

# Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen

## Anhang für die Schweiz

Ausgabe: 17.11.2011

### Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort .....	3
1	Geltungsbereich .....	3
2	Funktionale Voraussetzungen für Schutztechnik, Wandler und Leistungsschalter .....	3
2.3.1	Induktive Stromwandler .....	3
2.3.2	Induktive Spannungswandler .....	3
2.4	Leistungsschalter .....	4
3	Sternpunktbehandlung der Netze .....	4
3.1	Netz mit isoliertem Sternpunkt .....	4
3.2	Netz mit Erdschlusskompensation .....	5
3.5	Netz mit Erdschlusssteilkompensation ( <i>zusätzlicher Abschnitt</i> ).....	5
3.6	Vorübergehende hochohmige Widerstandserdung ( <i>zusätzlicher Abschnitt</i> ) .....	5
4	Netzbetriebsweise .....	6
4.5	Normal und Sonderschaltzustände .....	6
5	Normative Verweisungen .....	6
5.1	Kurzschlussstromfestigkeit der Betriebsmittel .....	6
5.2	Kurzschlussstromfestigkeit der Betriebsmittel .....	6
5.3	Netzcodes und Verbandsrichtlinien .....	6
5.4	Normen.....	7
6	Eigenschaften der Netze .....	7
6.1	Höchstspannungsnetze 380kV und 220kV .....	7
6.2	Hochspannungsnetz 50kV – 150kV ( <i>Änderung Titel</i> ).....	7
6.3	Mittelspannungsnetz > 1kV – 50kV ( <i>Änderung Titel</i> ) .....	8
7	Schutzfunktionen .....	8
7.1	Überstromzeitschutz.....	8
7.4	Automatische Wiedereinschaltung .....	8
7.5	Erdschlusserfassung / Erdschlussschutz ( <i>Titel abgeändert</i> ).....	9
7.7	Frequenzschutz .....	10
7.8	Zusatzfunktionen in digitalen Schutzeinrichtungen .....	10
8	Grundlagen der Schutzeinstellung .....	10
8.1	Anregung.....	10
8.1.2.1	Überstromanregung .....	10
8.1.2.2	Unterimpedanzanregung (elektromechanisch) .....	10
8.1.3	Anregezuverlässigkeit .....	11
8.1.3.2	Anregezuverlässigkeit bei Kurzschlüssen .....	11
8.2	Staffelplan .....	11
8.2.2	Staffelzeiten.....	11
8.2.3	Zonenreichweiten allgemein .....	11
8.2.4	Zonenreichweite für Strahlennetze .....	12
8.2.5	Zonenreichweite für Doppelleitungen .....	12
8.2.6	Zonenreichweiten für vermaschte Netze mit Zwischeneinspeisung .....	12
9	Hilfseinrichtungen .....	12

9.1.1 Gleichspannungsversorgung .....	12
10 Anschluss und Verkabelung der Messwandler .....	12
10.2 Spannungswandlerkreise .....	12
11 Schutz von Leitungen und Kabeln .....	13
11.2 Schutz von Höchstspannungsleitungen .....	13
11.2.2 Höchstspannungsleitungsschutz mit Schutzdopplung .....	13
11.2.4 Höchstspannungsleitungsschutz für Zweipoligenleitungen .....	13
11.3 Schutz von Hochspannungsleitungen .....	14
11.3.1 Hochspannungs-Kurzschlusschutz für Zweipoligenleitungen ( <i>Titel ändern</i> ) .....	14
11.3.2 Hochspannungs-Kurzschlusschutz für Mehrpoligenleitungen ( <i>Titel ändern</i> ) .....	14
11.3.4 Erdschlusschutz bei Hochspannungsleitungen ( <i>neues Kapitel</i> ) .....	14
11.4 Schutz von Mittelspannungsleitungen .....	14
11.4.1 Abgangsschutz .....	14
11.4.1.1 Strahlennetz .....	14
11.4.1.2 Zweiseitig gespeiste Leitungen .....	14
12 Schutz von Transformatoren .....	15
12.1 Schutz von Transformatoren mit $S_n > 100$ MVA .....	15
12.2 Schutz von Transformatoren mit $S_n$ von 1 MVA bis 100 MVA mit Unterspannung $> 1$ kV ( <i>Titel geändert</i> ) .....	16
12.7 Optimierungsmöglichkeiten .....	16
13 Anlagenschutz .....	16
13.3 Schalterversagerschutz .....	16
13.3.1 Schalterversagerschutz in Höchstspannungsanlagen .....	16
14 Schutz von Kompensationsdrosselanlagen und Kondensatorbänken .....	17
15 Systemschutz (Frequenzschutz) .....	17
16 Schutz am Netzanschlusspunkt .....	18
16.1 Schutz von Erzeugungsanlagen .....	18
17 Erdschlusserfassung .....	18
17.1 Erdschlusserfassung in galvanisch verbundenen Netzen .....	18
17.2 Selektive Erdschlusserfassung .....	18
18 Empfehlung für die Inbetriebnahme und Instandhaltung von Schutzsystemen	19
18.1 Rahmenbedingungen für die Inbetriebnahme und Instandhaltung von Schutzsystemen .....	19
18.2 Abnahme und Inbetriebnahme von Schutzsystemen .....	19
18.2.1 Inbetriebnahme Prüfungen .....	19
18.2.2 Inbetriebnahme Prüfungen .....	20
18.2.2.5.1 Sekundärprüfungen .....	20
18.2.2.5.2 Primärprüfungen .....	20
18.2.2.6 Messungen bei Inbetriebnahme .....	20
19 Anhang .....	20
B Literaturverzeichnis .....	20
Referenz auf schweizerische Dokumente / Gesetze .....	20

## 0 Vorwort

Dieser Anhang zum Dokument „Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen“ (Ausgabe September 2009) wurde vom Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE in Kooperation mit Österreichs Energie und dem Forum Netztechnik/Netzbetrieb FNN im VDE erarbeitet.

Das Dokument hält die Abweichungen des „Schutzleitfadens zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen“ für die Schweiz fest. Wo keine Abweichungen erwähnt sind, gelten die Aussagen des Schutzleitfadens. Bei Verweisen auf Gesetze, Normen und andere Empfehlungen, gelten ausschliesslich die in der Schweiz gültigen Gesetze, Normen und Empfehlungen (vgl. Kapitel 19 Anhang B: „Referenzen auf schweizerische Dokumente / Gesetze“)

Beim VSE in der Schweiz ist das Dokument der „AG VSE-Netzschutz“ zugeteilt.

VSE  
Hintere Bahnhofstrasse 10  
Postfach  
5001 Aarau  
Telefon +41 (0)62 825 25 25  
Fax +41 (0)62 825 25 26  
www.strom.ch

## 1 Geltungsbereich

Die Aussagen in diesem Anhang beziehen sich speziell auf den in der Schweiz üblichen Kurzschlusschutz, die Automatisierungsfunktionen und die Erdschlusserfassung beziehungsweise den Erdschlusschutz.

