



# ÖVE/ÖNORM

## E 8001-1

Ausgabe: 2000-03-01

Normengruppen 330 und E

Zusammen mit ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61  
(siehe Vorbemerkung)

Ersatz für ÖVE-EN 1 Teil 1:1989 und  
ÖVE-EN 1 Teil 1a:1992 und  
ÖVE-EN 1 Teil 1b:1995-10

ICS 29.240.01

### Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis $\sim 1000$ V und $\equiv 1500$ V Teil 1: Begriffe und Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen)

Erection of electrical installations with rated voltages up to  $\sim 1000$  V and  $\equiv 1500$  V -  
Part 1: Definitions and measures against electric shock

Erection des installations électriques à courant fort jusqu' a  $\sim 1000$  V et  $\equiv 1500$  V -  
Partie 1: Définitions et mesures de protection contre le choc électrique

**Dieses Dokument hat sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN  
BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als  
auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971.**

Fortsetzung  
ÖVE/ÖNORM E 8001-1 Seiten 2 bis 70

Medieninhaber und Hersteller: Österreichischer Verband für Elektrotechnik, A-1010 Wien  
Österreichisches Normungsinstitut, A-1021 Wien  
Copyright © ÖVE/ON - 2000. Alle Rechte vorbehalten;  
Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger  
nur mit Zustimmung des ÖVE/ON gestattet!  
Alle Regelwerke für die Elektrotechnik auch:  
Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE), Eschenbachgasse 9, A-1010 Wien,  
Telefon: (+43-1) 587 63 73, Telefax: (+43-1) 586 74 08, E-Mail: ove@ove.at  
Verkauf von in- und ausländischen Normen und technischen Regelwerken durch:  
ON Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, Postfach 130, A-1021 Wien  
Tel.: (+43-1) 213 00-805, Fax: (+43-1) 213 00-818, E-Mail: sales@on-norm.at,  
Internet: <http://www.on-norm.at>

**Fach(normen)ausschuss**  
**FA/FNA E**  
Elektrische Niederspannungsanlagen

**Preisgruppe 40**

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung.....	2
1 Anwendungsbereich .....	3
2 Normative Verweisungen.....	3
3 Definitionen.....	5
4 Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren).....	24
5 Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren).....	24
6 Zusatzschutz.....	27
7 Schutzisolierung .....	28
8 Schutzkleinspannung und Funktionskleinspannung.....	30
9 Schutzerdung.....	32
10 Nullung (Neutralleiter-Schutzerdung).....	33
11 Isolationsüberwachungssystem.....	38
12 Anwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern - Fehlerstrom-Schutzschaltung (Fehlerstrom-Schutzerdung) .....	40
13 Schutztrennung.....	43
14 Begrenzung der Fehlerspannung am geerdeten Systemleiter .....	45
15 Potentialausgleich.....	48
16 Verwenden von Gas- und Wasserleitungen als Erder, Erdungsleitung oder Schutzerdungsleiter.....	50
17 Zusammenschluss von Erdungen in Nieder- und Hochspannungsanlagen .....	50
18 Schutz elektrischer Anlagen gegen transiente Überspannungen - Überspannungs-Schutzmaßnahmen .....	51
19 Isolationswiderstand .....	58
20 Erdung .....	59
21 Erdungsleitungen, Schutzerdungsleiter und Potentialausgleichsleiter .....	63
22 Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen) .....	67
Anhang A (informativ): Blitzgefährdung in Österreich .....	68
Anhang B (informativ): Literaturhinweise .....	70

### Vorbemerkung

Aufgrund der Vereinbarung zwischen dem ÖVE und dem Österreichischen Normungsinstitut werden künftig alle elektrotechnischen Dokumente als „Doppelstatusdokumente“ veröffentlicht. Diese Dokumente haben daher sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971.

Die Reihe ÖVE-EN 1 wird künftig als Reihe ÖVE/ÖNORM E 8001 erscheinen. In der Übergangsfrist werden Teile von ÖVE-EN 1 und Teile von ÖVE/ÖNORM E 8001 bestehen, die gegebenenfalls gemeinsam angewendet werden müssen.

Bis zum Erscheinen von ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61 sind die unverbindlichen Anhänge A1 bis A3 von ÖVE-EN 1 Teil 1:1989 und ÖVE-EN 1 Teil 1a:1992 sinngemäß anzuwenden.

Der Rechtsstatus dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

## 1 Anwendungsbereich

**1.1** Diese Bestimmungen gelten für die Errichtung von Starkstromanlagen mit folgenden Nennspannungen zwischen beliebigen Leitern:

- (1) bei Wechselstrom bis einschließlich 1 000 V effektiv mit einer Frequenz bis 1 kHz
- (2) bei Gleichstrom bis einschließlich 1 500 V.

**1.2** Diese Bestimmungen gelten nicht für folgende Starkstromanlagen:

- (1) Förderanlagen im Bergbau (Tages- und Blindschächte),
- (2) fahrzeugtypische elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen,
- (3) Traktionsstromanlagen elektrischer Bahnen und Oberleitungsbusse
- (4) Starkstromanlagen von Flugzeugen,
- (5) Starkstromanlagen von Schiffen (ausgenommen Wassersportfahrzeuge gemäß ÖVE-EN 1 Teil 4 § 93)

ANMERKUNG: Dies schließt die Anwendung dieser Bestimmungen für derartige Anlagen nicht aus, soweit dies gemäß den jeweils zutreffenden technischen Bestimmungen zulässig ist.

**1.3** Für besonders genutzte Räume oder Bereiche (siehe z. B. ÖVE-EN 2, ÖVE-EN 7, ÖVE-EX 65 usw.) sind zusätzliche oder abweichende Maßnahmen erforderlich.

**1.4** Für elektrische Betriebsmittel in elektrochemischen Anlagen sowie für spezielle Anlagen mit Nennströmen über 1 000 A (z. B. Elektroöfen, Stromrichteranlagen) sind Abweichungen zulässig, wobei aber eine weitgehend sinngemäße Anwendung dieser Bestimmungen empfohlen wird (siehe z. B. ÖVE EN 60519 Reihe).

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser ÖVE/ÖNORM sind. Datiertere Verweisungen erfassen spätere Änderungen oder Überarbeitungen nicht. Vertragspartner, die diese ÖVE/ÖNORM anwenden, werden jedoch aufgefordert, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen ist die letzte Ausgabe des in bezug genommenen normativen Dokumentes anzuwenden. Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

ÖVE-A/EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
ÖVE-B 5	Maßnahmen zum Schutz von Rohrleitungen und Kabeln gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleisanlagen
ÖVE-E 5 Teil 1	Betrieb von Starkstromanlagen - Grundsätzliche Bestimmungen
ÖVE-E 49	Blitzschutzanlagen
ÖVE-EN 1 Teil 2	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 2: Elektrische Betriebsmittel
ÖVE-EN 1 Teil 3	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 3: Beschaffenheit, Bemessung und Verlegung von Leitungen und Kabeln
ÖVE-EN 1 Teil 3 (§ 40)	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 3: Beschaffenheit, Bemessung und Verlegung von Leitungen und Kabeln - § 40: Beschaffenheit und Verwendung von Leitungen und Kabeln
ÖVE-EN 1 Teil 4	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 4: Besondere Anlagen
ÖVE-EN 1 Teil 4 § 53	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 4: Besondere Anlagen - § 53: Ersatzstromversorgungsanlagen und andere Stromversorgungsanlagen für den vorübergehenden Betrieb
ÖVE-EN 1 Teil 4 § 93	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V - Teil 4: Besondere Anlagen - § 93: Elektrische Anlagen für Marinas (Liegeplätze) und Wassersportfahrzeuge
ÖVE EN 50083-1	Kabelverteilsysteme für Ton- und Fernseh- und Funk-Signale - Teil 1: Sicherheitsanforderungen
ÖVE EN 50110	Betrieb von elektrischen Anlagen

ÖVE EN 60439 Reihe	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
ÖVE EN 60439-3	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen - Teil 3: Besondere Anforderungen an Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen zu deren Bedienung Laien Zutritt haben - Installationsverteiler
ÖVE EN 60742	Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren - Anforderungen
ÖVE EN 60947-2	Niederspannungs-Schaltgeräte - Teil 2: Leistungsschalter
ÖVE EN 61008 Reihe	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen
ÖVE EN 61009 Reihe	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebauten Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen
ÖVE EN 61558 Reihe	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen
ÖVE-IM 12	Fabrikfertige Zählerschränke und Zählerverteilerschränke bis 250 V gegen Erde
ÖVE IM 22	Verbindungsmaterial für elektrische Installationen
ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis $\sim 1000$ V und $\approx 1500$ V - Teil 6: Prüfungen - Hauptabschnitt 61: Erstprüfungen (in Vorbereitung)
ÖVE/ÖNORM E 8383	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV
ÖVE-L 1	Errichtung von Starkstromfreileitungen bis 1000 V
ÖVE-SN 50	Fehlerstrom-Schutzschalter
ÖVE-SN 60	Überspannungsableiter für Netze mit Nennspannungen bis $\sim 1000$ V und $\approx 1500$ V
ÖVE-SN 60 Teil 4	Überspannungsableiter für Netze mit Nennspannungen bis $\sim 1000$ V und $\approx 1500$ V - Teil 4: Überspannungsableiter für die Montage in Gebäuden - Ableiterklasse C
ÖNORM B 5432	Elektroinstallationen - Bauliche Vorkehrungen für Fundamenterder
ÖNORM E 1357	Erde, Fremdspannungsarme Erde, Schutzleiter – Kennzeichnung an Betriebsmitteln, Schilder
ÖNORM E 2790	Elektroinstallationen - Erdungsanlagen - Fundamenterder
ENV 61024	Gebäudeblitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze
HD 384.4.41 S2	Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 4: Schutzmaßnahmen – Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag
HD 384.5.54 S1	Elektrische Anlagen von Gebäuden - Teil 5: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln - Kapitel 54: Erdung und Schutzleiter
IEC 61008-2-2	Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's) - Part 2-2: Applicability of the general rules to RCCB's functionally dependent on line voltage
IEC 61009-2-2	Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBO's) - Part 2-2: Applicability of the general rules to RCBO's functionally dependent on line voltage
IEC 61643-1	Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Part 1: Performance requirements and testing methods
TRVB Reihe	Technische Regeln vorbeugenden Brandschutz Bezugsquelle: Zentralstelle für Brandverhütung, Siebenbrunnengasse 21, A-1050 Wien
CEA-Katalog	Bezugsquelle: Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs Schwarzenbergplatz 7, A-1030 Wien

### 3 Definitionen

Für den Anwendungsbereich dieser ÖVE/ÖNORM gelten folgende Definitionen:

#### 3.1 Starkstromanlage und Netzsystem

##### 3.1.1 Starkstromanlage

elektrische Anlage mit Betriebsmitteln zum Erzeugen, Umformen, Speichern, Fortleiten, Verteilen und Verbrauchen von elektrischer Energie mit dem Zweck des Verrichtens von Arbeit, z. B. in Form von mechanischer Arbeit, zur Wärme- oder zur Lichterzeugung sowie zu elektrochemischen Vorgängen.

Starkstromanlagen können gegen elektrische Anlagen anderer Art nicht immer eindeutig abgegrenzt werden. Die Werte von Spannung, Strom und Leistung allein sind dabei keine ausreichenden Unterscheidungsmerkmale. Entscheidend für die Zuordnung von Anlagenteilen für zusätzliche Funktionen, z. B. Steuern, Regeln, Verriegeln, Melden und Messen, zu einer Starkstromanlage ist deren unmittelbarer Zusammenhang mit dieser Starkstromanlage.

##### 3.1.2 Netzsystem

Gesamtheit aller Leitungen, Kabel und sonstigen Anlagen, von der Stromquelle bis zu den Verbrauchsmitteln, einschließlich aller Arten von Erdverbindungen.

Es wird unterschieden nach

- der Stromart (Gleichstrom, Wechselstrom),
- der Zahl der aktiven Leiter und
- der Art der Erdverbindung.

Diese Systeme werden durch folgende Kurzzeichen gekennzeichnet:

##### **erster Buchstabe: Erdungsverhältnisse der Stromquelle**

T..... direkte Erdung über einen oder mehrere Betriebserder

I..... entweder Isolierung aller aktiven Teile von Erde oder Verbindung eines Systempunktes mit Erde über eine hochohmige Impedanz oder eine offene Erdung

ANMERKUNG: Eine offene Erdung ist eine Erdung über Überspannungsableiter oder Funkenstrecken.

##### **zweiter Buchstabe: Erdungsverhältnisse der Körper der elektrischen Betriebsmittel**

T..... Körper direkt geerdet, (Anlagenerdung), jedoch unabhängig von den etwa bestehenden Erdungen der Stromquelle

ANMERKUNG: Anlagenerder und Betriebserder sind voneinander unabhängig, wenn sie nicht leitend miteinander verbunden sind und sich ihre Spannungstrichter gegenseitig nicht wesentlich beeinflussen.

N .... Körper direkt mit der Betriebserdung der Stromquelle verbunden

Im üblichen Drehstrom-Vierleitersystem erfolgt diese Verbindung über den Neutralleiter mit Schutzfunktion (PEN-Leiter).

##### **weitere Buchstaben: Anordnung des Neutralleiters und des PE-Leiters**

S..... Neutralleiter und PE-Leiter als getrennte Leiter

C .... Neutralleiter- und PE-Leiter-Funktion kombiniert in einem Leiter (PEN-Leiter)

ANMERKUNG: Die Bezeichnungen TN-, TT- und IT-System beziehen sich nur auf den allgemeinen Netzaufbau; aus ihnen kann nicht eindeutig auf die in den Verbraucheranlagen angewendete Methode des Fehlerschutzes geschlossen werden. So kann in einem TT-System die Ausschaltung im Fehlerfall durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen oder durch Überstrom-Schutzeinrichtungen erfolgen. Die Bezeichnung TT-System darf daher weder der Fehlerstrom-Schutzschaltung (Fehlerstrom-Schutzerdung) noch der Schutzerdung (Überstrom-Schutzerdung) gleichgesetzt werden.

**Einteilung der Systeme:**

**3.1.2.1 TN-System**

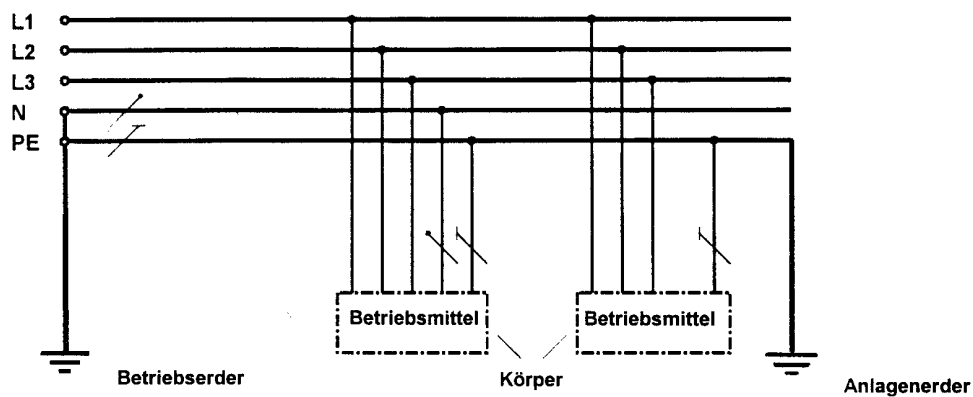
Netzsystem oder ein Teil davon, in dem ein Punkt (ein Systemleiter) über Betriebserder niederohmig geerdet ist, einschließlich jener Verbraucheranlagen in denen die Körper der elektrischen Betriebsmittel über PE- bzw. PEN-Leiter mit dem Betriebserder verbunden sind.

Je nach Anordnung dieses PE-Leiters unterscheidet man drei Arten von TN-Systemen:

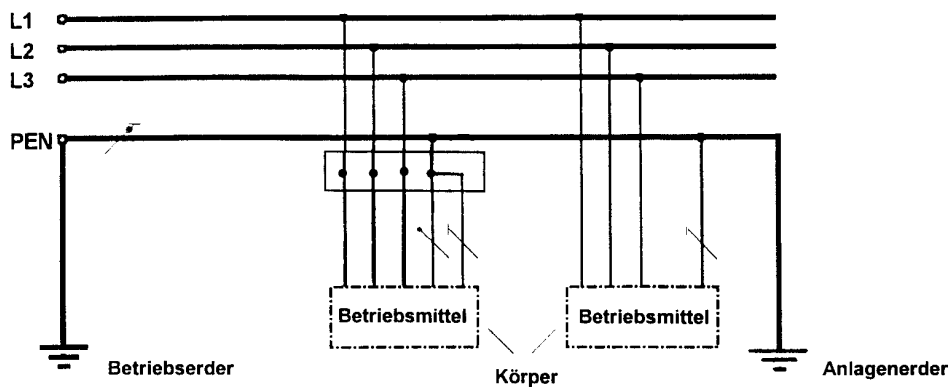
- (1) **TN-S-System:** PE-Leiter und Neutralleiter sind im gesamten System getrennt geführt (siehe Bild 3-1).
- (2) **TN-C-System:** Die Funktionen von PE-Leiter und Neutralleiter sind in einem einzigen Leiter (dem PEN-Leiter) zusammengefasst (siehe Bild 3-2).
- (3) **TN-C-S-System:** Die Funktionen von PE-Leiter und Neutralleiter sind nur in einem Teil des Systems in einem einzigen Leiter (dem PEN-Leiter) zusammengefasst, im übrigen Teil des Systems werden diese Leiter getrennt geführt (siehe Bild 3-3).

Erklärung der Symbole nach ÖVE EN 60617-11

	Neutralleiter (N)
	Schutzleiter (PE)
	PEN-Leiter: Kombination von Schutz- und Neutralleiter (PEN)



**Bild 3-1:** TN-S-System (PE-Leiter und Neutralleiter im gesamten System getrennt)



**Bild 3-2:** TN-C-System (PE-Leiter und Neutralleiter im gesamten System als PEN-Leiter zusammengefasst)

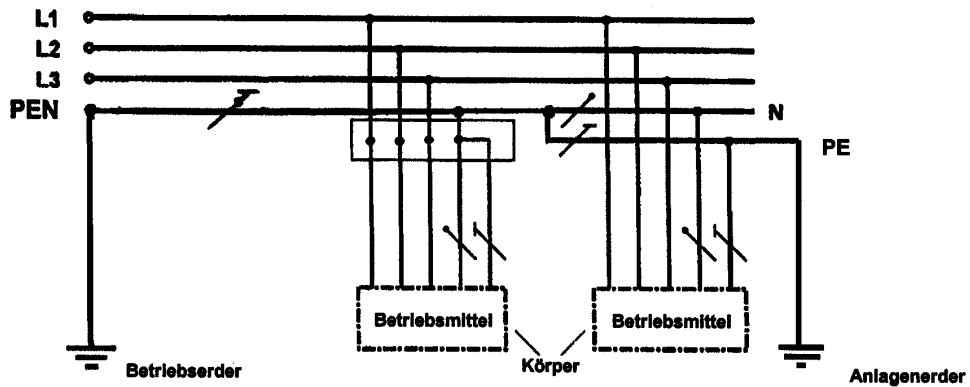


Bild 3-3: TN-C-S System (PE-Leiter und Neutralleiter in einem Teil des Systems)

### 3.1.2.2 TT-System

Netzsystem oder ein Teil davon einschließlich der Verbraucheranlagen, in dem ein Punkt (ein Systemleiter) über einen Betriebserder niederohmig geerdet ist. Die Körper der elektrischen Betriebsmittel sind jedoch mit Erdern verbunden (Anlagenerder), die vom Betriebserder unabhängig sind (siehe Bild 3-4).

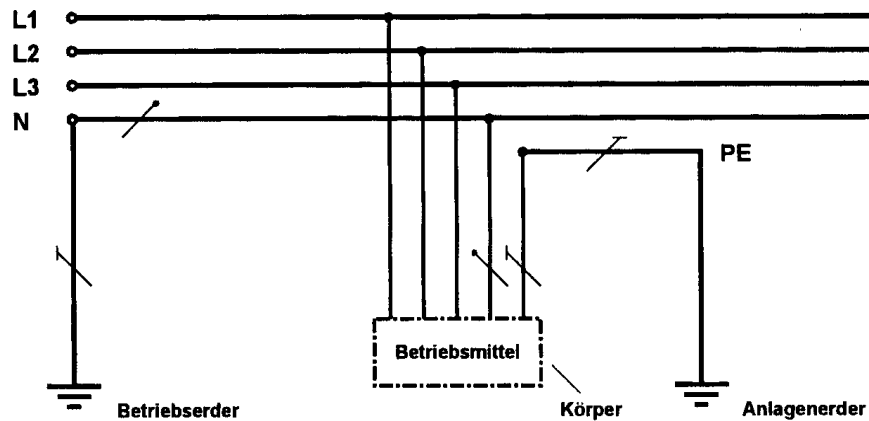


Bild 3-4: TT-System

### 3.1.2.3 IT-System

ein Netzsystem oder ein Teil davon einschließlich der Verbraucheranlagen, das keine niederohmige Verbindung zwischen aktiven und geerdeten Teilen aufweist und in dem die Körper der elektrischen Betriebsmittel mit einem Anlagenerder verbunden sind (siehe Bild 3-5).

An der Stromquelle darf eine Erdung über eine hochohmige Impedanz oder eine offene Erdung vorhanden sein. Es kann auch ein Neutralleiter vorhanden sein.

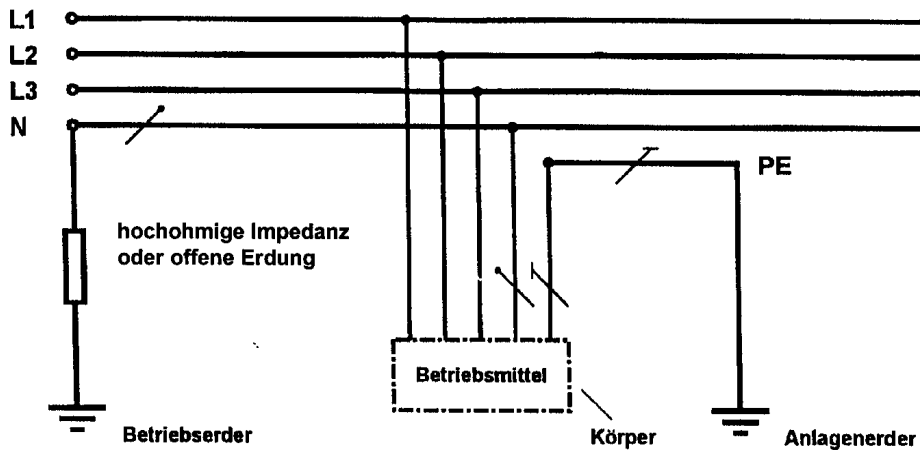


Bild 3-5: IT-System

### 3.1.3 Verteilungsnetz

Gesamtheit aller dem Fortleiten elektrischer Energie dienenden Anlagen (z. B. Freileitungen, isolierte Leitungen, Kabel, Verschienenungen) von der Stromquelle bis zum Beginn der Verbraucheranlagen.

### 3.1.4 Freileitung

Gesamtheit aller freigespannten Leiter, ihrer Tragwerke samt Fundamenten, Erdungen, Isolatoren, Zubehörteilen und Armaturen, die der oberirdischen Fortleitung elektrischer Energie dienen.

### 3.1.5 Kabelanlage

Gesamtheit aller einzelnen und/oder gemeinsam verlegten Kabel, die einem bestimmten Versorgungszweck dienen, samt Muffen, sonstigen zugehörigen Einbauten und Kabelabschlusseinrichtungen (z. B. Endverschlüssen). Die Kabelanlage endet mechanisch und elektrisch mit den Kabelabschlusseinrichtungen.

### 3.1.6 Bleibt frei.

### 3.1.7 Bleibt frei.

### 3.1.8 Hausanschlusskasten

Einrichtung zur Aufnahme der Hausanschluss Sicherungen. Ihre Eingangsklemmen einschließlich der zugehörigen N- oder PEN-Leiterklemme bilden die technische Grenze zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage.

ANMERKUNG: Eigentumsgrenzen werden durch diese Definition nicht betroffen.

### 3.1.9 Hauptleitung

Verbindungsleitung zwischen Hausanschlusskasten und den Zugangsklemmen der Vorzählersicherungen.

### 3.1.10 Verbraucheranlage

Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel einschließlich der Hauptleitung ab dem Hausanschlusskasten, oder, wo dieser nicht vorhanden ist, hinter den Ausgangsklemmen der letzten Verteilung vor den Verbrauchsmitteln (siehe Bild 3-6) bis zu den festen oder steckbaren Anschlussstellen der elektrischen Verbrauchsmittel.

ANMERKUNG: Unter Verteilung ist hier eine beliebige Schaltanlage (-schrank, -kasten) zu verstehen, auch in der Ausführung als Steuer- oder Regelungsanlage.

Die Hauptleitung zählt zur Verbraucheranlage, jedoch nicht hinsichtlich der Ausschaltbedingung (siehe Tab. 10-1).

#### 3.1.10.1 Einzelverbraucheranlage (Betreiberanlage)

Teil der Verbraucheranlage bestehend aus Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel nach den Zugangsklemmen der Vorzählersicherungen bis zu den festen oder steckbaren Anschlussstellen der elektrischen Verbrauchsmitteln (inklusive der Zuleitung zur Messeinrichtung).

ANMERKUNG: Vorzählersicherungen können mit Hausanschlusssicherungen zusammenfallen.

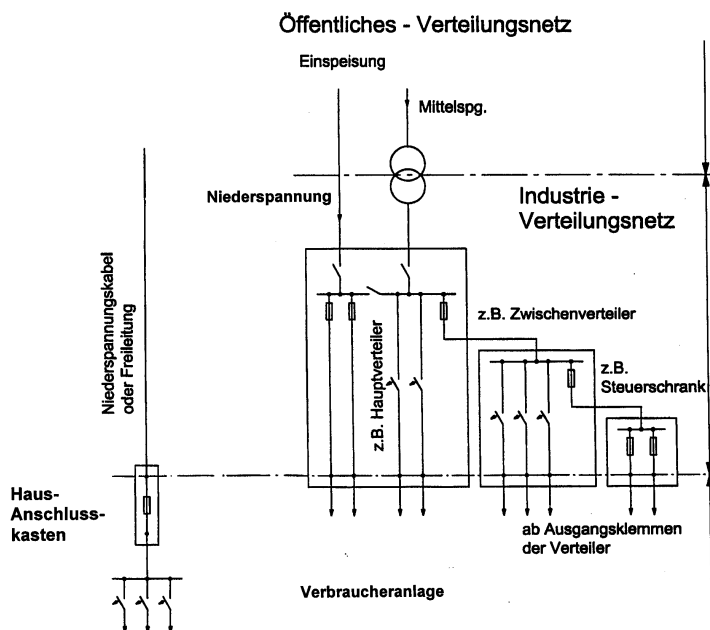


Bild 3-6: Beispiele für die Abgrenzung Verbraucheranlage und Verteilungsnetz



### **3.1.11 Stromkreis**

geschlossene Strombahn zwischen Stromquelle und Verbrauchsmittel.

ANMERKUNG: Hierunter wird im allgemeinen bei einem angeschlossenen Verbrauchsmittel die Strombahn zwischen den Überstrom-Schutzeinrichtungen und dem Verbrauchsmittel, bei mehreren angeschlossenen Verbrauchsmitteln, die Strombahn zwischen den gemeinsamen Überstrom-Schutzeinrichtungen und den Verbrauchsmitteln verstanden.

Je nach Art des Anschlusses der Verbrauchsmittel kann ein Stromkreis aus einem Außenleiter (L1, L2, L3) und dem Neutralleiter (N) oder aus mehreren oder sämtlichen Außenleitern mit oder ohne Neutralleiter bestehen. Sind jedoch in einem Drehstromnetz z. B. drei zweipolige Verbrauchsmittel, und zwar eines zwischen L1 und N, das andere zwischen L2 und N und das dritte zwischen L3 und N angeschlossen, und ist jeder dieser Anschlüsse für sich abgesichert, so handelt es sich um drei verschiedene Stromkreise.

#### **3.1.11.1 Hauptstromkreis**

Stromkreis der Betriebsmittel zum Erzeugen, Umformen, Verteilen, Schalten oder Verbrauchen elektrischer Energie enthält.

#### **3.1.11.2 Hilfsstromkreis**

Stromkreis für zusätzliche Funktionen, z. B. Steuer- und Regelstromkreise (Befehlsgebung, Verriegelung), Melde- und Messstromkreise.

### **3.1.12 Anlage im Freien**

Verbraucheranlage oder Teil davon, die außerhalb von Gebäuden errichtet ist, z. B. auf Straßen, Wegen und Plätzen, in Höfen, Durchfahrten und Gärten, auf Bauplätzen, Bahnsteigen, Rampen und Dächern, an Kranen, Baumaschinen, Tankstellen und Gebäudeaußenwänden sowie unter Überdachungen.

ANMERKUNG: Geschützte Anlagen im Freien sind z. B. Anlagen auf überdachten Bahnsteigen, in Toreinfahrten sowie überdachten Tankstellen.

Ungeschützte Anlagen im Freien sind z. B. Anlagen auf Rampen und auf nicht überdachten Bahnsteigen.

### **3.1.13 Anlage auf Baustellen**

elektrischen Einrichtungen für die Durchführung von Arbeiten an Hochbau- und Tiefbaubaustellen sowie bei Metallbaumontagen und Ähnlichem.

### **3.1.14 Hausinstallation**

Starkstromanlage mit Nennspannungen bis 250 V gegen Erde für alle Wohnbereiche sowie andere Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 250 V gegen Erde, die in Umfang und Art der Ausführung den Starkstromanlagen für Wohnräume entsprechen.

ANMERKUNG: Büroräume, Geschäftslokale, Schulen, Amtsräume, Gaststätten, und Hotels etc. sind Wohnräumen im Sinne dieser Begriffsbestimmung gleichzusetzen.

### **3.1.15 Bedienungsgang**

Raum oder Ort, der zum betriebsmäßigen Bedienen elektrischer Einrichtungen (wie Beobachten, Schalten, Einstellen, Steuern) betreten werden muss.

### **3.1.16 Wartungsgang**

Raum oder Ort innerhalb von abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten, der vorwiegend zum Warten der elektrischen Betriebsmittel betreten werden muss.

**3.1.17 fabriksfertige Schaltanlage und Verteiler** (typgeprüfte und partiell typgeprüfte Schaltgerätekombination) solche, die ÖVE EN 60439-Reihe bzw. ÖVE-IM 22 entspricht.

Als fabriksfertig gelten auch Schaltanlagen und Verteiler gemäß ÖVE-IM 12 und ÖVE-IM/EN 60439-3, die entweder

- (1) aus typgeprüften Baugruppen oder
- (2) aus fabriksfertigen, vom Hersteller für diesen Zweck vorgesehenen und in dieser Kombination typgeprüften Bausteinen außerhalb der Herstellerfirma nach deren Anweisungen

zusammengefügt und dann stückgeprüft sind.

### **3.1.18 nicht fabriksfertige Schaltanlage und Verteiler**

solche, bei denen die Voraussetzungen gemäß 3.1.17 nicht erfüllt sind, jedoch die Anforderungen gemäß ÖVE-EN 1 Teil 2 § 30:1993-04 und § 30a:1996-03.

ANMERKUNG: Darunter fallen z. B. einzeln an ihrem Aufstellungsort zusammengebaute Verteiler.

### **3.1.19 Schienenverteiler**

allseitig umschlossene Sammelschienen, die Anlagen, Verbrauchsmittel oder Verteilungen über Abgangskästen mit elektrischer Energie versorgen.

## **3.2 Betriebsmittel, Anschlussarten und Schutzeinrichtungen**

### **3.2.1 elektrisches Betriebsmittel** (kurz Betriebsmittel)

Gegenstand (Maschine, Gerät usw.), der als Ganzes oder in einzelnen Teilen zur Erzeugung, Fortleitung oder zum Gebrauch elektrischer Energie bestimmt ist.

ANMERKUNG: Zur Erzeugung, Fortleitung und zum Gebrauch elektrischer Energie gehören alle Anwendungen der elektrischen Energie, wie z. B. das Speichern, Umspannen, Umformen und Verteilen elektrischer Energie, ferner das Aufnehmen, Speichern, Übertragen, Verarbeiten und Wiedergeben von Informationen sowie das Messen physikalischer Größen und das Unterbrechen, Regeln, Steuern, Ausgleichen und Drosseln von Vorgängen auf elektrischem Wege.

