe anpassen (siehe Abschnitt 2.1.2.1). Sind diese richtig, liegt wahrscheinlich eine Verpolung der Spannungswandleranschlüsse für U_{sy2} vor.
- Für die Synchronkontrolle wird das Programm **AW SYN Us1>Us2<** = ***Ja*** (Adresse 3517) und **AW SYNCHRON** = (Adresse 3515) eingestellt.
- Spannungswandler-Schutzschalter der Messstelle U_{sy2} (Nr 362 „>Usy2-Wdl.-Aut.“) ausschalten.
- Über Binäreingabe (Nr 2906 „>Sync. Mess.AWE“) wird eine Messanforderung eingegeben. Es erfolgt keine Einschaltfreigabe. Wenn doch, ist der Spannungswandler-Schutzschalter für die Messstelle U_{sy2} nicht rangiert. Klären Sie, ob dies Sollfunktion ist und überprüfen Sie ggf. die Binäreingabe „>Usy2-Wdl.-Aut.“ (Nr 362).
- Spannungswandler-Schutzschalter der Messstelle U_{sy2} wieder einschalten.
- Leistungsschalter öffnen.

- Für die Synchronkontrolle wird das Programm **AW SYN Us1<Us2>** = ***Ja*** (Adresse 3516) und **AW SYN Us1>Us2<** = ***Nein*** (Adresse 3517) eingestellt.
- Über Binäreingabe (Nr 2906„>Sync. Mess.AWE“) wird eine Messanforderung eingegeben. Die Synchronkontrolle muss Freigabe erteilen (Meldung „Sync. EIN-Frei“, Nr 2951). Ist das nicht der Fall, kontrollieren Sie nochmals sorgfältig alle Spannungsanschlüsse und die zugehörigen Parameter nach Abschnitt 2.1.2.1.
- Spannungswandler-Schutzschalter der Messstelle U_{sy1} (Nr 361 „>U-Wdl.-Aut.“) ausschalten.
- Über Binäreingabe (Nr 2906 „>Sync. Mess.AWE“) wird eine Messanforderung eingegeben. Es erfolgt keine Einschalt-Freigabe.
- Spannungswandler-Schutzschalter der Messstelle U_{sy1} wieder einschalten.

Adressen 3515 bis 3519 richtigstellen, da sie für die Prüfung verändert worden sind. Wenn die Rangierung von LED oder Melderelais für die Prüfung geändert wurde, ist auch diese wieder richtigzustellen.

Polaritätsprüfung für den Stromeingang I_4

Beim Standardanschluss des Gerätes, wenn der Stromeingang I_4 am Sternpunkt des Stromwandlersatzes angeschlossen ist (siehe auch Anschlussschaltbilder im Anhang A.3), ergibt sich die richtige Polarität des Erdstrompfades in der Regel von selbst.

Wird jedoch der Strom I_4 von einem gesonderten Summenstromwandler zugeführt, ist eine zusätzliche Richtungsprüfung für diesen Strom notwendig.

Verfügt das Gerät über den empfindlichen Stromeingang für I_4 und wird es mit Erdschlusserfassung in einem isolierten oder gelöschten Netz eingesetzt, wurde die Polaritätsprüfung für I_4 bereits bei der Erdschlussprüfung gemäß dem vorherigen Abschnitt durchgeführt. Dieser Abschnitt ist dann ohne Belang.

Ansonsten wird die Prüfung bei unterbrochenem Auslösekreis mit primärem Laststrom durchgeführt. Dabei ist anzumerken, dass bei allen Simulationen, die nicht exakt den praktischen Fällen entsprechen, durch Unsymmetrien der Messgrößen die Messgrößenüberwachungen ansprechen können. Diese sind also bei solchen Prüfungen zu ignorieren.

GEFAHR

Gefährliche Spannungen bei Unterbrechungen in den Stromwandler-Sekundärkreisen

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme werden Tod, schwere Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Sekundäranschlüsse der Stromwandler kurzschließen, bevor die Stromzuleitungen zum Gerät unterbrochen werden.

I_4 von eigener Leitung

Zur Bildung einer Verlagerungsspannung wird die e-n-Wicklung einer Phase des Spannungswandlersatzes (z.B. L1) umgangen (siehe Bild 3-33). Ist kein Anschluss an den e-n-Wicklungen der Spannungswandler vorgesehen, wird die entsprechende Phase sekundärseitig unterbrochen. Über den Strompfad wird nur der Strom desjenigen Wandlers geleitet, in dessen Phase die Spannung im Spannungspfad fehlt; die anderen beiden Stromwandler sind kurzgeschlossen. Wird in die Leitung ohmisch-induktive Last transportiert, bestehen für den Schutz prinzipiell die gleichen Verhältnisse wie bei einem Erdkurzschluss in Leitungsrichtung.

Mindestens eine der Stufen des Erdkurzschlussschutzes muss gerichtet eingestellt sein (Adressen 31x0 des Erdkurzschlussschutzes). Deren Ansprechwert muss vom Laststrom der Leitung überschritten werden; nötigenfalls wird der Anregewert niedriger eingestellt. Notieren Sie sich, welche Parameter Sie verändert haben.

Nach Einschalten der Leitung und wieder Abschalten Richtungsanzeige kontrollieren: In den Störfallmeldungen müssen mindestens die Meldungen „EF G-Anr“ und „EF Anr vorw.“ enthalten sein. Fehlt die gerichtete Anregung, so liegt entweder beim Erdstromanschluss oder beim Anschluss der Verlagerungsspannung ein Anschlussfehler vor. Wird die falsche Richtung angegeben, fließt entweder die Leistung von der Leitung zur Sammelschiene oder der Erdstrompfad ist verpolt. Im letzteren Fall ist der Anschluss nach Abschalten der Leitung und Kurzschließen der Stromwandler richtigzustellen.

Die Spannungen können im Anzeigenfeld auf der Front bzw. über die Bedien- oder Serviceschnittstelle mittels Personalcomputer abgelesen und mit den tatsächlichen Messgrößen verglichen werden, als Primär- und Sekundärgrößen. Neben den Beträgen der Spannungen werden auch die Phasendifferenzen der Spannungen zueinander angezeigt, so dass auch die richtige Phasenfolge und Verpolung einzelner Wandler ersichtlich wird. Die Spannungen können auch mit dem WEB-Monitor ausgelesen werden.

Fehlt die Anregemeldung überhaupt, so ist möglicherweise der gemessene Erdstrom zu gering.

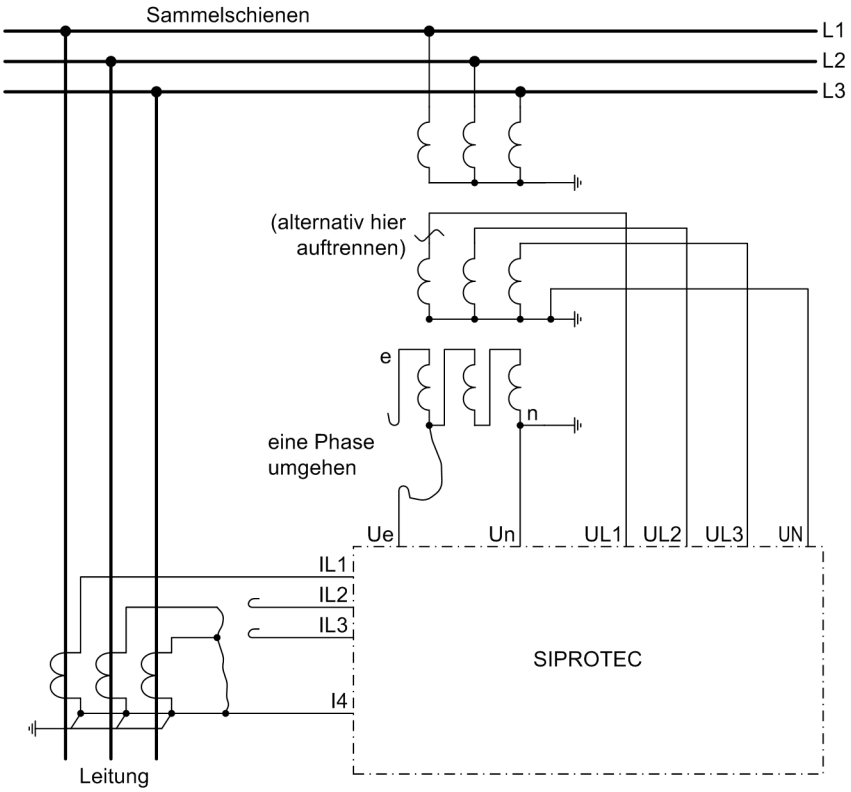


Bild 3-33 Polaritätsprüfung für I_4, Beispiel für Stromwandlersatz in Holmgreen-Schaltung

Hinweis

Wenn für diese Prüfung Parameter verändert wurden, sind diese zum Schluss wieder auf den Sollzustand einzustellen!

I_4 von Parallelleitung

Ist I_4 der Strom einer Parallelleitung, wird vorstehende Prozedur mit dem Stromwandlersatz der Parallelleitung durchgeführt (Bild 3-34). Hier wird ähnlich wie im vorigen Absatz verfahren, jedoch ein 1-phasiger Strom von der Parallelleitung eingekoppelt. Die Parallelleitung muss, die eigene Leitung sollte Laststrom führen. Die Leitungen bleiben für die Dauer der Messung eingeschaltet.

Bei richtiger Polung des Erdstromes der Parallelleitung muss die gemessene Impedanz der geprüften Schleife (im Beispiel Bild 3-34 L1-E) durch den Parallelleitungseinfluss kleiner werden (Lastfluss in beiden Leitungen in die gleiche Richtung). Die Impedanz kann in den Betriebsmesswerten, als Primär- und Sekundärgröße, ausgelesen werden.

Vergrößert sich dagegen die Impedanz gegenüber der Messung ohne Parallelleitung, ist der Strommesseingang I_4 verpolt. Nach Abschalten beider Leitungen und Kurzschließen der Stromwandler sind die Anschlüsse zu kontrollieren und richtigzustellen. Die Messung wird danach wiederholt.

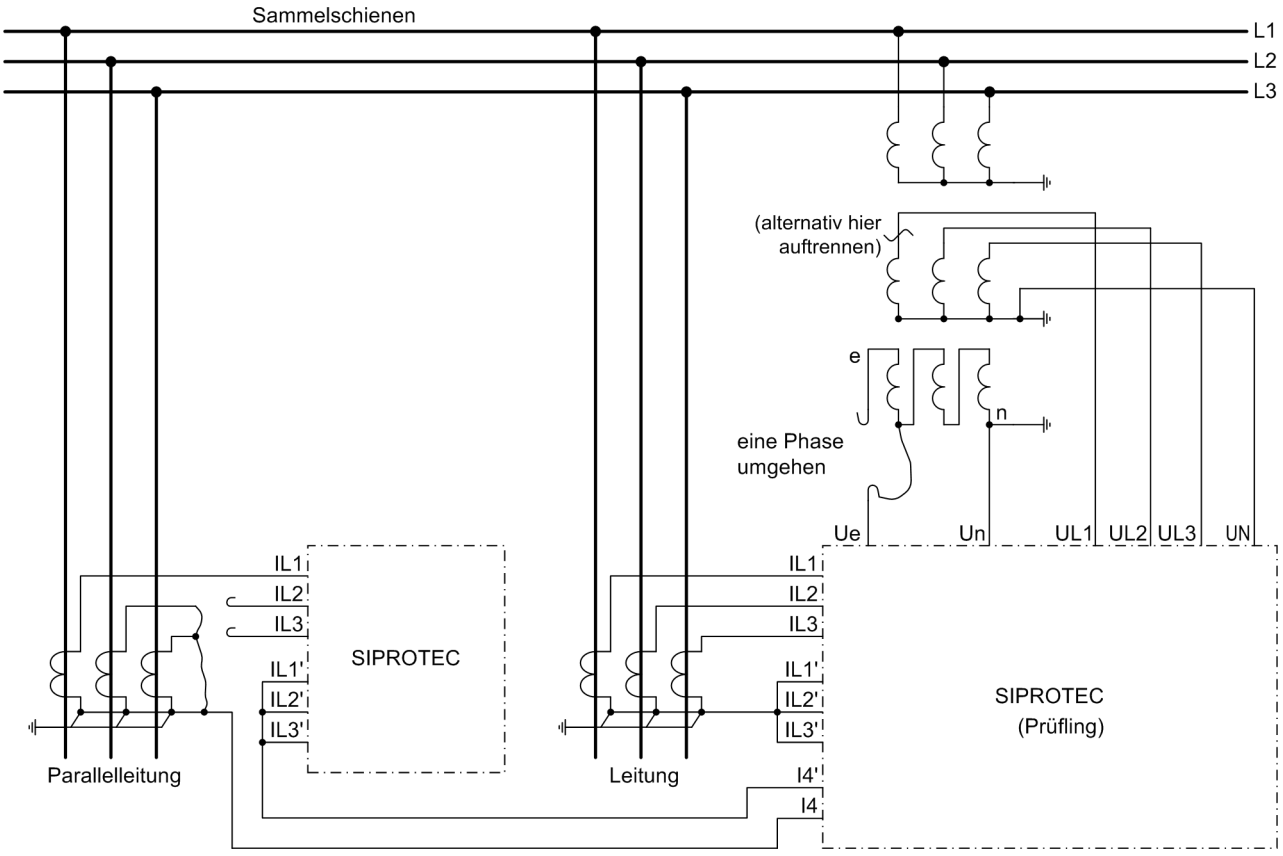


Bild 3-34 Polaritätsprüfung für I_4, Beispiel für Erdstrom einer Parallelleitung

I_4 von einem Transformatorsternpunkt

Ist I_4 der Erdstrom von der Sternpunktzuführung eines geerdeten Transformators, der zur Richtungsbestimmung des Erdkurzschlussschutzes (für geerdete Netze) herangezogen wird, kann die Polaritätskontrolle nur mit einem Nullstrom über den Transformator durchgeführt werden. Hierzu wird eine Prüfspannungsquelle (1-phasige Niederspannung) benötigt.

VORSICHT

Speisung von Nullströmen über einen Transformator ohne Dreieckswicklung

Unzulässige Erwärmung des Transformators möglich!

Nullströme über einen Transformator nur speisen, wenn dieser über eine Dreieckswicklung verfügt, also z.B. Yd, Dy oder Yy mit Ausgleichswicklung.

GEFAHR

Spannungsführende Anlagenteile! Kapazitiv eingekoppelte Spannungen an spannungslosen Teilen!

Nichtbeachtung der folgenden Maßnahme werden Tod, schwere Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden zur Folge haben.

Primäre Maßnahmen nur an spannungslosen und geerdeten Anlagenteilen durchführen!

Die Anordnung nach Bild 3-35 entspricht einem durchfließenden Erdstrom, also einem Erdkurzschluss in Vorwärtsrichtung.

Mindestens eine der Stufen des Erdkurzschlussschutzes muss gerichtet eingestellt sein (Adressen 31xx des Erdkurzschlussschutzes). Deren Ansprechwert muss vom Prüfstrom der Leitung überschritten werden; nötigenfalls wird der Anregewert niedriger eingestellt. Notieren Sie sich, welche Parameter Sie verändert haben.

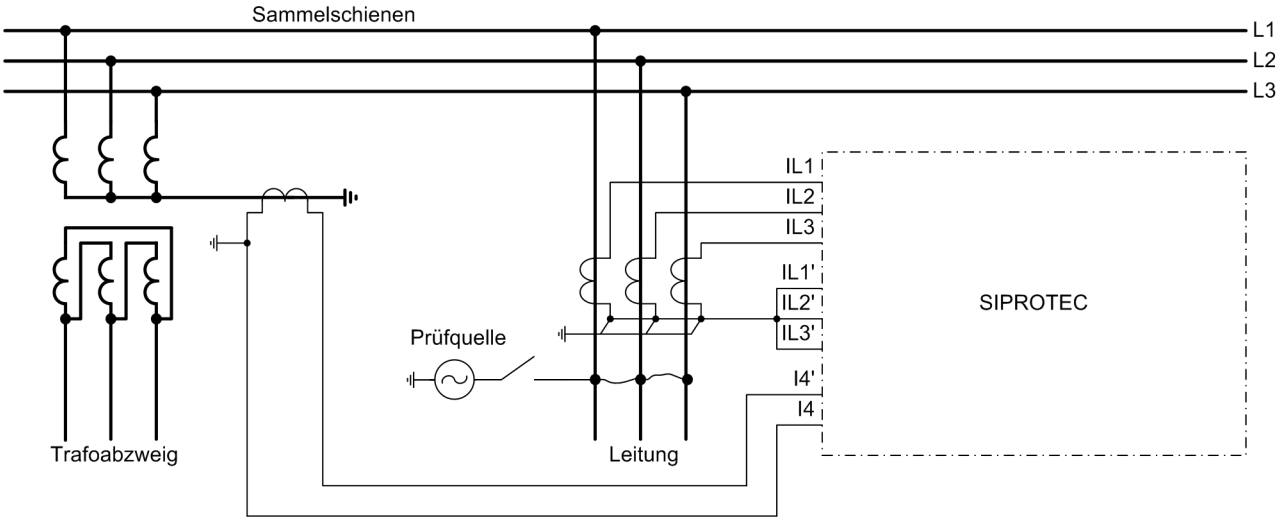


Bild 3-35 Polaritätsprüfung für I_4, Beispiel für Erdstrom vom Transformatorsternpunkt

Nach Einschalten der Prüfquelle und Wiederabschalten Richtungsanzeige kontrollieren: In den Störfallmeldungen müssen mindestens die Meldungen „EF G-Anr“ und „EF Anr vorw.“ enthalten sein. Fehlt die gerichtete Anregung, so liegt beim Erdstromanschluss I_4 ein Anschlussfehler vor. Wird die falsche Richtung angegeben, ist der Erdstromanschluss I_4 verpolt. Im letzteren Fall ist der Anschluss nach Abschalten der Prüfquelle richtigzustellen. Die Messungen sind dann zu wiederholen.

Fehlt die Anregemeldung überhaupt, so ist möglicherweise der Prüfstrom zu gering.

Hinweis

Wenn für diese Prüfung Parameter verändert wurden, sind diese zum Schluss wieder auf den Sollzustand einzustellen!

Messung der Differential- und Stabilisierungsströme

Den Abschluss der Prüfung für zwei Enden bildet das Auslesen der Differential-, Stabilisierungs- und Ladeströme. Hiermit wird gleichzeitig überprüft, dass die Stromwandleranschlüsse nach der I_4-Prüfung (falls diese durchgeführt wurde) wieder richtig gestellt worden sind.

- Lesen Sie die Differential-, Stabilisierungs- und Ladeströme aus. Diese sind im Gerätedisplay oder unter DIGSI unter den Messwerten für jede Phase verfügbar.
  - Die Differentialströme müssen gering sein, d.h. mindestens eine Größenordnung niedriger als die durchfließenden Ströme. Wenn bei langen Freileitungen oder Kabeln mit hohen Ladeströmen zu rechnen ist, gehen diese allerdings zusätzlich in die Differentialströme ein.
  - Die Maxima der ausgelesenen Messwerte für den Ladestrom (3 Werte) werden umgerechnet auf Ampere bei **I-DIFF>** eingetragen. Empfohlener Wert für die Ansprechschwelle ist $1 \cdot I_{cN}$.
  - Die Stabilisierungsströme ergeben sich aus dem Ansprechwert **I-DIFF>** (Adresse 1210, vgl. Abschnitt 2.3.2) zuzüglich der Summe der zu tolerierenden Fehlerströme: die örtlich zulässigen Stromwandlerfehler gemäß Adresse 253 **F bei N_B/N_N** (vgl. Abschnitt 2.1.2), die am anderen Ende zulässigen Stromwandlerfehler gemäß der dortigen Einstellung sowie der internen Abschätzung der Systemfehler (Frequenz-, Synchron- und Laufzeitdifferenzfehler). Mit den voreingestellten Werten für **I-DIFF>** ($0{,}3\ I_N$) und **F bei N_B/N_N** (5,0 % = 0,05) ergibt sich:

$$\frac{I_{stab}}{I_{NB}} = \underbrace{0{,}3 \cdot \frac{I_{N1}}{I_{NB}}}_{\substack{\text{Einstellw.}\\ \textbf{IDIFF>}}} + \underbrace{0{,}05 \cdot \frac{I}{I_{N1}}}_{\substack{\text{zul. örtlicher}\\ \text{Wandler-}\\ \text{fehler}}} + \underbrace{0{,}05 \cdot \frac{I}{I_{N2}}}_{\substack{\text{zul. ferner}\\ \text{Wandler-}\\ \text{fehler}}} + \text{Systemfehler}$$

mit

I dem tatsächlich fließenden Strom,

I_{NB} dem Betriebsnennstrom (wie parametriert),

I_{N1} dem primären Nennstrom der örtlichen Stromwandler,

I_{N2} dem primären Nennstrom der Stromwandler des fernen Endes.

Im „WEB-Monitor“ sind die Differential- und Stabilisierungsströme grafisch in einem Diagramm der Kennlinie dargestellt. Ein Beispiel ist in Bild 3-36 gezeigt.

- Tritt ein Differentialstrom in der Größenordnung des doppelten durchfließenden Stromes auf, liegt eine Verpolung des/der Stromwandler(s) an einem Leitungsende vor. Überprüfen Sie nochmals die Polarität und stellen Sie sie nach Kurzschließen aller drei Stromwandler richtig. Wenn Sie an Stromwandlern Änderungen vorgenommen haben, machen Sie auch nochmals die Leistungs- oder Winkelprüfung.
- Zum Schluss Leistungsschalter wieder ausschalten.
- Falls für die Prüfungen Parameter geändert wurden, diese wieder auf die im Betrieb erforderlichen Werte einstellen.

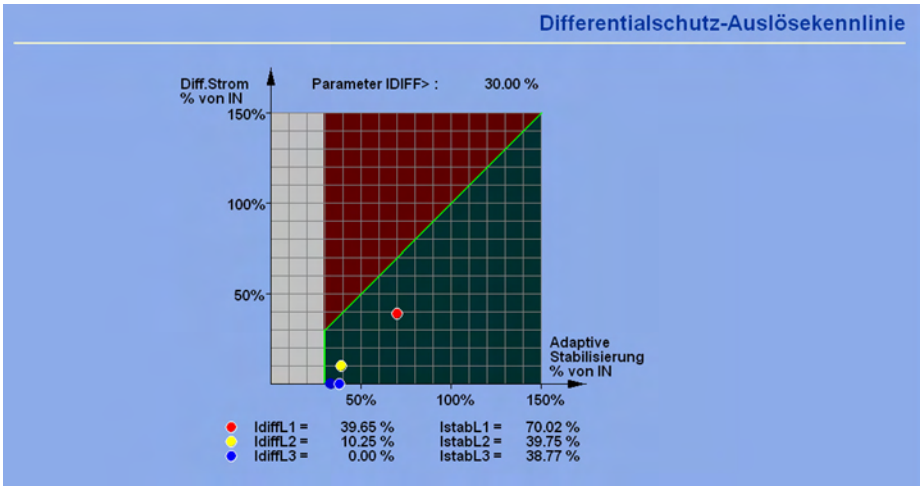


Bild 3-36 Differential- und Stabilisierungsströme – Beispiel für plausible Messgrößen

3.3.9 Überprüfung der Wandleranschlüsse bei mehr als zwei Enden

Bei mehr als zwei Enden sind sämtliche Prüfungen gemäß obigem Abschnitt „Überprüfung der Wandleranschlüsse mit zwei Enden“ – soweit sie im vorliegenden Fall zutreffen – für die anderen Stromwege so zu wiederholen, dass alle Enden des Schutzobjektes mindestens einmal in die Stromflussprüfung einbezogen worden sind. Es ist nicht nötig, jeden möglichen Stromweg zu überprüfen.

An den jeweils nicht in die Prüfung einbezogenen Enden bleiben die Leistungsschalter offen. Beachten Sie auch alle Hinweise – insbesondere die Gefahrenwarnung des obigen Abschnittes „Überprüfung der Wandleranschlüsse mit zwei Enden“.

Nach der letzten Prüfung werden die Leistungsschalter wieder ausgeschaltet.

Falls für die Prüfungen Parameter geändert wurden, müssen diese zuletzt wieder auf die im Betrieb erforderlichen Werte eingestellt werden.

3.3.10 Messung der Eigenzeit des Leistungsschalters

Nur für Synchronkontrolle

Wenn das Gerät über die Synchron- und Einschaltkontrolle verfügt und diese verwendet wird, ist es für das Einschalten unter asynchronen Netzbedingungen unerlässlich, dass die Eigenzeit des Leistungsschalters beim Schließen gemessen und richtig eingestellt wird. Ohne Synchronkontrollfunktion oder wenn mit dieser ausschließlich bei synchronen Netzbedingungen geschaltet wird, ist dieser Abschnitt ohne Belang.

Zur Messung der Eigenzeit eignet sich eine Anordnung nach Bild 3-37. Der Zeitmesser wird auf den Bereich 1 s bzw. auf eine Auflösung von 1 ms eingestellt.

Der Leistungsschalter wird von Hand zugeschaltet; damit wird gleichzeitig der Zeitmesser gestartet. Nach Schließen der Pole des Leistungsschalters erscheint die Spannung U_{sy1} bzw. U_{sy2}; damit wird der Zeitmesser gestoppt. Die am Zeitmesser angezeigte Zeit ist die reale Schaltereinschaltzeit.

Sollte der Zeitmesser wegen ungünstigen Einschaltaugenblicks nicht gestoppt werden, wird der Versuch wiederholt.

Besonders günstig ist es, wenn man aus mehreren (3 bis 5) erfolgreichen Schaltversuchen den Mittelwert errechnet.

Stellen Sie diese Zeit unter Adresse 239 als **`T LS-EIN`** (unter **`Anlagendaten 1`**) ein. Wählen Sie den nächst niedrigeren einstellbaren Wert.

Hinweis

Die Eigenzeit der beschleunigten Ausgangsrelais für Kommandogabe wird vom Gerät selbsttätig berücksichtigt. Das Einschaltkommando soll also auf ein solches Relais rangiert sein. Ist das nicht der Fall, addieren Sie zu der gemessenen Schaltereigenzeit noch 3 ms für die größere Reaktionszeit der „normalen“ Ausgangsrelais. Werden dagegen High-Speed-Relais benutzt, so müssen Sie von der gemessenen Schaltereigenzeit 4 ms abziehen.

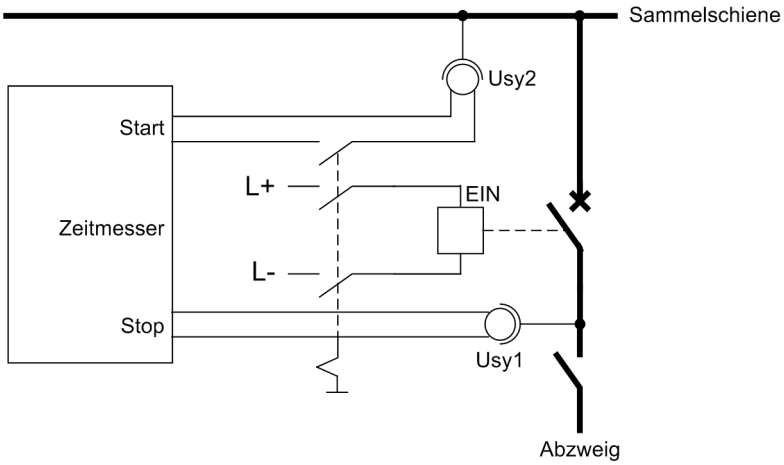


Bild 3-37 Messung der Leistungsschaltereinschaltzeit

3.3.11 Prüfung der Signalübertragung mit Distanzschutz

Hinweis

Sofern das Gerät mit Signalübertragung arbeiten soll, sind zunächst alle an der Übertragung der Signale beteiligten Geräte nach den zugehörigen Unterlagen in Betrieb zu nehmen.

Der gesamte folgende Abschnitt gilt nur für die konventionellen Übertragungsverfahren. Für die Verwendung mit Wirkschnittstellen ist er ohne Belang.

Für die funktionelle Übertragungsprüfung sollte der Erdkurzschlussschutz unwirksam sein, damit die Versuche nicht durch Signale von diesem beeinflusst werden: Adresse 3101 **ERDFEHLER** = ***Aus***.

Prüfung bei Streckenschutz

Die Betriebsart Streckenschutz unterscheidet sich durch die Art der Übertragung (Gleichstrom-Ruheschleife) wesentlich von den anderen Signalübertragungsverfahren. Die Überprüfung wird unter diesem Randtitel beschrieben. Wird ein anderes Übertragungsverfahren verwendet, kann dieser Randtitel überschlagen werden.

Die Funktion des Streckenschutzes ist in Abschnitt 2.7 näher beschrieben.

Für **DIS SIGNAL** muss in Adresse 121 ***Streckenschutz*** projektiert und der **SIGNALZUSATZ** unter Adresse 2101 ***Ein***geschaltet sein. An beiden Leitungsenden müssen die Schutzgeräte in Betrieb sein. Zunächst ist die Hilfsspannung für die Ruhestromschleife des Streckenschutzes noch nicht eingeschaltet.

Es wird ein Kurzschluss außerhalb der Zone Z1, aber innerhalb der Zone Z1B simuliert. Da die Stufe Z1B blockiert ist, löst der Distanzschutz erst in einer höheren Zone (normalerweise mit T2) aus. Diese Prüfung ist an beiden Leitungsenden vorzunehmen.

Die Gleichspannung für die Ruhestromschleife des Streckenschutzes wird zugeschaltet. Die Schleife führt nun Ruhestrom.

An einem Leitungsende wird ein Kurzschluss außerhalb der ersten Zone, aber innerhalb der Übergreifzone Z1B simuliert. Es erfolgt Auslösung nach T1B. Diese Prüfung ist ebenfalls an beiden Leitungsenden vorzunehmen.

Da die Ruhestromschleife im Wesen des Streckenschutzes liegt, ist mit diesen Prüfungen gleichzeitig die ordnungsgemäße Funktion des Übertragungsweges mitgetestet. Alle weiteren in diesem Abschnitt beschriebenen Prüfungen erübrigen sich. Beachten Sie jedoch den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Prüfung bei rückwärtiger Verriegelung

Die Überprüfung der rückwärtigen Verriegelung wird unter diesem Randtitel beschrieben. Wird ein anderes Übertragungsverfahren verwendet, kann dieser Randtitel überschlagen werden.

Die Funktion der rückwärtigen Verriegelung ist im Kapitel 2.7 näher beschrieben.

Für **DIS SIGNAL** muss in Adresse 121 ***Rückw. Verrieg.*** projektiert und der **SIGNALZUSATZ** unter Adresse 2101 ***Ein***geschaltet sein. Der Distanzschutz der Einspeisung und die Schutzgeräte aller Abgänge müssen in Betrieb sein. Zunächst ist die Hilfsspannung für die rückwärtige Verriegelung noch nicht eingeschaltet.

Im Folgenden ist die Prüfung bei Blockierung beschrieben, d.h. die Anregesignale der Abgangsgeräte sind parallelgeschaltet und blockieren das zu prüfende Gerät der Einspeisung. Bei Freigabe (Reihenschaltung der Öffner der Abgangsgeräte) sind die Prüfungen entsprechend umzudeuten.

Es wird ein Kurzschluss innerhalb der Zone Z1 und innerhalb der Übergreifzone Z1B simuliert. Der Distanzschutz löst wegen Fehlens des Blockiersignals in der (verzögert eingestellten) Zeit T1B aus.

Die Gleichspannung für die rückwärtige Verriegelung wird nun zugeschaltet. Die Prüfung wird wie zuvor beschrieben wiederholt, mit dem gleichen Ergebnis.

An jedem der Schutzgeräte der Abgänge wird eine Anregung simuliert. Währenddessen wird für den Distanzschutz der Speiseleitung ebenfalls ein Kurzschluss wie zuvor beschrieben simuliert. Auslösung erfolgt nun in der (länger eingestellten) Zeit T1.

Mit diesen Prüfungen ist gleichzeitig die ordnungsgemäße Funktion des Übertragungsweges mitgetestet. Alle weiteren in diesem Abschnitt beschriebenen Prüfungen erübrigen sich. Beachten Sie jedoch den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Prüfung bei Freigabeverfahren

Voraussetzungen: **DIS SIGNAL** ist in Adresse 121 auf eines der Vergleichsverfahren mit Freigabesignal, d.h. ***Signalvergleich*** oder ***Richtungsverg.*** oder ***Unblocking***, projektiert; außerdem ist unter Adresse 2101 **SIGNALZUSATZ** ***Ein***geschaltet. Die entsprechenden Sende- und Empfangssignale müssen rangiert sein. Für die Echofunktion muss das Echo-Signal gesondert auf den Sendeausgang rangiert sein!

Die Funktion der Freigabeverfahren ist im Abschnitt 2.7 näher beschrieben.

Bei diesen Freigabeverfahren ist eine einfache Überprüfung des Übertragungsweges über Echoschaltung von einem Leitungsende aus möglich. An beiden Leitungsenden muss die Echoschaltung wirksam sein, d.h. Adresse 2501 **SE MODUS** = ***nur Echo***; bei Einstellung ***Echo u. Auskom.*** kann am Gegenende der Prüfung ein Auslösekommando resultieren!

Es wird ein Kurzschluss außerhalb von Z1 simuliert, bei ***Signalvergleich*** oder ***Unblocking*** innerhalb Z1B, bei ***Richtungsverg.*** irgendwo in Vorwärtsrichtung. Dies kann mit einer Sekundärprüfeinrichtung geschehen. Da das Gerät am anderen Leitungsende nicht anregt, wird dort die Echofunktion wirksam, und es erfolgt Auslösekommando am geprüften Ende.

Erscheint kein Auslösekommando, ist der Übertragungsweg nochmals zu überprüfen, insbesondere auch, dass die Echo-Signale auf die Sendeausgänge rangiert sind.

Bei phasengetrennter Übertragung werden vorstehende Prüfungen für jede Phase durchgeführt. Dabei ist auch die richtige Phasenzuordnung zu kontrollieren.

Die Tests sind von beiden Leitungsenden aus durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg.

Die Wirksamkeit der Echoverzögerungszeit und der Eingabe der Leistungsschalterstellung soll bei dieser Gelegenheit mitgeprüft werden (geprüft wird dabei die Funktion des Schutzes am Gegenende der Leitung):

Der Leistungsschalter des Abzweigs, zu dem der Schutz gehört, ist ausgeschaltet. Ebenso der Leistungsschalter des Gegenendes der Leitung. Es wird erneut ein Fehler wie zuvor beschrieben simuliert. Um etwas mehr als zweimal die Signalübertragungszeit verzögert, erscheint ein Empfangsimpuls über das Echo des Gegenendes und das Gerät erzeugt ein Auslösekommando.

Der Leistungsschalter am Gegenende der Leitung wird (bei geöffneten Trennern) nun eingeschaltet. Nach Simulation desselben Fehlers erscheinen wiederum Empfangssignal und Auslösekommando, diesmal aber zusätzlich um die Echoverzögerungszeit des Gerätes am Gegenende verzögert (0,04 s bei Lieferung, Adresse 2502 **T VERZÖGERUNG**).

Sollte die Reaktion der Echoverzögerung umgekehrt wie beschrieben verlaufen, muss die Funktionsart der entsprechenden Binäreingabe (H-aktiv/L-aktiv) am anderen Leitungsende korrigiert werden.

Leistungsschalter wieder ausschalten.

Die Tests sind an beiden Leitungsenden durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg. Beachten Sie zum Schluss den letzten Randtitel„ Wichtig für alle Verfahren“!

Prüfung bei Blockierverfahren

Voraussetzungen: **DIS SIGNAL** ist in Adresse 121 auf das Vergleichsverfahren mit Blockiersignal, d.h. ***Blocking***, projektiert; außerdem ist unter Adresse 2101 **SIGNALZUSATZ *Ein*** geschaltet. Natürlich müssen auch die entsprechenden Sende- und Empfangssignale rangiert sein.

Die Funktion des Blockierverfahrens ist in Abschnitt 2.7 näher beschrieben. Beim Blockierverfahren ist eine Verständigung zwischen den Leitungsenden notwendig.

Auf der sendenden Seite wird ein Fehler in Rückwärtsrichtung simuliert, sodann auf der empfangenden Seite ein Fehler innerhalb Z1B, aber außerhalb Z1. Dies kann mit je einer Sekundärprüfeinrichtung geschehen. Solange die Sendeseite sendet, darf an der empfangenden Seite kein Auslösesignal erscheinen, es sei denn in einer höheren Stufe. Nach Wegschalten des simulierten Fehlers der Sendeseite bleibt die empfangende Seite noch für die Sendeverlängerungszeit des sendenden Endes (**T SENDVERL.**, Adresse 2103) blockiert. Gegebenenfalls kommt noch die transiente Blockierzeit des empfangenden Endes (**T TRANSBLOCK**, Adresse 2110) hinzu, wenn eine endliche Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 2109) eingestellt wurde und diese überschritten worden ist.

Bei phasengetrennter Übertragung werden vorstehende Prüfungen für jede Phase durchgeführt. Dabei ist auch die richtige Phasenzuordnung zu kontrollieren.

Die Tests sind an beiden Leitungsenden durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg. Beachten Sie zum Schluss den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Prüfung bei Mitnahmeverfahren

Voraussetzungen: **DIS SIGNAL** ist in Adresse 121 auf ein Mitnahmeverfahren, d.h. ***Mitnahme*** oder ***Mitn. über Anr.***, projektiert; außerdem ist unter Adresse 2101 **SIGNALZUSATZ *Ein*** geschaltet. Natürlich müssen auch die entsprechenden Sende- und Empfangssignale rangiert sein.

Die Funktion der Mitnahmeverfahren ist im Abschnitt 2.7 näher beschrieben. Es ist eine Verständigung zwischen den beiden Leitungsenden notwendig.

Auf der sendenden Seite wird ein Fehler in der Zone Z1 simuliert. Dies kann mit einer Sekundärprüfeinrichtung geschehen.

Sodann wird auf der empfangenden Seite bei ***Mitnahme*** ein Fehler innerhalb Z1B, aber außerhalb Z1, bei ***Mitn. über Anr.*** ein beliebiger Fehler simuliert. Es erfolgt Auslösung sofort (bzw. in T1B), ohne Signalübertragung erst in einer höheren Stufe. Bei direkter Mitnahme erfolgt am empfangenden Ende immer sofortige Auslösung.

Bei phasengetrennter Übertragung werden vorstehende Prüfungen für jede Phase durchgeführt. Dabei ist auch die richtige Phasenzuordnung zu kontrollieren.

Die Tests sind an beiden Leitungsenden durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg. Beachten Sie zum Schluss den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Wichtig für alle Verfahren

Falls der Erdkurzschlussschutz für die Übertragungsprüfungen ausgeschaltet wurde, kann er nun wieder eingeschaltet werden. Wenn für die Prüfungen Einstellparameter verändert wurden (z.B. Modus der Echofunktion oder Zeiten zur eindeutigeren Beobachtung von Abläufen), müssen diese jetzt wieder auf die vorgegebenen Werte zurückgestellt werden.

3.3.12 Prüfung der Signalübertragung mit Erdkurzschlussschutz

Dieser Abschnitt ist nur von Bedeutung, wenn das Gerät über den Erdkurzschlussschutz verfügt und dieser im geerdeten Netz verwendet wird. Hierzu muss das Gerät gemäß Bestellbezeichnung über den Erdkurzschlussschutz verfügen (16. MLFB-Stelle = 4 oder 5 oder 6 oder 7). Welche Gruppe von Kennlinien zur Verfügung stehen soll, wird durch die Projektierung der Gerätefunktionen auf EF KURZSCHLUSS (Adresse 131) festgelegt. Des Weiteren muss die Signalübertragung für den Erdkurzschlussschutz benutzt werden (Adresse 132 EF SIGNAL auf eines der möglichen Verfahren projektiert). In allen anderen Fällen ist dieser Abschnitt ohne Belang.

Wenn der Übertragungsweg für den Erdkurzschlussschutz derselbe ist, wie für den Distanzschutz und gemäß dem vorigen Abschnitt bereits überprüft wurde, ist dieser Abschnitt ebenfalls ohne Belang und kann überschlagen werden.

Für die funktionelle Übertragungsprüfung des Erdkurzschlussschutzes sollte der Distanzschutz unwirksam sein, damit die Versuche nicht durch Signale von diesem beeinflusst werden: Adresse 1501 **DIST.SCHUTZ** = ***Aus***.

Prüfung bei Freigabeverfahren

Voraussetzungen: **EF SIGNAL** ist in Adresse 132 auf eines der Vergleichsverfahren mit Freigabesignal, d.h. ***Richtungsverg.*** oder ***Unblocking***, projektiert; außerdem ist unter Adresse 3201 **SIGNALZUSATZ** ***Ein***geschaltet. Die entsprechenden Sende- und Empfangssignale müssen rangiert sein. Für die Echofunktion muss das Echo-Signal gesondert auf den Sendeausgang rangiert sein.

Die Funktion der Freigabeverfahren ist im Abschnitt 2.9 näher beschrieben.

Bei diesen Freigabeverfahren ist eine einfache Überprüfung des Übertragungsweges über Echoschaltung von einem Leitungsende aus möglich. An beiden Leitungsenden muss die Echoschaltung wirksam sein, d.h. Adresse 2501 **SE MODUS** = ***nur Echo***; bei Einstellung ***Echo u. Auskom.*** kann am Gegenende der Prüfung ein Auslösekommando resultieren!

Es wird ein Erdkurzschluss in Leitungsrichtung simuliert. Dies kann mit einer Sekundärprüfeinrichtung geschehen. Da das Gerät am anderen Leitungsende nicht anregt, wird dort die Echofunktion wirksam, und es wird ein Auslösekommando am geprüften Ende erzeugt.

Erscheint kein Auslösekommando, ist der Übertragungsweg nochmals zu überprüfen, insbesondere auch, dass die Echo-Signale auf die Sendeausgänge rangiert sind.

Dieser Test ist von beiden Leitungsenden aus durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg.

Die Wirksamkeit der Echoverzögerungszeit und der Eingabe der Leistungsschalterstellung soll bei dieser Gelegenheit mitgeprüft werden, sofern nicht schon im vorigen Abschnitt geschehen (geprüft wird dabei die Funktion des Schutzes am Gegenende der Leitung):

Der Leistungsschalter des Abzweigs, zu dem der Schutz gehört, ist ausgeschaltet, ebenso der Leistungsschalter des Gegenendes der Leitung. Es wird erneut ein Fehler wie vor simuliert. Um etwas mehr als zweimal die Signalübertragungszeit verzögert, erscheint ein Empfangsimpuls über das Echo des Gegenendes, und das Gerät erzeugt ein Auslösekommando.

Der Leistungsschalter am Gegenende der Leitung wird (bei geöffneten Trennern) nun eingeschaltet. Nach Simulation desselben Fehlers erscheinen wiederum Empfangssignal und Auslösekommando, diesmal aber zusätzlich um die Echoverzögerungszeit des Gerätes am Gegenende verzögert (0,04 s bei Lieferung, Adresse 2502 **T VERZÖGERUNG**).

Sollte die Reaktion der Echoverzögerung umgekehrt wie beschrieben verlaufen, muss die Funktionsart der entsprechenden Binäreingabe (H-aktiv/L-aktiv) am anderen Leitungsende korrigiert werden.

Leistungsschalter wieder ausschalten.

Auch diesen Test an beiden Leitungsenden durchführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg. Beachten Sie zum Schluss den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Prüfung bei Blockierverfahren

Voraussetzungen: **EF SIGNAL** ist in Adresse 132 auf das Vergleichsverfahren mit Blockiersignal, d.h. ***Blocking***, projektiert; außerdem ist unter Adresse 3201 **SIGNALZUSATZ *Ein*** geschaltet. Die entsprechenden Sende- und Empfangssignale müssen rangiert sein.

Die Funktion des Blockierverfahrens ist in Abschnitt 2.9 näher beschrieben. Beim Blockierverfahren ist eine Verständigung zwischen den beiden Leitungsenden notwendig.

Auf der sendenden Seite wird ein Erdkurzschluss in Rückwärtsrichtung simuliert, sodann auf der empfangenden Seite ein Fehler in Leitungsrichtung. Dies kann mit je einer Sekundärprüfeinrichtung geschehen. Solange die Sendeseite sendet, darf an der empfangenden Seite kein Auslösesignal erscheinen, es sei denn in einer als Reservestufe eingestellten höheren Zeit. Nach Wegschalten des simulierten Fehlers der Sendeseite bleibt die empfangende Seite noch für die Sendeverlängerungszeit des sendenden Endes (**T SENDVERL.**, Adresse 3203) blockiert. Gegebenenfalls kommt noch die transiente Blockierzeit des empfangenden Endes (**T TRANSBLOCK**, Adresse 3210) hinzu, wenn eine endliche Wartezeit **T WARTE RÜCKW.** (Adresse 3209) eingestellt wurde und diese überschritten worden ist.

Dieser Test ist an beiden Leitungsenden durchzuführen, bei Dreibeinleitungen von jedem Ende für jeden Übertragungsweg. Beachten Sie zum Schluss den letzten Randtitel „Wichtig für alle Verfahren“!

Wichtig für alle Verfahren

Falls der Distanzschutz für die Übertragungsprüfungen ausgeschaltet wurde, wird er nun wieder eingeschaltet. Wenn für die Prüfungen Einstellparameter verändert wurden (z.B. Modus der Echofunktion oder Zeiten zur eindeutigeren Beobachtung von Abläufen), müssen diese jetzt wieder auf die vorgegebenen Werte zurückgestellt werden.

3.3.13 Prüfung der Signalübertragung für Schalterversagerschutz und/oder Endfehlerschutz

Wenn das Kommando des Schalterversagerschutzes oder des Endfehlerschutzes an das Gegenende übertragen werden soll, ist auch diese Übertragung zu überprüfen.

Hierzu wird bei offenem Leistungsschalter der Schalterversagerschutz mittels eines Prüfstromes (sekundär) zum Ansprechen gebracht. Überzeugen Sie sich, dass die richtige Reaktion des Schalters am Gegenende stattfindet.

Bei Leitungen mit mehr als zwei Enden ist jede Übertragungsrichtung zu überprüfen.

3.3.14 Prüfung der Signalübertragung für interne oder externe Fernauslösung

7SD5 bietet die Möglichkeiten, sowohl ein intern gebildetes Auslösesignal als auch ein beliebiges Signal von einer externen Schutz- oder Steuereinrichtung an das Gegenende zur Fernauslösung zu übertragen, wenn ein Signalübertragungsweg zur Verfügung steht.

Wird ein internes Signal benutzt, ist die Ansteuerung des Senders zu überprüfen. Wenn der Übertragungsweg derselbe ist wie bereits in einem der vorigen Unterabschnitte überprüft, braucht dieser hier nicht mehr überprüft zu werden. Ansonsten wird das auslösende Ereignis simuliert und die Reaktion des Leistungsschalters des Gegenendes verifiziert.

Beim Distanzschutz kann senderseitig das Mitnahmeverfahren zur Auslösung des Gegenendes verwendet werden. Die Prozedur ist dann wie bei der Mitnahme (unter „Prüfung bei Mitnahmeverfahren“), jedoch führt das empfangene Signal unmittelbar zur Auslösung.

Für die Fernübertragung wird empfangsseitig die externe Einkopplung verwendet; daher ist Voraussetzung, dass **EXT.EINKOPPLUNG** in Adresse 122 ***vorhanden*** projektiert ist und **EXT.EINKOPPLUNG** unter Adresse 2201 ***Ein***geschaltet ist. Wenn der Übertragungsweg derselbe ist wie bereits in einem der vorigen Unterabschnitte überprüft, braucht dieser hier nicht mehr überprüft zu werden. Es genügt eine Funktionsprüfung, dass das eingekoppelte Kommando ausgeführt wird. Hierzu wird das auslösende Ereignis von extern simuliert und die Reaktion des Leistungsschalters des Gegenendes verifiziert.

3.3.15 Kontrolle anwenderdefinierbarer Funktionen

Da das Gerät über anwenderdefinierbare Funktionen, insbesondere die CFC-Logik verfügt, müssen auch die erstellten Funktionen und Verknüpfungen überprüft werden.

Eine allgemeine Verfahrensweise kann naturgemäß nicht angegeben werden. Die Projektierung dieser Funktionen und die Soll-Bedingungen müssen vielmehr bekannt sein und überprüft werden. Insbesondere sind etwaige Verriegelungsbedingungen der Schaltmittel (Leistungsschalter, Trenner, Erder) zu beachten und zu prüfen.

3.3.16 Auslöse- und Einschaltprüfung mit dem Leistungsschalter

Auslösekreise und der Leistungsschalter können vom Gerät 7SD5 auf einfache Weise geprüft werden.

Die Vorgehensweise ist detailliert in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung beschrieben.

Läuft die Prüfung nicht wie erwartet ab, kann aus den Anzeigen im Display oder auf dem PC-Monitor auf die Ursache geschlossen werden. Ggf. sind die Anschlüsse der Leistungsschalter-Hilfskontakte zu überprüfen.

Es ist zu beachten, dass die Binäreingänge für die Leistungsschalter-Hilfskontakte für die LS-Prüfung separat rangiert sein müssen. D.h., es genügt nicht, dass die Hilfskontakte auf die Binäreingaben Nr 351 bis 353, 379 und 380 (je nach Möglichkeiten der Hilfskontakte) rangiert sind; zusätzlich müssen die entsprechenden Nrn 366 bis 368 bzw. 410 und/oder 411 (je nach Möglichkeiten der Hilfskontakte) rangiert sein. Die LS-Prüfung wertet ausschließlich letztere aus. Siehe auch Abschnitt 2.24.1. Außerdem muss die Bereitschaft des Leistungsschalters für die LS-Prüfung an die Binäreingabe Nr 371 gemeldet werden.

3.3.17 Schaltprüfung der projektierten Betriebsmittel

Schalten über Befehlseingabe

Falls das Schalten der projektierten Betriebsmittel nicht bereits umfassend bei dem früher beschriebenen Hardwaretest erfolgte, sollen alle projektierten Schaltmittel vom Gerät her über die integrierte Steuerung ein- und ausgeschaltet werden. Dabei sollen die über Binäreingaben eingekoppelten Schalterstellungsrückmeldungen am Gerät ausgelesen und mit der wahren Schalterstellung verglichen werden. Bei Geräten mit grafischem Display ist dies leicht vom Abzweigsteuerbild aus möglich.

Die Vorgehensweise für das Schalten ist in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung dargestellt. Die Schalthoheit muss dabei entsprechend der benutzten Befehlsquelle gesetzt sein. Beim Schaltmodus kann zwischen verriegeltem und unverriegeltem Schalten gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass das unverriegelte Schalten ein Sicherheitsrisiko darstellt.

Schalten von einer Leitzentrale

Sofern das Gerät über die Systemschnittstelle an eine Leitzentrale angeschlossen ist, sollen auch entsprechende Schaltprüfungen von der Leitzentrale aus überprüft werden. Auch hier ist zu beachten, dass die Schalthoheit dabei entsprechend der benutzten Befehlsquelle gesetzt ist.

3.3.18 Anlegen eines Test-Messschriebs

Um die Stabilität des Schutzes auch bei Einschaltvorgängen zu überprüfen, können zum Abschluss noch Einschaltversuche durchgeführt werden. Ein Maximum an Informationen über das Verhalten des Schutzes liefern Messschriebe.

Voraussetzung

Neben den Möglichkeiten der Speicherung einer Störwertaufzeichnung durch Schutzanregung ermöglicht 7SD5 auch den Anstoß einer Messwertaufzeichnung über das Bedienprogramm DIGSI, über die seriellen Schnittstellen und über Binäreingabe. In letzterem Fall muss hierzu die Information „`>Störw. Start`“ auf einen Binäreingang rangiert worden sein. Die Triggerung der Aufzeichnung erfolgt dann z.B. über Binäreingabe mit dem Einschalten des Schutzobjektes.

Derartige von extern (d.h. ohne Schutzanregung) gestartete Testmessschriebe werden vom Gerät wie normale Störwertaufzeichnungen behandelt, d.h. es wird zu jedem Messschrieb ein Störfallprotokoll unter eigener Nummer eröffnet, um eine eindeutige Zuordnung zu schaffen. Allerdings werden diese Messschriebe nicht in den Störfall-Meldepuffer im Display aufgelistet, da sie keine Netzstörung darstellen.

Testmessschrieb starten

Um einen Testmessschrieb über DIGSI zu starten, wählen Sie im linken Teil des Fensters die Bedienfunktion **Test**. Doppelklicken Sie in der Listenansicht auf den Eintrag **Teststörschrieb** (siehe Bild 3-38).

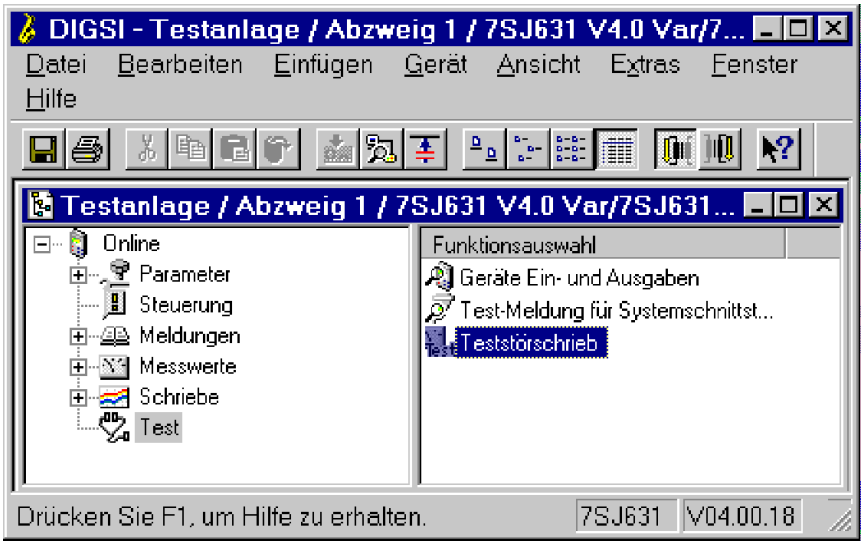


Bild 3-38 Fenster Testmessschrieb in DIGSI starten – Beispiel

Der Testmessschrieb wird sofort gestartet. Während der Aufzeichnung wird eine Meldung im linken Bereich der Statuszeile ausgegeben. Balkensegmente informieren Sie zusätzlich über den Fortschritt des Vorganges.

Zum Anzeigen und Auswerten der Aufzeichnung benötigen Sie eines der Programme SIGRA oder Comtrade-Viewer.

3.4 Bereitschalten des Gerätes

Die benutzten Klemmenschrauben sind fest anzuziehen; auch nicht benutzte sollten angezogen werden. Alle Steckverbinder sind einwandfrei einzufügen.

VORSICHT

Keine Gewalt anwenden!

Die zulässigen Anzugsdrehmomente dürfen nicht überschritten werden, da die Gewinde und Klemmenkammern sonst beschädigt werden können!

Die Einstellwerte sollten nochmals überprüft werden, falls sie während der Prüfungen geändert wurden. Insbesondere kontrollieren, ob alle Schutz-, Steuer- und Zusatzfunktionen bei den Projektierungsparametern richtig eingestellt sind (Abschnitt 2.1.1, Funktionsumfang) und alle gewünschten Funktionen ***Ein***geschaltet sind. Stellen Sie sicher, dass eine Kopie der Einstellwerte auf dem PC gespeichert ist.

Die geräteinterne Uhr sollte kontrolliert, und ggf. gestellt/synchronisiert werden, sofern sie nicht automatisch synchronisiert wird. Hinweise hierzu siehe in /1/.

Die Meldepuffer werden unter **Hauptmenu** → **Meldungen** → ***Löschen*** / ***Setzen*** gelöscht, damit diese künftig Informationen nur über wirkliche Ereignisse und Zustände enthalten. Die Zähler der Schaltstatistik werden in der gleichen Auswahl auf die Ausgangswerte gesetzt.

Die Zähler der Betriebsmesswerte (z.B. Arbeitszähler, sofern vorhanden) werden unter **Hauptmenu** → **Messwerte** → ***Rücksetzen*** zurückgesetzt.

Man betätigt die Taste ESC (ggf. mehrmals), um in das Grundbild zurückzugelangen. Im Anzeigenfeld erscheint das Grundbild (z.B. die Anzeige von Betriebsmesswerten).

Die Anzeigen auf der Frontkappe des Gerätes werden durch Betätigen der Taste LED gelöscht, damit diese künftig Informationen nur über wirkliche Ereignisse und Zustände liefern. Dabei werden auch evtl. gespeicherte Ausgangsrelais zurückgesetzt. Während der Betätigung der Taste LED leuchten die rangierbaren Leuchtdioden auf der Frontkappe, so dass hiermit auch ein Leuchtdiodentest durchgeführt wird. Wenn Leuchtdioden Zustände anzeigen, welche zum aktuellen Zeitpunkt zutreffen, bleiben diese natürlich an.

Die grüne Leuchtdiode „RUN“ muss leuchten, die rote Leuchtdiode „ERROR“ darf nicht leuchten.

Falls ein Prüfschalter vorhanden ist, muss dieser in Betriebsstellung geschaltet sein.

Das Gerät ist nun betriebsbereit.

■

Technische Daten 4

In diesem Kapitel finden Sie die technischen Daten des SIPROTEC 4 -Gerätes 7SD5 und seiner Einzelfunktionen einschließlich der Grenzwerte, die auf keinen Fall überschritten werden dürfen. Nach den elektrischen und funktionellen Daten für den maximalen Funktionsumfang folgen die mechanischen Daten mit Maßbildern.

4.1	Allgemeine Gerätedaten	570
4.2	Wirkschnittstellen und Differentialschutztopologie	583
4.3	Differentialschutz	585
4.4	Erdfehlerdifferentialschutz	587
4.5	Schaltermitnahme und Fernauslösung- Externe örtliche Auslösung	588
4.6	Distanzschutz (wahlweise)	589
4.7	Pendelerfassung (mit Impedanzanregung) (wahlweise)	593
4.8	Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise)	594
4.9	Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise)	595
4.10	Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise)	605
4.11	Auslösung bei schwacher Einspeisung (klassisch/wahlweise)	606
4.12	Auslösung bei schwacher Einspeisung (franz. Spez./wahlweise)	607
4.13	Übertragung binärer Informationen und Kommandos	608
4.14	Hochstrom-Schnellabschaltung	609
4.15	Überstromzeitschutz	610
4.16	Wiedereinschaltautomatik (wahlweise)	613
4.17	Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise)	614
4.18	Spannungsschutz (wahlweise)	616
4.19	Frequenzschutz (wahlweise)	619
4.20	Fehlerorter	620
4.21	Leistungsschalter-Versagerschutz	621
4.22	Thermischer Überlastschutz	622
4.23	Überwachungsfunktionen	624
4.24	Anwenderdefinierbare Funktionen (CFC)	626
4.25	Zusatzfunktionen	630
4.26	Abmessungen	633

4.1 Allgemeine Gerätedaten

4.1.1 Analoge Eingänge

Nennfrequenz	f_N	50 Hz oder 60 Hz (einstellbar)

Stromeingänge

Nennstrom	I_N	1 A oder 5 A
Verbrauch je Phase und Erdpfad		
- bei I_N = 1 A		ca. 0,05 VA
- bei I_N = 5 A		ca. 0,3 VA
- für empf. Erdfehlererfassung bei 1 A		ca. 0,05 VA
Belastbarkeit Strompfad		
- thermisch (effektiv)		500 A für 1 s 150 A für 10 s 4 · I_N dauernd
- dynamisch (Stoßstrom)		1250 A (Halbschwingung)
Belastbarkeit Eingang für empfindliche Erdfehlererfassung		
- thermisch (effektiv)		300 A für 1 s
		100 A für 10 s
		15 A dauernd
- dynamisch (Stoßstrom)		750 A (Halbschwingung)

Stromwandleranforderungen

1. Bedingung: Stromwandler dürfen beim maximalen durchfließenden Kurzschlussstrom stationär nicht gesättigt sein	$n' \geq \frac{I_{kd\ max}}{I_{N\ prim}}$
2. Bedingung: Der Betriebsüberstromfaktor n' muss min. 30 sein oder eine sättigungsfreie Zeit t'_{AL} von min. $^1/_4$ Periode ist gewährleistet	$n' \geq 30$ **oder** $t'_{AL} \geq {}^1/_4$ Periode
3. Bedingung: max. Verhältnis der primären Nennströme der Stromwandler an den Enden des Schutzobjektes zueinander	$\frac{I_{prim\ max}}{I_{prim\ min}} \leq 8$

Spannungseingänge

Nennspannung U_N		80 V bis 125 V (einstellbar)
Messbereich		0 V bis 218,5 V (effektiv)
Verbrauch je Phase	bei 100 V	≤ 0,1 VA
Überlastbarkeit im Spannungspfad je Eingang		
- thermisch (effektiv)		230 V dauernd

4.1.2 Hilfsspannung

Gleichspannung

Spannungsversorgung über integrierten Umrichter				
Nennhilfsgleichspannung U_H–	24/48 V–	60/110/125 V–	110/125/ 220/250 V–	220/250 V–
zulässige Spannungsbereiche	19 bis 58 V–	48 bis 150 V–	88 bis 300 V–	176 bis 300 V–
überlagerte Wechselspannung, Spitze-Spitze, IEC 60255-11	≤ 15 % der Hilfsnennspannung			
Leistungsaufnahme				
- nicht angeregt			ca. 5 W	
- angeregt	7SD5***-*A/E/J		ca. 12 W	
	7SD5***-*C/G/L/N/Q/S		ca. 15 W	
	7SD5***-*D/H/M/P/R/T		ca. 18 W	
zuzüglich ca. 1,5 W pro Schnittstellenmodul				
Überbrückungszeit bei Ausfall/Kurzschluss der Hilfsgleichspannung, IEC 60255-11	≥ 50 ms bei U_H = 48 V und U_H ≥ 110 V			
	≥ 20 ms bei U_H = 24 V und U_H = 60 V			

Wechselspannung

Spannungsversorgung über integrierten Umrichter		
Nennhilfswechselspannung U_H~	115 V~	
zulässige Spannungsbereiche	92 bis 230 V~	
Leistungsaufnahme		
- nicht angeregt		ca. 7 VA
- angeregt	7SD5***-*A/E/J	ca. 17 VA
	7SD5***-*C/G/L/N/Q/S	ca. 20 VA
	7SD5***-*D/H/M/P/R/T	ca. 23 VA
zuzüglich ca. 1,5 VA pro Schnittstellenmodul		
Überbrückungszeit bei Ausfall/Kurzschluss der Hilfswechselspannung	≥ 50 ms	

4.1.3 Binäre Ein- und Ausgänge

Binäreingänge

Variante	Anzahl	
7SD5***-*A/E/J	8 (rangierbar)	
7SD5***-*C/G/L/N/Q/S	16 (rangierbar)	
7SD5***-*D/H/M/P/R/T	24 (rangierbar)	
Nennspannungsbereich	24 VDC bis 250 VDC, in 3 Bereichen, bipolar	
Schaltschwellen	über Brücken umsteckbar	
- für Nennspannungen	24/48 VDC 60/110/125 VDC	$U_{high} \geq 19$ VDC $U_{low} \leq 10$ VDC
- für Nennspannungen	110/125/220/250 VDC	$U_{high} \geq 88$ VDC $U_{low} \leq 44$VDC
- für Nennspannungen	220/250 VDC	$U_{high} \geq 176$ VDC $U_{low} \leq 88$ VDC
Stromaufnahme, erregt	ca. 1,8 mA unabhängig von der Betätigungsspannung	
Maximal zulässige Spannung	300 VDC	
Eingangsimpulsunterdrückung	220 nF Koppelkapazität bei 220 V mit einer Erholzeit > 60 ms	

Binärausgänge

Melde-/Kommandorelais (siehe auch Übersichtspläne im Anhang A)					
Anzahl und Daten		**abhängig von Bestellvariante (rangierbar):**			
Bestellvariante	**UL-gelistet**	**Schließer (normal) [1)]**	**Schließer (beschleunigt) [1)]**	**S/Ö (umschaltbar) [1)]**	**Schließer (high-speed) [1)]**
7SD5***-*A/E/J	X	7	7	1	–
7SD5***-*C/G/L	X	14	7	2	–
7SD5***-*N/Q/S	X	7	10	1	5
7SD5***-*D/H/M	X	21	7	3	–
7SD5***-*P/R/T	X	14	10	2	5
Schaltleistung	EIN	1000 W/VA			1000 W/VA
	AUS	30 VA 40 W ohmisch 25 W/VA bei L/R ≤ 50 ms			1000 W/VA
Schaltspannung					
DC		250 V			
AC		250 V			200 V (max.)
zulässiger Strom pro Kontakt (dauernd)		5 A			
zulässiger Strom pro Kontakt (Einschalten und Halten) /Stoßstrom		30 A für 0,5 s (Schließer)			
zulässiger Gesamtstrom für gewurzelte Kontakte		5 A dauernd 30 A für 0,5 s			
Eigenzeit, ca.		8 ms	5 ms	8 ms	1 ms
Alarmrelais [1)]		mit 1 Öffner oder 1 Schließer (umschaltbar)			
Schaltleistung	EIN	1000 W/VA			
	AUS	30 VA 40 W ohmisch 25 W bei L/R ≤ 50 ms			
Schaltspannung		250 V			
zulässiger Strom pro Kontakt		5 A dauernd 30 A für 0,5 s			
UL-gelistet mit den folgenden Nenndaten:					
		120 VAC		Pilot duty, B300	
		240 VAC		Pilot duty, B300	
		240 VAC		5 A General Purpose	
		24 VDC		5 A General Purpose	
		48 VDC		0.8 A General Purpose	
		240 VDC		0.1 A General Purpose	
		120 VAC		1/6 hp (4.4 FLA)	
		240 VAC		1/2 hp (4.9 FLA)	

[1)] UL-gelistet

4.1.4 Kommunikationsschnittstellen

Wirkschnittstellen

siehe Abschnitt 4.2 „Wirkschnittstellen und Differentialschutztopologie“

Bedienschnittstelle

Anschluss	frontseitig, nicht abgeriegelt, RS232, 9-polige DSUB-Buchse zum Anschluss eines Personalcomputers
Bedienung	mit DIGSI
Übertragungsgeschwindigkeit	min. 4800 Baud; max. 115200 Baud; Lieferstellung: 38400 Baud; Parität: 8E1
überbrückbare Entfernung	15 m

Service-/Modem-Schnittstelle (wahlweise)

	RS232/RS485/LWL je nach Bestellvariante	potentialfreie Schnittstelle für Datentransfer
	Bedienung	mit DIGSI
RS232/RS485		RS232/RS485 je nach Bestellvariante
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „C“, 9-polige DSUB-Buchse geschirmtes Datenkabel
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	geschirmtes Datenkabel
	bis Entwicklungsstand ../BB	an der Doppelstockklemme an der Gehäuseunterseite
	ab Entwicklungsstand ../CC	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite; 9-polige DSUB-Buchse
	Prüfspannung	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	min. 4800 Baud; max. 115200 Baud Lieferstellung 38400 Baud
RS232		
	überbrückbare Entfernung	15 m
RS485		
	überbrückbare Entfernung	1000 m
Lichtwellenleiter (LWL)		
	LWL-Stecker Typ	ST-Stecker
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „C“
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Geräteunterseite
	optische Wellenlänge	λ = 820 nm
	Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2	bei Einsatz Glasfaser 50/125 μm oder bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 μm
	zulässige Streckendämpfung	max. 8 dB, bei Glasfaser 62,5/125 μm
	überbrückbare Entfernung	max. 1,5 km
	Zeichenruhelage	parametrierbar; Lieferstellung „Licht aus“

Systemschnittstelle (wahlweise)

RS232/RS485/LWL Profibus FMS RS485/Profibus FMS LWL Profibus DP RS485/Profibus DP LWL DNP 3.0 RS485 DNP 3.0 LWL Ethernet EN100 je nach Bestellvariante		potentialfreie Schnittstelle für Datentransfer zu einer Leitstelle
RS232		
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“, 9-polige DSUB-Buchse
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	
	bis ../BB	an der Doppelstockklemme an der Gehäuse-unterseite
	ab ../CC	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite 9-polige DSUB-Buchse
	Prüfspannung	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	min. 4800 Baud, max. 38400 Baud Lieferstellung 19200 Baud
	überbrückbare Entfernung	max. 15 m
RS485		
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“, 9-polige DSUB-Buchse
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	
	bis ../BB	an der Doppelstockklemme an der Gehäuseunterseite
	ab ../CC	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite 9-polige DSUB-Buchse
	Prüfspannung	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	min. 4800 Bd, max. 38400 Bd Lieferstellung 19200 Bd
	überbrückbare Entfernung	max. 1 km
Lichtwellenleiter (LWL)		
	LWL-Stecker Typ	ST-Stecker
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite
	optische Wellenlänge	λ = 820 nm
	Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2	bei Einsatz Glasfaser 50/125 μm oder bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 μm
	zulässige Streckendämpfung	max. 8 dB, bei Glasfaser 62,5/125 μm
	überbrückbare Entfernung	max. 1,5 km
	Zeichenruhelage	parametrierbar; Lieferstellung „Licht aus“

Profibus RS485 (FMS und DP)		
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“, 9-polige DSUB-Buchse
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite 9-polige DSUB-Buchse
	Prüfspannung	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	bis 12 MBaud
	überbrückbare Entfernung	1000 m bei ≤ 93,75 kBaud 500 m bei ≤ 187,5 kBaud 200 m bei ≤ 1,5 MBaud 100 m bei ≤ 12 MBaud
Profibus LWL (FMS und DP)		
	LWL-Stecker Typ	ST-Stecker Einfachring/Doppelring je nach Bestellung bei FMS; bei DP nur Doppelring verfügbar
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	bitte Version mit Profibus RS485 im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite und separaten elektrisch/optischen Umsetzer verwenden.
	Übertragungsgeschwindigkeit	Umsetzung durch externen OLM bis 1,5 MBaud ≥ 500 kBaud bei Normalausführung ≤ 57600 Baud bei abgesetzter Bedieneinheit
	empfohlene Geschwindigkeit:	> 500 kBaud
	optische Wellenlänge	λ = 820 nm
	Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2	bei Einsatz Glasfaser 50/125 μm oder bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 μm
	zulässige Streckendämpfung	max. 8 dB, bei Glasfaser 62,5/125 μm
	überbrückbare Entfernung zwischen zwei Modulen bei redundanter optischer Ringtopologie und Glasfaser 62,5/125 μm	2 m bei Kunststofffaser 500 kB/s max. 1,6 km 1500 kB/s 530 m
	Ruhelichtlage (Zustand für ´Kein Zeichen´)	Licht AUS
	Max. Anzahl von Modulen im optischen Ring bei 500 kB/s oder 1500 kB/s	41
DNP 3.0 RS485		
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig; Einbauort „B“; 9-polige DSUB-Buchse
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite 9-polige DSUB-Buchse
	Prüfspannung	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	bis 19200 Baud
	überbrückbare Entfernung	max. 1 km

DNP 3.0 LWL		
	LWL-Stecker Typ	ST-Stecker Sender/Empfänger
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	bitte Version mit DNP3.0 RS485 im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite und separaten elektrisch/optischen Umsetzer verwenden.
	Übertragungsgeschwindigkeit	bis 19200 Baud
	optische Wellenlänge	λ = 820 nm
	Laserklasse 1 nach EN60825-1/-2	bei Einsatz Glasfaser 50/125 µm oder bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 µm
	zulässige Streckendämpfung	max. 8 dB, bei Glasfaser 62,5/125 µm
	überbrückbare Entfernung	max. 1,5 km
Ethernet elektrisch (EN100) für IEC 61850 und DIGSI		
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“ 2 x RJ45 Steckbuchse 100BaseT gem. IEEE802.3
	Anschluss bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Gehäuseunterseite
	Prüfspannung (bzgl. der Buchse)	500 V; 50 Hz
	Übertragungsgeschwindigkeit	100 MBit/s
	überbrückbare Entfernung	20 m
Ethernet optisch (EN100) für IEC 61850 und DIGSI		
	LWL-Stecker Typ	ST-Stecker Sender/Empfänger
	Anschluss bei Einbaugehäuse	rückseitig, Einbauort „B“
	bei Aufbaugehäuse	nicht lieferbar
	optische Wellenlänge	λ = 1350 nm
	Übertragungsgeschwindigkeit	100 MBit/s
	Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2	bei Einsatz Glasfaser 50/125 µm oder bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 µm
	zulässige Streckendämpfung	max. 5 dB, bei Glasfaser 62,5/125 µm
	überbrückbare Entferung	max. 800 m
Der OLM-Umsetzer benötigt eine Betriebsspannung von 24 VDC. Bei einer Betriebsspannung > 24 VDC wird zusätzlich die Stromversorgung 7XV5810-0BA00 benötigt.		

