

Autoren von **Arbeitsblätter Schutz durch DIN VDE:**

Sven Brehm
Hartmut Fritsche
Gregor Häberle

Elektromeister
Dipl.-Ing. (FH)
Dr.-Ing., VDE

Ringsheim
Massen
Tett nang

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern

ISBN 978-3-7585-3392-1

3. Auflage 2026

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Autorenfoto in Anlagen der EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Icons: Satz+Layout
Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welter

Druck: Nikolaus Bastian Druck und Verlag GmbH, 54343 Föhren



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektronische, mechatronische
und informationstechnische Berufe

Arbeitsblätter

Schutz durch DIN VDE

Arbeitsbuch für die Prüfungsvorbereitung zu den Lernfeldern

- Elektrische Systeme planen und installieren
- Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen, Anlagen und Geräten konzipieren und gewährleisten

sowie zum Prüfungsfach der Meisterprüfung

- Elektro- und Sicherheitstechnik (ETSI)

3. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30326

Vorwort zur 3. Auflage

Die **Arbeitsblätter Schutz durch DIN VDE** sind eine Ergänzung zum Buch **Schutz durch DIN VDE**. Sie sollen das Arbeiten mit DIN-VDE-Vorschriften im Umfeld der elektronischen Berufe, insbesondere zum Ausführen der Elektroinstallation, unterstützen und fördern. Ferner stellen die Arbeitsblätter für den Lernenden ein ideales Arbeitsmittel dar, sich auf Prüfungen oder Klassenarbeiten umfassend bzgl. der Lernfelder „Elektrische Systeme planen und installieren“ sowie „Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen, Anlagen und Geräten konzipieren und gewährleisten“ vorzubereiten. Diese Themen betreffen auch das Prüfungsfach „Elektro- und Sicherheitstechnik (ETSI)“ für die Meisterprüfung.

In beiden Werken werden auf verständliche und kompakte Weise die

- Normen aus der Normenreihe DIN VDE 0100 (Errichten von Anlagen),
- DIN 18015 (Elektrische Anlagen in Wohngebäuden)
- VDE-AR-4100 (Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb),
- Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 3,
- DIN VDE 0105-100 (Betrieb von elektrischen Anlagen),
- VDE 0113-1 (DIN EN 60204-1, Ausrüstung elektrischer Maschinen),
- DIN EN 50191 (Elektrische Prüfanlagen),
- DIN EN 61140 (Schutz gegen elektrischen Schlag),
- VDE 0185-305 (DIN EN 62305, Blitzschutz) und die
- VDE 0701, VDE 0702 (DIN EN 50678, DIN EN 50699, Reparatur, Prüfung elektrischer Geräte) behandelt.



Die Arbeitsblätter unterstützen sowohl während des Unterrichts als auch außerhalb des Unterrichts Ihr fachliches Wissen einerseits zu prüfen und andererseits gezielt so zu erweitern, dass Sie im genannten Rahmen DIN-VDE-kompetent sind. Die Fragen und Aufgaben in den Arbeitsblättern sind so gehalten, dass sie gemeinsam mit dem Buch **Schutz durch DIN VDE** gelöst werden können. Zusammen mit den auch darin gestellten Fragen und Aufgaben bzgl. Wiederholung und Vertiefung werden die behandelten Normen und Vorschriften für die **Prüfungsvorbereitung** umfangreich abgedeckt.

Erweitert wurden in der 3. Auflage Fragen und Aufgaben zur Normenreihe DIN VDE 0100 bzgl. der Teile 460, 520, 530, 560, 701, 722, 751, zur VDE AR-N-4100 (Anschluss von Kundenanlagen) sowie zur VDE 0185-305 (DIN EN 62305, Blitzschutz). Normänderungen wurden in den Aufgabenstellungen berücksichtigt.

Neu aufgenommen wurden Fragen und Aufgaben zu Kommunikationskabelanlagen (DIN EN 50173).

Die Stellen hinsichtlich Textergänzungen oder Niederschreiben von Rechenwegen sind in den Arbeitsblättern mit schwarzen Linien versehen. Die Stellen für Ergänzungen in Bildern sind ebenfalls leicht zu erkennen.

Die eigenen Lösungen können mit den Lösungen des Lösungsbuchs, welches beim Verlag Europa- Lehrmittel als digitales Buch (Europa-Nr. 30333V oder 30333L) bezogen werden kann, schnell und übersichtlich überprüft werden.

Mittels Inhaltsverzeichnis können Sie die gesuchten Themen rasch finden.

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel wünschen Ihnen mit diesen Arbeitsblättern viel Erfolg im Rahmen Ihrer Weiterbildung.

Konstruktive Vorschläge zur weiteren Optimierung des Gesamt-Werks **Schutz durch DIN VDE** werden dankbar entgegengenommen. Diese können auch per E-Mail gerichtet sein an lektorat@europa-lehrmittel.de.

Inhalt

	Vorwort zur 3. Auflage.....	2
	Inhalt.....	3
1	Teile der DIN VDE 0100	4
1 100	Errichten von Niederspannungsanlagen	5
1 200	Begriffe von Niederspannungsanlagen	7
1 410	Schutz gegen elektrischen Schlag.....	8
1 420	Schutz gegen thermische Auswirkungen	12
1 430	Schutz bei Überstrom	13
1 442	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Netzfehlern	19
1 444	Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen	20
1 460	Trennen und Schalten.....	21
1 510	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen	23
1 520	Kabel- und Leitungsanlagen	24
1 530	Schalt- und Steuergeräte.....	35
1 534	Überspannungs-Schutzeinrichtungen SPDs	41
1 540	Erdungsanlage, Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter.....	42
1 557	Hilfsstromkreise	44
1 559	Leuchten- und Beleuchtungsanlagen	46
1 560	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	47
1 570	Stationäre Sekundärbatterien.....	50
1 600	Prüfungen.....	51
1 701	Orte mit Badewanne oder Dusche	56
1 702	Becken von Schwimmbädern, begehbare Wasserbecken und Springbrunnen	58
1 703	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	59
1 704	Baustellen.....	61
1 705	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten.....	62
1 706	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit.....	63
1 708	Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche	65
1 709	Niederspannungsanlagen in Häfen, Marinas	66
1 710	Medizinisch genutzte Bereiche	68
1 711	Ausstellungen, Shows und Stände.....	70
1 712	Photovoltaik-Stromversorgungssysteme	71
1 713	Möbel	75
1 714	Beleuchtungsanlagen im Freien	76
1 715	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen.....	77
1 717	Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten	78
1 718	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten.....	79
1 719	Lichtwerbeanlagen für Nieder- spannungsanlagen	80
1 721	Elektrische Anlagen von Caravans und Motorcaravans.....	81
1 722	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	83
1 723	Unterrichtsräume mit Experimentier- einrichtungen.....	87
1 729	Bedienungsgänge und Wartungsgänge	88
1 730	Landanschluss für Binnenschifffahrt	89
1 731	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten.....	90
1 737	Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien.....	91
1 740	Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen	92
1 751	Niederspannungs-Stromerzeugungs- einrichtungen.....	94
1 753	Umschlossene Heizungssysteme.....	96
1 801	Energieeffizienz	97
1 802	Kombinierte Erzeugungs-Verbrauchsanlagen.....	100
2	Kundenanlagen.....	101
2.1	Anschluss von Kundenanlagen nach VDE AR-N-4100	102
2.2	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – DIN 18015, DIN EN 1996-1-1	106
2.3	Kommunikationskabelanlagen – DIN EN 50173, DIN EN 50174.....	109
3	Unfallverhütungsvorschrift DGUV V3	111
4	Betrieb von elektrischen Anlagen – DIN VDE 0105-100	113
5	Maschinen und Prüfanlagen – VDE 0113-1 (DIN EN 60204-1), DIN EN 50191	116
5.1	Elektrische Ausrüstung von Maschinen – VDE 0113-1 (DIN EN 60204-1).....	117
5.2	Elektrische Prüfanlagen – DIN EN 50191	122
6	Schutz gegen elektrischen Schlag – DIN EN 61140.....	123
7	Blitzschutz – VDE 0185-305 (DIN EN 62305)	125
8	Prüfung elektrischer Geräte – VDE 0701, VDE 0702.....	129
9	Anhang	133
9.1	Größen und Einheiten	134
9.2	Kennzeichnungen in Schaltplänen.....	135
9.3	Fachliches Englisch.....	142
9.4	Kurzformen.....	143
9.5	VDE-Bestimmungen	144
	Bildquellen.....	U3

1 Teile der DIN VDE 0100

DIN VDE 0100 ist eine Normenreihe und gilt für das Errichten von Niederspannungsanlagen bis AC 1000 V oder DC 1500 V. Sie ist in Gruppen unterteilt. Diese enthalten zu unterschiedlichen Themen eigene Teile.

Die Kapitelnummerierung in den nachfolgenden Arbeitsblättern entspricht dem Schema der Kapitelnummerierung des Buches *Schutz durch DIN VDE* in Anlehnung an die Nummerierung der Teile von DIN VDE 0100, z.B. 1|100 für DIN VDE 0100-100, 1|200 für DIN VDE 0100-200, 1|420 für DIN VDE 0100-420. Damit ist ein leichtes Zurechtfinden in beiden Büchern sichergestellt.

