



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Elektrotechnik

Grundbildung

10. überarbeitete und erweiterte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren
(siehe Rückseite)

Lektorat: Klaus Tkotz

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

Europa-Nr.: 3141X

Autoren der Grundbildung Elektrotechnik:

Bumiller, Horst	Freudenstadt
Burgmaier, Monika	Durbach
Eichler, Walter	Kaiserslautern
Feustel, Bernd	Kirchheim-Teck
Käppel, Thomas	Münchberg
Klee, Werner	Mehlingen
Manderla, Jürgen	Berlin
Tkotch, Klaus	Kronach
Winter, Ulrich	Kaiserslautern
Ziegler, Klaus	Nordhausen

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Klaus Tkotch

Bildbearbeitung:

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

- Windows ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation
- INTEL ist ein eingetragenes Warenzeichen der INTEL Corporation
- Linux ist ein eingetragenes Warenzeichen von Linus Torvalds
- Nachdruck der Box-Shots von Microsoft-Produkten mit freundlicher Erlaubnis der Microsoft Corporation
- Alle anderen Produkte, Warenzeichen, Schriftarten, Firmennamen und Logos sind Eigentum oder eingetragene Warenzeichen ihrer Eigentümer

In diesem Buch finden sich Verweise/Links auf Internetseiten. Für die Inhalte auf diesen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich, weshalb eine Haftung ausgeschlossen wird. Für den Fall, dass Sie auf den angegebenen Internetseiten auf illegale oder anstößige Inhalte treffen, bitten wir Sie, uns unter info@europa-lehrmittel.de davon in Kenntnis zu setzen, damit wir beim Nachdruck dieses Buches den entsprechenden Link entfernen können.

10. Auflage 2015

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert.

ISBN 978-3-8085-3196-9

Titelmotiv:

Idee: Klaus Tkotch

Ausführung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

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

© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Druck: Konrad Triltsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

● Allgemeines

Vorwort	4
Inhaltsverzeichnis (ausführlich)	6–8
Ein neues Projekt entsteht	10
Zur Abschlussprüfung, Lernfeldhinweise	5
Sachwortverzeichnis	307–312



Wichtige Formeln der Elektrotechnik: Seite 284

● Elektrotechnik

Inhaltsverzeichnis (Kurzform)	
1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	12
2 Grundbegriffe der Elektrotechnik	18
3 Grundsaltungen der Elektrotechnik	46
4 Elektrisches Feld	67
5 Magnetisches Feld	78
6 Schaltungstechnik	97
7 Wechselstromtechnik	115
8 Messtechnik	127
9 Elektronik	146
10 Elektrische Anlagentechnik	190
11 Schutzmaßnahmen	208
12 Informationstechnik	231
13 Werkstoffe, Fertigung, Umwelt, Energieeinsparung	254

● Infoseiten

• Schaltzeichen	287
• Elektrotechnische Symbole, Prüfzeichen	291
• Widerstände und Kondensatoren (Kennzeichnung)	293
• Überstrom-Schutzeinrichtungen (Auslösekennlinien) ..	294
• Leitungen u. Kabel (Verlegearten, Mindestquerschnitte)	295
• Leitungen, Umrechnungsfaktoren, Strombelastbarkeit ..	296
• Normspannungen, Normfrequenzen	297
• Kennlinien Dioden, Transistoren	298
• Wichtige Abkürzungen	300
• Fachbegriffe Englisch – Deutsch	302

● Praxistipps (Auswahl)

• Gefährdungsbeurteilung	16
• Installation einer Wechselschaltung	99
• Messen mit dem Oszilloskop	144
• Farbkennzeichnung von Leitern	195
• Verlegen von Leitungen	198
• Beispiel einer Leitungsberechnung	206
• Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk	250
• Herstellen einer WLAN-Verbindung	251

Kapitelnummer und Symbole

1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



Liebe Leserin, lieber Leser,

die **Grundbildung Elektrotechnik** dient der Aus- und Weiterbildung im Berufsfeld Elektrotechnik und Elektronik. Sie wendet sich an alle, die in diesem Berufsfeld tätig sind.

Aufbau des Buches

- Das Buch ist fachsystematisch aufgebaut und fördert das selbstgesteuerte Lernen.
- Sie finden Erklärungen, Zusammenhänge und Darstellungen wichtiger Gesetze und Formeln der Elektrotechnik.
- Das Buch umfasst die Lernfelder 1 bis 4 der elektrotechnischen Ausbildungsberufe.
- Wiederholungsseiten festigen und vertiefen Ihre erworbenen Kompetenzen.
- Praxistippseiten unterstützen Ihre berufliche Tätigkeit.
- Ein Infoteil sowie eine Zusammenfassung wichtiger Formeln am Buchende unterstützen Ihre handlungsorientierte und praxisnahe Ausbildung.

Auf einen Blick

- Die folgende Mind-Map zeigt alle wichtigen Informationen auf einen Blick.
- Dürfen es weitere Bücher aus dem Bereich Elektrotechnik/Elektronik sein? Eine Auswahl finden Sie ebenfalls in der Mind-Map.



i In dem Gesamtband **Fachkunde Elektrotechnik** finden Sie alle **Bilder, Tabellen** und **Infoseiten** dieses Buches sowie weitere Bilder, nützliche Programme und Bedienungsanleitungen auf einer DVD.



Neue bzw. überarbeitete Inhalte in den Kapiteln:

- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- Grundbegriffe der Elektrotechnik
- Grundsaltungen der Elektrotechnik
- Schaltungstechnik
- Elektronik
- Elektrische Anlagentechnik
- Schutzmaßnahmen
- Informationstechnik
- Infoteil

Ihre Meinung zu diesem Buch ist uns wichtig. Deshalb möchten wir Ihre Kritik, Ihre Rat- und Vorschläge, aber auch Ihre Zustimmung erfahren. Schreiben Sie uns unter: lektorat@europa-lehrmittel.de

Ihr Autorenteam und der Verlag Europa-Lehrmittel wünschen Ihnen viel Erfolg.

Frühjahr 2015

i Information zur Abschlussprüfung in den Elektroberufen in Handwerk und Industrie

Die Prüfung wird grundsätzlich in zwei Teilen abgelegt (**Tabelle**).

Tabelle: Prüfungsteile und deren Gewichtung		
	Prüfung Teil 1	Prüfung Teil 2
Wann?	Im 4. Halbjahr (nach 1 1/2 bis 2 Jahren)	Ende 7. Halbjahr (nach 3 1/2 Jahren)
Welche Inhalte?	Lernfelder 1 bis 6	Lernfelder 7 bis 13
Welche Prüfungsteile?	• Komplexe Arbeitsaufgabe mit begleitenden situativen Gesprächsphasen • Schriftliche Aufgabenstellung zu der komplexen Arbeitsaufgabe	• Systementwurf • Funktion- und Systemanalyse • Wirtschafts- und Sozialkunde • Arbeitsaufgabe und Fachgespräch
Welche Gewichtung?	40%	60%

i Lernfelder zur Grundstufe Elektrotechnik (gekürzte Darstellung)

Folgende Beispiele dienen als Anregung. Sie können je nach Bundesland variieren.

Lernfeld: Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen	Seite
• Schaltpläne, Schaltzeichen	20, 21, 97, 287
• Elektrotechnische Grundgrößen	18, 276
• Gefahren des elektrischen Stromes	208
• Arbeitsschutz und Unfallschutz, Sicherheitsregeln	12, 208, 213
• Messverfahren, Oszilloskop	127, 140
• Wechselstromtechnik	115
• Elektronische Bauelemente	146

Lernfeld: Elektrische Installationen planen und ausführen	
• Installationsschaltungen	100
• Auswahl von Kabeln, Leitungen und Überstrom-Schutzorganen	192, 198, 199
• Leitungsdimensionierung	206
• Sicherheitsbestimmungen, Sicherheitszeichen	14, 211
• Umweltschutz, Energieeinsparung	275, 279

Lernfeld: Steuerungen analysieren und anpassen	
• Digitaltechnik, Logische Grundverknüpfungen	175, 177
• Zahlensysteme, Schaltalgebra, Kippschaltungen	175, 185
• Hausrufanlagen, Haussprechanlagen, Relais und Schütze	104, 108
• Englische Fachbegriffe	302

Lernfeld: Informationstechnische Systeme bereitstellen	
• Hardware.....	233
• Betriebssysteme.....	243
• Softwarekomponenten, Anwendungen, Internet	243, 244, 249
• Datensicherung, Datenschutz	252

1	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	12
1.1	Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz	12
1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	12
1.3	Gefahrstoffverordnung	13
1.4	Sicherheitszeichen	14
1.5	Erste Hilfe	15
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung	16
	Wiederholungsseite zu Kapitel 1	17

2	Grundbegriffe der Elektrotechnik	18
2.1	Umgang mit physikalischen Größen	18
	Masse und Kraft	18
	Mechanische Arbeit	19
	Energie	19
	Mechanische Leistung	19
2.2	Arten von Stromkreisen	20
	Elektrischer Gleichstromkreis	21
2.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge)	23
	Aufbau der Atome	24
2.4	Elektrische Spannung	25
2.4.1	Spannungsquellen	25
2.4.2	Potenzial und Spannung	25
2.4.3	Arten der Spannungserzeugung	26
2.4.4	Messen elektrischer Spannung	27
2.5	Elektrischer Strom	28
2.5.1	Elektrischer Strom in Metallen	29
2.5.2	Messen elektrischer Stromstärke	29
2.5.3	Wirkungen des elektrischen Stromes	30
2.5.4	Stromarten	31
2.5.5	Stromdichte	32
2.6	Elektrischer Widerstand und Leitwert	33
2.7	Ohmsches Gesetz	34
2.8	Leiterwiderstand	35
2.9	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	36
2.10	Bauarten von Widerständen	37
2.11	Elektrische Energie und Arbeit	39
2.11.1	Gewinnung elektrischer Energie	39
2.11.2	Elektrische Arbeit	40
2.12	Elektrische Leistung	41
2.13	Wirkungsgrad	43
2.14	Elektrowärme	44
	Wiederholungsseite zu Kapitel 2	45

3	Grundschaltungen der Elektrotechnik	46
3.1	Reihenschaltung	46
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung	46
3.1.2	Vorwiderstände	48
3.1.3	Spannungsfall an Leitungen	49
3.2	Parallelschaltung	50
3.3	Gemischte Schaltungen	52
3.3.1	Spannungsteiler	52
3.3.2	Brückenschaltung	54
3.3.2.1	Abgeglichene Brückenschaltung	54
3.3.2.2	Nicht abgeglichene Brückenschaltung	55
3.3.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	56
3.4	Spannungsquelle	57
3.4.1	Belastungsfälle einer Spannungsquelle	57
3.4.2	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	58
3.4.3	Anpassung	58
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen	60
3.5	Galvanische Elemente	61
3.5.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie	61
3.5.2	Primärelemente	62
3.5.3	Sekundärelemente (Akkumulatoren)	64
	Wiederholungsseite zu Kapitel 3	66