*Ergänzungen bei den Spannungsebenen:*

- Übertragungsnetze (mögliche Spannungsebenen: 380kV, 220kV, 110-150kV)
- Verteilnetze (mögliche Spannungsebenen: Hochspannung 50-150kV, Mittelspannung >1kV-60kV)

## 2 Funktionale Voraussetzungen für Schutztechnik, Wandler und Leistungsschalter

### 2.3.1 Induktive Stromwandler

*Ergänzung beim Punkt Dimensionierung:*

Bei der Dimensionierung der Stromwandler für den Schutz sind auf jeden Fall die Wandleranforderungen der Relaislieferanten zu erfüllen.

### 2.3.2 Induktive Spannungswandler

*Ergänzung beim Punkt Sicherheitsvorkehrungen:*

Alle Sekundärwicklungen mit Ausnahme von offenen Dreieckswicklungen müssen mit Sicherungen bzw. Schutzschalter versehen werden. Falls die offene Dreieckswicklung nur gegen Ferroresonanz beschaltet ist und an ihr keine weiteren Komponenten wie zum Beispiel Schutz- oder Anzeigegeräte angeschlossen sind, so kann auf eine Absicherung verzichtet werden.

## 2.4 Leistungsschalter

*Ergänzung beim Punkt Bemessungsschaltfolge:*

In der Schweiz werden die Schalter meist für zweifache AWE ausgelegt. Dabei werden im Übertragungsnetz oft Leistungsschalter mit folgende Bemessungsschaltfolge eingesetzt: O – 0.3s – CO – 60s – CO

Im Mittelspannungsnetz wird folgende Bemessungsschaltfolge empfohlen:

O – 0.3s – CO – 15s – CO

## 3 Sternpunktbehandlung der Netze

*Bei der Einleitung gilt für die Schweiz:*

Die Art der Sternpunktbehandlung von Netzen ist von großer Bedeutung für die Auswahl und Gestaltung des Schutzsystem- und Erdschlusskonzeptes. Es wird nach folgenden Arten der Sternpunktbehandlung von Netzen unterschieden.

Netze mit:

- Isoliertem Sternpunkt
- Erdschlusskompensation (Erdschlusslöschung)
- Niederohmiger oder starrer Sternpunkterdung
- Vorübergehender niederohmiger Sternpunkterdung
- Erdschlusssteilkompensation
- Vorübergehender hochohmiger Widerstandserdung

In Deutschland und Österreich werden die Höchstspannungsnetze ausschließlich mit niederohmiger Sternpunkterdung, Hoch- und Mittelspannungsnetze überwiegend als Netze mit Erdschlusskompensation betrieben.

In der Schweiz weisen die Höchstspannungsnetze einen niederohmigen oder starrgeerdeten Sternpunkt auf. In den Hoch- und Mittelspannungsnetze werden die Netze meist mit niederohmigem oder starrem Sternpunkt, mit Erdschlusskompensation, oder mit isoliertem Sternpunkt betrieben.

### 3.1 Netz mit isoliertem Sternpunkt

*Bei Kapitel 3.1 gilt für die Schweiz:*

Bei dieser Netzbetriebsart bleiben alle Sternpunkte ungeerdet (isoliert). Diese Betriebsart kommt vor allem in Mittelspannungsnetzen vor. Die Höhe der Erdschlussströme kann in diesen Netzen je nach Ausdehnung und Kabelanteil stark variieren.

Da das Drehstromsystem bei isoliertem Sternpunkt (OSPE) nur über seine Leiter-Erde-Kapazitäten potenzialmäßig definiert ist, können sich transiente Überspannungen (Wanderwellen) leicht ausbreiten und an Reflexionsstellen zu Isolationsdurchschlägen führen. Es besteht auch die Gefahr von Kippschwingungen (Ferroresonanz), welche schon nach wenigen Minuten zur thermischen Zerstörung der Spannungswandler oder zu Folgefehlern im Netz führen können.

Dies ist bei der Dimensionierung der Spannungswandler zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, bei Spannungswandler im isolierten Netz eine zusätzliche Wicklung vorzusehen, welche gegen Ferroresonanz beschaltet wird.

#### **Erdschlusserfassung/ Erdschlussschutz:**

Netze mit isoliertem Sternpunkt sind mit einer Erdschlussüberwachung auszurüsten. Bei Netzen mit Erdschlussströmen über der Löschgrenze nach DIN VDE 0228 Bild 2 [15], sind Erdschlüsse durch geeignete Schutzvorrichtungen automatisch zu erfassen und abzuschalten, so wie es auch bei den Kurzschlüssen dieser Netze notwendig ist. Bei Netzen mit Erdschlussströmen unterhalb der Löschgrenze nach DIN VDE 0228 Bild 2 [15], müssen die Netze bei Erdschlüssen nicht automatische

abgeschaltet werden. Enthält ein Netz nur eine kleine Anzahl an Betriebsmitteln, so kann das Verfahren der wechselweisen Abschaltungen zur Erdschlusssuche ausreichen.

Netze mit Strömen unter der Löschgrenze bieten den Vorteil, dass:

- Zulässige Beeinflussungs- und Gefährdungsspannungen leichter eingehalten werden können
- Lichtbogenüberschläge von selbst erlöschen können

Der Erdschlussschutz wird in Kapitel 7.5 genauer beschrieben.

### **3.2 Netz mit Erdschlusskompensation**

*Ergänzung:*

Anstelle einer geringen Überkompensation werden bei einigen EWs die Netze gering unterkompensiert.

### **3.5 Netz mit Erdschlussteilkompensation** (*zusätzlicher Abschnitt*)

Bei Netzen mit Erdschlussteilkompensation wird wie bei der Erdschlusskompensation kapazitiver Erdstrom kompensiert. Bei der Teilkompensation wird aber im Gegensatz zur Erdschlusskompensation oder Erdschlusslöschung nur ein Teil des kapazitiven Erdschlussstromes kompensiert.

Bezüglich der notwendigen Schutzmassnahmen gelten die Aussagen über isolierte Sternpunkte von Kapitel 3.1.

### **3.6 Vorübergehende hochohmige Widerstandserdung** (*zusätzlicher Abschnitt*)

Bei Netzen mit isoliertem, teilkompensiertem oder gelöschtem Netz wird bei dieser Methode kurzzeitig ein hochohmiger Widerstand im Sternpunkt zugeschaltet. Während der Zuschaltung enthält der Erdschlussstrom damit auch eine ohmsche Komponente, welche in Erdschlussschutzvorrichtungen ausgewertet wird. Im Gegensatz zur kurzzeitigen niederohmigen Erdung kommen also bei dieser Methode nicht Kurzschlussrelais zum Einsatz, sondern Erdschlussschutzrelais, welche die ohmsche Komponente des Erdschlussstromes auswerten.

Der automatisch zuschaltbare Sternpunktwidestand wird so ausgelegt, dass die Erdschlussschutzeinrichtungen bei einpoligem Fehler anregen können nicht aber die Kurzschlusseinrichtungen. Der Fehler wird je nach Höhe des Erdschlussstromes bzw. der Schutzphilosophie von Hand oder durch die vorhandenen Erdschlussrelais abgeschaltet.

Bei der Wahl der Abschaltzeiten, der Grösse des Sternpunktwidestandes und der Wahl der Dauer der hochohmigen Widerstandserdung ist darauf zu achten, dass die gültigen Normen und Gesetze (Bsp.: Berührungsspannungen, Richtwerte Löschgrenze Erdschlussströme,...) eingehalten werden.

Diese Methode hat somit ähnliche Vorteile wie die kurzzeitig niederohmige Erdung.

