

# 1 Unfall- und Arbeitssicherheit

## 1.1 Elektrische Energie und ihre Gefahren

**1** Welche Aufgaben haben die Unfallverhütungsvorschriften?

Sie sollen helfen, Unfälle am Arbeitsplatz und Berufskrankheiten zu verhüten.

**2** Welchen Zweck hat das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)?

Es erlaubt nur den Vertrieb von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen, die den geltenden sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechen. Der Hersteller kann die Bauart technischer Geräte durch anerkannte Prüfstellen prüfen lassen. Geräte, die erfolgreich geprüft wurden, dürfen mit dem Zeichen „GS = geprüfte Sicherheit“ versehen werden (**Bild 1**).



**3** Erklären Sie die Abkürzungen: a) UVV, b) BG, c) DGUV und d) TRBS.

- a) UVV: Unfallverhütungsvorschriften,
- b) BG: Berufsgenossenschaft,
- c) DGUV: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung,
- d) TRBS: Technische Regeln für Betriebssicherheit.

**4** Welchen Stellenwert haben Normen (DIN-Normen) und VDE-Bestimmungen im Vergleich zu den Unfallverhütungsvorschriften?

Die Unfallverhütungsvorschriften stehen über den Normen und den VDE-Vorschriften. Rechtlich besteht kein Zwang, Normen bzw. DIN-VDE-Vorschriften anzuwenden.

**5** Was versteht man im VDE-Vorschriftenwerk unter VDE-Bestimmungen (**Bild 2**)?

|   |                                    |            |
|---|------------------------------------|------------|
| DEUTSCHE NORM   |                                    | Juni 2006  |
|   | DIN VDE 0100-200<br>(VDE 0100-200) | <b>DIN</b> |
| <small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchföhrung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Liste Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</small> |                                    |            |
|   |                                    | <b>VDE</b> |

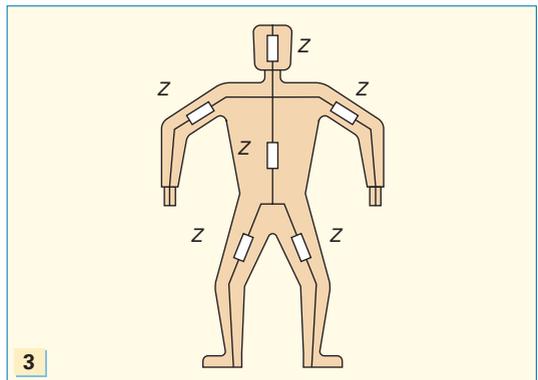
In VDE-Bestimmungen werden technische und sicherheitstechnische Festlegungen zum Errichten, Herstellen und Betreiben elektrischer Anlagen und Betriebsmittel getroffen, z.B. Schutzmaßnahmen.

**6** Welche Berührungsspannungen gelten nach DIN VDE für den Menschen als gefährlich?

- ▶ Wechselspannungen (AC) über 50 V,
  - ▶ Gleichspannungen (DC) über 120 V.
- In bestimmten Bereichen, z.B. medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 1 und Gruppe 2, gelten bereits Spannungen von AC 25 V und DC 60 V als gefährlich.

**7** Wie hoch ist der Widerstand des menschlichen Körpers?

Etwa 1 kΩ.  
Der Körperwiderstand hängt vom Körperbau, Hautübergangswiderstand und vom Stromweg durch den Körper ab (**Bild 3**).



**8** Welche gefährlichen Wirkungen können auftreten, wenn der menschliche Körper von einem elektrischen Strom durchflossen wird?

- ▶ Muskelkrampf,
- ▶ Atemlähmung und dadurch Sauerstoffmangel im Gehirn,
- ▶ Herzrhythmusstörungen, insbesondere Herzkammerflimmern,
- ▶ Blutzeretzung,
- ▶ Herzstillstand,
- ▶ äußere und innere Verbrennungen.

Verbrennungen entstehen direkt durch den elektrischen Strom oder indirekt durch einen Lichtbogen. Durch den elektrischen Strom können ferner Schreckreaktionen entstehen, die indirekt zu Unfällen und Verletzungen führen, z.B. unbeabsichtigte Bewegungen, Fallenlassen von Gegenständen oder Sturz von einer Leiter.

9 Welche zwei allgemeinen Maßnahmen sind bei Unfällen durch den elektrischen Strom in Niederspannungsanlagen zu treffen?

- ▶ Trennen des Verunglückten vom Netz und
- ▶ Einleitung der Ersten Hilfe.

10 Durch welche Maßnahmen kann der Verunglückte vom Netz getrennt werden?

- ▶ Herausziehen des Netzsteckers,
- ▶ Abschalten des Gerätes,
- ▶ Abschalten der Leitungsschutzschalter oder
- ▶ Herausnehmen der Schmelzeinsätze des Sicherungssystems.

Es ist die Maßnahme zu ergreifen, die den Verunglückten in kürzester Frist vom Netz trennt. Dabei muss der Helfer umsichtig handeln, damit er sich selbst nicht in Gefahr bringt!

11 Welche Maßnahmen sind erforderlich wenn eine Person nach einem Unfall mit elektrischem Strom nicht ansprechbar ist?

- Kontrolle der Atmung des Verunglückten,
- ▶ bei vorhandener Atmung: stabile Seitenlage und ständige Kontrolle von Atmung und Bewusstsein,
  - ▶ bei fehlender Atmung: Atemspende und ggf. der Herz-Lungen-Wiederbelebung (**Bild 1**).



12 Warum darf eine Wiederbelebung unter keinen Umständen unterbrochen werden, ehe der Arzt eintrifft?

Die Durchblutung des Gehirns eines Verunglückten darf nicht länger als 3 bis 5 Minuten aussetzen, da sonst bleibende Schäden entstehen.

13 Warum sind die Leuchten in den vom Brand betroffenen oder bedrohten Räumen möglichst auch bei Tage einzuschalten?

Dies erleichtert die Rettungsarbeiten, vor allem in raucherfüllten Räumen.

14 Welche Anlagenteile müssen bei einem Brand in einer elektrischen Anlage spannungsfrei geschaltet werden?

Nur die vom Brand betroffenen oder unmittelbar bedrohten Teile.

Grundsätzlich gilt, dass so wenig Anlagenteile wie möglich abgeschaltet werden. Dadurch sollen Nachteile für die Allgemeinheit vermieden werden, z.B. Stilllegung der Wasserversorgung oder Ausfall der Beleuchtung.

15 Welcher Mindestabstand ist bei nicht elektrotechnischen Arbeiten und Annäherung an unter Spannung stehende Teile von Niederspannungsanlagen einzuhalten, z.B. bei Gerüstbauarbeiten?

