



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische Berufe

# Prüfungsfragen Praxis Elektrotechnik

**12. überarbeitete Auflage**

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen  
(siehe Rückseite)

Lektorat: Bernd Feustel

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

**Europa-Nr.: 3091X**

*Autoren:*

Braukhoff, Peter  
Feustel, Bernd  
Käppel, Thomas  
Neumann, Ronald  
Tkotz, Klaus

Reken  
Kirchheim unter Teck  
Münchberg  
Oberkail  
Kronach

*Bildbearbeitung:*

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, Ostfildern

## Firmenverzeichnis

Die Autoren bedanken sich bei den nachfolgenden Firmen für die Unterstützung.

**ABN Braun AG**  
74196 Neuenstadt

**Albert Ackermann  
GmbH & Co. KG**  
51601 Gummersbach

**ALNO AG**  
88630 Pfullendorf

**BC-Brandchemie**  
63329 Egelsbach

**BEHA-AMPROBE GmbH**  
79286 Glottertal

**Brady GmbH**  
63329 Egelsbach

**BSD GmbH**  
01900 Großröhrsdorf

**Elektrolux Hausgeräte  
Vertriebs GmbH**  
90429 Nürnberg

**ETL Prüftechnik GmbH**  
70825 Korntal-Münchingen

**Fischerwerke**  
72178 Waldachtal

**Fränkische Rohrwerke**  
97486 Königsberg

**Fotolia.com**  
Berlin

**Fleishman-Hillard Germany GmbH**  
80331 München

**GMC-I Messtechnik GmbH**  
90449 Nürnberg

**Hager Vertriebsgesellschaft  
mbH & Co. KG**  
66440 Blieskastel

**Hailo-Werk Rudolf Loh GmbH &  
Co. KG**  
35708 Haiger

**Kaiser GmbH & Co. KG**  
58579 Schalksmühle

**KATHREIN-Werke KG**  
83004 Rosenheim

**Merz GmbH & Co KG**  
74405 Gaildorf

**Michael Kunststofftechnik**  
75031 Eppingen

**OBO Bettermann GmbH & Co KG**  
58710 Menden

**Rico GmbH & Co. KG**  
73230 Kirchheim unter Teck

**S. Siedle & Söhne**  
78120 Furtwangen

**R. Stahl Schaltgeräte GmbH**  
74638 Waldenburg (Württ.)

**WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG**  
32423 Minden

**Walther-Werke**  
67304 Eisenberg

**Westnetz**  
48734 Reken

**WISKA Hoppmann & Mulsow GmbH**  
24568 Kaltenkirchen

12. Auflage 2019

Druck 5 4 3 2

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

ISBN 978-3-8085-3485-4

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

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: Braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Umschlagfoto: Firma GMC-I Messtechnik GmbH, 90449 Nürnberg.  
Satz: Punkt für Punkt GmbH · Mediendesign, 40549 Düsseldorf  
Druck UAB Balto print, 08217 Vilnius (LT)

## Vorwort

### Liebe Leserin, lieber Leser,

die elektrotechnischen Berufe erfordern ein umfangreiches theoretisches und praktisches Fachwissen. Die Zwischen- und Abschlussprüfungen der elektrotechnischen Berufe enthalten neben fachtheoretischen Inhalten auch umfangreiche fachpraktische Inhalte, auf die sich die Auszubildenden vorzubereiten haben. Dabei soll Ihnen das Buch **Prüfungsfragen Praxis Elektrotechnik** eine Hilfe sein.

Das Buch **Prüfungsfragen Praxis Elektrotechnik** enthält über 2300 Fragen nach dem Schema „Frage – Antwort“. Zusätzliche Erklärungen geben weitere Hilfen. Programmierte Aufgaben mit getrennten Lösungen fassen die Kapitelinhalte zusammen und dienen der Selbstkontrolle.

