

# SCHUTZTECHNIK

## Richtlinie für den Sammelschienenschutz

3. Auflage 2001

# **Richtlinie**

für den

# **Sammelschienenenschutz**

3. Auflage 2001

Herausgegeben von dem  
Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V.  
und dem  
Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs – VEÖ



VWEW Energieverlag GmbH

#### *Bezugsquelle Deutschland*

VWEW Energieverlag GmbH  
Buchverlag/Fachinformationen  
Rebstöcker Str. 59  
D-60396 Frankfurt am Main

Telefon 069 / 6304-318  
Telefax 069 / 6304-359  
E-Mail [vertrieb@vwew.de](mailto:vertrieb@vwew.de)  
Internet <http://www.vwew.de>

Bestell-Nummer 352001

#### *Bezugsquelle Österreich*

VEÖ Service Ges.m.b.H.  
Druckschriftenverkauf  
Brahmsplatz 3  
A-1041 Wien

Telefon 01/5051727-275  
Telefax 01/5051219  
E-Mail [gmbh@veoe.at](mailto:gmbh@veoe.at)  
Internet <http://www.veoe.at>

Bestell-Nummer 207/010

## **Vorwort**

Die vorliegende Richtlinie basiert auf den 1977 vom VDEW-Arbeitsausschuß „Relais- und Schutztechnik“ herausgegebenen und 1984 überarbeiteten „Richtlinien für den Sammelschienenschutz“. Besonders die Einführung der Digitaltechnik machte eine erneute Überarbeitung und Ergänzung dieser Richtlinie erforderlich.

Die Erarbeitung erfolgte wiederum in enger Abstimmung mit dem österreichischen Arbeitskreis „Schutztechnik“, weswegen diese Richtlinie gemeinschaftlich vom Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – und dem Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs – VEÖ herausgegeben wird.

3. Auflage 2001

#### *Herausgeber*

Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V.,  
Frankfurt am Main  
Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs – VEÖ

#### *Bearbeitung*

VDEW-Arbeitsausschuß „Relais- und Schutztechnik“ in Zusammenarbeit mit dem VEÖ-Arbeitskreis (AK) „Schutztechnik“

#### *copyright*

VWEW-Verlag, Frankfurt am Main

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrokopie oder ein anderes Verfahren), Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

ISBN 3-8022-0618-5

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Einführung</b> .....  | 7  |
| <b>1 Begriffsbestimmungen</b> .....  | 9  |
| 1.1 Sammelschienenschutz .....   | 9  |
| 1.2 Sammelschienenschutzbereich .....  | 9  |
| 1.3 Zentraler bzw. dezentraler Sammelschienenschutz .....                          | 11 |
| <b>2 Meßprinzipien von Sammelschienenschutzeinrichtungen</b> .....                 | 12 |
| 2.1 Allgemeines .....  | 12 |
| 2.2 Stromvergleich .....   | 12 |
| 2.3 Phasenvergleich .....  | 14 |
| 2.4 Sammelschienenschutz durch Verknüpfung<br>von Abgangsschutzeinrichtungen ..... | 14 |
| <b>3 Grundsätzliche Anforderungen an den Sammelschienenschutz</b> .....            | 17 |
| 3.1 Selektivität des Sammelschienenschutzes .....                                  | 17 |
| 3.2 Abbildungsverhalten der Stromwandler .....                                     | 17 |
| 3.3 Betriebsführung, Trennerstellungsnachbildung, Leistungsschalterstellung ...    | 17 |
| 3.4 Auslösung und Kommandozeit .....   | 19 |
| 3.5 Normen und Richtlinien .....   | 19 |
| 3.6 Stromversorgung .....  | 20 |
| 3.7 Überwachungseinrichtungen der Peripherie .....                                 | 20 |
| 3.8 Analoge Eingänge .....   | 21 |
| 3.9 Binäre Ein- und Ausgänge .....   | 21 |
| 3.10 Signalisierung .....  | 23 |
| 3.11 Bedienung .....   | 24 |
| 3.12 Konstruktiver Aufbau und Erweiterungsmöglichkeit .....                        | 25 |
| 3.13 Anschluß .....  | 26 |
| 3.14 Prüfung und Prüfeinrichtung .....   | 26 |
| 3.15 Parametrierung und Auswertung .....   | 30 |
| 3.16 Schnittstelle zur Leittechnik .....   | 31 |
| <b>4 Vereinfachter Sammelschienendifferentialschutz</b> .....                      | 32 |
| 4.1 Sammelschienenschutz für Anlagen mit bis zu drei Abzweigen .....               | 32 |
| 4.2 Sammelschienenschutz in Anlagen mit zwei Einspeisungen .....                   | 33 |

## Einführung

Die Sammelschienen der Transport- und Verteilungsnetze sind wichtige Glieder der Energieversorgung. Ohne einen Sammelschienenenschutz werden Sammelschienenfehler durch Distanzschutzeinrichtungen in den Gegenstationen und durch die örtlichen, auf die Sammelschiene gerichteten Abgangsschutzeinrichtungen abgeschaltet. Der Distanzschutz erfaßt Sammelschienenfehler erst in einer Stufenzeit. Durch den Einsatz eines Sammelschienen-schutzes wird eine unverzögerte Abschaltung von Sammelschienenfehlern ermöglicht. Durch sehr kurze selektive Auslösezeiten trägt er wesentlich zur Versorgungssicherheit, Netzstabilität und Spannungsqualität bei.

Die Erfahrung in Hoch- und Höchstspannungsanlagen zeigt, daß, bezogen auf 100 Stationsfelder und Jahr, etwa 0,2 bis 1,0 Sammelschienenfehler auftreten. Wenn auch die Zahl der Sammelschienenfehler im Vergleich zur Gesamtheit der Netzfehler verhältnismäßig klein ist, können sie, sofern sie nicht schnell und selektiv abgeschaltet werden, den Netzbetrieb erheblich beeinträchtigen.

Je nach Netzstruktur, Spannungsebene, aber auch Unternehmensphilosophie sprechen verschiedene Gründe für den Einsatz eines Sammelschienen-schutzes:

- Der Sammelschienen-schutz ermöglicht bei gekuppeltem Mehrfach-Sammelschienenbetrieb eine selektive Abschaltung der fehlerhaften Sammelschiene.
- Während der Dauer eines mehrpoligen Kurzschlusses besteht kein oder nur ein geringes synchronisierendes Moment zwischen den in ein Netz einspeisenden Generatoren. Um die Netzstabilität nicht zu gefährden, ist in den Hoch- und Höchstspannungsnetzen, in die Generatorblockeinheiten großer Leistung einspeisen, eine schnelle Abschaltung dieser Fehler auch im Sammelschienenbereich erforderlich.
- Mehrpolige Fehler im Nahbereich großer Blockeinheiten müssen innerhalb von 150 ms abgeschaltet werden, damit bei den Turbosätzen nach Spannungswiederkehr keine unzulässigen Torsionsbeanspruchungen auftreten.<sup>1)</sup>
- Eine Reduzierung der Abschaltzeiten bei Sammelschienenkurzschlüssen verringert die Schadensauswirkungen des Kurzschlußlichtbogens.
- Die enge Vermaschung eines Netzes mit geringen Stationsabständen kann aus Gründen der Selektivität neben dem Einsatz von Vergleichsschutzeinrichtungen für Leitungen auch Sammelschienen-schutzeinrichtungen erforderlich machen.

---

<sup>1)</sup> Werden andere Normen zugrunde gelegt, so ist eine entsprechende Konformitätserklärung vorzulegen.

An die Arbeitsweise des Sammelschienenschutzes werden hohe Anforderungen gestellt. Es sind deshalb Projektierung, Ausführung, Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung des Schutzes mit besonderer Sorgfalt auszuführen.

Mit Einführung der Digitaltechnik können beim Sammelschienenschutz einige Zusatzfunktionen ohne einen Mehraufwand an Hardware realisiert werden. Dazu gehören der Schaltversagerschutz, die Störschreiberfunktion sowie der Meldespeicher.

## 1 Begriffsbestimmungen

### 1.1 Sammelschienenschutz

Unter einem Sammelschienenschutz im Sinne dieser Empfehlungen werden spezielle Schutzeinrichtungen verstanden, die durch Vergleich der Ströme aus den einzelnen Abgängen zur selektiven Erfassung von Sammelschienenfehlern dienen. Ebenfalls unter diesen Begriff fallen Einrichtungen, die durch besondere Verknüpfung von Signalen der örtlichen Abgangsschutzeinrichtungen einen Sammelschienenfehler erkennen.