4	Elektrisches Feld	67
4.1	Eigenschaften des elektrischen Feldes	67
4.2	Grundbegriffe	68
4.2.1	Elektrische Feldstärke	68

4.2.2	Elektrische Influenz und Polarisation	68
4.2.3	Elektrische Felder in der Praxis	69
4.3	Kondensator im Gleichstromkreis	70
4.3.1	Verhalten eines Kondensators	70
4.3.2	Kapazität eines Kondensators	70
	Berechnung der Kapazität von Kondensatoren	71
4.3.3	Laden und Entladen eines Kondensators	72
4.3.4	Energie des geladenen Kondensators	73
4.4	Schaltungen von Kondensatoren	74
4.4.1	Parallelschaltung	74
4.4.2	Reihenschaltung	74
4.5	Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	75
4.5.1	Kenngrößen	75
4.5.2	Bauarten	75
	Wiederholungsseite zu Kapitel 4	77

5	Magnetisches Feld	78
5.1	Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen	78
5.2	Elektromagnetismus	80
5.2.1	Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld	80
5.2.2	Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld	81
5.3	Magnetische Größen	82
5.3.1	Magnetischer Fluss	82
5.3.2	Elektrische Durchflutung	82
5.3.3	Magnetische Feldstärke	83
5.3.4	Magnetische Flussdichte	83
5.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	84
5.5	Strom und Magnetfeld	87
5.5.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	87
5.5.2	Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld	89
5.5.3	Stromdurchflossene parallele Leiter	89
5.6	Spannungserzeugung durch Induktion	90
5.6.1	Generatorprinzip (Induktion durch Bewegung)	90
5.6.2	Lenzsche Regel	91
5.6.3	Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe)	92
5.6.4	Selbstinduktion	94
5.6.5	Wirbelströme	95
	Wiederholungsseite zu Kapitel 5	96

6	Schaltungstechnik	97
6.1	Schaltungsunterlagen	97
	Praxistipp: Installation einer Wechselschaltung	99
6.2	Installationsschaltungen	100
6.2.1	Lampenschaltungen	100
6.2.2	Schaltungen mit Meldeleuchten	102
6.2.3	Stromstoßschaltung	103
6.2.4	Infrarot-Bewegungsmelder	103
6.2.5	Treppenhaus-Zeitschaltung	104
6.2.6	Hausrufanlagen	104
6.2.7	Haussprechanlagen	105
6.3	Elektromagnetische Schalter	107
6.3.1	Relais	108
6.3.2	Schütze	110
	Grundschaltungen mit Schützen	111
	Tippbetrieb	111
	Selbsthaltung	111
	Verriegelung	112
	Wendeschützschaltung	112
	Auswahlschaltung zwei aus drei	113
	Folgeschaltung	113
	Strompfadbezeichnung	113
	Wiederholungsseite zu Kapitel 6	114

7	Wechselstromtechnik	115
7.1	Kenngrößen der Wechselstromtechnik	115
7.1.1	Periode und Scheitelwert	115
7.1.2	Frequenz und Periodendauer	115
7.1.3	Frequenz und Wellenlänge	116
7.2	Sinusförmige Wechselgrößen	117
7.2.1	Zeigerdarstellung von Sinusgrößen	117
7.2.2	Kreisfrequenz	118
7.2.3	Erzeugung von Sinusspannungen	118

7.2.4	Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen	119
7.2.5	Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen	120
7.2.6	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme	121
7.2.7	Frequenz und Polpaarzahl	122
7.2.8	Phasenverschiebung	123
7.2.9	Wirkwiderstand	123
7.2.10	Scheinwiderstand	123
7.3	Spule im Wechselstromkreis	124
	Induktiver Blindwiderstand	124
7.4	Kondensator im Wechselstromkreis	125
	Kapazitiver Blindwiderstand	125
	Wiederholungsseite zu Kapitel 7	126

8 Messtechnik 127

8.1	Elektrische Messgeräte	127
8.1.1	Grundbegriffe der Messtechnik	127
8.1.2	Anzeigearten von Messgeräten	128
8.1.3	Analoge Messgeräte	128
	Messfehler von analogen Messgeräten	129
8.1.4	Digitale Messgeräte	130
8.1.4.1	Aufbau, Anzeigen und Kennwerte	130
8.1.4.2	Messfehler von digitalen Messgeräten	132
8.1.4.3	Fachbegriffe zum Digitalmultimeter	133
8.1.5	Elektrische Messwerke	134
8.1.6	Elektrizitätszähler	135
8.1.6.1	Induktionszähler	135
8.1.6.2	Elektronische Elektrizitätszähler	136
8.2	Praktisches Messen	137
8.2.1	Messen von Leistungen	137
8.2.2	Messen von Widerständen	137
8.2.3	Messen mit Strommesszangen	138
8.2.4	Messkategorien	138
8.2.5	Durchführung einer praktischen Messung	139
8.3	Oszilloskop	140
8.3.1	Analoges Oszilloskop	140
8.3.1.1	Aufbau eines Analog-Oszilloskops	140
8.3.1.2	Zweikanal-Oszilloskop	142
8.3.1.3	Messen mit dem Oszilloskop	142
8.3.2	Digitalspeicher-Oszilloskop	143
	Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop	144
	Wiederholungsseite zu Kapitel 8	145

9 Elektronik 146

9.1	Halbleiterwerkstoffe	146
9.2	Halbleiterwiderstände	149
9.2.1	Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren)	149
9.2.2	Heißleiter (NTC-Widerstände)	150
9.2.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände)	151
9.2.4	Feldplatten	153
9.3	Hallgeneratoren	153
9.4	Halbleiterdioden	154
9.4.1	Wirkungsweise	154
9.4.2	Leistungsdioden	154
9.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden)	155
9.4.4	Halbleiterkennzeichnung	156
9.4.5	Gleichrichterschaltungen	157
9.4.5.1	Einpuls-Einwegschaltung E1U	157
9.4.5.2	Zweipuls-Brückenschaltung B2U	158
9.4.5.3	Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2U	158
9.4.5.4	Glätten pulsierender Gleichspannungen	158
9.5	Transistoren	160
9.5.1	Bipolare Transistoren	160
9.5.1.1	Transistoren in der Praxis	162
9.5.1.2	Einstellung des Arbeitspunktes	163
9.5.1.3	Stabilisierung des Arbeitspunktes	164
9.5.1.4	Transistor als Schalter	165
9.6	Optoelektronik	167
9.6.1	Optoelektronische Sender	167
	Leuchtdioden	167
	Laserdioden	168
9.6.2	Optoelektronische Empfänger	169
	Fotodioden	169
	Fotowiderstände	169
	Fotoelemente	169

Solarzellen	169
Fototransistoren	170
Schaltungsbeispiele optoelektronischer Empfänger	170
Flüssigkristallanzeigen	171
Optokoppler	171
Kühlung von Halbleiterbauelementen	172
Integrierte Schaltungen	173
Digitaltechnik	175
Zahlensysteme	175
Umwandlung von Zahlensystemen	176
BCD-Code	176
Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik	177
Grundverknüpfungen	177
UND-Verknüpfung	177
ODER-Verknüpfung	178
NICHT-Verknüpfung	178
Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation	179
Verknüpfungen mit Ausgangsnegation	179
Verknüpfungen mit Eingangsnegation	179
Eingangsbeschaltung log. Verknüpfungen	180
Anwendung der Grundverknüpfungen	180
Schaltkreisfamilien	181
TTL-Schaltkreisfamilie	181
CMOS-Schaltkreisfamilie	181
Schaltalgebra	182
Antivalenz-Verknüpfung und Äquivalenz-Verknüpfung	183
Schaltungen in NAND- und in NOR-Technik	184
Kippschaltungen	185
Bistabile Kippschaltung	185
Timer-Baustein NE 555	185
Kippschaltungen mit dem Timer NE 555	186
Monostabile Kippschaltung	186
Astabile Kippschaltung	186
Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger)	186
Kippglieder	187
Zustandsgesteuerte und taktgesteuerte Kippglieder	187
Zweiflankengesteuertes JK-Kippglied	188
Wiederholungsseite zu Kapitel 9	189

10 Elektrische Anlagentechnik 190

10.1	Energieübertragung und Spannungsebenen	190
10.2	Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen	192
10.2.1	Isolierte Leitungen	192
	Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern	195
10.2.2	Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen	196
10.2.3	Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen	196
10.2.4	Datenleitungen	197
	Praxistipp: Verlegen von Leitungen	198
10.3	Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher	199
10.4	Schutzschalter	202
10.4.1	Thermischer Auslöser	202
10.4.2	Elektromagnetischer Auslöser	202
10.4.3	Leitungsschutzschalter	203
10.4.4	Selektiver Hauptleitungsschutzschalter	203
10.5	Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen	204
	Spannungsfall an Leitungen	205
	Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung	206
	Wiederholungsseite zu Kapitel 10	207

11 Schutzmaßnahmen 208

11.1	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom	208
11.1.1	Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper	208
11.1.2	Direktes und indirektes Berühren	210
11.1.3	Fachbegriffe Schutzmaßnahmen	210
11.2	Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen	211
11.2.1	Schutzklassen	211

11.2.2	IP-Schutzarten	212
11.2.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	213
11.2.4	Fehlerarten in elektrischen Anlagen	214
11.2.5	Spannungen im Fehlerfall	214
11.3	Netzsysteme	215
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	216
11.5	Automatische Abschaltung der Stromversorgung	217
11.5.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	217
11.5.2	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	218
11.5.3	Schutz im TN-System	219
11.5.4	Schutz im TT-System	220
11.5.5	Schutz im IT-System	221
11.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung	222
11.7	Schutztrennung	222
11.8	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	223
11.9	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	224
11.9.1	Aufbau und Funktion	224
11.9.2	Anwendungen von RCDs	225
11.9.3	Kennwerte von RCDs	226
11.9.4	Auswahl und Einsatz von RCDs	226
11.9.5	RCD als Brandschutz	228
11.10	Differenzstrom-Überwachungseinrichtung	228
11.11	Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden	229
	Wiederholungsseite zu Kapitel 11	230

