

## 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](http://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, 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?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

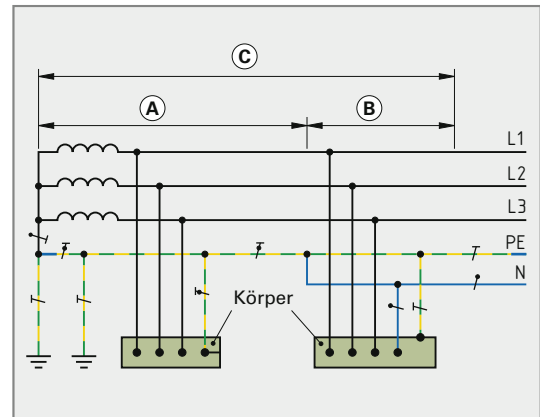


Bild 1: Verteilungssystem zu Frage 2

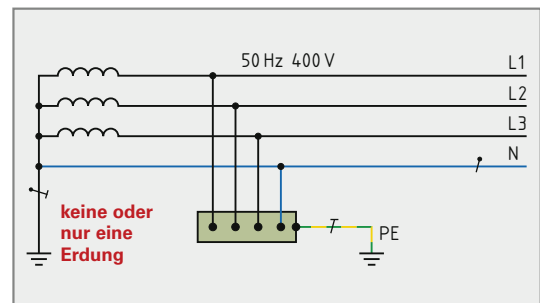


Bild 2: Verteilungssystem zu Frage 3

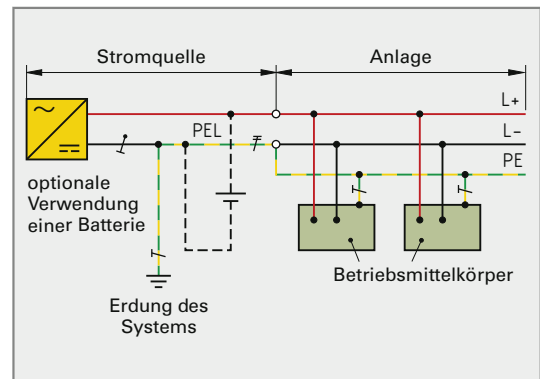


Bild 3: Verteilungssystem zu Frage 5

#### Schutz gegen direktes und indirektes Berühren

Verhindern eines Körperstroms

Begrenzen des Körperstroms auf einen ungefährlichen Wert

Begrenzen der Dauer des Fehlerstroms auf eine ungefährliche Dauer

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, welche 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: \_\_\_\_\_

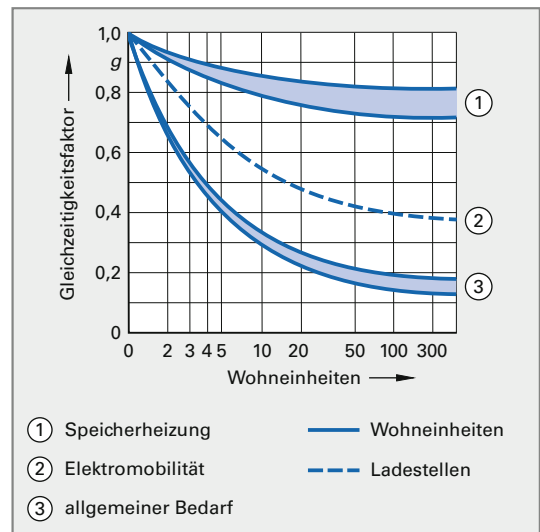
Drei Leiter, drei Außenleiter: \_\_\_\_\_

Drei Leiter, zwei Außenleiter: \_\_\_\_\_

Vier Leiter, drei Außenleiter: \_\_\_\_\_

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

**Bild 1: Beispiele von Orten mit elektrischen Anlagen**



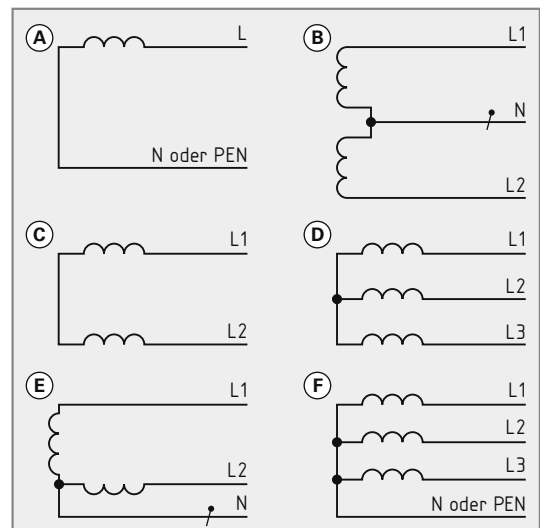
**Bild 2: Gleichzeitigkeitsfaktoren bei Wohnanlagen**

**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?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

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, Erdern 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:

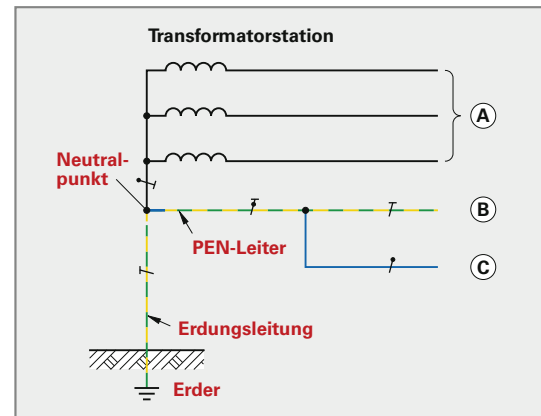
- Am Speisepunkt wird die Energie in die elektrische Anlage eingespeist.
- Ein Mensch oder Nutztier steht unter Spannung bei Auftreten eines Isolationsfehlers an einem elektrischen Teil.
- Infolge zulässiger Erwärmung der Isolierung entsteht ein Strom an unerwünschter Stelle.
- Bei einem Isolationsfehler 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 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.

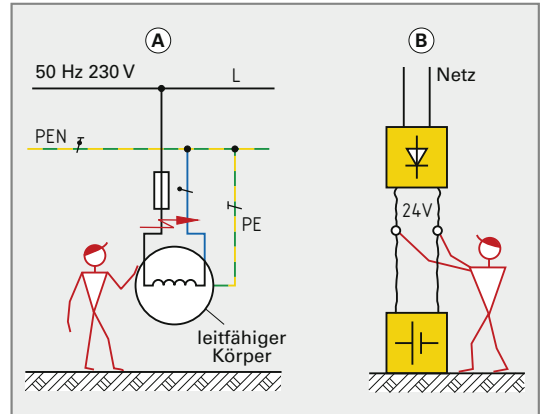
Berechnen Sie mithilfe von Formel 1 den Körperstrom bei gleicher Wirkung von der linken Hand zu den Füßen (Herzstromfaktor 0,4), wenn der Elektroinstallateur gestanden wäre.

**Herzstromfaktor**

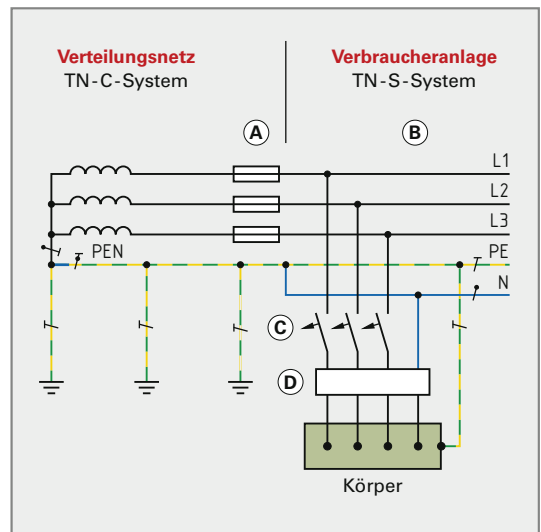
$$F = \frac{I_{BN}}{I_B}$$

1

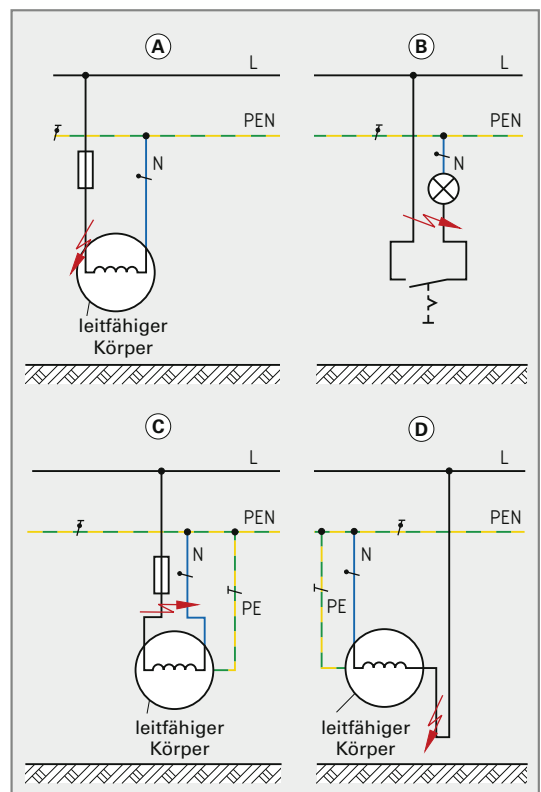
$F$ Herzstromfaktor	$I_{BN}$ Körperstrom von linker Hand zu Fuß
$I_B$ Körperstrom	