Die Erfassung des Sammelschienenfehlers durch die örtlichen Distanzschutzeinrichtungen allein oder durch die Distanzrelais der Gegenstation gilt nicht als Sammelschienenschutz im Sinne dieser Festlegung.

Erdschlüsse auf Sammelschienen in isolierten und kompensierten Netzen werden mit den hier beschriebenen Schutzeinrichtungen nicht erfaßt.

Die in dieser Empfehlung beschriebenen Verfahren sind sowohl auf den analog-statischen als auch auf den digitalen Sammelschienenschutz anwendbar.

### 1.2 Sammelschienenschutzbereich

Der Schutzbereich der Sammelschienenschutzeinrichtungen erstreckt sich selektiv auf die Sammelschienen und Sammelschienenabschnitte; er wird begrenzt durch den Einbauort der Stromwandler in den Abgängen und Kuppelfeldern. Sammelschienenabschnitte entstehen durch Längstrennung von Sammelschienen mittels Leistungsschalter in Verbindung mit Stromwandlern oder mittels geöffnetem Trenner.

Entsprechend dem Einbauort der Stromwandler sind bei Betrieb mit Umgehungschiene folgende Fälle zu unterscheiden.

### 1.2.1 Stromwandler zwischen Leistungsschalter und Abgangstrenner

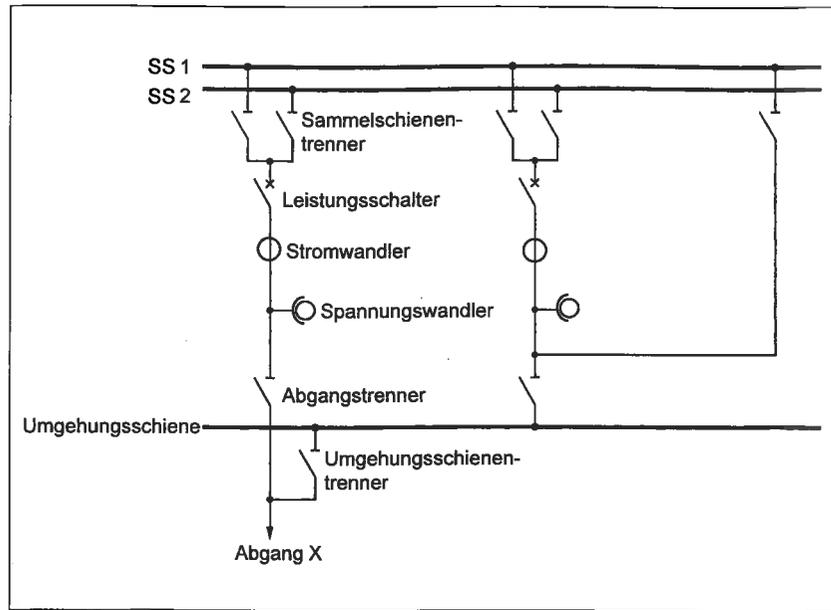


Bild 1a Stromwandler zwischen Leistungsschalter und Abgangstrenner

Die Umgehungsschiene gehört nicht zum Sammelschienen-schutzbereich.

### 1.2.2 Stromwandler auf der Abgangsseite des Abgangs- und Umgehungstrenners

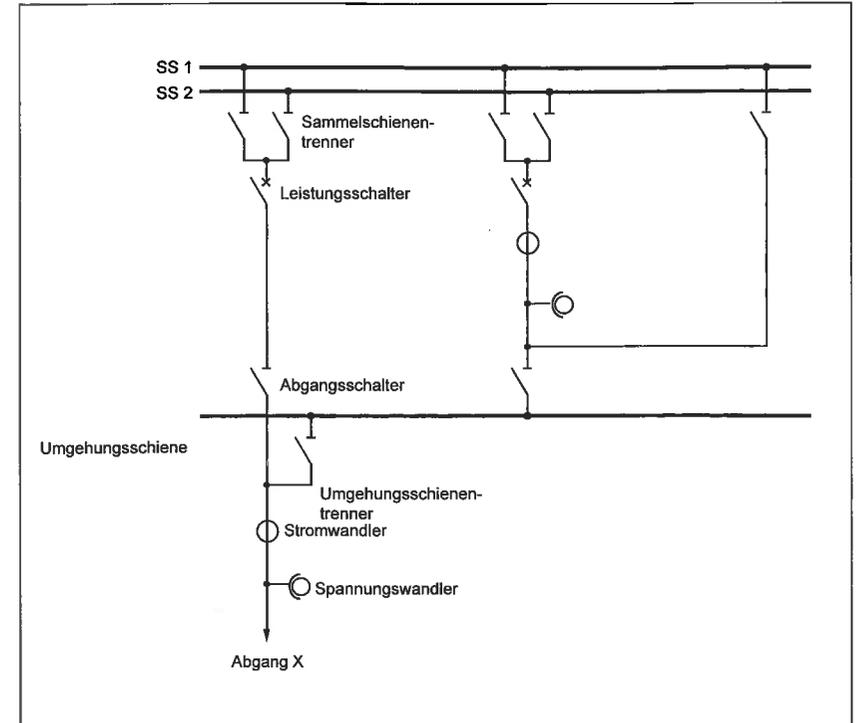


Bild 1b Stromwandler auf der Abgangsseite des Abgangs- und Umgehungstrenners

Die Umgehungsschiene gehört zum Sammelschienen-schutzbereich.

Durch entsprechende Vorkehrungen in der Sammelschienen-schutzeinrichtung und zusätzliche Abfrage der Umgehungsschienen-trennerstellung ist die Umgehungsschiene von der Sammelschienen-schutzeinrichtung als separater Sammelschienen-abschnitt zu behandeln.

### 1.3 Zentraler bzw. dezentraler Sammelschienen-schutz

Bei digitalen Sammelschienen-schutzeinrichtungen wird in Abhängigkeit vom Ort der Analog/Digital-Wandlung (A/D-Wandlung) der Ströme zwischen zentralem und dezentralem Sammelschienen-schutz unterschieden.

Beim zentralen Sammelschienenschutz erfolgt die A/D-Wandlung im Zentralteil, d.h., alle Ströme (pro Leiter bzw. als Mischstrom) und Binärsignale wie Trennerstellungen, Schutzinformationen usw. werden direkt vom Schaltfeld zur Zentraleinheit übertragen.

Beim dezentralen Sammelschienenschutz werden die Ströme im Feld pro Leiter erfaßt und digitalisiert. Die Übertragung aller Informationen zwischen Feldeinheit und Zentraleinheit erfolgt über Lichtwellenleiter (LWL).

## 2 Meßprinzipien von Sammelschienenschutzeinrichtungen

### 2.1 Allgemeines

Für den Schutz von Sammelschienen gibt es verschiedene Meßprinzipien. Zur Vermeidung von Überfunktionen sollten mindestens zwei voneinander unabhängige Kriterien in UND-Verknüpfung zur Anwendung kommen. Zusätzlich kann ein vom Trennerabbild unabhängiges Meßsystem in UND-Verknüpfung eingesetzt werden. Darüber hinaus kann die Auslösung jedes Feldes von der Anregung eines Stromkriteriums im Sammelschienenschutz oder von einem externen Kriterium abhängig gemacht werden.

### 2.2 Stromvergleich

Beim Stromvergleich wird die geometrische Summe aller Ströme der an einem Sammelschienenabschnitt angeschalteten Abgänge gebildet. Diese Summenbildung soll dreisystemig in unabhängigen Meßgliedern erfolgen. In besonderen Fällen (bei hohen Nullimpedanzen) kann das Einsetzen eines zusätzlichen Meßgliedes für den Nullstrom erforderlich sein. Folgende Einstellungen der Ansprechwerte müssen möglich sein:

- Leiteransprechwert unterhalb des für den Sammelschienenschutz festgelegten größten Bezugsnennstromes ( $I_{BN}$ ): Einstellwert  $0,5-2 I_{BN}$
- Nullstromansprechwert  $\leq 0,5 \times I_{BN}$  (wenn vorhanden).

Mit gewissen Vorbehalten kann die Stromsumme auch einsystemig (über Mischwandler) gebildet werden (s. a. 3.1).

Im fehlerfreien Betrieb und bei Fehlern außerhalb des Schutzbereiches ist die geometrische Summe der Ströme aller an einen Sammelschienenabschnitt angeschalteten Abgänge null. Bei einem Sammelschienenfehler fließen die Ströme der angeschalteten Abgänge auf die Sammelschiene zu. Der sich hierdurch ergebende Summenstrom führt zur Auslösung.

