



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Prüfungsfragen Praxis Elektrotechnik

13. überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen
(siehe Rückseite)

Lektorat: Bernd Feustel

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

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

Autorenfoto 10-1a, 10-1b, 11-1, 12-2, 14-1, 20-1, 28-2, 33-2, 34-1, 46-1, 46-4, 49-3, 51-2, 54-4, 58-2, 60-2, 64-1, 64-2, 81-1, 81-4, 82-3, 82-4, 83-5, 85-1, 90-2, 95-2, 97-3, 98-1, 99-1, 103-3a, 103-3b, 103-4a, 104-4b, 107-3, 112, 118-1, 119-1, 121-1, 127-2, 157-1, 157-2, 167-1, 170, 172-2, 174-1, 175-1, 193-1, 209-2, 226-1, 226-2, 247-2, 254-3, 255-1, 255-2, 256-1, 256-2, 257-1, 257-2, 257-3, 257-4, 258-1, 258-2, 259-1, 259-2, 259-3, 260-1, 260-2, 261-2, 264-1, 264-2, 305-2, 309-1, 316-1, 323

ABB AG, 40472 Ratingen 67-1

Adobe Systems Software, Ireland Ltd., Adobe Stock, Dublin, Irland 254-1 © You can more

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, 50968 Köln 9-2

Beuth Verlag GmbH, 10787 Berlin 12-1, 13-1, 13-2, 225-1

BSD Bildungs- und Servicezentrum GmbH, 01900 Großröhrdorf 13-3, 14-2, 15-3, 16-7

CreeLED, Inc., Durham, NC 27703 USA 176

Dehn SE, 90402 Nürnberg 154

Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e.V., 40547 Düsseldorf 10-2

Eaton Electric GmbH, 53115 Bonn 92-1

Elektromaschinen- und Transformatorenbau GmbH, 54518 Osann-Monzel 65-2

ELSIC Elektrische Sicherheitsausrüstungen und Betriebsmittel GmbH, 41189 Mönchengladbach 203-1

ETL Prüftechnik GmbH, 70825 Korntal-Münchingen 318-1

Felten & Guillaume Carlswerk AG, 26954 Norderham 22-6, 23-1, 23-2, 25-1, 25-2, 26-1, 27-1, 27-2, 27-3, 29-1, 29-2, 29-3, 49-2, 171-2, 202-1,

FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 97486 Königsberg 38-4, 39-1, 39-2, 39-3,

Friedrich Lütze GmbH, 71384 Weinstadt 52-2

Gerhard Balluff GmbH & Co., 73765 Neuhausen/Filder 87-3

GEYER AG, 90441 Nürnberg 111-2

GMC-1 Gossen-Metrawatt GmbH, 90471 Nürnberg 114-2, 188-1, 285-3, 289-2, 291-1, 296-4

Gustav Hensel GmbH & Co. KG, 57368 Lennestadt 202-2

Hager Vertriebsgesellschaft GmbH & Co. KG, 66440 Blieskastel 43-1, 44-2, 44-4, 45-1, 45-3, 46-2, 74-3, 116-1, 117-1, 117-3b, 191-3, 213-1

HAILO-Werk Rudolf Loh GmbH & Co. KG, 35708 Haiger 17-1

Hellermann Tyton GmbH, 25436 Tornesch 52-1

Hengstler GmbH, 78554 Aldingen 89-3

Kaiser Elektro- und Fördertechnik GmbH, 79669 Zell im Wiesental Ortsteil Mambach-Rohmatt 37-1, 38-1, 40-1, 42-2, 121-2, 121-3

