



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische und elektronische Berufe

Technische Kommunikation

Elektrotechnik

Funktions- und Systemanalyse

Informationsband

11. 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 | Schwäbisch Hall |
| Gregor Häberle | Dr.-Ing. | Tettang |
| Hanswalter Jöckel | Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat | Friedrichshafen |
| Thomas Käppel | Fachoberlehrer | Münchberg |
| Jürgen Schwarz | Dipl.-Ing., Studiendirektor | Tettang |
| Javier Stillig | Dipl.-Ing. (FH), M. Sc. | Stuttgart |

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Jürgen Schwarz, Tettang

Bildbearbeitung:

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

Firmen- und Bildquellenverzeichnis (nicht genannte Bilder wurden vom Zeichenbüro des Verlags erstellt)

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| • APC-Schneider Electric | 91-1 |
| • Bender GmbH & Co. KG | 124-5 |
| • Beuth Verlag, Berlin | 14-2 |
| • Bosch Rexroth AG | 68-2 |
| • Crouzet GmbH | 69-5 |
| • Eaton Industries GmbH | 26-1, 68-1, 69-2 |
| • Ehmann | 228-3, 230-3 |
| • Fluke | 127-2, 127-3, 129-2, 130-1 |
| • G.B.T. Technology Trading GmbH | 72-4, 74-2, 76-1, 76-2 |
| • Gigahertz | 250-1 |
| • Gira | 205-1, 205-2 |
| • Hager | 110-1 |
| • Hartmann & Braun | 124-1 b) |
| • IDEC EU | 69-3 |
| • Kopp | 230-4 |
| • Kuka | 197-1 |
| • Lenze SE | 68-2 |
| • Mitsubishi Electric Europa B.V. | 69-4 |
| • Philips | 227-2 |
| • Rittal | 247-2 |
| • Schneider Electric GmbH | 68-2, 69-6, 70-1 |
| • Shutterstock Inc. | 238-1 © tais 2 |
| • Siedle | 207-2, 207-3 |
| • Siemens AG | 69-1, 153-5, 157-1, 254-1 |
| • Stadtwerke Schwäbisch Hall | 257-3 |
| • STIEBEL ELTRON GmbH & Co, KG | 231-1, 231-3 |
| • Testboy GmbH | 126-2, 126-3 |
| • Testo SE & Co. KGaA | 126-2 |
| • VIPA GmbH | 69-7 |
| • Wikipedia | 257-1 |

Autorenfotos: 26-2, 72-2, 72-3, 73-1, 73-2, 74-1, 75-1, 75-2, 75-3, 76-3, 77, 81-1, 81-2, 81-3, 82, 89 1-3, 112, 123 1-3, 124-1a, 146-1, 194-5, 197-2, 197-4, 201-2, 212-3, 213-1, 217-1, 218-1, 218-2, 220-1, 220-3, 221-2, 221-3, 224-1+2, 226-1+2, 227-3, 236-1, 240-2, 258-6

11. Auflage 2022

Europa-Nr.: 32416

ISBN 978-3-8085-3101-3

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.

© 2022 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 „**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 den Prüfungsteil „**Funktions- und Systemanalyse**“ als einen Teil 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

Elektroniker/-in in der Industrie für

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

¹ FR, 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/](http://www.gesetze-im-internet.de/hwo/)

[https://Handwerks-
power.de](https://Handwerks-
power.de)

Informationsband

Der Informationsband stellt alle notwendigen Informationen 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. Zur besseren Unterscheidung sind die Inhalte der Lernfelder für den Informationsband grün und für die Arbeitsblätter blau unterlegt.

Die Inhalte eines jeden Lernfeldes sind im Informationsband in kleinere Lerneinheiten unterteilt. Mithilfe einer Seite „Testen Sie Ihre Fachkompetenz“, die jeder kleinen Lerneinheit folgt, können Sie Ihren Lernerfolg kontrollieren. Dabei gilt es, jeweils die einzig richtige Antwort aus fünf möglichen Antworten auszuwählen. Es ist also immer nur eine Antwort richtig. Zur Selbstkontrolle können Sie die richtigen Antworten auf der letzten Seite des Informationsbandes nachlesen.

Arbeitsblätter und Aufgaben, Grundbildung Lernfelder 1–4

Bei den Arbeitsblättern und Aufgaben ist, wie im Informationsband, jedem Lernfeld eine Übersicht mit den Inhalten vorangestellt. Die Inhalte der Arbeitsblätter (blau) sind auch hier den Inhalten des Informationsbandes (grün) passend zugeordnet.

Die Arbeitsblätter und Aufgaben zur Grundbildung beinhalten außerdem zu jedem Lernfeld eine übergeordnete, berufstypische Projektbeschreibung. Daraus ergeben sich Arbeitsaufträge, die Sie selbst oder im Team bearbeiten können. Dies fördert die Entwicklung einer umfassenden Handlungskompetenz, bestehend aus Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.

Arbeitsblätter und Aufgaben, Lernfelder 5–12

Die Arbeitsblätter und Aufgaben zur Fachbildung bauen auf den bereits erworbenen grundlegenden Kenntnissen der Funktions- und Systemanalyse auf und helfen bei der weitergehenden Qualifizierung.

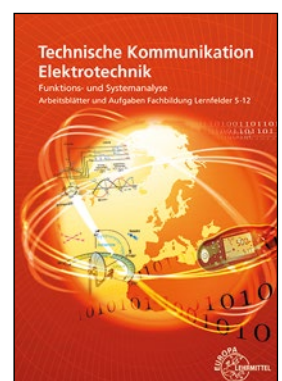
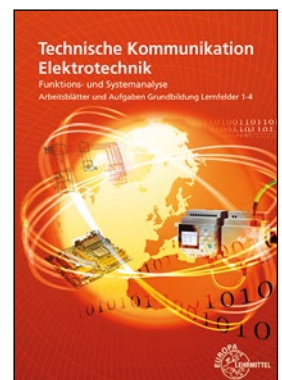
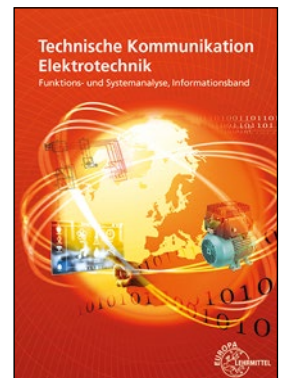
Gerne freuen wir uns auf einen Dialog mit Ihnen.

Schreiben Sie uns unter:

lektorat@europa-lehrmittel.de

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel

Sommer 2022



Übersicht über die Lernfelder

Beispiel – Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

| 1. Ausbildungsjahr | | Arbeitsblätter Grundbildung |
|--------------------|---|--|
| LF 1 | Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben (analyzing electrical systems, testing functions and eliminating errors) Betriebliche Strukturen, Arbeitsorganisation und betriebliche Kommunikation, Schaltpläne und Schaltzeichen, Bauelemente, Grundsaltungen und elektrische Grundgrößen, Messverfahren, Funktionsprüfung, Fehlersuche. | |
| LF 2 | Elektrische Systeme planen und installieren (planning and installing electrical systems) Energiebedarf von Anlagen und Geräten, Sicherheitsbestimmungen, Betriebsmittelkenndaten, Installationstechnik, Leitungsdimensionierung, Auftragsplanung, Arbeitsorganisation, Kostenberechnung, Angebotserstellung. | |
| LF 3 | Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren (analysing and realizing controls and automatic control systems) Funktionale Zusammenhänge von Anlagen und Geräten, Steuerungen und Regelungen, verbindungs- und speicherprogrammierte Signalverarbeitung, digitale Schaltungen, Technische Dokumentation. | |
| LF 4 | Informationstechnische Systeme bereitstellen (providing information technology systems) Hardware, Betriebssysteme, Software, Netzwerke, Datenübertragung, Datensicherung, Datenschutz, Installation und Konfiguration von Systemen, Lastenheft, Pflichtenheft, Beschaffung, Dokumentation, Präsentation. | |
| 2. Ausbildungsjahr | | |
| LF 5 | Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren (design the supply of electrical power and safety of systems) Wechsel- und Drehstromsysteme, Netzsysteme, Schutzmaßnahmen, Schalt- und Verteilungsanlagen, Spannungsebenen, Mess- und Prüfmittel, Prüfprotokolle, Nutzereinweisung, Arbeitsschutz und Unfallverhütung. | |
| LF 6 | Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen (analyzing and testing electrical systems) Fehlersuchstrategien, Mess- und Prüfmittel, Messen elektrischer und nichtelektrischer Größen, Sensoren und Aktoren, Schnittstellen, Geräte- und Anlagenprüfung, Aufmaß, Reparaturauftrag. | |
| LF 7 | Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren (programming and implementing control systems and installations) Komponenten der Steuerungs- und Regelungstechnik, Sensoren und Aktoren, Bussysteme, Gebäudesystemtechnik, Programmieralgorithmen, Diagnosesysteme. | |
| LF 8 | Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren (selecting and integrating energy converters) Energiewandlungssysteme, Normen und Vorschriften, Elektromechanische Komponenten, Arten von Motoren, Stromrichter, Effizienzklassen, Parametrierung, Elektromagnetische Verträglichkeit. | |
| 3. Ausbildungsjahr | | Technische Kommunikation Elektrotechnik – Arbeitsblätter Fachbildung |
| LF 9 | Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren (planning and implementing communication systems in residential and functional buildings) Personenrufanlagen, Gefahrenmeldeanlagen, Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen, Telekommunikationsendgeräte und -anlagen. Kundenberatung und -einweisung. | |
| LF 10 | Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben (planning, commissioning and handing over of electrical equipment and building service systems) Beleuchtungsanlagen, Klimaanlage, Wärmepumpen, Elektrohaushaltsgeräte, Warmwassergeräte, Nachhaltigkeit, EU-Energieverbrauchskennzeichnung, Blitzschutz, umweltgerechtes Verhalten. | |
| LF 11 | Energetische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten (setting up, commissioning and maintaining energy systems) Netzformen, Drehstromtransformatoren, Schaltgeräte, Kompensation, Fotovoltaik, Wechselrichter, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Elektromobilität, Kraft-Wärme-Kopplung, Speicherung regenerativer Energien. | |
| 4. Ausbildungsjahr | | |
| LF 12 | Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren (planning and implementing energy systems and building services systems) Auswertung von Kundenaufträgen, Zeit- und Arbeitsplanung, Projektmanagement, Komponenten für energie- und gebäudetechnische Anlagen, Projektbeurteilung, Qualitätssicherung. | |
| LF 13 | Energie- und gebäudetechnische Anlagen anpassen und dokumentieren (documenting and adjusting of energy and building services systems) Planen von Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen in energie- und gebäudetechnischen Systemen. | |

Abschlussprüfung Teil 1

(im 4. Ausbildungshalbjahr)

Schriftliche Aufgabenstellungen und komplexe Arbeitsaufgabe mit situativem Gespräch.