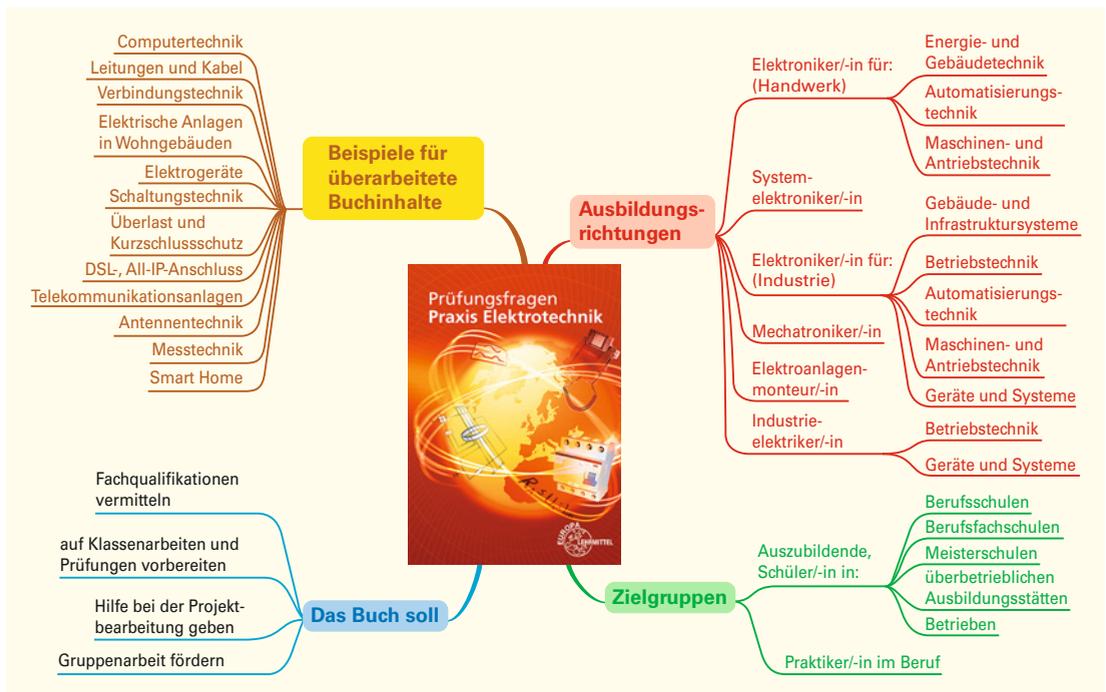
Die vorliegende 12. Auflage wurde gründlich überarbeitet. Besonderer Wert wurde auf die Einbeziehung der aktuellen DIN-EN-Normen und der VDE-Bestimmungen gelegt. So wurden z.B. DIN 18013 Nischen für Zählerplätze oder die Planungsgrundlagen für elektrische Anlagen in Wohngebäuden eingearbeitet.

Das folgende Mind-Map-Bild stellt die wichtigsten Informationen im Überblick dar.

### Zur Vertiefung weitere Bücher aus der Fachbuchreihe

- Fachkunde Elektrotechnik
- Praxis Elektrotechnik
- Arbeitsbuch  
Elektrotechnik Lernfeld 1–4
- Arbeitsbuch  
Elektrotechnik Lernfeld 5–13
- Rechenbuch Elektrotechnik
- Formeln für Elektrotechniker
- Tabellenbuch Elektrotechnik

**i** Alle Normen nach neuestem Stand, z.B. Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100, Teil 410, elektrische Anlagen in Wohngebäuden nach DIN 18015 oder Nischen für Zählerplätze nach DIN 18013.



Ihre Meinung zu diesem Buch ist uns wichtig. Teilen Sie uns Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik aber auch Ihre Zustimmung zu diesem Buch mit. Schreiben Sie uns unter: [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel wünschen Ihnen viel Erfolg.