Die nachfolgend dargestellten Lerninhalte entsprechen der aufsteigenden Nummerierung der DIN-VDE-0100-Normen.



Bild 1: Verteilerschrank einer Elektroinstallation mit Schutzschaltern www.siemens.com

Lerninhalte zu DIN VDE 0100

- Errichten von Niederspannungsanlagen
- Schutzmaßnahmen, z. B. gegen elektrischen Schlag, Überstrom, Netzfehler, ...
- Trennen und Schalten
- Kabel- und Leitungsanlagen, Strombelastbarkeit, Verlegearten
- Schalt- und Steuergeräte, RCD, RCM, IMD
- Erdungsanlagen, Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter
- Niederspannungs-Stromerzeugungseinrichtungen, Ersatzstromaggregate
- Hilfsstromkreise
- Leuchten, Beleuchtungsanlagen, Kleinspannungsbeleuchtungen, Beleuchtung in Möbeln
- Einrichtungen für Sicherheitszwecke
- Stationäre Sekundärbatterien
- Erstprüfungen, Wiederholungsprüfungen
- Elektrische Anlagen an Orten mit Badewanne oder Dusche
- Elektrische Anlagen für Becken von Schwimmbädern, begehbare Becken, Springbrunnen
- Elektrische Anlagen für Räume und Kabinen von Saunananlagen
- Spannungsversorgung auf Baustellen
- Elektrische Anlagen für landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten
- Niederspannungsanlagen für Caravanplätze, Campingplätze, Häfen, Marinas
- Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Bereichen
- Photovoltaik-Stromversorgungssysteme
- Stromversorgung von Elektrofahrzeugen, in Caravans
- Elektrische Anlagen für Unterrichtsräume und Experimentiereinrichtungen
- Bedienungsgänge und Wartungsgänge
- Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen
- Energieeffizienz
- Kombinierte Erzeugungs-Verbraucheranlagen

1 | 100 Errichten von Niederspannungsanlagen

Erection of Low-Voltage Installations

1. Für welche typischen Nennspannungen gilt DIN VDE 0100-100?

Bis AC _____ und bis DC _____

2. Ordnen Sie die Begriffe TN-C-System, TN-S-System und TN-C-S-System in **Bild 1** den Bereichen A, B, C zu.

A: _____

B: _____

C: _____

3. Welches Verteilungssystem zeigt **Bild 2**?

4. Welchen Unterschied besitzt ein TT-System gegenüber einem TN-C-S-System?

5. Gleichstrom-Systeme werden nach der Art der Erdverbindung unterschieden. Welches Gleichstromsystem zeigt **Bild 3**?

6. Welche Aufgabe hat eine Isolationsüberwachungseinrichtung IMD?

7. Warum führt ein PEN-Leiterbruch im TN-C-System zu keiner Gefährdung des Endstromkreises (TN-S-System)?

8. Schutz gegen direktes Berühren und indirektes Berühren kann verschiedenartig erreicht werden (**Bild 4**). Wie kann Schutz gegen indirektes Berühren noch erreicht werden?

9. Aus welchen Gründen sollen elektrische Anlagen in mehrere Stromkreise aufgeteilt werden?

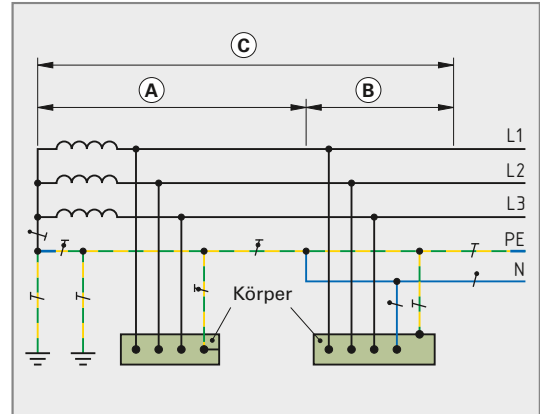


Bild 1: Verteilungssystem zu Frage 2

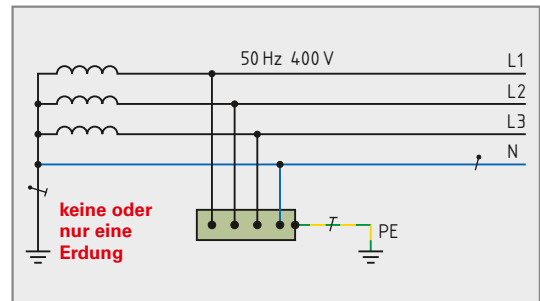


Bild 2: Verteilungssystem zu Frage 3

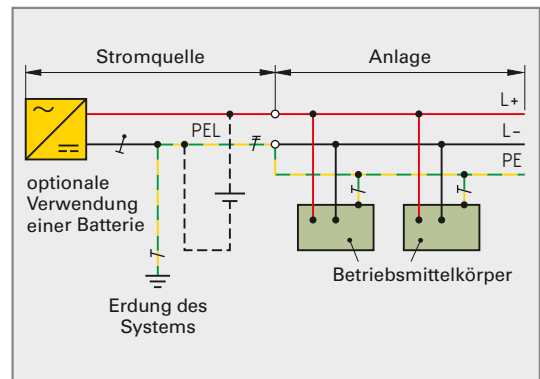


Bild 3: Verteilungssystem zu Frage 5

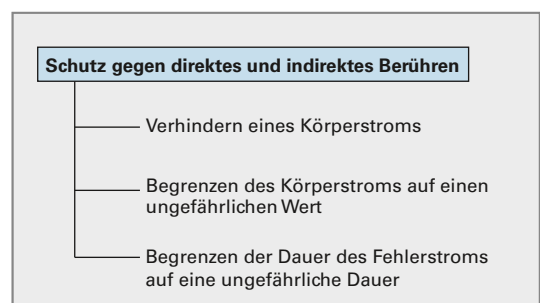


Bild 4: Mögliche Schutzmaßnahmen

10. Für welche der in **Bild 1** aufgelisteten Bereiche A bis L, ausgestattet mit elektrischen Niederspannungsanlagen, gelten die Normen der Reihe DIN VDE 0100?

11. Nennen Sie zwei Möglichkeiten zum Erreichen des Basis-schutzes für Menschen und Nutztiere.

1. _____

2. _____

12. Nennen Sie sechs elektrische Wirkungen, für welche aus Sicherheitsgründen für Mensch, Nutztier und Sachwerte ein Schutz hergestellt werden muss.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

13. Der bei der Planung der Elektroinstallation eines Gebäudes erforderliche Gleichzeitigkeitsfaktor g hängt von Kriterien wie z. B. Anzahl Wohnungen, Ladestationen für Elektrofahrzeuge oder Speicherheizung ab (**Bild 2**).

In einem Wohnblock mit 20 Wohneinheiten, die nicht elektrisch beheizt werden, besitzt jede Wohneinheit Verbrauchsmittel mit insgesamt 14,5 kW Leistungsaufnahme. Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge sind nicht zu berücksichtigen. Wie groß ist der zu erwartende Leistungsbedarf?

14. Stromführende Leiter werden in AC-Stromkreisen hinsichtlich der Anzahl Leiter und der Anzahl Außenleiter (Phasen) unterschieden (**Bild 3**). Ordnen Sie die Abbildungen A bis F geeignet zu.

Zwei Leiter, ein Außenleiter: _____

Drei Leiter, drei Außenleiter: _____

Drei Leiter, zwei Außenleiter: _____

Vier Leiter, drei Außenleiter: _____

- A Wohnräume
B Industrieräume
C Bahnanlagen
D Landwirtschaftliche Räumlichkeiten
E Wohnwagen
F Bergbau, Tagebau, Steinbrüche
G Flugzeuganlagen
H Yachthäfen
I Photovoltaikanlagen
J Baustellen, Ausstellungen, Messen
K Elektrozaunanlagen
L Medizinische Standorte

Bild 1: Beispiele von Orten mit elektrischen Anlagen

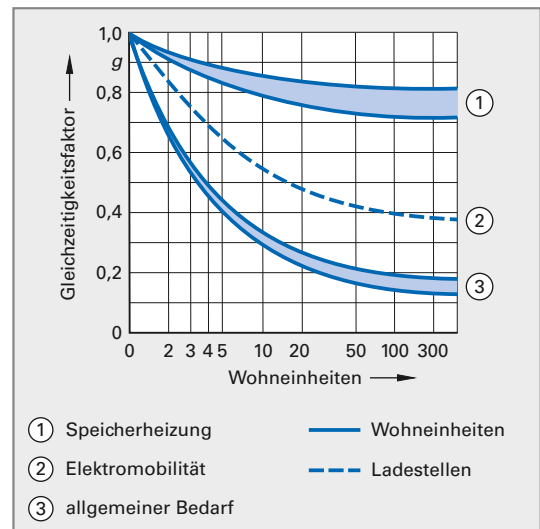


Bild 2: Gleichzeitigkeitsfaktoren bei Wohnanlagen

Gleichzeitigkeitsfaktor

$$g = \frac{P_N}{P_{ins}}$$

1

g Gleichzeitigkeitsfaktor
 P_N Leistungsbedarf
 P_{ins} installierte Leistung

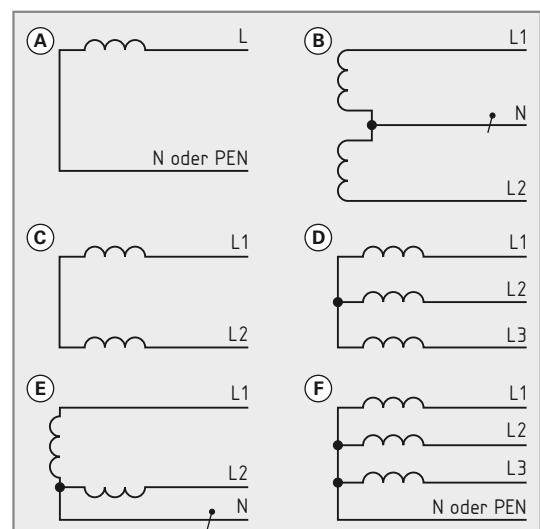


Bild 3: Anordnung stromführender Leiter bei AC

1| 200 Begriffe von Niederspannungsanlagen

Definitions of Low-Voltage Installations

1. Welcher Begriff in **Bild 1** passt zu seiner Beschreibung in Bild 1?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____
- f) _____
- g) _____