### **3.2.2 elektrisches Verbrauchsmittel** (kurz Verbrauchsmittel)

elektrisches Betriebsmittel, welches die Aufgabe hat, elektrische Energie in eine nichtelektrische Energieart umzuwandeln (z. B. in mechanische oder chemische Energie, Wärme, Schall, Licht, sonstige Strahlung) oder der Nachrichten- und Informationstechnik dient.

ANMERKUNG: Sind mehrere Betriebsmittel zu einer Baueinheit zusammengeschlossen, so ist für deren Einstufung als Verbrauchsmittel maßgebend, dass am Ausgang ohne Rücksicht auf den inneren Aufbau eine nichtelektrische Energieart oder eine Nachricht/Information auftritt.

#### **3.2.2.1 Schutzart**

Art und Grad der Maßnahmen, die an Gehäusen (Umhüllungen) elektrischer Betriebsmittel ergriffen werden, um direktes Berühren unter Spannung stehender oder bewegter Teile und das Eindringen von Fremdkörpern oder Wasser zu verhindern (siehe ÖVE-A/EN 60529).

#### **3.2.2.2 Schutzklasse**

kennzeichnet die Maßnahmen, die für den Fehlerschutz am Betriebsmittel selbst gesetzt sind, mit einer römischen Zahl:

Schutzklasse I: Das Betriebsmittel ist basisisoliert und besitzt einen PE-Leiter-Anschluss.

Schutzklasse II: Das Betriebsmittel ist zusätzlich/ergänzend, doppelt oder verstärkt isoliert. Es enthält allenfalls eine ebenso isolierte PE-Leiter-Durchleitung mit Anschlussstellen (z. B. schutzisolierter Verteiler).

Schutzklasse III: Das Betriebsmittel ist ausschließlich für den Anschluss an Schutzkleinspannung ausgelegt.

#### **3.2.3 ortsfest**

sind elektrische Betriebsmittel, die infolge ihrer Beschaffenheit oder wegen ihrer mechanischen Befestigung während des Betriebes an ihren Aufstellungsort gebunden sind.

ANMERKUNG: Hierunter werden auch solche Betriebsmittel verstanden, die während des Betriebes ortsfest sind, aber z. B. zur Herstellung des Anschlusses oder zur Reinigung begrenzt bewegbar sind.

#### **3.2.4 ortsveränderlich**

sind elektrische Betriebsmittel, die während des Betriebes bewegt werden können oder zur Verwendung an mehreren Stellen bestimmt sind.

ANMERKUNG: Solche Betriebsmittel sind stets über flexible Leitungen angeschlossen.

#### **3.2.5 ortsfeste Leitung**

Leitung, die auf einer festen Unterlage so angebracht ist, dass sich ihre Lage nicht ändert.

#### **3.2.6 bewegliche Leitung**

eine an beiden Enden beliebig angeschlossene Leitung, die zwischen ihren Anschlussstellen bewegt werden kann.

#### **3.2.7 fester Anschluss** der Leitung

bedeutet, dass die Leitung mit einem elektrischen Betriebsmittel unmittelbar elektrisch verbunden ist, z. B. durch Schrauben, Löten, Schweißen, Nieten, Kerben, Quetschen oder Pressen.

#### **3.2.8 Überstrom-Schutzeinrichtung**

Schaltgerät, das den Strom beim Ansteigen über einen bestimmten Wert selbsttätig unterbricht. Sie kann als Schmelzsicherung oder Überstrom-Schutzschalter ausgeführt sein.

#### **3.2.9 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung**

Schaltgerät oder Schaltgerätekombination mit dem Zweck den Fehlerstrom (Strom gegen Erde) zu erfassen und beim Ansteigen über einen bestimmten Wert den nachgeschalteten Stromkreis selbsttätig auszuschalten.

Sie kann als Fehlerstrom-Schutzschalter oder Fehlerstromrelais in Verbindung mit Schaltschützen oder Leistungshaltern ausgeführt sein.

### **3.3 Leiter und leitfähige Teile**

#### **3.3.1 Außenleiter**

Leiter eines Systems, der im üblichen Betrieb unter Spannung steht und in der Lage ist, zur Übertragung oder Verteilung elektrischer Energie beizutragen, aber kein Neutraleiter oder kein Mittelleiter ist.

#### **3.3.2 Neutraleiter**

Leiter, der mit dem Neutralpunkt elektrisch verbunden und in der Lage ist, zur Verteilung elektrischer Energie beizutragen.

##### **3.3.2.1 Mittelleiter**

Leiter, der mit dem Mittelpunkt eines Gleichstrom-Mehrleitersystems elektrisch verbunden und in der Lage ist, zur Verteilung elektrischer Energie beizutragen.

#### **3.3.3 Schutzleiter (Kennzeichnung PE)**

Leiter zum Zweck der Sicherheit, zum Beispiel zum Schutz gegen elektrischen Schlag.

##### **3.3.3.1 Schutzerdungsleiter**

Schutzleiter zum Zweck der Verbindung mit Erdpotential.

##### **3.3.3.2 Potentialausgleichsleiter (PA-Leiter)**

elektrische Verbindung, die zum Herstellen des Potentialausgleiches dient.

##### **3.3.3.3 Nullungsverbindung**

möglichst kurze, elektrisch leitfähige Verbindung, mit welcher der PEN-Leiter im ersten dafür geeigneten Sicherungs- oder Verteilerkasten einer Verbraucheranlage direkt oder über den Hauptpotentialausgleich mit dem Schutzerdungsleiter verbunden wird.

##### **3.3.3.4 PEN-Leiter**

Leiter, der zugleich die Funktionen eines Schutzerdungsleiters und eines Neutraleiters erfüllt.

##### **3.3.3.5 PEL-Leiter**

Leiter, der zugleich die Funktionen eines Schutzerdungsleiters und eines Außenleiters erfüllt.

##### **3.3.3.6 PEM-Leiter**

Leiter, der zugleich die Funktionen eines Schutzerdungsleiters und eines Mittelleiters erfüllt.

#### **3.3.4 aktives Teil**

Leiter oder leitfähiges Teil, das dazu vorgesehen ist, im üblichen Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich Neutraleiter, aber vereinbarungsgemäß nicht ein PEN-Leiter, PEM-Leiter oder PEL-Leiter. Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass das Risiko eines elektrischen Schlages besteht.

#### **3.3.5 gefährliches aktives Teil**

aktives Teil, von dem unter bestimmten Bedingungen ein schädlicher elektrischer Schlag ausgehen kann.

#### **3.3.6 inaktives Teil**

leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das nicht aktives Teil ist, aber im Fehlerfall mit aktiven Teilen elektrisch verbunden sein kann.

#### **3.3.7 Körper (von elektrischen Betriebsmitteln)**

leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das berührt werden kann und üblicherweise nicht unter Spannung steht, aber unter Spannung geraten kann, wenn die Basisisolierung versagt.

#### **3.3.10 fremdes leitfähiges Teil**

leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch ein elektrisches Potential, im allgemeinen das einer örtlichen Erde, einführen kann.

Solche Teile können sein:

- Metallkonstruktionen von Gebäuden,
- Gas-, Wasser- und Heizungsrohre usw. aus Metall und mit diesen verbundene nicht elektrische Einrichtungen (Heizkörper, Feuerungsanlagen, metallene Ausgüsse usw.),
- nichtisolierende Fußböden und Wände, wenn über diese ein elektrisches Potential eingeführt werden kann.

Metallene Badewannen mit Wasseranschlüssen und -abläufen aus Isolierstoffrohren sind keine fremden leitfähigen Teile.

### **3.4 Elektrische Größen, Gefährdungen und Risiken**

#### **3.4.1 Nennwert (Bemessungswert) von Größen**

gerundeter Wert, welcher die Betriebsmittel und die Anlagen kennzeichnet, z. B. Nenn(Bemessungs)spannung, Nenn(Bemessungs)strom, Nenn(Bemessungs)leistung, Nenn(Bemessungs)frequenz.

Angaben über Betriebseigenschaften sowie Grenz- und Prüfwerte werden auf diese Nenn(Bemessungs)größen bezogen, soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist.

**3.4.2** Bei den im folgenden angegebenen Spannungswerten handelt es sich um Effektivwerte.

#### **3.4.2.1 Nennspannung (Bemessungsspannung)**

Spannungswert, nach dem Betriebsmittel oder Netze benannt sind, bei Drehstromnetzen der Wert der Leiter-Leiter-Spannung.

#### **3.4.2.2 Betriebsspannung**

Spannung, die zwischen den Außenleitern oder einem Außenleiter und dem Neutralleiter (Sternpunktleiter) einer elektrischen Anlage im ungestörten Betriebszustand zu einer bestimmten Zeit und an einer bestimmten Stelle vorhanden ist.

#### **3.4.2.3 höchste Betriebsspannung** eines (Drehstrom-)Netzes

Wert der höchsten Leiter-Leiter-Spannung, die unter normalen Betriebsbedingungen zu beliebiger Zeit und an beliebiger Stelle eines Netzes auftreten kann. Ausgenommen sind transiente Spannungen (z. B. hervorgerufen durch Schalthandlungen) und zeitweilige Spannungserhöhung zufolge abnormaler Netzbedingungen (z. B. Isolationsfehler oder größere Lastabwürfe).

#### **3.4.2.4 Spannung gegen Erde**

- in geerdeten Netzen, die Spannung eines Außenleiters gegen den geerdeten Systemleiter,
- in isolierten Netzen, die Spannung, die bei Erdschluss eines Außenleiters an den übrigen Außenleitern gegen Erde auftritt.

#### **3.4.3 Schleifenimpedanz** (Impedanz einer Fehlerschleife)

Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) in einer Stromschleife, bestehend aus der Impedanz der Stromquelle, der Impedanz des Außenleiters von einem Pol der Stromquelle bis zur Messstelle und der Impedanz der Rückleitung (z. B. PE-Leiter, Erder und Erde) von der Messstelle bis zum anderen Pol der Stromquelle.

#### **3.4.4 gefährliche Spannung**

Spannung, die unter bestimmten Bedingungen (z. B. Umgebung, Stromweg) bei Menschen oder Nutztieren einen schädlichen elektrischen Schlag verursachen kann.

#### **3.4.5 schädlicher elektrischer Schlag**

elektropathologische Wirkungen, die vorübergehend oder dauernd die Gesundheit eines Menschen oder Nutztieres beeinträchtigen können. Sekundärwirkungen, wie Schreckreaktionen, z. B. Sturz von einer Leiter, sind ausgenommen.

#### **3.4.6 Grenzkrisiko** (höchstes vertretbares Risiko) einer Elektrisierung

verbleibendes Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages trotz Einhaltung der Bestimmungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag (siehe ISO/IEC-Guide 51).

#### **3.4.7 Restrisiko** einer Elektrisierung

unter dem Grenzkrisiko liegendes Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages in einer Starkstromanlage unter den jeweils gegebenen Bedingungen (siehe ISO/IEC-Guide 51).

ANMERKUNG: Bei Starkstromanlagen liegt das Restrisiko meistens unter dem Grenzkrisiko, weil über die geltenden Bestimmungen hinaus bei der Errichtung der Anlagen zusätzliche Sicherheiten vorgesehen werden oder vorhanden sind.

### **3.5 Erden, Mittel und Maßnahmen zum Erden**

#### **3.5.1 erden**

einen elektrisch leitfähigen Teil über eine Erdungsanlage mit Erde verbinden.

#### **3.5.2 Erde** (Erdreich)

Bezeichnung sowohl für die Erde als Ort, als auch für die Erde als Stoff, z. B. die Bodenarten Humus, Lehm, Sand, Kies, Gestein; sie ist ein leitender Stoff, dessen elektrisches Potential außerhalb des Einflussbereiches von Erdern als Null definiert wird.

### **3.5.3 Bezugserde (ferne Erde)**

Teil der Erde, insbesondere der Erdoberfläche, außerhalb des Einflussbereiches eines Erders bzw. einer Erdungsanlage, in welchem zwischen beliebigen Punkten keine merklichen, vom Erdfehlerstrom herrührende Spannungen auftreten.

### **3.5.4 Erder**

leitfähiges Teil, das in das Erdreich eingebettet ist und damit in leitender Verbindung steht, oder ein solches, das in Beton eingebettet ist, der mit dem Erdreich großflächig leitend in Berührung steht.

ANMERKUNG: Im Falle eines Fundamenterders wirkt die erdfühige Oberfläche des Betonkörpers als Erder.

### **3.5.5 Erdungsanlage**

örtlich abgegrenzte Gesamtheit miteinander leitend verbundener Erder und/oder in gleicher Weise wirkender Metallteile (z. B. Mastfüße, Bewehrungen, metallene Kabelmäntel) und Erdungsleitungen.

### **3.5.6 Erdungsleitung**

Verbindungsleitung zwischen einem zu erdenden Anlagenteil und einem Erder, soweit sie außerhalb der Erde oder isoliert in der Erde verlegt ist.

ANMERKUNG: Hierfür wird auch die Bezeichnung Erdungsleiter verwendet.

### **3.5.7 spezifischer Erdwiderstand**

spezifischer elektrischer Widerstand des Erdreiches.

ANMERKUNG: Der spezifische Erdwiderstand wird in  $\Omega \cdot \text{m}^2/\text{m} = \Omega \cdot \text{m}$  angegeben und stellt den Widerstand eines Erdwürfels von 1 m Kantenlänge zwischen zwei gegenüberliegenden Würfelflächen dar.

### **3.5.8 Ausbreitungswiderstand**

Widerstand zwischen einem Erder und der Bezugserde.

### **3.5.9 Erdungswiderstand**

Summe von Ausbreitungswiderstand des Erders und Widerstand der Erdungsleitung.

### **3.5.10 Potentialsteuerung**

beabsichtigte Beeinflussung des Erdpotentials, insbesondere des Erdoberflächenpotentials, durch Erder.

### **3.5.11 Potentialausgleich**

Ausgleichen von Potentialen zwischen Körpern und fremden leitfähigen Teilen, gegebenenfalls auch untereinander mittels PA-Leiter.

### **3.5.12 Hauptpotentialausgleich einer Anlage**

elektrische Verbindung zwischen mehreren Leitern und fremden leitfähigen Teilen, um deren Potentialgleichheit zu erzielen.

### **3.5.13 zusätzlicher Potentialausgleich einer Anlage**

elektrische Verbindung zwischen örtlich benachbarten Teilen, um deren Potentialgleichheit, z. B. wegen besonderer Gefährdung aufgrund der Umgebungsbedingungen, zu erzielen.

### **3.5.14 Haupterdungsklemme; Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene - PAS)**

Klemme bzw. Schiene, die Teil der Erdungsanlage einer elektrischen Anlage ist und mehrere Leiter zu Erdungszwecken elektrisch verbindet.

### **3.5.15 Wasserrohrnetz**

Gesamtheit eines Leitungssystems verzweigter und oft auch vermaschter Haupt-, Versorgungs- und Anschlussleitungen einschließlich Wasserzähler oder Hauptabsperrvorrichtungen in Gebäuden oder Grundstücken, ausschließlich der Wasserverbrauchsleitungen.

### **3.5.16 Wasserverbrauchsleitungen**

Rohrleitungen hinter Wasserzählern oder Hauptabsperrvorrichtungen - in Wasserfließrichtung gesehen - in Gebäuden oder Grundstücken.

### **3.5.17 Gasrohrnetz**

Gesamtheit eines Leitungssystems verzweigter und oft auch vermaschter Versorgungs- und Hausanschlussleitungen einschließlich Hauptabsperrvorrichtungen in Gebäuden oder Grundstücken, ausschließlich der Gasinnenleitungen.

### **3.5.18 Gasinnenleitungen**

Rohrleitungen hinter Hauptabsperrvorrichtungen - in Gasströmungsrichtung gesehen - in Gebäuden oder Grundstücken.

### **3.6 Räume, Orte, Betriebsstätten, Bereiche und Ähnliches**

#### **3.6.1 Raum**

Aufstellungs- oder Verwendungsort eines elektrischen Betriebsmittels oder einer elektrischen Anlage sowie seine Umgebung, soweit sie für die Gefährdung bestimmend ist.

Die Benennung „Raum“ gilt nicht nur für von festen Wänden umschlossene Bereiche oder Teile derselben, sondern auch für andere Aufstellungs- und Verwendungsorte, z. B. im Freien, auf Fahrzeugen oder unter Tag.

Räume können häufig nur nach genauer Kenntnis der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eingeordnet werden.

#### **3.6.2 Bleibt frei.**

#### **3.6.3 abgeschlossene elektrische Betriebsstätte**

Raum oder Ort (auch im Freien), der ausschließlich dem Betrieb elektrischer Betriebsmittel dient und aufgrund der Betriebseigenschaften derselben abgeschlossen gehalten wird. Kennzeichnung, Art des Verschlusses und die Zutrittsberechtigung ist in den vorliegenden Bestimmungen und in ÖVE-E 5 Teil 1:1989, § 10.7 bzw. ÖVE EN 50110- 1:1997-06, Abschnitt 4.3 geregelt.

ANMERKUNG: Hierzu gehören z. B. Schalt- und Verteilungsanlagen, Transformatorenzellen, Schaltzellen, Maststationen.

#### **3.6.4 trockener Raum**

Raum oder Ort, in oder an dem in der Regel weder Kondenswasser auftritt noch die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist.

ANMERKUNG: Hierzu gehören z. B. Wohnräume, Büros, Geschäftsräume, Verkaufsräume, Dachböden, Treppenhäuser, beheizte und gleichzeitig belüftete Keller.

Küchen in Wohnungen und Baderäume in Wohnungen und Hotels gelten in bezug auf die Installation als trockene Räume, da in ihnen nur zeitweise Feuchtigkeit auftritt.

#### **3.6.5 feuchter oder nasser Raum**

Raum oder Ort, in oder an dem die Sicherheit der Betriebsmittel durch Feuchtigkeit, Kondenswasser, chemische oder ähnliche Einflüsse beeinträchtigt werden kann.

ANMERKUNG 1: Hierzu gehören z. B. Großküchen, Spülküchen, Kornspeicher, Düngerschuppen, Milchkammern, Futterküchen, Waschküchen, Backstuben, Kühlräume, Pumpenräume, unbeheizte und unbelüftete Keller; Räume, deren Fußböden, Wände und möglicherweise auch Einrichtungen zu Reinigungszwecken abgespritzt werden, Bier- und Weinkeller, Nasswerkstätten, Wagenwaschräume, Gewächshäuser, Räume oder Bereiche in Bade- und Waschanstalten, galvanische Betriebe, Molkereien, Käsereien.

ANMERKUNG 2: Wenn z. B. in einem Raum nur an einer bestimmten Stelle hohe Feuchtigkeit auftritt, der übrige Raum aber infolge regelmäßiger Lüftung trocken ist, so braucht nicht der gesamte Raum als feuchter Raum zu gelten.

#### **3.6.6 heißer Raum**

Raum oder Ort mit Temperaturen, die längerfristig 35 °C übersteigen . Dieser Raum kann außerdem feucht oder nass sein.

ANMERKUNG: Solche Räume oder Orte kommen z. B. in Hüttenwerken, Glasfabriken, Kokereien, Kesselhäusern, in der Nähe von Glüh-, Schmelz- und Trockenöfen vor.

#### **3.6.7 kalter Raum**

Raum mit Temperaturen die längerfristig -5 °C unterschreiten.

#### **3.6.8 brandgefährdeter Raum**

Raum oder Ort (auch im Freien), in oder an dem leicht entzündbare, leicht oder normal brennbare Stoffe (siehe ÖNORM F 1000-2 und ÖNORM B 3800) in gefahrbringender Menge vorhanden sind.

Ob im konkreten Fall ein brandgefährdeter Bereich vorliegt, ist gemäß technischen Richtlinien zu beurteilen (siehe zutreffende TRVB (Technische Richtlinien vorbeugenden Brandschutzes) bzw. CEA-Katalog).

ANMERKUNG: Hierzu können z. B. gehören: Arbeits-, Trocken-, Lagerräume oder Teile von Räumen sowie derartige Stätten im Freien, Papier-, Textil- oder Holzverarbeitungsbetriebe, Heu-, Stroh-, Jute-, Flachslager.

### **3.6.8.1 leichtentzündbare Stoffe**

Stoffe, die durch geringe, kurzzeitige Wärmeeinwirkung entzündet werden können (siehe ÖNORM F 1000-2 und ÖNORM B 3800).

### **3.6.8.2 leichtbrennbare Stoffe**

Stoffe, die nach der Entzündung lebhaft weiterbrennen, obwohl die Wärmezufuhr aufhört (siehe ÖNORM F 1000-2 und ÖNORM B 3800).

### **3.6.8.3 normalbrennbare Stoffe**

Stoffe, die nach der Entzündung weiterbrennen, obwohl die Wärmezufuhr aufhört (siehe ÖNORM F 1000-2 und ÖNORM B 3800).

### **3.6.9 explosionsgefährdete Bereiche**

Räume oder Orte, in oder an denen sich je nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube, die mit Luft explosive Gemische bilden, in gefahrbringender Menge ansammeln können. (Nähere Angaben siehe ÖVE-EX 65 und behördliche Festlegungen.)

ANMERKUNG: Explosible Dampf-Luft-Gemische entstehen beim Verdampfen brennbarer Flüssigkeiten. Explosionsgefährdete Bereiche können z. B. sein: Arbeits-, Trocken-, Lagerräume oder Teile solcher Räume, Behälter und Apparate sowie Betriebsstätten im Freien.

### **3.6.10 Baustelle**

Raum oder Ort, in oder an dem Hochbau- oder Tiefbauarbeiten sowie Metallbaumontagen u. ä. durchgeführt werden. Baustellen sind auch Bauwerke oder Teile von solchen, die ausgebaut, umgebaut, instandgesetzt oder abgebrochen werden.

Der Baustellencharakter ist solange nicht gegeben, als an Wandsteckdosen einer bestehenden Anlage mit Nennstrom  $\leq 16$  A lediglich

- (1) Handleuchten,
- (2) jeweils einzeln verwendete handgeführte Elektrowerkzeuge (z. B. Bohrmaschinen, Tellerschleifer, Polierer und andere Geräte),
- (3) jeweils einzelne andere Geräte wie LötKolben, Kleinschweißgeräte u.ä.,
- (4) eine Mischmaschine, diese jedoch geschützt über einen Fehlerstrom-Schutzschalter mit  $I_{\Delta N} \leq 0,03$  A oder durch eine Schutzmaßnahme ohne PE-Leiter (z. B. Schutztrennung),

betrieben werden.

### **3.6.11 landwirtschaftliches und gartenbauliches Anwesen**

Gebäude, Gebäudekomplexe und Anlagen, die in ihrer Gesamtheit im wesentlichen Zwecken der Landwirtschaft und des Gartenbaues dienen. Sie werden unterteilt in landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten, Wohn- und Büroräume.

### **3.6.12 landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten**

Räume (auch im Freien), die Zwecken der Landwirtschaft oder des Gartenbaues dienen.

Zu den Betriebsstätten gehörende Wohn- und Büroräume sind ausgenommen.

In landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten besteht infolge besonderer Umgebungsbedingungen, z. B. durch Einwirkungen von Feuchtigkeit, Staub, stark chemisch angreifenden Dämpfen, Säuren oder Salzen, erhöhte Unfallgefahr für Menschen und Nutztiere. Als Nutztiere gelten Pferde, Rinder, Schafe, Schweine und dgl.

Zusätzlich kann durch Vorhandensein leichtbrennbarer Stoffe erhöhte Brandgefahr bestehen.

### **3.6.13 medizinisch genutzte Räume**

Räume der Human- und Dentalmedizin, die bestimmungsgemäß bei der Untersuchung oder Behandlung von Menschen benutzt werden. Hierzu zählen auch hydrotherapeutische und physikalisch-therapeutische Behandlungsräume sowie Massageräume.

### **3.6.14 fliegende Bauten**

bauliche Anlagen, die geeignet und dazu bestimmt sind, wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden, wie Karusselle, Luftschaukeln, Riesenräder, Rollen-, Gleit- und Rutschbahnen, Tribünen, Buden, Zelte, Bauten für Wanderausstellungen, bauliche Anlagen für artistische Vorführungen in der Luft und ähnliche Anlagen.

Als fliegende Bauten gelten auch Wagen, die durch Zu- und/oder Anbauten in ihrer Form wesentlich verändert und betriebsmäßig ortsfest genutzt werden, z. B. Wagen nach Schaustellerart (siehe ÖVE-EN 1, Teil 4 § 97).

### **3.6.15 Gebiete mit geschlossener Bebauung**

Gebiete, in denen durch die Dichte der Bebauung Fundamenterder, Versorgungseinrichtungen und sonstige Einbauten mit Erderwirkung in ihrer Gesamtheit wie ein Maschenerder wirken. Insbesondere ist in diesen Gebieten eine einwandfreie elektrische Trennung von Anlagenerdern ( $R_A$ ) gegen die Gesamtheit aller Betriebserder ( $R_B$ ) nicht möglich.

### 3.7 Fehlerarten

#### 3.7.1 Isolationsfehler

fehlerhafter Zustand der Isolierung.

#### 3.7.2 Körperschluss

durch einen Isolationsfehler entstandene leitende Verbindung zwischen inaktiven, berührbaren Teilen (Körper, berührbarer leitfähiger Teil) und aktiven Teilen elektrischer Betriebsmittel.

#### 3.7.3 Erdschluss

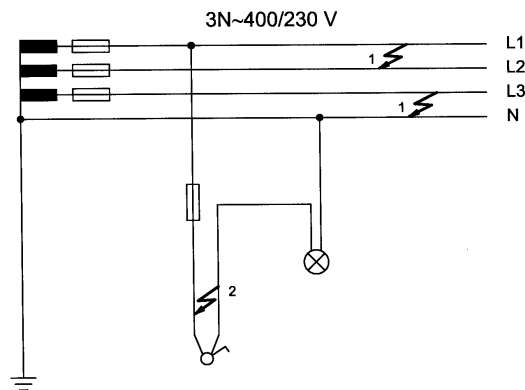
durch einen Isolationsfehler entstandene leitende Verbindung aktiver Teile mit Erde oder geerdeten Teilen.

#### 3.7.4 Leiterschluss

durch einen Isolationsfehler entstandene leitende Verbindung zwischen betriebsmäßig gegeneinander unter Spannung stehenden Leitern, wenn im Fehlerstromkreis ein Nutzwiderstand liegt (siehe Bild 3-7).

#### 3.7.5 Kurzschluss

durch einen Isolationsfehler entstandene leitende Verbindung zwischen betriebsmäßig gegeneinander unter Spannung stehenden Leitern, wenn im Fehlerstromkreis kein Nutzwiderstand liegt (siehe Bild 3-7).



**Bild 3-7:** Kurzschluss (1) und Leiterschluss (2) mit einer Glühlampe im Fehlerstromkreis

#### 3.7.6 vollkommener (satter) Körper-, Kurz- oder Erdschluss

liegt vor, wenn die leitende Verbindung an der Fehlerstelle nahezu widerstandslos ist.

ANMERKUNG: Satte Schlüsse entstehen meist durch metallischen Kontakt an der Fehlerstelle (z. B. durch abstehende Leiterenden) oder durch Überschläge infolge Überspannungen oder Kriechwegbildung.

#### 3.7.7 unvollkommener (nicht satter) Körper-, Kurz- oder Erdschluss

liegt vor, wenn die leitende Verbindung an der Fehlerstelle nicht nahezu widerstandslos ist.

#### 3.7.8 kurzschlussfest

sind Betriebsmittel, die den thermischen und dynamischen Wirkungen des an ihrem Einbauort zu erwartenden Kurzschlussstromes ohne Beeinträchtigung ihrer Funktionsfähigkeit standhalten.

#### 3.7.9 kurzschlussicher und erdschlussicher

sind Betriebsmittel oder Strombahnen, bei denen mittels geeigneter Maßnahmen unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen weder ein Kurzschluss noch ein Erdschluss zu erwarten ist.

#### 3.7.10 Fehlerstrom

Strom, der bei einem Isolationsfehler über eine Fehlerstelle fließt.

ANMERKUNG: Im besonderen wird damit in Niederspannungsanlagen jener Strom bezeichnet, der infolge eines Isolationsfehlers zur Erde abfließt und gegebenenfalls die Auslösung der Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz bewirkt.

#### 3.7.11 Kurzschlussstrom

Strom, der infolge eines Kurzschlusses zum Fließen kommt.

#### 3.7.12 Erdschlussstrom

Strom, der infolge eines Erdschlusses zum Fließen kommt.

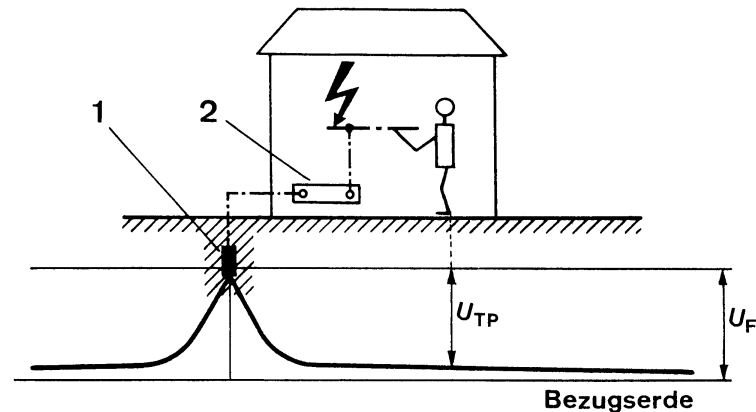
Jeder Erdschlussstrom ist auch ein Fehlerstrom (siehe 3.7.10).



### 3.7.13 Fehlerspannung, Nennfehlerspannung, Wirkfehlerspannung

#### 3.7.13.1 Fehlerspannung $U_F$

Spannung, die bei einem Isolationsfehler an Körpern oder fremden leitfähigen Teilen in einer elektrischen Anlage gegen die Bezugserde auftritt (Bild 3-8)



- 1 .....Fehlerspannung führende Erdungsanlage (z. B. Bänderder)
- 2 .....PE-Leiterschiene oder Potentialausgleichsschiene
- $U_F$  .....Fehlerspannung (Spannung zwischen Erdungsanlage und Bezugserde)
- $U_{TP}$  .....unbeeinflusste Berührungsspannung (im Überbrückungsbereich)
- $\downarrow$  .....Isolationsfehler

**Bild 3-8:** Zusammenhang zwischen Fehlerspannung  $U_F$  und unbeeinflusster Berührungsspannung  $U_{TP}$

#### 3.7.13.2 vereinbarter Grenzwert der Fehlerspannung (Grenzfehlerspannung) $U_{FL}$

höchstzulässiger Wert einer dauernd auftretenden Fehlerspannung  $U_F$ , für den unter vereinbarten Bedingungen das Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages vertretbar ist.

Vereinbarte Bedingungen sind für  $U_{FL}$  die Netzart (z. B. 3N~400/230 V, 3N~690/400 V oder Schutz- und Funktionskleinspannungen), Art des Fehlerschutzes, wobei für Schutzeinrichtungen zum Ausschalten ein Fehlerstrom angenommen wird, der dem Grenzausschaltstrom der jeweiligen Schutzeinrichtung entspricht.

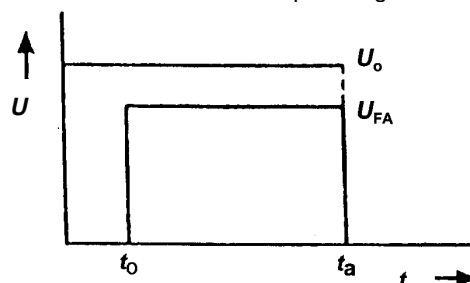
Entsprechend der Definition für den Fehlerschutz wird ein einfacher Isolationsfehler vorausgesetzt.

#### 3.7.13.3 Wirkfehlerspannung $U_{FA}$

Fehlerspannung  $U_F$  die unter gegebenen Bedingungen auftritt, bis die Stromversorgung durch eine Schutzeinrichtung ausgeschaltet worden ist (siehe Bild 3-9). Dabei ist das bis zum Ausschalten bestehende Risiko eines schädlichen elektrischen Schlages vertretbar.