Zeitsynchronisationsschnittstelle

Zeitsynchronisation		DCF 77/IRIG B-Signal (Telegramm-Format IRIG-B000)/GPS	
Anschluss bei Einbaugehäuse		rückseitig, Einbauort „A“; 9-polige DSUB-Buchse	
bei Aufbaugehäuse		an Doppelstockklemmen auf der Gehäuseunterseite	
Signalnennspannungen DCF77/IRIG-B		wahlweise 5 V, 12 V oder 24 V	
Signalnennspannungen GPS		24 V	
Prüfspannung		500 V; 50 Hz	
Signalpegel und Bürden DCF77/IRIG-B:			
	Signalnenneingangsspannung		
	5 V	12 V	24 V
U_{IHigh}	6,0 V	15,8 V	31 V
U_{ILow}	1,0 V bei I_{ILow} = 0,25 mA	1,4 V bei I_{ILow} = 0,25 mA	1,9 V bei I_{ILow} = 0,25 mA
I_{IHigh}	4,5 mA bis 9,4 mA	4,5 mA bis 9,3 mA	4,5 mA bis 8,7 mA
R_I	890 Ω bei U_I = 4 V	1930 Ω bei U_I = 8,7 V	3780 Ω bei U_I = 17 V
	640 Ω bei U_I = 6 V	1700 Ω bei U_I = 15,8 V	3560 Ω bei U_I = 31 V
PPS-Signal GPS			
EIN-/AUS Tastverhältnis		1/999 bis 1/1	
max. Flankenabweichung aller Empfänger		±3 µs	
GPS-Empfänger, Antenne und Netzteil siehe Anhang A1.2, unter Zubehör			

4.1.5 Elektrische Prüfungen

Vorschriften

Normen:	IEC 60255 (Produktnormen) IEEE Std C37.90.0/.1/.2 UL 508 VDE 0435 weitere Normen siehe Einzelprüfungen

Isolationsprüfung

Normen:	IEC 60255-5 und IEC 60870-2-1
Spannungsprüfung (Stückprüfung) alle Kreise außer Hilfsspannung, Binäreingänge, High-Speed Ausgaben, Kommunikations- und Zeitsynchronisations-Schnittstellen	2,5 kV (eff), 50 Hz
Spannungsprüfung (Stückprüfung) Hilfsspannung, Binäreingänge und High-Speed Ausgabekreise	3,5 kV–
Spannungsprüfung (Stückprüfung) nur abgeriegelte Kommunikations- und Zeitsynchronisations-Schnittstellen	500 V (eff), 50 Hz
Stoßspannungsprüfung (Typprüfung) alle Kreise, außer Kommunikations- und Zeitsynchronisations-Schnittstellen, Klasse III	5 kV (Scheitel); 1,2/50 µs; 0,5 J; 3 positive und 3 negative Stöße in Abständen von 5 s

EMV-Prüfungen zur Störfestigkeit (Typprüfungen)

Normen:	IEC 60255-6 und -22, (Produktnormen) EN 61000-6-2 (Fachgrundnorm) VDE 0435 Teil 301DIN VDE 0435-110
Hochfrequenzprüfung IEC 60255-22-1, Klasse III und VDE 0435 Teil 303, Klasse III	2,5 kV (Scheitel); 1 MHz; τ = 15 µs; 400 Stöße je s; Prüfdauer 2 s; R_i = 200 Ω
Entladung statischer Elektrizität IEC 60255-22-2, Klasse IV und IEC 61000-4-2, Klasse IV	8 kV Kontaktentladung; 15 kV Luftentladung; beide Polaritäten; 150 pF; R_i = 330 Ω
Bestrahlung mit HF-Feld, Frequenzdurchlauf IEC 60255-22-3, Klasse III IEC 61000-4-3, Klasse III IEEE Std C37.90.2-2004	10 V/m und 20 V/m; 80 MHz bis 1000 MHz; 80 % AM; 1 kHz 10 V/m; 800 MHz bis 960 MHz; 80 % AM; 1 kHz 20 V/m; 1,4 GHz bis 2,0 GHz; 80 % AM; 1 kHz
Bestrahlung mit HF-Feld, Einzelfrequenzen IEC 60255-22-3, IEC 61000-4-3, Klasse III, IEEE Std C37.90.2 – amplitudenmoduliert – pulsmoduliert	 20 V/m; 80; 160; 450; 900 MHz; 80 % AM; 1kHz; Einschaltdauer > 10 s 35 V/m; 900 MHz; 50 % PM, Wiederholfrequenz 200 Hz
schnelle transiente Störgrößen/ Burst IEC 60255-22-4 und IEC 61000-4-4, Klasse IV	4 kV; 5/50 ns; 5 kHz; Burstlänge = 15 ms; Wiederholrate 300 ms; beide Polaritäten;R_i = 50 Ω; Prüfdauer 1 min
Energiereiche Stoßspannungen (SURGE), IEC 61000-4-5 Installationsklasse 3 - Hilfsspannung - Analoge Messeingänge, Binäreingaben und Relais-ausgaben	Impuls: 1,2/50 µs common mode: 2 kV; 12 Ω; 9 µF diff. mode: 1 kV; 2 Ω; 18 µF common mode: 2 kV; 42 Ω; 0,5 µF diff. mode: 1 kV; 42 Ω; 0,5 µF
leitungsgeführte HF, amplitudenmodul. IEC 61000-4-6, Klasse III	10 V; 150 kHz bis 80 MHz; 80 % AM; 1 kHz
Magnetfeld mit energietechnischer Frequenz IEC 60255-6 IEC 61000-4-8, Klasse IV	 0,5 mT; 50 Hz, 30 A/m dauernd; 300 A/m für 3 s; 50 Hz
Oscillatory Surge Withstand Capability IEEE Std C37.90.1	2,5 kV (Scheitel); 1 MHz; τ = 15 µs; 400 Stöße je s; Prüfdauer 2 s; R_i = 200 Ω
Fast Transient Surge Withstand Cap. IEEE Std C37.90.1	4 kV; 5/50 ns; 5 kHz; Burstlänge = 15 ms; Wiederholrate 300 ms; beide Polaritäten; R_i = 50 Ω; Prüfdauer 1 min
Radiated Electromagnetic Interference IEEE Std C37.90.2-2004	35 V/m; 80 MHz bis 1000 MHz; Keying test
Gedämpfte Schwingungen IEC 60694, IEC 61000-4-18	2,5 kV (Scheitelwert), Polarität alternierend 100 kHz, 1 MHz, R_i = 200 Ω

EMV-Prüfungen zur Störaussendung (Typprüfung)

Norm:	EN 61000-6-3 (Fachgrundnorm)
Funkstörspannung auf Leitungen, nur Hilfsspannung IEC-CISPR 22	150 kHz bis 30 MHz Grenzwertklasse B
Funkstörfeldstärke IEC-CISPR 22	30 MHz bis 1000 MHz Grenzwertklasse B
Oberschwingungsströme auf der Netzzuleitung bei 230 VAC IEC 61000-3-2	Grenzwerte der Klasse A werden eingehalten
Spannungsschwankungen und Flicker auf der Netzzuleitung bei 230 VAC IEC 61000-3-3	Grenzwerte werden eingehalten

4.1.6 Mechanische Prüfungen

Schwing- und Schockbeanspruchung bei stationärem Einsatz

Normen:	IEC 60255-21 und IEC 60068
Schwingung IEC 60255-21-1, Klasse 2 IEC 60068-2-6	sinusförmig 10 Hz bis 60 Hz: ± 0,075 mm Amplitude; 60 Hz bis 150 Hz: 1g Beschleunigung Frequenzdurchlauf 1 Oktave/min, 20 Zyklen in 3 Achsen senkrecht zueinander
Schock IEC 60255-21-2, Klasse 1 IEC 60068-2-27	halbsinusförmig Beschleunigung 5 g, Dauer 11 ms, je 3 Schocks in beiden Richtungen der 3 Achsen
Schwingung bei Erdbeben IEC 60255-21-3, Klasse 1 IEC 60068-3-3	sinusförmig 1 Hz bis 8 Hz: ± 3,5 mm Amplitude (horizontale Achse) 1 Hz bis 8 Hz: ± 1,5 mm Amplitude (vertikale Achse) 8 Hz bis 35 Hz: 1 g Beschleunigung (horizontale Achse) 8 Hz bis 35 Hz: 0,5 g Beschleunigung (vertikale Achse) Frequenzdurchlauf 1 Oktave/min 1 Zyklus in 3 Achsen senkrecht zueinander

Schwing- und Schockbeanspruchung beim Transport

Normen:	IEC 60255-21 und IEC 60068
Schwingung IEC 60255-21-1, Klasse 2 IEC 60068-2-6	sinusförmig 5 Hz bis 8 Hz: ± 7,5 mm Amplitude; 8 Hz bis 150 Hz: 2 g Beschleunigung Frequenzdurchlauf 1 Oktave/min 20 Zyklen in 3 Achsen senkrecht zueinander
Schock IEC 60255-21-2, Klasse 1 IEC 60068-2-27	halbsinusförmig Beschleunigung 15 g, Dauer 11 ms, je 3 Schocks in beiden Richtungen der 3 Achsen
Dauerschock IEC 60255-21-2, Klasse 1 IEC 60068-2-29	halbsinusförmig Beschleunigung 10 g, Dauer 16 ms, je 1000 Schocks in beiden Richtungen der 3 Achsen

4.1.7 Klimabeanspruchungen

Temperaturen

Normen:	IEC 60255-6
Typprüfung (nach IEC 60068-2-1 und -2, Test Bd für 16 h)	–25 °C bis +85 °C
vorübergehend zulässig bei Betrieb (geprüft für 96 h)	–20 °C bis +70 °C (Ablesbarkeit des Displays ab +55 °C evtl. beeinträchtigt)
empfohlen für Dauerbetrieb (nach IEC 60255-6)	–5 °C bis +55 °C wenn maximal die Hälfte aller Ein- und Ausgänge mit den max. dauernd zulässigen Werten belastet ist
Grenztemperaturen bei Lagerung	–25 °C bis +55 °C
Grenztemperaturen bei Transport	–25 °C bis +70 °C
Lagerung und Transport mit werksmäßiger Verpackung!	
[1)] Grenztemperatur bei Normalbetrieb (d.h. keine angeregten Relais)	–20 °C bis +70 °C
[1)] Grenztemperatur unter dauernder Volllast (maximal dauernd zulässige Ein-/Ausgangsgrößen)	–5 °C bis +40 °C für $^1/_2$ und $^1/_1$ Gehäuse

[1)] UL-zugelassen nach Standard 508 (Industrial Control Equipment)

Feuchte

zulässige Feuchtebeanspruchung	im Jahresmittel ≤ 75 % relative Feuchte; an 56 Tagen im Jahr bis zu 93 % relative Feuchte; Betauung im Betrieb unzulässig!
Es wird empfohlen, die Geräte so anzuordnen, dass sie keiner direkten Sonneneinstrahlung und keinem starken Temperaturwechsel, bei dem Betauung auftreten kann, ausgesetzt sind.	

4.1.8 Einsatzbedingungen

Das Schutzgerät ist für den Einbau in üblichen Relaisräumen und Anlagen ausgelegt, so dass die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei sachgemäßem Einbau sichergestellt ist.

Zusätzlich ist zu empfehlen:

- Schütze und Relais, die innerhalb desselben Schrankes oder auf der gleichen Relaistafel mit den digitalen Schutzeinrichtungen arbeiten, sollen grundsätzlich mit geeigneten Löschgliedern versehen werden.
- Bei Schaltanlagen ab 100 kV sollen externe Anschlussleitungen mit einer stromtragfähigen beidseitig geerdeten Abschirmung verwendet werden. In Mittelspannungsanlagen sind üblicherweise keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
- Es ist unzulässig, einzelne Baugruppen unter Spannung zu ziehen oder zu stecken. Im ausgebauten Zustand sind manche Bauelemente elektrostatisch gefährdet; bei der Handhabung sind die EGB-Vorschriften (für **E**lektrostatisch **G**efährdete **B**auelemente) zu beachten. Im eingebauten Zustand besteht keine Gefährdung.

4.1.9 Zulassungen

UL-gelistet		UL-anerkannt	
7SD5***-*A***-****	Ausführungen mit Schraubklemmen	7SD5***-*J***-****	Ausführungen mit Steckklemmen
7SD5***-*C***-****		7SD5***-*L***-****	
7SD5***-*D***-****		7SD5***-*M***-****	

4.1.10 Konstruktive Ausführungen

Gehäuse	7XP20
Abmessungen	siehe Maßbilder, Abschnitt 4.26

Gerät (Maximalbestückung)	Größe	Gewicht
für Schalttafeleinbau	1/2	6 kg
	1/1	10 kg
für Schalttafelaufbau	1/2	11 kg
	1/1	19 kg

Schutzart gemäß IEC 60529		
für das Betriebsmittel im Aufbaugehäuse		IP 51
für das Betriebsmittel im Einbaugehäuse		
	vorne	IP 51
	hinten	IP 50
für den Personenschutz		IP 2x mit aufgesetzter Abdeckkappe
UL-Bedingungen		Type 1 for front panel mounting Surrounding air temperatur: tsurr: max 70 °C, normal operation

4.2 Wirkschnittstellen und Differentialschutztopologie

Differentialschutztopologie

Anzahl der Geräte für ein Schutzobjekt (=Anzahl der von Stromwandlern abgegrenzten Enden)	2 bis 6 bei 7SD5*2/7SD5*3 [1) 2) 3)]

1) 7SD5*2 als Gerät mit einer Wirkschnittstelle für echten Zweiendenbetrieb oder für Kettenbetrieb an den Enden einer Mehrendenkonfiguration
2) 7SD5*2 als Gerät mit zwei Wirkschnittstellen für den redundanten Zweiendenbetrieb
3) 7SD5*3 als Gerät mit zwei Wirkschnittstellen für den Ketten- und Ringbetrieb einer Mehrendenkonfiguration

Wirkschnittstellen

Anzahl	1 oder 2
Anschluss Lichtwellenleiter	Einbauort „D“ bei einem Anschluss oder „D“ und „E“ bei 2 Anschlüssen
bei Einbaugehäuse	rückseitig
bei Aufbaugehäuse	im Pultgehäuse an der Gehäuseoberseite
Anschlussmodule für die Wirkschnittstelle, abhängig von Bestellvariante:	

Anschlussmodule für die Wirkschnittstelle, abhängig von Bestellvariante						
Modul im Gerät	Steckertyp	Fasertyp	optische Wellenlänge	zul. Strecken-dämpfung	Entfernung, maximal	Dämpfungsglieder erforderlich
FO5 [1)]	ST	Multimode 62,5/125 µm	820 nm	5 dB	1,5 km	nein
FO6 [1)]	ST	Multimode 62,5/125 µm	820 nm	13 dB	3,5 km	nein
FO17 [2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1300 nm	10 dB	24 km	nein
FO18 [2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1300 nm	26 dB	60 km	bei Entfernungen kleiner 25 km[3)]
FO19 [2)]	LC	Monomode 9/125 µm	1550 nm	26 dB	100 km	bei Entfernungen kleiner 50 km[3)]

1) Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2 bei Einsatz Glasfaser 62,5/125 µm
2) Laserklasse 1 nach EN 60825-1/-2 bei Einsatz Glasfaser 9/125 µm
3) Wird die Wirkschnittstellenkommunikation über Entfernungen eingesetzt, die unter 25 km (bei FO18) bzw. unter 50 km (bei FO19) liegen, müssen Sie die Sendeleistung mit einem Satz optischer Dämpfungsglieder reduzieren. Die beiden Dämpfungsglieder können auf einer Seite eingebaut werden.

Schutzdatenkommunikation

Direktverbindung:		
Übertragungsrate	512 kBit/s	
Fasertyp	siehe Tabelle oben	
optische Wellenlänge		
zulässige Streckendämpfung		
überbrückbare Entfernung		
Verbindung über Kommunikationsnetze:		
Kommunikationsumsetzer	siehe Anhang A.1 unter Zubehör	
unterstützte Netzschnittstellen	G703.1 mit 64 kBit/s G703-T1 mit 1,455 MBit/s G703-E1 mit 2,048 MBit/s	
	X.21 mit 64 oder 128 oder 512 kBit/s	
	Hilfsadern mit 128 kBit/s	
Verbindung zum Komm.umsetzer	siehe Tabelle oben unter Modul FO5	
Übertragungsrate	64 kBit/s bei G703.1 1,455 MBit/s bei G703-T1 2,048 MBit/s bei G703-E1	
	512 kBit/s oder 128 kBit/s oder 64 kBit/s bei X.21	
	128 kBit/s bei Hilfsadern	
max. Laufzeit	0,1 ms bis 30 ms	Stufung 0,1 ms
max. Laufzeitdifferenz	0,000 ms bis 3,000 ms	Stufung 0,001 ms

4.3 Differentialschutz

Ansprechwerte

Differentialstrom; I-DIFF>	I_N = 1 A	0,10 bis 20,00 A	Stufung 0,01 A
	I_N = 5 A	0,50 bis 100,00 A	
Differentialstrom beim Zuschalten; I-DIF> ZUSCH.	I_N = 1 A	0,10 bis 20,00 A	Stufung 0,01 A
	I_N = 5 A	0,50 bis 100,00 A	
Differentialstrom Ladungsstufe; I-DIFF>>	I_N = 1 A	0,8 bis 100,0 A oder ∞ (Stufe unwirksam)	Stufung 0,01 A
	I_N = 5 A	4,0 bis 500,00 A oder ∞ (Stufe unwirksam)	
Differentialstrom Ladungsstufe beim Zuschalten; I-DIF>> ZUSCH.	I_N = 1 A	0,8 bis 100,0 A oder ∞ (Stufe unwirksam)	Stufung 0,01 A
	I_N = 5 A	4,0 bis 500,00 A oder ∞ (Stufe unwirksam)	
Toleranzen			
bei 2 oder 3 Enden		5 % vom Einstellwert bzw. 1% I_N pro Ende	
bei 6 Enden		10 % vom Einstellwert bzw. 1% I_N pro Ende	

Eigenzeiten

Die Kommandozeiten sind abhängig von der Zahl der Enden und der Kommunikationsgeschwindigkeit. Die folgenden Daten setzen eine Übertragungsrate von 512 kBits/s und die Ausgabe der Kommandos über High-speed Ausgaberelais voraus (7SD5***-*N/P/Q/R/S/T).		
Ansprech-/Auslösezeiten der I-DIFF>>-Stufen bei 50 oder 60 Hz ca.		
für 2 Enden	minimal	9 ms
	typisch	12 ms
für 3 Enden	minimal	9 ms
	typisch	12 ms
für 6 Enden	minimal	14 ms
	typisch	20 ms
Rückfallzeiten der I-DIFF>>-Stufen ca.		
für alle Enden	typisch	35 ms bis 50 ms
Ansprech-/Auslösezeiten der I-DIFF>-Stufen ca.		
für 2 Enden	minimal (50/60 Hz)	27/24 ms
	typisch (50/60 Hz)	29/26 ms
für 3 Enden	minimal (50/60 Hz)	27/24 ms
	typisch (50/60 Hz)	31/28 ms
für 6 Enden	minimal (50/60 Hz)	32/28 ms
	typisch (50/60 Hz)	38/35 ms
Rückfallzeiten der I-DIFF>-Stufen ca.		
für alle Enden	typisch	35 ms bis 50 ms

Verzögerungszeiten

Verzögerung der I-DIFF-Stufe	T-I-DIF>	0,00 s bis 60,00 s oder ∞ (keine Auslösung)	Stufung 0,01 s
Verzögerung der I-DIFF-Stufe bei 1-phasiger Anregung in gelöschten / isolierten Netzen	T3I0 1PHAS	0,00 s bis 0,50 s oder ∞ (Stufe unwirksam bei 1-phasiger Anregung)	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten.			

Selbststabilisierung

Wandlerfehler für jedes Ende des Schutzobjektes		
Verhältnis Betriebsüberstromfaktor/ Nennüberstromfaktor n'/n	1 bis 10,00	Stufung 0,01
Wandlerfehler bei n'/n	0,5 % bis 50,0 %	Stufung 0,1 %
Wandlerfehler bei $n \cdot I_N$ (Klasse)	0,5 % bis 50,0 %	Stufung 0,1 %
Weitere Stabilisierungsgrößen (adaptive Selbststabilisierung)	Frequenzabweichungen, Laufzeitdifferenzen, Oberschwingungen, Synchrongüte, Jitter	

Einschaltstabilisierung

Stabilisierungsverhältnis 2. Harmonische zur Grundschwingung I_{2fN}/I_{fN}		0 % bis 45 %	Stufung 1 %
Maximalstrom für Stabilisierung	I_N = 1 A	1,1 A bis 25,0 A	Stufung 0,1 A
	I_N = 5 A	5,5 A bis 125,0 A	
Crossblock-Funktion		zu- und abschaltbar	
max. Wirkzeit für Crossblock TWIRK CROSSBLK		0,00 s bis 60,00 s oder 0 (Crossblock unwirksam) oder ∞ (wirksam bis Rückfall)	Stufung 0,01 s

Anpassung für Transformatoren (wahlweise)

Schaltgruppenanpassung	0 bis 11 (x 30°)	Stufung 1
Sternpunktbehandlung	geerdet oder nicht geerdet (für jede Wicklung)	

Notbetrieb

bei Ausfall der Kommunikation und unwirksamem Distanzschutz	siehe Abschnitt „Überstromzeitschutz“

Arbeitsbereich Frequenz

Arbeitsbereich	$0,8 \leq f/f_N \leq 1,2$ stabil bei Maschinenhochlauf

Standardgenauigkeit der Betriebsmesswerte

Die Standardgenauigkeit der Betriebsmesswerte des Differentialschutzes von ± 0.5% vom Betriebsnennstrom wird bis zu einer Wandlerfehleranpassung von 2:1 gewährleistet.

4.4 Erdfehlerdifferentialschutz

Einstellbereiche

Differentialstrom I_{EDS}>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 2,00 A	Stufung 0,01
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 10,00 A	
Grenzwinkel φ_{Grenz}		100° (fest)	
Ansprechkennlinie		siehe Abildung 2-134	
Ansprechtoleranz für φ ($3\underline{I}_0$", $3\underline{I}_0$') < 90º und Adresse 221 I4/Iph WDL = und Adresse 4113 STEIGUNG =		5 % zuzüglich $\pm$ 0.01 · I_N	
Zeitverzögerung T_{EDS}		0,00 s bis 60,00 s oder ∞ (keine Auslösung)	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Eigenzeit

Ansprechzeit bei Frequenz		50 Hz	60 Hz
bei 1,5 · Einstellwert I_{EDS}> ca.	schnelle Relais	35 ms	34 ms
	High Speed Relais	30 ms	29 ms
bei 2,5 · Einstellwert I_{EDS}> ca.	schnelle Relais	35 ms	34 ms
	High Speed Relais	30 ms	29 ms
Rückfallzeit ca.		30 ms	30 ms
Rückfallverhältnis		ca. 0,7	

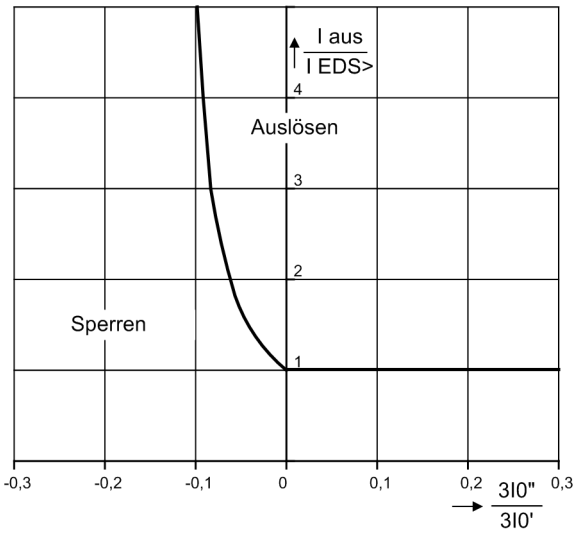


Bild 4-1 Auslösekennlinie des Erdfehlerdifferentialschutzes in Abhängigkeit vom Nullstrom-Speiseverhältnis $3I_0$"/$3I_0$' (beide Ströme in Phase + Gegenphase –); I_{EDS}> = Einstellwert; I_{aus} = Auslösestrom

4.5 Schaltermitnahme und Fernauslösung- Externe örtliche Auslösung

Schaltermitnahme und Fernauslösung

Mitnahme aller Enden des Schutzobjektes bei einseitiger Auslösung	zu- und abschaltbar

Externe Direktauslösung

Eigenzeit, gesamt	ca. 6 ms	
Auslöseverzögerung T AUSVERZ.	0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten Die Kommandozeiten beziehen sich auf die Ausgabe der Kommandos über High-speed Ausgaberelais (7SD5***-*N/P/Q/R/S/T)		

Fernauslösung

Auslösung der fernen Enden durch über Binäreingaben eingekoppeltes Kommando Die Kommandozeiten sind abhängig von der Zahl der Enden und der Kommunikationsgeschwindigkeit. Die folgenden Daten setzen eine Übertragungsrate von 512 kBits/s und die Ausgabe der Kommandos über High-speed Ausgaberelais voraus (7SD5***-*N/P/Q/R/S/T)			
Eigenzeiten, gesamt ca.			
für 2 Enden	minimal		7 ms
	typisch		12 ms
für 3 Enden	minimal		9 ms
	typisch		13 ms
für 6 Enden	minimal		13 ms
	typisch		18 ms
Rückfallzeiten, gesamt ca.			
für 2 Enden	typisch		19 ms
für 3 Enden	typisch		20 ms
für 6 Enden	typisch		26 ms
Auslöseverzögerung	TMITN VERZ	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Auslöseverlängerung	TMITN VERL	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

4.6 Distanzschutz (wahlweise)

Erdimpedanzanpassung

R_E/R_L	-0,33 bis 10,00	Stufung 0,01
X_E/X_L	-0,33 bis 10,00	Stufung 0,01
	getrennt für erste und höhere Zonen	
K_0	0,000 bis 4,000	Stufung 0,001
PHI (K_0)	-180,00° bis +180,00°	
	getrennt für erste und höhere Zonen	
Die Faktoren für Erdimpedanzanpassung gelten auch für die Fehlerortung.		

Parallelleitungsanpassung

R_M/R_L	0,00 bis 8,00	Stufung 0,01
X_M/X_L	0,00 bis 8,00	Stufung 0,01
Die Faktoren für Parallelleitungsanpassung gelten auch für die Fehlerortung.		

Phasenbevorzugung

für Doppelerdkurzschluss im geerdeten Netz	voreilende Phase gegen Erde blockieren nacheilende Phase gegen Erde blockieren alle beteiligten Schleifen freigeben beteiligte Schleifen Phase-Erde freigeben beteiligte Schleifen Phase-Phase freigeben
für Doppelerdschluss im isolierten oder gelöschten Netz	L3(L1) azyklisch L1(L3) azyklisch L2(L1) azyklisch L1(L2) azyklisch L3(L2) azyklisch L2(L3) azyklisch L3(L1) zyklisch L1(L3) zyklisch alle beteiligten Schleifen

Erdfehlererkennung

Erdstrom $3I_0>$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A	
Erdspannung $3U_0>$		1 V bis 100 V; ∞	Stufung 1 V
Rückfallverhältnisse		ca. 0,95	
Messtoleranzen bei sinusförmigen Messgrößen		± 5 %	

Anregung (wahlweise)

Überstromanregung			
Überstrom Iph>>	für I_N = 1 A	0,25 A bis 10,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	1,25 A bis 50,00 A	
Rückfallverhältnisse		ca. 0,95	
Messtoleranzen bei sinusförmigen Messgrößen		± 5 %	
Spannungs- und winkelabhängige Stromanregung (U/I/φ) (wahlweise)			
Charakteristik		stufenförmig mit einstellbaren Neigungen	
Mindeststrom Iph>	für I_N = 1 A	0,10 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 20,00 A	
Strom im Kurzschlusswinkelbereich Iφ	für I_N = 1 A	0,10 A bis 8,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 40,00 A	
Unterspannung Phase-Erde Uphe (jeweils getrennt bei Iph>, Iφ> und Iph>>)		20 V bis 70 V	Stufung 1 V
Unterspannung Phase-Phase Uphph (jeweils getrennt bei Iph>, Iφ> und Iph>>)		40 V bis 130 V	Stufung 1 V
unterer Grenzwinkel φ>		30° bis 60°	Stufung 1°
oberer Grenzwinkel φ<		90° bis 120°	Stufung 1°
Rückfallverhältnisse			
Iph>, Iφ>		ca. 0,95	
Uphe, Uphph		ca. 1,05	
Messtoleranzen bei sinusförmigen Messgrößen			
Beträge von U, I		± 5 %	
Winkel φ		± 3°	
Impedanzanregung (wahlweise)			
Mindeststrom Iph>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A	
maßgebend sind die Grenzen der am weitesten eingestellten Zone unter Berücksichtigung der jeweiligen Richtung			
Rückfallverhältnis		ca. 1,05	

Distanzmessung

Charakteristik		polygonal oder MHO-Kennlinie (je nach Bestelloption); 5 unabhängige und 1 gesteuerte Zone	
Einstellbereiche Polygon:			
I_{Ph}> = Mindeststrom Phasen	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A	
X = Reichweite Reaktanz	für I_N = 1 A	0,050 Ω bis 600,000 Ω	Stufung 0,001 Ω
	für I_N = 5 A	0,010 Ω bis 120,000 Ω	
R = Resistanzreserve Phase-Phase	für I_N = 1 A	0,050 Ω bis 600,000 Ω	Stufung 0,001 Ω
	für I_N = 5 A	0,010 Ω bis 120,000 Ω	
RE = Resistanzreserve Phase-Erde	für I_N = 1 A	0,050 Ω bis 600,000 Ω	Stufung 0,001 Ω
	für I_N = 5 A	0,010 Ω bis 120,000 Ω	
φ_{Ltg} = Leitungswinkel		10° bis 89°	Stufung 1°
φ_{Dist} = Winkel Distanzschutzcharakteristik		30° bis 90°	Stufung 1°
α_{Pol} = Abschrägungswinkel für 1. Zone		0° bis 30°	Stufung 1°
Richtungsbestimmung Polygon:			
bei allen Fehlerarten		mit kurzschlussgetreuen, gespeicherten oder kurzschlussfremden Spannungen	
Richtungsempfindlichkeit		dynamisch unbegrenzt stationär ca. 1 V	
Jede Zone kann vorwärts, rückwärts, ungerichtet oder unwirksam eingestellt werden.			
Einstellbereiche MHO-Kennlinie:			
I_{PH}> = Mindeststrom Phasen	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A	
Z_r = Reichweite Impedanz	für I_N = 1 A	0,050 Ω bis 200,000 Ω	Stufung 0,001 Ω
	für I_N = 5 A	0,010 Ω bis 40,000 Ω	
φ_{Ltg} = Leitungswinkel		10° bis 89°	Stufung 1°
φ_{Dist} = Winkel Distanzschutzcharakteristik		30° bis 90°	Stufung 1°
Polarisation		mit gespeicherten oder kurzschlussfremden Spannungen	
Jede Zone kann vorwärts, rückwärts oder unwirksam eingestellt werden.			
Lastausschnitt:			
R_{Last} = minimale Lastresistanz	für I_N = 1 A	0,050 Ω bis 600,000 Ω; ∞	Stufung 0,001 Ω
	für I_N = 5 A	0,010 Ω bis 120,000 Ω; ∞	
φ_{Last} = maximaler Lastwinkel		20° bis 60°	Stufung 1°
Rückfallverhältnisse			
– Ströme		ca. 0,95	
– Impedanzen		ca. 1,06	
Messwertkorrektur		für Erdstromkopplung bei Parallelleitungen (Bestelloption)	
Messtoleranzen bei sinusförmigen Messgrößen		$\left\|\frac{\Delta X}{X}\right\| \le 5\ \%$ für $30° \le \varphi_k \le 90°$ $\left\|\frac{\Delta R}{R}\right\| \le 5\ \%$ für $0° \le \varphi_k \le 60°$ $\left\|\frac{\Delta Z}{Z}\right\| \le 5\ \%$ für $-30° \le \varphi_k - \varphi_{Lin} \le 30°$	

Zeiten

kürzeste Kommandozeit	ca. 17 ms (50 Hz)/15 ms (60 Hz) mit schnellen Relais und ca. 12 ms (50 Hz)/10 ms (60 Hz) mit High-Speed Relais	
Rückfallzeit	ca. 30 ms	
Stufenzeiten	0,00 s bis 30,00 s; ∞ für alle Zonen; für Zonen Z1, Z2 und Z1B getrennte Zeiten für einphasige und mehrphasige Fehler	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten		

Notbetrieb

Arbeiten Differential- und Distanzschutz parallel wird der Notbetrieb erst aktiv, wenn beide Schutzfunktionen unwirksam geworden sind. (bei Störung der Kommunikationsverbindung und Messspannungsausfall, z.B. Spannungswandler-Schutzschalterfall) siehe Abschnitt 4.15 „Überstromzeitschutz“

4.7 Pendelerfassung (mit Impedanzanregung) (wahlweise)

Pendelerfassung	Änderungsgeschwindigkeit des Impedanzzeigers und Beobachtung der Bahnkurve	
maximale Pendelfrequenz	ca. 7 Hz	
einstellbare Pendelsperrprogramme	Blockierung nur der ersten Zone	
	Blockierung der höheren Zonen	
	Blockierung der ersten und zweiten Zone	
	Blockierung aller Zonen	
Pendelauslösung	Auslösung bei instabilen Pendelungen (Außertrittfall)	
Auslöseverzögerung nach Pendelsperre	0,08 bis 5,00 s	Stufung 0,01 s

4.8 Signalübertragungsverfahren mit Distanzschutz (wahlweise)

Modus

für zwei Leitungsenden	mit einem Kanal je Richtung oder mit drei Kanälen je Richtung für phasengetrennte Übertragung
für drei Leitungsenden	mit einem Kanal je Richtung und Verbindung

Mitnahmeverfahren

einstellbares Verfahren	Mitnahme mit Übergreifzone Z1B Mitnahme über Anregung direkte Mitnahme	
Sendesignalverlängerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s

Vergleichsverfahren

einstellbare Verfahren	Signalvergleich (mit Übergreifzone Z1B) Richtungsvergleich Unblockverfahren (mit Übergreifzone Z1B) Blockierverfahren (mit Übergreifzone Z1B) Streckenschutz (mit Steueradern) rückwärtige Verriegelung (mit Steueradern)	
Sendesignalverlängerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Freigabeverzögerung	0,000 s bis 30,000 s	Stufung 0,001 s
transiente Blockierzeit	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Wartezeit für transiente Blockierung	0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten		

4.9 Erdkurzschlussschutz für geerdete Netze (wahlweise)

Kennlinien

stromunabhängige Stufen (UMZ)	$3I_0$>>>, $3I_0$>>, $3I_0$>
stromabhängige Stufe (AMZ)	$3I_{0P}$ es kann eine der Kennlinien gemäß Bild 4-2 bis Bild 4-5 ausgewählt werden
spannungsabhängige Stufe (U_0 invers)	Kennlinie gemäß Bild 4-6
Nullleistungsschutz	Kennlinie gemäß Bild 4-7

Höchststromstufe

Ansprechwert $3I_0$>>>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A	
Verzögerung $T_{3I0>>>}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
Ansprechzeit (schnelle Relais/High-Speed-Relais)		ca. 30/25 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Strom	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeit	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Hochstromstufe

Ansprechwert $3I_0$>>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A	
Verzögerung $T_{3I0>>}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
Ansprechzeit (schnelle Relais/High-Speed-Relais)		ca. 30/25 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Strom	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeit	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Überstromstufe

Ansprechwert $3I_0>$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Verzögerung $T_{3I0>}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
Ansprechzeit (schnelle Relais/High-Speed-Relais) (1,5 · Einstellwert) (2,5 · Einstellwert)		 ca. 40/35 ms ca. 30/25 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Strom	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeit	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Abhängige Stromstufe (IEC)

Ansprechwert $3I_{0P}$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Zeitfaktor T_{3I0P}		0,05 s bis 3,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Zusatzverzögerung $T_{3I0P\ verz}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-2	
Toleranzen			
Anrege-, Rückfallschwellen $3I_{0p}$		3 % vom Einstellwert, bzw. 1 % Nennstrom	
Anregezeit für $2 \leq I/3I_{0P} \leq 20$ und $T_{3I0P} \geq 1$ s		5 % vom Einstellwert ± 15 ms	
definierte Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Abhängige Stromstufe (ANSI)

Ansprechwert $3I_{0P}$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Zeitfaktor D_{3I0P}		0,50 s bis 15,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Zusatzverzögerung $T_{3I0P\ verz}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-3 und 4-4	
Toleranzen			
Anrege-, Rückfallschwellen $3I_{0p}$		3 % vom Einstellwert, bzw. 1 % Nennstrom	
Anregezeit für $2 \leq I/3I_{0P} \leq 20$ und $D_{3I0P} \geq 1$ s		5 % vom Einstellwert ± 15 ms	
definierte Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Abhängige Stromstufe (logarithmisch invers)

Ansprechwert $3I_{0P}$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Startstromfaktor $3I_{0P\ FAKTOR}$		1,0 bis 4,0	Stufung 0,1
Zeitfaktor T_{3I0P}		0,05 s bis 15,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Maximalzeit $T_{3I0P\ max}$		0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Minimalzeit $T_{3I0P\ min}$		0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Zusatzverzögerung $T_{3I0P\ verz}$		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-5	
Toleranzen			
Anrege-, Rückfallschwellen $3I_{0p}$		3 % vom Einstellwert, bzw. 1 % Nennstrom	
Anregezeit für $2 \leq I/3I_{0P} \leq 20$ und $T_{3I0P} \geq 1$ s		5 % vom Einstellwert ± 15 ms	
definierte Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Nullspannungsabhängige Stufe

Ansprechwert $3I_{0P}$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Ansprechwert $3U_0$>		1,0 V bis 10,0 V	Stufung 0,1 V
Spannungsfaktor $U_{0\ inv.\ minimal}$		0,1 V bis 5,0 V	Stufung 0,1 V
Zusatzverzögerung	$T_{gerichtet}$	0,00 s bis 32,00 s	Stufung 0,01 s
	$T_{ungerichtet}$	0,00 s bis 32,00 s	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-6	
Toleranzen Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Rückfallverhältnis	Strom	ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
	Spannung	ca. 0,95 für $3U_0 \geq 1$ V	

Nullleistungsabhängige Stufe

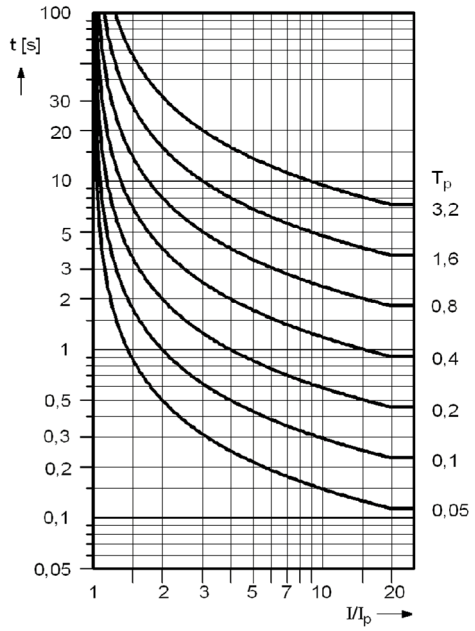
Ansprechwert $3I_{0P}$	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder 0,003 A bis 25,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder 0,015 A bis 125,000 A	Stufung 0,01 A Stufung 0,001 A
Ansprechwert S VORWAERTS	für I_N = 1 A	0,1 VA bis 10,0 VA	Stufung 0,1 VA
	für I_N = 5 A	0,5 VA bis 50,0 VA	
Zusatzverzögerung $T_{3IOPverz}$		0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-7	
Toleranzen Ansprechwerte		1 % vom Einstellwert bei empfindlichem Erdstromwandler	
Toleranzen Zeiten		5 % von Einstellwert bzw. 15 ms bei empfindlichem Erdstromwandler 6 % vom Einstellwert bzw. 15 ms bei normalem Erdstromwandler/ohne Erdstromwandler	

Einschaltstabilisierung

Anteil 2. Harmonische für Blockierung		10 % bis 45 %	Stufung 1 %
		bezogen auf Grundschwingung	
Aufhebung der Blockierung oberhalb	für I_N = 1 A	0,50 A bis 25,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	2,50 A bis 125,00 A	
Die Einschaltstabilisierung kann für jede Stufe individuell zu- oder abgeschaltet werden.			

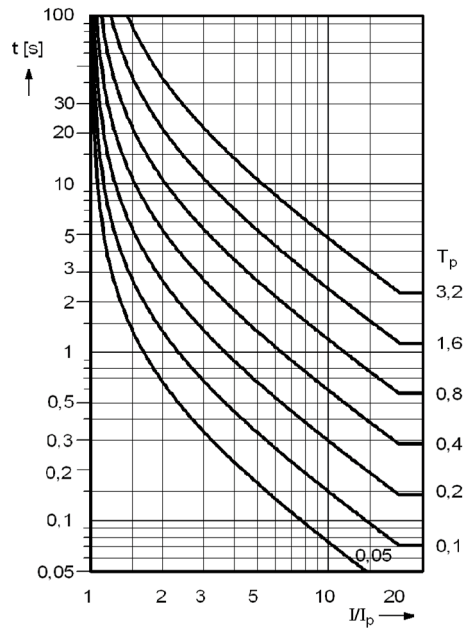
Richtungsbestimmung

Jede Stufe kann vorwärts, rückwärts, ungerichtet oder unwirksam eingestellt werden.			
Richtungsmessung		mit I_E (= 3 I_0) und 3 U_0 und I_Y oder I_2 und U_2	
		mit I_E (= 3 I_0) und 3 U_0 und I_Y	
		mit I_E (= 3 I_0) und I_Y (Trafosternpunktstrom)	
		mit I_2 und U_2 (Gegensystem)	
		mit Nullleistung	
Grenzwerte			
Verlagerungsspannung $3U_0$>		0,5 V bis 10,0 V	Stufung 0,1 V
Trafosternpunktstrom I_Y>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 1,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 5,00 A	
Gegensystemstrom $3I_2$>	für I_N = 1 A	0,05 A bis 1,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 5,00 A	
Gegensystemspannung $3U_2$>		0,5 V bis 10,0 V	Stufung 0,1 V
Freigabewinkel			
kapazitiv Alpha		0° bis 360°	Stufung 1°
induktiv Beta		0° bis 360°	Stufung 1°
Toleranzen Ansprechwerte		10 % vom Einstellwert bzw. 5 % Nennstrom bzw. 0,5 V	
Toleranz Freigabewinkel		5°	
Umorientierungszeit bei Fehlerwechsel		ca. 30 ms	



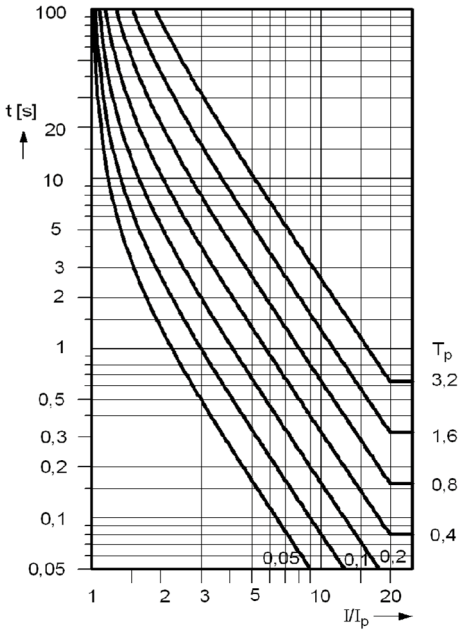
Normal Invers:
(Typ A)

$$t = \frac{0,14}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot T_p \ [s]$$



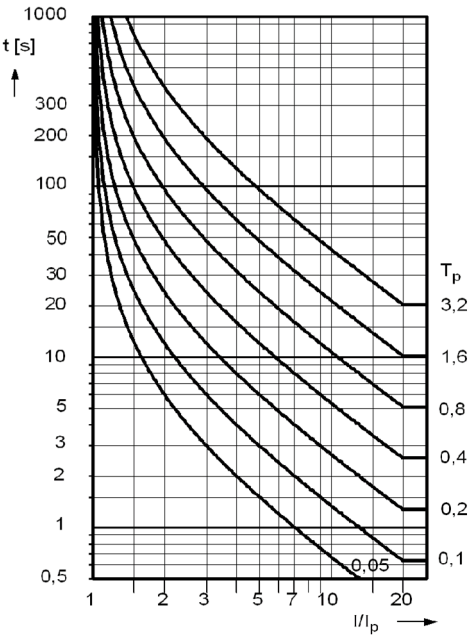
Stark Invers:
(Typ B)

$$t = \frac{13,5}{(I/I_p)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$



Extrem Invers:
(Typ C)

$$t = \frac{80}{(I/I_p)^{2} - 1} \cdot T_p \ [s]$$



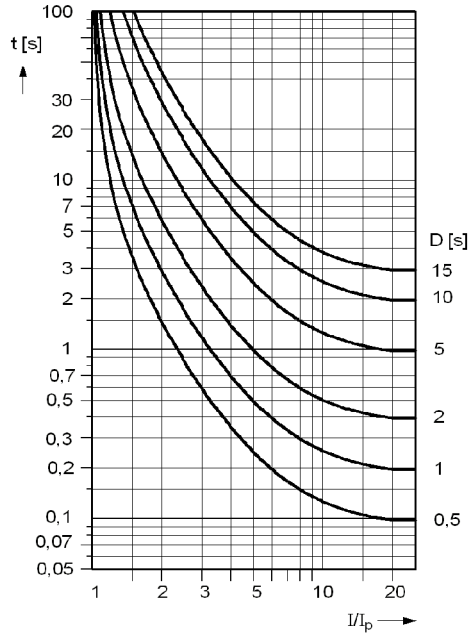
Langzeit Invers:

$$t = \frac{120}{(I/I_p)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

t Auslösezeit
T_p Einstellwert des Zeitmultiplikator
I Fehlerstrom
I_p Einstellwert des Stromes

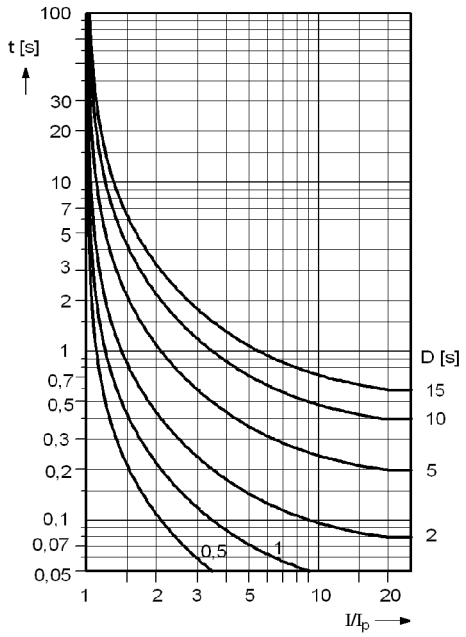
Anmerkungen:
Für Erdfehler ist 3I0p statt Ip und
T3I0p statt Tp zu lesen.

Bild 4-2 Auslösezeitkennlinien des stromabhängigen Überstromzeitschutzes, nach IEC (Phasen und Erde)



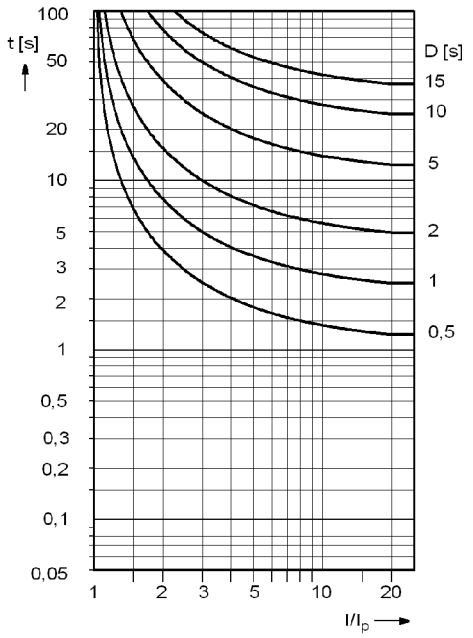
Invers/
INVERSE

$$t = \left(\frac{8,9341}{(I/I_p)^{2,0938} - 1} + 0,17966 \right) \cdot D \ [s]$$



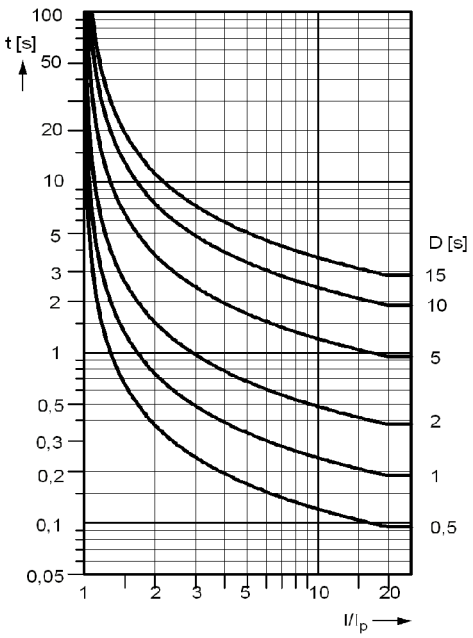
Kurz Invers/
SHORT INVERSE

$$t = \left(\frac{0,2663}{(I/I_p)^{1,2969} - 1} - 0,03393 \right) \cdot D \ [s]$$



Lang Invers/
LONG INVERSE

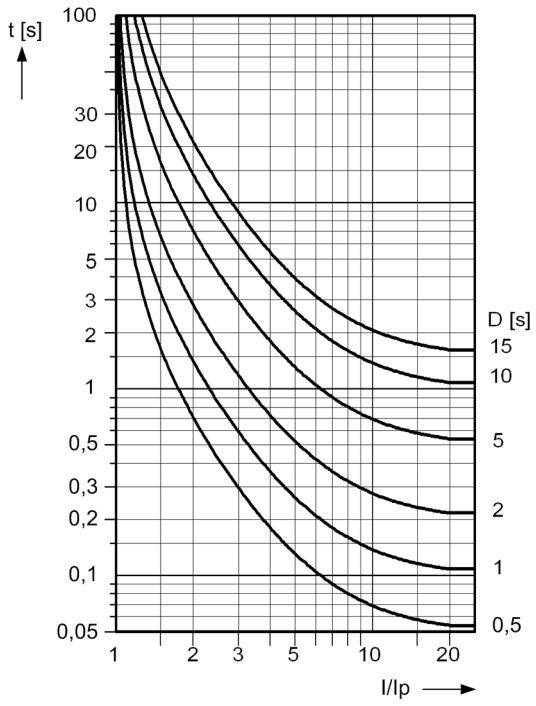
$$t = \left(\frac{5,6143}{(I/I_p) - 1} + 2,18592 \right) \cdot D \ [s]$$



Mäßig Invers/
MODERATELY INVERSE

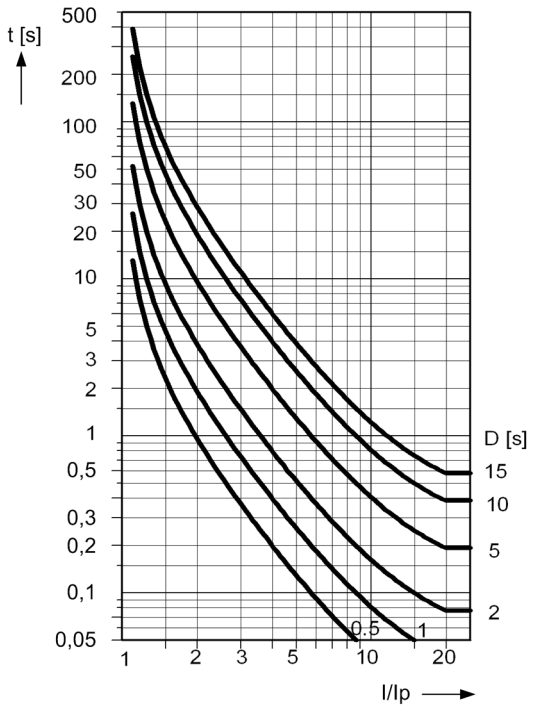
$$t = \left(\frac{0,0103}{(I/I_p)^{0,02} - 1} + 0,0228 \right) \cdot D \ [s]$$

Bild 4-3 Auslösezeitkennlinien des stromabhängigen Überstromzeitschutzes, nach ANSI/IEEE, (Phasen und Erde)



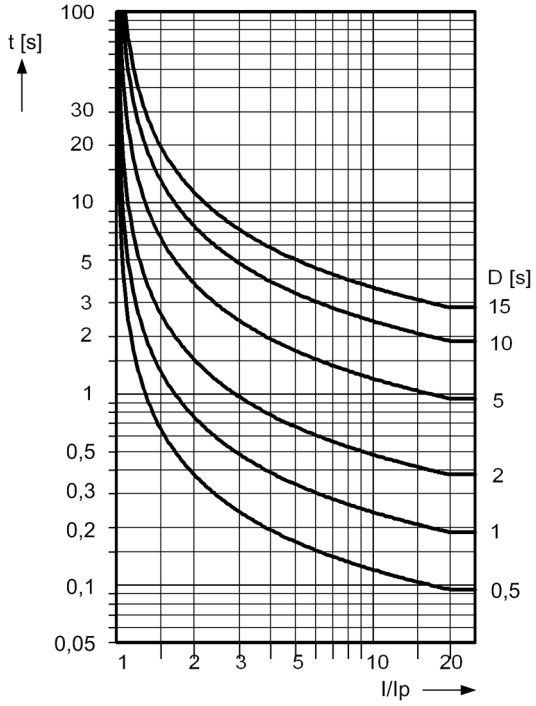
Stark Invers/VERY INVERSE

$$t = \left(\frac{3{,}922}{(I/I_p)^2 - 1} + 0{,}0982 \right) \cdot D[s]$$



Extrem Invers/ EXTREMELY INVERSE

$$t = \left(\frac{5{,}64}{(I/I_p)^2 - 1} + 0{,}02434 \right) \cdot D[s]$$



Gleichmäßig Invers/ DEFINITE INVERSE

$$t = \left(\frac{0{,}4797}{(I/I_p)^{1{,}5625} - 1} + 0{,}21359 \right) \cdot D[s]$$

t Auslösezeit
D Einstellbarer Zeitfaktor
I Fehlerstrom
Ip Einstellwert des Stromes

Anmerkungen:
Für Erdfehler ist 3I0p statt Ip und
D3I0p statt D zu lesen.

Bild 4-4 Auslösezeitkennlinien des stromabhängigen Überstromzeitschutzes, nach ANSI/IEEE, (Phasen und Erde)

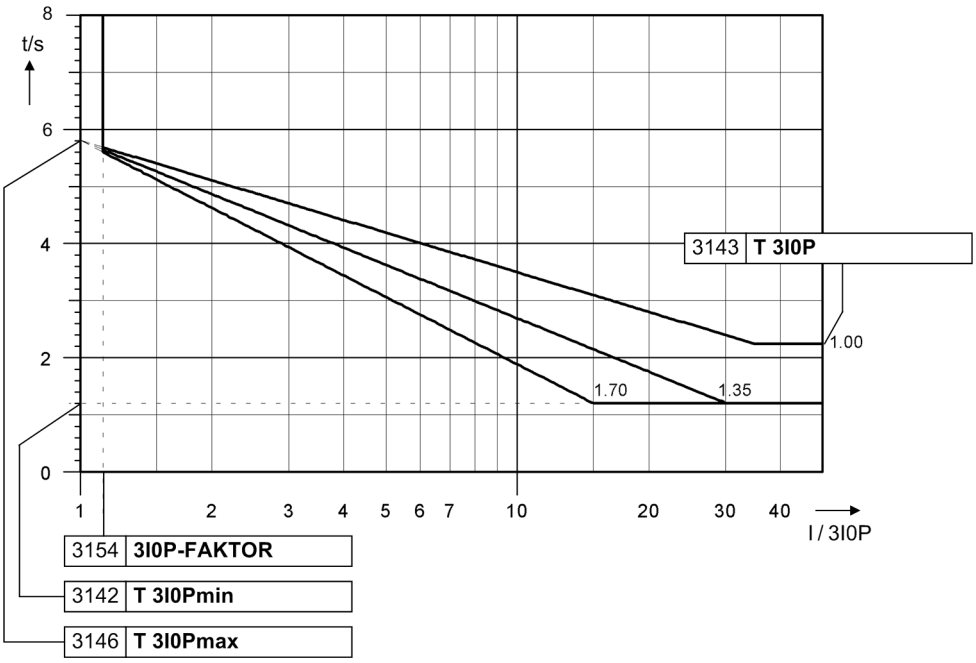
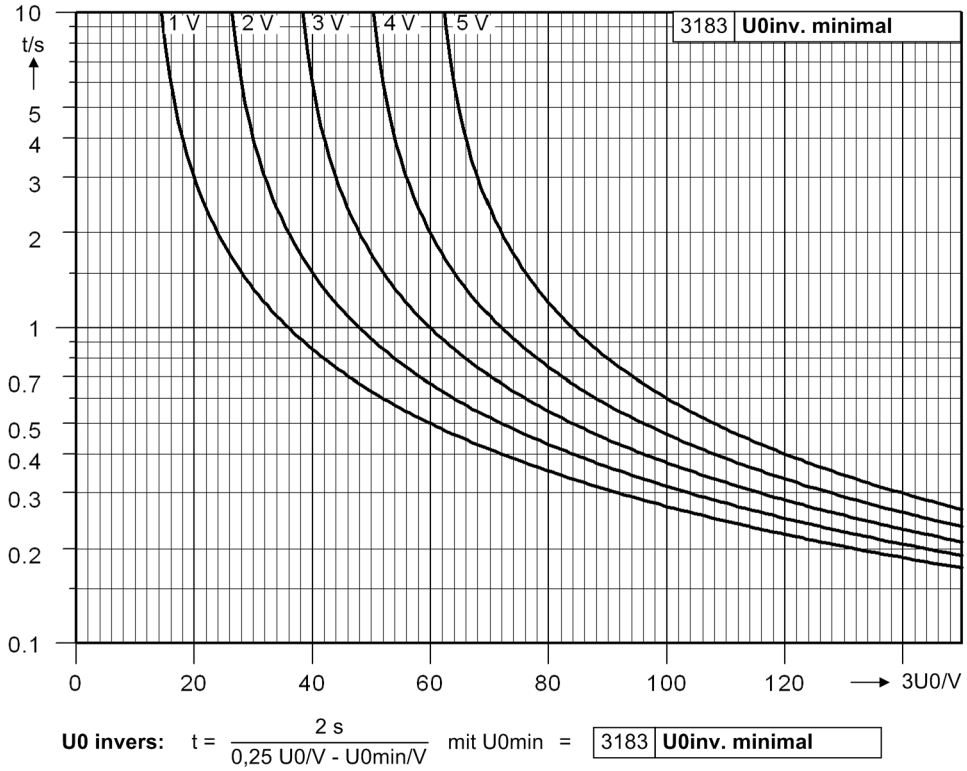


Bild 4-5 Auslösezeitkennlinien des stromabhängigen Überstromzeitschutzes mit logarithmisch inverser Kennlinie

Logarithmisch invers $t = T_{3I0Pmax} — T_{3I0P} \cdot \ln(I/\mathbf{3I0P})$

Anmerkung: Für I/**3I0P** > 35 gilt die Zeit für I/**3I0P** = 35



U0 invers: $t = \dfrac{2\ s}{0{,}25\ U0/V - U0min/V}$ mit U0min = 3183 **U0inv. minimal**

Bild 4-6 Auslösezeitkennlinien des Nullspannungszeitschutzes $U_{0\ invers}$

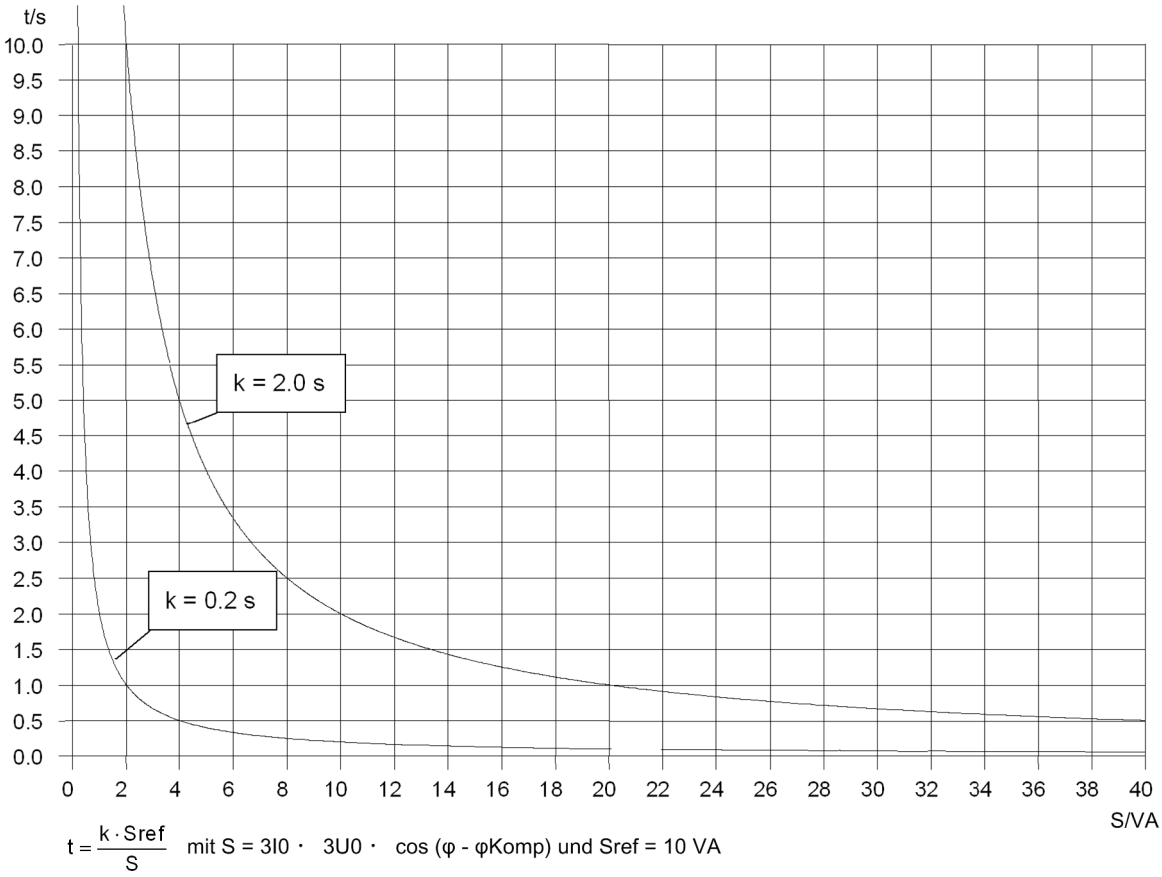


Bild 4-7 Auslösekennlinie des Nullleistungsschutzes

Diese Kennlinie gilt für: S_{ref} = 10 VA und $T_{3IOPverz}$ = 0 s.