2. Ordnen Sie den nachfolgenden Beschreibungen den richtigen Begriff aus **Bild 2** zu.

- a) Berührbare leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die keine aktiven Teile sind.

- b) Grundlegende Isolierung aktiver Teile.

- c) Leitend angesehener Teil der Erde außerhalb der tatsächlichen Erdungsanlage.

- d) Leitfähiges Teil, das im Erdreich eingebettet ist.

- e) Teil einer Erdungsanlage, welcher die elektrische Verbindung mit mehreren Leitern zur Erdung ermöglicht.

- f) Teil, welches die Körper der Verbrauchsmittel mit anderen Körpern, Erdern und ähnlichen Teilen verbindet.

- g) Leitfähiges Teil in einer elektrischen Anlage, welches im engeren Sinn nicht Bestandteil der elektrischen Anlage ist.

- h) Anhalten einer gefährlichen Bewegung im Notfall.

3. Ergänzen Sie die fehlenden Leiterbezeichnungen von **Bild 3** bei A, B, C.

- A: _____
- B: _____
- C: _____

4. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** die deutschen Bezeichnungen.

Begriffe:

Trennen, Fehlerstrom, Hausanschlusskasten, Ableitstrom, Berührungsspannung, Strombelastbarkeit, aktive Teile

Beschreibungen:

- a) Am Speisepunkt wird die Energie in die elektrische Anlage eingespeist.
- b) Ein Mensch oder Nutztier steht unter Spannung bei Auftreten eines Isolationsfehlers an einem elektrischen Teil.
- c) Infolge zulässiger Erwärmung der Isolierung entsteht ein Strom an unerwünschter Stelle.
- d) Bei einem Isolationsfehler fließt ein Strom.
- e) Unter festgelegten Bedingungen fließt in einem Leiter dauernd ein Strom, ohne dass der Leiter zu warm wird.
- f) Leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen können und zur Stromleitung dienen.
- g) Durch geeignete Schaltvorrichtungen werden Anlagenteile von jeder elektrischen Stromquelle abgeschnitten.

Bild 1: Begriffe und Beschreibungen aus DIN VDE 0100-200

Begriffe:

Schutzleiter PE, Erder, Basisisolierung, NOT-HALT, fremdes leitfähiges Teil, Haupterdungsschiene, Bezugserde, Körper

Bild 2: Begriffe aus DIN VDE 0100-200

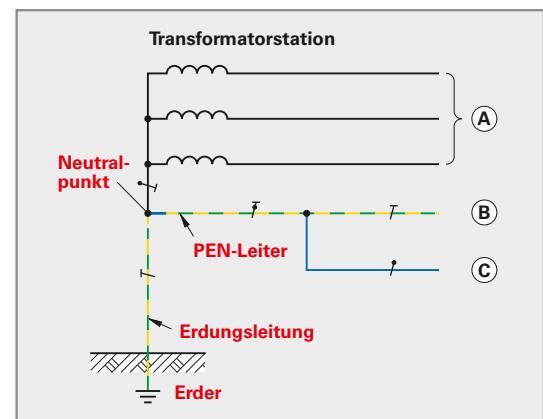


Bild 3: Leiter in einem Drehstromnetz

Tabelle 1: Wichtige Kenngrößen

Kenngröße	Characteristics
_____	Touch voltage
_____	Fault current
_____	Leakage current
_____	Overcurrent
_____	Earth electrode
_____	Protective earthing

1| 410 Schutz gegen elektrischen Schlag

Protection against Electric Shock

1. Ordnen Sie für **Bild 1** die Begriffe *direktes Berühren* und *indirektes Berühren* richtig zu.

A:

B:

2. An welcher der Stellen A, B, C oder D in **Bild 2** befindet der Hausanschlusskasten HAK?

3. Wie heißen die in **Bild 2** mit C und D markierten Bauelemente?

C:

D:

4. Es werden Steckdosenstromkreise mit einem Bemessungsstrom bis 32 A installiert. Welcher zusätzliche Schutz ist erforderlich?

5. Es werden Endstromkreise im Außenbereich zum Anschluss tragbarer Betriebsmittel bis 32 A installiert. Welcher zusätzliche Schutz ist erforderlich?

6. Welche Fehlerarten zeigen die Teilbilder A, B, C, D in **Bild 3**?

A:

B:

C:

D:

7. Ein Elektroinstallateur sitzt auf einem isolierenden Boden und erleidet einen elektrischen Schlag von AC 20 mA über seine beiden Hände.

Berechnen Sie mithilfe von Formel 1 den Körperstrom bei gleicher Wirkung von der linken Hand zu den Füßen (Herzstromfaktor 0,4), wenn der Elektroinstallateur gestanden wäre.

Herzstromfaktor

$$F = \frac{I_{BN}}{I_B}$$

1

F Herzstromfaktor I_{BN} Körperstrom von linker Hand zu Fuß
 I_B Körperstrom

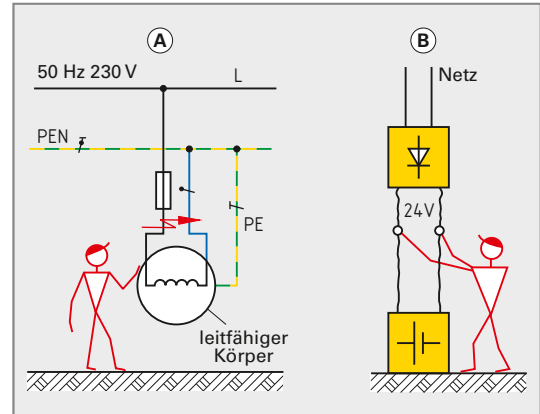


Bild 1: Direktes, indirektes Berühren

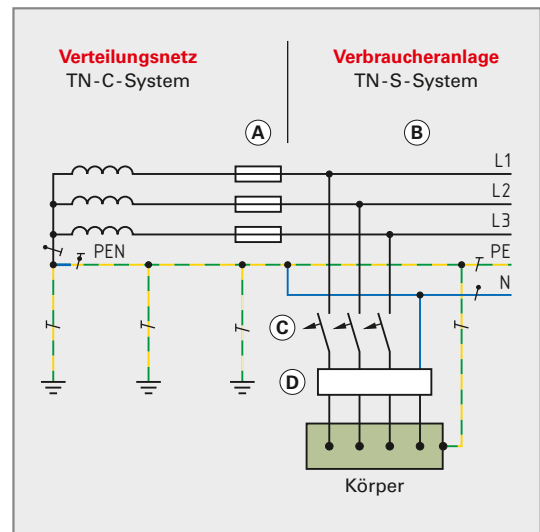


Bild 2: TN-Systeme

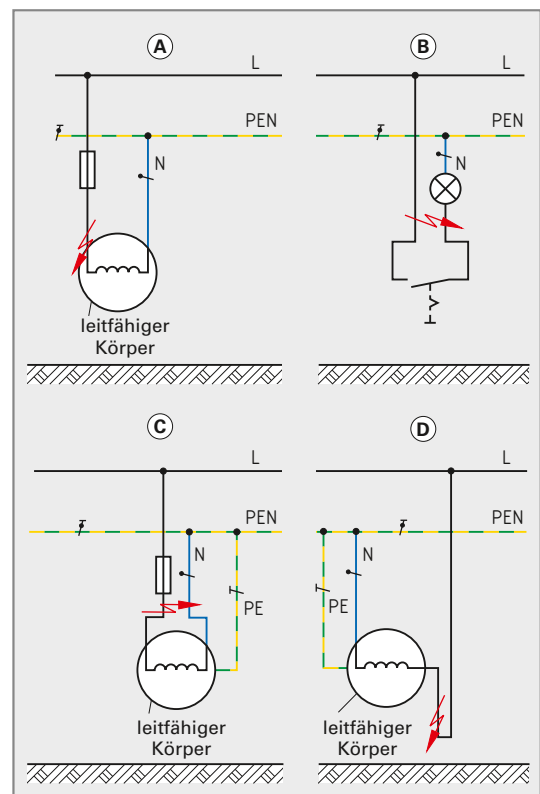


Bild 3: Arten von Fehlern in einer elektrischen Anlage

8. Welche mögliche Auswirkung hat ein Leiterschluss (vgl. Bild 3, vorhergehende Seite, B)?

9. Welche mögliche Auswirkung hat ein Kurzschluss (vgl. Bild 3, vorhergehende Seite, C)?

10. Welche mögliche Auswirkung hat ein Körperschluss (vgl. Bild 3, vorhergehende Seite, A)?

11. Welche mögliche Auswirkung hat ein Erdschluss (vgl. Bild 3, vorhergehende Seite, D)?

12. Beim Körper in **Bild 1** liegt ein Isolationsfehler vor. Zeichnen Sie den Fehlerstromverlauf in Bild 1 ein.

13. Beim leitfähigen Körper in **Bild 2** liegt ein Isolationsfehler vor. Zeichnen Sie den Fehlerstromverlauf in Bild 2 ein.