Für Maßnahmen des Fehlerschutzes ohne PE-Leiter ist die Wirkfehlerspannung nicht definiert, da keine Ausschaltung erfolgt.

Die Wirkfehlerspannung  $U_{FA}$  ist bestimmend für die elektropathologische Wirkung eines elektrischen Schlages. Sie ist in der Regel höher als der vereinbarte Grenzwert der Fehlerspannung  $U_{FL}$ .



- $t_0$  .....Beginn des Körperschlusses
- $t_a$  .....Ausschaltzeitpunkt der Schutzeinrichtung
- $t_a - t_0$  .....Ausschaltzeit der Schutzeinrichtung
- $U_0$  .....Nennspannung gegen Erde
- $U_{FA}$  .....Wirkfehlerspannung

**Bild 3-9:** Erläuterungen zur Definition „Wirkfehlerspannung  $U_{FA}$ “

**3.7.14 unbeeinflusste Berührungsspannung  $U_{TP}$**

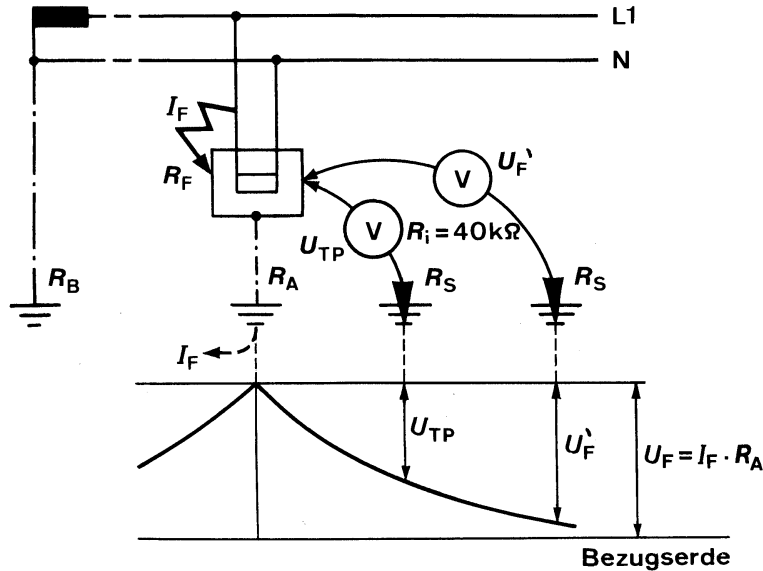
Teil der Fehlerspannung  $U_F$ , der zwischen gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teilen von einem Menschen oder von einem Nutztier überbrückt werden kann (siehe Bild 3-10).

**3.7.15 Berührungsstrom  $I_T$**

Strom im Körper eines Menschen oder Tiere, der infolge einer Berührungsspannung  $U_T$  zum Fließen kommt.

**3.7.16 Körperimpedanz  $Z_T$**

Quotient aus Berührungsspannung  $U_T$  und Berührungsstrom  $I_T$ . Es gilt der Zusammenhang  $U_T = I_T \cdot Z_T$ .



- $I_F$  ..... Fehlerstrom
- $U_F$  ..... Fehlerspannung  $U_F = I_F \cdot R_A$
- $R_A$  ..... Erdungswiderstand des Anlagenerders
- $R_B$  ..... Gesamterdungswiderstand aller Betriebserder des Verteilungsnetzes
- $R_F$  ..... Widerstand der Fehlerstelle
- $R_i$  ..... Innenwiderstand des Voltmeters
- $R_S$  ..... Erdungswiderstand der Messsonde
- $U_{TP}$  ..... unbeeinflusste Berührungsspannung (innerhalb des Überbrückungsbereiches)
- $U_{F'}$  ..... Teilfehlerspannung (außerhalb des Überbrückungsbereiches)

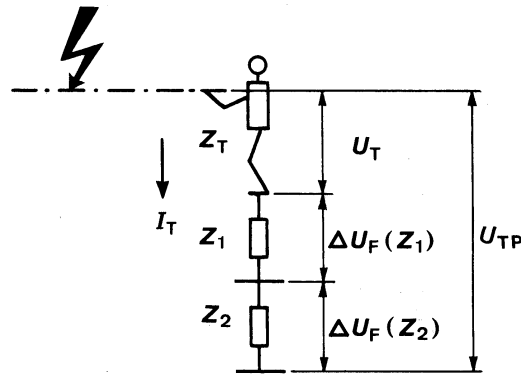
**Bild 3-10:** Beispiel für die Messung der unbeeinflussten Berührungsspannung bei einem Körperschluss eines über einen Anlagenerder geerdeten Betriebsmittels

**3.7.17 Berührungsspannung  $U_T$**

Spannung, die am menschlichen Körper oder am Körper eines Nutztieres auftritt, wenn dieser vom Berührungsstrom durchflossen wird (siehe Bild 3-11).

Die Berührungsspannung wird für Menschen mit einem Spannungsmessgerät mit einem Innenwiderstand von 1 000  $\Omega$  und für Nutztiere mit einem Innenwiderstand von 500  $\Omega$  gemessen.

ANMERKUNG: In den Bestimmungen ÖVE-EN 1 bzw. ÖVE/ÖNORM E 8001 wird dieser Begriff ausschließlich in Zusammenhang mit Maßnahmen des Fehlerschutzes (Schutz bei indirektem Berühren) verwendet.



- $I_T$  ..... Berührungsstrom durch den Menschen
- $Z_T$  ..... Körperimpedanz
- $Z_1$  ..... Zusatzimpedanz durch Bekleidung, z. B. Schuhwerk
- $Z_2$  ..... Zusatzimpedanz durch den Standort, z. B. Fußausbreitungswiderstand, Längswiderstand der Umgebung (Mauern, Fußböden, usw.)
- $U_{TP}$  ..... unbeeinflusste Berührungsspannung (Teilfehlerspannung im Überbrückungsbereich)
- $U_T$  ..... Berührungsspannung
- $\Delta U_F (Z_1)$  ..... Teilfehlerspannung (Kleidung)
- $\Delta U_F (Z_2)$  ..... Teilfehlerspannung (Standort, Gebäude)

**Bild 3-11:** Zusammenhang zwischen unbeeinflusster Berührungsspannung  $U_{TP}$  und Berührungsspannung  $U_T$

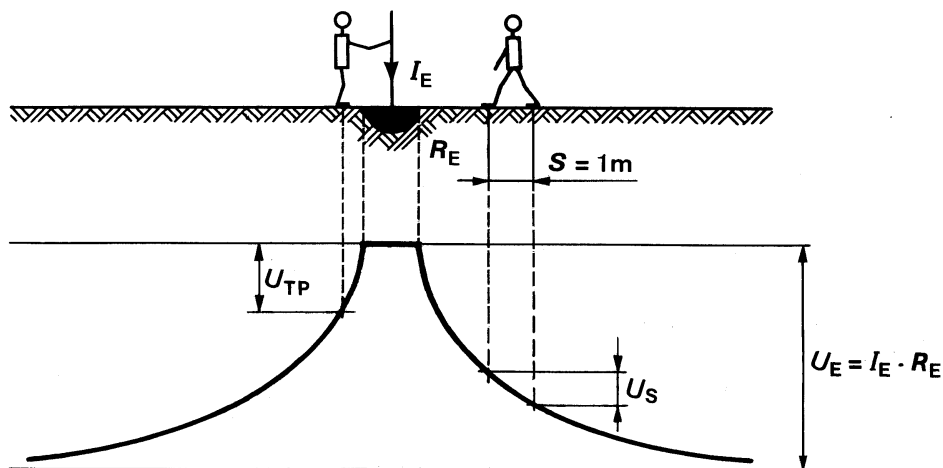
### 3.7.18 Erdungsspannung $U_E$

Spannung die zwischen einer Erdungsanlage und Bezugserde auftritt, wenn ein Strom durch die Erdungsimpedanz der Erdungsanlage fließt (siehe Bild 3-12).

Die Erdungsspannung wird mit einem Spannungsmessgerät mit ca. 40 kΩ Innenwiderstand gemessen.

### 3.7.19 Schrittspannung

jener Teil der Erdungsspannung, der vom Menschen mit einem Schritt von 1 m Länge überbrückt werden kann, wobei der Stromweg über den menschlichen Körper von Fuß zu Fuß verläuft (siehe Bild 3-12).



**Bild 3-12:** Erdungsspannung  $U_E$ , unbeeinflusste Berührungsspannung  $U_{TP}$  und Schrittspannung  $U_S$

### 3.7.20 Ableitstrom

Strom, der betriebsmäßig von aktiven Teilen der Betriebsmittel zum Körper und/oder fremden leitfähigen Teilen, z. B. Erde, fließt.

ANMERKUNG: Der Ableitstrom kann auch kapazitive und/oder induktive Anteile haben, z. B. bei Verwendung von Entstörkondensatoren oder EMV-Filtern.

### 3.8 Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutz gegen gefährliche Berührungsströme)

Die Maßnahmen des Schutzes gegen elektrischen Schlag beruhen auf einem System der dreifachen Sicherheit gemäß Bild 3-13.

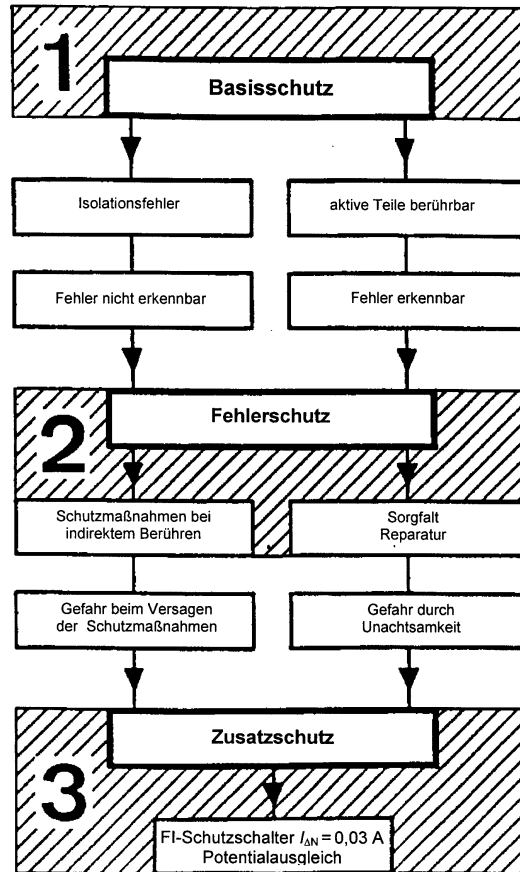


Bild 3-13: Maßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag

#### 3.8.1 Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)

alle Maßnahmen, die das gefährbringende Annähern von Personen oder Nutztieren an aktive Teile elektrischer Betriebsmittel oder das direkte Berühren derselben verhindern.

ANMERKUNG: Es kann sich hierbei um einen vollständigen oder teilweisen Schutz handeln. Bei teilweisem Schutz besteht nur ein Schutz gegen zufälliges Berühren.

#### 3.8.2 Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)

alle Maßnahmen zum Schutz von Personen und Nutztieren vor Gefahren, die sich beim einfachen Isolationsfehler aus einer Berührung mit berührbaren oder fremden leitfähigen Teilen ergeben können.

#### 3.8.3 Zusatzschutz

ergänzende Maßnahmen zum Verringern von Gefahren für Personen und Nutztiere, die sich ergeben können, wenn der Basisschutz und/oder der Fehlerschutz nicht wirksam sind/ist.

Dies wird durch den Einbau von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  oder durch den Potentialausgleich erreicht.

#### 3.8.4 Basisisolierung

Isolierung aktiver Teile, um den Basisschutz gegen elektrischen Schlag sicherzustellen.

ANMERKUNG: Isolierungen, die ausschließlich funktionellen Zwecken dienen, sind nicht der Basisisolierung zuzurechnen.

#### 3.8.5 Betriebsisolierung

zum ordnungsgemäßen Betrieb des elektrischen Betriebsmittels (Gerätes) notwendige Isolierung.

### 3.8.6 Handbereich

Bereich, dessen Grenzen eine Person von üblicherweise betretenen Standflächen aus mit den Händen (ohne Hilfsmittel) erreichen kann. Dieser Bereich ist gemäß Bild 3-14 begrenzt.

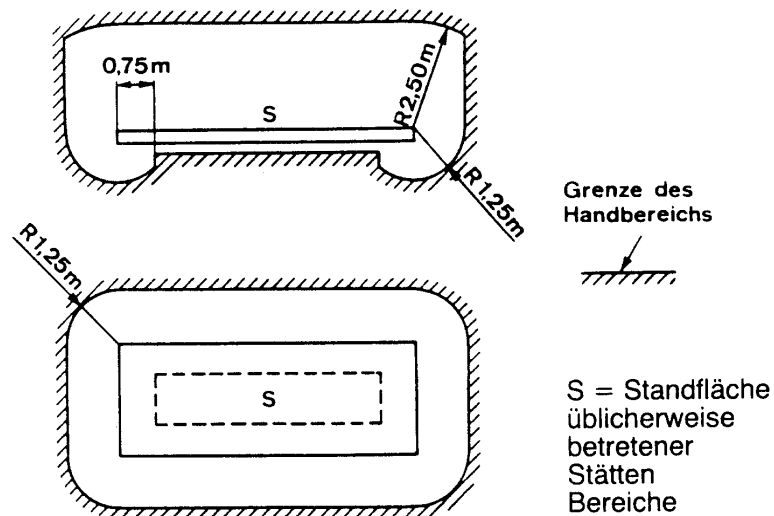


Bild 3-14: Maße des Handbereiches

### 3.8.7 Schutzisolierung

Maßnahme des Fehlerschutzes durch Isolierungen zusätzlich zur Basisisolierung, damit das Grenzrisiko eines schädlichen elektrischen Schlages vertretbar bleibt, ohne dass berührbare leitfähige Teile, falls vorhanden, an den PE-Leiter angeschlossen sind.

Man unterscheidet bei diesen Isolierungen bei elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen

- doppelte Isolierung (Schutzzwischenisolierung)
- verstärkte Isolierung  
und, wenn die aktiven Teile allseitig von Isolierstoff umhüllt sind,
- Totalisolierung (Schutzisolierrumhüllung).

Elektrische Betriebsmittel mit Schutzisolierung werden als Betriebsmittel der Schutzklasse II bezeichnet, wenn sie typgeprüft und gemäß den zutreffenden technischen Bestimmungen gekennzeichnet sind.

### 3.8.8 Schutztrennung

Maßnahme des Fehlerschutzes bei der die Betriebsmittel vom speisenden Netz galvanisch sicher getrennt und die schutzgetrennten aktiven Teile nicht geerdet sind.

### 3.8.9 Schutzkleinspannung

Maßnahme des Fehlerschutzes für erschwerte Umgebungsbedingungen und mit Betriebsmitteln der Schutzklasse III, wobei die Erzeugung der erdfreien Kleinspannung durch besondere Stromquellen (unabhängig oder sicher getrennt) erfolgt (gemäß HD 384.4.41 S2 SELV mit Basisschutz für mindestens  $U_N = 250$  V).

ANMERKUNG: Bei Betriebsmitteln der Schutzklasse III ist gemäß den zutreffenden technischen Bestimmungen der Schutz gegen direktes Berühren gegeben.

Erschwerte Umgebungsbedingungen sind z. B. bei einer Umgebung aus leitfähigen Stoffen vorhanden, wie in oder an Kesseln, Metallgerüsten und unter ähnlichen Bedingungen bei begrenzter Bewegungsfreiheit.

### 3.8.10 Funktionskleinspannung

Maßnahme des Fehlerschutzes für normale Umgebungsbedingungen, bei der die Bestimmungen für Schutzkleinspannung nicht zur Gänze eingehalten sind und zwar:

- Erdfreie Kleinspannung mit besonderen Stromquellen (unabhängig oder sicher getrennt), Betriebsmittel ohne Basisisolierung (gemäß HD 384.4.41 S2 SELV ohne Basisschutz),
- geerdete Kleinspannung mit besonderen Stromquellen (unabhängig oder sicher getrennt), Betriebsmittel mit oder ohne Basisschutz (gemäß HD 384.4.41 S2 PELV),
- geerdete oder nicht geerdete Kleinspannung mit einfach getrennten Stromquellen (gemäß HD 384.4.41 S2 FELV).

ANMERKUNG: Unter einfacher Trennung versteht man die Trennung zwischen Stromkreisen durch eine den Nennspannungen entsprechende Basisisolierung.

Unter Erdung versteht man die Verbindung mit Fundamenterdern, Einzelerdern, PE- oder PEN-Leitern.

Welche Bedingungen nicht eingehalten werden, ist in den technischen Bestimmungen für die betreffenden Betriebsmittel und Anlagen festgelegt.

Zum Beispiel ist bei manchen Steuerstromkreisen die Verwendung von Stromquellen mit einfacher Trennung und Erdung eines Punktes des Kleinspannungsstromkreises zulässig und bei Kinderspielzeug wird auf den Basisschutz teilweise verzichtet.

### **3.8.11 Nullung (Neutralleiter-Schutzerdung)**

Maßnahme des Fehlerschutzes, bei der die zu schützenden leitfähigen Anlagenteile entweder direkt oder über den PE-Leiter mit dem PEN-Leiter verbunden sind und bei der die mit einem Fehler behafteten Anlagenteile durch Überstrom-Schutzeinrichtungen ausgeschaltet werden.

Unter bestimmten Bedingungen sind für das Ausschalten im Fehlerfall auch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen zulässig.

### **3.8.12 Schutzerdung (Überstrom-Schutzerdung)**

Maßnahme des Fehlerschutzes, bei der die zu schützenden leitfähigen Anlagenteile über den PE-Leiter mit einem geeigneten Erder verbunden sind und bei der die mit einem Fehler behafteten Anlagenteile durch Überstrom-Schutzeinrichtungen ausgeschaltet werden.

### **3.8.13 Fehlerstrom-Schutzschaltung (Fehlerstrom-Schutzerdung)**

Maßnahme des Fehlerschutzes, bei der die zu schützenden leitfähigen Anlagenteile über den PE-Leiter mit einem geeigneten Erder verbunden sind und bei der die mit einem Fehler behafteten Anlagenteile durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ausgeschaltet werden.

### **3.8.14 Isolationsüberwachungssystem**

Maßnahme des Fehlerschutzes in einem von Erde isolierten, örtlich begrenzten Netz, bei der die zu schützenden leitfähigen Anlagenteile über den PE-Leiter mit einem geeigneten Erder und allen leitfähigen geerdeten Teilen der Anlage verbunden sind und bei der bei einem Erdschluss der Isolationsfehler durch eine Isolationsüberwachungseinrichtung zumindest gemeldet wird.

## **3.9 Betriebsarten**

### **3.9.1 Dauerbetrieb**

Betrieb mit konstantem Belastungszustand, dessen Dauer ausreicht, den thermischen Beharrungszustand zu erreichen.

Bei nicht konstanter Belastung ist ein thermisch gleichwertiger, konstanter Belastungszustand anzunehmen.

### **3.9.2 Kurzzeitbetrieb**

Betrieb mit konstantem Belastungszustand, der so kurz ist, dass der thermische Beharrungszustand nicht erreicht wird. Die nachfolgende Pause ist so lang, dass sich das Betriebsmittel auf die Temperatur des Kühlmittels abkühlt.

Bei nicht konstanter Belastung ist ein thermisch gleichwertiger, konstanter Belastungszustand anzunehmen.

### **3.9.3 Aussetzbetrieb**

Betrieb, bei dem die Zeitspannen unter Last mit solchen ohne Last wechseln.

ANMERKUNG: Für die Auslegung elektrischer Verbrauchsmittel wird darunter ein Betrieb verstanden, der sich aus einer Folge gleichartiger Spiele zusammensetzt, bei denen die Last während der Lastdauer konstant (oder im Falle variabler Höhe mit einer thermisch gleichwertigen Konstantlast) vorausgesetzt wird und die dem thermischen Beharrungszustand entsprechende Übertemperatur nicht erreicht wird, andererseits aber auch die Pause nicht zur Abkühlung bis auf die Kühlmitteltemperatur ausreicht.

### **3.9.4 Spieldauer bei Aussetzbetrieb**

Summe aus Belastungs- und Pausenzeit.

### **3.9.5 relative Einschaltdauer**

Verhältnis der Belastungszeit zur Summe aus Belastungs- und Pausenzeit.

### **3.10 Blitzeinwirkungen und Überspannungsschutz**

#### **3.10.1 direkter Blitzschlag**

atmosphärische Entladung, die mindestens einen Teilentlade-Stromweg über das Verteilungsnetz, die Verbraucheranlage oder den Baukörper, welcher mindestens Teile der Verbraucheranlage enthält (einschließlich Blitzschutzanlage), aufweist.

#### **3.10.2 indirekter Blitzschlag**

atmosphärische Entladung, die die Bedingungen gemäß 3.10.1 nicht erfüllt, jedoch über induktive oder kapazitive Kopplung oder infolge blitzstrombedingter Potentialanhebungen Überspannungen im Verteilungsnetz oder in der Verbraucheranlage hervorruft.

#### **3.10.3 direkte Blitzeinwirkung**

Folgen eines direkten Blitzschlages in elektrischen Anlagen. Es handelt sich dabei um die thermischen, magnetischen und mechanischen Wirkungen des Entladestroms sowie um die aus dessen Spannungsabfall entlang des Ableitweges resultierenden Überspannungen.

#### **3.10.4 indirekte Blitzeinwirkung**

Folgen eines indirekten Blitzschlages in elektrischen Anlagen. Wesentlich sind dabei praktisch nur die damit verbundenen Überspannungen und der Energieinhalt der einlaufenden Überspannungswelle.

#### **3.10.5 Ableitertrennschalter**

Schaltgerät, das den beim Leitendwerden eines Überspannungsableiters entstehenden Fehlerstrom (Strom über die Ableitererdung) erfaßt und bei Ansteigen über einen bestimmten Wert selbsttätig unterbricht.

## **4 Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)**

**4.1** Die betriebsmäßig unter Spannung stehenden Teile elektrischer Betriebsmittel (aktive Teile) müssen entweder in ihrem ganzen Verlauf isoliert sein (Basisisolierung) oder durch ihre Bauart, Lage, Anordnung oder durch besondere Vorrichtungen gegen direktes Berühren geschützt sein (Berührungsschutz).

Ausgenommen sind Betriebsmittel in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten (siehe ÖVE-EN 1 Teil 4 § 44) und allenfalls aktive Teile von Funktionskleinspannungs-Stromkreisen.

Bei Lampenfassungen mit Edisongewinde und Schmelzsicherungen wird bei herausgeschraubten Lampen bzw. herausgenommenen Schmelzeinsätzen auf den Basisschutz ganz bzw. teilweise verzichtet.

**4.2** Lack- oder Emailüberzug, Oxidschicht, sowie Faserstoffumhüllungen (Umspinnung, Umklöpfung, Gewebebänder), auch wenn sie getränkt sind, gelten nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

Kunststoffbeschichtungen gelten nur dann als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes, wenn sie den zutreffenden technischen Betriebsmittelbestimmungen entsprechen (siehe 7.2.4).

**4.3** Vom Berührungsschutz für Schweißeinrichtungen, Glüh- und Schmelzöfen sowie elektrochemische Anlagen, z. B. für Elektrolyse, darf abgesehen werden, wenn er aus betriebstechnischen Gründen nicht ausführbar ist. In diesen Fällen sind weitere Maßnahmen zu treffen (z. B. Standortisolierung, Verwendung von isolierendem Werkzeug, Anbringen von Warnschildern etc.).

**4.4** Absperrungen in Form von Gittern, gelochten Blechen usw. gelten nur dann als Schutzvorrichtungen gegen direktes Berühren, wenn an keiner Stelle Durchgriffsöffnungen vorhanden sind, die nicht der Schutzart IPXXB entsprechen.

**4.5** Abdeckungen, Schutzgitter, Gehäuse u. dgl. müssen zuverlässig befestigt und mechanisch widerstandsfähig sein.

**4.6** Außenhüllen von Leitungen und Kabeln müssen in die Abdeckungen der elektrischen Betriebsmittel eingeführt werden.  
Metallene Umhüllungen, z. B. Schutzverkleidungen, dürfen nicht in den Anschlussraum elektrischer Betriebsmittel hineinragen.

**4.7** In Fällen, in denen Abdeckungen entfernt, Umhüllungen geöffnet oder Teile von Umhüllungen abgenommen werden müssen, darf dies nur möglich sein

- mittels Schlüssels oder Werkzeuges, (hierunter fallen auch einrastende Dosenabdeckungen) oder
- nach Ausschalten der Spannung an allen aktiven Teilen, gegenüber denen die Abdeckungen oder Umhüllungen als Schutz dienen; die Wiedereinschaltung darf erst möglich sein, wenn die Abdeckungen oder Umhüllungen sich wieder an ihrer ursprünglichen Stelle befinden bzw. geschlossen sind oder
- wenn eine Zwischenabdeckung mindestens in Schutzart IP XXB gemäß ÖVE-A/EN 60529 eine Berührung aktiver Teile verhindert und diese Zwischenabdeckung sich nur mittels Schlüssels oder Werkzeuges entfernen läßt.

## **5 Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)**

**5.1** Das Auftreten von Isolationsfehlern, z. B. Körperschluss, muss vor allem durch zuverlässigen Bau der Betriebsmittel, Verwendung geeigneter Isolierstoffe und einwandfreie Isolierung der aktiven Teile (Basisisolierung) und durch sorgfältiges Errichten der elektrischen Anlagen durch Fachkräfte, verhindert werden.

**5.2** Darüber hinaus ist in den Fällen gemäß 5.5.1 eine Maßnahme des Fehlerschutzes (Schutz bei indirektem Berühren) erforderlich.

Die Tatsache, dass der Fehlerschutz angewandt wird, befreit den Hersteller elektrischer Betriebsmittel nicht von der gemäß 5.1 ausgesprochenen Verpflichtung, die Betriebsmittel einwandfrei auszuführen; er darf sich in keinem Fall darauf verlassen, dass später beim Errichten von Anlagen ohnehin der Fehlerschutz angewandt werden muss.

Dem Fehlerschutz ist beim Errichten von Anlagen größte Aufmerksamkeit zu widmen, da er beim Versagen der Basisisolierung in der elektrischen Anlage das Bestehenbleiben zu hoher Berührungsspannung verhindern soll, aber ein Versagen des Fehlerschutzes oft unbemerkt bleibt.



**5.3** Für Nennspannungen 230 V gegen Erde (3N~400/230 V) und mit zusätzlichen Bestimmungen 400 V gegen Erde (3N~690/400 V) beträgt der national vereinbarte Grenzwert der Fehlerspannung  $U_{FL}$  für die Nullung, Schutzerdung und Fehlerstrom-Schutzschaltung bei

- Wechselspannungen (15 Hz bis 1 000 Hz)  $U_{FL} = 65 \text{ V}$ ,
- Gleichspannungen bis 10 % Welligkeit mit Nennspannungen bis 400 V  $U_{FL} = 120 \text{ V}$ .

ANMERKUNG: Dadurch werden auch bei vertretbarem Grenzzisiko die internationalen Bestimmungen erfüllt, die eine Berührungsspannungsgrenze von 50 V für Wechselspannung nennen, aus der eine elektropathologisch gleichwertige Berührungsspannungsgrenze von 90 V für Gleichspannung abgeleitet werden kann.

Für Schutzkleinspannung, nicht geerdete Funktionskleinspannung mit Basisisolierung, Schutztrennung, Schutzisolierung und Isolationsüberwachungssystem beträgt der vereinbarte Grenzwert der Fehlerspannung  $U_{FL} = 0 \text{ V}$ .

Bei geerdeter Funktionskleinspannung (Nennspannungen bis 42 V) beträgt  $U_{FL} = 50 \text{ V}$  (Leerlaufspannung des Transformators).

## 5.4 Maßnahmen des Fehlerschutzes

### 5.4.1 Fehlerschutz ohne PE-Leiter

- (1) Schutzisolierung gemäß Abschnitt 7,
- (2) Schutzkleinspannung und Funktionskleinspannung gemäß Abschnitt 8,
- (3) Schutztrennung gemäß Abschnitt 13, (jedoch mit PA-Leiter bei mehreren Betriebsmitteln).

### 5.4.2 Fehlerschutz mit PE-Leiter

- (1) Nullung (Neutralleiter-Schutzerdung) gemäß Abschnitt 10,
- (2) Fehlerstrom-Schutzschaltung (Fehlerstrom-Schutzerdung) gemäß 12.2,
- (3) Isolationsüberwachungssystem gemäß Abschnitt 11,
- (4) Schutzerdung (Überstrom-Schutzerdung) gemäß Abschnitt 9.

## 5.5 Anwendung des Fehlerschutzes

**5.5.1** Fehlerschutz ist in folgenden Fällen erforderlich:

- (1) In Anlagen und für Betriebsmittel mit Nennwechselspannungen über 65 V (Effektivwert) und Nenngleichspannungen über 120 V gegen Erde (Ausnahme siehe 5.5.2 (2) und (3)).
- (2) Bei wesentlichen Änderungen oder wesentlichen Erweiterungen (siehe ETG 1992, § 1 (3) und (4)) an bestehenden elektrischen Anlagen, insoweit dies für die einwandfreie Funktion des Fehlerschutzes erforderlich ist (siehe ETG 1992, § 6 (1)).

ANMERKUNG: Dies ist z. B. der Fall in bestehenden Anlagen, in denen gemäß den zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Bestimmungen keine Maßnahmen des Fehlerschutzes erforderlich waren, solche gemäß (1) jedoch verlangt werden.

Ebenso ist dies der Fall wenn isolierende Eigenschaften in Räumen durch Umbauten, Änderungen u. dgl. verlorengehen, z. B. durch nachträglichen Einbau von berührbaren, mit Erde in Verbindung stehenden Einrichtungen, wie Wasser-, Gas- oder Heizungsanlagen.

**5.5.2** Fehlerschutz ist nicht gefordert in Anlagen und an Betriebsmitteln entsprechend folgenden Punkten:

- (1) Für Nennwechselspannungen bis 65 V (Effektivwert) und Nenngleichspannungen bis 120 V gegen Erde, sofern die technischen Bestimmungen für einzelne elektrische Betriebsmittel oder Anlagen nichts anderes vorschreiben,
- (2) für Betriebsmittel der Stromversorgung zur Messung elektrischer Arbeit und Leistung, mit Nennspannungen bis 250 V gegen Erde, z. B. Elektrizitätszähler, Tarifsaltgeräte, die in regelmäßigen Fristen von Prüfstellen überprüft werden, sowie Hausanschlusskästen. Für diese Betriebsmittel wird Schutzisolierung empfohlen. Sie sind jedenfalls so auszuführen oder zu befestigen, dass zwischen ihren inaktiven Teilen und den an einen PE-Leiter angeschlossenen inaktiven Teilen anderer Betriebsmittel keine galvanische Verbindung zustande kommen kann,

- (3) bei Nennwechselspannungen bis 1000 V und Nengleichspannungen bis 1500 V für
  - (3.1) Metallrohre und Metallschläuche mit isolierenden Auskleidungen, Metallrohre und metallene Kabelkanäle zum Schutze von Schlauchleitungen, Mantelleitungen oder Kabeln, Metall Dosen mit Auskleidungen (Unterputzdosen, Verbindungs- und Abzweigdosen), Metallumhüllungen oder Metallmäntel von Leitungen, Bewehrungen von Leitungen und Kabeln sowie Kabeltassen,
  - (3.2) Stahl- und Stahlbetonmaste in Verteilungsnetzen,
  - (3.3) Dachständer und mit diesen leitend verbundene Metallteile in Verteilungsnetzen.

**5.5.3** In Kabelverteilsystemen für Ton- und Fernseh Rundfunk-Signale darf auf den Fehlerschutz verzichtet werden, sofern sie ÖVE EN 50083-1 entsprechen.

## **5.6 Auswahl und Wirksamkeit des Fehlerschutzes**

**5.6.1** Für die Auswahl des Fehlerschutzes sind die örtlichen Verhältnisse und der Netzaufbau maßgebend.

Werden für besondere Arten von Betriebsmitteln oder Betriebsstätten zusätzliche oder verschärfende Bestimmungen oder Ausnahmen in den jeweils zutreffenden Bestimmungen angegeben, so haben diese Vorrang vor den allgemeinen Festlegungen in dieser ÖVE/ÖNORM.