In Anlagen bis 1000 V: 0,3 m.

In Hochspannungsanlagen ( $U > 1000$  V) gelten folgende Mindestabstände: über 1 kV bis 30 kV: 1,5 m, über 30 kV bis 110 kV: 2 m, über 110 kV bis 220 kV: 3 m, über 220 kV bis 380 kV: 4 m.

16 Welche Aufgabe erfüllen die Berufsgenossenschaften bei der Erstellung der gesetzlichen Unfallverhütungsvorschriften?

Die Berufsgenossenschaften leiten die Erarbeitung der Unfallverhütungsvorschriften (UVV), z.B. DGUV-Vorschrift 3 (alt: BGV A3) (**Bild 2**).



17 Welche Bedeutung haben die drei VDE-Prüfzeichen in **Bild 3**?



- a) VDE-Prüfzeichen für elektrotechnische Erzeugnisse,
- b) EMV-VDE-Funkstörprüfungssymbol,
- c) VDE-Elektronik-Prüfzeichen für elektronische Geräte.

Das Funkstörprüfungssymbol kann Angaben über den Funkstörgrad enthalten.

- 0: Funkstörfrei,
- G: Grobstörgrad für Anwendungen im Industriebereich,
- N: Normalstörgrad für Einsatz in Wohngebieten,
- K: Kleinstörgrad bei sehr hohen Störschutzanforderungen.

## 1.2 Begriffe und Definitionen

1 Was versteht man unter elektrischen Betriebsmitteln nach DIN VDE 0100, Teil 200?

Elektrische Betriebsmittel sind Gegenstände, die zum Anwenden, Erzeugen, Umwandeln, Verteilen oder Übertragen von elektrischer Energie sowie zur Verarbeitung von Informationen dienen.

2 Wodurch unterscheiden sich a) ortsfeste von b) nicht ortsfesten (ortsveränderlichen) Betriebsmitteln?

- a) Ortsfest sind Betriebsmittel, die entweder fest in eine elektrische Anlage eingebaut sind oder aber betriebsmäßig nicht bewegt werden, z.B. Schalter, Schütze, Waschmaschinen oder Elektroherde (**Bild 1a**).
- b) Nicht ortsfest (ortsveränderlich) sind Betriebsmittel, die unter Spannung stehend bewegt werden, z.B. Handbohrmaschinen, elektrische Lötwerkzeuge, Kaffeemaschinen oder Bügel-eisen (**Bild 1b**).



3 Wodurch unterscheiden sich a) elektrische Betriebsstätten von b) abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten?

- a) Elektrische Betriebsstätten dienen im wesentlichen zum Betrieb elektrischer Anlagen, z.B. Schaltraume, Schaltwarten, Verteilungsanlagen.
- b) Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten dienen ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen und werden unter Verschluss gehalten, z.B. Umspannstationen, Schaltfelder, Maststationen.

Elektrische Betriebsstätten werden normalerweise von Laien nicht betreten. Zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten haben Laien nur Zutritt in Begleitung von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen.

4 Was versteht man unter „elektrischen Verbrauchsmittel“?

Elektrische Verbrauchsmittel sind Betriebsmittel, die dazu bestimmt sind, elektrische Energie in andere Energieformen umzuwandeln, z.B. Leuchten in Licht und Wärme.

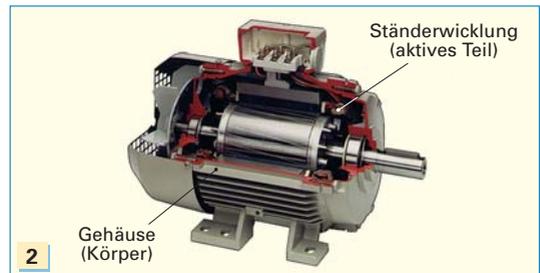
5 Erklären Sie den Begriff „elektrisch aktive Teile“.

Elektrisch aktive Teile sind Leiter und leitfähige Teile der Betriebsmittel, die unter normalen Betriebsbedingungen unter Spannung stehen.

Zu den aktiven Teilen gehören z.B. die Außenleiter L1, L2 und L3 sowie der Neutralleiter N, jedoch nicht der PE- und der PEN-Leiter.

6 Was versteht man unter dem Körper eines elektrischen Betriebsmittels?

Ein berührbares und leitfähiges Teil eines Betriebsmittels, welches nur im Fehlerfall unter Spannung stehen kann (**Bild 2**).



7 Nennen Sie Beispiele von a) aktiven Teilen und b) Körpern elektrischer Betriebsmittel.

- a) Klemmen, Schaltkontakte, Kohlebürsten, Kollektoren.
- b) Leitfähige Gehäuse oder Abdeckungen, leitfähige Befestigungsmittel, z.B. Gestelle oder Wandhalterungen.

8 Beschreiben Sie die Anforderungen, die an eine Elektrofachkraft (EF) gestellt werden.

Elektrofachkraft ist, wer die fachliche Qualifikation für das Errichten, Ändern und Instandsetzen von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln besitzt.

Die fachliche Qualifikation wird normalerweise durch den Abschluss einer Fachausbildung erworben, z.B. als Elektromeister oder Elektrofacharbeiter.

9 Was versteht man unter „direktem Berühren“?

Unter direktem Berühren versteht man das Berühren eines aktiven Teiles durch Menschen oder Tiere, wie z.B. ein Leiter.

**9** Darf jede Elektrofachkraft elektrische Anlagen eigenverantwortlich errichten und warten?

Nein! Nur die in das Verzeichnis des örtlichen Verteilungsnetzbetreibers (VNB) eingetragenen Elektrofachkräfte.

In das Verzeichnis des VNB kann nur aufgenommen werden, wer eine abgeschlossene Berufsausbildung und die Meisterprüfung, z.B. als Elektroniker/-in in der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik, abgelegt hat und die für die Ausübung des Berufes notwendige Ausrüstung an Werkzeugen und Messinstrumenten nachweisen kann.

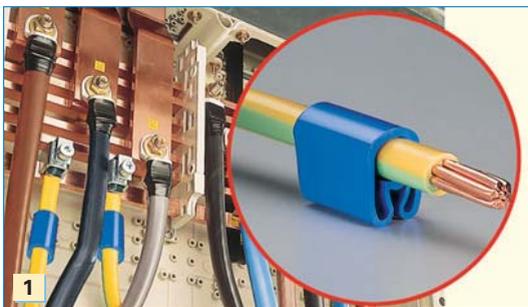
**10** Wodurch unterscheiden sich die Aufgaben von elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EUP) und von Elektrofachkräften (EF)?