Kathrein-Werke AG, 83022 Rosenheim 142-2, 330

Knipex-Werk C. Gustav Putsch, 42334 Wuppertal 54-3, 54-5, 54-6, 57-1

MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG, 57399 Kirchhundem 212-3

OBO Betermann Holding GmbH & Co. KG, 58710 Menden 47-3, 48-1, 48-2, 48-3, 49-1

RST Rabe-System-Technik und Vertriebs-GmbH, 49134 Wallenhorst 34-3

Rudolf Michael GmbH, 75031 Eppingen 317-1

S. Siedle & Söhne, 78120 Furtwangen 126-2

SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, 76646 Bruchsal 308-1

Siemens AG, 80333 München 62-2, 64-3, 86-1, 87-1, 104-1, 172-1, 319-2

STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, 37603 Holzminden 274-2

Tektronix GmbH, 50739 Köln 193-2

Trafo Schneider, 79229 March-Buchheim 312-2

WAGO GmbH & Co. KG, 32423 Minden 58-1

WALTHER-WERKE Ferdinand Walther GmbH, 67304 Eisenberg 171-1

Werkzeugfabrik G. Adolf Lemp & Co. GmbH, 42853 Remscheid 14-3

13. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-3081-8

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

© 2023 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.

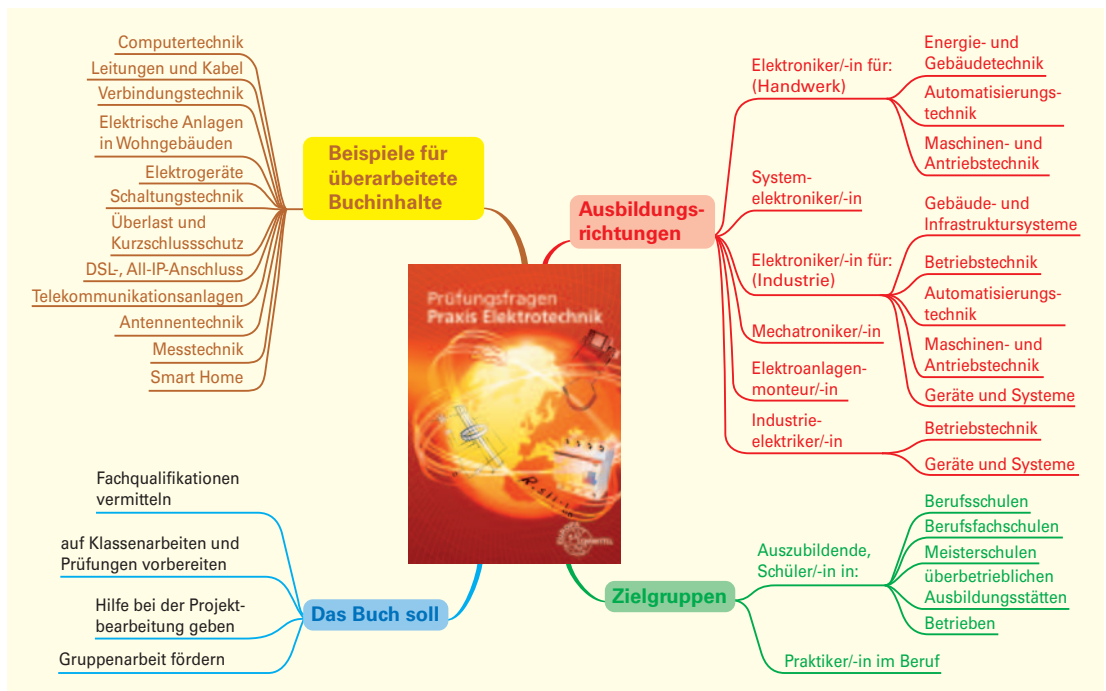
Die vorliegende 13. Auflage wurde gründlich überarbeitet. Besonderer Wert wurde auf die Einbeziehung der aktuellen DIN-EN-Normen und der VDE-Bestimmungen gelegt. So wurden z.B. DIN 18013 Nischen für Zählerplätze oder die Planungsgrundlagen für elektrische Anlagen in Wohngebäuden eingearbeitet.