**5.6.2** Die Wirksamkeit des Fehlerschutzes muss sichergestellt sein durch

- (1) dauerhafte Ausführung,
- (2) richtige Schaltung,
- (3) gut leitende Verbindung aller berührbaren inaktiven Teile von Betriebsmitteln sowohl miteinander als auch mit dem PE-Leiter,
- (4) sinnvolle Anwendung; z. B. Schutzkontaktsteckdosen ohne angeschlossenen PE-Leiter dürfen nicht angebracht werden,
- (5) Verhindern gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung verschiedener Maßnahmen des Fehlerschutzes,
- (6) führen des PE-Leiters in der gemeinsamen Umhüllung der beweglichen Anschlussleitung bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln,
- (7) Überprüfung der Schutzmaßnahmen und des Isolationszustandes (siehe Abschnitt 22 und ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61).

### **5.6.3 Steckvorrichtungen**

Stecker, Kupplungssteckdosen, Gerätestecker und Gerätesteckdosen, ausgenommen solche für Betriebsmittel der Schutzklassen II und III, müssen einen Schutzkontakt haben und so ausgeführt sein, dass der Schutzkontakt nicht falsch gesteckt werden kann. In Spezialsteckvorrichtungen darf der Schutzkontakt entfallen, wenn auf andere Weise eine sichere Verbindung der PE-Leiter hergestellt wird, z. B. bei leitfähigen Geräteeinschüben in Schaltanlagen.

Steckdosen müssen das Einführen genormter Stecker für Betriebsmittel mit niedrigerer Nennspannung sicher verhindern.

Der Fehlerschutz darf weder aufgehoben noch unwirksam gemacht werden, z. B. durch Verlängerungs- oder Geräteanschlussleitungen ohne PE-Leiter oder durch Zwischenstecker ohne Schutzkontakt.

## 6 Zusatzschutz

### 6.1 Zusatzschutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$

**6.1.1** Stromkreise mit Steckvorrichtungen bis 25 A Nennstrom sind bei Anwendung der Maßnahmen des Fehlerschutzes Schutzerdung, Nullung oder Fehlerstrom-Schutzschaltung durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  zu schützen (siehe Bilder 6-1 und 6-2).

Weitere verpflichtende Anwendungen des Zusatzschutzes durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  sind in einzelnen Paragraphen von ÖVE-EN 1 Teil 4 bzw. in einzelnen Hauptabschnitten von ÖVE/ÖNORM E 8001-4 angegeben.

**ANMERKUNG:** Bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Fehlerstrom-Schutzschaltung sind daher zwei Fehlerstrom-Schutzschalter in Reihe einzubauen.

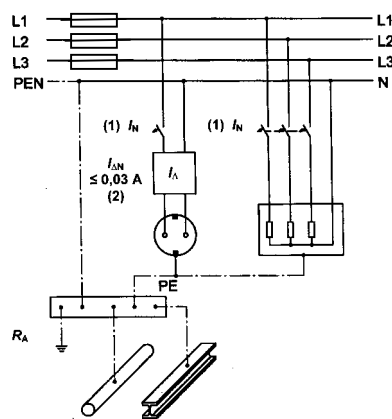
Für Stromkreise mit Steckvorrichtungen über 25 A Nennstrom wird der Zusatzschutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  empfohlen, sofern keine relevanten betrieblichen Ableitströme zu erwarten sind.

**6.1.2** Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den Zusatzschutz müssen die allgemeinen Anforderungen gemäß 12.1 erfüllen. Darüber hinaus gilt:

- Der Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N}$  muss  $\leq 0,03 \text{ A}$  betragen,
- die Funktion der Bauteile für die Erfassung und Ausschaltung darf von der Netzspannung abhängen.

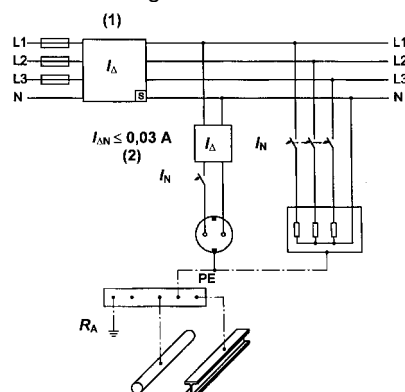
Um die Betriebsverfügbarkeit solcher Anlagen nicht unnötig herabzusetzen, wird empfohlen, dafür Fehlerstrom-Schutzschalter mit ausreichender Stoßstromfestigkeit (z. B. Bauart G) auszuwählen.

**6.1.3** Bei wesentlichen Erweiterungen oder wesentlichen Änderungen bestehender Anlagen ist den Anforderungen gemäß 6.1.1 zu entsprechen (siehe ETG 1992, § 6)



- (1) ..... Überstrom-Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz  
 (2) ..... Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  für den Zusatzschutz

**Bild 6-1:** Nullung mit Zusatzschutz durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$



- (1) ..... Fehlerstrom-Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz gemäß 12.2.1, gemäß der der Erdungswiderstand der Verbraucheranlage  $R_A$  bemessen wird  
 (2) ..... Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  für den Zusatzschutz

**Bild 6-2:** Fehlerstrom-Schutzschaltung mit Zusatzschutz durch eine zweite Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$

### 6.2 Zusatzschutz durch Potentialausgleich (siehe Abschnitt 15)

## 7 Schutzisolierung

7.1 Die Schutzisolierung gemäß 3.8.7 kann ausgeführt werden durch

- (1) Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch Anbringung von zusätzlichen Isolierungen beim Einbau von elektrischen Betriebsmitteln, die nur Basisisolierung haben, beim Errichten einer elektrischen Anlage gemäß 7.2.2 bis 7.2.7,
- (2) Standortisolierung gemäß 7.4.

### 7.2 Schutzisolierung der Betriebsmittel und Anlagen

7.2.1 Betriebsmittel der Schutzklasse II müssen typgeprüft und gemäß den zutreffenden technischen Bestimmungen gekennzeichnet sein.



**Bild 7-1:** Zeichen für Schutzisolierung, Gerät der Schutzklasse II

Schlauch- und Mantelleitungen sowie Kabel gelten als schutzisolierte Betriebsmittel. Sie brauchen jedoch nicht mit dem Symbol für Geräte der Schutzklasse II gekennzeichnet sein.

7.2.2 Beim Anbringen von zusätzlichen Isolierungen an elektrischen Betriebsmitteln, die nur Basisisolierung haben, muss beim Errichten einer elektrischen Anlage ein Grad an Sicherheit erreicht werden, der elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse II gleichwertig ist und den Anforderungen gemäß 7.2.3 bis 7.2.7 entspricht.

Verstärkte Isolierung ist nur zulässig, wenn die Konstruktionsmerkmale die Anbringung einer doppelten Isolierung ausschließen.

7.2.3 Wird die Schutzisolierung beim Errichten einer elektrischen Anlage hergestellt, dann müssen alle berührbaren leitfähigen Teile eines betriebsfertigen elektrischen Betriebsmittels, die von aktiven Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind, mit einer isolierenden Umhüllung mindestens in Schutzart IP2X oder IPXXB umschlossen sein (Totalisolierung) oder durch Schutzzwischenisolierung bzw. verstärkte Isolierung gegen aktive Teile zusätzlich isoliert sein.

7.2.4 Die Schutzisolierungen müssen den mechanischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen standhalten, die üblicherweise auftreten können.

Überzüge aus Farbe, Anstrich und dergleichen genügen in der Regel diesen Anforderungen nicht. Diese Anforderung schließt jedoch nicht die Verwendung von typgeprüften Überzügen aus, wenn die entsprechenden technischen Bestimmungen ihren Gebrauch zulassen und wenn die isolierenden Überzüge gemäß den entsprechenden Prüfbestimmungen geprüft sind.

Für Kriech- und Luftstrecken siehe ÖVE HD 625.1 S1.

7.2.5 Schutzisolierungen dürfen nicht durch leitfähige Teile überbrückt werden, durch die Spannungen verschleppt werden können. Es dürfen keine Schrauben aus isolierendem Material verwendet werden, wenn die Gefahr besteht, dass beim Ersetzen dieser Schrauben durch Metallschrauben die Schutzisolierung beeinträchtigt wird.

Mechanische Verbindungen oder Anschlüsse (z. B. für die Bedienungsgriffe eingebauter Geräte), sind so anzuordnen, dass der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht beeinträchtigt wird.

7.2.6 Wenn Deckel oder Türen ohne Werkzeug oder Schlüssel geöffnet werden können, müssen alle leitfähigen Teile, die bei geöffnetem Deckel oder bei geöffneter Tür berührbar sind, hinter einer isolierenden Abdeckung mindestens in Schutzart IPXXB angeordnet sein, die verhindert, dass Personen mit diesen Teilen unbeabsichtigt in Berührung kommen. Diese isolierende Abdeckung darf nur mit Hilfe eines Werkzeugs oder Schlüssels abnehmbar sein.

7.2.7 Inaktive Teile schutzisolierter Betriebsmittel dürfen nicht mit dem Schutzerdungsleiter verbunden sein. Dies schließt jedoch nicht aus, dass Anschlussmöglichkeiten für den Schutzerdungsleiter vorgesehen sind, wenn dies aus betrieblichen Gründen (z. B. für EMV-Zwecke) notwendig ist. Anschlussklemmen für den Schutzerdungsleiter selbst müssen wie aktive Leiter isoliert und entsprechend gekennzeichnet sein.

### **7.3 Anschluss von flexiblen Leitungen an schutzisolierte Betriebsmittel**

**7.3.1** An schutzisolierte Betriebsmittel darf ein Schutzerdungsleiter nicht angeschlossen werden, es sei denn es treffen 7.2.7 (Funktionserdungsleiter) oder 7.3.4 zu.

**7.3.2** Die an ein schutzisoliertes Betriebsmittel fest angeschlossene flexible Anschlussleitung darf im allgemeinen keinen Schutzerdungsleiter enthalten.

Wird beim Instandsetzen eine dreiadrige Anschlussleitung mit Schutzerdungsleiter verwendet, so darf der Schutzerdungsleiter der Anschlussleitung nicht an das Betriebsmittel angeschlossen werden. Er ist so abzusetzen, dass er nicht mit aktiven Teilen in Berührung kommen kann. Im Schutzkontaktstecker ist der Schutzerdungsleiter anzuschließen.

**7.3.3** Stecker, die zusammen mit einer flexiblen Anschlussleitung ohne Schutzerdungsleiter ein unteilbares Ganzes bilden, z. B. solche aus Weichgummi oder thermoplastischen Isolierstoffen, müssen in Schutzkontaktsteckdosen passen, dürfen aber keine Schutzkontaktstücke haben.

Derartige Anschlussleitungen dürfen nur für schutzisolierte Betriebsmittel verwendet werden und sind an diese fest anzuschließen.

ANMERKUNG: Wenn derartige Anschlussleitungen an nicht schutzisolierte Betriebsmittel angeschlossen werden, entstehen dadurch unmittelbare Gefahren für das Leben.

**7.3.4** Sonderfälle, wie Schutzerdungsleiterdurchführungen durch schutzisolierte Geräte sowie Anschluss des Schutzerdungsleiters für Zwecke der EMV und des Überspannungsschutzes, sind zulässig, wenn dafür technische Bestimmungen bestehen.

### **7.4 Standortisolierung**

**7.4.1** Die Standortisolierung als Schutzmaßnahme ist nur für ortsfeste Betriebsmittel zulässig. Dabei müssen gegebenenfalls nichtisolierender Fußboden und nichtisolierende Wände sowie im Handbereich befindliche, mit Erde in Verbindung stehende fremde leitfähige Teile isolierend abgedeckt sein. Die Abdeckungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- (1) Sie müssen widerstandsfähig und so groß sein, dass die Betriebsmittel nur vom isolierten Standort aus berührt werden können.
- (2) Sie müssen fest mit ihrer Unterlage verbunden sein (in elektrischen Betriebsstätten muss diese Bestimmung nicht eingehalten werden).

Sind mehrere Betriebsmittel vorhanden, die von einem isolierten Standort aus erreicht werden können, so müssen ihre Körper durch Potentialausgleichsleiter miteinander leitend verbunden sein. Diese Potentialausgleichsleiter sind gemäß Tabelle 21-3-2 zu bemessen.

**7.4.2** Die Schutzisolierung des Betriebsmittels ist der Standortisolierung nach Möglichkeit vorzuziehen.

**7.4.3** Der Standortübergangswiderstand darf an keiner Stelle  $0,5 \text{ M}\Omega$  bei Betriebsspannung bis 500 V und  $1 \text{ M}\Omega$  bei Betriebsspannung bis 1 000 V, gemessen mit Messanordnung gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61, unterschreiten.

## 8 Schutzkleinspannung und Funktionskleinspannung

**8.1** Für die Schutzmaßnahmen Schutzkleinspannung und Funktionskleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung sind folgende Stromquellen zu verwenden:

- (1) Generatoren für Kleinspannung,
- (2) Sicherheitstransformatoren gemäß ÖVE EN 60742 bzw. ÖVE EN 61558 Reihe,
- (3) Umformer mit galvanisch voneinander getrennten Wicklungen, wobei der gleiche Sicherheitsgrad wie bei Sicherheitstransformatoren gegeben sein muss,
- (4) Akkumulatoren, sowie zugehörige Ladegeräte mit sicherer elektrischer Trennung im Pufferbetrieb,
- (5) elektronische Geräte, die den geltenden technischen Bestimmungen entsprechen und bei denen sichergestellt ist, dass beim Auftreten eines Fehlers im Gerät die Spannung an den Ausgangsklemmen nicht höher ist als die Werte gemäß 8.2.1. Höhere Spannungen an den Ausgangsklemmen sind jedoch im Fall von Funktionskleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung zulässig, wenn sichergestellt ist, dass beim Berühren aktiver Teile oder von Körpern fehlerhafter Betriebsmittel die Spannung an den Ausgangsklemmen innerhalb von 0,2 s auf die Werte gemäß 8.2.1 herabgesetzt wird.
  - a) Beispiele dafür sind elektronische Stromversorgungseinrichtungen (z. B. Wechsel- oder Umrichter, USV-Anlagen) mit Strombegrenzung und damit verbundener Absenkung der Ausgangsspannung auf Werte gemäß 8.2.1 und Isolationsprüfeinrichtungen, die die geltenden Gerätebestimmungen erfüllen.
  - b) Wenn an den Ausgangsklemmen höhere Spannungen als gemäß 8.2.1 auftreten, gelten die Anforderungen dieses Absatzes auch dann als erfüllt, wenn diese höheren Spannungen bei Messen mittels Voltmeter mit einem Innenwiderstand von 3 k $\Omega$  auf die Werte gemäß 8.2.1 innerhalb von 0,2 s absinken.

### 8.2 Schutzkleinspannung

**8.2.1** Die Nennspannung der Stromkreise darf 50 V Wechselspannung bzw. 120 V Gleichspannung nicht überschreiten.

**8.2.2** Es ist unzulässig, aktive Teile auf der Kleinspannungsseite zu erden oder mit aktiven Teilen höherer Spannung leitend zu verbinden.

**8.2.3** Betriebsmittel für Schutzkleinspannung (Geräte der Schutzklasse III), Installationsmaterial und Leitungen müssen mindestens für die Nennspannung von 250 V isoliert sein.

**8.2.4** Stecker von Betriebsmitteln der Schutzklasse III dürfen nicht in Steckdosen eingeführt werden können, die in derselben Anlage für höhere Spannungen, z. B. 110 V oder 230 V verwendet werden.

**8.2.5** Betriebsmittel für Schutzkleinspannung (Geräte der Schutzklasse III) müssen darüber hinaus z. B. ÖVE EN 60065, ÖVE EN 60335, ÖVE EN 60598, ÖVE EN 60601 entsprechen und, soweit dort festgelegt, mit dem Zeichen für Geräte der Schutzklasse III (siehe Bild 8-1) gekennzeichnet sein.



**Bild 8-1:** Zeichen für Geräte der Schutzklasse III

### 8.3 Funktionskleinspannung

**8.3.1** Die Nennspannung der Stromkreise darf 50 V Wechselspannung bzw. 120 V Gleichspannung nicht überschreiten.

**8.3.2** Für die Schutzmaßnahme Funktionskleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung (gemäß 3.8.10, PELV) sind Stromquellen gemäß 8.1 zu verwenden.

Im Gegensatz zur Schutzkleinspannung darf für gewisse Anwendungen der Kleinspannungs-Stromkreis geerdet werden (z. B. bei Steuerstromkreisen).

**8.3.3** Der Schutz gegen direktes Berühren ist entbehrlich, wenn die Spannung gemäß 8.1 erzeugt wird (Funktionskleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung gemäß 3.8.10, SELV ohne Basisschutz) Bei Anwendung der Funktionskleinspannung sind die jeweils für den Anwendungszweck bestehenden technischen Bestimmungen einzuhalten.

ANMERKUNG: So wird z. B. bei Kinderspielzeug oder Steuerstromkreisen der Schutz gegen direktes Berühren nicht gefordert. Andererseits gilt die Erleichterung nicht für brandgefährdete Bereiche oder wenn die Maßnahme des Fehlerschutzes (Schutzmaßnahme) „Schutzkleinspannung“ vorgeschrieben ist.

**8.3.4** Für den Basis- und Fehlerschutz sind bei Anwendung der Funktionskleinspannung ohne sichere elektrische Trennung (gemäß 3.8.10 FELV) die jeweils für den Anwendungszweck bestehenden technischen Bestimmungen einzuhalten.

**8.3.5** Bei Anwendung der Funktionskleinspannung ohne sichere elektrische Trennung (gemäß 3.8.10 FELV) ist für den Basis- und Fehlerschutz auf der Kleinspannungsseite die angewendete Schutzmaßnahme auf der Primärseite maßgebend.

ANMERKUNG 1: So wird z. B. bei Steuerstromkreisen der volle Schutz gegen direktes Berühren entsprechend den Anforderungen an die Stromkreise mit den höheren Spannungen, von denen die Funktionskleinspannung nicht sicher getrennt ist, gefordert. Als Fehlerschutz wird im allgemeinen jene Maßnahme angewandt, die in dem Stromkreis mit der höheren Spannung vorgesehen ist.

ANMERKUNG 2: Zur Erzeugung der Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung dürfen z. B. Transformatoren gemäß ÖVE-EN 61558 Reihe mit getrennten Wicklungen und herabgesetzter Prüfspannung der Isolierungen verwendet werden. Kleinspannungen, die durch Spartransformatoren und Spannungsteiler erzeugt werden, gelten nicht als Funktionskleinspannungen.

**8.3.6** Stecker von Betriebsmitteln für Funktionskleinspannung dürfen nicht in Steckdosen eingeführt werden können, die in derselben Anlage für höhere Spannungen, z. B. 110 V oder 230 V, verwendet werden.

## 9 Schutzerdung

9.1 Der Schutzerdungswiderstand  $R_A$  muss folgender Bedingung entsprechen:

$$R_A \leq \frac{U_{FL}}{I_A}$$

$I_A$  ..... Ausschaltstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung des Schutzgeerdeten Stromkreises  
( $I_A = m \cdot I_N$  gemäß 10.2.1.1)

$U_{FL}$  .... vereinbarter Grenzwert der Fehlerspannung (Grenzfehlerspannung)

Der vereinbarte Grenzwert der Fehlerspannung beträgt bei:

Wechselspannung:  $U_{FL} = 65 \text{ V}$   
Gleichspannung:  $U_{FL} = 120 \text{ V}$

ANMERKUNG: Diese Grenzwerte wurden national vereinbart, für besondere Anwendungsfälle werden gegebenenfalls niedrigere Werte gefordert.

Für den Zusammenschluss von Hochspannungs-Schutzerde und Niederspannungs-Betriebserde sind international (siehe ÖVE/ÖNORM E 8383) auch höhere Werte zulässig, wobei jedoch unterstellt wird, dass diese höheren Werte in den Verbraucheranlagen nicht mehr wirksam werden.

Da gemäß Abschnitt 16 Wasserrohrnetze nicht als Schutzerde verwendet werden dürfen, stehen im allgemeinen nur Erder zur Verfügung, mit denen die gemäß obiger Bedingung vorgeschriebenen Erdungswiderstände nicht erreicht werden können. Damit ist die Schutzerdung in neuen Anlagen im allgemeinen nicht mehr anwendbar.

Bei wesentlichen Erweiterungen oder wesentlichen Änderungen von alten Anlagen muss die oben genannte Bedingung auch ohne Verbindung mit dem Wasserrohrnetz erfüllt sein. Ist dies nicht der Fall, dann ist auf eine andere Maßnahme des Fehlerschutzes umzustellen.

9.2 Die Betriebserdungen  $R_B$  geerdeter Verteilungsnetze müssen Abschnitt 14 entsprechen.

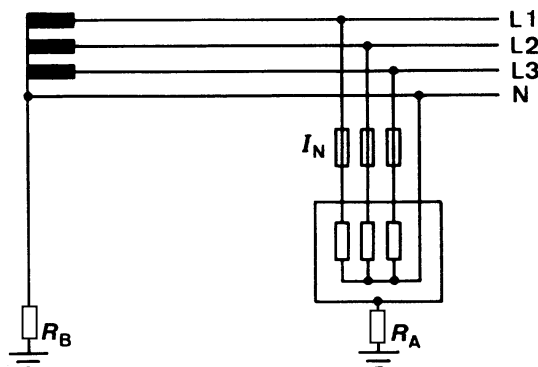


Bild 9-1: Schutzerdung

$R_B$  ..... Erdungswiderstand der Betriebserde des Verteilungsnetzes

$R_A$  ..... Schutzerdungswiderstand der Verbraucheranlage

$I_N$  ..... Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung

## 9.3 Prüfung der Schutzerdung

Die Wirksamkeit der Schutzerdung ist vor Inbetriebnahme der Anlage zu prüfen und zu dokumentieren (siehe Abschnitt 22).



## 10 Nullung (Neutralleiter-Schutzerdung)

### 10.1 Ausführung

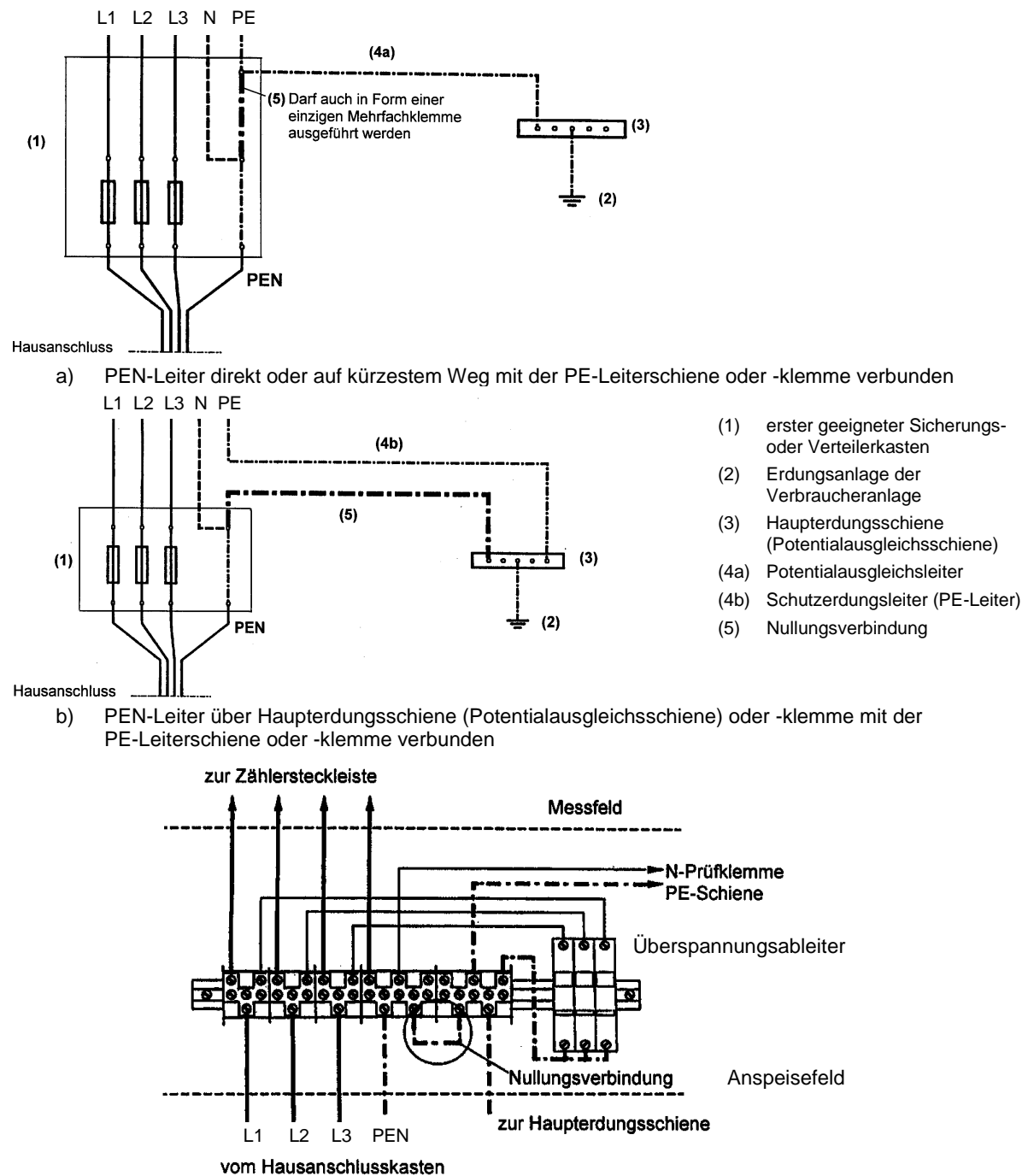
10.1.1 Die Nullung erfolgt durch Anschließen der zu schützenden Teile

- (1) bei Leiterquerschnitten unter 10 mm<sup>2</sup> Kupfer über einen getrennten Schutzerdungsleiter an den PEN-Leiter,
- (2) bei Leiterquerschnitten ab 10 mm<sup>2</sup> Kupfer auch direkt an den PEN-Leiter.

Für Systeme ohne PEN-Leiter, in denen ein geerdeter Außenleiter (PEL) vorhanden ist, gelten die Abschnitte dieses Paragraphen sinngemäß.

### 10.1.2 Nullungsverbindung

Es ist eine Nullungsverbindung (siehe Bild 10-1) auszuführen. Diese Nullungsverbindung ist als Schutzerdungsleiter gemäß Tabelle 21-2 zu dimensionieren.



c) Ausführungsbeispiel im Detail

**Bild 10-1:** Beispiele für die Anordnung der Nullungsverbindung

## 10.2 Bedingungen für die Nullung

### 10.2.1 Ausschaltbedingung

10.2.1.1 Die Kennwerte der Überstrom-Schutzeinrichtungen und die Querschnitte der Leiter müssen so ausgewählt werden, dass bei Auftreten eines Kurz- oder Körperschlusses zwischen einem Außenleiter und dem Neutralleiter oder dem Schutzerdungsleiter bzw. dem PEN-Leiter oder den damit verbundenen Körpern von Betriebsmitteln in den genullten Verbraucheranlagen und in jenen Teilen des Verteilungsnetzes, in denen die Nullung für den Fehlerschutz der Verbraucheranlagen angewendet wird, die automatische Ausschaltung erfolgt.

Die Ausschaltbedingung ist durch Einbau entsprechend abgestufter Überstrom-Schutzeinrichtungen zu erfüllen.

Die Ausschaltbedingung ist erfüllt, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$Z_S \cdot I_A \leq U_N$$

- $Z_S$  ..... Impedanz der Fehlerschleife, ermittelt durch Rechnung oder Messung  
 $I_A$  ..... Ausschaltstrom der dem genullten Betriebsmittel vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung  
 $U_N$  ..... Nennspannung gegen den PEN-Leiter (PEM oder PEL)

Der Ausschaltstrom  $I_A$  wird mit Hilfe der Beziehung

$$I_A = m \cdot I_N$$

- $I_N$  ..... Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung  
 $m$  ..... Ausschaltstromfaktor

unter Verwendung der Werte für  $m$  aus der Tabelle 10-1 errechnet.

Tabelle 10-1: Ausschaltstromfaktor  $m$

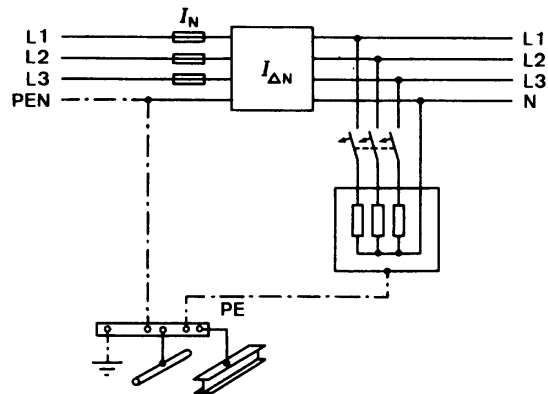
		1	2	3
Art der Überstrom-Schutzeinrichtungen		Verbraucheranlagen, ausgenommen Überstrom-Schutzeinrichtungen in der Hauptleitung (Steigleitung)	Verteilungsnetz einschließlich Hausanschlusskasten und Überstrom-Schutzeinrichtungen in der Hauptleitung (Steigleitung)	
			Nennspannung bis 230/400 V	höhere Nennspannungen
		$m$	$m$	$m$
1	Schmelzsicherungen gL	5 <sup>1)</sup>	1,6	2,5
2	Leitungsschutzschalter B, L	5 <sup>2)</sup>	1,6	2,5
3	Leitungsschutzschalter C, U	10 <sup>2)</sup>	1,6	2,5
4	Leitungsschutzschalter D	20	1,6	2,5
<sup>1)</sup> Für von gL abweichende Kennlinien ist $m$ so zu wählen, dass die Ausschaltung innerhalb von 5 s erfolgt. <sup>2)</sup> Für von B, C, L und U abweichende Kennlinien ist $m$ so zu wählen, dass die Magnetauslösung des Leitungsschutzschalters anspricht.				

ANMERKUNG: Die Forderung nach dem Ansprechen der Magnetauslösung bei Leitungsschutzschaltern in Verbraucheranlagen erhöht die Verfügbarkeit der Versorgung mit elektrischer Energie, weil bei Fehlern in Endstromkreisen die Leitungsschutzschalter ausschalten und nicht Zentral- oder Gruppen-Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen der Bauart S oder G, die für den Brand- oder Zusatzschutz installiert sind.

10.2.1.2 Kann die Ausschaltbedingung in einem Teil des Verteilungsnetzes nicht erfüllt werden, dann ist in den dort angeschlossenen Verbraucheranlagen eine andere Maßnahme des Fehlerschutzes z. B. Fehlerstrom-Schutzschaltung anzuwenden.

10.2.1.3 Kann die Ausschaltbedingung in langen Endstromkreisen in Verbraucheranlagen durch Überstrom-Schutzeinrichtungen gemäß Tabelle 10-1, Spalte 1 nicht eingehalten werden, dann ist zur Erfüllung der Ausschaltbedingung der Einbau von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen gemäß ÖVE-SN 50, ÖVE EN 61008 Reihe oder ÖVE EN 61009 Reihe unter Einhaltung der Bedingungen gemäß Abschnitt 12 zulässig. Um dabei auch bei Auftreten eines Fehlers zwischen Außenleiter und Neutralleiter eine automatische Ausschaltung zu bewirken, muss an den Enden der geschützten Stromkreise der Mindestkurzschlussstrom (Ausschaltstrom) der nächsten dem Fehlerstrom-Schutzschalter vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung, abweichend von Tabelle 10-1, mindestens das 2,5-fache ihres Nennstromes  $I_N$  betragen. Dies gilt sowohl für Schmelzsicherungen, als auch für Leitungsschutzschalter. Der Schutzerdungsleiter ist auch in diesem Fall mit dem PEN-Leiter zu verbinden (siehe Bild 10-2).

Ein allfällig notwendiger Zusatzschutz ist durch eine weitere Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit  $I_{\Delta N} \leq 0,03 \text{ A}$  zu realisieren.



**Bild 10-2:** Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zur Erfüllung der Ausschaltbedingung gemäß 10.2.1.3

## 10.2.2 Erdungsbedingung

10.2.2.1 Der PEN-Leiter ist in der Nähe der Stromquelle (des Transformators) und nahe den Enden der Netzausläufer bzw. in jeder stationären Verbraucheranlage zu erden. Als Netzausläufer gelten Abzweige mit einer Länge von mehr als 100 m.