Bei digitalen Schutzeinrichtungen besteht ohne zusätzlichen Aufwand für die Stromerfassung die Möglichkeit, gleichartige Sammelschienenschutzkriterien in zwei oder mehr Schutzalgorithmen gleichzeitig zu verwenden. Die Strommeßwerte liegen, anders als in der analog-statischen Technik, als diskrete Größen gespeichert vor, die mit Fehlern behaftet sein können. Um Überfunktion durch auftretende A/D-Wandler- oder Speicherfehler auszuschließen, sollten mindestens zwei voneinander unabhängige Kriterien mit zeitlich versetzten Meßwerten in UND-Verknüpfung zur SchutzAuslösung verwendet werden. Ein anderes unabhängiges Kriterium wäre eine Gesamtmessung aller zu- und abfließenden Ströme einer Anlage, ohne Zuordnung zu einem bestimmten Sammelschienenabschnitt (übergeordneter Sammelschienenschutz). Dabei ist sicherzustellen, daß die Funktion des Schutzes auch bei gleichzeitigen Fehlern auf getrennten Sammelschienenabschnitten nicht eingeschränkt wird.

Durch Abbildungsfehler der Stromwandler können jedoch sowohl in geringfügigem Maße im Normalbetrieb als auch verstärkt bei außenliegenden Fehlern Summenströme auftreten. In letzterem Fall werden die Stromwandler des fehlerbehafteten Abgangs mit der Summe der Kurzschlußströme aller Strom führenden Abgänge beaufschlagt und können in Sättigung gehen. Es müssen in der Sammelschienenschutzeinrichtung Stabilisierungsmaßnahmen getroffen werden, damit diese Summenströme nicht zu FehlAuslösungen führen. Dies ist jedoch nur bis zu einem bestimmten Grad möglich. Das Übertragungsverhalten der Stromwandler muß deshalb überprüft werden (s. a. 3.2).

Können die geforderten Bedingungen mit den vorhandenen Wandlern nicht eingehalten werden, müssen entsprechend dimensionierte Stromwandler, gegebenenfalls mit Linear-kernen, eingesetzt werden.

#### 2.2.1 Stabilisierungsmaßnahmen bei Stromvergleich

Als Stabilisierungsmaßnahmen bei Stromvergleich sind die Strom- oder Impedanzstabilisierung möglich.

Bei der Stromstabilisierung wirkt die geometrische Summe aller Ströme in der Schutz-einrichtung auslösend, die arithmetische Summe sperrend. Das Verhältnis der gegensinnigen Wirkungen von der geometrischen zur arithmetischen Stromsumme in der Meßschaltung wird Stabilisierungsfaktor genannt. Das Verhältnis der Stromsummen bei einem inneren Fehler beträgt im allgemeinen 1, kann jedoch in bestimmten Grenzen auch  $< 1$  sein. Deshalb muß der wirksame Stabilisierungsfaktor ausreichend niedrig, aber unter Beachtung der Gesamtheit seiner Stabilisierungsaufgaben im konkreten Schutz und unter den speziellen Einsatzbedingungen gewählt werden.

Die Impedanzstabilisierung wird in Deutschland selten eingesetzt. Sammelschienenschutz-einrichtungen mit Impedanzstabilisierung werden auch Hochimpedanzschutz genannt.

## 2.3 Phasenvergleich

Beim Phasenvergleich wird die Phasenlage der Abzweigströme miteinander verglichen. Im Normalbetrieb und bei außerhalb des Sammelschienenschutzgebietes liegenden Kurzschlüssen sind Ströme vorhanden, die auf die Sammelschiene zufließen, und solche, die von ihr wegfließen. Beim Sammelschienenfehler jedoch fließen alle Ströme zur Sammelschiene hin, wobei sie, abgesehen von kleineren Winkelabweichungen bedingt durch unterschiedliche Vorimpedanzen, in ihrer Phasenlage deckungsgleich sind.

Zur Bestimmung der Phasenüberdeckung werden bei analog-statischen Sammelschienenschutzeinrichtungen die positiven und negativen Teilschwingungen der sekundären Wechselströme in phasentreue Rechteck-Impulse umgewandelt und das gleichzeitige Vorhandensein oder auch Nichtvorhandensein festgestellt. Überdecken sich die aus den Abgangsströmen gebildeten Rechteck-Signale, so muß ein innerer Fehler vorliegen, und es wird der Auslösebefehl erteilt. Wegen der vorerwähnten primären Winkelabweichungen und der Winkelfehler der Stromwandler wird nur eine Überdeckungszeit von ca. 5–7 ms entsprechend einem Winkel von  $90^\circ$  bis  $126^\circ$  gewählt. Infolge von Gleichstromgliedern in den Kurzschlußströmen und Wändlersättigungen können die Nulldurchgänge der Sekundärströme stark verschoben sein, wodurch auch bei äußeren Fehlern eine entsprechende Überdeckungszeit der Rechteck-Impulse zustande kommen kann. Dies macht Stabilisierungsmaßnahmen notwendig, wie z. B. die Auswertung von zwei Halbschwingungen.

Eine Kombination der Prinzipien Stromvergleich und Phasenvergleich ist sowohl in der analog-statischen als auch der digitalen Technik möglich.

## 2.4 Sammelschienenschutz durch Verknüpfung von Abgangsschutzeinrichtungen

### 2.4.1 Allgemeines

Ein Sammelschienenschutz kann auch durch die Verknüpfung von Abgangsschutzeinrichtungen realisiert werden. Bei all diesen Verfahren ergibt sich konzeptbedingt durch die logische Verknüpfung und die evtl. erforderlichen zusätzlichen Sicherheitszeiten eine Verzögerung der Auslösung.

### 2.4.2 Abfrage der Richtungsglieder der Distanzschutzeinrichtungen

Liegt ein Kurzschluß im Sammelschienenschutzbereich vor, so zeigen die Richtungsglieder der angeregten Distanzschutzeinrichtungen aller an die Sammelschiene angeschalteten Abgänge zur Sammelschiene. Eine entsprechende Abfrageschaltung bewirkt die Freigabe der Auslösung. Die Auslösung wird gesperrt, wenn das Richtungsglied des Distanzschutzes eines angeregten Abganges in Richtung Abgang zeigt. Zur Vermeidung von Fehlauflösungen, z. B. bei Überlast in einem Abzweig in Richtung Sammelschiene, wird

die Auslösung nur freigegeben, wenn noch zusätzliche Kriterien gegeben sind, z. B. wenn gleichzeitig die Sammelschienenspannung einen vorgegebenen Wert unterschreitet. Eine Überfunktion des Sammelschienenschutzes kann dadurch aber nur im Normalbetrieb, nicht aber bei Kurzschlußvorgängen im außenliegenden Bereich unterbunden werden.

Geeignet sind nur Distanzschutzeinrichtungen mit getrennten Anrege-, Impedanz- und Richtungsgliedern. Die Sicherstellung einer eindeutigen Richtungsentscheidung ist unerlässlich. Dazu dient die Verwendung kurzschlußfremder Spannungen und der Einsatz von Spannungsspeichern.

### 2.4.3 Abfrage der Anregung

Diese Ausführung des Sammelschienenschutzes wird ausschließlich in einseitig gespeisten Netzen der Mittelspannungsebene eingesetzt. Dabei wird die Anregung aller an eine Sammelschiene angeschalteten Abgänge abgefragt, siehe Bild 2. Liegt ein Sammelschienenfehler vor, regt nur der Schutz der Einspeisung an und löst in verkürzter Kommandozeit aus.