4.10 Signalübertragungsverfahren mit Erdkurzschlussschutz (wahlweise)

Modus

für zwei Leitungsenden	mit einem Kanal je Richtung oder mit drei Kanälen je Richtung für phasengetrennte Übertragung
für drei Leitungsenden	mit einem Kanal je Richtung und Verbindung

Vergleichsverfahren

einstellbare Verfahren	Richtungsvergleich	
	Unblockverfahren	
	Blockierverfahren	
Sendesignalverlängerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Freigabeverzögerung	0,000 s bis 30,000 s	Stufung 0,001 s
transiente Blockierzeit	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Wartezeit für transiente Blockierung	0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Ablauftoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten		

4.11 Auslösung bei schwacher Einspeisung (klassisch/wahlweise)

Betriebsart

Auslösung über Unterspannung bei Empfangssignal vom Gegenende

Unterspannung

Einstellwert $U_{PhE}<$	2 V bis 70 V	Stufung 1 V
Rückfallverhältnis	ca. 1,1	
Ansprechtoleranz	≤ 5 % vom Einstellwert bzw. 0,5 V	

Zeiten

Echoverzögerung/Freigabeverzögerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Echoimpulsdauer/Freigabeverlängerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Echo-Blockierdauer nach Echo	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Ansprechtoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

4.12 Auslösung bei schwacher Einspeisung (franz. Spez./wahlweise)

Betriebsart

Auslösung über Unterspannung bei Empfangssignal vom Gegenende

Unterspannung

Einstellwert $U_{PhE}<$ (Faktor)	0,10 bis 1,00	Stufung 0,01
Rückfallverhältnis	ca. 1,1	
Ansprechtoleranz	≤ 5 %	

Zeiten

Empfangsverlängerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Verlängerungszeit 3I0>	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Alarmzeit 3I0>	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Verzögerungszeit einpolig	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Verzögerungszeit mehrpolig	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Zeitkonstante τ	1 bis 60 s	Stufung 1 s
Ansprechtoleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

4.13 Übertragung binärer Informationen und Kommandos

Fernkommandos

Anzahl möglicher Fernkommandos		4
Die Kommandozeiten sind abhängig von der Zahl der Enden und der Kommunikationsgeschwindigkeit. Die folgenden Daten setzen eine Übertragungsrate von 512 kBits/s und die Ausgabe der Kommandos über High-speed Ausgaberelais voraus (7SD5***-*N/P/Q/R/S/T). Die Kommandozeiten beziehen sich auf die gesamte Signalstrecke von der Einkopplung über Binäreingänge bis zur Ausgabe der Kommandos über Ausgaberelais.		
Eigenzeiten, gesamt ca.		
für 2 Enden	minimal	8 ms
	typisch	12 ms
für 3 Enden	minimal	10 ms
	typisch	14 ms
für 6 Enden	minimal	15 ms
	typisch	18 ms
Rückfallzeiten, gesamt ca.		
für 2 Enden	typisch	19 ms
für 3 Enden	typisch	20 ms
für 6 Enden	typisch	26 ms

Fernmeldungen

Anzahl möglicher Fernmeldungen		24
Die Kommandozeiten sind abhängig von der Zahl der Enden und der Kommunikationsgeschwindigkeit. Die folgenden Daten setzen eine Übertragungsrate von 512 kBits/s und die Ausgabe der Kommandos über High-speed Ausgaberelais voraus (7SD5***-*N/P/Q/R/S/T). Die Kommandozeiten beziehen sich auf die gesamte Signalstrecke von der Einkopplung über Binäreingänge bis zur Ausgabe der Kommandos über Ausgaberelais.		
Eigenzeiten, gesamt ca.		
für 2 Enden	minimal	9 ms
	typisch	16 ms
für 3 Enden	minimal	12 ms
	typisch	18 ms
für 6 Enden	minimal	17 ms
	typisch	23 ms
Rückfallzeiten, gesamt ca.		
für 2 Enden	typisch	24 ms
für 3 Enden	typisch	25 ms
für 6 Enden	typisch	32 ms

4.14 Hochstrom-Schnellabschaltung

Anregung

Hochstromanregung I>>>	für I_N = 1 A	0,10 A bis 15,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 75,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Hochstromanregung I>>>>	für I_N = 1 A	1,00 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	5,00 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Rückfallverhältnis		ca. 90 %	
Ansprechtoleranz		3 % vom Einstellwert oder 1 % von I_N	

Zeiten

kürzeste Kommandozeit (schnelle Relais/High-Speed-Relais)	ca. 10/5 ms

4.15 Überstromzeitschutz

Betriebsarten

als Not-Überstromzeitschutz oder Reserveüberstromzeitschutz	
Not-Überstromzeitschutz mit Differential- und Distanzschutz	wirksam bei Differentialschutzblockierung (z.B. Störung der Gerätekommunikation) und zusätzlicher Distanzschutzblockierung wie z.B. Auslösung des Spannungswandlerschutzschalters (über Binäreingang), Messspannungsausfall oder Ansprechen des Fuse-Failure-Monitors
Not-Überstromzeitschutz mit Differentialschutz (Distanzschutz nicht projektiert)	wirksam bei Differentialschutzblockierung (z.B. Störung der Gerätekommunikation)
Not-Überstromzeitschutz mit Distanzschutz (Differentialschutz nicht projektiert)	wirksam bei Distanzschutzblockierung wie z.B. Auslösung des Spannungswandlerschutzschalters (über Binäreingang), Messspannungsausfall oder Ansprechen des Fuse-Failure-Monitors
Reserveüberstromzeitschutz	unabhängig wirksam

Kennlinien

unabhängige Stufen (UMZ)	I_{Ph}>>>, $3I_0$>>>, I_{Ph}>>,$3I_0$>>, I_{Ph}>, $3I_0$>
stromabhängige Stufen (AMZ)	I_P, $3I_{0P}$; es kann eine der Kennlinien gemäß Bild 4-2 bis 4-4 (siehe Technische Daten Abschnitt „Erdkurzschlussschutz“) ausgewählt werden

Hochstromstufen

Ansprechwert I_{Ph}>> (Phasen)	für I_N = 1 A	0,10 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Ansprechwert $3I_0$>> (Erde)	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Verzögerung T_{IPh}>> (Phasen)		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Verzögerung T_{3I0}>> (Erde)		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
Ansprechzeiten (schnelle Relais/High-Speed-Relais)		ca. 25/20 ms	
Rückfallzeiten		ca. 30 ms	
Toleranzen	Ströme	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Überstromstufen

Ansprechwert $I_{Ph}>$ (Phasen)	für I_N = 1 A	0,10 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Ansprechwert $3I_0>$ (Erde)	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Verzögerung $T_{IPh}>$ (Phasen)		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Verzögerung $T_{3I0}>$ (Erde)		0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		ca. 0,95 für $I/I_N \geq 0,5$	
Ansprechzeiten (schnelle Relais/High-Speed-Relais)		ca. 25/20 ms	
Rückfallzeiten		ca. 30 ms	
Toleranzen	Ströme	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten			

Abhängige Stromstufen (IEC)

Ansprechwert I_P (Phasen)	für I_N = 1 A	0,10 A bis 4,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 20,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Ansprechwert $3I_{0P}$ (Erde)	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Zeitfaktoren	T_{IP} (Phasen)	0,05 s bis 3,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
	T_{3I0P} (Erde)	0,05 s bis 3,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Zusatzverzögerungen	$T_{IP\ verz}$ (Phasen)	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
	$T_{3I0P\ verz}$ (Erde)	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-2	
Toleranzen			
Anrege-, Rückfallschwellen I_p, $3I_{0p}$		3 % vom Einstellwert, bzw. 1 % Nennstrom	
Anregezeit für $2 \leq I/I_P \leq 20$ und $T_{IP} \geq 1$ s Anregezeit für $2 \leq I/3I_{0P} \leq 20$ und $T_{3I0P} \geq 1$ s		5 % vom Einstellwert ± 15 ms 5 % vom Einstellwert ± 15 ms	
definierte Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Abhängige Stromstufen (ANSI)

Ansprechwert I_P (Phasen)	für I_N = 1 A	0,10 A bis 4,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 20,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Ansprechwert $3I_{0P}$ (Erde)	für I_N = 1 A	0,05 A bis 4,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 20,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Zeitfaktoren	D_{IP} (Phasen)	0,50 s bis 15,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
	D_{3I0P} (Erde)	0,50 s bis 15,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Zusatzverzögerungen	$T_{IP\ verz}$ (Phasen)	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
	$T_{3I0P\ verz}$ (Erde)	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Kennlinien		siehe Bild 4-3 und 4-4	
Toleranzen			
Anrege-, Rückfallschwellen I_p, $3I_{0p}$		3 % vom Einstellwert, bzw. 1 % Nennstrom	
Anregezeit für $2 \le I/I_P \le 20$ und $D_{IP} \ge 1$ s Anregezeit für $2 \le I/3I_{0P} \le 20$ und $D_{3I0P} \ge 1$ s		5 % vom Einstellwert ± 15 ms 5 % vom Einstellwert ± 15 ms	
definierte Zeiten		1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Weitere unabhängige Stufe

Ansprechwert I_{Ph}>>>(Phasen)	für I_N = 1 A	0,10 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Ansprechwert $3I_0$ >>>(Erde)	für I_N = 1 A	0,05 A bis 25,00 A oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 125,00 A oder ∞ (unwirksam)	
Verzögerungen	T_{IPh}>>>	0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
	T_{3I0}>>>	0,00 s bis 30,00 s oder ∞ (unwirksam)	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnisse		ca. 0,95 für $I/I_N \ge 0{,}5$	
Ansprechzeiten (schnelle Relais/High-Speed-Relais)		ca. 25/20 ms	
Rückfallzeiten		ca. 30 ms	
Toleranzen Ströme	Ströme	3 % vom Einstellwert bzw. 1 % Nennstrom	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten.			

4.16 Wiedereinschaltautomatik (wahlweise)

Wiedereinschaltungen

Anzahl Wiedereinschaltungen	max. 8, die ersten 4 mit individuellen Parametern	
Art (abhängig von Bestellvariante)	1-polig, 3-polig oder 1-/3-polig	
Steuerung	mit Anregung oder mit Auslösekommando	
Wirkzeiten Anwurf ohne Anregung und Wirkzeit möglich	0,01 s bis 300,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Pausenzeiten vor Wiedereinschaltung für alle Arten und alle Zyklen getrennt	0,01 s bis 1800,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Pausenzeiten nach Folgefehlererkennung	0,01 s bis 1800,00 s	Stufung 0,01 s
Sperrzeit nach Wiedereinschaltung	0,50 s bis 300,00 s	Stufung 0,01 s
Blockierzeit nach dynam. Blockierung	0,5 s	
Blockierzeit nach Hand-Einschaltung	0,50 s bis 300,00 s; 0	Stufung 0,01 s
Anwurf-Überwachungszeit	0,01 s bis 300,00 s	Stufung 0,01 s
Leistungsschalter-Überwachungszeit	0,01 s bis 300,00 s	Stufung 0,01 s

Adaptive spannungslose Pause/Rückspannungsüberwachung

Adaptive spannungslose Pause	mit Spannungsmessung oder mit Einkommando-Übertragung	
Wirkzeiten Anwurf ohne Anregung und Wirkzeit möglich	0,01 s bis 300,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
maximale Pausenzeit	0,50 s bis 3000,00 s	Stufung 0,01 s
Spannungsmessung abgeschaltete Leitung	2 V bis 70 V (Ph-E)	Stufung 1 V
Spannungsmessung fehlerfreie Leitung	30 V bis 90 V (Ph-E)	Stufung 1 V
Messzeit für Spannungen	0,10 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
Verzögerung für Einkommando-Übertragung	0,00 s bis 300,00 s; ∞	Stufung 0,01 s

4.17 Synchron- und Einschaltkontrolle (wahlweise)

Betriebsarten

Kontrollprogramme bei automatischer Wiedereinschaltung	Synchronkontrolle
	Leitung spannungslos - Sammelschiene unter Spannung
	Sammelschiene spannungslos - Leitung unter Spannung
	Leitung und Sammelschiene spannungslos
	Durchsteuern
	oder Kombinationen davon
Synchronisierung	Einschalten unter asynchronen Netzbedingungen möglich (mit Leistungsschaltereigenzeit)
Kontrollprogramme bei manueller Einschaltung	wie bei automatischer Wiedereinschaltung, unabhängig wählbar

Spannungen

maximale Arbeitsspannung	20 V bis 140 V (verkettet)	Stufung 1 V
U< für Spannungslosigkeit	1 V bis 60 V (verkettet)	Stufung 1 V
U> für Spannung vorhanden	20 V bis 125 V (verkettet)	Stufung 1 V
Toleranzen	2 % vom Ansprechwert oder 1 V	
Rückfallverhältnisse	ca. 0,9 (U>) bzw. 1,1 (U<)	

ΔU-Messung

Betragsdifferenz	1,0 V bis 60,0 V (verkettet)	Stufung 0,1 V
Toleranz	1 V	
Rückfallverhältnisse	ca. 1,05	

Synchrone Netzbedingungen

$\Delta\varphi$-Messung	2° bis 80°	Stufung 1°
Toleranz	2°	
Δf-Messung	0,03 Hz bis 2,00 Hz	Stufung 0,01 Hz
Toleranz	15 mHz	
Freigabeverzögerung	0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s

Asynchrone Netzbedingungen

Δf-Messung	0,03 Hz bis 2,00 Hz	Stufung 0,01 Hz
Toleranz	15 mHz	
max. Fehlwinkel	5° für $\Delta f \leq 1$ Hz	
	10° für $\Delta f > 1$ Hz	
Grenze synchron/asynchron	0,01 Hz	
Leistungsschalter-Eigenzeit	0,01 s bis 0,60 s	Stufung 0,01 s

Zeiten

minimale Zeit zur Filterung der Messwerte	ca. 80 ms	
maximale Messzeit	0,01 s bis 600,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Toleranz aller Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

4.18 Spannungsschutz (wahlweise)

Überspannungen Phase-Erde

Überspannung U_{Ph}>>		1,0 V bis 170,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPh>>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Überspannung U_{Ph}>		1,0 V bis 170,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPh>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		0,30 bis 0,99	Stufung 0,01
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Überspannungen Phase-Phase

Überspannung U_{PhPh}>>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPhPh>>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Überspannung U_{PhPh}>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPhPh>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		0,30 bis 0,99	Stufung 0,01
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Überspannung Mitsystem U_1

Überspannung U_1>>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U1>>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Überspannung U_1>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U1>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		0,30 bis 0,99	Stufung 0,01
Kompoundierung		zu- und abschaltbar	
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Überspannung Gegensystem U_2

Überspannung U_2>>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U2>>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Überspannung U_2>		2,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U2>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		0,30 bis 0,99	Stufung 0,01
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Überspannung Nullsystem $3U_0$ oder beliebige einphasige Spannung U_X

Überspannung $3U_0$>>		1,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{3U0>>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Überspannung $3U_0$>		1,0 V bis 220,0 V; ∞	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{3U0>}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		0,30 bis 0,99	Stufung 0,01
Ansprechzeiten			
mit Messwiederholung		ca. 75 ms	
ohne Messwiederholung		ca. 35 ms	
Rückfallzeit			
mit Messwiederholung		ca. 75 ms	
ohne Messwiederholung		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Unterspannungen Phase-Erde

Unterspannung U_{Ph}<<		1,0 V bis 100,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPh<<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Unterspannung U_{Ph}<		1,0 V bis 100,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPh<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		1,01 – 1,20	
Stromkriterium		zu- und abschaltbar	
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Unterspannungen Phase-Phase

Unterspannung U_{PhPh}<<		1,0 V bis 175,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPhPh<<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Unterspannung U_{PhPh}<		1,0 V bis 175,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{UPhPh<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		1,01 – 1,20	
Stromkriterium		zu- und abschaltbar	
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Unterspannung Mitsystem U_1

Unterspannung U_1<<		1,0 V bis 100,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U1<<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Unterspannung U_1<		1,0 V bis 100,0 V	Stufung 0,1 V
Verzögerung $T_{U1<}$		0,00 s bis 100,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Rückfallverhältnis		1,01 – 1,20	
Stromkriterium		zu- und abschaltbar	
Ansprechzeiten		ca. 35 ms	
Rückfallzeit		ca. 30 ms	
Toleranzen	Spannungen	3 % vom Einstellwert bzw. 1 V	
	Zeiten	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

4.19 Frequenzschutz (wahlweise)

Frequenzstufen

Anzahl	4, jede wahlweise auf f< oder f> wirkend

Ansprechwerte

f> oder f< für jede Stufe einstellbar		
bei f_N = 50 Hz	45,50 Hz bis 54,50 Hz	Stufung 0,01 Hz
bei f_N = 60 Hz	55,50 Hz bis 64,50 Hz	Stufung 0,01 Hz

Zeiten

Ansprechzeiten f>, f<	ca. 85 ms	
Rückfallzeiten f>, f<	ca. 30 ms	
Verzögerungszeiten T	0,00 s bis 600,00 s	Stufung 0,01 s
Die eingestellten Zeiten sind reine Verzögerungszeiten. Anmerkung zu den Rückfallzeiten: Der Rückfall wurde durch Strom = 0 A und Spannung = 0 V erzwungen. Wird der Rückfall durch eine Frequenzänderung unterhalb der Rückfallschwelle erzwungen, verlängern sich die Rückfallzeiten.		

Rückfalldifferenz

Δf = | Ansprechwert – Rückfallwert |	ca. 20 mHz

Arbeitsbereiche

im Spannungsbereich	ca. 0,65 · U_N bis 230 V (Leiter-Leiter)
im Frequenzbereich	25 Hz bis 70 Hz

Toleranzen

Frequenzen f>, f< im spezifizierten Bereich ($f_N \pm 10$ %)	15 mHz im Bereich U_{LL}: 50 V bis 230 V
Verzögerungszeiten T(f<, f>)	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms

4.20 Fehlerorter

Start		bei Auslösekommando oder Geräterückfall	
Einstellung Reaktanzbelag (sekundär) in Ω/km oder Ω/Meile	für I_N = 1 A	0,0050 Ω/km bis 9,5000 Ω/km	Stufung 0,001 Ω/km
	für I_N = 5 A	0,0010 Ω/km bis 1,9000 Ω/km	
	für I_N = 1 A	0,0050 Ω/Meile bis 15,0000 Ω/Meile	Stufung 0,001 Ω/Meile
	für I_N = 5 A	0,0010 Ω/Meile bis 3,0000 Ω/Meile	
Die übrigen Parameter sind den Anlagedaten 2 zu entnehmen			
Werden gemischte Strecken parametriert, so muss der Reaktanzbelag jedes einzelnen Leitungsabschnitts (A1 bis A3) eingestellt werden			
Parallelleitungskompensation (wahlweise)		zu- oder abschaltbar Einstellwerte werden von Distanzschutz übernommen (siehe Abschnitt 4.6)	
Berücksichtigung des Laststromes bei einphasigen Erdkurzschlüssen		Korrektur des X-Wertes, zu- und abschaltbar	
Ausgabe der Fehlerentfernung		in Ω primär und Ω sekundär, in km oder Meilen Leitungslänge [1)] in % Leitungslänge [1)]	
Zweiseitige Fehlerortung		zu- und abschaltbar	
Messtoleranzen bei sinusförmigen Messgrößen		2,5 % der Leitungslänge bei $30° \leq \varphi_k \leq 90°$ und $U_k/U_N \geq 0,1$	
Frequenz		$f_N \pm$ 2 Hz	
Gütezahl (zweiseitige Fehlerortung)		0 bis 10 (= höchste Genauigkeit)	
Weitere Ausgabemöglichkeiten (abhängig von Bestelloption)		als BCD-Wert: 4 Bit Einer + 4 Bit Zehner + 1 Bit Hunderter + Gültigkeitsbit	
- BCD-Ausgabezeit		0,01 s bis 180,00 s; ∞	Stufung 0,01 s

[1)] Ausgabe der Fehlerentfernung in km, Meilen und % setzt homogene Leitung oder korrekt parametrierte Leitungsabschnitte voraus voraus

4.21 Leistungsschalter-Versagerschutz

Schalterüberwachung

Stromflussüberwachung	für I_N = 1 A	0,05 A bis 20,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 100,00 A	
Nullstromüberwachung	für I_N = 1 A	0,05 A bis 20,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 100,00 A	
Rückfallverhältnis		ca. 0,95	
Toleranz		5 % vom Einstellwert bzw. 1 % vom Nennstrom	
Positionsüberwachung über Leistungsschalter-Hilfskontakte			
- bei dreipoliger Steuerung		Binäreingang für Schalterhilfskontakt	
- bei einzelpoliger Steuerung		je 1 Eingang für Hilfskontakt je Pol oder je 1 Eingang für Reihenschaltung Schließer und Öffner	
Anmerkung: Der Schalterversagerschutz kann auch ohne die angegebenen Leistungsschalter-Hilfskontakte arbeiten, jedoch mit vermindertem Funktionsumfang. Hilfskontakte sind notwendig für Schalterversagerschutz bei Auslösung ohne oder mit zu geringem Stromfluss (z.B. Buchholzschutz) sowie für Endfehlerschutz und Gleichlaufüberwachung.			

Anwurfbedingungen

für Schalterversagerschutz	einpolige Auslösung intern oder extern [1)] dreipolige Auslösung intern oder extern [1)] dreipolige Auslösung ohne Strom intern oder extern [1)]

[1)] Über Binäreingänge

Zeiten

Ansprechzeit	ca. 5 ms bei anstehenden Messgrößen, ca. 20 ms bei Zuschalten der Messgrößen	
Rückfallzeit intern (Nachlaufzeit)	≤ 15 ms bei sinusförmigen Messgrößen, ≤ 25 ms maximal	
Verzögerungszeiten für alle Stufen	0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Toleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Endfehlerschutz

mit Signalübertragung zum Gegenende		
Verzögerungszeit	0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Toleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

Schalterpol-Gleichlaufüberwachung

Startkriterium	nicht alle Pole geschlossen oder geöffnet	
Überwachungszeit	0,00 s bis 30,00 s; ∞	Stufung 0,01 s
Toleranz	1 % vom Einstellwert bzw. 10 ms	

4.22 Thermischer Überlastschutz

Einstellbereiche

Faktor k nach IEC 60255-8		0,10 bis 4,00	Stufung 0,01
Zeitkonstante τ_{th}		1,0 min bis 999,9 min	Stufung 0,1 min
Warnübertemperatur $\Theta_{Warn}/\Theta_{Aus}$		50 % bis 100 % bezogen auf die Auslöse-übertemperatur	Stufung 1 %
Strommäßige Warnstufe I_{Warn}	für I_N = 1 A	0,10 A bis 4,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 20,00 A	

Berechnungsmethode

Berechnungsmethode Übertemperatur	maximale Übertemperatur der drei Phasen Mittel der Übertemperatur der drei Phasen Übertemperatur aus maximalem Strom

Auslösekennlinie

Auslösekennlinie für $(I / k \cdot I_N) \leq 8$

$$t = \tau \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{I_{vor}}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1}$$

Darin bedeuten:

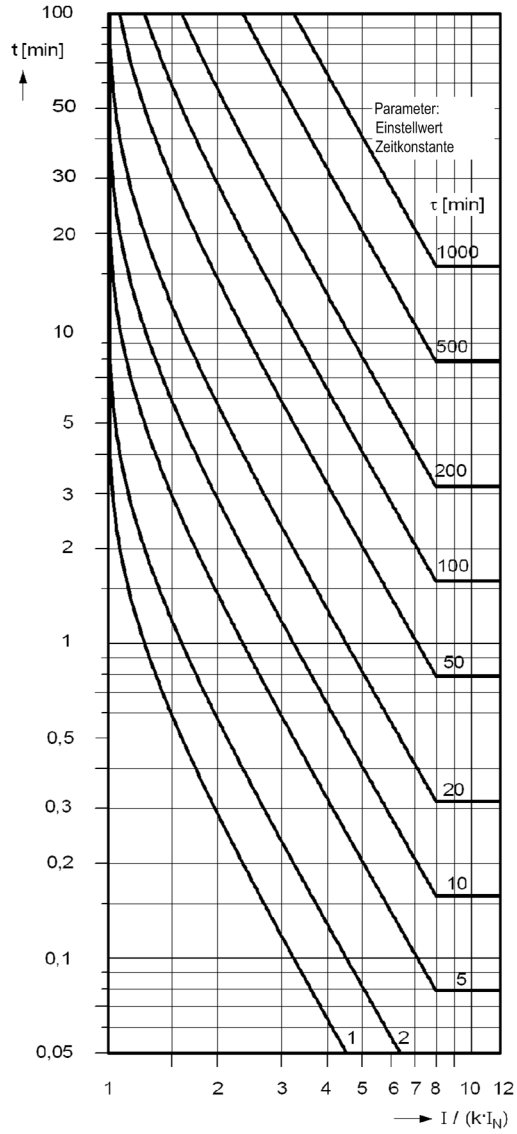
t	Auslösezeit
τ	Erwärmungs-Zeitkonstante
I	Laststrom
I_{vor}	Vorlaststrom
k	Einstellfaktor gemäß IEC 60255-8
I_N	Nennstrom des Schutzgerätes

Rückfallverhältnisse

Θ/Θ_{Aus}	Rückfall mit Θ_{Warn}
Θ/Θ_{Warn}	ca. 0,99
I/I_{Warn}	ca. 0,97

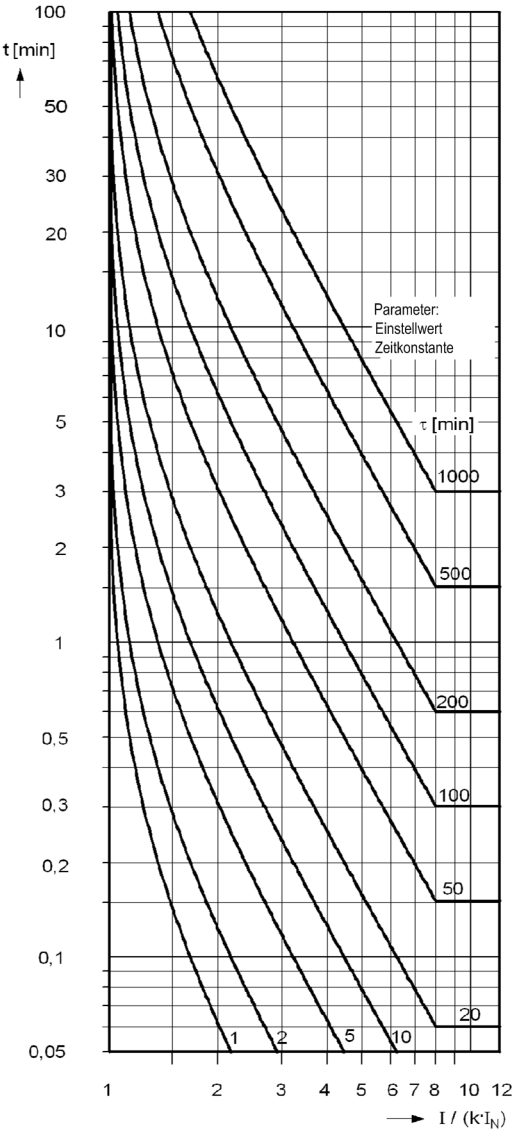
Toleranzen

bezüglich $k \cdot I_N$	2 % bzw. 1 % Nennstrom; Klasse 2 % nach IEC 60255-8
bezüglich Auslösezeit	3 % bzw. 1 s für $I/(k \cdot I_N) > 1,25$; Klasse 3 % nach IEC 60255-8



ohne Vorlast:

$$t = \tau \cdot ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} \quad [min]$$



mit 90 % Vorlast:

$$t = \tau \cdot ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{I_{vor}}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} \quad [min]$$

Bild 4-8 Auslösekennlinien des Überlastschutzes

4.23 Überwachungsfunktionen

Messgrößen

Stromsumme		$I_F = \lvert \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3} + k_I \cdot \underline{I}_E \rvert >$ SUM.IGRENZ $\cdot I_N$ + SUM.FAK.I $\cdot \Sigma \lvert I \rvert$	
- SUM.IGRENZ	für I_N = 1 A	0,10 A bis 2,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 10,00 A	Stufung 0,01 A
- SUM.FAK.I		0,00 bis 0,95	Stufung 0,01
Spannungssumme		$U_F = \lvert \underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3} + k_U \cdot \underline{U}_{EN} \rvert > 25$ V	
Stromsymmetrie		$\lvert I_{min} \rvert / \lvert I_{max} \rvert <$ SYM.FAK.I solange $I_{max}/I_N >$ SYM.IGRENZ/I_N	
- SYM.FAK.I		0,10 bis 0,95	Stufung 0,01
- SYM.IGRENZ	für I_N = 1 A	0,10 A bis 1,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 5,00 A	Stufung 0,01 A
- T SYM.IGRENZ		5 s bis 100 s	Stufung 1 s
Leiterbruch		ein Leiter stromlos, andere stromführend (Überwachung der Stromwandlerkreise auf Stromsprung in einer Phase ohne Erdstrom)	
Spannungssymmetrie		$\lvert U_{min} \rvert / \lvert U_{max} \rvert <$ SYM.FAK.U solange $\lvert U_{max} \rvert >$ SYM.UGRENZ	
- SYM.FAK.U		0,58 bis 0,95	Stufung 0,01
- SYM.UGRENZ		10 V bis 100 V	Stufung 1 V
- T SYM.UGRENZ		5 s bis 100 s	Stufung 1 s
Spannungsdrehfeld		$\underline{U}_{L1}$ vor $\underline{U}_{L2}$ vor $\underline{U}_{L3}$ solange $\lvert \underline{U}_{L1} \rvert$, $\lvert \underline{U}_{L2} \rvert$, $\lvert \underline{U}_{L3} \rvert > 40$ V/$\sqrt{3}$	
unsymmetrischer Messspannungsausfall (Fuse-Failure-Monitor)		$3 \cdot U_0 >$ FFM U> ODER $3 \cdot U_2 >$ FFM U> UND gleichzeitig $3 \cdot I_0 <$ FFM I< UND $3 \cdot I_2 <$ FFM I<	
- FFM U>		10 V bis 100 V	Stufung 1 V
- FFM I<	für I_N = 1 A	0,10 A bis 1,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,50 A bis 5,00 A	Stufung 0,01 A
dreiphasiger Messspannungsausfall (Fuse-Failure-Monitor)		alle U_{Ph-E} < FFM UMESS < UND gleichzeitig alle ΔI_{Ph} < FFM I_{delta} UND alle $I_{Ph} > (I_{Ph}>$ (Dist.)) ODER alle U_{Ph-E} < FFM UMESS < UND gleichzeitig alle $I_{Ph} < (I_{Ph}>$ (Dist.)) UND alle $I_{Ph} > 40$ mA	
- FFM UMESS <		2 V bis 100 V	Stufung 1 V
- FFM I_{delta}	für I_N = 1 A	0,05 A bis 1,00 A	Stufung 0,01 A
	für I_N = 5 A	0,25 A bis 5,00 A	Stufung 0,01 A
- T U-Überw. (Wartezeit für zusätzliche Messspannungs-ausfallüberwachung)		0,00 s bis 30,00 s	Stufung 0,01 s
- T U-Wdl.-Aut.		0 ms bis 30 ms	Stufung 1 ms

Auslösekreisüberwachung

Anzahl überwachter Kreise	1 bis 3	
Arbeitsweise je Kreis	mit 1 Binäreingang oder 2 Binäreingängen	
Ansprech- und Rückfallzeit	ca. 1 bis 2 s	
Einstellbare Meldeverzögerung bei Arbeitsweise mit 1 Binäreingang	1 s bis 30 s	Stufung 1 s

4.24 Anwenderdefinierbare Funktionen (CFC)

Funktionsbausteine und deren mögliche Zuordnung zu den Ablaufebenen

Funktionsbaustein	Erläuterung	Ablaufebene			
		MW_BEARB	PLC1_BEARB	PLC_BEARB	SFS_BEARB
ABSVALUE	Betragsbildung	X	–	–	–
ADD	Addition	X	X	X	X
ALARM	Wecker	X	X	X	X
AND	AND - Gatter	X	X	X	X
BLINK	Blink-Baustein	X	X	X	X
BOOL_TO_CO	Bool nach Befehl, Konvertierung	–	X	X	–
BOOL_TO_DI	Bool nach Doppelmeldung, Konvertierung	–	X	X	X
BOOL_TO_IC	Bool nach interne EM, Konvertierung	–	X	X	X
BUILD_DI	Erzeugung Doppelmeldung	–	X	X	X
CMD_CANCEL	Befehlsabbruch	X	X	X	X
CMD_CHAIN	Schaltfolge	–	X	X	–
CMD_INF	Kommandoinformation	–	–	–	X
COMPARE	Messwertvergleich	X	X	X	X
CONNECT	Verbindung	–	X	X	X
COUNTER	Zähler	X	X	X	X
CV_GET_STATUS	Informationsstatus Zählwert, Decoder	X	X	X	X
D_FF	D- Flipflop	–	X	X	X
D_FF_MEMO	Zustandsspeicher bei Wiederanlauf	X	X	X	X
DI_GET_STATUS	Informationsstatus Doppelmeldung, Decoder	X	X	X	X
DI_SET_STATUS	Doppelmeldung mit Status, Encoder	X	X	X	X
DI_TO_BOOL	Doppelmeldung nach Bool, Konvertierung	–	X	X	X
DINT_TO_REAL	DoubleInt nach Real, Adapter	X	X	X	X
DIST_DECODE	Doppelmeldung mit Status, Decoder	X	X	X	X
DIV	Division	X	X	X	X
DM_DECODE	Doppelmeldung dekodieren	X	X	X	X
DYN_OR	dynamisches Oder-Gatter	X	X	X	X
LIVE_ZERO	Live-Zero-Überwachung, Nichtl. Kennl.	X	–	–	–
LONG_TIMER	Timer (max.1193h)	X	X	X	X
LOOP	Signalrückführung	X	X	X	X
LOWER_SETPOINT	Grenzwertunterschreitung	X	–	–	–
MUL	Multiplikation	X	X	X	X
MV_GET_STATUS	Informationsstatus Messwert, Decoder	X	X	X	X
MV_SET_STATUS	Messwert mit Status, Encoder	X	X	X	X
NAND	NAND - Gatter	X	X	X	X

NEG	Negator	X	X	X	X
NOR	NOR - Gatter	X	X	X	X
OR	OR - Gatter	X	X	X	X
REAL_TO_DINT	Real nach DoubleInt, Adapter	X	X	X	X
REAL_TO_UINT	Real nach U-Int, Adapter	X	X	X	X
RISE_DETECT	Flankendetektor	X	X	X	X
RS_FF	RS- Flipflop	–	X	X	X
RS_FF_MEMO	Zustandsspeicher bei Wieder-anlauf	X	X	X	X
SI_GET_STATUS	Informationsstatus Einzelmel-dung, Decoder	X	X	X	X
SI_SET_STATUS	Einzelmeldung mit Status, Encoder	X	X	X	X
SQUARE_ROOT	Radizierer	X	X	X	X
SR_FF	SR- Flipflop	–	X	X	X
SR_FF_MEMO	Zustandsspeicher bei Wieder-anlauf	X	X	X	X
ST_AND	AND-Gatter mit Status	X	X	X	X
ST_NOT	Negator mit Status	X	X	X	X
ST_OR	OR-Gatter mit Status	X	X	X	X
SUB	Subtraktion	X	X	X	X
TIMER	universeller Timer	–	X	X	–
TIMER_SHORT	einfacher Timer	–	X	X	–
UINT_TO_REAL	U-Int to Real, Adapter	X	X	X	X
UPPER_SETPOINT	Grenzwertüberschreitung	X	–	–	–
X_OR	XOR - Gatter	X	X	X	X
ZERO_POINT	Nullpunkt-Unterdrückung	X	–	–	–

Allgemeine Grenzen

Bezeichnung	Grenze	Kommentar
Max. Anzahl aller CFC-Pläne über alle Ablaufebenen	32	Bei Überschreiten der Grenze wird im Gerät eine Fehlermeldung abgesetzt und das Gerät in den Monitorbetrieb versetzt. Es leuchtet die rote ERROR-LED.
Max. Anzahl von CFC-Plänen in einer Ablaufebene	16	nur Fehlermeldung (Folgefehler in der Bearbeitung)
Max. Anzahl aller CFC-Eingänge in allen Plänen	400	Bei Überschreiten der Grenze wird im Gerät eine Fehlermeldung abgesetzt und das Gerät in den Monitorbetrieb versetzt. Es leuchtet die rote ERROR-LED.
Max. Anzahl der Eingänge eines Planes pro Ablaufebene (Anzahl aller unterschiedlichen Informationen der linken Randleiste pro Ablaufebene)	400	nur Fehlermeldung; gezählt wird hier die Anzahl der Elemente der linken Randleiste pro Ablaufebene. Da die gleiche Informati-on mehrfach auf der Randleiste angezeigt wird, sind nur die unterschiedlichen Infor-mationen zu zählen.
Max. Anzahl Reset-fester Flip-Flops D_FF_MEMO, RS_FF_MEMO, SR_FF_MEMO	350	Bei Überschreiten der Grenze wird im Gerät eine Fehlermeldung abgesetzt und das Gerät in den Monitorbetrieb versetzt. Es leuchtet die rote ERROR-LED.

Gerätespezifische Grenzen

Bezeichnung	Grenze	Kommentar
Maximale Anzahl der gleichzeitigen Änderungen der Planeingänge pro Ablaufebene	50	Bei Überschreiten der Grenze wird im Gerät eine Fehlermeldung abgesetzt und das Gerät in den Monitorbetrieb versetzt. Es leuchtet die rote ERROR-LED.
Max. Anzahl der Planausgänge pro Ablaufebene	150	

Zusätzliche Grenzen

Zusätzliche Grenzen [1] für die folgenden 4 CFC-Bausteine				
Ablaufebene				
	TIMER [2] [3]	TIMER_SHORT [2] [3]	CMD_CHAIN	D_FF_MEMO
MW_BEARB				
PLC1_BEARB	15	30	20	350
PLC_BEARB				
SFS_BEARB				

1) Bei Überschreiten der Grenze wird im Gerät eine Fehlermeldung abgesetzt und das Gerät in den Monitorbetrieb versetzt. Es leuchtet die rote ERROR-LED.

2) TIMER und TIMER_SHORT teilen sich die verfügbaren Timer-Ressourcen im Verhältnis TIMER = 2 · Systemtimer und TIMER_SHORT = 1 · Systemtimer. Für die maximal nutzbare Timeranzahl gilt folgende Nebenbedingung: (2 · Anzahl TIMER + Anzahl TIMER_SHORT) < 20. Der LONG_TIMER unterliegt dieser Begrenzung nicht.

3) Die Zeitwerte für die Bausteine TIMER und TIMER_SHORT dürfen nicht kleiner als die Zeitauflösung des Gerätes von 5 ms gewählt werden, da anderenfalls die Bausteine beim Startimpuls nicht anlaufen.

Maximale Anzahl von TICKS in den Ablaufebenen

Ablaufebene	Grenze in TICKS [1]
MW_BEARB (Messwertbearbeitung)	10 000
PLC1_BEARB (langsame PLC-Bearbeitung)	1 900
PLC_BEARB (schnelle PLC-Bearbeitung)	200
SFS_BEARB (Schaltfehlerschutz)	10 000

1) Überschreitet die Summe der TICKS aller Bausteine die genannten Grenzen wird im CFC eine Fehlermeldung ausgegeben.

Bearbeitungszeiten in TICKS für Einzelelemente

Einzelelement		Anzahl Ticks
Baustein, Grundbedarf		5
ab dem 3. zusätzlichen Eingang bei generischen Bausteinen je Eingang		1
Verknüpfung mit der Eingangsrandleiste		6
Verknüpfung mit der Ausgangsrandleiste		7
zusätzlich je Plan		1
Schaltfolgebaustein	CMD_CHAIN	34
Flip-Flop	D_FF_MEMO	6
Schleifenbaustein	LOOP	8
Dekoder	DM_DECODE	8
Dynamisches ODER	DYN_OR	6
Addition	ADD	26
Subtraktion	SUB	26
Multiplikation	MUL	26
Division	DIV	54
Wurzel	SQUARE_ROOT	83
Timer	TIMER_SHORT	8
Timer	LONG_TIMER	11
Blinker	BLINK	11
Zähler	COUNTER	6
Adapter	REAL_TO_DINT	10
Adapter	REAL_TO_UINT	10
Wecker	ALARM	21
Vergleich	COMPARE	12
Decoder	DIST_DECODE	8

4.25 Zusatzfunktionen

Messwerte

Betriebsmesswerte für Ströme	I_{L1}; I_{L2}; I_{L3}; $3I_0$; I_1; I_2; I_Y; $I_{P;}$ I_{EE} in A primär und sekundär und in % $I_{NBetrieb}$
Toleranz	0,5 % vom Messwert bzw. 0,5 % von I_N
Phasenwinkel Ströme	$\varphi(I_{L1}\text{-}I_{L2})$; $\varphi(I_{L2}\text{-}I_{L3})$; $\varphi(I_{L3}\text{-}I_{L1})$ in °
Toleranz	1° bei Nennstrom
Betriebsmesswerte für Spannungen	$U_{L1\text{-}E}$, $U_{L2\text{-}E}$, $U_{L3\text{-}E}$; $3U_0$; U_0; U_1; U_2; U_{1Ko} in kV primär, in V sekundär oder in % $U_{NBetrieb}/\sqrt{3}$
Toleranz	0,5 % vom Messwert bzw.0,5 % von U_N
Betriebsmesswerte für Spannungen	U_{EN}; U_X in V sekundär
Toleranz	0,5 % vom Messwert bzw. 0,5 % von U_N
Betriebsmesswerte für Spannungen	$U_{L1\text{-}L2}$, $U_{L2\text{-}L3}$, $U_{L3\text{-}L1}$ in kV primär, in V sekundär oder in % $U_{NBetrieb}$
Toleranz	0,5 % vom Messwert bzw. 0,5 % von U_N
Phasenwinkel für Spannungen	$\varphi(U_{L1}\text{-}U_{L2})$; $\varphi(U_{L2}\text{-}U_{L3})$; $\varphi(U_{L3}\text{-}U_{L1})$ in °
Toleranz	1 ° bei Nennspannung
Phasenwinkel für Spannungen und Ströme	$\varphi(U_{L1}\text{-}I_{L1})$; $\varphi(U_{L2}\text{-}I_{L2})$; $\varphi(U_{L3}\text{-}I_{L3})$ in °
Toleranz	1° bei Nennspannung und Nennstrom
Betriebsmesswerte für Impedanzen	$R_{L1\text{-}L2}$, $R_{L2\text{-}L3}$, $R_{L3\text{-}L1}$, $R_{L1\text{-}E}$, $R_{L2\text{-}E}$, $R_{L3\text{-}E}$, $X_{L1\text{-}L2}$, $X_{L2\text{-}L3}$, $X_{L3\text{-}L1}$, $X_{L1\text{-}E}$, $X_{L2\text{-}E}$, $X_{L3\text{-}E}$ in Ω primär und sekundär
Betriebsmesswerte für Leistungen	S; P; Q (Schein-, Wirk- und Blindleistung) in MVA; MW; Mvar primär und % S_N (Betriebsnennleistung) = $\sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N$
Toleranz für S	1 % von S_N bei I/I_N und U/U_N im Bereich 50 bis 120 %
Toleranz für P	1 % von P_N bei I/I_N und U/U_N im Bereich 50 bis 120 % und ABS (cos φ) im Bereich ≥ 0,7
Toleranz für Q	1 % von Q_N bei I/I_N und U/U_N im Bereich 50 bis 120 % und ABS (cos φ) im Bereich ≤ 0,7
Betriebsmesswert Leistungsfaktor	cos φ
Toleranz	0,02
Zählwerte für Arbeit	W_p+, W_q+; W_p-; W_q- (Wirk- und Blindarbeit) in kWh (MWh oder GWh) bzw. in kVARh (MVARh oder GVARh)
Toleranz bei Nennfrequenz	5 % für $I > 0{,}5\ I_N$, $U > 0{,}5\ U_N$ und $\lvert \cos\varphi \rvert \geq 0{,}707$
Betriebsmesswerte für Frequenz	f in Hz und % f_N
Bereich	10 Hz bis 75 Hz
Toleranz	20 mHz im Bereich f_N ±10 % bei Nenngrößen
Messwerte des Differentialschutzes	I_{DIFFL1}; I_{DIFFL2}; I_{DIFFL3}; I_{STABL1}; I_{STABL2}; I_{STABL3}; I_{CL1}; I_{CL2}; I_{CL3}; $I_{DIFF3I0}$ in % $I_{NBetrieb}$
Thermische Messwerte	Θ_{L1}/Θ_{AUS}; Θ_{L2}/Θ_{AUS}; Θ_{L3}/Θ_{AUS}; Θ/Θ_{AUS} bezogen auf Auslöseübertemperatur
Betriebsmesswerte für Synchronkontrolle	U_{sy1}; U_{sy2}; U_{diff} in kV primär f_{sy1}; f_{sy2}; f_{diff} in Hz; φ_{diff} in °

Langzeit-Mittelwerte	I_{L1}dmd; I_{L2}dmd; I_{L3}dmd; I_1dmd; Pdmd; Pdmd Abgabe; Pdmd Bezug; Qdmd; Qdmd Abgabe; Qdmd Bezug; Sdmd in Primärwerten
Minimal- und Maximalwerte	I_{L1}; I_{L2}; I_{L3}; I_1; I_{L1}d; I_{L2}d; I_{L3}d; I_1d; U_{L1-E}; U_{L2-E}; U_{L3-E}; U_1; U_{L1-L2}; U_{L2-L3}; U_{L3-L1}; $3U_0$; P Abgabe; P Bezug; Q Abgabe; Q Bezug; S; Pd; Qd; Sd; cos φ Pos; cos φ Neg; f in Primärwerten
Fernmesswerte für Ströme	I_{L1}; I_{L2}; I_{L3} des fernen Endes in % $I_{NBetrieb}$ φ(I_{L1}); φ(I_{L2}); φ(I_{L3}) (fern gegen lokal) in °
Fernmesswerte für Spannungen	U_{L1}; U_{L2}; U_{L3} des fernen Endes in % $U_{NBetrieb}/\sqrt{3}$ φ(U_{L1}); φ(U_{L2}); φ(U_{L3}) (fern gegen lokal) in °

Betriebsmeldepuffer

Kapazität	200 Einträge

Störfallprotokollierung

Kapazität	8 Störfälle mit insgesamt max. 600 Einträgen

Störwertspeicherung

Anzahl der gespeicherten Störfälle	max. 8.
Speicherzeit	max. 5 s je Störfall ca. 15 s insgesamt
Raster bei f_N = 50 Hz	1 ms
Raster bei f_N = 60 Hz	0,83 ms

Statistik (serielle Wirkschnittstelle)

Verfügbarkeit der Übertragung für Anwendungen mit Wirkschnittstelle	Verfügbarkeit in %/min und in %/h
Laufzeit der Übertragung	Auflösung 0,01 ms

Schaltstatistik

Anzahl der vom Gerät veranlassten Ausschaltungen	getrennt je Schalterpol (wenn einpolige Auslösung möglich ist)
Anzahl der vom Gerät veranlassten automatischen Wiedereinschaltungen	getrennt für 1-polige und 3-polige AWE; getrennt für 1. AWE-Zyklus und alle weiteren
Summe der Ausschaltströme	getrennt je Schalterpol
Maximal abgeschalteter Strom	getrennt je Schalterpol

Echtzeitzuordnung und Pufferbatterie

Auflösung für Betriebsmeldungen	1 ms
Auflösung für Störfallmeldungen	1 ms
Pufferbatterie	Typ: 3 V/1 Ah, Typ CR 1/2 AA Selbstentladezeit ca. 10 Jahre

Inbetriebsetzungshilfen

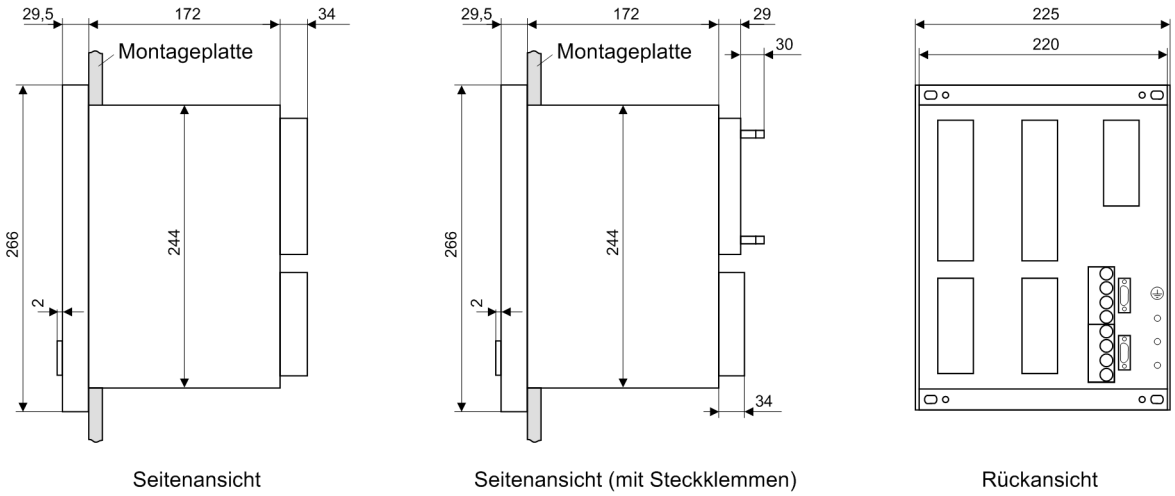
Betriebsmesswerte Schalterprüfung

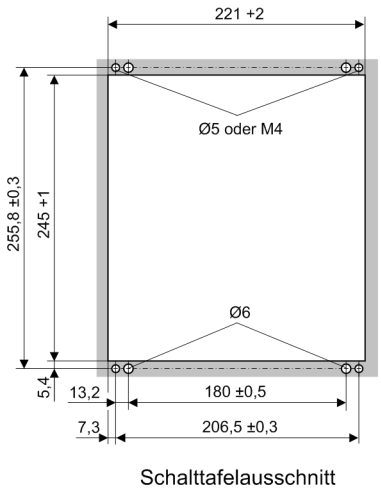
Uhr

Zeitsynchronisation		DCF 77/IRIG-B-Signal (Telegramm Format IRIG-B000) Binäreingabe Kommunikation
Betriebsarten der Uhrzeitführung		
Nr.	Betriebsart	Erläuterungen
1	**Intern**	Interne Synchronisation über RTC (Voreinstellung)
2	**IEC 60870-5-103**	Externe Synchronisation über Systemschnittstelle (IEC 60870-5-103)
3	**GPS-Synchronisation**	Externe Synchronisation über GPS-Signal
4	**Zeitzeichen IRIG -B**	Externe Synchronisation über IRIG-B (Telegramm-Format IRIG-B000)
5	**Zeitzeichen DCF 77**	Externe Synchronisation über Zeitzeichen DCF 77
6	**Zeitzeichen Sync.-Box**	Externe Synchronisation über Zeitzeichen SIMEAS-Synch. Box
7	**Impuls über Binäreingang**	Externe Synchronisation mit Impuls über Binäreingang

4.26 Abmessungen

4.26.1 Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_2$)





Maße in mm

Bild 4-9 Maßbild eines Gerätes für Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_2$)

4.26.2 Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_1$)

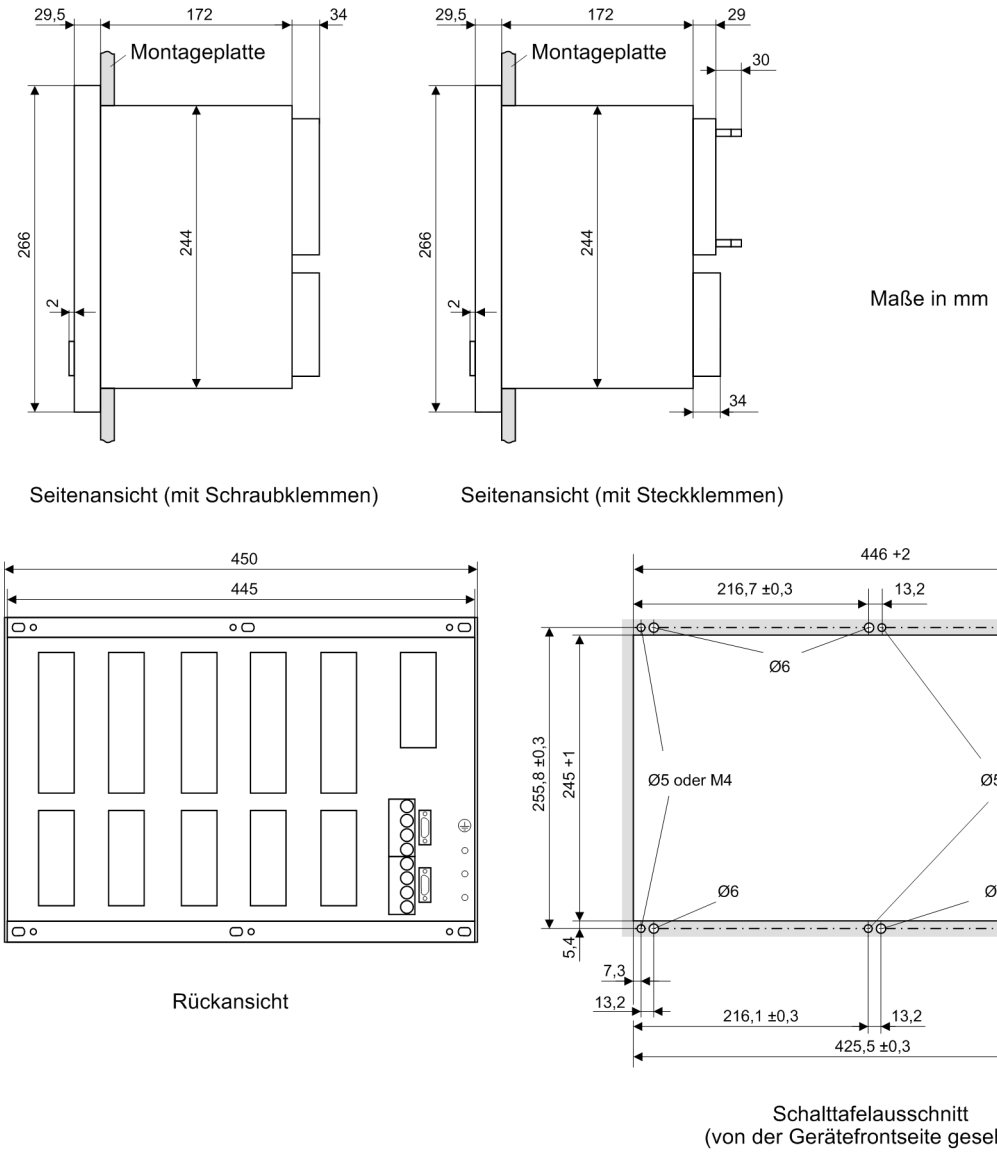
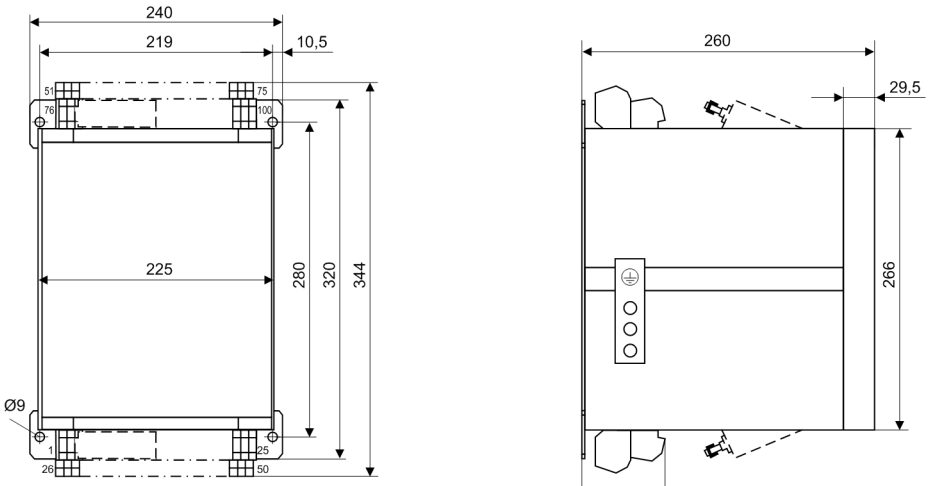


Bild 4-10 Maßbild eines Gerätes für Schalttafel- und Schrankeinbau (Gehäusegröße $^1/_1$)

4.26.3 Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_2$)

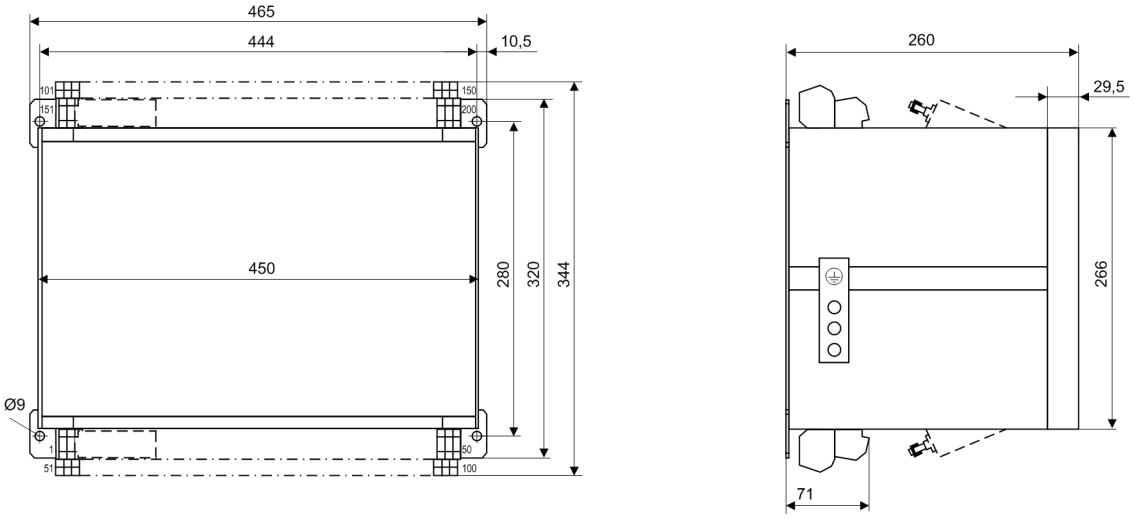


Frontansicht Seitenansicht

Maße in mm

Bild 4-11 Maßbild eines Gerätes für Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_2$)

4.26.4 Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_1$)



Frontansicht Seitenansicht

Maße in mm

Bild 4-12 Maßbild eines Gerätes für Schalttafelaufbau (Gehäusegröße $^1/_1$)

■

Anhang

A

Der Anhang dient in erster Linie als Nachschlagewerk für den erfahreneren Benutzer. Er enthält die Bestelldaten, Übersichts- und Anschlusspläne, Voreinstellungen, sowie Tabellen mit allen Parametern und Informationen des Gerätes für seinen maximalen Funktionsumfang.

A.1	Bestelldaten und Zubehör	638
A.2	Klemmenbelegungen	648
A.3	Anschlussbeispiele	662
A.4	Vorrangierungen	670
A.5	Protokollabhängige Funktionen	677
A.6	Funktionsumfang	678
A.7	Parameterübersicht	681
A.8	Informationsübersicht	701
A.9	Sammelmeldungen	739
A.10	Messwertübersicht	740

A.1 Bestelldaten und Zubehör

A.1.1 Bestelldaten

A.1.1.1 MLFB-Schlüssel

Leitungs-differentialschutz					5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16				
mit Distanzschutz	7	S	D	5				—						—					+	L/M/N		

Funktionspaket/Ausführung	Pos. 5
Leitungsdifferentialschutz mit 4-zeiligem Display	2
Leitungsdifferentialschutz mit Grafikdisplay	3

Gerätetyp	Pos. 6
Leitungsdifferentialschutz für Zweiendenbetrieb [1]	2
Leitungsdifferentialschutz für Mehrendenbetrieb [2]	3

[1] Gerät mit 1 Wirkschnittstelle für echten Zweiendenbetrieb ODER Gerät mit 1 Wirkschnittstelle für Mehrendenbetrieb an den Enden der Kettentopologie ODER Gerät mit 2 Wirkschnittstellen für redundanten Zweiendenbetrieb

[2] Gerät mit 2 Wirkschnittstellen für Mehrendenbetrieb

Messeingang	Pos. 7
I_{Ph} = 1 A, I_E = 1 A	1
I_{Ph} = 1 A, I_E = empfindlich (min. = 0,005 A)	2
I_{Ph} = 5 A, I_E = 5 A	5
I_{Ph} = 5 A, I_E = empfindlich (min. = 0,005 A)	6

Hilfsspannung (Stromversorgung, Schaltschwelle der Binäreingaben)	Pos. 8
DC 24 bis 48 V, Schwelle Binäreingabe 17 V [2]	2
DC 60 V bis 125 V [1], Schwelle Binäreingabe 17 V [2]	4
DC 110 bis 250 V [1], AC 115 V, Schwelle Binäreingabe 73 V [2]	5
DC 110 bis 250 V[1], AC 115 V, Schwelle Binäreingabe 154 V [2]	6

[1] die beiden Hilfsspannungsbereiche sind durch Steckbrücken ineinander überführbar

[2] die BE-Schwellen sind pro Binäreingang durch Steckbrücken in 3 Stufen einstellbar

Konstruktiver Aufbau: Gehäuse/Anzahl der Ein- und Ausgaben BE: Binäreingänge, BA: Ausgangsrelais	Pos. 9
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_2$ x 19", 8 BE, 16 BA	A
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA	C
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA	D
Aufbaugehäuse mit Doppelstockklemmen, $^1/_2$ x 19", 8 BE, 16 BA	E
Aufbaugehäuse mit Doppelstockklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA	G
Aufbaugehäuse mit Doppelstockklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA	H
Einbaugehäuse mit Steckklemmen, $^1/_2$ x 19", 8 BE, 16 BA	J
Einbaugehäuse mit Steckklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA	L
Einbaugehäuse mit Steckklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA	M
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA Mit 5„High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	N
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA Mit 5„High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	P
Aufbaugehäuse mit Doppelstockklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA Mit 5 „High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	Q
Aufbaugehäuse mit Doppelstockklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA Mit 5 „High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	R
Einbaugehäuse mit Steckklemmen, $^1/_1$ x 19", 16 BE, 24 BA Mit 5 „High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	S
Einbaugehäuse mit Steckklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA Mit 5 „High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	T
Einbaugehäuse mit Schraubklemmen, $^1/_1$ x 19", 24 BE, 32 BA Mit 10 „High Speed Relais", Auskommandobeschleunigung um 5 ms	W

Regionenspezifische Voreinstellungen/Funktionsausprägungen und Sprachvoreinstellungen	Pos. 10
Region DE, 50 Hz, IEC, Sprache deutsch (Sprache änderbar)	A
Region Welt, 50/60 Hz, IEC/ANSI, Sprache englisch (Sprache änderbar)	B
Region USA, 60/50 Hz, ANSI, Sprache amerikanisch (Sprache änderbar)	C
Region Welt, 50/60 Hz, IEC/ANSI, Sprache französisch (Sprache änderbar)	D
Region Welt, 50/60 Hz, IEC/ANSI, Sprache spanisch (Sprache änderbar)	E

Leitungs-differentialschutz					5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16		
mit Distanzschutz	7	S	D	5				—						—					+	L

Systemschnittstellen (Port B)	**Pos. 11**
keine Systemschnittstelle	0
IEC 60870-5-103 Protokoll, elektrisch RS232	1
IEC 60870-5-103 Protokoll, elektrisch RS485	2
IEC 60870-5-103 Protokoll, optisch 820 nm, ST-Stecker	3
Profibus FMS Slave, elektrisch RS485	4
Profibus FMS Slave, optisch 820 nm, Doppelring, ST-Stecker [1]	6
weitere Schnittstellen siehe Zusatzangaben **L**	9

Zusatzangaben L für weitere Systemschnittstellen (Port B) **(nur wenn Pos. 11 = 9)**	**Pos. 21**	**Pos. 22**
Profibus DP Slave, elektrisch RS485	0	A
Profibus DP Slave, optisch 820 nm, Doppelring, ST-Stecker [1]	0	B
DNP 3.0, elektrisch RS485	0	G
DNP 3.0, optisch 820 nm, Doppelring, ST-Stecker [1]	0	H
IEC 61850, 100 Mbit Ethernet, elektrisch doppelt, RJ45–Stecker	0	R
IEC 61850, 100 Mbit Ethernet, optisch doppelt, ST–Stecker [2]	0	S

[1] nicht möglich bei Gehäuse für Aufbau (9. Stelle = E/G/H/Q/R). Für Aufbau bestellen Sie bitte ein Gerät mit der entsprechenden elektrischen RS485-Schnittstelle und Zubehör entsprechend Anhang A.1.2 „Externe Konverter“

[2] nicht möglich bei Gehäusen (9. Stelle = E/G/H/Q/R)

Leitungs-differentialschutz				5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16							
mit Distanzschutz	7	S	D	5				—					—					+	M					

Funktionsschnittstelle (Port C und D)	**Pos. 12**
siehe Zusatzangaben **M**	9

Zusatzangaben M für DIGSI/Modem Schnittstelle und Wirkschnittstelle 1 (Geräterückseite, Port C und D) (nur wenn Pos. 12 = 9)	**Pos. 23**	**Pos. 24**
keine DIGSI/Modem-Schnittstelle	0	
Port C: DIGSI/Modem/Browser, elektrisch RS232	1	
Port C: DIGSI/Modem/Browser, elektrisch RS485	2	
Port C: DIGSI/Modem/Browser, optisch 820 nm, ST-Stecker	3	
Port D: optisch 820 nm, 2 ST-Stecker, LWL-Länge bis 1,5 km, für Direktverbindung oder Kommunikationsnetze über Multimodefaser		A
Port D: optisch 820 nm, 2 ST-Stecker, LWL-Länge bis 3,5 km, für Direktverbindung über Multimodefaser		B
Port D: optisch 1300 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 24 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		G
Port D: optisch 1300 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 60 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		H
Port D: optisch 1550 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 100 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		J

[1)] bei Aufbaugehäuse erfolgt die Lieferung mit externem Repeater

Leitungs-differentialschutz				5	6	7		8	9	10	11	12		13	14	15	16							
mit Distanzschutz	7	S	D	5				—					—					+	N					

Funktionen 1 und Port E: Wirkschnittstelle 2	**Pos. 13**
Auslösung 3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	0
Auslösung 3-polig mit Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	1
Auslösung 1-/3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	2
Auslösung 1-/3-polig mit Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	3
Auslösung 3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	4
Auslösung 3-polig mit Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	5
Auslösung 1-/3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	6
Auslösung 1-/3-polig mit Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	7
mit Wirkschnittstelle 2 siehe Zusatzangaben **N**	9

Zusatzangaben N für Funktionen und Wirkschnittstelle 2 (Port E) (nur wenn Pos. 13 = 9)	**Pos. 25**	**Pos. 26**
Auslösung 3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	0	
Auslösung 3-polig mit Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	1	
Auslösung 1-/3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	2	
Auslösung 1-/3-polig mit Wiedereinschaltautomatik ohne Synchronkontrolle	3	
Auslösung 3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	4	
Auslösung 3-polig mit Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	5	
Auslösung 1-/3-polig ohne Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	6	
Auslösung 1-/3-polig mit Wiedereinschaltautomatik mit Synchronkontrolle	7	
Port E: optisch 820 nm, 2 ST-Stecker, LWL-Länge bis 1,5 km, für Direktverbindung oder Kommunikationsnetze für Multimodefaser		A
Port E: optisch 820 nm, 2 ST-Stecker, LWL-Länge bis 3,5 km, für Direktverbindung über Multimodefaser		B
Port E: optisch 1300 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 24 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		G
Port E: optisch 1300 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 60 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		H
Port E: optisch 1550 nm, LC-Duplex-Stecker, LWL-Länge bis 100 km, für Direktverbindung über Monomodefaser [1)]		J

[1)] bei Aufbaugehäuse erfolgt die Lieferung mit externem Repeater

Funktionen 2				Pos. 14
Überstromzeitschutz/ Schalterversagerschutz	Erdfehlerkurzschluss-schutz	Distanzschutz (Z<-Anregung, Polygon, Parallelleitungskompensation [1]), Pendelerfassung mit		
		MHO	I>-, U/I/φ-Anregung	
mit	ohne	ohne	ohne	C
mit	ohne	ohne	mit	D
mit	ohne	mit	ohne	E
mit	mit	ohne	ohne	F
mit	mit	ohne	mit	G
mit	mit	mit	ohne	H

[1] Parallelleitungskompensation nur möglich, wenn MLFB-Stelle 7 = 1 bzw. 5

Zusatzfunktionen 3					Pos. 15
Fernmeldungen	Trafo im Schutzbereich	Fehlerorter mehrseitig [1]	Spannungs-/ Frequenzschutz	Erdfehlerdifferential-schutz	
mit	ohne	ohne	ohne	ohne	J
mit	ohne	ohne	mit	ohne	K
mit	ohne	mit	ohne	ohne	L
mit	ohne	mit	mit	ohne	M
mit	mit	ohne	ohne	ohne	N
mit	mit	ohne	mit	ohne	P
mit	mit	mit	ohne	ohne	Q
mit	mit	mit	mit	ohne	R
mit	mit	ohne	ohne	mit	S
mit	mit	ohne	mit	mit	T
mit	mit	mit	ohne	mit	U
mit	mit	mit	mit	mit	V

[1] Der einseitige Fehlerorter ist standardmäßig in allen Varianten enthalten.

Zusatzfunktionen 4			Pos. 16
Messwerte erweitert (Min, Max, Mittel)	Externe GPS-Synchronisation des Differentialschutzes	Ladestromkompensation	
ohne	ohne	ohne	0
ohne	mit	ohne	1
mit	ohne	ohne	2
mit	mit	ohne	3
ohne	ohne	mit	4
ohne	mit	mit	5
mit	ohne	mit	6
mit	mit	mit	7

A.1.2 Zubehör

Kommunikationsumsetzer

Umsetzer zur seriellen Ankopplung des Leitungsschutzes 7SD5 an synchrone Kommunikationsschnittstellen X.21 G703.1 (64 kBit/s), G703–T1 (1,1455 MBit/s), G703–E1 (2,048 MBit/s) oder symmetrische Kommunikationskabel.

Benennung	Bestellnummer
Optisch-elektrischer Kommunikationsumsetzer Ku-X/G mit synchroner Schnittstelle (X.21 / G703.1)	7XV5662-0AA00
Optisch-elektrischer Kommunikationsumsetzer Ku-Ku mit synchroner Schnitttstelle	7XV5662-0AC00
Optisch-elektrischer Kommunikationsumsetzer Ku-2M mit synchroner Schnittstelle (G703-E1, G703-T1)	7XV5662-0AD00

Weitverkehr-Fibre-Optic-Repeater

Weitverkehr-Fibre-Optic-Repeater zur Übertragung serieller Signale über weite Strecken (bis 170 km)

Benennung	Bestellnummer
Weitverkehr-Fiber-Optic-Repeater (24 km)	7XV5461-0BG00
Weitverkehr-Fiber-Optic-Repeater (60 km)[1]	7XV5461-0BH00
Weitverkehr-Fiber-Optic-Repeater (100 km)[1]	7XV5461-0BJ00
Weitverkehr-Fiber-Optic-Repeater (170 km)[1]	7XV5461-0BM00
Bidirektionaler-Fiber-Optic-Repeater (Max. Reichweite 40 km. Die Kommunikation erfolgt über Lichtwellenleiter.)[2]	7XV5461-0BK00
Bidirektionaler-Fiber-Optic-Repeater (Max. Reichweite 40 km. Die Kommunikation erfolgt über Lichtwellenleiter.)[2]	7XV5461-0BL0

[1] Werden Weitverkehr-Fibre-Optic-Repeater über Entfernungen eingesetzt, die unter 25 km (7XV5461–0BH00) bzw. unter 50 km (7XV5461–0BJ00) bzw. unter 100 km (7XV5461–0BM00) liegen, müssen Sie die Sendeleistung mit einem Satz optischer Dämpfungsglieder reduzieren (Bestellnummer 7XV5107–0AA00). Die beiden Dämpfungsglieder können auf einer Seite eingebaut werden.

[2] Ein Gerät mit der Bestellvariante 7XV5461–0BK00 kann nur mit einem Gerät der Bestellvariante 7XV5461–0BL00 zusammen arbeiten.

Optische Dämpfungsglieder

Benennung	Bestellnummer
1 Satz optische Dämpfungsglieder (2 Stück)	7XV5107–0AA00

Abriegelungswandler

Abriegelungswandler werden bei Kupferverbindungen benötigt, wenn die in den Adern induzierte Längsspannung zu mehr als 60 % der Prüfspannung am Kommunikationsumsetzer (d.s.3 kV bei Ku-Ku) führen kann. Sie werden zwischen Kommunikationsumsetzer und Kommunikationsleitung geschaltet.