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

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

Frühjahr 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Unfall und Arbeitssicherheit	8	4.6	Löten	59
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		Programmierte Aufgaben	61
1.5	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	16	5	Überlastschutz und Kurzschluss-Schutz	62
	Programmierte Aufgaben	18			
2	Isolierte Leitungen und Kabel	19	5.1	Schmelzsicherungen	62
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	5.2	Geräteschutzsicherungen	66
	Leitungen für ortsveränderliche Verbraucher	24	5.3	Leitungsschutzschalter	67
	Sonderleitungen	26	5.4	Brandschutzschalter	68
2.3	Kabel	27		Überlastschutz von Asynchronmotoren	69
	Kabelgarnituren	28		Motorschutzschalter	69
	Programmierte Aufgaben	29		Thermisches Überlastrelais	70
				Motorschutz durch Thermistoren	71
3	Verlegearten von Leitungen und Kabeln	30	5.5	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und Leitungen	72
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		Programmierte Aufgaben	77
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	35	6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	79
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz	37			
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren ..	38	6.1	Betriebsmittelkennzeichnung und Schaltungsunterlagen	79
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	40		Stecksysteme	80
	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	6.3	Schalter und Taster	84
	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	6.4	Elektromagnetische Schalter	89
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
3.10	Leitungsverlegung in Schaltschränken	52	6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen	93
	Programmierte Aufgaben	53	6.5	Installationsschaltungen	94
4	Verbindungstechnik	54	6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern	94
4.1	Abmanteln und Abisolieren von Leitungen und Kabeln	54	6.5.2	Beleuchtung von Installationsschaltern	95
4.2	Schraubverbindungen	55	6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern	96
4.3	Schraubsicherungen	56	6.5.4	Bewegungsmelder	97
4.4	Lötfreie Verbindungstechniken	57	6.5.5	Netzfreeschalter	97
	Biegen von Ösen	57	6.6	Betriebsbedingungen von Steuer- und Meldestromkreisen	98
	Crimpen	57	6.6.1	Grundschaltungen mit Schützen	99
4.5	Klemmenverbindungen	58			

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

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

15.3	Fehlersuche in elektrischen Geräten	287	16.8	Transformatoren	312
15.4	Instand setzen von Elektrogeräten	289		Aufbau und Wirkungsweise	312
15.5	Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten	291		Bauarten von Transformatoren	313
	Schutzleiterprüfung	291		Betriebsbedingungen von Transformatoren	314
	Prüfen des Isolationswiderstandes	292		Drehstromtransformatoren	316
	Messen des Schutzleiterstromes, Messen des Berührungsstromes	293	16.9	Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	317
	Messen des Ersatz-Ableitstromes	294		Wicklungen von Transformatoren	317
15.6	Funktionsprüfung	294		Prüfen von Wicklungen	318
	Programmierte Aufgaben	295		Programmierte Aufgaben	318
16	Elektrische Maschinen	298	17	Primärelemente und Sekundärelemente	321
16.1	Planen von Antrieben	298	17.1	Primärelemente	321
16.2	Drehstrom-Asynchronmotoren	300	17.2	Sekundärelemente	322
	Polumschaltbare Motoren	302		Programmierte Aufgaben	323
	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren ..	303			
16.3	Einphasenwechselstrommotoren	304		Lösungen der programmierten Aufgaben	324
	Spaltpolmotoren	305			
	Universalmotoren	305		Datenblätter	326
16.4	Gleichstrommotoren	306		► Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	326
	Aufbau und Wirkungsweise	306		► Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	328
	Arten von Gleichstrommotoren	306		► Diode, Z-Diode, Transistor	329
	Drehrichtung, Drehzahleinstellung	307		► Antennentechnik	330
16.5	Servomotoren	308			
	Anwendungen und Anforderungen	308		Sachwortverzeichnis	331
	Gleichstromservomotoren	308			
	Drehstromservomotoren	309			
16.6	Wartung und Pflege von Elektromotoren	310			
16.7	Betriebsstörungen bei Elektromotoren	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 2022
	DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200)	DIN
Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		VDE

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?