14. In der elektrischen Anlage **Bild 3** entsteht ein Erdschluss. Zeichnen Sie den Fehlerstromverlauf in Bild 3 ein.

15. In der elektrischen Anlage nach **Bild 4** kann im Fehlerfall ein Körperschluss auftreten. Zeichnen Sie den Verlauf des Fehlerstroms in Bild 4 ein. Welche Schutzmaßnahme ist daher an welcher Stelle im Bild 4 anzuwenden?

16. Aus welchem Grund darf in einem TN-C-System keine RCD installiert werden?

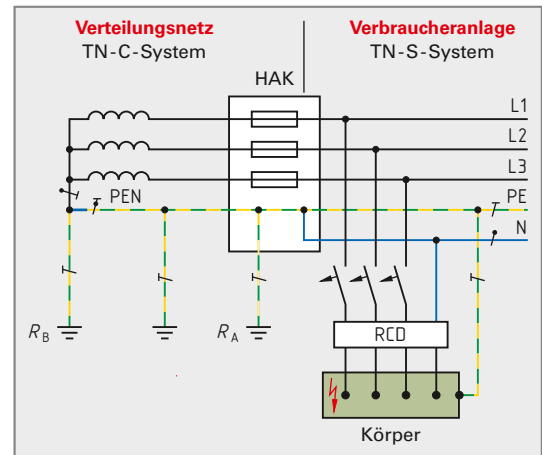


Bild 1: Isolationsfehler einer elektrischen Anlage

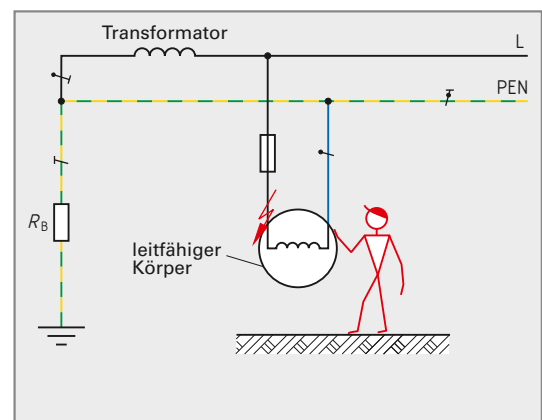


Bild 2: Isolationsfehler in einem leitfähigen Körper

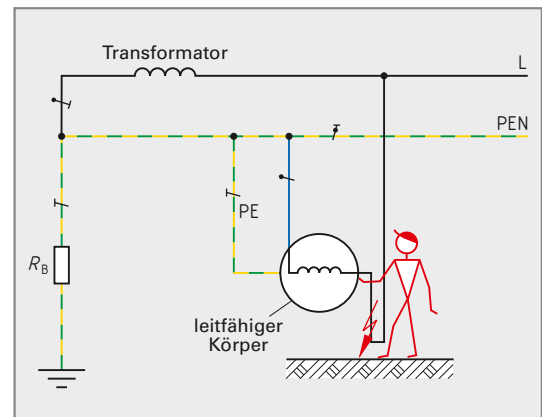


Bild 3: Erdschluss in einer elektrischen Anlage

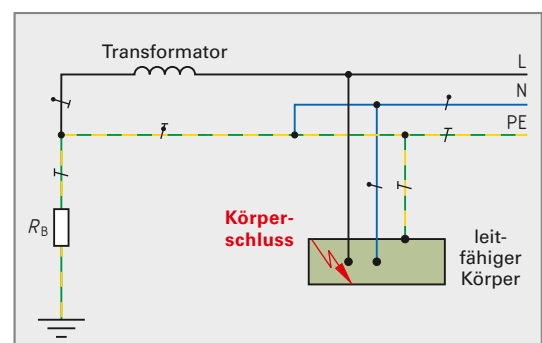


Bild 4: Körperschluss durch Isolationsfehler

17. Vervollständigen Sie die Ausschaltung nach **Bild 1**.

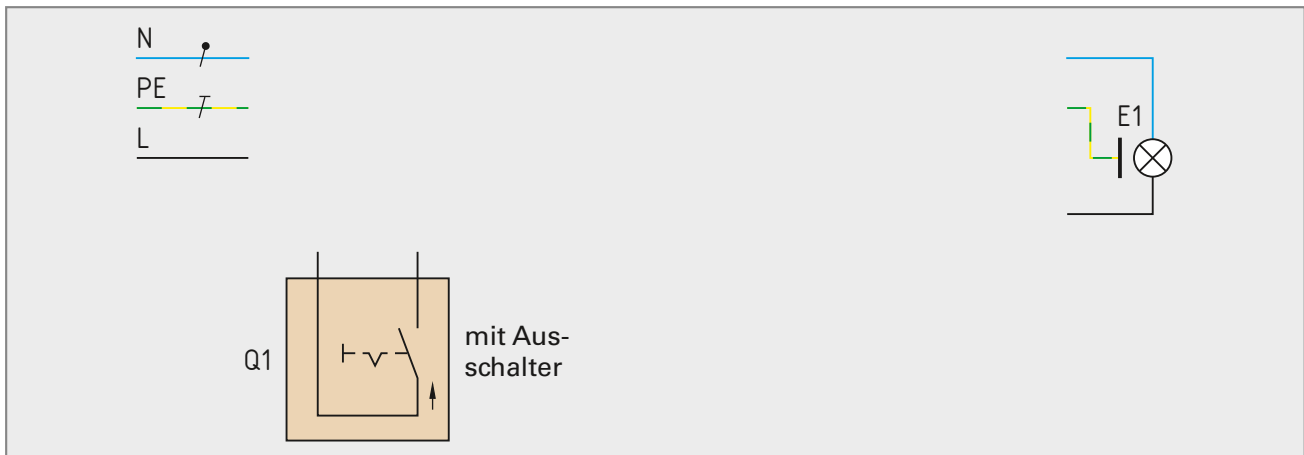


Bild 1: Ausschaltung

18. Vervollständigen Sie die Serienschaltung nach **Bild 2**.

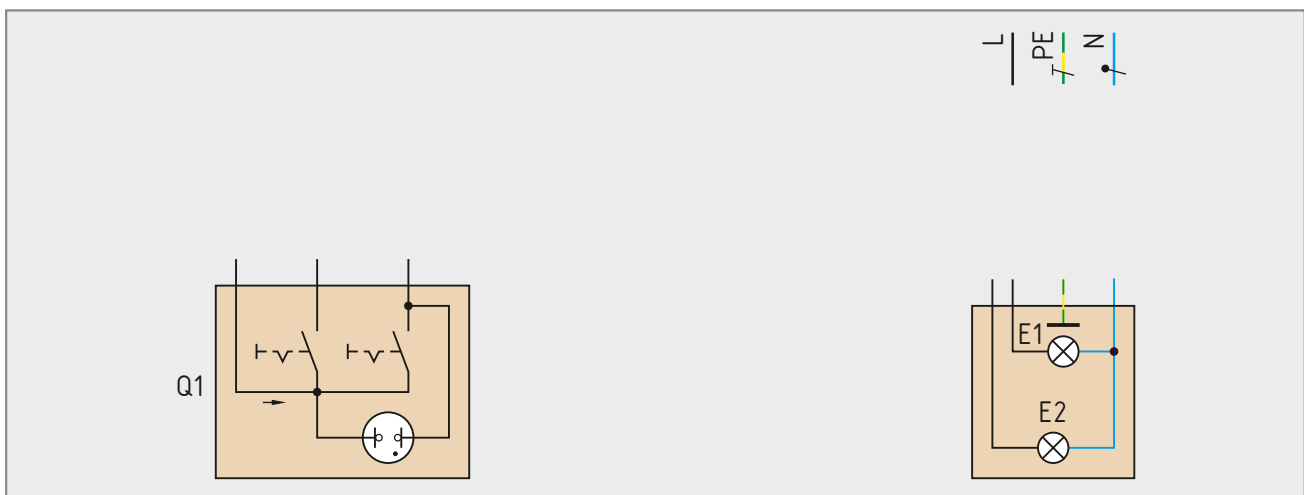


Bild 2: Serienschaltung

19. Vervollständigen Sie die Sparwechselschaltung mit Steckdosen nach **Bild 3**.

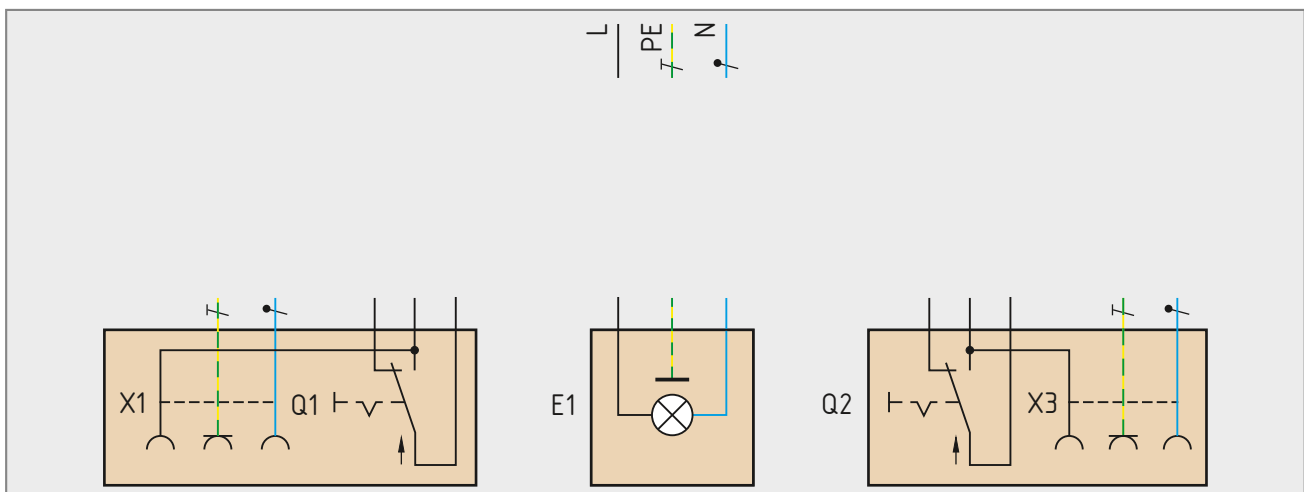


Bild 3: Sparwechselschaltung

20. Im Fehlerfall müssen Endstromkreise und Verteilungsstromkreise in TN-Netzen automatisch abgeschaltet werden. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** die maximalen Abschaltzeiten.

21. Für manche Steckdosenstromkreise sowie Endstromkreise im Außenbereich ist ein zusätzlicher Schutz durch RCD vorgeschrieben. Ordnen Sie den Stromkreisen in **Bild 1** an den Stellen A bis F RCDs mit $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ zu, sofern erforderlich, mittels Angabe *RCD* oder *keine RCD*.

A: _____ B: _____ C: _____
D: _____ E: _____ F: _____

22. Der zusätzliche Schutzpotenzialausgleich ist ein Zusatz zum Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren).

a) Welche Verbindungen muss der zusätzliche Schutzpotenzialausgleich umfassen?

b) Zeichnen Sie in den Stromlaufplan **Bild 2** die Verbindungen der Schutzleiter und des zusätzlichen Schutzpotenzialausgleichs ein.

23. Aus welchem Grund erfolgt zusätzlicher Schutz durch RCDs oder durch zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich?

24. Nennen Sie vier Beispiele für die Notwendigkeit des zusätzlichen Schutzes durch Schutzpotenzialausgleich?