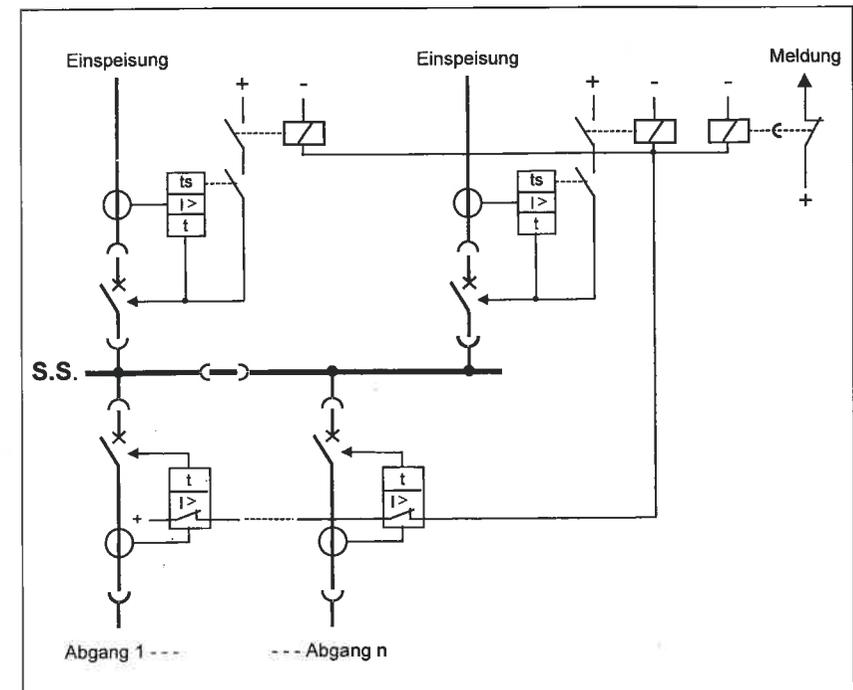


Bild 2 Sammelschienenschutz mit Abfrage der Anregung

Alternativ zu diesem Konzept besteht die Möglichkeit, daß nur bestimmte Abgänge in die Abfrage der Anregung einbezogen werden. In diesem Fall erhalten alle Abgänge und auch die Einspeisefelder einen zweistufigen Überstrom-Zeitschutz. Der Kurzschlußauslöser der Einspeisung ist zu verzögern, um die gewünschte Selektivität gegenüber den Abgängen mit unverzügelter Auslösung zu erzielen. In die Abfrage zur Blockierung des Sammelschienenschutzes werden nur die Abgänge aufgenommen, deren Kurzschlußauslöser aus Gründen der selektiven Staffelung unwirksam gemacht werden müssen.

Sammelschienenfehler werden nach der vorgegebenen Verzögerungszeit durch Auslösung der Einspeisung über den Kurzschlußauslöser abgeschaltet. Diese Auslösung wird blockiert, wenn ein in die Abfrage einbezogenes Relais eines Abganges anregt.

### **3 Grundsätzliche Anforderungen an den Sammelschienenschutz**

#### **3.1 Selektivität des Sammelschienenschutzes**

Der Sammelschienenschutz muß in der Lage sein, alle ein-, zwei- oder dreipoligen Kurzschlüsse innerhalb des Schutzbereiches zu erfassen und abzuschalten. Hierunter fallen auch Fehler, bei denen ein Fußpunkt innerhalb und der andere oder die anderen außerhalb des Schutzbereiches liegen. Im gelöscht betriebenen Netz soll jeder innenliegende Erdfußpunkt eines Doppelerdschlusses unabhängig von der Phasenbevorzugung abgeschaltet werden. Dies ist jedoch bei Mischwandlerausführung nicht gesichert.

Jeder Sammelschienenabschnitt ist in der Regel getrennt zu erfassen.

#### **3.2 Abbildungsverhalten der Stromwandler**

Bei außerhalb des Sammelschienenschutzbereiches liegenden Nahfehlern können sich durch Wandler sättigung große Abbildungsfehler ergeben. Für eine Überprüfung des Übertragungsverhaltens der Stromwandler sind zu beachten:

- das Verhältnis von maximalem Kurzschlußstrom zum Bemessungsstrom,
- der Gleichstromwiderstand der angeschlossenen Bürden und der Innenwiderstand der Stromwandler,
- der Fehlergrenzfaktor der Stromwandler,
- die Wandler- und die resultierende Netzzeitkonstante,
- der Linearisierungsfaktor bei Linearkernen (auch Überdimensionierungsfaktor genannt).

Der für jede Anlage spezifische, größtmögliche Stromwandlerfehler muß in der Meßanordnung mit hinreichender Sicherheit bei gleichzeitiger Gewährleistung der erforderlichen Empfindlichkeit des Schutzes beherrscht werden.

Vom Lieferanten des Sammelschienenschutzes sind Berechnungsvorschriften zur Auslegung der Stromwandler anzugeben.

#### **3.3 Betriebsführung, Trennerstellungsnachbildung, Leistungsschalterstellung**

Der überwiegende Teil der Schaltanlagen hat Mehrfach-Sammelschienen mit Längs- und Querkupplungen. Zum Teil sind auch Umgehungsschiene und Umgehungsfeld vorhanden.

Der Sammelschienenenschutz soll jeden Sammelschienenabschnitt selektiv schützen. Hierzu ist eine Trennerstellungsnachbildung notwendig, die die Messung und Auslösung für jeden möglichen Schaltzustand selbsttätig vorgibt. Der Schaltzustand muß im Nachbild gespeichert werden, damit ein Hilfsspannungsausfall sowie Störungen in den Meldekreisen keine falschen Schaltzustände vortäuschen. Hierzu muß die EIN- und AUS-Stellung der Trennschalter durch Meldekontakte erfaßt werden.

Durch die Definition „Nicht -AUS“ entspricht „EIN“, d. h., bei Verlassen der AUS-Stellung wird der Sammelschientrenner bereits als eingeschaltet betrachtet, kann auf speziell justierte Trennerhilfskontakte verzichtet werden. Die „EIN“-Rückmeldung des Sammelschientrenners wird dann lediglich zur Plausibilitätskontrolle der Rückmeldungen verwendet.

Um Fehlinformationen bei Gleichspannungserdschlüssen zu vermeiden, wird eine 2-polige Ansteuerung der EIN- und AUS-Rückmeldung gefordert, wenn nicht eindeutig von der Überwachungseinrichtung sichergestellt ist, daß bei innenliegendem Fehler keine Sperrung (Unterfunktion) und bei außenliegendem Fehler keine Auslösung (Überfunktion) eintritt.

Bei dezentralem Sammelschienenenschutz müssen alle Trennerrückmeldungen in der entsprechenden Feldeinheit zeitrichtig angezeigt werden. Dies kann über LED oder im Display erfolgen.

Darüber hinaus muß das Trennerabbild der gesamten Anlage zeitrichtig an der Bedienschnittstelle der Zentraleinheit verfügbar sein (s. a. 3.11).

Bei Kuppelleistungsschaltern muß neben der Abbildung der EIN- und AUS-Stellung das EIN-Kommando im Sinne einer vorzeitigen Nachbildung der EIN-Stellung (EIN-Vorkopierung) einbezogen werden, um Überschneidungsprobleme zwischen Hauptkontakt und Hilfskontakt zu vermeiden.

Haben Kupplungen erweiterte Funktionen zusammen mit benachbarten Schaltfeldern, so sind die Konsequenzen zusätzlich zu beachten.

Bei geplanter Außerbetriebnahme eines Feldes mit Abschaltung der zugehörigen Gleichspannung muß die auftretende Störmeldung quittiert und aus der Sammelmeldung ausgeblendet werden. Bei Wiederinbetriebnahme des Feldes muß sich diese Funktion automatisch zurückstellen. Die Quittierung der Störmeldung sowie die Funktion „Reset LED“ muß auch durch das Schaltpersonal durchführbar sein. Dazu muß eine Bedienungsmöglichkeit außerhalb des Bedienmenüs durch spezielle Funktionstasten oder über binäre Eingänge, die mit externen Bedienelementen beschaltet werden, gewährleistet sein. Für „Reset LED“ sollte dieser außer in den Feldern auch einmal zentral vorhanden sein.

Der Betrieb darf durch den Einsatz eines Sammelschienenenschutzes nicht erschwert oder eingeschränkt werden.

### 3.4 Auslösung und Kommandozeit

Der Sammelschienenenschutz soll, je nach Forderung des Betreibers, entweder alle auf gleichem Sammelschienenabschnitt liegenden Abgänge auslösen, also auch solche, die keinen oder nur einen schwachen Kurzschlußstrom führen, oder aber nur solche, bei denen der Strom einen bestimmten Ansprechwert überschreitet.

Um die sichere Auslösung aller betroffenen Abgänge zu gewährleisten, muß die Dauer des AUS-Befehles verlängerbar sein (Rückfallzeit einstellbar von 0 ms bis 0,5 s). Eine Selbsthaltung wird im allgemeinen nicht gewünscht.

Vom Sammelschienenenschutz soll normalerweise keine Automatische Wiedereinschaltung (AWE) durchgeführt werden. Es ist deshalb eine selektive Auslösung pro Leiter, wie sie für die einpolige AWE benötigt wird, nicht erforderlich.

Für die Auslösung der Leistungsschalter, Sperrung der AWE und für die Meldung müssen in ausreichender Zahl frei beschaltbare Kontakte zur Verfügung stehen. Die Auslösung soll pro Sammelschienenabschnitt angezeigt werden können. Des weiteren ist eine Anzeige der fehlerbetroffenen Leiter wünschenswert.