Abschlussprüfung Teil 2

(am Ende des 7. Ausbildungshalbjahres)

Systementwurf, Funktions- und Systemanalyse, Wirtschafts- und Sozialkunde und Arbeitsauftrag und Fachgespräch.

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|--|--|-----------|--|---|-----------|
| Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben | | 8 | Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren | | 52 |
| 1.1 | Betriebliche Arbeitsorganisation | 9 | 3.1 | Prinzip von Steuerungs- und Regelungsprozessen | 53 |
| 1.2 | Auftragsplanung, Angebotserstellung, Auftragsrealisierung | 10 | 3.2 | Kennzeichnung von Schaltern und Schützen | 54 |
| 1.3 | Gefahren des elektrischen Stromes | 11 | 3.3 | Einfache Schützschaltungen | 55 |
| 1.4 | Häufige Zeichnungsarten der Elektrotechnik | 12 | 3.4 | Funktionsbeschreibung von Schützschaltungen | 56 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.4 | 13 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.2 bis 3.4 | 57 |
| 1.5 | Normung | 14 | 3.5 | Nockenschalter und Motorschutzschalter | 58 |
| 1.6 | Zeichenblattgrößen und Maßstab | 15 | 3.6 | Wendeschützschaltung mit thermischem Überlastrelais | 59 |
| 1.7 | Normschrift und Linienarten | 16 | 3.7 | Schützschaltungen mit Verriegelung | 60 |
| 1.8 | Diagramme und Kennlinien | 17 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.5 bis 3.7 | 61 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.6 bis 1.8 | 18 | 3.8 | Digitale Verknüpfungen | 62 |
| 1.9 | Technisches Zeichnen – Projektionsmethoden | 19 | 3.9 | Kombinatorische Schaltungen | 63 |
| 1.10 | Technisches Zeichnen – Biegetechnik, Abwicklungen | 20 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.8 und 3.9 | 64 |
| 1.11 | Technisches Zeichnen – Explosionszeichnungen | 21 | 3.10 | Asynchrone Kippschaltungen | 65 |
| 1.12 | Schaltzeichenelemente | 22 | 3.11 | Synchrone Kippschaltungen | 66 |
| 1.13 | Beispiele von Schaltzeichen | 23 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.10 und 3.11 | 67 |
| 1.14 | Schaltzeichen für die einpolige Darstellung | 24 | 3.12 | Kompaktsteuerungen | 68 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.12 bis 1.14 | 25 | 3.13 | Beispiele für Kompaktsteuerungen | 69 |
| 1.15 | Kennzeichnung von Objekten in Schaltplänen nach DIN EN IEC 81346 | 26 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 3.12 und 3.13 | 70 |
| 1.16 | Reihenschaltung und Parallelschaltung | 27 | Informationstechnische Systeme bereitstellen | | 71 |
| 1.17 | Gemischte Schaltungen | 28 | 4.1 | Mikrocomputer | 72 |
| 1.18 | Elektrische Arbeit, elektrische Leistung | 29 | 4.2 | Personal Computer (PC) | 73 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.16 bis 1.18 | 30 | 4.3 | Herstellung eines PC-Systems | 74 |
| 1.19 | Arbeitspunkt bei Reihenschaltungen | 31 | 4.4 | PC-Peripheriegeräte | 75 |
| 1.20 | Messen elektrischer Größen | 32 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.1 bis 4.4 | 76 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.19 und 1.20 | 33 | 4.5 | Netzwerkleitungen | 77 |
| 1.21 | Kennlinien von Widerständen und Dioden | 34 | 4.6 | Vernetzung von Computern | 78 |
| 1.22 | Kennlinien von Transistoren und Thyristoren | 35 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.5 und 4.6 | 79 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 1.21 und 1.22 | 36 | 4.7 | Verbindung von Computern im lokalen Netzwerk (LAN) | 80 |
| 1.23 | Leiterplatten | 37 | 4.8 | WLAN-Aufbau und Konfiguration | 81 |
| | Elektrotechnische Systeme planen und installieren | 38 | 4.9 | Datenschnittstellen | 82 |
| 2.1 | Ausstattungsanforderungen an eine Wohnungsinstallation – Energiebedarf | 39 | 4.10 | Arten von Softwaresystemen | 83 |
| 2.2 | Ausschaltung | 40 | 4.11 | Projektmanagement, Lastenheft, Pflichtenheft | 84 |
| 2.3 | Serienschaltung und Gruppenschaltung | 41 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.7 bis 4.11 | 85 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.2 und 2.3 | 42 | 4.12 | Dokumentation mit Programmablaufplan | 86 |
| 2.4 | Wechselschaltung und Kreuzschaltung | 43 | 4.13 | Dokumentation mit Struktogramm | 87 |
| 2.5 | Schaltungen mit Stromstoßschaltern | 44 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 4.12 und 4.13 | 88 |
| 2.6 | Treppenlicht-Zeitschalter | 45 | 4.14 | Zeichnungserstellung und Konstruktion mit CAD | 89 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.4 bis 2.6 | 46 | 4.15 | Schaltplanerstellung mit einem E-CAD-Programm | 90 |
| 2.7 | Installationsschaltplan | 47 | 4.16 | Datensicherheit und Datenschutz | 91 |
| 2.8 | Klingelanlagen und Türöffneranlagen | 48 | 4.17 | Präsentieren eines technischen Themas | 92 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 2.8 | 49 | Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren | | 93 |
| 2.9 | Prüfungen nach DIN VDE 0100-600 | 50 | 5.1 | Sinuslinie und Zeigerdiagramm | 94 |
| 2.10 | Leitungsdimensionierung | 51 | 5.2 | Phasenverschiebung | 95 |
| | | | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.1 und 5.2 | 96 |

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|---|---|------------|---|--|--|
| 5.3 | Zeigerdiagramme der Reihenschaltung | 97 | 6.14 | Elektrische Messung nichtelektrischer Größen | 140 |
| 5.4 | Zeigerdiagramme der Parallelschaltung | 98 | 6.15 | Optoelektronische Schaltungen als Sender | 141 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.3 und 5.4 | 99 | 6.16 | Optoelektronische Schaltungen als Empfänger | 142 |
| 5.5 | Drehstromsystem – Sternschaltung | 100 | 6.17 | Optoelektronische Schaltungen als Sender und Empfänger | 143 |
| 5.6 | Drehstromsystem – Dreieckschaltung | 101 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.14 bis 6.17 | 144 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.5 und 5.6 | 102 | 6.18 | Sensoren und Aktoren | 145 |
| 5.7 | Transformatoren – Aufbau und Funktion | 103 | 6.19 | Näherungsschalter | 146 |
| 5.8 | Kleintransformatoren und Drehstromtransformatoren | 104 | 6.20 | Schaltungen mit Operationsverstärkern | 147 |
| 5.9 | Messwandler | 105 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.20 | 148 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.7 bis 5.9 | 106 | Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren | | |
| 5.10 | Hausanschluss und Schutzpotenzialausgleich | 107 | | 7.1 | Steuerungstechnik |
| 5.11 | Hauptstromversorgungssysteme und Zählerplätze | 108 | | 7.2 | Regelkreis |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.10 und 5.11 | 109 | | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.1 und 7.2 |
| 5.12 | Stromkreisverteiler, Unterverteilung | 110 | | | 152 |
| 5.13 | Netzsysteme und Schutzmaßnahmen | 111 | 7.3 | Regler | 153 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.12 und 5.13 | 112 | 7.4 | Digitale Regelung | 154 |
| 5.14 | Intelligente Stromnetze | 113 | 7.5 | Funktionsplan mit GRAFCET | 155 |
| 5.15 | Doppelte oder verstärkte Isolierung und Schutztrennung | 114 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.3 bis 7.5 | 156 |
| 5.16 | Kleinspannungen | 115 | 7.6 | Prinzip der SPS | 157 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.14 bis 5.16 | 116 | 7.7 | Anschluss der SPS | 158 |
| 5.17 | Schutz durch Abschaltung mit Überstrom-Schutzeinrichtung | 117 | 7.8 | Programmieren einer SPS | 159 |
| 5.18 | Schutz durch Abschaltung mit RCD | 118 | 7.9 | Grundsätze der Programmierung | 160 |
| 5.19 | Schutzklassen und Schutzarten | 119 | 7.10 | Programmierung von Speicherfunktionen | 161 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 5.17 bis 5.19 | 120 | 7.11 | Programmierung von Zeitfunktionen und Zählern | 162 |
| Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen | | | 121 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.6 bis 7.11 |
| 6.1 | Mess- und Prüfmittel | 122 | | | 163 |
| 6.2 | PC-Messtechnik | 123 | 7.12 | Ablaufsteuerung | 164 |
| 6.3 | Leistungsmessung | 124 | 7.13 | Weitere SPS-Programmiersprachen | 165 |
| 6.4 | Fehlersuche bei Geräten und Anlagen | 125 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.12 und 7.13 | 166 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.4 | 126 | 7.14 | Projektierung einer SPS-Anlage (Aufgabenstellung) | 167 |
| 6.5 | Prüfungen nach DIN VDE, Mess- und Prüfgeräte | 127 | 7.15 | Projektierung einer SPS-Anlage (Ausführung) | 168 |
| 6.6 | Wiederkehrende Prüfungen nach DIN VDE 0105, Prüfprotokoll | 128 | 7.16 | Feldbussysteme – Strukturen | 169 |
| 6.7 | Geräteprüfung nach VDE 0701 und VDE 0702 | 129 | 7.17 | Feldbussysteme – Datenübertragung | 170 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.5 bis 6.7 | 130 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.16 und 7.17 | 171 |
| 6.8 | Einweg-Gleichrichterschaltungen | 131 | 7.18 | Gebäudeleittechnik | 172 |
| 6.9 | Zweiweg-Gleichrichterschaltungen | 132 | 7.19 | Smart Home | 173 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.8 und 6.9 | 133 | 7.20 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX | 174 |
| 6.10 | Steuerbare Gleichrichter | 134 | 7.21 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-Symbole | 175 |
| 6.11 | Wechselstromsteller | 135 | 7.22 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Topologie | 176 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.10 und 6.11 | 136 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.20 bis 7.22 | 177 |
| 6.12 | Spannungsstabilisierung | 137 | 7.23 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus-Technologie | 178 |
| 6.13 | Schaltnetzteile | 138 | 7.24 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Telegramm | 179 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 6.12 und 6.13 | 139 | 7.25 | Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP-Bus – Adressierung | 180 |
| | | | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 7.23 bis 7.25 | 181 |
| | | | 7.26 | Pneumatik, Hydraulik | 182 |