25. Wodurch unterscheiden sich die Stromkreise SELV und PELV?

Tabelle 1: Maximale Abschaltzeiten

U_0	Endstromkreise Steckdosen $\leq 63 \text{ A}$		Verteilungs- stromkreise
	TN AC	TN DC	TN AC
$120 \text{ V} \leq 230 \text{ V}$	_____	_____	_____
$231 \text{ V} \leq 400 \text{ V}$	_____	_____	_____
$> 400 \text{ V}$	_____	_____	_____

U_0 Nennspannung Außenleiter gegen Erde, TN TN-System, AC Wechselstrom, DC Gleichstrom

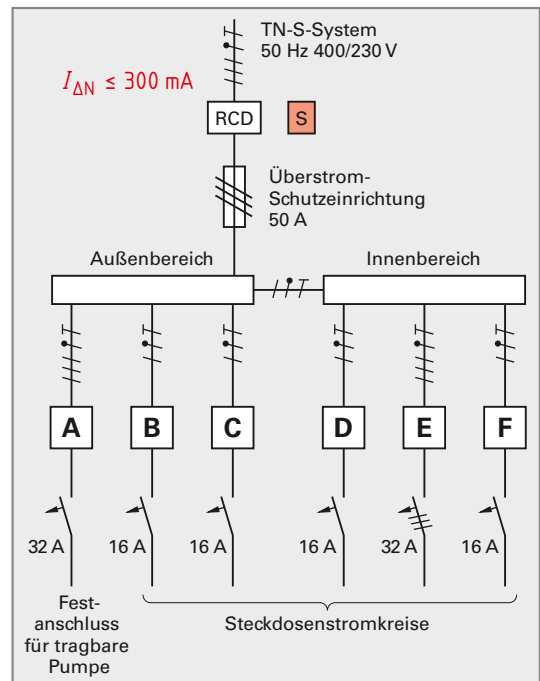


Bild 1: Zusätzlicher Schutz durch RCD

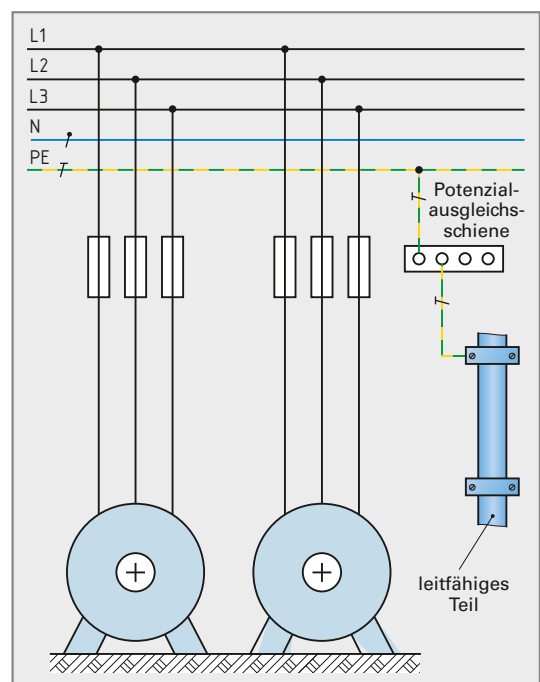


Bild 2: Schutz durch zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich

1| 420 Schutz gegen thermische Auswirkungen

Protection against thermal Effects

1. Unter welchen Umständen kann ein serieller Fehlerlichtbogen auftreten (**Bild 1**)?

2. Nennen Sie ein Beispiel für das Auftreten eines parallelen Fehlerlichtbogens.

3. Wodurch unterscheiden sich Brandschutzschalter und Rauchwarnmelder?

4. Für welche Räume sind AFDDs z. B. zu empfehlen?

5. Vervollständigen Sie **Tabelle 1** hinsichtlich der Zuordnung von Gebäuden zu Euroklassen von Leitungen (ohne zusätzliche Angaben).

6. Welchen Vorteil besitzen halogenfreie Kabel und Leitungen?

7. Nennen Sie zwei Beispiele von halogenfreien Niederspannungskabeln.

8. In einem Wohnhaus sind in mehreren Räumen Rauchwarnmelder installiert und über Funk miteinander vernetzt (**Bild 2**). Im Keller entsteht Rauch.

- a) Welche Rauchwarnmelder lösen Alarm aus?

- b) Welcher Nachteil ist bei Funk-Rauchwarnmeldern zu beachten?

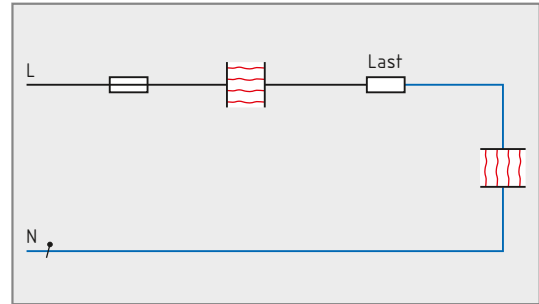


Bild 1: Serieller Fehlerlichtbogen

Tabelle 1: Zuordnung von Euroklassen zu Gebäuden

Gebäude	Euroklasse
Gebäude freistehend bis 13 m hoch	
Justizvollzugsanstalt	
	C _{CA}
Versammlungsstätte mit mehr als 200 Personen	
	C _{CA}
Pflegeheime, Krankenhäuser	
Wohnheime	
	C _{CA}
	B2 _{CA}
Fluchtwege	
Tiefgaragen	

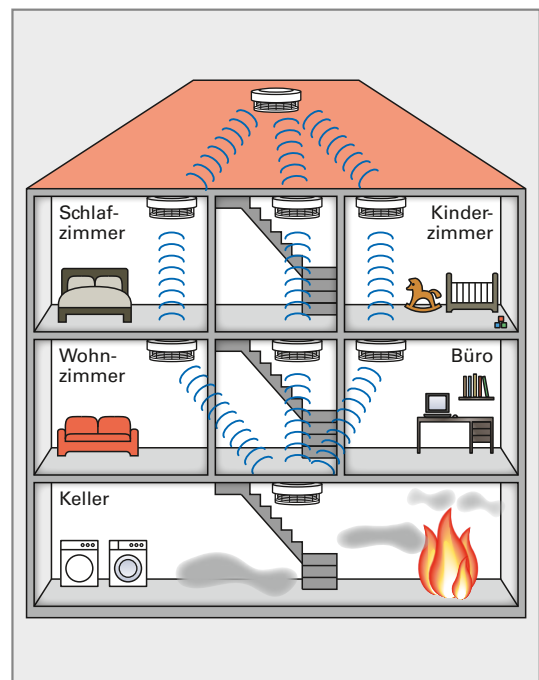


Bild 2: Über Funk vernetzte Rauchwarnmelder

1 | 430 Schutz bei Überstrom

Protection against Overcurrent

1. Welche Aufgabe haben Überstrom-Schutzeinrichtungen?

2. Es wird ein Leitungsschutzschalter Typ B mit Bemessungsstrom 16 A verwendet. Sicheres Abschalten soll nach 20 ms erfolgen (**Bild 1**). Wie groß muss der Abschaltstrom I_a sein?

