



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

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

Europa-Nr.: 30326

Autoren von Arbeitsblätter Schutz durch DIN VDE:

Sven Brehm
Hartmut Fritsche
Gregor Häberle

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

Freiburg
Massen
Tett nang

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern

ISBN 978-3-7585-3032-6

1. Auflage 2021
Druck 5 4 3 2 1

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

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

© 2021 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: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Vorwort zur 1. 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.

In beiden Werken werden auf verständliche und kompakte Weise die

- Normen aus der Normenreihe DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen),
 - 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 0701/0702 (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.

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.....	3		1 714	Beleuchtungsanlagen im Freien	54
	Inhalt.....	4		1 715	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen.....	55
1	Teile der DIN VDE 0100	5		1 717	Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten	56
1 100	Errichten von Niederspannungsanlagen	6		1 718	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten	57
1 200	Begriffe von Niederspannungsanlagen	7		1 719	Lichtwerbeanlagen für Nieder- spannungsanlagen	58
1 410	Schutz gegen elektrischen Schlag.....	8		1 721	Elektrische Anlagen von Caravans und Motorcaravans.....	59
1 420	Schutz gegen thermische Auswirkungen	11		1 722	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	60
1 430	Schutz bei Überstrom	12		1 723	Unterrichtsräume mit Experimentier- einrichtungen.....	62
1 442	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Netzfehlern	16		1 729	Bedienungsgänge und Wartungsgänge	63
1 444	Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen	17		1 730	Landanschluss für Binnenschifffahrt	64
1 460	Trennen und Schalten.....	18		1 731	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	65
1 510	Auswahl und Errichtung elektrischer Be- triebsmittel – Allgemeine Bestimmungen	19		1 737	Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien.....	66
1 520	Kabel- und Leitungsanlagen	20		1 740	Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen	67
1 530	Schalt- und Steuergeräte.....	24		1 753	Umschlossene Heizungssysteme.....	68
1 534	Überspannungs-Schutzeinrichtungen SPDs.....	28		1 801	Energieeffizienz	69
1 540	Erdungsanlage, Schutzleiter, Schutz- potenzialausgleichsleiter	29		1 802	Kombinierte Erzeugungs- Verbrauchsanlagen	71
1 551	Niederspannungs-Stromerzeugungsin- richtungen.....	30	2		Anschluss von Kundenanlagen nach VDE AR-N-4100	72
1 557	Hilfsstromkreise	32	3		Unfallverhütungsvorschrift DGUV V3	76
1 559	Leuchten- und Beleuchtungsanlagen.....	33	4		Betrieb von elektrischen Anlagen DIN VDE 0105-100	78
1 560	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	34	5		Maschinen und Prüfanlagen – VDE 0113-1 (DIN EN 60204-1), DIN EN 50191	81
1 570	Stationäre Sekundärbatterien.....	35	5.1		Elektrische Ausrüstung von Maschinen	82
1 600	Prüfungen	36	5.2		Elektrische Prüfanlagen	87
1 701	Orte mit Badewanne oder Dusche	40	6		Schutz gegen elektrischen Schlag – DIN EN 61140	88
1 702	Becken von Schwimmbädern, begeh- bare Wasserbecken und Springbrunnen	41	7		Blitzschutz – VDE 0185-305 (DIN 62305)	90
1 703	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	42	8		Prüfung elektrischer Geräte – VDE 0701/0702	93
1 704	Baustellen.....	43	9		Anhang	97
1 705	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	44	9.1		Größen und Einheiten	98
1 706	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit	45	9.2		Kennzeichnungen in Schaltplänen.....	99
1 708	Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche	46	9.3		Fachliches Englisch.....	102
1 709	Niederspannungsanlagen in Häfen, Marinas.....	47	9.4		Kurzformen	103
1 710	Medizinisch genutzte Bereiche	48	9.5		VDE-Bestimmungen	104
1 711	Ausstellungen, Shows und Stände.....	50			Bildquellen.....	U3
1 712	Photovoltaik-Stromversorgungssysteme	51				
1 713	Möbel	53				

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, Notstromaggregate
- 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, kombinierte Erzeugungs-Verbraucheranlagen
- Stromversorgung von Elektrofahrzeugen, in Caravans
- Elektrische Anlagen für Unterrichtsräume und Experimentiereinrichtungen
- Bedienungsgänge und Wartungsgänge
- Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen
- Energieeffizienz

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-S-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?

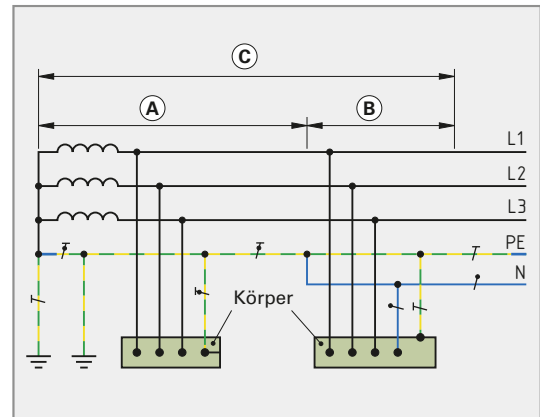


Bild 1: Verteilungssystem zu Frage 2

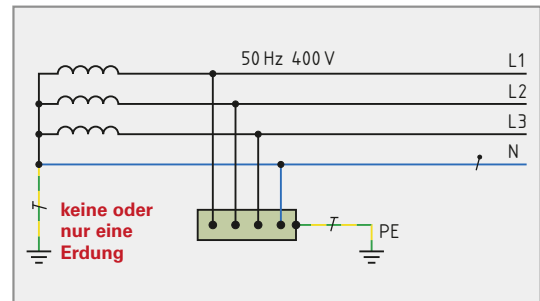


Bild 2: Verteilungssystem zu Frage 3

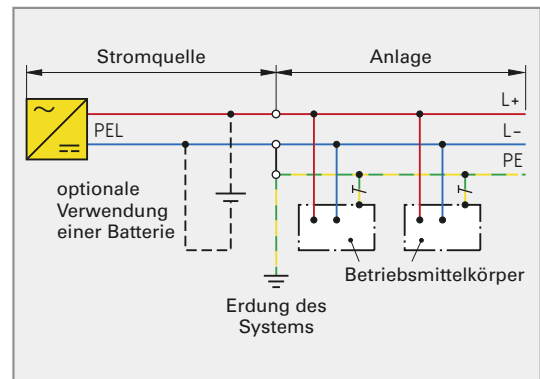


Bild 3: Verteilungssystem zu Frage 5

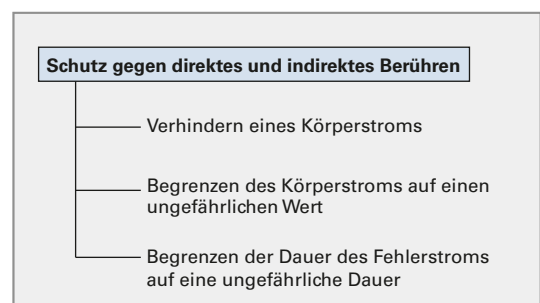


Bild 4: Mögliche Schutzmaßnahmen

1| 200 Begriffe von Niederspannungsanlagen

Definitions of Low-Voltage Installations

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

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

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

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

- Grundlegende Isolierung aktiver Teile.