Benennung	Bestellnummer
Abriegelungswandler 20 kV Prüfspannung	7XR9516

GPS

Benennung	Bestellnummer
GPS-Empfänger mit Antenne und Kabel	7XV5664-0AA00
Weitbereichsnetzteil	7XV5810-0BA00
Zeitsynchronisationsumsetzer	7XV5656–0BA00
Buskabel für 7SD52, für GPS-Sync.	7XV5105–0AAxx

Spannungswandler-Schutzschalter

Nennwerte	Bestellnummer
Thermisch 1,6 A; magnetisch 6 A	3RV1611-1AG14

Externe Konverter

Bei Aufbaugehäusen sind optische Schnittstellen für Profibus und DNP 3.0 nicht möglich. Bestellen Sie bitte ein Gerät mit der entsprechenden elektrischen RS485-Schnittstelle und zusätzlich die nachstehend genannten OLM-Umsetzer. **Hinweis**: Der OLM-Umsetzer 6GK1502-3CB10 benötigt eine Betriebsspannung von 24 VDC. Bei einer Betriebsspannung > 24 VDC wird zusätzlich die Stromversorgung 7XV5810-0BA00 benötigt.

verwendete Schnittstelle	Gerät bestellen mit zusätzlich Modul/OLM-Umsetzer
Profibus DP/FMS Doppelring	Profibus DP/FMS RS485/ 6GK1502-3CB01
DNP 3.0 820 nm	DNP 3.0 RS485/ 7XV5650-0BA00

Austauschmodule für Schnittstellen

Benennung	Bestellnummer
RS232	C53207-A351-D641-1
RS485	C53207-A351-D642-1
LWL 820 nm	C53207-A351-D643-1
Profibus DP RS485	C53207-A351-D611-1
Profibus DP Doppelring	C53207-A351-D613-1
Profibus FMS RS485	C53207-A351-D603-1
Profibus FMS Doppelring	C53207-A351-D606-1
DNP 3.0 RS485	C53207-A351-D631-1
DNP 3.0 820 nm	C53207-A351-D633-1
FO5 mit ST-Stecker; 820 nm; Multimodefaser bis 1,5 km[1)]	C53207-A351-D651-1
FO5 mit ST-Stecker; 820 nm; Multimodefaser bis 1,5 km; für Aufbaugehäuse [1)]	C53207-A406-D49-1
FO6 mit ST-Stecker; 820 nm; Multimodefaser bis 3,5 km	C53207-A351-D652-1
FO6 mit ST-Stecker; 820 nm; Multimodefaser bis 3,5 km; für Aufbaugehäuse	C53207–A406–D50–1
FO17 mit LC-Duplex-Stecker; 1300 nm; Monomodefaser bis 24 km	C53207-A351-D655-1
FO18 mit LC-Duplex-Stecker; 1300 nm; Monomodefaser bis 60 km	C53207-A351-D656-1
FO19 mit LC-Duplex-Stecker; 1550 nm; Monomodefaser bis 100 km	C53207-A351-D657-1
Ethernet elektrisch (EN100)	C53207-A351-D675-2
Ethernet optisch (EN100)	C53207-A351-D676-1

[1)] auch für Verbindung zum optisch-elektischen Kommunikationsumsetzer

Abdeckkappen

Abdeckkappe für Klemmentyp	Bestellnummer
Spannungsklemme 18-polig, Stromklemme 12-polig	C73334-A1-C31-1
Spannungsklemme 12-polig, Stromklemme 8-polig	C73334-A1-C32-1

Verbindungsbrücken

Verbindungsbrücken als Jumper-Kit	Bestellnummer
3 Stück für Stromklemmen + 6 Stück für Spannungsklemmen	C73334-A1-C40-1

Buchsengehäuse

Buchsengehäuse	Bestellnummer
2-polig	C73334-A1-C35-1
3-polig	C73334-A1-C36-1

Winkelschienen für Montage im 19"-Rahmen

Benennung	Bestellnummer
2 Winkelschienen	C73165-A63-D200-1

Pufferbatterie

Lithium-Batterie 3 V/1 Ah, Typ CR 1/2 AA	Bestellnummer
VARTA	6127 101 501

Schnittstellenleitung

Für die Kommunikation zwischen SIPROTEC 4-Gerät und PC bzw. Laptop wird eine Schnittstellenleitung sowie die Bediensoftware DIGSI benötigt: Voraussetzung ist entweder MS-WINDOWS 95, MS-WINDOWS 98, MS-WINDOWS NT 4, MS-WINDOWS 2000, MS-WINDOWS ME oder MS-WINDOWS XP PRO

Benennung	Bestellnummer
Schnittstellenleitung zwischen PC und SIPROTEC, Kabel mit 9-poliger Buchse/9-poligem Stecker	7XV5100-4

A.2 Klemmenbelegungen

A.2.1 Gehäuse für Schalttafel- und Schrankeinbau

7SD5*-*A/J**

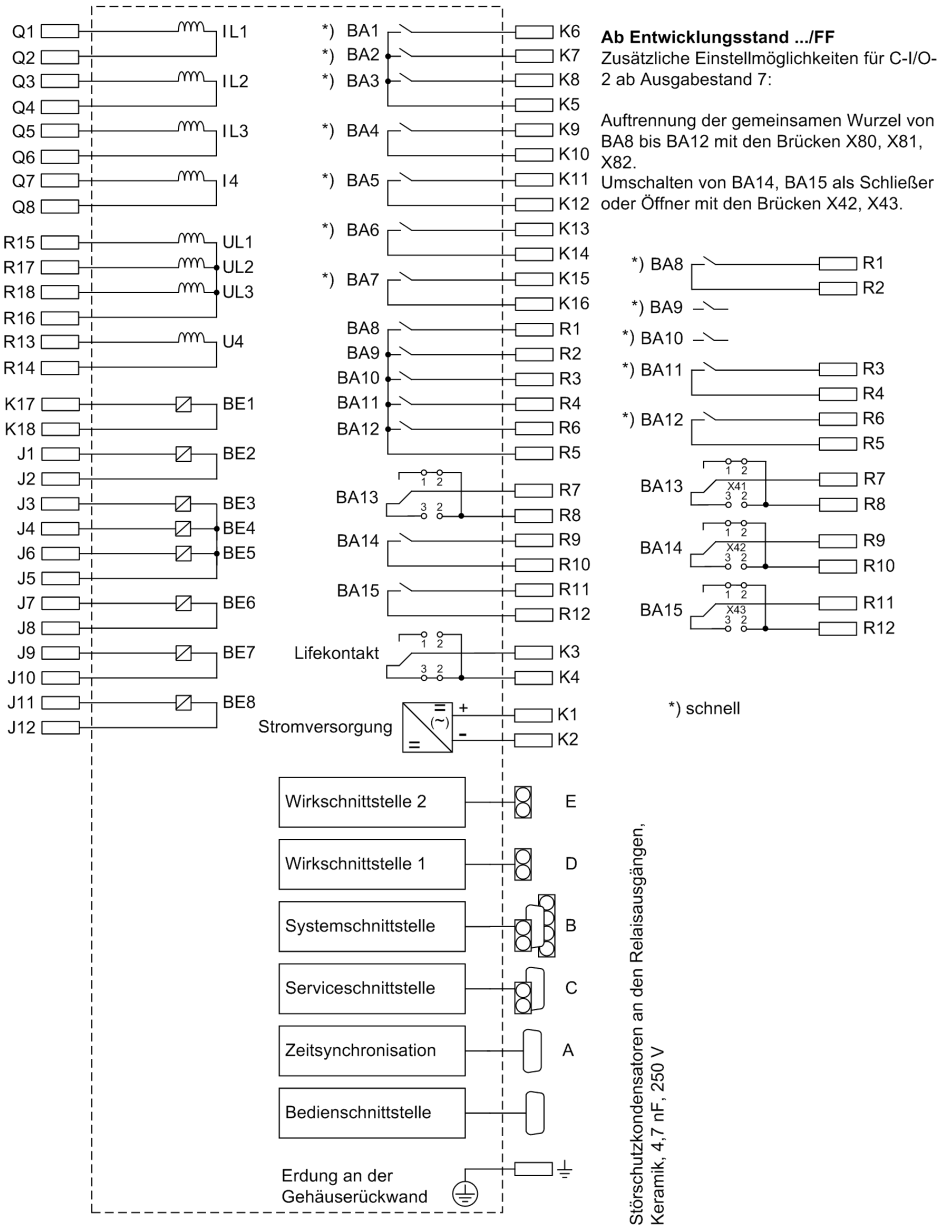


Bild A-1 Übersichtsplan 7SD5***-*A/J (Schalttafel- und Schrankeinbau, Größe $^1/_2$)

7SD5*-*C/L**

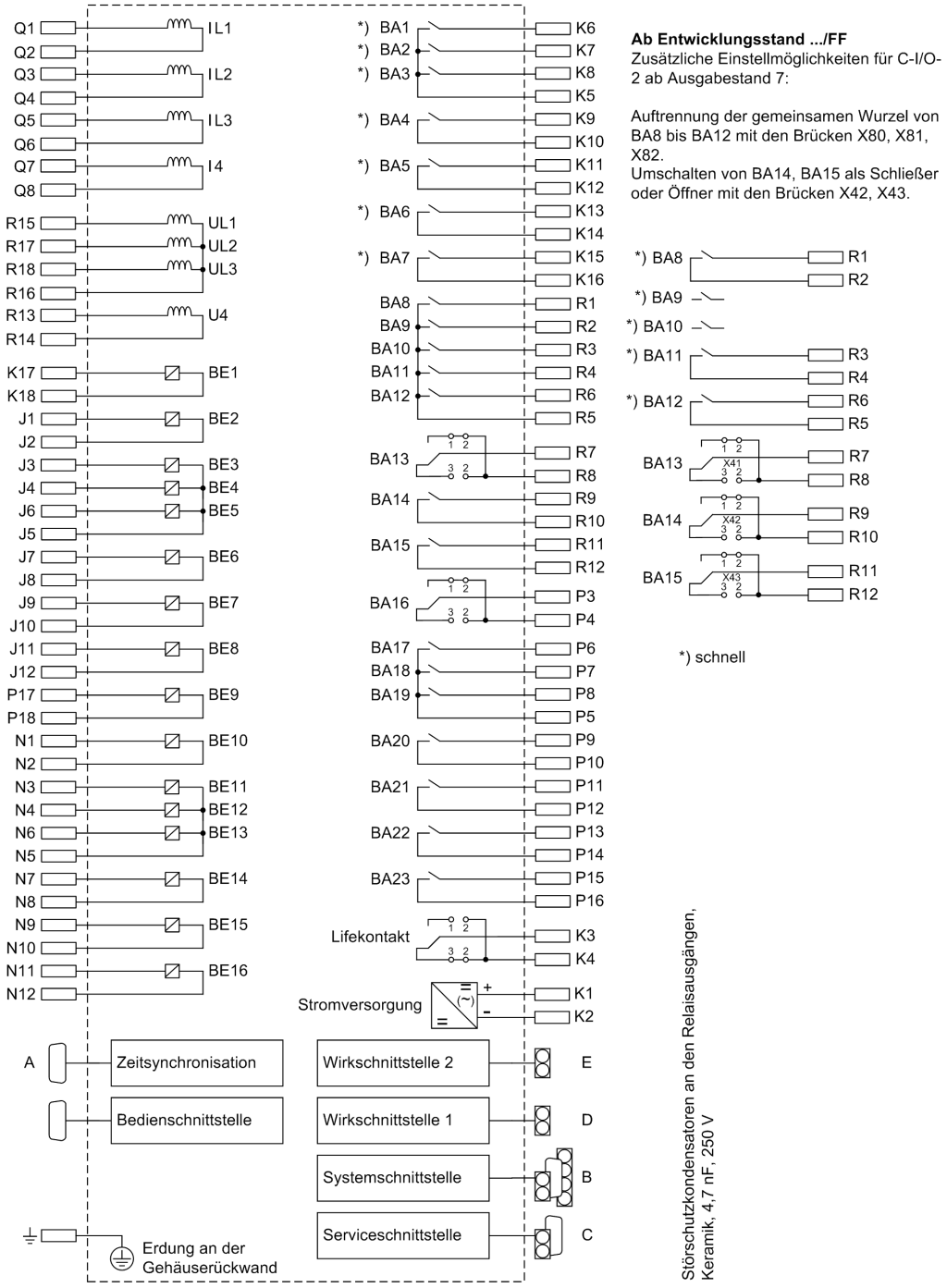


Bild A-2 Übersichtsplan 7SD5***-*C/L (Schalttafel- und Schrankeinbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*N/S**

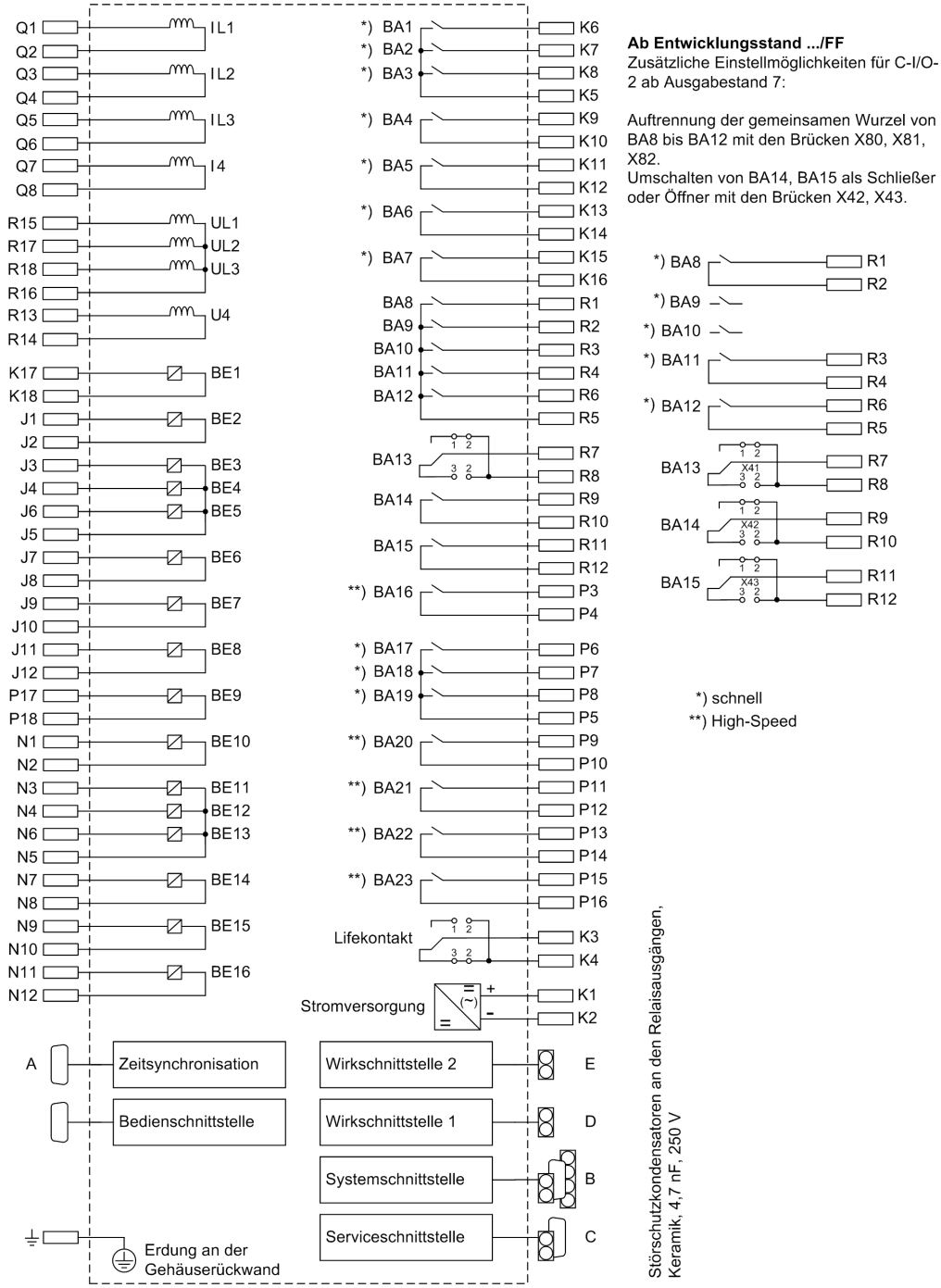


Bild A-3 Übersichtsplan 7SD5***-*N/S (Schalttafel- und Schrankeinbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*D/M**

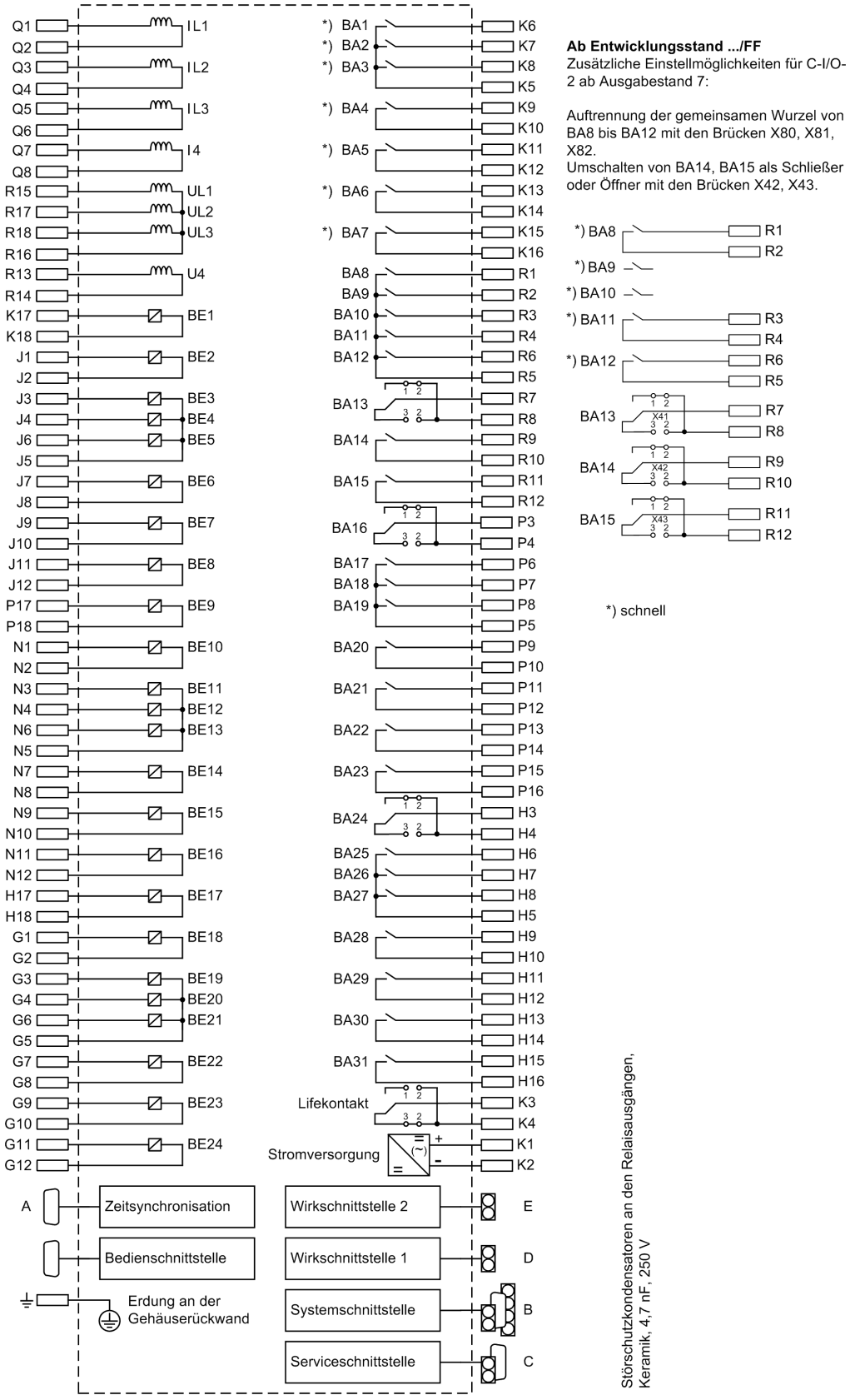


Bild A-4 Übersichtsplan 7SD5***-*D/M (Schalttafel- und Schrankeinbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*P/T**

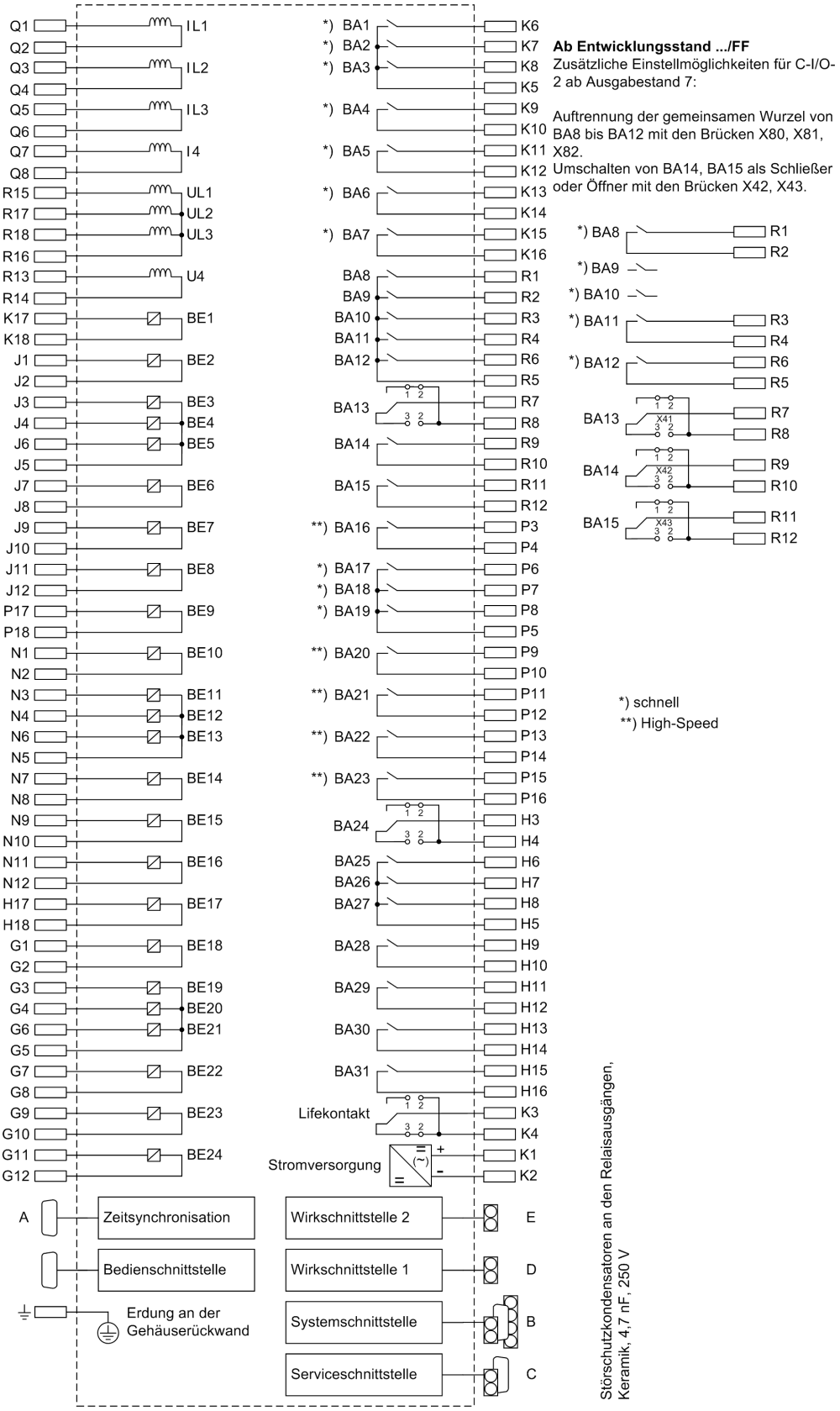
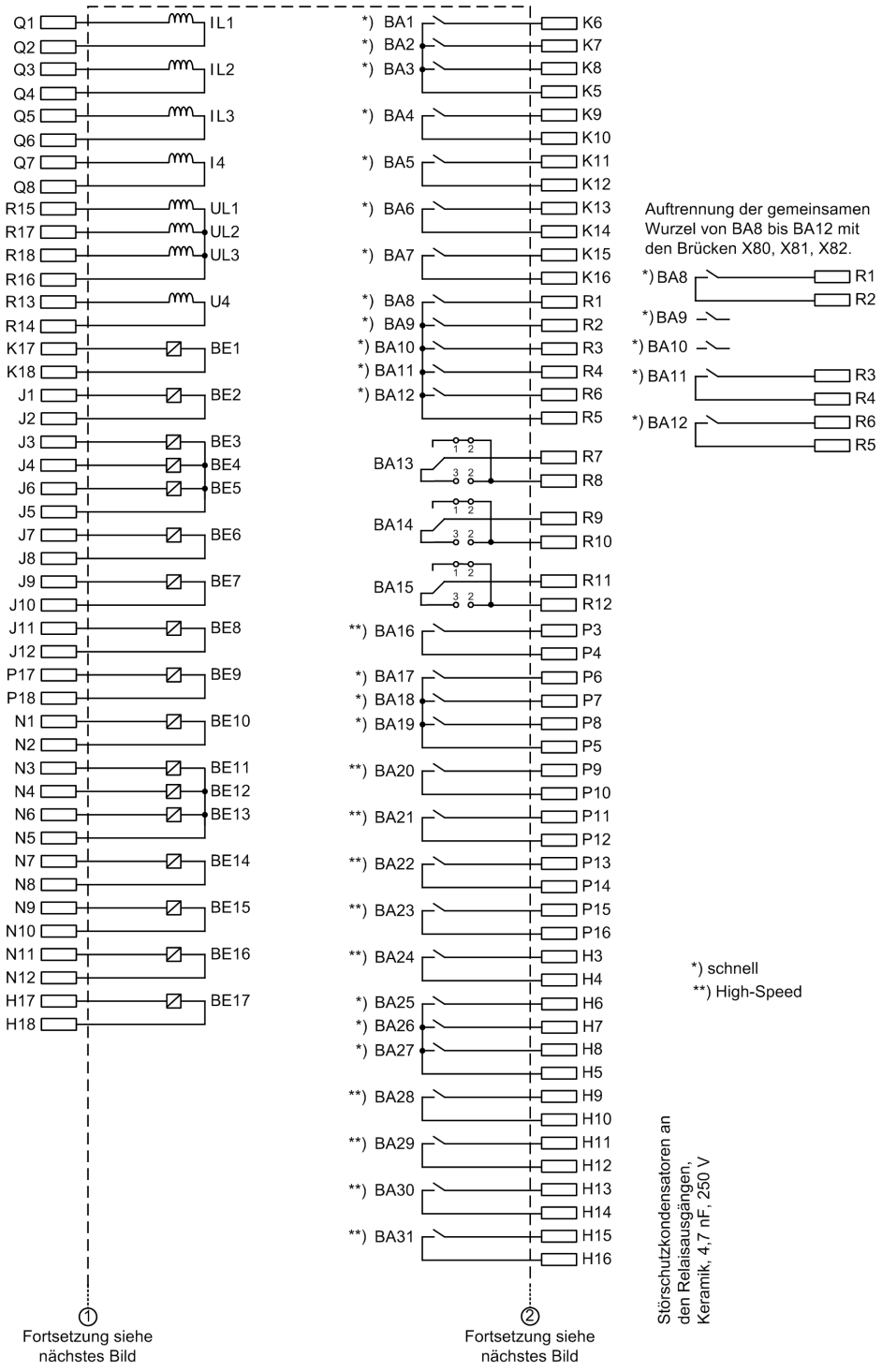


Bild A-5 Übersichtsplan 7SD5***-*P/T (Schalttafel- und Schrankeinbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*W**


Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
R15
R17
R18
R16
R13
R14
K17
K18
J1
J2
J3
J4
J6
J5
J7
J8
J9
J10
J11
J12
P17
P18
N1
N2
N3
N4
N6
N5
N7
N8
N9
N10
N11
N12
H17
H18
IL1
IL2
IL3
I4
UL1
UL2
UL3
U4
BE1
BE2
BE3
BE4
BE5
BE6
BE7
BE8
BE9
BE10
BE11
BE12
BE13
BE14
BE15
BE16
BE17
*) BA1
*) BA2
*) BA3
*) BA4
*) BA5
*) BA6
*) BA7
*) BA8
*) BA9
*) BA10
*) BA11
*) BA12
BA13
BA14
BA15
**) BA16
*) BA17
*) BA18
*) BA19
**) BA20
**) BA21
**) BA22
**) BA23
**) BA24
*) BA25
*) BA26
*) BA27
**) BA28
**) BA29
**) BA30
**) BA31
K6
K7
K8
K5
K9
K10
K11
K12
K13
K14
K15
K16
R1
R2
R3
R4
R6
R5
R7
R8
R9
R10
R11
R12
P3
P4
P6
P7
P8
P5
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
H3
H4
H6
H7
H8
H5
H9
H10
H11
H12
H13
H14
H15
H16
Auftrennung der gemeinsamen Wurzel von BA8 bis BA12 mit den Brücken X80, X81, X82.
*) schnell
**) High-Speed
Störschutzkondensatoren an den Relaisausgängen, Keramik, 4,7 nF, 250 V
① Fortsetzung siehe nächstes Bild
② Fortsetzung siehe nächstes Bild

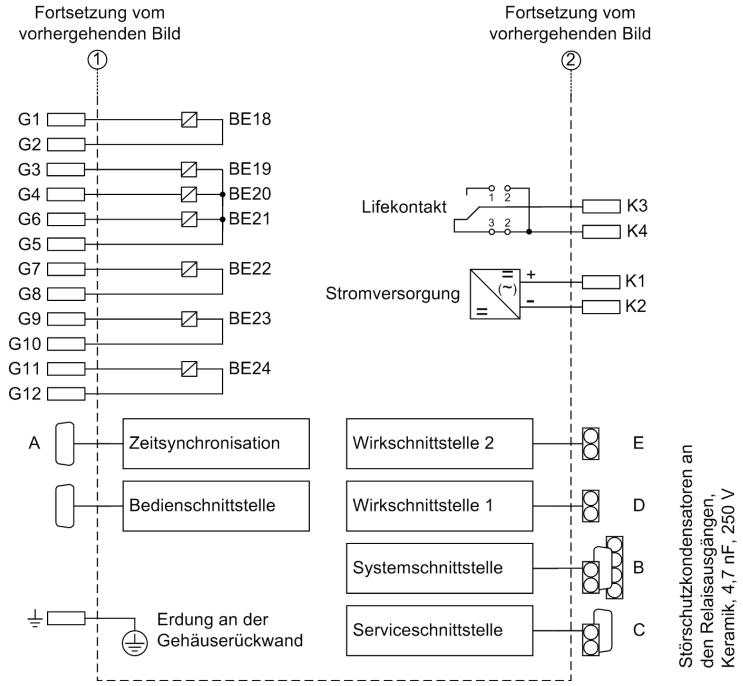


Bild A-6 Übersichtsplan 7SD5*-*W (Schalttafel- und Schankeinbau, Größe $^{1}/_{1}$)

A.2.2 Gehäuse für Schalttafelaufbau

7SD5*-*E**

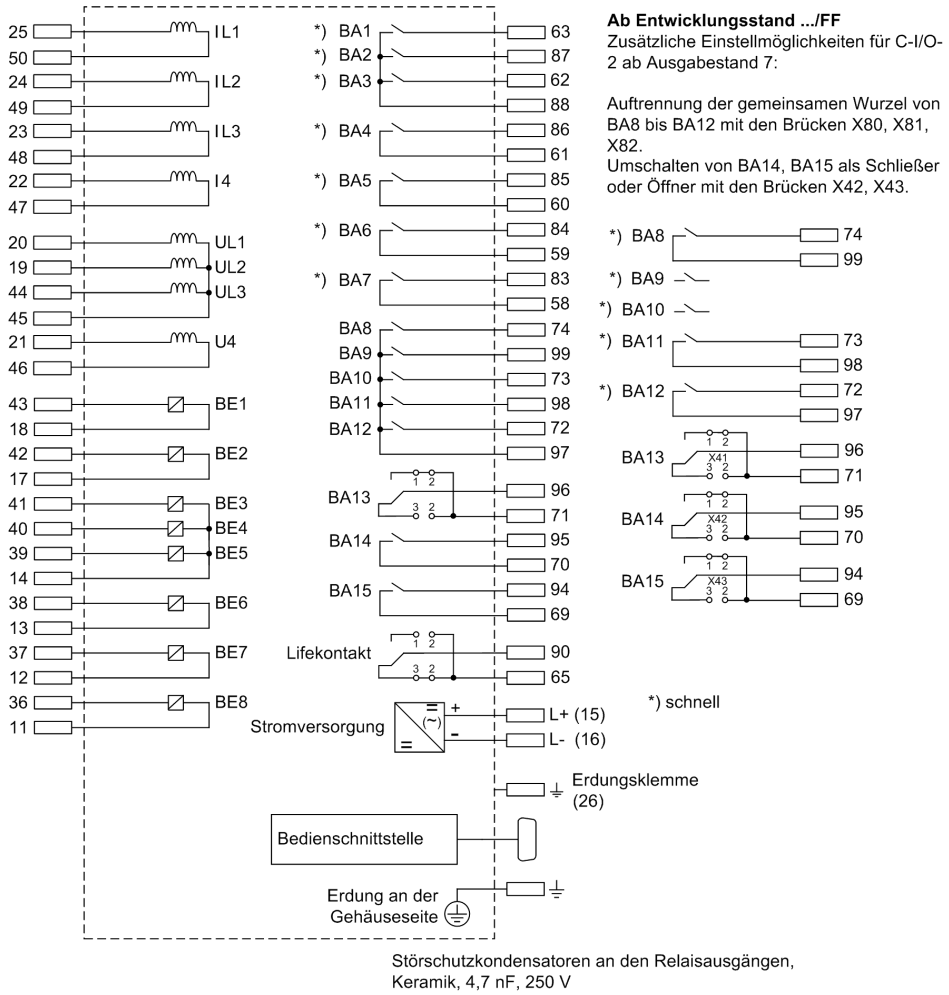


Bild A-7 Übersichtsplan 7SD5***-*E (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_2$)

7SD5*-*E (ab Entwicklungsstand /CC)**

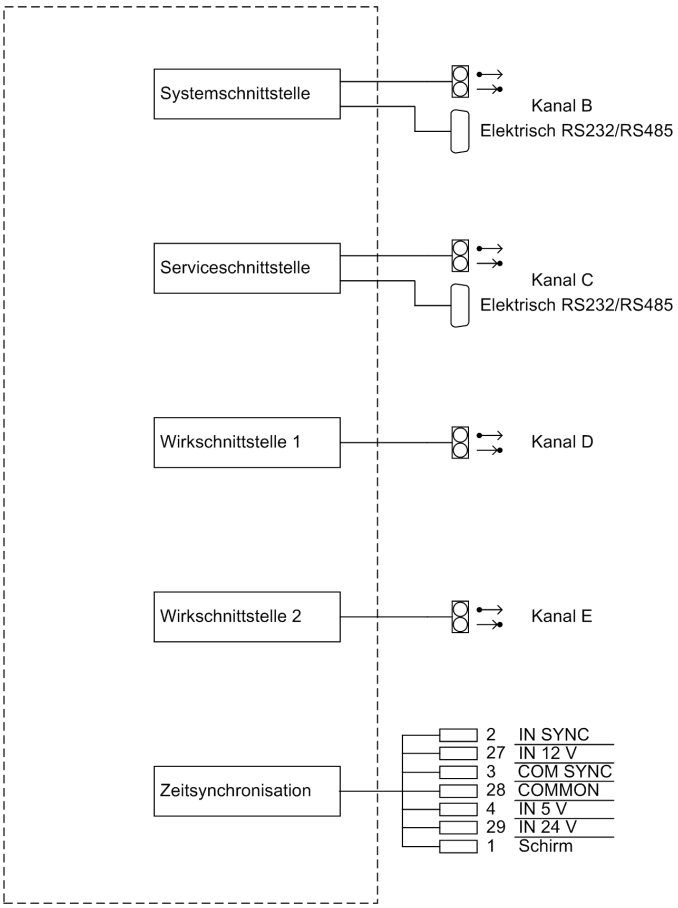


Bild A-8 Übersichtsplan 7SD5***-*E ab Entwicklungsstand /CC (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_2$)

7SD5*-*G**

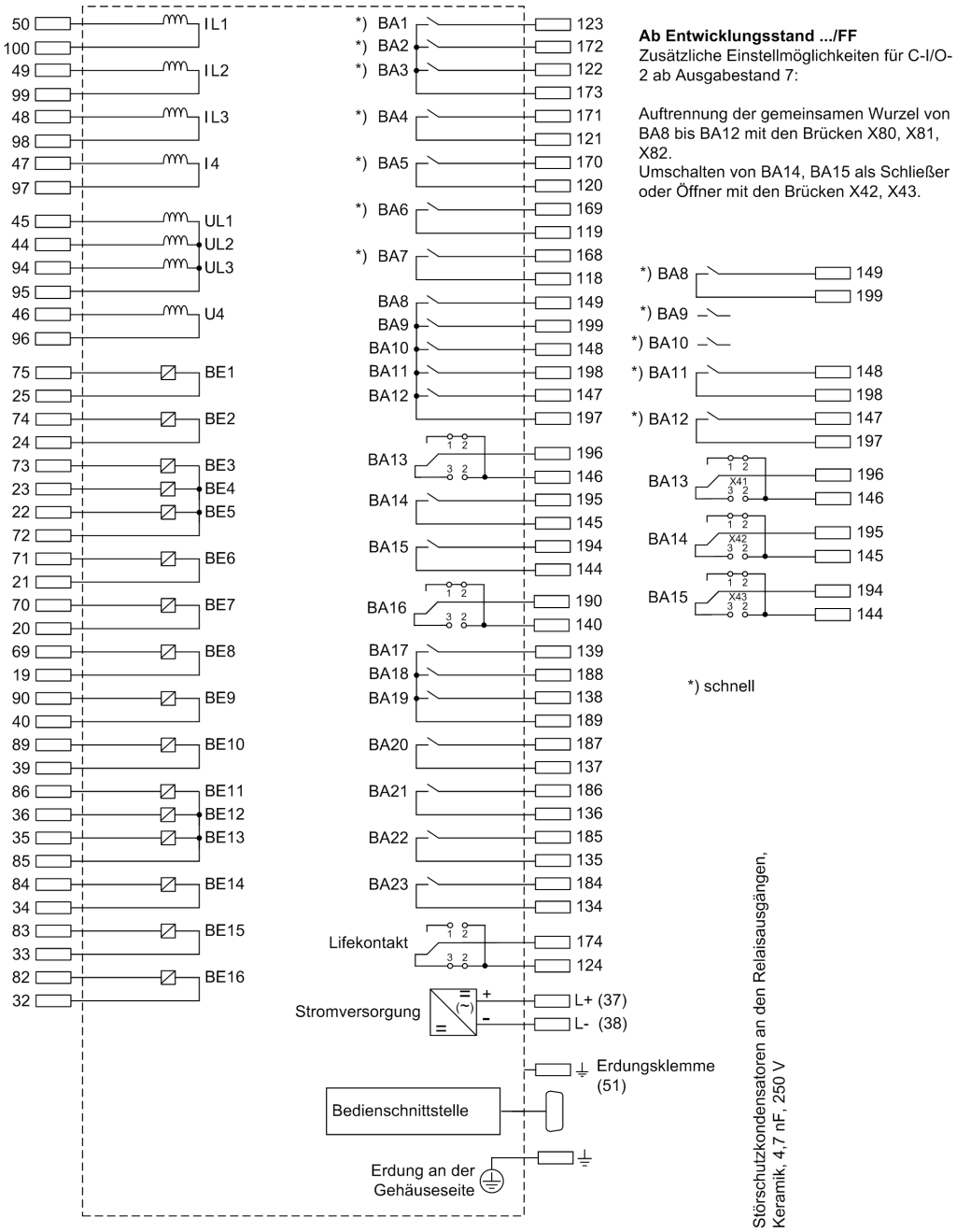


Bild A-9 Übersichtsplan 7SD5***-*G (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*Q**

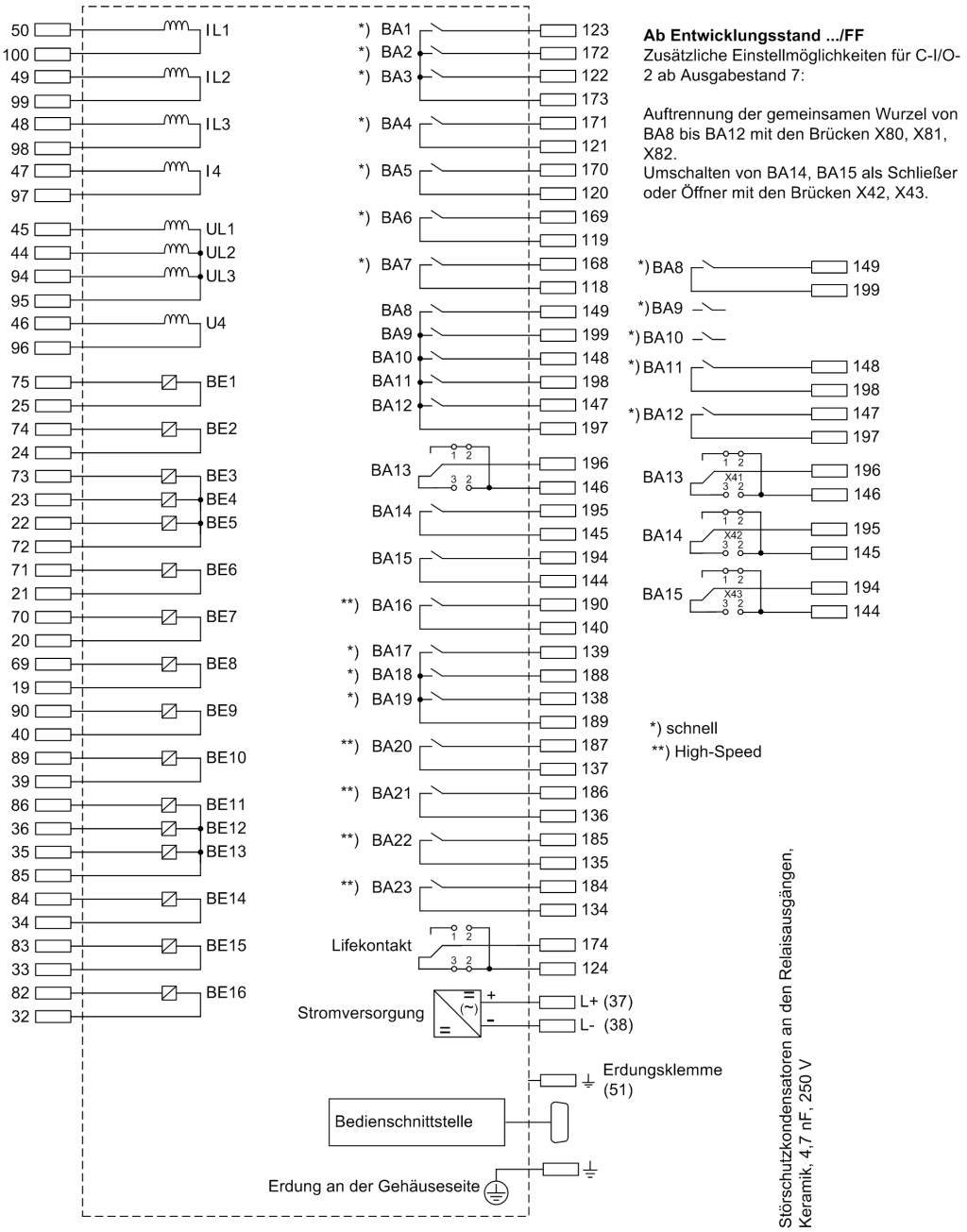


Bild A-10 Übersichtsplan 7SD5***-*Q (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*H**

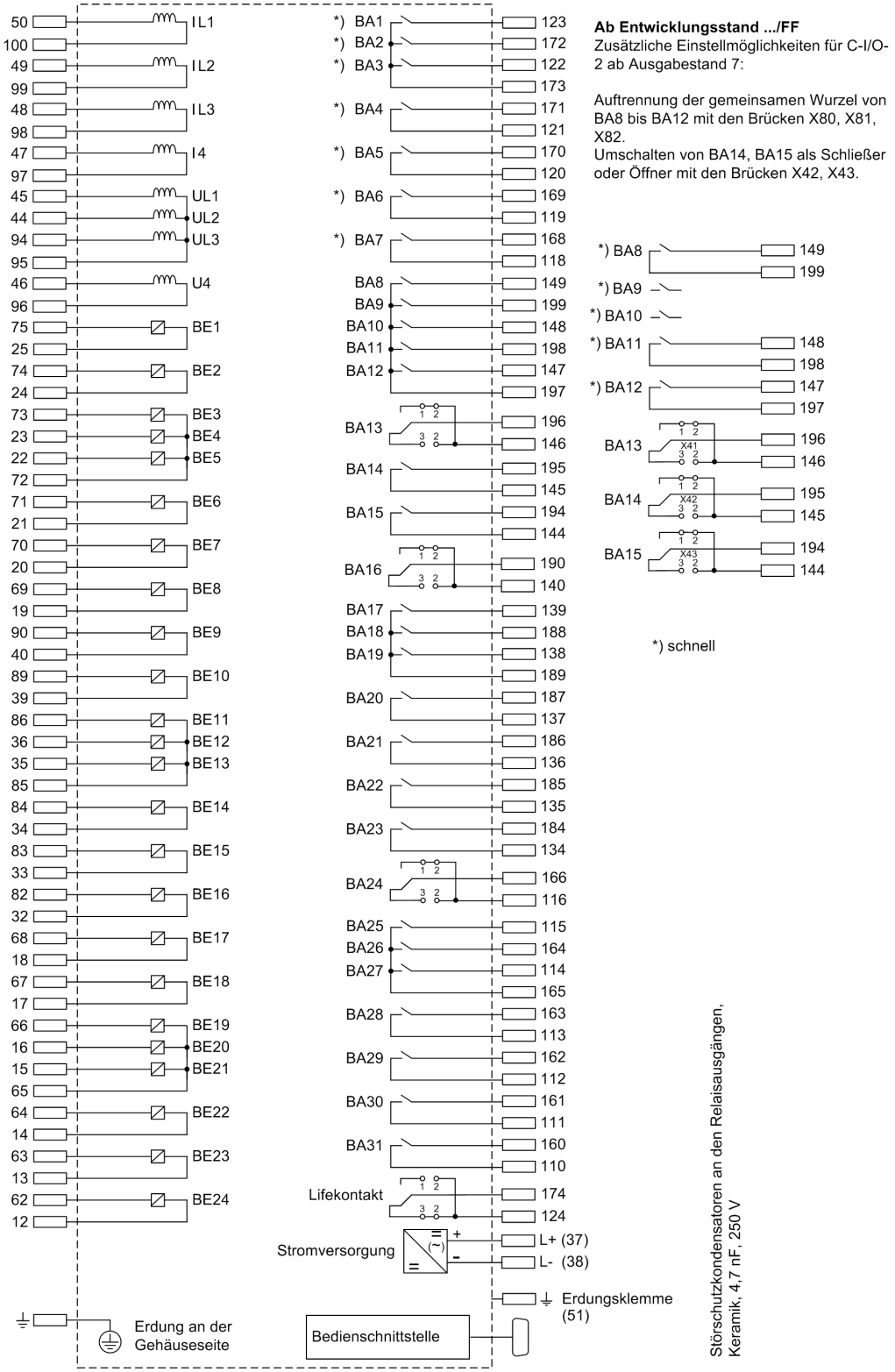


Bild A-11 Übersichtsplan 7SD5***-*H (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*R**

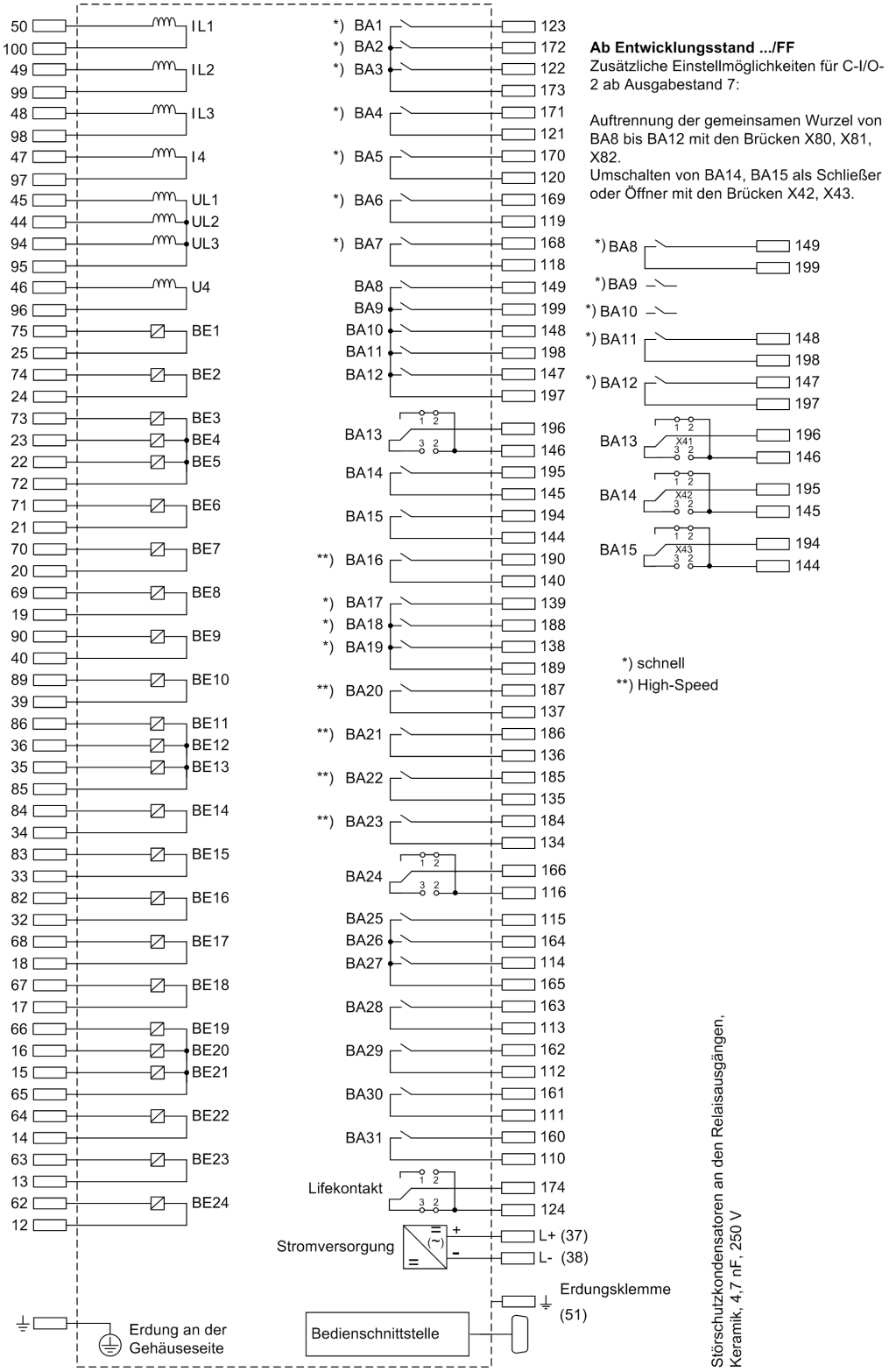


Bild A-12 Übersichtsplan 7SD5***-*R (Schalttafelaufbau, Größe $^1/_1$)

7SD5*-*G/H/Q/R (ab Entwicklungsstand /CC)**

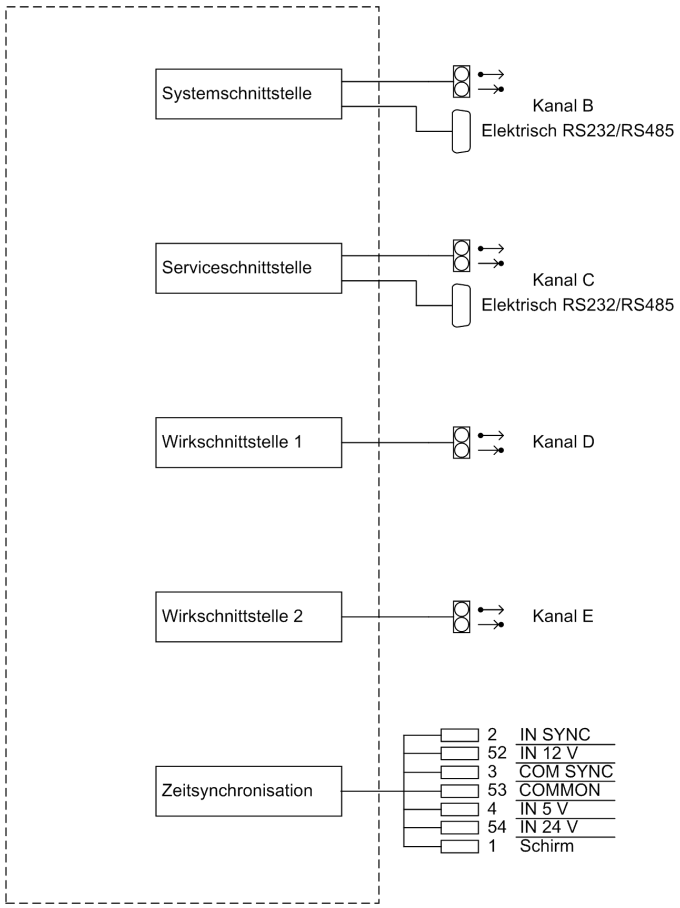
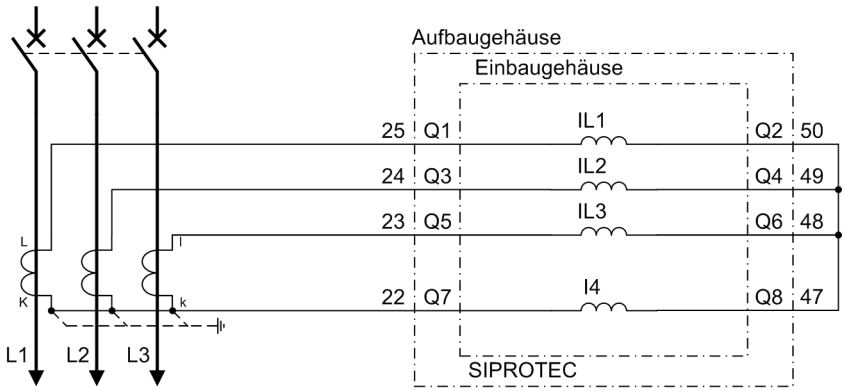


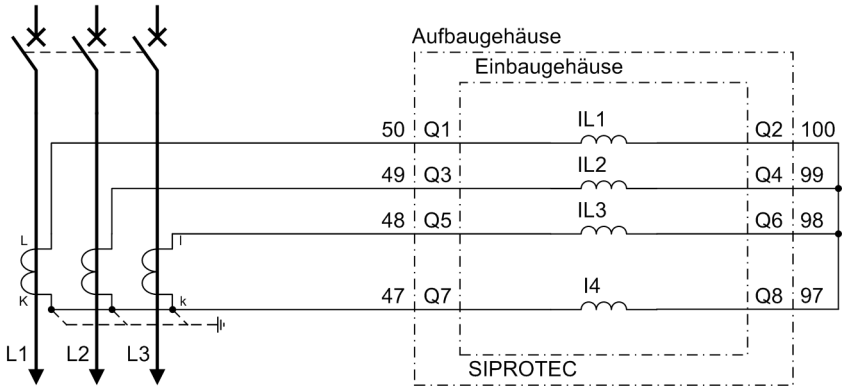
Bild A-13 Übersichtsplan 7SD5***-*G/H/Q/R ab Entwicklungsstand /CC (Schalttafelaufbau, Größe $^{1}/_{1}$)

A.3 Anschlussbeispiele

A.3.1 Stromwandlerbeispiele

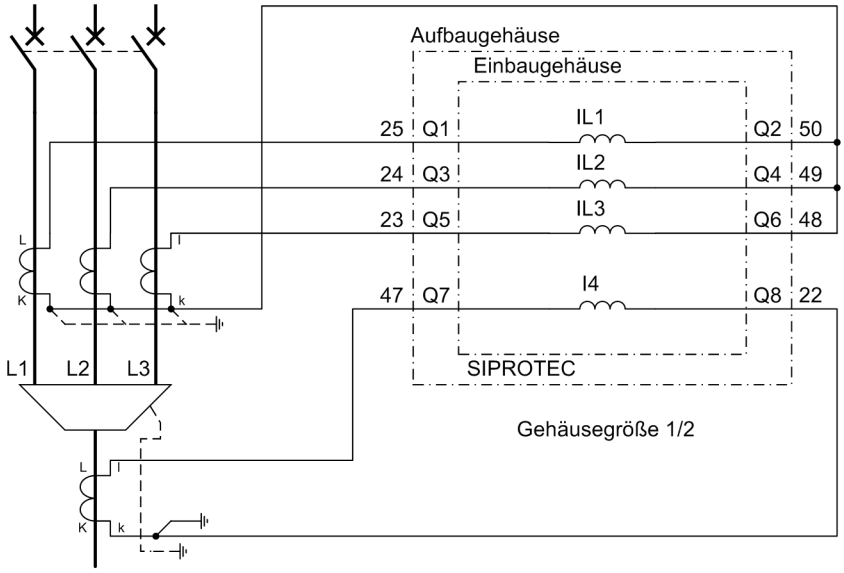


Gehäusegröße 1/2



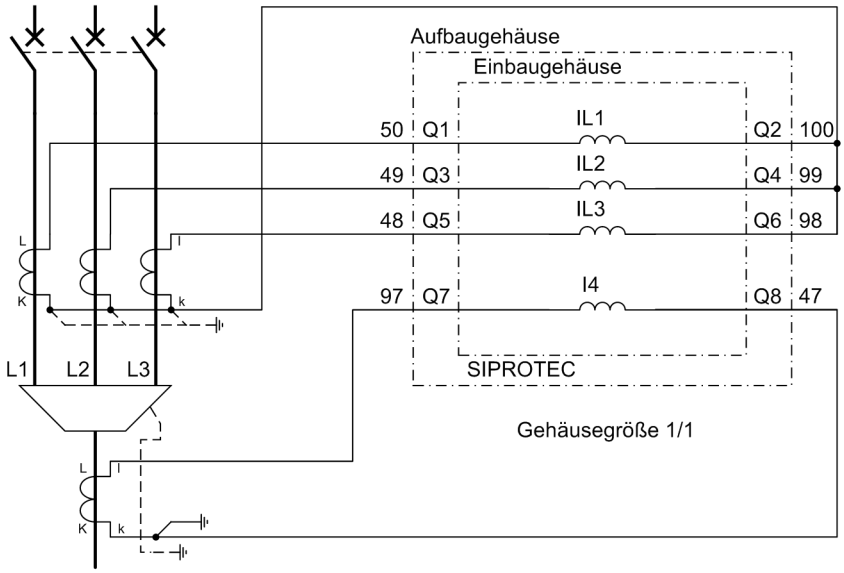
Gehäusegröße 1/1

Bild A-14 Stromwandleranschlüsse an 3 Stromwandler und Sternpunktstrom (Normalanschluss)



Wichtig! Die Erdung des Kabelschirmes muss an der Kabelseite erfolgen!

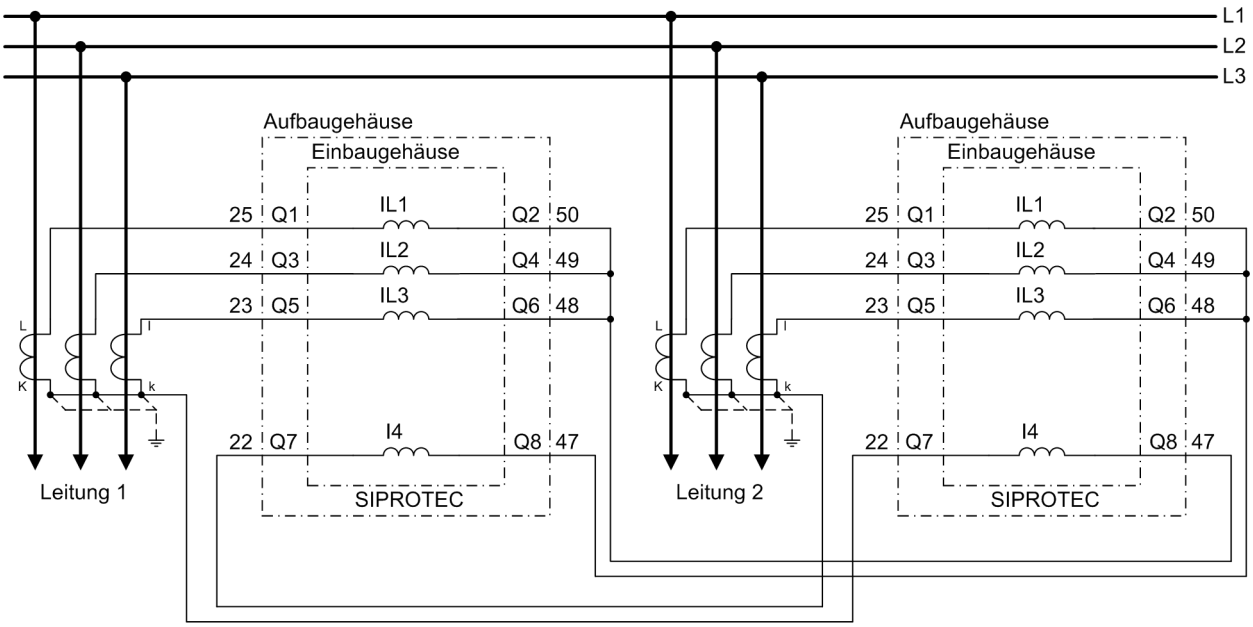
Hinweis: Bei sammelschienenseitiger Erdung der Stromwandler wird die Strompolarität des Gerätes über Adresse 0201 geändert. Dies bewirkt auch eine Umpolung des Stromeingang IE/IEE. Damit muss bei Verwendung eines Kabelumbauwandlers der Anschluss von k und l an Q8



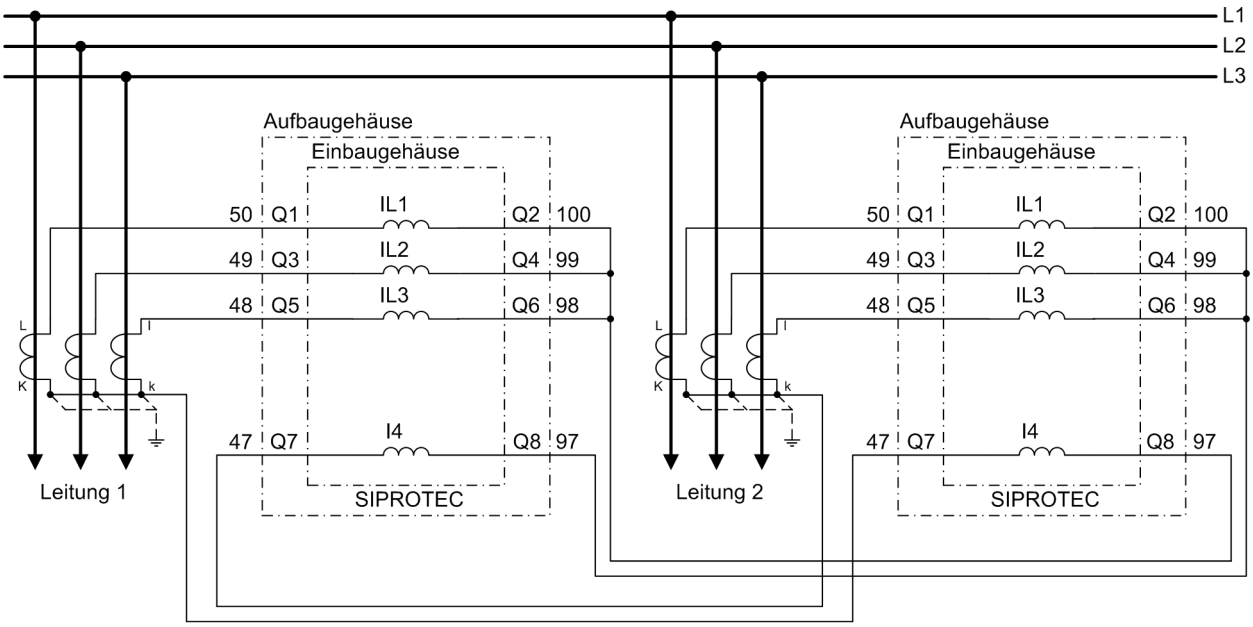
Wichtig! Die Erdung des Kabelschirmes muss an der Kabelseite erfolgen!

Hinweis: Bei sammelschienenseitiger Erdung der Stromwandler wird die Strompolarität des Gerätes über Adresse 0201 geändert. Dies bewirkt auch eine Umpolung des Stromeingang IE/IEE. Damit muss bei Verwendung eines Kabelumbauwandlers der Anschluss von k und l an Q8

Bild A-15 Stromwandleranschlüsse an 3 Stromwandler und gesondertem Erdstromwandler (Summenstromwandler), vorzugsweise für niederohmig geerdete Netze.