3. Bei welchem Abschaltstrom schalten Leitungsschutzschalter der Typen A und C mit $I_N = 16$ A sicher ab (**Bild 1**)?

Typ A:

Typ C:

4. Ein Leitungsschutzschalter 4 A Typ C löste bei achtfacher Bemessungsstromstärke aus (**Bild 1**). Welcher Auslösemechanismus (thermisch, elektromagnetisch) reagierte am schnellsten?

5. Ermitteln Sie anhand der Strom-Zeit-Kennlinie einer Schmelzsicherung gG 10 A (**Bild 2**) bei einem Auslösestrom von 60 A

a) die schnellste Auslösezeit, b) die späteste Auslösezeit.

a)

b)

6. Es gibt Überstrom-Schutzeinrichtungen, die gegen Kurzschluss sichern und welche, die nur gegen Überlast sichern.

a) Um welche Art der Überstrom-Schutzeinrichtung handelt es sich, wenn die Auslösekennlinie **Bild 3** entspricht?

b) Begründen Sie Ihre Antwort.

a)

b)

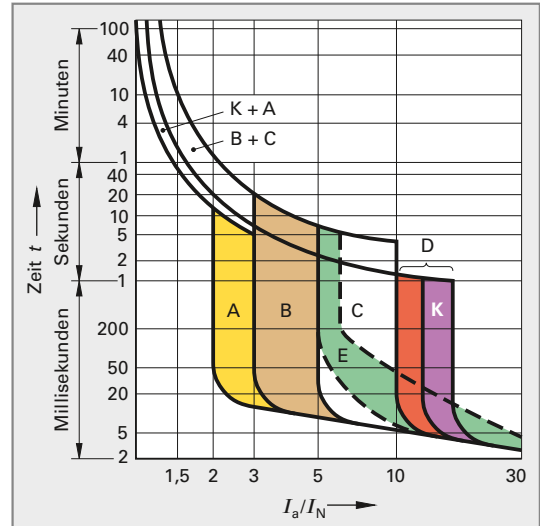


Bild 1: Auslösebander von Leitungsschutzschaltern

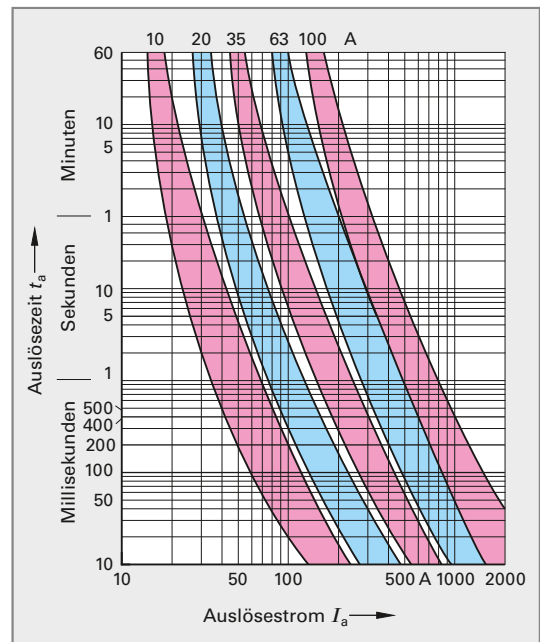


Bild 2: Strom-Zeit-Kennlinien von Ganzbereichssicherungen gG

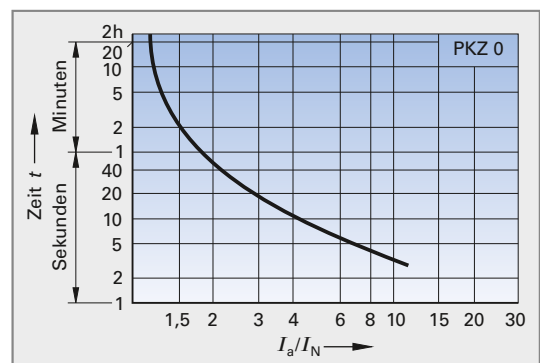


Bild 3: Auslösekennlinie einer Überstrom-Schutzeinrichtung

7. Unter welcher Voraussetzung kann auf den Überstromschutz des Neutralleiters verzichtet werden?

8. Unter welchen Voraussetzungen muss die Stromerfassung im Neutralleiter wie bei den Außenleitern erfolgen?

9. Unter welcher Gegebenheit kann im IT-System die Überstromerfassung im Neutralleiter entfallen?

10. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in **Bild 1**?

Bei 1, 2, 3, 4:

11. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in **Bild 2**?

Bei 1, 2, 3, 4:

12. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in **Bild 3**?

13. Wovon hängt die Strombelastbarkeit einer Leitung ab?

14. Ergänzen Sie in den Formeln der Bemessungsstromregel (Auslösestromregel) für Schutzeinrichtungen die Indizes.

$$I_{\underline{\quad}} \leq I_{\underline{\quad}} \leq I_{\underline{\quad}} \qquad I_{\underline{\quad}} \leq 1,45 \cdot I_{\underline{\quad}}$$

15. Ergänzen Sie die Bedeutung der Formelzeichen der Stromregeln für Schutzeinrichtungen von Aufgabe 14.

I_B _____

I_N _____

I_Z _____

I_t _____

16. Wodurch unterscheiden sich die Verlegearten A1 und A2 in Bezug zur Wärmeabfuhr?

17. Begründen Sie, warum die Verlegeart C eine bessere Wärmeabfuhr besitzt als Verlegeart B.

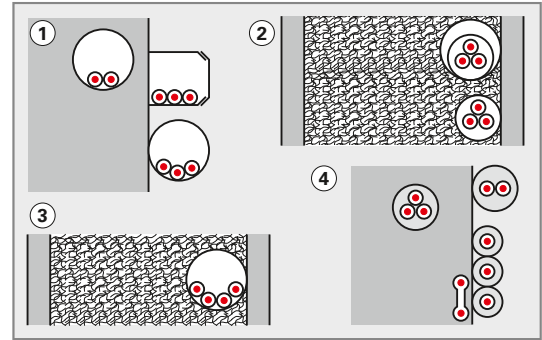


Bild 1: Verlegearten zu Aufgabe 10

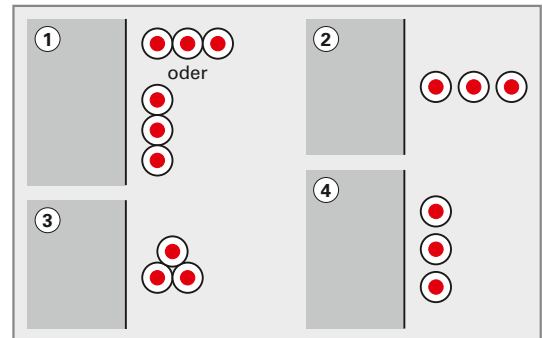


Bild 2: Verlegearten zu Aufgabe 11

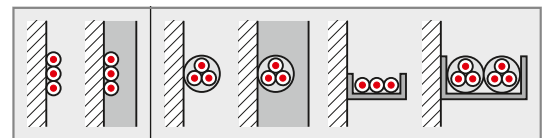


Bild 3: Verlegearten zu Aufgabe 12

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_t von Leitungen in A

Querschnitt in mm	Verlegeart A2	Verlegeart B2	Verlegeart C	Verlegeart D
1,5	13	15	17,5	18
2,5	17,5	20	24	24
4	23	27	32	30
6	29	34	41	38

3 stromführende Adern, Umgebungstemperatur 30°C.

18. Die Strombelastbarkeiten für Leitungen sind unterschiedlich groß (**Tabelle 1, vorhergehende Seite**). Welche zwei Erkenntnisse gewinnen Sie daraus?

19. Welche Verlegebedingung trifft für Verlegeart B2 zu?

20. Eine NYM-J-Leitung 3 x 6 mm² mit PVC-Isolierwerkstoff soll in einem Leitungsrohr unter Putz verlegt werden. Die Raumtemperatur wird mit bis zu 25 °C angenommen.
a) Welche Verlegeart ist anzuwenden?