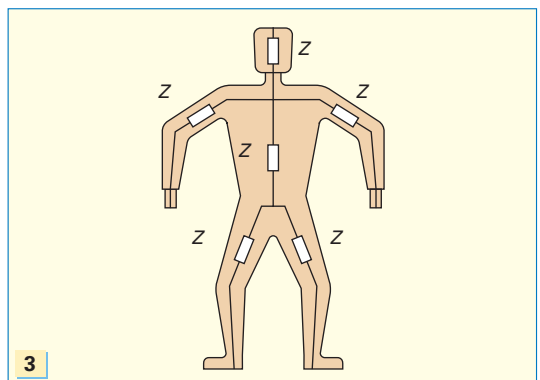
- ▶ Wechselspannungen (AC) über 50 V, effektiv
- ▶ Gleichspannungen (DC) über 120 V.

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?

- ▶ Muskelverkrampfung,
- ▶ Atemlähmung und dadurch Sauerstoffmangel im Gehirn,
- ▶ Herzrhythmusstörungen, insbesondere Herzkammerflimmern,
- ▶ Blutzersetzung,
- ▶ 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 Welchen Fehler muss ein Ersthelfer bei einem Stromunfall vermeiden?

Ein Verunglückter, der noch Teil des Stromkreises ist, darf nicht berührt werden, um nicht selbst Teil des Stromkreises zu werden. Es muss erst eine Netztrennung des betroffenen Stromkreises erfolgen.

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

- Kontrolle der Vitalfunktionen 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**).



Vitalfunktionen Atmung, Puls, Herz-Kreislauf

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.

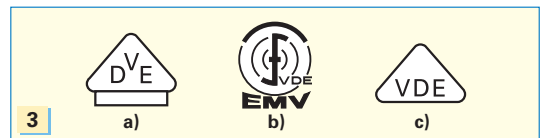
In Hochspannungsanlagen ($U > 1000$ V) gelten folgende Mindestabstände: über 1 kV bis 30 kV: 1,5 m, über 30 kV bis 110 kV: 2 m, über 110 kV bis 220 kV: 3 m, über 220 kV bis 380 kV: 4 m.

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 Bügeln (**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.

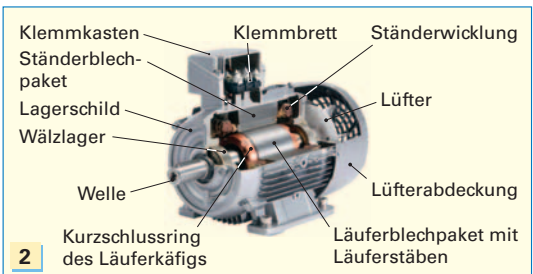
- 5 Erklären Sie den Begriff „elektrisch aktive Teile“.

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.

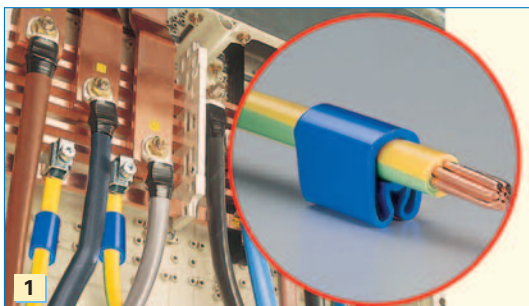
10 Wodurch unterscheiden sich die Aufgaben von elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EUP) und von Elektrofachkräften (EF)?

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?

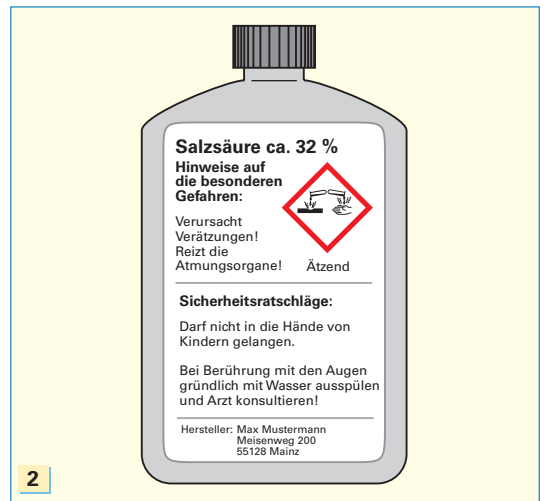
- ▶ Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und
- ▶ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).

