



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische und elektronische Berufe

Technische Kommunikation

Elektrotechnik

Schaltungs- und Funktionsanalyse

Informationsband

9. 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:

Horst Gebert	Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Schwäbisch Hall
Gregor Häberle	Dr.-Ing.	Tettang
Hanswalter Jöckel	Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Friedrichshafen
Thomas Käppel	Fachlehrer	Münchberg
Jürgen Schwarz	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Tettang

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

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Jürgen Schwarz, Tettang

9. Auflage 2016

Europa-Nr.: 32416

ISBN 978-3-8085-3558-5

Druck 5 4 3 2 1

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

Wir bedanken uns für Fotos bei den Firmen Albrecht Jung GmbH & Co. KG (Schalksmühle), Dehn & Söhne (Neumarkt), Deutsche Philips GmbH (Hamburg), EnBW Energie Baden-Württemberg AG (Karlsruhe), Kuka Roboter GmbH (Augsburg), Lenze AG (Hamel), Eaton Electric GmbH (Bonn), Saudia National Laboratories, Schalk Steuerungstechnik GmbH (Westerheim), SSS Siedle (Furtwangen), Siemens AG (München), WIKRA Windkraft Schwäbisch Hall GmbH & Co. KG.

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

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlag: Idüll, 60329 Frankfurt/Main; braunwerbeagentur, Stefanie Braun, 42477 Radevormwald

Satz: fidus Publikations-Service GmbH, 86720 Nördlingen

Druck: Medienhaus Plump GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Kapitelübersicht

- 1 Elektrotechnische Systeme
(electrotechnical systems)
- 2 Steuerungen und Regelungen
(open-loop and closed-loop controls)
- 3 Informationstechnische Systeme
(information technology systems)
- 4 Energieversorgung
(power supply)
- 5 Antriebssysteme und Leistungselektronik
(drive systems and power electronics)
- 6 Geräte und Anlagen
(devices and installations)
- 7 Kommunikationssysteme
(communication systems)
- 8 Automatisierungssysteme
(automation systems)
- 9 Technische Kommunikation
(technical communication)

Vorwort

Die *technische Kommunikation* für die handwerklichen und industriellen Elektroberufe umfasst ein breites Spektrum von *Lernfeldern*. Es reicht von den elektrotechnischen Systemen, über Steuerungen und Regelungen, informationstechnische Systeme, Energieversorgung, Antriebssysteme und Leistungselektronik, Geräte und Anlagen, Kommunikationssysteme, Automatisierungssysteme bis zur technischen Kommunikation der Metalltechnik.

Das vorliegende Buch will die *Informationen* geben, welche zum Lösen von Aufgaben der technischen Kommunikation erforderlich sind, damit sich die Fachkompetenz, die Personalkompetenz und die Sozialkompetenz zur Handlungskompetenz entwickelt, und zwar sowohl für den schulischen als auch für den betrieblichen Teil der Ausbildung. Im *Textteil* werden die Sachverhalte möglichst exakt beschrieben, wobei versucht wurde, trotz einer allgemein verständlichen Sprache wissenschaftlich korrekt zu sein. Im *Fragenteil* werden die jeweils vorher behandelten Sachverhalte durch programmierte Testaufgaben einer Erfolgskontrolle unterworfen. Programmierte Fragen wurden gewählt, weil nicht programmierte Aufgaben in den Büchern „Technische Kommunikation, Arbeitsblätter und Aufgaben, Grundbildung“ sowie auch „Fachbildung“ enthalten sind. Die Lösungen zu den Testaufgaben finden Sie am Ende dieses Informationsbandes vor dem Sachwortverzeichnis.

Der Inhalt dieses Buches orientiert sich an den Lehrplänen der Ausbildungsberufe **Elektroniker mit den Fachrichtungen Energie- und Gebäudetechnik, Automatisierungstechnik und Informations- und Telekommunikationstechnik, Elektroniker für Betriebstechnik, Elektroniker für Gebäude- und Infrastruktursysteme, Elektroniker für Automatisierungstechnik, Elektroniker für Geräte und Systeme, Elektroniker für Maschinen und Antriebstechnik sowie Systemelektroniker**. Das Buch eignet sich auch für den Unterricht an Fachschulen (Meisterschulen, Technikerschulen) und soll wegen der straffen Einhaltung der in den letzten Jahren wiederholt geänderten Normung all denen nützlich sein, die ihre Kenntnisse der technischen Kommunikation aktualisieren wollen.

Bei Leiterverbindungen wird weitgehend die in der Norm vorhandene Form 1 (ohne Punkt), in Anschlussdosen aber, aus methodischen Gründen, die ebenfalls nach der Norm zulässige Form 2 (mit Punkt) angewendet.

Bei den Schaltplänen ist die Kennzeichnung der Objekte nach DIN EN 81346-2 angewendet. Die Objekte sind produktbezogen gekennzeichnet. Wegen der eindeutigen Identifizierbarkeit der Objekte wird auf die Kennzeichnung durch das Vorzeichen „-“ verzichtet. Thermische Überlastrelais können mit dem Kennbuchstaben B oder F bezeichnet werden. Um die Schutzfunktion hervorzuheben, wurde für Überlastrelais der Kennbuchstabe F gewählt.

Zur Unterstützung des Lehrers bei der geforderten Vermittlung *englischsprachiger* Elemente sind die Kapitelübersicht, die Seitenüberschriften sowie das gesamte Sachwortverzeichnis zweisprachig.

Verlag und Autoren danken für die Verbesserungsvorschläge der Benutzer und bitten auch in Zukunft darum.