12	Informationstechnik	231
12.1	Bereiche der Informationstechnik	231
12.2	Computer, Programme und Peripherie	232
12.2.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers	232
12.2.2	Hardware, Software und Firmware	233
12.2.3	Computersystem	233
12.3	Mikrocomputer	234
12.4	Personal Computer (PC)	235
12.4.1	Komponenten eines PC	235
12.4.2	Mikroprozessor (CPU)	236
12.4.3	Halbleiterspeicher	237
12.4.4	Buskommunikation	238
12.4.5	Ein- und Ausgabe-Einheit	238
12.5	Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung	239
12.5.1	Geräte zur Eingabe	239
12.5.2	Geräte zur Ausgabe	239
12.5.2.1	Drucker	239
12.5.2.2	Farbmonitore	240
12.5.3	Periphere Geräte zur Datenspeicherung	241
	Praxistipp: Servicearbeiten am PC	242
12.6	Software	243
12.6.1	Systemprogramme	243
12.6.2	Anwendungsprogramme	244
12.6.3	Softwareentwicklung	245
12.7	Vernetzung von Computern	246
12.7.1	Dienste in Computernetzwerken	246
12.7.2	Netzwerktopologien	246
12.7.3	Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie	247
12.7.4	Netzwerkprotokoll	248
	TCP/IP-Protokoll	249
	Drahtlose Netzwerke	249
12.7.5	Globales Netzwerk Internet	249
	Praxistipp: Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk	250
	Praxistipp: Herstellen einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk	251
12.8	Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte	252
12.9	Schädliche Programme (Malware)	252
	Wiederholungsseite zu Kapitel 12	253

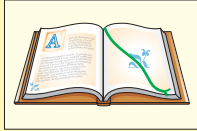
13	Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung	254
13.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	254
13.1.1	Stahl und Eisen-Gusswerkstoffe (Normung)	255
13.1.2	Leiterwerkstoffe	256
13.1.3	Kontaktwerkstoffe	257
13.1.4	Widerstandswerkstoffe	258
13.1.5	Magnetwerkstoffe	259
13.1.5.1	Magnetisch harte Werkstoffe	259
13.1.5.2	Magnetisch weiche Werkstoffe	260
13.1.6	Isolierstoffe	261
13.1.6.1	Elektrische Beanspruchung von Isolierstoffen	261
13.1.6.2	Anorganische Isolierstoffe	263
13.1.6.3	Organische Isolierstoffe	264
13.1.6.4	Flüssige und gasförmige Isolierstoffe	266
13.2	Verbindungen (Fügen)	267
13.2.1	Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik	267
13.2.2	Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik	267
13.3	Gedruckte Schaltungen	270
13.3.1	Subtraktiv-Technik	270
13.3.2	Additiv-Technik	270
13.3.3	Mehrlagen-Leiterplatten (Multilayer)	271
13.3.4	Drucktechniken	271
13.3.5	Prüfen von gedruckten Schaltungen	272
13.3.6	SMD-Technik	273
13.3.6.1	Bestückungsverfahren	273
13.3.6.2	Kleben von SMD-Bauteilen	274
13.3.6.3	Lötverfahren der SMD-Technik	274
13.4	Umweltschutz	275
13.4.1	Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik	275
13.4.2	Umweltschutz im Betrieb	276
13.4.3	Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen	277
13.5	Energieeinsparung	279
13.5.1	Rationeller Umgang mit Energie	279
13.5.2	Stand-by-Betrieb	281
13.5.3	Tipps zum Energiesparen	282
	Wiederholungsseite zu Kapitel 13	283

i	Infoteil	
•	Wichtige Formeln	284
•	Schaltzeichen	287
•	Wichtige elektrotechnische Symbole	291
•	Wichtige Prüfzeichen und Symbole	292
•	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	293
•	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	294
•	Verlegarten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter	295
•	Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und Isolierten Leitungen	296
•	Normspannungen, Normfrequenzen	297
•	Dioden	298
•	NPN-Transistor	299
•	Wichtige Abkürzungen	300
•	Fachbegriffe Englisch – Deutsch	302

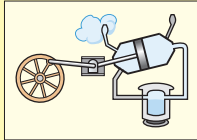
Rechnergegebnisse der Wiederholungsseiten	305
Firmenverzeichnis	306
Sachworte	307
Vordere Innenumschlagseite:	
Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten	
Hintere Innenumschlagseite:	
Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	

Entwicklung Technik – Elektrotechnik

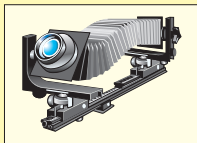
1450
Buchdruck



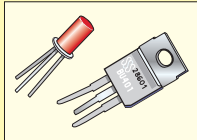
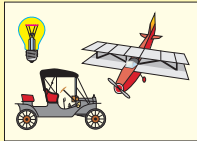
1800
Dampfmaschine



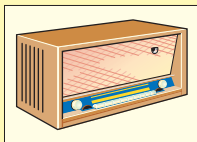
1850
Fotografie
Eisenbahn
Telegrafie
Grammofon



1900
Kraftfahrzeug
Elektrizitätsversorgung
Flugzeug



1950
Transistor
Radio, Fernsehen,
Taschenrechner



Walkman



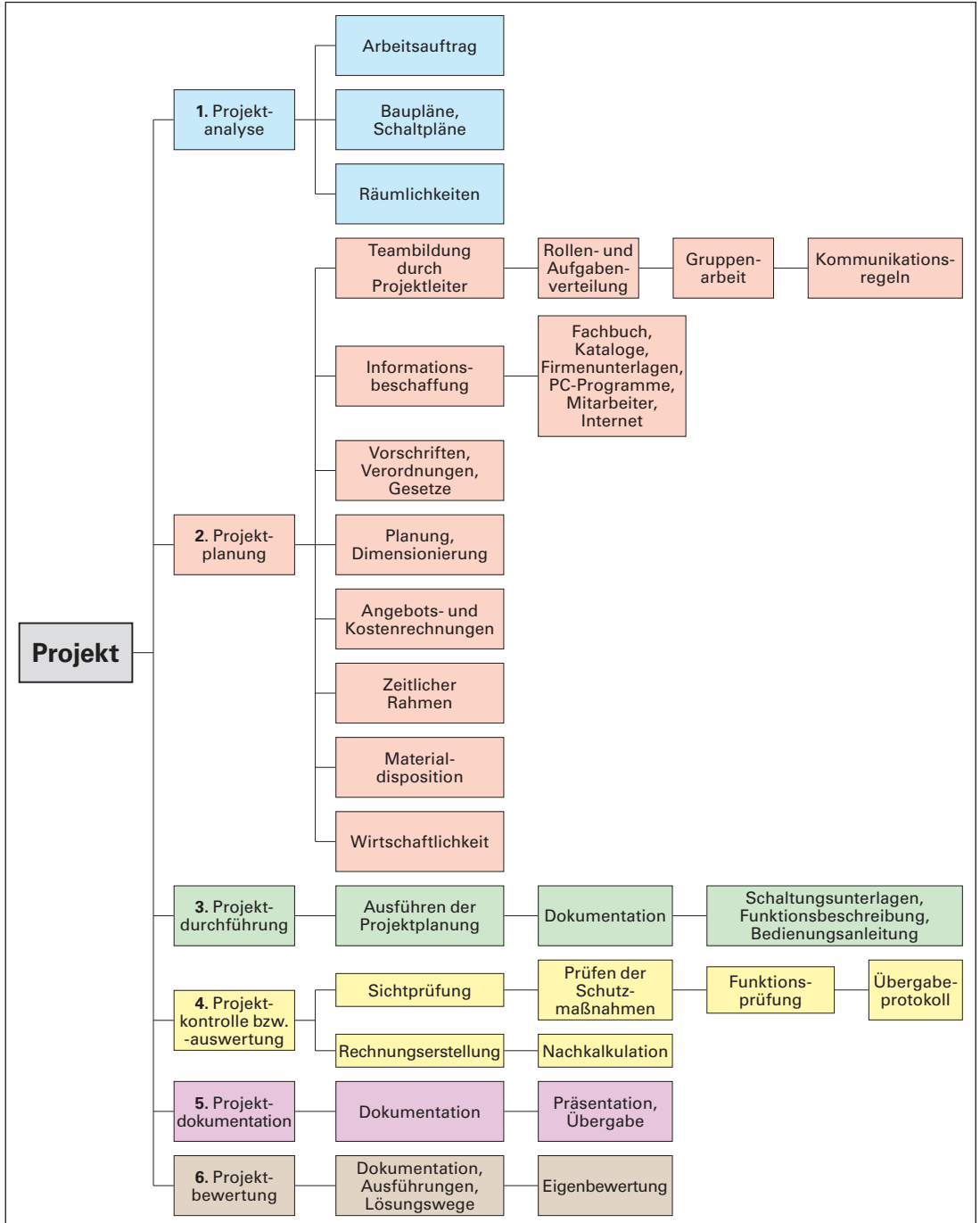
2000
Mikroelektronik
Computer
Internet
Handy