- Leitend angesehener Teil der Erde außerhalb der tatsächlichen Erdungsanlage.

- Leitfähiges Teil, das im Erdreich eingebettet ist.

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

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

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

- 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:

- Am Speisepunkt wird die Energie in die elektrische Anlage eingespeist.
- Ein Mensch oder Nutztier steht unter Spannung bei Auftreten eines Isolationsfehlers an einem elektrischen Teil.
- Infolge zulässiger Erwärmung der Isolierung entsteht ein Strom an unerwünschter Stelle.
- Bei einem Isolationsfehler fließt ein Strom.
- Unter festgelegten Bedingungen fließt in einem Leiter dauernd ein Strom, ohne dass der Leiter zu warm wird.
- Leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen können und zur Stromleitung dienen.
- 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

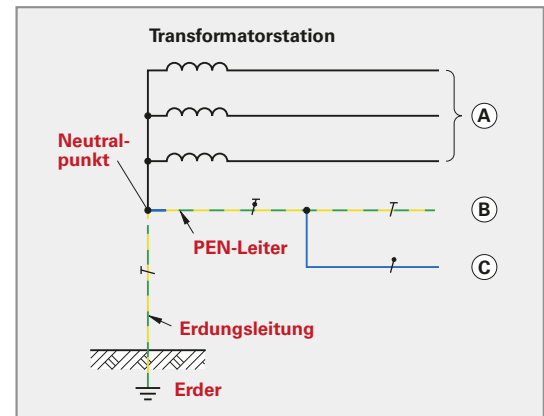


Bild 3: Leiter in einem Drehstromnetz

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 beiden Stellen A oder B 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 $F = \frac{I_{BN}}{I_B}$	
I_B Körperstrom I_{BN} Körperstrom von linker Hand zu Fuß	I_{BN} Körperstrom von linker Hand zu Fuß

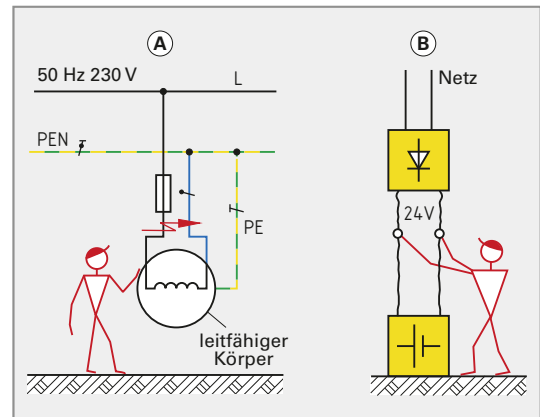


Bild 1: Direktes, indirektes Berühren

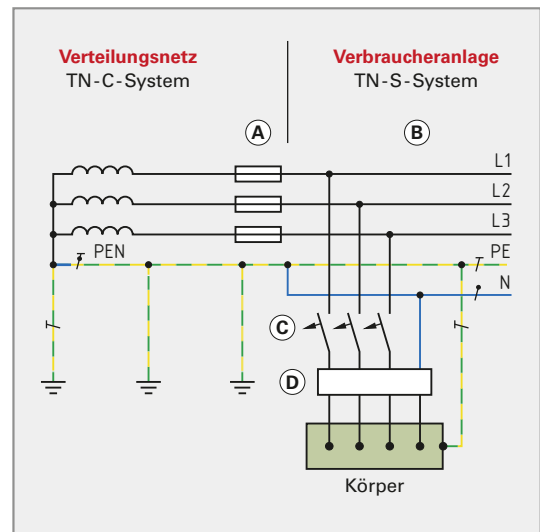


Bild 2: TN-Systeme

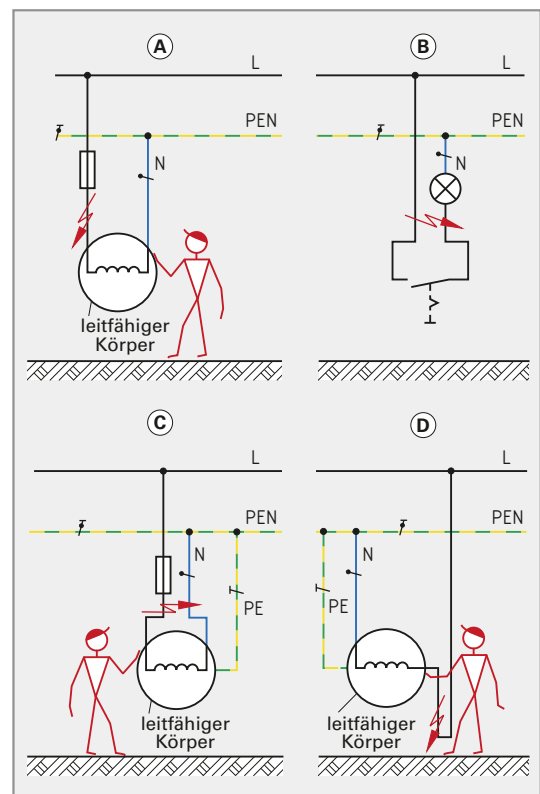


Bild 3: Arten von Fehlern in einer elektrischen Anlage

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** entsteht ein Isolationsfehler. Zeichnen Sie den Fehlerstromverlauf in Bild 1 ein.

13. Beim leitfähigen Körper in **Bild 2** entsteht ein Isolationsfehler. 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?