**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?

---



---



---



---

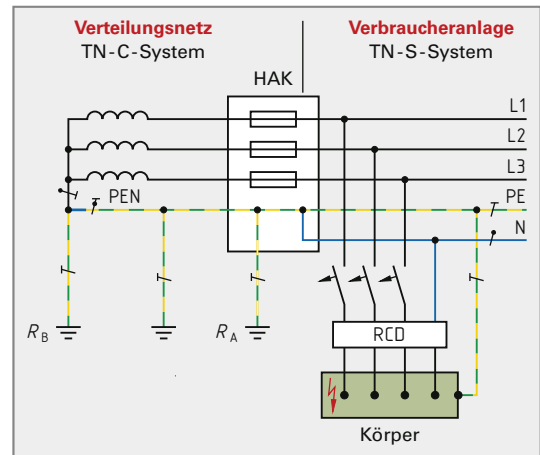


Bild 1: Isolationsfehler einer elektrischen Anlage

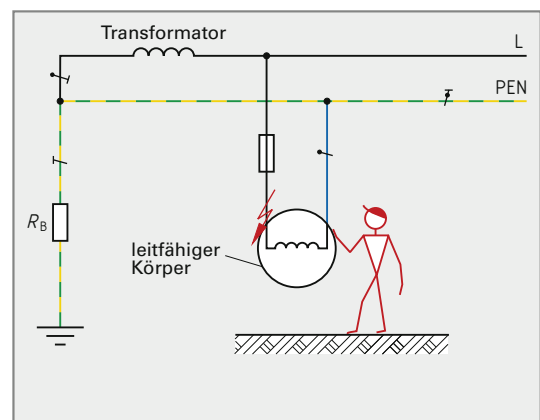


Bild 2: Isolationsfehler in einem leitfähigen Körper

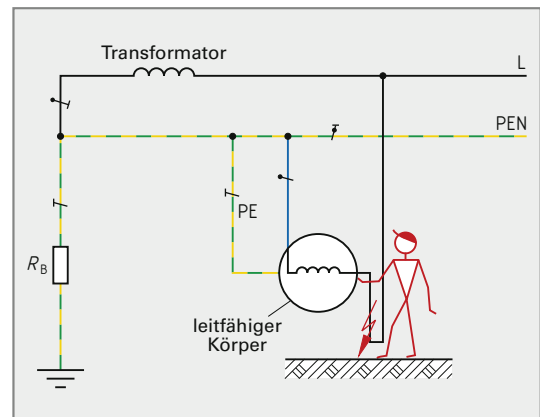


Bild 3: Erdschluss in einer elektrischen Anlage

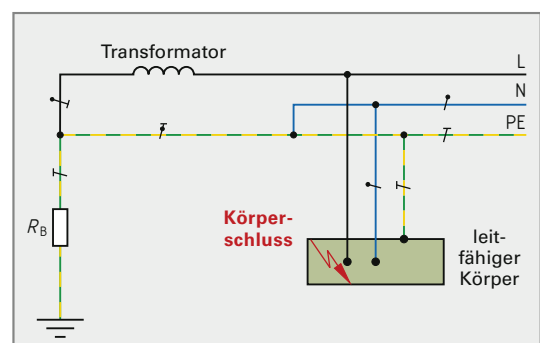
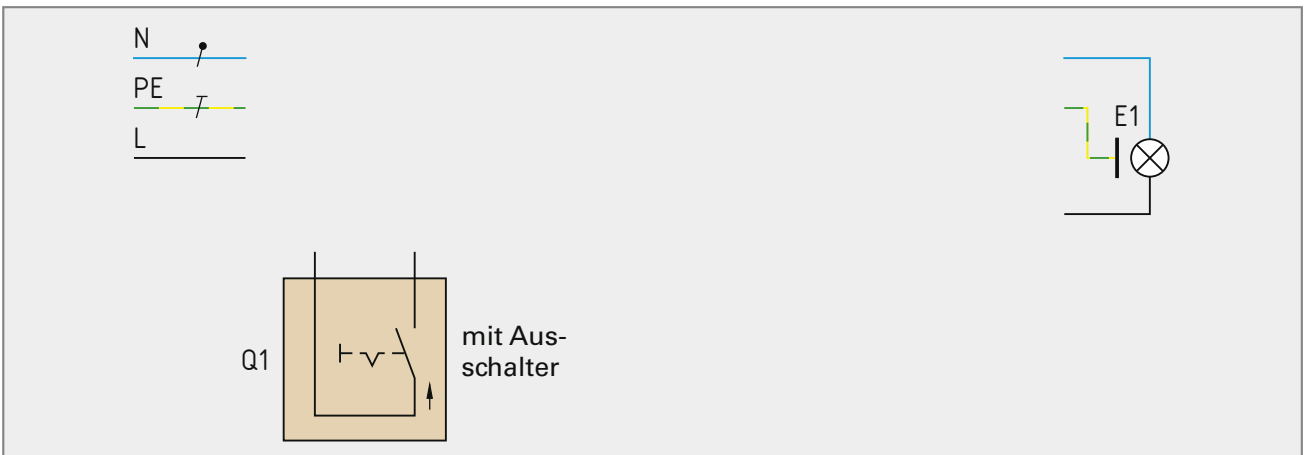


