



EUROPA-FACHBUCHREIHE

für elektrotechnische und elektronische Berufe

Funktions- und Systemanalyse

Systementwurf

Technische Kommunikation Elektrotechnik

Informationsband

12. neu bearbeitete und erweiterte Auflage

**Bearbeitet von Lehrern und Ingenieuren an beruflichen Schulen
und in der Industrie**

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

Europa-Nr.: 32416

Autoren der Technischen Kommunikation Elektrotechnik:

Horst Gebert Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat
Gregor Häberle Dr.-Ing.
Hanswalter Jöckel Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat
Thomas Käppel Fachoberlehrer
Jürgen Schwarz Dipl.-Ing., Studiendirektor
Javier Stillig Dr.-Ing.

Schwäbisch Hall
Tettang
Friedrichshafen
Münchberg
Tettang
Stuttgart

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Jürgen Schwarz, Tettang

Bildbearbeitung:

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

Firmen- und Bildquellenverzeichnis

Alamy Ltd., UK-Abingdon, Oxon: 255/1 ©Lucas Vallecillos

APC-Schneider Electric: 88/1

Bender GmbH&Co.KG, Grünberg: 121/5

Crouzet GmbH, Düsseldorf: 66/T1e

Eaton Industries GmbH, Bonn: 23/1, 66/T1b

Ehmann, Mainhausen: 226/3, 228/3

EU-Kommission, BEL-Brüssel: 14/3 mitte, 221/3, 225/4

Fluke, Glottertal: 124/2, 124/3, 126/2, 127/1

G.B.T. Technology Trading GmbH, Hamburg: 69/4, 71/2, 73/1, 73/2

Gigahertz-Solutions, Langenzenn: 248/1

Gira Giersiepen GmbH & Co. KG, Radevormwald: 202/1, 202/2

Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG, Blieskastel: 107/1

IDEC EU: 66/T1c

Kopp GmbH, Kahl am Main: 228/4

KUKA AG, Augsburg: 194/1

Mitsubishi Electric Europa B.V.: 66/T1d

Philips: 225/2

S. Siedle & Söhne, Furtwangen: 204/2, 204/3

Schneider Electric GmbH, Düsseldorf: 66/T1f, 67/1

Shutterstock, Inc., USA-New York: 236/1 ©tais b

Siemens AG, München: 66/T1a, 150/5, 154/1, 194/3 links mitte, 252/1

Stadtwerke Schwäbisch Hall: 255/3

STIEBEL ELTRON GmbH & Co, KG, Holzminden: 229/1, 229/3

Testboy GmbH, Vechta: 123/2, 123/3

VDE, 63069 Offenbach am Main: 14/3 links

Verlag Europa-Lehrmittel/Autorenfoto: 23/2, 109/1, 120/1, 121/1, 143/1, 194/2, 194/5, 198/2, 209/3, 210/1, 214/1, 215/1, 215/2, 217/1, 217/3, 218/2, 218/3, 221/1, 221/2, 223/1, 223/2, 225/3, 256/6

VIPA GmbH, AT-Wien: 66/T1g

Alle Bilder im Buch ohne Quellenangaben wurden von den Autoren und vom Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern erstellt.

12. Auflage 2025

Europa-Nr.: 32416

ISBN 978-3-8085-3226-3

Druck 5 4 3 2 1

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

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und der VDE-Bestimmungen zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und VDE-Bestimmungen selbst. Die DIN-Blätter können von der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin und Kamekestr. 2–8, 50672 Köln, bezogen werden. Die VDE-Bestimmungen sind bei der VDE-Verlag GmbH, Bismarkstraße 33, 10625 Berlin, erhältlich.

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

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagbilder: Diagramm: Autoren, Motor: © Siemens AG 2018, Smarthome: © sdecoret – stock.adobe.com

Satz: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Druck: UAB BALTO print, 08217 Vilnius (LT)

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Trilogie „**Funktions- und Systemanalyse, Systementwurf**“ („Technische Kommunikation Elektrotechnik“) besteht aus dem **Informationsband**, den **Arbeitsblättern und Aufgaben zu den Lernfeldern 1–4** und den **Arbeitsblättern und Aufgaben zu den Lernfeldern 5–12**. Die Trilogie unterstützt Sie als Lernenden eines elektrotechnischen oder mechatronischen Berufes, insbesondere die Prüfungsteile Schaltungs- und Systemanalyse sowie Systementwurf im Rahmen der Abschlussprüfung problemlos zu bewältigen. Sie lernen durch selbständiges Handeln, Schaltungsunterlagen und Dokumentationen fachgerecht anzufertigen, auszuwerten und funktionell zu analysieren. Sie werden in die Lage versetzt, geeignete Mess- und Prüfverfahren sowie Diagnosesysteme auszuwählen, Fehlerursachen zu bestimmen. Sie lernen außerdem, elektrische Schutzmaßnahmen den Anforderungen entsprechend zu bewerten.

Für welche Berufe sinnvoll?

Elektroniker/-in im Handwerk für

- FR¹ Energie- und Gebäudetechnik
- FR Automatisierungs- und Systemtechnik
- Maschinen und Antriebstechnik
- Gebäudesystemintegration
- Informationstechnik (Informationselektroniker/-in)

Elektroniker/-in in der Industrie für

- Gebäude- und Infrastruktursysteme
- Betriebstechnik
- Automatisierungstechnik
- Geräte und Systeme
- Maschinen- und Antriebstechnik

¹FR, Abk. für Fachrichtung

Industrieelektriker/-in für

- FR Betriebstechnik
- FR Geräte und Systeme

Elektroanlagenmonteur/-in Mechatroniker/-in

Außerdem geeignet für Auszubildende und Schüler/-innen an

- Berufsfachschulen
- Technischen Gymnasien
- Technikerschulen
- Meisterschulen
- Ausbildungszentren von Betrieben



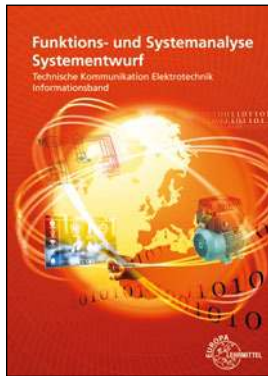
Wichtige Internetadressen zur beruflichen Bildung

www.bibb.de

www.bmbf.de

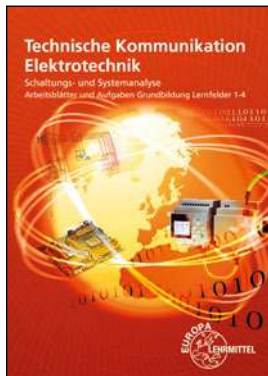
<http://www.gesetze-im-internet.de/hwo/>

<https://Handwerks-power.de>



Informationsband

Der Informationsband stellt alle notwendigen Kenntnisse zur Verfügung, die für die erfolgreiche Bearbeitung der Arbeitsblätter und Aufgaben erforderlich sind. Jedem Lernfeld ist eine Übersicht vorangestellt, auf der die Inhalte des Informationsbandes den Inhalten der Arbeitsblätter zugeordnet sind. Somit lässt sich sehr einfach der Bezug zwischen Arbeitsblättern und Informationsband herstellen.



Arbeitsblätter und Aufgaben, Lernfelder 1–4

Die Arbeitsblätter und Aufgaben zur **Grundbildung** beinhalten zu jedem Lernfeld eine übergeordnete, berufstypische Projektbeschreibung. Daraus ergeben sich Arbeitsaufträge, die Sie selbst oder im Team bearbeiten können.

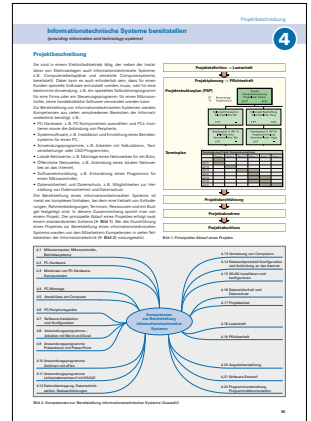
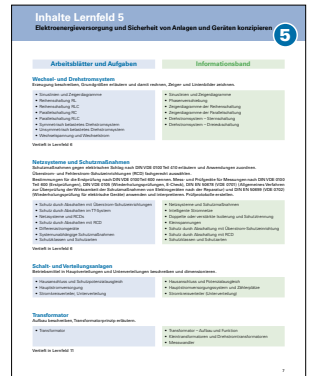


Arbeitsblätter und Aufgaben, Lernfelder 5–12

Die Arbeitsblätter und Aufgaben zur **Fachbildung** bauen auf den bereits erworbenen grundlegenden Kenntnissen der Schaltungs- und Systemanalyse auf und helfen bei der weitergehenden Qualifizierung. Wie bei der Grundbildung ist in jedem Lernfeld eine übergeordnete, berufstypische Projektbeschreibung vorangestellt.

Gerne freuen wir uns auf einen Dialog mit Ihnen. Schreiben Sie uns unter: lektorat@europa-lehrmittel.de

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel Sommer 2025



Übersicht über die Lernfelder

Beispiel – Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

Abschlussprüfung Teil 1 (im 4. Ausbildungshalbjahr) Schriftliche Aufgabenstellungen und komplexe Arbeitsaufgabe mit situativem Gespräch.	1. Ausbildungsjahr		Arbeitsblätter Grundbildung
	LF 1	Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben (analyzing electrical systems, checking functions and correcting errors) Betriebliche Strukturen, Arbeitsorganisation und Kommunikation, Schaltpläne und Schaltzeichen, elektrische Betriebsmittel, Grundsaltungen und elektrische Grundgrößen, Messverfahren.	
	LF 2	Elektrische Systeme planen und installieren (planning and installing electrical systems) Energiebedarf einer Anlage oder eines Gerätes, Installationstechnik, Sicherheitsbestimmungen, Leitungsdimensionierung, Arbeitsorganisation, Kostenberechnung, Angebotserstellung.	
	LF 3	Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren (analyzing and realizing control and automatic control processes) Steuern und Regeln, verbindungsprogrammierte Signalverarbeitung mit Schützen, digitale Schaltungen, speicherprogrammierte Signalverarbeitung.	
Abschlussprüfung Teil 2 (am Ende des 7. Ausbildungshalbjahres) Systementwurf, Funktions- und Systemanalyse, Wirtschafts- und Sozialkunde und Arbeitsauftrag und Fachgespräch.	2. Ausbildungsjahr		Technische Kommunikation Elektrotechnik - Arbeitsblätter Fachbildung
	LF 5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren (designing the electrical power supply and safety of electrical equipment and appliances) Wechsel- und Drehstromsystem, Netzsysteme und Schutzmaßnahmen, Schalt- und Verteilungsanlagen, Transformator.	
	LF 6	Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen (analyzing and checking electrical systems) Mess- und Prüfmittel, Messen elektrischer und nichtelektrischer Größen, Fehleranalyse und -suche, Geräte- und Anlagenprüfung, Netzgeräte, Sensoren und Aktoren, Schnittstellen, Reparaturauftrag.	
	LF 7	Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren (programming and realizing control and automatic control systems) Steuerungs- und Regelungstechnik, Programmialgorithmen, Gebäudeleit- und -systemtechnik, Sensoren, Aktoren, Feldbussysteme.	
3. Ausbildungsjahr		Technische Kommunikation Elektrotechnik - Arbeitsblätter Fachbildung	
LF 8	Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren (selecting and implementing energy conversion systems) Elektromechanische Komponenten, Arten von Motoren, Anlass- und Bremsverfahren, Stromrichter.		
LF 9	Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren (planning and realizing the communication of systems in private housing and industrial buildings) Personrufanlagen, Gefahrenmeldeanlagen, Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen, Telekommunikationsendgeräte und -anlagen.		
LF 10	Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben (planning, starting up and handing over electrical appliances and equipment) Beleuchtungsanlagen, Elektrowärmegeräte, Klimaanlage, Kältegeräte, Wärmepumpen, Hausgeräte, Blitzschutz, umweltgerechtes Verhalten.		
LF 11	Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten (erecting, starting up and repairing power systems) Netzformen, Drehstromtransformatoren, Schaltgeräte, Kompensation, Photovoltaik, Wechselrichter, Windkraft, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzelle.		
4. Ausbildungsjahr		Technische Kommunikation Elektrotechnik - Arbeitsblätter Fachbildung	
LF 12	Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren (planning and implementing energy systems and building services systems) Gestalten von Projekten für energie- und gebäudetechnische Anlagen.		
LF 13	Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren (documenting and adjusting energy and building services systems) Planen von Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen in energie- und gebäudetechnischen Anlagen.		

