



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektronische, mechatronische
und informationstechnische Berufe

Arbeitsblätter

Schutz durch DIN VDE

Lösungen

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.: 30333L (unbegrenzte Lizenz) · 30333V (Jahreslizenz).

Autoren von Arbeitsblätter Schutz durch DIN VDE:

Sven Brehm
Hartmut Fritsche
Gregor Häberle

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

Ringsheim
Massen
Tettngang

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern

ISBN 978-3-7585-3033-3 (unbegrenzte Lizenz)

ISBN 978-3-7585-3034-0 (Jahreslizenz)

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 Welver

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-Stromerzeugungsein- 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 Saunanlagen
- 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 **1000 V** und bis DC **1500 V**.

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: **TN-C-System**

B: **TN-S-System**

C: **TN-C-S-System**

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

TT-System

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

Die Verbraucher im TT-System sind nicht mit dessen Erder verbunden.

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

TN-S-DC-System

6. Welche Aufgabe hat eine Isolationsüberwachungseinrichtung IMD?

Ein IMD überwacht die Isolation gegen Erde durch permanente Messung z. B. des Schutzleiterstroms.

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

Im TN-S-System sind in den Endstromkreisen PE und N nicht verbunden und der PE ist mit mindestens einem Erder verbunden.

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

Durch automatische Abschaltung der Stromversorgung.

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

Um Gefahren zu vermeiden, Folgen von Fehlern zu begrenzen und um Kontrollen und Prüfungen zu erleichtern.

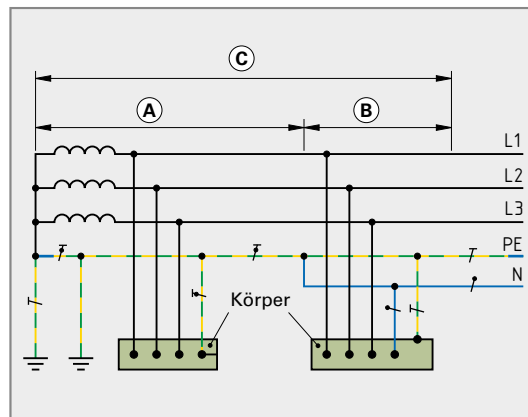


Bild 1: Verteilungssystem zu Frage 2

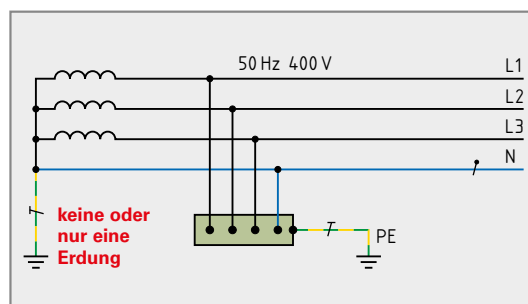


Bild 2: Verteilungssystem zu Frage 3

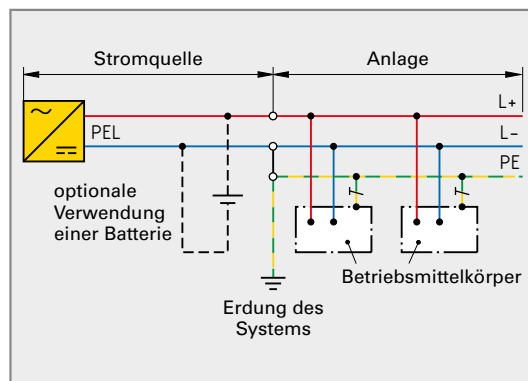


Bild 3: Verteilungssystem zu Frage 5

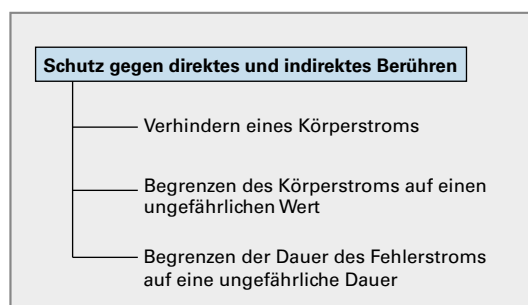


Bild 4: Mögliche Schutzmaßnahmen

1 | 200 Begriffe von Niederspannungsanlagen

Definitions of Low-Voltage Installations

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

- a) **Hausanschlusskasten**
- b) **Berührungsspannung**
- c) **Ableitstrom**
- d) **Fehlerstrom**
- e) **Strombelastbarkeit**
- f) **Aktive Teile**
- g) **Trennen**

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

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

Körper

- b) Grundlegende Isolierung aktiver Teile.

Basisisolierung

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

Bezugserde

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

Erder

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

Haupterdungsschiene

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

Schutzleiter PE

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

Fremdes leitfähiges Teil

- h) Anhalten einer gefährlichen Bewegung im Notfall.

NOT-HALT

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

A: **Außenleiter L1, L2, L3**

B: **PE-Leiter**

C: **N-Leiter**

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

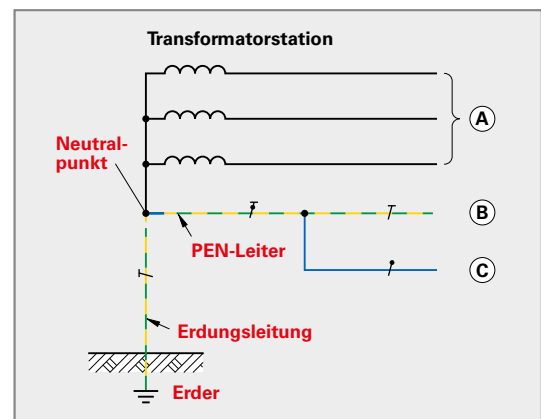


Bild 3: Leiter in einem Drehstromnetz

Tabelle 1: Wichtige Kenngrößen

Kenngröße	Characteristics
Fehlerspannung	Touch voltage
Fehlerstrom	Fault current
Ableitstrom	Leakage current
Überstrom	Overcurrent
Erder	Earth electrode
Schutzerdung	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: **indirektes Berühren**

B: **direktes Berühren**

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

An Stelle A befindet sich der HAK.