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|---|---|------------|---|---|------------|
| Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren | | 183 | Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben | | 223 |
| 8.1 | Anschlusskennzeichnung von Maschinen | 184 | 10.1 | Glühfadenlampen | 224 |
| 8.2 | Stern-Dreieck-Schützschtaltung | 185 | 10.2 | Gasentladungslampen | 225 |
| 8.3 | Erweiterte Schützschtaltung | 186 | 10.3 | LED-Lampen | 226 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.2 und 8.3 | 187 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 10.1 bis 10.3 | 227 |
| 8.4 | Polumschaltbare Motoren | 188 | 10.4 | Dimmer | 228 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.4 | 189 | 10.5 | Dimmerschtaltungen | 229 |
| 8.5 | Anlassen von Drehstrommotoren 1 | 190 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 10.4 und 10.5 | 230 |
| 8.6 | Anlassen von Drehstrommotoren 2 | 191 | 10.6 | Elektrische Raumheizungen | 231 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.5 und 8.6 | 192 | 10.7 | Elektro-Wärmespeicher | 232 |
| 8.7 | Frequenzumrichter | 193 | 10.8 | Elektro-Wärmespeicheranlage | 233 |
| 8.8 | Drehstrommotor am Frequenzumrichter | 194 | 10.9 | Elektro-Warmwasserbereiter | 234 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.7 und 8.8 | 195 | 10.10 | Raumklimageräte | 235 |
| 8.9 | Schrittmotor | 196 | 10.11 | Waschmaschine | 236 |
| 8.10 | Servoantriebe | 197 | 10.12 | Trockner | 237 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.9 und 8.10 | 198 | 10.13 | Elektroherd | 238 |
| 8.11 | Einphasenmotoren | 199 | 10.14 | Induktionskochfeld- und Mikrowellenherd | 239 |
| 8.12 | Gleichstrommotoren ohne Wendepole | 200 | 10.15 | Geschirrspülmaschine | 240 |
| 8.13 | Gleichstrommotoren mit Wendepolen und Kompensationswicklung | 201 | 10.16 | Kühl- und Gefriergeräte | 241 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 8.11 bis 8.13 | 202 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 10.6 bis 10.16 | 242 |
| 8.14 | Antriebstechnische Systeme | 203 | 10.17 | Wärmepumpe | 243 |
| | | | 10.18 | Blitzschutzsystem (LPS) | 244 |
| | | | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 10.17 und 10.18 | 245 |
| | | | 10.19 | Elektromagnetische Verträglichkeit | 246 |
| | | | 10.20 | EMV-gerechte Schaltschränke | 247 |
| | | | 10.21 | Umweltbelastung in der Elektrotechnik | 248 |
| | | | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 10.19 bis 10.21 | 249 |
| | | | 10.22 | Netzfreeschalter | 250 |
| | | | | | |
| Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren | | 204 | Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten | | 251 |
| 9.1 | Rufanlagen und Meldeanlagen | 205 | 11.1 | Energieverteilung | 252 |
| 9.2 | Türsprechanlagen und Haussprechanlagen | 206 | 11.2 | Schalterarten und Sicherungen | 253 |
| 9.3 | Hauskommunikationsanlagen | 207 | 11.3 | Drehstromtransformatoren | 254 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 9.1 bis 9.3 | 208 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 11.1 bis 11.3 | 255 |
| 9.4 | Gefahrenmeldeanlagen 1 | 209 | 11.4 | Kompensation der Blindleistung | 256 |
| 9.5 | Gefahrenmeldeanlagen 2 | 210 | 11.5 | Alternative Energien | 257 |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 9.4 und 9.5 | 211 | 11.6 | Fotovoltaik | 258 |
| 9.6 | Terrestrische Empfangsantennenanlagen | 212 | 11.7 | Blockheizkraftwerke | 259 |
| 9.7 | Planen von terrestrischen Empfangsantennenanlagen | 213 | 11.8 | Brennstoffzellen | 260 |
| 9.8 | Satelliten-Empfangstechnik | 214 | 11.9 | Sicherheitsstromversorgung (SSV) | 261 |
| 9.9 | Satelliten-Empfangstechnik – Verteilsysteme | 215 | | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 11.5 bis 11.9 | 262 |
| 9.10 | Breitbandkommunikationsanlagen (BK) | 216 | | | |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 9.6 bis 9.10 | 217 | | | |
| 9.11 | Digitaler Videorundfunk (DVB) | 218 | | | |
| 9.12 | DSL-Technologie | 219 | | | |
| 9.13 | All-IP | 220 | | | |
| 9.14 | Analog-, ISDN- und VoIP-Telefonanschlusstechnik | 221 | | | |
| | Testen Sie Ihre Fachkompetenz zu 9.11 bis 9.14 | 222 | | | |
| | | | | | |
| | | | Lösungen | | 263 |

Inhalte 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

Technisches Zeichnen

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

Technisches Zeichnen

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.

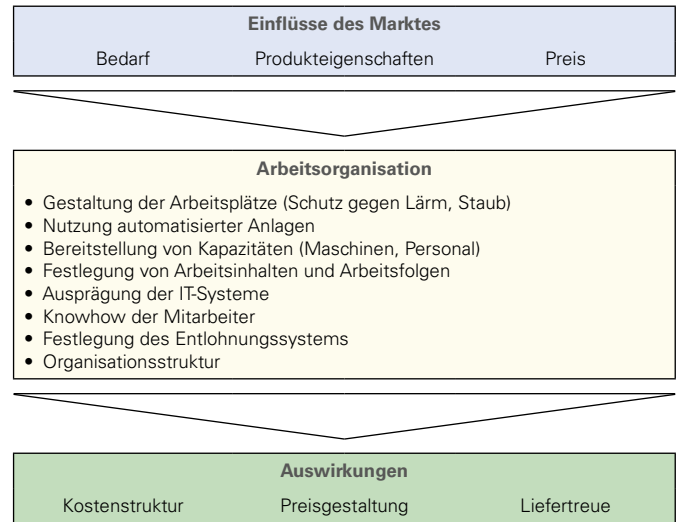


Bild 1: Wesentliche Bestandteile einer Arbeitsorganisation

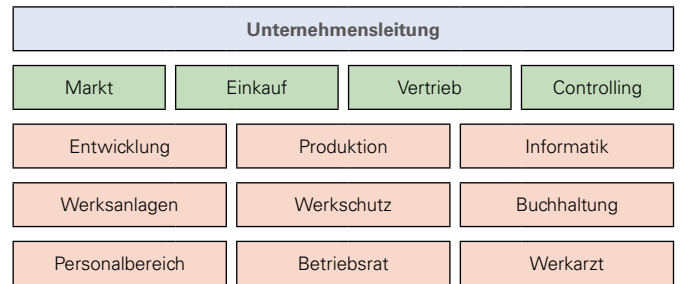


Bild 2: Bereiche eines Unternehmens

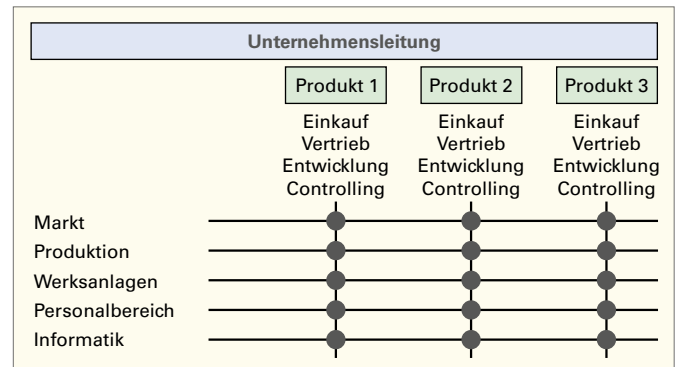


Bild 3: Beispiel einer Organisationsstruktur (Ausschnitt)

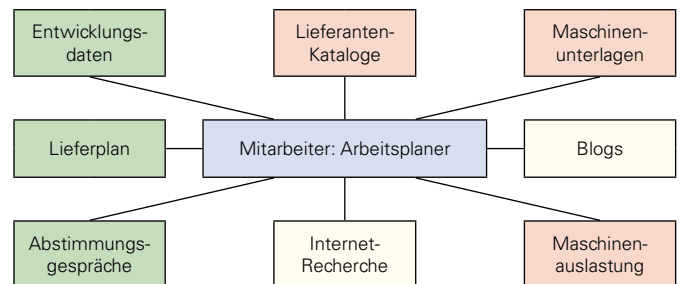


Bild 4: Beispiele zur Informationsbeschaffung

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.