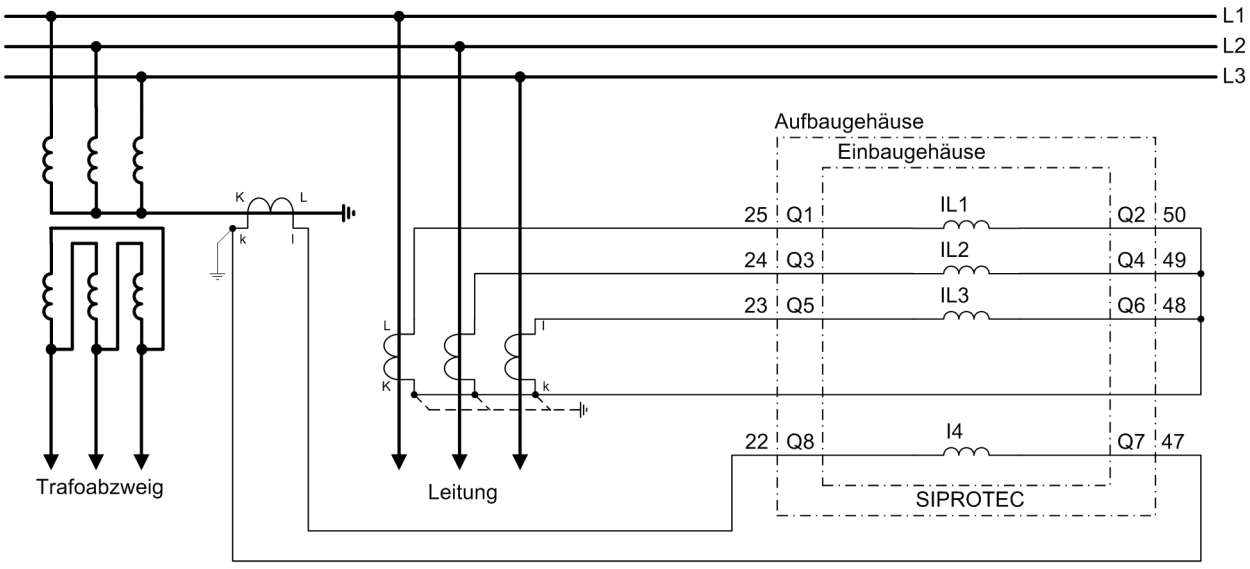


Gehäusegröße 1/2

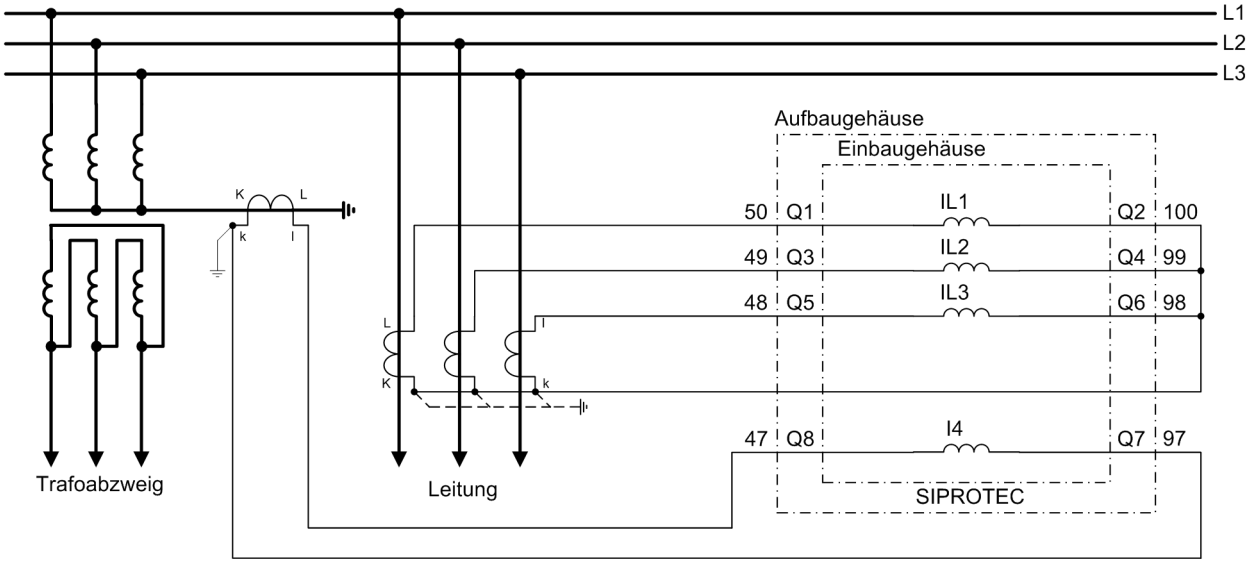


Gehäusegröße 1/1

Bild A-16 Stromwandleranschlüsse an 3 Stromwandler und Erdstrom vom Sternpunkt des Stromwandlersatzes der jeweiligen Parallelleitung (für Parallelleitungskompensation)



Gehäusegröße 1/2



Gehäusegröße 1/1

Bild A-17 Stromwandleranschlüsse an 3 Stromwandler und Erdstrom aus der Sternpunktzuführung eines geerdeten Transformators (für richtungsabhängigen Erdkurzschlussschutz)

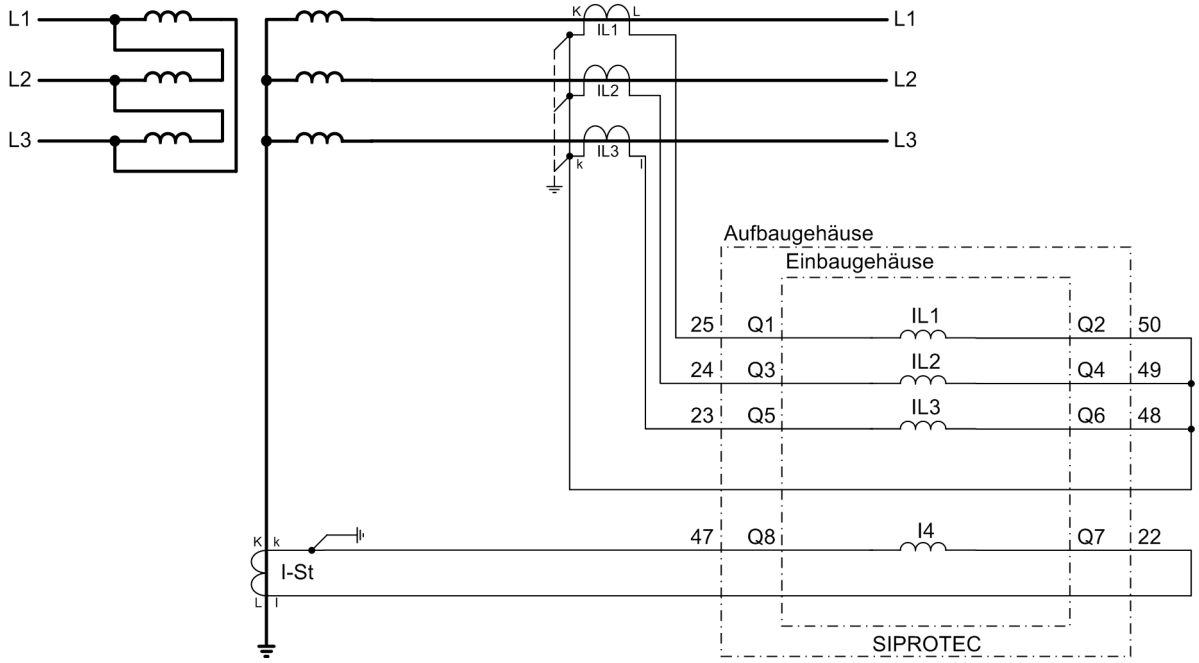


Bild A-18 Erdfehlerdifferentialschutz an einer geerdeten Sternwicklung

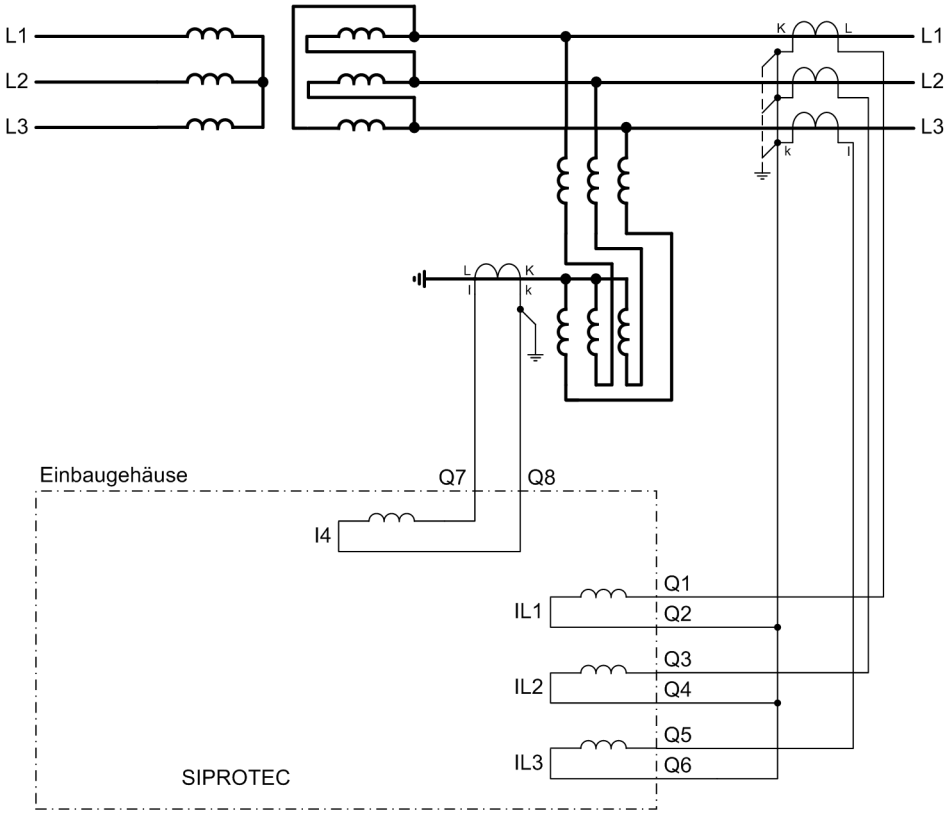


Bild A-19 Erdfehlerdifferentialschutz an einer Dreieckswicklung mit künstlich geerdetem Sternpunkt

A.3.2 Spannungswandlerbeispiele

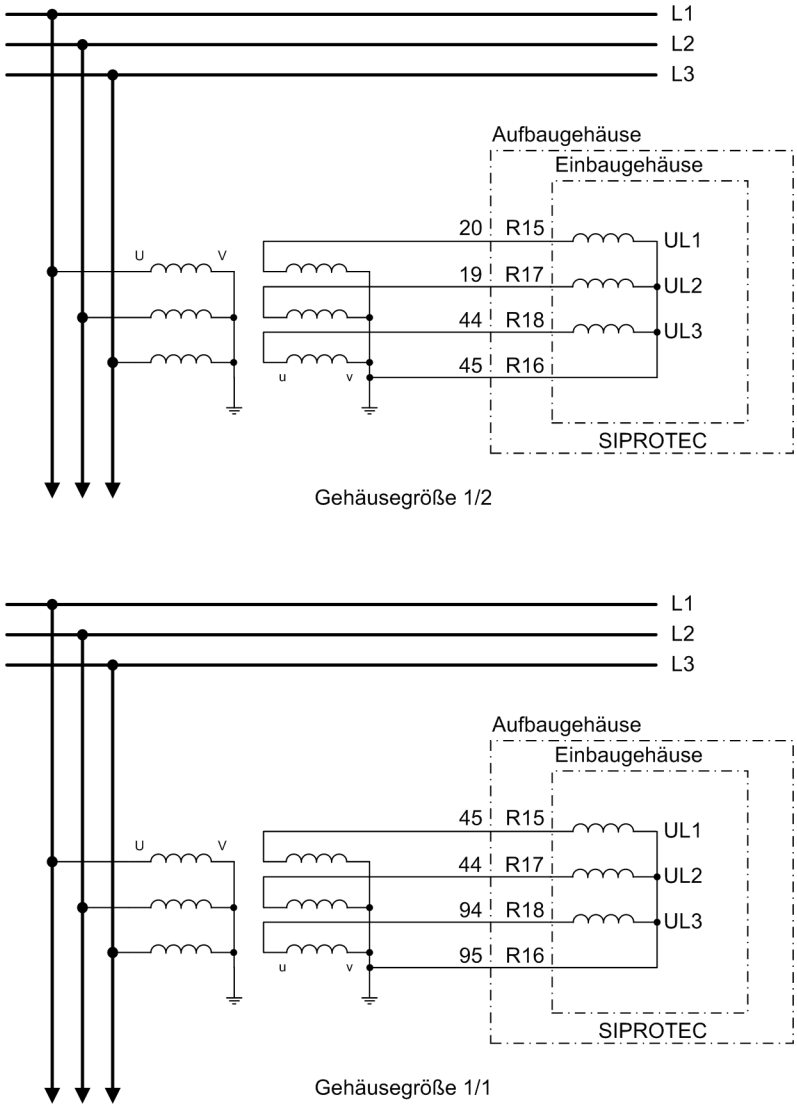
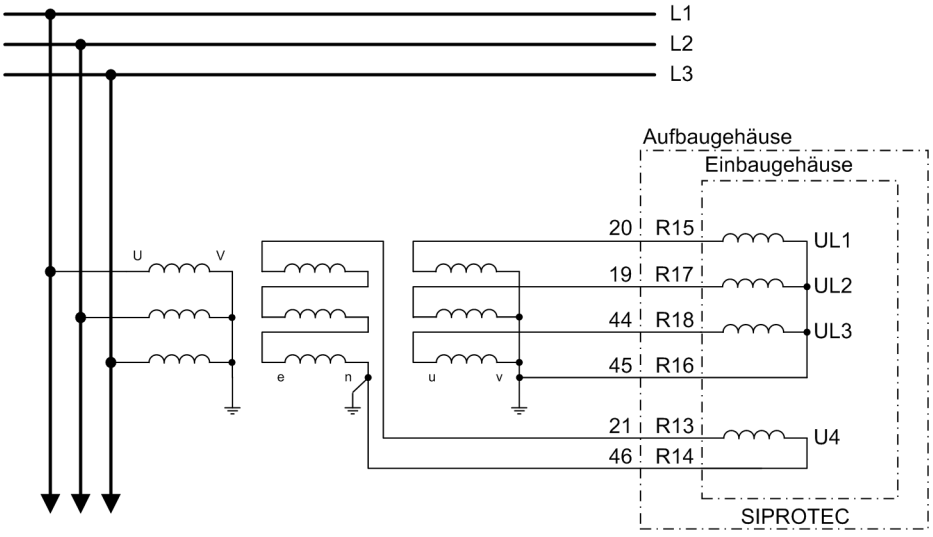
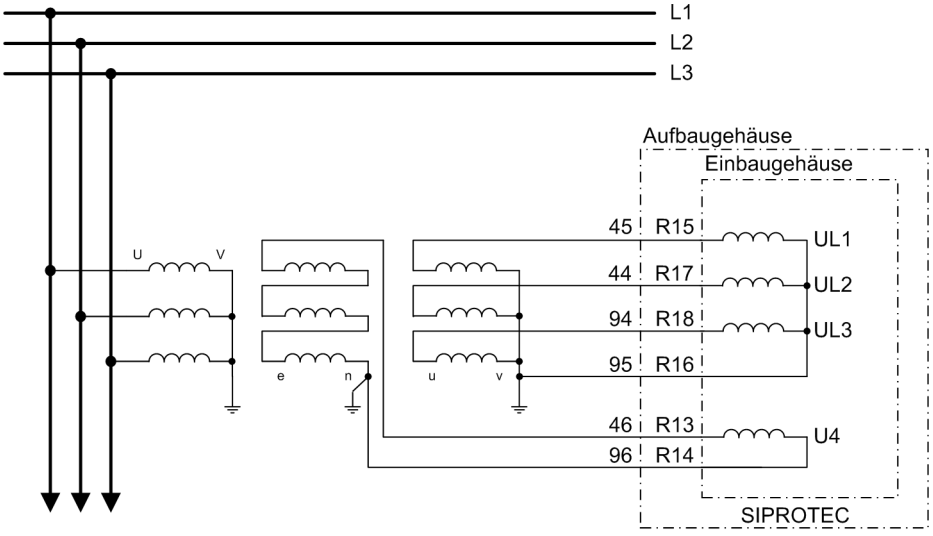


Bild A-20 Spannungswandleranschlüsse an 3 in Stern geschaltete Spannungswandler (Normalanschluss)

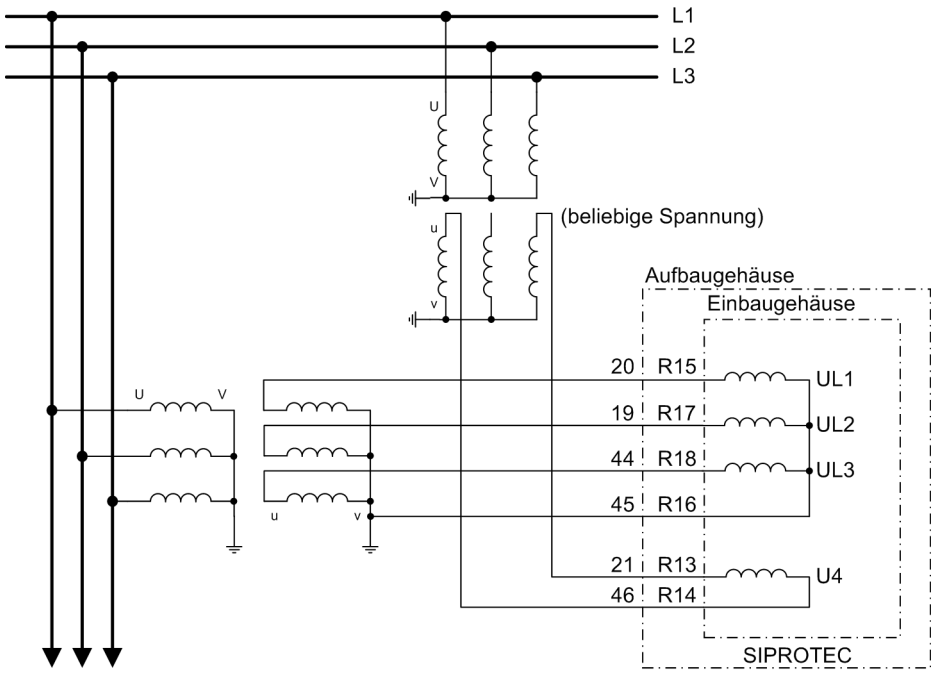


Gehäusegröße 1/2

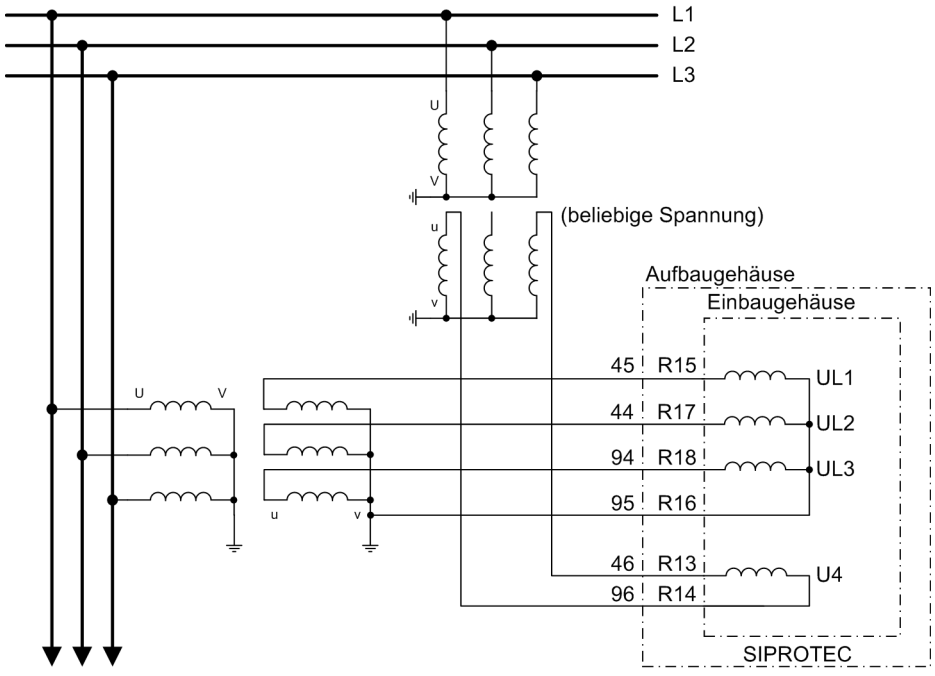


Gehäusegröße 1/1

Bild A-21 Spannungswandleranschlüsse an 3 in Stern geschaltete Spannungswandler mit zusätzlicher offener Dreieckswicklung (e-n-Wicklung)



Gehäusegröße 1/2



Gehäusegröße 1/1

Bild A-22 Spannungswandleranschlüsse an 3 in Stern geschaltete Spannungswandler und zusätzlich an einer beliebigen verketteten Sammelschienenspannung (für Überspannungsschutz oder Synchronkontrolle)

A.4 Vorrangierungen

A.4.1 Leuchtdioden

Tabelle A-1 Voreingestellte LED Anzeigen

Leuchtdioden	Vorrangierte Funktion	Meld.-Nr.	Bemerkungen
LED1	Ger.Anr. L1	503	Schutz(allg.) Anregung L1
LED2	Ger.Anr. L2	504	Schutz(allg.) Anregung L2
LED3	Ger.Anr. L3	505	Schutz(allg.) Anregung L3
LED4	Ger.Anr. E	506	Schutz(allg.) Anregung E
LED5	DT inkonsistent	3233	Regelverletzung bei Geräteadresse
	DT ungleich	3234	Regelverletzung bei Geräte-anzahl/index
	Par. inkonsist.	3235	Regelverletzung d. ungl. Geräteparameter
	Gleiche G Adr	3487	Gleiche Geräteadresse in Konstellation
LED6	Gerät AUS	511	Geräte-Aus (allg.)[1]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[2]
LED7	keine Vorbelegung	-	-[1]
	Ger.AUS1polL1	512	Schutz(allg.) Auslösung L1, nur 1polig[2]
	Ger.AUS1polL2	513	Schutz(allg.) Auslösung L2, nur 1polig[2]
	Ger.AUS1polL3	514	Schutz(allg.) Auslösung L3, nur 1polig[2]
LED8	Testmodus	3190	Diff: Testmodus
	Testmodus fern	3192	Diff: Testmodus von fern aktiviert
LED9	WS1 STOERUNG	3229	WS1: Störung der Datenübertragung
LED10	WS2 STOERUNG	3231	WS2: Störung der Datenübertragung[3]
LED11	Diff blockiert	3148	Diff blockiert
LED12	AWE nicht ber.	2784	AWE momentan nicht bereit[4]
LED13	Not-Betrieb	2054	Notfunktion läuft
LED14	Warn-Sammelmel.	160	Warnungssammelmeldung

[1] nur Geräte mit ausschliesslich 3-poliger Auslösung
[2] nur Geräte mit 1- und 3-poliger Auslösung
[3] nur Geräte mit 2 Wirkschnittstellen
[4] nur Geräte mit Wiedereinschaltautomatik

A.4.2 Binäreingang

Tabelle A-2 Voreingestellte Binäreingänge für alle Geräte und Bestellvarianten

Binäreingang	Vorrangierte Funktion	Meld.-Nr.	Bemerkungen
BE1	>LED-Quittung	5	>LED-Anzeigen zurückstellen
BE2	>Hand-EIN	356	>Hand-Einschaltung
BE3	keine Vorbelegung	-	-
BE4	>U/AMZ I>> blk	7104	>U/AMZ I>>-Stufe blockieren
	>U/AMZ I> blk	7105	>U/AMZ I>-Stufe blockieren
	>U/AMZ Ip blk	7106	>U/AMZ Ip-Stufe blockieren
	>U/AMZ Ie>> blk	7107	>U/AMZ Ie>>-Stufe blockieren
	>U/AMZ Ie> blk	7108	>U/AMZ Ie>-Stufe blockieren
	>U/AMZ Iep blk	7109	>U/AMZ Iep-Stufe blockieren
	>U/AMZ I>>> blk	7130	>U/AMZ I>>>-Stufe blockieren
	>U/AMZ Ie>>>blk	7132	>U/AMZ Ie>>>-Stufe blockieren
BE5	keine Vorbelegung	-	-
BE6	>LS1 bereit	371	>LS1-bereit (für AWE,Prüf)
BE7	>Fernkommando 1	3541	> Fernkommando 1

A.4.3 Binärausgang

Tabelle A-3 Voreingestellte Ausgangsrelais für alle Geräte und Bestellvarianten

Ausgangsrel.	Vorrangierte Funktion	Meld.-Nr.	Bemerkungen
BA1	Ger. Anregung	501	Anregung (Schutz)
BA2	WS1 STOERUNG	3229	WS1: Störung der Datenübertragung
BA3	WS2 STOERUNG	3231	WS2: Störung der Datenübertragung[1)]
BA4	Gerät AUS	511	Geräte-Aus (allg.)[2)]
	Ger.AUS1polL1	512	Schutz(allg.) Auslösung L1, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]
BA5	Gerät AUS	511	Geräte-Aus (allg.)[2)]
	Ger.AUS1polL2	513	Schutz(allg.) Auslösung L2, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]
BA6	keine Vorbelegung	-	-[2)]
	Ger.AUS1polL3	514	Schutz(allg.) Auslösung L3, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]
BA7	AWE EIN-Kom.	2851	AWE: Einkommando[4)]
BA8	Diff blockiert	3148	Diff blockiert
BA9	AWE nicht ber.	2784	AWE momentan nicht bereit[4)]
BA10	Testmodus	3190	Diff: Testmodus
	Testmodus fern	3192	Diff: Testmodus von fern aktiviert
BA11	Not-Betrieb	2054	Notfunktion läuft
BA12	Warn-Sammelmel.	160	Warnungssammelmeldung
BA13	Gerät AUS	511	Geräte-Aus (allg.)[2)]
	Ger.AUS1polL1	512	Schutz(allg.) Auslösung L1, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]
BA14	Gerät AUS	511	Geräte-Aus (allg.)[2)]
	Ger.AUS1polL2	513	Schutz(allg.) Auslösung L2, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]
BA15	keine Vorbelegung	-	-[2)]
	Ger.AUS1polL3	514	Schutz(allg.) Auslösung L3, nur 1polig[3)]
	Ger. AUS L123	515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig[3)]

1) nur Geräte mit 2 Wirkschnittstellen
2) nur Geräte mit ausschliesslich 3-poliger Auslösung
3) nur Geräte mit 1- und 3-poliger Auslösung
4) nur Geräte mit Wiedereinschaltautomatik

A.4.4 Funktionstasten

Tabelle A-4 Gültig für alle Geräte und Bestellvarianten

Funktionstasten	Vorrangierte Funktion		
F1	Anzeige der Betriebsmeldungen		
F2	Anzeige der Betriebswerte		
F3	Übersicht der letzten 8 Störfallmeldungen		
F4	keine		

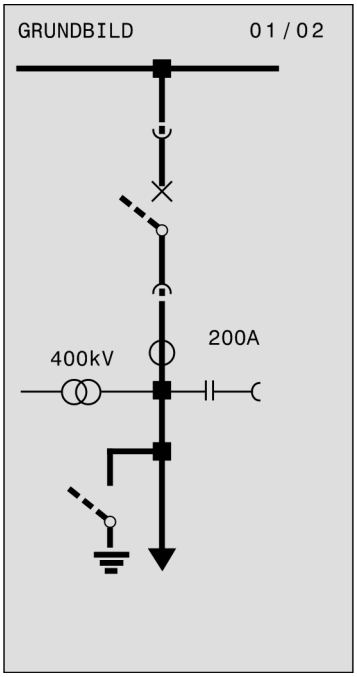
A.4.5 Grundbild

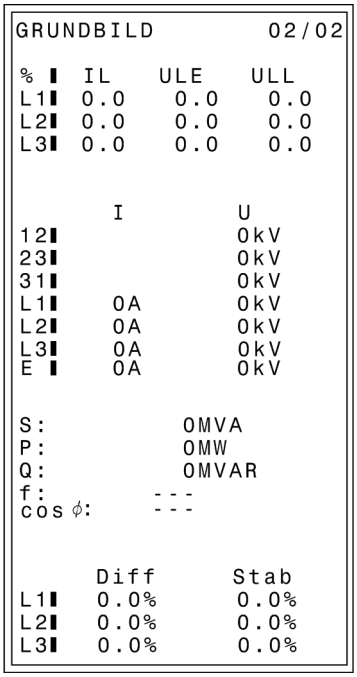
4-zeiliges Display

Tabelle A-5 Diese Auswahl steht als parametrierbare Startseite zur Verfügung.

Seite 1	1▮ 1000A 12▮ 400kV 2▮ 999A 23▮ 400kV 3▮ 1000A 31▮ 400kV E▮ 0A U0▮ 0kV
Seite 2	% ▮ IL ULE ULL L1▮ 78.4 99.6 99.5 L2▮ 78.1 99.4 99.3 L3▮ 78.9 99.8 99.7
Seite 3	S: 0.0MVA U: 0kV P: 0.0MW I: 0A Q: 0.0MVAR **f**: --- cosφ: ---
Seite 4	Diff Stab L1▮ 0.0% 31.6% L2▮ 0.0% 31.6% L3▮ 0.0% 31.6%
Seite 5	L1▮ 78.4A MAX 81.2A L2▮ 78.1A MAX 81.0A L3▮ 78.9A MAX 81.9A E ▮ 0.0A
Seite 6	L1▮ 78.4A L2▮ 78.1A L3▮ 78.9A E ▮ 0.0A

Grafikdisplay





Spontane Display-Störfallanzeige bei 4-zeiligem Display

Nach einem Störfall erscheinen bei Geräten mit 4-zeiligem Display ohne weitere Bedienhandlungen die wichtigsten Daten des Störfalles automatisch nach Generalanregung im Display in der folgenden Reihenfolge.

Schutz Anreg.	Schutzfunktion, die als erste angeregt hat
T - Anr	Laufzeit von Generalanregung bis Rückfall
T - AUS	Laufzeit von Generalanregung bis zum ersten Auslösekommando
Fehlerorter	Fehlerentfernung d in km oder Meilen

Spontane Display-Störfallanzeige beim Grafikdisplay

Bei Geräten mit Grafikdisplay kann gewählt werden, ob nach einer Generalanregung ohne weitere Bedienhandlungen die wichtigsten Daten des Störfalles automatisch im Display angezeigt werden sollen oder nicht.

Die Anzeige der im Display dargestellten Informationen ist wie folgt:

Schutz Anreg.	Schutzfunktion, die als erste angeregt hat
Schutz AUS	Schutzfunktion, die als letzte ausgelöst hat
T - Anr	Laufzeit von Generalanregung bis Rückfall
T - AUS	Laufzeit von Generalanregung bis Auskommando
Fehlerort	Fehlerentfernung d in km oder Meilen

Grundbild im Grafikeditor

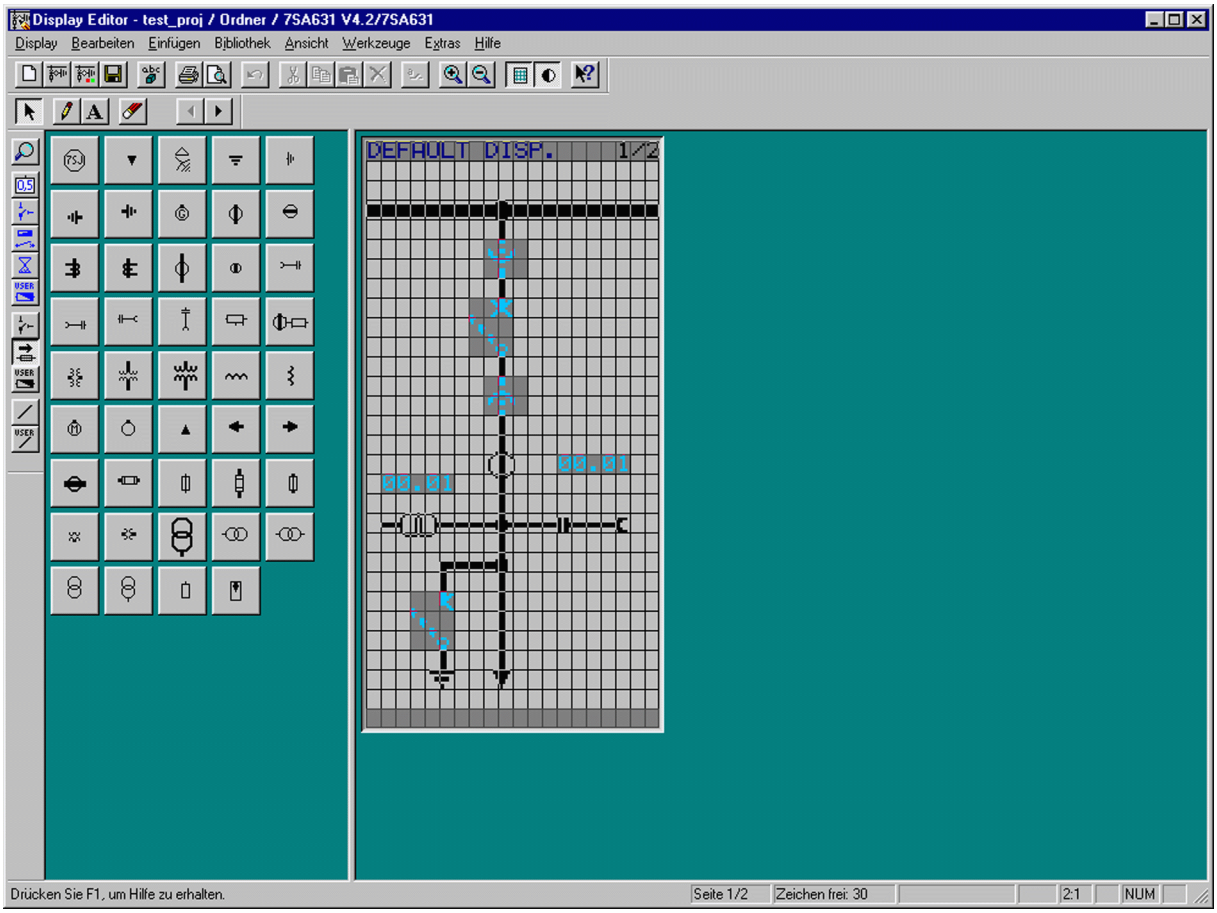


Bild A-23 Standard-Grundbild nach dem Öffnen des Display-Editors - Beispiel

A.4.6 Vorgefertigte CFC-Pläne

Gerät und Systemlogik (Device and System Logic)

Mit einem Negator-Baustein der langsamen Logik (PLC1-BEARB) wird aus der Binäreingabe „>MMSperr“ in die interne Einzelmeldung „EntrMMSp“ erzeugt.

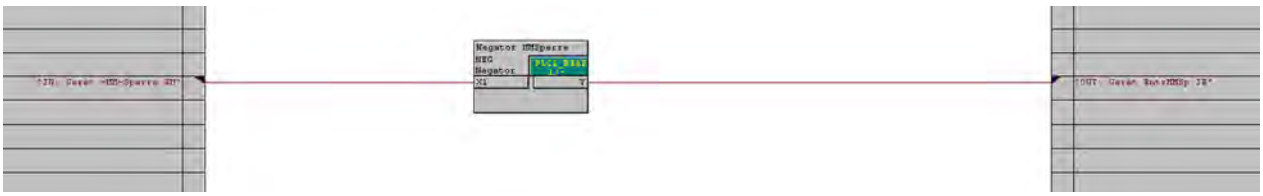


Bild A-24 Verbindung von Ein- und Ausgang

A.5 Protokollabhängige Funktionen

Protokoll → / Funktion ↓	IEC 60870-5-103	IEC 61850 Ethernet (EN100)	Profibus FMS	Profibus DP	DNP 3.0
Betriebsmesswerte	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zählwerte	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Störschreibung	Ja	Ja	Ja	Nein, nur über zusätzliche Serviceschnittstelle	Nein, nur über zusätzliche Serviceschnittstelle
Schutzeinstellung von Fern	Nein, nur über zusätzliche Serviceschnittstelle	Ja, mit DIGSI über Ethernet	Ja, mit DIGSI über PROFIBUS	Nein, nur über zusätzliche Serviceschnittstelle	Nein, nur über zusätzliche Serviceschnittstelle
Benutzerdefinierte Meldungen und Schaltobjekte	Ja	Ja	Ja	Vordefinierte „Benutzerdefinierte Meldungen“ im CFC	Vordefinierte „Benutzerdefinierte Meldungen“ im CFC
Zeitsynchronisation	Über Protokoll; DCF77/IRIG-B/ GPS; Schnittstelle; Wirkschnittstelle; Binäreingabe	Über Protokoll (NPT); DCF77/IRIG-B; Schnittstelle; Wirkschnittstelle; Binäreingabe	Über Protokoll; DCF77/IRIG-B/ GPS; Schnittstelle; Wirkschnittstelle; Binäreingabe	Über DCF77/IRIG-B /GPS; Schnittstelle; Wirkschnittstelle; Binäreingabe	Über Protokoll; DCF77/IRIG-B/GPS; Schnittstelle; Wirkschnittstelle; Binäreingabe
Meldungen mit Zeitstempel	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Inbetriebsetzungshilfen					
Melde-/Messwertsperre	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Testmeldungen erzeugen	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Physikalischer Modus	Asynchron	Synchron	Asynchron	Asynchron	Asynchron
Übertragungsmode	zyklisch/Ereignis	zyklisch/Ereignis	zyklisch/Ereignis	zyklisch	zyklisch/Ereignis
Baudrate	4800 bis 38400	Bis zu 100 MBaud	Bis zu 1,5 MBaud	Bis zu 1,5 MBaud	2400 bis 19200
Typ	RS232 RS485 Lichtwellenleiter	Ethernet TP optisch oder elektrisch	RS485 Lichtwellenleiter Doppelring	RS485 Lichtwellenleiter Doppelring	RS485 Lichtwellenleiter

A.6 Funktionsumfang

Adr.	Parameter	Einstellmöglich-keiten	Voreinstellung	Erläuterung
103	PARAMET.-UMSCH.	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Parametergruppenumschaltung
110	AUSLÖSUNG	nur dreipolig ein-/dreipolig	nur dreipolig	Auslöseverhalten
112	DIFF-SCHUTZ	vorhanden nicht vorhanden	vorhanden	Differentialschutz
115	DIS PHASE-PHASE	Polygon MHO nicht vorhanden	Polygon	Distanzschutz Phase-Phase
116	DIS PHASE-ERDE	Polygon MHO nicht vorhanden	Polygon	Distanzschutz Phase-Erde
117	DIS ANR	IMPEDANZ I-ANR. U-I-ANR. U-I-φ-ANR nicht vorhanden	IMPEDANZ	Distanzschutz Anregung
120	PENDELERFASSUNG	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Pendelerfassung
121	DIS SIGNAL	Mitnahme Mitn. über Anr. Signalvergleich Richtungsverg. Unblocking Blocking Rückw. Verrieg. Streckenschutz nicht vorhanden	nicht vorhanden	Distanzschutz Signalzusatz
122	EXT.EINKOPPLUNG	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Externe Einkopplung
124	SCHNELLABSCHALT	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Schnellabschaltung nach Zuschaltung
125	SCHWACHE EINSP.	nicht vorhanden vorhanden Logik Nr. 2	nicht vorhanden	Schwache Einspeisung
126	ÜBERSTROM	nicht vorhanden UMZ/AMZ IEC UMZ/AMZ ANSI	UMZ/AMZ IEC	Überstromzeitschutz
131	EF KURZSCHLUSS	nicht vorhanden UMZ/AMZ IEC UMZ/AMZ ANSI UMZ/log. invers nur UMZ U0 invers Sr invers	nicht vorhanden	Erdkurzschlussschutz f.hochohmige Fehler
132	EF SIGNAL	Richtungsverg. Unblocking Blocking nicht vorhanden	nicht vorhanden	Erdkurzschlussschutz Signalzusatz

Adr.	Parameter	Einstellmöglich-keiten	Voreinstellung	Erläuterung
133	AUTO-WE	1 WE-Zyklus 2 WE-Zyklen 3 WE-Zyklen 4 WE-Zyklen 5 WE-Zyklen 6 WE-Zyklen 7 WE-Zyklen 8 WE-Zyklen ASP nicht vorhanden	nicht vorhanden	Automatische Wiedereinschaltung
134	AWE BETRIEBSART	Anr. und Twirk Anr. ohne Twirk AUS und Twirk AUS ohne Twirk	AUS ohne Twirk	Betriebsart der AWE
135	SYNCHRON KONTR.	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Synchronkontrolle
136	FREQUENZSCHUTZ	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Frequenzschutz
137	SPANNUNGSSCHUTZ	nicht vorhanden vorhanden vorh. m. Komp.	nicht vorhanden	Spannungsschutz
138	FEHLERORTER	nicht vorhanden vorhanden mit BCD-Ausgabe	nicht vorhanden	Fehlerorter
139	SCHALTERVERSAG.	nicht vorhanden vorhanden vorh. mit 3I0>	nicht vorhanden	Schalterversagerschutz
140	AUSKREISÜBERW.	nicht vorhanden 1 Kreis 2 Kreise 3 Kreise	nicht vorhanden	Auslösekreisüberwachung
141	ERD.DIFF	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Erdfehlerdifferentialschutz
142	ÜBERLAST	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Überlastschutz
143	TRAFO	Nein Ja	Nein	Trafo im Schutzbereich
144	U-WANDLER	nicht angeschl. angeschlossen	angeschlossen	Spannungswandler
145	WS1	vorhanden nicht vorhanden	vorhanden	Wirkschnittstelle 1
146	WS2	nicht vorhanden vorhanden	nicht vorhanden	Wirkschnittstelle 2
147	ANZAHL GERAETE	2 Geräte 3 Geräte 4 Geräte 5 Geräte 6 Geräte	2 Geräte	Anzahl Geräte
148	GPS-SYNC	vorhanden nicht vorhanden	nicht vorhanden	GPS Synchronisation

Adr.	Parameter	Einstellmöglich-keiten	Voreinstellung	Erläuterung
149	LADESTR.KOMP	vorhanden nicht vorhanden	nicht vorhanden	Ladestromkompensation
160	L-ABSCHNITTE FO	1 Abschnitt 2 Abschnitte 3 Abschnitte	1 Abschnitt	Leitungsabschnitte für Fehlerorter

A.7 Parameterübersicht

Adressen, an die ein „A“ angehängt ist, sind nur mittels DIGSI unter „Weitere Parameter“ änderbar.

In der Tabelle sind marktabhängige Voreinstellungen angegeben. Die Spalte C (Konfiguration) gibt den Bezug zum jeweiligen sekundären Stromwandler-Nennstrom an.

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
201	I-WDL STERNPKT.	Anlagendaten 1		Leitung Sammelschiene	Leitung	Stromwandlersternpunkt liegt Richtung
203	UN-WDL PRIMÄR	Anlagendaten 1		0.4 .. 1200.0 kV	400.0 kV	Wandler-Nennspannung, primär
204	UN-WDL SEKUNDÄR	Anlagendaten 1		80 .. 125 V	100 V	Wandler-Nennspannung, sekundär
205	IN-WDL PRIMÄR	Anlagendaten 1		10 .. 10000 A	1000 A	Wandler-Nennstrom, primär
206	IN-GER SEKUNDÄR	Anlagendaten 1		1A 5A	1A	Geräte-Nennstrom, sekundär
207	NETZSTERN	Anlagendaten 1		geerdet gelöscht isoliert	geerdet	Sternpunktbehandlung des Netzes
208A	1-1/2 LS	Anlagendaten 1		Nein Ja	Nein	1-1/2 Leistungsschalter Anordnung
210	U4-WANDLER	Anlagendaten 1		nicht angeschl. Uen-Wandler Usy2-Wandler UX-Wandler	nicht angeschl.	U4-Wandler, angeschlossen als
211	Uph/Uen WDL	Anlagendaten 1		0.10 .. 9.99	1.73	Anpassungsfaktor Uph / Uen
212	ANSCHLUSS Usy2	Anlagendaten 1		L1-E L2-E L3-E L1-L2 L2-L3 L3-L1	L1-E	Anschluss von Usy2
214A	φ Usy2-Usy1	Anlagendaten 1		0 .. 360 °	0 °	Winkelanpassung Usy2-Usy1 (Schaltgruppe)
215	Usy1/Usy2 WDL	Anlagendaten 1		0.50 .. 2.00	1.00	Anpassungsfaktor Usy1 / Usy2
220	I4-WANDLER	Anlagendaten 1		nicht angeschl. eigene Leitung Parallelleitung Sternpunkt	eigene Leitung	I4-Wandler, angeschlossen als
221	I4/Iph WDL	Anlagendaten 1		0.010 .. 5.000	1.000	Anpassungsfaktor für I4-Wandler (I4/Iph)
230	NENNFREQUENZ	Anlagendaten 1		50 Hz 60 Hz	50 Hz	Nennfrequenz
236	LÄNGENEINHEIT	Anlagendaten 1		km Meilen	km	Längeneinheit
237	FORMAT Z0/Z1	Anlagendaten 1		RE/RL,XE/XL K0	RE/RL,XE/XL	Format der Erdimpedanzanpassungsfaktoren
238A	EF 1polig	Anlagendaten 1		StufenGemeinsam Stufen separat	StufenGemeinsam	EF Kurzschluss: Einstellung für 1pol.AWE
239	T LS-EIN	Anlagendaten 1		0.01 .. 0.60 s	0.06 s	Eigenzeit des Leistungsschalters (SYN)
240A	T AUSKOM MIN.	Anlagendaten 1		0.02 .. 30.00 s	0.10 s	Mindestdauer des Auskommandos
241A	T EINKOM MAX.	Anlagendaten 1		0.01 .. 30.00 s	1.00 s	Maximale Dauer des Einkommandos
242	T PAUSE PRF	Anlagendaten 1		0.00 .. 30.00 s	0.10 s	LS-Prüfung: Pausenzeit
251	N_B/N_N	Anlagendaten 1		1.00 .. 10.00	1.00	Betriebs-Iü-Ziffer/Nenn-Iü-Ziffer
253	F bei N_B/N_N	Anlagendaten 1		0.5 .. 50.0 %	5.0 %	Fehler b. Betr.-Iü-Ziffer/Nenn-Iü-Ziffer
254	F bei N_N	Anlagendaten 1		0.5 .. 50.0 %	15.0 %	Fehler bei Nennüberstromziffer
301	AKTIV IST	P-Gruppenumsch		Gruppe A Gruppe B Gruppe C Gruppe D	Gruppe A	Aktiv ist

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
302	AKTIVIERUNG	P-Gruppenumsch		Gruppe A Gruppe B Gruppe C Gruppe D Binäreingabe über Protokoll	Gruppe A	Aktivierung
402A	FUNKTION	Störschreibung		Speich. mit Anr Speich. mit AUS Start bei AUS	Speich. mit Anr	Startbedingung f. Störwertspeicherung
403A	UMFANG	Störschreibung		Störfall Netzstörung	Störfall	Aufzeichnungsumfang der Störwerte
410	T MAX	Störschreibung		0.30 .. 5.00 s	2.00 s	Max.Länge pro Aufzeichnung T-max
411	T VOR	Störschreibung		0.05 .. 0.50 s	0.25 s	Vorlaufzeit T-vor
412	T NACH	Störschreibung		0.05 .. 0.50 s	0.10 s	Nachlaufzeit T-nach
415	T EXTERN	Störschreibung		0.10 .. 5.00 s; ∞	0.50 s	Aufzeichnungszeit bei externem Start
610	FEHLERANZEIGE	Gerät		Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Anregung	Fehleranzeige an den LED/LCD
615	SPONT.STÖRANZEI	Gerät		Nein Ja	Nein	Spontane Anzeige von Störfall-Infos
625A	T MIN LED-HALT.	Gerät		0 .. 60 min; ∞	0 min	Mindesthaltung der gespeicherten LEDs
640	Startseite GB	Gerät		Seite 1 Seite 2 Seite 3 Seite 4 Seite 5 Seite 6	Seite 1	Startseite Grundbild
1103	UN-BTR PRIMÄR	Anlagendaten 2		0.4 .. 1200.0 kV	400.0 kV	Betriebs-Nennspannung der Primär-Anlage
1104	IN-BTR PRIMÄR	Anlagendaten 2		10 .. 10000 A	1000 A	Betriebs-Nennstrom der Primär-Anlage
1105	PHI LTG.	Anlagendaten 2		10 .. 89 °	85 °	Winkel der Leitungsimpedanz
1106	BEZUGSLEISTUNG	Anlagendaten 2		0.2 .. 5000.0 MVA	692.8 MVA	Bezugsleistung primär (Normierungswert)
1107	P,Q VORZEICHEN	Anlagendaten 2		nicht invert. invertiert	nicht invert.	Vorzeichen von P,Q Betriebsmesswerten
1111	X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
1111	X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
1112	C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	Kapazitätsbelag c' in µF/km
			5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
1112	C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	Kapazitätsbelag c' in µF/Meile
			5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
1113	LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	Leitungslänge in Kilometern
1113	LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	Leitungslänge in Meilen
1114	LTGS.GES.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	Gesamtleitungslänge des Schutzobj. in km
1114	LTGS.GES.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	Gesamtleitungslänge des Schutzobj. in ml
1116	RE/RL(Z1)	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor RE/RL für die 1. Zone
1117	XE/XL(Z1)	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor XE/XL für die 1. Zone
1118	RE/RL(> Z1)	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor RE/RL f. höhere Zonen
1119	XE/XL(> Z1)	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	Anpassungsfaktor XE/XL f. höhere Zonen
1120	K0 (Z1)	Anlagendaten 2		0.000 .. 4.000	1.000	Anpassungsfaktor K0 (Z1)
1121	PHI (K0(Z1))	Anlagendaten 2		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	Anpassungswinkel K0 (Z1)
1122	K0 (> Z1)	Anlagendaten 2		0.000 .. 4.000	1.000	Anpassungsfaktor K0 (> Z1)
1123	PHI (K0(> Z1))	Anlagendaten 2		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	Anpassungswinkel K0 (> Z1)

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1124	ZNTR.LEITER	Anlagendaten 2		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	zentraler Leiter der Leitung
1125	C0/C1	Anlagendaten 2		0.01 .. 10.00	0.75	Anpassungsfaktor C0/C1
1126	RM/RL	Anlagendaten 2		0.00 .. 8.00	0.00	Koppelimp. f. Parallell.ltgs.komp. RM/RL
1127	XM/XL	Anlagendaten 2		0.00 .. 8.00	0.00	Koppelimp. f. Parallell.ltgs.komp. XM/XL
1128	PKOMP/LTG	Anlagendaten 2		50 .. 95 %	85 %	Erdstromverhältnis Parallelleitungskomp.
1130A	I-REST	Anlagendaten 2	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	I-Rest: Erkennung abgeschaltete Leitung
			5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
1131A	U-REST	Anlagendaten 2		2 .. 70 V	30 V	U-Rest: Erkennung abgeschaltete Leitung
1132A	T WIRK ZUSCHALT	Anlagendaten 2		0.01 .. 30.00 s	0.10 s	Wirkzeit für die Zuschalterkennung
1133A	T FRG. ZUSCHALT	Anlagendaten 2		0.05 .. 30.00 s	0.25 s	Freigabeverzögerung v. Zuschalterkennung
1134	ZUSCHALT.ERKENN	Anlagendaten 2		Handein I> ODER U> o.HE LS ODER I> o.HE I> oder HE	I> oder HE	Zuschalterkennung über
1135	AUSKOM RESET	Anlagendaten 2		nur I< LS HiKo UND I< Anregerückfall	nur I<	Auskommandoabsteuerung über
1136	OpenPoleDetekt.	Anlagendaten 2		Aus LS HiKo UND I< mit Messung	mit Messung	Open Pole Detektor
1140A	ISÄTT>	Anlagendaten 2	1A	0.2 .. 50.0 A; ∞	20.0 A	Imin - Aktivierung Sättigungsdetektor
			5A	1.0 .. 250.0 A; ∞	100.0 A	
1150A	T WIRK HANDEIN	Anlagendaten 2		0.01 .. 30.00 s	0.30 s	Wirkzeit für das Hand-Ein Signal
1151	HANDEIN EINKOM	Anlagendaten 2		mit Sync. ohne Sync. Nein	Nein	Einkommando bei Hand-Ein
1152	HE-Imp.nachSTEU	Anlagendaten 2		(Einstellmöglichkeiten anwendungsabhängig)	Kein	Hand-Ein-Impuls nach Steuerung
1155	KOP 3-POL	Anlagendaten 2		Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Auskommando	Dreipolige Kopplung (bei 1poligem Aus)
1156A	AUS2polFEH	Anlagendaten 2		3polig 1pol.voreil. Ph 1pol.nacheil.Ph	3polig	Auslöseverhalten bei zweipoligen Fehlern
1161	SCHALTGRUPPE U	Anlagendaten 2		0 .. 11	0	Schaltgruppe U
1162	SCHALTGRUPPE I	Anlagendaten 2		0 .. 11	0	Schaltgruppe I
1163	TRAFO STERNPKT	Anlagendaten 2		geerdet nicht geerdet	geerdet	Trafosternpunkt
1201	DIFF.-SCHUTZ	Diffschutz		Aus Ein	Ein	Differentialschutz
1210	I-DIFF>	Diffschutz	1A	0.10 .. 20.00 A	0.30 A	I-DIFF>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 100.00 A	1.50 A	
1213	I-DIF> ZUSCH.	Diffschutz	1A	0.10 .. 20.00 A	0.30 A	I-DIF> Zuschaltung: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 100.00 A	1.50 A	
1217A	T-I-DIF>	Diffschutz		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	T-I-DIF> : Zeitverzögerung
1218	T3I0 1PHAS	Diffschutz DIS allgemein		0.00 .. 0.50 s; ∞	0.04 s	Verzögerung bei 1ph. Anregung (gel/isol)
1219A	I> FREIG. DIFF	Diffschutz	1A	0.10 .. 20.00 A; 0	0.00 A	Min. lokaler Strom z. Freig. d. DIFF-AUS
			5A	0.50 .. 100.00 A; 0	0.00 A	
1221	Ic-KOMP.	Diffschutz		Aus Ein	Aus	Ladestromkompensation
1224	IcSTAB/IcN	Diffschutz		2.0 .. 4.0	2.5	Ic stab / Ic nenn
1233	I-DIFF>>	Diffschutz	1A	0.8 .. 100.0 A; ∞	1.2 A	I-DIFF>>: Ansprechwert
			5A	4.0 .. 500.0 A; ∞	6.0 A	

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1235	I-DIF>> ZUSCH.	Diffschutz	1A	0.8 .. 100.0 A; ∞	1.2 A	I-DIF>> Zuschaltung: Ansprechwert
			5A	4.0 .. 500.0 A; ∞	6.0 A	
1301	MITN. DIFF	Mitnahme		Ja Nein	Nein	Mitnahme senden bei Diffschutzauslösung
1302	MITN. EMPF	Mitnahme		nur melden Auslösung Mitn.	Auslösung Mitn.	Verhalten bei Empfang von Mitnahme
1303	TMITN VERZ	Mitnahme		0.00 .. 30.00 s	0.02 s	Verzögerung für Mitnahme über BE
1304	TMITN VERL	Mitnahme		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verlängerung für Mitnahme über BE
1501	DIST.SCHUTZ	DIS allgemein		Ein Aus	Ein	Distanzschutz
1502	Iph>	DIS allgemein	1A	0.05 .. 4.00 A	0.10 A	Mindestphasenstrom Iph>
			5A	0.25 .. 20.00 A	0.50 A	
1503	3I0>	DIS allgemein	1A	0.05 .. 4.00 A	0.10 A	Erdfehlererkennung 3I0>
			5A	0.25 .. 20.00 A	0.50 A	
1504	3U0>	DIS allgemein		1 .. 100 V; ∞	5 V	Erdfehlererkennung 3U0>
1505	3U0> GEL/IS	DIS allgemein		10 .. 200 V; ∞	∞ V	3U0>: Ansprechwert für gel./isol. Netze
1507A	3I0>/Iphmax	DIS allgemein		0.05 .. 0.30	0.10	3I0>-Anregestabilisierung (3I0>/Iphmax)
1508	SER-KOMP.	DIS allgemein		Nein Ja	Nein	Leitung mit kap. Serienkompensation
1509A	ERDF. ERKENNUNG	DIS allgemein		3I0> ODER 3U0> 3I0> UND 3U0>	3I0> ODER 3U0>	Kriterien für Erdfehlererkennung
1510	ZEITSTART	DIS allgemein		mit Dis G-Anr. mit Zonen-Anr.	mit Dis G-Anr.	Start der Zonenzeiten
1511	PHI DIST.	Anlagendaten 2 DIS allgemein		30 .. 90 °	85 °	Winkel der Distanzschutzcharakteristik
1515	PAR-KOMP	DIS allgemein		Nein Ja	Ja	Parallelleitungskompensation
1520	BEVORZUGUNG	DIS allgemein		L3 (L1) AZYKL. L1 (L3) AZYKL. L2 (L1) AZYKL. L1 (L2) AZYKL. L3 (L2) AZYKL. L2 (L3) AZYKL. L3 (L1) ZYKL. L1 (L3) ZYKL. alle	L3 (L1) AZYKL.	Phasenbevorzugung f. Doppelerdschlüsse
1521A	PhPhE ANR.	DIS allgemein		Block vor.Ph Block nach.Ph alle nur Ph-Ph nur Ph-E	Block vor.Ph	Schleifenauswahl bei Ph-Ph-E-Anregung
1523	Unsymm. Uph-ph	DIS allgemein		5 .. 50 %	25 %	Max. Unsymmetrie Uph-ph bei Erdschluss
1532	ZUSCHALT.	DIS allgemein		Anregung Zone Z1B unwirksam Z1B ungerichtet	unwirksam	Unverzög. Messbereich bei Zuschaltung
1533	Z1 bl. bei Diff	DIS allgemein		Ja Nein	Ja	Zone Z1 blockiert bei Diffschutz aktiv
1541	R LAST (LE)	DIS allgemein	1A	0.100 .. 600.000 Ω; ∞	∞ Ω	Grenze RL des Lastkegels für LE-Schleif.
			5A	0.020 .. 120.000 Ω; ∞	∞ Ω	
1542	PHI LAST (LE)	DIS allgemein		20 .. 60 °	45 °	Öffnungswinkel des Lastkegels f. LE-Sch.
1543	R LAST (LL)	DIS allgemein	1A	0.100 .. 600.000 Ω; ∞	∞ Ω	Grenze RL des Lastkegels für LL-Schleif.
			5A	0.020 .. 120.000 Ω; ∞	∞ Ω	
1544	PHI LAST (LL)	DIS allgemein		20 .. 60 °	45 °	Öffnungswinkel des Lastkegels f. LL-Sch.
1601	MODUS Z1	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1602	R(Z1)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	1.250 Ω	Resistanz R(Z1)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.250 Ω	
1603	X(Z1)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Reaktanz X(Z1)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1604	RE(Z1)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z1)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1605	T1 1POL.	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-1pol
1606	T1 MEHRPOL	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1-mehrpol
1607	ALPHA POLYG	DIS Polygon		0 .. 45 °	0 °	Polygonabschrägung (1. Quadrant)
1611	MODUS Z2	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z2
1612	R(Z2)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	2.500 Ω	Resistanz R(Z2)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.500 Ω	
1613	X(Z2)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Reaktanz X(Z2)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1614	RE(Z2)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z2)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1615	T2 1POL.	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-1pol
1616	T2 MEHRPOL	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Verzögerungszeit T2-mehrpol
1617A	AUS1POL Z2	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		Nein Ja	Nein	Einpoliges AUS bei Fehler in Z2
1621	MODUS Z3	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	rückwärts	Betriebsart der Zone Z3
1622	R(Z3)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	5.000 Ω	Resistanz R(Z3)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	1.000 Ω	
1623	X(Z3)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	10.000 Ω	Reaktanz X(Z3)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.000 Ω	
1624	RE(Z3)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	10.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z3)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.000 Ω	
1625	T3	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Verzögerungszeit T3
1631	MODUS Z4	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	ungerichtet	Betriebsart der Zone Z4
1632	R(Z4)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz R(Z4)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1633	X(Z4)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Reaktanz X(Z4)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1634	RE(Z4)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 250.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z4)
			5A	0.010 .. 50.000 Ω	2.400 Ω	
1635	T4	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T4
1641	MODUS Z5	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart der Zone Z5

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1642	R(Z5)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz R(Z5)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1643	X(Z5)+	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Reaktanz X(Z5)+ (Richtung vorwärts)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1644	RE(Z5)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	12.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z5)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	2.400 Ω	
1645	T5	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Verzögerungszeit T5
1646	X(Z5)-	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	4.000 Ω	Reaktanz X(Z5)- (Richtung rückwärts)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.800 Ω	
1651	MODUS Z1B	DIS Polygon		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1B
1652	R(Z1B)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	1.500 Ω	Resistanz R(Z1B)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.300 Ω	
1653	X(Z1B)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	3.000 Ω	Reaktanz X(Z1B)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.600 Ω	
1654	RE(Z1B)	DIS Polygon	1A	0.050 .. 600.000 Ω	3.000 Ω	Resistanz bei Erdfehlern RE(Z1B)
			5A	0.010 .. 120.000 Ω	0.600 Ω	
1655	T1B 1POL.	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-1pol
1656	T1B MEHRPOL	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1B-mehrpol
1657	1.WE -> Z1B	DIS allgemein DIS Polygon DIS MHO		Nein Ja	Nein	Freigabe Zone Z1B für 1.WE-Zyklus
1701	MODUS Z1	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1
1702	ZR(Z1)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	2.500 Ω	Impedanz ZR(Z1)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	0.500 Ω	
1711	MODUS Z2	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z2
1712	ZR(Z2)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	5.000 Ω	Impedanz ZR(Z2)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	1.000 Ω	
1721	MODUS Z3	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	rückwärts	Betriebsart der Zone Z3
1722	ZR(Z3)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	5.000 Ω	Impedanz ZR(Z3)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	1.000 Ω	
1731	MODUS Z4	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z4
1732	ZR(Z4)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	10.000 Ω	Impedanz ZR(Z4)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	2.000 Ω	
1741	MODUS Z5	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	unwirksam	Betriebsart der Zone Z5
1742	ZR(Z5)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	10.000 Ω	Impedanz ZR(Z5)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	2.000 Ω	
1751	MODUS Z1B	DIS MHO		vorwärts rückwärts unwirksam	vorwärts	Betriebsart der Zone Z1B
1752	ZR(Z1B)	DIS MHO	1A	0.050 .. 200.000 Ω	3.000 Ω	Impedanz ZR(Z1B)
			5A	0.010 .. 40.000 Ω	0.600 Ω	
1771A	U SPEICH LE	DIS MHO		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-Vorfeh.(Speicherpol. LE-Schl.)

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
1772A	U KREUZ LE	DIS MHO		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-feh.fremd (Kreuzpol. LE-Schl.)
1773A	U SPEICH LL	DIS MHO		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-Vorfeh.(Speicherpol. LL-Schl.)
1774A	U KREUZ LL	DIS MHO		0.0 .. 100.0 %	15.0 %	Bewert. U-feh.fremd (Kreuzpol. LL-Schl.)
1901	PROG. U/I	DIS allgemein		LE:Uphe/LL:Uphp LE:Uphp/LL:Uphp LE:Uphe/LL:Uphe LE:Uphe/LL:I>>	LE:Uphe/LL:Uphp	Anregeprogramm U/I-Anregung
1902	T END VORW.	DIS allgemein DIS allgemein		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Endzeit gerichtet
1903	T END UNGER.	DIS allgemein DIS allgemein		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Endzeit ungerichtet
1910	Iph>>	DIS allgemein	1A	0.25 .. 10.00 A	1.80 A	Iph>>: Ansprechwert
			5A	1.25 .. 50.00 A	9.00 A	
1911	Iph>	DIS allgemein	1A	0.10 .. 4.00 A	0.20 A	Iph>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 20.00 A	1.00 A	
1912	Uphe (I>>)	DIS allgemein		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iph>>
1913	Uphe (I>)	DIS allgemein		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iph>
1914	Uphph (I>>)	DIS allgemein		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iph>>
1915	Uphph (I>)	DIS allgemein		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iph>
1916	Iphi>	DIS allgemein	1A	0.10 .. 8.00 A	0.50 A	Iphi>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 40.00 A	2.50 A	
1917	Uphe (Iphi>)	DIS allgemein		20 .. 70 V	48 V	Uphe: Ansprechwert bei Iphi>
1918	Uphph (Iphi>)	DIS allgemein		40 .. 130 V	80 V	Uphph: Ansprechwert bei Iphi>
1919A	WIRKUNG phi	DIS allgemein		vorw. & rückw. vorwärts	vorw. & rückw.	Wirkrichtung der Winkelanregung
1920	phi>	DIS allgemein		30 .. 60 °	50 °	phi: Untere Grenze
1921	phi<	DIS allgemein		90 .. 120 °	110 °	phi: Obere Grenze
1930A	1PH. ANR.	DIS allgemein		PHASE-ERDE PHASE-PHASE	PHASE-ERDE	Schleifenauswahl bei 1-ph Anr. (ohne E)
2002	PENDELPROG	Pendelerfassung		alle blockiert Z1/Z1B block. Z2-Z5 block. Z1-Z2 block.	alle blockiert	Pendelprogramm
2006	PEN-AUSLÖS	Pendelerfassung		Nein Ja	Nein	Pendelauslösung
2007	T AUS VERZ. PEN	Pendelerfassung		0.08 .. 5.00 s; 0	0.08 s	Auslöseverzögerung nach Pendelsperre
2101	SIGNALZUSATZ	DIS Signalzus.		Ein Aus	Ein	Distanzschutz-Signalzusatz
2102	ANSCHLUSS	DIS Signalzus.		Zweienden Dreienden	Zweienden	Anschlusskonfiguration
2103A	T SENDVERL.	DIS Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Sendesignalverlängerung
2107A	T ALARM	DIS Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Störungserkennungszeit
2108	TV	DIS Signalzus.		0.000 .. 30.000 s	0.000 s	Freigabeverzögerung nach Anregung
2109A	T WARTE RÜCKW.	DIS Signalzus.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.04 s	Trans.Block.: Wartezeit bei Rückw.Fehler
2110A	T TRANSBLOCK	DIS Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Transiente Blockierzeit
2112A	DIS TRANSBLK EF	DIS Signalzus.		Ja Nein	Ja	DIS transiente Blockierung durch EF
2201	EXT.EINKOPPLUNG	Ext.Einkopplung		Ein Aus	Aus	Externe Einkopplung
2202	T AUSVERZ.	Ext.Einkopplung		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.01 s	Auskommandoverzögerung
2301	RUSHSTABIL.	Diffschutz		Aus Ein	Aus	Einschaltrush-Stabilisierung
2302	2.HARMONISCHE	Diffschutz		10 .. 45 %	15 %	Anteil 2.Harmonische für Rusherkennung
2303	CROSSBLOCK	Diffschutz		Nein Ja	Nein	Blockieren durch Crossblock-Funktion

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2305	MAX INRUSH-PEAK	Diffschutz	1A	1.1 .. 25.0 A	15.0 A	Maximaler Inrush-Peak
			5A	5.5 .. 125.0 A	75.0 A	
2310	TWIRK CROSSBLK	Diffschutz		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	Wirksamkeit des Crossblock
2401	SCHNELLABSCHALT	Schnellabschalt		Ein Aus	Ein	Schnellabschaltung
2404	I>>>	Schnellabschalt	1A	0.10 .. 15.00 A; ∞	1.50 A	Ansprechwert Schnellabschaltung I>>>
			5A	0.50 .. 75.00 A; ∞	7.50 A	
2405A	I>>>>	Schnellabschalt	1A	1.00 .. 25.00 A; ∞	∞ A	Ansprechwert Schnellabschaltung I>>>>
			5A	5.00 .. 125.00 A; ∞	∞ A	
2501	SE MODUS	Schwache Einsp.		Aus nur Echo Echo u. Auskom.	nur Echo	Betriebsart für schwache Einspeisung
2502A	T VERZÖGERUNG	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.04 s	Echoverzögerung / Auslöseverzögerung
2503A	T IMPULS	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Echo-Impulsdauer / Auslöseverlängerung
2504A	T ECHOBLOCK	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Echo-Blockierdauer nach Echo
2505	Uphe<	Schwache Einsp.		2 .. 70 V	25 V	Unterspannungsanregung Uphe<
2509	Echo: 1 Kanal	Schwache Einsp.		Nein Ja	Nein	Echologik: Dis+EF über gemeinsamen Kanal
2510	Uphe< FAKTOR	Schwache Einsp.		0.10 .. 1.00	0.70	Faktor für Unterspannung Uphe<
2511	Zeitkonst. τ	Schwache Einsp.		1 .. 60 s	5 s	Zeitkonstante Tau
2512A	T Empf. Verl.	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.65 s	Empfangsverlängerung
2513A	T 3I0> Verl.	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.60 s	Verlängerungszeit 3I0>
2514	3I0>	Schwache Einsp.	1A	0.05 .. 1.00 A	0.50 A	Ansprechwert Nullstrom
			5A	0.25 .. 5.00 A	2.50 A	
2515	TM	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	0.40 s	ASE-Verzögerungszeit einpolig
2516	TT	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	1.00 s	ASE-Verzögerungszeit mehrpolig
2517	1pol. AUS erl.	Schwache Einsp.		Ein Aus	Ein	Einpoliges ASE-AUS erlaubt
2518	1pol. mit 3I0	Schwache Einsp.		Ein Aus	Ein	Einpoliges ASE-AUS mit Nullstrom
2519	3pol. AUS erl.	Schwache Einsp.		Ein Aus	Ein	Dreipoliges ASE-AUS erlaubt
2520	T 3I0> ALARM	Schwache Einsp.		0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Störungserkennung 3I0> überschritten
2530	ASE unverz.	Schwache Einsp.		Ein Aus	Ein	ASE unverzögert
2531	ASE verzögert	Schwache Einsp.		Ein bei Empf.Stör. Aus	bei Empf.Stör.	ASE verzögert
2601	BETRIEBSART	Überstrom		Ein nur Notfunktion Aus	Ein	Betriebsart
2602	T SOTF	Überstrom		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verzögerungszeit bei Zuschaltung
2610	Iph>>	Überstrom	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	2.00 A	Iph>>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	10.00 A	
2611	T Iph>>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Iph>>: Zeitverzögerung
2612	3I0>>	Überstrom	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.50 A	3I0>>: Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	2.50 A	
2613	T 3I0>>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>>: Zeitverzögerung
2614	AUS Frg.I>>	Überstrom		Nein Ja	Ja	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2615	SOTF I>>	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2620	Iph>	Überstrom	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	1.50 A	Iph>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	7.50 A	
2621	T Iph>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.50 s	Iph>: Zeitverzögerung

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2622	3I0>	Überstrom	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.20 A	3I0>: Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	1.00 A	
2623	T 3I0>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>: Zeitverzögerung
2624	AUS Frg.I>	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2625	SOTF I>	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2630	Iph>>>	Überstrom	1A	0.10 .. 25.00 A; ∞	1.50 A	Iph>>>: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 125.00 A; ∞	7.50 A	
2631	T Iph>>>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Iph>>>: Zeitverzögerung
2632	3I0>>>	Überstrom	1A	0.05 .. 25.00 A; ∞	0.20 A	3I0>>>: Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A; ∞	1.00 A	
2633	T 3I0>>>	Überstrom		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	3I0>>>: Zeitverzögerung
2634	AUS Frg.I>>>	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2635	SOTF I>>>	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2640	IP	Überstrom	1A	0.10 .. 4.00 A; ∞	∞ A	IP: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 20.00 A; ∞	∞ A	
2642	T IP	Überstrom		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	IP: AMZ-Zeit für IEC-Kennlinien T IP
2643	D IP	Überstrom		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	IP: AMZ-Zeit für ANSI-Kennlinien D IP
2646	T IPverz	Überstrom		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	IP: AMZ-Zusatzverzögerung T IPverz
2650	3I0P	Überstrom	1A	0.05 .. 4.00 A; ∞	∞ A	3I0P: Ansprechwert
			5A	0.25 .. 20.00 A; ∞	∞ A	
2652	T 3I0P	Überstrom		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	3I0P: AMZ-Zeit (IEC-Kennlinien) T 3I0P
2653	D 3I0P	Überstrom		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	3I0P: AMZ-Zeit (ANSI-Kennlinien) D 3I0P
2656	T 3I0Pverz	Überstrom		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	3I0P: AMZ-Zusatzverzögerung T 3I0Pverz
2660	KENNLINIE	Überstrom Überstrom		Invers Stark invers Extrem invers AMZ Langzeit	Invers	IEC-Kennlinie
2661	KENNLINIE	Überstrom Überstrom		Inverse Short inverse Long inverse Moderately inv. Very inverse Extremely inv. Definite inv.	Inverse	ANSI-Kennlinie
2670	AUS Frg.IP	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Freigabe über Bin.
2671	SOTF IP	Überstrom		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
2801	INTERVAL MITT.W	Mittelwerte		15 MIN, 1 TEIL 15 MIN, 3 TEILE 15 MIN,15 TEILE 30 MIN, 1 TEIL 60 MIN, 1 TEIL	60 MIN, 1 TEIL	Intervall zur Mittelwertbildung
2802	SYN.ZEIT MITT.W	Mittelwerte		volle Stunde viertel nach halbe Stunde viertel vor	volle Stunde	Synchronisierzeit zur Mittelwertbildung
2811	MinMaxRESET	MinMaxWerte		Nein Ja	Ja	Zykl. Rücksetzen der Min/Max-Messwerte
2812	MinMaxRESETZEIT	MinMaxWerte		0 .. 1439 min	0 min	Zykl. Rücks. Min/Max erfolgt am Tage zur
2813	MinMaxRESETZYKL	MinMaxWerte		1 .. 365 Tage	7 Tage	Zykl. Rücks. Min/Max erfolgt alle
2814	MinMaxRES.START	MinMaxWerte		1 .. 365 Tage	1 Tage	Startpunkt des Rücks. Min/Max ist in