## 4 Netzbetriebsweise

### 4.5 Normal und Sonderschaltzustände

*Ergänzungen, Bemerkung:*

Die Aussagen gelten neben dem Kurzschlusschutz auch für den Erdschlusschutz von Netzen mit einem Erdschlussstrom über der dauernd zulässigen Löschgrenze gemäss Kapitel 3.2.

## 5 Normative Verweisungen

### 5.1 Kurzschlussstromfestigkeit der Betriebsmittel

#### Thermische Festigkeit Betriebsmittel

*Ergänzungen:*

In der öffentlichen Energieversorgung sind für die thermische Bemessung der Anlagen nachstehende Bemessungskurzschlussströme üblich:

Spannungsebene / Schaltanlage	Bemessungskurzzeitstrom in [kA]
3 – 12kV	25kA – 50kA
12 – 17.5kV	25kA – 40kA
17.5 – 24kV	16kA – 31.5kA
24 – 36kV	16kA – 25kA
50 – 72kV	25kA – 40kA
110 – 170kV	25kA – 50kA
220kV	50kA – 63kA
380kV	63kA

#### Abschaltzeit

*Ergänzungen:*

Soll mit dem Leistungsschalter eine AWE durchgeführt werden, ist die Nennschaltfolge danach auszuwählen. Bei einer zweimaligen AWE wird in der Mittelspannung empfohlen, Leistungsschalter zu verwenden, die in der zweiten stromlosen Pause bereits nach 15 s wieder einen Kurzschluss ein und sofort wieder ausschalten können. Beim Übertragungsnetz kann diese stromlose Pausenzeit auf bis zu 60s verlängert werden. Vgl. auch Kapitel 2.4.

### 5.2 Belastbarkeit der Betriebsmittel

*Ergänzung beim Abschnitt Freileitungen:*

In der Schweiz wird die Belastbarkeit bei Freileitungen üblicherweise bei einer Umgebungstemperatur von 10°C (Winterwert), 20°C (Übergangszeit) und 40°C (Sommerwert) und einer Luftgeschwindigkeit von 0.5m/s angegeben.

### 5.3 Netzcodes und Verbandsrichtlinien

*Ergänzung:*

Für die Schweiz sind ausschliesslich die Richtlinien und Empfehlungen der Schweiz anzuwenden.

Dies sind unter anderem:

- Transmission-Code Schweiz

- Distribution Code Schweiz
- Richtlinien und Empfehlungen des VSE
- Richtlinien und Empfehlungen Swissgrid
- Weitere Richtlinien und Empfehlungen von CH-Branchenverbänden

Vgl. die zum Anhang B aufgezählten Schweizer Normen und Empfehlungen.

## 5.4 Normen

*Ergänzung:*

Für die Schweiz sind ausschliesslich die Gesetze, Normen, Richtlinien und Empfehlungen der Schweiz anzuwenden.

Dies sind unter anderem:

- Starkstromgesetz
- Starkstromverordnung
- EN-Normen
- von der CH übernommene IEC-Normen
- SEV-Normen
- Weitere massgebende Gesetze, Verordnungen und Richtlinien der CH

Vgl. die zum Anhang B aufgezählten Schweizer Normen und Empfehlungen.

## 6 Eigenschaften der Netze

*Bei der Einleitung gilt für die Schweiz:*

Elektrische Netze dienen dem Austausch, der Übertragung und der Verteilung elektrischer Energie. Je nach Bedeutung des Netzes sind die Anforderungen an die Schutzsysteme, die Netzfahrweisen und die betrieblichen Belange recht unterschiedlich.

Folgende Spannungsstufen nach VDE/IEC haben sich in der europäischen Praxis durchgesetzt und werden in der Regel wie folgt eingesetzt:

- 380/220 kV als Übertragungsnetz
- 50 - 150 kV als übergeordnetes oder überregionales Verteilnetz
- 3 - 30 kV als örtliches Verteilnetz und Industrienetz

### 6.1 Höchstspannungsnetze 380kV und 220kV

*Ergänzung:*

Transmission Code für die Schweiz siehe unter Anhang B [16, 47]

### 6.2 Hochspannungsnetz 50kV – 150kV (*Änderung Titel*)

*Beim letzten Abschnitt gilt für die Schweiz:*

Bei den Hochspannungsnetzen kommen alle in Kapitel 3 aufgeführten Sternpunktbehandlungen vor.

Sie werden in der Regel in größeren Teilnetzen vermascht betrieben und speisen in die unterlagerten Mittelspannungsnetze ein. Die Anforderungen an die Schutzsysteme sind in diesen Hochspannungsnetzen je nach Bedeutung und Netzausbau recht unterschiedlich (siehe Kapitel 11.3). Durch die starke Verzahnung zwischen den Netzebenen ist eine Abstimmung der Schutzsysteme an den Einspeisestellen notwendig.

## 6.3 Mittelspannungsnetz > 1kV – 50kV (Änderung Titel)

Bei Kapitel 6.3 gilt für die Schweiz:

Diese Spannungsebene gehört in Deutschland, Österreich und der Schweiz zur Verteilungsnetzebene. Sie dient innerhalb eines begrenzten Gebietes, einer Stadt oder eines Industriebetriebes der Versorgung von Kunden mit elektrischer Energie. In Mittelspannungsnetzen wird der Leistungsfluss meistens durch die Kundenlast bestimmt. Zunehmend wird der Lastfluss auch durch dezentrale Erzeugungsanlagen beeinflusst.

Folgende Mittelspannungen sind derzeit üblich:

- 3 - 7.2 kV für Industrienetze mit Hochspannungsmotoren und Kraftwerkseigenbedarf
- 10 - 12kV Städtetze, Industrienetze teilweise mit Hochspannungsmotoren
- 12 - 20 kV Landnetze, Städtetze, Industrienetze
- 20 - 30 kV Landnetze, große Industriebetriebe, z. B. Anschluss von Elektrolyseanlagen

Die Netzfahrweise der Mittelspannungsnetze ist sehr unterschiedlich und den örtlichen Verhältnissen angepasst. Bei großen Punktlasten werden die Netze oft strahlenförmig und bei ländlicher Flächenlast vermascht betrieben. Daher sind die Anforderungen an die Schutzsysteme auch sehr unterschiedlich (siehe Kapitel 11.4). Jedoch ist in dieser Spannungsebene immer zu berücksichtigen, dass eine Störung sich meist direkt auf den Kunden auswirkt. In der Mittelspannung sind alle Arten der Sternpunktbehandlung zu finden.

## 7 Schutzfunktionen

### 7.1 Überstromzeitschutz

Bei Einführung von Kapitel 7.1 gilt für die Schweiz:

Der Überstromzeitschutz wird in den Netzen als Kurzschlusschutz oder als Erdschlusschutz vorzugsweise in Strahlen- und Ringnetzen sowie an Transformatoren und Generatoren eingesetzt. Er ist unabhängig von der Sternpunktbehandlung und in allen Spannungsebenen einsetzbar. Als Kurzschlusschutz kann er immer dann zur Anwendung kommen, wenn der Kurzschlussstrom sich in seiner Höhe eindeutig vom Betriebsstrom unterscheidet und die Anforderungen an die zulässige Auslösezeit erfüllt werden.