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

C: **Leitungsschutzschalter**

D: **Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI)**

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

Zusätzlicher Schutz durch eine RCD in jedem Steckdosenstromkreis.

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

Zusätzlicher Schutz durch eine RCD in jedem Endstromkreis.

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

A: **Körperschluss**

B: **Leiterschluss**

C: **Kurzschluss**

D: **Erdschluss**

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	
$F = \frac{I_{BN}}{I_B}$	
F Herzstromfaktor	I_{BN} Körperstrom von linker Hand zu Fuß
I_B Körperstrom	

$$F = 0,4 \rightarrow I_{BN} = I_B \cdot F = 20 \text{ mA} \cdot 0,4 = 8 \text{ mA}$$

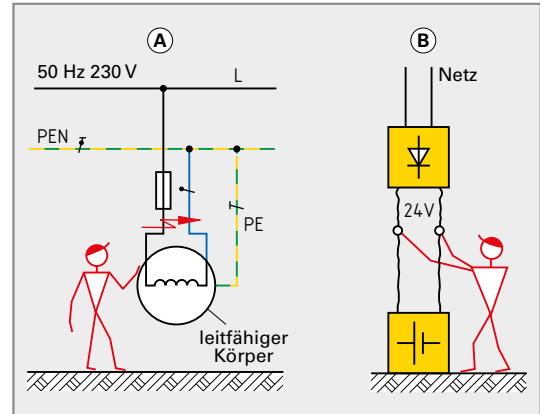


Bild 1: Direktes, indirektes Berühren

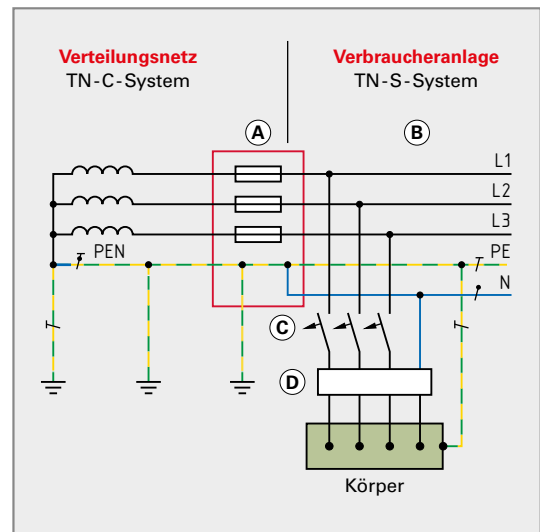


Bild 2: TN-Systeme

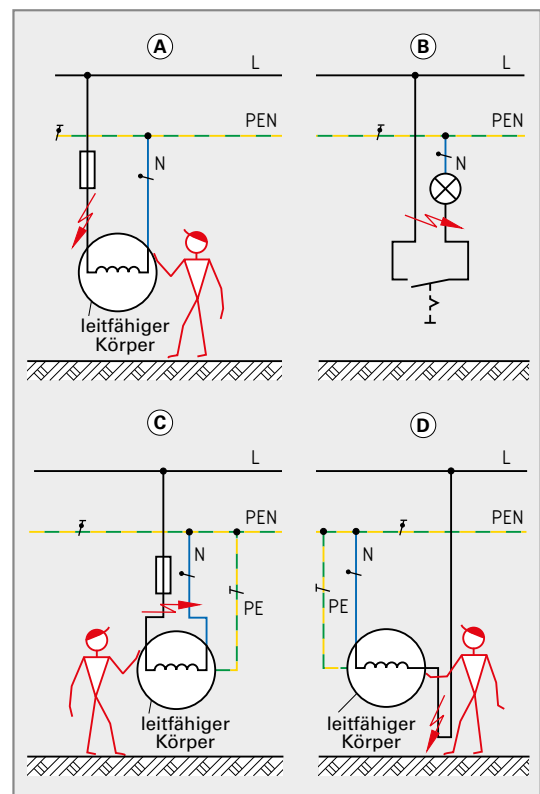


Bild 3: Arten von Fehlern in einer elektrischen Anlage

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

Die elektrische Anlage funktioniert nicht mehr ordnungsgemäß, z. B. ist Ausschalten nicht mehr möglich.

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

Sehr großer Fehlerstrom. Am Verbraucher liegt dann fast keine Spannung mehr.

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

Gefährdung von Mensch und Tier infolge gefährlicher Spannung am Körper.

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

Gefährliche Spannung am/im Erdboden, Spannungserhöhung in anderen Leitern.

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?

Es sind vor dem Körper eine Überstrom-Schutzeinrichtung und eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zu installieren.

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

Im TN-C-System sind PE-Leiter und N-Leiter im PEN-Leiter vereint. Eine RCD kann einen Fehlerfall nicht erkennen.