Frühjahr 2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Unfall und Arbeitssicherheit</b> .....	<b>8</b>	<b>4.6</b>	<b>Löten</b> .....	<b>59</b>
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren .....	8		Weichlöten .....	59
1.2	Begriffe und Definitionen .....	10		Weichlote .....	60
1.3	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz .....	11		Flussmittel .....	60
1.4	Die fünf Sicherheitsregeln .....	13		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	<b>61</b>
1.5	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen .....	16	<b>5</b>	<b>Überlastschutz und Kurzschluss-Schutz</b> .....	<b>62</b>
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	<b>18</b>			
<b>2</b>	<b>Isolierte Leitungen und Kabel</b> .....	<b>19</b>	<b>5.1</b>	<b>Schmelzsicherungen</b> .....	<b>62</b>
2.1	Anforderungen und Aufbau .....	19		Schraubsicherungssysteme .....	62
2.2	Leitungen .....	22		NH-Sicherungssysteme .....	64
	Kennzeichnung .....	22		Betriebsklassen bei Niederspannungssicherungen .....	66
	Leitungen für feste Verlegung .....	23		Geräteschutzsicherungen .....	66
	Leitungen für ortsveränderliche Verbraucher .....	24	<b>5.2</b>	<b>Leitungsschutzschalter</b> .....	<b>67</b>
	Sonderleitungen .....	26	<b>5.3</b>	<b>Brandschutzschalter</b> .....	<b>68</b>
2.3	Kabel .....	27	<b>5.4</b>	<b>Überlastschutz von Asynchronmotoren</b> .....	<b>69</b>
	Kabelgarnituren .....	28		Motorschutzschalter .....	69
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	<b>29</b>		Thermisches Überlastrelais .....	70
				Motorschutz durch Thermistoren .....	71
<b>3</b>	<b>Verlegearten von Leitungen und Kabeln</b> .....	<b>30</b>	<b>5.5</b>	<b>Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und Leitungen</b> .....	<b>72</b>
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung .....	30		Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen .....	72
3.2	Die klassischen Verlegearten .....	30		Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	73
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz .....	31		Überlastschutz von Kabeln und Leitungen ..	75
	Setzen von Dübeln .....	33		Kurzschlusschutz von Kabeln und Leitungen .....	76
	Einführen von Leitungen in Betriebsmittel .....	34		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	<b>77</b>
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz .....	35	<b>6</b>	<b>Bauteile und Schaltungen der Energietechnik</b> .....	<b>79</b>
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz .....	37			
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren ..	38	<b>6.1</b>	<b>Betriebsmittelkennzeichnung und Schaltungsunterlagen</b> .....	<b>79</b>
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau .....	40		<b>Stecksysteme</b> .....	<b>80</b>
	Leitungsverlegung im Beton .....	40	6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen .....	81
	Leitungsverlegung in Hohlwänden .....	42	6.2.2	Perilex-Steckvorrichtungen .....	82
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen .....	43	6.2.3	Kragensteckvorrichtungen .....	83
	Verlegung in Leitungsführungskanälen .....	44	<b>6.3</b>	<b>Schalter und Taster</b> .....	<b>84</b>
	Verlegung in Geräteeinbaukanälen .....	45	6.3.1	Installationsschalter .....	85
	Brüstungskanäle .....	45	6.3.2	Drucktaster und Leuchtmelder .....	86
	Sockelleistenkanäle .....	46	6.3.3	Positionsschalter .....	87
	Aufbodenkanal .....	46	6.3.4	Näherungsschalter .....	87
3.5	Unterflur-Installationssysteme .....	46	6.3.5	Schalter für Maschinen und Anlagen .....	88
3.6	Leitungsverlegung auf Kabeltragegestellen .....	48	<b>6.4</b>	<b>Elektromagnetische Schalter</b> .....	<b>89</b>
3.7	Brandschottung in elektrischen Anlagen ..	49	6.4.1	Relais .....	89
3.8	Leitungsverlegung im Erdreich .....	49	6.4.2	Schütze .....	91
3.9	Verlegen von Freileitungen .....	51	6.4.3	Zeitrelais .....	92
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	<b>52</b>	6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen .....	93
<b>4</b>	<b>Verbindungstechnik</b> .....	<b>54</b>	<b>6.5</b>	<b>Installationsschaltungen</b> .....	<b>94</b>
4.1	Abmanteln und Abisolieren von Leitungen und Kabeln .....	54	6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern .....	94
4.2	Schraubverbindungen .....	55	6.5.2	Beleuchtung von Installationsschaltern .....	95
4.3	Schraubsicherungen .....	56	6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern .....	96
4.4	Lötfreie Verbindungstechniken .....	57	6.5.4	Bewegungsmelder .....	97
	Biegen von Ösen .....	57	6.5.5	Netzfreeschalter .....	97
	Crimpen .....	57	<b>6.6</b>	<b>Betriebsbedingungen von Steuer- und Meldestromkreisen</b> .....	<b>98</b>
4.5	Klemmenverbindungen .....	58	6.6.1	Grundschaltungen mit Schützen .....	99