Sommer 2016

Die Verfasser

Inhaltsverzeichnis

1 Elektrotechnische Systeme	
1.1 Häufige Zeichnungsarten der Elektrotechnik. 7	2.16 Asynchrone Flipflops 60
Testaufgaben zu 1.1 8	2.17 Synchrone Flipflops 61
1.2 Einfache Schaltzeichenelemente 9	Testaufgaben zu 2.16 und 2.17 62
1.3 Beispiele von Schaltzeichen 10	2.18 Steuerungstechnik 63
1.4 Schaltzeichen für die einpolige Darstellung 11	2.19 Regelkreis 64
Testaufgaben zu 1.2 bis 1.4 12	Testaufgaben zu 2.18 und 2.19 65
1.5 Ausschaltung 13	2.20 Regler 66
1.6 Serienschaltung und Gruppenschaltung 14	2.21 Digitale Regelung 67
Testaufgaben zu 1.5 und 1.6 15	2.22 Funktionsplan mit GRAFCET 68
1.7 Wechselschaltung und Kreuzschaltung 16	Testaufgaben zu 2.20 bis 2.22 69
1.8 Schaltungen mit Stromstoßschaltern 17	3 Informationstechnische Systeme
1.9 Treppenlicht-Zeitschalter 18	3.1 Netzwerkleitungen 70
Testaufgaben zu 1.7 bis 1.9 19	3.2 Vernetzung von Computern 71
1.10 Installationsschaltplan 20	Testaufgaben zu 3.1 und 3.2 72
1.11 Zeichnungserstellung und Konstruktion mit	3.3 Dokumentation mit Programmablaufplan 73
CAD 21	3.4 Dokumentation mit Struktogramm 74
1.12 Schaltplanerstellung mit einem	Testaufgaben zu 3.3 und 3.4 75
E-CAD-Programm 22	3.5 Arten von Softwaresystemen 76
1.13 Stromstärke, Spannung, Widerstand, Leistung,	3.6 Mikrocomputer und Mikrocontroller 77
Arbeit 23	3.7 Datenschnittstellen 78
1.14 Arbeitspunkt bei Reihenschaltungen 24	3.8 Projektmanagement, Lastenheft, Pflichtenheft . . 79
Testaufgaben zu 1.13 und 1.14 25	Testaufgaben zu 3.5 bis 3.8 80
1.15 Sinuslinie 26	4 Energieversorgung
1.16 Phasenverschiebung 27	4.1 Kleintransformatoren 81
Testaufgaben zu 1.15 und 1.16 28	4.2 Messwandler 82
1.17 Zeiger der Reihenschaltung 29	Testaufgaben zu 4.1 und 4.2 83
1.18 Zeiger der Parallelschaltung 30	4.3 Spartransformator 84
Testaufgaben zu 1.17 und 1.18 31	4.4 Streufeldtransformator 85
1.19 Oszilloskopieren 32	Testaufgaben zu 4.3 und 4.4 86
1.20 PC-gesteuerte Messtechnik 33	4.5 Hausanschluss und Schutzpotenzialausgleich . . 87
1.21 Bauelemente und ihre Kennlinien 1 34	4.6 Hauptstromversorgungssysteme und
1.22 Bauelemente und ihre Kennlinien 2 35	Zählerplätze 88
Testaufgaben zu 1.19 bis 1.22 36	Testaufgaben zu 4.5 und 4.6 89
1.23 Schaltungen mit Operationsverstärkern 37	4.7 Stromkreisverteiler (Unterverteilung) 90
Testaufgaben zu 1.23 38	4.8 Netzsysteme und Schutzmaßnahmen 91
1.24 Leiterplatten 39	Testaufgaben zu 4.7 und 4.8 92
2 Steuerungen und Regelungen	4.9 Doppelte oder verstärkte Isolierung und
2.1 Kennzeichnung von Schaltern und Schützen . . . 40	Schutztrennung 93
2.2 Einfache Schützsicherungen 41	4.10 Kleinspannungen 94
2.3 Beschreibung von Schützsicherungen 42	Testaufgaben zu 4.9 und 4.10 95
Testaufgaben zu 2.1 bis 2.3 43	4.11 Schutz durch automatische Abschaltung mit
2.4 Nockenschalter und Motorschutzschalter 44	Überstrom-Schutzeinrichtung 96
2.5 Schützsicherungen 1 45	4.12 Schutz durch automatische Abschaltung mit RCD . 97
2.6 Schützsicherungen 2 46	Testaufgaben zu 4.11 und 4.12 98
Testaufgaben zu 2.4 bis 2.6 47	4.13 Energieverteilung 99
2.7 Erweiterte Schützsicherung 48	4.14 Schalterarten und Sicherungen 100
2.8 Stern-Dreieck-Schützsicherungen 49	4.15 Drehstromtransformator 101
Testaufgaben zu 2.7 und 2.8 50	Testaufgaben zu 4.13 bis 4.15 102
2.9 Optoelektronische Schaltungen als Sender 51	4.16 Alternative Energien 103
2.10 Optoelektronische Schaltungen als Empfänger . 52	4.17 Fotovoltaik 104
2.11 Optoelektronische Schaltungen als Sender	4.18 Brennstoffzellen 105
und Empfänger 53	4.19 Sicherheitsstromversorgung (SSV) 106
Testaufgaben zu 2.9 bis 2.11 54	Testaufgaben zu 4.16 bis 4.19 107
2.12 Sensoren und Aktoren 55	5 Antriebssysteme und Leistungselektronik
2.13 Näherungsschalter 56	5.1 Drehstromwicklungen 108
2.14 Digitale Verknüpfungen 57	5.2 Drehstromwicklungen und
2.15 Kombinatorische Schaltungen 58	Wechselstromwicklungen 109
Testaufgaben zu 2.14 und 2.15 59	5.3 Gleichstromwicklungen 110
	Testaufgaben zu 5.1 und 5.3 111
	5.4 Anschlusskennzeichnung von Maschinen 112
	5.5 Anlassen von Drehstrommotoren 1 113
	5.6 Anlassen von Drehstrommotoren 2 114
	Testaufgaben zu 5.4 bis 5.6 115
	5.7 Polumschaltbare Motoren 116
	Testaufgaben zu 5.7 117