Unabhängig von der Höhe des Kurzschlußstromes darf die Kommandozeit nicht höher als 30 ms sein, anzustreben sind 20 ms.

### 3.5 Normen und Richtlinien

Es gelten z. Zt. die nachstehenden Produktnormen:

- DIN IEC 95/19/CD Isolationskoordination für Meßrelais
- DIN EN 60255-6 Elektrische Relais
- DIN VDE 0435-302 Elektromechanische Meßrelais
- DIN VDE 0435-303 Statische Meßrelais
- DIN EN 50263 EMV Produktnorm für Meßrelais
- DIN IEC 60255-3 Meßrelais mit einer Eingangsgröße und einer abhängigen oder unabhängigen Zeitkennlinie
- DIN IEC 60255-11 Elektrische Relais; Unterbrechungen und Welligkeit in Gleichstrom-Hilfsgrößen von Meßrelais

Zur Minderung der Störspannungen sind bereits bei der Auslegung der Hochspannungsanlage Maßnahmen<sup>2)</sup> vorzusehen.

### 3.6 Stromversorgung

Die Stromversorgungseinrichtungen bei statischen und digitalen Sammelschienen-schutzeinrichtungen müssen den VDEW-Richtlinien für statische Schutzeinrichtungen<sup>3)</sup> entsprechen. Es ist zweckmäßig, sie redundant auszuführen.

Unterbrechungen der Hilfsspannung und kurzzeitige Spannungseinbrüche dürfen keine Überfunktionen auslösen.

Bei Spannungseinbrüchen bis zu einer Dauer von 50 ms darf keine Rückwirkung auf die Funktion des Schutzes erfolgen.

Die Hilfsspannungseinspeisungen sollen durch eingebaute Schutzschalter abschaltbar sein. Bei Einsatz von Klein-Selbstschaltern sind die Selektivität sowie der Einschaltstrom der Umrichter zu beachten.

### 3.7 Überwachungseinrichtungen der Peripherie

#### 3.7.1 Überwachung der Trenner- und Kuppelleistungsschalterstellungen

Die Stellungen „EIN“ und „AUS“ der Trenner sowie der Kuppelleistungsschalter müssen auf Plausibilität überwacht werden. Bei Ausfall der Hilfsspannung für die Trenner müssen die aktuellen Trennerstellungen gespeichert und muß eine Störungsmeldung gesetzt werden.

Die Ausgabe einer Trenner-Störungsmeldung ist zeitlich mindestens um die maximale Trennerlaufzeit zu verzögern. Erfolgt bei Auftreten dieser Störungsmeldung eine Blockade des Sammelschienen-schutzes, so muß diese nach Verschwinden der Störungsmeldung automatisch aufgehoben werden.

#### 3.7.2 Überwachung der Stromwandlersekundärkreise

Die Wandlersekundärkreise sind pro Sammelschienenabschnitt durch ständiges Messen der Stromsumme zu überwachen. Die Überwachung soll zwischen 5 und 10% des für den Sammelschienen-schutz festgelegten Bezugsnennstromes einstellbar sein. Die Überwachung sollte möglichst leiterselektiv ansprechen und verzögert im Sammel-

2) VDEW: Empfehlungen für Maßnahmen zur Herabsetzung von transienten Überspannungen in Sekundärleitungen, 2. Ausgabe 1992 (Ringbuch Schutztechnik, Kapitel 8). VVEW Energieverlag, Frankfurt am Main

3) VDEW: Richtlinien für Statische Schutzeinrichtungen, 2. Ausgabe 1987. VVEW Energieverlag, Frankfurt am Main

schienenschutz die Messung leiterselektiv blockieren (insbesondere in nicht niederohmig geerdeten Netzen). Darüber hinaus sind zur Vermeidung von Überfunktionen die Ströme in den Sekundärkreisen der Stromwandler auf Plausibilität zu überwachen. Bei Erreichen eines Grenzwertes ist der Sammelschienen-schutz zu blockieren.

#### 3.7.3 Übergeordnete Überwachungen

Bei Ausfall einer Feldeinheit darf nur der Schutz des betroffenen Sammelschienenabschnittes blockiert werden. Für die übrigen Sammelschienenabschnitte muß der Sammelschienen-schutz in Betrieb bleiben. Die Informationsübertragung zwischen den Feldeinheiten und dem zentralen Teil des Sammelschienen-schutzes muß vom Schutz überwacht und im Störfall mit schlüssiger Aussage gemeldet werden.

Bei digitalen Sammelschienen-schutzeinrichtungen, bei denen für Reserveschutzfunktionen, wie z.B. Schalterversagerschutz, Binäreingänge zur Erfassung der Abzweigschutzlösung verwendet werden, sind diese Kontakte in die Selbstüberwachung einzubeziehen, um eine mögliche Über- oder Unterfunktion zu vermeiden. Wenn diese Überwachung anspricht, darf nur die Funktion des entsprechenden Abzweigschutzblockiert werden.

### 3.8 Analoge Eingänge

Die analogen Stromeingänge sollten für Nennströme von 1 A und/oder 5 A ausgelegt sein. Die thermische Belastbarkeit der Stromkreise sollte die Werte von  $4 \times I_N$  bei Dauerbetrieb und  $80 \times I_N$  für 1 s nicht unterschreiten.

### 3.9 Binäre Ein- und Ausgänge

#### 3.9.1 Allgemeines

Die Anzahl der binären Ein- und Ausgänge ist vom Funktionsumfang des Schutzes, von der Verknüpfung mit weiteren Abgangsschutzeinrichtungen und der angeschlossenen Meldeverarbeitung bzw. vom Meldekonzept abhängig.

Der Sammelschienen-schutz muß für Prüfungen in Abzweigen über einen Binäreingang verfügen, mit dem durch Parametrierung wählbare oder zweckentsprechend festgelegte Funktionen des Sammelschienen-schutzes blockiert werden können.

### 3.9.2 Binäre Eingänge

Die Binäreingänge insbesondere der Trennerstellungsnachbildung müssen so ausgelegt sein, daß eine mit Nennspannung geladene Kapazität von 220 nF (gemessener Wert bei einer Kabellänge von 1.000 m) nicht zum Ansprechen eines Eingangs führt. Gegebenenfalls erforderliche Eingangsschaltungen (z. B. Widerstände, Kondensatoren, Dioden) dürfen die Ansprechzeit um nicht mehr als 1 ms verfälschen.

Anmerkung: Durch kapazitive Umladungen können auch negative Spannungsimpulse an den Binäreingängen auftreten, die ebenfalls nicht zum Ansprechen des Einganges führen dürfen.

Als Betätigungsspannung wird eine Gleichspannung mit den im Bild 3 angegebenen Toleranzen vorausgesetzt (80 – 110%  $U_N$ ), und die Binäreingänge dürfen bei Spannungen bis zu 65%  $U_N$  nicht reagieren. Die optimale Ausführungsart stellen Binäreingänge mit einem weiten Spannungsbereich (z. B. 24 V bis 250 V GS) dar, bei denen die Nennspannungen und somit die Ansprechpegel laut Bild 3 softwaremäßig einstellbar sind.

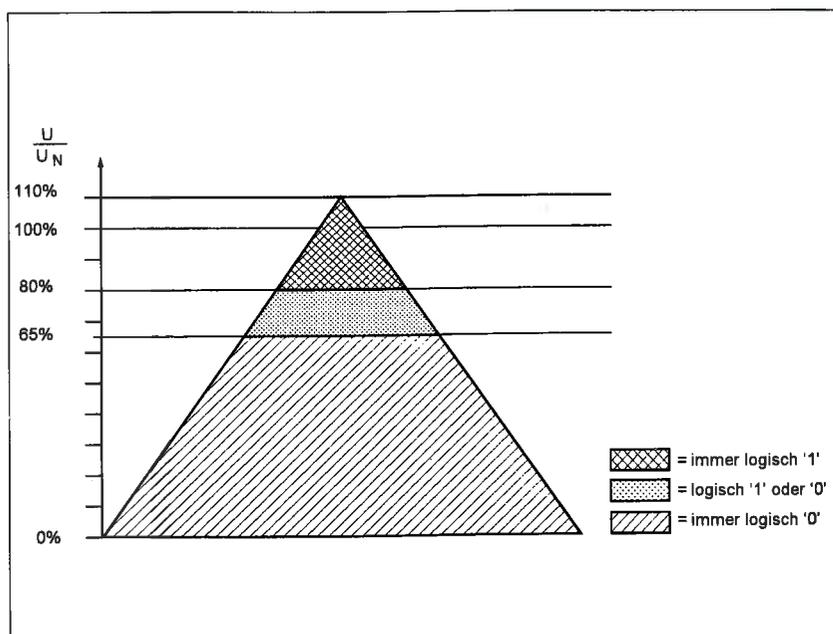


Bild 3 Toleranzen der Betätigungsspannung

### 3.9.3 Binäre Ausgänge

#### Kommandokontakte (AUS-Kontakte)

Abhängig von der Art der Auslösesteuerung, die ein- oder zweipolig und ein- oder zweikanalig ausgeführt werden kann, müssen genügend potentialfreie Kontaktausgänge zur Verfügung stehen. Bei dezentraler Ausführung ist zusätzlich ein Kommandokontakt zur Verfügung zu stellen, mit dem eine externe Störwertaufzeichnung getriggert werden kann.