10.2.2.2 Die Betriebserdungen müssen den Anforderungen gemäß Abschnitt 14 für das TN-System entsprechen.

10.2.2.3 Bei der Umstellung auf die Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung in bestehenden Verteilungsnetzen kann die Erdungsbedingung nahe den Enden der Netzausläufer auch dadurch erfüllt werden, dass die Nullungsverbindung in mindestens einer Verbraucheranlage hergestellt wird, die eine Erdungsanlage gemäß 10.2.2.4 aufweist.

10.2.2.4 Verbraucheranlagen in denen die Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung angewandt wird, ausgenommen mobile Anlagen und fliegende Bauten, müssen eine geeignete dauerhafte Anlagenerdung aufweisen. Für Neuanlagen ist dazu vorzugsweise ein Fundamenterder gemäß 20.5.4 zu errichten. Ist ein Fundamenterder nicht vorhanden, ist eine Erdungsanlage in ausreichend korrosionsbeständiger Ausführung mit folgendem Mindestausmaß zu errichten:

- Horizontalerder von mindestens 10 m Länge oder
- Vertikalerder von mindestens 4,5 m Länge oder
- gleichwertige Erderkombination.

## 10.2.3 Verlegungsbedingung

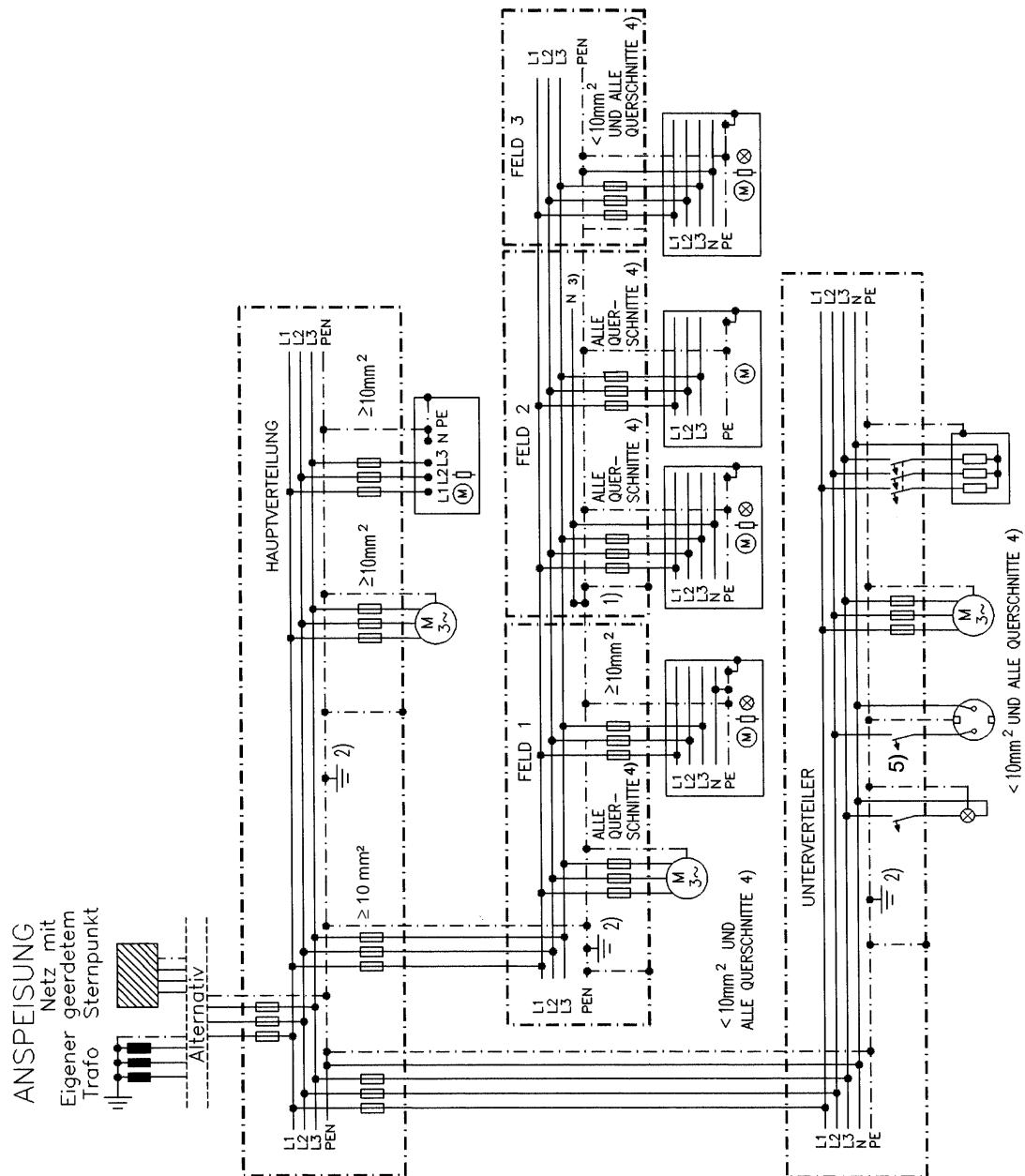
Bei der Verlegung des PEN-Leiters sind folgende Bestimmungen zu beachten:

10.2.3.1 Für die Bemessung der PEN-Leiter und Erdungsleitungen gilt Abschnitt 21.

10.2.3.2 Da der PEN-Leiter Schutzfunktion hat, darf er weder einpolig unterbrochen noch durch einpolige Überstrom-Schutzeinrichtungen geschützt werden.

10.2.3.3 PEN-Leiter, Neutralleiter und PE-Leiter dürfen beliebig oft vom PEN-Leiter abgezweigt werden. Ein vom PEN-Leiter abgezweigter Neutralleiter darf nach der Aufteilung nicht mehr geerdet und nicht mehr mit einem PEN-Leiter oder PE-Leiter verbunden werden.

10.2.3.4 Vom PEN-Leiter abzweigende Neutralleiter dürfen nicht als Schutzerdungsleiter bzw. PEN-Leiter gekennzeichnet sein.



- 1) Neutraleiter und PE-Leiter dürfen beliebig oft vom PEN-Leiter abgezweigt werden (siehe 10.2.3.3).
- 2) Anschluss an Erdungsanlage bzw. Potentialausgleich. Bei jedem Hausanschluss muss ein Erder zur Verfügung gestellt werden (siehe 10.2.2.4).
- 3) Nach Abzweigung eines N-Leiters vom PEN-Leiter, darf der abgezweigte N-Leiter nicht mehr geerdet werden.
- 4) Bei Querschnitten  $< 10 \text{ mm}^2$  darf der PE- und N-Leiter nicht in einem Leiter zusammengefasst sein. Bei Querschnitten von  $10 \text{ mm}^2$  und größer, darf der PE- und N-Leiter getrennt oder als ein gemeinsamer Leiter (PEN-Leiter) geführt sein.
- 5) zuzüglich Zusatzschutz gemäß Abschnitt 6

**Bild 10-3:** Beispiel für die Anwendung der Nullung

10.2.3.5 Ist der PEN-Leiter zusammen mit den Außenleitern schaltbar, so muss das im PEN-Leiter liegende Schaltstück beim Einschalten vor- und beim Ausschalten nachheilen. Für Schalter mit Momentschaltung genügt praktisch gleichzeitiges Schalten von PEN- und Außenleitern. Solche Schalter dürfen auch Überstromauslöser im PEN-Leiter haben.

10.2.3.6 Bei Verwendung von Starkstromkabeln mit konzentrischem Leiter darf dieser als PEN-Leiter unter Einhaltung der Mindestquerschnitte gemäß 21.4 verwendet werden.

10.2.3.7 In Freileitungsnetzen mit blanken Leitern darf der PEN-Leiter nicht oberhalb der Außenleiter verlegt werden. Diese Bestimmung gilt nicht für die Erweiterung bestehender Freileitungsnetze mit oben liegendem PEN-Leiter.

10.2.3.8 In Verbraucheranlagen ist der PEN-Leiter wie die Außenleiter zu isolieren, ebenso sorgfältig zu verlegen und bei Leitungsverlegung in Elektro-Installationsrohren oder Elektro-Installationskanälen und in Mehraderleitungen bzw. -kabeln in gemeinsamer Umhüllung mit den Außenleitern zu führen.

Bei nachträglichem Verlegen eines PEN-Leiters oder eines Schutzerdungsleiters in vorhandenen Anlagen darf auf die gemeinsame Umhüllung fest verlegter Leitungen verzichtet werden, nicht jedoch auf Isolierung, sorgfältige Verlegung und Kennzeichnung.

Diese Forderungen gelten nicht für PEN-Schienen in Schalt- und Verteilungsanlagen.

### **10.3 Nullung bei Nennspannungen über 250 V gegen Erde**

Wird die Nullung in Verbraucheranlagen angewandt, die mit Nennspannungen über 250 V gegen Erde versorgt werden, dann ist der zusätzliche Potentialausgleich gemäß 15.2 anzuwenden.

ANMERKUNG: Dies trifft auch bei 3-Leiter-400-V-Anlagen mit einem PEL-Leiter zu.

Durch den zusätzlichen Potentialausgleich werden die unbeeinflussten Berührungsspannungen auf ein vertretbares Restrisiko vermindert.

### **10.4 Prüfung der Nullung**

Die Wirksamkeit der Nullung ist vor Inbetriebnahme der Anlage zu prüfen und zu dokumentieren (siehe Abschnitt 22).

## 11 Isolationsüberwachungssystem

### 11.1 Allgemeines

Das Isolationsüberwachungssystem wird durch Verbinden aller Körper miteinander, mit den der Berührung zugänglichen fremden leitfähigen Teilen und mit der Erdungsanlage über Schutzerdungsleiter sowie durch den Anschluss einer Isolationsüberwachungseinrichtung hergestellt (siehe Bild 11-1). Nach dem Ansprechen dieser Einrichtung (Meldung eines Isolationsfehlers) ist der Fehler so rasch wie möglich zu suchen und zu beheben.

ANMERKUNG: Das Isolationsüberwachungssystem kommt vorzugsweise in Bereichen zur Anwendung, in denen eine höhere Verfügbarkeit der Stromversorgung gefordert wird und in denen daher auch entsprechendes Personal zur Störungsbehebung ständig anwesend oder nach einer Störungsmeldung umgehend erreichbar ist. Da das gesamte Netz isoliert ausgeführt und nicht zu ausgedehnt ist, muss beim ersten Körper- oder Erdschluss nicht ausgeschaltet werden, weil die Fehlerströme gering sind. Um bei einem zweiten Fehler während der Fehlersuche das Bestehenbleiben einer unzulässigen Fehlerspannung zu verhindern, muss in diesem Fall eine automatische Ausschaltung erfolgen, oder es sind Ersatzmaßnahmen zu treffen. Das Vorliegen eines Isolationsüberwachungssystems als Maßnahme des Fehlerschutzes ist daher nicht allein aus dem Vorhandensein einer Isolationsüberwachungseinrichtung abzuleiten, weil eine solche auch aus anderen Gründen vorhanden sein kann.

### 11.2 Anwendung

Die Anwendung des Isolationsüberwachungssystems ist nur in begrenzten Anlagen zulässig, z. B. in Fabriken mit eigenem Stromerzeuger oder eigenem Transformator mit getrennten Wicklungen, für bewegliche Stromerzeuger (Ersatzstromerzeuger) zum Betrieb einzelner ortsveränderlicher Betriebsmittel, in medizinisch genutzten Räumen usw.

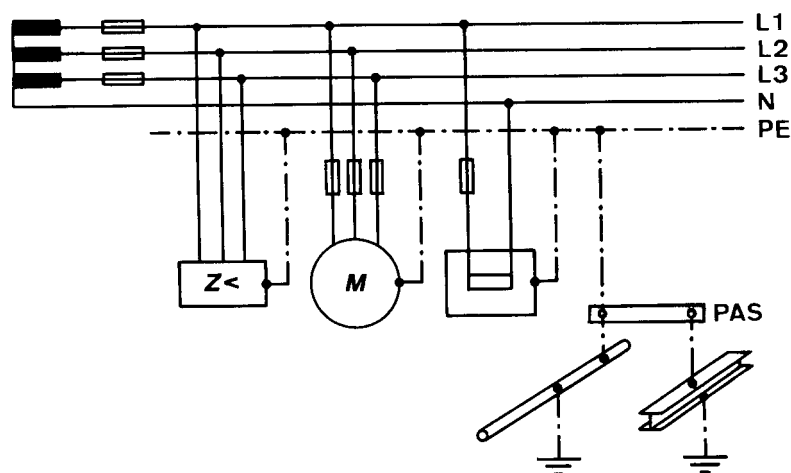


Bild 11-1: Beispiel für ein Isolationsüberwachungssystem

### 11.3 Anforderungen

Bei Anwendung des Isolationsüberwachungssystems sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

**11.3.1** Das Netz ist isoliert (ungeerdet) zu betreiben. Offene oder hochohmige Erdung ist zulässig. Der Einbau von Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen aktiven Teilen und Erde ist zulässig.

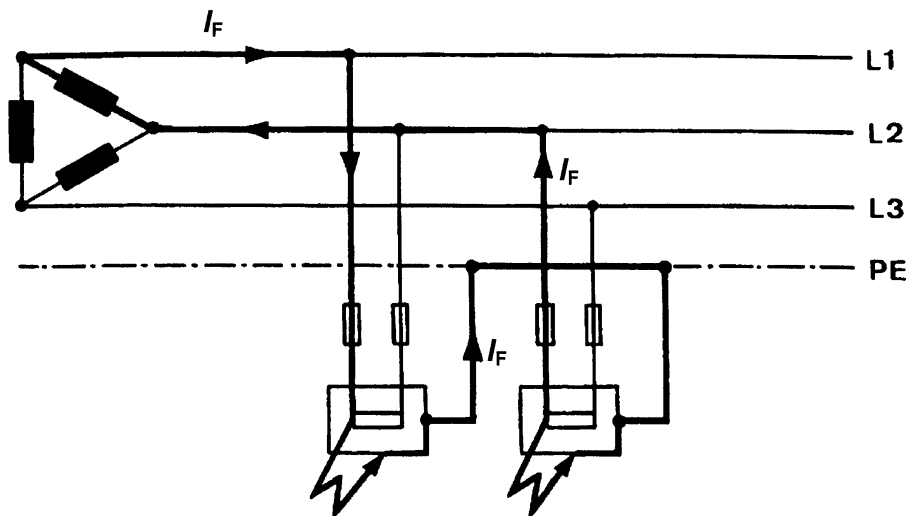
**11.3.2** Alle in die Schutzmaßnahme einzubeziehenden Anlagenteile sowie die der Berührung zugänglichen fremden leitfähigen Teile und sonstige gute Erder sind gut leitend mit dem Schutzerdungsleiter zu verbinden (siehe Abschnitt 21).

ANMERKUNG: Durch das Verbinden guter Erder mit dem Isolationsüberwachungssystem sollen niederohmige Erdschlüsse der Außenleiter ohne Verbindung mit dem Isolationsüberwachungssystem verhindert werden. Aus dem gleichen Grund sind Leitungsarten mit geringer Erdschlussgefahr vorteilhaft (z. B. Mantelleitungen anstelle von isolierten Einzelleitern in Metallrohren). Mit alten G-Aderleitungen in „Bergmannrohren“ mit verbleiten Blechdosen (für die Aufnahme von Schaltern und Steckdosen) lässt sich die Anforderung von 11.3.2 nicht erfüllen.

**11.3.3** Zum Überwachen des Isolationszustandes der Anlage ist eine Überwachungseinrichtung (siehe ÖVE EN 61557-8) zu installieren, welche die Unterschreitung eines Mindestwertes des Isolationswiderstandes optisch oder akustisch anzeigt und bei Vorhandensein einer Überspannungs-Schutzeinrichtung auch deren Ansprechen erkennen läßt.

**11.3.4** Die Nennquerschnitte der PE-Leiter und der Verbindungen zum PE-Leiter müssen den Anforderungen gemäß Abschnitt 21 entsprechen. Überdies müssen die Querschnitte so groß sein, dass in jeder Leiterschleife Außenleiter-Schutzerdungsleiter zwischen Stromquelle und jedem Betriebsmittel bei vollkommenem Kurzschluss (2. Fehler) an beliebiger Stelle mindestens der Ausschaltstrom  $I_A$  (Tabelle 10-1) der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung fließt, wenn die Schleifenspannung gleich der halben verketteten Spannung angenommen wird (siehe Bild 11-2).

Ist infolge der örtlichen Gegebenheiten (z. B. ausgedehnte Industrienetze) die Einhaltung dieser Ausschaltbedingung nicht möglich, dann ist statt dessen ein zusätzlicher Potentialausgleich gemäß 15.2. herzustellen.



**Bild 11-2:** Fehlerstromkreis bei Körperschluss an zwei Geräten

#### 11.4 Prüfung des Isolationsüberwachungssystems

Die Wirksamkeit des Isolationsüberwachungssystems ist vor Inbetriebnahme der Anlage zu prüfen und zu dokumentieren (siehe Abschnitt 22).

## 12 Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen - Fehlerstrom-Schutzschaltung (Fehlerstrom-Schutzerdung)

### 12.1 Allgemeine Anforderungen für die Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Die Bestimmungen gemäß 12.1 gelten generell für die Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen unabhängig vom Zweck ihrer Anwendung und unabhängig von der ausgeführten Maßnahme des Fehlerschutzes.

#### 12.1.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen müssen

- ÖVE-SN 50 oder
- ÖVE EN 61008 Reihe (zusätzlich, falls zutreffend IEC 61008-2-2) oder
- ÖVE EN 61009 Reihe (zusätzlich, falls zutreffend IEC 61009-2-2) oder
- ÖVE EN 60947-2

entsprechen.

#### 12.1.2 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen müssen so montiert werden, dass die Prüfeinrichtung leicht zugänglich ist.

**12.1.3** Baueinheiten, die aus Fehlerstrom-Schutzschaltern und Steckdosen für Hausinstallationen für ortsfesten Einbau bestehen, und ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen sind nur für den Zusatzschutz gemäß Abschnitt 6 zulässig.

**12.1.4** Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen sind gegen thermische Überlastung und gegen Kurzschluss zu schützen.

Die Angaben der Hersteller (insbesondere über die höchstzulässigen Vorsicherungsnennströme für den Kurzschluss- und den Überlastschutz) sind zu beachten.

Fehlt die Angabe des höchstzulässigen Nennstromes der Überlast-Schutzeinrichtung, dann gilt der Nennstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung als deren dauernd zulässiger Überlaststrom. Es ist durch geeignete Überlast-Schutzeinrichtungen sicherzustellen, dass der Nennstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung größer/gleich dem großen Prüfstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung ist.

**12.1.5** Bei Serienschaltung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, z. B. für den Fehlerschutz und den Zusatzschutz, sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- (1) Die Auslösekennlinien von zwei in Serie geschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass ein Fehler in einem durch diese Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen geschützten Anlagenteil nicht zum Auslösen jener Fehlerstrom-Schutzeinrichtung führt, die netzseitig vorgeschaltet ist.
- (2) Bei zwei in Serie geschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ist dies sichergestellt, wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung der Bauart stoßstromfest-selektiv (S) einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung üblicher Bauart oder der Bauart G vorgeschaltet ist und der Nennwert des Auslösefehlerstromes  $I_{\Delta N1}$  der vorgeschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mindestens dreimal so groß ist, wie der Nennwert des Auslösefehlerstromes  $I_{\Delta N2}$  der nachgeschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung.

**12.1.6** Werden Anlagen, durch deren unbeabsichtigtes Ausschalten mittelbare Personen- oder Sachschäden entstehen können (z. B. Tiefkühltruhen, Intensivtierhaltung, Computer), durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, geschützt, muss deren Auslösezeit mindestens 10 ms betragen (z. B. Fehlerstrom-Schutzschalter der Bauart S oder Bauart G).

**12.1.7** Für Sonderanwendungen dürfen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach der Ausschaltung automatisch wieder einschalten (z. B. unbesetzte Sendeanlagen, Relaisstationen, Wasserwerke).

**12.1.8** Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen dürfen nicht als Ausschalteneinrichtung in NOT-AUS-Stromkreisen verwendet werden.

ANMERKUNG: Das Erzeugen eines künstlichen Fehlerstromes durch Drücken von NOT-AUS-Schaltern zur Auslösung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen stellt keine bestimmungsgemäße Verwendung dieser Geräte dar.

Die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern als Hauptschalter ist jedoch im allgemeinen zulässig, wenn sie allpolig schalten und trennen und in zutreffenden Sonderbestimmungen nichts gegenteiliges gefordert wird.

**12.1.9** Prüfeinrichtungen für die Prüfung der Fehlerstrom-Schutzschaltung, die bei ihrer Betätigung gefährliche Fehlerspannungen verursachen, sind nicht zulässig.



## 12.2 Fehlerstrom-Schutzschaltung

12.2.1 Wird die Fehlerstrom-Schutzschaltung angewandt (siehe Bild 12-1), müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

12.2.1.1 Alle zu schützenden Anlagenteile müssen mit einem geeigneten Erder verbunden sein.

Für den Erdungswiderstand  $R_A$  gelten:

$$R_A \leq \frac{65 \text{ V}}{I_{\Delta N}} \quad \text{und} \quad R_A \leq 100 \Omega$$

je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

$I_{\Delta N}$ ..... Nennwert des Auslösefehlerstromes (Nennfehlerstrom) der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

12.2.1.2 Beim Errichten der Erdungen sind die Bedingungen gemäß Abschnitt 20 und Abschnitt 21 einzuhalten.

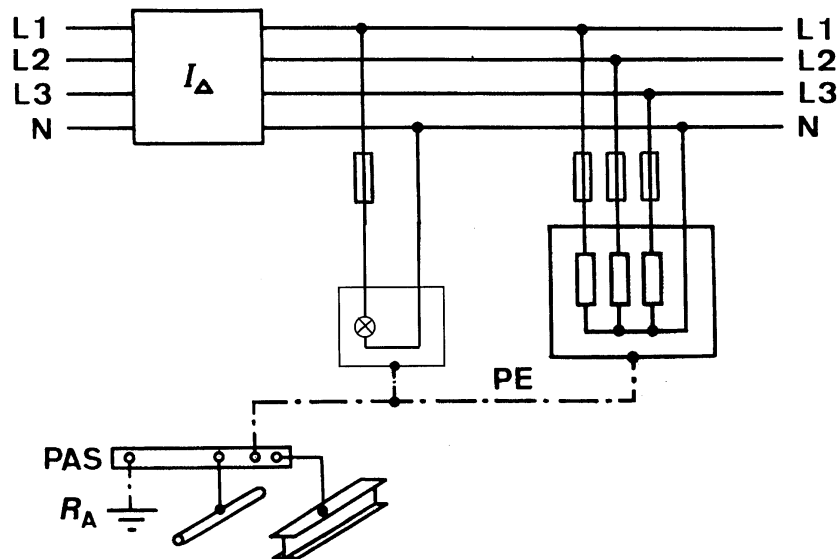


Bild 12-1: Fehlerstrom-Schutzschaltung als Fehlerschutz gemäß 3.8.13

### 12.2.2 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz müssen folgende Bedingungen erfüllen:

12.2.2.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, bei denen die Bauteile für die Erfassung und Ausschaltung des Fehlerstromes in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind (Fehlerstrom-Schutzschalter), müssen allpolig, einschließlich des Neutralleiters, ausschalten.

12.2.2.2 Für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für Nennstromstärken über 63 A, bei denen die Bauteile für die Erfassung und Ausschaltung des Fehlerstromes in getrennten Gehäusen angeordnet sind (z. B. Leistungsschalter mit Fehlerstromrelais), wird das Ausschalten des Neutralleiters im allgemeinen nicht gefordert, ausgenommen jedoch in TT-Systemen gemäß 14.2.3.1.

12.2.2.3 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, deren Funktion von der Netzspannung abhängt, dürfen bei Ausfall der Netzspannung nicht ausschalten. Die Erfassung des Fehlerstromes muss durch Bauteile erfolgen, deren Funktion vom Vorhandensein der Netzspannung unabhängig ist.

12.2.2.4 Für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen gemäß 12.2.2.1 darf der Nennwert des Auslösefehlerstromes nicht verstellbar sein.

Für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen gemäß 12.2.2.2 darf der Nennwert des Auslösefehlerstromes verstellbar sein. Falls auch die Ausschaltzeit verstellbar ist, darf diese im gesamten Einstellbereich beim 5-fachen Einstellwert des Fehlerstromes nicht größer als 0,15 s sein.

12.2.2.5 Für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen der Bauart S oder mit einstellbarer Ausschaltzeit gemäß 12.2.2.4 muss der Nennfehlerstrom  $I_{\Delta N} \geq 0,1$  A sein.

**12.2.3** Die alleinige Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in Anlagen ohne Schutzerdungsleiter erfüllt nicht die Anforderungen für den Fehlerschutz.

**12.2.4** Für Anlagenteile, die netzseitig vor der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung liegen, muss eine Maßnahme des Fehlerschutzes wirksam sein (z. B. Schutzisolierung). Es ist zulässig, den Schutzerdungsleiter vor der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in gemeinsamer Umhüllung mit den aktiven Leitern zu verlegen.

**12.2.5** Eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen darf nicht gleichzeitig für Fehler- und Zusatzschutz verwendet werden.

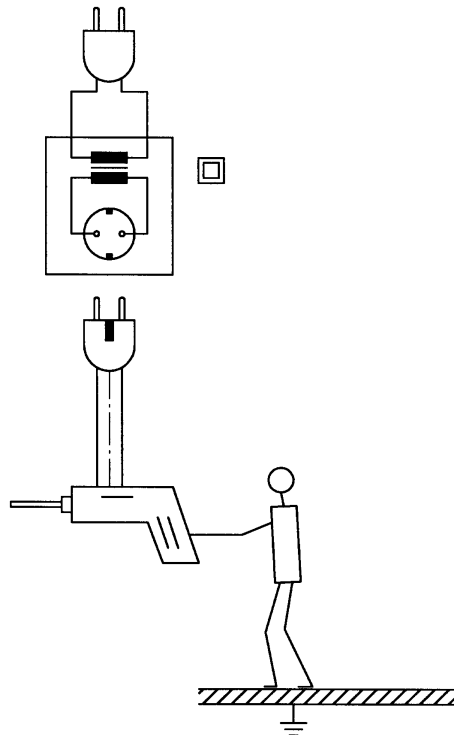
**12.2.6** Die Fehlerstrom-Schutzschaltung muss vor der ersten Inbetriebnahme der Anlage geprüft und dokumentiert werden (siehe Abschnitt 22).

## 13 Schutztrennung

**13.1** Bei der Schutztrennung wird der Stromkreis der Verbrauchsmittel mit Hilfe eines Trenntransformators oder eines hinsichtlich der elektrischen Trennung gleichwertigen Motorgenerators vom speisenden Netz getrennt (siehe Bild 13-1).

ANMERKUNG: Durch die Schutztrennung soll verhindert werden, dass beim Berühren aktiver Teile des Stromkreises der Betriebsmittel oder bei Körperschlüssen an den Betriebsmitteln gefährliche Berührungsströme entstehen. Die Maßnahme des Fehlerschutzes Schutztrennung ist nur wirksam, solange auf der Sekundärseite kein Erdschluss auftritt, z. B. durch Beschädigung der Leitungen oder durch Körperschluss in einer Kupplungssteckvorrichtung mit metallischem Gehäuse und gleichzeitiger Erdberührung.

Unter Motorgenerator ist ein Elektromotor mechanisch gekoppelt mit einem Generator, aber auch ein Einankerumformer mit entsprechender elektrischer Trennung der Wicklungen, zu verstehen.



**Bild 13-1:** Schutztrennung mit einem angeschlossenen Betriebsmittel

**13.2** Bei Anwendung der Schutztrennung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

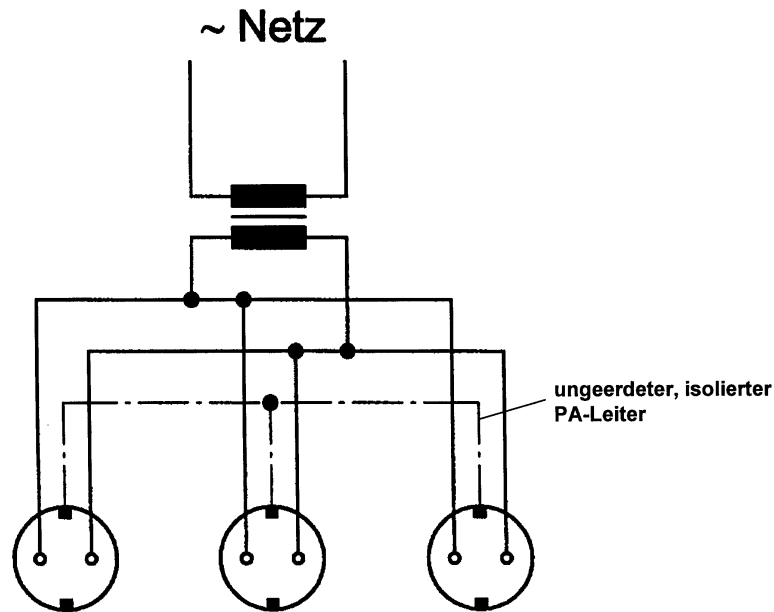
**13.2.1** Die Schutztrennung ist nur zulässig in Netzen mit Nennspannungen von höchstens 690 V. Die Nennspannung auf der Sekundärseite des Trenntransformators oder Motorgenerators darf jedoch nicht höher als 500 V (Leiter-Leiter-Spannung) sein.

**13.2.2** Der Fehlerstrom bei einpoligem Erdschluss im Sekundärstromkreis darf höchstens 30 mA sein.

ANMERKUNG: Die Messung erfolgt gegen geerdete leitfähige Teile im Handbereich bzw. bei leitfähigem Standort gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61.

Diese Anforderung gilt als eingehalten, wenn das Produkt aus Nennspannung in Volt und Leitungslänge in Meter den Wert von 100 000 nicht überschreitet. Es wird empfohlen, wegen der Gefahr von Leitungsbeschädigungen die Leitungslänge auf 500 m zu beschränken. Andernfalls ist für ausreichenden mechanischen Leitungsschutz und übersichtliche Leitungsverlegung zu sorgen.

**13.2.3** Werden an einen Trenntransformator oder an einen Motorgenerator mehrere Betriebsmittel angeschlossen, dann müssen die Schutzkontakte von Steckdosen und/oder festangeschlossene Betriebsmittel der Schutzklasse I durch ungeerdete isolierte Potentialausgleichsleiter miteinander verbunden sein (Bild 13-2), die gemäß Tabelle 21-3-2 zu bemessen sind.



**Bild 13-2:** Schutztrennung mit mehreren angeschlossenen Betriebsmitteln

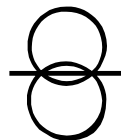
**13.2.4** Ortsveränderliche Trenntransformatoren müssen schutzisoliert sein und zum Anschließen der Betriebsmittel fest eingebaute Steckdosen haben.

13.2.4.1 Schutzkontakte von Steckdosen müssen sowohl von berührbaren leitfähigen Teilen als auch von den nicht berührbaren aktiven und inaktiven Teilen des Trenntransformators oder Motorgenerators sicher elektrisch getrennt sein.

13.2.4.2 Wenn nur eine Steckdose vorhanden ist, bleibt ihr Schutzkontakt unbeschaltet. Sind mehrere Steckdosen vorhanden, müssen sie Schutzkontakte haben, die durch ungeerdete, isolierte Potentialausgleichsleiter miteinander verbunden sein müssen (siehe 13.2.3).

**13.2.5** Flexible Leitungen müssen mindestens der Ausführung schwere Gummischlauchleitung (siehe ÖVE-K 40) oder mittlere PVC-Schlauchleitung (siehe ÖVE-K 41) entsprechen.

**13.2.6** Für Trenntransformatoren wird auf ÖVE EN 60742 bzw. ÖVE EN 61558 Reihe und für Motorgeneratoren wird auf ÖVE EN 60034 Reihe verwiesen. Trenntransformatoren müssen durch das Zeichen gemäß Bild 13-3 gekennzeichnet sein.