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben		8
1.1	Betriebliche Arbeitsorganisation	9
1.2	Auftragsplanung, Angebotserstellung, Auftragsrealisierung	10
1.3	Gefahren des elektrischen Stromes	11
1.4	Häufige Zeichnungsarten der Elektrotechnik	12
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.4	13
1.5	Normung	14
1.6	Zeichenblattgrößen und Maßstab	15
1.7	Normschrift und Linienarten	16
1.8	Diagramme und Kennlinien	17
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.6 bis 1.8	18
1.9	Schaltzeichenelemente	19
1.10	Beispiele von Schaltzeichen	20
1.11	Schaltzeichen für die einpolige Darstellung	21
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.9 bis 1.11	22
1.12	Kennzeichnung von Objekten in Schaltplänen nach DIN EN IEC 81346	23
1.13	Reihenschaltung und Parallelschaltung	24
1.14	Gemischte Schaltungen	25
1.15	Elektrische Arbeit, elektrische Leistung	26
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.13 bis 1.15	27
1.16	Arbeitspunkt bei Reihenschaltungen	28
1.17	Messen elektrischer Größen	29
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.16 bis 1.17	30
1.18	Kennlinien von Widerständen und Dioden	31
1.19	Kennlinien von Transistoren und Thyristoren	32
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.18 und 1.19	33
1.20	Leiterplatten	34
Elektrotechnische Systeme planen und installieren		35
2.1	Ausstattungsanforderungen an eine Wohnungsinstallation – Energiebedarf	36
2.2	Ausschaltung	37
2.3	Serienschaltung und Gruppenschaltung	38
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.2 und 2.3	39
2.4	Wechselschaltung und Kreuzschaltung	40
2.5	Schaltungen mit Stromstoßschaltern	41
2.6	Treppenlicht-Zeitschalter	42
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.4 bis 2.6	43
2.7	Installationsschaltplan	44
2.8	Klingelanlagen und Türöffneranlagen	45
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.8	46
2.9	Prüfungen nach DIN VDE 0100-600	47
2.10	Leitungsdimensionierung	48
Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren		49
3.1	Prinzip von Steuerungs- und Regelungsprozessen	50
3.2	Kennzeichnung von Schaltern und Schützen	51
3.3	Einfache Schützschaltungen	52
3.4	Funktionsbeschreibung von Schützschaltungen	53
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.2 bis 3.4	54
3.5	Nockenschalter und Motorschutzschalter	55
3.6	Wendeschützschaltung mit thermischem Überlastrelais	56
3.7	Schützschaltungen mit Verriegelung	57
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.5 bis 3.7	58
3.8	Digitale Verknüpfungen	59
3.9	Kombinatorische Schaltungen	60
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.8 und 3.9	61
3.10	Asynchrone Kippschaltungen	62
3.11	Synchrone Kippschaltungen	63
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.10 und 3.11	64
3.12	Kompaktsteuerungen	65
3.13	Beispiele für Kompaktsteuerungen	66
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.12 und 3.13	67
Informationstechnische Systeme bereitstellen		68
4.1	Mikrocomputer	69
4.2	Personal Computer (PC)	70
4.3	Herstellung eines PC-Systems	71
4.4	PC-Peripheriegeräte	72
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.1 bis 4.4	73
4.5	Netzwerkleitungen	74
4.6	Vernetzung von Computern	75
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.5 und 4.6	76
4.7	Verbindung von Computern im lokalen Netzwerk (LAN)	77
4.8	WLAN-Aufbau und Konfiguration	78
4.9	Datenschnittstellen	79
4.10	Arten von Softwaresystemen	80
4.11	Projektmanagement, Lastenheft, Pflichtenheft	81
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.7 bis 4.11	82
4.12	Dokumentation mit Programmablaufplan	83
4.13	Dokumentation mit Struktogramm	84
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.12 und 4.13	85
4.14	Zeichnungserstellung und Konstruktion mit CAD	86
4.15	Schaltplanerstellung mit einem E-CAD-Programm	87
4.16	Datensicherheit und Datenschutz	88
4.17	Präsentieren eines technischen Themas	89
Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren		90
5.1	Sinuslinie und Zeigerdiagramm	91
5.2	Phasenverschiebung	92
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.1 und 5.2	93
5.3	Zeigerdiagramme der Reihenschaltung	94
5.4	Zeigerdiagramme der Parallelschaltung	95
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.3 und 5.4	96

Inhaltsverzeichnis

5.5	Drehstromsystem – Sternschaltung	97	6.18	Sensoren und Aktoren	142
5.6	Drehstromsystem – Dreieckschaltung	98	6.19	Näherungsschalter	143
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.5 und 5.6	99	6.20	Schaltungen mit Operationsverstärkern	144
5.7	Transformatoren – Aufbau und Funktion	100		Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.20	145
5.8	Kleintransformatoren und Drehstromtransformatoren	101	Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren		
5.9	Messwandler	102			146
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.7 bis 5.9	103	7.1	Steuerungstechnik	147
5.10	Hausanschluss und Schutzpotenzialausgleich	104	7.2	Regelkreis	148
5.11	Hauptstromversorgungssysteme und Zählerplätze	105		Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.1 und 7.2	149
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.10 und 5.11	106	7.3	Regler	150
5.12	Stromkreisverteiler, Unterverteilung	107	7.4	Digitale Regelung	151
5.13	Netzsysteme und Schutzmaßnahmen	108	7.5	Funktionsplan mit GRAFCET	152
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.12 und 5.13	109		Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.3 bis 7.5	153
5.14	Intelligente Stromnetze	110	7.6	Prinzip der SPS	154
5.15	Doppelte oderverstarkte Isolierung und Schutztrennung	111	7.7	Anschluss der SPS	155
5.16	Kleinspannungen	112	7.8	Programmieren einer SPS	156
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.14 bis 5.16	113	7.9	Grundsätze der Programmierung	157
5.17	Schutz durch Abschaltung mit Überstrom-Schutzeinrichtung	114	7.10	Programmierung von Speicherfunktionen	158
5.18	Schutz durch Abschaltung mit RCD	115	7.11	Programmierung von Zeitfunktionen und Zählern	159
5.19	Schutzklassen und Schutzarten	116		Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.6 bis 7.11	160
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.17 bis 5.19	117	7.12	Ablaufsteuerung	161
			7.13	Weitere SPS-Programmiersprachen	162
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.12 und 7.13	163
			7.14	Projektierung einer SPS-Anlage (Aufgabenstellung)	164
			7.15	Projektierung einer SPS-Anlage (Ausführung)	165
			7.16	Feldbussysteme – Strukturen	166
			7.17	Feldbussysteme – Datenübertragung	167
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.16 und 7.17	168
			7.18	Gebäudeleittechnik	169
			7.19	Smart Home	170
			7.20	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX	171
			7.21	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-Symbole	172
			7.22	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Topologie	173
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.20 bis 7.22	174
			7.23	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus-Technologie	175
			7.24	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Telegramm	176
			7.25	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Adressierung	177
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.23 bis 7.25	178
			7.26	Pneumatik, Hydraulik	179
			Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren		
					180
			8.1	Anschlusskennzeichnung von Maschinen	181
			8.2	Stern-Dreieck-Schuttschaltung	182
			8.3	Erweiterte Schuttschaltung	183
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.2 und 8.3	184
			8.4	Polumschaltbare Motoren	185
				Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.4	186
Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen					
		118			
6.1	Mess- und Prüfmittel	119			
6.2	PC-Messtechnik	120			
6.3	Leistungsmessung	121			
6.4	Fehlersuche bei Geräten und Anlagen	122			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.4	123			
6.5	Prüfungen nach DIN VDE, Mess- und Prüfgeräte	124			
6.6	Wiederkehrende Prüfungen nach DIN VDE 0105-100, Prüfprotokoll	125			
6.7	Geräteprüfung nach DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)	126			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.5 bis 6.7	127			
6.8	Einweg-Gleichrichterschaltungen	128			
6.9	Zweiweg-Gleichrichterschaltungen	129			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.8 und 6.9	130			
6.10	Steuerbare Gleichrichter	131			
6.11	Wechselstromsteller	132			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.10 und 6.11	133			
6.12	Spannungsstabilisierung	134			
6.13	Schaltnetzteile	135			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.12 und 6.13	136			
6.14	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	137			
6.15	Optoelektronische Schaltungen als Sender	138			
6.16	Optoelektronische Schaltungen als Empfänger	139			
6.17	Optoelektronische Schaltungen als Sender und Empfänger	140			
	Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.14 bis 6.17	141			

Inhalt Lernfeld 1

1

Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben

Informationsband

Arbeitsblätter und Aufgaben

Betriebliche Strukturen, Arbeitsorganisation und betriebliche Kommunikation

Aufgaben, Arbeitsanforderungen, Tätigkeiten und Arbeitsprozesse des Berufes sowie Produkte und Dienstleistungen nennen.

Arbeitsorganisation und betriebliche Kommunikation

Auftragsplanung, Angebotserstellung, Auftragsrealisierung

Vertieft in Lernfeld 4

Lastenheft

Pflichtenheft

Gefahren des elektrischen Stromes

Gefahren des elektrischen Stromes kennen und einschätzen.

Gefahren des elektrischen Stromes

Vertieft in Lernfeld 2

Isolationsfehler und Schutzeinrichtungen

Schutzmaßnahmen

Schaltpläne, Schaltzeichen

Stromlaufplan eines einfachen Stromkreises normgerecht darstellen.

Häufige Schaltungsarten

Normung

Zeichenblattgrößen und Maßstab

Normschrift und Linienarten

Diagramme und Kennlinien

Schaltzeichenelemente

Beispiele von Schaltzeichen

Schaltzeichen für die einpolige Darstellung

Kennzeichnung von Objekten in Schaltplänen nach DIN EN IEC 81346

Schaltzeichen für Installationsgeräte

Allgemeine Schaltzeichen

Normen zur Kennzeichnung von Betriebsmitteln

Kennzeichnung von Betriebsmittel nach DIN EN IEC 81346

Normschrift

Elektrische Betriebsmittel, Grundschaltungen, elektrische Grundgrößen

Reihen-, Parallel- und gemischte Schaltungen in berufsbezogenen Anwendungen analysieren.

Reihenschaltung und Parallelschaltung

Gemischte Schaltungen

Elektrische Leistung und Arbeit

Arbeitspunkt bei Reihenschaltungen

Bauelemente und ihre Kennlinien

Leiterplatten

Kennlinien von Wirkwiderstand und NTC-Widerstand

Reihenschaltung von Widerständen

Leuchtdiode (LED) mit Vorwiderstand

Schaltung mit Diode

Parallelschaltung von Widerständen

Spannungsteiler

Schaltungen von Heizleitern in einem Kochfeld

Arbeitsbereich und höchstzulässige Verlustleistung

Reihen- und Parallelschaltung von Spannungsquellen

Leiterplatten

Messverfahren, Fehlersuche

In einfachen Schaltungen elektrische Grundgrößen (U , I , R und P) unter Verwendung geeigneter Messgeräte messen, protokollieren und beurteilen.

Messen elektrischer Größen

Indirekte Widerstandsbestimmung

Messung der elektrischen Leistung

Messung der elektrischen Arbeit

1.1 Betriebliche Arbeitsorganisation

(company work organization)

Unter Arbeitsorganisation versteht man das organisatorische Gestalten der zum Herstellen von Produkten erforderlichen Arbeiten und das Bereitstellen von Dienstleistungen hinsichtlich Art, Umfang und Bedingungen (► Bild 1). Die Arbeitsorganisation hat maßgeblichen Einfluss auf Arbeitsabläufe (Arbeitsfolgen), Unternehmensstrukturen, also Bereichsstrukturen und Führungsstrukturen, maschinelle Ausstattung, Personalstruktur, Kostenstruktur, Preisgestaltung. Die Arbeitsorganisation eines Unternehmens hängt von den erzeugten Produkten, deren Bedarfen, der Produktionstiefe, d. h. eigenproduzierte Teile in Bezug zu zugekauften Teilen, internationalen Standorten sowie der internationalen Marktausrichtung ab.

Die Märkte eines Unternehmens bestimmen seine betriebliche Arbeitsorganisation.

Eine Unternehmensstruktur (Organisationsstruktur, Aufbauorganisation) besteht gemäß grundsätzlicher übergeordneter Tätigkeiten aus den entsprechenden Bereichen (► Bild 2). Abhängig von Marktgegebenheiten, Produkten und Unternehmensgröße werden diese Bereiche in unterschiedlicher Art ausgeprägt. In einer Produktlinienorganisation (Spartenorganisation), sinnvoll wenn ein Unternehmen unterschiedliche Arten von Produkten herstellt, können diese Bereiche z.T. je Produktlinie vorkommen (► Bild 3). Zentrale Funktionen, die als Querschnittsfunktion wirken, werden oft über eine Matrixorganisation abgebildet.

Meist werden in Unternehmen Projekte mittels einer Projektorganisation abgearbeitet. Hierbei stehen dem Projektleiter Mitarbeiter aus mehreren Bereichen für die Zeitdauer des Projektes zur Verfügung.

Die Aufbauorganisation eines Unternehmens ist Teil der Arbeitsorganisation.