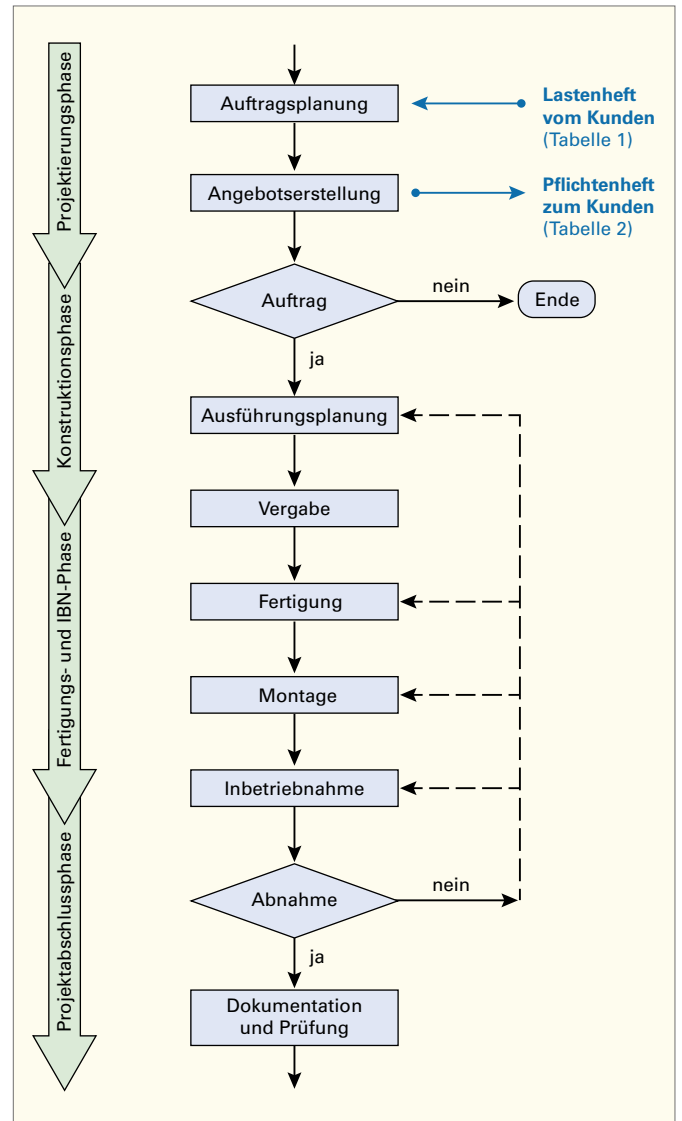


Bild 1: Leistungsphasen im Maschinenbau (Vereinfachte Darstellung)

| 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

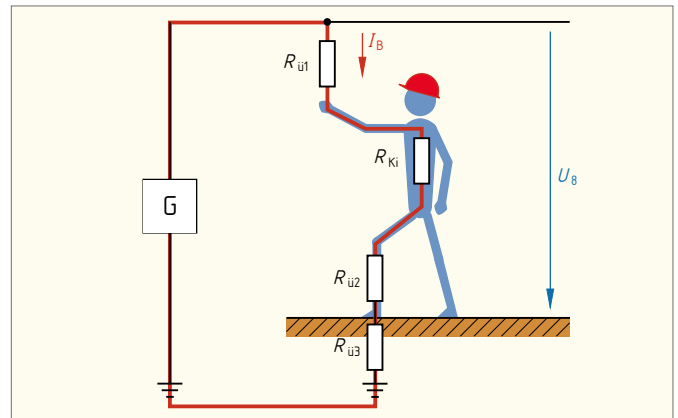


Bild 1: Körperwiderstand

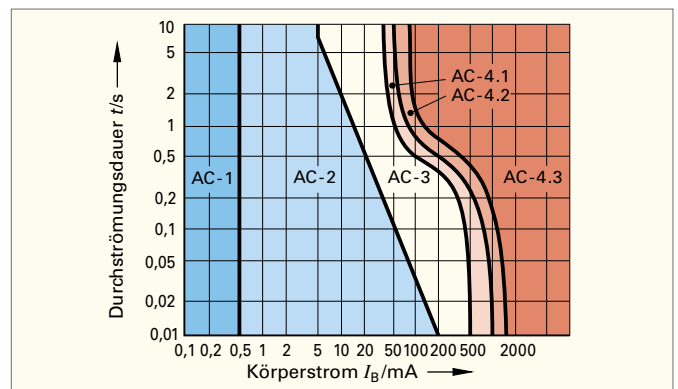


Bild 2: Sicherheitskurven nach VDE V 0140-479-1 für AC 50 Hz von Hand zu Hand oder linker Hand zu einem Fuß

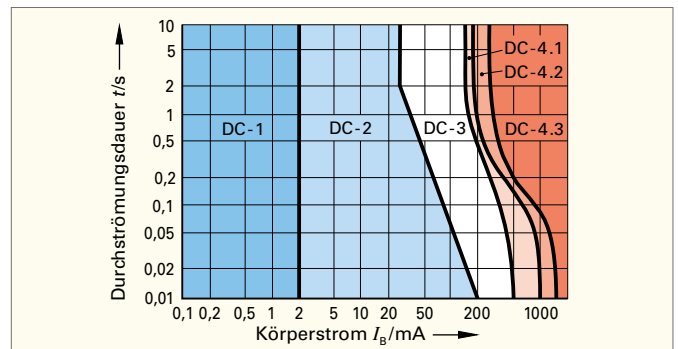


Bild 3: Sicherheitskurven nach VDE V 0140-479-1 für DC von linker Hand zu den Füßen

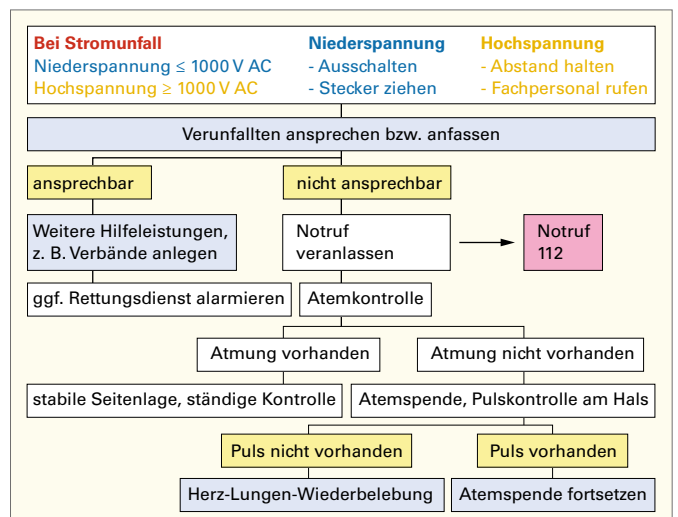


Bild 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Stromunfällen

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). Sie dienen 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

Anschlussstabellen 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.