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
2901	MW-ÜBERW.	Messwertüberw.		Ein Aus	Ein	Messwertüberwachungen
2902A	SYM.UGRENZ	Messwertüberw.		10 .. 100 V	50 V	Symmetrie U: Ansprechwert
2903A	SYM.FAK. U	Messwertüberw.		0.58 .. 0.95	0.75	Symmetrie U: Kennlinienstei-gung
2904A	SYM.IGRENZ	Messwertüberw.	1A	0.10 .. 1.00 A	0.50 A	Symmetrie Iph: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 5.00 A	2.50 A	
2905A	SYM.FAK. I	Messwertüberw.		0.10 .. 0.95	0.50	Symmetrie Iph: Kennlinienstei-gung
2906A	SUM.IGRENZ	Messwertüberw.	1A	0.10 .. 2.00 A	0.25 A	Summe I: Ansprechwert
			5A	0.50 .. 10.00 A	1.25 A	
2907A	SUM.FAK. I	Messwertüberw.		0.00 .. 0.95	0.50	Summe I: Kennliniensteigung
2908A	T SYM.UGRENZ	Messwertüberw.		5 .. 100 s	5 s	Symmetrie Uph: Ansprechverzö-gerung
2909A	T SYM.IGRENZ	Messwertüberw.		5 .. 100 s	5 s	Symmetrie Iph: Ansprechverzö-gerung
2910	FUSE FAIL	Messwertüberw.		Ein Aus	Ein	Betriebsart für Fuse Failure Monitor
2911A	FFM U>	Messwertüberw.		10 .. 100 V	30 V	U> für FFM-Erkennung
2912A	FFM I<	Messwertüberw.	1A	0.10 .. 1.00 A	0.10 A	I< für FFM-Erkennung
			5A	0.50 .. 5.00 A	0.50 A	
2913A	FFM UMESS<	Messwertüberw.		2 .. 100 V	5 V	Umess< für 3poligen Span-nungsausfall
2914A	FFM Idelta	Messwertüberw.	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	Idelta für 3poligen Spannungs-ausfall
			5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
2915	U-Überwachung	Messwertüberw.		mit Stromkrit. mit I & LS-Hiko Aus	mit Stromkrit.	Spannungsausfallüberwachung
2916A	T U-Überw.	Messwertüberw.		0.00 .. 30.00 s	3.00 s	Wartezeit Spannungsausfall-überwachung
2921	T U-Wdl.-Aut.	Messwertüberw.		0 .. 30 ms	0 ms	Reaktionszeit U-Wandler-Schutzschalter
2931	DRAHTBRUCH UEB.	Messwertüberw.		Ein Aus nur melden	Aus	Drahtbruchüberwachung
2933	Σ i UEB	Messwertüberw.		Ein Aus	Ein	Summe I Überwachung
2935A	ΔI min	Messwertüberw.	1A	0.05 .. 1.00 A	0.10 A	Minimale Stromdifferenz für Drahtbruch
			5A	0.25 .. 5.00 A	0.50 A	
2941	φA	Messwertüberw.		0 .. 359 °	200 °	Grenzwert PhiA
2942	φB	Messwertüberw.		0 .. 359 °	340 °	Grenzwert PhiB
2943	I1>	Messwertüberw.	1A	0.05 .. 2.00 A	0.05 A	Freigabewert I1>
			5A	0.25 .. 10.00 A	0.25 A	
2944	U1>	Messwertüberw.		2 .. 70 V	20 V	Freigabewert U1>
3101	ERDFEHLER	EF Kurzschluss		Ein Aus	Ein	Erdfehlerschutz
3102	EF BLOCK	EF Kurzschluss		Dist.Anregung 1pol.Dist.Anr mpol.Dist.Anr Nein	Dist.Anregung	Blockierung bei
3103	EF BLK /1p	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	Blockierung in einpoliger Pause
3104A	3I0 IPH STAB	EF Kurzschluss		0 .. 30 %	10 %	Stabilisierung mit Leiterströmen
3105	3I0> SIG.ZUS.	EF Kurzschluss	1A	0.01 .. 1.00 A	0.50 A	3I0min für Signalzusatz
			5A	0.05 .. 5.00 A	2.50 A	
3105	3I0> SIG.ZUS.	EF Kurzschluss	1A	0.003 .. 1.000 A	0.500 A	3I0min für Signalzusatz
			5A	0.015 .. 5.000 A	2.500 A	
3109	AUS 1POL EF	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	EF-Schutz Auslösung 1-polig erlaubt

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3110	MODUS 3I0>>>	EF Kurzschluss		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3111	3I0>>>	EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 25.00 A	4.00 A	Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A	20.00 A	
3112	T 3I0>>>	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.30 s	Zeitverzögerung
3113	SIG.ZUS. 3I0>>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3114	SOTF 3I0>>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3115	RUSH 3I0>>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3116	BLK /1p 3I0>>>	EF Kurzschluss		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0>>> in einpoliger Pause
3117	AUS1POL 3I0>>>	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	3I0>>> Auslösung 1polig erlaubt
3120	MODUS 3I0>>	EF Kurzschluss		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3121	3I0>>	EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 25.00 A	2.00 A	Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A	10.00 A	
3122	T 3I0>>	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.60 s	Zeitverzögerung
3123	SIG.ZUS. 3I0>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3124	SOTF 3I0>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3125	RUSH 3I0>>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3126	BLK /1p 3I0>>	EF Kurzschluss		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0>> in einpoliger Pause
3127	AUS1POL 3I0>>	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	3I0>> Auslösung 1polig erlaubt
3130	MODUS 3I0>	EF Kurzschluss		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3131	3I0>	EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 25.00 A	1.00 A	Ansprechwert
			5A	0.25 .. 125.00 A	5.00 A	
3131	3I0>	EF Kurzschluss	1A	0.003 .. 25.000 A	1.000 A	Ansprechwert
			5A	0.015 .. 125.000 A	5.000 A	
3132	T 3I0>	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.90 s	Zeitverzögerung
3133	SIG.ZUS. 3I0>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3134	SOTF 3I0>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3135	RUSH 3I0>	EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3136	BLK /1p 3I0>	EF Kurzschluss		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0> in einpoliger Pause
3137	AUS1POL 3I0>	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	3I0> Auslösung 1polig erlaubt
3140	MODUS 3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		vorwärts rückwärts ungerichtet unwirksam	unwirksam	Betriebsart
3141	3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 25.00 A	1.00 A	Ansprechwert 3I0
			5A	0.25 .. 125.00 A	5.00 A	
3141	3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss	1A	0.003 .. 25.000 A	1.000 A	Ansprechwert 3I0
			5A	0.015 .. 125.000 A	5.000 A	

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3142	T 3I0Pmin	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s	1.20 s	AMZ-Mindestzeit T 3I0Pmin
3143	T 3I0P	EF Kurzschluss		0.05 .. 3.00 s; ∞	0.50 s	AMZ-Zeit für IEC-Kennlinien T 3I0P
3144	D 3I0P	EF Kurzschluss		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	AMZ-Zeit für ANSI-Kennlinien D 3I0P
3145	T 3I0P	EF Kurzschluss		0.05 .. 15.00 s; ∞	1.35 s	AMZ-Zeit für Log.Invers-Kennlinien T3I0P
3146	T 3I0Pmax	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s	5.80 s	AMZ-Max.zeit (log. invers) T 3I0Pmax
3147	T 3I0Pverz	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s; ∞	1.20 s	Zusatzverzögerung T 3I0Pverz
3148	SIG.ZUS. 3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert mit Signalzusatz oder Bin.
3149	SOTF 3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Unverzögert bei Zuschaltung auf Fehler
3150	RUSH 3I0P	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		Nein Ja	Nein	Blockierung durch Einschaltrush
3151	KENNLINIE	EF Kurzschluss		Invers Stark invers Extrem invers AMZ Langzeit	Invers	AMZ-Kennlinie (IEC)
3152	KENNLINIE	EF Kurzschluss		Inverse Short inverse Long inverse Moderately inv. Very inverse Extremely inv. Definite inv.	Inverse	AMZ-Kennlinie (ANSI)
3153	KENNLINIE	EF Kurzschluss		log. invers	log. invers	AMZ-Kennlinie (logarithmisch invers)
3154	3I0P-FAKTOR	EF Kurzschluss		1.0 .. 4.0	1.1	Faktor f. Kennl.startwert (log. invers)
3155	k	EF Kurzschluss		0.00 .. 3.00 s	0.50 s	k-Faktor für Sr-Kennlinie
3156	S ref	EF Kurzschluss	1A	1 .. 100 VA	10 VA	S ref für Sr-Kennlinie
			5A	5 .. 500 VA	50 VA	
3157	BLK /1p 3I0p	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		Ja Nein (unger.)	Ja	Blockierung 3I0p in einpoliger Pause
3158	AUS1POL 3I0p	EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	3I0p Auslösung 1polig erlaubt
3160	Ri-BEST	EF Kurzschluss		U0 + Iy oder U2 U0 + Iy nur mit Iy mit U2 und I2 Nullleistung	U0 + Iy oder U2	Einflussgrößen der Richtungsbestimmung
3162A	ALPHA	EF Kurzschluss		0 .. 360 °	338 °	Unterer Grenzwinkel Richtung vorwärts
3163A	BETA	EF Kurzschluss		0 .. 360 °	122 °	Oberer Grenzwinkel Richtung vorwärts
3164	3U0>	EF Kurzschluss		0.5 .. 10.0 V	0.5 V	Minimale Nullspannung 3U0min
3165	IY>	EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 1.00 A	0.05 A	Minimaler Sternpunktstrom IYmin
			5A	0.25 .. 5.00 A	0.25 A	
3166	3U2>	EF Kurzschluss		0.5 .. 10.0 V	0.5 V	Minimale Gegensystemspannung 3U2min
3167	3I2>	EF Kurzschluss	1A	0.05 .. 1.00 A	0.05 A	Minimaler Gegensystemstrom 3I2min
			5A	0.25 .. 5.00 A	0.25 A	

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3168	PHI KOMP	EF Kurzschluss		0 .. 360 °	255 °	Kompensationswinkel für Nullleistung
3169	S VORWÄRTS	EF Kurzschluss	1A	0.1 .. 10.0 VA	0.3 VA	Nullleistung für Richtung vorwärts
			5A	0.5 .. 50.0 VA	1.5 VA	
3170	2. HARMON.BLOCK	EF Kurzschluss		10 .. 45 %	15 %	Anteil 2. Harmonischer, der blockiert
3171	I RUSH MAX	EF Kurzschluss	1A	0.50 .. 25.00 A	7.50 A	Imax deaktiviert Block. durch 2. Harmon.
			5A	2.50 .. 125.00 A	37.50 A	
3172	SOTF	EF Kurzschluss		Anregung Anr. und Rich.	Anr. und Rich.	Auslösung bei Zuschaltung auf Fehler mit
3173	T SOTF	EF Kurzschluss		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Verzögerungszeit bei Zuschaltung
3174	EF BLK Dis.Zone	EF Kurzschluss		in Zone Z1 in Zone Z1/Z1B in jeder Zone	in jeder Zone	EF-Blockierung bei Distanzschutz-Anr.
3175	EF BLK Dif.Anr	EF Kurzschluss		Ja Nein	Ja	EF-Blockierung bei Diffschutz-Anregung
3182	3U0>(U0 inv)	EF Kurzschluss		1.0 .. 10.0 V	5.0 V	Mindestspannung 3U0>
3183	U0inv. minimal	EF Kurzschluss		0.1 .. 5.0 V	0.2 V	Minimalspannung U0min für T->oo
3184	T ger. (U0inv)	EF Kurzschluss		0.00 .. 32.00 s	0.90 s	Verzögerungszeit gerichtet
3185	T unger.(U0inv)	EF Kurzschluss		0.00 .. 32.00 s	1.20 s	Verzögerungszeit ungerichtet
3201	SIGNALZUSATZ	EF Signalzus.		Ein Aus	Ein	Erdfehler-Signalzusatz
3202	ANSCHLUSS	EF Signalzus.		Zweienden Dreienden	Zweienden	Anschlusskonfiguration
3203A	T SENDVERL.	EF Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Sendesignalverlängerung
3207A	T ALARM	EF Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	10.00 s	Unblocking: Störerkennungszeit
3208	TV	EF Signalzus.		0.000 .. 30.000 s	0.000 s	Freigabeverzögerung nach Anregung
3209A	T WARTE RÜCKW.	EF Signalzus.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.04 s	Trans.Block.: Wartezeit nach Rückw.Fehl.
3210A	T TRANSBLOCK	EF Signalzus.		0.00 .. 30.00 s	0.05 s	Transiente Blockierzeit
3212A	EF TRANSBLK DIS	EF Signalzus.		Ja Nein	Ja	EF transiente Blockierung durch DIS
3401	AUTO-WE	Automatische WE		Aus Ein	Ein	Automatische Wiedereinschaltung
3402	LS? VOR ANWURF	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor dem Anwurf prüfen?
3403	T SPERRZEIT	Automatische WE		0.50 .. 300.00 s	3.00 s	Sperrzeit nach Wiedereinschaltung
3403	T SPERRZEIT	Automatische WE		0.50 .. 300.00 s; 0	3.00 s	Sperrzeit nach Wiedereinschaltung
3404	T BLK HANDEIN	Automatische WE		0.50 .. 300.00 s; 0	1.00 s	Blockierdauer bei Hand-Ein-Erkennung
3406	FOLGEFEHLERERK.	Automatische WE		Mit Anregung Mit Auskommando	Mit Auskommando	Folgefehlererkennung
3407	FOLGEFEHLER	Automatische WE		blockiert AWE Start TP FOLGE	Start TP FOLGE	Folgefehler in der spannungslosen Pause
3408	T ANWURFÜBERW.	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s	0.50 s	Anwurfüberwachungszeit
3409	T LS-ÜBERW.	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s	3.00 s	LS-Bereitschafts-Überwachungszeit
3410	T INTER-EIN	Automatische WE		0.00 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Zeit bis Inter-EIN
3411A	T PAUSE VERL.	Automatische WE		0.50 .. 300.00 s; ∞	∞ s	Maximale Verlängerung der Pausenzeit
3420	AWE mit DIFF	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE arbeitet mit Differentialschutz ?
3421	AWE mit SAB	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE nach Schnellabschaltung ?
3422	AWE mit DIST.	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE mit Distanzschutz ?
3423	AWE mit Mitn.	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE arbeitet mit Mitnahme ?

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3424	AWE mit EXT	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE nach AUS durch ext. Einkopplung ?
3425	AWE mit U/AMZ	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE mit Überstromzeitschutz ?
3426	AWE mit ASE	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE nach AUS bei schwacher Einspeisung?
3427	AWE mit EF	Automatische WE		Ja Nein	Ja	AWE mit Erdfehlerschutz ?
3430	MITNAHME 3POL.	Automatische WE		Ja Nein	Ja	3-polige Mitnahme (LS Plausibilität)
3431	RSÜ	Automatische WE		ohne RSÜ	ohne	Rückspannungsüberwachung
3433	ASP T WIRK	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3434	ASP T MAX	Automatische WE		0.50 .. 3000.00 s	5.00 s	Maximale Pausenzeit
3435	ASP erlaubt 1p.	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Einpolige Auslösung erlaubt ?
3436	ASP LS? vor WE	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3437	ASP: Syn-Check	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3438	T U STABIL	Automatische WE		0.10 .. 30.00 s	0.10 s	Zeit für stabilen Zustand der Spannung
3440	Uphe Betrieb>	Automatische WE		30 .. 90 V	48 V	Grenzwert für fehlerfreie Spannung
3441	Uphe Betrieb<	Automatische WE		2 .. 70 V	30 V	Grenzwert für Spannungsfreiheit
3450	1.WE: ANWURF	Automatische WE		Ja Nein	Ja	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3451	1.WE: T WIRK	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3453	1.WE: TP ANR1Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3454	1.WE: TP ANR2Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3455	1.WE: TP ANR3Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3456	1.WE: TP AUS1Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3457	1.WE: TP AUS3Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3458	1.WE: TP FOLGE.	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3459	1.WE: LS?vor WE	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3460	1.WE: Syn-Check	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3461	2.WE: ANWURF	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3462	2.WE: T WIRK	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3464	2.WE: TP ANR1Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3465	2.WE: TP ANR2Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3466	2.WE: TP ANR3Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3467	2.WE: TP AUS1Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3468	2.WE: TP AUS3Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3469	2.WE: TP FOLGE.	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3470	2.WE: LS?vor WE	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3471	2.WE: Syn-Check	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3472	3.WE: ANWURF	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt ?
3473	3.WE: T WIRK	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3475	3.WE: TP ANR1Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3476	3.WE: TP ANR2Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3477	3.WE: TP ANR3Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3478	3.WE: TP AUS1Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3479	3.WE: TP AUS3Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3480	3.WE: TP FOLGE.	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3481	3.WE: LS?vor WE	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3482	3.WE: Syn-Check	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3483	4.WE: ANWURF	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Anwurf mit diesem Zyklus erlaubt
3484	4.WE: T WIRK	Automatische WE		0.01 .. 300.00 s; ∞	0.20 s	Wirkzeit
3486	4.WE: TP ANR1Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 1phasiger Anregung
3487	4.WE: TP ANR2Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	1.20 s	Pausenzeit bei 2phasiger Anregung
3488	4.WE: TP ANR3Ph	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3phasiger Anregung
3489	4.WE: TP AUS1Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	∞ s	Pausenzeit bei 1poliger Auslösung
3490	4.WE: TP AUS3Po	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s; ∞	0.50 s	Pausenzeit bei 3poliger Auslösung
3491	4.WE: TP FOLGE.	Automatische WE		0.01 .. 1800.00 s	1.20 s	Pausenzeit bei Folgefehler
3492	4.WE: LS?vor WE	Automatische WE		Ja Nein	Nein	LS-Bereitschaft vor WE prüfen
3493	4.WE: Syn-Check	Automatische WE		Ja Nein	Nein	Synchrocheck nach 3-poliger Pause
3501	SYNCH-KONTR.	Synchron Kontr.		Ein Aus Ein:ohneEIN-Kom	Ein	Synchronkontrolle
3502	U<	Synchron Kontr.		1 .. 100 V	5 V	U< (Leitung oder SS sind abgeschaltet)
3503	U>	Synchron Kontr.		20 .. 125 V	90 V	U> (Leitung oder SS sind eingeschaltet)
3504	Umax	Synchron Kontr.		20 .. 140 V	110 V	Maximalspannung
3507	T SYNUEW	Synchron Kontr.		0.01 .. 600.00 s; ∞	1.00 s	Max. Dauer des Synchronisiervorgangs
3508	T FREIVERZ	Synchron Kontr.		0.00 .. 30.00 s	0.00 s	Freigabeverz. bei synchronen Netzen
3509	Schaltgerät	Synchron Kontr.		(Einstellmöglichkeiten anwendungsabhängig)	Kein	zu synchronisierendes Schaltger.
3510	AW ZUSCHALTUNG	Synchron Kontr.		mit T LS-EIN ohne T LS-EIN	ohne T LS-EIN	Betriebsart der Zuschaltung
3511	AW Udiff	Synchron Kontr.		1.0 .. 60.0 V	2.0 V	Zulässige Spannungsdifferenz
3512	AW Fdiff	Synchron Kontr.		0.03 .. 2.00 Hz	0.10 Hz	Zulässige Frequenzdifferenz
3513	AW PHIdiff	Synchron Kontr.		2 .. 80 °	10 °	Zulässige Winkeldifferenz
3515A	AW SYNCHRON	Synchron Kontr.		Ja Nein	Ja	AWE Zuschalt. bei Usy2>, Usy1> u. Synchr
3516	AW SYN Us1<Us2>	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2>
3517	AW SYN Us1>Us2<	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1> und Usy2<
3518	AW SYN Us1<Us2<	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	AWE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2<
3519	AW DURCHST.	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	Synchronitätsprüfung wird überbrückt
3530	HE-ZUSCHALTUNG	Synchron Kontr.		mit T LS-EIN ohne T LS-EIN	ohne T LS-EIN	Betriebsart der Hand-Ein-Zuschaltung

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3531	HE-Udiff	Synchron Kontr.		1.0 .. 60.0 V	2.0 V	Zulässige Spannungsdifferenz
3532	HE-Fdiff	Synchron Kontr.		0.03 .. 2.00 Hz	0.10 Hz	Zulässige Frequenzdifferenz
3533	HE-PHIdiff	Synchron Kontr.		2 .. 80 °	10 °	Zulässige Winkeldifferenz
3535A	HE-SYNCHRON	Synchron Kontr.		Ja Nein	Ja	HE: Zuschalt. bei Usy2>, Usy1> u. Synchr
3536	HE SYN Us1<Us2>	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	HE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2>
3537	HE SYN Us1>Us2<	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	HE:Zuschaltung bei Usy1> und Usy2<
3538	HE SYN Us1<Us2<	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	HE: Zuschaltung bei Usy1< und Usy2<
3539	HE-DURCHST.	Synchron Kontr.		Ja Nein	Nein	Synchronitätsprüfung wird überbrückt
3601	FREQ.-SCHUTZ f1	Frequenzschutz		Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f1
3602	FREQUENZ f1	Frequenzschutz		45.50 .. 54.50 Hz	49.50 Hz	Anregefrequenz f1
3603	FREQUENZ f1	Frequenzschutz		55.50 .. 64.50 Hz	59.50 Hz	Anregefrequenz f1
3604	T f1	Frequenzschutz		0.00 .. 600.00 s	60.00 s	Verzögerungszeit T f1
3611	FREQ.-SCHUTZ f2	Frequenzschutz		Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f2
3612	FREQUENZ f2	Frequenzschutz		45.50 .. 54.50 Hz	49.00 Hz	Anregefrequenz f2
3613	FREQUENZ f2	Frequenzschutz		55.50 .. 64.50 Hz	57.00 Hz	Anregefrequenz f2
3614	T f2	Frequenzschutz		0.00 .. 600.00 s	30.00 s	Verzögerungszeit T f2
3621	FREQ.-SCHUTZ f3	Frequenzschutz		Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f3
3622	FREQUENZ f3	Frequenzschutz		45.50 .. 54.50 Hz	47.50 Hz	Anregefrequenz f3
3623	FREQUENZ f3	Frequenzschutz		55.50 .. 64.50 Hz	59.50 Hz	Anregefrequenz f3
3624	T f3	Frequenzschutz		0.00 .. 600.00 s	3.00 s	Verzögerungszeit T f3
3631	FREQ.-SCHUTZ f4	Frequenzschutz		Ein:nur Meldung Ein:mit Auslösg Aus	Ein:nur Meldung	Frequenzschutz Stufe f4
3632	FREQUENZ f4	Frequenzschutz		45.50 .. 54.50 Hz	51.00 Hz	Anregefrequenz f4
3633	FREQUENZ f4	Frequenzschutz		55.50 .. 64.50 Hz	62.00 Hz	Anregefrequenz f4
3634	T f4	Frequenzschutz		0.00 .. 600.00 s	30.00 s	Verzögerungszeit T f4
3701	Uph>(>)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-E-Überspannungsschutz
3702	Uph>	Spannungsschutz		1.0 .. 170.0 V; ∞	85.0 V	Uph>: Ansprechwert
3703	T Uph>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uph>: Zeitverzögerung
3704	Uph>>	Spannungsschutz		1.0 .. 170.0 V; ∞	100.0 V	Uph>>: Ansprechwert
3705	T Uph>>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uph>>: Zeitverzögerung
3709A	Uph>(>) RÜCK	Spannungsschutz		0.30 .. 0.99	0.98	Uph>(>): Rückfallverhältnis
3711	Uphph>(>)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-Ph-Überspannungsschutz
3712	Uphph>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	150.0 V	Uphph>: Ansprechwert
3713	T Uphph>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uphph>: Zeitverzögerung
3714	Uphph>>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	175.0 V	Uphph>>: Ansprechwert
3715	T Uphph>>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uphph>>: Zeitverzögerung
3719A	Uphph>(>) RÜCK	Spannungsschutz		0.30 .. 0.99	0.98	Uphph>(>): Rückfallverhältnis
3721	3U0>(>) oder Ux	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart 3U0 (oder Ux)-Übersp.-schutz
3722	3U0>	Spannungsschutz		1.0 .. 220.0 V; ∞	30.0 V	3U0>: Ansprechwert (oder Ux>)
3723	T 3U0>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	3U0>: Zeitverzögerung (oder Ux>)

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3724	3U0>>	Spannungsschutz		1.0 .. 220.0 V; ∞	50.0 V	3U0>>: Ansprechwert (oder Ux>>)
3725	T 3U0>>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	3U0>>: Zeitverzögerung (oder Ux>>)
3728A	3U0>(>) Stabil.	Spannungsschutz		Ein Aus	Ein	3U0>(>): Stabilisierung der 3U0-Messung
3729A	3U0>(>) RÜCK	Spannungsschutz		0.30 .. 0.99	0.95	3U0>(>): Rückfallverhältnis (oder Ux)
3731	U1>(>)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Mitsystem-Übersp.-schutz
3732	U1>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	150.0 V	U1>: Ansprechwert
3733	T U1>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U1>: Zeitverzögerung
3734	U1>>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	175.0 V	U1>>: Ansprechwert
3735	T U1>>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U1>>: Zeitverzögerung
3736	Komp. U1>	Spannungsschutz		Aus Ein	Aus	Kompoundierung U1>
3737	Komp. U1>>	Spannungsschutz		Aus Ein	Aus	Kompoundierung U1>>
3739A	U1>(>) RÜCK	Spannungsschutz		0.30 .. 0.99	0.98	U1>(>): Rückfallverhältnis
3741	U2>(>)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U>Meld.U>>Ausl.	Aus	Betriebsart Gegensystem-Übersp.-schutz
3742	U2>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	30.0 V	U2>: Ansprechwert
3743	T U2>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U2>: Zeitverzögerung
3744	U2>>	Spannungsschutz		2.0 .. 220.0 V; ∞	50.0 V	U2>>: Ansprechwert
3745	T U2>>	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U2>>: Zeitverzögerung
3749A	U2>(>) RÜCK	Spannungsschutz		0.30 .. 0.99	0.98	U2>(>): Rückfallverhältnis
3751	Uph<(<)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-E-Unterspan-nungsschutz
3752	Uph<	Spannungsschutz		1.0 .. 100.0 V; 0	30.0 V	Uph<: Ansprechwert
3753	T Uph<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uph<: Zeitverzögerung
3754	Uph<<	Spannungsschutz		1.0 .. 100.0 V; 0	10.0 V	Uph<<: Ansprechwert
3755	T Uph<<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uph<<: Zeitverzögerung
3758	STROMKRIT PH	Spannungsschutz		Ein Aus	Ein	Uph<(<): Stromkriterium
3759A	Uph<(<) RÜCK	Spannungsschutz		1.01 .. 1.20	1.05	Uph<(<): Rückfallverhältnis
3761	Uphph<(<)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Ph-Ph-Unterspan-nungsschutz
3762	Uphph<	Spannungsschutz		1.0 .. 175.0 V; 0	50.0 V	Uphph<: Ansprechwert
3763	T Uphph<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	Uphph<: Zeitverzögerung
3764	Uphph<<	Spannungsschutz		1.0 .. 175.0 V; 0	17.0 V	Uphph<<: Ansprechwert
3765	T Uphph<<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	Uphph<<: Zeitverzögerung
3768	STROMKRIT PHPH	Spannungsschutz		Ein Aus	Ein	Uphph<(<): Stromkriterium
3769A	Uphph<(<) RÜCK	Spannungsschutz		1.01 .. 1.20	1.05	Uphph<(<): Rückfallverhältnis
3771	U1<(<)	Spannungsschutz		Aus Nur Meldung Ein U<Meld.U<<Ausl.	Aus	Betriebsart Mitsystem-Untersp.-schutz
3772	U1<	Spannungsschutz		1.0 .. 100.0 V; 0	30.0 V	U1<: Ansprechwert
3773	T U1<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	2.00 s	U1<: Zeitverzögerung
3774	U1<<	Spannungsschutz		1.0 .. 100.0 V; 0	10.0 V	U1<<: Ansprechwert
3775	T U1<<	Spannungsschutz		0.00 .. 100.00 s; ∞	1.00 s	U1<<: Zeitverzögerung
3778	STROMKRIT U1	Spannungsschutz		Ein Aus	Ein	U1<(<): Stromkriterium

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
3779A	U1<(<) RÜCK	Spannungsschutz		1.01 .. 1.20	1.05	U1<(<): Rückfallverhältnis
3802	START	Fehlerorter		Anregung Auskommando	Anregung	Start der Fehlerortung mit
3805	PAR-KOMP	Fehlerorter		Nein Ja	Ja	Parallelleitungskompensation
3806	LAST-KOMP	Fehlerorter		Nein Ja	Nein	Lastkompensation
3807	ZWEISEITIG	Fehlerorter		Ein Aus	Ein	zweiseitige Fehlerortung
3811	T BCD-AUSG. MAX	Fehlerorter		0.10 .. 180.00 s	0.30 s	Max. Ausgabezeit für Fehlerdistanz (BCD)
3901	SCHALTERV.	Schalterversag.		Ein Aus	Ein	Schalterversagerschutz
3902	I> SVS	Schalterversag.	1A	0.05 .. 20.00 A	0.10 A	Ansprechwert der Stromflussüberwachung
			5A	0.25 .. 100.00 A	0.50 A	
3903	AUS 1POL (T1)	Schalterversag.		Nein Ja	Ja	Einpolige Auslösung nach T1-Ablauf
3904	T1 1POL	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1 für einpol. Anwurf
3905	T1 3POL	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit T1 für dreipol. Anwurf
3906	T2	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.15 s	Verzögerungszeit T2
3907	T3 LS STOER	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	0.00 s	Verzögerungszeit bei LS-Störung
3908	LS STOER	Schalterversag.		Nein AUS T1 AUS T2 AUS T1/T2	Nein	Auskommandowahl bei LS-Störung
3909	KRITER. HIKO	Schalterversag.		Nein Ja	Ja	Automatische LS-Hilfskontakt-Auswertung
3912	3I0> SVS	Schalterversag.	1A	0.05 .. 20.00 A	0.10 A	Ansprechwert der 3I0-Überwachung
			5A	0.25 .. 100.00 A	0.50 A	
3921	END FEHLER	Schalterversag.		Ein Aus	Aus	Endfehlerschutz
3922	T END FEHLER	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	Verzögerungszeit für Endfehler
3931	ZGL	Schalterversag.		Ein Aus	Aus	Gleichlaufüberwachung
3932	T ZGL	Schalterversag.		0.00 .. 30.00 s; ∞	2.00 s	Verzögerungszeit für Zwangsgleichlauf
4001	AUSKREIS ÜB	Auskreisüberw.		Ein Aus	Aus	Auskreisüberwachung
4002	ANZ.BINEIN	Auskreisüberw.		1 .. 2	2	Anzahl der Binäreingaben pro Auskreis
4003	T STÖR AKR	Auskreisüberw.		1 .. 30 s	2 s	Meldeverzögerungszeit
4101	ERD-DIFF.	Erd-Diff		Aus Ein	Aus	Erdfehlerdifferentialschutz
4111	I-EDS>	Erd-Diff	1A	0.05 .. 2.00 A	0.15 A	Ansprechwert des EDS
			5A	0.25 .. 10.00 A	0.75 A	
4112A	T I-EDS>	Erd-Diff		0.00 .. 60.00 s; ∞	0.00 s	Zeitverzögerung für das AUS-Kommando
4113A	STEIGUNG	Erd-Diff		0.00 .. 0.95	0.00	Steigung Kennlinie I-EDS> = f(I-SUM)
4201	ÜBERLASTSCHUTZ	Überlastschutz		Aus Ein Nur Meldung	Aus	Überlastschutz
4202	K-FAKTOR	Überlastschutz		0.10 .. 4.00	1.10	k-Faktor
4203	ZEITKONSTANTE	Überlastschutz		1.0 .. 999.9 min	100.0 min	Zeitkonstante
4204	Θ WARN	Überlastschutz		50 .. 100 %	90 %	Thermische Warnstufe
4205	I WARN	Überlastschutz	1A	0.10 .. 4.00 A	1.00 A	Stromwarnstufe
			5A	0.50 .. 20.00 A	5.00 A	
4206	BERECH.-METHODE	Überlastschutz		Θ max Θ mittel Θ mit Imax	Θ max	Berechnungsmethode der Übertemperatur

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
4501	WS1	WS		Ein Aus	Ein	Wirkschnittstelle 1
4502	WS1 VERBINDUNG	WS		LWL direkt Kom-Ums. 64 kB Kom-Ums. 128 kB Kom-Ums. 512 kB	LWL direkt	WS1 Verbindung über
4505A	WS1 LAUFZEIT	WS		0.1 .. 30.0 ms	30.0 ms	WS1 Maximal zulässige Signal-laufzeit
4506A	WS1 UNSYMMETRIE	WS		0.000 .. 3.000 ms	0.100 ms	WS1 max. Laufzeitdiff.; Hin-und Rückweg
4509	TV STÖRUNG	WS		0.05 .. 2.00 s	0.10 s	Zeit, nach der Störung gemeldet wird
4510	TV AUSFALL	WS		0.0 .. 60.0 s	6.0 s	Zeit, nach der Ausfall gemeldet wird
4511	WS1 SYNCMODUS	WS		TEL und GPS TEL oder GPS GPS-SYNC AUS	TEL und GPS	WS1 Synchronisierungsmodus
4512	TV ResetFernsig	WS		0.00 .. 300.00 s; ∞	0.00 s	Zeit für Fernsignal-Reset nach Komm.Stör
4513A	WS1 max F.-Rate	WS		0.5 .. 20.0 %	1.0 %	WS1 maximale Fehlerrate
4515A	WS1 BLOCK UNSYM	WS		Ja Nein	Ja	WS1 Blockierung bei unsym. Laufzeit
4601	WS2	WS		Ein Aus	Ein	Wirkschnittstelle 2
4602	WS2 VERBINDUNG	WS		LWL direkt Kom-Ums. 64 kB Kom-Ums. 128 kB Kom-Ums. 512 kB	LWL direkt	WS2 Verbindung über
4605A	WS2 LAUFZEIT	WS		0.1 .. 30.0 ms	30.0 ms	WS2 Maximal zulässige Signal-laufzeit
4606A	WS2 UNSYMMETRIE	WS		0.000 .. 3.000 ms	0.100 ms	WS2 max. Laufzeitdiff.; Hin-und Rückweg
4611	WS2 SYNCMODUS	WS		TEL und GPS TEL oder GPS GPS-SYNC AUS	TEL und GPS	WS2 Synchronisierungsmodus
4613A	WS2 max F.-Rate	WS		0.5 .. 20.0 %	1.0 %	WS2 maximale Fehlerrate
4615A	WS2 BLOCK UNSYM	WS		Ja Nein	Ja	WS2 Blockierung bei unsym. Laufzeit
4701	G-ID-GERAET 1	Diff.-Topo		1 .. 65534	1	Geräteidentifikationsnummer Gerät 1
4702	G-ID-GERAET 2	Diff.-Topo		1 .. 65534	2	Geräteidentifikationsnummer Gerät 2
4703	G-ID-GERAET 3	Diff.-Topo		1 .. 65534	3	Geräteidentifikationsnummer Gerät 3
4704	G-ID-GERAET 4	Diff.-Topo		1 .. 65534	4	Geräteidentifikationsnummer Gerät 4
4705	G-ID-GERAET 5	Diff.-Topo		1 .. 65534	5	Geräteidentifikationsnummer Gerät 5
4706	G-ID-GERAET 6	Diff.-Topo		1 .. 65534	6	Geräteidentifikationsnummer Gerät 6
4710	LOKALES GERAET	Diff.-Topo		Gerät 1 Gerät 2 Gerät 3 Gerät 4 Gerät 5 Gerät 6	Gerät 1	Lokales Gerät ist
4801	GPS-SYNC	WS		Ein Aus	Aus	GPS Synchronisation
4803A	TV GPS AUSFALL	WS		0.5 .. 60.0 s	2.1 s	Zeit, nach der Ausfall GPS gemeldet wird
6001	A1: PHI LTG.	Anlagendaten 2		30 .. 89 °	85 °	A1: Winkel der Leitungsimpedanz
6002	A1: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A1: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6002	A1: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A1: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	

Adr.	Parameter	Funktion	C	Einstellmöglichkeiten	Voreinstellung	Erläuterung
6003	A1: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A1: Kapazitätsbelag C' in µF/km
			5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6003	A1: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A1: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
			5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6004	A1: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A1: Leitungslänge in Kilometern
6004	A1: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A1: Leitungslänge in Meilen
6008	A1: ZNTR.LEITER	Anlagendaten 2		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A1: zentraler Leiter
6009	A1: XE/XL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A1: Anpassungsfaktor XE/XL
6010	A1: RE/RL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A1: Anpassungsfaktor RE/RL
6011	A1: K0	Anlagendaten 2		0.000 .. 4.000	1.000	A1: Anpassungsfaktor K0
6012	A1: PHI (K0)	Anlagendaten 2		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A1: Anpassungswinkel K0
6021	A2: PHI LTG.	Anlagendaten 2		30 .. 89 °	85 °	A2: Winkel der Leitungsimpedanz
6022	A2: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A2: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6022	A2: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A2: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
6023	A2: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A2: Kapazitätsbelag C' in µF/km
			5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6023	A2: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A2: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
			5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6024	A2: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A2: Leitungslänge in Kilometern
6024	A2: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A2: Leitungslänge in Meilen
6028	A2: ZNTR.LEITER	Anlagendaten 2		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A2: zentraler Leiter
6029	A2: XE/XL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A2: Anpassungsfaktor XE/XL
6030	A2: RE/RL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A2: Anpassungsfaktor RE/RL
6031	A2: K0	Anlagendaten 2		0.000 .. 4.000	1.000	A2: Anpassungsfaktor K0
6032	A2: PHI (K0)	Anlagendaten 2		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A2: Anpassungswinkel K0
6041	A3: PHI LTG.	Anlagendaten 2		30 .. 89 °	85 °	A3: Winkel der Leitungsimpedanz
6042	A3: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 9.5000 Ω/km	0.1500 Ω/km	A3: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 1.9000 Ω/km	0.0300 Ω/km	
6042	A3: X-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.0050 .. 15.0000 Ω/mi	0.2420 Ω/mi	A3: Reaktanzbelag der Leitung: x'
			5A	0.0010 .. 3.0000 Ω/mi	0.0484 Ω/mi	
6043	A3: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 100.000 µF/km	0.010 µF/km	A3: Kapazitätsbelag C' in µF/km
			5A	0.000 .. 500.000 µF/km	0.050 µF/km	
6043	A3: C-BELAG	Anlagendaten 2	1A	0.000 .. 160.000 µF/mi	0.016 µF/mi	A3: Kapazitätsbelag C' in µF/Meile
			5A	0.000 .. 800.000 µF/mi	0.080 µF/mi	
6044	A3: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 1000.0 km	100.0 km	A3: Leitungslänge in Kilometern
6044	A3: LTGS.LÄNGE	Anlagendaten 2		0.1 .. 650.0 MEIL.	62.1 MEIL.	A3: Leitungslänge in Meilen
6048	A3: ZNTR.LEITER	Anlagendaten 2		unbek./symm. Leiter 1 Leiter 2 Leiter 3	unbek./symm.	A3: zentraler Leiter
6049	A3: XE/XL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A3: Anpassungsfaktor XE/XL
6050	A3: RE/RL	Anlagendaten 2		-0.33 .. 10.00	1.00	A3: Anpassungsfaktor RE/RL
6051	A3: K0	Anlagendaten 2		0.000 .. 4.000	1.000	A3: Anpassungsfaktor K0
6052	A3: PHI (K0)	Anlagendaten 2		-180.00 .. 180.00 °	0.00 °	A3: Anpassungswinkel K0

A.8 Informationsübersicht

Meldungen für IEC 60 870-5-103 werden immer dann kommend/gehend gemeldet, wenn sie für IEC 60 870-5-103 GA-pflichtig sind, ansonsten nur kommend;

Der Leitungsschutz 7SD52/53 hat bezüglich IEC 60 870-5-103 den kompatiblen Funktionstyp 192 (Leitungsdifferentialschutz).

Vom Anwender neu angelegte oder neu auf IEC 60 870-5-103 rangierte Meldungen werden dann kommend/gehend und GA-pflichtig gesetzt, wenn die Informationsart ungleich Wischer („..._W“) ist. Weitere Informationen zu den Meldungen finden Sie in der SIPROTEC 4-Systembeschreibung, Best.-Nr. E50417-H1100-C151.

In den Spalten „Betriebsmeldung“, „Störfallmeldung“ und „Erdschlussmeldung“ gilt folgendes:

GROSSSCHREIBG. K/G: fest eingestellt, nicht rangierbar

kleinschreibung k/g: voreingestellt, rangierbar

*: nicht voreingestellt, rangierbar

<leer>: weder voreingestellt noch rangierbar

In der Spalte „Störschriebmarke“ gilt folgendes:

GROSSSCHREIBG. M: fest eingestellt, nicht rangierbar

kleinschreibung M: voreingestellt, rangierbar

*: nicht voreingestellt, rangierbar

<leer>: weder voreingestellt noch rangierbar

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
-	Testbetrieb (Testbetr.)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL		192	21	1	ja
-	Melde- und Messwertsperre (MM-Sperre)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL		192	20	1	ja
-	Entriegelung der MM-Sperre über BE (EntrMMSp)	Gerät	IE				*									
-	LED-Anzeigen zurückgestellt (LED-Quitt.)	Gerät	IE	K	*		*	LED			REL		192	19	1	nein
-	Uhrzeitsynchronisierung (Uhr-Sync)	Gerät	IE_W	*	*		*	LED			REL					
-	>Licht an (Gerätedisplay) (>Licht an)	Gerät	EM	K G	*				BE							
-	Hardwaretestmodus (HWTest-Mod)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL					
-	Störung FMS LWL 1 (Stör FMS 1)	Gerät	AM	K G	*	*		LED			REL					
-	Störung FMS LWL 2 (Stör FMS 2)	Gerät	AM	K G	*	*		LED			REL					
-	Störung CFC (Stör CFC)	Gerät	AM	k g	*			LED			REL					
-	Schalterfall (Schalterf.)	Gerät	IE	*	*		*	LED			REL					
-	Abzweig geerdet (Abzw.geerd)	Gerät	IE	*	*		*	LED			REL					
-	Parametergruppe A ist aktiv (P-GrpA akt)	P-Gruppenumsch	IE	K G	*		*	LED			REL		192	23	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
-	Parametergruppe B ist aktiv (P-GrpB akt)	P-Gruppenumsch	IE	K G	*		*	LED			REL		192	24	1	ja
-	Parametergruppe C ist aktiv (P-GrpC akt)	P-Gruppenumsch	IE	K G	*		*	LED			REL		192	25	1	ja
-	Parametergruppe D ist aktiv (P-GrpD akt)	P-Gruppenumsch	IE	K G	*		*	LED			REL		192	26	1	ja
-	Anstoß Teststörschrieb (Markierung) (Stw. Start)	Störschreibung	IE	k g	*		m	LED			REL					
-	Min/Max-Messwerte rücksetzen (ResMinMax)	MinMaxWerte	IE_W	K	*											
-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L1 (PRF LS1 L1)	Prüfungen	-		*											
-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L2 (PRF LS1 L2)	Prüfungen	-		*											
-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 1polig L3 (PRF LS1 L3)	Prüfungen	-		*											
-	AUS/EIN-LS-Prüfung: LS1, 3polig (PRF LS1 3P)	Prüfungen	-		*											
-	Schaltmodus Fern (SchModFern)	Ort/Modus	IE	k g	*			LED			REL					
-	Schalthoheit (Sch.Hoheit)	Ort/Modus	IE	k g	*			LED			REL		101	85	1	ja
-	Schaltmodus Ort (Sch.ModOrt)	Ort/Modus	IE	k g	*			LED			REL		101	86	1	ja
-	Leistungsschalter Q0 (Q0 EIN/AUS)	Schaltobjekte	BR_D12	k g	*						REL		240	160	20	
-	Leistungsschalter Q0 (Q0 EIN/AUS)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	160	1	ja
-	Trenner Q1 (Q1 EIN/AUS)	Schaltobjekte	BR_D2	k g	*						REL		240	161	20	
-	Trenner Q1 (Q1 EIN/AUS)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	161	1	ja
-	Erder Q8 (Q8 EIN/AUS)	Schaltobjekte	BR_D2	k g	*						REL		240	164	20	
-	Erder Q8 (Q8 EIN/AUS)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	164	1	ja
-	Verriegelungsmeldung: LS Q0-AUS (Q0-AUS)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Verriegelungsmeldung: LS Q0-EIN (Q0-EIN)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Verriegelungsmeldung: Trenner Q1-AUS (Q1-AUS)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Verriegelungsmeldung: Trenner Q1-EIN (Q1-EIN)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Verriegelungsmeldung: Erder Q8-AUS (Q8-AUS)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Verriegelungsmeldung: Erder Q8-EIN (Q8-EIN)	Schaltobjekte	IE	*	*		*									
-	Q2 EIN / AUS (Q2 EIN/AUS)	Schaltobjekte	BR_D2	k g	*						REL		240	162	20	
-	Q2 EIN / AUS (Q2 EIN/AUS)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	162	1	ja
-	Q9 EIN / AUS (Q9 EIN/AUS)	Schaltobjekte	BR_D2	k g	*						REL		240	163	20	
-	Q9 EIN / AUS (Q9 EIN/AUS)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	163	1	ja
-	Lüfter EIN / AUS (Lüfter)	Schaltobjekte	BR_D2	k g	*						REL		240	175	20	
-	Lüfter EIN / AUS (Lüfter)	Schaltobjekte	DM	k g	*				BE			FS	240	175	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
-	>Hochspannungstür offen (>HSTür off)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	101	1	1	ja
-	>Feder nicht gespannt (>Fed n. g.)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	101	2	1	ja
-	>Störung Antriebsspannung (>StöAntr U)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	181	1	ja
-	>Störung Steuerspannung (>StöSteu U)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	182	1	ja
-	>SF6-Verlust (>SF6-Verl.)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	183	1	ja
-	>Störung Zählung (>Stör Zähl)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	184	1	ja
-	>Transformator Temperatur (>Tr Temp.)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	185	1	ja
-	>Transformator Gefahr (>Tr Gefahr)	Prozessmeldung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL	FS	240	186	1	ja
-	Energiezählwerte rücksetzen (ResZähler)	Energiezähler	IE_W	K	*											
-	Störung Systemschnittstelle (Stör SysSS)	Protokolle	IE	k g				LED			REL					
-	Schwellwert 1 (Schwelle 1)	SW-Umschalter	IE	K G	*		*	LED	BE	FK T	REL	FS				
3	>Zeit synchronisieren (>Zeit synchron)	Gerät	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
4	>Störwertspeicherung starten (>Störw. Start)	Störschreibung	EM	k	*		m	LED	BE		REL					
5	>LED-Anzeigen zurückstellen (>LED-Quittung)	Gerät	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
7	>Parametergruppenwahl (Auswahl Bit 1) (>Param. Wahl1)	P-Gruppenumsch	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
8	>Parametergruppenwahl (Auswahl Bit 2) (>Param. Wahl2)	P-Gruppenumsch	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
009.0100	Störung EN100 Modul (Stör Modul)	EN100-Modul 1	IE	k g			*	LED			REL					
009.0101	Störung EN100 Link Kanal 1 (Ch1) (Stör Link1)	EN100-Modul 1	IE	k g			*	LED			REL					
009.0102	Störung EN100 Link Kanal 2 (Ch2) (Stör Link2)	EN100-Modul 1	IE	k g			*	LED			REL					
11	>Anwenderdefinierte Meldung 1 (>Meldung 1)	Gerät	EM	*	*	*	*	LED	BE		REL		192	27	1	ja
12	>Anwenderdefinierte Meldung 2 (>Meldung 2)	Gerät	EM	*	*	*	*	LED	BE		REL		192	28	1	ja
13	>Anwenderdefinierte Meldung 3 (>Meldung 3)	Gerät	EM	*	*	*	*	LED	BE		REL		192	29	1	ja
14	>Anwenderdefinierte Meldung 4 (>Meldung 4)	Gerät	EM	*	*	*	*	LED	BE		REL		192	30	1	ja
15	>Testbetrieb (>Testbetr.)	Gerät	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		135	53	1	ja
16	>Melde- und Messwertsperre (>MM-Sperre)	Gerät	EM	*	*		*	LED	BE		REL		135	54	1	ja
51	Gerät bereit ("Live-Kontakt") (Gerät bereit)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	81	1	ja
52	Mindestens eine Schutzfkt. ist wirksam (SchutzWirk)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL		192	18	1	ja
55	Anlauf (Anlauf)	Gerät	AM	*	*		*	LED			REL		192	4	1	nein
56	Erstanlauf (Erstanlauf)	Gerät	AM	K	*		*	LED			REL		192	5	1	nein

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
60	LED-Anzeigen zurückgestellt (LED-Quittung)	Gerät	AM_W	K	*		*	LED			REL					
67	Wiederanlauf (Wiederanlauf)	Gerät	AM	K	*		*	LED			REL		135	97	1	nein
68	Störung Uhr (Störung Uhr)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL					
69	Sommerzeit (Sommerzeit)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL					
70	Neue Parameter laden (Parameter laden)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		192	22	1	ja
71	Neue Parameter testen (Parametertest)	Gerät	AM	*	*		*	LED			REL					
72	Level-2-Parameter geändert (Level-2 Param.)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL					
73	Parametrierung Vorort (Param. Vorort)	Gerät	AM	*	*											
110	Meldungen verloren (Meld.verloren)	Gerät	AM_W	K	*		*	LED			REL		135	130	1	nein
113	Marke verloren (Marke verloren)	Gerät	AM	K	*		m	LED			REL		135	136	1	ja
125	Flattersperre hat angesprochen (Flattersperre)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	145	1	ja
126	Schutz Ein/Aus (Systemschnittstelle) (Schutz E/A)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL					
127	AWE Ein/Aus (Systemschnittstelle) (AWE E/A)	Automatische WE	IE	K G	*		*	LED			REL					
128	Signalzusatz Ein/Aus (Systemschnittst.) (SigZus.E/A)	Gerät	IE	K G	*		*	LED			REL					
130	Lastwinkel Phi(PQ Mitsystem) (φ(PQ Mitsyst.))	Messwertüberw.	AM	*	*		*	LED			REL					
131	Lastwinkel Phi(PQ) blockiert (φ(PQ Mit) block)	Messwertüberw.	AM	*	*		*	LED			REL					
132	Parametrierfehler: |PhiA -PhiB| < 3° (φ Param. falsch)	Messwertüberw.	AM	*	*		*	LED			REL					
140	Störungssammelmeldung (Stör-Sammelmel.)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		192	47	1	ja
144	Störung Versorgungsspannung 5V (Störung 5V)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	164	1	ja
160	Warnungssammelmeldung (Warn-Sammelmel.)	Gerät	AM	*	*		*	LED			REL		192	46	1	ja
161	Messwertüberwachung I, Sammelmeldung (Messw.-Überw.I)	Messwertüberw.	AM	*	*		*	LED			REL		192	32	1	ja
163	Störung Messwert Stromsymmetrie (Störung Isymm)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	183	1	ja
164	Messwertüberwachung U, Sammelmeldung (Messw.-Überw.U)	Messwertüberw.	AM	*	*		*	LED			REL		192	33	1	ja
165	Störung Messwert Summe U (Ph-E) (Störung ΣUphe)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	184	1	ja
167	Störung Messwert Spannungssymmetrie (Störung Usymm)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	186	1	ja
168	Störung Messspannungsausfall 3polig (Störung Umess)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	187	1	ja
169	Störung Messwert Fuse-Failure (>10s) (Fuse-Failure)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	188	1	ja
170	Störung Messwert Fuse-Failure (unverz) (FFM unverzögert)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
171	Störung Phasenfolge (Stör. Ph-Folge)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		192	35	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
177	HW-Störung: Batterie leer (Stör Batterie)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	193	1	ja
181	HW-Störung: Messwerterfassung (Störung Messw.)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	178	1	ja
183	Störung Baugruppe 1 (Störung BG1)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	171	1	ja
184	Störung Baugruppe 2 (Störung BG2)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	172	1	ja
185	Störung Baugruppe 3 (Störung BG3)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	173	1	ja
186	Störung Baugruppe 4 (Störung BG4)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	174	1	ja
187	Störung Baugruppe 5 (Störung BG5)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	175	1	ja
188	Störung Baugruppe 6 (Störung BG6)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	176	1	ja
189	Störung Baugruppe 7 (Störung BG7)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	177	1	ja
190	Störung Baugruppe 0 (Störung BG0)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	210	1	ja
191	HW-Störung: Offset (Stör. Offset)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL					
192	HW-Störung: IN-Brücke ungleich IN-Par. (IN(1/5A) falsch)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	169	1	ja
193	HW-Stör:Abgleichwerte Analogeing. ungült (Stör.Abgleichw.)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	181	1	ja
194	HW-Störung: IE-Wandler ungleich MLFB (IE-Wdl. falsch)	Gerät	AM	K G	*		*	LED			REL		135	180	1	ja
196	Fuse Failure Monitor ausgeschaltet (FFM aus)	Messwertüberw.	AM		*		*	LED			REL		135	196	1	ja
197	Messwertüberwachung ausgeschaltet (Mess.Überw. aus)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	197	1	ja
234.2100	Blockierung U< U> über Bedienung (BLK. U< U>)	Spannungsschutz	IE	k g	*		*	LED			REL					
273	Grenzwert IL1dmd (Mittelwert) überschr (Gw. IL1dmd>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
274	Grenzwert IL2dmd (Mittelwert) überschr (Gw. IL2dmd>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
275	Grenzwert IL3dmd (Mittelwert) überschr (Gw. IL3dmd>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
276	Grenzwert I1dmd (Mittelwert) überschr (Gw. I1dmd>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
277	Grenzwert Pdmd (Mittelwert) überschr (Gw. |Pdmd|>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
278	Grenzwert Qdmd (Mittelwert) überschr (Gw. |Qdmd|>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
279	Grenzwert Sdmd überschritten (Gw. Sdmd>)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
285	Grenzwert cos(PHI) unterschritten (Gw. |cosφ|<)	Grenzwerte	AM	k g	*		*	LED			REL					
289	Störung Messwert Summe I (Störung ΣI)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	250	1	ja
290	Drahtbruch IL1 (Drahtbruch IL1)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	137	1	ja
291	Drahtbruch IL2 (Drahtbruch IL2)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	138	1	ja
292	Drahtbruch IL3 (Drahtbruch IL3)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		135	139	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
295	Überwachung Drahtbruch ausgeschaltet (Üb Drahtbr aus)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
296	Überwachung Summe I ausgeschaltet (Überw. ΣI aus)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
297	Drahtbruch am anderen Ende IL1 (ext.Drahtbr.IL1)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
298	Drahtbruch am anderen Ende IL2 (ext.Drahtbr.IL2)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
299	Drahtbruch am anderen Ende IL3 (ext.Drahtbr.IL3)	Messwertüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
301	Netzstörung (Netzstörung)	Anlagendaten 2	AM	K G	K		*						135	231	2	ja
302	Störfall (Störfall)	Anlagendaten 2	AM	*	K		*						135	232	2	nein
320	Warn: Schwelle Sp. Daten überschritten (Warn Sp. Daten)	Gerät	AM	k g	*		*	LED			REL					
321	Warn: Schwelle Sp. Param. überschritten (Warn Sp. Param.)	Gerät	AM	k g	*		*	LED			REL					
322	Warn: Schwelle Sp. Bedien überschritten (Warn Sp Bedieng)	Gerät	AM	k g	*		*	LED			REL					
323	Warn: Schwelle Sp. New überschritten (Warn Sp. New)	Gerät	AM	k g	*		*	LED			REL					
351	>LS-Hilfskontakt L1 Ein (>LS Pos.Ein L1)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	1	1	ja
352	>LS-Hilfskontakt L2 Ein (>LS Pos.Ein L2)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	2	1	ja
353	>LS-Hilfskontakt L3 Ein (>LS Pos.Ein L3)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	3	1	ja
356	>Hand-Einschaltung (>Hand-EIN)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	6	1	ja
357	>Blockieren des Hand-Ein Einkommandos (>Block Hand-EIN)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		150	7	1	ja
361	>Spannungswandler-Schutzschalter aus (>U-Wdl.-Aut.)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		192	38	1	ja
362	>Spannungswdl.-Schutzschalter Usy2 aus (>Usy2-Wdl.-Aut.)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		150	12	1	ja
366	>LS1-Hilfskontakt L1 Ein (für AWE,Prüf) (>LS1 Pos.Ein L1)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	66	1	ja
367	>LS1-Hilfskontakt L2 Ein (für AWE,Prüf) (>LS1 Pos.Ein L2)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	67	1	ja
368	>LS1-Hilfskontakt L3 Ein (für AWE,Prüf) (>LS1 Pos.Ein L3)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	68	1	ja
371	>LS1-bereit (für AWE,Prüf) (>LS1 bereit)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	71	1	ja
378	>LS Störung (für Schalterversagerschutz) (>LS Störung)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
379	>LS-Hilfskontakt 3polig Ein (>LS Pos.Ein 3p)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	78	1	ja
380	>LS-Hilfskontakt 3polig Aus (>LS Pos.Aus 3p)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	79	1	ja
381	>Externe WE erlaubt einpolige Auslösung (>1polig AUS)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
382	>Externe WE nur 1polig programmiert (>nur 1polig)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
383	>Freigabe der WE Stufe(n) von extern (>FreigWE Stufen)	Anlagendaten 2	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
385	>LOCKOUT-Funktion Setzen (>LOCKOUT Set)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		150	35	1	ja
386	>LOCKOUT-Funktion Rücksetzen (>LOCKOUT Reset)	Anlagendaten 2	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		150	36	1	ja
395	>Reset der Schleppzeiger für IL1-IL3 (>MiMa I reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
396	>Reset der Schleppzeiger für I1 Mitsyst (>MiMa I1 reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
397	>Reset der Schleppzeiger für LE-Spg. (>MiMa ULE reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
398	>Reset der Schleppzeiger für LL-Spg. (>MiMa ULL reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
399	>Reset der Schleppzeiger für U1 Mitsyst (>MiMa U1 reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
400	>Reset der Schleppzeiger für P (>MiMa P reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
401	>Reset der Schleppzeiger für S (>MiMa S reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
402	>Reset der Schleppzeiger für Q (>MiMa Q reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
403	>Reset der Schleppzeiger für Idmd (>MiMaIdmd reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
404	>Reset der Schleppzeiger für Pdmd (>MiMaPdmd reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
405	>Reset der Schleppzeiger für Qdmd (>MiMaQdmd reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
406	>Reset der Schleppzeiger für Sdmd (>MiMaSdmd reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
407	>Reset der Schleppzeiger für f (>MiMa f reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
408	>Reset der Schleppzeiger für cosPHI (>MiMaCosφ reset)	MinMaxWerte	EM	K	*		*	LED	BE		REL					
410	>LS1-Hilfskontakt 3pol Ein(für AWE,Prüf) (>LS1 Pos.Ein 3p)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	80	1	ja
411	>LS1-Hilfskontakt 3pol Aus(für AWE,Prüf) (>LS1 Pos.Aus 3p)	Anlagendaten 2	EM	*	*		*	LED	BE		REL		150	81	1	ja
501	Anregung (Schutz) (Ger. Anregung)	Anlagendaten 2	AM	*	*		M	LED			REL		192	84	2	ja
502	Rückfall (Schutz) (Gerät Rückfall)	Anlagendaten 2	AM													
503	Schutz(allg.) Anregung L1 (Ger.Anr. L1)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	64	2	ja
504	Schutz(allg.) Anregung L2 (Ger.Anr. L2)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	65	2	ja
505	Schutz(allg.) Anregung L3 (Ger.Anr. L3)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	66	2	ja
506	Schutz(allg.) Anregung E (Ger.Anr. E)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	67	2	ja
507	Schutz(allg.) Auslösung L1 (Ger.AUS L1)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	69	2	nein
508	Schutz(allg.) Auslösung L2 (Ger.AUS L2)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	70	2	nein
509	Schutz(allg.) Auslösung L3 (Ger.AUS L3)	Anlagendaten 2	AM	*	*		m	LED			REL		192	71	2	nein
510	Geräte-Ein (allg.) (Gerät EIN)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
511	Geräte-Aus (allg.) (Gerät AUS)	Anlagendaten 2	AM	*	G		M	LED			REL		192	68	2	nein
512	Schutz(allg.) Auslösung L1, nur 1polig (Ger.AUS1polL1)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					
513	Schutz(allg.) Auslösung L2, nur 1polig (Ger.AUS1polL2)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					
514	Schutz(allg.) Auslösung L3, nur 1polig (Ger.AUS1polL3)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					
515	Schutz(allg.) Auslösung 3polig (Ger. AUS L123)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					
530	LOCKOUT aktiv (LOCKOUT)	Anlagendaten 2	IE	K G	*		*	LED			REL					
533	Abschaltstrom (primär) L1 (IL1 =)	Anlagendaten 2	WM	*	K G								150	177	4	nein
534	Abschaltstrom (primär) L2 (IL2 =)	Anlagendaten 2	WM	*	K G								150	178	4	nein
535	Abschaltstrom (primär) L3 (IL3 =)	Anlagendaten 2	WM	*	K G								150	179	4	nein
536	endgültige Auslösung (endg. AUS)	Anlagendaten 2	AM	K	K			LED			REL		150	180	2	ja
545	Laufzeit von Anregung bis Rückfall (T-Anr=)	Anlagendaten 2	WM													
546	Laufzeit von Anregung bis Auslösung (T-AUS=)	Anlagendaten 2	WM													
560	1poliges AUS wurde 3polig gekoppelt (3polig koppeln)	Anlagendaten 2	AM	*	K		*	LED			REL		150	210	2	nein
561	Hand-Einschalt-Erkennung (Impuls) (Hand-EIN)	Anlagendaten 2	AM	K	*		*	LED			REL		150	211	1	nein
562	Hand-Einschaltkommando (HE EIN-Kom)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL		150	212	1	nein
563	LS-Fall-Meldungsunterdrückung (GerLS Mld.unt)	Anlagendaten 2	AM	*	*		*	LED			REL					
590	Zuschaltung erkannt (Zuschaltung)	Anlagendaten 2	AM	k g	k g		*	LED			REL					
591	einpolige Pause in Leiter L1 erkannt (1pol.Pause L1)	Anlagendaten 2	AM	K G	K G		*	LED			REL					
592	einpolige Pause in Leiter L2 erkannt (1pol.Pause L2)	Anlagendaten 2	AM	K G	K G		*	LED			REL					
593	einpolige Pause in Leiter L3 erkannt (1pol.Pause L3)	Anlagendaten 2	AM	K G	K G		*	LED			REL					
916	Zählwertqu. für Wirkarbeit Wp (Wp)	Energiezähler	-													
917	Zählwertqu. für Blindarbeit Wq (Wq)	Energiezähler	-													
1000	Anzahl der Auslösekommandos = (AUSANZ.=)	Statistik	WM													
1001	Zählerstand Auslösungen Phase L1 (AUSANZ.L1=)	Statistik	WM													
1002	Zählerstand Auslösungen Phase L2 (AUSANZ.L2=)	Statistik	WM													
1003	Zählerstand Auslösungen Phase L3 (AUSANZ.L3=)	Statistik	WM													
1027	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L1 (ΣIL1=)	Statistik	WM													
1028	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L2 (ΣIL2=)	Statistik	WM													
1029	Summe der Primär-Abschaltströme Phase L3 (ΣIL3=)	Statistik	WM													

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
1030	Max. abgeschalteter Strom in Phase L1 (MAX IL1)	Statistik	WM													
1031	Max. abgeschalteter Strom in Phase L2 (MAX IL2)	Statistik	WM													
1032	Max. abgeschalteter Strom in Phase L3 (MAX IL3)	Statistik	WM													
1111	Fehlerorter wirksam (FO wirksam)	Fehlerorter	AM	K G	*		*	LED			REL					
1114	R (primär) (Rpri =)	Fehlerorter	WM		K G								151	14	4	nein
1115	X (primär) (Xpri =)	Fehlerorter	WM		K G								151	15	4	nein
1117	R (sekundär) (Rsek =)	Fehlerorter	WM		K G								151	17	4	nein
1118	X (sekundär) (Xsek =)	Fehlerorter	WM		K G								151	18	4	nein
1119	Fehlerdistanz (d =)	Fehlerorter	WM		K G								151	19	4	nein
1120	Fehlerdistanz [%] (d[%] =)	Fehlerorter	WM		K G								151	20	4	nein
1122	Fehlerdistanz (d =)	Fehlerorter	WM		K G								151	22	4	nein
1123	Fehlerorter Schleife L1E (FO Schleife L1E)	Fehlerorter	AM_W		K											
1124	Fehlerorter Schleife L2E (FO Schleife L2E)	Fehlerorter	AM_W		K											
1125	Fehlerorter Schleife L3E (FO Schleife L3E)	Fehlerorter	AM_W		K											
1126	Fehlerorter Schleife L12 (FO Schleife L12)	Fehlerorter	AM_W		K											
1127	Fehlerorter Schleife L23 (FO Schleife L23)	Fehlerorter	AM_W		K											
1128	Fehlerorter Schleife L31 (FO Schleife L31)	Fehlerorter	AM_W		K											
1131	Fehlerresistanz (primär) (RFpri=)	Fehlerorter	WM		K G								151	31	4	nein
1132	Fehlerorter kann keine Werte berechnen (FO ungültig)	Fehlerorter	AM	*	K		*	LED			REL					
1133	Fehlerorter Einstellfehler K0, PHI (Z1) (FO Feh.K0(Z1))	Fehlerorter	AM	*	K		*	LED			REL					
1134	Fehlerorter zweiseitig (FO zweiseitig)	Fehlerorter	AM_W		k											
1143	Fehlerdistanz in BCD [1%] (d [1%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1144	Fehlerdistanz in BCD [2%] (d [2%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1145	Fehlerdistanz in BCD [4%] (d [4%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1146	Fehlerdistanz in BCD [8%] (d [8%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1147	Fehlerdistanz in BCD [10%] (d [10%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1148	Fehlerdistanz in BCD [20%] (d [20%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1149	Fehlerdistanz in BCD [40%] (d [40%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1150	Fehlerdistanz in BCD [80%] (d [80%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1151	Fehlerdistanz in BCD [100%] (d [100%])	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
1152	Fehlerdistanz BCD Freigabe (d Freigabe)	Fehlerorter	AM	*	*			LED			REL					
1305	>EF: 3I0>>>-Stufe blockieren (>EF>>> block)	EF Kurzschluss	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	5	1	ja
1307	>EF: 3I0>>-Stufe blockieren (>EF>> block)	EF Kurzschluss	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	7	1	ja
1308	>EF: 3I0>-Stufe blockieren (>EF> block)	EF Kurzschluss	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	8	1	ja
1309	>EF: 3I0p-Stufe blockieren (>EFP block)	EF Kurzschluss	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	9	1	ja
1310	>EF: unverz. Auskommandofreigabe (>EF AUS Frg.)	EF Kurzschluss	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL		166	10	1	ja
1311	>EF Signalzusatz einschalten (>EF SigZus. ein)	EF Signalzus.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
1312	>EF Signalzusatz ausschalten (>EF SigZus. aus)	EF Signalzus.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
1313	>EF Signalzusatz blockieren (>EF SigZus. blk)	EF Signalzus.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	13	1	ja
1318	>EF Signalempfang Kanal 1 (>EF Empfang 1)	EF Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		166	18	1	ja
1319	>EF Signalempfang Kanal 2 (>EF Empfang 2)	EF Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		166	19	1	ja
1320	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 (>EF UB ub 1)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	20	1	ja
1321	>EF Unblocking: BLOCK Kanal 1 (>EF UB bl 1)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	21	1	ja
1322	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 2 (>EF UB ub 2)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	22	1	ja
1323	>EF Unblocking: BLOCK Kanal 2 (>EF UB bl 2)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	23	1	ja
1324	>EF Echosignal blockieren (>EF Echo block)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	24	1	ja
1325	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L1 (>EF Empfang1-L1)	EF Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		166	25	1	ja
1326	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L2 (>EF Empfang1-L2)	EF Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		166	26	1	ja
1327	>EF Signalempfang Kanal 1 Phase L3 (>EF Empfang1-L3)	EF Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		166	27	1	ja
1328	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L1 (>EF UB ub 1-L1)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	28	1	ja
1329	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L2 (>EF UB ub 1-L2)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	29	1	ja
1330	>EF Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 Phase L3 (>EF UB ub 1-L3)	EF Signalzus.	EM	K G	K		*	LED	BE		REL		166	30	1	ja
1331	EF Erdfehlerschutz ausgeschaltet (EF aus)	EF Kurzschluss	AM	K G	*		*	LED			REL		166	31	1	ja
1332	EF Erdfehlerschutz blockiert (EF blockiert)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL		166	32	1	ja
1333	EF Erdfehlerschutz wirksam (EF wirksam)	EF Kurzschluss	AM	*	*		*	LED			REL		166	33	1	ja
1335	EF Erdfehlerschutz Auskommando blockiert (EF AUS block)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
1336	EF Phasenselektor L1 selektiert (EF L1 selek.)	EF Kurzschluss	AM	*	K G		*	LED			REL					
1337	EF Phasenselektor L2 selektiert (EF L2 selek.)	EF Kurzschluss	AM	*	K G		*	LED			REL					
1338	EF Phasenselektor L3 selektiert (EF L3 selek.)	EF Kurzschluss	AM	*	K G		*	LED			REL					
1345	EF Erdfehlerschutz Generalanregung (EF G-Anr)	EF Kurzschluss	AM	*	g		*	LED			REL		166	45	2	ja
1354	EF Erdfehlerschutz Anr. 3I0>>>-Stufe (EF >>> Anr)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL					
1355	EF Erdfehlerschutz Anregung 3I0>>-Stufe (EF >> Anr)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL					
1356	EF Erdfehlerschutz Anregung 3I0>-Stufe (EF > Anr)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL					
1357	EF Erdfehlerschutz Anregung Invers-Stufe (EF p Anr)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL					
1358	EF Erdfehlerschutz Anregung vorwärts (EF Anr vorw.)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	58	2	nein
1359	EF Erdfehlerschutz Anregung rückwärts (EF Anr rueckw.)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	59	2	nein
1361	EF Erdfehlerschutz Generalauslösung (EF G-AUS)	EF Kurzschluss	AM	*	*		*	LED			REL		166	61	2	nein
1362	E/F Auslösung L1, nur 1polig (EF AUS 1polL1)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	62	2	ja
1363	E/F Auslösung L2, nur 1polig (EF AUS 1polL2)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	63	2	ja
1364	E/F Auslösung L3, nur 1polig (EF AUS 1polL3)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	64	2	ja
1365	E/F Auslösung L123, 3polig (EF AUS L123)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	65	2	ja
1366	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>>>-Stufe (EF >>> AUS)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	66	2	nein
1367	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>>-Stufe (EF >> AUS)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	67	2	nein
1368	EF Erdfehlerschutz AUS in 3I0>-Stufe (EF > AUS)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	68	2	nein
1369	EF Erdfehlerschutz AUS Invers-Stufe (EF p AUS)	EF Kurzschluss	AM	*	K		*	LED			REL		166	69	2	nein
1370	EF Erdfehlerschutz Einschaltrush (EF Inrush)	EF Kurzschluss	AM	*	K G		*	LED			REL		166	70	2	nein
1371	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L1 (EF Senden L1)	EF Signalzus.	AM	k	k		*	LED			REL		166	71	1	nein
1372	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L2 (EF Senden L2)	EF Signalzus.	AM	k	k		*	LED			REL		166	72	1	nein
1373	EF Erdfehlerschutz Sendesignal Phase L3 (EF Senden L3)	EF Signalzus.	AM	k	k		*	LED			REL		166	73	1	nein
1374	EF Blocking: Stopsignal Phase L1 (EF Stop L1)	EF Signalzus.	AM	*	k		*	LED			REL		166	74	2	nein
1375	EF Blocking: Stopsignal Phase L2 (EF Stop L2)	EF Signalzus.	AM	*	k		*	LED			REL		166	75	2	nein
1376	EF Blocking: Stopsignal Phase L3 (EF Stop L3)	EF Signalzus.	AM	*	k		*	LED			REL		166	76	2	nein
1380	EF Signalzusatz Ein/Aus ü. Bin.eingabe (EF SigZusEABin)	EF Signalzus.	IE	K G	*		*	LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
1381	EF Signalzusatz ausgeschaltet (EF SigZus. aus)	EF Signalzus.	AM	K G	*		*	LED			REL		166	81	1	ja
1384	EF Signalzusatz: Sendesignal (EF Senden)	EF Signalzus.	AM	k	k		*	LED			REL		166	84	2	nein
1386	EF Signalzusatz: Transiente Blockierung (EF TransBlock)	EF Signalzus.	AM	*	K		*	LED			REL		166	86	2	nein
1387	EF Unblocking: Empfangsstörung Kanal 1 (EF UB Emp.St.1)	EF Signalzus.	AM	K G	*		*	LED			REL		166	87	1	ja
1388	EF Unblocking: Empfangsstörung Kanal 2 (EF UB Emp.St.2)	EF Signalzus.	AM	K G	*		*	LED			REL		166	88	1	ja
1389	EF Blocking: Stopsignal (EF Stop)	EF Signalzus.	AM	*	k		*	LED			REL		166	89	2	nein
1390	EF Blocking: Blocksignal mit Sprung (EF BlockSPRUNG)	EF Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL		166	90	2	nein
1401	>Schalterversagerschutz einschalten (>SVS ein)	Schalterversag.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
1402	>Schalterversagerschutz ausschalten (>SVS aus)	Schalterversag.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
1403	>Schalterversagerschutz blockieren (>SVS block.)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		166	103	1	ja
1415	>Schalterversagerschutz Start dreipolig (>SVS START 3pol)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1432	>Schalterversagerschutz freigeben (>SVS Freigabe)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1435	>Schalterversagerschutz Start L1 (>SVS Start L1)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1436	>Schalterversagerschutz Start L2 (>SVS Start L2)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1437	>Schalterversagerschutz Start L3 (>SVS Start L3)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1439	>SVS Start ohne Strom (Buchholzschutz) (>SVS STARTohneI)	Schalterversag.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
1440	SVS Ein/Aus über Binäreingabe (SVS EABin)	Schalterversag.	IE	K G	*		*	LED			REL					
1451	Schalterversagers. ausgeschaltet (SVS aus)	Schalterversag.	AM	K G	*		*	LED			REL		166	151	1	ja
1452	Schalterversagers. blockiert (SVS block)	Schalterversag.	AM	K G	K G		*	LED			REL		166	152	1	ja
1453	Schalterversagerschutz wirksam (SVS wirksam)	Schalterversag.	AM	*	*		*	LED			REL		166	153	1	ja
1461	Schalterversagers. angeworfen (SVS Anwurf)	Schalterversag.	AM	*	K G		*	LED			REL		166	161	2	ja
1472	SVS Aus, Stufe 1, nur L1 (SVS AUS T1nurL1)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1473	SVS Aus, Stufe 1, nur L2 (SVS AUS T1nurL2)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1474	SVS Aus, Stufe 1, nur L3 (SVS AUS T1nurL3)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1476	SVS Aus, Stufe 1, L123 (SVS AUS T1 L123)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1493	SVS Aus bei gestörtem Abzweigschalter (SVS LSStör AUS)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1494	SVS Aus Stufe 2 (Sammelschiene) (SVS AUS T2)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL		192	85	2	nein