Von elektrotechnisch unterwiesenen Personen wird nur fachgerechtes Verhalten und fachgerechtes Ausführen von Tätigkeiten und Maßnahmen verlangt, die Elektrofachkraft trägt eigenverantwortlich Fachverantwortung.

**11** Welche Funktion erfüllt a) der Schutzleiter (PE) und b) der PEN-Leiter (PEN)?

- a) Schutzleiter (PE) ist ein Leiter zum Verbinden von Körpern mit anderen Körpern, fremden leitfähigen Teilen, Erden, Erdungsleitern und geerdeten aktiven Teilen.
- b) PEN-Leiter ist ein Leiter, der die Funktionen von Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) in sich vereinigt.

PEN-Leiter werden grün-gelb gekennzeichnet und an den Enden des Leiters mit einer zusätzlichen blauen Markierung versehen (Bild 1).



**12** Welche Aufgabe haben a) die Außenleiter (L1, L2, L3) und b) der Neutralleiter (N)?

- a) Außenleiter (L1, L2, L3) sind Leiter, die Stromquellen mit Verbrauchsmitteln verbinden, aber nicht vom Mittel- oder Sternpunkt des Netztransformators ausgehen.
- b) Neutralleiter (N) ist ein mit dem Mittelpunkt oder Sternpunkt der Stromquelle verbundener Leiter, der elektrische Energie fortleitet.

**1.3 Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz**

**1** Welche Verordnungen sind bei Gefahrstoffen zu beachten?

- ▶ Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und
- ▶ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).

**2** Welche Maßnahmen schreibt die Gefahrstoffverordnung vor?

- ▶ Die Kennzeichnung, Einstufung und Verpackung von Gefahrstoffen und Zubereitungen.
- ▶ Den Umgang mit Gefahrstoffen.
- ▶ Verbote, Beschränkungen, Grenzfestsetzungen und Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Gefahrstoffen.

**3** Wie müssen gefährliche Stoffe gekennzeichnet sein?

- ▶ Genaue chemische Stoffbezeichnung,
- ▶ Gefahrensymbol, nach GHS<sup>1</sup>,
- ▶ Gefahrenhinweise (R-Sätze),
- ▶ Sicherheitsratschläge (S-Sätze),
- ▶ bei krebserzeugenden Stoffen zusätzlich der Hinweis: „Kann Krebs erzeugen“,
- ▶ Name und Anschrift des Herstellers, Importeurs oder Vertreibers (Bild 2).



**4** Nennen Sie Beispiele a) für R-Sätze und b) für S-Sätze von Gefahrstoffen.

- a) R 12: Hochentzündlich.
- R 20: Gesundheitsschädlich beim Einatmen.
- R 37: Reizt die Atmungsorgane.
- b) S 1: Unter Verschluss aufbewahren.
- S 20: Bei der Arbeit nicht Essen und Trinken.

<sup>1</sup> GHS, Abk. für: Globally Harmonised System (engl.) = Global harmonisiertes System

5 Welche Maßnahmen müssen Arbeitgeber beim Umgang mit Gefahrstoffen überwachen?

- ▶ Mögliche Gefährdung ermitteln und kontrollieren,
- ▶ sicherheitstechnische Einrichtungen überwachen,
- ▶ Konzentrationsmessungen vornehmen,
- ▶ Gefahrenabwehrmaßnahmen, schriftliche Anweisungen und jährliche Unterweisungen organisieren und überwachen.

6 Was versteht man unter Gefahrensymbolen?

Gefährliche Stoffe, z.B. Ethanol (Lösungsmittel), die Eigenschaften haben wie ätzend, reizend, giftig, brandfördernd oder leicht entzündlich, werden durch Gefahrensymbole nach GHS gekennzeichnet (**Bild 1**).



Für Zubereitungen, z.B. Kleber, gilt die Kennzeichnungspflicht nach GHS erst ab 2015.

7 Erklären Sie die Kurzbezeichnung AGW.

AGW ist die Abkürzung für Arbeitsplatzgrenzwert. Arbeitsplatzgrenzwerte legen Grenzwerte für Stoffe, z.B. Propan, in der Luft am Arbeitsplatz fest bei der die Gesundheit der Arbeitnehmer im allgemeinen nicht beeinträchtigt wird.

AGW-Grenzwerte ersetzen die früher verwendeten MAK-Werte (maximale Arbeitsplatz-Konzentration) und die TRK-Werte (Technische Richtkonzentration).

8 Nennen Sie Beispiele für AGW-Werte.

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| Propan             | 1800 mg/m <sup>3</sup> |
| Ethanol            | 960 mg/m <sup>3</sup>  |
| Kohlenstoffmonoxid | 35 mg/m <sup>3</sup>   |
| Chlor              | 1,5 mg/m <sup>3</sup>  |
| Quecksilber        | 0,02 mg/m <sup>3</sup> |

9 Welche Bedeutung hat die Auslöseschwelle bei Gefahrstoffen?

Die Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder im Körper, bei deren Überschreitung weitere Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit notwendig werden.

10 Welche Bedeutung haben a) Verbotsschilder, b) Gebotsschilder und c) Warnschilder an oder in der Nähe von Arbeitsplätzen?

- a) Verbotsschilder verbieten ein Verhalten, durch das eine Gefahr entstehen könnte, z.B. Rauchen am Arbeitsplatz.
- b) Gebotsschilder schreiben ein bestimmtes Verhalten vor, z.B. das Tragen eines Schutzhelmes.
- c) Warnschilder warnen vor einer Gefahr, z.B. vor gefährlicher elektrischer Spannung.

Verbotss-, Gebotss- und Warnschilder gehören zu den Sicherheitszeichen. Sie entbinden in keinem Fall von der Beachtung der erforderlichen Schutzmaßnahmen.

11 Welche Bedeutung haben gelb-schwarze Streifen als Sicherheitszeichen?

Es sind Kennzeichen für ständige Gefahrenstellen (**Bild 2**).



Beispiele:

- ▶ Abschränkungen in Hochspannungsanlagen,
- ▶ Kennzeichnung von Treppenstufen.

12 Welche Aufgabe haben Rettungszeichen?

Sie weisen auf Rettungswege, Rettungseinrichtungen oder auf Stellen für Hilfeleistungen hin, z.B. Erste Hilfe.

13 Welche Sicherheitszeichen haben a) eine Kreisform, b) die Form eines Dreiecks oder c) rechteckige oder quadratische Form?

- a) Gebotss- und Verbotsschilder,
- b) Warnschilder,
- c) Rettungs- und Hinweiszeichen.