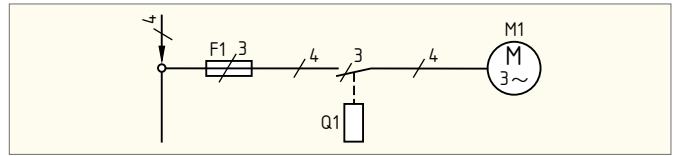


Bild 1: Übersichtsschaltplan

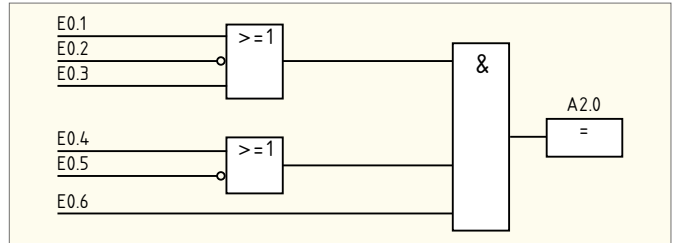


Bild 2: Funktionsschaltplan

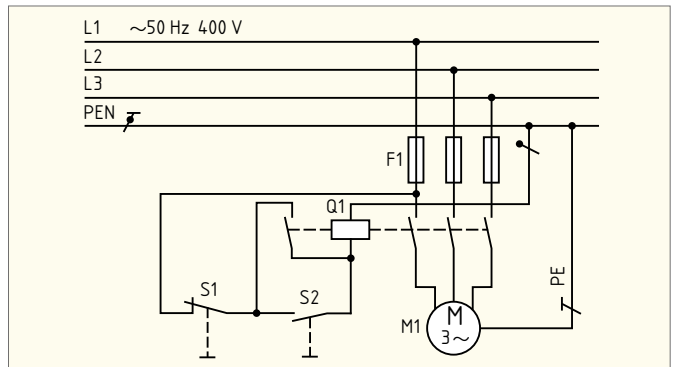


Bild 3: Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

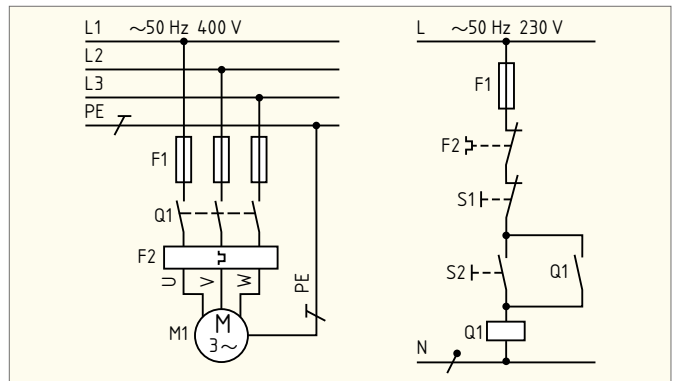


Bild 4: Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

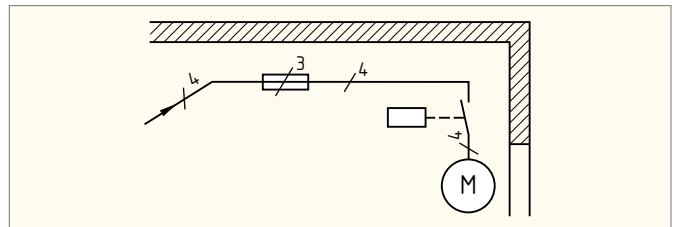


Bild 5: Anordnungsplan, Installationszeichnung

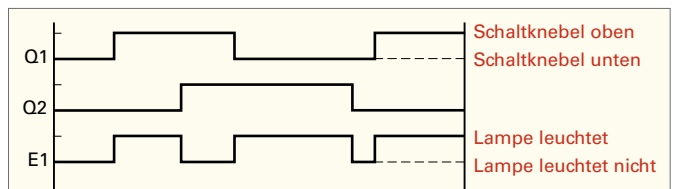


Bild 6: Zeitablaufplan für Wechselschalter Q1 und Q2 sowie Lampe E1

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.

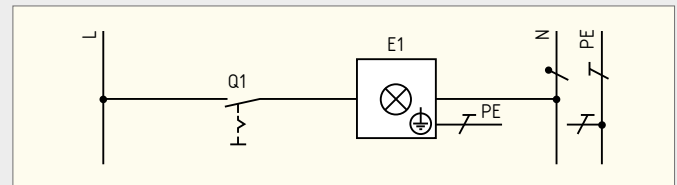


Bild 1: Ausschaltung

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 Schützsaltungen.

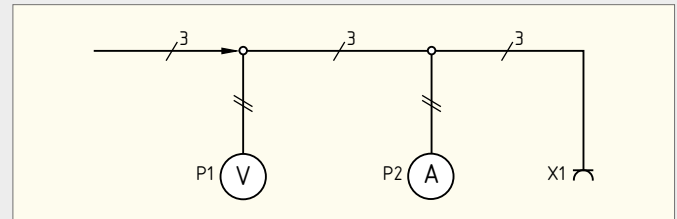


Bild 2: Messplatz mit Spannungsmesser und Strommesser

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.

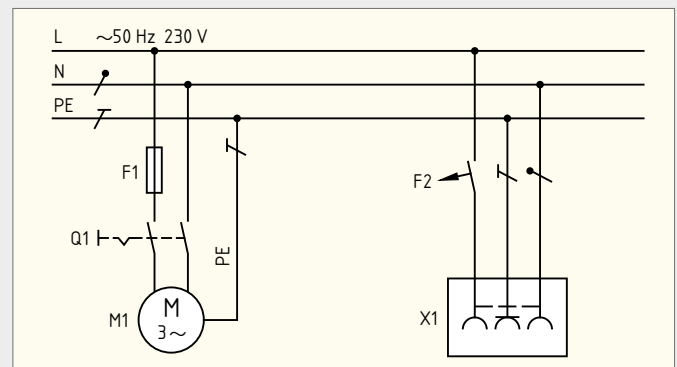


Bild 3: Anschluss eines Motors M1 und einer Steckdose X1

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 Drehstrommotor.

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.

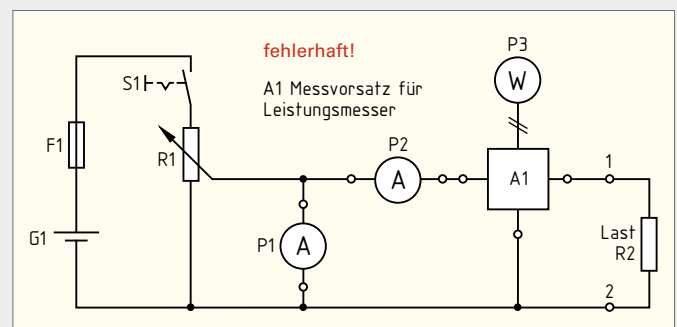


Bild 4: Messplatz für Messung von Stromstärke, Spannung und Leistung

7. Welche Aussage über einen Installationsschaltplan ist richtig?

1. Ein Installationsschaltplan muss keine Leitungen enthalten.
2. Für Installationsschaltpläne verwendet man Schaltzeichen nach DIN 40 700.
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.

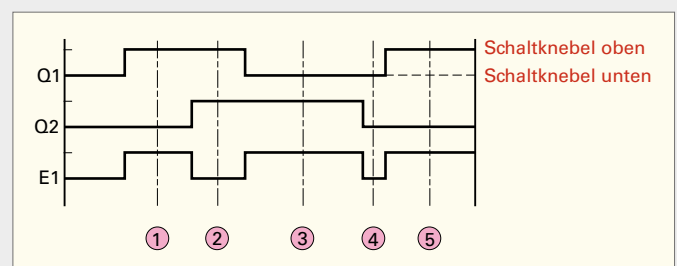


Bild 5: Zeitablaufdiagramm für Lampe E1, die über Wechselschalter Q1 und Q2 gesteuert wird (eingetragene Zeitpunkte 1 bis 5 sind nicht Bestandteil des eigentlichen Zeitablaufdiagramms)

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.

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 61558-2-8 (VDE 0570-2-8) (► 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 „letzt 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 „letzt Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden. | | |
| DEUTSCHE NORM | | März 2011 |
| DIN EN 61558-2-8 (VDE 0570-2-8) | | 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 „letzt Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden. | | VDE |
| ICS 29.180 | | Ersatz für DIN EN 61558-2-8 |

Bild 1: Normblätter

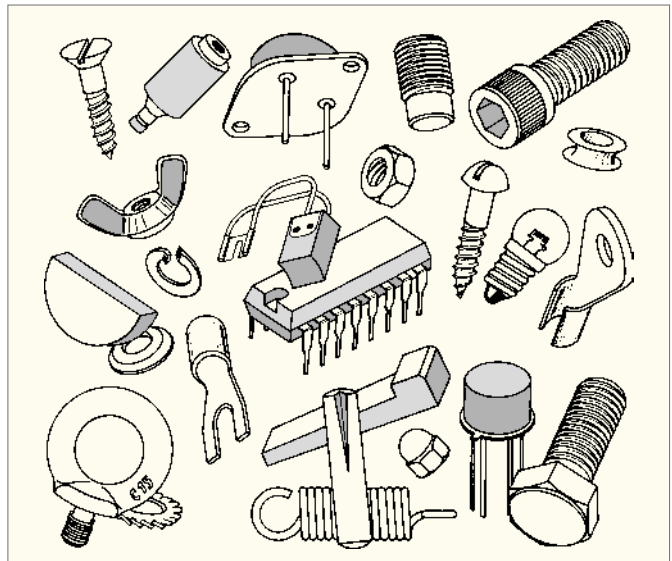


Bild 2: Normteile



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).

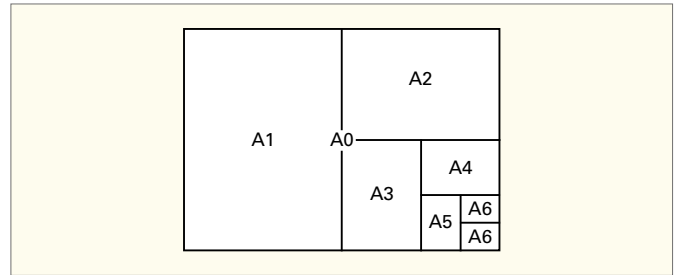


Bild 1: Entstehung der Formate

| 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).

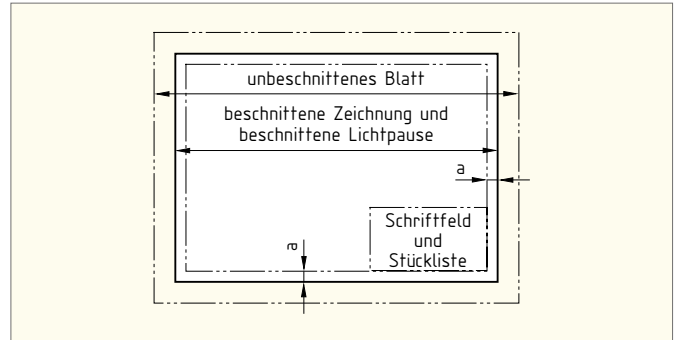


Bild 2: Nutzfläche und Rand (A0–A3)

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).