5.8	Frequenzumrichter	118	7.7	DSL, ADSL	174
5.9	Drehstrommotor am Frequenzumrichter	119	7.8	Klingelanlagen und Türöffneranlagen	175
	Testaufgaben zu 5.8 und 5.9	120		Testaufgaben zu 7.8	176
5.10	Schrittmotor	121	7.9	Rufanlagen und Meldeanlagen	177
5.11	Servoantriebe	122	7.10	Türsprechanlagen und Haussprechanlagen	178
	Testaufgaben zu 5.10 und 5.11	123	7.11	Hauskommunikationsanlagen	179
5.12	Einphasenmotoren	124		Testaufgaben zu 7.9 bis 7.11	180
5.13	Gleichstrommotoren ohne Wendepole	125	7.12	Gefahrenmeldeanlagen 1	181
5.14	Gleichstrommotoren mit Wendepolen und Kompensationswicklung	126	7.13	Gefahrenmeldeanlagen 2	182
	Testaufgaben zu 5.12 bis 5.14	127		Testaufgaben zu 7.12 und 7.13	183
5.15	Einweg-Gleichrichterschaltungen	128	8	Automatisierungssysteme	
5.16	Zweiweg-Gleichrichterschaltungen	129	8.1	Prinzip der SPS	184
	Testaufgaben zu 5.15 und 5.16	130	8.2	Anschluss der SPS	185
5.17	Steuerbare Gleichrichter	131	8.3	Programmieren einer SPS	186
5.18	Wechselstromsteller	132	8.4	Grundsätze der Programmierung 1	187
	Testaufgaben zu 5.17 und 5.18	133	8.5	Grundsätze der Programmierung 2	188
5.19	Spannungsstabilisierung	134	8.6	Zeitfunktionen, Zähler	189
5.20	Schaltnetzteile	135		Testaufgaben zu 8.1 bis 8.6	190
	Testaufgaben zu 5.19 und 5.20	136	8.7	Ablaufsteuerung	191
5.21	Antriebstechnische Systeme	137	8.8	Weitere SPS-Programmiersprachen	192
			8.9	Kompaktsteuerungen	193
				Testaufgaben zu 8.7 bis 8.9	194
6	Geräte und Anlagen		8.10	Projektierung einer SPS-Anlage (Aufgabenstellung)	195
6.1	Dimmer	138	8.11	Projektierung einer SPS-Anlage (Ausführung)	196
6.2	Dimmerschaltungen	139	9	Technische Kommunikation	
6.3	IR-Schalter und IR-Taster	140	9.1	Zeichengeräte 1	197
	Testaufgaben zu 6.1 bis 6.3	141	9.2	Zeichengeräte 2	198
6.4	Gasentladungslampen 1	142	9.3	Normung	199
6.5	Gasentladungslampen 2	143	9.4	Zeichenblattgrößen und Maßstab	200
	Testaufgaben zu 6.4 und 6.5	144	9.5	Normschrift und Linienarten	201
6.6	Biologische Elektroinstallation	145	9.6	Technische Zeichnungen	202
6.7	Feldbussysteme – Strukturen	146	9.7	Diagramme und Kennlinien	203
6.8	Feldbussysteme – Datenübertragung	147		Testaufgaben zu 9.4 bis 9.7	204
6.9	Gebäudeleittechnik	148	9.8	Präsentieren eines technischen Themas	205
	Testaufgaben zu 6.7 bis 6.9	149	9.9	Bemaßung flacher Werkstücke	206
6.10	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-Prinzip	150	9.10	Kreise, Rundungen, Teilungen	207
6.11	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-Symbole	151	9.11	Axonometrische Projektionen	208
6.12	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP Bus-Topologie	152	9.12	Ansichten	209
	Testaufgaben zu 6.10 bis 6.12	153		Testaufgaben zu 9.9 und 9.12	210
6.13	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP Bus-Technologie	154	9.13	Biegeteile, Abwicklungen	211
6.14	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP Bus-Telegramm	155	9.14	Werkstücke mit zylindrischer Grundform	212
	Testaufgaben zu 6.13 bis 6.14	156		Testaufgaben zu 9.13 und 9.14	213
6.15	Haus- und Gebäudesystemtechnik KNX-TP Bus-Adressierung	156	9.15	Bohrungen und Schnitte	214
	Testaufgaben zu 6.13 bis 6.15	157	9.16	Angabe der Oberflächenbeschaffenheit	215
6.16	Wärmepumpe	158	9.17	Gewinde	216
6.17	Pneumatik, Hydraulik	159	9.18	Schraubenköpfe, Muttern, Verschraubungen	217
6.18	Blitzschutzsystem (LPS)	160		Testaufgaben zu 9.15 bis 9.18	218
	Testaufgaben zu 6.16 bis 6.18	161	9.19	Toleranzen und Passungen	219
6.19	Messung nichtelektrischer Größen	162	9.20	Zusammenstellungszeichnung und Stückliste	220
6.20	Elektromagnetische Verträglichkeit	163	9.21	Explosionszeichnungen	221
	Testaufgaben zu 6.19 bis 6.20	164		Testaufgaben zu 9.19 bis 9.21	222
6.21	Umweltbelastung in der Elektrotechnik	164	Löser		223
	Testaufgaben zu 6.19 bis 6.21	165	Sachwortverzeichnis		226
7	Kommunikationssysteme				
7.1	Terrestrische Antennenanlagen	166			
7.2	Satelliten-Empfangsanlagen	167			
7.3	Satelliten-Empfangsanlagen und Breitbandkommunikations-Anlagen	168			
	Testaufgaben zu 7.1 bis 7.3	169			
7.4	Digitaler Videorundfunk (DVB)	170			
7.5	ISDN	171			
7.6	ISDN-Anlagen-Konfigurationen	172			
	Testaufgaben zu 7.4 bis 7.6	173			

1.1 Häufige Zeichnungsarten der Elektrotechnik

(types of drawings commonly used in electrical engineering)

Funktionsbezogene Dokumente

In **Stromlaufplänen** werden genormte Schaltzeichen verwendet, in Ausnahmefällen auch ungenormte Sinnbilder. Sie werden mehrpolig (allpolig) dargestellt. Die räumliche Lage, Größe und Form der Betriebsmittel müssen nicht berücksichtigt werden.