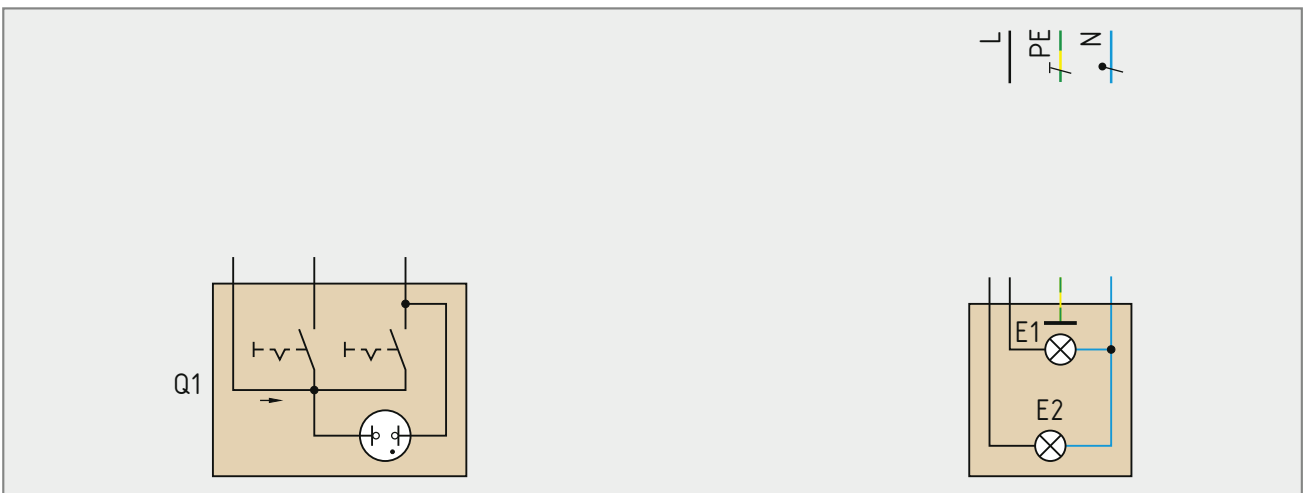
Bild 4: Abschaltung bei Isolationsfehler durch RCD

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



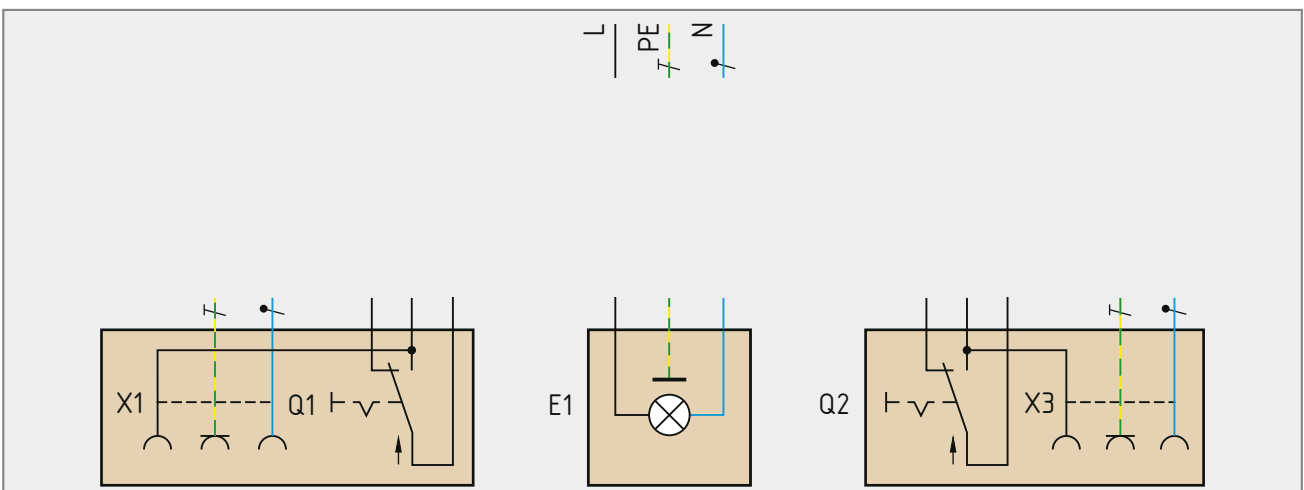
**Bild 1: Ausschaltung**

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



**Bild 2: Serienschaltung**

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



**Bild 3: Sparwechselschaltung**

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 $\leq 63 \text{ A}$		Verteilungsstromkreise
	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