**Bild 13-3:** Zeichen für Trenntransformatoren

**13.2.7** Die Sekundärstromkreise von Trenntransformatoren oder Motorgeneratoren dürfen nicht geerdet und nicht mit anderen Anlagenteilen leitend verbunden werden.

**13.2.8** Bei besonderer Gefährdung, wie sie bei elektrisch leitendem Standort vorliegt, z. B. in Kesseln, auf Stahlgerüsten, in Schiffsrümpfen u. dgl., sind die Gehäuse der zu schützenden Betriebsmittel der Schutzklasse I mit dem Standort über einen Kupferleiter mit einem Querschnitt von mindestens 4 mm<sup>2</sup> zu verbinden.

Ein Verbinden des Potentialausgleichsleiters mit dem Standort genügt ebenfalls. Bei solchen Arbeiten ist der Trenntransformator oder Motorgenerator geschützt und womöglich außerhalb des Arbeitsbereiches aufzustellen.

## 14 Begrenzung der Fehlerspannung am geerdeten Systemleiter

14.1 Als TT- oder TN-Systeme betriebene Niederspannungsnetze sind an einem Systemleiter - bei Vorhandensein eines Sternpunktes ist dies immer der N- oder PEN-Leiter - über den Betriebserder  $R_B$  zu erden.

### 14.2 Dimensionierung des Betriebserders

#### 14.2.1 allgemein

Der Erdungswiderstand der Gesamtheit aller Betriebserder des Verteilungsnetzes muss ausreichend niedrig sein. Dazu zählen alle über den geerdeten Systemleiter zusammengeschlossenen Erder. Ein Wert von  $2 \Omega$  gilt im allgemeinen als ausreichend.

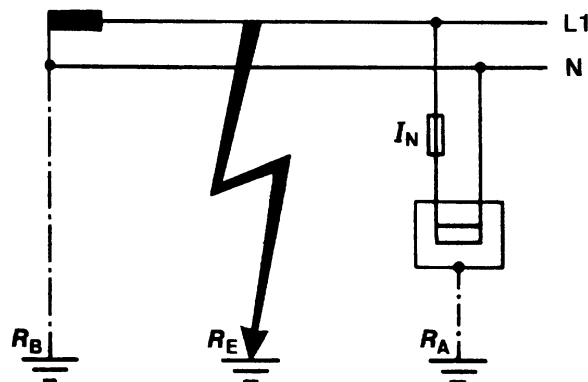
Es muss in TN-Systemen (PEN-Leiter) immer und in solchen TT-Systemen, in denen der geerdete Systemleiter (N-Leiter) des Verteilungsnetzes aus Gründen des Netzbetriebes als sicher geerdet gilt, die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{65}{U_N - 65} \quad (1)$$

$R_B$ ..... Erdungswiderstand der Gesamtheit aller Betriebserder

$R_E$ ..... kleinster abschätzbarer Erdausbreitungswiderstand der nicht mit einem Schutzerdungsleiter (oder Potentialausgleichsleiter) verbundenen, fremden leitfähigen Teile, über die ein Erdschluss entstehen kann

$U_N$ ..... Nennspannung gegen geerdete Leiter



$R_A$ .....Erdungswiderstand der Verbraucheranlage

**Bild 14-1:** Erdschluss in einem geerdeten Verteilungsnetz und einer Verbraucheranlage im TT-System

Diese Bedingung stellt sicher, dass der geerdete Systemleiter keine unzulässig hohe Fehlerspannung annehmen kann (Bild 14-1). In Gebieten mit geschlossener Bebauung (siehe 3.6.15) gilt diese Anforderung immer als erfüllt. Sie ist auch dann erfüllt, wenn es sich ausschließlich um ein Kabel-Verteilungsnetz handelt, weil in diesem Fall nur hochohmige Erdfehler zu erwarten sind.

Zur Abschätzung des niedrigsten zu erwartenden  $R_E$  wird ein Leiterstriss in einer Freileitung angenommen, bei dem 10 m Leiterseil satt am Boden zu liegen kommen. Der Erdausbreitungswiderstand dieses Leiterstückes wird gleich dem eines ebenso langen Oberflächenerders angenommen, womit die Abschätzung auf der sicheren Seite liegt. Für  $U_N = 230 \text{ V}$  können die höchstzulässigen Ausbreitungswiderstände der Gesamtheit aller Betriebserder den Bildern 14-2-1 und 14-2-2 entnommen werden, für davon abweichende Spannungswerte ist die Formel (1) in Verbindung mit

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi \cdot L} \times \ln\left(\frac{2 \cdot L}{d}\right) \quad (2)$$

$\rho_E$ ..... niedrigster zu erwartender, spezifischer Erdwiderstand

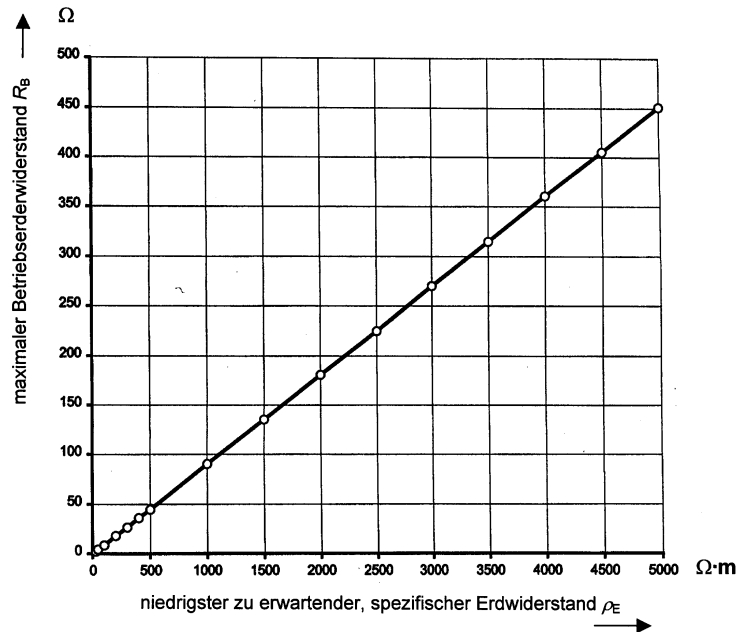
$L$ ..... Länge des Leiterseiles .....10 m (Annahme)

$d$ ..... Durchmesser des Leiterseiles .....0,015 m (Annahme)

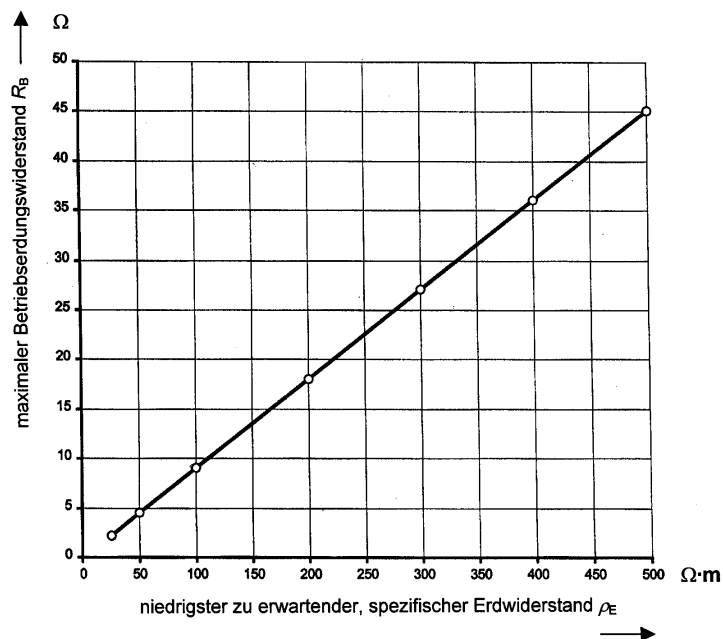
zur Ermittlung des höchstzulässigen Erdungswiderstandes des Betriebserders heranzuziehen.

Für die Abschätzung wird der niedrigste zu erwartende, spezifische Widerstand in jenen Gebieten des Verteilungsnetzes gewählt, in denen Erdschlüsse zufolge Freileitungsrissen angenommen werden können (kleinster zu erwartender Wert von  $R_E$ ).

Dabei bleiben Stellen mit im Vergleich zum ganzen Netzgebiet geringer örtlicher Ausdehnung, wie z. B. Wasserläufe, Tümpel oder schmale Sumpfbzonen, unberücksichtigt, da sie im Vergleich zur gesamten Netzlänge ein vernachlässigbares Restrisiko darstellen.



**Bild 14-2-1:** Maximal zulässiger Wert für den Gesamterdungswiderstand aller Betriebsberder  $R_B$  in Abhängigkeit vom niedrigsten zu erwartenden, spezifischen Erdwiderstand  $\rho_E$  für  $U_N = 230$  V



**Bild 14-2-2:** Maximal zulässiger Wert für den Gesamterdungswiderstand aller Betriebsberder  $R_B$  in Abhängigkeit vom niedrigsten zu erwartenden, spezifischen Erdwiderstand  $\rho_E$  (Detailbereich bis  $500 \Omega \cdot m$ ) für  $U_N = 230$  V

### **14.2.2 im TN-System**

In TN-Systemen hat der geerdete Systemleiter (das ist im allgemeinen der PEN-Leiter) auch die Funktion eines Schutzerdungsleiters und die Einhaltung der Bedingung gemäß 14.2.1 stellt sicher, dass dieser durch Erdschlüsse im Verteilungsnetz keine unzulässig hohe Fehlerspannung annehmen kann.

Sind im Bereich des Verteilungsnetzes gute Erder vorhanden, so ist der Betriebserder nach Möglichkeit mit diesen zu verbinden. Dadurch und zufolge des in jeder Verbraucheranlage an den PEN-Leiter angeschlossenen Hauptpotentialausgleiches ist die Erfüllung der Bedingung gemäß 14.2.1 immer sichergestellt.

### **14.2.3 im TT-System**

14.2.3.1 In TT-Systemen, in denen der geerdete Systemleiter (das ist im allgemeinen der N-Leiter) des Verteilungsnetzes aus Gründen des Netzbetriebes sicher geerdet sein muss (weil er im Netz gemäß ÖVE-E 5 Teil 1 bzw. ÖVE EN 50110 nicht geschaltet zu werden braucht), stellt die Einhaltung der Bedingung gemäß 14.2.1 sicher, dass der N-Leiter durch Erdschlüsse im Verteilungsnetz keine unzulässig hohe Fehlerspannung annehmen kann.

Sind im Bereich des Verteilungsnetzes gute Erder vorhanden, so ist der Betriebserder im TT-System nach Möglichkeit mit diesen zu verbinden. Dies jedoch nur soweit es sich dabei nicht um Anlagenerder (Hauptpotentialausgleich) einer Verbraucheranlage oder mit diesen verbundene Erder (Blitzschutz-, Antennenerder etc.) handelt.

14.2.3.2 In TT-Systemen, in denen der geerdete Systemleiter (N-Leiter) des Verteilungsnetzes aus Gründen des Netzbetriebes nicht sicher geerdet sein muss (weil der N-Leiter im Netz als aktiver Teil betrachtet wird und gemäß ÖVE-E 5 Teil 1 bzw. ÖVE EN 50110 geschaltet wird), darf auf die Einhaltung der Bedingung gemäß 14.2.1 verzichtet werden, weil der N-Leiter dann ohne Einschränkung als aktiver Teil gilt und die Begrenzung der Fehlerspannung am N-Leiter bei Erdschlüssen im Verteilungsnetz nicht erforderlich ist.

## 15 Potentialausgleich

### 15.1 Hauptpotentialausgleich

Für jeden Hausanschluss oder jede gleichwertige Versorgungseinrichtung (siehe Bild 3-6) muss ein Hauptpotentialausgleich gemäß 15.1.1 errichtet werden.

**15.1.1** Der Hauptpotentialausgleich wird hergestellt indem an die Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene - PAS) oder an die Haupterdungsklemme folgende Leiter, falls zutreffend, angeschlossen werden (siehe Bilder 15-1 und 15-2):

- Erdungsleiter zum Anlagenerder,
- Nullungsverbindung (bei Ausführung gemäß Bild 10-1b),
- Schutzerdungsleiter der Hauptleitung (PE- oder PEN-Leiter),
- Potentialausgleichsleiter von Antennenanlagen,
- Funktions- und Überspannungs-Erdungsleiter der Informationstechnik (siehe ÖVE-F 1 Teil 7),
- Potentialausgleichsleiter zur Blitzschutzanlage,
- Potentialausgleichsleiter zu leitfähigen Wasserverbrauchsleitungen,
- Potentialausgleichsleiter zu leitfähigen Gasinnenleitungen,
- Potentialausgleichsleiter zu anderen metallenen Rohrsystemen, z. B. Steigleitungen zentraler Heizungs- und Klimaanlage,
- Potentialausgleichsleiter zu Metallteilen der Gebäudekonstruktion, soweit sinnvoll.

ANMERKUNG: Kabeltassen u.ä. brauchen nicht in den Hauptpotentialausgleich einbezogen werden.

Die Verbindung zur Blitzschutzanlage hat möglichst nahe an deren Erder zu erfolgen. Wenn sichergestellt ist, dass die Blitzschutzanlage am Anlagenerder (Fundamenterder) angeschlossen ist, darf eine gesonderte Verbindung entfallen.

Der Hauptpotentialausgleich erfolgt normalerweise mit einer Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene PAS). Bei größeren Anlagen dürfen anstelle der Hauptpotentialausgleichsschiene (PAS) mehrere Erdungsschienen (Potentialausgleichsschienen) bzw. mehrere Haupterdungsklemmen an einer durchlaufenden Potentialausgleichsleitung angeschlossen werden. Diese Leitung ist je nach Anforderung als Schutzerdungsleiter gemäß Tabelle 21-2 oder als Potentialausgleichsleiter gemäß Tabelle 21-3-1 zu dimensionieren.

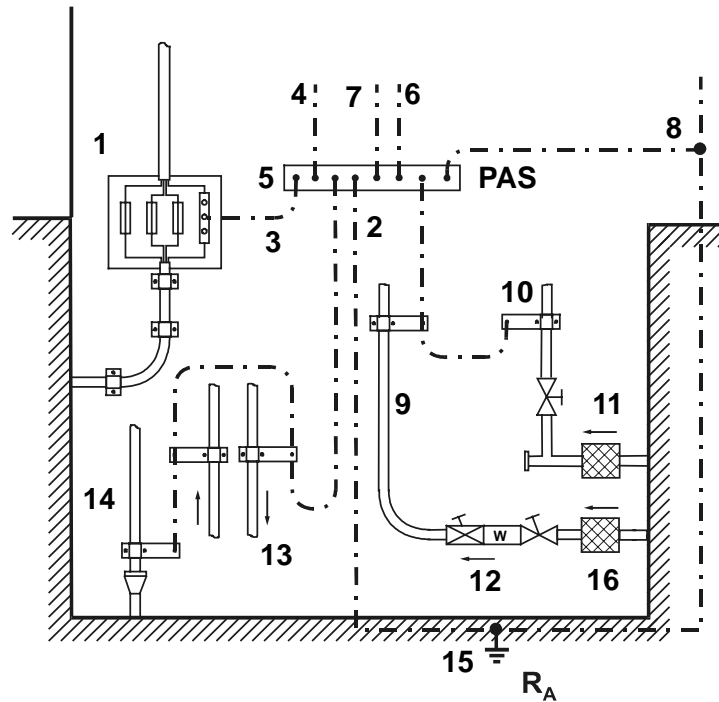
**15.1.2** Sind an Rohrleitungen Isolierstücke vorhanden, hat der Anschluss der Potentialausgleichsleitungen jeweils gebäude- oder anlagenseitig zu erfolgen.

**15.1.3** Es ist nicht erforderlich, jeden leitfähigen Teil, der in den Hauptpotentialausgleich einbezogen werden muss über einen eigenen Potentialausgleichsleiter an die Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene) anzuschließen. Es dürfen örtlich auch mehrere leitfähige Teile, die in den Hauptpotentialausgleich einbezogen werden müssen, über einen Potentialausgleichsleiter miteinander und mit der Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene) bzw. Haupterdungsklemme verbunden werden, siehe Bild 15-2.

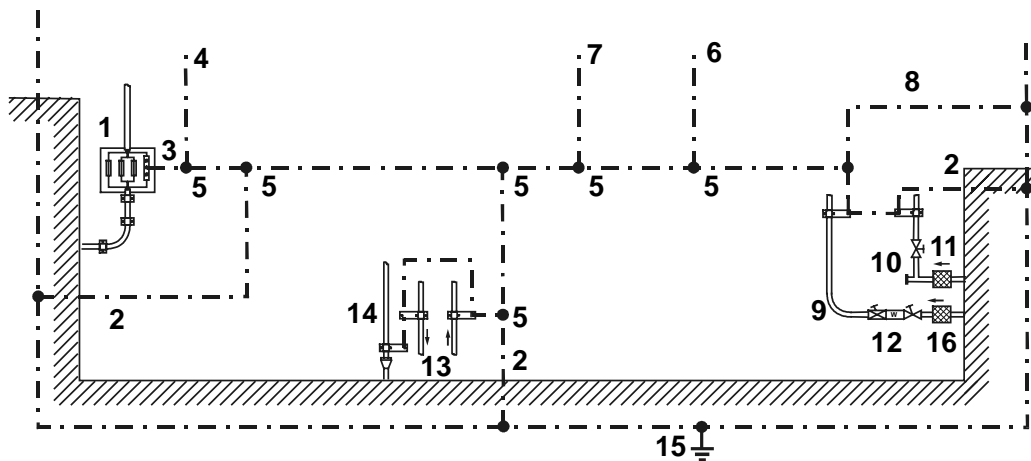
**15.1.4** Die Gasinnenleitung ist auch dann in den Hauptpotentialausgleich einzubeziehen, wenn kein Isolierstück vorhanden ist. Bei vorhandenem Isolierstück ist der Anschluss gemäß Bild 15-1 vorzunehmen.

**15.1.5** Gasinnenleitungen und Wasserverbrauchsleitungen, die teilweise aus nicht metallenen Werkstoffen bestehen, brauchen an diesen Stellen nicht mit einem Potentialausgleichsleiter überbrückt zu werden. Davon ausgenommen sind Wasserverbrauchsleitungen in bestehenden Anlagen, wenn sie noch als Schutzerdungsleiter verwendet werden. Die Überbrückungsleiter sind gemäß Tabelle 21-2 zu bemessen.





**Bild 15-1:** Beispiel für Hauptpotentialausgleich mit Haupterdungsschiene (PAS) und Potentialausgleichsleitern



**Bild 15-2:** Beispiel für Hauptpotentialausgleich einer größeren Anlage

Erläuterung zu Bild 15-1 und Bild 15-2:

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Hauptsicherungskasten  | 8  | Potentialausgleichsleiter zur Blitzschutzanlage (siehe 15.1.1) |
| 2 | Erdungsleiter zum Anlagenerde  | 9  | leitfähige Wasserverbrauchsleitung                             |
| 3 | Nullungsverbindung, soweit anwendbar (PE-Leiter)                               | 10 | leitfähige Gasinnenleitung                                     |
| 4 | Schutzerdungsleiter der Hauptleitung   | 11 | Isolierstück   |
| 5 | Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene - PAS) bzw. Haupterdungsklemme | 12 | Wasserzähler   |
| 6 | Potentialausgleichsleiter von Antennenanlagen, Photovoltaikanlagen etc.        | 13 | leitfähige Heizungsrohre                                       |
| 7 | Funktions- und Überspannungsschutzerdungsleitungen der Informationstechnik     | 14 | leitfähiges Abwasserrohr                                       |
|   |  | 15 | Anlagenerde  |
|   |  | 16 | Isolierstück oder nichtleitende Wasserleitung                  |

## **15.2 Zusätzlicher Potentialausgleich**

Ein örtlicher zusätzlicher Potentialausgleich ist zusätzlich zum Hauptpotentialausgleich gemäß 15.1 zu errichten, wenn er wegen besonderer Gefährdung (z. B. Nennspannung des Netzes höher als 250 V gegen Erde, erschwerte Umgebungsbedingungen, Beeinflussung) in den jeweiligen technischen Bestimmungen gefordert wird.

In mehrstöckigen Gebäuden, in denen vernetzte Einrichtungen der Informationstechnik verwendet werden oder zur Anwendung kommen sollen, wird das Errichten eines zusätzlichen Potentialausgleiches an der Hauptverteilung jedes Stockwerkes empfohlen, um Potentialunterschiede am Schutzerdungsleiter möglichst gering zu halten.

Für die Errichtung des zusätzlichen Potentialausgleiches gilt 15.2.1 und 15.2.2.

**15.2.1** In den zusätzlichen Potentialausgleich müssen alle gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teile ortsfester Betriebsmittel, Schutzerdungsleiteranschlüsse und alle fremden leitfähigen Teile einbezogen werden. Dies gilt auch für die Bewehrung der Stahlbetonkonstruktion von Gebäuden, soweit dies durchführbar ist.

**15.2.2** Der zusätzliche Potentialausgleich muss mit einem Potentialausgleichsleiter gemäß 21.5 (Tabelle 21-3-2) ausgeführt werden.

## **16 Verwenden von Gas- und Wasserleitungen als Erder, Erdungsleiter oder Schutzerdungsleiter**

**16.1** Unabhängig von den Anforderungen hinsichtlich des Hauptpotentialausgleiches gemäß 15.1 dürfen Gas- und Wasserleitungen nicht als Schutzerdungsleiter, Erdungsleiter, Potentialausgleichsleiter oder Erder verwendet werden. Ihre natürliche Wirksamkeit (Erderwirksamkeit, Stromtragfähigkeit bei Parallelschaltung) darf bei der Dimensionierung der elektrischen Anlage nicht berücksichtigt werden.

**16.2** In bestehenden Verbraucheranlagen ist bei wesentlichen Erweiterungen oder wesentlichen Änderungen darauf zu achten, dass die Wirksamkeit des Fehlerschutzes ohne Benutzen des Wasserrohrnetzes und der Wasserverbrauchsleitungen als Erder und Schutzerdungsleiter sichergestellt ist.

**16.3** Bei Gleichstromanlagen ist ÖVE-B 5 zu beachten.

## **17 Zusammenschluss von Erdungen in Nieder- und Hochspannungsanlagen**

Siehe ÖVE-EH 41 bzw. ÖVE/ÖNORM E 8383.

## 18 Schutz elektrischer Anlagen gegen transiente Überspannungen Überspannungs-Schutzmaßnahmen

Unter transienten Überspannungen werden im Rahmen dieses Abschnittes vorwiegend jene verstanden, die durch atmosphärische Entladungen oder durch Schaltvorgänge entstehen.

Transiente Überspannungen zufolge atmosphärischer Entladungen können in leitungsgebundene - über das Niederspannungs-Verteilungsnetz in die Verbraucheranlage gelangende - indirekte Blitzeinwirkungen und in direkte Blitzeinwirkungen unterteilt werden.

Die Bestimmungen dieses Abschnittes sollen den Schutz gegen indirekte Blitzeinwirkungen sicherstellen.

Für den Schutz gegen direkte Blitzeinwirkungen sind ergänzende Maßnahmen gemäß ÖVE-E 49 bzw. ENV 61024 notwendig.

Für den Schutz von informationstechnischen Anlagen wird auf ÖVE-F 1 Teil 7 hingewiesen.

### 18.1 Hauptpotentialausgleich und zusätzlicher Potentialausgleich

Siehe Abschnitt 15.

18.2 Bleibt frei.

### 18.3 Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen

#### 18.3.1 Überspannungs-Schutzeinrichtungen im Verteilungsnetz

Alle aktiven Leiter sind gegen Überspannungen zu schützen.

- (1) Überspannungs-Schutzeinrichtungen müssen
  - im TN-C-System jeweils zwischen jedem der Außenleiter und dem PEN-Leiter,
  - im TN-S- und im TT-System
    - a) jeweils zwischen jedem der aktiven Leiter (Außenleiter und Neutraleiter) und dem PE-Leiter bzw. einem geeigneten Betriebserder oder
    - b) jeweils zwischen jedem der Außenleiter und dem Neutraleiter sowie zwischen Neutraleiter und dem PE-Leiter bzw. einem geeigneten Betriebserder,
  - im IT-System jeweils zwischen jedem aktiven Leiter und dem Schutzerder geschaltet werden.

Ist der Neutraleiter an der Einbaustelle der Überspannungs-Schutzeinrichtungen oder in deren Nähe geerdet, so entfällt die Überspannungs-Schutzeinrichtung für den Neutraleiter.

- (2) Es müssen Überspannungs-Schutzeinrichtungen verwendet werden, deren Bemessungsspannung
  - im TN-C-System mindestens der 1,45-fachen Leiter-Erde-Spannung,
  - im TN-S- und im TT-System bei Installation gemäß (1) a) mindestens der  $\sqrt{3}$ -fachen Leiter-Erde-Spannung,
  - im TN-S- und im TT-System bei Installation gemäß (1) b) für alle Außenleiter mindestens der 1,45-fachen und für Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen Neutraleiter und PE-Leiter mindestens der 1,1-fachen Leiter-Erde-Spannung,
  - im IT-System mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht.

Die Installation zusätzlicher Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen jeweils zwei Außenleitern mit einer Bemessungsspannung, die mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht, ist zulässig.

##### 18.3.1.1 Freileitungsnetze

In Freileitungsnetzen sind Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse A bzw. der Prüfklasse I oder II gemäß ÖVE-SN 60 bzw. IEC 61643-1 einzubauen. Die Abstände der Einbaustellen dürfen 1000 m nicht überschreiten. Zusätzlich sind in Gegenden mit erhöhter oder hoher Blitzdichte (siehe Anhang A) die Abstände im Mittel auf 500 m zu verringern. Ergänzend wird empfohlen die Überspannungs-Schutzeinrichtungen möglichst bei Betriebserdungen und bei Transformatorstationen zu installieren.

### 18.3.1.2 Gemischte Kabel- und Freileitungsnetze

18.3.1.2.1 In allen Netzen mit geringer Ausdehnung des Kabelabschnittes sind mindestens Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II gemäß ÖVE-SN 60 Teil 4 bzw. IEC 61643-1 einzubauen. Die Abstände der Einbaustellen dürfen in den Freileitungsabschnitten im Mittel 1 000 m nicht überschreiten. In Gegenden mit erhöhter oder hoher Blitzdichte (siehe Anhang A) sind die Abstände im Mittel auf 500 m zu verringern. Zusätzlich sind Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Transformatorstationen und bei Kabelendverschlüssen einzubauen.

18.3.1.2.2 In anderen Netzen in Gegenden mit erhöhter oder hoher Blitzdichte (siehe Anhang A) sind mindestens Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II gemäß ÖVE-SN 60 Teil 4 bzw. IEC 61643-1 einzubauen. Die Abstände der Einbaustellen in den Freileitungsabschnitten dürfen im Mittel 500 m nicht überschreiten. Zusätzlich sind Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Transformatorstationen und bei Kabelendverschlüssen einzubauen.

18.3.1.2.3 In allen anderen Fällen wird der Einbau von Überspannungs-Schutzeinrichtungen im Kabelabschnitt empfohlen.

### 18.3.1.3 Kabelnetze

#### 18.3.1.3.1 Kabelnetze mit geringer Ausdehnung (Gesamtlänge unter 500 m) und Kabelnetze in Gebieten geringer Bodenleitfähigkeit

In Gegenden mit erhöhter oder hoher Blitzdichte (siehe Anhang A) sind mindestens Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II gemäß ÖVE-SN 60 Teil 4 bzw. IEC 61643-1 einzubauen. Die Überspannungs-Schutzeinrichtungen sind bei Transformatorstationen und bei Kabelendverschlüssen vorzusehen.

#### 18.3.1.3.2 Andere Kabelnetze

Es wird der Einbau von Überspannungs-Schutzeinrichtungen empfohlen.

## 18.3.2 Überspannungs-Schutzeinrichtungen in den Verbraucheranlagen

Die folgenden Bestimmungen sind als Mindestanforderungen zu betrachten. In Abhängigkeit der zu schützenden Anlagen und Geräte und anderer Einflussfaktoren kann auch für andere Anlagen als die genannten die Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen sinnvoll oder notwendig sein bzw. kann für Anlagen die Installation zusätzlicher Überspannungs-Schutzeinrichtungen sinnvoll oder notwendig sein. Für solche zusätzlichen Überspannungs-Schutzeinrichtungen gelten die Anforderungen gemäß 18.3.2.1 bis 18.3.2.3 unverändert sowie 18.3.2.4 sinngemäß.

**ANMERKUNG:** Für Verbraucheranlagen in unmittelbarer Nähe von Hochspannungserdungen oder Schienenanlagen für elektrische Bahnen können höhere als die genannten Mindestbemessungsspannungen sowie ergänzende Maßnahmen erforderlich sein. In solchen Fällen ist das Einvernehmen mit den jeweiligen Anlagenbetreibern herbeizuführen.

- (1) Verbraucheranlagen, die aus Niederspannungsnetzen gemäß 18.3.1.1, 18.3.1.2, oder 18.3.1.3.1 versorgt werden, sowie Anlagen in Gebäuden mit äußerem Blitzschutz gemäß ÖVE-E 49 bzw. ENV 61024, sind zumindest durch den Einbau von Überspannungs-Schutzeinrichtungen im Bereich der Hauptleitung zu schützen.
- (2) Die Überspannungs-Schutzeinrichtungen müssen mindestens der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II gemäß ÖVE-SN 60 Teil 4 bzw. IEC 61643-1 mit einem Nennableitstoßstrom von  $\geq 5$  kA (8/20  $\mu$ s) und einem Schutzpegel  $\leq 2000$  V, entsprechen.
- (3) Werden Überspannungs-Schutzeinrichtungen gemäß 18.3.2.1 (1) b), 18.3.2.2 (1) b) oder 18.3.2.3 (1) b) installiert, muss der Nennableitstoßstrom der Überspannungs-Schutzeinrichtung zwischen Neutralleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene der Summe der Nennableitstoßströme der Überspannungs-Schutzeinrichtung zwischen den zugehörigen Außenleitern und dem Neutralleiter plus 5 kA betragen.  
Das bedeutet für einphasige Verbraucheranlagen mindestens 10 kA und für 3-phasige Verbraucheranlagen mindestens 20 kA.
- (4) Die Ableiter sind so nahe wie möglich bei der Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene einzubauen.

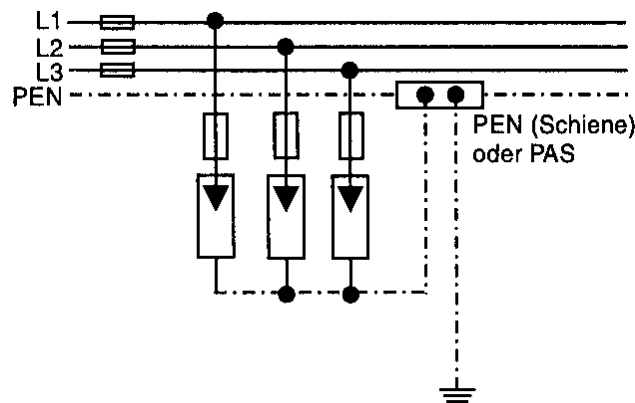
18.3.2.1 Auswahl und Einbau bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung gemäß Abschnitt 10

- (1) Überspannungs-Schutzeinrichtungen müssen
- bei Nullung ohne getrennt geführten Schutzerdungsleiter zwischen jeweils jeden Außenleiter und Haupterdungsschiene (PAS), PEN-Leiter oder PEN-Schiene geschaltet werden (Bild 18-1)
  - bei Nullung mit getrennt geführtem Schutzerdungsleiter
    - a) jeweils zwischen jeden Außenleiter sowie dem Neutralleiter und die Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (Bild 18-3) oder
    - b) jeweils zwischen jeden Außenleiter und den Neutralleiter sowie zwischen Neutralleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (Bild 18-4).