Der Überstromzeitschutz wird als unabhängiger Maximalstromzeitschutz (UMZ-Schutz) oder als abhängiger Maximalstromzeitschutz (AMZ-Schutz) ausgeführt. Die Überstromzeitschutzeinrichtungen verwenden zur Fehlererkennung den Strom als Kriterium. Dazu werden für Kurzschlüsse normalerweise die leiterselektiven Ströme und für Erdschlüsse der Nullstrom als Messgrößen verarbeitet.

### 7.4 Automatische Wiedereinschaltung

Bei Einführung von Kapitel 7.4 gilt für die Schweiz:

Besonders in Freileitungsnetzen, bei denen der größte Teil der Kurzschlüsse aus Lichtbogenfehlern besteht, wird die automatisch ablaufende Wiedereinschaltung eingesetzt. Sie kann als getrenntes Gerät oder als integrierter Bestandteil der Schutzeinrichtung ausgeführt sein und mit allen üblichen Leitungsschutzeinrichtungen zusammenarbeiten. Teilweise wird diese Funktion auch noch als „Kurzunterbrechung“ (KU) oder Langunterbrechung (LU) bezeichnet. Ausführungen und Anwendungen der AWE weichen je nach Art, Betriebsweise und Sternpunktbehandlung des Netzes voneinander ab. Detaillierte Erklärungen hierzu finden sich in der

„Richtlinie für automatische Wiedereinschaltung in elektrischen Netzen“ [33] (Richtlinie gilt nicht für die Schweiz).

## **7.5 Erdschlusserfassung / Erdschlussschutz (*Titel abgeändert*)**

*Bei Einführung von Kapitel 7.5 gilt für die Schweiz:*

Zur Meldung eines Erdschlusses genügt ein einstellbares Spannungsrelais, welches die Nullspannung (3U<sub>0</sub>) überwacht. Die Nullspannung kann dabei gemessen (offene Dreieckswicklung) oder intern im Relais aus den Phasenspannungen errechnet werden. Für die automatische selektive Erfassung des betroffenen Abgangs wird oft eine gerichtete Erdschlusserfassung verwendet. Bei Erdschlussströmen unter dem zulässigen Reststrom kann auch das Prinzip der Suchschaltung angewendet werden. Bei der Suchschaltung erfolgt wechselweise eine Abschaltung der einzelnen Anlagenteile oder Leitungen, solange bis der Erdschluss verschwindet.

Die Erfassung des Nullstromes für Erdschlussrichtungsrelais sollte vorzugsweise über Summenstromwandler (Kabelumbauwandler) erfolgen, da diese im Übersetzungsverhältnis besser den Erfordernissen angepasst werden können und eine höhere Messgenauigkeit aufweisen. Für die Verfahren „Erdschlusswischer“ und „Pulsortung“ genügt im Allgemeinen die mit der Holmgreenschaltung erzielbare Genauigkeit. In Leitungsabgängen, in denen nur zwei Wandler eingesetzt sind, ist der Einsatz von Summenstromwandlern (Kabelumbauwandlern) zur Erdschlussortung zwingend erforderlich, da mit zwei Wandlern kein Nullstrom erfasst werden kann.

Zur selektiven Erdschlusserfassung haben sich folgende Verfahren mit unterschiedlichem Erfolg bewährt:

- Wattmetrische Erdschlusserfassung
- Gerichteter Erdschlussüberstrom
- Wischerverfahren
- Admittanzvergleich
- Oberschwingungsverfahren
- Oberschwingungsrelativmessung
- Pulsortung
- Automatische Erdschlussuchschaltung
- Nullstrommessung

Heute werden auch mehrere Verfahren kombiniert, um die Schwachstellen der einzelnen Verfahren möglichst zu minimieren.

### **Wattmetrische Erdschlusserfassung und gerichteter Erdschlussüberstromschutz (*Titel ändern*)**

*Für die Schweiz gilt:*

Wattmetrische Erdschlussfunktionen und gerichtete Erdschlussüberstromfunktionen werten im Normalfall im isolierten, teilkompensierten und kompensierten Netz den Nullstrom und die Nullspannung des Netzes aus. Bei vermaschten Netzen muss darauf geachtet werden, dass nicht Unsymmetrien zum Ansprechen der Funktion führen.

Durch eine künstliche oft nur kurzzeitige „Wattreststromvergrößerung“ können die Messbedingungen erheblich verbessert werden; dabei werden mit Hilfe von Belastungswiderständen an den Löschspulen zusätzliche ohmsche Verluste erzeugt.

Der Einsatz erfolgt überwiegend in Mittelspannungsnetzen und teilweise im Hochspannungsnetz.

## **Automatische Erdschlusssuchschaltung**

*Für die Schweiz gilt:*

In strahlenförmig aufgebauten Netzen mit Erdschlussströmen kleiner gleich dem zulässigen Reststrom kann man automatische Erdschluss-Sucheinrichtungen verwenden. Dabei fragt eine Automatik nacheinander alle Abzweige ab (z.B. mittels AWE, wattmetrische Erdschlusserfassung) und ermittelt so den erdschlussbehafteten Abgang. In Neuanlagen findet dieses Verfahren in der Regel keine Anwendung mehr.

## **7.7 Frequenzschutz**

*Ergänzung*

Die Publikation „Technische Anforderungen an Frequenzrelais für den störungsbedingten Lastabwurf“ [34] gilt nicht für die Schweiz. Für die Schweiz sind die Anforderungen bezüglich störungsbedingtem Lastabwurf im Transmission Code der Schweiz festgehalten.

Vergleich auch Kapitel 15.

## **7.8 Zusatzfunktionen in digitalen Schutzeinrichtungen**

### **7.8.2 Leistungsschalter-Versagerschutz**

*Für die Schweiz gilt:*

Der Leistungsschalter-Versagerschutz dient der schnellen Reserveabschaltung, wenn ein Auslösekommando des Schutzrelais vom zugeordneten Leistungsschalter nicht ausgeführt wird.

Der Schalterversagerschutz wirkt oft zweistufig. In der ersten Stufe versucht der Schalterversagerschutz nach einer kurzen Verzögerung ( $t_1$ ) den Leistungsschalter nochmals zu öffnen. Ist dies nicht erfolgreich, so werden nach einer weiteren Zeitverzögerung ( $t_2$ ) die vorgeordneten Leistungsschalter ausgeschaltet. Um Fehlauflösungen zu verhindern, müssen bei der Einstellung der Zeitverzögerungen die Abschaltzeit des Leistungsschalters und die Rückfallzeit der Schutzeinrichtungen berücksichtigt werden.

## **8 Grundlagen der Schutzeinstellung**

### **8.1 Anregung**

#### **8.1.2.1 Überstromanregung**

##### **le> Stufe**

*Für die Schweiz gilt:*

Die Erdstromanregung wird bevorzugt unterhalb der Leiterstromanregung eingestellt. Gängige Einstellwerte der Erdstromanregung sind beispielsweise bei Holmgreenschaltung oder relaisinterner Berechnung aus den Phasenströmen (0,1 - 0,8)

$I_{N\text{-Wandler}}$

Je nach Sternpunktbehandlung, der Art der IO-Erfassung und der möglichen Höhe der Erdschlussströme kann die sinnvolle Einstellung für die Erdstromanregung variieren.