- b) Wie groß ist die Strombelastbarkeit I_{Z25} bei Umgebungstemperatur 25 °C unter Berücksichtigung von **Tabellen 1 und 2**?

21. In das Leitungsrohr der Leitung nach Aufgabe 20 soll eine zweite gleiche NYM-J-Leitung eingezogen werden (**Bild 1**). Berechnen Sie die neue Strombelastbarkeit I_Z unter Berücksichtigung von **Tabelle 3** und $I_{Z25} = 40$ A bei einer Leitung.

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_r von Leitungen in A

Querschnitt in mm ² Cu	Gruppe			
	Verlegearten			
	A2	B2	B1	C
4	25	30	32	36
6	32	38	41	46
10	43	52	57	63

2 stromführende Adern, 30 °C Umgebungstemperatur

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren k für andere Umgebungstemperaturen ϑ_U in Luft als 30 °C

Isolierwerkstoff (ϑ_B max. Betriebstemperatur)	ϑ_B °C	Umrechnungsfaktoren k				
		15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	40 °C
Naturkautschuk	60	1,22	1,15	1,08	1,0	0,82
Polyvinylchlorid	70	1,17	1,12	1,06	1,0	0,87
Ethylenpropylenkautschuk	80	1,14	1,10	1,05	1,0	1,89

$$I_Z = k \cdot I_r$$

1

I_Z Strombelastbarkeit k Umrechnungsfaktor
 I_r Bemessungsstrombelastbarkeit

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren k bei fest verlegten Leitungen

Anordnung der Leitungen	Anzahl vom Strom belasteter Leitungen			
	1	2	3	4
	1	0,8	0,7	0,65
	1	0,85	0,79	0,75
	0,95	0,81	0,72	0,68

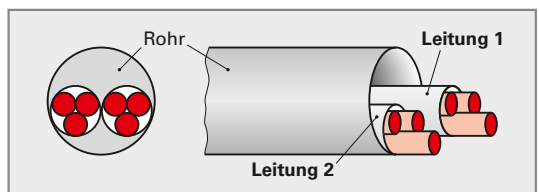


Bild 1: Zwei Mantelleitungen mit je drei Adern in 1 Rohr

22. Zwei NYM-J-Leitungen 3 x 6 mm² mit Isolierwerkstoff PVC werden auf Putz verlegt (**Bild 1, folgende Seite**). Die Raumtemperatur wird mit bis zu 25 °C angenommen. Berechnen Sie die Strombelastbarkeit I_Z der Leitungen unter Angabe des Lösungswegs. Verwenden Sie die Tabellen 1, 2, 3.

23. Bestimmen Sie den Umrechnungsfaktor k_1 für eine Umgebungstemperatur von 40 °C und den Umrechnungsfaktor k_2 für vier mehradrige Leitungen auf Wand-Putz, isoliert mit Naturkautschuk anhand der Tabellen der vorhergehenden Seite.

24. Leitungen werden oft in gelochten und ungelochten Kabelwannen verlegt (**Bild 2**). Ordnen Sie den Kabelwannen A und B die Verlegearten zu.

A:

B:

25. Die Strombelastbarkeit von Leitungen in Bezug auf die Verlegeart und den Leiterquerschnitt kann Norm-Tabellen entnommen werden. Die **Tabellen 1, 2** enthalten Strombelastbarkeiten von Leitungen für zulässige unterschiedliche Leitertemperaturen. Ordnen Sie die *Leitertemperaturen* 70 °C und 90 °C den Tabellen 1 und 2 zu.

Tabelle 1:

Tabelle 2:

26. Aus welchem Grund besitzen Leitungen für eine Leitertemperatur von 90 °C eine höhere Strombelastbarkeit als Leitungen, die für eine Leitertemperatur von 70 °C ausgelegt sind?

27. Aus welchem Grund ist die Strombelastbarkeit bei Leitungen mit drei stromführenden Leitern kleiner als bei Leitungen mit zwei stromführenden Leitern?

28. Eine fünfadrigte Leitung für einen Drehstrommotor mit Bemessungsstrom von 40 A wird als Mantelleitung in einem Installationsrohr auf Putz verlegt. Die Umgebungstemperatur beträgt 30 °C, die Leitertemperatur bis 90 °C (Tabelle 2).

a) Wie viele Adern sind stromführend? b) Welche Verlegeart liegt vor? c) Wie groß sind der erforderliche Leiterquerschnitt und seine Strombelastbarkeit? d) Wie groß darf der Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters maximal sein?

a)

b)

c)

d)

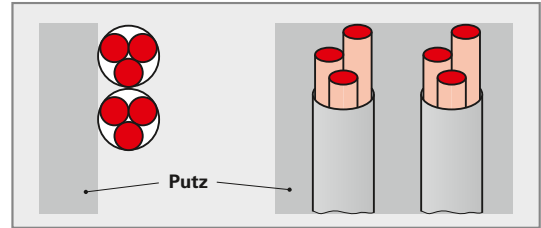


Bild 1: Zwei Leitungen mit je drei Adern auf Putz

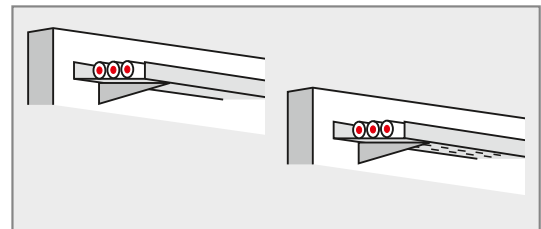


Bild 2: Verlegearten von Leitungen

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_t für Cu-Leiter									
Nennquerschnitt in mm ²	Strombelastbarkeit I_t in A								
	Bemessungsstrom Überstrom-Schutzeinrichtung								
	Verlegeart, Anzahl stromführende Leiter								
	A1		A2		B1		B2		
	2	3	2	3	2	3	2	3	
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	
	13	13	13	13	16	13	16	13	
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	
	16	16	16	16	20	20	20	20	
4	26	24	25	23	32	28	30	27	
	25	20	25	20	32	25	25	25	
6	34	31	32	29	41	36	38	34	
	32	25	32	25	40	35	35	32	
Umgebungstemperatur 30 °C									

Tabelle 2: Strombelastbarkeit I_t für Cu-Leiter									
Nennquerschnitt in mm ²	Strombelastbarkeit I_t								
	Bemessungsstrom Überstrom-Schutzeinrichtung								
	Verlegeart, Anzahl stromführende Leiter								
	A1		A2		B1		B2		
	2	3	2	3	2	3	2	3	
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	
	16	16	16	16	20	20	20	16	
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	
	25	20	25	20	25	25	25	25	
4	35	31	33	30	42	37	40	35	
	35	25	32	25	40	35	40	35	
6	45	40	42	38	54	48	51	44	
	40	40	40	35	50	40	50	40	
Umgebungstemperatur 30 °C									

29. Nennen Sie mindestens fünf typische Werte für Bemessungsströme von Leitungsschutzschaltern.

30. Durch welche Messung kann überprüft werden, ob der größte zu erwartende Kurzschlussstrom das Abschaltvermögen eines Leitungsschutzschalters übersteigt?

31. Welche Messinstrumente sind in **Bild 1** bei A und B zu verwenden, um die Schleifenimpedanz zu ermitteln?

Bei A

bei B

32. Die gemessene Schleifenimpedanz wird berechnet über $Z_{Sm} = (U_0 - U) / I$. Wie können die Größen Leerlaufspannung U_0 , Lastspannung U und Laststrom I gemäß Schaltung Bild 2 bestimmt werden?

33. Wie lautet die Gleichung zum Berechnen des Kurzschlussstroms bei einpoligem Kurzschluss?

34. Leitungsschutzschalter besitzen Auslösekennlinien, welche Datenblättern zu entnehmen sind (**Bild 2**). Welche Informationen entnehmen Sie der Kennlinie (Beispiel) des Leitungsschutzschalters 32 A für a) $I < 32$ A, b) $I = 40$ A, c) $I = 400$ A?

a)

b)

c)

35. Schaltet der Leitungsschutzschalter 10 A in Bild 2 nur bei Stromstärken kleiner 180 A ab?

36. Das Datenblatt für Leitungsschutzschalter besitzt die Grafik **Bild 3** hinsichtlich der Kurzschlussfähigkeit. Welche Informationen entnehmen Sie der Grafik für den Leitungsschutzschalter vom Typ Tx32?

37. Bei einer Hausinstallation werden für die Beleuchtungsstromkreise Schalter mit Bemessungsstrom 16 A verwendet. Für welche Stromstärke sind die Sicherungen auszulegen?