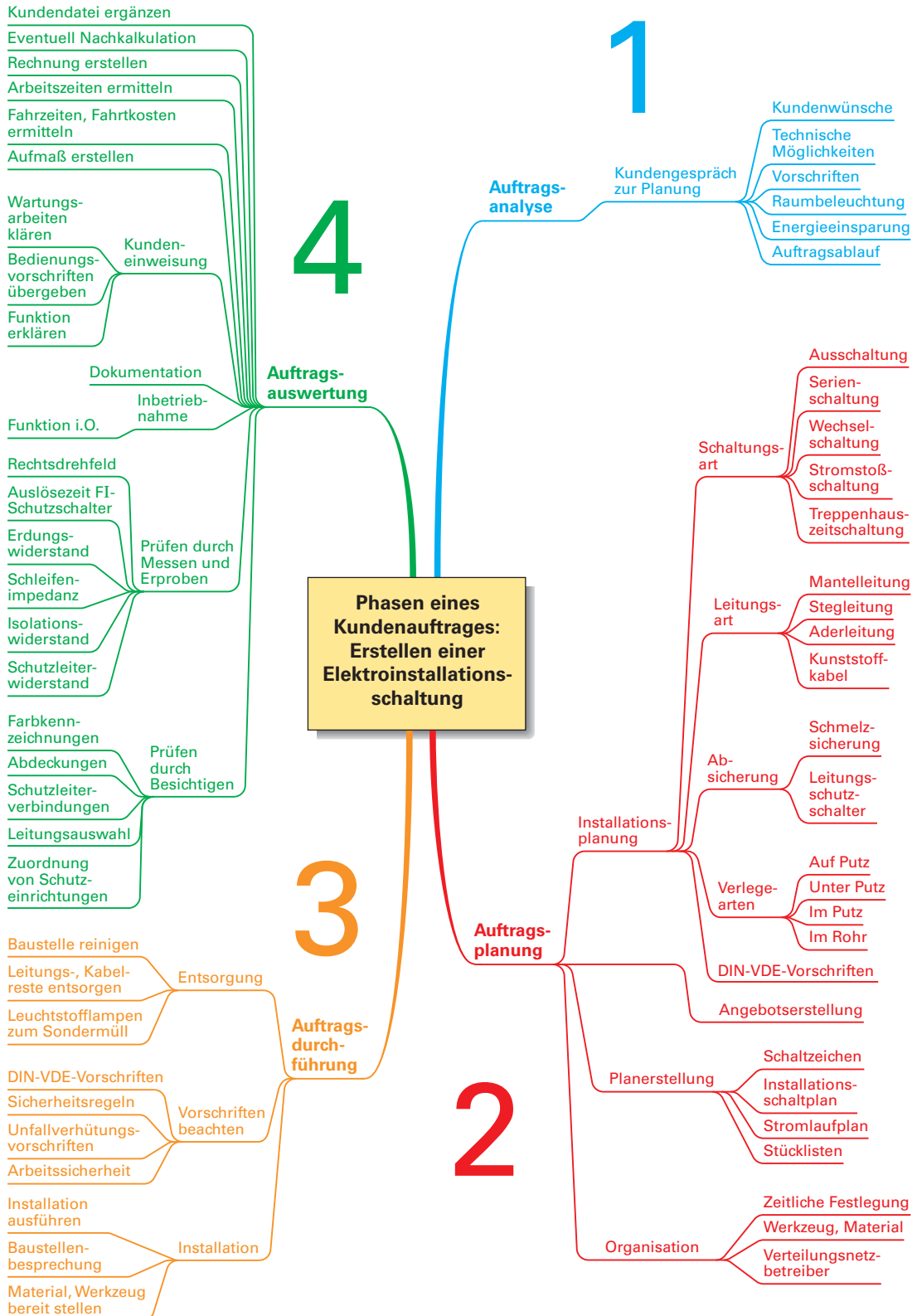


- 1672 Otto von Guericke untersucht die Reibungselektrizität.
- 1729 Stephen Gray unterteilt die Stoffe in Leiter und Nichtleiter.
- 1752 Benjamin Franklin erfindet den Blitzableiter.
- 1791 Luigi Galvani entdeckt „Kräfte der Elektrizität“ bei seinen Versuchen mit Froschschenkeln.
- 1800 Alessandro Volta bildet aus Silber- und Zinkscheiben eine „galvanische Säule“.
- 1820 Hans Christian Oersted entdeckt den Elektromagnetismus.
- 1820 André Marie Ampère findet das Prinzip des Elektromagneten.
- 1826 Georg Simon Ohm veröffentlicht das nach ihm benannte Gesetz.
- 1831 Michael Faraday entdeckt die elektromagnetische Induktion.
- 1834 Faraday findet die Grundgesetze der Elektrolyse.
- 1854 Heinrich Göbel konstruiert die erste Glühlampe.
- 1864 James Clerk Maxwell berechnet das elektromagnetische Feld.
- 1866 Werner von Siemens entdeckt das elektrodynamische Prinzip.
- 1880 Thomas Alpha Edison führt sein Beleuchtungssystem mit Kohlenfadenlampen ein.
- 1882 Lucien Gaulard und John Dixon Gibbs bauen den ersten Transformator.
- 1885 Galileo Ferraris gelingt die Erzeugung des Drehfelds.
- 1887 Michael von Dolivo-Dobrowolsky entwickelt das Drehstromsystem.
- 1888 Heinrich Hertz weist die Ausbreitungsgesetze elektromagnetischer Wellen nach.
- 1898 Carl Auer von Welsbach baut eine Glühlampe mit Osmium als Metallfaden.
- 1903 Cooper-Howitt konstruiert den gesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichter.
- 1911 Heike Kamerlingh Onnes entdeckt die Supraleitung.
- 1938 Robert Pohl und Rudolf Hilsch führen einen Dreielektrodenkristall vor.
- 1939 Walter Schottky erklärt die Funktion der Halbleiter-Metall-Randschicht.
- 1942 Die Firma Bell entwickelt Halbleiterdioden für Radardetektoren.
- 1947 J. Bardeen, W. Brattain und W. Shockley erfinden den Germanium-Punktkontakt-Transistor.
- 1948 William Shockley entwickelt den Germanium-Flächentransistor.
- 1951 Heinrich Welker entdeckt die III-V-Halbleiter.
- 1954 Die Firma Texas Instruments entwickelt den ersten Silicium-Transistor.
- 1958 Jack Kelby erfindet die integrierte Schaltung.
- 1959 Die Firma Fairchild baut die Planartechnologie aus.
- 1970 Ted Hoff entwickelt in der Firma Intel den Mikroprozessor.
- 1980 IBM baut supraleitende Schaltelemente aus Niob.
- 1985 Klaus v. Klitzing entdeckt den nach ihm benannten von Klitzing-Effekt (Quanten-Hall-Effekt)
- 1985 Die Integration von einer Million Schaltungselementen gelingt auf einem einzigen Chip.
- 1986 Die Energiesparlampe kommt auf den Markt.
- 1986 Herstellung der ersten 1-Megabyte-Chips.
- 1988 Inbetriebnahme der größten Fotovoltaikanlage Europas bei Kobern-Gondorf.
- 1990 Internet wird geschaffen.
- 1991 Die Lithium-Ionen-Batterie wird durch die Firma Sony präsentiert.
- 1992 Die Firma Sony bringt die Minidisc auf den Markt.
- 1993 Erster www-Browser „Mosaic“ wird an der Universität Illinois entwickelt.
- 1995 Betriebssystem „Windows 95“ der Firma Microsoft erscheint.
- 2000 Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie wird beschlossen.
- 2009 Betriebssystem „Windows 7“ der Firma Microsoft erscheint.
- 2013 3-D-Drucker im Homebereich erschienen.

Ein neues Projekt entsteht!

Um Projekte oder Aufträge professionell durchzuführen, z. B. Erstellen einer Installationsschaltung (**nächste Seite**), ist ein systematisches Vorgehen notwendig. Die Schritte zur Bearbeitung eines Projektes bzw. eines Auftrages zeigt die **Übersicht**. Sie können auf beliebige Anwendungsfälle übertragen werden. Je nach Auftrag sind nicht alle Projektschritte notwendig.







1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

1.1 Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

Elektronunfälle lassen sich meist auf **technische Mängel**, z. B. fehlende Schutzabdeckungen oder fehlerhafte Isolation, zurückführen. Auch **organisatorische Mängel**, z. B. fehlende oder ungenügende Arbeitsanweisungen, und **persönliche Fehler**, z. B. Fehlhandlungen, führen zu Unfällen. Die **persönliche Schutzausrüstung** am Arbeitsplatz ist von großer Bedeutung als Schutz vor Verletzung und Erkrankung. Persönliche Schutzausrüstung ist alles, was den Körper gegen schädigende Einflüsse schützt, z. B. Schutzkleidung oder Schutzhelm.

Schutzvorrichtungen und erklärende Hinweisschilder, z. B. das Hinweisschild zur Sicherheit am Arbeitsplatz (**Bild**), darf man nicht entfernen.

Die **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)** (**Übersicht**) beinhaltet Vorschriften für die Bereitstellung und die Benutzung von Arbeitsmitteln.

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG). Dieses Gesetz dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern. Der Arbeitgeber ist verantwortlich für Sicherheit und Gesundheitsschutz im Betrieb. Mit der Durchführung einer gesetzlich vorgeschriebenen **Gefährdungsbeurteilung (Seite 16)** muss er die konkreten Gefährdungen der Arbeitsmittel und Anlagen sowie der Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten und die Umwelt erfassen und beurteilen.

Unfallverhütungsvorschriften (UVV) verpflichten die Arbeitgeber, Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame erste Hilfe zu treffen. Die Berufsgenossenschaften und der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand bezeichnen die von ihnen erlassenen UVV als **Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (DGUV)**.

1.2 Produktsicherheitsgesetz

Das **Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)** regelt die Anforderungen an die Sicherheit von Produkten und deren Kontrolle und Kennzeichnung (z. B. CE-Kennzeichnung). Es gilt, wenn im Rahmen einer Geschäftstätigkeit Produkte auf dem Markt bereitgestellt, ausgestellt oder erstmals verwendet werden. Produkte umfassen z. B. Maschinen, Heimwerker- und Haushaltsgeräte, Werkzeuge, Sport- und Freizeitgeräte, sämtliche Textilien, Möbel sowie Spielzeug und persönliche Schutzausrüstungen.

Übersicht: Gesetze und Vorschriften (Beispiele)

- DIN-VDE-Vorschriften
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
- Vorschriften und Regelwerke der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)
 - z. B. – Vorschrift 1 Grundsätze der Prävention
 - Vorschrift 2 Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit
 - Vorschrift 3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
 - Vorschrift 4 Arbeitsmedizinische Vorsorge
- Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), z. B. TRBS 1201 Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedingten Anlagen
- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Sicherheit am Arbeitsplatz

- Arbeiten Sie sicher und umsichtig.
- Nutzen Sie die passive Sicherheit.
- Tragen Sie persönliche Schutzausrüstung.

Achten Sie auf: Warnzeichen Gebotszeichen Verbotsschilder



Rettungszeichen

Brandschutzzeichen



- Beachten Sie Verbote, z. B. Alkoholverbot, Zutrittsverbot.
- Melden bzw. beseitigen Sie Sicherheitsmängel oder Gefahrenzustände sofort.
- Benutzen Sie nicht ohne Befugnis Betriebseinrichtungen, Arbeitsgeräte oder Arbeitsmittel.
- Halten Sie Ordnung am Arbeitsplatz.

Durch aktive Mitarbeit bewahren Sie sich und Ihre Kollegen vor Unfällen und gesundheitlichen Schäden.

Bild: Hinweisschild zur Sicherheit am Arbeitsplatz

Begriffsdefinitionen aus dem Produktsicherheitsgesetz

- **Produkte** sind Waren, Stoffe und Zubereitungen, die durch einen Fertigungsprozess hergestellt wurden.
- **Ausstellen** ist das Anbieten, Aufstellen oder Vorführen von Produkten zu Zwecken der Werbung oder der Bereitstellung auf dem Markt.
- **Bereitstellung** auf dem Markt ist jede entgeltliche oder unentgeltliche Abgabe eines Produkts zum Vertrieb, Verbrauch oder zur Verwendung auf dem Markt der Europäischen Union (EU) im Rahmen einer Geschäftstätigkeit.



Produkte, die innerhalb der europäischen Union auf den Markt gelangen, müssen den Sicherheitsanforderungen der EG-Richtlinien genügen. Als Zeichen der Übereinstimmung tragen diese Produkte das **CE¹-Kennzeichen (Bild a)**. Der Hersteller erklärt damit die Übereinstimmung (Konformität) des Produktes mit den grundlegenden Sicherheitsanforderungen und bringt in eigener Verantwortung die CE-Kennzeichnung am Produkt an.