6.6.2	Folge- und Verriegelungsschaltung .....	100	8.3	<b>Errichten von Blitzschutzsystemen</b> .....	151
6.6.3	Stern-Dreieck-Schaltung .....	101		Ableitungen .....	152
6.6.4	Dahlanderschaltung .....	102		Erdungsanlage .....	152
6.6.5	Klemmenplan .....	103	8.4	<b>Innerer Blitzschutz</b> .....	152
6.7	<b>Kleinsteuerungen</b> .....	104		Blitzschutzzonen .....	153
6.8	<b>Speicherprogrammierbare Steuerungen</b> .....	105	8.5	<b>Trennungsabstand</b> .....	154
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	107	8.6	<b>Prüfen der Blitzschutzsysteme</b> .....	155
				<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	156
<b>7</b>	<b>Elektrische Anlagen in Wohngebäuden</b> .....	<b>110</b>	<b>9</b>	<b>Sonderinstallationen</b> .....	<b>157</b>
7.1	<b>Hausanschluss (DIN VDE 0100, Teil 732)</b> .....	110	9.1	<b>Raumarten (nach DIN VDE 0100)</b> .....	157
	Hausanschlussraum (DIN 18012) .....	110		Trockene Räume .....	157
	Hausanschlusswand .....	111		Feuchte und nasse Bereiche und Räume sowie Anlagen im Freien .....	157
	Hausanschlussnische .....	111	9.2	<b>Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten</b> .....	158
	Hausanschlusskasten .....	112		Schutzmaßnahmen in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten .....	159
	Hausanschlussleitungen .....	112		Leitungen und Kabel in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten .....	160
7.2	<b>Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene</b> .....	113	9.3	<b>Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten</b> .....	162
	Erder .....	114		Brandschutzmaßnahmen in feuergefährdeten Betriebsstätten .....	162
7.3	<b>Hauptstromversorgungssysteme</b> .....	115		Betriebsmittel .....	163
7.4	<b>Zählerplätze</b> .....	116	9.4	<b>Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen</b> .....	164
	Steuerleitungen .....	117		Schutzmaßnahmen in medizinisch genutzten Bereichen .....	166
7.5	<b>Wohnungsinstallation</b> .....	118		Schutzpotenzialausgleich in medizinisch genutzten Bereichen .....	167
	Stromkreisverteiler .....	118	9.5	<b>Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen</b> .....	168
	Elektroinstallation im Wohnbereich .....	119		Einteilung explosionsgeschützter Betriebsmittel .....	169
	Elektroinstallation in der Küche .....	120		Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen .....	170
	Installationsformen .....	121		Auswahl von Leitungen, Kabeln und Betriebsmitteln .....	170
	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche .....	123	9.6	<b>Elektrische Anlagen auf Baustellen</b> .....	171
7.6	<b>Bewertung der Elektroinstallation</b> .....	126	9.7	<b>Leuchtmittel für Innenräume</b> .....	173
7.7	<b>Telekommunikationsanlagen</b> .....	127	9.7.1	Leuchtstofflampen .....	173
7.7.1	Hausruf- und Türöffneranlagen .....	127	9.7.2	Niedervolt-Halogentechnik .....	175
7.7.2	Haussprechanlagen .....	128	9.8	<b>LED-Lampen</b> .....	176
7.7.3	Errichten von Telekommunikationsanlagen ..	129	9.9	<b>Fotovoltaikanlagen</b> .....	177
7.7.4	Analog-Anschluss .....	130		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	179
7.7.5	DSL-Anschluss .....	132	<b>10</b>	<b>Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln</b> .....	<b>181</b>
7.7.6	All-IP-Anschluss .....	132	10.1	<b>Messen und Prüfen</b> .....	181
7.7.7	ISDN am All-IP-Anschluss .....	132	10.2	<b>Begriffe der Messtechnik</b> .....	181
7.7.8	VoIP am All-IP-Anschluss .....	134	10.3	<b>Analoge und digitale Anzeige</b> .....	182
7.7.9	Smart Home .....	134	10.4	<b>Messwerke</b> .....	182
7.8	<b>Antennenempfangsanlagen</b> .....	135	10.5	<b>Messfehler</b> .....	184
7.8.1	Errichten von Antennenempfangsanlagen ..	135	10.6	<b>Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand</b> .....	185
7.8.2	Leitungsnetz von Antennenanlagen .....	137		Strommesser und Spannungsmesser .....	185
7.8.3	Gemeinschafts-Antennenanlagen .....	139		Messwandler .....	186
7.8.4	Satelliten- und terrestrische digitale Empfangsanlagen .....	140		Messen von Widerständen .....	187
7.8.5	Breitband-Kommunikationsanlagen .....	142	10.7	<b>Messen mit Vielfach-Messinstrumenten</b> ...	188
7.8.6	Prüfen von Antennenanlagen .....	142	10.8	<b>Messkategorien, Messen nichtsinusförmiger Wechselgrößen</b> .....	189
7.9	<b>Gefahrenmeldeanlagen</b> .....	143	10.9	<b>Messen der elektrischen Leistung</b> .....	190
	Einbruchmeldeanlagen .....	143			
	Brandmeldeanlagen .....	144			
7.10	<b>Gebäudesystemtechnik</b> .....	145			
	KNX-System .....	145			
	KNX-Powernet .....	146			
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	147			
<b>8</b>	<b>Blitzschutz</b> .....	<b>149</b>			
8.1	<b>Grundlagen</b> .....	149			
8.2	<b>Äußerer Blitzschutz</b> .....	149			
	Schutzwinkelverfahren .....	150			
	Blitzkugelverfahren .....	150			
	Maschenverfahren .....	151			