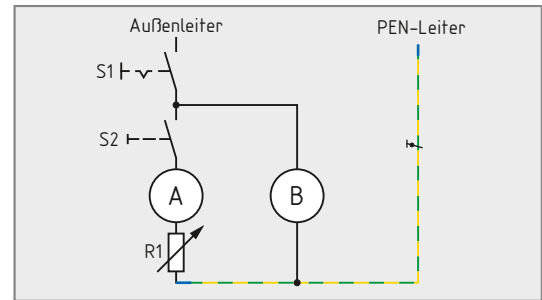


Bild 1: Messschaltung zur Bestimmung der Schleifenimpedanz

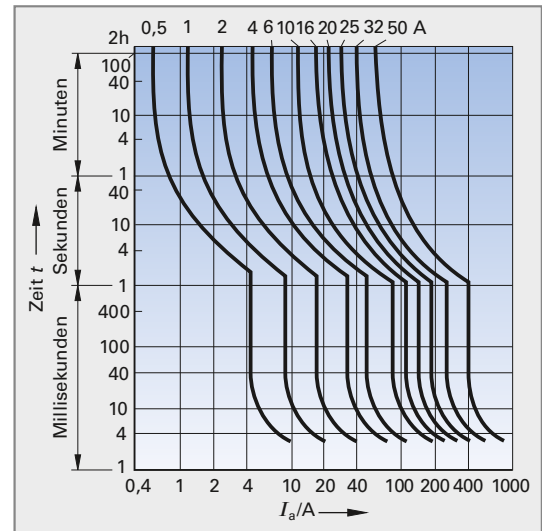


Bild 2: Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern

Querschnitt mm²	Tx 6	Tx 10	Tx 16	Tx 20	Tx 25	Tx 32	Ty 6	Ty 10	Ty 16	Ty 20	Ty 25	Ty 32	Ty 50	Kurzschlusschutz
0,75														
1														
1,5														
2,5														
4														

Bild 3: Angaben zum Kurzschlusschutz durch Leitungsschutzschalter

38. Wodurch ist der Bemessungsstrom für Stromkreise mit mehreren Steckdosen festgelegt?

39. Mit welchen Überstrom-Schutzeinrichtungen ist gleichzeitiges Abschalten der drei Außenleiter bei Kurzschluss gewährleistet?

40. Parallel geschaltete Leiter können durch eigene Schutzeinrichtungen SE geschützt werden (**Bild 1**). Worin unterscheiden sich die beiden Schaltungen, wenn an der Stelle X im Leiter 3 ein Kurzschluss auftritt?

41. Unter welchen Voraussetzungen ist das Versetzen einer Überstrom-Schutzeinrichtung in einem Leitungsstrang von bis zu 3 m erlaubt?

42. Drei parallel geschaltete Leiter sind durch eine Schutzeinrichtung geschützt (**Bild 2**). Welche Folge kann eintreten, wenn ein vierter Leiter für weitere Lasten zusätzlich parallel geschaltet wird?

43. Welche Voraussetzung muss erfüllt sein, dass ein Überlastschutz bis zur zu schützenden Last verschoben werden kann?

44. Welche beiden Voraussetzung erlauben das Verzichten auf Überlastschutz?

1.

2.

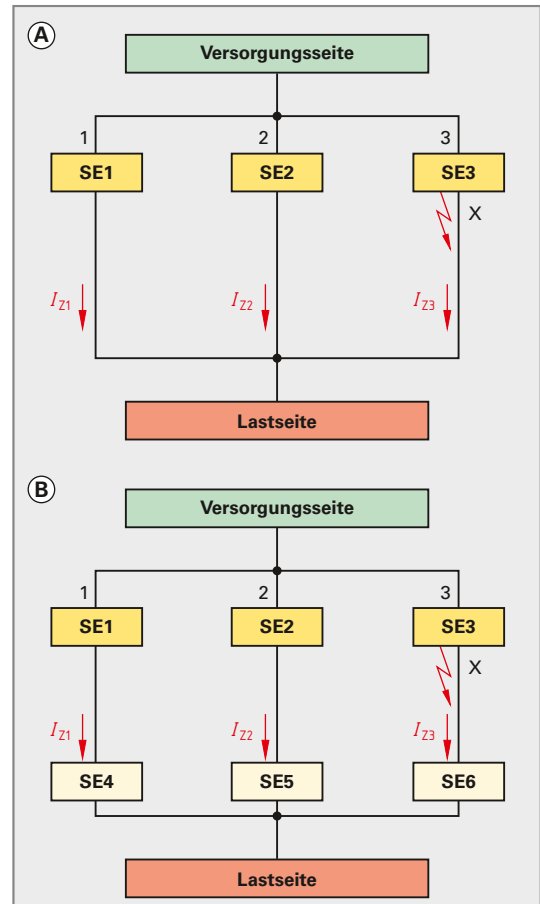


Bild 1: Schutz parallelgeschalteter Leiter bei Überlast im Fehlerfall (SE Schutzeinrichtung, I_{Zi} zulässige Strombelastbarkeit Leiter i , $i = 1, 2, 3$)

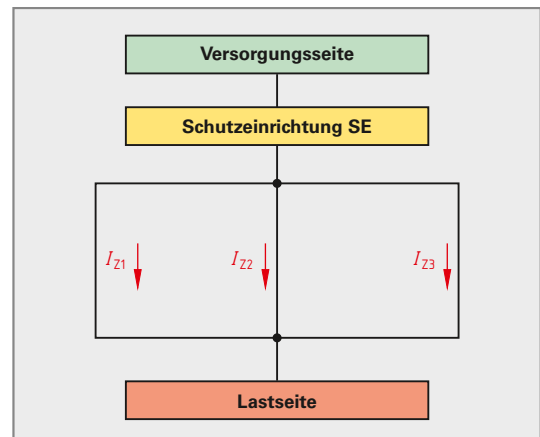


Bild 2: Schutz parallelgeschalteter Leiter bei Überlast

1| 442 Schutz von Niederspannungsanlagen bei Netzfehlern

Protection of Low-Voltage Installations against Faults in Grids

1. Beschreiben Sie die Auswirkungen eines Körperschlusses auf der Hochspannungsseite HS der Transformatorstation (**Bild 1**).

2. Welche beiden Spannungsarten auf der Niederspannungsseite NS unterscheidet man beim Auftreten eines Erdschlusses auf der Hochspannungsseite HS?

3. Welchen Nachteil besitzt die betriebsfrequente Beanspruchungsspannung?

4. In der Transformatorstation nach **Bild 2** kommt es zu einem Körperschluss. Unterscheidet sich dessen Auswirkung von der des Körperschlusses der Transformatorstation nach Bild 1? Begründen Sie Ihre Antwort.

5. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** die Erdschlussdauern im Hochspannungsnetz, um die zulässigen Spannungen im Niederspannungsnetz sicherzustellen.

6. Ordnen Sie den Formeln 1 bis 3 in **Bild 3** ihre Bedeutungen hinsichtlich der betriebsfrequenten Beanspruchungsspannung zu.

Formel 1: _____

Formel 2: _____

Formel 3: _____

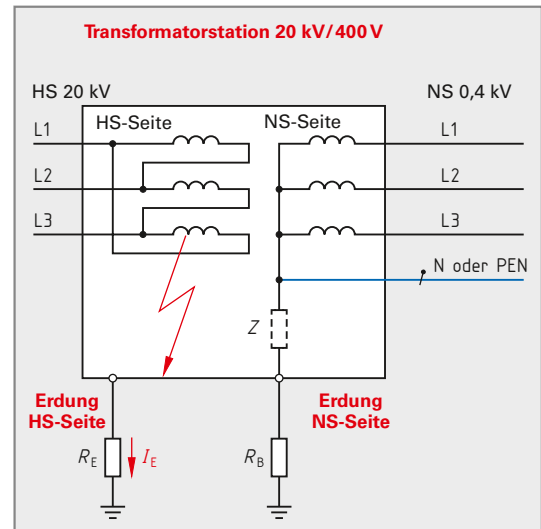


Bild 1: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

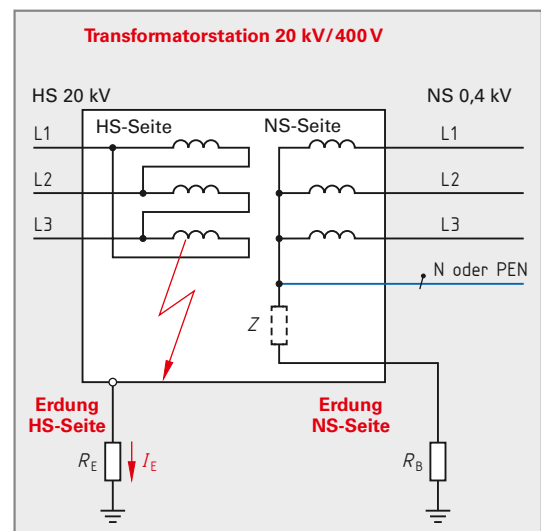


Bild 2: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

Tabelle 1: Betriebsfrequente Beanspruchungsspannungen	
Erdschlussdauer im Hochspannungsnetz	Zulässige Beanspruchungsspannung im Niederspannungsnetz
_____	$U_0 + 250 \text{ V}$
_____	$U_0 + 1200 \text{ V}$
U_0 Nennspannung Außenleiter – Erde	

Formel 1:	$U_2 = \sqrt{3} \cdot U_0$	1
Formel 2:	$U_1 = \sqrt{3} \cdot U_0$	2
Formel 3:	$U_2 = 1,45 \cdot U_0$	3
U_0 Nennspannung Außenleiter – Erde U_1 BfB Außenleiter – Körper in Transformatorstation U_2 BfB Außenleiter – Körper in NS-Anlage		

Bild 3: Formeln für betriebsfrequente Beanspruchungsspannungen (BfB)