#### **8.1.2.2 Unterimpedanzanregung (elektromechanisch)**

*Ergänzung:*

In Netzen mit hochohmiger Sternpunktbehandlung (isoliert, gelöscht, teil kompensiert) darf bei einem Erdschluss, der durch eine getrennte Erdschlusserfassung erkannt wird, keine Leiteranregung erfolgen. Es müssen hier die Spannungsmesskreise stets an der verketteten Spannung liegen. Nur bei einem Doppelerdschluss werden sie von der Erdstromanregung gegen Erde geschaltet.

### **8.1.3 Anregezuverlässigkeit**

#### **8.1.3.2 Anregeverlässlichkeit bei Kurzschlüssen**

*Ergänzung:*

In kompensierten und isolierten Netzen gilt  $I_{kmin} = I_{k2pol}$

## **8.2 Staffelplan**

*Anmerkung zur Einführung:*

Ausführungen zu den Staffellungen gelten im isolierten Netz auch für den Erdschlussschutz mit Abschaltung.

### **8.2.1 Grundsätze zum Staffelplan**

*Ergänzung:*

In der Schweiz wird die Richtung in den Netzschutzeinrichtungen (für Leitungen, wie Transformatoren, für Kurzschlussströme, wie Erdschlussströme) normalerweise wie folgt definiert:

- Vorwärts entspricht von der Sammelschiene Richtung Leitung bzw. Richtung Transformator
- Rückwärts entspricht von der Leitung bzw. vom Transformator Richtung Sammelschiene.

### **8.2.2 Staffelzeiten**

*Ergänzung:*

In der Schweiz werden bei Distanzschutzrelais Staffelzeiten von 0.25s bis 0.5s eingestellt. Falls es sich beim einzustellenden Relais um ein elektromechanisches Relais handelt, oder das vorgelagerte Relais ein elektromechanisches Relais ist, so wird vorzugsweise die Staffelzeit 0.5s gewählt.

Bei Überstromschutzfunktionen (Kurzschlusschutz wie auch Erdschlussschutz) werden normalerweise Staffelzeiten von 0.2s bis 0.3s eingestellt.

### **8.2.3 Zonenreichweiten allgemein**

*Ergänzung:*

In der Schweiz wird bei Distanzschutz ein Staffelfaktor zwischen 0.7 und 0.9 verwendet. Im Übertragungsnetz werden bei Leitungen die folgenden Staffelfaktoren bevorzugt:

- 0.8 für die erste Zone falls Kommunikation vorhanden ist
- 0.85 für die erste Zone falls keine Kommunikation vorhanden ist
- 0.85 für 2. Zone und höher

Für die Staffelfaktoren von Transformatoren mit einer Distanzzone Richtung Transformator gelten normalerweise die folgenden Staffelfaktoren:

- 0.7 für die erste Zone Richtung Transformator

Dabei ist zu darauf zu achten, dass diese Zoneneinstellung auch bei verschiedenen Stufenschalterstellungen nicht über den Transformator reicht. Bei einigen Transformatortypen (Bsp Dreiwicklertransformatoren) hat das Netz Einfluss auf die gemessene Fehlerimpedanz. Auch in diesen Fällen muss darauf geachtet werden, dass diese Impedanzzone nicht über den Transformator reicht. Falls die Reichweite der ersten Zone reduziert werden muss, kann zum Beispiel der Einsatz eines POTT-Verfahrens als sinnvoll betrachtet werden.

- 0.85 für 2. Zone und höher (normalerweise Richtung SS)

#### **8.2.4 Zonenreichweite für Strahlennetze**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Die Reichweiten der verschiedenen Zonen werden in der Schweiz normalerweise wie folgt eingestellt:

- Grundsätzlich wird der Schutz (mit den unter 8.2.3 angegebenen Staffelfaktoren) mit dem vorgelagerten Schutz gestaffelt.
- Für die 2. Zone wird aber im Minimum 120% der Leitungsimpedanz eingestellt
- Bei der 2. Zone werden Zwischeneinspeisungen nicht berücksichtigt. Impedanzreduktionsfaktoren für nachfolgende Parallelleitungen werden unter Umständen berücksichtigt.
- Bei den höheren Zonen werden die Zwischeneinspeisungen berücksichtigt. Zwischeneinspeisungen werden aber nur bis zum Faktor 5 berücksichtigt.
- Die letzte Zone vor der Anregung (3. oder 4. Zone) sollte normalerweise die längste nachfolgende Leitung abdecken. Diese Anforderung kann bei vermaschten Netzen teilweise nicht erfüllt werden.

#### **8.2.5 Zonenreichweite für Doppelleitungen**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Es gelten die Bemerkungen von Kapitel 8.2.4:

#### **8.2.6 Zonenreichweiten für vermaschte Netze mit Zwischeneinspeisung**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Es gelten die Bemerkungen von Kapitel 8.2.4:

### **9 Hilfseinrichtungen**

#### **9.1.1 Gleichspannungsversorgung**

Oft werden an die DC-Anlage noch ein oder mehrere Wechselrichter geschaltet, um auch allfällig nötige unterbrechungsfreie AC-Netze betreiben zu können. Das kann z.B. der Versorgung von Stationsleitrechnern dienen.

## **10 Anschluss und Verkabelung der Messwandler**

### **10.2 Spannungswandlerkreise**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Alle Sekundärwicklungen mit Ausnahme von offenen Dreieckswicklungen müssen mit Sicherungen bzw. Schutzschalter versehen werden. Falls die offene Dreieckswicklung nur gegen Ferroresonanz beschaltet ist und an ihr keine weiteren

Komponenten wie zum Beispiel Schutz- oder Anzeigegeräte angeschlossen sind, so kann auf eine Absicherung verzichtet werden.

## 11 Schutz von Leitungen und Kabeln

### 11.2 Schutz von Höchstspannungsleitungen

#### 11.2.2 Höchstspannungsleitungsschutz mit Schutzdopplung

*Ergänzung, Bemerkung:*

In der Schweiz ist es oft üblich die AWE nur in einem der beiden Schutzsysteme vorzusehen bzw. zu aktivieren. Angeregt wird die AWE aber von beiden Schutzgeräten.

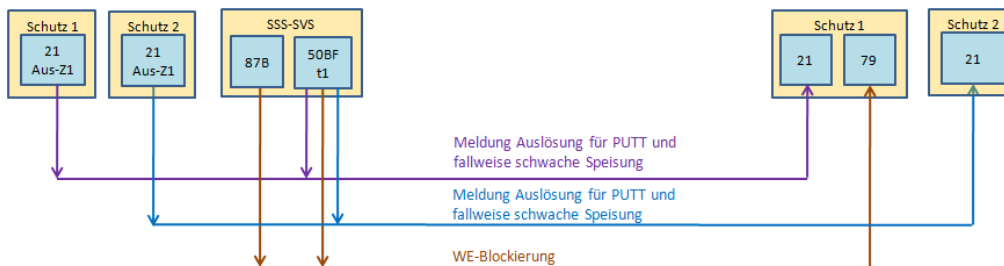
#### 11.2.4 Höchstspannungsleitungsschutz für Zweipoligenleitungen

*Ergänzungen, Bemerkungen :*

Im Höchstspannungsleitungsnetz der Schweiz wird üblicherweise das folgende Signalverfahren eingesetzt:

- Unterreichend, senden bei Auslösung des Distanzschutzes in Zone 1 und Auslösung der Gegenseite bei Signalempfang und vorliegender ungerichteten Anregung.  
In bestimmten Fällen (Bsp.: Falls Konfigurationen denkbar, bei denen Distanzschutz im Fehlerfall nicht anregen könnte) wird zusätzlich auch bei Signalempfang und „schwacher Speisung“ ausgelöst.