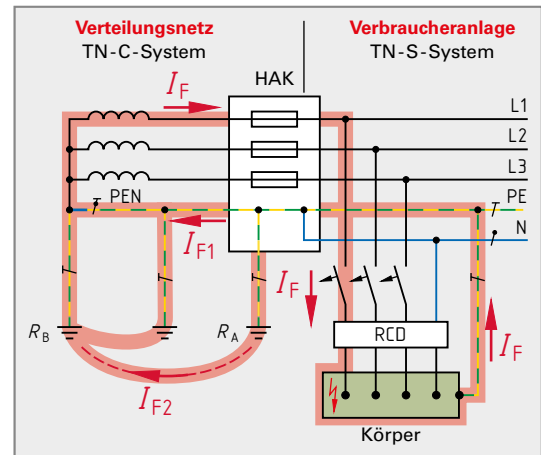


Bild 1: Isolationsfehler einer elektrischen Anlage

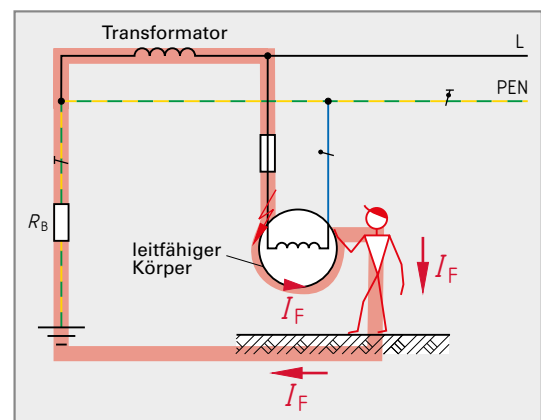


Bild 2: Isolationsfehler in einem leitfähigen Körper

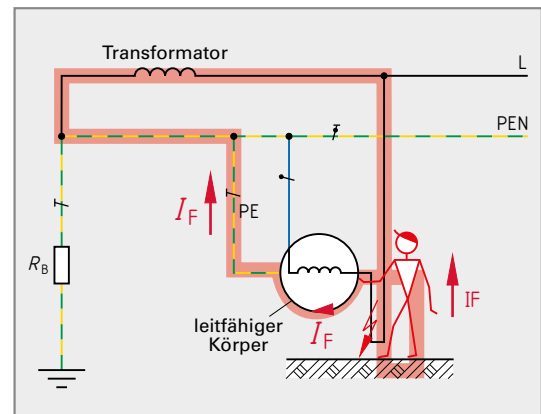


Bild 3: Erdschluss in einer elektrischen Anlage

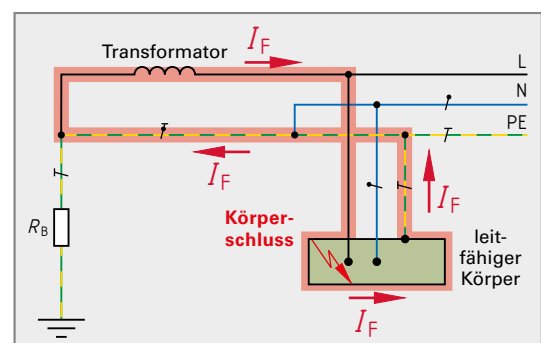


Bild 4: Abschaltung bei Isolationsfehler durch RCD

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

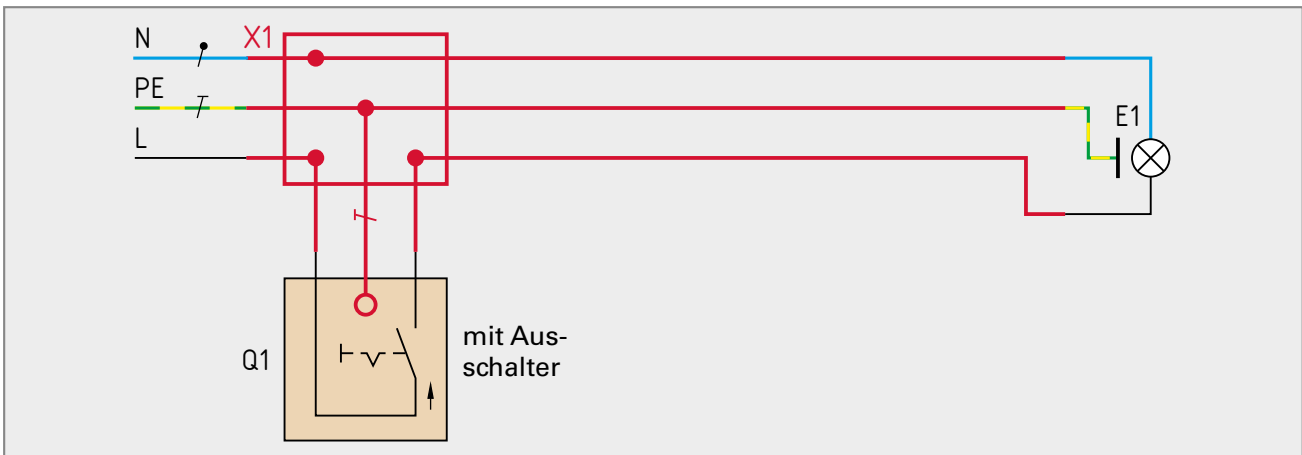


Bild 1: Ausschaltung

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

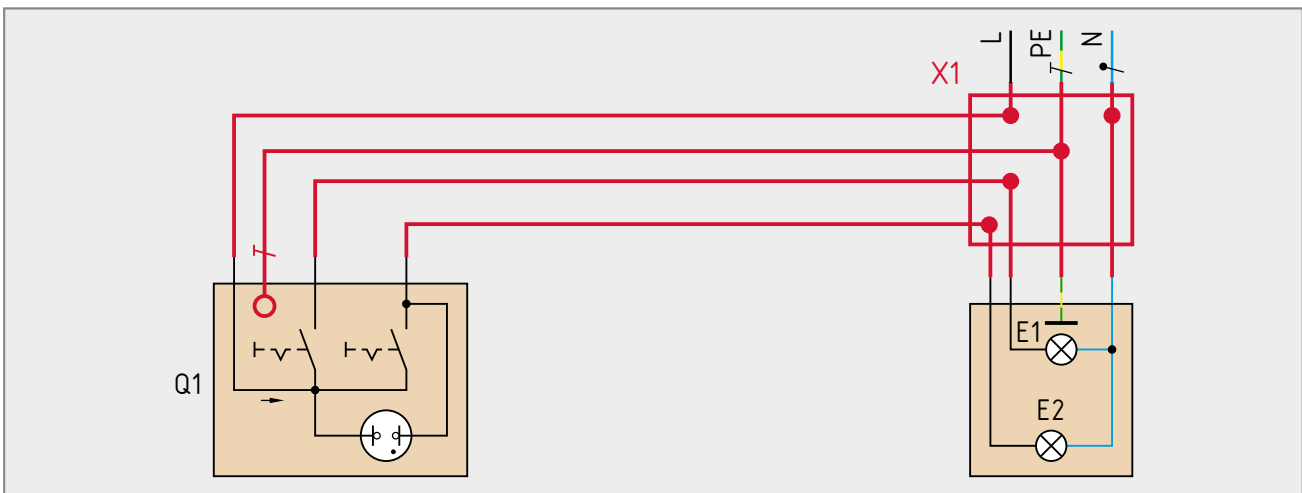


Bild 2: Serienschaltung

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

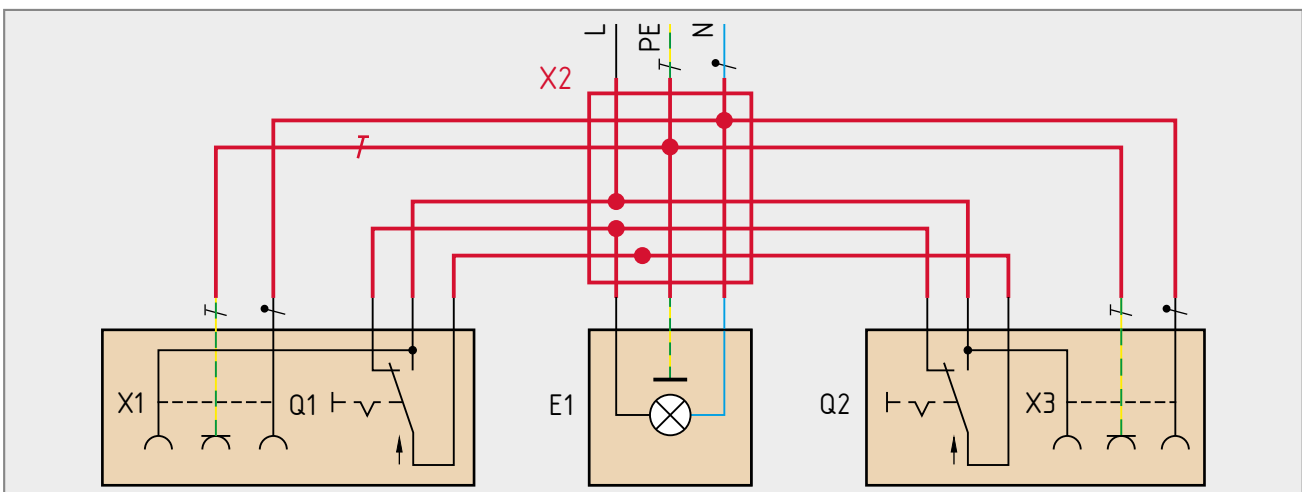


Bild 3: Sparwechselschaltung

1| 420 Schutz gegen thermische Auswirkungen

Protection against thermal Effects

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

Wenn Kontakte oxidieren oder sich lockern.

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

Ein Lichtbogen zwischen Außenleiter und Neutralleiter.

3. Wodurch unterscheiden sich Brandschutzschalter und Rauchwarnmelder?

Brandschutzschalter erkennen Fehlerlichtbögen und schalten einen Anlagenteil ab, Rauchwarnmelder geben bei Rauchererkennung ein akustisches Warnsignal.

4. In welchen Räumen sind AFDDs z. B. zu empfehlen?