Mit dem Anbringen der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller, dass das Produkt den Anforderungen der EU-Rechtsvorschriften entspricht.

Neben dem CE-Kennzeichen können Produkte das **GS-Zeichen (Bild b)** für **geprüfte Sicherheit** erhalten. Das GS-Zeichen beruht auf dem Produktsicherheitsgesetz. Hersteller können ihre Erzeugnisse freiwillig bei Prüfstellen, die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) benannt sind, z. B. TÜV² und VDE³, prüfen lassen.

Produkte mit dem GS-Zeichen garantieren, dass die Sicherheit und Gesundheit des Nutzers nicht gefährdet ist. Die Anbringung dieses Zeichens ist nur nach einer Prüfung durch die GS-Prüfstellen erlaubt.

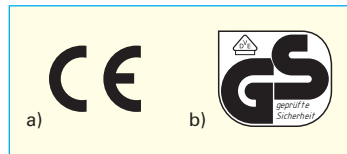


Bild: CE-Kennzeichen und GS-Zeichen

i Kennzeichnungssystem nach der CLP-(GHS)-Verordnung

- **Gefahrenpiktogramm**, z. B.



- **Gesundheitsgefahren** mit Gefahrenkategorien, z. B. Akute Toxizität, Ätz-, Reizwirkung auf der Haut, Gase unter Druck.
- **Signalworte**
„Achtung“ oder „Gefahr“
- **Gefahrenhinweise, H-Sätze** (Hazard Statements) beschreiben die Art und gegebenenfalls den Schweregrad, der von gefährlichen Stoffen oder Gemischen ausgehenden Gefahr (**Bild 1, Seite 14**).
- **Sicherheitshinweise P-Sätze** (Precautionary Statements) beschreiben die empfohlenen Maßnahmen, um schädliche Wirkungen aufgrund der Exposition gegenüber einem gefährlichen Stoff oder Gemisch zu begrenzen oder zu vermeiden (**Bild 1, Seite 14**).

Für Stoffe ist die CLP-Verordnung ab dem 1.12.2010 verbindlich, für Gemische ab dem 1.6.2015

1.3 Gefahrstoffverordnung

Die **Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)** gilt für das Inverkehrbringen von Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen, weiterhin zum Schutz der Beschäftigten und anderer Personen vor Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Gefahrstoffe und zum Schutz der Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen. Insbesondere sind gefährliche Stoffe und Gemische ordnungsgemäß zu verpacken und zu kennzeichnen. Durch das global harmonisierte System (GHS⁴) werden chemische Stoffe weltweit nach identischen Kriterien eingestuft und gekennzeichnet. Das GHS-System wurde mit der CLP⁵-Verordnung, Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen in der EU eingeführt. Am auffälligsten ist die Änderung der Kennzeichnungssymbole. Zur Darstellung der Gefahren werden statt der Gefahrensymbole, neun Gefahrenpiktogramme, rot umrandete Raute mit schwarzem Symbol auf weißem Hintergrund (**Tabelle**), verwendet. Drei Piktogramme sind neu hinzugekommen, die Gasflasche, das Ausrufezeichen und das Korpusssymbol (Mensch mit Stern). Zur weiteren Kennzeichnung wurden die Signalwörter „Achtung“ und „Gefahr“ eingeführt.

- **Achtung:** Signalwort für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien.
- **Gefahr:** Signalwort für die schwerwiegenden Gefahrenkategorien.

Tabelle: Gefahrenkennzeichnung

	Physikalisch chemische Gefahren			Gesundheitsgefahren				Umweltgefahren
Alt	 E	 F F+	 O	 C	 T T+	 Xi	 Xn	 N
Neu	 Explosiv	 Entzündlich	 Brandfördernd	 Ätzend, Reizend	 Giftig	 Reizend	 Gesundheitsschädlich KMR-Stoffe	 Umweltschädlich
		 Komprimierte Gase	 Korrosiv wirkende Stoffe					

¹ CE, Abk. für: Communauté Européenne (franz.) = Europäische Gemeinschaft

² TÜV, Abk. für Technischer Überwachungsverein

³ VDE, Abk. für Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

⁴ GHS, Abk. für: Globally Harmonised System (engl.) = Global Harmonisiertes System

⁵ CLP, Abk. für Classification, Labelling and Packaging (engl.) = Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung

Eine Substanz die als gefährlich eingestuft und verpackt ist, muss ein Kennzeichnungsetikett (**Bild 1**) mit folgenden Elementen tragen.

Chemische Bezeichnung des Stoffes Name und Indexnummer	Methanol (Index Nr. 603-001-00-X)	Gefahrenhinweise H-Sätze
Gefahrenpiktogramme (Tabelle, Seite 16)	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Giftig bei Verschlucken. Giftig bei Hautkontakt. Giftig bei Einatmen. Schädigt die Augen, Erblindungsgefahr. Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen. An einem gut belüfteten Ort lagern. Behälter dicht verschlossen halten. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen. Bei Berührung mit der Haut: Mit reichlich Wasser und Seife waschen. Bei Verschlucken: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt rufen. Unter Verschluss lagern.	
Nennmenge	5 L	Sicherheitshinweise P-Sätze
Signalwort	Gefahr	
Vollständige Anschrift des Herstellers, Vertreibers oder Einführers	Max Meier KG, Schellingerstr. 20 München, Tel. 089...	

Bild 1: Beispiel für die Kennzeichnung eines gefährlichen Stoffes

1.4 Sicherheitszeichen

Im technischen Regelwerk der Arbeitsstättenverordnung (ASR) beschreibt die ASR A1.3 die Anforderungen für die Sicherheits- und Gefahrenschutzkennzeichnung in Arbeitsstätten. **Sicherheitszeichen (Hintere Umschlaginnenseite, Tabelle)** dienen zur Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung. Sie warnen vor Gefahren, leiten in gefährlichen Situationen und geben Handlungsanweisungen. Dazu gehört ebenso das Aufzeigen von Verboten. Jede Kennzeichnung soll schnell und unmissverständlich die Aufmerksamkeit auf Gegenstände und Sachverhalte lenken, die Gefahren verursachen können.

Sicherheitszeichen ermöglichen allein durch die Kombination von **Form** und **Sicherheitsfarbe** eine Aussage darüber, ob es sich dabei um Verbot-, Gebots-, Warn-, Rettungs- oder Brandschutzzeichen handelt (**Tabelle**). Zusätzlich haben Sicherheitszeichen noch ein entsprechendes **Bildsymbol**.

- **Verbotszeichen** untersagen ein Verhalten, durch das eine Gefahr entstehen kann, z.B. Nicht schalten (**Bild 2**).
- **Gebotszeichen** schreiben ein bestimmtes Verhalten vor, z.B. Schutzhelm benutzen.
- **Warnzeichen** warnen vor Risiken oder Gefahren, z.B. Warnung vor Laserstrahl.
- **Rettungszeichen** kennzeichnen Rettungswege oder Notausgänge oder den Weg zu einer Erste-Hilfe-Einrichtung.
- **Brandschutzzeichen** kennzeichnen die Standorte von Feuermelde- oder Feuerlöscheinrichtungen.
- **Zusatzzeichen** (**Bild 2**) dürfen nur in Verbindung mit einem Sicherheitszeichen verwendet werden. Sie liefern zusätzliche Hinweise durch Worte oder Texte.

Tabelle: Form, Farbe und Bedeutung von Sicherheitszeichen

Geometrische Form	Bedeutung	Sicherheitsfarbe	Anwendungsbeispiel
 Kreis mit Diagonalbalken	Verbot	ROT	 Rauchen verboten
 Kreis	Gebot	BLAU	 Kopfschutz benutzen
 gleichseitiges Dreieck mit gerundeten Ecken	Warnung	GELB	 Warnung vor feuergefährlichen Stoffen
 Quadrat	Gefahrlosigkeit	GRÜN	 Notruftelefon
 Quadrat	Brandschutz	ROT	 Feuerlöscher

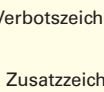
	Verbotszeichen
	Zusatzzeichen
Es wird gearbeitet! Ort: Datum: Entfernen des Schildes nur durch:	

Bild 2: Verbotsschild mit Zusatzzeichen



1.5 Erste Hilfe

Unter Erster Hilfe versteht man Hilfeleistungen vor Ort, bevor der Verletzte oder Kranke ärztlich versorgt wird.

Häufig hängt das Leben eines Verletzten davon ab, dass möglichst rasch und noch am Unfallort **Erste Hilfe (Bild 2)** geleistet wird. Der Arbeitgeber (Unternehmer) ist für eine wirksame Erste Hilfe verantwortlich und hat die dafür erforderlichen Maßnahmen zu treffen. Dazu gehören insbesondere auch die Benennung einer ausreichenden Anzahl von **Ersthelfern** (gesetzlich vorgeschrieben in DGUV Vorschrift 1), die Sicherstellung einer entsprechenden Ausbildung und die Zurverfügungstellung einer geeigneten Erste-Hilfe-Ausrüstung.

Bei Unfällen durch elektrischen Strom ist auf Eigenschutz zu achten und der über den Menschen fließende Strom muss unterbrochen werden.

In **Niederspannungsanlagen** (übliche Spannung im Haushalt und Gewerbe 230/400 V bis maximal 1000 V) erfolgt eine Unterbrechung des Stromkreises z.B. durch Ausschalten, Ziehen des Steckers oder Herausnehmen der Sicherung. Kann der Stromkreis nicht unterbrochen werden, so ist der Verunglückte durch einen nichtleitenden Gegenstand, z.B. eine Isolierstange, von den unter Spannung stehenden Teilen zu trennen.

In **Hochspannungsanlagen** (über 1000 V, durch Warnschild mit Blitzpfeil gekennzeichnete Anlagen, **Bild 1**) ist sofort der Notruf zu veranlassen und Fachpersonal zu verständigen. Die Rettung aus Hochspannungsanlagen erfolgt nur durch Fachpersonal. Der Stromkreis darf deshalb nur von einer Elektrofachkraft mit Schaltberechtigung abgeschaltet werden.

Bei **unbekannter Spannung** ist ebenso wie bei Hochspannung ein Sicherheitsabstand von mindestens 5 m zu halten. Es sind die gleichen Maßnahmen zu ergreifen wie bei Hochspannung.

Notruf 112

- **Wo** geschah der Unfall?
- **Was** geschah?
- **Wie** viele Verletzte?
- **Welche** Verletzungen?
- **Warten** auf Rückfragen der Rettungsleitstelle! Niemals das Gespräch selbst beenden.