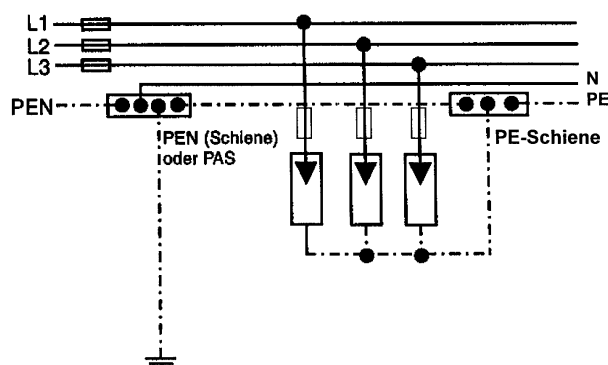
Ist die Nullungsverbindung an der Einbaustelle der Überspannungs-Schutzeinrichtungen oder in deren unmittelbarer Nähe hergestellt (siehe Bild 18-2), so darf die Überspannungs-Schutzeinrichtung für den Neutralleiter entfallen.

- (2) Es müssen Überspannungs-Schutzeinrichtungen verwendet werden, deren Bemessungsspannung mindestens der 1,45-fachen Leiter-Erde-Spannung entspricht.

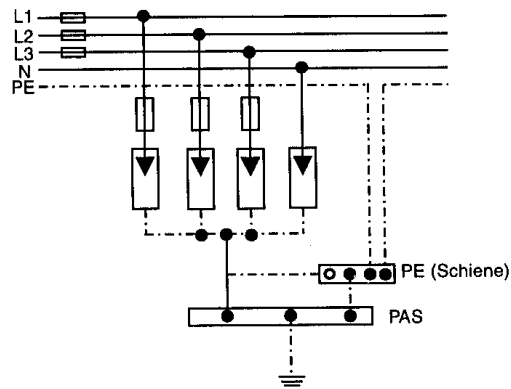
Die Installation zusätzlicher Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen den Außenleitern mit einer Bemessungsspannung, die mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht, ist zulässig.



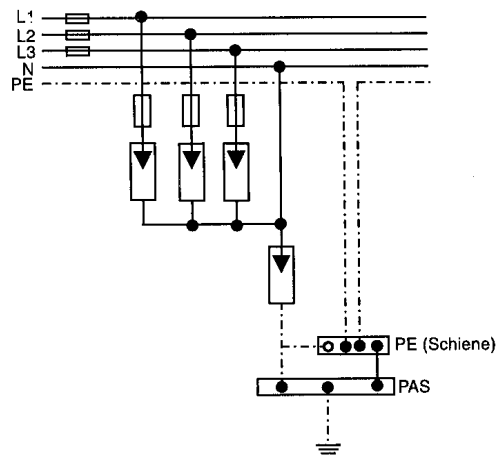
**Bild 18-1:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung ohne getrennt geführtem Schutzerdungsleiter



**Bild 18-2:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung wenn die Nullungsverbindung an der Einbaustelle oder in deren unmittelbaren Umgebung hergestellt ist



**Bild 18-3:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung mit getrennt geführtem Schutzerdungsleiter gemäß (1) a)

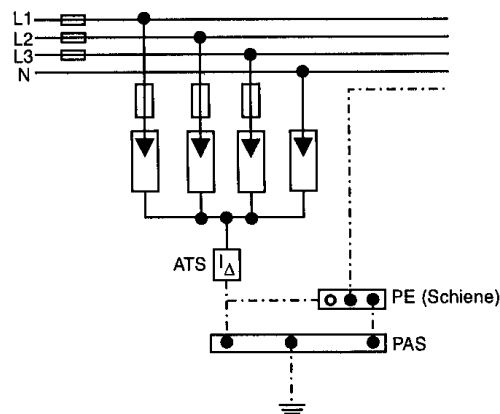


**Bild 18-4:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Nullung mit getrennt geführtem Schutzerdungsleiter gemäß (1) b)

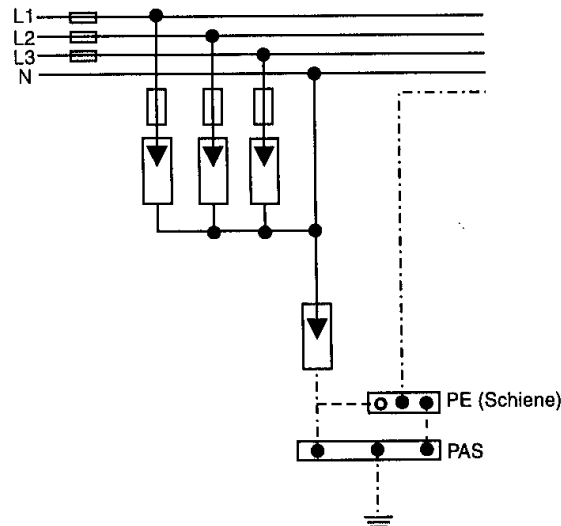
### 18.3.2.2 Auswahl und Einbau bei Anwendung der Fehlerstrom-Schutzschaltung gemäß 12.2

- (1) Überspannungs-Schutzeinrichtungen müssen entweder
- a) jeweils zwischen jeden Außenleiter sowie, falls vorhanden, den Neutraleiter und die Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (Bild 18-5) oder
  - b) jeweils zwischen jeden Außenleiter und den Neutraleiter sowie zwischen Neutraleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (Bild 18-6).

Ist in Sonderfällen, z. B. gemäß 14.2.3.1 der Neutraleiter an der Einbaustelle der Überspannungs-Schutzeinrichtungen oder in deren unmittelbarer Nähe mit der Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene verbunden, so entfällt die Überspannungs-Schutzeinrichtung für den Neutraleiter.



**Bild 18-5:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei der Maßnahme des Fehlerschutzes Fehlerstrom-Schutzschaltung gemäß (1) a)



**Bild 18-6:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen bei der Maßnahme des Fehlerschutzes Fehlerstrom-Schutzschaltung gemäß (1) b)

- (2) Es müssen Überspannungs-Schutzeinrichtungen verwendet werden, deren Bemessungsspannung
- bei Installation gemäß (1) a) mindestens der  $1,1 \cdot \sqrt{3}$ -fachen Leiter-Erde-Spannung und
  - bei Installation gemäß (1) b) für alle Außenleiter mindestens der 1,45-fachen und für Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen Neutraleiter und PE-Leiter mindestens der 1,1-fachen Leiter-Erde-Spannung entspricht.
- (3) Werden Überspannungs-Schutzeinrichtungen gemäß (1) a) vor der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung installiert und die Bedingung

$$R_A \leq \frac{U_{FL}}{I_A}$$

- $R_A$  ..... Erdungswiderstand des Anlagenerders  
 $U_{FL}$  .... vereinbarter Grenzwert der Fehlerspannung  
 $I_A$  ..... Ausschaltstrom der vorgeschalteten oder im Ableiter integrierten Überstrom-Schutzeinrichtung (siehe Herstellerangaben und Tabelle 10-1)

ist nicht erfüllt, ist in die Zuleitungen oder die Erdungsleitung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen ein Ableitertrennschalter einzubauen (Bild 18-5) oder die Überspannungs-Schutzeinrichtungen sind gemäß (1) b) zu installieren (Bild 18-6).

Dieser Ableitertrennschalter muss mindestens eine Stoßstromfestigkeit entsprechend der Summe der Nennableitstoßströme der angeschlossenen Überspannungs-Schutzeinrichtungen haben.

Das bedeutet für einphasige Verbraucheranlagen mindestens 10 kA und für 3-phasige Verbraucheranlagen mindestens 20 kA.

Bei Ableitvorgängen mit Stoßströmen über der Stoßstromfestigkeit des Ableitertrennschalters kann es zu Fehlauflösungen des Ableitertrennschalters kommen.

Der Erdungswiderstand  $R_A$  der Verbraucheranlage muss folgende Bedingung erfüllen:

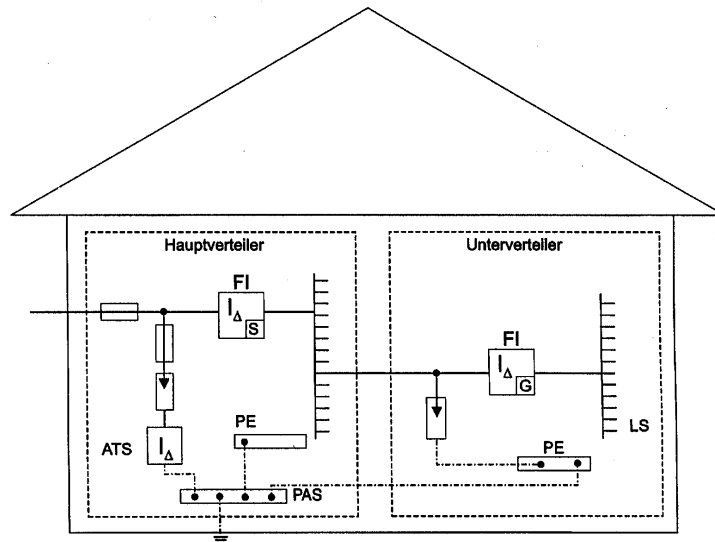
$$R_A \leq \frac{U_{FL}}{I_{FN}}$$

$I_{FN}$ ..... Auslösenennstrom des Ableitertrennschalters

**ANMERKUNG:** Die eingebauten Abtrennvorrichtungen der Ableiter stellen lediglich einen Überlastungs- und Überhitzungsschutz für jene Fälle dar, in denen der Ableiter leitend wird. Bei Einhaltung der genannten Bedingungen zusätzlich zu den Anforderungen an den  $R_A$  gemäß 12.2 (Fehlerstrom-Schutzschaltung) können unzulässig hohe Berührungsspannungen vermieden werden.

Die Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse B bzw. der Prüfklasse I nach Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ist nicht zulässig, ausgenommen die Überspannungen sind von der Lastseite des Fehlerstrom-Schutzschaltern zu erwarten.

Die Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II nach Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ist nur zulässig, wenn vor der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung bereits Überspannungs-Schutzeinrichtungen entsprechend 18.3.2 (2) bzw. (3) installiert sind oder die Überspannungen von der Lastseite des Fehlerstrom-Schutzschalters zu erwarten sind (Bild 18-7). In solchen Fällen sind Fehlerstrom-Schutzschalter der Bauart S oder Bauart G zu installieren.



**Bild 18-7:** Beispiel für die zulässige Anordnung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II nach einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

- (4) Bei Installation der Überspannungs-Schutzeinrichtungen gemäß (1) a) müssen alle Überspannungs-Schutzeinrichtungen gemeinsam mit den laut Herstellerangabe vorzuschaltenden Schutzeinrichtungen (AT-Schalter, Vorsicherung, etc.) den Anforderungen gemäß IEC 61643-1:1998-02, Abschnitt 7.7.4 ohne Gefährdung von Personen und Sachwerten entsprechen.
- (5) Bei Installation der Überspannungs-Schutzeinrichtungen gemäß (1) b) muss die Überspannungsschutzeinrichtung zwischen Neutralleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene gemeinsam mit den laut Herstellerangabe vorzuschaltenden Schutzeinrichtungen den Anforderungen gemäß IEC 61643-1:1998-02, Abschnitt 7.7.4 ohne Gefährdung von Personen und Sachwerten entsprechen.

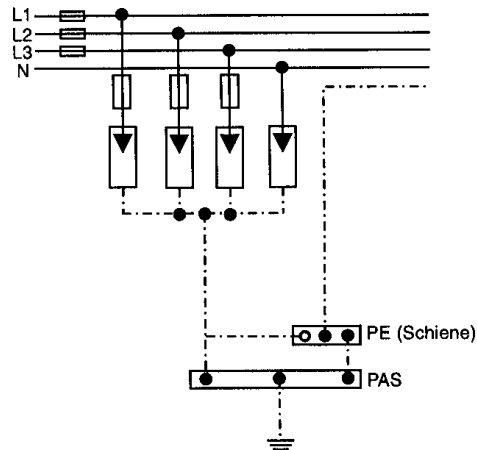
Die Installation zusätzlicher Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen den Außenleitern mit einer Bemessungsspannung, die mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht, ist zulässig.

18.3.2.3 Auswahl und Einbau bei Anwendung des Isolationsüberwachungssystems gemäß Abschnitt 11 oder bei isolierten Netzen (IT-Systemen) mit Nennspannungen  $\leq 250$  V

- (1) Überspannungs-Schutzeinrichtungen müssen entweder
  - a) zwischen jeden Außenleiter sowie, falls vorhanden, den Neutralleiter und die Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (Bild 18-8) oder
  - b) zwischen jeden Außenleiter und den Neutralleiter sowie zwischen Neutralleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden (wie Bild 18-6).
- (2) Es müssen Überspannungs-Schutzeinrichtungen verwendet werden, deren Bemessungsspannung
  - bei Installation gemäß (1) a) mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht,
  - bei Installation gemäß (1) b) für alle Außenleiter mindestens der 1,45-fachen und für Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen Neutralleiter und PE mindestens der 1,1-fachen Außenleiter-Neutralleiter-Spannung entspricht.

Die Installation zusätzlicher Überspannungs-Schutzeinrichtungen zwischen den Außenleitern mit einer Bemessungsspannung, die mindestens der 1,1-fachen Außenleiterspannung entspricht, ist zulässig.





**Bild 18-8:** Anordnung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen in IT-Systemen gemäß (1) a)

### 18.3.2.4 Zusätzliche Anforderungen für die Auswahl und den Einbau

#### 18.3.2.4.1 Kombination mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Werden Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Ableiterklasse C bzw. der Prüfklasse II oder III nach einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung eingebaut, so muss letztere der Bauart G oder Bauart S gemäß ÖVE-SN 50 bzw. ÖVE EN 61008 Reihe entsprechen.

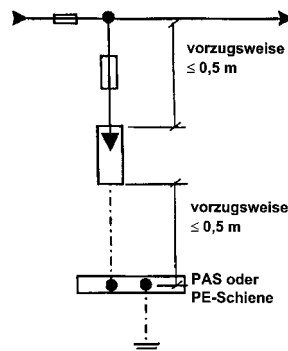
Bei Ableitvorgängen mit Stoßströmen über 3 kA (Bauart G) oder 5 kA (Bauart S) kann es zu Fehlauflösungen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung kommen.

Beim Defektwerden eines Ableiters erfolgt ebenfalls eine Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung.

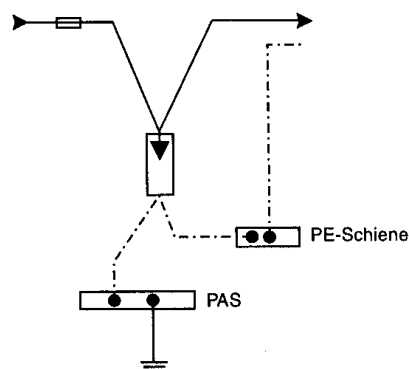
#### 18.3.2.4.2 Anschlussleitungen

Überspannungs-Schutzeinrichtungen sind so anzuordnen, dass die Zuleitungen und Erdungsleitungen möglichst kurz (vorzugsweise  $\leq 0,5$  m) sind und möglichst keine Schleifen (impedanzarme Verlegung) beinhalten (Bild 18-9).

Ist eine solche Verlegung nicht möglich, so sollte der Anschluss V-förmig erfolgen, wobei darauf zu achten ist, dass die Zuleitungen und Erdungsleitungen mit möglichst großem Abstand verlegt werden (Bild 18-10).



**Bild 18-9:** Impedanzarme, kurze ÜSE-Zuleitungen und Erdungsleitungen



**Bild 18-10:** V-förmiger Anschluss der Zuleitung (und Erdungsleitung)

Die Ableitung erfolgt entweder zur Haupterdungsschiene (PAS) oder zur PE- bzw. PEN-Schiene, je nachdem, welche Strecke kürzer ist.

Der Querschnitt der Anschlussleitungen ist entsprechend dem maximal möglichen Kurzschlussstrom an der Einbaustelle zu bemessen. Der Mindestquerschnitt beträgt 4 mm<sup>2</sup> Kupfer.

Überlastströme können durch Überspannungs-Schutzeinrichtungen normalerweise nicht verursacht werden, daher darf auf den Schutz bei Überlast verzichtet werden.

#### 18.3.2.4.3 Schutz bei Überstrom

Beim Einbau der Überspannungs-Schutzeinrichtungen ist darauf zu achten, dass der maximale Kurzschlussstrom und die Vorsicherung an der Einbaustelle nicht größer sind, als gemäß Herstellerangabe maximal zulässig ist. Die Installation von Überspannungs-Schutzeinrichtungen ohne eingebaute oder vorgeschaltete Kurzschluss-Schutzeinrichtung ist nicht zulässig. Diese Anforderung bezüglich Kurzschlussstrom gilt nicht für Überspannungs-Schutzeinrichtungen, die zwischen Neutralleiter und Haupterdungsschiene (PAS) oder PE-Schiene geschaltet werden.

Unabhängig davon ist zu entscheiden, ob im Sinne der Verfügbarkeit der Energieversorgung bei einem Defekt der Überspannungs-Schutzeinrichtungen eine eigene Vorsicherung für die Überspannungs-Schutzeinrichtungen vorgesehen wird.

#### 18.3.2.4.4 Einbau

Überspannungs-Schutzeinrichtungen dürfen ohne zusätzliche Maßnahmen (siehe ÖVE-EX 65) nicht in brand- oder explosionsgefährdeten Räumen eingebaut werden. Sie sind von leicht oder normal brennbaren Materialien (siehe ÖNORM B 3800) mindestens brandhemmend zu trennen.

Überspannungs-Schutzeinrichtungen in Verteilern, zu denen Laien Zutritt haben, sind so einzubauen, dass vorhandene Kennmelder auch durch Laien kontrolliert werden können.

Wenn die Hersteller der Überspannungs-Schutzeinrichtungen in der Installationsanweisung angeben, dass die Messung des Isolationswiderstandes der Niederspannungsanlage gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61 mit installierten Überspannungs-Schutzeinrichtungen nicht möglich ist, ist ein Hinweisschild mit der Aufschrift „Bei Isolationswiderstands-Messungen Überspannungs-Schutzeinrichtungen trennen oder ansteigende Prüfspannung verwenden!“ deutlich sichtbar im Verteiler anzubringen.

#### 18.3.2.4.5 Koordination von Überspannungs-Schutzeinrichtungen

Der Hersteller hat in der Installationsanweisung Angaben zur Koordination seiner Überspannungs-Schutzeinrichtungen zu machen, die bei der Installation zu beachten sind.

#### 18.3.2.4.6 Koordination mit Überstrom-Schutzeinrichtungen

Bei der Auswahl von Überspannungs-Schutzeinrichtungen und deren Ableitvermögen (Nennableitstoßstrom) ist zu beachten, dass das maximale Ableitvermögen der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen ebenfalls begrenzt ist.

### 18.4 Leitungsverlegung in Gebäuden mit Blitzschutzanlagen

In Bauwerken mit Blitzschutzanlagen sind bei der Verlegung von Leitungen und Kabeln - zusätzlich zu ÖVE-EN 1 Teil 3 - ÖVE-E 49 bzw. ENV 61024 zu beachten.

### 18.5 Leitungstragwerke auf Gebäuden mit Blitzschutzanlagen

Für Leitungstragwerke auf Gebäuden mit Blitzschutzanlagen sind ÖVE-E 49 bzw. ENV 61024 und ÖVE-L 1 zu beachten.

## 19 Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand der Anlagenteile ohne Verbrauchsgeräte zwischen zwei Überstrom-Schutzeinrichtungen oder hinter der letzten Überstrom-Schutzeinrichtung muss mindestens 0,5 M $\Omega$  bei Nennspannung bis 500 V und 1 M $\Omega$  bei Nennspannung bis 1 000 V, gemessen mit Gleichspannung, betragen.

## 20 Erdung

### 20.1 Erder, Einteilung und Arten

#### 20.1.1 Einteilung gemäß der Lage

(1) **Horizontalerder**

Erder, die im wesentlichen waagrecht in geringer Tiefe eingebracht werden. Sie können z. B. als Strahlen-, Ring- oder Maschenerder oder als Kombination aus diesen ausgeführt werden.

(2) **Vertikalerder**

Erder, die im wesentlichen lotrecht in größere Tiefen eingebracht werden.

#### 20.1.2 Einteilung gemäß der Form und dem Profil

Man unterscheidet:

Banderder, Runderder, Rohrerder, Staberder, Plattenerder und Seilerder.

#### 20.1.3 Fundamenterder

Erder, die in Beton eingebettet sind, der mit der Erde großflächig leitend in Berührung steht.

ANMERKUNG: Durch das Einbetten in zweckmäßig gewähltem Beton ist eine lange Lebensdauer des Werkstoffes zu erwarten.

#### 20.1.4 natürliche Erder

mit der Erde oder mit Wasser unmittelbar oder über Beton in Verbindung stehende Metallteile, deren ursprünglicher Zweck nicht die Erdung ist, die aber als Erder wirken.

ANMERKUNG: Hierzu gehören: Rohrleitungen, Spundwände, Betonbewehrungen, Stahlteile von Gebäuden usw.

#### 20.1.5 Kabel mit Erderwirkung

Kabel, deren metallene Mäntel, Schirme oder Bewehrungen einen Ausbreitungswiderstand haben, der in der Größenordnung des Ausbreitungswiderstandes eines Erders liegt.

ANMERKUNG: Solche Kabel werden sinngemäß den natürlichen Erdern zugeordnet.

#### 20.1.6 Steuererder

Erder, welche nach Form und Anordnung mehr zur Potentialsteuerung als zum Einhalten eines bestimmten Ausbreitungswiderstandes dienen.

### 20.2 Spezifischer Erdwiderstand und Ausbreitungswiderstand

20.2.1 Der Spezifische Erdwiderstand hängt im wesentlichen von der Bodenart ab und schwankt im weiten Bereich.

Tabelle 20-1 enthält Richtwerte für spezifische Erdwiderstände verschiedener Bodenarten.

Bis zu einigen Metern Tiefe können sich durch Veränderungen des Feuchtigkeitsgehaltes auch zeitliche Schwankungen des spezifischen Erdwiderstandes ergeben. Ferner ist zu beachten, dass sich der spezifische Erdwiderstand infolge der im allgemeinen gegebenen Schichtung des Erdreiches mit der Tiefe stark ändern kann.

Tabelle 20-1: Richtwerte für spezifische Erdwiderstände

1		2	
Bodenart		Spezifischer Erdwiderstand $\rho_E$ $\Omega \cdot m$	
1	Moorboden	5	bis 40
2	Lehm, Ton, Humus	20	bis 200
3	Sand	200	bis 2 500
4	Kies	2 000	bis 3 000
5	verwittertes Gestein	meist unter 1 000	
6	Granit, Grauwacke, Hartgestein feucht	2 000	bis 3 000

Bei Fundamenterdern darf so gerechnet werden, als ob der Leiter im umgebenden Erdreich verlegt wäre.

### 20.2.2 Ausbreitungswiderstand

20.2.2.1 Der Ausbreitungswiderstand eines Erders hängt vom spezifischen Erdwiderstand sowie von den Abmessungen und der Anordnung des Erders ab. Er ist hauptsächlich von der Länge des Erders, weniger von seinem Querschnitt, abhängig. Bild 20-1 und Bild 20-2 zeigen Werte des Ausbreitungswiderstandes für Horizontalerder bzw. Vertikalerder in Abhängigkeit von der Gesamtlänge.

20.2.2.2 Der Ausbreitungswiderstand eines Maschenerders ist näherungsweise mit folgender Formel zu berechnen:

$$R_E = \frac{\rho_E}{2D}$$

Hierbei ist  $\rho_E$  ( $\rho_{\Omega E}$ ) der spezifische Erdwiderstand und  $D$  der Durchmesser eines Kreises, der den gleichen Flächeninhalt wie der Maschenerder aufweist.

### 20.2.2.3 Messen des Ausbreitungswiderstandes

Der Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage soll leicht messbar sein.

Es ist zweckmäßig, zugängliche Messstellen vorzusehen, die getrennte Messungen an einzelnen Erdern ermöglichen, z. B. um Fehler einzugrenzen.

ANMERKUNG: Aus Einzelmessungen kann nicht ohne weiteres auf den Gesamterdungswiderstand einer Erdungsanlage geschlossen werden.

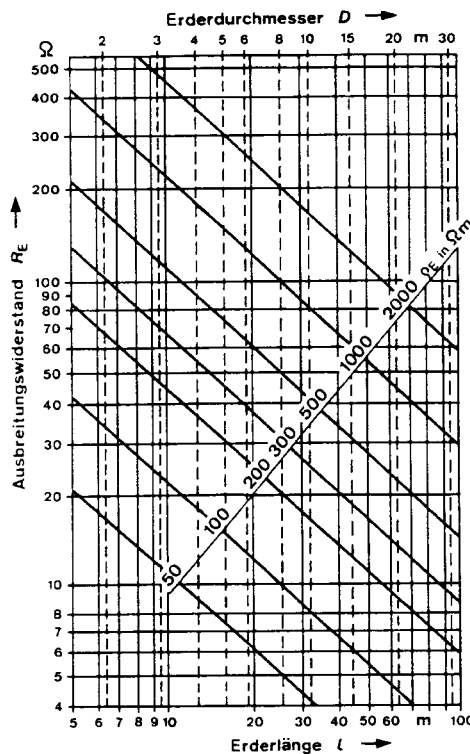
## 20.3 Werkstoffe und Mindestabmessungen von Erdern

20.3.1 Als Werkstoff für Erder ist Stahl oder Kupfer zu verwenden, soweit nicht örtliche Verhältnisse (z. B. in chemischen Betrieben) einen anderen Werkstoff bedingen (siehe ÖVE-E 40).

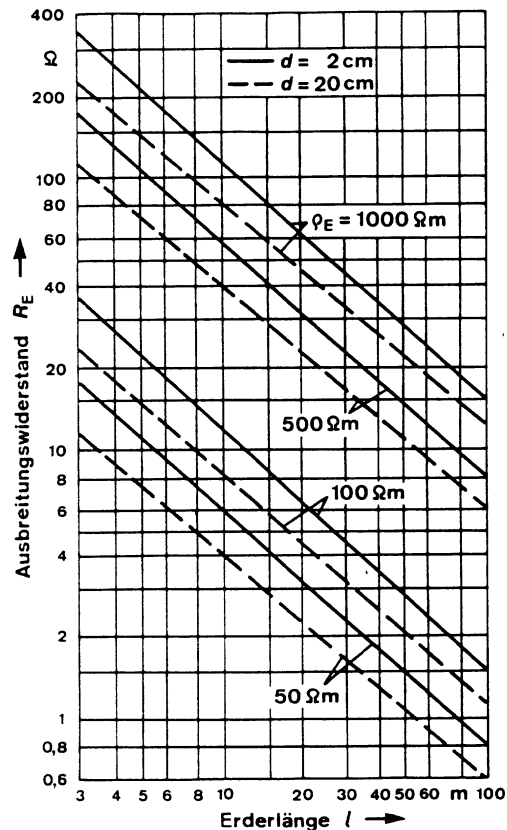
ANMERKUNG: Beim Zusammenschluss von Erdern aus verschiedenen Metallen kann durch Elementbildung Korrosion auftreten. Auf die Spannungsreihe der Elemente ist zu achten. Fundamenterder und Kupfererder haben praktisch das gleiche elektrochemische Potential.

20.3.2 Die mit Rücksicht auf ihre mechanische Festigkeit und Korrosion erforderlichen Mindestabmessungen von Erdern sind in Tabelle 20-2 festgelegt.

ANMERKUNG: Eine unzulässige Erwärmung des Erdreiches in der Umgebung von Erdern ist bei Einhaltung dieser Werte im allgemeinen nicht zu erwarten.



**Bild 20-1:** Ausbreitungswiderstand  $R_E$  von Horizontalerdmern (aus Band, Rundmaterial oder Seil) bei gestreckter Verlegung in Abhängigkeit von der Länge  $l$  und von Maschenerdmern entsprechend einem Durchmesser  $D$  bei verschiedenen spezifischen Erdwiderständen  $\rho_E$



**Bild 20-2:** Ausbreitungswiderstand  $R_E$  von (senkrecht angebrachten) Vertikalerdern in Abhängigkeit von der Erderlänge  $l$  bei verschiedenen Außendurchmessern  $d$  und verschiedenen spezifischen Erdwiderständen  $\rho_E$

**20.3.3** Soweit Erder nur dem Potentialausgleich dienen, muss der Mindestquerschnitt von feuerverzinktem oder kupferplattiertem Stahl  $16 \text{ mm}^2$  und der von Kupfer  $10 \text{ mm}^2$  betragen.

ANMERKUNG: Wenn Korrosionsgefährdung z. B. durch aggressives Erdreich zu erwarten ist, oder unverzinkter Stahl als Erder benützt wird, so empfiehlt es sich, ca. den 1,5-fachen Querschnitt gegenüber den Werten gemäß Tabelle 20-2 zu verwenden.

#### 20.3.4 Werkstoffe für Fundamenteerder

siehe 20.5.4.

### 20.4 Natürliche Erder

**20.4.1** Natürliche Erder dürfen verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass ein Ausbau oder ein Austausch von Teilen derselben gegen nichtleitende Teile nicht vorgenommen oder rechtzeitig zur Kenntnis des für die Erdungsanlage Verantwortlichen gebracht wird, und wenn sie außerdem in sich gut leitend verbunden sind. Diese Verbindung kann z. B. durch Messung des Ausbreitungswiderstandes nachgewiesen werden.

**20.4.2** Natürliche Erder sind in der Regel als gute Erder im Sinne von 14.2 zu betrachten.

**20.4.3** Die Metallmäntel von Kabeln, die nicht mit Kunststoff isoliert und unmittelbar im Erdreich verlegt sind, dürfen als Erder herangezogen werden, wenn die Verbindungen in den Muffen mindestens leitwertgleich zum Metallmantel sind.

Tabelle 20-2: Werkstoffe für Erder und ihre Mindestmaße bezüglich Korrosion

1	2	3	4	5	6	7		8
						Mindestmaße		Mittelwert µm
						Kern	Beschichtung	
1	Stahl	feuer- verzinkt <sup>1)</sup>	Band <sup>3)</sup>		90	3	60	70
			Kreuzprofil o.dgl.		90	3	60	70
			Rund für Vertikalerder	20	-	-	60	70
			Rund für Horizontalerder	10 <sup>2)</sup>	-	-	40	50
5	Edel stahl V4A	korrosions- beständig	Band		90	3	-	-
6			Rund für Vertikalerder	20	-	-	-	-
7			Rund für Horizontalerder	10	-	-	-	-
8	Kupfer	blank	Band		50	2	-	-
9			Rund für Horizontalerder	7	-	-	-	-
10			Seil	<sup>1,8</sup> für die Einzeldrähte	25	-	-	-

<sup>1)</sup> Verwendbar auch für Einbettung in Beton.  
<sup>2)</sup> Für Fernmeldeanlagen als Kabelbegleiterdung 8 mm Durchmesser.  
<sup>3)</sup> Folgende Querschnitte sind bevorzugt zu verwenden:  
 30 mm × 3 mm in Ringen,  
 40 mm × 3 mm in Ringen,  
 40 mm × 4 mm in Ringen.

## 20.5 Anordnung und Ausführung von Erdern

**20.5.1** Bei der Auswahl und Anordnung der Erder sind die örtlichen Verhältnisse, die Bodenbeschaffenheit und der zulässige Ausbreitungswiderstand zu berücksichtigen. Bei Kombination verschiedener Erdermaterialien, insbesondere von Fundament- und Kupfererder einerseits und von Eisen/Stahlerder andererseits, ist auf deren gegenseitige korrosive Beeinflussung zu achten.

Der Erder muss in guter Verbindung mit dem umgebenden Erdreich stehen. Gut leitende Erdschichten sind wegen des geringen Aufwandes zu bevorzugen. In trockenen Erdschichten sind die Erder in nichtbindigem Erdreich einzuschlämmen; bindiges Erdreich ist sorgfältig zu stampfen. Steine und grober Kies unmittelbar am Erder vergrößern den Ausbreitungswiderstand. Es empfiehlt sich in diesen Fällen, die Erder mit bindigem Erdreich zu umgeben.

**20.5.2** Horizontalerder müssen frostfrei, d. i. im allgemeinen in einer Mindesttiefe von 0,8 m, verlegt werden, sofern die Bodenverhältnisse dies erlauben. Bei Strahlenerdern soll der Winkel zwischen benachbarten Strahlen 60° nicht unterschreiten, da kleinere Winkel wegen der gegenseitigen Beeinflussung eine Vergrößerung des Ausbreitungswiderstandes verursachen.