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Schaltleistung beim Einschalten | 1000 W bzw. VA bei L/R = 40 ms |
| Schaltleistung beim Ausschalten | 30 W bzw. VA bei L/R = 40 ms   |
| zulässiger Dauerstrom           | 5 A                            |
| Kurzzeitstrom                   | 30 A/0,5 s                     |
| Schaltspannung                  | 24 bis 220 V Nennspannung GS   |

#### Kontakte zur Steuerung externer Schutzfunktionen und Meldekontakte

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| Schaltleistung        | 20 W bzw. VA bei L/R = 40 ms |
| zulässiger Dauerstrom | 1 A                          |
| Schaltspannung        | 24 bis 220 V Nennspannung GS |

Die Kontakte müssen frei beschaltbar sein.

### 3.10 Signalisierung

Digitale Sammelschienenschutzeinrichtungen können binäre und analoge Informationen am Gerät anzeigen und über serielle Schnittstellen ausgeben, wobei binäre Informationen zusätzlich über Kontakte ausgegeben werden. Die notwendige Signalisierung mittels LED an einer digitalen Sammelschienenschutzeinrichtung sowie die Signalbereitstellung für externe Nutzung soll sich an folgender Tabelle orientieren:

| Störungsmeldungen  | Zentraleinheit                 | Feldeinheit       | extern |
|--|--------------------------------|-------------------|--------|
| Schutz bereit  | LED grün                       | LED grün          | –      |
| Schutz-Störung<br>(SSS außer Betrieb)                    | LED/Sammelmeldung              | LED/Sammelmeldung | X      |
| Live-Kontakt<br>(Überwachung der<br>Versorgungsspannung) | X<br>(bei Ausfall Feldeinheit) | –                 | X      |
| Schutz-Warnung<br>(SSS noch in Betrieb)                  | LED/Sammelmeldung              | LED/Sammelmeldung | X      |
| AUS-Sammelmeldung  | –                              | –                 | X      |
| AUS (abzweigselektiv)                                    | –                              | LED               | –      |
| AUS (abschnittselektiv)                                  | mehrere LED                    | –                 | –      |
| Störung Trennerabbild<br>(Sammelmeldung)                 | LED                            | –                 | X      |
| Störung Trennerabbild<br>(abzweigselektiv)               | –                              | LED               | –      |
| Summenstromüberwachung<br>(Sammelmeldung)                | –                              | –                 | X      |
| Summenstromüberwachung<br>(abschnittselektiv)            | mehrere LED                    | –                 | –      |
| Schaltversagerschutz                                     | LED                            | LED               | X      |

### 3.11 Bedienung

Digitale Schutzeinrichtungen müssen für den Anschluß von externen Bediengeräten mit einer seriellen Schnittstelle auf der Frontseite ausgeführt sein. Bei dezentraler Anordnung gilt dies sowohl für Feldeinheiten als auch für die Zentraleinheit.

Über diese Bedienschnittstelle sollen Schutzeinstellungen vorgenommen werden und die im Schutz aktiven Parameter, Analog- und Binärkanalbelegung, Betriebswerte, der aktuelle Schaltzustand in graphischer Darstellung, Ereignis- und Meßwerte, Ereignisprotokolle sowie die Störschreibung mit graphischer Darstellung abgerufen werden können. Da die Auslesung der Einstellparameter aus dem EPROM-Bereich erfolgt, muß durch den Hersteller sichergestellt werden, daß die Informationen im RAM denen im EPROM-Bereich entsprechen. Sie müssen durch den Schutz intern überwacht werden.

Die Einstellung aller Parameter muß in der Zentraleinheit möglich sein. Darüber hinaus sollten abzweigbezogene Einstellungen auch in den Feldeinheiten vorgenommen werden können.

Zusätzlich ist eine Bedienung über Display sowohl für die Zentraleinheit als auch für die Feldeinheiten vorzusehen. Hier sollen die Schutzeinstellungen ausgelesen und auch verändert werden können.

Eine Rückstellung der Anzeigen muß am Gerät möglich sein und darf dabei nicht den Speicherinhalt löschen.

### 3.12 Konstruktiver Aufbau und Erweiterungsmöglichkeit

Die SammelschienenSchutzeinrichtungen müssen in Stationen mit zentralem Relaisraum oder mit Relaishäuschen eingesetzt werden können. Insbesondere bei dezentralem SammelschienenSchutz sollen die einzelnen Komponenten sowohl in Einschubtechnik als auch in Aufbaueinheiten lieferbar sein. Die Einschubtechnik muß in vorhandene Abzweigschutzschränke integriert werden können.

Die SammelschienenSchutzeinrichtung muß für den möglichen Endausbau geplant werden. Durch einfache Maßnahmen muß eine Einbindung von vorher geplanten, jedoch noch nicht ausgebauten Abgängen durch den Anwender möglich sein. Die Außerbetriebnahme des SammelschienenSchutzes soll sich dabei auf die Zeit der Neukonfigurierung beschränken. Eine Prüfung soll sich nur auf die richtige Einbindung der neuen Abgänge in das vorhandene System beziehen müssen.

Ersatzbausteine müssen vom Hersteller nach Lieferung der Schutzeinrichtung noch mindestens 10 Jahre kurzfristig lieferbar sein. Die Kompatibilität von auf Baugruppen eingesetzter Hard- und Software hat der Hersteller ebenfalls für diesen Zeitraum zu gewährleisten.

Der Schutz muß den unter 3.5 genannten Normen und Richtlinien entsprechen.

Die Schutzschränke sollen in staubdichter Ausführung nach DIN 40 050, Schutzart IP 51, aufgebaut sein. Die Kabeleinführungen müssen nach der Montage abgedichtet werden können. Die Wärmeabfuhr ist ausschließlich durch Abstrahlung sicherzustellen. Dies ist durch eine Leistungsbilanz zu belegen.

Die Bedienungs- und Kontrollelemente sollen vorzugsweise zwischen 60 cm und 200 cm über dem Fußboden angebracht werden.

Das Auftreten einer Meldung muß auch bei geschlossenen Schranktüren gut zu erkennen sein.

Die Schränke sind so ausreichend zu dimensionieren, daß die Klemmenleisten gut zugänglich angeordnet und die Sekundärkabel leicht eingeführt und angeschlossen werden können.

### 3.13 Anschluß

Der elektrische Anschluß von Sammelschienen-schutz-einrichtungen in Schränken ist über Reihen-klemmen auszuführen, die auf Klemmen-leisten übersichtlich angeordnet sind, d.h., es sind je Abgang Klemmengruppen für Ströme, Trenner-Stellungsmeldungen, Auslösungen sowie Stromversorgung und Störungsmeldungen zu bilden.

Die Klemmen für die Stromwandleranschlüsse müssen kurzschließ- und trennbar sein. Ob auch alle übrigen Klemmen trennbar sein sollen, ist jeweils durch den Auftraggeber fest-zulegen. Die Klemmenleisten sind so auszuführen, daß die Anschaltung von Meß-instrumenten möglich ist, ohne dabei ein fehlerhaftes Arbeiten des Schutzes zu bewirken und den Bedienenden zu gefährden.

An den Klemmen dürfen keine Leitungen doppelt untergeklemmt werden. Zur Erhöhung der Isolationsfestigkeit und Verbesserung der Übersichtlichkeit sollen zwischen den Klemmen verschiedener Potentialgruppen Trennscheiben eingelegt werden.

Datenleitungen oder optische Verbindungen (LWL) sind von den elektrischen Verbindungs-leitungen getrennt zu verlegen und müssen nicht über eine Klemmenleiste geführt werden.