Gebotsschilder sind z.B. „Gehörschutz benutzen“ oder „Kopf- und Augenschutz benutzen“.

Verbotsschilder sind z.B. „Schalten verboten“, „Keine offene Flamme, Feuer und Rauchen verboten“, „Kein Trinkwasser“ oder „Mit Wasser löschen verboten“.

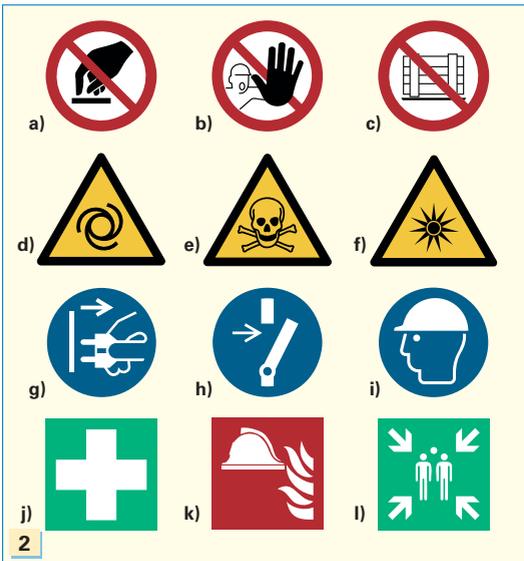
Ein Warnschilder ist z.B. „Warnung vor elektrischer Spannung“ (**Bild 1a, Seite 13**).

14 Welches der Zeichen **Bild 1 a)** bis **d)** ist ein Gebotszeichen, Verbotzeichen, Rettungszeichen oder Warnzeichen?



- 1
- a) Warnzeichen,
  - b) Verbotzeichen,
  - c) Rettungszeichen und
  - d) Gebotszeichen.

15 Welche Bedeutung haben die Sicherheitszeichen **Bild 2 a)** bis **l)** nach DIN EN ISO 7010?



- 2
- a) Berühren verboten,
  - b) Zutritt für Unbefugte verboten.
  - c) Abstellen oder Lagern verboten.
  - d) Warnung vor automatischem Anlauf.
  - e) Warnung vor giftigen Stoffen.
  - f) Warnung vor optischer Strahlung.
  - g) Netzstecker ziehen.
  - h) Vor Wartung oder Reparatur freischalten.
  - i) Kopfschutz benutzen.
  - j) Erste Hilfe.
  - k) Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung.
  - l) Sammelstelle.

## 1.4 Die fünf Sicherheitsregeln

1 Nennen Sie die fünf Sicherheitsregeln.

1. Allpolig und allseitig Freischalten.
2. Gegen Wiedereinschalten sichern.
3. Spannungsfreiheit allpolig feststellen.
4. Erden und Kurzschließen.
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken.

Bei einfachen Anlagen, die nur einseitig eingespeist werden, kann das Abdecken oder Abschranken benachbarter, unter Spannung stehender Teile entbehrlich sein. Dies zu beurteilen erfordert das Fachwissen einer Elektrofachkraft.

2 Darf in Anlagen mit Nennspannungen bis 1000 V auf das Erden und Kurzschließen verzichtet werden?

Ja, wenn keine Gefahr besteht, dass die Anlage von anderer Quelle eingespeist werden kann, z.B. durch eine Ersatzstromversorgungsanlage oder durch eine elektrische Beeinflussung von Freileitungen, die von anderen Leitungen gequert werden.

3 Was versteht man unter Freischalten?

Die Teile der Anlage, an denen gearbeitet werden soll, werden allpolig (**Bild 3**) von allen nicht geerdeten Leitern abgeschaltet oder abgetrennt.



Dies bedeutet, dass alle Leitungen, die Spannung an eine Arbeitsstelle heranführen, abgeschaltet oder abgetrennt werden müssen.

Einfache elektrische Betriebsmittel, z.B. Leuchten, brauchen betriebsmäßig nicht allpolig abgeschaltet zu werden. Es muss die dem Betriebsmittel vorgeschaltete Schutzeinrichtung, z.B. LS-Schalter, Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) oder Schraubsicherung, geöffnet bzw. entfernt werden.

4 Darf dem Aufsichtführenden die Auskunft, eine Anlage sei spannungsfrei, auch telefonisch durchgegeben werden?

Ja. Dem Aufsichtführenden muss der Name des für die Freischaltung verantwortlichen Mitarbeiters und dessen Dienststelle bekannt sein.

5 Ist es zulässig, dass ein Zeitpunkt vereinbart wird, zu dem die Freischaltung durchgeführt werden soll?

Nein! Das ist verboten.

Das Fehlen der Spannung ist keine Bestätigung einer vollzogenen Freischaltung.

6 Warum muss eine elektrische Anlage, an der noch gearbeitet wird, gegen Wiedereinschalten gesichert werden (Bild 1)?



Es soll ein irrtümliches Wiedereinschalten vermieden werden, während an der Anlage noch gearbeitet wird.

Dies erreicht man z.B. dadurch, dass jede Arbeitsgruppe, die an der Anlage arbeitet, am ausgeschalteten Hauptschalter ein Vorhängeschloss anbringt.

7 Welche drei Angaben muss das Verbotsschild an der Freischaltstelle enthalten?

- ▶ Das Schaltverbot, z.B. „Schalten verboten. Es wird gearbeitet!“.
- ▶ Die Lage der Arbeitsstelle.
- ▶ Name des für die Freischaltung Verantwortlichen (Bild 2).



Das Verbotsschild an der Freischaltstelle muss immer und unter allen Umständen angebracht werden. Auch innerhalb von abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten oder innerhalb von verschlossenen Schaltschränken. Es gibt für diese Regel keine Ausnahme.

8 Wodurch kann es vorkommen, dass trotz vorgenommener Freischaltung Anlagen noch unter Spannung stehen?

Weil z.B. nicht alle einspeisenden Leitungen aufgetrennt wurden, z.B. wenn ein Schaltmesser eines mehrpoligen Schalters beim Öffnen hängen bleibt oder weil Kondensatoren noch nicht entladen sind.

Aus diesem Grund muss vor Arbeitsbeginn unbedingt die Spannungsfreiheit festgestellt werden (3. Sicherheitsregel).

9 Was hat mit Schraubsicherungen und mit NH-Sicherungseinsätzen zu geschehen, mit denen freigeschaltet wurde?

- ▶ Sicherungseinsätze müssen herausgenommen und sicher verwahrt werden. Sie können durch Schraubkappen oder Blindeinsätze (Blindsicherungen) ersetzt werden.
- ▶ Festeingebaute LS-Schalter sind z.B. durch Klebefolien oder durch Steckkappen zu sichern.