**20.5.3** Vertikalerder sollen möglichst lotrecht in die Erde eingetrieben werden. Sie können besonders dann von Vorteil sein, wenn in der Tiefe der spezifische Erdwiderstand abnimmt. Sind mehrere Vertikalerder notwendig, um den gewünschten Ausbreitungswiderstand zu erreichen, so ist ein gegenseitiger Abstand von mindestens der wirksamen Länge eines einzelnen Erders anzustreben.

ANMERKUNG: Bei hohem spezifischem Erdwiderstand der oberen Bodenschichten sind Vertikalerder nicht in ihrer ganzen Länge wirksam.

**20.5.4** Für die Verlegung von Fundamenterdern werden die für den Bau notwendigen Aufgrabungen ausgenützt. Es wird empfohlen, vorhandene Bewehrungsstähe mit dem Fundamenterder zu verbinden.

Als Werkstoff ist verzinkter oder blanker Bandstahl (mindestens 30 mm × 3 mm) oder Rundstahl (mindestens 10 mm Durchmesser) zu verwenden. Im Betonkörper darf blankes Material, außerhalb des Betonkörpers darf über Erde nur mindestens feuerverzinktes Material und für unterirdische Ausleitung nur Kupfer verwendet werden. Bewehrungsstähe und einbetonierte Stahlteile dürfen ebenfalls herangezogen werden.

Schweißverbindungen an Bewehrungsstähen dürfen nur im Einvernehmen mit dem Ersteller des Stahlbetons hergestellt werden.

Fundamenterder sind gemäß ÖNORMEN B 5432 und E 2790 auszuführen.

Der Fundamenterder ist im allgemeinen folgendermaßen anzuordnen:

- (1) Ein Erder ist als geschlossener Ring im Fundament der Umfassungsmauer zu verlegen.
- (2) Sind Punkte innerhalb des Grundrisses weiter als 5 m vom Erder entfernt, sind weitere Verbindungen so einzulegen, dass dieses Maß nirgends überschritten wird.
- (3) Sind Dehnungsfugen vorhanden, sind die Erder außerhalb des Betons korrosionsgeschützt zu verbinden.

Für den Anschluss des Fundamenterders an die elektrische Anlage ist mindestens eine Anschlussfahne auszuführen. Weitere Anschlussfahnen sind nach Notwendigkeit vorzusehen, z. B. für den Anschluss des Gebäudeblitzschutzes oder benachbarte Erder. Weitere Reserveanschlussfahnen für allfällige Erweiterungen sind zweckmäßig.

Die Anschlussfahnen dürfen innerhalb des Fundamenterderbetons ohne Korrosionsschutz geführt werden. Für Ausleitungen in den Luftraum (Innenräume oder an der Gebäudeaußenseite ausreichend über Erde) genügt ein einfacher Korrosionsschutz, am besten feuerverzinktes Material. Müssen Ausleitungen ins Erdreich verlegt werden, so sind diese entweder in Kupfer auszuführen oder es ist kunststoffummanteltes Material (z. B. mittels Schrumpfschlauch) zu verwenden, wobei diese Ausleitungen mindestens 0,25 m oder die halbe Betonkörperdicke in den Betonkörper reichen müssen. In jedem Fall sind Ausleitungen nach innen oder nach außen und ausreichend über Erdniveau gegenüber solchen unter Erde der Vorzug zu geben.

ANMERKUNG: Feuerverzinkung ist für Eisen und Stahl dann kein ausreichender Korrosionsschutz wenn im selben Erdereinflussbereich andere, elektrochemisch edlere Erder vorhanden sind. Diese sind in der Praxis und in erster Linie Fundament- und Kupfererder.

**20.5.5** Erder sind miteinander und mit Erdungsleitungen durch Schweiß-, Schraub- oder Klemmverbindung elektrisch leitend und mechanisch fest zu verbinden. Wird die Verschraubung nur mit einer Schraube ausgeführt, so ist mindestens Gewinde M 10 zu verwenden. Das gleiche gilt für Anschlussschellen an Rohrerdern.

## **21 Erdungsleitungen, Schutzerdungsleiter und Potentialausgleichsleiter**

### **21.1 Erdungsleitungen**

Erdungsleitungen müssen den folgenden Bestimmungen entsprechen:

**21.1.1** Bei Verlegen von Erdungsleitungen sind die Mindestquerschnitte gemäß Tabelle 21-1 einzuhalten.

**21.1.2** Der Anschluss der Erdungsleitung an einen Erder muss zuverlässig und elektrotechnisch einwandfrei ausgeführt werden.

Wenn eine Erdungsschelle verwendet wird, darf sie den Erder (z. B. ein Rohr) oder die Erdungsleitung nicht beschädigen. Wird die Verschraubung nur mit einer Schraube ausgeführt, ist mindestens Gewinde M 10 zu verwenden. An Seilen dürfen auch Hülsenverbinder (z. B. Kerb-, Press- oder Schraubverbindungen) verwendet werden.

**21.1.3** Erdungsleitungen über der Erde müssen sichtbar oder bei Verkleidung zugänglich verlegt und gegen zu erwartende mechanische und chemische Zerstörung geschützt sein. Schalter oder ohne Werkzeug leicht lösbare Verbindungen sind in Erdungsleitungen unzulässig.

Für den Betriebserder gilt als ausreichender Schutz, wenn er im Handbereich so am Mast oder an der Wand befestigt ist, dass er nicht umfasst werden kann.

**21.1.4** Verbindungen von Erdung und Erdungssammelleitungen miteinander sind gemäß 20.5.5 herzustellen.

Tabelle 21-1: Mindestquerschnitte von Erdungsleitungen

		1		2	
		mechanisch geschützt (z. B. YY oder Rohr)		Verlegung mechanisch ungeschützt	
1	isoliert	wie gemäß 21.3 gefordert mindestens 4 mm <sup>2</sup> Cu, zulässige Begrenzung 16 mm <sup>2</sup> Cu		Aluminium Kupfer	unzulässig 16 mm <sup>2</sup>
2	blank	---		Aluminium Kupfer Eisen, feuerverzinkt	unzulässig 25 mm <sup>2</sup> 50 mm <sup>2</sup> jedoch nicht im Einflussbereich von oder in Kombination mit Fundament- und Kupfererdern

## 21.2 Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene PAS); Haupterdungsklemme

Vorrichtungen zum Abtrennen der Erdungsleitungen müssen zugänglich sein. Sie können zweckmäßig mit der Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene PAS) oder Haupterdungsklemme kombiniert werden, damit es möglich ist, den Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage zu messen. Diese Verbindung darf nur mittels Werkzeuges lösbar sein; sie muss ausreichende mechanische Festigkeit haben und eine dauerhafte elektrische Verbindung sicherstellen.

## 21.3 Schutzerdungsleiter

### 21.3.1 Querschnitte

21.3.1.1 Die Auswahl der Mindestquerschnitte erfolgt im allgemeinen gemäß Tabelle 21-2. Bestehen besondere Anforderungen an den Schutzerdungsleiter, z. B. beim Anschluss von Betriebsmitteln der Leistungselektronik, so ist der Schutzerdungsleiter entsprechend zu dimensionieren (siehe ÖVE EN 50178).

In Grenzfällen ist auch eine Berechnung des Schutzerdungsleiterquerschnittes gemäß HD 384.5.54 S1 zulässig, wobei die auftretenden Kurzschlussströme und die vorhandenen Überstrom-Schutzeinrichtungen zu berücksichtigen sind. Eine Verringerung unter den halben Außenleiterquerschnitt ist in genullten Anlagen nicht zulässig. Ausgenommen davon sind entsprechende Angaben in Betriebsmittelbestimmungen, z. B. in ÖVE EN 60439.

Ergeben sich aus der Berechnung nicht genormte Querschnitte, ist der in der Normreihe nächstgrößere Querschnitt auszuwählen.

Tabelle 21-2: Zuordnung des Schutzerdungsleiters und des PEN-Leiters zum Außenleiter

	1	2
	Querschnitt A der Außenleiter der Anlage mm <sup>2</sup>	Mindestquerschnitt $A_{PE(N),min}$ des Schutzerdungsleiters, PEN-Leiters mm <sup>2</sup>
1	$A \leq 16$	A
2	$16 < A \leq 35$	16 <sup>1)</sup>
3	$A > 35$	A/2

Die Werte sind nur gültig, wenn der Schutzerdungsleiter (PEN-Leiter) aus dem gleichen Metall besteht wie der Außenleiter. Trifft dies nicht zu, so ist der Querschnitt des Schutzerdungsleiters (PEN-Leiters) so festzulegen, dass sich die gleiche Leitfähigkeit ergibt.  
 Ergeben sich aus der Berechnung A/2 keine genormten Querschnitte, sind die nächstgrößeren Nennquerschnitte zu verwenden.

<sup>1)</sup> In bestehenden Anlagen mit Kabeln mit einem Querschnitt 3 × 16+10 ist ein PEN-Leiter-Querschnitt von 10 mm<sup>2</sup> zulässig.

21.3.1.2 Der Querschnitt von Schutzerdungsleitern, die nicht mit Außenleitern und Neutralleitern in einer gemeinsamen Umhüllung verlegt sind, darf in keinem Fall kleiner sein als

- 2,5 mm<sup>2</sup> Kupfer, bei mechanisch geschützter Verlegung,
- 4 mm<sup>2</sup> Kupfer, bei mechanisch ungeschützter Verlegung,
- 50 mm<sup>2</sup> Stahl, (Rundstahl mindestens 8 mm Durchmesser und Bandstahl mit mindestens 3 mm Dicke).

21.3.1.3 Wird ein gemeinsamer Schutzerdungsleiter für mehrere Stromkreise verwendet, muss der Querschnitt des Schutzerdungsleiters entsprechend dem größten Außenleiterquerschnitt bemessen sein.



### 21.3.2 Arten von Schutzerdungsleitern

21.3.2.1 Als Schutzerdungsleiter dürfen verwendet werden:

- Leiter in mehradrigen Kabeln und Leitungen,
- isolierte oder blanke Leiter verlegt in gemeinsamer Umhüllung mit Außenleitern und dem Neutralleiter z. B. in Elektro-Installationsrohren und Elektro-Installationskanälen,
- fest verlegte blanke oder isolierte Leiter,
- metallene Umhüllungen (Mäntel, Schirme und konzentrische Leiter bestimmter Kabel und Leitungen, Elektro-Installationsrohre und Elektro-Installationskanäle), siehe jedoch 21.3.2.3,
- Profilschienen auch wenn sie Klemmen und/oder Geräte tragen,
- Gehäuse und Bauteile elektrischer Betriebsmittel soweit sie bestimmungsgemäß dafür vorgesehen sind, z. B. Gehäuse von Stromschienensystemen, siehe jedoch 21.3.2.2.

Fremde leitfähige Teile dürfen nicht als Schutzerdungsleiter verwendet werden.

21.3.2.2 Wenn die Anlage Gehäuse oder Konstruktionsteile von Schaltgeräte-Kombinationen oder metallgekapselte Stromschienensysteme umfasst, dürfen die Metallgehäuse oder Konstruktionsteile als Schutzerdungsleiter verwendet werden, vorausgesetzt, dass sie gleichzeitig folgende Anforderungen erfüllen:

- (1) Ihre durchgehende elektrische Verbindung muss so ausgeführt sein, dass eine Verschlechterung infolge der zu erwartenden mechanischen, chemischen oder elektrochemischen Einflüsse verhindert wird. Der Ausbau einzelner Konstruktionsteile, die den Schutzerdungsleiter bilden, darf keine Unterbrechung der Schutzerdungsleiterbahn zur Folge haben.
- (2) Ihre Leitfähigkeit muss mindestens den Querschnitten gemäß Tabelle 21-2 entsprechen.
- (3) An jeder dafür vorgesehenen Stelle müssen auch andere Schutzerdungsleiter angeschlossen werden können.

ANMERKUNG: Für den Anschluss von außen herangeführter Schutzerdungsleiter müssen, falls erforderlich, geeignete Anschlussklemmen vorgesehen sein.

Anschlussstellen für den Schutzerdungsleiter müssen mit dem Zeichen für Schutzleiter gemäß ÖNORM E 1357 gekennzeichnet sein.

21.3.2.3 Metallene Umhüllungen (blank oder isoliert) von Kabeln und Leitungen insbesondere Mäntel mineralisolierter Leitungen und Elektro-Installationsrohre und Elektro-Installationskanäle dürfen als Schutzerdungsleiter des entsprechenden Stromkreises verwendet werden, wenn sie den Anforderungen gemäß 21.3.2.2.(1) und (2) entsprechen.

### 21.3.3 Sichere elektrische Verbindung der Schutzerdungsleiter

21.3.3.1 Schutzerdungsleiterverbindungen müssen angemessen gegen die Verschlechterung ihrer Eigenschaften infolge mechanischer, chemischer oder elektrochemischer Einflüsse geschützt werden.

Befestigungs- und Verbindungsschrauben (für mechanische Zwecke) dürfen nicht für den Anschluss von Schutzerdungsleitern verwendet werden.

Wenn betriebsbedingt erforderlich, darf der Schutzerdungsleiter auch über Schleifringe geführt werden, jedoch dürfen die Schleifkontakte gegenüber den übrigen Stromabnehmern nicht austauschbar sein.

21.3.3.2 Schutzerdungsleiterverbindungen müssen zur Besichtigung und Prüfung zugänglich sein, es sei denn, sie sind vergossen.

21.3.3.3 Im Schutzerdungsleiter darf keine Schalteinrichtung eingebaut sein. Es dürfen jedoch Trennstellen vorhanden sein, die für Prüfzwecke mittels Werkzeuges lösbar sind.

21.3.3.4 Körper elektrischer Betriebsmittel dürfen nicht als Schutzerdungsleiter für andere elektrische Betriebsmittel verwendet werden; ausgenommen siehe 21.3.2.2.

21.3.3.5 Schutzerdungsleiterverbindungen und Schutzerdungsleiteranschlüsse müssen gegen Lockern gesichert sein. Im allgemeinen gelten bestimmungsgemäße Klemmen, die mit dem vorgegebenen Drehmoment angezogen sind, als gegen Lockern gesichert. Es kann notwendig sein, ein elastisches Teil, z. B. eine Druckplatte, vorzusehen, wenn die Verbindung Schwingungen oder Temperaturwechsel ausgesetzt ist (siehe ÖVE EN 60999).

## 21.4 PEN-Leiter

**21.4.1** Bei Nullung gemäß Abschnitt 10 darf bei fester Verlegung und einem Leiterquerschnitt von mindestens 10 mm<sup>2</sup> Kupfer, bzw. 16 mm<sup>2</sup> Aluminium ein einziger Leiter verwendet werden, der sowohl Schutzerdungsleiter als auch Neutralleiter ist.

Wenn es sich jedoch um Kabel oder Leitungen mit konzentrischen Leiter handelt und vorausgesetzt, dass an allen Anschlussstellen und Klemmen im Verlauf der konzentrischen Leiter doppelte Verbindungen vorhanden sind, darf der Mindestquerschnitt des Leiters, der gleichzeitig die Funktion des PE-Leiters und des Neutralleiters hat, 4 mm<sup>2</sup> betragen. Die Anwendung von konzentrischen PEN-Leitern setzt Geräte und Einrichtungen voraus, die für diesen Zweck konstruiert sind.

**21.4.2** Neutralleiter, PEN- und PE-Leiter dürfen beliebig oft vom PEN-Leiter abgezweigt werden. Ein vom PEN-Leiter abgezweigter Neutralleiter darf nach der Aufteilung nicht mehr geerdet und nicht mehr mit einem PE-Leiter verbunden werden.

**21.4.3** Profilschienen dürfen als PEN-Leiter verwendet werden, wenn sie nicht aus Stahl bestehen und nur Klemmen jedoch keine Geräte tragen.

ANMERKUNG: Beim Aufbringen von Geräten, z. B. Leitungsschutzschalter, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, ist die Wärmeabfuhr der Profilschiene nicht sichergestellt.

**21.4.4** Fremde leitfähige Teile dürfen nicht als PEN-Leiter verwendet werden.

**21.4.5** In Gebäuden, in denen vernetzte Einrichtungen der Informationstechnik verwendet werden oder zur Anwendung kommen sollen, wird empfohlen, auf die Führung eines PEN-Leiters auch bei Querschnitten über 10 mm<sup>2</sup> Kupfer bzw. 16 mm<sup>2</sup> Aluminium zu verzichten und die gesamte Installation mit getrennt geführtem Schutzerdungsleiter auszuführen, um das Fließen von Ausgleichsströmen über den Schutzerdungsleiter zu vermeiden.

## 21.5 Potentialausgleichsleiter

**21.5.1** Die Querschnitte von Potentialausgleichsleitern sind den Tabellen 21-3-1 und 21-3-2 zu entnehmen. Der zusätzliche Potentialausgleich darf auch mit Hilfe von fest angebrachten, fremden, leitfähigen Teilen wie z. B. Metallkonstruktionen oder zusätzlichen Leitern oder einer Kombination von beiden ausgeführt werden.

**21.5.2** Der Anschluss von Potentialausgleichsleitern an Rohrleitungen muss mittels Rohrschellen, Anschlussfahnen, Kontaktbolzen oder Hartlöt- bzw. Schweißverbindungen erfolgen.

Schrauben zur Befestigung von Rohrschellen und Spannbandschrauben müssen mindestens Schrauben mit Gewinde M 6 sein.

Wird die Schraubverbindung nur durch eine Schraube hergestellt, so muss mindestens Gewinde M 10 verwendet werden.

Anschlüsse von Potentialausgleichsleitern müssen für Besichtigung und Prüfung zugänglich sein.

**21.5.3** Der Anschluss von Potentialausgleichsleitern an Rohrleitungen in Erde, in feuchten und nassen Räumen, sowie bei stark korrosiver Beanspruchung (z. B. in Stallungen) muss mit einem Korrosionsschutz versehen werden, z. B. durch:

- Auftragen einer plastischen Vergussmasse (z. B. Bitumenmasse) und Bewickeln mit Korrosionsschutzbinde oder
- Korrosionsschutzbinde mit unverrottbarem Trägergewebe und porenfreier Kunststoffolie oder
- geeignete Schrumpfschläuche.

In feuchten und nassen Räumen dürfen auch Anstriche, Beschichtungen oder korrosionsbeständige Werkstoffe verwendet werden.

Tabelle 21-3-1: Querschnitte für Potentialausgleichsleiter für den Hauptpotentialausgleich

	1	2
		Querschnitte für Potentialausgleichsleiter (Hauptpotentialausgleich)
1	normal	0,5 × Querschnitt des größten PE-Leiters der Anlage <sup>1)</sup>
2	mindestens	10 mm <sup>2</sup> Kupfer
3	zulässige Begrenzung	25 mm <sup>2</sup> Kupfer oder gleicher Leitwert bei anderen Werkstoffen
<sup>1)</sup> Größter PE-Leiter der Anlage ist - der vom Hauptverteiler der Anlage abgehende Schutzerdungsleiter mit dem größten Querschnitt oder - wenn kein Hauptverteiler vorhanden ist, der Schutzerdungsleiter der Hauptleitung. Bei zentraler Zähleranordnung gilt diese als Hauptverteiler.		

Tabelle 21-3-2: Querschnitte für Potentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Potentialausgleich

	1	2	
		Querschnitte für Potentialausgleichsleiter (zusätzlicher Potentialausgleich)	
1	normal	zwischen zwei Körpern	1 × Querschnitt des kleineren PE-Leiters
2		zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil	0,5 × Querschnitt des PE-Leiters
3	mindestens	bei mechanischem Schutz	2,5 mm <sup>2</sup> Kupfer
4		ohne mechanischem Schutz	4 mm <sup>2</sup> Kupfer

## 21.6 Kennzeichnung von Schutzerdungsleiter, PEN-Leiter, Erdungsleitung und Potentialausgleichsleiter

### 21.6.1 Isolierte Leiter

Isolierte PE-Leiter und isolierte PEN-Leiter sind in ihrem ganzen Verlauf durchgehend grün-gelb zu kennzeichnen (siehe ÖVE-EN 1 Teil 3 § 40).

Diese Kennzeichnung darf auch für

- Potentialausgleichsleiter,
- Erdungsleitungen,
- Verbindungsleitungen und
- Überbrückungsleiter

verwendet werden.

Für andere Leiter ist die Farbkennzeichnung grün-gelb nicht zulässig.

### 21.6.2 Einadrige und mehradrige Kabel und Leitungen

Bei Verwendung einadriger und mehradriger Kabel und Leitungen ist ÖVE-EN 1 Teil 3 § 40 anzuwenden.

### 21.6.3 Konstruktionsteile und nicht isolierte Leiter

Die grün-gelbe Kennzeichnung darf entfallen

- bei blanken Schutzerdungsleitern, wenn eine dauerhafte Kennzeichnung nicht möglich ist,
- wenn der Schutzerdungsleiter aus leitfähigen Konstruktionsteilen (siehe 21.3.2.2) besteht,
- bei Freileitungen.

## 22 Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen)

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme(n) ist/sind vor der ersten Inbetriebnahme der Anlage zu prüfen (Erstprüfung).

In ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61 sind für die Prüfung der Schutzmaßnahmen vor der ersten Inbetriebnahme Anleitungen bzw. Methoden angegeben. Es wird jedoch nachdrücklich darauf hingewiesen, dass sämtliche Bestimmungen für die Schutzmaßnahmen einzuhalten sind.

Die Messergebnisse sind zu dokumentieren.

## Anhang A (informativ): Blitzgefährdung in Österreich

Die durchschnittliche Dichte der Erdblitze ( $N_g$ ), d. h. die mittlere Anzahl der Blitzeinschläge pro  $\text{km}^2$  und Jahr, beschreibt am ehesten die Blitzgefährdung eines bestimmten Gebietes und wird am besten mit Hilfe eines Blitzortungssystems ermittelt.

Liegen keine Daten eines Blitzortungssystems vor, kann die Blitzdichte auf Basis der Gewittertage nach der folgenden von IEC vorgeschlagenen Gleichung abgeschätzt werden:

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25}$$

Dabei ist  $T_d$  die mittlere Anzahl der Gewittertage pro Jahr, entnommen aus Karten des isokeraunischen Pegels.

Die folgende Tabelle 1 zeigt Beispiele des Zusammenhanges zwischen  $T_d$  und  $N_g$ .

Tabelle A.1

Anzahl der Gewittertage pro Jahr	$T_d$	$T_d < 20$	$20 \leq T_d < 25$	$25 \leq T_d < 30$	$30 \leq T_d < 35$	$T_d > 35$
Blitzschläge je $\text{km}^2$ und Jahr	$N_g$	$N_g < 1,7$	$1,7 \leq N_g < 2,2$	$2,2 \leq N_g < 2,8$	$2,8 \leq N_g < 3,4$	$N_g > 3,4$
Blitzgefährdungskategorie		gering	mäßig	erhöht	hoch	sehr hoch

In Österreich wird mit dem Blitzortungssystem **ALDIS** (Austrian Lightning Detection & Information System) seit 1992 die Blitzhäufigkeit bundesweit registriert. In Tabelle 3 ist die mittlere jährliche Blitzdichte für die politischen Bezirke in Österreich zusammengestellt. Als „blitzgefährdet“, bezeichnet man im allgemeinen Gebiete mit durchschnittlich mehr als 2,2 Einschlägen pro  $\text{km}^2$  und Jahr (entspricht nach Tab. 1 Gebieten mit mehr als 25 Gewittertagen).

ANMERKUNG: Durch die Mittelwertbildung der Blitzdichte über die Gesamtfläche der einzelnen Bezirke gehen wesentliche Informationen über ausgeprägte Unterschiede in der regionalen Blitzdichte verloren. Wie Tabelle 2 am Beispiel eines willkürlichen Ausschnittes des Bezirkes Murau in der Steiermark zeigt, treten innerhalb eines kleinen Gebietes von 10 km mal 9 km Blitzdichtewerte zwischen 1,1 und 5,9 Einschlägen pro  $\text{km}^2$  und Jahr auf. Dabei zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit von den lokalen topographischen Gegebenheiten (z. B. geringe Blitzhäufigkeit in Tälern und rascher Anstieg der Blitzdichte mit zunehmender Höhe). Als Mittelwert über den gesamten Bezirk Murau ergibt sich eine Blitzdichte von 3,03 Einschlägen pro  $\text{km}^2$  und Jahr (siehe Tabelle 2).

Genauere Informationen über die lokale Blitzdichte erhalten Sie bei:

ÖVE-ALDIS,  
 Kahlenberger Str. 2b,  
 1190 Wien

Tel.: +43-1-3180566 Fax: +43-1-3180566-9

[www.aldis.at](http://www.aldis.at)

Tabelle A.2: Beispiel der lokale Blitzdichte in 1-km-mal-1-km-Flächen in einem willkürlichen Ausschnitt des Bezirkes Murau in der Steiermark. Die Zahlenangaben in den Tabellenfeldern entsprechen der mittleren Anzahl von Blitzschlägen pro  $\text{km}^2$  und Jahr basierend auf den Blitzortungsdaten der Jahre 1992 bis 1997

3,4	2,1	1,4	2,0	2,4	2,1	2,6	2,3	3,4
2,6	1,7	1,3	2,6	2,4	1,9	3,7	2,3	1,1
1,7	1,9	3,3	4,7	2,4	2,9	5,3	3,4	3,0
2,1	2,4	2,6	3,4	4,6	2,6	3,3	2,6	3,0
1,3	4,3	3,7	4,3	4,0	4,3	2,9	1,7	4,4
3,3	3,6	4,1	2,9	3,0	2,0	2,1	4,0	2,9
2,9	3,3	3,7	3,7	3,3	3,1	1,7	2,1	2,4
1,7	3,4	4,4	3,0	2,9	3,0	1,4	2,9	4,3
2,1	5,1	3,7	2,9	2,0	2,0	2,9	2,4	2,1
1,3	4,0	2,7	2,3	2,1	1,7	2,4	3,3	5,9

Tabelle A.3: Blitzgefährdung der einzelnen Bezirke in Österreich (Basierend auf den ALDIS-Blitzortungsdaten der Jahre 1992 bis 1997)

Bezirk	Mittlere Blitzdichte $N_g$ in Anzahl Blitze je km <sup>2</sup> und Jahr	Blitz-gefährdung	Bezirk	Mittlere Blitzdichte $N_g$ in Anzahl Blitze je km <sup>2</sup> und Jahr	Blitz-gefährdung
<b>BURGENLAND</b>			<b>ÖBERÖSTERREICH</b>		
Eisenstadt	1,39	gering	Linz-Stadt	1,13	gering
Rust	1,16	gering	Steyr-Stadt	1,31	gering
Eisenstadt-Umgebung	1,31	gering	Wels-Stadt	1,40	gering
Güssing	1,50	gering	Braunau am Inn	1,23	gering
Jennersdorf	1,68	gering	Eferding	1,09	gering
Mattersburg	2,17	mäßig	Freistadt	1,47	gering
Neusiedl am See	1,20	gering	Gmunden	2,05	mäßig
Oberpullendorf	1,80	mäßig	Grieskirchen	1,20	gering
Oberwart	2,01	mäßig	Kirchdorf/Krems	1,87	mäßig
<b>KÄRNTEN</b>			Linz-Land	1,15	gering
Klagenfurt-Stadt	1,84	mäßig	Perg	1,33	gering
Villach-Stadt	2,20	mäßig	Ried im Innkreis	1,15	gering
Hermagor	2,51	erhöht	Rohrbach	1,31	gering
Klagenfurt-Land	2,16	mäßig	Schärding	1,10	gering
St.Veit an der Glan	3,28	hoch	Steyr-Land	1,37	gering
Spittal an der Drau	2,18	mäßig	Urfahr-Umgebung	1,23	gering
Villach-Land	2,73	erhöht	Vöcklabruck	1,45	gering
Völkermarkt	2,41	erhöht	Wels-Land	1,29	gering
Wolfsberg	2,97	hoch	<b>SALZBURG</b>		
Feldkirchen	2,96	hoch	Salzburg-Stadt	1,92	mäßig
<b>NIEDERÖSTERR.</b>			Hallein	2,61	erhöht
Krems an der Donau	1,86	mäßig	Salzburg-Umgebung	1,65	gering
St.Pölten-Stadt	0,78	gering	St.Johann im Pongau	2,28	erhöht
Waidhofen/Ybbs	1,25	gering	Tamsweg	2,37	erhöht
Wiener Neustadt	2,26	erhöht	Zell am See	2,08	mäßig
Amstetten	1,28	gering	<b>STEIERMARK</b>		
Baden	1,45	gering	Graz-Stadt	2,98	hoch
Bruck an der Leitha	1,19	gering	Bruck an der Mur	2,69	erhöht
Gänserndorf	1,17	gering	Deutschlandsberg	2,80	hoch
Gmünd	1,36	gering	Feldbach	2,20	erhöht
Hollabrunn	1,31	gering	Fürstenfeld	2,16	mäßig
Horn	1,30	gering	Graz-Umgebung	3,18	hoch
Korneuburg	1,12	gering	Hartberg	2,81	hoch
Krems	1,59	gering	Judenburg	2,58	erhöht
Lilienfeld	1,42	gering	Knittelfeld	2,83	hoch
Melk	1,04	gering	Leibnitz	2,05	mäßig
Mistelbach	1,32	gering	Leoben	2,44	erhöht
Mödling	1,03	gering	Liezen	2,24	erhöht
Neunkirchen	2,74	erhöht	Mürzzuschlag	3,07	hoch
St.Pölten-Land	0,86	gering	Murau	3,03	hoch
Scheibbs	1,49	gering	Radkersburg	2,05	mäßig
Tulln	1,04	gering	Voitsberg	3,38	hoch
Waidhofen/Thaya	1,38	gering	Weiz	3,04	hoch
Wiener Neustadt-Land	2,09	mäßig	<b>TIROL</b>		
Wien-Umgebung	0,90	gering	Innsbruck-Stadt	1,86	mäßig
Zwettl	1,58	gering	Imst	1,10	gering
<b>VORARLBERG</b>			Innsbruck-Land	1,59	gering
Bludenz	1,16	gering	Kitzbühel	2,74	erhöht
Bregenz	1,59	gering	Kufstein	2,24	erhöht
Dornbirn	1,88	mäßig	Landeck	1,11	gering
Feldkirch	1,22	gering	Lienz	1,59	gering
<b>WIEN</b>			Reutte	1,54	gering
Wien-Stadt	0,78	gering	Schwaz	2,06	mäßig

## Anhang B (informativ): Literaturhinweise

ÖVE-E 40	Schutz von Erdern und erdverlegten Metallteilen gegen Korrosion
ÖVE-EH 41	Erdungen in Wechselstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
ÖVE-EN 1 Teil 4 § 97	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis $\sim$ 1000 V und $\approx$ 1500 V - Teil 4: Besondere Anlagen - § 97: Fliegende Bauten und Wagen nach Schaustellerart sowie deren Stromversorgung
ÖVE-EN 2 Teil 1 bis Teil 8	Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
ÖVE-EN 7	Starkstromanlagen in Krankenhäusern und in medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern
ÖVE EN 50178	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
ÖVE EN 60034 Reihe	Drehende elektrische Maschinen
ÖVE EN 60065	Sicherheitsbestimmungen für netzbetriebene elektronische Geräte und deren Zubehör für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendung
ÖVE EN 60335 Reihe	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
ÖVE EN 60439-4	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen - Teil 4: Besondere Anforderungen an Baustromverteiler (BV)
ÖVE EN 60519 Reihe	Sicherheit in Elektrowärmeanlagen
ÖVE EN 60598 Reihe	Leuchten
ÖVE EN 60601 Reihe	Medizinische elektrische Geräte
ÖVE EN 60999	Verbindungsmaterial - Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen für elektrische Kupferleiter
ÖVE EN 61557-8	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 kV und DC 1,5 kV - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 8: Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Netze
ÖVE-EX 65	Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
ÖVE-F 1 Teil 7	Fernmeldeanlagen und -geräte - Teil 7: Schutz gegen schädigende transiente Überspannungen
ÖVE HD 625.1 S1	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen
ÖVE-K 40	Energieleitungen mit einer Isolierung aus Gummi
ÖVE-K 41	Energieleitungen mit einer Isolierung aus PVC
ÖNORM B 3800 Reihe	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
ÖNORM F 1000 Reihe	Feuerwehr- und Brandschutzwesen
ISO/IEC-Guide 51	Guidelines for the inclusion of safety aspects in standards