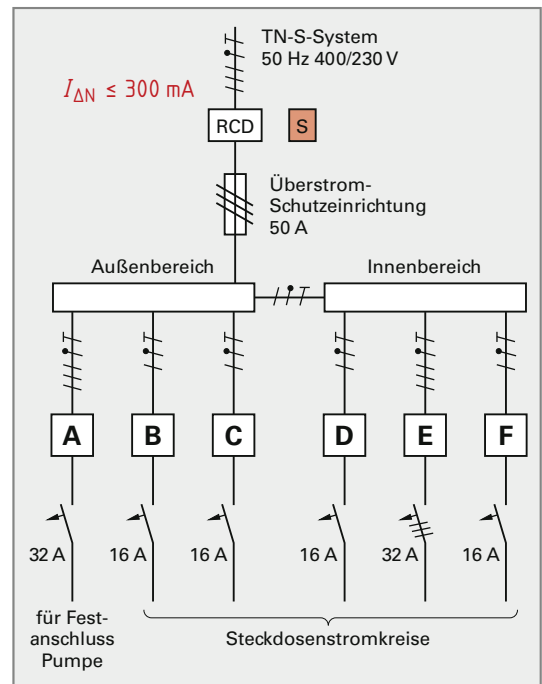


Bild 1: Zusätzlicher Schutz durch RCD

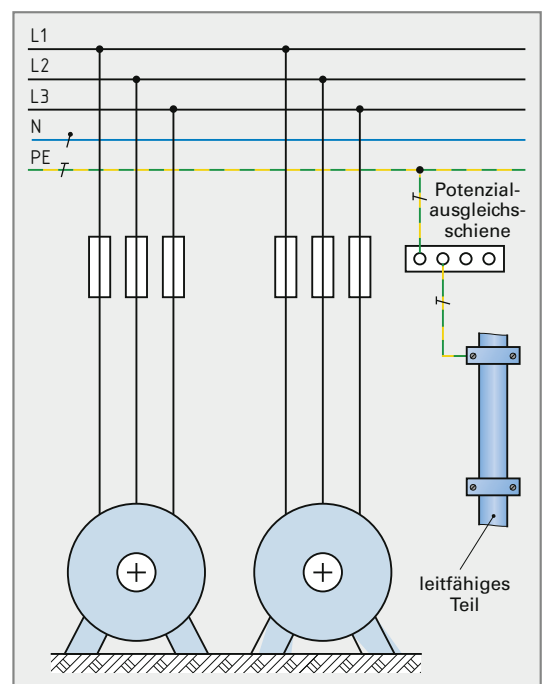


Bild 2: Schutz durch zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich



**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?

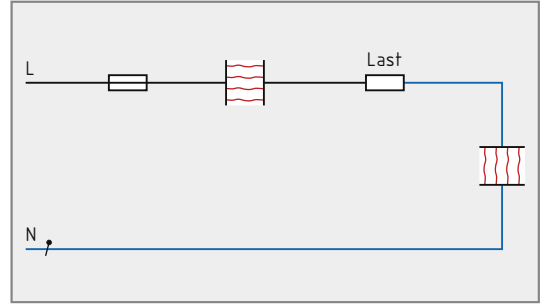
---



---



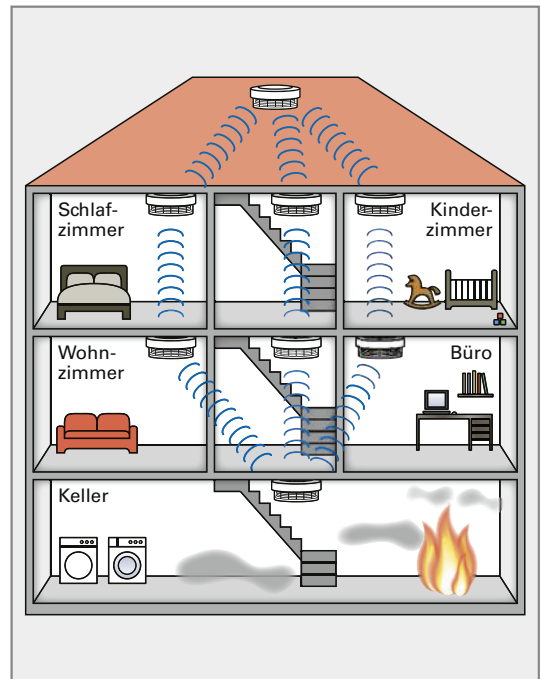
---



**Bild 1: Serieller Fehlerlichtbogen**

**Tabelle 1: Zuordnung von Euroklassen zu Gebäuden**

Gebäude	Euroklasse
Gebäude freistehend bis 13 m hoch	_____
Justizvollzugsanstalt	_____
_____	C <sub>CA</sub>
Versammlungsstätte mit mehr als 200 Personen	_____
_____	C <sub>CA</sub>
Pflegeheime, Krankenhäuser	_____
Wohnheime	_____
_____	C <sub>CA</sub>
_____	B2 <sub>CA</sub>
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. 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 langsamste 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) 