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
1495	SVS Aus Endfehlerschutz (SVS AUS End)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1496	Zwangsgleichlauf gestartet (ZGL Anregung)	Schalterversag.	AM	*	K G		*	LED			REL					
1497	Zwangsgleichlauf gestartet für L1 (ZGL Anr. L1)	Schalterversag.	AM	*	K G		*	LED			REL					
1498	Zwangsgleichlauf gestartet für L2 (ZGL Anr. L2)	Schalterversag.	AM	*	K G		*	LED			REL					
1499	Zwangsgleichlauf gestartet für L3 (ZGL Anr. L3)	Schalterversag.	AM	*	K G		*	LED			REL					
1500	Zwangsgleichlauf Auslösung (ZGL AUS lokal)	Schalterversag.	AM	*	K		*	LED			REL					
1503	>Überlastschutz blockieren (>ULS blk)	Überlastschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL		167	3	1	ja
1511	Überlastschutz ist ausgeschaltet (ULS aus)	Überlastschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		167	11	1	ja
1512	Überlastschutz blockiert (ULS blk)	Überlastschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		167	12	1	ja
1513	Überlastschutz wirksam (ULS wirksam)	Überlastschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		167	13	1	ja
1515	Überlastschutz: Stromstufe (ULS Warnung I)	Überlastschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		167	15	1	ja
1516	Überlastschutz: Thermische Warnstufe (ULS Warnung Θ)	Überlastschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		167	16	1	ja
1517	Überlastschutz: Anregung Auslösestufe (ULS Anregung Θ)	Überlastschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		167	17	1	ja
1521	Überlastschutz: Auskommando (ULS AUS)	Überlastschutz	AM	*	K		*	LED			REL		167	21	2	ja
2054	Notfunktion läuft (Not-Betrieb)	Gerät	AM	K G	K G		*	LED			REL		192	37	1	ja
2701	>AWE einschalten (>AWE ein)	Automatische WE	EM	*	*		*	LED	BE		REL		40	1	1	ja
2702	>AWE ausschalten (>AWE aus)	Automatische WE	EM	*	*		*	LED	BE		REL		40	2	1	ja
2703	>AWE blockieren (>AWE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	3	1	ja
2711	>AWE: Generalanregung für Anwurf von ext (>G-Anr für AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	11	2	ja
2712	>AWE: Aus L1 für Anwurf von extern (>Aus L1 f. WE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	12	2	ja
2713	>AWE: Aus L2 für Anwurf von extern (>Aus L2 f. WE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	13	2	ja
2714	>AWE: Aus L3 für Anwurf von extern (>Aus L3 f. WE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	14	2	ja
2715	>AWE: AUS 1polig für Anwurf von extern (>AUS 1pol.f.WE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	15	2	ja
2716	>AWE: AUS 3polig für Anwurf von extern (>AUS 3pol.f.WE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	16	2	ja
2727	>AWE: Inter-EIN von der Gegenstation (>AWE Inter-EIN)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	22	2	ja
2731	>AWE: Synchron-Freigabe von extern (>Sync.von ext)	Automatische WE	EM	*	*		*	LED	BE		REL		40	31	2	ja
2737	>AWE: 1poligen AWE-Zyklus blockieren (>1polige WE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	32	1	ja
2738	>AWE: 3poligen AWE-Zyklus blockieren (>3polige WE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	33	1	ja
2739	>AWE: 1phasigen AWE-Zyklus blockieren (>1ph. WE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	34	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
2740	>AWE: 2phasigen AWE-Zyklus blockieren (>2ph. WE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	35	1	ja
2741	>AWE: 3phasigen AWE-Zyklus blockieren (>3ph. WE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	36	1	ja
2742	>AWE: 1. Zyklus blockieren (>1.AWE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	37	1	ja
2743	>AWE: 2. Zyklus blockieren (>2.AWE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	38	1	ja
2744	>AWE: 3. Zyklus blockieren (>3.AWE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	39	1	ja
2745	>AWE: 4.-n. Zyklus blockieren (>4.-n.AWE blk)	Automatische WE	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		40	40	1	ja
2746	>AWE: Generalaus für Anwurf von extern (>G-AUS für AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	41	2	ja
2747	>AWE: Anregung L1 für Anwurf von extern (>Anr L1 für AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	42	2	ja
2748	>AWE: Anregung L2 für Anwurf von extern (>Anr L2 für AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	43	2	ja
2749	>AWE: Anregung L3 für Anwurf von extern (>Anr L3 für AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	44	2	ja
2750	>AWE:Anregung 1phasig für Anwurf von ext (>Anr 1ph.f.AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	45	2	ja
2751	>AWE:Anregung 2phasig für Anwurf von ext (>Anr 2ph.f.AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	46	2	ja
2752	>AWE:Anregung 3phasig für Anwurf von ext (>Anr 3ph.f.AWE)	Automatische WE	EM	*	K		*	LED	BE		REL		40	47	2	ja
2781	AWE ist ausgeschaltet (AWE aus)	Automatische WE	AM	K G	*		*	LED			REL		40	81	1	ja
2782	AWE ist eingeschaltet (AWE ein)	Automatische WE	IE	*	*		*	LED			REL		192	16	1	ja
2783	AWE kann nicht angeworfen werden (AWE Sperre)	Automatische WE	AM	K G	*		*	LED			REL		40	83	1	ja
2784	AWE momentan nicht bereit (AWE nicht ber.)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		192	130	1	ja
2787	AWE: Leistungsschalter nicht bereit (AWE LS nicht b.)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	87	1	ja
2788	AWE: LS-Überwachungszeit abgelaufen (AWE Abl.TLSUEW)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	88	2	ja
2796	AWE: Ein/Aus über Binäreingabe (AWE EABin)	Automatische WE	IE	*	*		*	LED			REL					
2801	AWE angeworfen (AWE läuft)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	101	2	ja
2809	AWE: Anwurfüberwachungszeit abgelaufen (AWE Abl. T Anw.)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	174	2	ja
2810	AWE: Max. Länge der Pause überschritten (AWE Abl. TP Max)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	175	2	ja
2818	AWE hat einen Folgefehler erkannt (AWE FOLGEFEHLER)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	118	2	ja
2820	AWE-Zyklus auf nur 1polig eingestellt (AWE 1pol. Prog.)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	143	1	ja
2821	AWE: Pausenzeit bei Folgefehler läuft (AWE T Folge)	Automatische WE	AM	*	K G		*	LED			REL		40	197	2	ja
2839	AWE: 1polige Pausenzeit läuft (AWE T1pol.Pause)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	148	2	ja
2840	AWE: 3polige Pausenzeit läuft (AWE T3pol.Pause)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	149	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
2841	AWE: 1phasige Pausenzeit läuft (AWE T1ph.Pause)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	150	2	ja
2842	AWE: 2phasige Pausenzeit läuft (AWE T2ph.Pause)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	151	2	ja
2843	AWE: 3phasige Pausenzeit läuft (AWE T3ph.Pause)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	154	2	ja
2844	AWE: 1. Zyklus läuft (AWE 1.Zyklus)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	155	2	ja
2845	AWE: 2. Zyklus läuft (AWE 2.Zyklus)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	157	2	ja
2846	AWE: 3. Zyklus läuft (AWE 3.Zyklus)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	158	2	ja
2847	AWE: Zyklus > 3. Zyklus läuft (AWE >3.Zyklus)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	159	2	ja
2848	AWE: ASP-Zyklus läuft (AWE ASP-Zyklus)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	130	2	ja
2851	AWE: Einkommando (AWE EIN-Kom.)	Automatische WE	AM	*	K		m	LED			REL		192	128	2	nein
2852	AWE: Einkommando nach 1poligem 1.Zyklus (AWE EIN1p,1.Zyk)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	152	1	ja
2853	AWE: Einkommando nach 3poligem 1.Zyklus (AWE EIN3p,1.Zyk)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	153	1	ja
2854	AWE: Einkommando ab 2.Zyklus (AWE EIN >=2.Zyk)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		192	129	1	nein
2861	AWE: Sperrzeit läuft (AWE Tsperr)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	161	1	ja
2862	AWE erfolgreich abgeschlossen (AWE erfolgreich)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	162	1	ja
2864	AWE erlaubt 1polige Auslösung (AWE 1polig erl.)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	164	1	ja
2865	AWE: Messanforderung an Synchrocheck (AWE Sync.-Anfo)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	165	2	ja
2871	AWE: Auskommando 3polige Mitnahme (AWE AUS Mitn.)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	171	2	ja
2889	AWE: Zonenfreigabe im 1. Zyklus (AWE Freig. 1.WE)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	160	1	ja
2890	AWE: Zonenfreigabe im 2. Zyklus (AWE Freig. 2.WE)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	169	1	ja
2891	AWE: Zonenfreigabe im 3. Zyklus (AWE Freig. 3.WE)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	170	1	ja
2892	AWE: Zonenfreigabe im 4. Zyklus (AWE Freig. 4.WE)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	172	1	ja
2893	AWE: Zonenfreigabe im ASP-Zyklus (AWE Freig. ASP)	Automatische WE	AM	*	*		*	LED			REL		40	173	1	ja
2894	AWE: Inter-EIN (AWE Inter-EIN)	Automatische WE	AM	*	K		*	LED			REL		40	129	2	ja
2895	AWE: Einkommandos nach 1poligem 1.Zykl. (AWE 1pol,1.Zyk=)	Statistik	WM													
2896	AWE: Einkommandos nach 3poligem 1.Zykl. (AWE 3pol,1.Zyk=)	Statistik	WM													

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
2897	AWE: Einkommandos ab 1poligem 2.Zykl. (AWE 1p,>=2.Zyk=)	Statistik	WM													
2898	AWE: Einkommandos ab 3poligem 2.Zykl. (AWE 3p,>=2.Zyk=)	Statistik	WM													
2901	>Synchronkontrolle einschalten (>Sync. ein)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2902	>Synchronkontrolle ausschalten (>Sync. aus)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2903	>Synchronkontrolle blockieren (>Sync. block)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2905	>Sync. Messanforderung für Hand-Ein (>Sync. Mess. HE)	Synchron Kontr.	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
2906	>Sync. Messanforderung für AWE (>Sync. Mess.AWE)	Synchron Kontr.	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
2907	>Sync-Prog:Zuschalten bei Synchronität (>Sync. synchr.)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2908	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1>Usy2< (>Syn Usy1>Usy2<)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2909	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1<Usy2> (>Syn Usy1<Usy2>)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2910	>Sync: Freigabe der Bedingung Usy1<Usy2< (>Syn Usy1<Usy2<)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2911	>Sync-Prog:Durchsteuern (>Sync. durchst.)	Synchron Kontr.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
2930	Sync. Ein/Aus über Binäreingabe (Sync. EABin)	Synchron Kontr.	IE	K G	*		*	LED			REL					
2931	Synchronkontrolle ausgeschaltet (Sync. aus)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	31	1	ja
2932	Synchronkontrolle blockiert (Sync. block)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL		41	32	1	ja
2934	Synchronkontrolle ist gestört (Sync. Störung)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	34	1	ja
2935	Sync. Ablauf der Überwachungszeit (Sync. Abl. TUEW)	Synchron Kontr.	AM	K	K		*	LED			REL		41	35	1	nein
2936	Sync. Messanforderung der Steuerung (Sync. Messanf.)	Synchron Kontr.	AM	K	K		*	LED			REL		41	36	1	nein
2941	Synchronkontrolle läuft (Sync. läuft)	Synchron Kontr.	AM	K G	K		*	LED			REL		41	41	1	ja
2942	Synchronkontrolle steuert durch (Sync. durchst.)	Synchron Kontr.	AM	K G	K		*	LED			REL		41	42	1	ja
2943	Synchronität (Sync. synchron)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	43	1	ja
2944	Sync: Bedingung Usy1>Usy2< erfüllt (Syn Usy1>Usy2<)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	44	1	ja
2945	Sync: Bedingung Usy1<Usy2> erfüllt (Syn Usy1<Usy2>)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	45	1	ja
2946	Sync: Bedingung Usy1<Usy2< erfüllt (Syn Usy1<Usy2<)	Synchron Kontr.	AM	K G	*		*	LED			REL		41	46	1	ja
2947	Sync. Spannungsdifferenz überschritten (Sync. Udiff>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL		41	47	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
2948	Sync. Frequenzdifferenz überschritten (Sync. Fdiff>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL		41	48	1	ja
2949	Sync. Winkeldifferenz überschritten (Sync. PHIdiff>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL		41	49	1	ja
2951	Sync. Einkommando-Freigabe (Sync. EIN-Frei)	Synchron Kontr.	AM	*	*		*	LED			REL		41	51	1	ja
2961	Sync. Einkommando (Sync. EIN-Kom)	Synchron Kontr.	AM	*	*		*	LED			REL		41	61	1	ja
2970	Sync: Frequenz fsy2 > (fn + 3Hz) (Syn fsy2>>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2971	Sync: Frequenz fsy2 < (fn - 3Hz) (Syn fsy2<<)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2972	Sync: Frequenz fsy1 > (fn + 3Hz) (Syn fsy1>>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2973	Sync: Frequenz fsy1 < (fn - 3Hz) (Syn fsy1<<)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2974	Sync.Spannung Usy2 >Umax(P3504) (Syn Usy2>>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2975	Sync.Spannung Usy2 < U> (P3503) (Syn Usy2<<)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2976	Sync: Spannung Usy1 > Umax (P3504) (Syn Usy1>>)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2977	Sync: Spannung Usy1 < U> (P3503) (Syn Usy1<<)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2978	Sync: Udiff zu groß (Usy2>Usy1) (Syn Usy2>Usy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2979	Sync: Udiff zu groß (Usy2<Usy1) (Syn Usy2<Usy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2980	Sync: fdiff zu groß (fsy2>fsy1) (Syn fsy2>fsy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2981	Sync: fdiff zu groß (fsy2<fsy1) (Syn fsy2<fsy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2982	Sync: PHIdiff überschr. (PHIsy2>PHIsy1) (Syn φsy2>φsy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
2983	Sync: PHIdiff überschr. (PHIsy2<PHIsy1) (Syn φsy2<φsy1)	Synchron Kontr.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
3101	Ic Komp wirksam (Ic Komp wirksam)	Diffschutz	AM	k g	*		*	LED			REL					
3102	Diff: Inrush L1 (Diff Inrush L1)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL		92	89	1	ja
3103	Diff: Inrush L2 (Diff Inrush L2)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL		92	90	1	ja
3104	Diff: Inrush L3 (Diff Inrush L3)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL		92	91	1	ja
3120	Diff wirksam (Diff wirksam)	Diffschutz	AM	K G	*		m	LED			REL		92	92	1	ja
3132	Diff: Generalanregung (Diff G-Anr)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL					
3133	Diff: Anregung L1 (Diff Anr L1)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	93	2	ja
3134	Diff: Anregung L2 (Diff Anr L2)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	94	2	ja
3135	Diff: Anregung L3 (Diff Anr L3)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	95	2	ja
3136	Diff: Anregung Erde (Diff Anr E)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	96	2	ja
3137	Diff: Anregung I-Diff>> (Diff Anr I>>)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	97	2	ja
3139	Diff: Anregung I-Diff> (Diff Anr I>)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	98	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3141	Diff: Generalauskommando (Diff G-AUS)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	99	2	ja
3142	Diff: Auskommando L1, nur 1polig (Diff AUS1polL1)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	100	2	ja
3143	Diff: Auskommando L2, nur 1polig (Diff AUS1polL2)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	101	2	ja
3144	Diff: Auskommando L3, nur 1polig (Diff AUS1polL3)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	102	2	ja
3145	Diff: Auskommando L123 (Diff AUS L123)	Diffschutz	AM	*	K G		m	LED			REL		92	103	2	ja
3146	Diff: Auskommando 1polig (Diff AUS 1p)	Diffschutz	AM	*	K G		*	LED			REL					
3147	Diff: Auskommando 3polig (Diff AUS 3p)	Diffschutz	AM	*	K G		*	LED			REL					
3148	Diff blockiert (Diff blockiert)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		92	104	1	ja
3149	Diff ist ausgeschaltet (Diff aus)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		92	105	1	ja
3176	Diff: Anregung nur Phase L1 (Diff Anr nurL1)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3177	Diff: Anregung L1-E (Diff Anr L1E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3178	Diff: Anregung nur Phase L2 (Diff Anr nurL2)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3179	Diff: Anregung L2-E (Diff Anr L2E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3180	Diff: Anregung L1-L2 (Diff Anr L12)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3181	Diff: Anregung L1-L2-E (Diff Anr L12E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3182	Diff: Anregung nur Phase L3 (Diff Anr nurL3)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3183	Diff: Anregung L3-E (Diff Anr L3E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3184	Diff: Anregung L3-L1 (Diff Anr L31)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3185	Diff: Anregung L3-L1-E (Diff Anr L31E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3186	Diff: Anregung L2-L3 (Diff Anr L23)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3187	Diff: Anregung L2-L3-E (Diff Anr L23E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3188	Diff: Anregung L1-L2-L3 (Diff Anr L123)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3189	Diff: Anregung L1-L2-L3-E (Diff Anr L123E)	Diffschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
3190	Diff: Testmodus (Testmodus)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED		FK T	REL		92	106	1	ja
3191	Diff: Inbetriebsetzungsmodus (IBS-Modus)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED		FK T	REL		92	107	1	ja
3192	Diff: Testmodus von fern aktiviert (Testmodus fern)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		92	108	1	ja
3193	Diff: Inbetriebsetzungsmodus aktiv (IBS-Modus aktiv)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		92	109	1	ja
3197	Diff: >Testmodus ein (>Testmodus ein)	Diffschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3198	Diff: >Testmodus aus (>Testmodus aus)	Diffschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3199	Diff: Testmodus Ein/Aus (Testmodus E/A)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED			REL					
3200	Diff: Testmodus Ein/Aus ü. Bin.eingabe (Testmod.E/A Bin)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED			REL					
3215	Geräte haben unverträgliche Firmware (VERS. falsch)	WS	AM	K	*			LED			REL					
3217	WS1: Netzspiegelung (WS1 NET-SPIEGEL)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3218	WS2: Netzspiegelung (WS2 NET-SPIEGEL)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3227	>WS1 Licht aus (Block. Datenübertragung) (>WS 1 LICHT AUS)	WS	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3228	>WS2 Licht aus (Block. Datenübertragung) (>WS 2 LICHT AUS)	WS	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3229	WS1: Störung der Datenübertragung (WS1 STOERUNG)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL		93	135	1	ja
3230	WS1: Ausfall der Datenübertragung (WS1 AUSFALL)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL		93	136	1	ja
3231	WS2: Störung der Datenübertragung (WS2 STOERUNG)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL		93	137	1	ja
3232	WS2: Ausfall der Datenübertragung (WS2 AUSFALL)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL		93	138	1	ja
3233	Regelverletzung bei Geräteadresse (DT inkonsistent)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3234	Regelverletzung bei Geräte-anzahl/index (DT ungleich)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3235	Regelverletzung d. ungl. Geräteparameter (Par. inkonsist.)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3236	Zuordnung Snd.-Emp. WS1-WS2 falsch (WS Zuordnung)	WS	AM	K G	*			LED			REL					
3239	WS1: Unzulässige Datenübertr.-Laufzeit (WS1 Laufz. Stör)	WS	AM	K G	*			LED			REL		93	139	1	ja
3240	WS2: Unzulässige Datenübertr.-Laufzeit (WS2 Laufz. Stör)	WS	AM	K G	*			LED			REL		93	140	1	ja
3243	WS1: Verbunden mit Gerät Adr. (WS1 vb m.)	WS	WM	K G	*											
3244	WS2: Verbunden mit Gerät Adr. (WS2 vb m.)	WS	WM	K G	*											
3245	> Ausfall GPS von extern (>GPS Ausfall)	WS	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3247	GPS: Ausfall des Impulses (GPS Ausfall)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL					
3248	GPS: WS1 über GPS synchronisiert (WS1 GPS sync)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL					
3249	GPS: WS2 über GPS synchronisiert (WS2 GPS sync)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL					
3250	GPS: WS1 Laufzeitunsymmetrie zu groß (WS1 LZ unsym.)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL					
3251	GPS: WS2 Laufzeitunsymmetrie zu groß (WS2 LZ unsym.)	WS	AM	K G	*		*	LED			REL					
3252	> WS1 Synchronisation RESET (>SYNC WS1 RESET)	WS	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3253	> WS2 Synchronisation RESET (>SYNC WS2 RESET)	WS	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3254	WS1 Laufzeitsprung erkannt (WS1 LZ Sprung)	WS	AM	k g	*		*	LED			REL					
3255	WS2 Laufzeitsprung erkannt (WS2 LZ Sprung)	WS	AM	k g	*		*	LED			REL					
3256	WS1 Laufzeitunsymmetrie zu groß (WS1 unsym)	WS	IE	K G	*			LED			REL					
3257	WS2 Laufzeitunsymmetrie zu groß (WS2 unsym)	WS	IE	K G	*			LED			REL					
3258	WS1 maximale Fehlerrate überschritten (WS1 Fehlerrate)	WS	AM	k g	*		*	LED			REL					
3259	WS2 maximale Fehlerrate überschritten (WS2 Fehlerrate)	WS	AM	k g	*		*	LED			REL					
3260	>IBS-Modus ein (>IBS-Modus ein)	Diffschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3261	>IBS-Modus aus (>IBS-Modus aus)	Diffschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3262	IBS-Modus Ein/Aus (IBS-Modus E/A)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED			REL					
3263	IBS-Modus Ein/Aus über Binäreingabe (IBS-Mod.E/A Bin)	Diffschutz	IE	K G	*		*	LED			REL					
3270	>RESET Drahtbruch (>RESET Drahtbr)	Messwertüberw.	EM	k g	*		*	LED	BE	FKT	REL					
3271	Drahtbruch IL1 (Drahtbruch IL1)	Messwertüberw.	IE													
3272	Drahtbruch IL2 (Drahtbruch IL2)	Messwertüberw.	IE													
3273	Drahtbruch IL3 (Drahtbruch IL3)	Messwertüberw.	IE													
3452	> Gerät abmelden ein (>Ger.Abmeld.ein)	Diff.-Topo	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3453	> Gerät abmelden aus (>Ger.Abmeld.aus)	Diff.-Topo	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3457	Ringtopologie (Ringtopologie)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	141	1	ja
3458	Kettentopologie (Kettentopologie)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	142	1	ja
3459	Gerät abmelden Ein/Aus (Ger.Abmeld. E/A)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED			REL					
3460	Gerät abmelden Ein/Aus ü. Bin.eingabe (Ger.Abm.E/A Bin)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED			REL					
3464	Kommunikationstopologie komplett (Topol komplett)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL					
3475	Gerät 1 abgemeldet (Ger1 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	143	1	ja
3476	Gerät 2 abgemeldet (Ger2 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	144	1	ja
3477	Gerät 3 abgemeldet (Ger3 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	145	1	ja
3478	Gerät 4 abgemeldet (Ger4 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	146	1	ja
3479	Gerät 5 abgemeldet (Ger5 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	147	1	ja
3480	Gerät 6 abgemeldet (Ger6 abgem)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	148	1	ja
3484	Lokales Gerät abmelden (Ger abmeld)	Diff.-Topo	IE	K G	*		*	LED		FKT	REL		93	149	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3487	Gleiche Geräteadresse in Konstellation (Gleiche G Adr)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL					
3491	Gerät 1 Verbindung vorhanden (Ger1 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	191	1	ja
3492	Gerät 2 Verbindung vorhanden (Ger2 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	192	1	ja
3493	Gerät 3 Verbindung vorhanden (Ger3 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	193	1	ja
3494	Gerät 4 Verbindung vorhanden (Ger4 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	194	1	ja
3495	Gerät 5 Verbindung vorhanden (Ger5 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	195	1	ja
3496	Gerät 6 Verbindung vorhanden (Ger6 vorh.)	Diff.-Topo	AM	K G	*		*	LED			REL		93	196	1	ja
3501	>Mitnahme L1 (> Mitnahme L1)	Mitnahme	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3502	>Mitnahme L2 (> Mitnahme L2)	Mitnahme	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3503	>Mitnahme L3 (> Mitnahme L3)	Mitnahme	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3504	>Mitnahme 3polig (> Mitnahme 3pol)	Mitnahme	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3505	Mitnahme empfangen von WS1 L1 (Mitn. empWS1 L1)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3506	Mitnahme empfangen von WS1 L2 (Mitn. empWS1 L2)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3507	Mitnahme empfangen von WS1 L3 (Mitn. empWS1 L3)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3508	Mitnahme empfangen von WS2 L1 (Mitn. empWS2 L1)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3509	Mitnahme empfangen von WS2 L2 (Mitn. empWS2 L2)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3510	Mitnahme empfangen von WS2 L3 (Mitn. empWS2 L3)	Mitnahme	AM	k g	*		*	LED			REL					
3511	Mitnahme senden an WS1 L1 (Mitn. senWS1 L1)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3512	Mitnahme senden an WS1 L2 (Mitn. senWS1 L2)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3513	Mitnahme senden an WS1 L3 (Mitn. senWS1 L3)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3514	Mitnahme senden an WS2 L1 (Mitn. senWS2 L1)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3515	Mitnahme senden an WS2 L2 (Mitn. senWS2 L2)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3516	Mitnahme senden an WS2 L3 (Mitn. senWS2 L3)	Mitnahme	AM	K G	*		*	LED			REL					
3517	Mitnahme Generalauskommando (Mitn. G-AUS)	Mitnahme	AM	*	K G		m	LED			REL					
3518	Mitnahme Auskommando L1, nur 1polig (Mitn. AUS1polL1)	Mitnahme	AM	*	K G		m	LED			REL		93	150	2	ja
3519	Mitnahme Auskommando L2, nur 1polig (Mitn. AUS1polL2)	Mitnahme	AM	*	K G		m	LED			REL		93	151	2	ja
3520	Mitnahme Auskommando L3, nur 1polig (Mitn. AUS1polL3)	Mitnahme	AM	*	K G		m	LED			REL		93	152	2	ja
3521	Mitnahme Auskommando L123 (Mitn. AUS L123)	Mitnahme	AM	*	K G		m	LED			REL		93	153	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3522	Mitnahme Auskommando 1polig (Mitn. AUS 1p)	Mitnahme	AM	*	K G		*	LED			REL					
3523	Mitnahme Auskommando 3polig (Mitn. AUS 3p)	Mitnahme	AM	*	K G		*	LED			REL					
3525	> Diff block (> Diff block)	Diffschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
3526	Diff block empfangen von WS1 (Diffblk emp WS1)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL					
3527	Diff block empfangen von WS2 (Diffblk emp WS2)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL					
3528	Diff block senden an WS1 (Diffblk sen WS1)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL					
3529	Diff block senden an WS2 (Diffblk sen WS2)	Diffschutz	AM	K G	*		*	LED			REL					
3541	> Fernkommando 1 (>Fernkommando 1)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3542	> Fernkommando 2 (>Fernkommando 2)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3543	> Fernkommando 3 (>Fernkommando 3)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3544	> Fernkommando 4 (>Fernkommando 4)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3545	Fernkommando empfangen 1 (Fern-Kdo1 empf.)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	154	1	ja
3546	Fernkommando empfangen 2 (Fern-Kdo2 empf.)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	155	1	ja
3547	Fernkommando empfangen 3 (Fern-Kdo3 empf.)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	156	1	ja
3548	Fernkommando empfangen 4 (Fern-Kdo4 empf.)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	157	1	ja
3549	> Fernmeldung 1 (>Fernmeldung 1)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3550	> Fernmeldung 2 (>Fernmeldung 2)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3551	> Fernmeldung 3 (>Fernmeldung 3)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3552	> Fernmeldung 4 (>Fernmeldung 4)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3553	> Fernmeldung 5 (>Fernmeldung 5)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3554	> Fernmeldung 6 (>Fernmeldung 6)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3555	> Fernmeldung 7 (>Fernmeldung 7)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3556	> Fernmeldung 8 (>Fernmeldung 8)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3557	> Fernmeldung 9 (>Fernmeldung 9)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3558	> Fernmeldung 10 (>Fernmeldung 10)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3559	> Fernmeldung 11 (>Fernmeldung 11)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3560	> Fernmeldung 12 (>Fernmeldung 12)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3561	> Fernmeldung 13 (>Fernmeldung 13)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3562	> Fernmeldung 14 (>Fernmeldung 14)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3563	> Fernmeldung 15 (>Fernmeldung 15)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3564	> Fernmeldung 16 (>Fernmeldung 16)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3565	> Fernmeldung 17 (>Fernmeldung 17)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3566	> Fernmeldung 18 (>Fernmeldung 18)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3567	> Fernmeldung 19 (>Fernmeldung 19)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3568	> Fernmeldung 20 (>Fernmeldung 20)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3569	> Fernmeldung 21 (>Fernmeldung 21)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3570	> Fernmeldung 22 (>Fernmeldung 22)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3571	> Fernmeldung 23 (>Fernmeldung 23)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3572	> Fernmeldung 24 (>Fernmeldung 24)	Fernübertragung	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
3573	Fernmeldung 1 empfangen (FernMel 1 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	158	1	ja
3574	Fernmeldung 2 empfangen (FernMel 2 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	159	1	ja
3575	Fernmeldung 3 empfangen (FernMel 3 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	160	1	ja
3576	Fernmeldung 4 empfangen (FernMel 4 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	161	1	ja
3577	Fernmeldung 5 empfangen (FernMel 5 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	162	1	ja
3578	Fernmeldung 6 empfangen (FernMel 6 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	163	1	ja
3579	Fernmeldung 7 empfangen (FernMel 7 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	164	1	ja
3580	Fernmeldung 8 empfangen (FernMel 8 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	165	1	ja
3581	Fernmeldung 9 empfangen (FernMel 9 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	166	1	ja
3582	Fernmeldung 10 empfangen (FernMel 10 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	167	1	ja
3583	Fernmeldung 11 empfangen (FernMel 11 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	168	1	ja
3584	Fernmeldung 12 empfangen (FernMel 12 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	169	1	ja
3585	Fernmeldung 13 empfangen (FernMel 13 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	170	1	ja
3586	Fernmeldung 14 empfangen (FernMel 14 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	171	1	ja
3587	Fernmeldung 15 empfangen (FernMel 15 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	172	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3588	Fernmeldung 16 empfangen (FernMel 16 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	173	1	ja
3589	Fernmeldung 17 empfangen (FernMel 17 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	174	1	ja
3590	Fernmeldung 18 empfangen (FernMel 18 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	175	1	ja
3591	Fernmeldung 19 empfangen (FernMel 19 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	176	1	ja
3592	Fernmeldung 20 empfangen (FernMel 20 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	177	1	ja
3593	Fernmeldung 21 empfangen (FernMel 21 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	178	1	ja
3594	Fernmeldung 22 empfangen (FernMel 22 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	179	1	ja
3595	Fernmeldung 23 empfangen (FernMel 23 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	180	1	ja
3596	Fernmeldung 24 empfangen (FernMel 24 empf)	Fernübertragung	AM	k g	*		*	LED			REL		93	181	1	ja
3603	>Distanzschutz blockieren (>Dis block)	DIS allgemein	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
3610	>Dist.Messbereich Z1 blockieren (>Dis blk Z1)	DIS allgemein	EM	k g	*		*	LED	BE		REL		28	10	1	ja
3611	>Dist.Messbereich Z1B freigeben v.extern (>DisFreig.Z1B)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	11	1	ja
3613	>Dist.Messbereich Z1B unverz. freigeben (>DisFrg.Z1Bunv.)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	13	1	ja
3617	>Dist.Messber.Z4 für Auskomm. blockieren (>DisBlk.Z4-AUS)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	17	1	ja
3618	>Dist.Messber.Z5 für Auskomm. blockieren (>DisBlk.Z5-AUS)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	18	1	ja
3619	>Dist. Z4 für Ph-E-Schleifen blockieren (>DisBlk.Z4 PhE)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	19	1	ja
3620	>Dist. Z5 für Ph-E-Schleifen blockieren (>DisBlk.Z5 PhE)	DIS allgemein	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		28	20	1	ja
3651	Distanzschutz ausgeschaltet (Dis aus)	DIS allgemein	AM	K G	*		*	LED			REL		28	51	1	ja
3652	Distanzschutz blockiert (Dis block)	DIS allgemein	AM	K G	K G		*	LED			REL		28	52	1	ja
3653	Distanzschutz wirksam (Dis wirksam)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	53	1	ja
3654	Dist. Einstellfehler K0(Z1),PHI K0(Z1) (Dis Feh.K0(Z1))	DIS allgemein	AM	K G	*		*	LED			REL					
3655	Dist. Einstellfehler K0(>Z1),PHI K0(>Z1) (Dis Feh.K0(>Z1))	DIS allgemein	AM	K G	*		*	LED			REL					
3671	Dist. Generalanregung (Dis G-Anr)	DIS allgemein	AM	*	G		*	LED			REL		28	71	2	ja
3672	Dist. Anregung Phase L1 (Dis Anr L1)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	72	2	ja
3673	Dist. Anregung Phase L2 (Dis Anr L2)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	73	2	ja
3674	Dist. Anregung Phase L3 (Dis Anr L3)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	74	2	ja
3675	Dist. Anregung Erde (Dis Anr E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	75	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3681	Dist. Anregung nur Phase L1 (Dis Anr nurL1)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	81	2	nein
3682	Dist. Anregung L1-E (Dis Anr L1E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	82	2	nein
3683	Dist. Anregung nur Phase L2 (Dis Anr nurL2)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	83	2	nein
3684	Dist. Anregung L2-E (Dis Anr L2E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	84	2	nein
3685	Dist. Anregung L1-L2 (Dis Anr L12)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	85	2	nein
3686	Dist. Anregung L1-L2-E (Dis Anr L12E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	86	2	nein
3687	Dist. Anregung nur Phase L3 (Dis Anr nurL3)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	87	2	nein
3688	Dist. Anregung L3-E (Dis Anr L3E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	88	2	nein
3689	Dist. Anregung L3-L1 (Dis Anr L31)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	89	2	nein
3690	Dist. Anregung L3-L1-E (Dis Anr L31E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	90	2	nein
3691	Dist. Anregung L2-L3 (Dis Anr L23)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	91	2	nein
3692	Dist. Anregung L2-L3-E (Dis Anr L23E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	92	2	nein
3693	Dist. Anregung L1-L2-L3 (Dis Anr L123)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	93	2	nein
3694	Dist. Anregung L1-L2-L3-E (Dis Anr L123E)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	94	2	nein
3695	Dist. Phasenwinkelanregung L1 (Dis Anr PHI L1)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3696	Dist. Phasenwinkelanregung L2 (Dis Anr PHI L2)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3697	Dist. Phasenwinkelanregung L3 (Dis Anr PHI L3)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3701	Dist. ausgewählte Schleife L1E vorwärts (Dis SchlL1Ev)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3702	Dist. ausgewählte Schleife L2E vorwärts (Dis SchlL2Ev)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3703	Dist. ausgewählte Schleife L3E vorwärts (Dis SchlL3Ev)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3704	Dist. ausgewählte Schleife L12 vorwärts (Dis SchlL12v)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3705	Dist. ausgewählte Schleife L23 vorwärts (Dis SchlL23v)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3706	Dist. ausgewählte Schleife L31 vorwärts (Dis SchlL31v)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3707	Dist.ausgewählte Schleife L1E rückwärts (Dis SchlL1Er)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3708	Dist.ausgewählte Schleife L2E rückwärts (Dis SchlL2Er)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3709	Dist.ausgewählte Schleife L3E rückwärts (Dis SchlL3Er)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3710	Dist.ausgewählte Schleife L12 rückwärts (Dis SchlL12r)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3711	Dist.ausgewählte Schleife L23 rückwärts (Dis SchlL23r)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3712	Dist.ausgewählte Schleife L31 rückwärts (Dis SchlL31r)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3713	Dist. ausgew. Schleife L1E ungerichtet (Dis SchlL1Eu)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3714	Dist. ausgew. Schleife L2E ungerichtet (Dis SchlL2Eu)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3715	Dist. ausgew. Schleife L3E ungerichtet (Dis SchlL3Eu)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3716	Dist. ausgew. Schleife L12 ungerichtet (Dis SchlL12u)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3717	Dist. ausgew. Schleife L23 ungerichtet (Dis SchlL23u)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3718	Dist. ausgew. Schleife L31 ungerichtet (Dis SchlL31u)	DIS allgemein	AM	*	K G		*	LED			REL					
3719	Dist. Anregung vorwärts (Dis Anr vorw.)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	121	2	nein
3720	Dist. Anregung rückwärts (Dis Anr rück.)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	120	2	nein
3741	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L1E (Dis AnrZ1 L1E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3742	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L2E (Dis AnrZ1 L2E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3743	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L3E (Dis AnrZ1 L3E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3744	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L12 (Dis AnrZ1 L12)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3745	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L23 (Dis AnrZ1 L23)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3746	Dist. Anregung in Zone Z1, Schleife L31 (Dis AnrZ1 L31)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3747	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L1E (DisAnrZ1B L1E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3748	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L2E (DisAnrZ1B L2E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3749	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L3E (DisAnrZ1B L3E)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3750	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L12 (DisAnrZ1B L12)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3751	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L23 (DisAnrZ1B L23)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3752	Dist.Anregung in Zone Z1B, Schleife L31 (DisAnrZ1B L31)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3755	Dist. Anregung in Zone Z2 (Dis Anr Z2)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3758	Dist. Anregung in Zone Z3 (Dis Anr Z3)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3759	Dist. Anregung in Zone Z4 (Dis Anr Z4)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3760	Dist. Anregung in Zone Z5 (Dis Anr Z5)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL					
3771	Dist. Zeit T1 (Zone Z1) abgelaufen (Dis Abl T1)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	171	2	nein

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
3774	Dist. Zeit T2 (Zone Z2) abgelaufen (Dis Abl T2)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	172	2	nein
3777	Dist. Zeit T3 (Zone Z3) abgelaufen (Dis Abl T3)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	173	2	nein
3778	Dist. Zeit T4 (Zone Z4) abgelaufen (Dis Abl T4)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	174	2	nein
3779	Dist. Zeit T5 (Zone Z5) abgelaufen (Dis Abl T5)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	175	2	nein
3780	Dist. Zeit T1B (Zone Z1B) abgelaufen (Dis Abl T1B)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	180	2	nein
3781	Dist. Zeit T ANR. VORW. abgelaufen (Dis Abl Tvorw)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	160	2	nein
3782	Dist. Zeit T ANR. UNGER. abgelaufen (Dis Abl T unger)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	161	2	nein
3801	Dist. Generalauslösung (Dis G-AUS)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	201	2	nein
3802	Auslösung Distanzschutz L1, nur 1polig (Dis AUS1polL1)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	202	2	nein
3803	Auslösung Distanzschutz L2, nur 1polig (Dis AUS1polL2)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	203	2	nein
3804	Auslösung Distanzschutz L3, nur 1polig (Dis AUS1polL3)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	204	2	nein
3805	Auslösung Distanzschutz 3polig (Dis AUS L123)	DIS allgemein	AM	*	K		*	LED			REL		28	205	2	nein
3811	Dist. Auslösung Zone Z1 1polig (Dis AUS Z1 1p)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	211	2	nein
3813	Dist. Auslösung Zone Z1B 1polig (Dis AUS Z1B1p)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	213	2	nein
3816	Dist. Auslösung Zone Z2 1polig (Dis AUS Z2 1p)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	216	2	nein
3817	Dist. Auslösung Zone Z2 3polig (Dis AUS Z2 3p)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	217	2	nein
3818	Dist. Auslösung Zone Z3 (Dis AUS Z3)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	218	2	nein
3819	Dist. Auslösung Anregung gerichtet (Dis AUS Anr->)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	219	2	nein
3820	Dist. Auslösung Anregung ungerichtet (Dis AUS Anr<>)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	220	2	nein
3821	Dist. Auslösung Zone Z4 (Dis AUS Z4)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	209	2	nein
3822	Dist. Auslösung Zone Z5 (Dis AUS Z5)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	210	2	nein
3823	Dist. Auslösung Zone Z1 3p. (Anr. 1p.) (Dis AUS Z1 3p1)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	224	2	nein
3824	Dist. Auslösung Zone Z1 3p. (Anr.mehrp.) (Dis AUS Z1 3pm)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	225	2	nein
3825	Dist. Auslösung Zone Z1B 3p. (Anr. 1p.) (Dis AUS Z1B3p1)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	244	2	nein
3826	Dist. Auslösung Zone Z1B 3p. (Anr.mehrp) (Dis AUS Z1B3pm)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	245	2	nein
3850	Dist. Auslösung Zone Z1B ü. Signalzusatz (Dis AUS Z1B Sig)	DIS allgemein	AM	*	*		*	LED			REL		28	251	2	nein
4001	>Dist. Signalzusatz einschalten (>Dis SigZus ein)	DIS Signalzus.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
4002	>Dist. Signalzusatz ausschalten (>Dis SigZus aus)	DIS Signalzus.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
4003	>Dist. Signalzusatz blockieren (>Dis SigZus blk)	DIS Signalzus.	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL		29	3	1	ja
4005	>Dist. Signalübertr.: Empfangsstörung (>Dis Emp.Stör)	DIS Signalzus.	EM	k g	*		*	LED	BE		REL					
4006	>Dist. Empfang Kanal 1 (>Dis Emp.1)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	6	1	ja
4007	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L1 (>Dis Emp.1-L1)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	7	1	ja
4008	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L2 (>Dis Emp.1-L2)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	8	1	ja
4009	>Dist. Empfang Kanal 1, Phase L3 (>Dis Emp.1-L3)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	9	1	ja
4010	>Dist. Empfang Kanal 2 (>Dis Emp.2)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	10	1	ja
4030	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1 (>Dis UB ub 1)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	30	1	ja
4031	>Dist. Unblocking: BLOCK Kanal 1 (>Dis UB bl 1)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	31	1	ja
4032	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L1 (>Dis UB ub 1-L1)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	32	1	ja
4033	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L2 (>Dis UB ub 1-L2)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	33	1	ja
4034	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 1- L3 (>Dis UB ub 1-L3)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	34	1	ja
4035	>Dist. Unblocking: UNBLOCK Kanal 2 (>Dis UB ub 2)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	35	1	ja
4036	>Dist. Unblocking: BLOCK Kanal 2 (>Dis UB bl 2)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	36	1	ja
4040	>Dist. Echosignal blockieren (>Dis Echo block)	DIS Signalzus.	EM	k g	k		*	LED	BE		REL		29	40	1	ja
4050	Dist.Signalzusatz Ein/Aus ü. Bin.eingabe (Dis SigZusEABin)	DIS Signalzus.	IE	K G	*		*	LED			REL					
4051	Signalzusatz eingeschaltet (Sig-Zus.ein)	Gerät	IE	*	*		*	LED			REL		29	51	1	ja
4052	Dist. Signalzusatz ausgeschaltet (Dis SigZus. aus)	DIS Signalzus.	AM	K G	*		*	LED			REL					
4054	Dist. Signalzusatz: Empfangssignal (Dis Empfang)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL		29	54	2	nein
4055	Dist. Signalzusatz: Empfangsstörung (Dis Emp.Stör.)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL		29	55	1	ja
4056	Dist. Signalzusatz: Sendesignal (Dis Senden)	DIS Signalzus.	AM	k	k		*	LED			REL		29	56	2	nein
4057	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL1 (Dis Senden L1)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4058	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL2 (Dis Senden L2)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4059	Dist. Signalzusatz: Sendesignal PhaseL3 (Dis Senden L3)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4060	Dist. Blocking: Blocksignal mit Sprung (DisBlockSPRUNG)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL		29	60	2	nein
4068	Dist. Vergleichsverf.:Transiente Block. (DisTransBlock)	DIS Signalzus.	AM	*	K		*	LED			REL		29	68	2	nein

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
4070	Dist. Blocking: Stopsignal (Dis Stop)	DIS Signalzus.	AM	*	K		*	LED			REL		29	70	2	nein
4080	Dist. Unblocking: Empfangsstörung Kanal1 (Dis UB Emp.St.1)	DIS Signalzus.	AM	k g	*		*	LED			REL		29	80	1	ja
4081	Dist. Unblocking: Empfangsstörung Kanal2 (Dis UB Emp.St.2)	DIS Signalzus.	AM	k g	*		*	LED			REL		29	81	1	ja
4082	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L1 (Dis Stop L1)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4083	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L2 (Dis Stop L2)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4084	Dist. Blocking: Stopsignal Phase L3 (Dis Stop L3)	DIS Signalzus.	AM	*	*		*	LED			REL					
4160	>Pendelerkennung blockieren (>Pendel. block)	Pendelerfassung	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL					
4163	Pendelung instabil (Pen. instabil)	Pendelerfassung	AM	K	K		*	LED			REL					
4164	Pendelung erkannt (Pendelung)	Pendelerfassung	AM	K G	K G		*	LED			REL		29	164	1	ja
4166	Pendelung: Auslösung 3polig (Pendel-AUS)	Pendelerfassung	AM	K	K		*	LED			REL		29	166	1	nein
4167	Pendelung Phase L1 erkannt (Pendelung L1)	Pendelerfassung	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4168	Pendelung Phase L2 erkannt (Pendelung L2)	Pendelerfassung	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4169	Pendelung Phase L3 erkannt (Pendelung L3)	Pendelerfassung	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4177	Pendelung instabil 2 (Pen. instabil 2)	Pendelerfassung	AM	*	*		*	LED			REL					
4203	>AUS bei schwacher Einsp. blockieren (>ASE block)	Schwache Einsp.	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
4204	>verzögerte ASE blockieren (>ASE Verz.block)	Schwache Einsp.	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL					
4205	>AUS bei schwacher Einsp:Empfang OK (>ASE Emp. OK)	Schwache Einsp.	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL					
4206	>AUS bei schwacher Einsp:Empfangssignal (>ASE Emp.)	Schwache Einsp.	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL					
4221	Aus bei schw. Einsp. ausgeschaltet (ASE aus)	Schwache Einsp.	AM	K G	*		*	LED			REL		25	21	1	ja
4222	Aus bei schwacher Einspeisung blockiert (ASE block)	Schwache Einsp.	AM	K G	K G		*	LED			REL		25	22	1	ja
4223	Aus bei schwacher Einspeisung wirksam (ASE wirksam)	Schwache Einsp.	AM	*	*		*	LED			REL		25	23	1	ja
4225	Aus bei schwacher Einsp. 3I0 erkannt (ASE 3I0 erkannt)	Schwache Einsp.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4226	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L1 (ASE U L1<)	Schwache Einsp.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4227	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L2 (ASE U L2<)	Schwache Einsp.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4228	Aus bei schwacher Einsp. Unterspanng. L3 (ASE U L3<)	Schwache Einsp.	AM	K G	K G		*	LED			REL					
4229	Aus bei schwacher Einsp. Auslösung 3I0 (ASE AUS 3I0)	Schwache Einsp.	AM	*	*		*	LED			REL					
4231	Aus bei schwacher Einsp. Generalanr. (ASE G-Anr)	Schwache Einsp.	AM	*	G		*	LED			REL		25	31	2	ja
4232	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L1 (ASE Anr L1)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
4233	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L2 (ASE Anr L2)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL					
4234	Aus bei schwacher Einsp. Anregung L3 (ASE Anr L3)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL					
4241	Aus bei schw. Einsp. Generalauslösung (ASE G-AUS)	Schwache Einsp.	AM	*	*		*	LED			REL		25	41	2	nein
4242	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L1,nur1pol (ASE AUS1polL1)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL		25	42	2	nein
4243	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L2,nur1pol (ASE AUS1polL2)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL		25	43	2	nein
4244	Aus bei schw.Einsp.Auslösung L3,nur1pol (ASE AUS1polL3)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL		25	44	2	nein
4245	Aus bei schw.Einsp.Auslösung 3polig (ASE AUS L123)	Schwache Einsp.	AM	*	K		*	LED			REL		25	45	2	nein
4246	Echosignal (Echo-Signal)	Schwache Einsp.	AM	K	K		*	LED			REL		25	46	2	ja
4253	>Schnellabschaltung blockieren (>SAB block)	Schnellabschalt	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
4271	Schnellabschaltung ausgeschaltet (SAB aus)	Schnellabschalt	AM	K G	*		*	LED			REL		25	71	1	ja
4272	Schnellabschaltung blockiert (SAB block)	Schnellabschalt	AM	K G	K G		*	LED			REL		25	72	1	ja
4273	Schnellabschaltung wirksam (SAB wirksam)	Schnellabschalt	AM	*	*		*	LED			REL		25	73	1	ja
4281	Schnellabschaltung Generalanregung (SAB G-Anr)	Schnellabschalt	AM	*	G		m	LED			REL		25	81	2	ja
4282	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L1 (SAB Anr I>>> L1)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	82	2	ja
4283	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L2 (SAB Anr I>>> L2)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	83	2	ja
4284	Schnellabschaltung Anr. I>>> Phase L3 (SAB Anr I>>> L3)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	84	2	ja
4285	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L1 (SAB Anr I>>>>L1)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	85	2	ja
4286	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L2 (SAB Anr I>>>>L2)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	86	2	ja
4287	Schnellabschaltung Anr. I>>>> Phase L3 (SAB Anr I>>>>L3)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	87	2	ja
4289	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L1 (SAB AUS 1polL1)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	89	2	ja
4290	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L2 (SAB AUS 1polL2)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	90	2	ja
4291	Schnellabschaltung Auslösung 1polig L3 (SAB AUS 1polL3)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	91	2	ja
4292	Schnellabschaltung Auslösung 1polig (SAB AUS 1p)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	94	2	nein
4293	Schnellabschaltung General Auslösung (SAB G-AUS)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL					
4294	Schnellabschaltung Auslösung dreipolig (SAB AUS 3p)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL					
4295	Schnellabschaltung Auslösung dreipolig (SAB AUS L123)	Schnellabschalt	AM	*	K		*	LED			REL		25	95	2	ja
4403	>Externe Einkopplung: AUS blockieren (>Ext. AUS block)	Ext.Einkopplung	EM	*	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
4412	>Externe Einkopplung: AUS L1 über Bin. (>Ext. AUS L1)	Ext.Einkopplung	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
4413	>Externe Einkopplung: AUS L2 über Bin. (>Ext. AUS L2)	Ext.Einkopplung	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
4414	>Externe Einkopplung: AUS L3 über Bin. (>Ext. AUS L3)	Ext.Einkopplung	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
4417	>Externe Einkopplung: AUS 3polig (>Ext. AUS 3pol)	Ext.Einkopplung	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
4421	Externe Einkopplung ausgeschaltet (Ext. AUS aus)	Ext.Einkopplung	AM	K G	*		*	LED			REL		51	21	1	ja
4422	Externe Einkopplung blockiert (Ext. AUS block)	Ext.Einkopplung	AM	K G	K G		*	LED			REL		51	22	1	ja
4432	Externe Einkopplung: AUS L1, nur 1polig (Ext. AUS1pol L1)	Ext.Einkopplung	AM	*	K		*	LED			REL		51	32	2	nein
4433	Externe Einkopplung: AUS L2, nur 1polig (Ext. AUS1pol L2)	Ext.Einkopplung	AM	*	K		*	LED			REL		51	33	2	nein
4434	Externe Einkopplung: AUS L3, nur 1polig (Ext. AUS1pol L3)	Ext.Einkopplung	AM	*	K		*	LED			REL		51	34	2	nein
4435	Externe Einkopplung: AUS L123, 3polig (Ext. AUS L123)	Ext.Einkopplung	AM	*	K		*	LED			REL		51	35	2	nein
5203	>Frequenzschutz blockieren (>FQS block)	Frequenzschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		70	176	1	ja
5206	>Frequenzschutz Stufe 1 blockieren (>f1 block)	Frequenzschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		70	177	1	ja
5207	>Frequenzschutz Stufe 2 blockieren (>f2 block)	Frequenzschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		70	178	1	ja
5208	>Frequenzschutz Stufe 3 blockieren (>f3 block)	Frequenzschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		70	179	1	ja
5209	>Frequenzschutz Stufe 4 blockieren (>f4 block)	Frequenzschutz	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		70	180	1	ja
5211	Frequenzschutz ist ausgeschaltet (FQS aus)	Frequenzschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		70	181	1	ja
5212	Frequenzschutz ist blockiert (FQS block)	Frequenzschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		70	182	1	ja
5213	Frequenzschutz ist wirksam (FQS wirksam)	Frequenzschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		70	183	1	ja
5215	Frequenzschutz Unterspannungsblockierung (FQS U< block)	Frequenzschutz	AM	k g	k g		*	LED			REL		70	238	1	ja
5232	Frequenzschutz: Anregung Stufe f1 (f1 Anregung)	Frequenzschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		70	230	2	ja
5233	Frequenzschutz: Anregung Stufe f2 (f2 Anregung)	Frequenzschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		70	231	2	ja
5234	Frequenzschutz: Anregung Stufe f3 (f3 Anregung)	Frequenzschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		70	232	2	ja
5235	Frequenzschutz: Anregung Stufe f4 (f4 Anregung)	Frequenzschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		70	233	2	ja
5236	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f1 (f1 AUS)	Frequenzschutz	AM	*	K		*	LED			REL		70	234	2	ja
5237	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f2 (f2 AUS)	Frequenzschutz	AM	*	K		*	LED			REL		70	235	2	ja
5238	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f3 (f3 AUS)	Frequenzschutz	AM	*	K		*	LED			REL		70	236	2	ja
5239	Frequenzschutz: Auslösung Stufe f4 (f4 AUS)	Frequenzschutz	AM	*	K		*	LED			REL		70	237	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
5240	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f1 (Ablauf T f1)	Frequenzschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
5241	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f2 (Ablauf T f2)	Frequenzschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
5242	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f3 (Ablauf T f3)	Frequenzschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
5243	Frequenzschutz: Ablauf Verzög.T Stufe f4 (Ablauf T f4)	Frequenzschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
5803	>Erddiff. blockieren (>EDS block)	Erd-Diff	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
5811	Erddiff. ist ausgeschaltet (EDS aus)	Erd-Diff	AM	K G	*		*	LED			REL		76	11	1	ja
5812	Erddiff. ist blockiert (EDS block)	Erd-Diff	AM	K G	K G		*	LED			REL		76	12	1	ja
5813	Erddiff. ist wirksam (EDS wirksam)	Erd-Diff	AM	K G	*		*	LED			REL		76	13	1	ja
5816	Erddiff.: EDS> (ohne Verzögerungszeit) (EDS> (o.VZ))	Erd-Diff	AM	*	K G		*	LED			REL		76	16	2	ja
5817	Erddiff.: Anregung (EDS Anr)	Erd-Diff	AM	*	K G		m	LED			REL		76	17	2	ja
5821	Erddiff.: Auslösung (EDS AUS)	Erd-Diff	AM	*	K		m	LED			REL		76	21	2	nein
5826	Erddiff.: Auslösegröße D bei AUS o.VZ (EDS D:)	Erd-Diff	WM	*	K G								76	26	4	nein
5827	Erddiff.: Winkelmaß S bei AUS o.VZ (EDS S:)	Erd-Diff	WM	*	K G								76	27	4	nein
6854	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 1 (>AKU KR 1)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6855	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis1 (>AKU LS-HIKO 1)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6856	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 2 (>AKU KR 2)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6857	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis2 (>AKU LS-HIKO 2)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6858	>AKU:Anschluss Kommandorelais Auskreis 3 (>AKU KR 3)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6859	>AKU:Anschluss LS-Hilfskontakt Auskreis3 (>AKU LS-HIKO 3)	Auskreisüberw.	EM	K G	*		*	LED	BE		REL					
6861	Auslösekreisüberw. ist ausgeschaltet (AKU aus)	Auskreisüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		170	53	1	ja
6865	Störung Auslösekreis (Störung Auskr.)	Auskreisüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL		192	36	1	ja
6866	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 1 (AKU Rang Feh 1)	Auskreisüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
6867	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 2 (AKU Rang Feh 2)	Auskreisüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
6868	AKU: Rangierfehler, Auslösekreisüberw. 3 (AKU Rang Feh 3)	Auskreisüberw.	AM	K G	*		*	LED			REL					
7104	>U/AMZ I>>-Stufe blockieren (>U/AMZ I>> blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	4	1	ja
7105	>U/AMZ I>-Stufe blockieren (>U/AMZ I> blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	5	1	ja
7106	>U/AMZ Ip-Stufe blockieren (>U/AMZ Ip blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	6	1	ja
7107	>U/AMZ Ie>>-Stufe blockieren (>U/AMZ Ie>> blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	7	1	ja
7108	>U/AMZ Ie>-Stufe blockieren (>U/AMZ Ie> blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	8	1	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
7109	>U/AMZ Iep-Stufe blockieren (>U/AMZ Iep blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	9	1	ja
7110	>U/AMZ Auskommando-Freigabe (>U/AMZ AUS Frg.)	Überstrom	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL		64	10	1	ja
7130	>U/AMZ I>>>-Stufe blockieren (>U/AMZ I>>> blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	30	1	ja
7131	>U/AMZ I>>>-Stufe freigeben (>U/AMZ I>>> Frg)	Überstrom	EM	K G	K G		*	LED	BE		REL		64	31	1	ja
7132	>U/AMZ Ie>>>-Stufe blockieren (>U/AMZ Ie>>>blk)	Überstrom	EM	K G	*		*	LED	BE		REL		64	32	1	ja
7151	U/AMZ ausgeschaltet (U/AMZ aus)	Überstrom	AM	K G	*		*	LED			REL		64	51	1	ja
7152	U/AMZ blockiert (U/AMZ block)	Überstrom	AM	K G	K G		*	LED			REL		64	52	1	ja
7153	U/AMZ wirksam (U/AMZ wirksam)	Überstrom	AM	*	*		*	LED			REL		64	53	1	ja
7161	U/AMZ: Generalanregung (U/AMZ G-Anr)	Überstrom	AM	*	G		m	LED			REL		64	61	2	ja
7162	U/AMZ: Anregung L1 (U/AMZ Anr L1)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	62	2	ja
7163	U/AMZ: Anregung L2 (U/AMZ Anr L2)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	63	2	ja
7164	U/AMZ: Anregung L3 (U/AMZ Anr L3)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	64	2	ja
7165	U/AMZ: Anregung Erde (U/AMZ Anr E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	65	2	ja
7171	U/AMZ: Anregung nur Erde (U/AMZ Anr nur E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	71	2	nein
7172	U/AMZ: Anregung nur L1 (U/AMZ Anr nurL1)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	72	2	nein
7173	U/AMZ: Anregung L1-E (U/AMZ Anr L1E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	73	2	nein
7174	U/AMZ: Anregung nur L2 (U/AMZ Anr nurL2)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	74	2	nein
7175	U/AMZ: Anregung L2-E (U/AMZ Anr L2E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	75	2	nein
7176	U/AMZ: Anregung L1-L2 (U/AMZ Anr L12)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	76	2	nein
7177	U/AMZ: Anregung L1-L2-E (U/AMZ Anr L12E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	77	2	nein
7178	U/AMZ: Anregung nur L3 (U/AMZ Anr nurL3)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	78	2	nein
7179	U/AMZ: Anregung L3-E (U/AMZ Anr L3E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	79	2	nein
7180	U/AMZ: Anregung L3-L1 (U/AMZ Anr L31)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	80	2	nein
7181	U/AMZ: Anregung L3-L1-E (U/AMZ Anr L31E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	81	2	nein
7182	U/AMZ: Anregung L2-L3 (U/AMZ Anr L23)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	82	2	nein
7183	U/AMZ: Anregung L2-L3-E (U/AMZ Anr L23E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	83	2	nein
7184	U/AMZ: Anregung L1-L2-L3 (U/AMZ Anr L123)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	84	2	nein