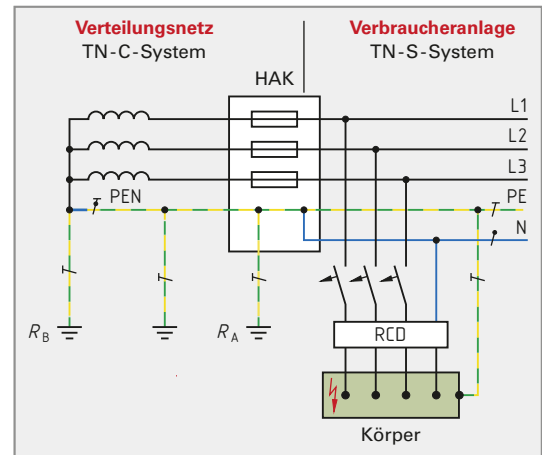


Bild 1: Isolationsfehler einer elektrischen Anlage

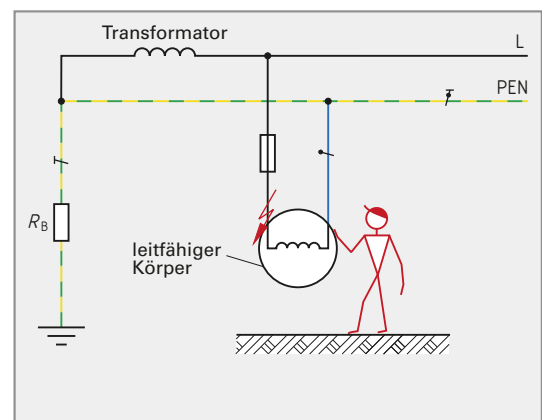


Bild 2: Isolationsfehler in einem leitfähigen Körper

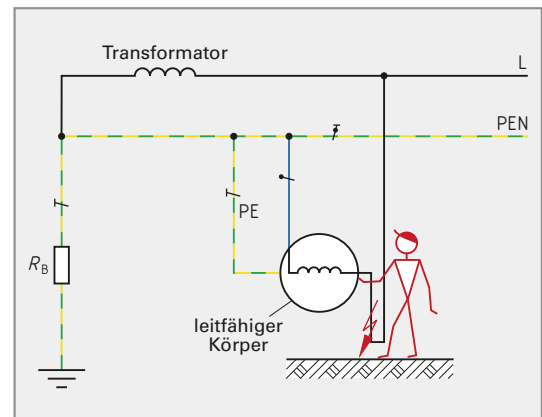


Bild 3: Erdschluss in einer elektrischen Anlage

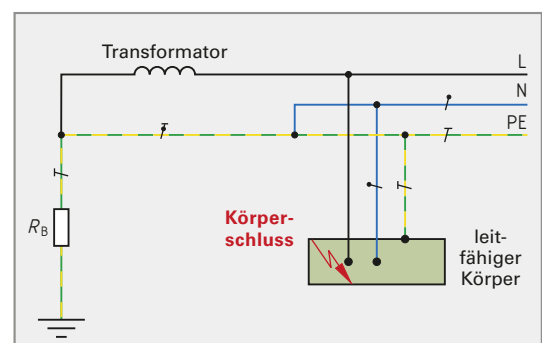


Bild 4: Abschaltung bei Isolationsfehler durch RCD

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

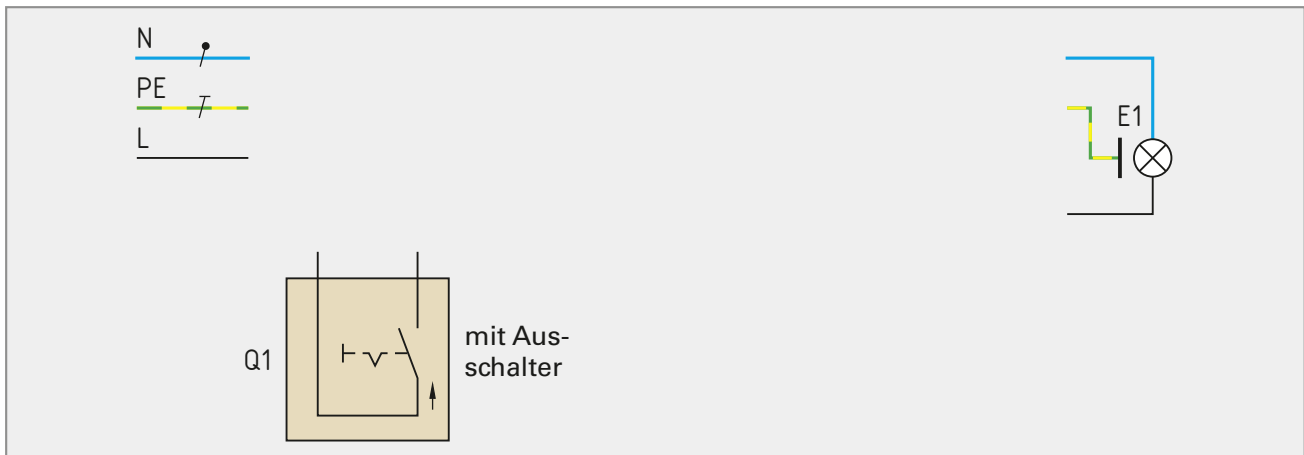


Bild 1: Ausschaltung

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

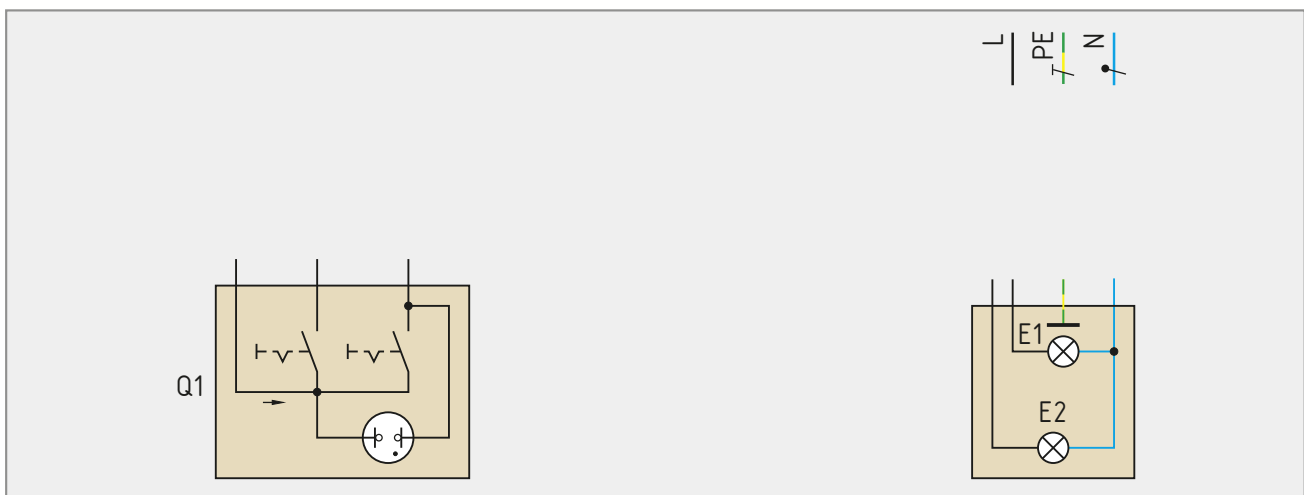


Bild 2: Serienschaltung

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

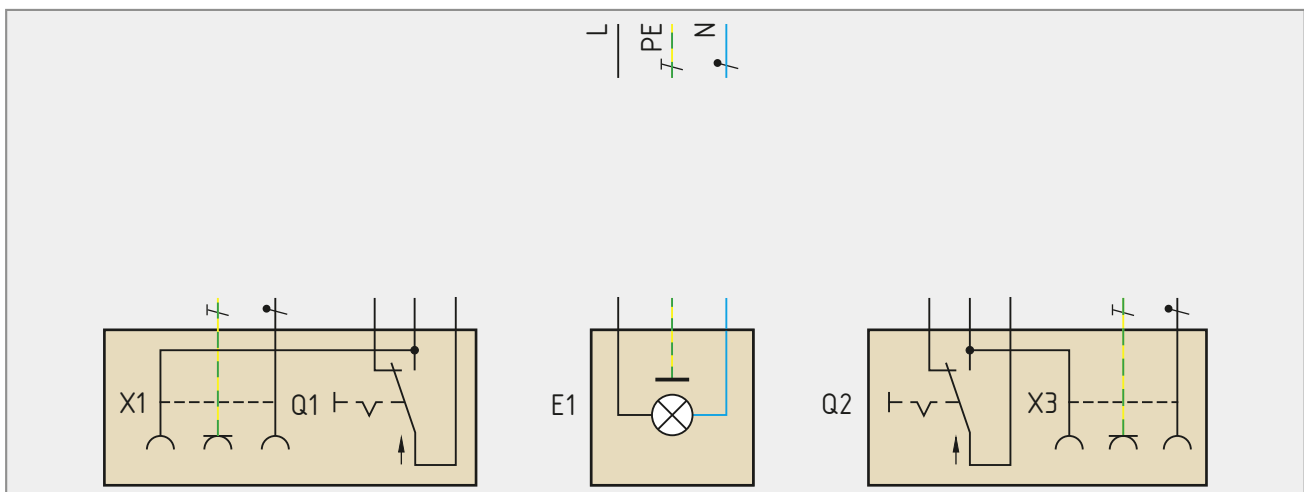


Bild 3: Sparwechselschaltung