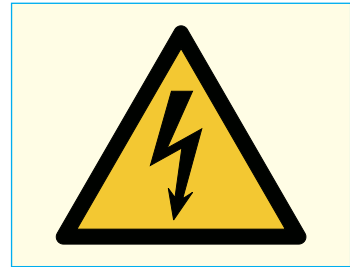


Bild 1: Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

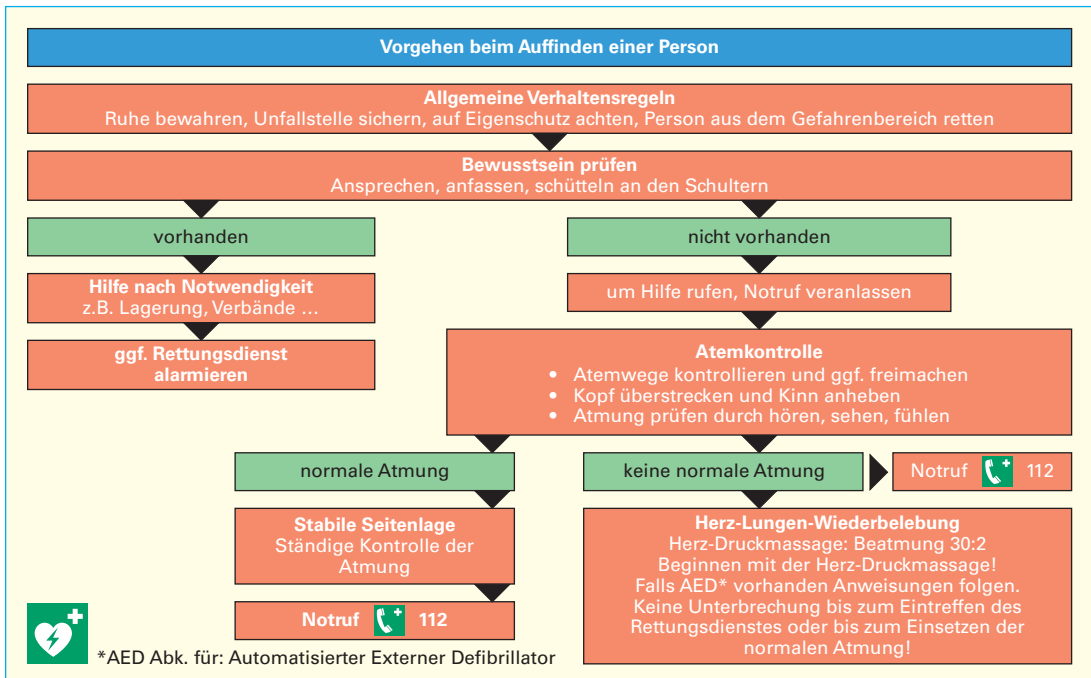


Bild 2: Maßnahmen zur Ersten Hilfe



Handlungsanleitung zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung

Jede Tätigkeit ist mit Unfall- und Gesundheitsrisiken verbunden. Damit die Risiken möglichst gering gehalten werden, **muss** nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) in Verbindung mit der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in Betrieben eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1111 beschreibt den grundsätzlichen Ablauf der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie der Ableitung geeigneter Maßnahmen.

Erfassen der Betriebsorganisation

Strukturierung des Betriebs in zu erfassende Arbeitsbereiche, z. B. Verwaltung, Werkstatt, Lager und Tätigkeiten

Welche Tätigkeiten werden ausgeführt?

Erfassen der Sicherheitsorganisation des Betriebs

Z. B. Organisation der Ersten Hilfe, Umgang mit Gefahrstoffen, Sicherheitsbeauftragte ...

Erfassen und Ermitteln möglicher Gefährdungen und Belastungen

Gefährdungen bzw. Belastungen können z. B. unterteilt werden in

- **Mechanische Gefährdungen**, z. B. Stolpern, Rutschen, Stürzen ...
- **Elektrische Gefährdungen**, z. B. elektrische Körperdurchströmung infolge defekter Geräte
- **Gefährdung durch Gefahrstoffe**, z. B. Einatmen oder Verschlucken giftiger Stoffe
- **Biologische Gefährdung**, z. B. Infektionsgefahr durch Mikroorganismen
- **Physikalische Gefährdungen**, z. B. Einwirkungen von Lärm, Vibrationen, Strahlung
- **Gefährdungen durch physische Belastung**, z. B. schwere körperliche Arbeit
- **Gefährdungen durch Mängel der Sicherheitsorganisation**, z. B. mangelnde Regelung zur Ersten Hilfe, Kennzeichnung von Fluchtwegen, persönliche Schutzausrüstung, Unterweisungen, Betriebsanweisungen.

Was kann zu einer Gefährdung führen?

Bewertung der Gefährdungen

Beurteilung darüber, wie sich die ermittelten Gefährdungen auf die Gesundheit der Arbeitnehmer auswirken können.

Sind Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer gefährdet?

Vorhandene Maßnahmen ausreichend?

nein

ja

Getroffene Maßnahmen auf Wirksamkeit überprüfen!

Maßnahmen wirksam

Festlegen und Durchführen von Maßnahmen

Maßnahmen sind nach den allgemeinen Grundsätzen des ArbSchG festzulegen.

Daraus ergibt sich die Rangfolge technisch, organisatorisch und persönlich (TOP) der festzulegenden Schutzmaßnahmen.

- **Technische Schutzmaßnahmen**, z. B. Absauganlagen, Positionsschalter.
- **Organisatorische Schutzmaßnahmen**, z. B. Organisation der Ersten Hilfe, Unterweisung, Arbeitsmedizin, Hygiene.
- **Persönliche Schutzmaßnahmen**, z. B. persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Handschuhe), kommen erst zum Einsatz, wenn technische Maßnahmen die Beschäftigten nicht schützen können.

Wer macht Was bis Wann?

Maßnahmen nicht wirksam

Dokumentation

Die Dokumentation umfasst nach § 6 des ArbSchG:

- Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung.
- Die festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes.
- Das Ergebnis ihrer Überprüfung.
- Unfälle im Betrieb, bei denen ein Beschäftigter getötet oder so verletzt wird, dass er stirbt oder für mehr als drei Tage völlig oder teilweise arbeits- oder dienstunfähig wird.



1. a) Auf welche Mängel bzw. Fehler lassen sich Elektrounfälle meist zurückführen? Nennen Sie Beispiele. b) Welche Forderungen lassen sich daraus für technische Anlagen ableiten?
2. a) Was versteht man unter persönlicher Schutzausrüstung? b) Welche Aufgabe erfüllt die persönliche Schutzausrüstung? c) Geben Sie Beispiele für die persönliche Schutzausrüstung an.
3. a) Zu welchem Zweck wird eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt? b) Nennen Sie die Schritte zur praktischen Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.
4. Welche Pflichten ergeben sich aus den Unfallverhütungsvorschriften für die Arbeitgeber?
5. Welche Gesetze bzw. Verordnungen werden durch die folgenden Abkürzungen beschrieben: a) DGUV, b) GefStoffV, c) ProdSG und d) UVV?
6. Welche Bedeutung hat auf Produkten das a) CE-Zeichen und b) GS-Zeichen?
7. Welche Verordnung dient dem Schutz von Beschäftigten vor einer Gefährdung ihrer Gesundheit durch Gefahrstoffe?
8. Geben Sie die Bezeichnungen für die in **Bild 1** dargestellten Gefahrenpiktogramme von a) bis g) an.

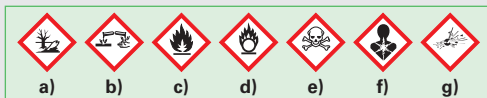


Bild 1: Gefahrenpiktogramme

9. Welche Angaben müssen auf der Verpackung von gefährlichen Stoffen vorhanden sein?
10. a) Durch welche Beurteilung werden die Unfall- und Gesundheitsrisiken in Betrieben möglichst gering gehalten? b) Was beschreibt die TRBS 1111 bei der Gefährdungsbeurteilung?
11. Welche Pflichten ergeben sich u. a. für die Unternehmen aus der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“?
12. a) Was versteht man nach dem ProdSG unter Produkten? b) Unter welchen Voraussetzungen dürfen Produkte auf den Markt gebracht werden, und durch welches Zeichen wird dies angegeben?

13. Durch welche zwei Merkmale lassen sich Sicherheitszeichen unterscheiden?
14. Nennen Sie die Sicherheitsfarben a) bis d) für die in der **Tabelle** angegebenen Sicherheitszeichen.

Tabelle: Form und Sicherheitsfarben von Sicherheitszeichen

Sicherheitsfarbe Form	a)	b)	c)	d)
	Verbot	—	Gebot	—
	—	—	—	Warnung
	Brand-schutz	Gefahrlosigkeit	—	—

15. a) Welche Sicherheitszeichen können unterschieden und b) welche Aussagen können durch die jeweiligen Zeichen gemacht werden?
16. Benennen Sie die im **Bild 2** dargestellten Sicherheitszeichen und geben Sie ihre Bedeutung an.

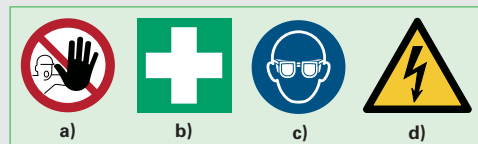


Bild 2: Sicherheitszeichen

17. Warum werden häufig bei Sicherheitszeichen Zusatzzeichen verwendet?
18. Welche Angaben müssen bei einem Notruf unbedingt gemacht werden?
19. Was versteht man unter Erster Hilfe?
20. Welche Sofortmaßnahmen sind bei Unfällen durch den elektrischen Strom zu treffen?
21. Wie kann man einem durch elektrischen Strom Verunglückten helfen, wenn der Stromkreis nicht unterbrochen werden kann?
22. Beschreiben Sie die Maßnahmen der Ersten Hilfe, wenn Sie einen Verletzten auffinden, der a) ansprechbar ist oder b) nicht ansprechbar ist.

2 Grundbegriffe der Elektrotechnik

2.1 Umgang mit physikalischen Größen

Gesetze und Normen

Das Gesetz über Einheiten im Messwesen schreibt Einheiten und Einheitenzeichen vor. Wichtige Normen sind in der **Übersicht** genannt.

Gleichungen und Formeln

Man unterscheidet

- Zahlenwertgleichungen, z.B. $3x = 8 + x$
- Größengleichungen (Formeln), z.B. $F_G = m \cdot g$

Zahlenwertgleichungen setzen zwei Terme z.B. ($3x$ und $8 + x$) mit Zahlen und Variablen (x) gleich. Die Zahl für die Variable (x), die beide Terme gleichwertig macht, ist die Lösung der Gleichung ($x = 4$).

Größengleichungen (Formeln) bestehen meist aus Variablen, z.B. F_G , m . Sie erfassen den mathematischen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen.