AFDDs sind zu empfehlen in feuergefährdeten Betriebsstätten, ggf. auch in Schlaf- und Aufenthaltsräumen von Heimen.

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?

Halogenfreie Kabel und Leitungen sind nicht flammausbreitend.

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?

Es lösen alle Rauchwarnmelder im Gebäude Alarm aus.

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

Die Funkverbindung darf durch Dämpfung infolge Stahl-Betondecken nicht unterbrochen werden.

8. Nennen Sie zwei Beispiele von halogenfreien Niederspannungskabeln.

NHXH, N2XH

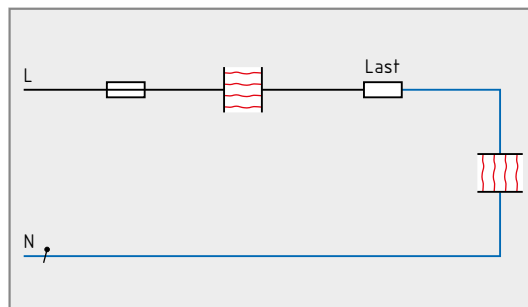


Bild 1: Serieller Fehlerlichtbogen

Tabelle 1: Zuordnung von Euroklassen zu Gebäuden

Gebäude	Euroklasse
Gebäude freistehend bis 13 m hoch	E _{CA}
Justizvollzugsanstalt	C _{CA}
Büro-, Verwaltungsgebäude	C _{CA}
Versammlungsstätte mit mehr als 200 Personen	C _{CA}
Gaststätten, Hotels	C _{CA}
Pflegeheime, Krankenhäuser	B2 _{CA}
Wohnheime	C _{CA}
Schulen, Hochschulen	C _{CA}
Bahntunnels	B2 _{CA}
Fluchtwege	B2 _{CA}
Tiefgaragen	C _{CA}

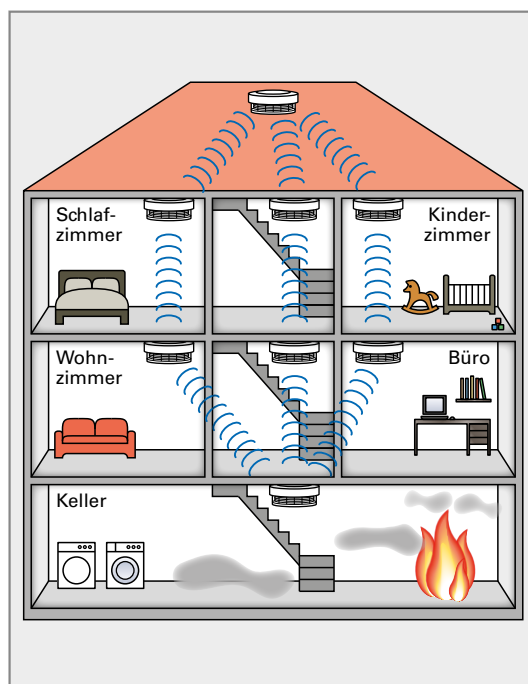


Bild 2: Über Funk vernetzte Rauchwarnmelder

1| 430 Schutz bei Überstrom

Protection against Overcurrent

1. Welche Aufgabe haben Überstrom-Schutzeinrichtungen?

Überströme in Leitungen zu unterbrechen, um schädliche thermische oder mechanische Auswirkungen auf das Leitungssystem zu verhindern.