Stromlaufpläne in aufgelöster Darstellung stellen die Schaltungen in einzelne Stromwege aufgelöst dar (**Bild 1**). Die Zusammengehörigkeit der Teile wird durch die Betriebsmittelkennzeichnung zum Ausdruck gebracht.

Stromlaufpläne in zusammenhängender Darstellung zeigen Teile desselben Betriebsmittels räumlich zusammenhängend (**Bild 2**).

Stromlaufpläne in halbzusammenhängender Darstellung zeigen die Schaltzeichen der Teile mit mechanischer Wirkverbindung zur Erreichung einer klareren Anordnung auseinandergezogen. Die einzelnen Teile werden durch das Schaltzeichen für mechanische Verbindung miteinander verbunden.

Schaltskizzen sind meist mehrpolige Darstellungen zur Erklärung der Wirkungsweise oder der Anordnung von elektrischen Geräten (**Bild 3**). Es werden Schaltzeichen, nicht genormte Sinnbilder und Ansichtsdarstellungen verwendet.

Übersichtsschaltpläne sind einfache, meist in einpoliger Darstellung gezeichnete Schaltpläne. Es werden dabei die wichtigsten Verbindungen oder Beziehungen zwischen den einzelnen Betriebsmitteln gezeigt (**Bild 4**).

Ersatzschaltpläne sind mehrpolige Funktionsschaltpläne meist vereinfachter Schaltungen, welche dasselbe Verhalten zeigen wie die jeweils ursprünglichen Schaltungen. Sie dienen der Analyse und Berechnung der Eigenschaften oder des Verhaltens.

Zeitablaufdiagramme zeigen die Abläufe von Schaltungen im zeitgerechten Maßstab (**Bild 5**). Die Zeitachse wird dabei meist nicht bezeichnet, sie liegt waagrecht. Die Grundlinie des Signalzuges hat den logischen Wert 0 (Pegel L) oder je nach Bedarf eine andere Bedeutung, z. B. den Schaltzustand Schaltknebel unten. Der logische Wert 1 (Pegel H) sowie z. B. der Schaltzustand Schaltknebel oben wird von der Grundlinie aus nach oben aufgetragen.

Ortsbezogene Dokumente

Installationszeichnungen (Installationspläne) sind Zeichnungen, welche die Lage einer Einrichtung, einer Anlage oder einer Installation zeigen.

Installationsschaltpläne sind Installationszeichnungen mit eingezeichneten Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen (**Bild 6**).

Verbindungsbezogene Dokumente

Geräteverdrahtungspläne sind mehrpolige Verdrahtungspläne, bei denen die Verbindungen innerhalb einer Baueinheit lagerichtig eingezeichnet sind.

Verbindungspläne sind meist mehrpolige Verdrahtungspläne, bei denen die Verbindungen zwischen verschiedenen Baueinheiten lagerichtig eingezeichnet sind.

Anschlusspläne sind mehrpolige Verdrahtungspläne, bei denen die Anschlusspunkte einer Baueinheit sowie die inneren und/oder äußeren Verbindungen angegeben sind.

Kabelpläne informieren über die Kabel und Leitungen, wie z. B. über Leiterkennzeichnungen, Kenngrößen und Kabelwege.

Ausführungsrichtlinien

1. Darstellung im unbetätigten, also meist stromlosen Zustand.
2. Kombinationen der Schaltpläne sind bei Bedarf zulässig.
3. Klemmen sind dann einzutragen, wenn es der Zweck der Zeichnung erfordert.