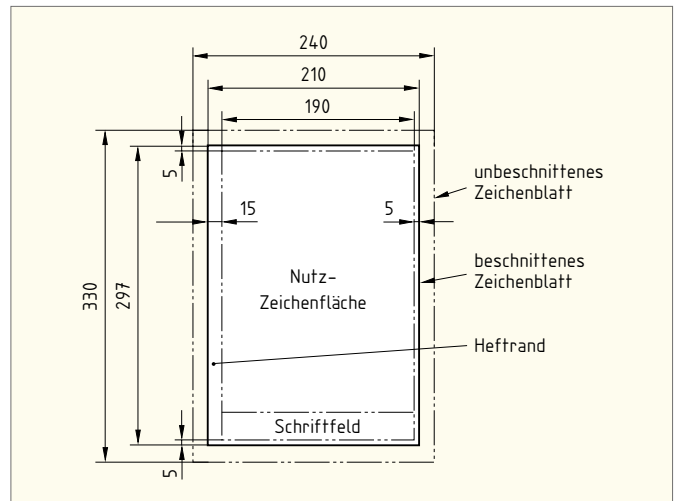


Bild 3: Nutzfläche und Rand A4

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.

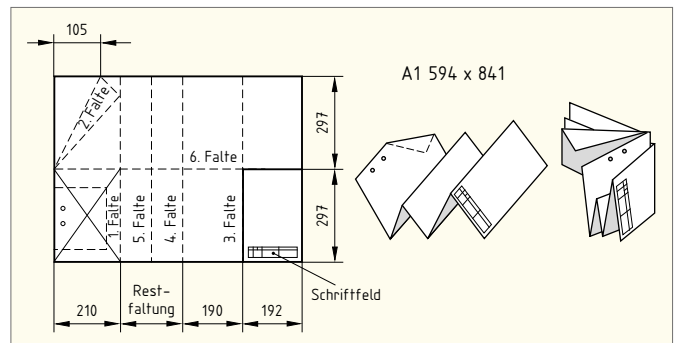


Bild 4: Faltung von Zeichnungen auf Format A4

| 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 |

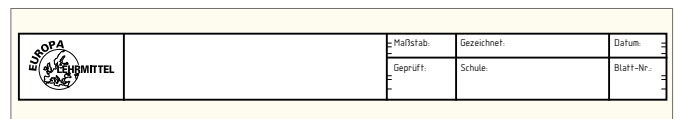


Bild 5: Vereinfachtes Schriftfeld

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 | 10 |
| Höhe der Kleinbuchstaben | c | $\frac{7}{10}h$ | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5 | 7 |
| Mindestabstand zwischen den Zeichen | a | $\frac{2}{10}h$ | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,4 | 2 |
| Mindestabstand zwischen Wörtern | e | $\frac{6}{10}h$ | 1,5 | 2,1 | 3 | 4,2 | 6 |
| Mindestabstand zwischen Grundlinien | b | $\frac{19}{10}h$ | 3,5 | 5 | 7 | 10 | 14 |
| Höhe der Unterlänge | f | $\frac{3}{10}h$ | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,1 | 3 |
| Linienbreite | d | $\frac{1}{10}h$ | 0,2 | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1 |

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 | |

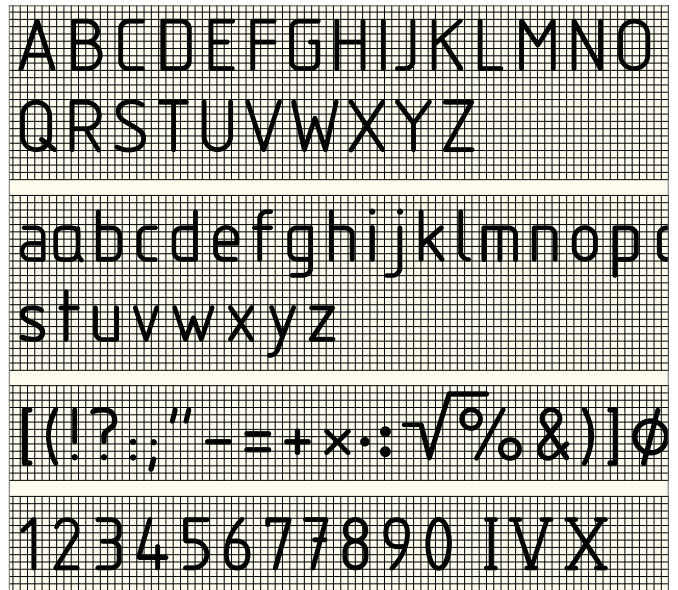


Bild 1: Normschrift nach DIN EN ISO 3098, Schriftform B, V (vertikal)

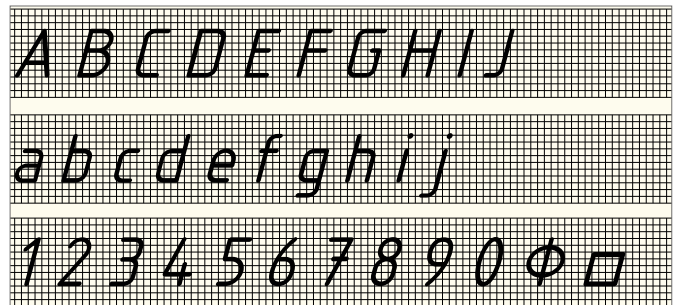


Bild 2: Normschrift nach DIN EN ISO 3098, Schriftform B, S (schräg)

| 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).

Liniendiagramme

Liniendiagramme sind grafische Darstellungen von zwei Größen in Koordinatensystemen.

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.

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.

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.

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).

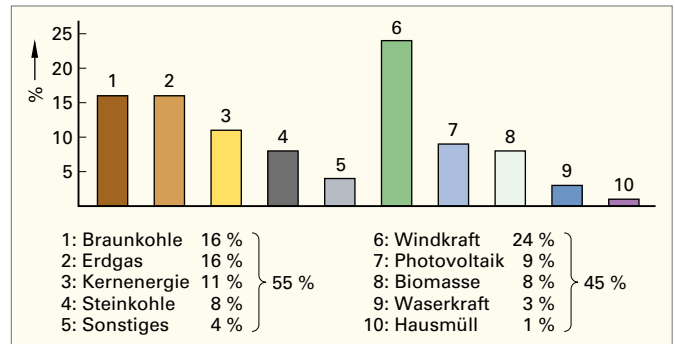


Bild 1: Säulendiagramm. Anteil der Primärenergie in % an der Stromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland 2020