---

---

---

---

b) 

---

---

---

---

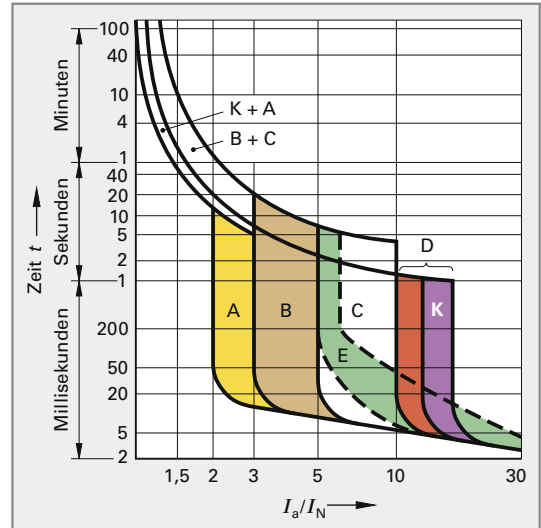


Bild 1: Auslösebander von Leitungsschutzschaltern

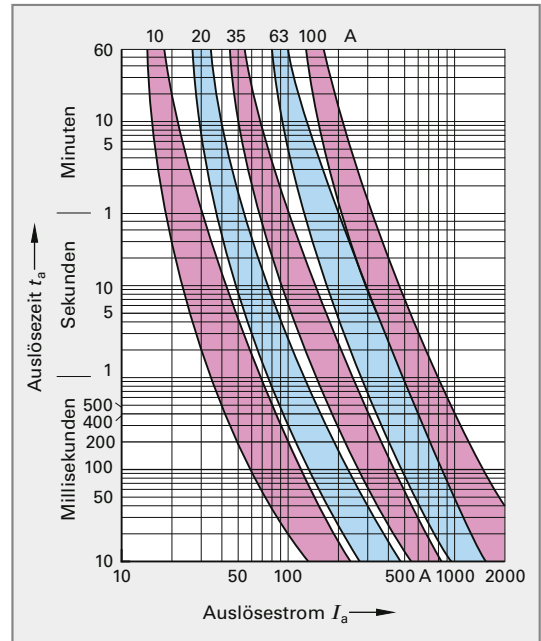


Bild 2: Strom-Zeit-Kennlinien von Ganzbereichssicherungen gG

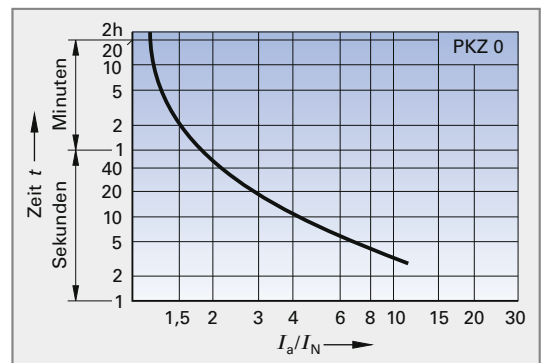


Bild 3: Auslösekennlinie einer Überstrom-Schutzeinrichtung

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.

---



---

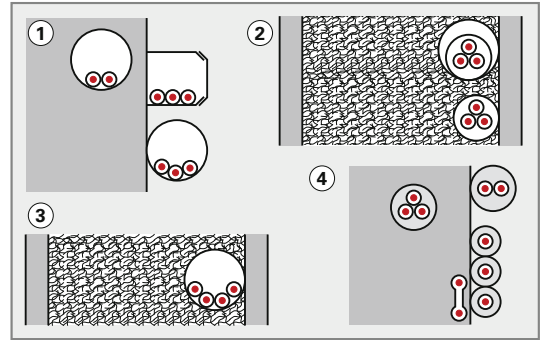


Bild 1: Verlegearten zu Aufgabe 10

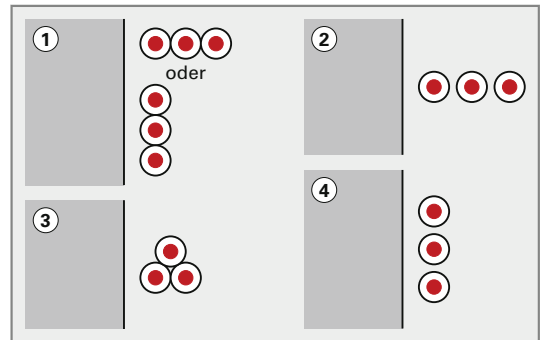


Bild 2: Verlegearten zu Aufgabe 11

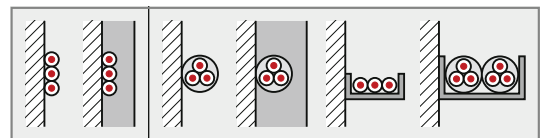


Bild 3: Verlegearten zu Aufgabe 12

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 mm<sup>2</sup> 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.