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. In welchen Räumen 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. 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?

8. Nennen Sie zwei Beispiele von halogenfreien Niederspannungskabeln.

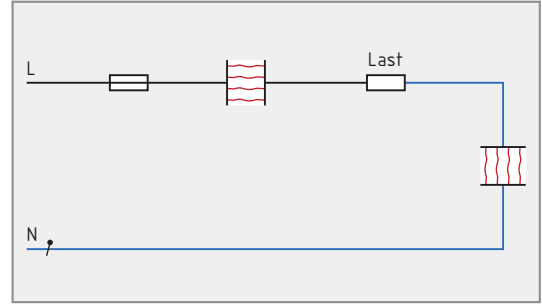


Bild 1: Serieller Fehlerlichtbogen

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	_____

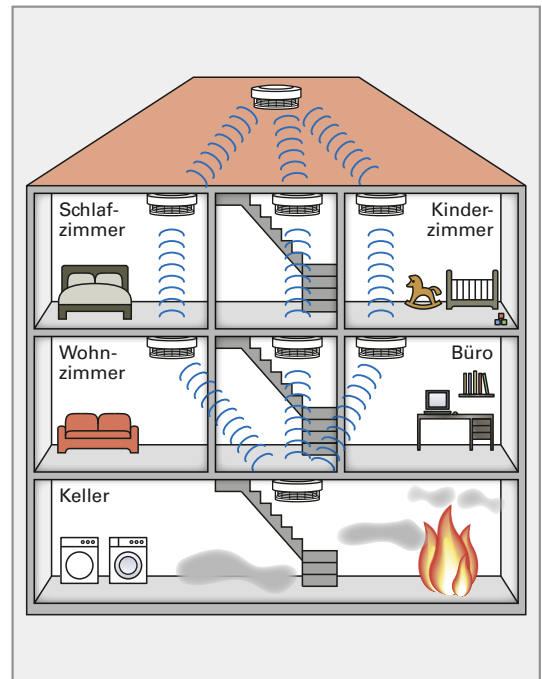


Bild 2: Über Funk vernetzte Rauchwarnmelder

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 200 ms erfolgen (**Bild 1**). Wie groß ist der maximale Abschaltstrom I_a ?

3. Wie groß ist der Abschaltstrom bei Leitungsschutzschaltern der Typen A und C maximal mit $I_N = 16$ A (**Bild 1**)?

4. 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 langsamste Auslösezeit.

a)

b)

5. 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)