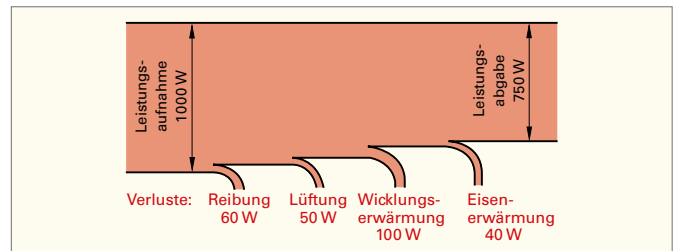


Bild 2: Leistungsfluss-Diagramm

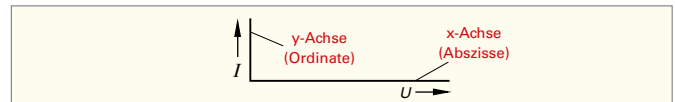


Bild 3: Achsenbeschriftung und Begriffe

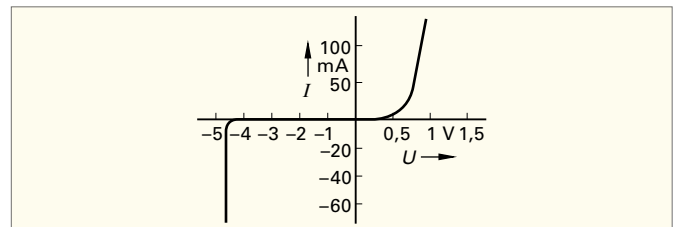


Bild 4: Kennlinie einer Z-Diode

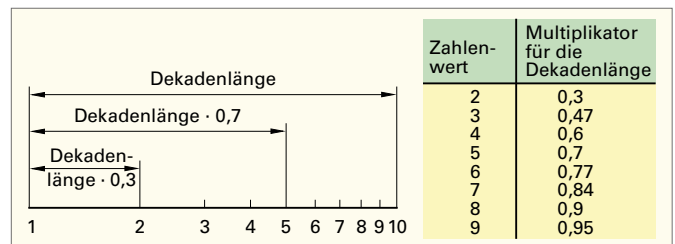


Bild 5: Logarithmische Teilung

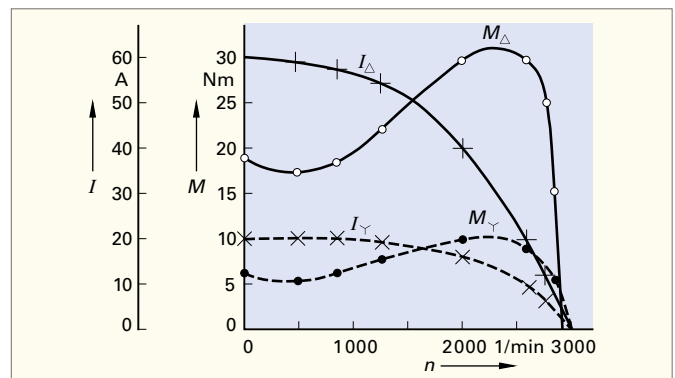


Bild 6: Kennlinien eines Käfigläufermotors

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

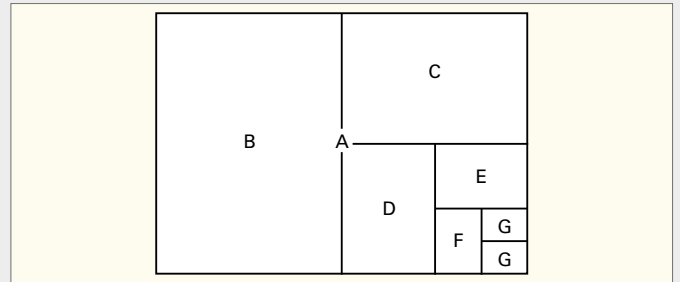


Bild 1: Entstehung der Formate. A \triangleq A0

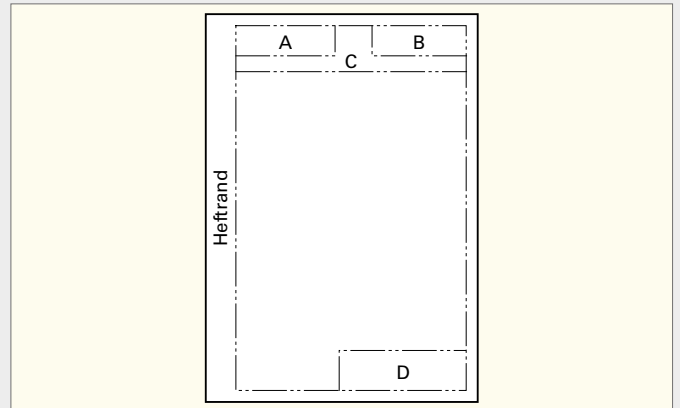


Bild 2: Zeichenblatt

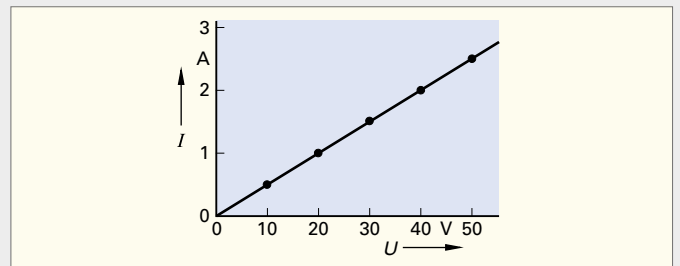


Bild 3: Kennlinie eines ohmschen Widerstandes

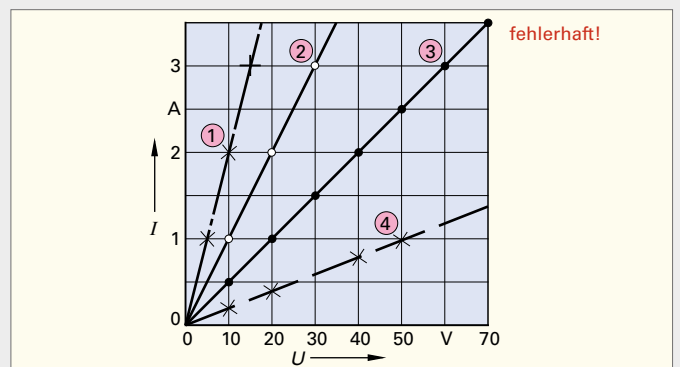


Bild 4: Kennlinien von ohmschen Widerständen

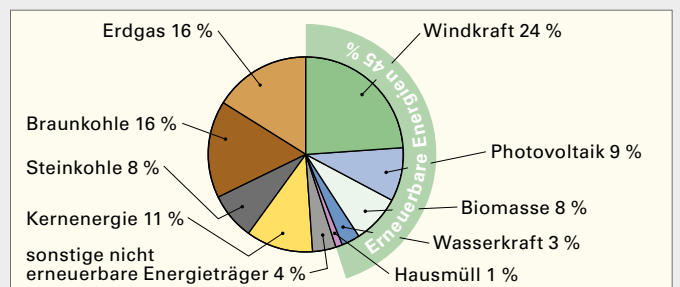


Bild 5: Stromerzeugung nach Energieträgern in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2020

1.9 Technisches Zeichnen – Projektionsmethoden

(technical drawing – methods of projection)

Schrägbilder

Diese Art der Darstellung vermittelt ein besonders anschauliches Bild eines Gegenstandes. Dadurch kann auch einem technischen Nichtfachmann eine gute Vorstellung von Bauteilen und Geräten vermittelt werden.

Kavalier-Projektion

Die in den Richtungen A, B und C verlaufenden Kanten werden in Maßstabsgröße gezeichnet. Deshalb ergibt sich entlang der C-Achse eine starke Verzerrung der Projektion (► Bild 1).

Kabinett-Projektion

Die Abmessungen in Richtung A und B werden in Maßstabsgröße gezeichnet. Die in Richtung C verlaufenden Kanten werden um die Hälfte gekürzt (► Bild 2).

Dimetrische Projektion

Dimetrisch heißt zweimäßig. Die Abmessungen in Richtung A und B werden in Maßstabsgröße gezeichnet. Die in Richtung C verlaufenden Kanten werden um die Hälfte gekürzt (► Bild 3).

Isometrische Projektion

Isometrisch heißt gleichmäßig. Die in den Richtungen A, B und C verlaufenden Kanten werden in Maßstabsgröße gezeichnet (► Bild 4).

Darstellung der Kreise

Bei axonometrischen Projektionen werden Kreise zu Ellipsen. Um diese von Hand einigermaßen richtig zeichnen zu können, zieht man zuerst in Richtung A, B oder C verlaufende Mittellinien und dazu parallele Seitenlinien des umschreibenden Quadrates. Die Ellipse berührt die Quadratseite dort, wo diese von der Achse geschnitten wird (► Bild 5).

Darstellung in Ansichten

Um einen Körper vollständig darstellen zu können, wird er von verschiedenen Seiten betrachtet. Die Abbildungen der einzelnen Ansichten kommen durch Umklappen des Körpers um 90° nach links, nach rechts, nach unten und nach oben (Untersicht) zustande. Die Rückansicht entsteht durch zweimaliges Umklappen zur Seite (► Bild 6).

Eine Bemaßung des Gegenstandes kann in den einzelnen Ansichten besonders gut erfolgen, wobei jedes Maß nur einmal eingetragen werden darf.