Zum Bewältigen der anfallenden Arbeit werden die Unternehmensmitarbeiter von datenbankbasierten IT-Systemen unterstützt. Derartige Systeme bieten automatisierte Arbeitsabläufe (Workflows) insbesondere für Tätigkeiten der Entwicklung, Beschaffung, Buchhaltung, Kapazitätsplanung (Ressourcenplanung) oder Produktionsplanung. Neben der Datenverwaltung dienen diese Systeme auch der Informationsbeschaffung für jeweils nachfolgende Arbeitsabläufe (Arbeitsprozesse). So benötigen z. B. die Arbeitsplaner der Arbeitsvorbereitung Informationen der zeitlich vorgelagerten Produktentwicklung. Selbstverständlich werden viele Informationen zusätzlich auch aus dem Internet bezogen, z. B. Katalogdaten von Teillieferanten oder Betriebsmittellieferanten (► Bild 4).

Das Abarbeiten der zu erledigenden Tätigkeiten muss zeiteffizient erfolgen. Hierzu ist neben der Nutzung IT-systemunterstützter automatisierter Arbeitsabläufe auch eine wirkungsvolle Zeitplanung der Mitarbeiter im Sinne der Selbstorganisation erforderlich. Dies wird durch Arbeitstechniken erreicht, indem sich die Mitarbeiter in ihrer Arbeit immer wieder hinterfragen: Wo liegt Zeit-Verschwendung vor? Dies führt zu ständigen Prozessverbesserungen im Sinne von KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess). Hilfreich sind z. B. auch Aktivitätenpläne (To-Do-Listen), grafische und tabellarische Darstellungen bei der Aufgabenanalyse, Regelabstimmungen mit Teamkollegen und Vorgesetzten, strukturiertes Ablegen der Unterlagen in (Daten-) Ordnern zum schnellen Finden, Setzen von Prioritäten (ABC-Analyse) sowie Ordnung am Arbeitsplatz.

Ein effizientes Gestalten der betrieblichen Arbeitsorganisation erfordert Arbeitsprozesse unterstützende IT-Systeme sowie Mitarbeiter, welche analytisch strukturiert arbeiten können und an Optimierungen der Prozesse interessiert sind.

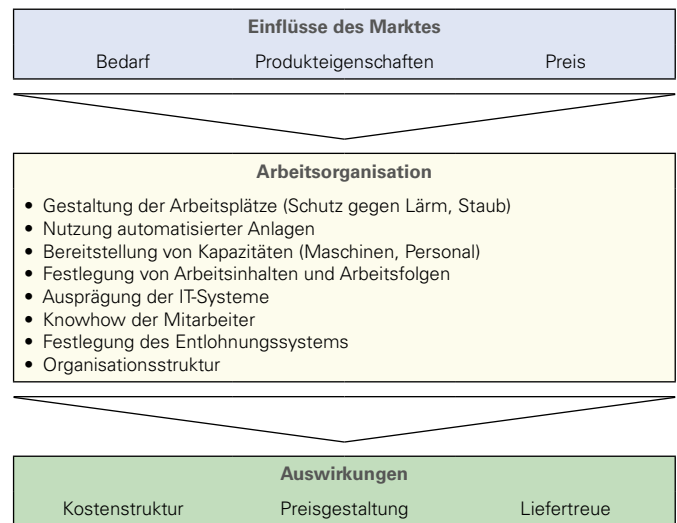


Bild 1: Wesentliche Bestandteile einer Arbeitsorganisation

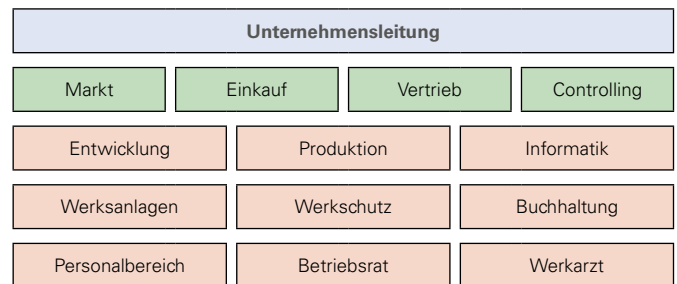


Bild 2: Bereiche eines Unternehmens

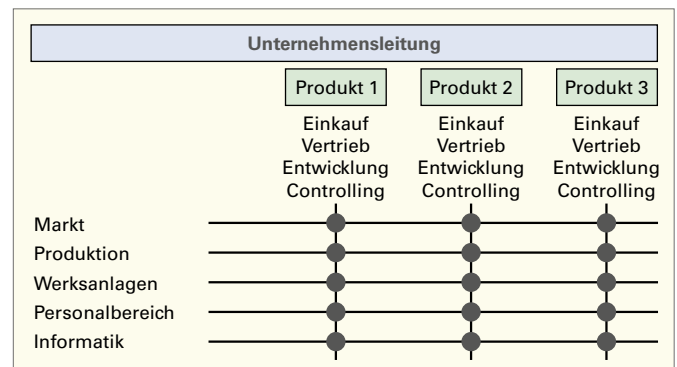


Bild 3: Beispiel einer Organisationsstruktur (Ausschnitt)

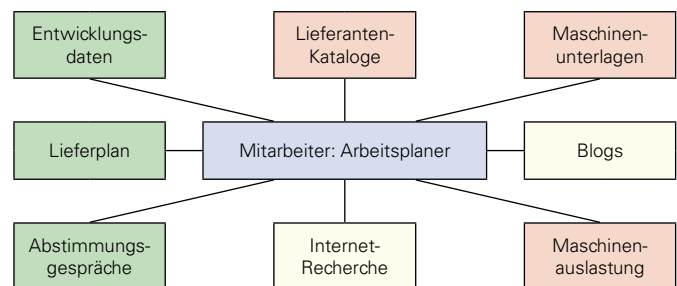


Bild 4: Beispiele zur Informationsbeschaffung

1

1.2 Auftragsplanung, Angebotserstellung, Auftragsrealisierung

(oder *planning, quoting, oder execution*)

Projektierungsphase

Für die Auftragsrealisierung ist eine vorausgehende Auftragsplanung und Angebotserstellung notwendig. Dazu ist der Auftrag mit dem Auftraggeber gemäß ► Bild 1 zu planen. Die Projektierungsphase z. B. zur Herstellung einer Maschine kann dabei bis zu 20 % der gesamten Realisierungszeit in Anspruch nehmen.

Oftmals werden in der Projektierungsphase zusätzlich zum elektrotechnischen Maschinenkonzept erste Entwurfskonstruktionen (Basic Engineering) durchgeführt. Das ist insbesondere im Sondermaschinenbau erforderlich, da es meist keine vergleichbaren Referenzmaschinen gibt, deren Funktionsprinzip übernommen werden kann. So ist eine gründliche Vorplanung in Form einer guten Entwurfskonstruktion notwendig.

Konstruktionsphase

Nach Abschluss der Projektierungsphase und mit Bestellung des Angebots durch den Kunden beginnt die Konstruktionsphase. Dabei wird das zuvor in der Projektierungsphase entworfene Maschinenkonzept detailliert. Die Detailkonstruktion (Detail Engineering) erfordert einen höheren zeitlichen Aufwand als die Entwurfskonstruktion, da der Detaillierungsgrad deutlich zunimmt. In Summe macht die Konstruktionsphase rund 25 % der gesamten Realisierungszeit aus.

Während der Ausführungsplanung gilt es nun, am Beispiel der Elektrokonstruktion, konkrete Betriebsmittel zu benennen und sie im Stromlaufplan hinsichtlich Funktion, Sicherheit und Spezifikation richtig zu verschalten. Zuvor ist eine Leistungsbilanzierung, eine Betrachtung der Schaltschrankklimatisierung, die Spannungsfallberechnung aller relevanten Kabel und Leitungen, eine Selektivitätsbetrachtung der verbauten Sicherungselemente und z. B. eine Kurzschlussstromberechnung durchzuführen. Auf dieser Anforderungsbasis werden die notwendigen Betriebsmittel ausgewählt und in der Vergabe, meist gemeinsam mit dem Elektrokonstrukteur, beschafft.

Fertigungs- und Inbetriebnahmephase

Mit der Freigabe der Fertigungsunterlagen beginnt die Phase der Fertigung, Montage und Inbetriebnahme (IBN), an der sich die Projektabschlussphase anschließt. Spätestens mit dem Projektabschluss wird die Konformität der Maschine zur EG-Maschinenrichtlinie erklärt und durch das CE-Zeichen dokumentiert.

Die Inbetriebnahmephase beinhaltet gegebenenfalls die Re-Montage der Maschine nach Lieferung beim Kunden und deren Inbetriebsetzung gemäß den vereinbarten Anforderungen aus dem Angebot. Dazu findet neben der elektromechanischen Überprüfung der Maschinenfunktionalität auch die Überprüfung der Prozessstauglichkeit statt. In der sogenannten Ausprobe werden vereinbarte Prozesskenngrößen, wie Ausbringung, Verfügbarkeit, Taktzahlen, Werkstückqualitäten und ähnliches überprüft und die Anlage zur Erfüllung der Kundenanforderungen optimiert. Mit dem erfolgreichen Nachweis der Prozessstauglichkeit kann der Auftrag technisch und kaufmännisch abgeschlossen werden.

Lasten- und Pflichtenheft

Das wichtigste Dokument zur Auftragsplanung ist das **Lastenheft** (► Tabelle 1 und ► Seite 84), welches die Anforderungen des Auftraggebers festhält. Das Lastenheft ist allgemein gehalten und beschreibt lediglich, *was* und *wofür* etwas gemacht wird.

Das *wie* und *womit* ist Bestandteil des **Pflichtenhefts** (► Tabelle 2 und ► Seite 84), welches vom Auftragnehmer erstellt wird. Es beschreibt die Umsetzung des Lastenhefts und dient meist als Grundlage des Kundenangebots dient.

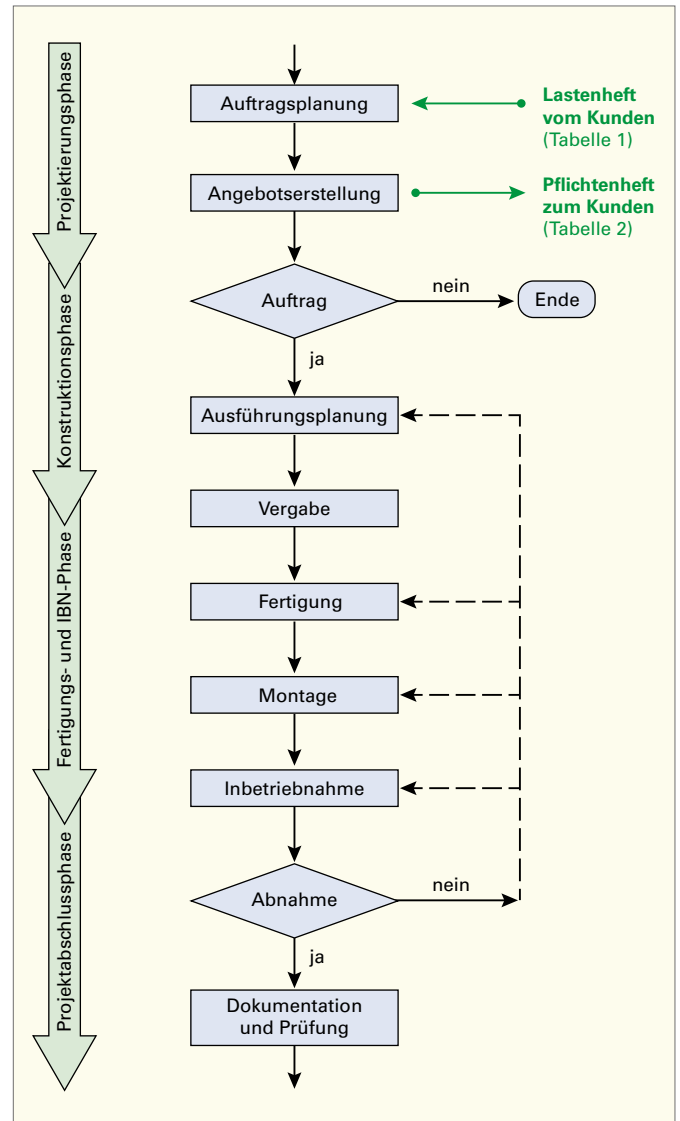


Bild 1: Leistungsphasen im Maschinenbau (Vereinfachte Darstellung)

Tabelle 1: Lastenheft	
Ausführliche Aufgabenbeschreibung	
Funktion der Anlage	
Sicherheitsanforderungen	
Serviceanforderungen	
Berücksichtigung existierender Standards und Vorschriften	
Randbedingungen	
Örtliche Gegebenheiten	
Sonstiges	
Fertigstellungstermin	
Kostenvorstellung	

Tabelle 2: Pflichtenheft	
Ausführliche Aufgabenbeschreibung	
Gliederung in Teilfunktionen	
Zusammenhänge der Teilfunktionen	
Stellungnahme zu Sicherheits-/Serviceanforderungen	
Randbedingungen	
Notwendige Projektunterlagen	
Notwendige Zuarbeit anderer Beteiligter	
Sonstiges	
Terminaussage	
Kostenaussagen (Investitionen, Aufwände)	
Qualifikation der Anwender	

1.3 Gefahren des elektrischen Stromes

(hazards of the electric current)

Stromfluss durch den menschlichen Körper

Die Höhe des Stromes ist abhängig vom jeweiligen Körperinnenwiderstand R_{Ki} , den Haut-Übergangswiderständen $R_{ü1}$ an der Strom Eintrittsstelle und $R_{ü2}$ an der Stromaustrittsstelle sowie den möglichen Übergangswiderständen $R_{ü3}$ (► Bild 1). Die Höhe des Körperwiderstandes ist vom Weg des Stromes durch den Menschen abhängig. Besonders gefährlich ist es, wenn das Herz im Stromweg liegt.