Blindeinsätze (Blindsicherungen) sind nichtleitende Einsätze, die anstelle von Schmelzeinsätzen eingesetzt werden.

10 Welche Person darf Spannungsfreiheit feststellen?

Eine Elektrofachkraft (EF) oder eine elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP).

Die Spannungsfreiheit muss immer allpolig festgestellt werden.

11 Warum sind zur Bestimmung der Spannungsfreiheit nur zweipolige Spannungsprüfer (Bild 3) zu verwenden?



Messungen auf isolierten Standorten oder Restkapazitäten auf Leitungen können bei Polsuchern zu falschen oder nicht eindeutigen Anzeigen und dadurch zu Unfällen führen.

Die Spannungsprüfer sind kurz vor dem Benutzen auf einwandfreie Funktion zu überprüfen.

**12** Warum muss Spannungsfreiheit direkt an der Arbeitsstelle festgestellt werden?

Um Verwechslungen, z.B. von verschiedenen Stromkreisen innerhalb einer Anlage, zu vermeiden.

**13** Was ist bei der Handhabung von Spannungsprüfern zu beachten?

Spannungsprüfer dürfen nur an der Handhabe gehalten werden.

Gegenüber spannungsführenden Teilen muss der Bediende außerhalb der Gefahrenzone bleiben.

**14** Was versteht man unter Erden und Kurzschließen?

An der Abschaltstelle müssen Teile, an denen gearbeitet werden soll, vor Beginn der Arbeiten zuerst geerdet und dann kurzgeschlossen werden (**Bild 1**).



Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen sind immer zuerst mit der Erde und dann mit dem zu erdenden und kurzzuschließenden Anlagenteil zu verbinden.

Wird zum Erden und Kurzschließen ein Schalter (Erdungsschalter) benutzt, so dürfen beide Maßnahmen auch gleichzeitig erfolgen.

Die Vorrichtung zum Erden und zum Kurzschließen muss normalerweise von der Arbeitsstelle aus sichtbar sein. Für die Dauer von Messungen darf die Kurzschließung und Erdung auch aufgehoben werden.

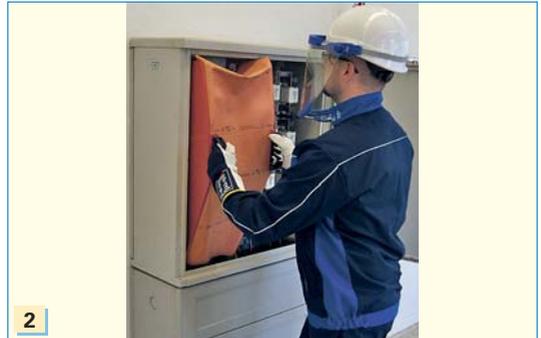
**15** Warum ist bei Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen auf einen sicheren Kontakt mit der Erdungsanlage zu achten?

Diese Vorrichtungen müssen unter Umständen hohe Kurzschlussströme sicher ableiten können.

**16** Von welchen Personen darf das Erden und Kurzschließen vorgenommen werden?

Nur von Elektrofachkräften (EF) oder von elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EUP).

**17** Warum müssen benachbarte, unter Spannung stehende Teile abgedeckt oder abgeschränkt werden (**Bild 2**)?



Bei Arbeiten z.B. in Schaltanlagen besteht die Gefahr des direkten oder indirekten Berührens.

**18** Welche Maßnahmen sind nach beendeter Arbeit durchzuführen, bevor die Anlage wieder unter Spannung gesetzt wird?

- ▶ Nicht mehr erforderliche Werkzeuge und Hilfsmittel, z.B. Abdeckungen, von der Arbeitsstelle entfernen.
- ▶ Entbehrliche Personen von der Arbeitsstelle zurückziehen.
- ▶ Die Kurzschließverbindungen aufheben (vor den Erdverbindungen!).
- ▶ Erdverbindungen aufheben.
- ▶ Betriebsmäßig erforderliche Schutzvorrichtungen, z.B. Klemmenabdeckungen von Schaltern, Schutzgitter und Sicherheitsschilder wieder ordnungsgemäß anbringen.
- ▶ Bedienungspersonal von der Beendigung der Arbeit verständigen.

Das Aufheben der fünf Sicherheitsregeln erfolgt in umgekehrter Reihenfolge (5 bis 1).

**19** Wer ist berechtigt, eine Anlage als einschaltbereit zu melden?

Nur die Aufsicht führende Person.

Die Anlage darf erst nach Erfüllen aller Punkte aus Frage 18 als einschaltbereit gemeldet werden.

**20** Zu welchem Zeitpunkt dürfen die Sicherheitsmaßnahmen an den Abschaltstellen wieder aufgehoben werden?

Erst nachdem die Einschaltbereitschaft der Arbeitsstelle vorliegt.

Sind mehrere Arbeitsstellen beteiligt, so muss vor dem Aufheben der Sicherheitsmaßnahmen die Einschaltbereitschaft aller Arbeitsstellen vorliegen.

## 1.5 Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen

- 1 Was ist zu tun, bevor Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen vorgenommen werden?

Man prüft, ob es nicht möglich oder zweckmäßiger ist, den spannungsfreien Zustand herzustellen und sicherzustellen.

- 2 Unter welchen Bedingungen darf in der Nähe unter Spannung stehender Teile (Nennspannung > 50 V AC oder > 120 V DC) gearbeitet werden?

Es ist nur erlaubt, wenn als Sicherheitsmaßnahme gegen direktes Berühren

- ▶ der Schutz durch Abdeckung, Kapselung oder Abschrankung oder
- ▶ der Schutz durch Abstand angewendet wird.

- 3 Was muss die arbeitende Person beachten, wenn als Sicherheitsmaßnahme gegen direktes Berühren der Schutz durch Abstand angewandt wird?

Unter Spannung stehende Teile dürfen nicht berührt werden.

Bei Nennspannungen über 1 kV darf die Gefahrenzone nicht erreicht werden z.B.:

- ▶ durch unbeabsichtigte und unbewusste Bewegungen oder
- ▶ durch unkontrolliertes Hantieren mit Werkzeugen, Hilfsmitteln, Material und Abfallstücken.

- 4 Nennen Sie einige Arbeiten an elektrischen Anlagen, die bei Wechselspannungen von 50 V bis 1000 V bzw. Gleichspannungen von 120 V bis 1000 V für Elektrofachkräfte (EF) oder elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP) erlaubt sind.