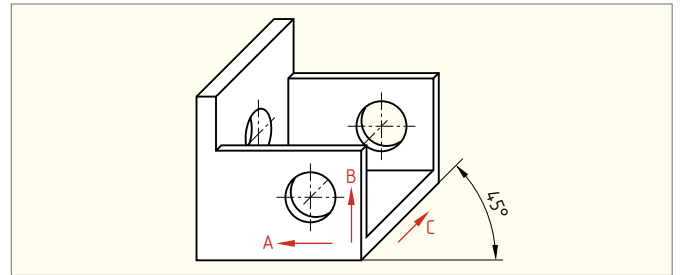


Bild 1: Kavalier-Projektion

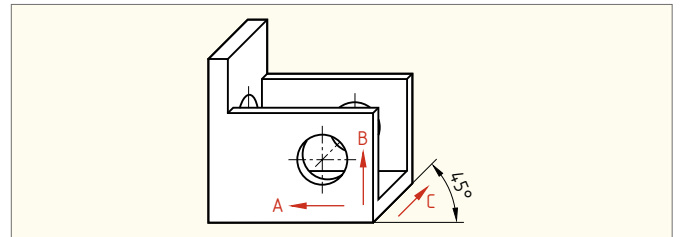


Bild 2: Kabinett-Projektion

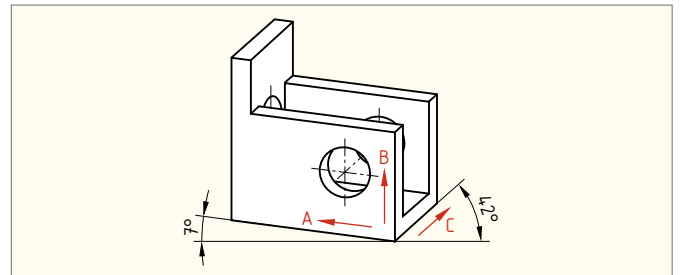


Bild 3: Dimetrische Projektion

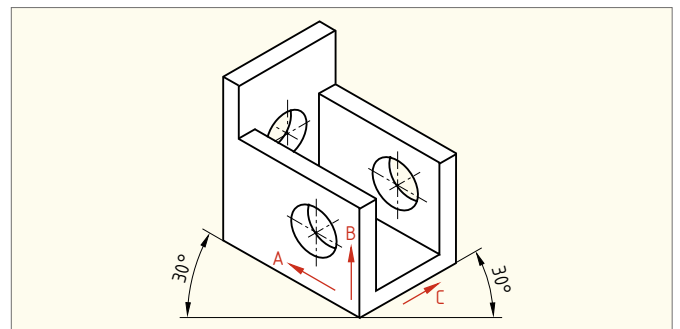


Bild 4: Isometrische Projektion

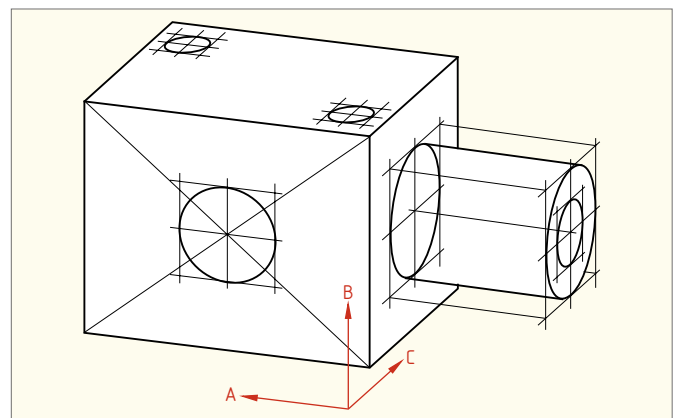


Bild 5: Darstellung von Kreisen

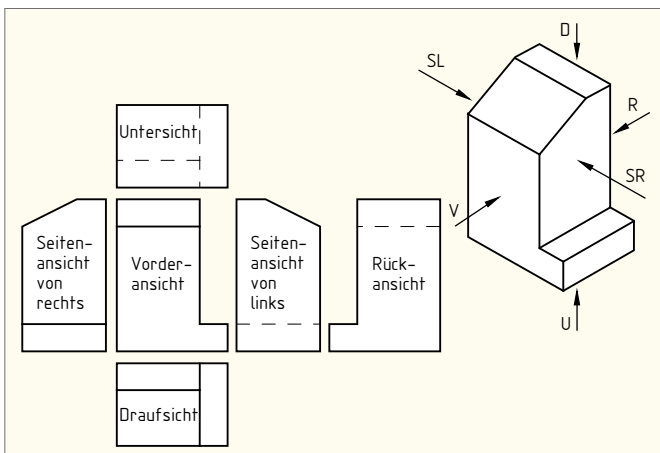


Bild 6: Darstellung in Ansichten

Es sind außer der Vorderansicht nur so viele Ansichten darzustellen, wie zum Erkennen und Bemaßen eines Gegenstandes erforderlich sind.

1

1.10 Technisches Zeichnen – Biegetechnik, Abwicklungen

(technical drawing – bent parts, developed views and surfaces)

Bezugselemente für die Bemaßung

Als Bezugselemente für die Bemaßung dienen bei winkligen Werkstücken stets die Schenkelaußenflächen (► Bild 1). Entsprechend gibt man die Lage von Bohrungen in den Schenkeln von U-förmigen Werkstücken stets von der Rückenfläche aus an (► Bild 2).

Berechnen der Zuschnittlänge

Man berechnet die Zuschnittlänge von Biegeteilen, indem man die Länge der mittleren Faser (► Bild 3) berechnet. Der Radius r_m der mittleren Faser ist die Summe von Abrundungsradius und halber Werkstückdicke. Für die Schelle (► Bild 4) gilt folgende Berechnung:

$$\begin{aligned}
 r_{m1} &= 5 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm} \\
 r_{m2} &= 15 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 17 \text{ mm} \\
 a &= 55 \text{ mm} - 15 \text{ mm} - 4 \text{ mm} - 5 \text{ mm} = 31 \text{ mm} \\
 b &= 0,5 \cdot r_{m1} \cdot \pi = 0,5 \cdot 7 \text{ mm} \cdot \pi = 11,0 \text{ mm} \\
 c &= 15 \text{ mm} - 4 \text{ mm} - 5 \text{ mm} = 6 \text{ mm} \\
 d &= r_{m2} \cdot \pi = 17 \text{ mm} \cdot \pi = 53,4 \text{ mm} \\
 l &= a + b + c + d = 31 \text{ mm} + 11 \text{ mm} + 6 \text{ mm} + 53,4 \text{ mm} = \\
 &\quad \mathbf{101,4 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

Wenn der Abrundungsradius viel kleiner ist als die Werkstückdicke, dann kann das Biegeteil in der Biegezone je nach Biegeverfahren dünner werden (► Bild 5). In diesem Fall ist für die Berechnung von r_m zum Abrundungsradius etwas weniger als die halbe Werkstückdicke t zu addieren. Man rechnet dann z.B. $r_m=R+0,4t$.

Beim Biegen ist immer darauf zu achten, dass quer zur Walzrichtung des Bleches gebogen wird.

Abwicklung

Der Zustand des Tragwinkels (► Bild 6) vor dem Abbiegen ist in der Abwicklung (► Bild 7) dargestellt. Darin ist als schmale Volllinie die Lage der Biegelinie (Mitte der Biegezone) eingezeichnet und bemaßt.

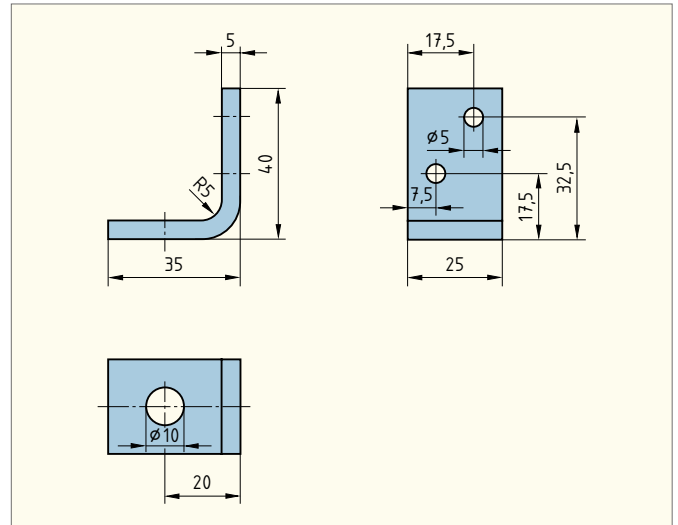


Bild 1: Stützwinkel

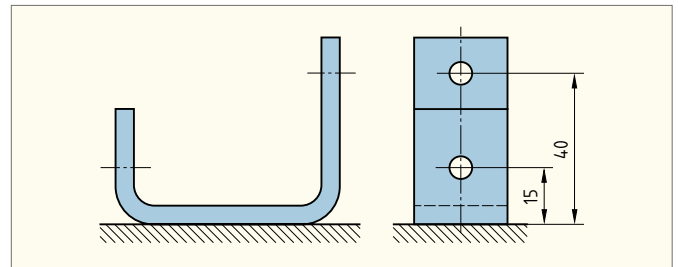


Bild 2: Bezugsebene bei U-förmigen Werkstücken

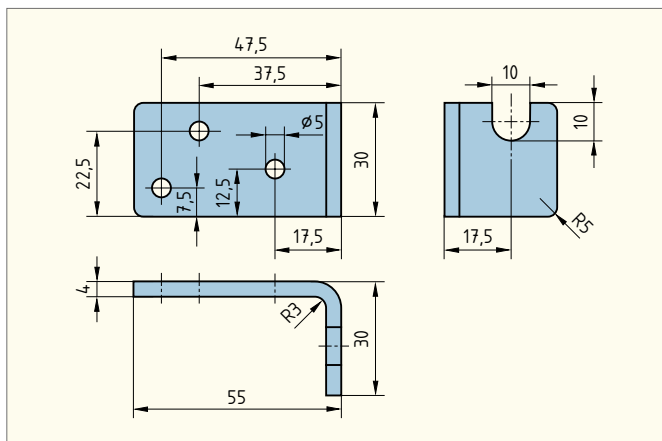


Bild 6: Tragwinkel

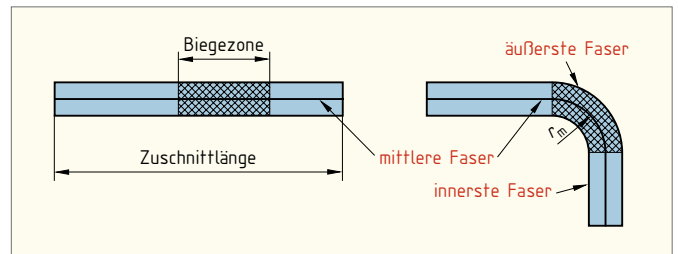


Bild 3: Mittlere Faser und Zuschnittlänge

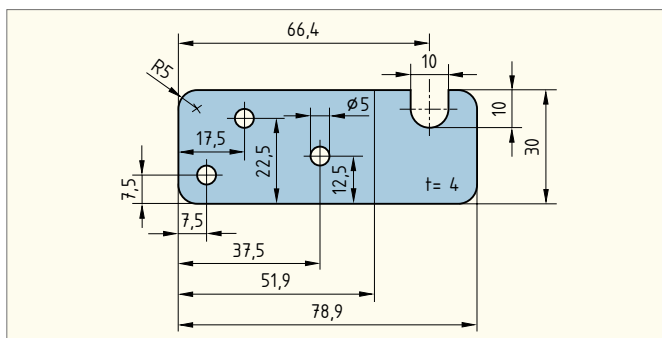


Bild 7: Abwicklung des Tragwinkels

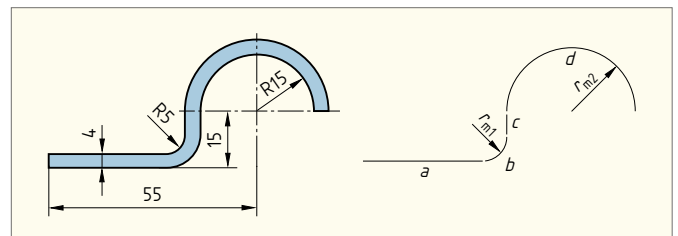


Bild 4: Schelle

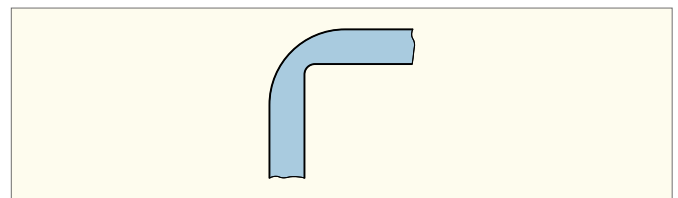


Bild 5: Verminderte Dicke in der Biegezone bei besonders kleinem Biegeradius