Menschliche Körper leiten den elektrischen Strom.

Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper

Die Auswirkung des elektrischen Stromes I_B auf den menschlichen Körper ist von der Stärke des Stromes und der Einwirkdauer abhängig (► Bild 2 und ► Bild 3). Bereits bei sehr geringen Strömen beginnt die Wahrnehmung von Kribbeln, bei höheren Strömen mit ungesteuerten Muskelverkrampfungen bis hin zu schmerzhaften Verkrampfungen, bei denen ein Loslassen nicht mehr möglich ist. Bei noch größeren Stromstärken können z.B. Verbrennungen und Herzkammerflimmern auftreten.

Die Folgen und Auswirkungen eines Stromschlages zeigt Tabelle 1. Eine Übersicht über Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Stromunfällen zeigt ► Bild 4.

Tabelle 1: Folgen eines Stromschlages

Zone	Physiologische Wirkung
AC-1	Normalerweise keine Wirkung.
DC-1	Leicht stechende Empfindung bei schneller Stromänderung.
AC-2	Muskelverkrampfung, meist keine schädliche Wirkung.
DC-2	
AC-3	Starke Muskelverkrampfung, Atemprobleme, meist kein organischer Schaden.
DC-3	
AC-4.1	Herzstillstand, Atemstillstand, Verbrennungen, Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern bis etwa 5%.
DC-4.1	
AC-4.2	Wie bei AC-4.1, jedoch Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern bis etwa 50%.
DC-4.2	
AC-4.3	Wie bei AC-4.1, jedoch Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern bei über 50%.
DC-4.3	

Aus den Grenzwerten (rote Linien) für AC-4 bzw. für DC-4 in den ► Bildern 2 und 3, sowie der ► Tabelle 1 folgt:

Stromstärken größer AC 50 mA bzw. DC 120 mA sind lebensgefährlich.

Bei Annahme eines Körperwiderstandes R_K von 1000 Ω ergibt sich eine gefährliche Berührungsspannung U_B bei:

$$AC^1: U_B = R_K \cdot I_K = 1000 \Omega \cdot 50 \text{ mA} = 50 \text{ V}$$

$$DC^2: U_B = R_K \cdot I_K = 1000 \Omega \cdot 120 \text{ mA} = 120 \text{ V}$$

Spannungen größer AC 50 V bzw. größer DC 120 V sind lebensgefährlich.

Verhaltensregeln zum Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes (5 Sicherheitsregeln)

Die folgenden 5 Sicherheitsregeln sind einzuhalten:

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

Die Punkte 4 und 5 sind nicht immer zwingend vorgeschrieben.

Das Arbeiten unter Spannung ist verboten.

¹ AC, Abk. für: Alternating Current (engl.) = Wechselstrom

² DC, Abk. für: Direct Current (engl.) = Gleichstrom

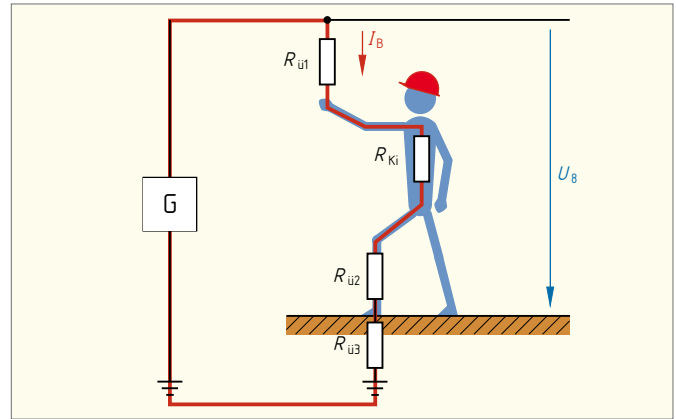


Bild 1: Körperwiderstand

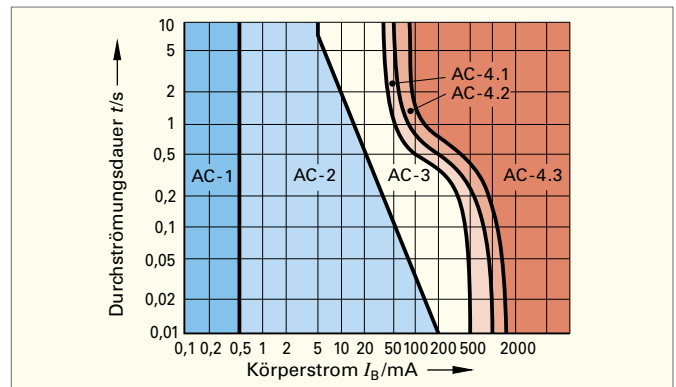


Bild 2: Sicherheitskurven nach VDE V 0140-479-1 für AC 50 Hz von Hand zu Hand oder linker Hand zu einem Fuß

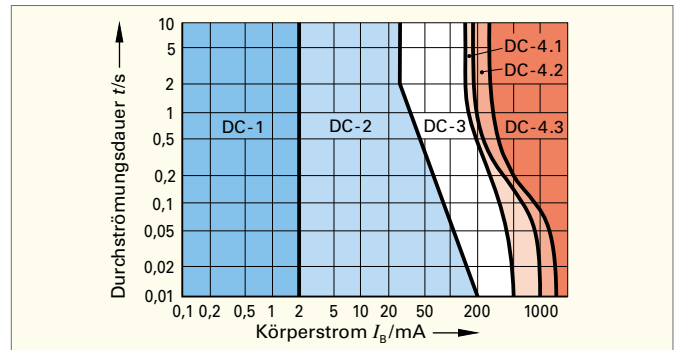


Bild 3: Sicherheitskurven nach VDE V 0140-479-1 für DC von linker Hand zu den Füßen

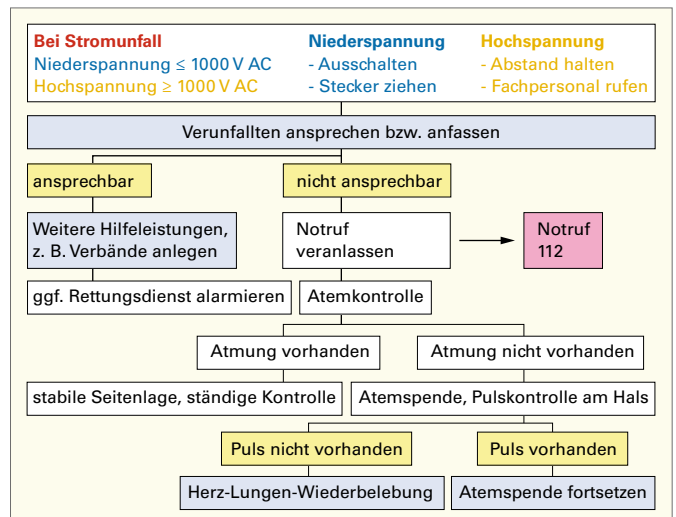


Bild 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Stromunfällen

1

1.4 Häufige Zeichnungsarten der Elektrotechnik

(types of drawings commonly used in electrical engineering)

In der Elektrotechnik verwendet man zur Dokumentation hauptsächlich Schaltpläne, Zeichnungen, Tabellen (Listen) und Diagramme.

Die Regeln zur Darstellung von Informationen in Dokumenten in der Elektrotechnik sind in der Norm DIN EN 61082-1 beschrieben.

Der Text in einer Dokumentation muss waagrecht oder senkrecht ausgerichtet sein. Der Text muss in einem Dokument von unten oder von rechts lesbar sein.

Schaltpläne

Übersichtsschaltpläne sind einfache, meist in einpoliger Darstellung gezeichnete Schaltpläne. Sie geben einen Überblick über die wichtigsten Verbindungen oder Beziehungen zwischen den einzelnen Komponenten (► Bild 1).

Funktionsschaltpläne zeigen die Funktion von Objekten, z. B. den Signalfluss einer Digitalschaltung (► Bild 2).

Funktionsschaltpläne dienen außerdem der Analyse des Verhaltens oder der Eigenschaften eines Objektes, z. B. in Form des Ersatzschaltbildes eines Transformators.

Stromlaufpläne zeigen die Komponenten einer elektrischen Schaltung und deren Verbindungen untereinander. Dafür werden genormte Schaltzeichen verwendet. Die Darstellung der Verbindungen zwischen den Komponenten erfolgt mehrpolig (allpolig). Die räumliche Lage, Formen und Abmessungen werden nicht berücksichtigt.

Stromlaufpläne in zusammenhängender Darstellung zeigen Teile eines grafischen Symbols räumlich zusammenhängend (► Bild 3). Diese Darstellung sollte nur für einfache und wenig umfangreiche Stromkreise gewählt werden.

Stromlaufpläne in verteilter (aufgelöster) Darstellung stellen die Schaltungen in einzelne Stromwege aufgelöst dar (► Bild 4). Sie sollen das Verfolgen von Stromwegen erleichtern. Die Zusammengehörigkeit der grafischen Symbole wird durch die Referenzkennzeichnung zum Ausdruck gebracht.

In Stromlaufplänen werden Komponenten mit beweglichen Kontakten, z. B. Schalter, Schütze, Relais, im nicht betätigten oder stromlosen Zustand dargestellt.

Verbindungsschaltpläne enthalten Informationen über die Verbindungen von Komponenten innerhalb einer Baueinheit oder zwischen verschiedenen Baueinheiten, z. B. Schaltschränke.

Zeichnungen

Anordnungspläne zeigen die räumliche Lage z. B. der Komponenten einer elektrischen Installation (**Installationszeichnung**, ► Bild 5). Die Verbindungslinien zeigen, wie die Komponenten miteinander verbunden sind. Dabei werden die tatsächlichen Verdrahtungswege eingezeichnet. Die Darstellung der Stromkreise erfolgt meist einpolig.

Tabellen

Anschluss Tabellen zeigen die Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten oder Baugruppen. In die Tabellen werden z. B. Referenzkennzeichen der Klemmleiste mit den Anschlussbezeichnungen sowie die angeschlossenen Leitungen eingetragen.

Diagramme

Zeitablaufpläne zeigen die zeitlichen Abläufe von Operationen (► Bild 6). Die Zeitachse liegt waagrecht und wird meist nicht bezeichnet. Die Grundlinie des Signalzuges hat den logischen Wert 0 (Pegel L, von engl. Low) oder eine andere Bedeutung, z. B. den Schaltzustand Schaltknebel unten. Der logische Wert 1 (Pegel H, von engl. High) sowie z. B. der Schaltzustand Schaltknebel oben wird von der Grundlinie aus nach oben aufgetragen.