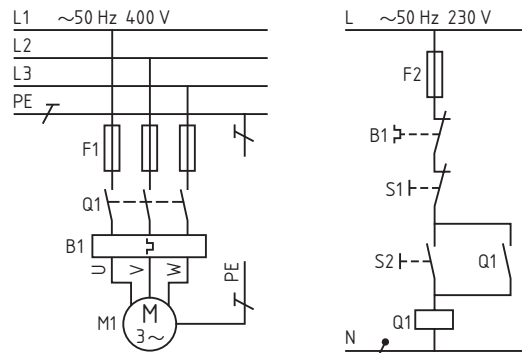


Bild 1: Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

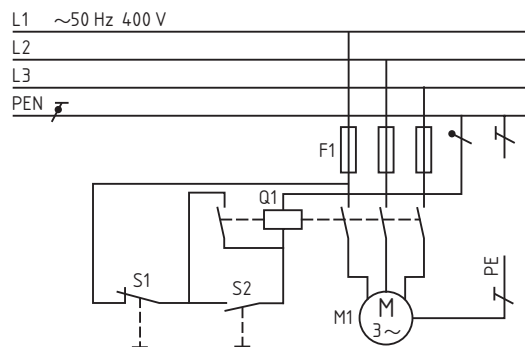


Bild 2: Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

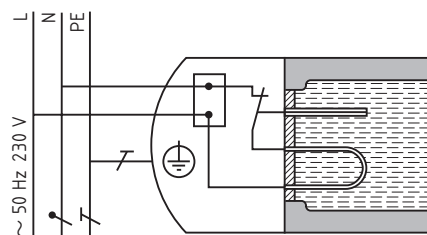


Bild 3: Schaltskizze eines Heißwasserbereiters

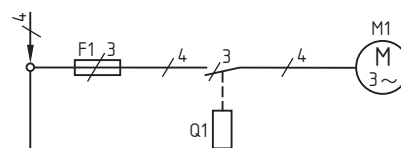


Bild 4: Übersichtsschaltplan

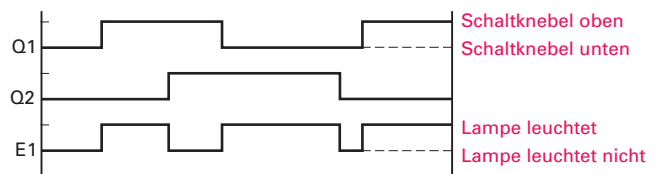


Bild 5: Zeitablaufdiagramm für Wechselschalter Q1 und Q2 sowie Lampe E1

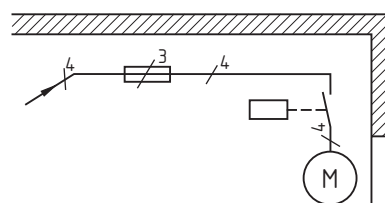


Bild 6: Installationsschaltplan

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.

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.

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.

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.

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.

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.

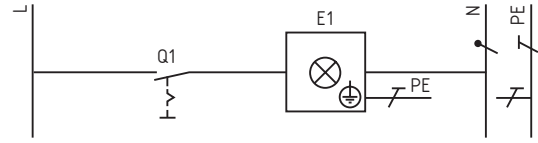


Bild 1: Ausschaltung

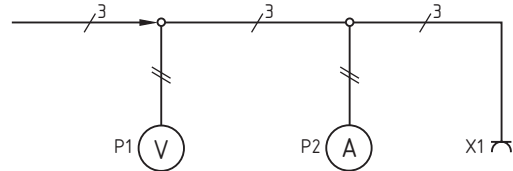


Bild 2: Messplatz mit Spannungsmesser und Strommesser

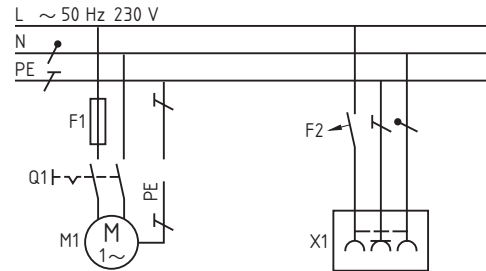


Bild 3: Anschluss eines Motors M1 und einer Steckdose X1

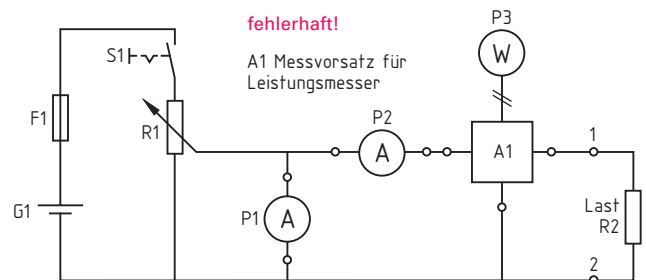


Bild 4: Messplatz für Messung von Stromstärke, Spannung und Leistung

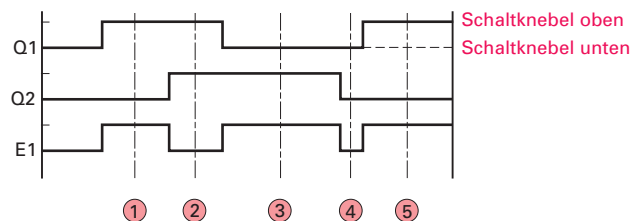


Bild 5: Zeitablaufdiagramm für Lampe E1, die über Wechselschalter Q1 und Q2 gesteuert wird (eingetragene Zeitpunkte 1 bis 5 sind nicht Bestandteil des eigentlichen Zeitablaufdiagramms)

1.2 Einfache Schaltzeichenelemente (basic 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 und IEC genormt.

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 ~50 Hz 400 V für ein Dreiphasen-Vierleitersystem mit drei Außenleitern und einem Neutralleiter, 50 Hz, 400 V.

Eine Auswahl gebräuchlicher Schaltzeichen zeigt **Tabelle 3**.

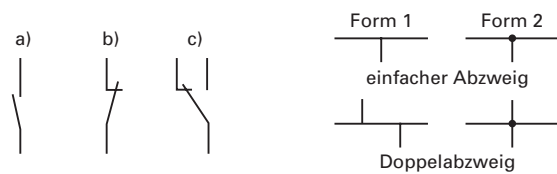


Bild 1: Schaltkontakte
a) Schließer
b) Öffner
c) Wechsler

Bild 2: Darstellung von Leiterabzweigen

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

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

Schaltzeichen	Benennung
	Leiter, allgemein
	Neutralleiter 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

1.3 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
	Ausschalter, einpolig (bei Bedarf mit Umrahmungslinie)
	Serienschalter, einpolig
	Wechselschalter, einpolig (bei Bedarf mit Umrahmungslinie)
	Kreuzschalter
	Stellschalter, allgemein, handbetätigt mit Kennzeichnung der Schaltstellungen
	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, 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
	Schließer a) schließt verzögert, b) öffnet verzögert
	Öffner a) öffnet verzögert, b) schließt verzögert

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. 1000 Ω
	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

1.4 Schaltzeichen für die einpolige Darstellung (graphical symbols for single-line representation)

In Installationszeichnungen wird die Anordnung der installierten Betriebsmittel von Beleuchtungsanlagen und Kraftanlagen dargestellt, in Installationsschaltplänen auch die Leitungsverlegung. Die Betriebsmittel werden dabei meist in eine Bauzeichnung eingetragen. Die Schaltzeichen (**Tabellen 1 und 2**) werden mit oder ohne Leitungsdarstellung je nach Dokument eingezeichnet.