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

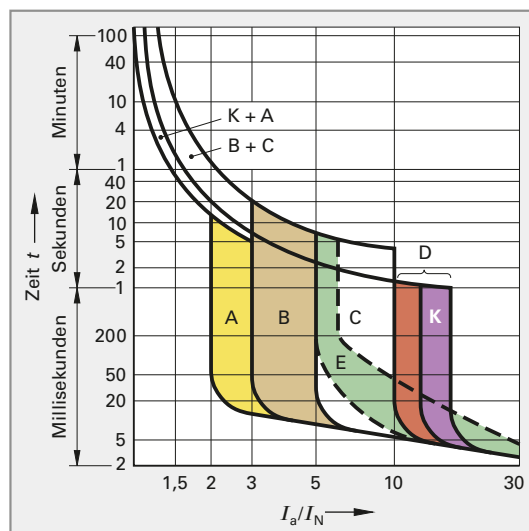


Bild 1: Auslöseebänder von Leitungsschutzschaltern

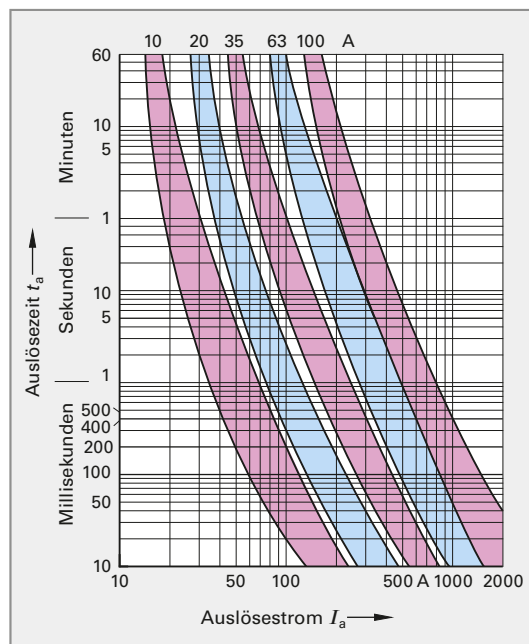


Bild 2: Strom-Zeit-Kennlinien von Ganzbereichssicherungen gG

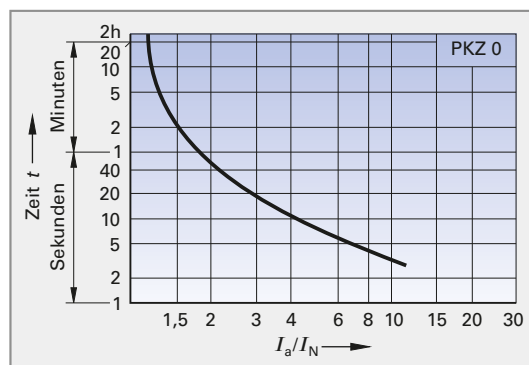


Bild 3: Auslösekennlinie einer Überstrom-Schutzeinrichtung

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 beiden Formeln der Bemessungsstromregel für Schutzeinrichtungen die Indizes.

$$I \leq I_{\text{B}} \leq I_{\text{N}}$$

$$I \leq 1,45 \cdot I_{\text{Z}}$$

15. Ergänzen Sie die Bedeutung der Formelzeichen der Bemessungsstromregel für Schutzeinrichtungen.

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.

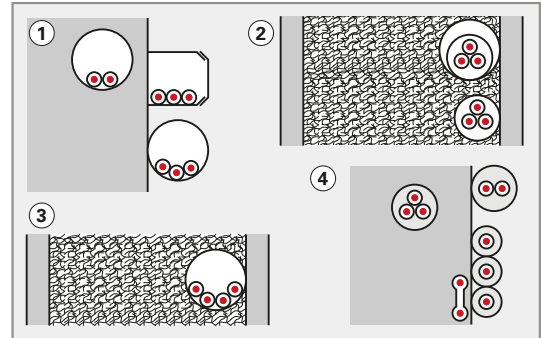


Bild 1: Verlegearten zu Aufgabe 10

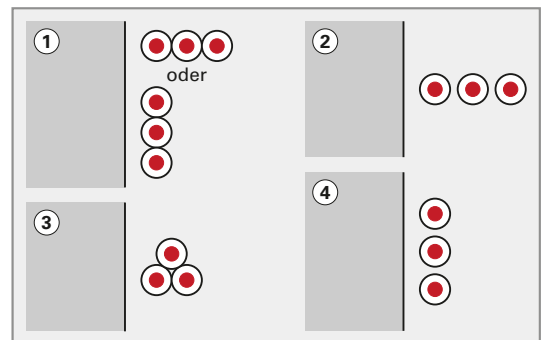


Bild 2: Verlegearten zu Aufgabe 11

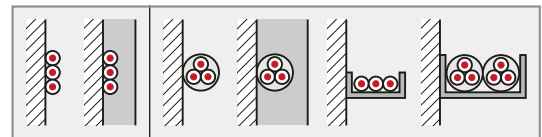


Bild 3: Verlegearten zu Aufgabe 12

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_{B} von Leitungen

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

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} 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.

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.

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_r von Leitungen

Querschnitt in mm ² Cu	Gruppe			
	A2 in A	B2 in A	B1 in A	C in A
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_B als 30 °C

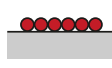
Isolierwerkstoff	ϑ_B °C	Umrechnungsfaktoren				
		15	20	25	30	40
Naturkautschuk	60	1,22	1,15	1,08	1,0	0,82
Polyvinylchlorid	70	1,17	1,12	1,06	1,0	0,87
Ethylenpropylenkautschuk	80	1,14	1,10	1,05	1,0	1,89

$$I_Z = k \cdot I_r$$

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

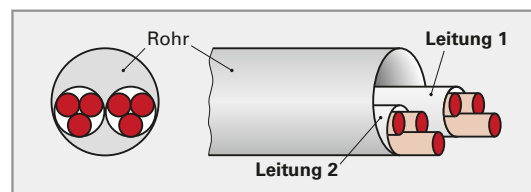


Bild 1: Zwei Mantelleitungen mit je drei Adern in 1 Rohr

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

25. Welche Messinstrumente sind in **Bild 2** bei A und B zu verwenden, um die Schleifenimpedanz zu ermitteln?

Bei A

bei B

26. 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?

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

28. Leitungsschutzschalter besitzen Auslösekennlinien, welche Datenblättern zu entnehmen sind (**Bild 3**). Welche Informationen entnehmen Sie der Kennlinie des Leitungsschutzschalters 32 A für a) $I < 32$ A, b) $I = 40$ A, c) $I = 400$ A?

a)

b)

c)

29. Schaltet der Leitungsschutzschalter 10 A in Bild 3 nur bei Stromstärken kleiner 180 A ab?

30. Das Datenblatt für Leitungsschutzschalter besitzt die Grafik **Bild 4** hinsichtlich der Kurzschlussfähigkeit. Welche Informationen entnehmen Sie der Grafik für den Leitungsschutzschalter AZL32?