<b>10.10</b>	<b>Messen der elektrischen Arbeit</b> .....	191	<b>12.4.3</b>	<b>Transistoren</b> .....	237
<b>10.11</b>	<b>Messen mit dem Elektronenstrahl- Oszilloskop</b> .....	192		Bipolare Transistoren .....	237
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	196		Anschließen von Transistoren .....	238
<b>11</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b> .....	198		Arbeitspunkteinstellung von Transistoren ...	239
<b>11.1</b>	<b>Wichtige Vorschriften und Kennzeichen</b> .....	198		Grundschaltungen von Transistoren .....	240
<b>11.2</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b> .....	199		Transistor als Schalter .....	240
<b>11.3</b>	<b>Drehstromsysteme</b> .....	201		Prüfen von Transistoren .....	241
<b>11.4</b>	<b>Anforderungen an den Basisschutz</b> .....	202	<b>12.4.4</b>	<b>Spannungsstabilisierung</b> .....	242
11.4.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen .....	202	<b>12.4.5</b>	<b>Thyristor</b> .....	243
11.4.2	Basisschutz unter besonderen Bedingungen .....	202	<b>12.4.6</b>	<b>Triac</b> .....	245
<b>11.5</b>	<b>Anforderungen an den Fehlerschutz</b> .....	203		Diac .....	246
11.5.1	Schutzerdung .....	203	<b>12.4.7</b>	<b>Kühlung von Halbleiterbauelementen</b> .....	247
11.5.2	Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene .....	204	<b>12.4.8</b>	<b>Optoelektronische Bauelemente</b> .....	248
<b>11.6</b>	<b>Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System</b> .....	204	<b>12.4.9</b>	<b>Integrierte Schaltungen</b> .....	249
11.6.1	TN-System .....	204	<b>12.5</b>	<b>Zurichten elektronischer Bauelemente</b> .....	250
11.6.2	TT-System .....	206		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	251
11.6.3	IT-System .....	207	<b>13</b>	<b>Computertechnik</b> .....	254
<b>11.7</b>	<b>Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung</b> .....	208	<b>13.1</b>	<b>Bestandteile und Funktionsweise</b> .....	254
<b>11.8</b>	<b>Schutz durch Schutztrennung</b> .....	210	<b>13.2</b>	<b>Hardware für PC</b> .....	254
<b>11.9</b>	<b>Schutz durch Kleinspannung</b> .....	211		Chipsatz und Mainboard .....	255
<b>11.10</b>	<b>Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen</b> .....	213		Mikroprozessor (CPU) .....	256
<b>11.11</b>	<b>Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur von Elektrofachkräften oder elektro- technisch unterwiesenen Personen betrieben und überwacht werden</b> .....	214		Arbeitsspeicher (RAM) .....	256
11.11.1	Schutz durch nicht leitende Umgebung .....	214		Schnittstellen und Anschlüsse .....	256
11.11.2	Schutz durch erdfreien, örtlichen Schutzpotenzialausgleich .....	214		Peripherie .....	257
11.11.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel .....	215	<b>13.3</b>	<b>Software für PC</b> .....	260
<b>11.12</b>	<b>Prüfen der Schutzmaßnahmen</b> .....	216	<b>13.4</b>	<b>Computer-Netzwerke</b> .....	261
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	221		Netzwerkverbindung .....	261
<b>12</b>	<b>Schaltungen und Bauteile der Elektronik</b> .....	223		Netzwerkeinstellungen .....	262
<b>12.1</b>	<b>Gedruckte Schaltungen</b> .....	223		Netzwerk Zugriffsberechtigungen, Netzwerkdrucker, Internetzugang und WLAN .....	263
	Herstellungsverfahren .....	224		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	264
<b>12.2</b>	<b>Widerstände</b> .....	226	<b>14</b>	<b>Elektrogeräte</b> .....	265
	Festwiderstände .....	226	<b>14.1</b>	<b>Kleingeräte</b> .....	265
	Drahtwiderstände .....	226		Trocken- und Dampfbügeleisen .....	266
	Schichtwiderstände .....	226		Haartrockner und Handrührgeräte .....	267
	Kennzeichnung von Widerständen .....	227		Funkentstörung bei Kleingeräten .....	267
	Temperaturabhängige Widerstände .....	228	<b>14.2</b>	<b>Großgeräte</b> .....	268
	Spannungsabhängige Widerstände .....	228		Elektroherd .....	268
<b>12.3</b>	<b>Kondensatoren</b> .....	229		Mikrowellengerät .....	269
	Festkondensatoren .....	229		Waschmaschinen .....	270
	Elektrolytkondensatoren .....	230		Wäschetrockner .....	271
	Kennzeichnung von Festkondensatoren .....	230	<b>14.3</b>	<b>Geräte zur Warmwasserversorgung</b> .....	272
<b>12.4</b>	<b>Halbleiterbauelemente</b> .....	231		Versorgungssysteme .....	272
12.4.1	Grundlagen .....	231		Offene und geschlossene Geräte .....	272
12.4.2	Halbleiterdioden .....	231		Durchlauferhitzer .....	274
	Aufnahme von Diodenkennlinien .....	233		Anschluss von Warmwasserbereitern .....	275
	Gleichrichterschaltungen .....	234		Wartung und Instandsetzung .....	276
	Prüfen von Dioden .....	235	<b>14.4</b>	<b>Elektrische Raumheizung</b> .....	277
	Z-Dioden .....	235		Auf- und Entladung .....	277
				Aufstellen von Wärmespeichern .....	278
				<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	279
			<b>15</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten</b> .....	281
			<b>15.1</b>	<b>Fehlerarten</b> .....	281
			<b>15.2</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen</b> .....	282
				Leiterunterbrechungen .....	282
				Auffinden von Kurzschlüssen .....	285
				Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen .....	286