Einheitenvorsätze

Sehr große oder sehr kleine Größenwerte drückt man mit einem Einheitenvorsatz aus (**Tabelle 1**). Man schreibt z.B. **5432 km** statt **5 432 000 m**.

Physikalische Größen

Messbare Eigenschaften von Körpern oder physikalischen Zuständen nennt man **physikalische Größen**, z.B. Länge, Temperatur, Spannung. Sie bestehen aus einem Zahlenwert und der Maßeinheit, z.B. 3,4 m, 36 °C oder 230 V. Physikalische Größen werden mit Formelzeichen abgekürzt, z.B. l für Länge, T für Temperatur, U für elektrische Spannung.

In der Technik werden nur SI-Einheiten oder davon abgeleitete Einheiten benutzt (**Tabelle 2**).

Kursiv schreibt man nach DIN 1313 und DIN 1338

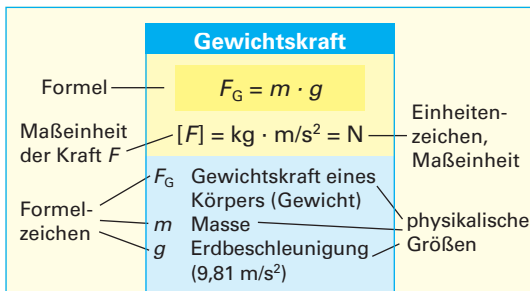
- Formelzeichen z.B. F (Kraft), • Variablen, z.B. x , y .

Masse und Kraft

Den Materiegehalt einer Stoffmenge z.B. von einem Liter Wasser nennt man Masse. Die Masse hat das Formelzeichen m und die Maßeinheit kg. Die Masse ist ortsunabhängig. Auf der Erde wirkt auf jede Masse eine Anziehung. Diese Eigenschaft nennt man Gewichtskraft F_G (**Bild**).

Übersicht: Normen über Größen und Einheiten, Formelzeichen und Gleichungen

- DIN 1301 Einheiten
- DIN 1302 Mathematische Zeichen und Begriffe
- DIN 1304 Formelzeichen
- DIN 1313 Physikalische Größen und Gleichungen
- DIN 1338 Formelschreibweise



Beispiel:

Eine Kiste mit Werkzeugen hat die Masse $m = 15$ kg. Berechnen Sie die Gewichtskraft F_G .

Lösung:

$$F_G = m \cdot g = 15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 147 \text{ N}$$

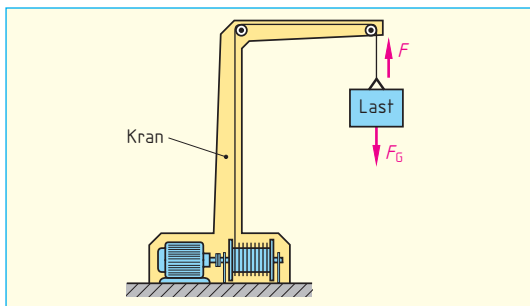


Bild: Kräfte auf eine Last am Kran

Tabelle 1: Vorsätze für Vielfache und Teile der Einheiten (Auswahl)

Vorsatz	Giga	Mega	Kilo	Dezi	Zenti	Milli	Mikro	Nano	Piko
Zeichen	G	M	k	d	c	m	μ	n	p
Faktor	10^9 1 000 000 000	10^6 1 000 000	10^3 1 000	10^{-1} 0,1	10^{-2} 0,01	10^{-3} 0,001	10^{-6} 0,000 001	10^{-9} 0,000 000 001	10^{-12} 0,000 000 000 001

Tabelle 2: SI-Basisgrößen und SI-Basiseinheiten

Basisgröße	Länge	Zeit	Masse	Stromstärke	Temperatur	Stoffmenge	Lichtstärke
Formelzeichen	l	t	m	I	T	n	I_v
Basiseinheit	Meter	Sekunde	Kilogramm	Ampere	Kelvin	Mol	Candela
Einheitenzeichen	m	s	kg	A	K	mol	cd

Mechanische Arbeit

Eine Arbeit wird immer dann verrichtet, wenn ein Körper durch Einwirkung einer Kraft F entlang eines Weges s bewegt wird, z. B. wenn der Kran in **Bild, Seite 21** die Last gegen die Gewichtskraft F_G hochhebt. Dabei müssen die Richtung der Kraft F und die Bewegungsrichtung des Körpers gleich sein. Die Arbeit W^1 wird in der Maßeinheit **Newtonmeter** (Einheitenzeichen Nm) oder mit dem besonderen Einheitennamen **Joule**² (Einheitenzeichen J) gemessen.

Energie

Die angehobene Last hat sich äußerlich nicht geändert. Sie hat jedoch beim Anheben Energie gespeichert. Beim Absenken der Last ist sie in der Lage, Arbeit zu verrichten, z. B. einen Generator anzutreiben.

Energie ist das Vermögen, Arbeit zu leisten.

Die Last am Kran kann beim Absenken genauso viel Arbeit verrichten, wie zuvor Arbeit aufgewendet wurde, um die Last anzuheben. Diesen Zusammenhang nennt man **Energieerhaltungssatz**.

Energie kann nicht erzeugt oder verbraucht werden. Energie kann man nur umwandeln.

Die Maßeinheit der Energie ist Newtonmeter (Nm) oder Joule (J), genau wie bei der Arbeit.

Die Energie, die in der angehobenen Last gespeichert ist, heißt **potenzielle Energie** W_{pot} (Lageenergie). Beim Absenken wird sie in Bewegungsenergie (**kinetische Energie** W_{kin}), beim Bremsen meist in **Wärme** umgewandelt. Man unterscheidet außer der **mechanischen Energie** noch andere Energiearten (**Übersicht**).

Beispiel:

Ein Gabelstapler hebt einen Elektromotor mit der Masse $m = 75 \text{ kg}$ den Weg $s = 1,2 \text{ m}$ hoch (**Bild**). Berechnen Sie

a) die Gewichtskraft des Elektromotors, b) die Arbeit, die zum Anheben nötig ist.

Lösung:

a) $F_G = m \cdot g = 75 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 736 \text{ N}$; b) $W = F \cdot s = 736 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m} = 883 \text{ Nm}$

 Elektrische Energie: **Seite 39**, elektrische Leistung: **Seite 41**

Mechanische Leistung

Die aufgewendete Leistung des Gabelstaplers ist umso größer, je schwerer die Last ist, die er anhebt, und je kürzer die Zeit ist, die er dafür benötigt. Allgemein gilt: Je größer eine Arbeit ist und je schneller sie verrichtet wird, desto mehr **Leistung** P^3 muss dazu aufgebracht werden. Die Maßeinheit für die Leistung ist Watt⁴ (W).

Leistung ist verrichtete Arbeit geteilt durch die benötigte Zeit.

Beispiel:

Der Gabelstapler aus obigem **Beispiel** benötigt zum Anheben der Last 3 s. Berechnen Sie die erforderliche Leistung.

Lösung:

$P = \frac{W}{t} = \frac{883 \text{ Nm}}{3 \text{ s}} = 294 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 294 \frac{\text{Ws}}{\text{s}} = 294 \text{ W}$

¹ W von work (engl.) = Arbeit, ² nach Joule (sprich dschul), engl. Physiker, 1818 bis 1889

³ P von power (engl.) = Leistung ⁴ nach James Watt, engl. Physiker, 1736 bis 1819

Arbeit und Energie

$$W = F \cdot s \quad [W] = \text{Nm}$$

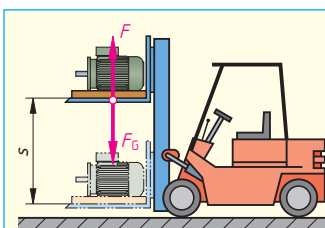
$$W_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

W	Arbeit, Energie
W_{pot}	potenzielle Energie
F	Kraft
s	Weg
m	Masse
g	Erdbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$)
h	Höhe

Übersicht: Energiearten

- Mechanische Energie
- Kernenergie
- Wärme
- Elektrische Energie
- Lichtenergie
- Chemische Energie

 **1 Nm = 1 J = 1 Ws**



F Kraft zum Anheben der Last
 F_G Gewichtskraft des Motors

Bild: Verrichten einer Arbeit durch einen Gabelstapler

Leistung

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$[P] = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{Ws}}{\text{s}} = \text{W}$$

P	Leistung	F	Kraft
W	Arbeit	s	Weg
t	Zeit		
v	Geschwindigkeit		

Leistung

- Formelzeichen: P
- Einheitenname: Watt
- Einheitenzeichen: W
- Einheitenvorsätze (Beispiele):
 $1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ W}$
 $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 1 \cdot 10^3 \text{ W}$
 $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 1 \cdot 10^6 \text{ W}$

2.2 Arten von Stromkreisen

In der Elektrotechnik muss die elektrische Energie sicher und wirtschaftlich bis zum Verbraucher geliefert werden. Dazu benötigt man verschiedene Stromkreise. Man unterscheidet in der Praxis:

- Gleichstromkreise,
- Einphasen-Wechselstromkreise (vereinfacht Wechselstromkreise genannt),
- Dreiphasen-Wechselstromkreise (auch Drehstromkreise genannt).

Elektrischer Gleichstromkreis (Seite 21)

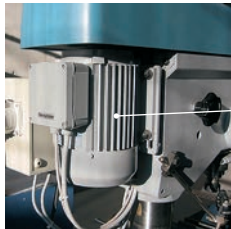
Betriebsmittelanschluss	Kennzeichnung	Schaltplan
Positiver Pol	+	
Negativer Pol	-	
Leiterbenennung	Kennzeichnung	
Positiver Leiter	L+	
Negativer Leiter	L-	

Überstrom-Schutzeinrichtungen (Sicherungen)

Gleichrichtung: Seite 157

Dreiphasen-Wechselstromkreis

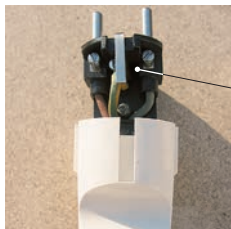
Leiterbenennung	Kennzeichnung	Schaltplan
Außenleiter 1	L1	
Außenleiter 2	L2	
Außenleiter 3	L3	
Neutralleiter	N	
Schutzleiter	PE	
Neutralleiter mit Schutzfunktion	PEN	



Drehstrommotor



Schutzkontaktsteckdose



Schutzkontaktstecker

Einphasen-Wechselstromkreis (Seite 115)

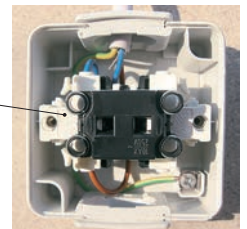
Leiterbenennung	Kennzeichnung	Schaltplan
Außenleiter	L*	
Neutralleiter	N	
Schutzleiter	PE	



Abzweigdose



Leuchte mit Glühlampe



Ausschalter

- Installationsschaltungen: Seite 100
- Farbkennzeichnung von Leitern: Seite 195
- Leitungsverlegung: Seite 198

* Die Zahl nach „L“, z.B. L1, L2, L3, wird nur in Stromkreisen mit mehr als einem Außenleiter angegeben.