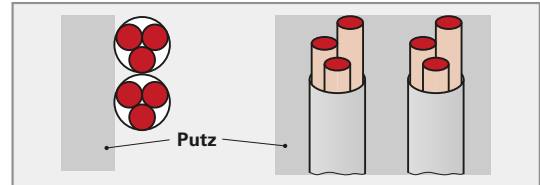


Bild 1: Zwei Leitungen mit je drei Adern auf Putz

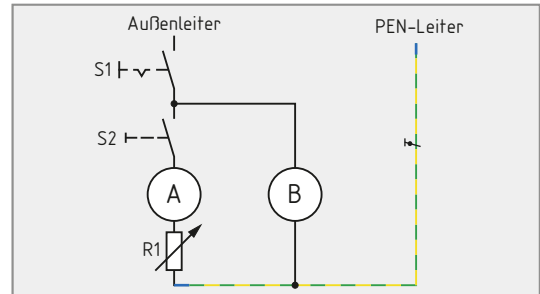


Bild 2: Messschaltung zur Bestimmung der Schleifenimpedanz

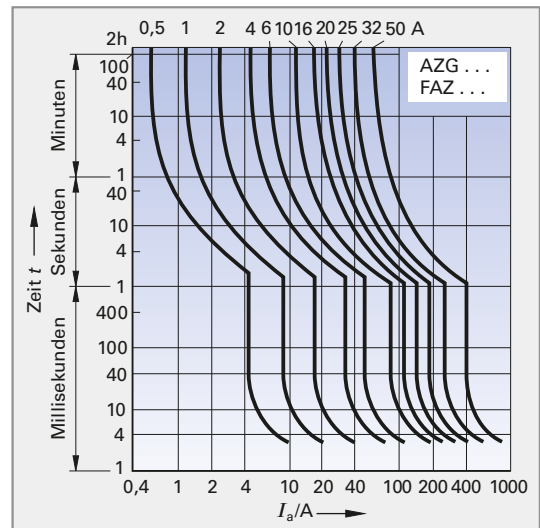


Bild 3: Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern

Querschnitt mm²	AZL 6	AZL 10	AZL 16	AZL 20	AZL 25	AZL 32	AZG 6	AZG 10	AZG 16	AZG 20	AZG 25	AZG 32	AZG 50	Kurzschluss- schutz
0,75														
1														
1,5														
2,5														
4														

Bild 4: Angaben zum Kurzschlusschutz durch Leitungsschutzschalter

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

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: _____

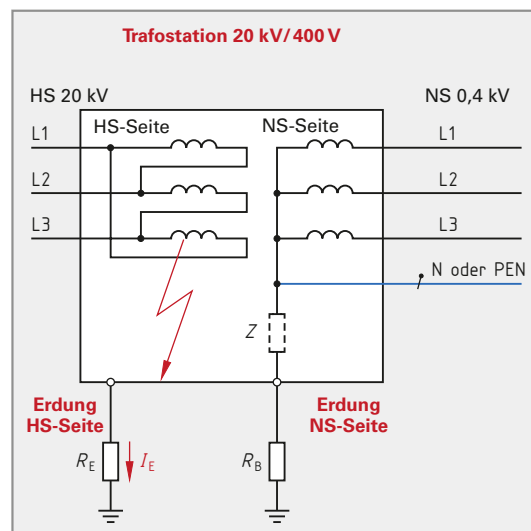


Bild 1: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

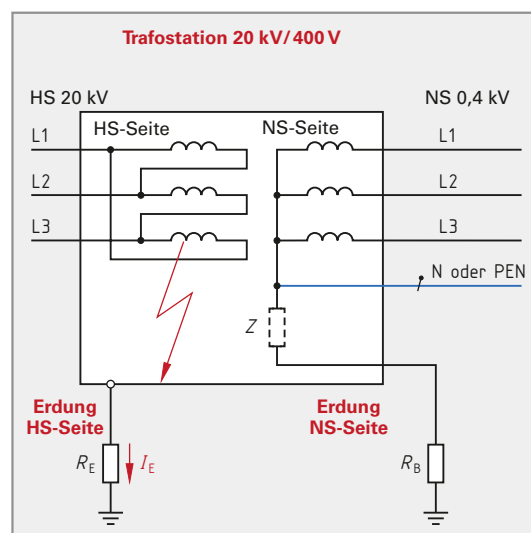


Bild 2: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

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: $U_2 = \sqrt{3} \cdot U_0$

Formel 2: $U_1 = \sqrt{3} \cdot U_0$

Formel 3: $U_2 = 1,45 \cdot U_0$

U_0 Nennspannung Außenleiter - Erde

U_1 BfB Außenleiter - Körper in Trafostation

U_2 BfB Außenleiter - Körper in NS-Anlage

Bild 3: Formeln für betriebsfrequente Beanspruchungsspannungen (BfB)

1| 444 Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen

Protection against Voltage Disturbance and Electromagnetic Disturbances

1. Nennen Sie vier Arten der Beeinflussung durch leitungsgebundene und feldgebundene Störungen.

2. Welche kapazitiven Kopplungen (Störungen) existieren in der Frequenzumrichter-Motoranlage nach **Bild 1** bei A, B, C, D?

A:

B:

C:

D:

3. Der Frequenzumrichter zur Motoransteuerung nach Bild 1 ist mit dem Netzfilter in einem Schaltschrank aus Metall untergebracht (**Bild 2**). Welche praxisüblichen Maßnahmen bzgl. EMV und EMI sind bei A, B, C vorzunehmen?

A:

B:

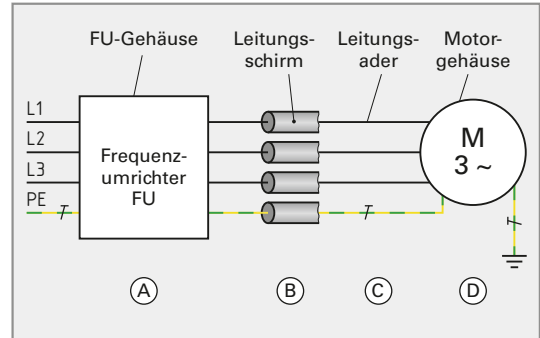
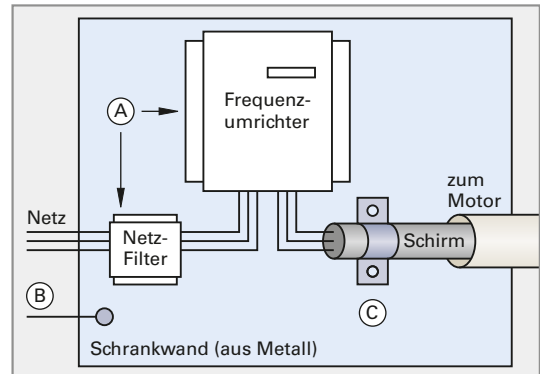
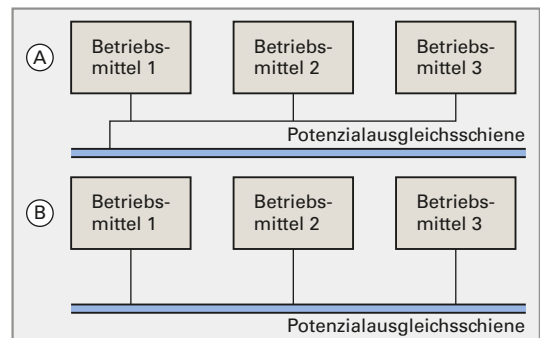
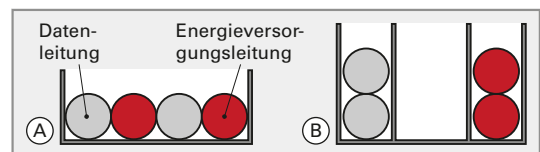
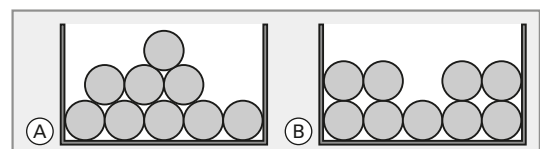
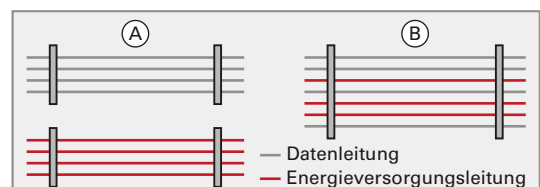
C:

4. Elektrische Betriebsmittel einer elektrischen Anlage sind an die Potenzialausgleichsschiene anzuschließen. Welche Anschlussart von **Bild 3** ist aus EMV-Gründen zu wählen?

5. Energieversorgungsleitungen und IT-Kommunikationsleitungen (Datenleitungen) sind in einem Kabeltragesystem zu verlegen. Welche Art der Leitungsanordnung in **Bild 4** ist wegen der EMV anzuwenden?

6. In einem metallenen Kabeltragesystem sind viele Leitungen zu verlegen. Welche Art der Leitungsanordnung in **Bild 5** ist wegen der EMV anzuwenden?

7. In einem Tunnel sind Energieversorgungsleitungen und IT-Kommunikationsleitungen an der Wand zu befestigen. Welche Art der Leitungsanordnung in **Bild 6** ist wegen der EMV anzuwenden?

**Bild 1: Motoransteuerung über Frequenzumrichter****Bild 2: An Metallwand eines Schaltschranks befestigte elektrische Betriebsmittel****Bild 3: Anschlussmöglichkeiten an die Potenzialausgleichsschiene (Schutzpotenzialausgleichsschiene)****Bild 4: Leitungsverlegung in Kabeltragesystem****Bild 5: Leitungsanordnung in Kabeltragesystem****Bild 6: Verlegung von Leitungen an einer Wand**

1| 460 Trennen und Schalten

Isolating and Switching

1. Welcher Anwendungsbereich ist für DIN VDE 0100-460 zutreffend? Es ist nur eine Antwort richtig, markieren Sie diese.

Diese Norm gilt für ...

- automatische Trenn- und Schaltmaßnahmen, um Gefahren zu verhindern.
- nicht-automatische Unterspannungsüberwachungen mittels Schalter und Trenner.
- Schalt- und Steuergeräte, die ferngeschaltet werden können.
- nicht-automatische Trenn- und Schaltmaßnahmen, um Gefahren zu verhindern.
- automatischen Schutz der aktiven Leiter gegen Überströme mittels Schmelzsicherungen.

Tabelle 1: Auswahl von Betriebsmitteln

A 	B 	C
D 	E 	F

2. Bei a) bis d) fehlt nachfolgend jeweils der Satzanfang, ergänzen Sie die Lücken entweder mit:
Betriebsmäßiges Schalten – NOT-Schaltung (NOT-HALT) – Trennen – Ausschalten für mechanische Instandhaltung.

- ist erforderlich, wenn elektrisch betriebene Betriebsmittel abgeschaltet werden müssen, damit an der Mechanik gefahrlos gearbeitet werden kann. Damit ist nicht der Schutz gegen elektrischen Schlag und Lichtbogen gemeint.
- ist dazu bestimmt, um bei unerwartet auftretende Gefahren in kürzester Zeit abschalten oder gefährliche Bewegungen anhalten zu können.
- bedeutet, alle Stromquellen von der elektrischen Anlage aus Sicherheitsgründen allpolig zu unterbrechen.
- bedeutet, alle Stromquellen von der elektrischen Anlage im normalen Betrieb ein- oder ausschalten.

3. Welcher Fachbegriff ist dem Wort Trennen gleichgestellt?

4. Unbeabsichtigtes Einschalten (gegen Wiedereinschalten sichern) muss verhindert werden. Nennen Sie vier Möglichkeiten.

-
-
-
-

5. Welche Betriebsmittel A bis F in **Tabelle 1** gehören zu Trenneinrichtungen? Vier sind richtig, markieren Sie diese in Tabelle 1.

6. Die Betriebsmittel A bis F in Tabelle 1 sind mit Symbolen dargestellt. Benennen sie diese fachlich richtig.

A: _____
C: _____
E: _____

B: _____
D: _____
F: _____

7. Es wird zwischen NOT-AUS-Einrichtungen (Abschaltung) und NOT-HALT-Einrichtungen (Unterbrechung der Bewegung) unterschieden. Ordnen Sie die Begriffe **Autowaschanlage, Förderband, Großküche, Großrechenanlage, Lehrlabor** und **Rolltreppe** entsprechend zu.