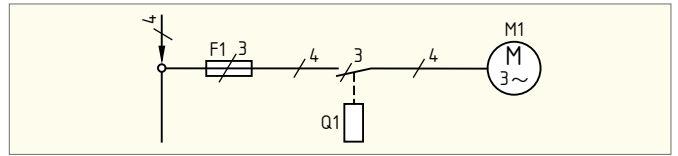


Bild 1: Übersichtsschaltplan

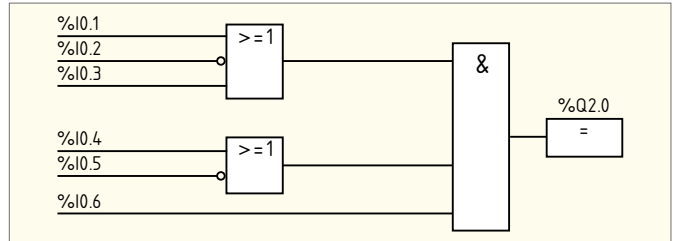


Bild 2: Funktionsschaltplan

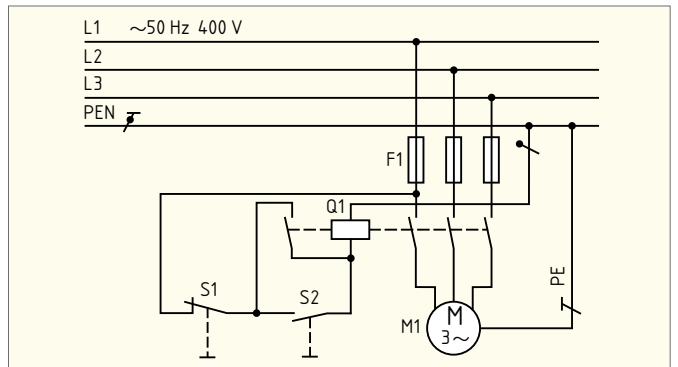


Bild 3: Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

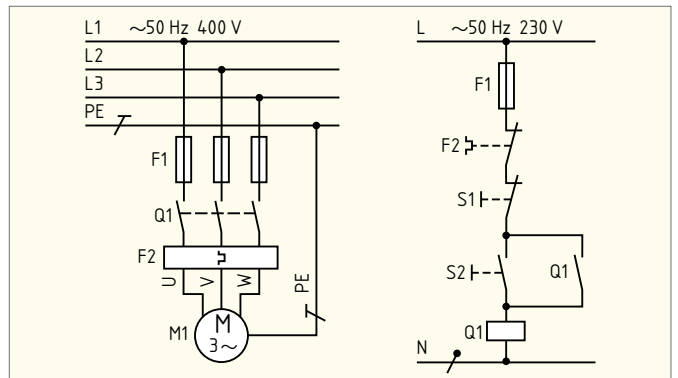


Bild 4: Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

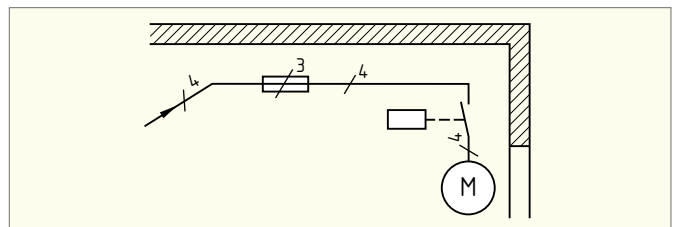


Bild 5: Anordnungsplan, Installationszeichnung

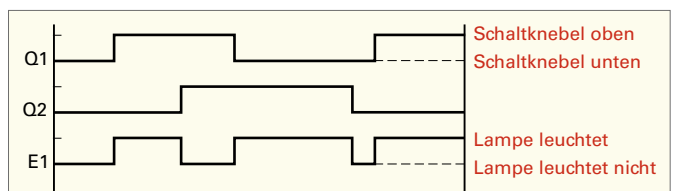


Bild 6: Zeitablaufplan für Wechselschalter Q1 und Q2 sowie Lampe E1

Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.4

1. Welche Zeichnungsart liegt in Bild 1 vor?

1. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.
2. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.
3. Stromlaufplan in halbzusammenhängender Darstellung.
4. Übersichtsschaltplan.
5. Schaltskizze.

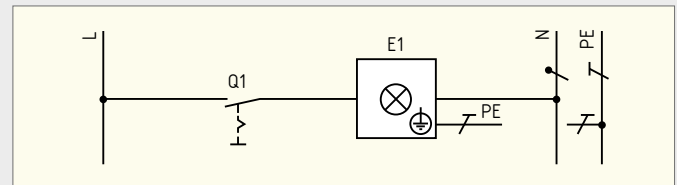


Bild 1: Ausschaltung

2. Welche Aussage trifft auf Stromlaufpläne in aufgelöster Darstellung zu?

1. Sie werden einpolig gezeichnet.
2. Sie berücksichtigen die räumliche Lage der Betriebsmittel.
3. Sie dürfen nur genormte Schaltzeichen enthalten.
4. Sie stellen eine Schaltung dar, die aufgelöst nach Stromwegen gezeichnet wurde.
5. Sie vermeidet man bei Schützsicherungen.

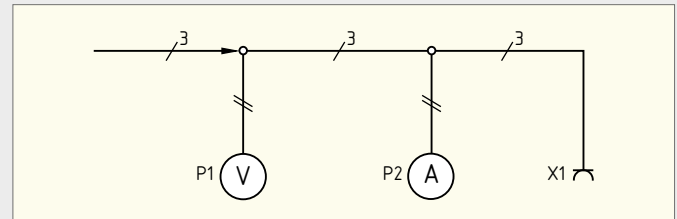


Bild 2: Messplatz mit Spannungsmesser und Strommesser

3. Welche Art eines Schaltplanes liegt bei Bild 2 vor?

1. Installationsschaltplan.
2. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.
3. Übersichtsschaltplan.
4. Schaltskizze.
5. Ersatzschaltplan.

4. Geben Sie die Art des Schaltplanes von Bild 3 an.

1. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.
2. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.
3. Übersichtsschaltplan.
4. Ersatzschaltplan.
5. Installationsschaltplan.

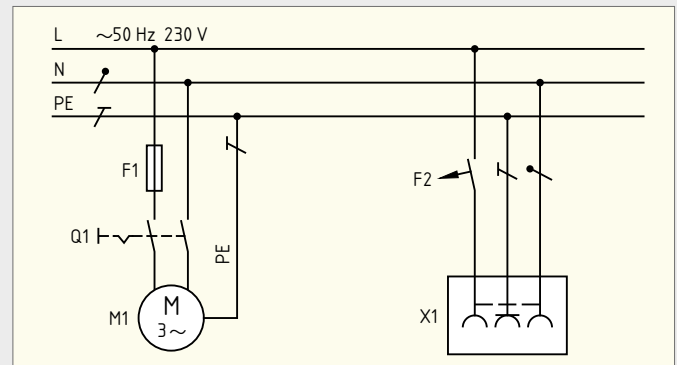


Bild 3: Anschluss eines Motors M1 und einer Steckdose X1

5. Welche Aussage zu Bild 3 ist richtig?

1. Der Schalter Q1 steuert den Motor M1.
2. Der Schalter Q1 steuert Motor M1 und Steckdose X1.
3. Mit Schalter Q1 wird die Steckdose X1 eingeschaltet.
4. Schalter Q1 ist ein dreipoliger Schalter.
5. Motor M1 ist ein Gleichstrommotor.

6. In Bild 4 ist ein Fehler enthalten. Welcher Fehler liegt vor?

1. Es sind verschiedene Arten von Schaltplänen vermischt.
2. Die Aderzahlen sind nicht vollständig eingetragen.
3. Der Maßstab fehlt.
4. Es sind mehr Anschlussstellen eingetragen als erforderlich.
5. Ein Messgerät ist falsch beschriftet.

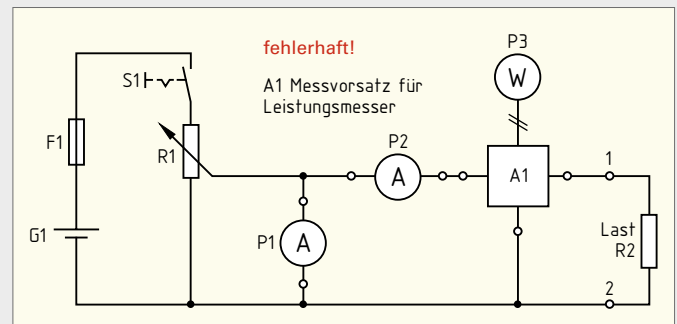


Bild 4: Messplatz für Messung von Stromstärke, Spannung und Leistung

7. Welche Aussage über einen Installationsschaltplan ist richtig?

1. Ein Installationsschaltplan muss keine Leitungen enthalten.
2. Für Installationsschaltpläne verwendet man Schaltzeichen nach DIN EN 60617.
3. Im Installationsschaltplan ist bei den Leitungen die Aderzahl anzugeben.
4. Installationsschaltpläne lassen die Wirkungsweise der Installationsschaltungen erkennen.
5. Installationsschaltpläne gelten nur für die Beleuchtungsinstallation

8. Geben Sie den in Bild 5 eingetragenen Zeitpunkt an, in dem nachfolgender Zustand herrscht:

Die Lampe E1 leuchtet nicht, nachdem Q1 und Q2 jeweils zweimal betätigt wurden.

9. Geben Sie den in Bild 5 eingetragenen Zeitpunkt an, in dem nachfolgender Zustand herrscht:

Die Lampe E1 leuchtet nicht, obwohl Q1 und Q2 jeweils einmal betätigt wurden.

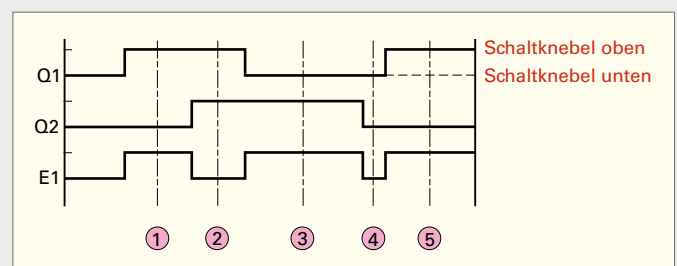


Bild 5: Zeitablaufdiagramm für Lampe E1, die über Wechselschalter Q1 und Q2 gesteuert wird (eingetragene Zeitpunkte 1 bis 5 sind nicht Bestandteil des eigentlichen Zeitablaufdiagramms)

1

1.5 Normung (standardisation)

Wesen und Sinn der Normung

Technische Probleme können verschieden gelöst werden. Von jeher wurden gewisse bewährte Verfahren und Formen bevorzugt, d.h. es wurden Normen berücksichtigt.

Normung entspringt dem Willen nach Vereinheitlichung und erspart kostspielige Parallelentwicklungen.

Organisationen, die technische Regeln veröffentlichen

Internationale Organisationen:

ISO International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)

IEC International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission).

Nationale Übernahmen von ISO- bzw. IEC-Normen ohne deren Anerkennung als EN werden als DIN ISO xxx bzw. DIN IEC xxx benummert (► Bild 1).

Europäische Organisationen:

CEN European Committee for Standardization (Europäisches Komitee für Normung)

CENELEC Comité Européen pour la Normalisation Electrotechnique (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung).

Die deutsche Sprachfassung der EN wird als DIN EN xxx (► Bild 1) veröffentlicht, im Falle der Übernahme von ISO- bzw. IEC-Normen als EN, als DIN EN ISO xxx bzw. als DIN EN IEC xxx. Ältere EN, die IEC-Normen übernehmen, sind ohne die Buchstabenfolge IEC, sondern lediglich mit 60000er EN-Nummer bezeichnet.

Nationale Organisationen:

DIN Deutsches Institut für Normung

DKE Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (Technisch-Wissenschaftlicher Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik)

Sofern DIN-Normen Festlegungen über die Abwendung von Gefahren in der Elektrotechnik enthalten, sind diese zusätzlich als VDE-Bestimmungen gekennzeichnet, so z.B. DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1) (► Bild 1).

Organisationen zur Normung sind in allen Industrieländern vorhanden. Nationale Normenvereinigungen sind Mitglieder von ISO und IEC und arbeiten als solche in deren technischen Komitees an der weltweiten Vereinheitlichung der Normen.

Maßgebend für das Anwenden der Normen und VDE-Anwendungsregeln sind deren Fassungen mit dem neusten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH bzw. die DIN-Normen ohne VDE-Klassifikation bei der Beuth Verlag GmbH, erhältlich sind.

Normteile

Genormte (standardisierte) Bauteile (► Bild 2) können kostengünstig in großen Serien hergestellt werden. Ihr Anteil an der Gesamtzahl der Bauteile eines technischen Gerätes ist meist recht hoch.

GS-Zeichen und CE-Zeichen

Das GS-Zeichen (GS von geprüfte Sicherheit) bedeutet, dass das betreffende Erzeugnis eine Bauartprüfung in einer anerkannten und unabhängigen Prüfstelle bestanden hat. Solche Prüfstellen sind z.B. der TÜV und der VDE (► Bild 3). Das CE-Kennzeichen (CE von frz. Contrôle Européen = Europäische Kontrolle) bedeutet, dass bei dem Erzeugnis alle in Frage kommenden EU-Richtlinien beachtet wurden.

Das Prüfzeichen VDE-GS ist ein Zeichen für die Qualität eines elektrotechnischen Produktes, nicht aber das CE-Kennzeichen.