Übersichtsschaltpläne dienen vorwiegend der Darstellung der Energieverteilung von Installationen in Beleuchtungsanlagen und Kraftanlagen. Übersichtsschaltpläne enthalten meist auch Angaben über Art und Anzahl, Leiterquerschnitt und Verlegungsart der zu installierenden Leitungen. Im Übersichtsschaltplan wird auch die für die Anlage vorgeschriebene Schutzmaßnahme benannt.

Die Anzahl der Leiter und die Polzahl der Betriebsmittel, z. B. für Sicherungen und Schalter, wird durch kurze schräge Querstriche (im Winkel von 45° angeordnet) gekennzeichnet. Bei mehr als zwei bzw. drei Leitern erfolgt die Benennung durch eine Zahl neben dem Kennzeichnungsstrich. Die Darstellung der Betriebsmittel erfolgt meist durch Schaltzeichen nach DIN EN 60617.

Übersichtsschaltpläne und Installationsschaltpläne und ihre Schaltzeichen werden in einpoliger Darstellung gezeichnet.

Tabelle 2: Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Übersichtsschaltpläne

Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
	Starkstrom-Hausanschlusskasten		Backofen
	Verteilung		Waschmaschine
	Sicherung, dreipolig		Durchlauferhitzer
	RCD (Fehlerstrom-Schutzschalter)		Wäschetrockner
	Überstrom-Schutzschalter, z. B. Leitungsschutzschalter		Geschirrspülmaschine
	Motorschutzschalter, dreipolig		Friteuse
	Trennschalter, dreipolig		Heißwasserbereiter
	Lasttrennschalter		Gefriergerät
	Leistungsschalter		Kühlgerät, Tiefkühlgerät
	Elektrogerät, allgemein		Klimagerät
	Küchenmaschine		Elektrisch angetriebener Lüfter
	Elektroherd, allgemein		Speicherheizgerät
	Mikrowellenherd		Infrarotstrahler

Tabelle 1: Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Übersichtsschaltpläne

Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
	Abzweigdose		Dimmer
	Leitung, die von unten nach oben führt		Fernmeldesteckdose
	Ausschalter, einpolig		Antennensteckdose für TV
	Ausschalter, dreipolig		Steckdose mit Abdeckung
	Serienschalter, einpolig		Schalter mit Kontrollleuchte
	Wechselschalter, einpolig		Sicherheitsleuchte mit eingebauter Stromversorgung
	Kreuzschalter		Sicherheitsleuchte, Notleuchte mit getrenntem Stromkreis
	Taster		Leuchte für Leuchtstofflampe
	Einfachsteckdose, Steckdose, allgemein		Mehrfachleuchte mit Angabe der Anzahl und Leistung der Lampen
	Mehrfachsteckdose, z. B. Dreifachsteckdose		Leuchte mit fünf Leuchtstofflampen
	Einfach-Schutzkontaktsteckdose		Leuchtenauslass
	Wecker, Klingel		Anlasser, allgemein
	Summer		Anlasser für Spartransformator
	Sirene		Anlasser für Stern-Dreieck-Schaltung
	Hupe		Anlasser für polumschaltbaren Motor
	Elektrische Uhr		Anlasser mit selbsttätiger Auslösung
	Lautsprecher		Schaltuhr
	Rundfunkempfangsgerät		Motor, allgemein
	Fernsehempfangsgerät		Transformator
	Fernsprechgerät, allgemein		Spartransformator
	Wechselsprechstelle, Haus- oder Torsprechstelle		Gleichrichter, z. B. Netzgerät

1. Welche Zuordnung trifft in **Bild 1** für die Schalterantriebe (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G) zu? Antrieb durch 1. Drücken, 2. Ziehen, 3. Drehen, 4. Annähern, 5. Motor, 6. Schlüssel, 7. Auslöseeinrichtung.

- 1. 1-A, 2-B, 3-C, 4-D, 5-E, 6-F, 7-G
- 2. 1-C, 2-A, 3-E, 4-B, 5-D, 6-G, 7-F
- 3. 1-E, 2-F, 3-G, 4-A, 5-B, 6-C, 7-D
- 4. 1-D, 2-C, 3-B, 4-E, 5-F, 6-G, 7-A
- 5. 1-F, 2-G, 3-E, 4-D, 5-C, 6-B, 7-A

2. Welche Behauptung über die zeichnerische Darstellung des Schutzleiters ist richtig?

- 1. Er muss grünelb gezeichnet werden.
- 2. Er ist nur im Übersichtsschaltplan zu zeichnen.
- 3. Er wird als dünne Volllinie gezeichnet.
- 4. Er wird als Volllinie mit Zusatzzeichen gezeichnet.
- 5. Er wird als Strich-Punkt-Linie gezeichnet.

3. Welche Zuordnung ist in **Bild 2** für die Betriebsmittel (A) bis (G) zutreffend? 1. Schutzkontaktsteckdose, 2. Leuchte, 3. Kondensator, 4. Sicherung, 5. Widerstand, 6. Antrieb für Schütz, 7. Türöffner.

- 1. 1-C, 2-B, 3-A, 4-D, 5-E, 6-G, 7-F
- 2. 1-A, 2-B, 3-C, 4-G, 5-F, 6-E, 7-D
- 3. 1-B, 2-A, 3-D, 4-C, 5-F, 6-E, 7-G
- 4. 1-B, 2-C, 3-A, 4-G, 5-D, 6-F, 7-E
- 5. 1-B, 2-D, 3-F, 4-A, 5-E, 6-G, 7-C

4. Welche Behauptung für die Darstellung von Gehäusen elektrischer Betriebsmittel ist richtig?

- 1. Gehäuse elektrischer Betriebsmittel müssen in allen Schaltplänen eingezeichnet werden.
- 2. Sie werden durch eine Strich-Punkt-Linie dargestellt.
- 3. Sie werden als Volllinie gezeichnet.
- 4. Sie werden als unterbrochene Linie dargestellt.
- 5. Sie werden nie dargestellt.