<b>15.3</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Geräten</b> .....	287	<b>16.8</b>	<b>Transformatoren</b> .....	312
<b>15.4</b>	<b>Instand setzen von Elektrogeräten</b> .....	289		Aufbau und Wirkungsweise .....	312
<b>15.5</b>	<b>Prüfen von instand gesetzten</b>			Bauarten von Transformatoren .....	313
	<b>Elektrogeräten</b> .....	291		Betriebsbedingungen von	
	Schutzleiterprüfung .....	291		Transformatoren .....	314
	Prüfen des Isolationswiderstandes .....	292		Drehstromtransformatoren .....	316
	Messen des Schutzleiterstromes,		<b>16.9</b>	<b>Wicklungen von Transformatoren und</b>	
	Messen des Berührungstromes .....	293		<b>Elektromotoren</b> .....	317
	Messen des Ersatz-Ableitstromes .....	294		Wicklungen von Transformatoren .....	317
<b>15.6</b>	<b>Funktionsprüfung</b> .....	294		Prüfen von Wicklungen .....	318
	<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	295		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	318
<b>16</b>	<b>Elektrische Maschinen</b> .....	298	<b>17</b>	<b>Primärelemente und Sekundärelemente</b> ....	321
<b>16.1</b>	<b>Planen von Antrieben</b> .....	298	<b>17.1</b>	<b>Primärelemente</b> .....	321
<b>16.2</b>	<b>Drehstrom-Asynchronmotoren</b> .....	300	<b>17.2</b>	<b>Sekundärelemente</b> .....	322
	Polumschaltbare Motoren .....	302		<b>Programmierte Aufgaben</b> .....	323
	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren ..	303			
<b>16.3</b>	<b>Einphasenwechselstrommotoren</b> .....	304		<b>Lösungen der programmierten</b>	
	Spaltpolmotoren .....	305		<b>Aufgaben</b> .....	324
	Universalmotoren .....	305			
<b>16.4</b>	<b>Gleichstrommotoren</b> .....	306		<b>Datenblätter</b> .....	326
	Aufbau und Wirkungsweise .....	306		► Strombelastbarkeit von Kabeln	
	Arten von Gleichstrommotoren .....	306		und isolierten Leitungen .....	326
	Drehrichtung, Drehzahleinstellung .....	307		► Auslösekennlinien von	
<b>16.5</b>	<b>Servomotoren</b> .....	308		Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	328
	Anwendungen und Anforderungen .....	308		► Diode, Z-Diode, Transistor .....	329
	Gleichstromservomotoren .....	308		► Antennentechnik .....	330
	Drehstromservomotoren .....	309			
<b>16.6</b>	<b>Wartung und Pflege von Elektromotoren</b> .....	310		<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	331
<b>16.7</b>	<b>Betriebsstörungen bei</b>				
	<b>Elektromotoren</b> .....	311			

## 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 (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-Präsidenten 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>

Ein kleines '2' ist in einem gelben Kasten unten links zu sehen.