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 ?

Der Abschaltstrom beträgt maximal

$$I_a = 5 \cdot 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

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

Typ A: $I_a = 3 \cdot 16 \text{ A} = 48 \text{ A}$

Typ C: $I_a = 10 \cdot 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$

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) **Beim Auslösestrom 60 A beträgt die schnellste Auslösezeit 100 ms.**

b) **Beim Auslösestrom 60 A beträgt die langsamste Auslösezeit 2 s.**

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) **Es handelt sich um eine Überlast-Schutzeinrichtung, die nur mit einem thermischen Auslöser ausgestattet ist.**

b) **Überstrom-Schutzeinrichtungen gegen Kurzschluss erfordern einen Schnellauslöser im Bereich von ms.**

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

Der elektromagnetische Auslöser.

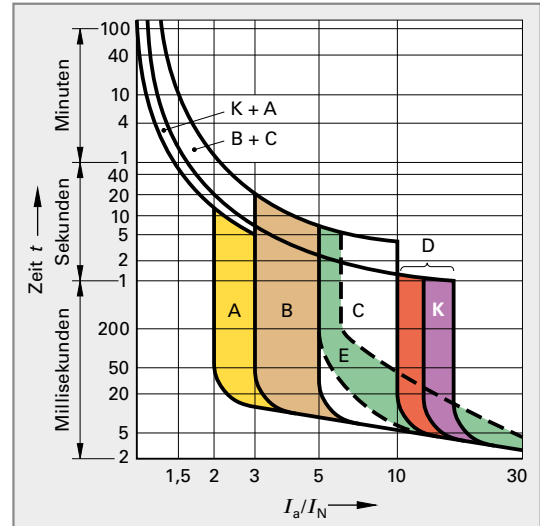


Bild 1: Auslösebander von Leitungsschutzschaltern

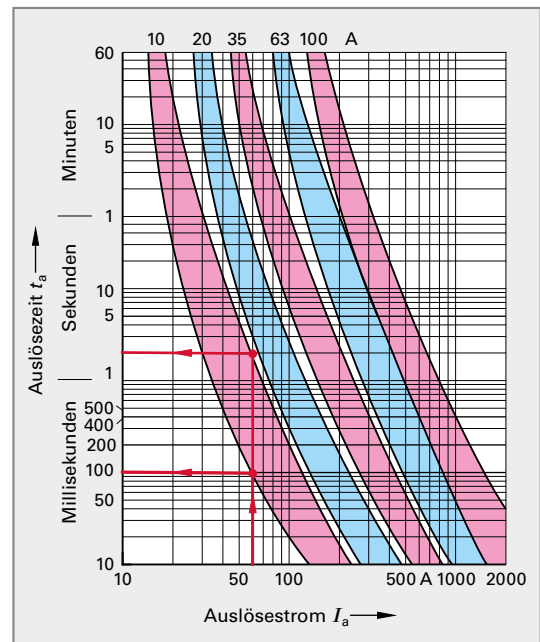


Bild 2: Strom-Zeit-Kennlinien von Ganzbereichssicherungen gG

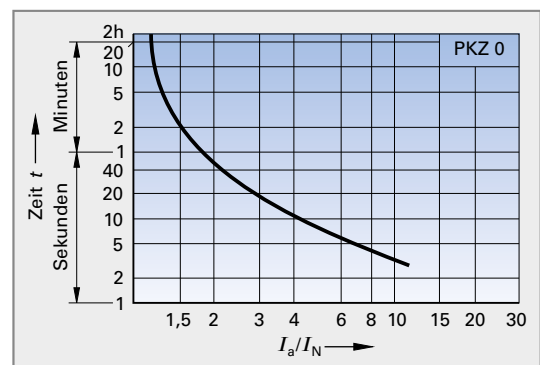


Bild 3: Auslösekennlinie einer Überstrom-Schutzeinrichtung

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

Bei gleichem Querschnitt von Neutralleiter und Außenleitern.

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

Bei extremer Oberschwingungslast oder bei kleinerem Neutralleiterquerschnitt gegenüber dem Außenleiterquerschnitt.

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

Wenn der Stromkreis durch eine RCD mit $I_{\Delta N} \leq 300 \text{ mA}$ geschützt ist.

10. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in Bild 1?

Bei 1, 2, 3, 4: B1; A2; A1; C

11. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in Bild 2?

Bei 1, 2, 3, 4: F; G; F; G

12. Welche Verlegearten zeigen die Abbildungen in Bild 3?

Die Abbildungen entsprechen alle der Verlegeart C.

13. Wovon hängt die Strombelastbarkeit einer Leitung ab?

Sie hängt von der Art der Leitung und der Kühlung der Leitung ab.

14. Ergänzen Sie in den beiden Formeln der Bemessungsstromregel für Schutzeinrichtungen die Indizes.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \qquad I_t \leq 1,45 \cdot I_Z$$

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

I_B Betriebsstrom Stromkreis

I_N Bemessungsstrom Schutzeinrichtung

I_Z zulässige Dauerbelastbarkeit der Leitung

I_t Stromstärke für sichere Abschaltung

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

A2 besitzt eine schlechtere Wärmeabfuhr als A1.

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

In Verlegeart C sind die Leitungen in keinem Installationsrohr oder geschlossenem Installationskanal verlegt.