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 GHS¹,
- ▶ 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.

¹ 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 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.

9 Welche Bedeutung haben a) Rettungszeichen und b) Brandschutzzeichen?

- a) Enthalten Symbole, die bei Gefahrensituationen auf Rettungswege in Einrichtungen weisen.
- b) Weisen auf Einrichtungen hin, welche zur Meldung oder Bekämpfung eines Brandes dienen.

10 Welche Bedeutung haben a) Verbotsschilder, b) Gebotszeichen und c) Warnzeichen an oder in der Nähe von Arbeitsplätzen? (S. 13, Bild 1)

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

Verbots-, Gebots- und Warnzeichen 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?

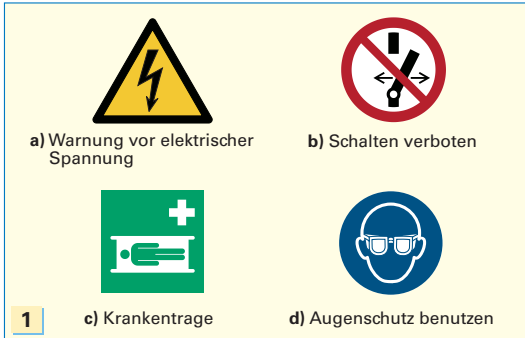
Sie weisen auf Rettungswege, Rettungseinrichtungen oder auf Stellen für Hilfeleistungen hin, z.B. Erste Hilfe.

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

- a) Gebots- und Verbotsschilder,
- b) Warnzeichen,
- c) Rettungs- und Hinweiszeichen.

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

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



- 1 a) Warnzeichen, b) Verbotsszeichen,
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.

- 2 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.

- 3 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.

- 4 Warum muss eine elektrische Anlage, an der noch gearbeitet wird, gegen Wiedereinschalten gesichert werden (**Bild 4**)?



Es soll ein irrtümliches Wiedereinschalten während der Arbeiten an der Anlage vermieden werden.

5 Welche drei Angaben muss das Verbotsschild an der Freischnittstelle enthalten?

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



Das Verbotsschild an der Freischnittstelle 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.

6 Wodurch kann es vorkommen, dass trotz vorgenommener Freischnittung 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.

7 Was hat mit Schraub Sicherungen und mit NH-Sicherungseinsätzen zu geschehen, mit denen freigeschnittet 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.

8 Welche Person darf Spannungsfreiheit feststellen?

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

Die Spannungsfreiheit immer allpolig feststellen.

9 Warum muss Spannungsfreiheit direkt an der Arbeitsstelle festgestellt werden?

Diese Vorrichtungen müssen unter Umständen hohe Kurzschlussströme sicher ableiten können.

10 Warum sind zur Bestimmung der Spannungsfreiheit nur zweipolige Spannungsprüfer (**Bild 2**) 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.

11 Was versteht man unter Erden und Kurzschließen?

An der Abschnittstelle müssen Teile, an denen gearbeitet werden soll, vor Beginn der Arbeiten zuerst geerdet und dann kurzgeschlossen werden (**Bild 3**).



Erdungs- und Kurzschlussvorrichtungen 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.

12 Von welchen Personen darf das Erden und Kurzschließen vorgenommen werden?

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

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



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

14 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 Kurzschleißverbindungen aufheben (vor den Erdverbindungen!).
- ▶ Erdverbindungen aufheben.
- ▶ Betriebsmäßig erforderliche Schutzvorrichtungen, z.B. Klemmenabdeckungen von Schalttern, 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).

15 Wer ist berechtigt, eine Anlage als einschaltbereit zu melden?

Nur die Aufsicht führende Person.

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

Erst nachdem die Einschaltbereitschaft der Arbeitsstelle vorliegt.

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 Abschränkung 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?