Homepages einiger Organisationen zur Normung International:

ISO: <https://www.iso.org/home.htm>
IEC: <https://www.iec.ch/homepage>

Europäisch:

CEN und CENELEC: <https://www.cencenelec.eu/>

National:

DIN: <https://www.din.de/de>
DKE: <https://www.dke.de/de>

DEUTSCHE NORM		September 2014
DIN IEC 60050-351		DIN
ICS 01.040.35; 01.040.29; 35.240.50; 29.020 Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 351: Leittechnik		Ersatz für DIN IEC 60050-351:2009-06 Siehe Anwendungsbeginn
DEUTSCHE NORM		Juni 2009
DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100)		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 „Liste Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		VDE
DEUTSCHE NORM		April 1997
Technische Zeichnungen Vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen für den Zusammenbau Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 5845-1:1995)		DIN ISO 5845-1
		Mit DIN ISO 5261:1997-04
DEUTSCHE NORM		Oktober 2015
DIN EN 61082-1 (VDE 0040-1)		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 „Liste Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		
DEUTSCHE NORM		Dezember 2019
DIN EN IEC 61558-1 (VDE 0570-1)		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 „Liste Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		VDE

Bild 1: Normblätter

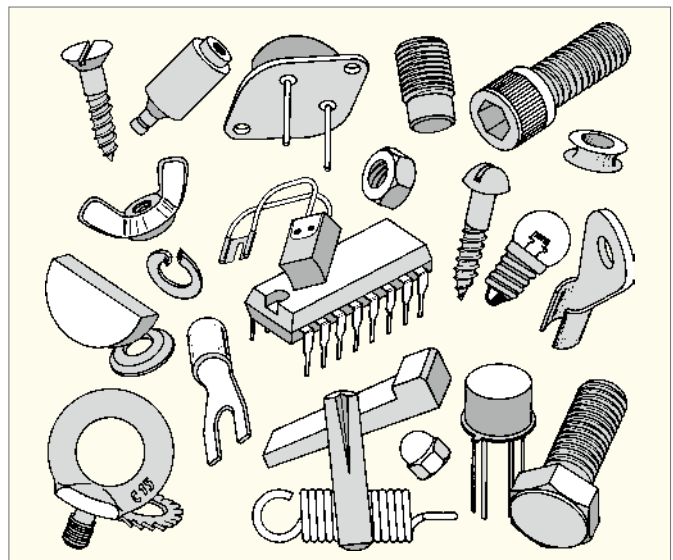


Bild 2: Normteile



Bild 3: Zeichen VDE-GS und CE

1.6 Zeichenblattgrößen und Maßstab

(drawing paper sizes and scale)

Blattgrößen

Nach DIN sind die Blattgrößen genormt. Es gibt die A-, B-, C- und D-Reihe. Für das technische Zeichnen wird die A-Reihe verwendet.

Das Ausgangsformat der A-Reihe ist ein Rechteck mit einem Flächeninhalt von 1m², dessen Seitenverhältnis 1 : $\sqrt{2}$ beträgt. Dieses Grundformat wird mit A0 bezeichnet.

Wenn man dieses Format fortgesetzt halbiert, entstehen die nächstkleineren A-Formate (► Bild 1, Tabelle 1).

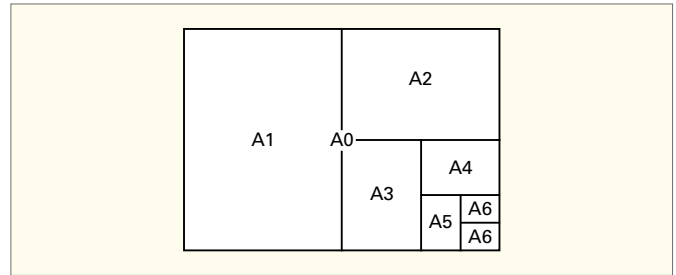


Bild 1: Entstehung der Formate

Tabelle 1: Formate und Blattgrößen		Nach DIN EN ISO 216	
Kurzzeichen	Unbeschnittenes Blatt Kleinmaße in mm	Beschnittene Zeichnung Maße in mm	Nutzfläche Maße in mm
A0	880 × 1230	841 × 1189	821 × 1159
A1	625 × 880	594 × 841	574 × 811
A2	450 × 625	420 × 594	400 × 564
A3	330 × 450	297 × 420	277 × 380
A4	240 × 330	210 × 297	180 × 277
A5	165 × 240	148 × 210	

Diese Formate können nach oben auf das Doppelte (2A0) und das Vierfache (4A0) vergrößert sowie nach unten bis A10 verkleinert werden. Die Nutzfläche des Zeichenblattes verkleinert sich durch den Heftrand (20 mm bei A3, 15 mm bei A4) und das Schriftfeld (► Bild 2, Bild 3).

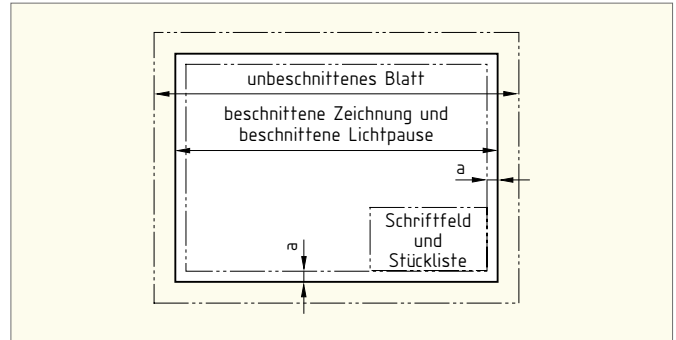


Bild 2: Nutzfläche und Rand (A0–A3)

Faltung auf das Format A4

Falls die A0- bis A3-Formate in einem A4-Ordner untergebracht werden sollen, müssen sie vorher gefaltet werden (► Bild 4).

Schriftfeld

Das Schriftfeld ist Bestandteil jeder technischen und elektrotechnischen Zeichnung. Es ist nach DIN EN ISO 7200 genormt und befindet sich meist in der rechten unteren Ecke des Zeichenblattes (► Bild 2).

In Schulen wird oft ein vereinfachtes Schriftfeld verwendet (► Bild 5).

Maßstab

Nicht alle Teile, von denen man technische Zeichnungen anfertigen muss, lassen sich im Maßstab 1:1, also in natürlicher Größe, darstellen. Um trotzdem eine Zeichnung erstellen zu können, nach der gefertigt werden kann, müssen alle Maße entweder verkleinert oder vergrößert dargestellt werden (► Tabelle 2).

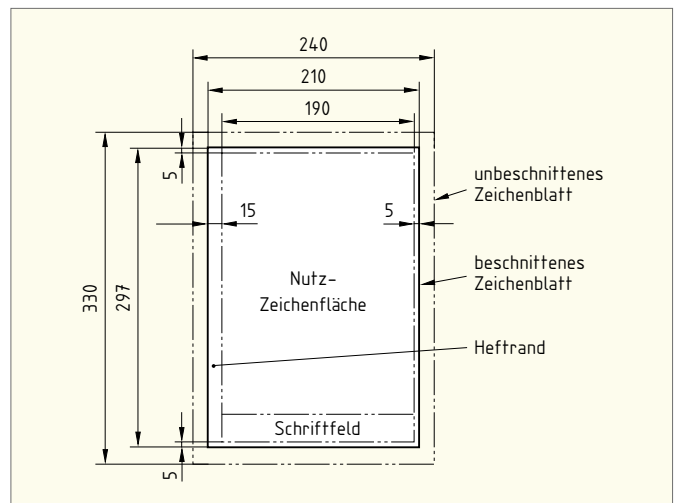


Bild 3: Nutzfläche und Rand A4

Natürliche Größe 1 : 1

Ein Millimeter auf der Zeichnung entspricht einem Millimeter am Werkstück.

Vergrößerungen

Zum Beispiel 2:1. Zwei Millimeter auf der Zeichnung entsprechen einem Millimeter am Werkstück.

Verkleinerungen

Zum Beispiel 1:2. Ein Millimeter auf der Zeichnung entspricht zwei Millimeter am Werkstück.

Unabhängig vom gewählten Maßstab müssen stets die wirklichen Maße des Werkstücks eingetragen werden.

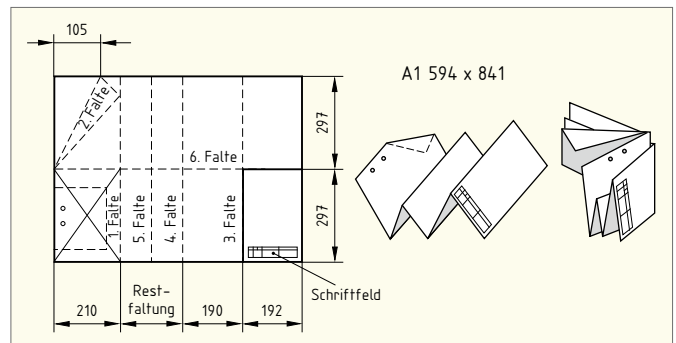


Bild 4: Faltung von Zeichnungen auf Format A4

Tabelle 2: Maßstäbe		Nach DIN ISO 5455	
Vergrößerungen	2 : 1	5 : 1	10 : 1
Natürliche Größe	1 : 1		
Verkleinerungen	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000

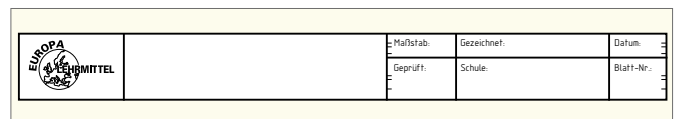


Bild 5: Vereinfachtes Schriftfeld

1

1.7 Normschrift und Linienarten (standard lettering and types of lines)

Normschrift

Bei der Beschriftung einer Zeichnung müssen nach DIN folgende Merkmale erfüllt werden:

Lesbarkeit, Einheitlichkeit, Eignung für Mikroverfilmung.

Beschriftung nach DIN 6776-1 und DIN EN ISO 3098-0

Die Beschriftung von Zeichnungen kann nach Schriftform A (Engschrift, Linienbreite $d = \frac{1}{4}$ mal Schrifthöhe h) oder nach Schriftform B (Linienbreite $\frac{1}{10}$ mal Schrifthöhe h) erfolgen (► Tabelle 1, Bild 1). Beide Formen dürfen senkrecht ($V =$ vertikal) oder um 15° nach rechts geneigt ($S =$ schräg) (► Bild 2) ausgeführt werden. Der Abstand zwischen den Schriftzeichen soll zwei Linienbreiten betragen, um eine gute Lesbarkeit zu gewährleisten. Er darf bei bestimmten Schriftzeichen auf eine Linienbreite verringert werden, wenn bestimmte Schriftzeichen zusammentreffen, z. B. TV, RCD.

Tabelle 1: Schriftform B, Maße in mm		Nach DIN EN ISO 3098-0				
Nenngröße		2,5	3,5	5	7	10
Höhe der Großbuchstaben	h	$\frac{10}{10}h$	2,5	3,5	5	7
Höhe der Kleinbuchstaben	c	$\frac{7}{10}h$	1,8	2,5	3,5	5
Mindestabstand zwischen den Zeichen	a	$\frac{2}{10}h$	0,5	0,7	1	1,4
Mindestabstand zwischen Wörtern	e	$\frac{6}{10}h$	1,5	2,1	3	4,2
Mindestabstand zwischen Grundlinien	b	$\frac{16}{10}h$	3,5	5	7	10
Höhe der Unterlänge	f	$\frac{3}{10}h$	0,8	1,0	1,5	2,1
Linienbreite	d	$\frac{1}{10}h$	0,2	0,35	0,5	0,7

Linien

Die Angaben zum Mindestabstand zwischen Grundlinien beziehen sich nur auf Buchstaben ohne Unterlängen. Werden Buchstaben mit Unterlängen verwendet, beträgt das Verhältnis für $b = \frac{16}{10}h$. Die Mindesthöhe der Buchstaben (h oder c) soll 2,5mm betragen. Bei gleichzeitiger Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben bedeutet dies: $c = 2,5$ mm bei $h = 3,5$ mm.

Linienarten

Man unterscheidet folgende vier Linienarten: Volllinie, Strichlinie, Strichpunktlinie und Freihandlinie.

Linienbreiten und Liniengruppen

Die Linienbreiten werden in *Gruppen* eingeteilt (► Tabelle 2). Welche Gruppe für eine technische Zeichnung zu wählen ist, hängt ab von der Größe des Zeichenblattes und der Größe des Werkstückes. Innerhalb einer Zeichnung darf nur eine Liniengruppe verwendet werden.

Anwendung der Linienarten

Linienarten für das technische und elektrotechnische Zeichnen hängen von der Art der Anwendung ab (► Tabelle 3).