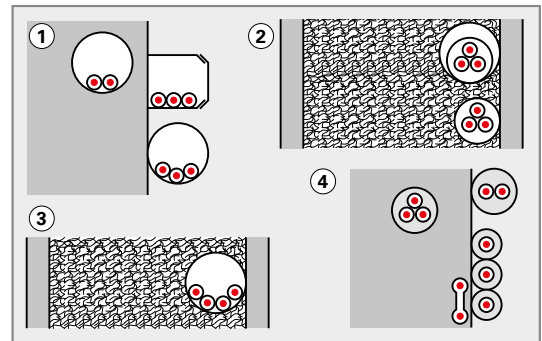


Bild 1: Verlegearten zu Aufgabe 10

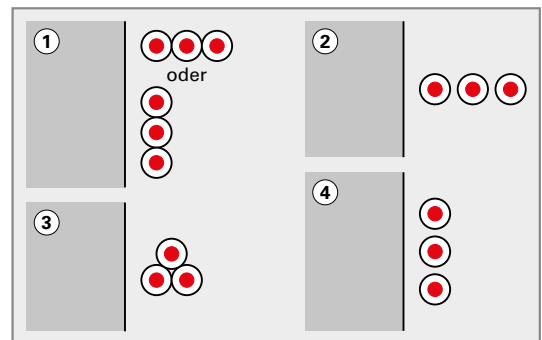


Bild 2: Verlegearten zu Aufgabe 11

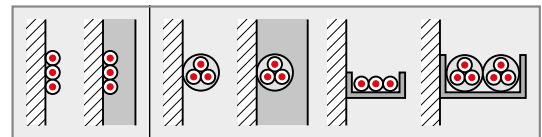


Bild 3: Verlegearten zu Aufgabe 12

Tabelle 1: Stombelastbarkeit I_t 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?

Die Verlegearten besitzen unterschiedliche

Wärmeabführungen. Größere Querschnitte

ermöglichen größere Stromstärken.

19. Welche Verlegebedingung trifft für Verlegeart B2 zu?

Mehradrige Mantelleitung im Rohr oder Kanal auf oder in der Wand.

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?

Verlegeart B2 ist anzuwenden.

b) Wie groß ist die Strombelastbarkeit I_{Z25} unter Berücksichtigung von **Tabellen 1 und 2**?

Die Strombelastbarkeit I_{r30} beträgt für 30°C

Umgebungstemperatur 38 A.

Nach Tabelle 2 beträgt der Umrechnungsfaktor k

für 25 °C Umgebungstemperatur für PVC-Isolierstoff 1,06. Daraus folgt

$$I_{Z25} = k \cdot I_{r30} = 1,06 \cdot 38 \text{ A} = 40,28 \text{ A} \rightarrow 40 \text{ A.}$$

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 $I_{Z25} = 40 \text{ A}$ bei einer Leitung.

Bei zwei Leitungen beträgt für die Verlegeanordnung der Häufungsfaktor $k_2 = 0,8$.

Es folgt $I_Z = k_2 \cdot I_{Z25} = 0,8 \cdot 40 \text{ A} = 32 \text{ A}$.

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.

Die Verlegeart ist C. Strombelastbarkeit $I_{r30} = 46 \text{ A}$ nach Tabelle 1 für Umgebungstemperatur 30 °C für eine Leitung. Nach Tabelle 2 Umrechnungsfaktor $k = 1,06$ für Umgebungstemperatur 25 °C und PVC-Isolierwerkstoff.

Es folgt $I_{Z25} = k \cdot I_{r30} = 1,06 \cdot 46 \text{ A} = 48,76 \text{ A} \rightarrow 48 \text{ A}$ für eine Leitung.

Bei zwei Leitungen beträgt für die Verlegeanordnung der Häufungsfaktor $k_2 = 0,85$.


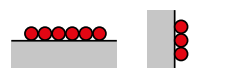
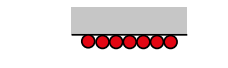
Es folgt $I_Z = k_2 \cdot I_{Z25} = 0,85 \cdot 48 \text{ A} = 40,8 \text{ A} \rightarrow 40 \text{ A}$.

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

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

$I_Z = k \cdot I_r$	
I_Z Strombelastbarkeit	k Umrechnungsfaktor
I_r Bemessungsstrombelastbarkeit	

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

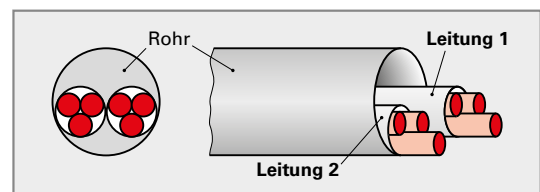


Bild 1: Zwei Mantelleitungen mit je drei Adern in 1 Rohr

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**).

Der Fehlerstrom durch den Erdungswiderstand der Trafostation erzeugt Spannungen, die in das Niederspannungsnetz übertragen werden.

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

Betriebsfrequente Fehlerspannung, betriebsfrequente Beanspruchungsspannung

3. Welchen Nachteil besitzt die betriebsfrequente Beanspruchungsspannung?

Die Isolierung der Betriebsmittel wird beansprucht.

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.

Ja, es tritt keine Fehlerspannung auf der Niederspannungsseite auf. R_E und R_B besitzen keine Verbindung.

5. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** die Erdschlusssauern 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: **Bei Neutralleiterbruch oder nach**

1. Fehler im IT-System mit Neutralleiter jeweils im Niederspannungssystem.

Formel 2: **Bei Neutralleiterbruch oder nach**

1. Fehler im IT-System mit Neutralleiter jeweils in der Trafostation.

Formel 3: **Bei Kurzschluss in der Niederspannungsanlage zwischen einem Außenleiter und dem Neutralleiter.**