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?

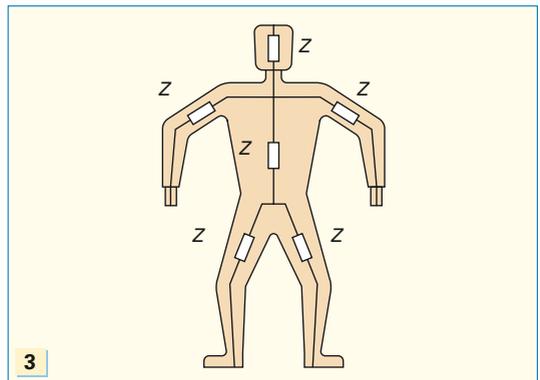
- ▶ Wechselspannungen (AC) über 50 V,
- ▶ Gleichspannungen (DC) über 120 V.

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 k $\Omega$ .

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-Funkschutzzeichen,
- c) VDE-Elektronik-Prüfzeichen für elektronische Geräte.

Das Funkschutzzeichen 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.

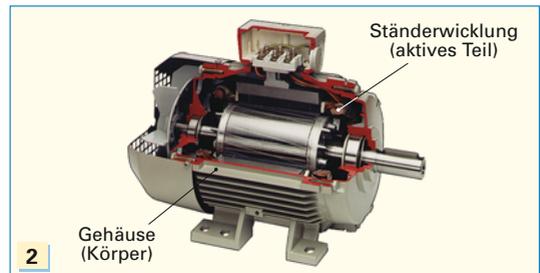
5 Erklären Sie den Begriff „elektrisch aktive Teile“.

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.

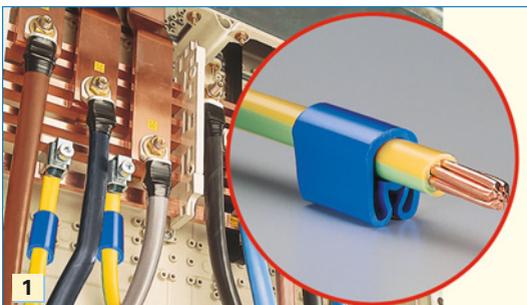
10 Wodurch unterscheiden sich die Aufgaben von elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EUP) und von Elektrofachkräften (EF)?

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.

Verbotsschilder, Gebotsschilder 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) Gebots- 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 Schraubversicherung, 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.

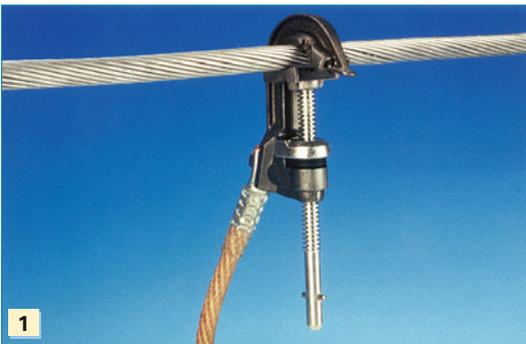
**13** Was ist bei der Handhabung von Spannungsprüfern zu beachten?

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?

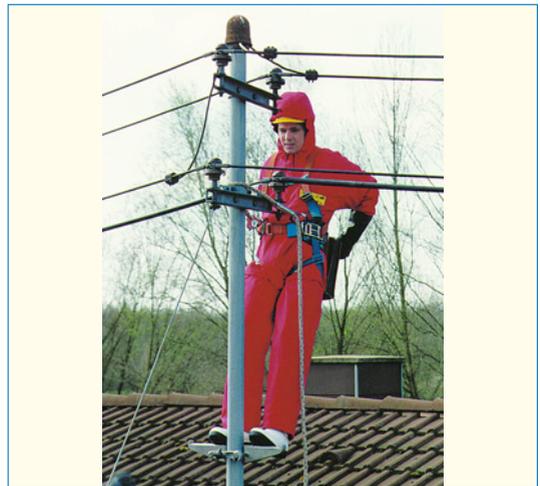
Ja, sie müssen jedoch durch Elektrofachkräfte (EF) oder elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP) beaufsichtigt werden, z.B. bei Malerarbeiten.