- ▶ Heranführen geeigneter Mess- oder Prüfeinrichtungen, z.B. Spannungsprüfer.
- ▶ Herausnehmen oder Einsetzen von nicht gegen direktes Berühren geschützten Sicherungseinsätzen (NH-Sicherungen).
- ▶ Das Anspritzen unter Spannung stehender Teile bei der Brandbekämpfung.
- ▶ Arbeiten an Akkumulatoren.
- ▶ Arbeiten in Prüffeldern und Laboratorien, wenn es die Arbeitsbedingungen erfordern.
- ▶ Abklopfen von Raureif, z.B. von Freileitungen, mithilfe geeigneter isolierender Stangen.

- 5 Dürfen auch Laien Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen durchführen?

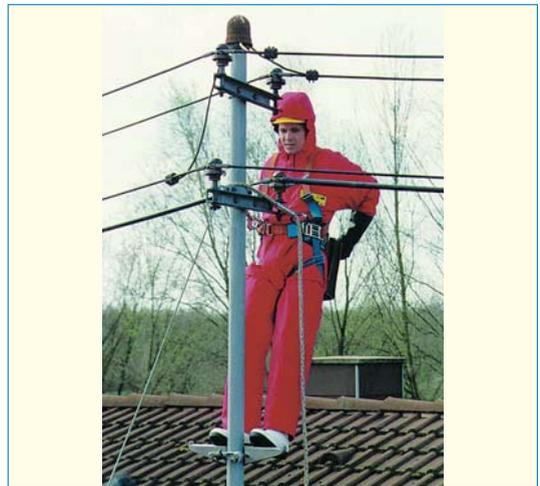
Ja, sie müssen jedoch durch Elektrofachkräfte (EF) oder elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP) beaufsichtigt werden, z.B. bei Malerarbeiten.

- 6 Worauf ist beim Transport von Leitern und sperrigen Gegenständen in der Nähe unter Spannung stehender Teile zu achten?

Sie dürfen

- ▶ in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten unter Spannung stehende Teile nicht berühren oder bei Nennspannungen über 1 kV die Gefahrenzone nicht erreichen und
- ▶ in der Nähe von Freileitungen die vorgeschriebenen Schutzabstände nicht unterschreiten.

- 7 Warum ist das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen (**Bild**) nach Möglichkeit zu unterlassen?



Arbeiten unter Spannung (AuS) bringen erhöhte Gefahren für den Arbeitenden, die Anlage und die Umgebung mit sich.

Sie erfordern sowohl vom Arbeitenden als auch von der verantwortlichen Person ein hohes Maß an Kenntnissen, Erfahrungen und Verantwortungsbewusstsein. Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sollen stets die Ausnahme sein. Auszubildende dürfen nicht an unter Spannung stehenden Teilen arbeiten.

- 8 In welchen Bereichen darf grundsätzlich nicht an unter Spannung stehenden Teilen gearbeitet werden?

In explosionsgefährdeten Bereichen.

9 Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit in Niederspannungsanlagen das Auswechseln von Lampen und herausnehmbarem Zubehör, z.B. Starter, auch von Laien unter Spannung ausgeführt werden kann?

In der Anlage muss vollständiger Schutz gegen direktes Berühren bestehen.

10 Welche Maßnahmen müssen vor der Benutzung von Hilfsmitteln und anderen Gegenständen, die der Sicherheit dienen, getroffen werden?

Hilfsmittel und Geräte müssen vor der Benutzung auf ordnungsgemäßen Zustand überprüft werden. Auch bei kleinsten Schäden ist sofortiger Ersatz erforderlich. Keine Reparatur! Diese Maßnahmen sind besonders wichtig bei Sicherheitsgurten, Sicherheitsseilen, Halteriemern, Steigeisen und Leitern.

11 Auf welche Teile erstreckt sich die Sichtprüfung bei Elektrowerkzeugen?

Auf Stecker, Anschlussleitung und deren Einführung in das Gerät, auf die Unversehrtheit der äußeren Leitungsumhüllung und der Knickschutztülle sowie auf den äußeren Zustand des Elektrowerkzeuges selbst.

Die Sichtprüfung ist vor jedem Einsatz vorzunehmen. Werden dabei Mängel festgestellt, so sind diese sofort zu melden und durch eine Elektrofachkraft zu beseitigen.

12 Welche VDE-Bestimmung regelt den Umfang und die Prüfmethode einer Wiederholungsprüfung elektrisch betriebener Geräte?

DIN VDE 0701–0702.

Diese VDE-Bestimmung ist auch nach einer Instandsetzung oder Änderung elektrischer Geräte anzuwenden.

13 Welche wichtigen Regeln sind beim Verwenden von Leitern zu beachten?

- ▶ Nur geprüfte, stabile und ausreichend lange Leitern verwenden.
- ▶ Das Abrutschen der Leiter durch Sicherung der Leiterfüße oder des oberen Anlegepunktes verhindern.
- ▶ Die Sprossen müssen gleiche Abstände haben und fest mit den Holmen verbunden sein.
- ▶ Schadhafte Leitern nicht mehr verwenden.
- ▶ Kein Werkzeug auf Leitern liegen lassen.

Gebrochene Holme oder Sprossen dürfen nicht durch Bandagieren oder z.B. durch Aufnageln einer Latte repariert werden.

14 Nennen Sie wichtige Eigenschaften und Anforderungen bei der Verwendung von Stehleitern.

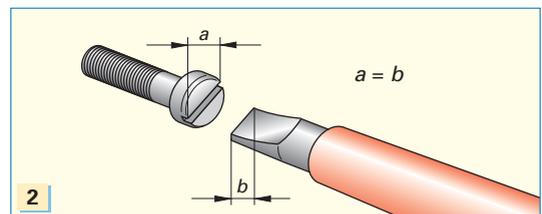
- ▶ Stehleitern (**Bild 1**) müssen bei Verwendung als Anlegeleiter eine Abrutschsicherung besitzen.
- ▶ Die oberste Sprosse darf nicht betreten werden.
- ▶ An den beiden Holmseiten ist eine Spannkette oder ein Spangurt als Spreizsicherung notwendig (**Bild 1**).
- ▶ Bei Stehleitern muss eine Quertraverse für einen sicheren Stand vorhanden sein (**Bild 1**).



15 Wie sollte bei Anlegeleitern a) der Anstellwinkel und b) die maximale Länge gewählt werden?

- a)  $70^\circ \dots 75^\circ$ ,      b) 10 m.

16 Warum muss für jeden Schraubenkopf der passende Schraubendreher verwendet werden (**Bild 2**)?



Um ein Abrutschen und damit eine Verletzungsgefahr zu vermeiden.