Das nächste Bild zeigt ein Beispiel einer solchen Kommunikation:



#### **AWE:**

Oft wird in der Schweiz bei einem einpoligen Fehler eine einpolige Kurz-AWE (einpolige KU) und bei einem mehrpoligen Fehler eine dreipolige Kurz-AWE (dreipolige KU) durchgeführt. Ist die Kurz-AWE nicht erfolgreich so wird dreipolig ausgeschaltet und anschliessend ein dreipolige Lang-AWE (dreipolige LU) durchgeführt.

#### **Schalerversagerschutz:**

Jede Schutzfunktion der beiden Schutzsysteme regt den Schalerversagerschutz an. Freigegeben wird der Schalerversagerschutz normalerweise durch einen Stromschwellwert. Bei Kraftwerkseinspeisungen kann es sinnvoll sein, für einen Teil der Anregungen die Rückmeldung des Leistungsschalters als Freigabekriterium zu verwenden. Der Schalerversagerschutz wirkt meist zweistufig. In der ersten Stufe versucht der Schalerversagerschutz nach einer kurzen Verzögerung den Leistungsschalter nochmals zu öffnen. Ist dies nicht erfolgreich, so werden nach einer weiteren Zeitverzögerung die vorgelagerten Leistungsschalter der Sammelschiene

ausgeschaltet.

## **11.3 Schutz von Hochspannungsleitungen**

### **11.3.1 Hochspannungs-Kurzschlusschutz für Zweiendenleitungen** (*Titel geändert*)

### **11.3.2 Hochspannungs-Kurzschlusschutz für Mehrendenleitungen** (*Titel geändert*)

### **11.3.4 Erdschlusschutz bei Hochspannungsleitungen** (*neues Kapitel*)

In Hochspannungsnetzen bei denen die Erdschlussströme über dem dauernd zulässigen Reststrom sein können, sind Erdschlüsse wie Kurzschlüsse rasch und automatisch durch Schutzeinrichtungen abzuschalten. In vermaschten Netzen wird dies im Normalfall mit Richtungsvergleichsschutzeinrichtungen realisiert. Dabei kann das Blockier- oder das Freigabeverfahren angewendet werden. Beim Freigabeverfahren wird der Leistungsschalter einer Leitung ausgelöst, falls beide Relais den Fehler vorwärts erkennen und ein Freigabesignal von der Gegenseite erhalten. Durch zusätzliche Funktionen ist zu gewährleisten, dass auch bei gemessenen Strömen unter dem Ansprechwert der Erdschlussstromanregung Erdfehler erkannt und abgeschaltet werden (Bsp.: bei Stickleitung oder Einzelleitung durch Verknüpfungen mit 3U0-Funktion).

Als Reserveschutzfunktionen werden meist gerichtete und ungerichtete Erdschlussüberstromfunktionen sowie die 3U0-Funktion verwendet.

## **11.4 Schutz von Mittelspannungsleitungen**

*Ergänzungen bei Einführung:*

Bei Netzen mit isoliertem oder hochohmig behandeltem Sternpunkt, sind Erdschlüsse wie Kurzschlüsse abzuschalten, falls der Erdschlussstrom über dem dauernd zulässigen Reststrom sein kann.

Als Erdschlusschutz werden normalerweise eine oder mehrere der folgenden Funktionen verwendet: Wattmetrische Erdschlusserfassung, Gerichteter Erdschlussüberstrom, Wischerverfahren, Admittanzvergleich, Oberschwingungsverfahren, Oberschwingungsrelativmessung, Pulsortung, Nullstrommessung

Als Reserveschutzfunktionen beim Erdschlusschutz werden meist gerichtete und ungerichtete Erdschlussüberstromfunktionen sowie die 3U0-Funktion verwendet.

In Netzen mit AWE wird diese normalerweise auch bei einer Erdschlusschutzauslösung angeregt.

### **11.4.1 Abgangsschutz**

#### **11.4.1.1 Strahlennetz**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Bemerkung zu Bild 36 und 37:

Die Erdschlusserfassung wirkt unter Umständen (vgl. Einführung dieses Kapitels) auch auf Q0 und regt im Falle einer Auslösung auch die AWE an.

#### **11.4.1.2 Zweiseitig gespeiste Leitungen**

*Ergänzung, Bemerkung:*

Bemerkung zu Bild 38:

Die Erdschlusserfassung wirkt unter Umständen (vgl. Einführung diese Kapitels) auch auf Q0 und regt im Falle einer Auslösung auch die die AWE an.

## 12 Schutz von Transformatoren

### 12.1 Schutz von Transformatoren mit $S_n > 100 \text{ MVA}$

*Ergänzungen bei Einführung:*

Transformatoren dieser Grössenordnung werden normalerweise mit zwei unabhängigen Schutzsystemen ausgerüstet. Dabei werden üblicherweise die folgenden Randbedingungen erfüllt:

- Beide Schutzsysteme decken prinzipiell gleiche Fehler ab. Die Empfindlichkeiten der beiden Systeme können unterschiedlich sein.
- Funktionen Schutzsystem 1: Das Schutzsystem 1 enthält im Minimum einen Differentialschutz
- Funktionen Schutzsystem 2: Es wird empfohlen pro Hochspannungstransformatorseite einen Distanzschutz einzubauen (nicht Mittelspannung). Dieser übernimmt gleichzeitig auch Reserveschutzfunktionen Richtung Sammelschiene. Ferner wird bei Transformatoren dieser Grössenordnung oft ein empfindlicher Erdfehlerschutz eingebaut (Kesselschutz, hochohmiger Erdfehlerdifferentialschutz oder niederohmiger Erdfehlerdifferentialschutz). Auf einen zweiten Differentialschutz im Schutzsystem 2 wird unter Umständen verzichtet, da in den beiden Distanzschutzgeräten mit der unverzögerten Stufe (vgl. vgl. Kapitel 8.2.3 Zonenreichweiten) ein schnelles Schutzsystem für Kurzschlüsse vorhanden ist.
- Falls sich an einer der Transformatorseite ein Netz mit isoliertem Sternpunkt befindet, so sind die in den vorigen Kapiteln gemachten Aussagen analog anzuwenden. Die Aktivierung einer empfindlichen ungerichteten Erdschlussüberstromfunktion ist dann meistens sinnvoll.
- Mit einigen Ausnahmen wirken die Schutzfunktionen des Transformators in der Regel auf sämtliche Leistungsschalter des Transformators. Beispiel für mögliche Ausnahme: Überlastfunktionen.
- Schutzsystem 1 und 2 wirken auf unterschiedliche Ausspulen der Leistungsschalter
- Sämtliche Schutzauslösungen welche auf Fehler im Transformator schliessen lassen regen die Schalterversagerschutzeinrichtungen der verschiedenen angeschlossenen Spannungsebenen an.