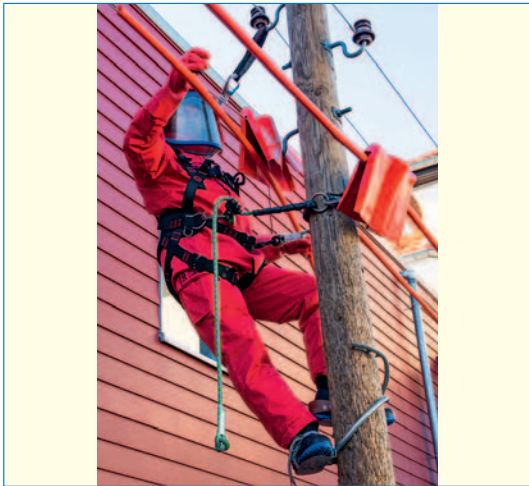
Ja, sie müssen jedoch durch Elektrofachkräfte (EF) oder elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP) beaufsichtigt werden, z.B. bei Malerarbeiten.

- 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, Halteriemen, 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 Knickschutzhülle 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.

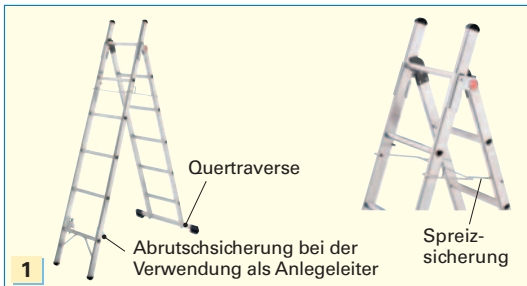
- 13 Welche wichtigen Regeln sind beim Verwenden von Leitern zu beachten?

- ▶ 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.

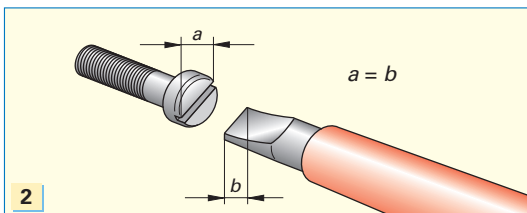
- ▶ Stehleitern (**Bild 1**) müssen bei Verwendung als Anlegeleiter eine Abrutschsicherung besitzen.
- ▶ Die oberste Sprosse darf nicht betreten werden.
- ▶ An den beiden Holmseiten ist eine Spannkette oder ein Spanngurt als Spreizsicherung notwendig (**Bild 1**).
- ▶ Bei Stehleitern muss eine Quertraverse 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° ... 75°, 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 Alter, klimatische Verhältnisse und durch raue Art der Verwendung verringert.

1.6 Ausstattung einer Werkzeugtasche

1 Welche Handwerkzeuge gehören zur Grundausstattung einer Werkzeugtasche (**Bild 3**)?



Zur Grundausstattung einer Werkzeugtasche mit Handwerkzeugen gehören eine Kombizange, eine Spitzzange, eine Seitenscheider, eine Crimpzange, ein Universal-Abmantelwerkzeug, eine Abisolierzange, ein Hammer, ein Schraubendreher, eine Pucksäge, eine Wasserwaage und ein Gliedermaßstab.

2 Warum dürfen Schneidewerkzeuge nur die für die vorgegebenen Schneidewerte und Drahtärten verwendet werden?

Ein schneiden von Leitungen mit größeren Schneidewerten und zu harten Drähten kann zu Beschädigungen der Schneideklinge führen.

3 Welche Schraubenprofile werden in der Elektrotechnik häufig verwendet und sollten zur Ausstattung des Schraubendreheratzes gehören?

Eine häufige Verwendung finden Schlitzschrauben, Kreuzschlitzschrauben, Trox- und Innen-sechskantschrauben.

4 Wofür wird eine Pucksäge benötigt?

Eine Pucksäge wird zum Kürzen von z.B. Kunststoffrohren, weichwandigen Rohren und kleineren Kabelkanälen verwendet.