5. Welche Zuordnung ist für die Steckvorrichtung in **Bild 3** richtig? 1. Steckdose, schaltbar, 2. Steckdose mit Trenntransformator, 3. Dreifachsteckdose, 4. Einfachsteckdose, 5. Einfach-Schutzkontaktsteckdose, 6. Fernmeldesteckdose, 7. Antennensteckdose.

- 1. 1-G, 2-D, 3-C, 4-B, 5-E, 6-A, 7-F
- 2. 1-A, 2-B, 3-C, 4-D, 5-E, 6-F, 7-G
- 3. 1-C, 2-F, 3-G, 4-A, 5-B, 6-D, 7-E
- 4. 1-D, 2-E, 3-F, 4-G, 5-A, 6-B, 7-C
- 5. 1-C, 2-G, 3-F, 4-A, 5-B, 6-E, 7-D

6. Welche Zuordnung ist in **Bild 4** für die Betriebsmittel (A) bis (F) zutreffend? 1. Widerstand, stufig einstellbar, 2. Widerstand, einstellbar durch mechanische Verstellung, 3. Heißleiter, 4. Widerstand, stetig einstellbar, 5. Leuchtdiode, 6. Fotowiderstand.

- 1. 1-A, 2-B, 3-C, 4-D, 5-E, 6-F
- 2. 1-B, 2-A, 3-C, 4-E, 5-F, 6-D
- 3. 1-A, 2-D, 3-E, 4-B, 5-C, 6-F
- 4. 1-E, 2-F, 3-B, 4-D, 5-A, 6-C
- 5. 1-A, 2-B, 3-D, 4-F, 5-C, 6-E

7. Wählen Sie die richtige Reihenfolge für die Schaltgeräte in **Bild 5**. 1. Dimmer, 2. Serienschalter, 3. Ausschalter, 4. Wechselschalter, 5. Leuchttaster, 6. Taster, 7. Kreuzschalter.

- 1. 1-C, 2-D, 3-F, 4-E, 5-G, 6-A, 7-B
- 2. 1-D, 2-C, 3-A, 4-B, 5-G, 6-F, 7-E
- 3. 1-D, 2-C, 3-B, 4-A, 5-E, 6-F, 7-G
- 4. 1-D, 2-B, 3-A, 4-C, 5-F, 6-G, 7-E
- 5. 1-E, 2-B, 3-C, 4-A, 5-G, 6-F, 7-D

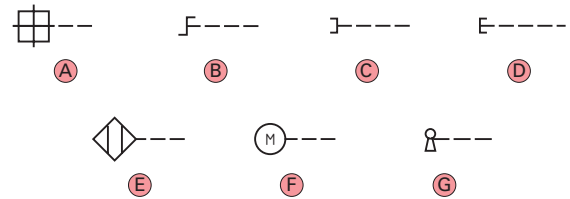


Bild 1: Antriebe für Schaltgeräte

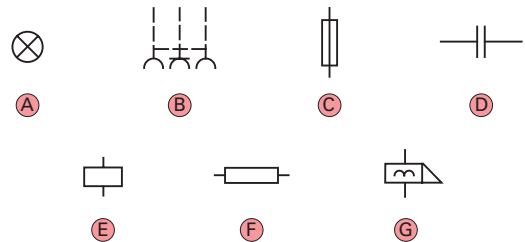


Bild 2: Auswahl elektrischer Betriebsmittel

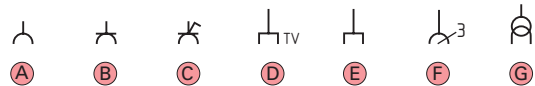


Bild 3: Steckvorrichtungen

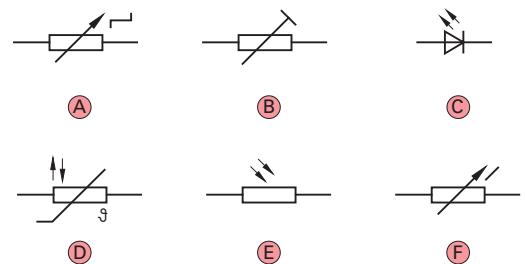


Bild 4: Zusatzsymbole für Veränderbarkeit an elektrischen Betriebsmitteln

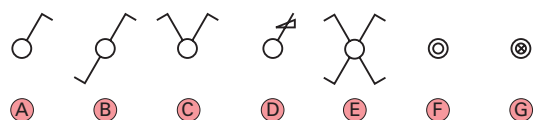


Bild 5: Schaltgeräte

1.5 Ausschaltung (disconnection)

Werden elektrische Betriebsmittel, z. B. Lampen, von einer Betätigungsstelle ein- und ausgeschaltet, so verwendet man hierfür meist die Ausschaltung.

Bei Hausinstallationen werden Beleuchtungsstromkreise meist einpolig geschaltet. Dabei muss beachtet werden, dass der Schalter immer im *Außenleiter* liegt. Die üblichen Versorgungssysteme haben einen geerdeten Leiter, den *PEN-Leiter*, der nach dem Hausanschluss in *Neutralleiter* N und *Schutzleiter* PE aufgeteilt wird.

Bei Anordnung des Schalters im N-Leiter würde das elektrische Betriebsmittel, z. B. die Lampe, im ausgeschalteten Zustand gegen Erde die volle Spannung führen. Bei Berührung durch den Menschen könnte das zu tödlichen Unfällen führen. Deshalb darf bei einpoliger Schaltung nur der ungeerdete Leiter geschaltet werden (**Bild 1**).

Nach VDE 0100 ist es verboten, Schaltgeräte nur im N-Leiter anzudrängen.

Elektrische Verbrauchsmittel für Drehstromanschluss, z. B. Motoren oder Heizgeräte, werden allpolig eingeschaltet oder ausgeschaltet. Die Kontakte mehrpoliger Schalter sind mit dem Antrieb des Schalters mechanisch verbunden (**Bild 2**).