Diese Verbindungen sind gegen versehentliches Vertauschen geeignet zu kennzeichnen.

Beim Ansprechen des Sammelschienen-schutzes werden unter Umständen alle Leistungs-schalter der zu schützenden Schaltanlage gleichzeitig betätigt. Dies ist bei der Dimen-sionierung der Gleichspannungsversorgung für die Schaltanlage zu berücksichtigen.

### 3.14 Prüfung und Prüfeinrichtung

Der Hersteller hat auf Anforderung die Unterlagen über die Typ- und Stückprüfungen der einzelnen Funktionseinheiten vorzulegen.

#### 3.14.1 Abnahme im Herstellerwerk, Systemtest

Sammelschienen-schutz-einrichtungen sollten grundsätzlich beim Hersteller in Form einer Typprüfung bzw. eines Systemtests abgenommen werden, da eine Nachprüfung am Ein-satzort nur schwer zu realisieren ist, insbesondere bei Nachrüstung eines Sammel-schienen-schutzes.

Die notwendigen Hilfsmittel müssen dabei vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

Die Prüfung kann dabei dem folgenden Programm entsprechen:

#### Mechanische Kontrollen:

- Anordnung der Geräte und Baugruppen
- Zugänglichkeit, Bedienbarkeit, Ablesbarkeit
- Einhaltung der kundenspezifischen Vorgaben

#### Elektrische Prüfungen:

- Funktionskontrollen
- Selektivitätsprüfungen
- Ansprechwerte, -kriterien, Kennlinien
- Meldungen
- Stromversorgung: Redundanz, Stromaufnahme, Spannungslücke von 50 ms
- Nachweis der Isolationsfestigkeit
- EMV-Prüfungen

#### 3.14.2 Inbetriebnahmeprüfungen

Nach erfolgreichem Systemtest müssen bei der Inbetriebnahme vor Ort Anschaltungs-kontrollen der Stromwandler, Trenner und Leistungsschalter aller Felder durchgeführt und ihre Funktion in Bezug auf den Sammelschienen-schutz überprüft werden.

Die jeweils richtige Einbindung der Stromwandler in den Sammelschienen-schutz muß durch Vergleich der Abzweige untereinander mittels Betriebs- bzw. Prüfstrom nachgewie-sen werden. Darüber hinaus ist der Nachweis der Abschaltung für jeden selektiven Sammelschienenabschnitt zu erbringen.

Zusätzlich sollten Aufzeichnungen von Schaltungen vor Ort die Wirksamkeit aller Maß-nahmen hinsichtlich der EMV bestätigen.

#### 3.14.3 Wiederholungsprüfungen

Die zum Einsatz kommende Schutzgeneration bestimmt ganz wesentlich Art, Inhalt und Umfang der Wiederholungsprüfung. Die Prüfung der Peripherie, wie z.B. der Strom-wandlerkreise, Auslösekreise und Meldungen, wird davon jedoch nicht berührt.

### **Konventionelle und analog-statische Sammelschienenschutzeinrichtungen**

Bei konventionellen und analog-statischen Sammelschienenschutzeinrichtungen wird die einwandfreie Funktion in der Regel mittels eingebauter Prüfeinrichtung mit Sekundärströmen und automatisch unterbrochenem AUS-Befehl turnusmäßig nachgewiesen.

Die Auslöse- und Wandlerstromkreise werden bei einer Prüfung des Abzweigschutzes mitgeprüft.

Eine ausführlichere Überprüfung aller Einzelfunktionen in größeren zeitlichen Abständen, z.B. alle 5–8 Jahre, gegebenenfalls durch den Hersteller selbst, hat sich beim analog-statischen Sammelschienenschutz bewährt und als sinnvoll herausgestellt.

### **Digitale Sammelschienenschutzeinrichtungen**

Aufgrund der Selbstüberwachung des digitalen Sammelschienenschutzes findet eine kontinuierliche Prüfung statt.

Im abgeschalteten Zustand der Felder werden, je nach Ausbaugrad, z.B. folgende Funktionen des Sammelschienenschutzes geprüft:

- Schaltersversagerschutzfunktion bei Anstoß vom Abzweigschutz
- Schutzfunktion bei Fehler zwischen geöffnetem Kuppel-Leistungsschalter und Stromwandler
- Reserve-UMZ-Funktion
- Überstromverriegelung des AUS-Befehls
- Fernauslösung
- Stromerfassung für den Abzweig im Sammelschienenschutz
- binäre Ein- und Ausgänge
- Auslösung und Auslösekreise des Abzweiges
- Funktion der Selbstüberwachung

Dabei ist wichtig, daß der während einer Prüfung im Abzweig fließende Sekundärstrom aus dem Sammelschienenschutz „ausgeblendet“ wird. Dieser erzeugt ansonsten im Sammelschienenschutz einen Fehlerstrom, der eine Überwachungsmeldung absetzt. Wenn zusätzlich bei Arbeiten in der Hochspannungsanlage Trennerstellungen als „EIN“ simuliert werden, könnte es sogar zu einer Fehlauflösung kommen.

Entsprechendes ist bei der Funktion des Schaltersversagerschutzes zu beachten, wenn der Auslösekontakt des geprüften Abgangsrelais geschlossen ist und der Prüfstrom weiter fließt.

Um eine gefahrlose Prüfung des Abzweigschutzes sicherzustellen, ist ein manuell zu betätigender Revisionsschalter pro Abzweig vorzusehen. Dieser steuert den Sammelschienenschutz direkt oder einen entsprechenden Binäreingang an, der die oben genannten, möglichen Fehlfunktionen unterbindet.

Mit dem Ansteuern dieses Binäreinganges muß der aktuelle Schaltzustand gespeichert werden, um bei Abschaltung der Hilfsspannung in einem Abzweig keine Störungsmeldung zu erzeugen und bei Längstrennungen mit Mehrfach-Sammelschienen einen Weiterbetrieb der Primäranlage mit voller Funktionalität des Sammelschienenschutzes zu gewährleisten.

Für Revisionsarbeiten im Sekundärbereich eines in Betrieb befindlichen Abzweiges kann auch eine andere Behandlung des Sammelschienenschutzes durch den Revisionsschalter gefordert werden. Bei dieser Variante bleibt der Abzweig strommäßig mit vollständiger Funktionalität im Sammelschienenschutz eingebunden. Die vorhandenen Trennerstellungen werden eingefroren. In dieser Revisionsschalterstellung müssen Veränderungen in den Trennerstellungsmeldungen vom Sammelschienenschutz ignoriert werden, und Abschaltungen der Trennersteuerspannung im Abzweig dürfen nicht zu einer Störungsmeldung führen. Die eingeschaltete Revisionsfunktion ist zu melden.

### **3.14.4 Prüfeinrichtung**

Eine Überprüfung der Auslösekreise bis zu den Auslösespulen wird im allgemeinen nicht gefordert. Von Hand soll jedoch die Prüfung des Auslösekreises jedes einzelnen Schalters möglich sein. Dies wird sinnvollerweise mit der Prüfung des Abgangsschutzes erfolgen.

### **Konventionelle und analog-statische Sammelschienenschutzeinrichtungen**

Der Sammelschienenschutz ist mit einer stationären Prüfeinrichtung auszurüsten, die eine sichere, risikolose Prüfung während des Betriebes ermöglicht. In der Regel wird der Sammelschienenschutz für die Zeit der Prüfung außer Betrieb genommen. Die Prüfeinrichtung kann durch eine Zeitschaltuhr oder manuell angesteuert werden.

Die Prüfung soll alle Funktionsgruppen erfassen. Tritt während eines Prüfdurchlaufes ein Sammelschienenfehler auf, so ist der Prüfvorgang sofort zu unterbrechen und der Sammelschienenschutz mit einer entsprechenden Zeitverzögerung wirksam zu schalten.

### Digitale Sammelschienenschutzeinrichtungen

Eine Prüfeinrichtung, die wie beim analog-statischen Sammelschienenschutz zur Prüfung Stromgrößen einprägt, ist beim digitalen Sammelschienenschutz nicht notwendig, da die enthaltene Selbstüberwachung ständig eine

- Meßwertüberwachung,
- Symmetrieüberwachung,
- Überwachung der A/D-Wandlung,
- Prüfung der Schutzalgorithmen und
- Kontrolle der inneren Auslösekreise

vornimmt, so daß diese Punkte im Rahmen einer Turnusprüfung entfallen können.