Tabelle 2: Linienarten und Linienbreiten		Nach DIN ISO 128-24				
Linienart	Liniengruppe					
	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	
Breite Volllinie	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	
Schmale Volllinie	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	
Schmale Strichlinie	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	
Breite Strichpunktlinie	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	
Schmale Strichpunktlinie	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	
Freihandlinie	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	

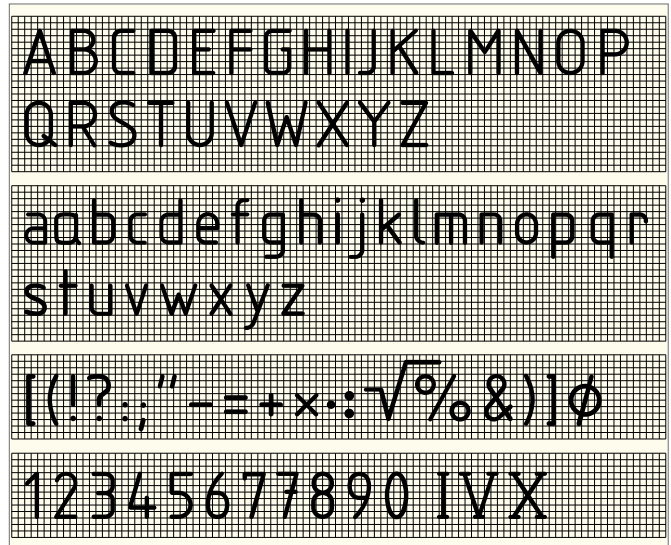


Bild 1: Normschrift nach DIN EN ISO 3098, Schriftform B, V (vertikal)

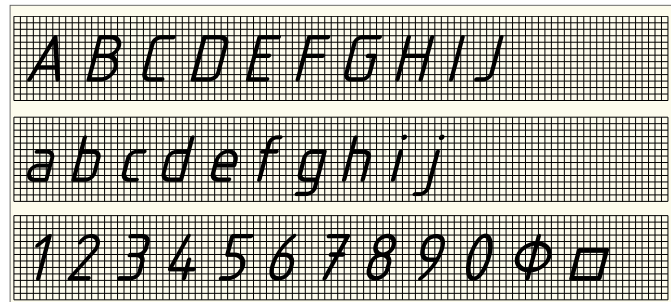


Bild 2: Normschrift nach DIN EN ISO 3098, Schriftform B, S (schräg)

Tabelle 3: Anwendung der Linien		Nach DIN ISO 128-24
Linie	Anwendung in der Metalltechnik	Anwendung in der Elektrotechnik
Volllinie, breit —————	Sichtbare Körperkanten, Umriss, Gewindegrenzung, Sinnbilder, Schweißzeichen	Leitungen, Außenleiter, Leiter, PE-Leiter, N-Leiter
Volllinie, schmal —————	Maß- und Maßhilfslinien, Diagonalkreuz, Schraffur, Gewindegrenzung, Bezugslinien, Biegelinien	Leiter, Leitungen, Gehäuse, Gerät, Betriebsmittel
Strichlinie, schmal - - - - -	Verdeckte (nicht sichtbare) Kanten, verdecktes Gewinde, Fußkreis bei Zahnrädern	mechanische Verbindung zwischen Schaltgliedern, Abschirmung
Strichpunktlinie, breit - · - · -	Schnittverlauf	
Strichpunktlinie, schmal - · - · -	Mittellinien, Teilkreise bei Verzahnungen	Begrenzungslinie, Trennlinie
Freihandlinie ~~~~~	Bruchlinien bei Metallen, Isolierstoffen; bei Holz als Zickzacklinie	bewegbare Leitung

1.8 Diagramme und Kennlinien

(diagrams and characteristics)

Durch Diagramme und Kennlinien können Zusammenhänge besonders deutlich dargestellt werden.

Flächendiagramme

Zur Veranschaulichung von Größen oder Prozentwerten werden meist Flächendiagramme benutzt.

Beim **Säulendiagramm** entspricht die Höhe der einzelnen Säulen dem jeweiligen Prozentwert (► Bild 1).

Kreisflächendiagramme besitzen Sektoren, deren Winkel den entsprechenden Prozentsätzen entsprechen.

Das **Leistungs-Flussdiagramm** (Sankey-Diagramm) ist eine besondere Form des Flächendiagramms, die bei der Leistungsaufteilung von elektrischen Maschinen üblich ist (► Bild 2).

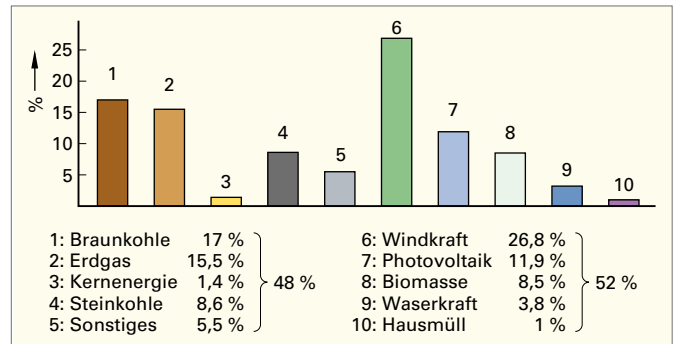


Bild 1: Säulendiagramm. Anteil der Primärenergie in % an der Stromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland 2023

Liniendiagramme

Liniendiagramme sind grafische Darstellungen von zwei Größen in Koordinatensystemen.

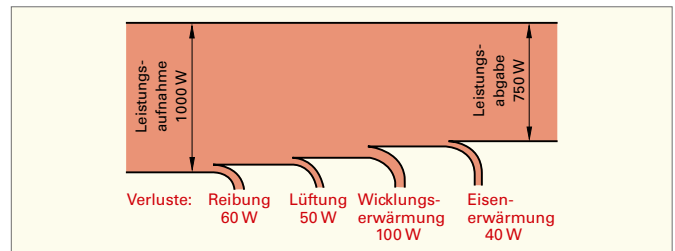


Bild 2: Leistungsfluss-Diagramm

Liniendiagramme sind in DIN 461 genormt. Hier wird nur auf das ebene rechtwinklige (kartesische) Koordinatensystem eingegangen, das ein rechtwinkliges Achsenkreuz benutzt.

Die waagrechte Achse wird als *Abszisse* oder *x-Achse* bezeichnet. Auf ihr werden vom Schnittpunkt (Nullpunkt) der beiden Achsen nach rechts zunehmende (positive) Werte und nach links abnehmende (negative) Werte der unabhängigen Größe aufgetragen.

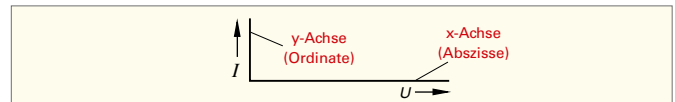


Bild 3: Achsenbeschriftung und Begriffe

Die senkrechte Achse wird als *Ordinate* oder *y-Achse* bezeichnet. Auf ihr werden vom Schnittpunkt (Nullpunkt) der beiden Achsen nach oben zunehmende (positive) Werte und nach unten abnehmende (negative) Werte der abhängigen Größe aufgetragen.

Achsenbeschriftung und Achseneinteilung

Je ein Pfeil der *x*- und der *y*-Achse zeigt an, in welche Richtung die Koordinate wächst (► Bild 3). Bei der Beschriftung sollen vorzugsweise die schräg (kursiv) zu schreibenden Formelzeichen der Größen verwendet werden. Die Teilung der Achsen wird mit Zahlenwerten beziffert, die ohne Drehen des Diagramms lesbar sein sollen. Sämtliche negativen Zahlenwerte sind mit dem Minuszeichen zu versehen. Die zu den Zahlenwerten gehörenden, senkrecht zu schreibenden Einheitenzeichen stehen am rechten bzw. oberen Ende der Achsen zwischen den beiden letzten Zahlen der Skalen (► Bild 4). Die Schreibweise der Größen und Einheiten in Bruchform, z.B. U/V , I/A ist auch möglich. Ferner darf die Einheit mit dem Wort „in“ an das Formelzeichen oder den Größennamen angeschlossen werden, z.B. U in kV, Temperatur in K. Innerhalb eines Diagramms ist auf die gleiche Achsenbeschriftung zu achten.

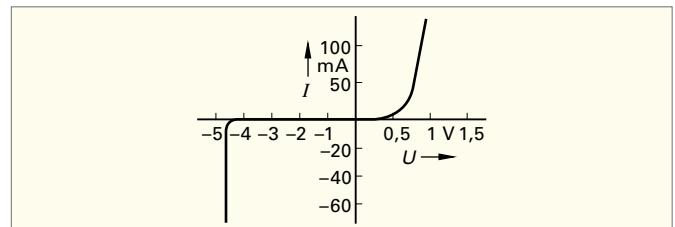


Bild 4: Kennlinie einer Z-Diode

Falls die Werte einer Achse einen großen Bereich umfassen, werden sie meist in logarithmischer Teilung aufgetragen (► Bild 5). Dabei ist die Dekadenlänge von 1 bis 10 gleich groß wie die Dekadenlänge von 10 bis 100 oder von 100 bis 1000 usw.

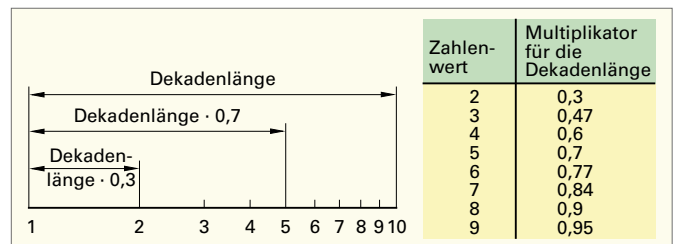


Bild 5: Logarithmische Teilung

Mehrere abhängige Veränderliche

Werden über derselben unabhängigen Veränderlichen mehrere abhängig Veränderliche aufgetragen, so kann bei allen Kurven die gleiche Linienart, aber auch unterschiedliche Linienarten verwendet werden. Für jede dieser Veränderlichen wird eine besondere Skala vorgesehen (► Bild 6).

Messpunkte

Falls mehrere abhängige Veränderliche in einem Diagramm eingetragen werden sollen, benutzt man für die Messwerte jeder Kurve ein besonderes Zeichen, z.B. +, x, o, ●, ▽, △, □. Der Messwert wird dabei durch den Mittelpunkt des Zeichens festgelegt (► Bild 6).

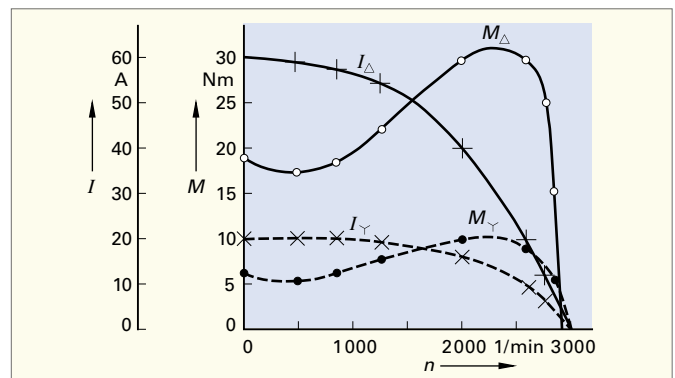


Bild 6: Kennlinien eines Käfigläufermotors

1

Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.6 bis 1.8

- Ein Blatt A3 kann so halbiert werden, dass zwei kleinere genormte Blätter entstehen. Wie heißen diese?**

1. A1; 2. A2; 3. A4; 4. A5; 5. A6
- Welches Format hat das mit E gekennzeichnete Zeichenblatt in Bild 1?**

1. A0; 2. A1; 3. A2; 4. A3; 5. A4
- An welcher Stelle des Zeichenblattes von Bild 2 befindet sich meist das Schriftfeld?**

1. A; 2. B; 3. C; 4. D; 5. an keiner dieser Stellen
- Welche Bedeutung hat die Maßstabsangabe M 1 : 2?**

1. Ein Millimeter auf der Zeichnung entspricht einem Millimeter am Werkstück.
 2. Ein Millimeter auf der Zeichnung entspricht zwei Millimetern am Werkstück.
 3. Zwei Millimeter auf der Zeichnung entsprechen einem Millimeter am Werkstück.
 4. Ein Winkelgrad auf der Zeichnung entspricht zwei Winkelgraden am Werkstück.
 5. Die Zeichnungsfläche ist die Hälfte der wirklichen Fläche.
- Wie wird die waagrechte Achse des ebenen rechtwinkligen Koordinatensystems genannt?**

1. Ordinate; 2. z-Achse; 3. Abszisse; 4. y-Achse; 5. xy-Achse
- Welche Aussage zu Bild 3 ist richtig?**

1. Auf der Abszisse sind Stromwerte aufgetragen.
 2. An der Ordinate ist das Einheitenzeichen falsch.
 3. Auf der Ordinate sind Stromwerte aufgetragen.
 4. Die Achsenbeschriftung des Diagramms ist nicht einheitlich.
 5. Die Einheiten müssen hinter dem letzten Zahlenwert stehen.
- Welche Aussage über logarithmische Teilung trifft zu?**

1. Die Skalenteilung erfolgt linear.
 2. Bei der logarithmischen Teilung sind die Teilungen von 1 bis 2, von 2 bis 5 und von 5 bis 10 gleich groß.
 3. Die Skalenteilung von 10 bis 100 ist doppelt so groß wie die Skalenteilung von 1 bis 10.
 4. Die logarithmische Teilung besitzt keinen Nullpunkt.
 5. Die logarithmische Teilung ist nur für positive Werte möglich.
- Im Bild 4 ist ein Fehler enthalten. Welcher Fehler liegt vor?**

1. Bei der Achsenbeschriftung sind die Formelzeichen und Einheiten verwechselt worden.
 2. Die Pfeilspitzen sind falsch angebracht.
 3. In einem Diagramm dürfen über einer unabhängigen Veränderlichen nicht mehrere abhängige Veränderliche aufgetragen werden.
 4. Werden mehrere abhängige Veränderliche in einem Diagramm aufgetragen, dann muss die gleiche Linienart verwendet werden.
 5. Zur Darstellung der Messwerte der Kurve 1 wurden nicht die gleichen Zeichen verwendet.
- Wie heißt das in Bild 5 dargestellte Diagramm?**