Elektrischer Gleichstromkreis

Versuch 1: Verbinden Sie durch zwei Kupferdrähte eine Glühlampe für 1,2 V/0,22 A mit den Anschlüssen einer 1,5-V-Batterie, z. B. einer Mignon-AA-Batterie (**Bild 1**).

Die Lampe leuchtet nur, wenn sie mit den Drähten verbunden ist und diese mit den Polen der Batterie Kontakt haben.

Die Batterie liefert die elektrische Energie, welche die Lampe zum Leuchten bringt. Die Batterie ist im Versuch der **Erzeuger** (nach DIN VDE 0100, Teil 200 auch **Stromquelle** genannt). Die Glühlampe ist das elektrische Verbrauchsmittel oder kurz der Verbraucher. (Für die Begriffe Erzeuger und Verbraucher siehe auch **Seite 39**.)

Die Lampe leuchtet, wenn sie vom **elektrischen Strom** durchflossen wird. Dieser Strom fließt vom Pluspol der Batterie durch den oberen Draht zum Fußkontakt der Lampe, durch den Glühfaden hindurch zum Lampengebinde und durch den unteren Draht zur Batterie zurück (**Bild 1**). In der Praxis wird diese Schaltung z. B. in einer Taschenlampe verwendet (**Bild 2**).

Der elektrische Strom fließt vom Erzeuger zum Verbraucher und wieder zurück zum Erzeuger. Diesen geschlossenen Weg nennt man elektrischen **Stromkreis**. Fließt der Strom im Stromkreis immer in die selbe Richtung, so spricht man von einem Gleichstrom.

- Elektrischer Strom fließt nur im geschlossenen Stromkreis.
- Ein Stromkreis besteht mindestens aus Erzeuger, Verbraucher und aus dem Hin- und Rückleiter.
- Im elektrischen Gleichstromkreis hat der Strom immer die gleiche Richtung. Die Höhe des Stromes kann sich verändern.

Versuch 2: Fügen Sie in den Stromkreis des letzten Versuchs nacheinander Stäbe aus Kupfer, Aluminium, Stahl, Kohle, Glas, Porzellan und Kunststoff ein (**Bild 3**).

Nur bei den Metallstäben und beim Kohlestab leuchtet die Lampe (allerdings mit unterschiedlicher Helligkeit).

Metalle leiten den elektrischen Strom gut, Kohle weniger; Glas, Porzellan und Kunststoffe leiten gar nicht.

Versuch 3: Füllen Sie einen Becher aus Glas mit destilliertem Wasser¹ und stecken Sie zwei blanke Kupferdrähte hinein. Verbinden Sie die Drähte mit der 1,5-V-Batterie und der Lampe. Schließen Sie den Stromkreis mit einem dritten Kupferdraht von der Lampe zur Batterie (**Bild 4**). Geben Sie dann etwas Kochsalz in das Wasser und lösen Sie es durch Umrühren mit einem Glasstab.

Bei destilliertem Wasser bleibt die Lampe dunkel. Nach Auflösen des Salzes leuchtet sie.

Reines Wasser leitet den elektrischen Strom fast nicht. Die Lösung eines Salzes oder einer Säure ist ebenso wie eine Salzschnmelze stromleitend.

Die einzelnen Stoffe leiten den elektrischen Strom mehr oder weniger gut. Metalle, z. B. Kupfer oder Aluminium, besitzen eine gute Leitfähigkeit. Man verwendet sie als **Leiter**. Stoffe, die den elektrischen Strom nicht leiten, wie Luft, Gummi, Glas, Porzellan oder Kunststoffe bezeichnet man als **Nichtleiter**. Sie werden als **Isolierstoffe** benutzt.

Stoffe, deren elektrische Leitfähigkeit zwischen der Leitfähigkeit von Leitern und von Nichtleitern (Isolierstoffen) liegt, nennt man **Halbleiter** (**Seite 146**). Sie werden für Bauelemente der Elektronik verwendet.

Leiter sind alle Metalle, Kohle, feuchte Erde und manche Flüssigkeiten.

Nichtleiter (Isolierstoffe) sind z. B. Luft, Gummi, Glas oder Kunststoffe.

Halbleiter sind z. B. Silicium und Germanium.

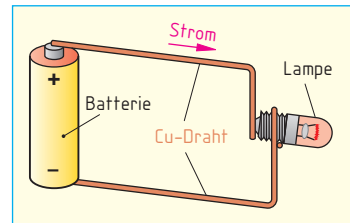


Bild 1: Einfacher Stromkreis

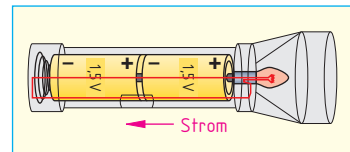


Bild 2: Taschenlampe

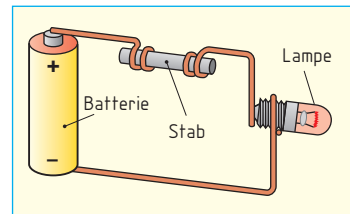


Bild 3: Leiter und Isolierstoffe im Stromkreis

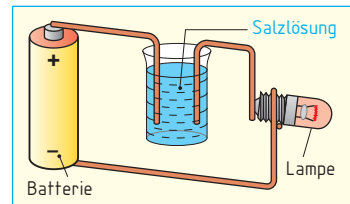


Bild 4: Salzlösung als Leiter

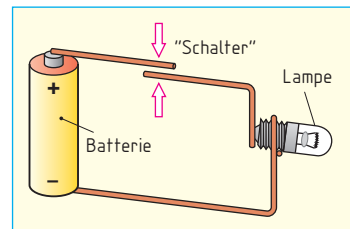


Bild 5: Unterbrechen des Stromkreises

¹ Destilliertes Wasser ist Wasser ohne die im normalen Leitungswasser vorkommenden Ionen, Spurenelemente und Verunreinigungen.

Versuch 4: Bauen Sie einen Stromkreis nach **Bild 5, Seite 21**, auf. Drücken Sie die losen Enden der Drähte zusammen und öffnen Sie danach diesen improvisierten Schalter wieder.

Die Lampe leuchtet nur, wenn der Schalter geschlossen ist, wenn also die Drähte Kontakt miteinander haben.

Ein Schalter besteht aus einem beweglichen Metallstück (Schaltstück), das mit festen Leiterwerkstoffen verbunden werden kann. Ein Isolierstoff, meist Luft, trennt in geöffnetem Zustand die Leiterwerkstoffe voneinander. Den Schalter baut man so in die Hin- oder in die Rückleitung ein, dass er sich leicht bedienen lässt.

Durch Schließen bzw. Öffnen des Schalters kann man den Verbraucher ein- bzw. wieder ausschalten.

Schaltzeichen

Schaltzeichen verwendet man zur Darstellung von Betriebsmitteln in Schaltplänen (**Seite 97**), hauptsächlich für Stromlaufpläne (**Seite 98**). Schaltzeichen (**Tabelle**) sind genormte Sinnbilder elektrischer Betriebsmittel wie Erzeuger, Verbraucher, Schalter, Widerstände oder Leiter. Schaltzeichen sollen die elektrischen Eigenschaften der Betriebsmittel zum Ausdruck bringen, über den konstruktiven Aufbau geben sie keine Auskunft. Glühlampen haben z. B. immer das gleiche Schaltzeichen, unabhängig von ihrer Größe, ihrer Leistung oder ihrer Ausführungsform.

Die Schaltzeichen können in beliebiger Lage dargestellt werden, man bevorzugt jedoch die waagerechte oder senkrechte Lage. Mit den Schaltzeichen lassen sich Stromkreise einfach und übersichtlich zeichnen. In einem Schaltplan werden die Schaltzeichen so zusammengestellt, wie die Teile der Stromkreise miteinander verbunden sind (**Bild**). Bei einer Verzweigung der Leiter kann die Verbindung der Leiter durch einen Punkt gekennzeichnet sein. Dieser Punkt darf auch weggelassen werden, wenn dadurch keine Verwechslung möglich ist (**Tabelle**), z. B. bei einer Leiterverzweigung.

Ob die einzelnen Schaltzeichen groß oder klein gezeichnet werden, hängt von der optischen Gesamtwirkung des Schaltbildes ab. Die Funktion der Schaltung muss auf alle Fälle gut erkennbar sein.

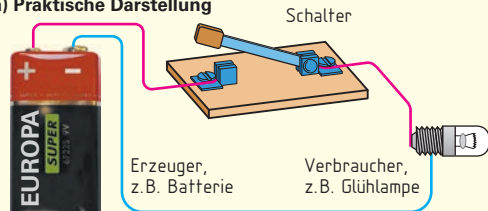
Tabelle: Schaltzeichen

Benennung	Bild	Schaltzeichen
Leiter		
Leiterkreuzung (nichtleitend)		
Leiterverzweigung, einfach		Form 1 Form 2
Leiterverzweigung, doppelt		Form 1 Form 2
Batterie (Erzeuger)		
Glühlampe		
Widerstand		
Schalter		

i Schaltzeichen (**Seite 287**) sind nach DIN EN 60617 genormt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird bei Leitungsverzweigungen im Buch die Form 2 verwendet.

a) Praktische Darstellung



b) Zeichnerische Darstellung

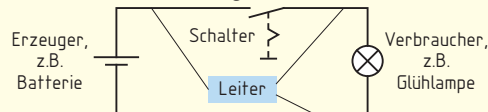


Bild: Schaltplan eines Stromkreises

Wiederholungsfragen

- 1 Aus welchen Teilen besteht ein elektrischer Stromkreis?
- 2 Unter welcher Bedingung fließt in einem Stromkreis ein elektrischer Strom?
- 3 In welche Gruppen kann man alle Stoffe nach ihrer elektrischen Leitfähigkeit einteilen?
- 4 Wodurch unterscheiden sich elektrische Leiter von den Isolierstoffen?
- 5 Nennen Sie einige elektrische Leiter.
- 6 Zählen Sie gebräuchliche Isolierstoffe auf.
- 7 Was versteht man unter Schaltzeichen?
- 8 Worauf ist bei der Darstellung der Betriebsmittel eines Schaltplanes zu achten?
- 9 Was versteht man unter der Form 1 und Form 2 bei Schaltzeichen?