#### **Mitnahme und Schalterversagerschutz-Trafo**

*Ergänzung, Kommentar:*

Der Schalterversagerschutz bei Transformatoren arbeitet gleich wie bei Leitungen (nach kurzer Verzögerung ( $t_1$ ) zweiter Auslöseversuch mit gleichem Leistungsschalter, falls nicht erfolgreich nach weiterer Verzögerung ( $t_2$ ) Auslösung der restlichen Leistungsschalter des betroffenen Sammelschienenabschnitts). In der Schweiz wird eine Mitnahme von Leistungsschaltern auf den anderen Transformatorseiten im Normalfall nur realisiert, falls auf diesen anderen Transformatorseiten kein Schalterversagerschutz vorhanden ist.

Weitere Bemerkungen zum Schalterversagerschutz:

- Der Schalterversagerschutz wird auch bei einer SS-Auslösung angeregt.

- Der Schalterversagerschutz sendet analog dem Konzept beim Leitungsschutz mit  $t_1$  ein Signal an den Distanzschutz der anderen Transformatorseiten.
- Der Distanzschutz der anderen Transformatorseiten löst mit Anregung oder der Funktion schwache Speisung aus.

### **Leistungsschalerversagerschutz**

*Ergänzung, Kommentar:*

Vgl.: vorherigen Bemerkungen

## **12.2 Schutz von Transformatoren mit $S_n$ von 1 MVA bis 100 MVA mit Unterspannung $>1\text{kV}$ (Titel geändert)**

*Ergänzung, Kommentar:*

Mit einigen Ausnahmen wirken die Schutzfunktionen des Transformators in der Regel auf sämtliche Leistungsschalter des Transformators. Beispiel für mögliche Ausnahme: Überlastfunktionen

Der Reserveschutz auf der Oberspannungsseite wirkt auf der Oberspannungsseite über eine eigene Auslösespule auf den Leistungsschalter. Auf der Unterspannungsseite wirkt er, falls eine unabhängige Auslösespule vorhanden ist, auf diese unabhängige Spule (in der Mittelspannung oft nicht der Fall).

Falls sich an einer der Transformatorseite ein Netz mit isoliertem Sternpunkt befindet, so sind die in den vorigen Kapiteln gemachten Aussagen analog anzuwenden. Die Aktivierung einer empfindlichen ungerichteten Erdschlussüberstromfunktion wird dann meistens sinnvoll.

## **12.7 Optimierungsmöglichkeiten**

*Ergänzung, Kommentar:*

Bezüglich Aufteilung der Schutzfunktionen ins System 1 und 2 beachte man die vorher gemachten Bemerkungen.

# **13 Anlagenschutz**

## **13.3 Schalterversagerschutz**

### **13.3.1 Schalterversagerschutz in Höchstspannungsanlagen**

*Ergänzung, Kommentar:*

Jede Schutzfunktion der beiden Schutzsysteme regt den Schalterversagerschutz an. Freigegeben wird der Schalterversagerschutz normalerweise durch einen Stromschwellwert. Bei Kraftwerkseinspeisungen, kann es sinnvoll sein für einen Teil der Anregungen die Rückmeldung des Leistungsschalters als Freigabekriterium zu verwenden. Der Schalterversagerschutz wirkt meist zweistufig. In der ersten Stufe versucht der Schalterversagerschutz nach einer kurzen Verzögerung den Leistungsschalter nochmals zu öffnen. Ist dies nicht erfolgreich, so werden nach einer weiteren Zeitverzögerung die vorgelagerten Leistungsschalter der Sammelschiene ausgeschaltet. Falls die beiden Schutzsysteme jeweils auf beide Ausspulen des Leistungsschalters wirken, so kann auf die erste SVS-Stufe verzichtet werden.

## 14 Schutz von Kompensationsdrosselanlagen und Kondensatorbänken

## 15 Systemschutz (Frequenzschutz)

*Ergänzung, Kommentar:*

In der Schweiz wird vertraglich geregelt welche Kraftwerke Regelleistung zur Verfügung zu stellen haben.

Sind die vorgestellten Regelleistungen nicht in der Lage, die Netzfrequenz zu stabilisieren, weil das Leistungsdefizit nicht ausgeglichen werden kann, setzt eine gezielte automatische Lastanpassung durch teilweisen Lastabwurf im Netz ein. Damit soll ein weiteres Absinken der Netzfrequenz und damit ein Wiederherstellen des Leistungsgleichgewichtes erreicht werden.

Bei umfangreichen Störungen müssen daher auch in Verteilernetzen Maßnahmen greifen, die den Umfang der Auswirkungen begrenzen. Zur Vermeidung von Netzzusammenbrüchen bei Grossstörungen wurde ein Stufenplan zum frequenzabhängigen Lastabwurf entwickelt. Die jeweils aktuellen Frequenzstufen und zugehörigen Netzlasten sind für die Schweiz im Transmission Code Schweiz [47] festgelegt.

Das folgende Bild zeigt die für die Schweiz üblichen Frequenzstufen und Einstellungen:

Stufe	Frequenz / Hz	$T_{verz}$ / ms <sup>†</sup>	$U_{min}$ / %*	Aktion	Kumulierter Lastabwurf / %	Aktivierungsart
1	49.8			Aktivierung von Leistungsreserven		Manuell / Autom.
2	49.5			Abwurf von Speicherpumpen		Automatisch
2a	49.2			Auftrennung von Ringen soweit notwendig		Automatisch
3	49.0	100	70	Lastabwurf 10-15%	10-15%	Automatisch
4	48.7	100	70	Lastabwurf 10-15%	20-30%	Automatisch
5	48.4	100	70	Lastabwurf 15-20%	35-50%	Automatisch
6	48.1	100	70	Lastabwurf 15-20%	50-70%	Automatisch
7	47.5			Trennung der Kraftwerke vom Netz		Automatisch

\* $T_{verz}$  ist die maximale im Relais einzustellende Verzugszeit;  $U_{min}$  ist die auf die Nennspannung bezogene prozentuale Betriebsspannung bis zu der das Relais noch auslösen soll.

Dabei ist festzuhalten, dass der automatisch wirksame, gestaffelte Lastabwurf nur in den Stufen 3-6 erfolgt.

Der Lastabwurf hat flächendeckend und dezentral zu erfolgen.

Um die Realisierung einheitlich zu gestalten, werden die Netzlasten in sieben etwa gleichgrosse Abschaltgruppen eingeteilt (4 aktiv, 3 blockiert). Durch die Anwendung einer Rotation zwischen den einzelnen Abschaltgruppen und durch die Beteiligung am Lastabwurf sollte auch der Grundsatz der Diskriminierungsfreiheit bezüglich der Einteilung in Abschaltgruppen verwirklicht werden.

Je nach Unternehmen ist der Einbau der UFLS-Relais in den NE 2 bis 5 vorgesehen. Dabei ist die Ebene 2 nur für Industrieerispeisungen geplant. Prinzipiell gibt es Lösungen, sowohl für die Abschaltung nur einzelner Abgänge als auch ganzer Stationen.