NOT-AUS

NOT-HALT

1| 510 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen

Selection and Erection of Electrical Equipment – Common Rules

1. Ordnen Sie den in **Bild 1** dargestellten Adern entsprechend ihrer Farbe die üblicherweise genutzte Leiterart zu.

A: _____

B: _____

C: _____

D: _____

E: _____

F: _____

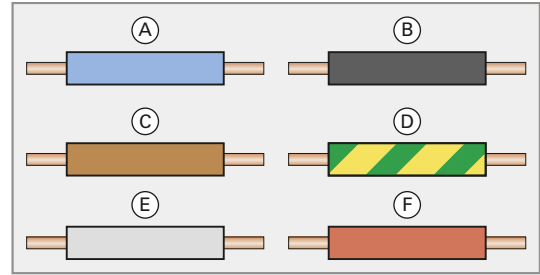


Bild 1: Arten von Adern

2. Welche Leiterart ist in **Bild 2** dargestellt?

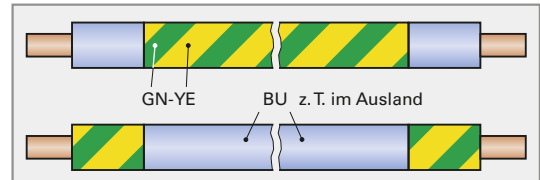


Bild 2: Adern zu Aufgabe 2

3. Ordnen Sie den äußeren Einflüssen und Betriebsbedingungen in **Bild 3** die gebräuchlichen Kurzzeichen AA, AG, AK, AM, BA, CA zu.

4. Ordnen Sie den Leiterarten in **Bild 4** die üblichen Farbkennungen BK, BN, BU, GY, GN-YE zu.

5. Ordnen Sie den Farben in **Bild 5** ihre englische Übersetzung sowie die Farbkennungen für Adern zu.

6. Welche Farbkennungen besitzen die Adern einer 5-adrigen NYM-J Leitung?

7. Welche Anforderung ist bzgl. elektrischer Störungen zu beachten, wenn elektrische Betriebsmittel, die zur Befestigungsseite offen sind, an einer nicht brennbaren Wand oder alternativ auf einer Metalloberfläche befestigt werden?

8. Welche Art von Anlagen sind besonders anfällig für Störeinflüsse von außen?

9. Auf welche Art kann das Eindringen von Störsignalen in elektrische Bauteile verringert werden?

10. Welchen Querschnitt muss ein Cu-Schutzleiter mindestens besitzen, um Schutzleiterströme über 10 mA sicher zu beherrschen?

- | | |
|--|-------|
| 1. Umgebungstemperatur | _____ |
| 2. Mechanischer Schlag | _____ |
| 3. Pflanzen, Schimmel | _____ |
| 4. Personeneignung | _____ |
| 5. Baustoffe | _____ |
| 6. Elektrische und magnetische Einflüsse | _____ |

Bild 3: Äußere Einflüsse u. Betriebsbedingungen

- | | |
|------------------------------------|-------|
| 1. Außenleiter | _____ |
| 2. Neutralleiter | _____ |
| 3. Schutzleiter | _____ |
| 4. Schutzpotenzialausgleichsleiter | _____ |

Bild 4: Arten von Leitern

- | | | |
|--------------|-------|-------|
| 1. Schwarz | _____ | _____ |
| 2. Blau | _____ | _____ |
| 3. Braun | _____ | _____ |
| 4. Grau | _____ | _____ |
| 5. Grün-Gelb | _____ | _____ |
| 6. Rot | _____ | _____ |
| 7. Orange | _____ | _____ |
| 8. Pink | _____ | _____ |
| 9. Türkis | _____ | _____ |
| 10. Violett | _____ | _____ |

Bild 5: Aderfarben

1| 520 Kabel- und Leitungsanlagen

Cable and Wiring Systems

1. Unter welcher Voraussetzung dürfen mehradrige Leitungen für verschiedene Stromkreise in einem Elektroinstallationsrohrsystem verlegt werden?

2. Worauf ist bei der Auswahl von Elektroinstallationsrohren zu achten?

3. Aus welchem Grund sind die Leiter eines Stromkreises z. B. in einem Kabel oder Elektroinstallationsrohr zu verlegen?

4. Nennen Sie drei Voraussetzungen für das erlaubte Verwenden flexibler Leitungen.

5. Ordnen Sie in **Bild 1** den genannten Bereichen die Kabel/Leitungen NYY oder NYM zu.

6. Leiter, Kabel und Leitungen können in verschiedener Art befestigt bzw. verlegt werden (**Tabelle 1**). Vervollständigen Sie Tabelle 1 mit z für zulässige, nz für nicht zulässige Befestigung/Verlegung.

7. Aus welchem Grund müssen einadrige Leiter, Leitungen und Kabel, verlegt in ferromagnetischen Rohren oder Kanälen, für jeden Stromkreis gemeinsam im Rohr oder Kanal verlegt werden?

8. Beim Verlegen von Leitungen mit starren Leitern ist auf die Biegeradien und auf die maximalen Abstände der Befestigungen zu achten. Ordnen Sie den Angaben A, B, C in **Bild 2** für einen Leitungs-Außendurchmesser $\varnothing = 11,8$ mm erlaubte Werte zu und berechnen Sie den Biegeradius R .

A: _____ B: _____

Biegeradius:

C: _____

9. Aus welchem Grund ist das Verlegen von Stegleitungen nur eingeschränkt erlaubt?

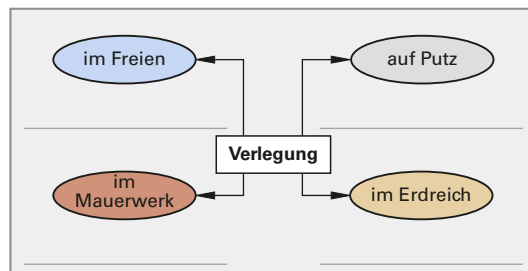


Bild 1: Verlegung von Kabeln/Leitungen

Tabelle 1: Verlegung von Leitern, Kabeln, Leitungen

Art	Befestigung			
	Schellen	Install. Rohr	Kanal	Pritsche
Leiter, blank	_____	_____	_____	_____
Leiter, isoliert	_____	_____	_____	_____
Kabel, mehradrig	_____	_____	_____	_____
Kabel, einadrig	_____	_____	_____	_____

z zulässig, nz nicht zulässig

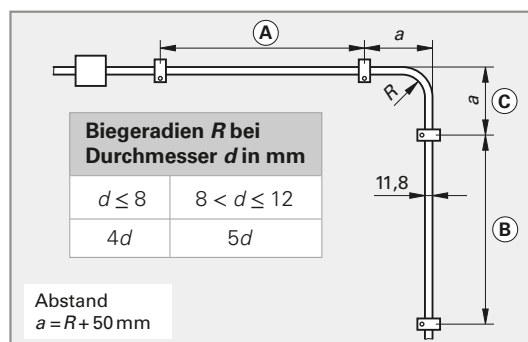


Bild 2: Biegeradien und Befestigungsabstände bei einer Mantelleitung mit starren Leitern