Außerdem ist eine Beschädigung des Schraubenkopfes oder des Werkzeuges nicht auszuschließen.

17 Worauf ist zu achten, wenn ein Schutzhelm einer starken Stoß-, Schlag- oder Druckbeanspruchung ausgesetzt war?

Der Schutzhelm darf nicht weiter verwendet werden. Es besteht die Gefahr, dass das Material des Helmes durch die Beanspruchung beschädigt wurde, z.B. Haarrisse.

Die Schutzwirkung eines Schutzhelmes wird ebenfalls durch Alterung, klimatische Verhältnisse und durch raue Art der Verwendung verringert.

### P1 Wofür steht die Abkürzung VDE?

- ① Vereinigung deutscher Elektrotechniker,
- ② Vorschriften deutscher Elektriker,
- ③ Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.,
- ④ Verein deutscher Elektrotechniker.

### P2 Welche Arbeiten dürfen bei einer Nennspannung von AC 230 V nur von Elektrofachkräften (EF) ausgeführt werden?

- ① Feststellen der Spannungsfreiheit,
- ② Abklopfen von Raureif auf Freileitungen, mithilfe geeigneter isolierender Stangen,
- ③ Fehlereingrenzung in Hilfsstromkreisen,
- ④ Arbeiten in Prüffeldern unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen.

### P3 Welche Antwort enthält eine falsche farbliche Leiterkennzeichnung?

- ① Außenleiter: grau
- ② Neutralleiter: hellblau
- ③ Schutzleiter: grüngelb
- ④ PEN-Leiter: hellblau

### P4 Welche Abkürzung ist keine festgelegte Größe beim Umgang mit Gefahrstoffen?

- ① BAT: Biologischer Arbeitsplatz Toleranzwert,
- ② FGT: Fühlbare Grenztemperatur,
- ③ TRK: Technische Richtkonzentration,
- ④ AGW: Arbeitsplatzgrenzwert.

### P5 Welche Bedeutung der Sicherheitsfarben bei Sicherheitszeichen ist falsch?

- ① Rot: Material zur Brandbekämpfung,
- ② Gelb: Material für Erste Hilfe,
- ③ Blau: Gebotszeichen,
- ④ Grün: Kennzeichnung von Fluchtwegen.

### P6 Was dient nicht dazu, eine Anlage gegen Wiedereinschalten zu sichern?

- ① Anbringen eines Verbotsschildes „Schalten verboten“.
- ② Herausnehmen von Sicherungseinsätzen oder ersetzen durch „Blindsicherungen“.
- ③ Anbringen von Wiedereinschaltsperrern, z.B. Steckkappen an LS-Schalter.
- ④ Mündliche Bekanntgabe an alle beteiligten Personen.

### P7 Welche Maßnahme ist nicht zum sicheren „Freischalten“ geeignet?

- ① Das Abschalten eines RCD in einem Haushaltsstromkreis.
- ② Das Abschalten eines Leuchtenstromkreises mittels Ausschalter.
- ③ Alle Leitungen die zur Arbeitsstelle führen, werden spannungsfrei geschaltet.
- ④ Entfernen aller Schmelzsicherungen eines Motorstromkreises.

### P8 In welcher Auswahlantwort sind alle Sicherheitszeichen von Bild 1 richtig benannt?



|   | Warnung vor Handverletzung | Automatischer externer Defibrillator | Feuerlöscher | Mit Wasser spritzen verboten |
|---|----------------------------|--------------------------------------|--------------|------------------------------|
| ① | a                          | b                                    | c            | d                            |
| ② | b                          | a                                    | d            | c                            |
| ③ | c                          | d                                    | a            | b                            |
| ④ | c                          | b                                    | d            | a                            |

### P9 Welche Prüffrist ist für Elektrowerkzeuge in der DGUV vorgesehen?

- ① Mindestens jeden Tag.
- ② Mindestens einmal im Monat.
- ③ Mindestens alle 6 Monate.
- ④ Mindestens alle 12 Monate.

### P10 Welche Angaben befinden sich nicht auf einer Prüfplakette für elektrische Betriebsmittel (Bild 2)?



- ① Nächster Prüftermin.
- ② Herstellungsdatum des Werkzeuges.
- ③ Datum der Prüfung.
- ④ Bei der Prüfung gemessene Werte.

## 2 Isolierte Leitungen und Kabel

### 2.1 Anforderungen und Aufbau

#### 1 Welche Aufgaben haben Leitungen und Kabel?

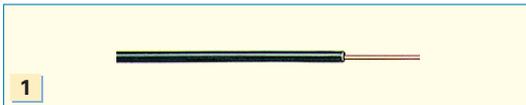
Sie transportieren elektrische Energie vom Erzeuger zum Verbraucher. In Mess-, Steuer- und Regleinrichtungen dienen sie zur Übertragung von Signalen.

#### 2 Welchen Anforderungen muss die Isolierung von Leitungen und Kabel entsprechen?

Leitungen und Kabel müssen eine ausreichende elektrische Isolierung besitzen und widerstandsfähig sein gegen

- ▶ mechanische Beschädigungen,
- ▶ Feuchtigkeit,
- ▶ chemische Einflüsse und
- ▶ Temperatureinflüsse.

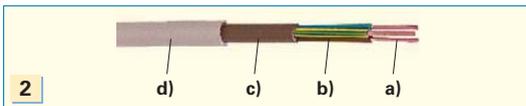
#### 3 Wie ist eine Aderleitung (Bild 1) aufgebaut?



Die Aderleitung besteht nur aus einem Leiter mit der Aderisolation.

Sie ist die einfachste Leitungsart.

#### 4 Nennen Sie die Bestandteile einer Mantelleitung (Bild 2).



- a) Ader,
- b) Aderisolation,
- c) Kunststofffüllung,
- d) Mantelisolierung.

Die Ader wird auch als Leiter bezeichnet.

#### 5 Dürfen Leitungen direkt im Erdreich verlegt werden?

Nein!

Wegen ihres einfachen Aufbaus und ihrer geringen mechanischen Festigkeit ist dies nicht zulässig.

#### 6 Wodurch unterscheiden sich Kabel von isolierten Leitungen?

Kabel haben eine stärkere Isolierung und damit einen umfangreicheren Schutz gegen mechanische, thermische und chemische Einflüsse.

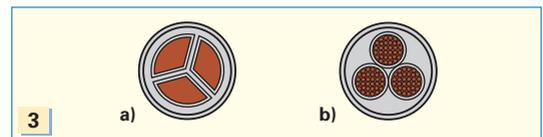
Sie dürfen deshalb unter erschwerten Einsatzbedingungen, z.B. im Erdreich, in Industrieanlagen oder im Bergbau, eingesetzt werden.