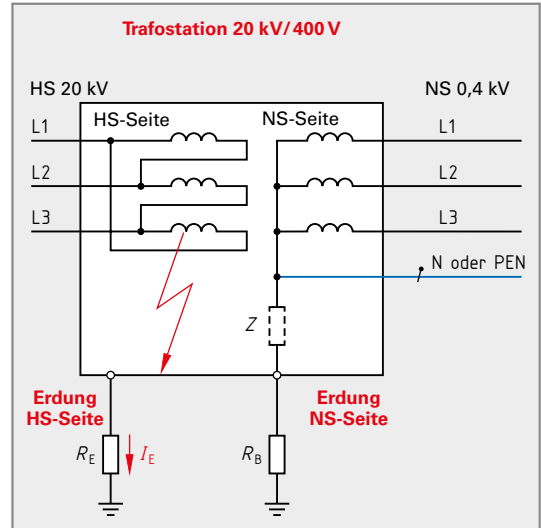


Bild 1: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

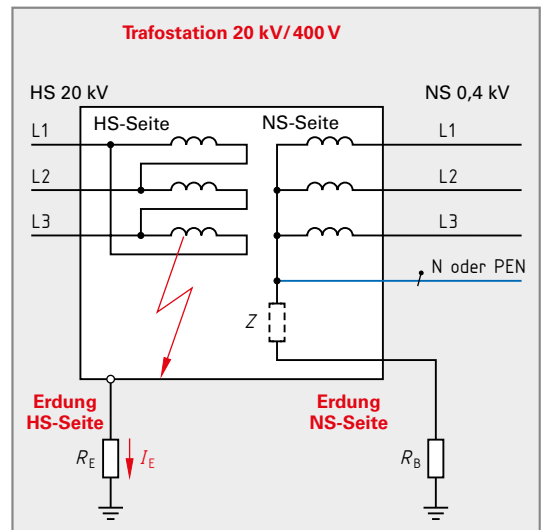


Bild 2: Transformatorstation für Übergang Hochspannungsnetz zu Niederspannungsnetz

Tabelle 1: Betriebsfrequente Beanspruchungsspannungen	
Erdschlusssdauer im Hochspannungsnetz	Zulässige Beanspruchungsspannung im Niederspannungsnetz
$> 5 \text{ s}$	$U_0 + 250 \text{ V}$
$\leq 5 \text{ s}$	$U_0 + 1200 \text{ V}$
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 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.

Kapazitive Störungen, induktive Störungen, galvanische Störungen, Störungen durch Funk.

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

A: **Kopplung im Frequenzumrichter zum**

Frequenzumrichtergehäuse

B: **Kopplung zwischen Leitungsader und**

Leitungsschirm

C: **Kopplung zwischen den Leitungsadern**

D: **Kopplung im Motor zum Motorgehäuse**

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: **Großflächige Masseverbindung von Umrichter und Netzfilter am Schaltschrank**

B: **Großflächige Kontaktierung des PE an der Schaltschrankwand**

C: **Kontaktierung des Schirms der Motorleitung an der Schaltschrankwand**

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

Anschlussart B

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

Anordnung B

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

Anordnung B

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?

Anordnung A

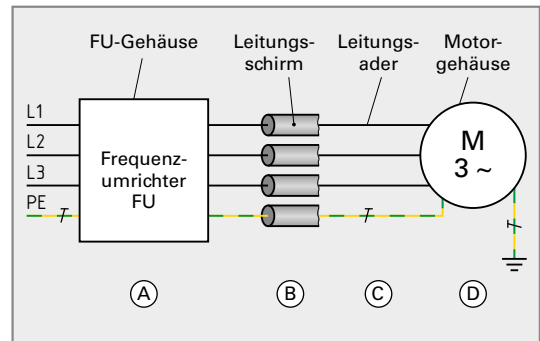


Bild 1: Motoransteuerung über Frequenzumrichter

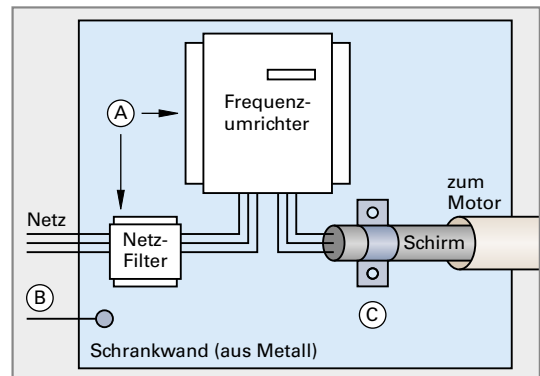


Bild 2: An Metallwand eines Schaltschranks befestigte elektrische Betriebsmittel

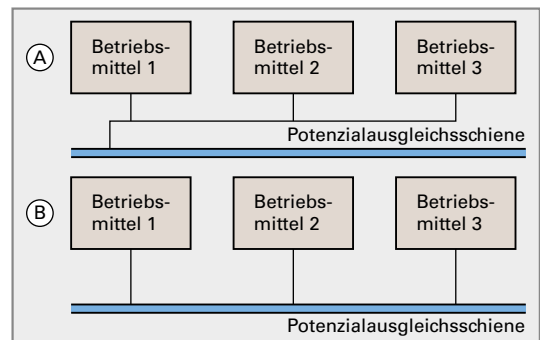


Bild 3: Anschlussmöglichkeiten an die Potenzialausgleichsschiene (Schutzpotentialausgleichsschiene)

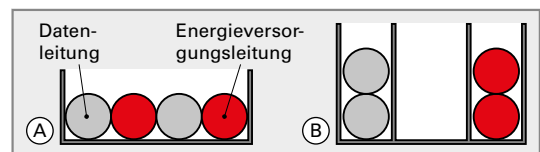


Bild 4: Leitungsverlegung in Kabeltragesystem

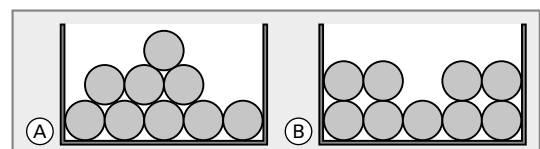


Bild 5: Leitungsanordnung in Kabeltragesystem

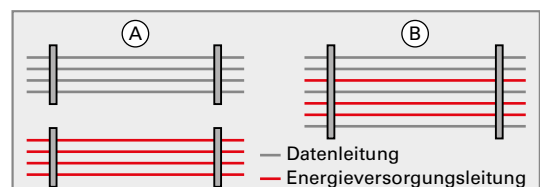


Bild 6: Verlegung von Leitungen an einer Wand

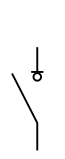
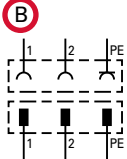
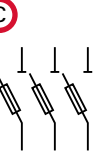
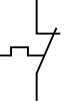
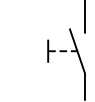
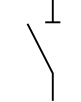
1| 460 Trennen und Schalten

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.