Im digitalen Sammelschienenschutz kann es integrierte Prüffunktionen für die Unterstützung der Inbetriebnahme und der Störungsaufklärung geben. Sie sind ein gutes Hilfsmittel, um evtl. binäre Ein- und Ausgänge zu prüfen, gelten aber nicht als Prüfeinrichtung im eigentlichen Sinn.

### 3.15 Parametrierung und Auswertung

Der Hersteller digitaler Sammelschienenschutzeinrichtungen hat für die Projektierung und Inbetriebnahme der Schutzeinrichtung sowie für die Auswertung von Störfällen bzw. Meldungen eine Auswerte- und Parametriersoftware zur Verfügung zu stellen.

Das Programm soll eine komfortable Bedienung der Sammelschienenschutzeinrichtung über PC erlauben und dem aktuellen Standard im Aufbau der Benutzeroberfläche entsprechen.

Die Gliederung der gesamten Information der Schutzeinrichtung in anlagen- bzw. feldbezogene Daten, Einstellungen, Inbetriebnahmehilfen sowie die Stör- und Meldeverarbeitung erleichtern die Anwendung der Software.

Die Einstelldaten müssen zur Dokumentation ausgedruckt werden können. Ebenso muß der direkte Vergleich zwischen den auf einem Datenträger abgelegten Anlagendaten und den im Schutzgerät abgelegten Daten möglich sein (Soll-Ist-Vergleich). Dabei sind nicht nur die Differenzen anzuzeigen, sondern im Detail auszuweisen.

Beim Einlesen geänderter Einstellwerte von einem Datenträger in das Schutzgerät sind alle Einstellwertänderungen anzuzeigen und durch den Anwender zu bestätigen. Die Übernahme der im EPROM-Bereich geänderten Werte in den RAM-Bereich muß ohne zusätz-

liche Bedienerhandlung, d. h. entweder automatisch durch den Schutz oder gesteuert vom Bedienprogramm, erfolgen.

Eine Speicherung der Differential- und Stabilisierungsströme, der abgesetzten Störmeldungen sowie des Schaltzustandes der Anlage soll zur Klärung des Fehlerverlaufes für zwei Fehlerfälle mit einer Dauer von 600 ms und frei-wählbarer Vorgeschichte vorhanden sein. Dieser Ereignisspeicher darf bei einem Hilfsspannungsausfall nicht gelöscht werden.

Optional sollen zur Störungsaufklärung sämtliche an den Analogeingängen und Binär-Ein- und -Ausgängen zur Verfügung gestellten Informationen zum Fehlerzeitpunkt gespeichert werden.

### 3.16 Schnittstelle zur Leittechnik

Der digitale Sammelschienenschutz ist mit einer herstellerunabhängigen Schnittstelle zur Leittechnik auszurüsten. Die Übertragungsprotokolle und Prozeduren sollen dabei der seriellen Schnittstelle der Schutzeinrichtungen für integrierte Stationsleitsysteme entsprechen.<sup>4)</sup>

<sup>4)</sup> VDEW/ZVEI-Empfehlungen zur seriellen Schnittstelle der Schutzeinrichtungen für integrierte Stationsleitsysteme IEC 60 870-5-103 (1. Ausgabe 1997-12)

## 4 Vereinfachter Sammelschienendifferentialschutz

Differentialschutzeinrichtungen für Transformatoren können in kleinen Anlagen genutzt werden, um Selektionsabschnitte zu bilden und einen Sammelschienenschutz als schnell-schaltenden Schutz aufzubauen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß nur die neueren digitalen Schutzeinrichtungen über Maßnahmen zur Beherrschung von Wandler-sättigungen und von Stromverlagerungen verfügen.

### 4.1 Sammelschienenschutz für Anlagen mit bis zu drei Abzweigen

Bei Schaltanlagen, die nur aus drei Schaltanlagenfeldern bestehen, kann durch Einsatz von einer Dreibein-Differentialschutzeinrichtung ein Sammelschienenschutz aufgebaut werden. Es ist für die Auslösung der unterschiedlichen Leistungsschalter die entsprechende Anzahl an Kontakten vorzusehen.

Bei diesem Schaltanlagenaufbau ist jedoch bei einer Schutzprüfung in einem Abzweig darauf zu achten, daß es nicht zu Rückwirkungen auf die in Betrieb befindlichen Felder kommt, da keine Trennerabfrage im Differentialstromkreis realisiert werden kann.

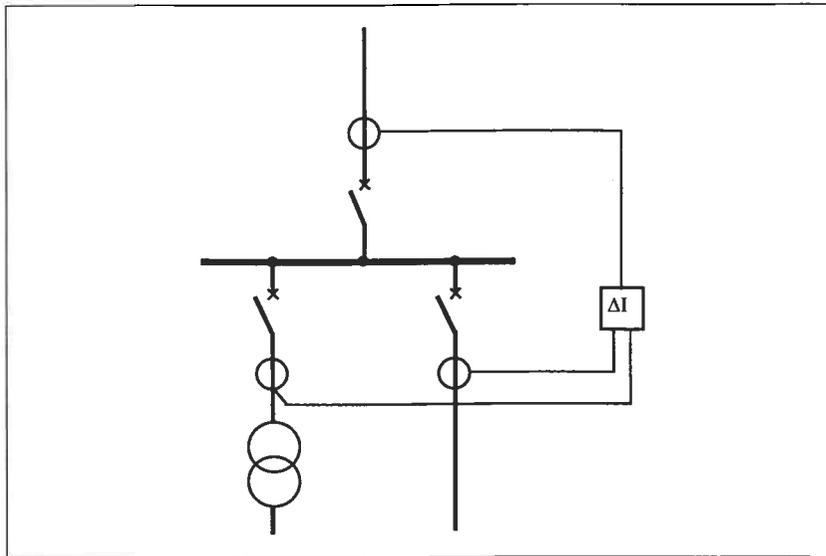


Bild 4.1 Sammelschienenschutz für Anlagen mit bis zu drei Abzweigen

## 4.2 Sammelschienenschutz in Anlagen mit zwei Einspeisungen

In Eigenbedarfsschaltanlagen mit in Reihe geschalteten Sammelschienen und jeweiliger möglicher Einspeisung über den Blockeigenbedarfstransformator bzw. über einen allgemeinen Eigenbedarfstransformator kann ein Sammelschienenschutz mit einem Transformator-Differentialschutz aufgebaut werden. Die Schutzeinrichtung wird so eingestellt, daß der maximale Laststrom aller Abgänge an einer Sammelschiene als Differentialstrom zulässig ist und nicht zur Auslösung führt.

Die Auslösung des Sammelschienenschutzes ist entsprechend der Auslösezeiten der Abzweige zu verzögern.

Ein Vorteil dieser Anordnung ist, daß das Versagen eines Abzweigleistungsschalters ohne zusätzliche Verzögerungszeit erfaßt wird und eine Staffelzeit eingespart werden kann.

Um Überfunktionen zu vermeiden, kann die Auslösung des Sammelschienenschutzes mit einem Unterspannungskriterium verknüpft werden.

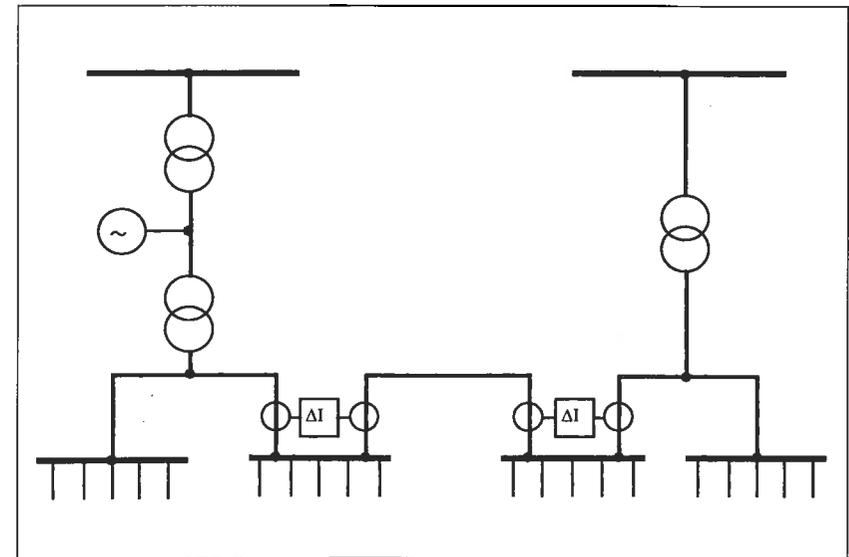


Bild 4.2 Sammelschienenschutz in Anlagen mit zwei Einspeisungen