#### 7 Welche Leiterwerkstoffe verwendet man für Leitungen und Kabel?

Kupfer oder Aluminium.

Kupfer hat eine höhere elektrische Leitfähigkeit. Für Energiekabel mit größerem Querschnitt und Freileitungen verwendet man wegen des geringeren Gewichtes meist Aluminium.

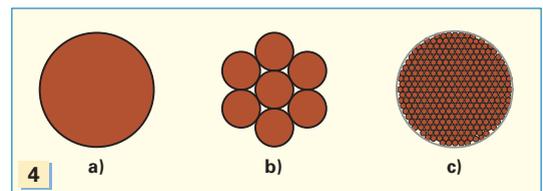
#### 8 Welchen Vorteil besitzen a) Sektorleiter im Vergleich zu b) Rundleitern in Bild 3?



Bei Sektorleitern wird der Kabelquerschnitt besser genutzt.

Kabel mit  $A_{Cu} \geq 25 \text{ mm}^2$  oder  $A_{Al} \geq 35 \text{ mm}^2$  haben daher häufig Sektorleiter.

#### 9 Wie nennt man die im Bild 4 dargestellten Leiterarten?



- a) Eindrähtiger Leiter,
- b) mehrdrähtiger Leiter,
- c) feindrähtiger Leiter.

#### 10 Bis zu welchem Querschnitt werden eindrähtige Leiter bei fester Verlegung bevorzugt verlegt?

Da eindrähtige Leiter sehr starr sind, werden sie meist nur bis zu einem Querschnitt von  $10 \text{ mm}^2$  Kupfer bei fester Verlegung verwendet.

**11** Welche Eigenschaften haben fein- und feinstdrähtige Leiter?

Diese Leiter sind sehr gut beweglich, so dass auch bei häufiger Bewegung kein Brechen der Adern auftritt.

**12** Wofür werden feindrähtige Leiter verwendet?

Diese Leiter werden häufig zum Verdrahten von Verteilern, Schaltschränken und Geräten verwendet.

**13** Welcher Mindestquerschnitt ist bei Anwendung von Kupferadern vorgeschrieben

- in Licht- und Steckdosenstromkreisen,
- bei Leitungen für den Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene?

a) 1,5 mm<sup>2</sup>,      b) 6 mm<sup>2</sup>.

**14** Nennen Sie wichtige Isolierstoffe für isolierte Leitungen und Kabel sowie deren maximale Betriebstemperatur.

- ▶ Polyvinylchlorid (PVC)                      70 °C,
- ▶ Natur-Kautschuk (NR)                        60 °C,
- ▶ Chloropren-Kautschuk (CR)                85 °C,
- ▶ Silikon-Kautschuk (SiR)                      180 °C,
- ▶ Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPR)      90 °C,
- ▶ Vernetztes Polyethylen (PE-X)            90 °C.

**15** Welche speziellen Eigenschaften haben Isolierstoffe mit Kautschuk-Anteilen?

Diese Isolierstoffe sind dauerelastisch und haben ein gutes Temperaturverhalten.

**16** Was sind Halogene, und warum werden diese Stoffe den Isolierstoffen beigemischt?

Halogene sind gasförmige Stoffe, z.B. Chlor, Brom und Fluor. Sie erhöhen die Entzündungstemperatur von polymeren Isolierwerkstoffen, z.B. Polyethylen. Im Brandfall können jedoch korrosive und z.T. toxische Rauchgase entstehen.

**17** Nennen Sie die Kennfarben und die zugehörigen Buchstabencodes für die Aderisolation.

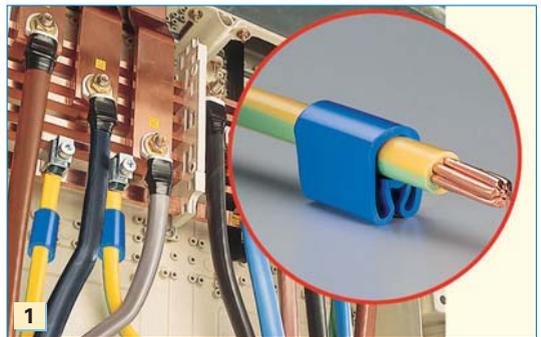
| Kennfarbe | Buchstabencode      |
|-----------|---------------------|
| Grüngelb  | GNYE (green-yellow) |
| Blau      | BU (blue)           |
| Grau      | GY (grey)           |
| Braun     | BN (brown)          |
| Schwarz   | BK (black)          |

**18** Welche Aderfarbe ist zwingend vorgeschrieben zum Anschluss des

- Schutzleiters (PE),
- Neutralleiters (N),
- PEN-Leiters (Neutralleiter mit Schutzleiterfunktion)?

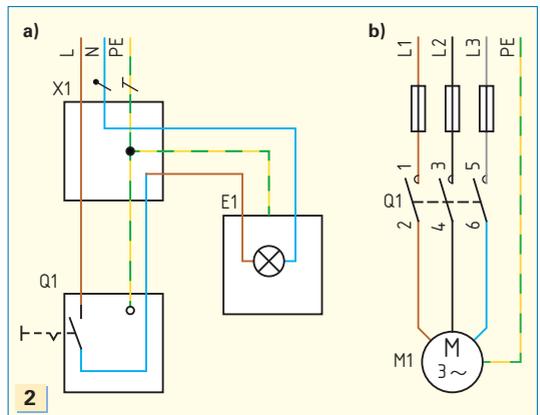
- Grüngelb,
- blau,
- grüngelb mit blauer Kennzeichnung der Aderenden.

PEN-Leiter haben eine grüngelbe Aderfarbe und sind zusätzlich an den Aderenden durch ein Markierungsband oder einen Leitungsclip blau zu kennzeichnen (**Bild 1**).



**19** Darf in elektrotechnischen Schaltungen (**Bild 2**) die blaue Ader außer für Neutralleiterzwecke z.B. für

- den Schaltdraht zwischen Q1 und X1 oder
- den Außenleiter L3 in der Motorzuleitung verwendet werden?



Ja, in beiden Fällen darf die blaue Ader benutzt werden.

In Leitungsabschnitten ohne Neutralleiter, z.B. in Schalterleitungen oder Motorleitungen, darf die blaue Ader als Schaltdraht oder zum Anschluss eines Außenleiters verwendet werden. In Motorstromkreisen sollen bevorzugt die Aderfarben L1 – braun, L2 – schwarz und L3 – grau verwendet werden.