---



---



---

22. Zwei NYM-J-Leitungen 3 x 6 mm<sup>2</sup> 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.

---



---



---



---



---



---

**Tabelle 1: Strombelastbarkeit  $I_r$  von Leitungen in A**

Querschnitt in mm <sup>2</sup> 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  $\vartheta_U$  als 30 °C**




Isolierwerkstoff ( $\vartheta_B$ max. Betriebstemperatur)	$\vartheta_B$ °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

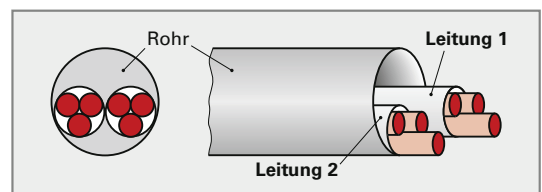
$$I_Z = k \cdot I_r$$

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**

23. Bestimmen Sie den Umrechnungsfaktor  $k_1$  für eine Umgebungstemperatur von  $40\text{ °C}$  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*  $70\text{ °C}$  und  $90\text{ °C}$  den Tabellen 1 und 2 zu.

Tabelle 1: \_\_\_\_\_

Tabelle 2: \_\_\_\_\_

26. Aus welchem Grund besitzen Leitungen für eine Leitertemperatur von  $90\text{ °C}$  eine höhere Strombelastbarkeit als Leitungen, die für eine Leitertemperatur von  $70\text{ °C}$  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 fünfadrigige Leitung für einen Drehstrommotor mit Bemessungsstrom von  $40\text{ A}$  wird als Mantelleitung in einem Installationsrohr auf Putz verlegt. Die Umgebungstemperatur beträgt  $30\text{ °C}$ , die Leitertemperatur bis  $90\text{ °C}$  (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) \_\_\_\_\_

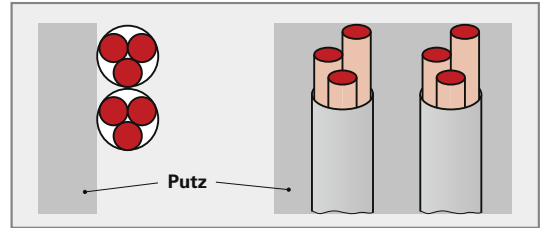


Bild 1: Zwei Leitungen mit je drei Adern auf Putz

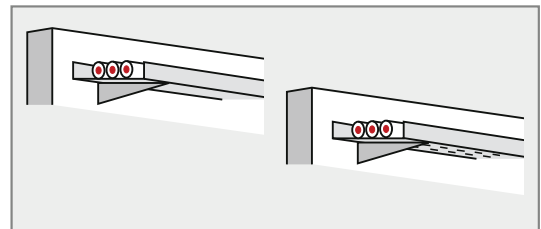


Bild 2: Verlegearten von Leitungen

Tabelle 1: Strombelastbarkeit  $I_r$  für Cu-Leiter

Nennquerschnitt in mm <sup>2</sup>	Strombelastbarkeit $I_r$ 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  $30\text{ °C}$

Tabelle 2: Strombelastbarkeit  $I_r$  für Cu-Leiter

Nennquerschnitt in mm <sup>2</sup>	Strombelastbarkeit $I_r$							
	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  $30\text{ °C}$

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?

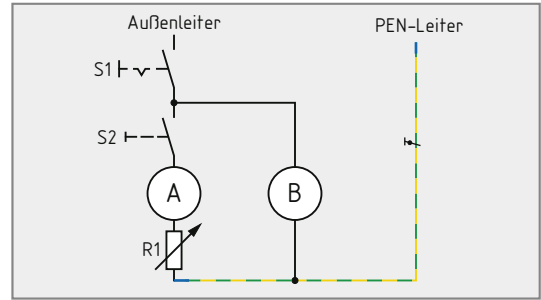
---

---

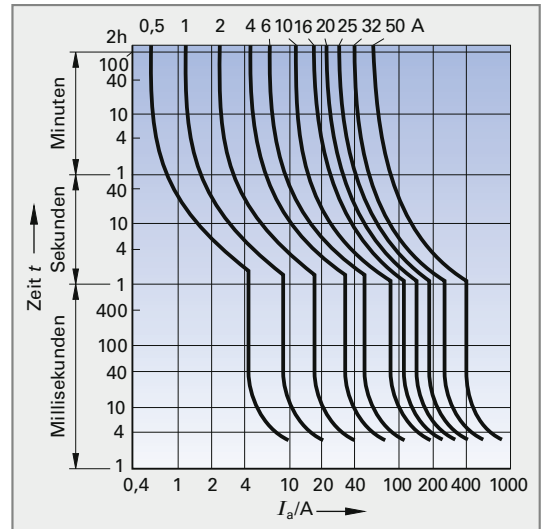
---

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 mm <sup>2</sup>	Tx					Ty					Kurzschlusschutz	
	6	10	16	20	25	32	6	10	16	20		25
0,75	nicht erfüllt					erfüllt					Kurzschlusschutz erfüllt nicht erfüllt	
1	nicht erfüllt					erfüllt						
1,5	nicht erfüllt					erfüllt						
2,5	nicht erfüllt					erfüllt						
4	nicht erfüllt					erfüllt						