- 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.

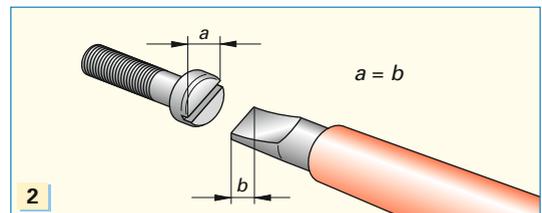
- ▶ Stehleitern (**Bild 1**) müssen bei Verwendung als Anlegeleiter eine Abrutschsicherung besitzen.
- ▶ Die oberste Sprosse darf nicht betreten werden.
- ▶ An den beiden Holmseiten ist eine Spannkette oder ein Spangurt als Spreizsicherung notwendig (**Bild 1**).
- ▶ Bei Stehleitern muss eine Quertraverse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

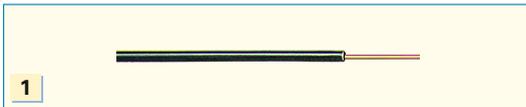
Sie transportieren elektrische Energie vom Erzeuger zum Verbraucher. In Mess-, Steuer- und Regleinrichtungen dienen sie zur Übertragung von Signalen.

#### 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.

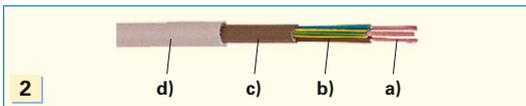
#### 3 Wie ist eine Aderleitung (Bild 1) aufgebaut?



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.

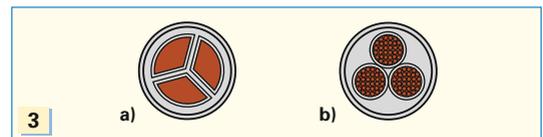
Sie dürfen deshalb unter erschwerten Einsatzbedingungen, z.B. im Erdreich, in Industrieanlagen oder im Bergbau, eingesetzt werden.

#### 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.

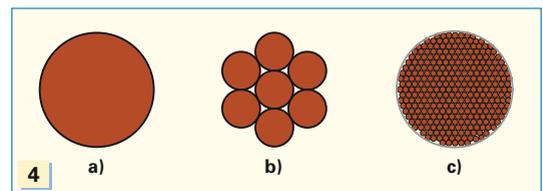
#### 8 Welchen Vorteil besitzen a) Sektorleiter im Vergleich zu b) Rundleitern in Bild 3?



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) Eindrätiger Leiter,
- b) mehrdrätiger Leiter,
- c) feindrätiger Leiter.

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

Da eindrätige 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.

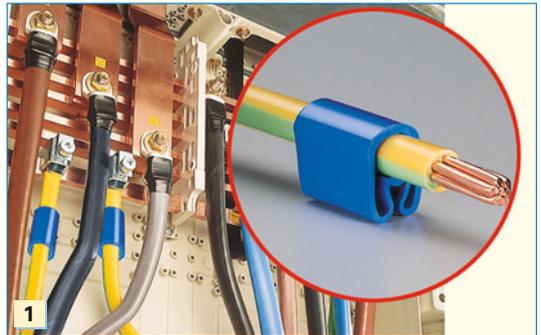
Kennfarbe	Buchstabencode
Grün gelb	GNYE (green-yellow)
Blau	BU (blue)
Grau	GY (grey)
Braun	BN (brown)
Schwarz	BK (black)

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

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

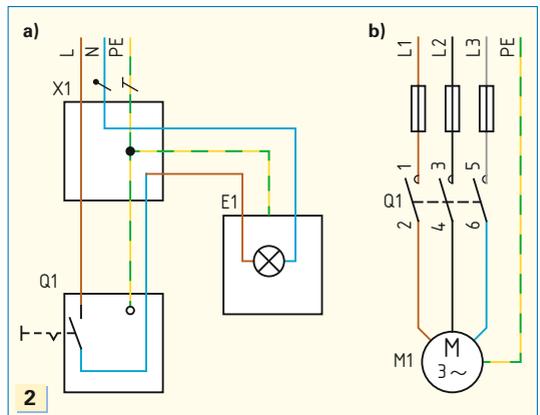
- Grün gelb,                      b) blau,
- grün gelb mit blauer Kennzeichnung der Aderenden.

PEN-Leiter haben eine grün gelbe 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.