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 Wiedereinschaltsperren, 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 Prüflakette 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?

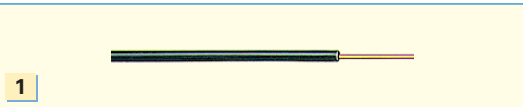
Sie transportieren elektrische Energie vom Erzeuger zum Verbraucher. In Mess-, Steuer- und Regleinrichtungen dienen sie zur Übertragung von Signalen.

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.

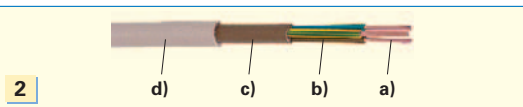
3 Wie ist eine Aderleitung (Bild 1) aufgebaut?



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.

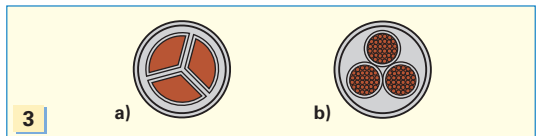
Sie dürfen deshalb unter erschwerten Einsatzbedingungen, z.B. im Erdreich, in Industrieanlagen oder im Bergbau, eingesetzt werden.

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.

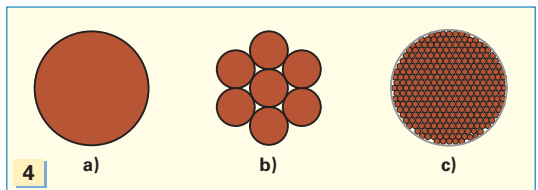
8 Welchen Vorteil besitzen a) Sektorleiter im Vergleich zu b) Rundleitern in Bild 3?



Bei Sektorleitern wird der Kabelquerschnitt besser genutzt.

Kabel mit $A_{Cu} \geq 35 \text{ mm}^2$ oder $A_{Al} \geq 50 \text{ mm}^2$ 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 mm^2 Kupfer bei fester Verlegung verwendet.

11 Welche Eigenschaften haben fein- und feinst-drähtige 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

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

a) 1,5 mm², b) 6 mm².

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.

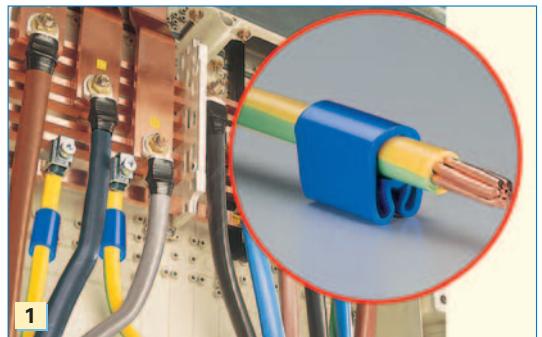
Kennfarbe	Buchstabencode
Grüngelb	GYNE (green-yellow)
Blau	BU (blue)
Grau	GY (grey)
Braun	BN (brown)
Schwarz	BK (black)

18 Welche Aderfarbe ist zwingend vorgeschrieben zum Anschluss des

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

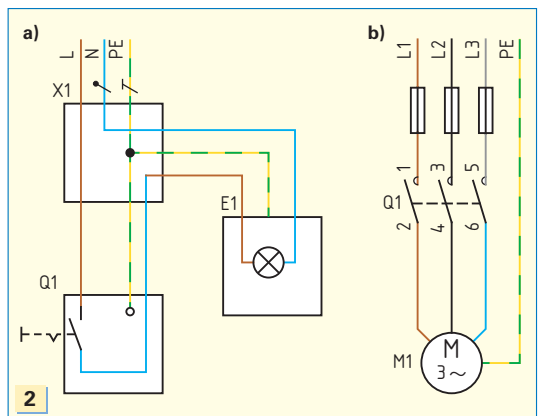
- a) Grüngelb, b) blau,
- c) grüngelb mit blauer Kennzeichnung der Aderenden.

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



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

- a) den Schaltdraht zwischen Q1 und X1 oder
- b) 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.