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.

a) **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.

b) **NOT-Ausschaltung (NOT-HALT)**

ist dazu bestimmt, um bei unerwartet auftretende Gefahren in kürzester Zeit abschalten oder gefährliche Bewegungen anhalten zu können.

c) **Trennen**

bedeutet, alle Stromquellen von der elektrischen Anlage aus Sicherheitsgründen allpolig zu unterbrechen.

d) **Betriebsmäßiges Schalten**

bedeutet, alle Stromquellen von der elektrischen Anlage im normalen Betrieb ein- oder ausschalten.

3. Welcher Fachbegriff ist dem Wort Trennen gleichgestellt?

Freischalten

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

- Anbringen eines Schaltverbotsschildes.**
- Abschließen der Trennvorrichtungen mit einem Sperrschloss.**
- Einsetzen von Sperrstöpseln in Schraubensicherungssystemen.**
- Einsetzen von NH-Blindelementen.**

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: **Lasttrennschalter, Lasttrenner**

B: **Steckvorrichtung (Stecker und Kupplung)**

C: **Sicherungstrennschalter**

D: **Thermokontaktschalter**

E: **handbetätigter Taster**

F: **Trennschalter**

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

NOT-AUS	Großküche	NOT-HALT	Autowaschanlage
	Großrechenanlage		Förderband
	Lehlabor		Rolltreppe

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: **Neutralleiter N, Steuerleiter bei DC**

B: **Außenleiter L1, L2, L3**

C: **Außenleiter L1, L2, L3**

D: **Schutzleiter PE**

E: **Außenleiter L1, L2, L3**

F: **Steuerleiter bei AC**

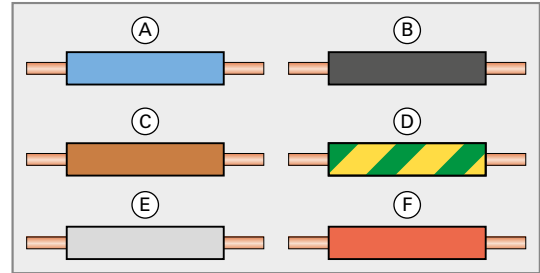


Bild 1: Arten von Adern

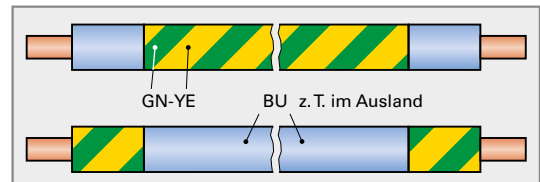


Bild 2: Adern zu Aufgabe 2

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

PEN-Leiter

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

1. Umgebungstemperatur	AA
2. Mechanischer Schlag	AG
3. Pflanzen, Schimmel	AK
4. Personeneignung	BA
5. Baustoffe	CA
6. Elektrische und magnetische Einflüsse	AM

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?

GN-YE, BU, BN, BK, GY

Bild 3: Äußere Einflüsse u. Betriebsbedingungen

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?

Die Metalloberfläche muss mit dem Schutzleiter PE oder dem Schutzpotenzialausgleichsleiter PB verbunden werden.

1. Außenleiter	BK, BN, GY
2. Neutralleiter	BU
3. Schutzleiter	GN-YE
4. Schutzpotenzialausgleichsleiter	GN-YE

Bild 4: Arten von Leitern

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

Informationstechnische Anlagen

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

Durch Einsatz von Filtern.

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

10 mm²

1. Schwarz	black	BK
2. Blau	blue	BU
3. Braun	brown	BN
4. Grau	grey	GY
5. Grün-Gelb	green yellow	GN-YE
6. Rot	red	RD
7. Orange	orange	OG
8. Pink	pink	PK
9. Türkis	turquoise	TQ
10. Violett	violet	VT

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?

Alle Leiter müssen für die höchste vorkommende Nennspannung isoliert sein.

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

Die Festigkeitsklassen der Rohre sind je nach Verlegeort verschieden.

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

Wegen der einfacheren Fehlersuche.

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

Verlegung in mechanisch geschützter Umhüllung, geeignet für mittlere Beanspruchung bei fest installierten Betriebsmitteln, geeignet für schwere Beanspruchung in nur zeitweise errichteten Gebäuden.

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?

Die Magnetfelder heben sich dadurch weitgehend auf.

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: ≤ 300 mm B: ≤ 400 mm

Biegeradius:

Bei $\varnothing = d = 11,8$ mm folgt $R = 5 \cdot 11,8$ mm = 59 mm.

C: $a = R + 50$ mm = 59 mm + 50 mm = 109 mm

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

Weil Stegleitungen eine schwache Isolierung besitzen, die Leiter können dadurch leicht beschädigt werden.

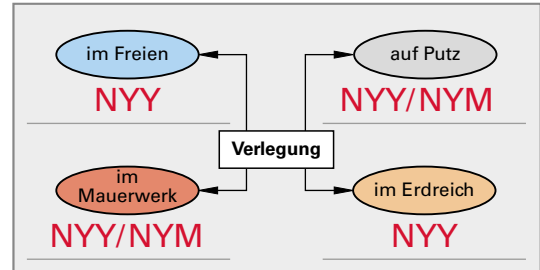


Bild 1: Verlegung von Kabeln/Leitungen

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

z zulässig, nz nicht zulässig

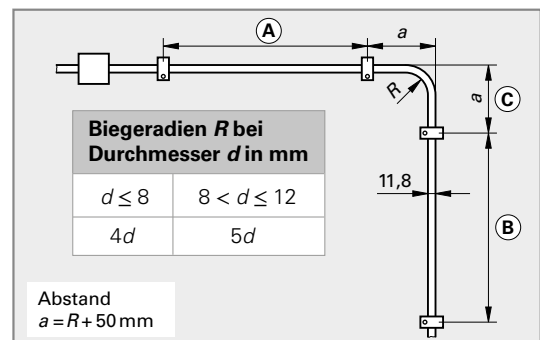


Bild 2: Biegeradien und Befestigungsabstände bei einer Mantelleitung mit starren Leitern