**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?

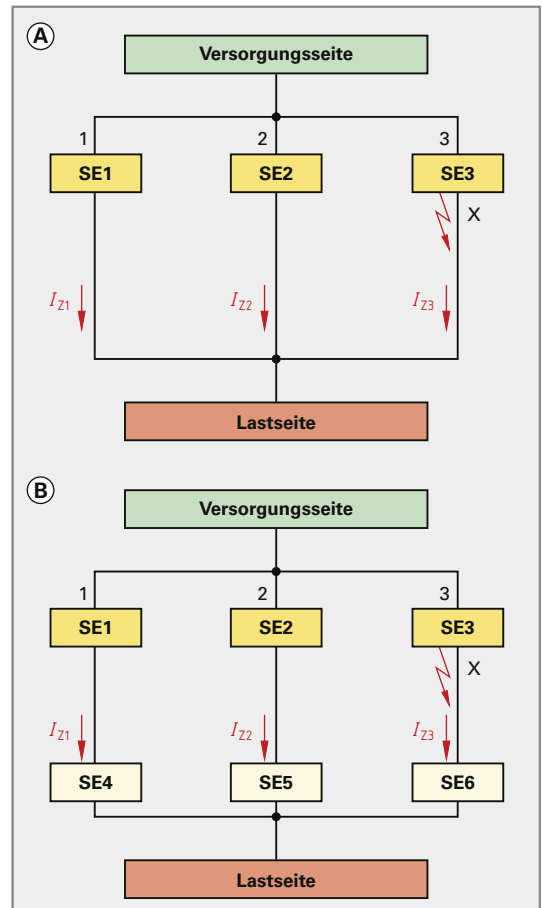
---

44. Welche beiden Voraussetzung erlauben das Verzichten auf Überlastschutz?

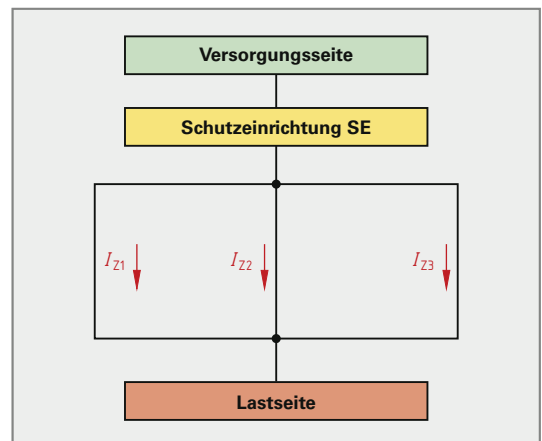
1. 

---
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: \_\_\_\_\_

---

---

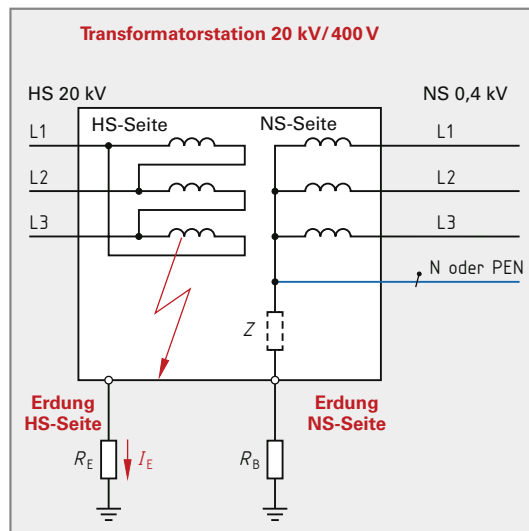
---

Formel 3: \_\_\_\_\_

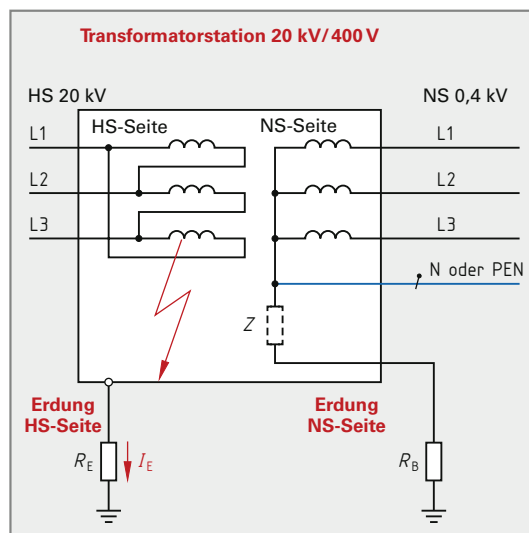
---

---

---



**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)**