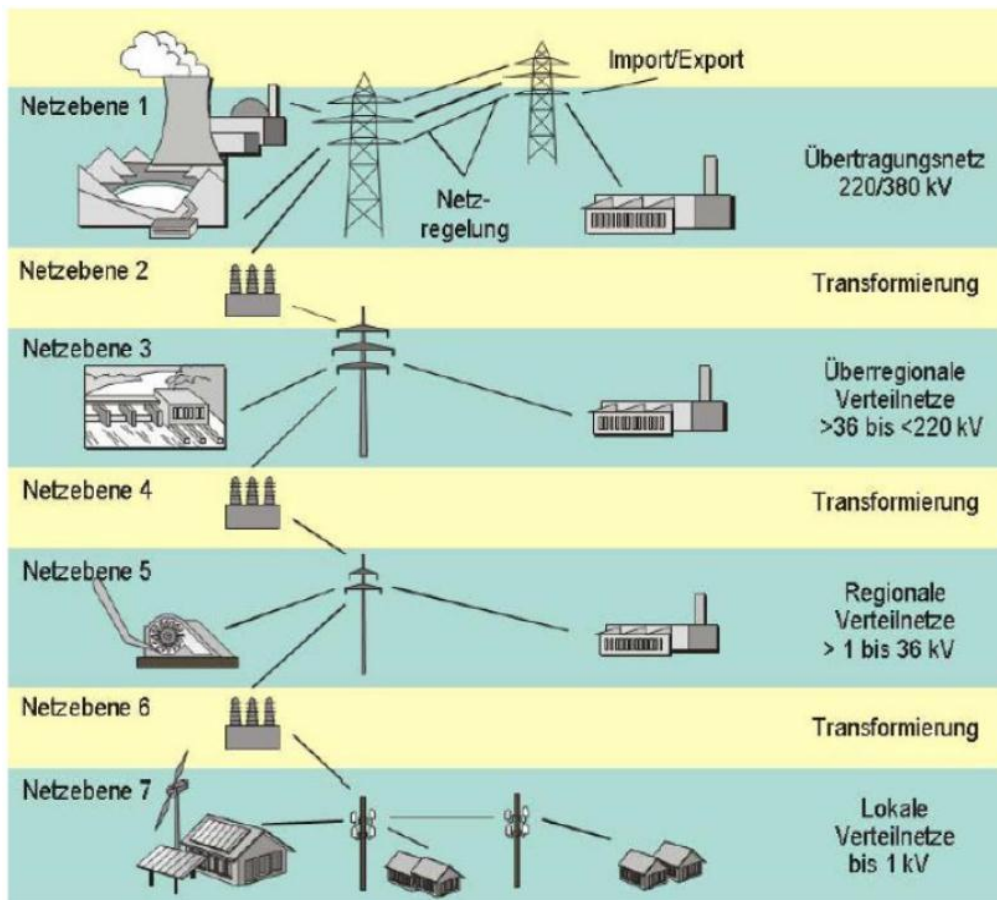


Bild: Darstellung der Netzebenen gemäss VSE Schweiz

## 16 Schutz am Netzanschlusspunkt

### 16.1 Schutz von Erzeugungsanlagen

*Ergänzung, Kommentar:*

Für die Schweiz ist der Schweizer Transmission Code (swissgrid), sowie der Distribution Code (VSE) zu beachten.

## 17 Erdschlusserfassung

### 17.1 Erdschlusserfassung in galvanisch verbundenen Netzen

*Ergänzung, Kommentar:*

**Nullspannungsüberwachung** *Titel ändern, früherer Titel Erdschluss-Melderelais*

### 17.2 Selektive Erdschlusserfassung

*Für die Schweiz gilt:*

Der Einsatz der im Kapitel 7.5 beschriebenen Erdschlusserfassungssysteme und deren Anwendung für Netze mit verschiedenen Sternpunktbehandlungen wird in der untenstehenden Tabelle dargestellt.

Schutzeinrichtung und Erdschlusserfassung	Gelöschte Netze	Isolierte Netze	Kurzzeitig niederohmig geerdete Netze	Kurzzeitig hochohmig geerdete Netze
Empfindliche ungerichtete Erdstromerfassung	x	x	x	x
Empfindlich gerichtete Erdstromerfassung	x	x	x	x
Wattmetrische Relais	x	x		x
Oberschwingungsrelais	x	x		
Oberschwingungs-Relativmessung	x	x		
Pulsortungsmethode	x			
Netz-Erdschluss-Analysator, Ortung mit Strominjektion	x			
Ungerichteter unempfindlicher Nullstromschutz			x	
Unempfindlicher Gerichteter Nullstromschutz			x	
Nullspannungsüberwachung	x	x	x	x

## 18 Empfehlung für die Inbetriebnahme und Instandhaltung von Schutzsystemen

### 18.1 Rahmenbedingungen für die Inbetriebnahme und Instandhaltung von Schutzsystemen

*Ergänzung, Kommentar:*

Für die Schweiz sind die dort gültigen Gesetze und Normen wie zum Beispiel das Starkstromgesetz, Starkstromverordnung oder weitere SEV-Normen einzuhalten.

### 18.2 Abnahme und Inbetriebnahme von Schutzsystemen

*Ergänzung, Kommentar:*

In der CH werden bei der IBS von Primäranlage teilweise keine zusätzlichen Isolationsprüfungen durchgeführt.

#### 18.2.1 Inbetriebnahme Prüfungen

*Ergänzung, Kommentar zum Abschnitt Inbetriebnahme:*

In der CH ist der Hersteller bei der Inbetriebnahme oft nicht dabei.

## 18.2.2 Inbetriebnahme Prüfungen

### 18.2.2.5.1 Sekundärprüfungen

*Ergänzung, Kommentar:*

Für die Schweiz gilt: Umparametrierungen zum Zwecke der Schutzprüfungen sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Speziell aber bei Mehrfunktionsrelais (bei digitalen Schutzrelais sehr oft der Fall) sind diese aber teilweise für eine Schutzprüfung notwendig.

Mit Abschluss der Sekundärprüfung ist mit jeder Schutzeinrichtung eine Auslösekontrolle durchzuführen.

### 18.2.2.5.2 Primärprüfungen

*Ergänzung, Kommentar:*

Primärprüfungen mit Fremdeinspeisung sind in der CH für die Prüfung des Schutz nicht der Normalfall. Die Stabilitätskontrolle wird in der Regel mit den Betriebsströmen durchgeführt.

### 18.2.2.6 Messungen bei Inbetriebnahme

*Ergänzung, Kommentar:*

In der Schweiz ist bei den Transformatoren die Kontrolle der Differenzströme bei verschiedenen Stufenschalterstellungen unüblich.

## 19 Anhang

### B Literaturverzeichnis

*Ergänzung, Kommentar:*

#### Referenz auf schweizerische Dokumente / Gesetze

Swissgrid	- Branchenempfehlung Strommarkt Schweiz	
	- Transmission Code CH (jeweils gültige Ausgabe)	[47]
	- Realisierungskonzept – Automatischer unterfrequenzabhängiger Lastabwurf	[48]
VSE	- Branchenempfehlung Strommarkt Schweiz	
	- Distribution Code Schweiz (jeweils gültige Ausgabe)	[49]
Schweizerische Eidgenossenschaft		
	- Stromversorgungsgesetz Strom VG	[50]
	- Stromversorgungsverordnung Strom VV	[51]
	- Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung)	[52]
	- Schweizerisches Starkstromgesetz	[53]
IEC und EN Normen:	- alle gültigen Cenelec-Normen	
	- alle in der Schweiz eingeführten IEC-Normen	