1. Kreisdiagramm
 2. Kreisflächendiagramm
 3. Sankey-Diagramm
 4. Liniendiagramm
 5. Säulendiagramm

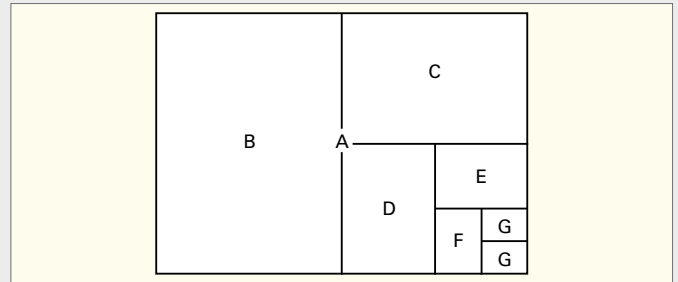


Bild 1: Entstehung der Formate. A \triangle A0

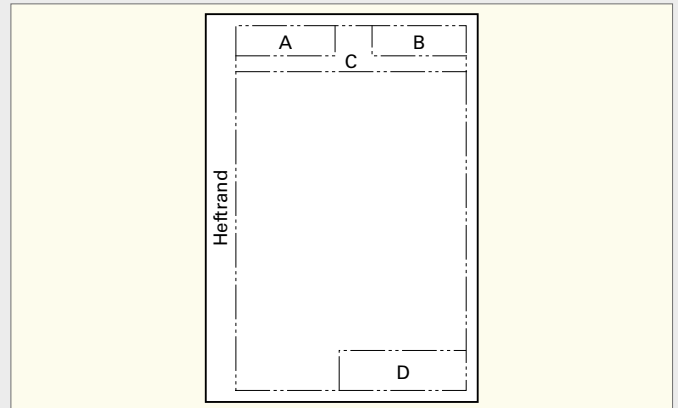


Bild 2: Zeichenblatt

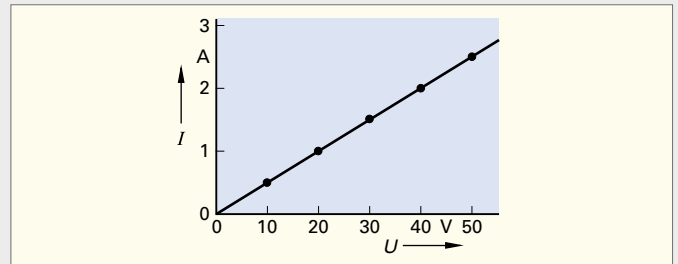


Bild 3: Kennlinie eines ohmschen Widerstandes

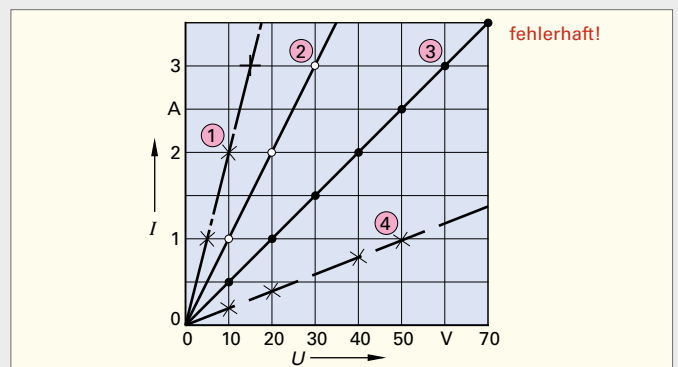


Bild 4: Kennlinien von ohmschen Widerständen

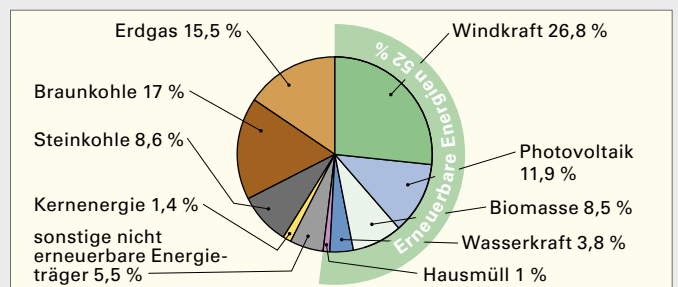


Bild 5: Stromerzeugung nach Energieträgern in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2023

1.9 Schaltzeichenelemente (components of graphical symbols)

Während Konstruktionszeichnungen die Form und Abmessungen der dargestellten Bauteile zeigen, wird in elektrotechnischen Zeichnungen (Schaltplänen) die *Funktion* der dargestellten Betriebsmittel angegeben. Die dafür gewählten Schaltzeichen sind aus einfachen Symbolen zusammengesetzt und nach DIN, EN und IEC genormt, z.B. DIN EN 60617 bzw. IEC 60617.

Die Schaltzeichen elektrischer Betriebsmittel werden mit einfachen grafischen Zeichen dargestellt, z.B. Kreisen, Quadraten, Rechtecken. Schaltzeichen können dabei aus mehreren *Schaltzeichenelementen* zusammengesetzt und durch besondere *Kennzeichen* ergänzt werden. Damit ist z.B. bei der Darstellung von Schaltern die Kennzeichnung der Art des Antriebes möglich (► **Tabelle 1**). Die Verbindung des Betätigungselementes mit dem Schaltglied wird durch eine Strichlinie dargestellt.

Betriebsmittel werden in ihrer Grundstellung dargestellt, z.B. Schließer, Öffner und Wechsler (► **Bild 1**).

Leitende Verbindungen werden als Linien gezeichnet. Die Unterscheidung der Leitungsfunktion wird bei Bedarf durch unterschiedliche Kennzeichen erreicht (► **Tabelle 2**).

Leiterabzweige (T-Verbindungen) werden ohne oder mit Verbindungspunkt gezeichnet. Bei Doppelabzweigen sind die Abzweige versetzt dargestellt oder mit einem Verbindungspunkt gezeichnet (► **Bild 2**). An Leiter dürfen Zusatzinformationen angebracht werden, wie z.B. Stromart, Netzart, Frequenz, Spannung und Anzahl der Leiter. Zum Beispiel steht 3N ~50Hz 400V für ein Dreiphasen-Vierleitersystem mit drei Außenleitern und einem Neutraleiter, 50Hz, 400V.

Eine Auswahl gebräuchlicher Schaltzeichen zeigt (► **Tabelle 3**).

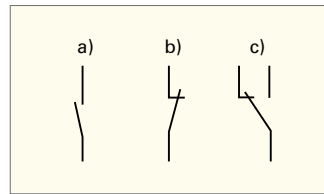


Bild 1: Schaltkontakte
a) Schließer b) Öffner
c) Wechsler

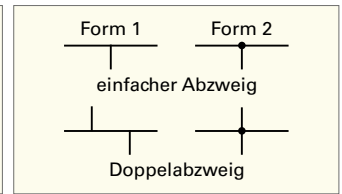


Bild 2: Darstellung von
Leiterabzweigen

Tabelle 1: Antriebe von Schaltgeräten	
Schaltzeichen	Benennung
	Handantrieb, allgemein, nicht rastend
	Handantrieb, allgemein, rastend
	Betätigung durch Drücken
	Betätigung durch Ziehen
	Betätigung durch Drehen
	Betätigung durch Annähern
	Betätigung durch Berühren
a) b)	Sperre a) nicht verklinkt, b) verklinkt
a) b)	Raste a) nicht eingerastet, b) eingerastet
	Selbsttätiger Rückgang
	Betätigung verzögert nach rechts
	Betätigung verzögert nach links
	Notschalter
	Betätigung durch Schlüssel
	Kraftantrieb, allgemein
	Auslöseeinrichtung
	Motorantrieb

Tabelle 2: Leitungsarten und Verlegungsarten von Leitungen	
Schaltzeichen	Benennung
	Leiter, allgemein
	Neutraleiter N
	PEN-Leiter
	Schutzleiter PE
	Freileitung
	Leiter, geschirmt
	Koaxiale Leitung
	Leitung mit Angabe der Aderzahl, z. B. 5 Adern
	bewegliche Leitung
	Leitung auf Putz
	Leitung im Putz
	Leitung unter Putz
	Leitung in Rohr, Kabelkanal

Tabelle 3: Schaltzeichen	
Schaltzeichen	Benennung
	Widerstand
	Sicherung, allgemein
	Kondensator
	Batterie, Akkumulator langer Strich + kurzer Strich —
	Leuchte, Leuchtmelder
	Wecker, Klingel
a) b) c)	Messinstrument für a) Spannung, b) Strom, c) Leistung
	Betriebsmittel, Gerät, Gehäuse
	Umsetzer, Umrichter, allgemein
	Antrieb für Schütz oder Relais
	Antrieb für Stromstoßschalter
	Türöffner
	Steckverbindung
	Induktivität
	Transformator für Einphasenwechselstrom
	Halbleiterdiode
a) b)	a) Schutzleiteranschluss, b) Erde
	Masse

1

1.10 Beispiele von Schaltzeichen

(examples of graphical symbols)

Für die geometrische Grundform der Schaltzeichen sind die *Seitenverhältnisse* angegeben, z.B. für elektromechanische Antriebe 1:2, für Sicherungen 1:3, für Widerstände 1:3 und kleiner (► **Tabelle 1**).

Zusatzsymbole, welche die Grundformen ergänzen, bezeichnen z.B. die Einstellbarkeit durch mechanische Einwirkung oder die Veränderlichkeit in Abhängigkeit von Spannung, Licht oder Temperatur.

Verzögernd schaltende Kontakte werden mit einem Halbkreis gekennzeichnet. Der offene Halbkreis zeigt in die Verzögerungsrichtung, vergleichbar mit der Verzögerungswirkung eines Fallschirmes (► **Tabelle 1**).

Die verschiedenen elektromechanischen Antriebe werden durch Zusatzsymbole in der Grundform dargestellt (► **Tabelle 2**).

Beim Zeichnen von Betriebsmitteln in mehrpoliger Darstellung (► **Tabelle 3**), z.B. in Stromlaufplänen, können die Gehäuse von Schaltgeräten oder Lampen als Volllinie dargestellt werden. Dies empfiehlt sich besonders, wenn der Schutzleiteranschluss gezeichnet wird, der Hinweis auf Schutz durch Basisisolierung des Betriebsmittels erforderlich ist oder wenn die Zusammengehörigkeit der Betriebsmittel gezeigt werden soll. In Stromlaufplänen in aufgelöster Darstellung wird auf die Darstellung des Schutzleiters meist und auf die Gehäusedarstellung fast immer verzichtet.

Schaltzeichen	Benennung
	Elektromechanischer Antrieb, Seitenverhältnis 1:2
	Sicherung, Seitenverhältnis 1:3
	Widerstand, Seitenverhältnis 1:3 oder kleiner
	Einstellbarkeit, allgemein
	Einstellbarkeit, stetig
	Einstellbarkeit, stufig
	Einstellbarkeit durch mechanische Verstellung
	Widerstand, veränderlich (linear) durch Einfluss physikalischer Größen
	Heißeleiter, veränderlich (nicht linear) durch Temperaturänderung
	Fotowiderstand
	Leuchtdiode
a) b)	Schließer a) schließt verzögert, b) öffnet verzögert
a) b)	Öffner a) öffnet verzögert, b) schließt verzögert

Schaltzeichen	Benennung
	Ausschalter, einpolig (bei Bedarf mit Umrahmungslinie)
	Serienschalter, einpolig
	Wechselschalter, einpolig (bei Bedarf mit Umrahmungslinie)
	Kreuzschalter
	Stellschalter, allgemein, handbetätigt mit Kennzeichnung der Schaltstellungen
	Schütz (Contactor)
	Dreipoliger Motorschutzschalter mit Auslösung bei thermischer Überlast
	Vierpoliges Schaltgerät (RCD, FI-Schutzschalter) mit Fehlerstromauslöser
	Einpoliges Schaltgerät mit Auslösung bei thermischer Überlast und bei Überstrom
	Fünfpolige Steckvorrichtung mit Kennzeichnung des Schutzleiters, z.B. CEE-Steckvorrichtung

Schaltzeichen	Benennung
	Elektromechanischer Antrieb, allgemein, für Schütz oder Relais
	Elektromechanischer Antrieb mit Angabe einer wirksamen Wicklung
	Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen
	Elektromechanischer Antrieb mit Angabe des Gleichstromwiderstandes, z.B. 1000Ω
	Elektromechanischer Antrieb mit Angabe der Einflussgröße, z.B. Überschreiten einer bestimmten Stromstärke
	Elektromechanischer Antrieb mit Angabe der Einflussgröße, z.B. Unterschreiten einer bestimmten Spannung
	Thermisches Relais
	Elektromechanischer Antrieb mit Ansprechverzögerung (Einschaltverzögerung)
	Elektromechanischer Antrieb mit Rückfallverzögerung (Ausschaltverzögerung)
	Elektromechanischer Antrieb eines Wechselstromrelais
	Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen, z.B. Stromstoßschalter
	Fehlerstromauslöser
	Magnetische Bremse