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
7185	U/AMZ: Anregung L1-L2-L3-E (U/AMZ Anr L123E)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	85	2	nein
7191	U/AMZ: Anregung I>>-Stufe (U/AMZ I>> Anr)	Überstrom	AM	*	K		m	LED			REL		64	91	2	ja
7192	U/AMZ: Anregung I>-Stufe (U/AMZ I> Anr)	Überstrom	AM	*	K		m	LED			REL		64	92	2	ja
7193	U/AMZ: Anregung Ip-Stufe (U/AMZ Ip Anr)	Überstrom	AM	*	K		m	LED			REL		64	93	2	ja
7201	U/AMZ: Anregung I>>>-Stufe (U/AMZ I>>> Anr)	Überstrom	AM	*	K G		m	LED			REL		64	101	2	ja
7211	U/AMZ: General-Auskommando (U/AMZ G-AUS)	Überstrom	AM	*	*		*	LED			REL		64	111	2	nein
7212	U/AMZ: Auskommando L1, nur 1polig (U/AMZ AUS1polL1)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	112	2	nein
7213	U/AMZ: Auskommando L2, nur 1polig (U/AMZ AUS1polL2)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	113	2	nein
7214	U/AMZ: Auskommando L3, nur 1polig (U/AMZ AUS1polL3)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	114	2	nein
7215	U/AMZ: Auskommando 3polig (U/AMZ AUS L123)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	115	2	nein
7221	U/AMZ: Auskommando I>>-Stufe (U/AMZ I>> AUS)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	121	2	nein
7222	U/AMZ: Auskommando I>-Stufe (U/AMZ I> AUS)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	122	2	nein
7223	U/AMZ: Auskommando Ip-Stufe (U/AMZ Ip AUS)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	123	2	nein
7235	U/AMZ: Auskommando I>>>-Stufe (U/AMZ I>>> AUS)	Überstrom	AM	*	K		*	LED			REL		64	135	2	nein
7325	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L1 (PRF LS1 AUS1pL1)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	25	1	ja
7326	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L2 (PRF LS1 AUS1pL2)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	26	1	ja
7327	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 1polig L3 (PRF LS1 AUS1pL3)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	27	1	ja
7328	LS-Prüfung: LS1-Auskommando 3polig (PRF LS1 AUSL123)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	28	1	ja
7329	LS-Prüfung: LS1-Einkommando (PRF LS1 EIN-Kom)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	29	1	ja
7345	LS-Prüfung läuft (PRF LS läuft)	Prüfungen	AM	K G	*		*	LED			REL		153	45	1	ja
7346	LS-Prüfung Abbruch wegen Störfall (PRF LS Störfall)	Prüfungen	AM_W	K	*											
7347	LS-Prüfung Abbruch, da LS offen (PRF LS offen)	Prüfungen	AM_W	K	*											
7348	LS-Prüfung Abbruch, da LS nicht bereit (PRF LS n. ber.)	Prüfungen	AM_W	K	*											
7349	LS-Prüfung Abbruch, da LS nicht öffnete (PRF LS noch zu)	Prüfungen	AM_W	K	*											
7350	LS-Prüfung erfolgreich abgeschlossen (PRF LS Erfolg)	Prüfungen	AM_W	K	*											
10201	>Übersp.-schutz Ph-E blockieren (>Uph>(>) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10202	>Übersp.-schutz Ph-Ph blockieren (>Uphph>(>) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
10203	>Übersp.-schutz Nullsystem blockieren (>3U0>(>) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10204	>Übersp.-schutz Mitsystem blockieren (>U1>(>) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10205	>Übersp.-schutz Gegensystem blockieren (>U2>(>) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10206	>Untersp.-schutz Ph-E blockieren (>Uph<(<) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10207	>Untersp.-schutz Ph-Ph blockieren (>Uphph<(<) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10208	>Untersp.-schutz Mitsystem blockieren (>U1<(<) blk)	Spannungsschutz	EM	*	*		*	LED	BE		REL					
10215	Übersp.-schutz Ph-E ausgeschaltet (Uph>(>) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	15	1	ja
10216	Übersp.-schutz Ph-E blockiert (Uph>(>) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	16	1	ja
10217	Übersp.-schutz Ph-Ph ausgeschaltet (Uphph>(>) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	17	1	ja
10218	Übersp.-schutz Ph-Ph blockiert (Uphph>(>) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	18	1	ja
10219	Übersp.-schutz Nullsystem ausgeschaltet (3U0>(>) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	19	1	ja
10220	Übersp.-schutz Nullsystem blockiert (3U0>(>) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	20	1	ja
10221	Übersp.-schutz Mitsystem ausgeschaltet (U1>(>) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	21	1	ja
10222	Übersp.-schutz Mitsystem blockiert (U1>(>) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	22	1	ja
10223	Übersp.-schutz Gegensystem ausgeschaltet (U2>(>) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	23	1	ja
10224	Übersp.-schutz Gegensystem blockiert (U2>(>) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	24	1	ja
10225	Untersp.-schutz Ph-E ausgeschaltet (Uph<(<) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	25	1	ja
10226	Untersp.-schutz Ph-E blockiert (Uph<(<) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	26	1	ja
10227	Untersp.-schutz Ph-Ph ausgeschaltet (Uphph<(<) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	27	1	ja
10228	Untersp.-schutz Ph-Ph blockiert (Uphph<(<) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	28	1	ja
10229	Untersp.-schutz Mitsystem ausgeschaltet (U1<(<) aus)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	29	1	ja
10230	Untersp.-schutz Mitsystem blockiert (U1<(<) blk)	Spannungsschutz	AM	K G	K G		*	LED			REL		73	30	1	ja
10231	Über-/Untersp.-schutz wirksam (U</> wirksam)	Spannungsschutz	AM	K G	*		*	LED			REL		73	31	1	ja
10240	Uph>: Anregung (Uph> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	40	2	ja
10241	Uph>>: Anregung (Uph>> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	41	2	ja
10242	Uph>(>): Anregung Phase L1 (Uph>(>) Anr L1)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	42	2	ja
10243	Uph>(>): Anregung Phase L2 (Uph>(>) Anr L2)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	43	2	ja
10244	Uph>(>): Anregung Phase L3 (Uph>(>) Anr L3)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	44	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
10245	Uph>: Zeit T Uph> abgelaufen (T Uph> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10246	Uph>>: Zeit T Uph>> abgelaufen (T Uph>> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10247	Uph(>): Auslösung (Uph>(>) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	47	2	ja
10248	Anregung Uph> Phase L1 (Uph> Anr L1)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10249	Anregung Uph> Phase L2 (Uph> Anr L2)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10250	Anregung Uph> Phase L3 (Uph> Anr L3)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10251	Anregung Uph>> Phase L1 (Uph>> Anr L1)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10252	Anregung Uph>> Phase L2 (Uph>> Anr L2)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10253	Anregung Uph>> Phase L3 (Uph>> Anr L3)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10255	Uphph>: Anregung (Uphph> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	55	2	ja
10256	Uphph>>: Anregung (Uphph>> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	56	2	ja
10257	Uphph>(>): Anregung L1-L2 (Uphph>(>)AnrL12)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	57	2	ja
10258	Uphph>(>): Anregung L2-L3 (Uphph>(>)AnrL23)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	58	2	ja
10259	Uphph>(>): Anregung L3-L1 (Uphph>(>)AnrL31)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	59	2	ja
10260	Uphph>: Zeit T Uphph> abgelaufen (T Uphph> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10261	Uphph>>: Zeit T Uphph>> abgelaufen (T Uphph>>Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10262	Uphph>(>): Auslösung (Uphph>(>) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	62	2	ja
10263	Anregung Uphph> L1-L2 (Uphph> Anr L12)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10264	Anregung Uphph> L2-L3 (Uphph> Anr L23)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10265	Anregung Uphph> L3-L1 (Uphph> Anr L31)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10266	Anregung Uphph>> L1-L2 (Uphph>> Anr L12)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10267	Anregung Uphph>> L2-L3 (Uphph>> Anr L23)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10268	Anregung Uphph>> L3-L1 (Uphph>> Anr L31)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10270	3U0>: Anregung (3U0> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	70	2	ja
10271	3U0>>: Anregung (3U0>> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	71	2	ja
10272	3U0>: Zeit T 3U0> abgelaufen (T 3U0> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10273	3U0>>: Zeit T 3U0>> abgelaufen (T 3U0>> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10274	3U0>(>): Auslösung (3U0>(>) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	74	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
10280	U1>: Anregung (U1> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	80	2	ja
10281	U1>>: Anregung (U1>> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	81	2	ja
10282	U1>: Zeit T U1> abgelaufen (T U1> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10283	U1>>: Zeit T U1>> abgelaufen (T U1>> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10284	U1>(>): Auslösung (U1>(>) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	84	2	ja
10290	U2>: Anregung (U2> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	90	2	ja
10291	U2>>: Anregung (U2>> Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	91	2	ja
10292	U2>: Zeit T U2> abgelaufen (T U2> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10293	U2>>: Zeit T U2>> abgelaufen (T U2>> Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10294	U2>(>): Auslösung (U2>(>) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	94	2	ja
10300	U1<: Anregung (U1< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	100	2	ja
10301	U1<<: Anregung (U1<< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	101	2	ja
10302	U1<: Zeit T U1< abgelaufen (T U1< Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10303	U1<<: Zeit T U1<< abgelaufen (T U1<< Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10304	U1<(<): Auslösung (U1<(<) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	104	2	ja
10310	Uph<: Anregung (Uph< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	110	2	ja
10311	Uph<<: Anregung (Uph<< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	111	2	ja
10312	Uph<(<): Anregung Phase L1 (Uph<(<) AnrL1)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	112	2	ja
10313	Uph<(<): Anregung Phase L2 (Uph<(<) AnrL2)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	113	2	ja
10314	Uph<(<): Anregung Phase L3 (Uph<(<) AnrL3)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	114	2	ja
10315	Uph<: Zeit T Uph< abgelaufen (T Uph< Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10316	Uph<: Zeit T Uph<< abgelaufen (T Uph<<Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10317	Uph<(<): Auslösung (Uph<(<) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	117	2	ja
10318	Anregung Uph< Phase L1 (Uph< Anr L1)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10319	Anregung Uph< Phase L2 (Uph< Anr L2)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10320	Anregung Uph< Phase L3 (Uph< Anr L3)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10321	Anregung Uph<< Phase L1 (Uph<< Anr L1)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10322	Anregung Uph<< Phase L2 (Uph<< Anr L2)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10323	Anregung Uph<< Phase L3 (Uph<< Anr L3)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10325	Uphph<: Anregung (Uphph< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	125	2	ja
10326	Uphph<<: Anregung (Uphph<< Anr)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	126	2	ja

Nr.	Bedeutung	Funktion	Info-Art	Meldespeicher				Rangierbarkeit					IEC 60870-5-103			
				Betriebsmeldung KOM/GEH	Störfallmeldung KOM/GEH	Erdschlussmeldung KOM/GEH	Störschriebmarke	LED	Binäreingang	Funktionstaste	Relais	Flattersperre	Typ	Informationsnummer	Data Unit	GA-pflichtig
10327	Uphph<(<): Anregung L1-L2 (Uphph<(<)AnrL12)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	127	2	ja
10328	Uphph<(<): Anregung L2-L3 (Uphph<(<)AnrL23)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	128	2	ja
10329	Uphph<(<): Anregung L3-L1 (Uphph<(<)AnrL31)	Spannungsschutz	AM	*	K G		*	LED			REL		73	129	2	ja
10330	Uphph<: Zeit T Uphph< abgelaufen (T Uphph< Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10331	Uphph<<: Zeit T Uphph<< abgelaufen (T Uphph<<Ablauf)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10332	Uphph<(<): Auslösung (Uphph<(<) AUS)	Spannungsschutz	AM	*	K		*	LED			REL		73	132	2	ja
10333	Anregung Uphph< L1-L2 (Uphph< Anr L12)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10334	Anregung Uphph< L2-L3 (Uphph< Anr L23)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10335	Anregung Uphph< L3-L1 (Uphph< Anr L31)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10336	Anregung Uphph<< L1-L2 (Uphph<< Anr L12)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10337	Anregung Uphph<< L2-L3 (Uphph<< Anr L23)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
10338	Anregung Uphph<< L3-L1 (Uphph<< Anr L31)	Spannungsschutz	AM	*	*		*	LED			REL					
14080	EF 3I0>>>-Stufe blockiert (EF>>> blockiert)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL					
14081	EF 3I0>>-Stufe blockiert (EF>> blockiert)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL					
14082	EF 3I0>-Stufe blockiert (EF> blockiert)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL					
14083	EF 3I0p-Stufe blockiert (EFP blockiert)	EF Kurzschluss	AM	K G	K G		*	LED			REL					
30053	Störfallaufzeichnung läuft (Störfaufz.läuft)	Störschreibung	AM	*	*		*	LED			REL					
31000	Q0 Schaltspielzähler= (Q0 OpCnt=)	Schaltobjekte	WM													
31001	Q1 Schaltspielzähler= (Q1 OpCnt=)	Schaltobjekte	WM													
31002	Q2 Schaltspielzähler= (Q2 OpCnt=)	Schaltobjekte	WM													
31008	Q8 Schaltspielzähler= (Q8 OpCnt=)	Schaltobjekte	WM													
31009	Q9 Schaltspielzähler= (Q9 OpCnt=)	Schaltobjekte	WM													

A.9 Sammelmeldungen

Nr.	Bedeutung	Nr.	Bedeutung
140	Stör-Sammelmel.	144 181 192 194	Störung 5V Störung Messw. IN(1/5A) falsch IE-Wdl. falsch
160	Warn-Sammelmel.	289 163 165 167 168 169 170 171 177 183 184 185 186 187 188 189 190 191 193 361 3654 3655	Störung ΣI Störung Isymm Störung ΣUphe Störung Usymm Störung Umess Fuse-Failure FFM unverzögert Stör. Ph-Folge Stör Batterie Störung BG1 Störung BG2 Störung BG3 Störung BG4 Störung BG5 Störung BG6 Störung BG7 Störung BG0 Stör. Offset Stör.Abgleichw. >U-Wdl.-Aut. Dis Feh.K0(Z1) Dis Feh.K0(>Z1)
161	Messw.-Überw.I	289 163	Störung ΣI Störung Isymm
164	Messw.-Überw.U	165 167 168	Störung ΣUphe Störung Usymm Störung Umess

A.10 Messwertübersicht

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
-	oberer Grenzwert für IL1dmd (IL1dmd>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für IL2dmd (IL2dmd>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für IL3dmd (IL3dmd>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für I1dmd (I1dmd>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für Pdmd (|Pdmd|>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für Qdmd (|Qdmd|>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	oberer Grenzwert für Sdmd (Sdmd>)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
-	unterer Grenzwert für cos(PHI) (|cosφ|<)	Grenzwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
601	Messwert IL1 (IL1 =)	Messwerte	134	129	nein	9	1	CFC	ASB	GB
602	Messwert IL2 (IL2 =)	Messwerte	134	129	nein	9	2	CFC	ASB	GB
603	Messwert IL3 (IL3 =)	Messwerte	134	129	nein	9	3	CFC	ASB	GB
610	Messwert 3I0 (3I0 =)	Messwerte	134	129	nein	9	14	CFC	ASB	GB
611	Messwert IEE (empfindlicher Erdstrom) (IEE =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
612	Messwert IY (Trafo-Sternpunkt) (IY =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
613	Messwert IP (Parallelleitung) (IP =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
619	Messwert I1 (Mitsystem) (I1 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
620	Messwert I2 (Gegensystem) (I2 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
621	Messwert UL1E (UL1E=)	Messwerte	134	129	nein	9	4	CFC	ASB	GB
622	Messwert UL2E (UL2E=)	Messwerte	134	129	nein	9	5	CFC	ASB	GB
623	Messwert UL3E (UL3E=)	Messwerte	134	129	nein	9	6	CFC	ASB	GB
624	Messwert UL12 (UL12=)	Messwerte	134	129	nein	9	10	CFC	ASB	GB
625	Messwert UL23 (UL23=)	Messwerte	134	129	nein	9	11	CFC	ASB	GB
626	Messwert UL31 (UL31=)	Messwerte	134	129	nein	9	12	CFC	ASB	GB
627	Messwert Uen (Uen =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
631	Messwert 3U0 (3U0 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
632	Messwert U-Sy2 (Usy2=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
633	Messwert UX (UX =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
634	Messwert U1 (Mitsystem) (U1 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
635	Messwert U2 (Gegensystem) (U2 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
636	Messwert U - Differenz (Usy1-Usy2) (Udif=)	Messwerte	130	1	nein	9	2	CFC	ASB	GB
637	Messwert Usy1 (Usy1=)	Messwerte	130	1	nein	9	3	CFC	ASB	GB
638	Messwert Usy2 (Usy2=)	Messwerte	130	1	nein	9	1	CFC	ASB	GB
641	Messwert P (Wirkleistung) (P =)	Messwerte	134	129	nein	9	7	CFC	ASB	GB
642	Messwert Q (Blindleistung) (Q =)	Messwerte	134	129	nein	9	8	CFC	ASB	GB
643	Messwert cosPHI (Leistungsfaktor) (cosφ=)	Messwerte	134	129	nein	9	13	CFC	ASB	GB
644	Messwert f (Frequenz) (f =)	Messwerte	134	129	nein	9	9	CFC	ASB	GB
645	Messwert S (Scheinleistung) (S =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
646	Messwert fsy2 (fsy2=)	Messwerte	130	1	nein	9	4	CFC	ASB	GB
647	Messwert f - Differenz (fdif=)	Messwerte	130	1	nein	9	5	CFC	ASB	GB
648	Messwert PHI - Differenz (φdif=)	Messwerte	130	1	nein	9	6	CFC	ASB	GB
649	Messwert fsy1 (fsy1=)	Messwerte	130	1	nein	9	7	CFC	ASB	GB
679	Messwert U1ko (Mitsystem Kompoundierung) (U1ko=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
684	Messwert U0 (Verlagerungsspannung) (U0 =)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
801	Überlastschutz: Betriebstemperatur (Θ/Θaus=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
802	Überlastwert für L1 (Θ/Θaus L1=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
803	Überlastwert für L2 (Θ/Θaus L2=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
804	Überlastwert für L3 (Θ/Θaus L3=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
833	langfristiger Strommittelwert I1 = (I1dmd =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
834	Mittelwert P = (Pdmd =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
835	Mittelwert Q = (Qdmd =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
836	Mittelwert S = (Sdmd =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
837	Min. des Mittelwertes von IL1= (IL1dmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
838	Max. des Mittelwertes von IL1= (IL1dmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
839	Min. des Mittelwertes von IL2= (IL2dmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
840	Max. des Mittelwertes von IL2= (IL2dmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
841	Min. des Mittelwertes von IL3= (IL3dmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
842	Max. des Mittelwertes von IL3= (IL3dmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
843	Min. des Mittelwertes von I1= (I1dmin =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
844	Max. des Mittelwertes von I1= (I1dmax =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
845	Min. des Mittelwertes von P= (Pdmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
846	Max. des Mittelwertes von P= (Pdmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
847	Min. des Mittelwertes von Q= (Qdmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
848	Max. des Mittelwertes von Q= (Qdmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
849	Min. des Mittelwertes von S= (Sdmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
850	Max. des Mittelwertes von S= (Sdmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
851	Min. des Stromes der Phase L1= (IL1min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
852	Max. des Stromes der Phase L1= (IL1max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
853	Min. des Stromes der Phase L2= (IL2min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
854	Max. des Stromes der Phase L2= (IL2max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
855	Min. des Stromes der Phase L3= (IL3min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
856	Max. des Stromes der Phase L3= (IL3max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
857	Min. des Strom-Mitsystems I1= (I1min =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
858	Max. des Strom-Mitsystems I1= (I1max =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
859	Min. der Spannung L1-E = (UL1Emin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
860	Max. der Spannung L1-E = (UL1Emax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
861	Min. der Spannung L2-E = (UL2Emin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
862	Max. der Spannung L2-E = (UL2Emax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
863	Min. der Spannung L3-E = (UL3Emin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
864	Max. der Spannung L3-E = (UL3Emax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
865	Min. der Spannung L1-L2 = (UL12min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
867	Max. der Spannung L1-L2 = (UL12max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
868	Min. der Spannung L2-L3 = (UL23min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
869	Max. der Spannung L2-L3 = (UL23max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
870	Min. der Spannung L3-L1 = (UL31min=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
871	Max. der Spannung L3-L1 = (UL31max=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
874	Min. der Spannung U1 = (U1min =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
875	Max. der Spannung U1 = (U1max =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
880	Min. der Scheinleistung S = (Smin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
881	Max. der Scheinleistung S = (Smax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
882	Min. der Frequenz f = (fmin=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
883	Max. der Frequenz f = (fmax=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
888	Impulszähler Wirkarbeit Wp = (WpImp =)	Energiezähler	133	55	nein	205	-	CFC	ASB	GB
889	Impulszähler Blindarbeit Wq = (WqImp =)	Energiezähler	133	56	nein	205	-	CFC	ASB	GB
924	Abgegebene Wirkarbeit = (Wp+=)	Energiezähler	133	51	nein	205	-	CFC	ASB	GB
925	Abgegebene Blindarbeit = (Wq+=)	Energiezähler	133	52	nein	205	-	CFC	ASB	GB
928	Bezogene Wirkarbeit = (Wp-=)	Energiezähler	133	53	nein	205	-	CFC	ASB	GB
929	Bezogene Blindarbeit = (Wq-=)	Energiezähler	133	54	nein	205	-	CFC	ASB	GB
963	Langfristiger Strommittelwert L1= (IL1dmd=)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
964	Langfristiger Strommittelwert L2= (IL2dmd=)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
965	Langfristiger Strommittelwert L3= (IL3dmd=)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
966	Messwert RL1E (RL1E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
967	Messwert RL2E (RL2E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
970	Messwert RL3E (RL3E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
971	Messwert RL12 (RL12=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
972	Messwert RL23 (RL23=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
973	Messwert RL31 (RL31=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
974	Messwert XL1E (XL1E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
975	Messwert XL2E (XL2E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
976	Messwert XL3E (XL3E=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
977	Messwert XL12 (XL12=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
978	Messwert XL23 (XL23=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
979	Messwert XL31 (XL31=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1040	Min. der abgegeb. Wirkleistung P = (PminAbgabe=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1041	Max. der abgegeb. Wirkleistung P = (PmaxAbgabe=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1042	Min. der bezog. Wirkleistung P = (PminBezug =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1043	Max. der bezog. Wirkleistung P = (PmaxBezug =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1044	Min. der abgegeb. Blindleistung Q = (QminAbgabe=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1045	Max. der abgegeb. Blindleistung Q = (QmaxAbgabe=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1046	Min. der bezog. Blindleistung Q = (QminBezug =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1047	Max. der bezog. Blindleistung Q = (QmaxBezug =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1048	Cos(PHI)min (vorwärts) = (cosφminPos=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1049	Cos(PHI)max (vorwärts) = (cosφmaxPos=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1050	Cos(PHI)min (rückwärts) = (cosφminNeg=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1051	Cos(PHI)max (rückwärts) = (cosφmaxNeg=)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1052	Mittelwert der abgegeb. Wirkleistung P = (PdmdAbgabe=)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1053	Mittelwert der bezog. Wirkleistung P = (PdmdBezug =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1054	Mittelwert der abgegeb. Blindleistung Q= (QdmdAbgabe=)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
1055	Mittelwert der bezog. Blindleistung Q = (QdmdBezug =)	Mittelwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7731	Winkel IL1 -> IL2 (lokal gemessen) (Φ IL1L2=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
7732	Winkel IL2 -> IL3 (lokal gemessen) (Φ IL2L3=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7733	Winkel IL3 -> IL1 (lokal gemessen) (Φ IL3L1=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7734	Winkel UL1 -> UL2 (lokal gemessen) (Φ UL1L2=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7735	Winkel UL2 -> UL3 (lokal gemessen) (Φ UL2L3=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7736	Winkel UL3 -> UL1 (lokal gemessen) (Φ UL3L1=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7737	Winkel UL1 -> IL1 (lokal gemessen) (Φ UIL1=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7738	Winkel UL2 -> IL2 (lokal gemessen) (Φ UIL2=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7739	Winkel UL3 -> IL3 (lokal gemessen) (Φ UIL3=)	Messwerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7742	IDiffL1 (% von Betriebsnennstrom) (IDiffL1=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	1	CFC	ASB	GB
7743	IDiffL2 (% von Betriebsnennstrom) (IDiffL2=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	2	CFC	ASB	GB
7744	IDiffL3 (% von Betriebsnennstrom) (IDiffL3=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	3	CFC	ASB	GB
7745	IStabL1 (% von Betriebsnennstrom) (IStabL1=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	4	CFC	ASB	GB
7746	IStabL2 (% von Betriebsnennstrom) (IStabL2=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	5	CFC	ASB	GB
7747	IStabL3 (% von Betriebsnennstrom) (IStabL3=)	Messw.Diff/Stab	134	122	nein	9	6	CFC	ASB	GB
7748	IDiff3I0 (% von Betriebsnennstrom) (Diff3I0=)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7751	WS1 LZ (Signallaufzeit) (WS1 LZ)	Statistik	134	122	nein	9	7	CFC	ASB	GB
7752	WS2 LZ (Signallaufzeit) (WS2 LZ)	Statistik	134	122	nein	9	9	CFC	ASB	GB
7753	WS1Verf/m (Verfügbarkeit) (WS1V/m)	Statistik	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7754	WS1Verf/h (Verfügbarkeit) (WS1V/h)	Statistik	134	122	nein	9	8	CFC	ASB	GB
			134	121	nein	9	3			
7755	WS2Verf/m (Verfügbarkeit) (WS2V/m)	Statistik	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7756	WS2Verf/h (Verfügbarkeit) (WS2V/h)	Statistik	134	122	nein	9	10	CFC	ASB	GB
			134	121	nein	9	6			
7761	Geräteadresse des 1. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7762	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7763	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7764	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7765	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7766	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7767	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7769	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7770	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7771	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7772	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7773	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7774	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 1	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7781	Geräteadresse des 2. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7782	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7783	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
7784	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7785	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7786	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7787	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7789	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7790	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7791	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7792	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7793	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7794	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 2	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7801	Geräteadresse des 3. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7802	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7803	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7804	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7805	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7806	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7807	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7809	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7810	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7811	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7812	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7813	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7814	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 3	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7821	Geräteadresse des 4. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7822	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7823	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7824	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7825	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7826	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7827	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7829	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7830	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7831	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7832	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7833	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7834	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 4	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7841	Geräteadresse des 5. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7842	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7843	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7844	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7845	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7846	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

Nr.	Bedeutung	Funktion	IEC 60870-5-103					Rangierbarkeit		
			Typ	Informationsnummer	Kompatibilität	Data Unit	Position	CFC	Abzweigsteuerbild	Grundbild
7847	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7849	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7850	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7851	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7852	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7853	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7854	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 5	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7861	Geräteadresse des 6. Gerätes (Geräte ADR)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7862	IL1 (% von Betriebsnennstrom) (IL1_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7863	Winkel IL1_fern <-> IL1_lokal (ΦI L1=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7864	IL2 (% von Betriebsnennstrom) (IL2_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7865	Winkel IL2_fern <-> IL2_lokal (ΦI L2=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7866	IL3 (% von Betriebsnennstrom) (IL3_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7867	Winkel IL3_fern <-> IL3_lokal (ΦI L3=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7869	UL1 (% von Betriebsnennspannung) (UL1_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7870	Winkel UL1_fern <-> UL1_lokal (ΦU L1=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7871	UL2 (% von Betriebsnennspannung) (UL2_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7872	Winkel UL2_fern <-> UL2_lokal (ΦU L2=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7873	UL3 (% von Betriebsnennspannung) (UL3_BN =)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7874	Winkel UL3_fern <-> UL3_lokal (ΦU L3=)	Messw. Gerät 6	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7875	WS1 LZ empf (Signallaufzeit) (WS1 LZ E)	Statistik	134	121	nein	9	1	CFC	ASB	GB
7876	WS1 LZ senden (Signallaufzeit) (WS1 LZ S)	Statistik	134	121	nein	9	2	CFC	ASB	GB
7877	WS2 LZ empf (Signallaufzeit) (WS2 LZ E)	Statistik	134	121	nein	9	4	CFC	ASB	GB
7878	WS2 LZ senden (Signallaufzeit) (WS2 LZ S)	Statistik	134	121	nein	9	5	CFC	ASB	GB
7880	Messwert Ladestrom L1 (Ic L1 =)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7881	Messwert Ladestrom L2 (Ic L2 =)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
7882	Messwert Ladestrom L3 (Ic L3 =)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
10102	Min. der Spannung 3U0 = (3U0min =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
10103	Max. der Spannung 3U0 = (3U0max =)	MinMaxWerte	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
30654	IDiff EDS (% von Beriebsnennstrom) (IDiffEDS=)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB
30655	IStab EDS (% von Betriebsnennstrom) (IStabEDS=)	Messw.Diff/Stab	-	-	-	-	-	CFC	ASB	GB

■

Literaturverzeichnis

/1/ SIPROTEC 4 Systembeschreibung; E50417-H1100-C151-A2

/2/ SIPROTEC DIGSI, Start UP; E50417-G1100-C152-A2

/3/ DIGSI CFC, Handbuch; E50417-H1100-C098-A4

/4/ SIPROTEC SIGRA 4, Handbuch; E50417-H1100-C070-A2

/5/ Ziegler, Gerhard; Digitaler Distanzschutz; Grundlagen und Anwendungen; Erlangen 1999; ISBN 3-89578-141-X

Glossar

Abzweigsteuerbild

Das bei Geräten mit großem (grafischem) Display nach Betätigung der Control-Taste sichtbare Bild heißt Abzweigsteuerbild. Es enthält die im Abzweig zu steuernden Schaltgeräte mit Zustandsdarstellung. Es dient zur Durchführung von Schalthandlungen. Die Festlegung dieses Bildes ist Teil der Projektierung.

AM

Ausgangsmeldung

AM_W

Ausgangsmeldung Wischer → Wischermeldung

B_xx

Befehl ohne Rückmeldung

Baumansicht

Der linke Bereich des Projektfensters stellt die Namen und Symbole aller Behälter eines Projektes in Form einer hierarchischen Baumstruktur dar. Dieser Bereich wird als Baumansicht bezeichnet.

Behälter

Kann ein Objekt andere Objekte enthalten, wird es als Behälter bezeichnet. Das Objekt Ordner beispielsweise ist ein solcher Behälter.

Bitmustermeldung

Bitmustermeldung ist eine Verarbeitungsfunktion, mit deren Hilfe parallel über mehrere Eingänge anliegende, digitale Prozessinformationen zusammenhängend erfasst und weiterverarbeitet werden können. Die Bitmusterlänge kann gewählt werden als 1, 2, 3 oder 4 Byte.

BM_xx

→ Bitmustermeldung (Bitstring Of x Bit), x bezeichnet die Länge in Bits (8, 16, 24 oder 32 Bit).

BR_xx

Befehl mit Rückmeldung

CFC

Continuous Function Chart. CFC ist ein graphischer Editor, mit dem aus vorgefertigten Bausteinen ein Programm projektiert werden kann.

CFC-Bausteine

Bausteine sind durch ihre Funktion, ihre Struktur oder ihren Verwendungszweck abgegrenzte Teile des Anwenderprogramms.

COMTRADE

Common Format for Transient Data Exchange, Format für Störschriebe.

Datenfenster

Der rechte Bereich des Projektfensters stellt den Inhalt des im → Navigationsfenster angewählten Bereichs dar, z.B. Meldungen, Messwerte etc. der Informationslisten oder die Funktionsauswahl für die Parametrierung des Gerätes.

DCF77

Die hochgenaue offizielle Uhrzeit wird in der Bundesrepublik Deutschland von der Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt PTB in Braunschweig geführt. Die Atomuhrenanlage der PTB sendet diese Uhrzeit über den Langwellen-Zeitzeichensender in Mainflingen bei Frankfurt/Main aus. Das ausgestrahlte Zeitzeichen kann in einem Umkreis von ca. 1500 km um Frankfurt/Main empfangen werden.

DM

→ Doppelmeldung

DM_S

→ Doppelmeldung, Störstellung 00

Doppelbefehl

Doppelbefehle sind Prozessausgaben, die an 2 Ausgängen 4 Prozesszustände darstellen: 2 definierte (z.B. Ein/Aus) und 2 undefinierte Zustände (z.B. Störstellungen)

Doppelmeldung

Doppelmeldungen sind Prozessinformationen, die an 2 Eingängen 4 Prozesszustände darstellen: 2 definierte (z.B. Ein/Aus) und 2 undefinierte Zustände (z.B. Störstellungen).

Drag & Drop

Kopier-, Verschiebe- und Verknüpfungsfunktion, eingesetzt bei grafischen Oberflächen. Mit der Maus werden Objekte markiert, festgehalten und von einem Datenbereich zu einem anderen bewegt.

EGB-Schutz

EGB-Schutz ist die Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zum Schutz elektrostatisch gefährdeter Bauteile.

Einzelbefehl

Einzelbefehle sind Prozessausgaben, die an einem Ausgang 2 Prozesszustände (z.B. Ein/Aus) darstellen.

Einzelmeldung

Einzelmeldungen sind Prozessinformationen, die an einem Eingang 2 Prozesszustände (z.B. Ein/Aus) darstellen.

Elektromagnetische Verträglichkeit

Unter Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) versteht man die Fähigkeit eines elektrischen Betriebsmittels, in einer vorgegebenen Umgebung fehlerfrei zu funktionieren, ohne dabei das Umfeld in unzulässiger Weise zu beeinflussen.

EM

→ Einzelmeldung

EM_W

→ Einzelmeldung Wischer → Wischermeldung, → Einzelmeldung

EMV

→ Elektromagnetische Verträglichkeit

Erde

Das leitfähige Erdreich, dessen elektrisches Potential an jedem Punkt gleich Null gesetzt werden kann. Im Bereich von Erdern kann das Erdreich ein von Null abweichendes Potential haben. Für diesen Sachverhalt wird häufig der Begriff “Bezugserde" verwendet.

Erden

Erden heißt, einen elektrisch leitfähigen Teil über eine Erdungsanlage mit → Erde zu verbinden.

erdfrei

Ohne galvanische Verbindung zur → Erde.

Erdung

Erdung ist die Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zum Erden.

ExB

Externer Befehl ohne Rückmeldung über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch

ExBMxx

Externe Bittmustermeldung über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch → Bitmustermeldung

ExBR

Befehl mit Rückmeldung über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch

ExDM

Externe Doppelmeldung über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch → Doppelmeldung

ExDM_S

Externe Doppelmeldung über ETHERNET-Anschluss, Störstellung 00, gerätespezifisch, → Doppelmeldung

ExEM

Externe Einzelmeldung über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch → Einzelmeldung

ExEM_W

Externe Einzelmeldung über ETHERNET-Anschluss Wischer, gerätespezifisch, → Wischermeldung, → Einzelmeldung

ExZW

Externer Zählwert über ETHERNET-Anschluss, gerätespezifisch

Feldgeräte

Oberbegriff für alle der Feldebene zugeordneten Geräte: Schutzgeräte, Kombigeräte, Feldleitgeräte.

Feldleitgeräte

Feldleitgeräte sind Geräte mit Steuer- und Überwachungsfunktionen ohne Schutzfunktionen.

Flattersperre

Ein schnell intermittierender Eingang (z.B. aufgrund eines Relaiskontaktfehlers) wird nach einer parametrierbaren Überwachungszeit abgeschaltet und kann somit keine weiteren Signaländerungen erzeugen. Die Funktion verhindert im Fehlerfall die Überlastung des Systems.

FMS Kommunikationszweig

Innerhalb eines FMS Kommunikationszweiges kommunizieren die Teilnehmer auf Basis des PROFIBUS FMS Protokolls über ein PROFIBUS FMS Netz.

Generalabfrage (GA)

Zum Systemanlauf wird der Zustand aller Prozesseingänge, des Status und des Fehlerabbildes abgefragt. Mit diesen Informationen wird das systemseitige Prozessabbild aufgedatet. Ebenso kann nach Datenverlust mittels einer GA der aktuelle Prozesszustand abgefragt werden.

Gerätecontainer

In der Komponentensicht sind alle SIPROTEC 4 Geräte einem Objekt des Typs Gerätecontainer untergeordnet. Dieses Objekt ist ein spezielles Objekt des DIGSI Managers. Da es im DIGSI Manager jedoch keine Komponentensicht gibt, wird dieses Objekt erst in Verbindung mit STEP 7 sichtbar.

GOOSE-Nachricht

GOOSE-Nachrichten (Generic Object Oriented Substation Event) gemäß IEC 61850 sind Datenpakete, die zyklisch und ereignisgesteuert über das Ethernet-Kommunikationssystem übertragen werden. Sie dienen dem direkten Informationsaustausch der Geräte untereinander. Über diesen Mechanismus wird die Querkommunikation zwischen Feldgeräten realisiert.

GPS

Global Positioning System. Satelliten mit Atomuhren an Bord bewegen sich auf verschiedenen Bahnen in ca. 20 000 km Höhe zweimal täglich um die Erde. Sie senden Signale aus, die unter anderem die GPS-Weltzeit enthalten. Der GPS-Empfänger bestimmt aus den empfangenen Signalen die eigene Position. Aus der Position kann er die Laufzeit des Signals eines Satelliten ableiten und damit die gesendete GPS-Weltzeit korrigieren.

GW

Grenzwert

GWB

Grenzwert, benutzerdefiniert

Hierarchieebene

In einer Struktur mit über- und untergeordneten Objekten ist eine Hierarchieebene eine Ebene gleichgeordneter Objekte.

HV-Feldbeschreibung

Die HV-Projektbeschreibungsdatei enthält Angaben, welche Felder innerhalb eines ModPara-Projektes vorhanden sind. Die eigentlichen Feldinformationen sind je Feld in einer HV-Feldbeschreibungsdatei gespeichert. Innerhalb der HV-Projektbeschreibungsdatei wird jedem Feld eine solche HV-Feldbeschreibungsdatei durch einen Verweis auf den Dateinamen zugeordnet.

HV-Projektbeschreibung

Sind Projektierung und Parametrierung von PCUs und Submodulen mit ModPara abgeschlossen, werden alle Daten exportiert. Die Daten werden dabei auf mehrere Dateien verteilt. Eine Datei enthält Angaben zur grundsätzlichen Projektstruktur. Dazu zählt beispielsweise auch die Information, welche Felder innerhalb dieses Projektes vorhanden sind. Diese Datei wird als HV-Projektbeschreibungsdatei bezeichnet.

ID

Interne Doppelmeldung → Doppelmeldung

ID_S

Interne Doppelmeldung Störstellung 00, → Doppelmeldung

IE

Interne Einzelmeldung → Einzelmeldung

IE_W

Interne Meldung Wischer → Wischermeldung, → Einzelmeldung

IEC

International Electrotechnical Commission, internationales Normungsgremium

IEC Adresse

Innerhalb eines IEC Busses muss jedem SIPROTEC 4 Gerät eine eindeutige IEC Adresse zugewiesen werden. Insgesamt stehen 254 IEC Adressen je IEC Bus zur Verfügung.

IEC Kommunikationszweig

Innerhalb eines IEC Kommunikationszweiges kommunizieren die Teilnehmer auf Basis des Protokolls IEC60-870-5-103 über einen IEC Bus.

IEC61850

Weltweiter Kommunikationsstandard für die Kommunikation in Schaltanlagen. Ziel dieses Standards ist die Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller am Stationsbus. Zur Übertragung der Daten wird ein Ethernet-Netzwerk eingesetzt.

IGK Verbund

Die Intergerätekommunikation, kurz IGK, dient dem direkten Austausch von Prozessinformationen zwischen SIPROTEC 4 Geräten. Zur Projektierung einer Intergerätekommunikation benötigen Sie ein Objekt des Typs IGK Verbund. In diesem Objekt werden die einzelnen Teilnehmer des Verbundes sowie notwendige Kommunikationsparameter festgelegt. Art und Umfang des Informationsaustausches der Teilnehmer untereinander ist ebenso in diesem Objekt gespeichert.

Initialisierungsstring

Ein Initialisierungsstring besteht aus einer Reihe modemspezifischer Befehle. Diese werden im Rahmen einer Modeminitialisierung in das Modem übertragen. Die Befehle können beispielsweise bestimmte Einstellungen für das Modem erzwingen.

Intergerätekommunikation

→ IGK Verbund

IPZW

Impuls-Zählwert

IRIG-B

Zeitzeichencode der Inter-Range Instrumentation Group

ISO 9001

Die Normenreihe ISO 9000 ff definiert Maßnahmen zur Sicherung der Qualität eines Produktes von der Entwicklung bis zur Fertigung.

Kombigeräte

Kombigeräte sind Feldgeräte mit Schutzfunktionen und mit Abzweigsteuerbild.

Kommunikationsreferenz KR

Die Kommunikationsreferenz beschreibt die Art und Ausführung eines Teilnehmers an der Kommunikation per PROFIBUS.

Kommunikationszweig

Ein Kommunikationszweig entspricht der Konfiguration von 1 bis n Teilnehmer, die über einen gemeinsamen Bus kommunizieren.

Komponentensicht

Im SIMATIC Manager steht Ihnen neben der Topologischen Sicht noch die Komponentensicht zur Auswahl. Die Komponentensicht bietet keinen Überblick zur Hierarchie eines Projektes. Vielmehr gibt sie eine Übersicht zu allen innerhalb eines Projektes vorhandenen SIPROTEC 4 Geräten.

Linkadresse

Die Linkadresse gibt die Adresse eines V3/V2-Gerätes an.

Listenansicht

Im rechten Bereich des Projektfensters werden die Namen und Symbole der Objekte angezeigt, die sich innerhalb eines in der Baumansicht selektierten Behälters befinden. Da die Darstellung in Form einer Liste erfolgt, wird dieser Bereich auch als Listenansicht bezeichnet.

Master

Master dürfen Daten an andere Teilnehmer schicken und von anderen Teilnehmern Daten anfordern. DIGSI arbeitet als Master.

MLFB

MLFB ist die Abkürzung für Maschinenlesbare Fabrikatebezeichnung. Diese ist gleichbedeutend mit der Bestellnummer. In der Bestellnummer ist der Typ und die Ausführung eines SIPROTEC 4 Gerätes verschlüsselt.

Modemprofil

Ein Modemprofil besteht aus dem Namen des Profils, einem Modemtreiber und optional mehreren Initialisierungsbefehlen sowie einer Teilnehmeradresse. Sie können für ein physisches Modem mehrere Modemprofile erstellen. Dazu verknüpfen Sie unterschiedliche Initialisierungsbefehle oder Teilnehmeradressen mit einem Modemtreiber und dessen Eigenschaften und speichern diese unter verschiedenen Namen ab.

Modems

In diesem Objekttyp werden Modemprofile für eine Modemverbindung gespeichert.

Modemverbindung

Dieser Objekttyp enthält Informationen zu den beiden Partner einer Modemverbindung, lokales Modem und fernes Modem.

MW

Messwert

MWB

Messwert, benutzerdefiniert

MWZ

Messwert mit Zeit

MWZW

Zählwert, der aus einem Messwert gebildet wird

Navigationsfenster

Linker Bereich des Projektfensters, der die Namen und Symbole aller Behälter eines Projektes in Form einer hierarchischen Baumstruktur darstellt.

Objekt

Jedes Element einer Projektstruktur wird in DIGSI als Objekt bezeichnet.

Objekteigenschaften

Jedes Objekt besitzt Eigenschaften. Dies können zum einen allgemeine Eigenschaften sein, die mehreren Objekten gemeinsam sind. Zum anderen kann ein Objekt auch für es spezifische Eigenschaften besitzen.

Offline

In der Betriebsart Offline ist eine Verbindung zu einem SIPROTEC 4 Gerät nicht nötig. Sie arbeiten mit Daten, die in Dateien gespeichert sind.

Online

In der Betriebsart Online besteht eine physische Verbindung zu einem SIPROTEC 4 Gerät. Diese kann als direkte Verbindung, als Modemverbindung oder PROFIBUS FMS Verbindung realisiert sein.

Ordner

Dieser Objekttyp dient zur hierarchischen Strukturierung eines Projektes.

Parametersatz

Der Parametersatz ist die Gesamtheit aller Parameter, die für ein SIPROTEC 4 Gerät einstellbar sind.

Parametrierung

Umfassender Begriff für alle Einstellarbeiten am Gerät. Die Parametrierung erfolgt mit DIGSI oder teilweise auch direkt am Gerät.

PROFIBUS

PROcess FIeld BUS, deutsche Prozess- und Feldbusnorm, die in der Norm EN 50170, Volume 2, PROFIBUS, festgelegt ist. Sie gibt die funktionellen, elektrischen und mechanischen Eigenschaften für einen bitseriellen Feldbus vor.

PROFIBUS Adresse

Innerhalb eines PROFIBUS Netzes muss jedem SIPROTEC 4 Gerät eine eindeutige PROFIBUS Adresse zugewiesen werden. Insgesamt stehen 254 PROFIBUS Adressen je PROFIBUS Netz zur Verfügung.

Projekt

Inhaltlich ist ein Projekt das Abbild eines realen Energieversorgungssystems. Grafisch stellt sich ein Projekt für Sie dar als eine Anzahl von Objekten, die in eine hierarchische Struktur eingebunden sind. Physisch besteht ein Projekt aus einer Reihe von Verzeichnissen und Dateien, die Projektdaten enthalten.

Prozessbus

Bei Geräten mit Prozessbusschnittstelle ist eine direkte Kommunikation mit SICAM HV-Modulen möglich. Die Prozessbusschnittstelle ist mit einem Ethernet-Modul bestückt.

Pufferbatterie

Die Pufferbatterie gewährleistet, dass festgelegte Datenbereiche, Merker, Zeiten und Zähler remanent gehalten werden.

Reorganisieren

Durch das häufige Hinzufügen und Löschen von Objekten entstehen Speicherbereiche, die nicht mehr genutzt werden können. Durch das Reorganisieren von Projekten werden diese Speicherbereiche wieder freigegeben. Durch das Reorganisieren werden jedoch auch die VD-Adressen neu vergeben. Das hat zur Folge, dass alle SIPROTEC 4 Geräte neu initialisiert werden müssen.

RIO-Datei

Relay data Interchange format by Omicron.

RSxxx-Schnittstelle

Serielle Schnittstellen RS232, RS422/485

Schutzgeräte

Alle Geräte mit Schutzfunktion und ohne Abzweigsteuerbild.

Serviceschnittstelle

Rückwärtige serielle Schnittstelle bei den Geräten zur Ankopplung von DIGSI (z.B. über Modem).

SICAM SAS

Modular aufgebautes Stationsleitsystem, basierend auf dem Substation Controller → SICAM SC und dem Bedien- und Beobachtungssystem SICAM WinCC.

SICAM SC

Substation Controller. Modular aufgebautes Unterstationsleitsystem, basierend auf dem Automatisierungssystem SIMATIC M7.

SICAM WinCC

Das Bedien- und Beobachtungssystem SICAM WinCC stellt den Zustand Ihres Netzes graphisch dar, visualisiert Alarme und Meldungen, archiviert die Netzdaten, bietet die Möglichkeit manuell in den Prozess einzugreifen und verwaltet die Systemrechte der einzelnen Mitarbeiter.

SIPROTEC

Der eingetragene Markenname SIPROTEC wird für die auf der Systembasis V4 realisierten Geräte verwendet.

SIPROTEC 4 Variante

Dieser Objekttyp stellt eine Variante eines Objektes des Typs SIPROTEC 4 Gerät dar. Die Gerätedaten dieser Variante können sich von den Gerätedaten des ursprünglichen Objektes durchaus unterscheiden. Alle vom ursprünglichen Objekt abgeleiteten Varianten besitzen jedoch dessen VD-Adresse. Sie korrespondieren daher stets mit dem selben realen SIPROTEC 4 Gerät wie das Ursprungsobjekt. Sie verwenden Objekte des Typs SIPROTEC 4 Variante beispielsweise, um während der Parametrierung eines SIPROTEC 4 Gerätes unterschiedliche Arbeitsstände zu dokumentieren.

SIPROTEC 4 Gerät

Dieser Objekttyp repräsentiert ein reales SIPROTEC 4 Gerät mit allen darin enthaltenen Einstellwerten und Prozessdaten.

Slave

Ein Slave darf nur nach Aufforderung durch einen Master Daten mit diesem austauschen. SIPROTEC 4 Geräte arbeiten als Slave.

Systemschnittstelle

Rückwärtige serielle Schnittstelle bei den Geräten zur Ankopplung an eine Leittechnik über IEC oder PROFIBUS.

Teilnehmer

Im Rahmen eines Intergerätekommunikationsverbundes können ab DIGSI V4.6 bis zu 32 dafür geeignete SIPROTEC 4 Geräte miteinander kommunizieren. Die einzelnen beteiligten Geräte werden als Teilnehmer bezeichnet.

Teilnehmeradresse

Eine Teilnehmeradresse besteht aus dem Namen des Teilnehmers, der Landeskennzahl, der Vorwahl und der teilnehmerspezifischen Telefonnummer.

Telefonbuch

In diesem Objekttyp werden Teilnehmeradressen für die Modemverbindung gespeichert.

TM

→ Trafostufenmeldung

Topologische Sicht

Der DIGSI Manager zeigt ein Projekt immer in der Topologischen Sicht an. Diese stellt die hierarchische Struktur eines Projektes mit allen vorhandenen Objekten dar.

Trafostufenmeldung

Trafostufenmeldung ist eine Verarbeitungsfunktion auf der DI, mit deren Hilfe die Stufen der Trafoverstellung zusammenhängend erfasst und weiterverarbeitet werden können.

VD

Ein VD (Virtual Device - virtuelles Gerät) umfasst alle Kommunikationsobjekte sowie deren Eigenschaften und Zustände, die von einem Kommunikationsanwender durch Dienste genutzt werden. Ein VD kann dabei ein physisches Gerät, eine Baugruppe eines Gerätes oder ein Softwaremodul sein.

VD-Adresse

Die VD-Adresse wird automatisch vom DIGSI Manager vergeben. Sie existiert projektweit nur ein einziges Mal und dient so zur eindeutigen Identifikation eines real existierenden SIPROTEC 4 Gerätes. Die vom DIGSI Manager vergebene VD-Adresse muss in das SIPROTEC 4 Gerät übertragen werden, um eine Kommunikation mit der DIGSI Gerätebearbeitung zu ermöglichen.

Verbundmatrix

Im Rahmen eines Intergerätekommunikationsverbundes, kurz IGK Verbund, können ab DIGSI V4.6 bis zu 32 dafür geeignete SIPROTEC 4 Geräte miteinander kommunizieren. Welche Geräte welche Informationen austauschen, wird mit Hilfe der Verbundmatrix festgelegt.

VFD

Ein VFD (Virtual Field Device - virtuelles Feldgerät) umfasst alle Kommunikationsobjekte sowie deren Eigenschaften und Zustände, die von einem Kommunikationsanwender durch Dienste genutzt werden.

Wischermeldung

Wischermeldungen sind sehr kurzzeitig anstehende → Einzelmeldungen bei denen nur das Kommen des Prozess-Signals zeitrichtig erfasst und weiterverarbeitet wird.

WM

Wertmeldung

Zählwert

Zählwerte sind eine Verarbeitungsfunktion, mit deren Hilfe die Gesamtzahl von diskreten gleichartigen Ereignissen (Zählimpulse), meist als Integral über eine Zeitspanne ermittelt wird. Im EVU-Bereich wird üblicherweise die elektrische Arbeit als Zählwert erfasst (Energiebezug/-lieferung, Energietransport).

Zeitstempelung

Zeitstempelung ist das Zuordnen der Echtzeit zu einem Prozessereignis.

Index

A

Abhängige Nullspannungsstufe mit inverser Kennlinie *239*
Abhängige Stromstufe (Erdkurzschlussschutz)
ANSI-Kennlinie *238, 597*
IEC-Kennlinie *237, 596*
Logarithmisch inverse Kennlinie *238, 597*
Abhängige Stromstufe (Überstromzeitschutz)
ANSI-Kennlinie *612*
IEC-Kennlinie *611*
Abhängige Zone *153, 171*
Abrufbare Meldungen *464*
Adaptive spannungslose Pause (ASP) *333*
Allgemein *39*
Analog-/Digitalwandler *23*
Analoge Ein- und Ausgänge *570*
Analogeingänge *22*
Anlagenanschlüsse
Kontrolle *527*
Anlagendaten 1 *47*
Anlagendaten 2 *58*
Anregelogik *301*
Anregelogik des Gesamtgerätes *445*
Anregeprogramme *124*
Anwenderdefinierbare Funktionen *626*
Anwurf Schalterversagerschutz *394*
Anzeigefeld *461*
Arbeiten an Steckverbindern *500*
Arbeitspolygon *147*
Arbeitspolygone *147*
Ausgangsrelais *461*
Auslesen Parameter *482*
Auslösecharakteristik *164*
Auslöseebenen *169*
Auslösekreisüberwachung *494, 625*
Auslöselogik *181, 301*
Auslöselogik des Gesamtgerätes *446*
Auslösung bei schwacher Einspeisung
Betriebsart *606*
franz. Spezifikation *607*
klassisch *606*
Unterspannung *606*
Zeiten *606*
Auslösungen *465*
Ausschaltströme *465*
Austausch von Schnittstellen *499*

B

Bedienschnittstelle *574*
Kontrolle *523*
Befehlsauftrages *484*
Befehlsausgabe *489*
Befehlsbearbeitung *483*
Befehlsdurchführung *484*
Befehlspfad *484*
Befehlsquittierung *489*
Befehlstypen *483*
Begrenzung bei anwenderdefinierten Funktionen *627*
Berechnung der Impedanzen *127*
Bereitschalten des Gerätes *567*
Bestelldaten *638*
Betriebsarten der Einschaltkontrolle *347*
Betriebsmeldepuffer *631*
Betriebsmeldungen *463*
Betriebsmesswerte *467, 630*
Betriebsüberstromfaktor *52*
Betriebszustandswechsels *534*
Binärausgaben *461*
Binärausgänge *572*
Binäreingänge *572*
Blockieren der Zone Z1 *133*
Blockierung *233, 235*
Blockierverfahren *205*

D

DCF 77 *36*
Dialogbox *533*
Differentialschutz *29*
Anregung *104*
Ansprechwerte *106, 107, 108, 585*
Auslöselogik *105*
Besonderheiten *41*
Blockierung *103*
Eigenzeiten *585*
Einschaltstabilisierung *100, 109, 586*
Gerät abschalten *81*
Grundprinzip mehrere Enden *96*
Grundprinzip zwei Enden *95*
IBS-Modus *85*
Interblockierung *103*
Kommunikationskette *97*

Ladestromkompensation *98, 108*
Ladungsvergleich *102*
Messgrößen-Auswertung *101*
Messwertsynchronisierung *97*
Messwertübertragung *96*
Notbetrieb *586*
Selbststabilisierung *586*
Stabilisierung *98*
Stromwandlerfehler *99*
Testmodus *83*
Toleranzen *99*
Topologie *583*
Verzögerungen *107*
Verzögerungszeiten *586*
Weitere Einflüsse *99*
Wirkschnittstellen *583*
Zone Z1 *133*
Differentialstrom
Ansprechwert *106*
Differentialstromwerte *453*
Direkte Mitnahme *196*
Direktverbindung *78*
Distanzschutz *30, 589*
Anregung *122, 590*
Besonderheiten *42*
Distanzmessung *591*
Erdfehlererkennung *589*
Erdimpedanzanpassung *589*
Erdimpedanzverhältnis *51*
Notbetrieb *592*
Parallelleitungsanpassung *589*
Phasenbevorzugung *589*
Signalübertragungsverfahren *594*
Zeiten *592*
Zone Z1 *133*
Doppelfehler im geerdeten Netz *130*
Doppelfehler im nicht geerdeten Netz *131*
Doppelfehler im wirksam geerdeten Netz *136*
Drahtbruchüberwachung *417*
Dreiphasiger Messspannungsausfall *430*
Dreipolige Kopplung *68*
Dreipolige Schaltermitnahme *332*

E

Echofunktion *213, 217*
Echofunktion (EF) *263*
Echtzeitzuordnung und Pufferbatterie *632*
Eigenzeit des Leistungsschalters *558*
Ein-/Ausgabebaugruppe
C-I/O-1 *503*
C-I/O-10 *506, 508*
C-I/O-2 *510*
Einkommando-Übertragung *323*
Einpolige Pause *445*
Einsatzbedingungen *581*
Einschalterkennung *437*
Einschaltkommandos der AWE *465*
Einschaltkontrolle *614*
Einschaltstabilisierung *228, 243*
Einstellgruppen *56*
EinstellgruppenUmschaltung von Einstellgruppen
Umschaltung *493*
Einstufiger Schalterversagerschutz *404*
Elektrische Prüfungen *578*
EMV-Prüfungen zur Störaussendung (Typprüfung) *580*
EMV-Prüfungen zur Störfestigkeit (Typprüfungen) *579*
EN100-Modul
Schnittstellenwahl *457*
Endfehlerschutz *405*
Energiezählung *482*
Erdfehlerdifferentialschutz *31*
Ansprechwert *271*
Eigenzeit *587*
Einstellbereiche *587*
Empfindlichkeit *271*
Messprinzip *266*
Verzögerungszeiten *272*
Erdfehlererkennung *118, 135*
Erdimpedanzanpassung *62*
Erdkurzschluss *266*
Auslösekennlinie *269*
Durchgangsstrom *268*
Empfindlichkeit *268*
Stabilisierung *268*
Stabilisierungsgröße *269*
Sternpunktstrom *268*
Wandlersättigung *269*
Erdkurzschlussschutz
Abhängige Stromstufe mit ANSI-Kennlinie *597*
Abhängige Stromstufe mit IEC-Kennlinie *596*
Abhängige Stromstufe mit logarithmisch inverser Kennlinie *597*
Einschaltstabilisierung *598*
Hochstromstufe *595*
Höchststromstufe *595*
Kennlinien *595*
Nullleistungsabhängige Stufe *598*
Nullleistungsstufe *240*
Nullspannungsabhängige Stufe *598*
Richtungsbestimmung *241, 599*
Signalübertragungsverfahren *605*
Überstromstufe *596*
Ereignispuffer *462*
Externe Direktauslösung *588*

F

Fehlende Erdstromspeisung *260*
Fehlerort-Optionen *464*

Fehlerortbestimmung
einseitig *382*
zweiseitig *383*
Fehleroter *620*
Doppelfehler *382*
Ein-/zweiseitig *382*
Fehlerortung
Erdimpedanzverhältnis *51*
Fehlerschleifen *148*
Fernauslösung *116, 285, 588*
Fernkommandos *287, 608*
Fernmeldungen *287, 608*
Fernmesswerte *472*
Fernübertragung *32*
Festlegen des Funktionsumfangs *41*
Feuchte *581*
Freigabelogik *487*
Frequenz *586*
Frequenzschutz *376, 619*
Anregung/Auslösung *377*
Ansprechwerte *379, 619*
Arbeitsbereiche *377, 619*
Frequenzmessung *376*
Frequenzstufen *376*
Leistungspendelungen *377*
Toleranzen *619*
Überfrequenzschutz *376*
Unterfrequenzschutz *376*
Verzögerung *379*
Zeiten *619*
Funktionsbausteine *626*
Funktionssteuerung *437*
Funktionsumfang *40*
Fuse-Failure-Monitor *420, 429*

G

Generalabfrage *464*
Generalanregung *176*
Gerätidentifikation *91*
Gestelleinbau *520*
Gesteuerte Zone *161, 174*
Gleichspannung *571*
GPS *36*
GPS-Synchronisierung *87, 88*
Grenzen für CFC-Bausteine *627*
Grenzwerte *480*
Grenzwertüberwachungen *480*
Grundbilder *461*

H

Hilfsspannung *498, 571*
Hochstrom-Schnellabschaltung *290, 609*
Hochstromstufen I_{ph}>>, $3I_0$>> *303*

I

Impedanzanregung
implizit *122*
Inbetriebsetzungshilfen *36, 632*
WEB-Monitor *458*
Informationen zu einer Zentrale *462*
Informationsaustausch *91*
Inter-EIN *323*
IRIG B *36*
Isolationsprüfung *578*

K

k-Faktor *410*
Kennlinien
Stromabhängig AMZ *25*
Stromunabhängig UMZ *25*
Kettentopologie *77*
Klimabeanspruchungen *581*
Kommandoabhängige Meldungen *453*
Kommandodauer *51*
Kommunikation *25, 27*
Überwachung *80*
Kommunikationskette *77*
Kommunikationsmedien *78*
Kommunikationsumsetzer *78, 526, 537, 537*
Kommunikationsverbindung *91*
Konfiguration der Wiedereinschaltautomatik *332*
Konstellationsmesswerte *453*
Konstruktive Ausführungen *582*
Kontaktart für Ausgangsrelais *499*
Kontrolle:
Anlagenanschlüsse *527*
anwenderdefinierbare Funktionen *564*
Bedienschnittstelle *523*
Datenverbindung serieller Schnittstellen *523*
Schutzdatenkommunikation *526*
Serviceschnittstelle *523*
Terminierung *524*
Zeitsynchronisationsschnittstelle *525*
Kontrolle: Systemschnittstelle *524*
Koppelimpedanz bei Parallelleitungen *65*
Kreuzpolarisation *167*
Kurzschlussrichtung *148*

L

Ladestromwerte *453*
Ladungsvergleichsstufe
Ansprechwert *108*
Langzeitmittelwerte *476*
Lastbereich (nur für Impedanzanregung) *137*
Leistungsschalter
Auslöseprüfung *565*
Einschaltzeit *51*
Externe Auslösung *285*
Messung der Eigenzeit *558*
Prüfprogramme *451*
Prüfung *52*
Stellungslogik *441*
Störung *400*
Zustandserkennung *441*
Leistungsschalter-Gleichlaufüberwachung *405*
Leistungsschalter-Hilfskontakte *393*
Leistungsschalter-Versagerschutz *391, 621*
Anwurfbedingungen *621*
Endfehlerschutz *621*
Schalterpol-Gleichlaufüberwachung *621*
Schalterüberwachung *621*
Zeiten *621*
Leistungsschalterzustand *66*
Leiterplatten *500*
Leiterströme *267*
Leitungsabschnitte *382, 384*
Leitungssymmetrie (zweiseitige Fehlerortung) *385*
Lichtwellenleiter *78, 525, 526*
Lifekontakt *498*

M

Maßnahmen bei fehlender oder schwacher Einspeisung *213*
Mechanische Prüfungen *580*
Meldespeicher *36*
Meldungen *463*
Messgrößen *296, 624*
Messspannungsausfall *421*
Messspannungsausfallüberwachung *423, 430*
Messspannungseingänge *48*
Messwerterfassung
Ströme *414*
Messwertkorrektur
beidseitig gespeisten Leitungen *385*
Parallelleitung *385*
Messwertkorrektur bei Parallelleitungen *133, 136*
MHO-Charakteristik *164*
Anregung *170*
Mindeststrom *135*
Mitnahme über Anregung *192*
Mitnahme über erweiterten Messbereich *194*
Mitnahmeverfahren
Distanzschutz *594*
Mittelwerte *476*
Modem *78*
Modus der Schutzfunktionen *40*
Montage: Schalttafelaufbau Schalttafelaufbau *522*

N

Neigungswinkel der Auslösekennlinien *136*
Nennfrequenz *51*
Nennströme *498*
Nennüberstromfaktor *52*
Netzpendelung *593*
Netzsternpunkt *51*
Notbetrieb *25, 295*
Nullleistungsschutz *226*
Nullspannungsstufen für Einphasenspannung *362*
Nullspannungszeitschutz *224*
Nullstrom *267*

O

Open Pole Detektor *443*

P

Parallele Schutzfunktionen *40*
Parametergruppenumschaltung *56*
Pendelerfassung *593*
Phasengetrennter Anwurf des Schalterversagerschutzes *396*
Phasenselektion *281*
Phasenselektor *230*
Phasenstromstabilisierung *228, 243*
Phasenwinkelüberwachung *424*
Polarisierte MHO-Charakteristik *165*
Polaritätsprüfung *549*
Polaritätsprüfung für den Spannungseingang U_4 550
Polaritätsprüfung für den Stromeingang I_4 552
Polung
Stromwandler *47*
Polygonale Charakteristik *147*
Polygoneinordnung *152*
Prüfung:
Auslösen und Einschalten mit dem Leistungsschalter *564*
Blockierverfahren *561*
Blockierverfahren (Erdkurzschlussschutz) *563*
Drehfeld *545*
Freigabeverfahren *560*
Freigabeverfahren (Erdkurzschlussschutz) *562*

Leistungsschalterversagerschutz *543*
Mitnahmeverfahren *561*
Polarität *549*
Polarität für den Spannungseingang U_4 550
Polarität für den Stromeingang I_4 552
rückwärtige Verriegelung *559*
Schalten der projektierten Betriebsmittel *565*
Schaltzustände der binären Ein-/Ausgänge *533*
Signalübertragung (Distanzschutz) *559*
Signalübertragung (Erdkurzschlussschutz) *562*
Signalübertragung (int., ext. Fernauslösung) *564*
Signalübertragung (Schalterversagerschutz/Endfehlerschutz) *563*
Spannungsanschluss *545*
Streckenschutz *559*
Systemschnittstelle *531*
Wandleranschluss bei mehr als zwei Enden *557*
Wandleranschluss zwei Leitungsenden *547*
Zeitsynchronisationsschnittstelle *530*
Pufferbatterie *413*

R

Referenzspannungen *413*
Reset gespeicherter LED / Relais *453*
Resistanzreserve
Lichtbogenwiderstand *155*
Richtungsbestimmung *148*
Gegensystem *229*
MHO-Charakteristik *164*
Nullspannung *228*
Nullsystem *228*
Nullsystemleistung (kompensiert) *230*
Serienkompensierte Leitungen *151, 168*
Trafo-Sternpunktstrom *228*
Richtungsblockierverfahren *257*
Richtungskennlinie *150*
Richtungsunblockverfahren *253*
Richtungsvergleichsverfahren *200*
Ringtopologie *77, 91*
Rückmeldeüberwachung *489*
Rückspannungsüberwachung (RSÜ) *332*
Rückstellung *477*
Rückwärtige Verriegelung *211*

S

Sammelschienenauslösung *544*
Schalten (ver-/entriegelt) *485*
Schalten bei asynchronen Netzbedingungen *349*
Schalten bei synchronen Netzbedingungen *348*
Schaltermitnahme *116, 588*
Empfangskreis *114*
Fernauslösung *115*
Sendekreis *113*
Schalterpol-Gleichlaufüberwachung *402*
Schalterversagerschutz *402*
Schaltfehlerschutz *485*
Schaltprüfung der projektierten Betriebsmittel *565*
Schaltstatistik *631*
Schalttafeleinbau *518, 633, 634*
Schnellabschaltung
I>>>-Stufe *290*
I>>>>-Stufe *291*
vor Wiedereinschaltung *301*
Schnellzone (MHO) *171*
Schnellzone (Polygon) *153*
Schnittstellen *91*
Austausch *514*
RS232 *515*
RS485 *516*
Terminierung *517*
Schrankeinbau *520, 633, 634*
Schutzdatenkommunikation *80, 584*
Kontrolle *526*
Schutzdatentopologie *76, 91*
Konsistenz *539*
Parametrierung *539*
Prüfung *536*
Prüfung weiterer Verbindungen *540*
Prüfung: Direktverbindung (Topologie) *537*
Prüfung: Kommunikationsumsetzer *537*
Verfügbarkeit Wirkschnittstellen *540*
Schutzfunktionen *26*
Schwache Erdstromspeisung *260*
Schwing- und Schockbeanspruchung bei stationärem Einsatz *580*
Schwing- und Schockbeanspruchung beim Transport *580*
Serienkompensierte Leitungen *136*
Service-/Modem-Schnittstelle *574*
Serviceschnittstelle
Kontrolle *523*
Signalübertragung *190*
mit Erdkurzschlussschutz *242*
Signalvergleichsverfahren
Distanzschutz *197*
Spannungsdrehfeld *420*
Spannungseingänge *570*
Spannungsloses Schalten *348*
Spannungsschutz *356*
Spannungssprung *278*
Spannungssymmetrie *416*
Spannungswandlerschutzschalter *430*
Speicherbausteine *413*
Spontane Anzeigen *464*
Spontane Meldungen *464*
Spontane Störfallanzeigen *453*
Stabilisierungsstromwerte *453*
Staffelplan *153, 171*

Standardverriegelung *486*
Statistik *36, 631*
Sternpunktstrom *266*
Sternpunktstromwandler *268*
Steuerspannung für die Binäreingänge *498*
Störfallanzeigen *454*
Störfallprotokollierung *631*
Störschreibung *462*
Störung des örtlichen Leistungsschalters *405*
Störwertspeicherung *27, 36, 474, 631*
Streckenschutz *208*
Stromabhängige Überstromstufe *223*
Stromabhängige Überstromstufe $3I_{0P}$ *222*
Stromanregung
spannungs- und winkelabhängigU/I/φ 125
spannungsabhängigU/I 123
Stromeingänge *570*
Stromrichtung *266*
Stromsymmetrie *415*
Stromversorgung *571*
Stromwandleranforderungen *570*
Stromwandlerkennlinie *52*
Stromwandlersättigung *66*
Summenüberwachungen *429*
Symmetrieüberwachungen *429*
Synchronbedingungen für automatische Wiedereinschaltung *351*
Synchronbedingungen für Hand-Einschaltung und Steuerbefehl *351*
Synchronisation *30*
Synchronisierung *36*
Synchronkontrolle *343, 614*
Asynchrone Netzbedingungen *614*
Betriebsarten *614*
Spannungen *614*
Synchrone Netzbedingungen *614*
ΔU-Messung *614*
Systemschnittstelle *575*

T

Temperaturen *581*
Terminierung *517, 524*
Terminierung busfähiger Schnittstellen *499*
Test-Messschrieb *565*
Test:
Ausgangsrelais *534*
Binäreingänge *535*
Leuchtdioden *535*
Melderichtung *532*
Test:Befehlsrichtung *532*
Testbetrieb *530*
Testmessschrieb starten *565*
Thermischer Überlastschutz *622*
Auslösekennlinie *622*
Topologieerkennung *287*
Transformatoren
Anpassung *586*
Transiente Blockierung *212, 216, 259*
Transiente Blockierung (EF) *263*

Ü

Überspannungsschutz *356*
beliebige einphasige Spannung *617*
Gegensystem U_2 *360, 368, 617*
Kompoundierung *359*
Mitsystem U_1 *358, 368, 616*
Nullsystem *369*
Nullsystem $3U_0$ *361, 617*
Phase-Erde *367, 616*
Phase-Phase *357, 367, 616*
Überstromanregung *122*
U/I-Anregung *139*
U/I/φ-Anregung *139*
Überstromstufe
$3I_0$> (UMZ-Schutz) *305*
$3I_{0P}$(AMZ-Schutz mit ANSI-Kennlinien) *307*
$3I_{0P}$(AMZ-Schutz mit IEC-Kennlinien) *306*
I> (unabhängig) *298*
I_P(AMZ-Schutz mit ANSI-Kennlinien) *307*
I_P(AMZ-Schutz mit IEC-Kennlinien) *306*
I_P(stromabhängig) *298*
I_{ph}> (UMZ-Schutz) *305*
Überstromzeitschutz *25, 32, 610*
Hochstromstufen *610*
Kennlinien *610*
Überstromstufen *611*
Übertemperatur *411*
Übertragungskanäle *191*
Übertragungssperre *530*
Übertragungsstatistik *465*
Übertragungsverfahren *190*
Übertragungsverfahren ASE *275*
Überwachung *80*
Überwachung des Stromflusses *392*
Überwachung mit Binäreingang *436*
Überwachungsfunktionen *35, 624*

U

Uhr Zeitsynchronisation *632*
Umschaltung von Einstellgruppen *493*
Unabhängige Hochstromstufe $3I_0$>> *222*
Unabhängige Höchststromstufe $3I_0$>>> *220*
Unabhängige Stromstufen *236*
Unabhängige Überstromstufe $3I_0$> *222*
Unabhängige Zonen *153*
Unblockverfahren *202*

Unsymmetrischer Messspannungsausfall *429*
Unterspannung ASE *275*
Unterspannungsschutz
Mitsystem U_1 365, 370, 618
Phase-Erde *363, 370, 617*
Phase-Phase *365, 370, 618*
Unverzögerte Auslösung *281*

V

Vergleichsverfahren
Distanzschutz *197, 594*
Erdkurzschlussschutz *250, 605*
Verzögerte Auslösung *282*
Verzögerungszeiten ein-/zweistufigem
Schalterversagerschutz *399*
Vorschriften *578*

W

Wandler
Sättigungsbereich *266*
Wandleranschluss
Differentialströme *556*
Polarität Spannungseingang U_4 550
Polarität Stromeingang I_4 552
Polaritätsprüfung *549*
Prüfung bei mehr als zwei Enden *557*
Stabilisierungsströme *556*
Wandlerdaten *48*
Wandlerfehlerkennlinie *53*
Warnstufen *411*
Watchdog *415*
WEB-Monitor *24, 36, 458, 541, 547, 556*
Wechselspannung *571*
Wiedereinschaltautomatik *26, 33, 613*
Anwurf *315*
Betriebsarten *316*
Dreipoliger Unterbrechungszyklus *318*
Ein-/dreipoliger Unterbrechungszyklus *319*
Einpoliger Unterbrechungszyklus *318*
Externes Wiedereinschaltgerät *324*
Leistungsschalter Hilfskontakte *317*
Schalterprüfung *443*
Selektivität *313*
Steuerung *325*
Wirkzeiten *315*
Wiedereinschaltung
Blockierung *316*
Mehrmalig *320*
Wiedereinschaltzyklus *334, 336, 336*
Winkelabhängigkeit *141*
Wirkschnittstellen *24, 76, 87, 88, 91, 287, 574*

Z

Zähler und Speicher *465*
Zeitkonstante τ *411*
Zeitsynchronisationsschnittstelle *525, 530, 578*
Zeitsynchronisierung *91*
Zonenanregung *169*
Zonenlogik *176, 179*
Zulassungen *582*
Zusatzfunktionen *458, 630*
Zuschalten
Ansprechwert *107*
Auf einen Erdkurzschluss *234*
Auf einen Kurzschluss *134, 137*
auf Kurzschluss *301*
Zuschalten auf einen Erdkurzschluss *243*
Zweistufiger Schalterversagerschutz *403*