Schalter werden meist so in den Stromlaufplan eingezeichnet, dass die Netzzuleitung an dem unbeweglichen Teil des Kontaktes erfolgt und das zu schaltende Betriebsmittel an dem beweglichen Teil des Kontaktes angeschlossen wird.

Alle leitfähigen Körper der Betriebsmittel sind mit dem Schutzleiter zu verbinden. Dadurch wird verhindert, dass sich zwischen Betriebsmitteln untereinander und zwischen Betriebsmitteln und der Erde gefährliche Berührungsspannungen bilden können. Die Darstellungsmöglichkeiten des Schutzleiteranschlusses zeigt **Bild 3**.

Bei Lampenanschlüssen ist der geschaltete Leiter immer an den Fußkontakt der Lampe anzuschließen und der N-Leiter an den Gewindekontakt der Fassung.

An Schutzkontaktsteckern und beweglichen Anschlüssen, z. B. Pendelleuchten, muss der Schutzleiteranschluss immer länger sein als die Anschlüsse der Strom führenden Leiter, damit bei Versagen der Zugentlastung der Schutzleiter als letzter unterbrochen wird.

Schalter mit Leuchtmeldern dienen der Anzeige der *Betriebsbereitschaft* oder der Anzeige des *Schaltzustandes* einer Schaltung. Nach dem Verwendungszweck unterscheidet man deshalb Schaltungen mit *beleuchteten Schaltern* und Schaltungen mit *Kontrollleuchten*.

Schaltungen mit beleuchteten Schaltern dienen dem Auffinden eines Schalters bei Dunkelheit. Sie sind vorgeschrieben in Betriebsstätten, Schulen und öffentlichen Einrichtungen. Bei dieser Schaltung ist der Leuchtmelder bei ausgeschalteter Beleuchtung eingeschaltet. Beleuchtete Schalter werden meist mit Glimmlampen ausgerüstet, die einen großen Widerstand haben und eine Stromaufnahme von etwa 0,5 bis 1 mA. Diese Glimmlampen werden parallel zum Schalterkontakt geschaltet (**Bild 4**).

Im ausgeschalteten Zustand liegt die Glimmlampe in Reihe mit dem Lastwiderstand, z. B. der Lampe. Wird der Schalter betätigt, so ist die Glimmlampe durch den Schalterkontakt überbrückt.

Bei Schaltern neuerer Bauart ist der Einbau von Glimmlampen und LED-Leuchten mit Stecksockel konstruktiv vorgesehen, sodass der wahlweise Betrieb mit und ohne Beleuchtung möglich ist.

Schaltungen mit Kontrollschalter dienen der Anzeige eines eingeschalteten Zustandes, z. B. Beleuchtung eines Kellerraumes oder Heizraumes, einer eingeschalteten Belüftung oder Pumpe. Bei der Kontrollschaltung muss zusätzlich der N-Leiter an den jeweiligen Schalter geführt werden. Im eingeschalteten Zustand liegt die Anzeige-Glimmlampe parallel zum Lastwiderstand (**Bild 5**). Eine Anzeige erfolgt also nur bei betätigtem Schalter.

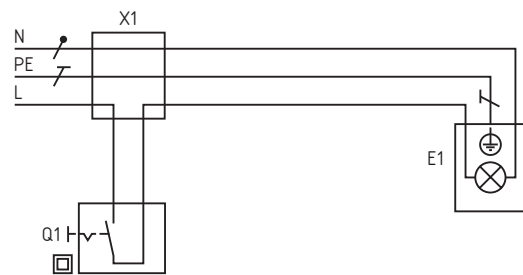


Bild 1: Ausschaltung einpolig geschaltet, Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

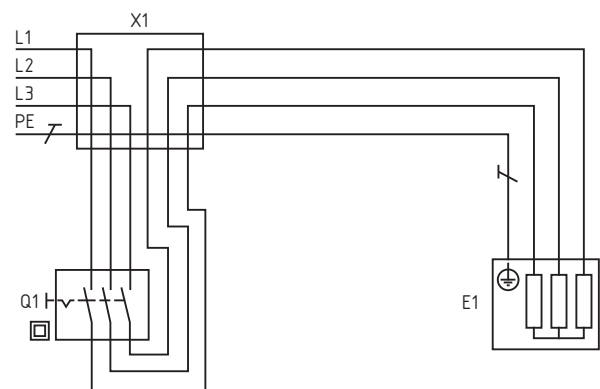


Bild 2: Ausschaltung allpolig bei Drehstromanschluss

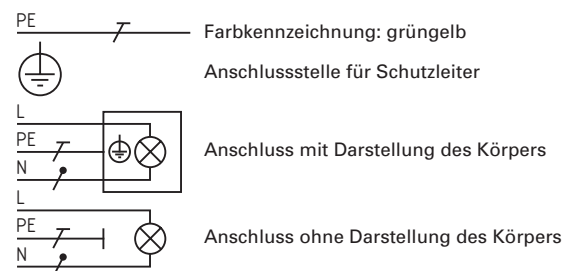


Bild 3: Darstellung des Schutzleiteranschlusses

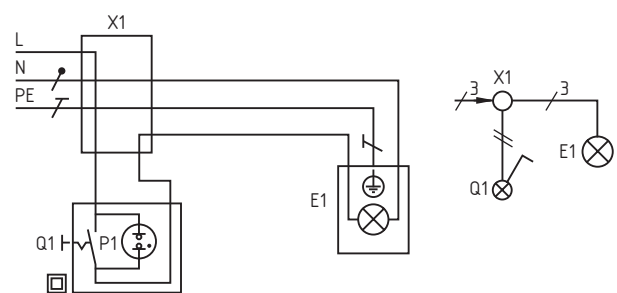


Bild 4: Ausschaltung mit beleuchtetem Ausschalter

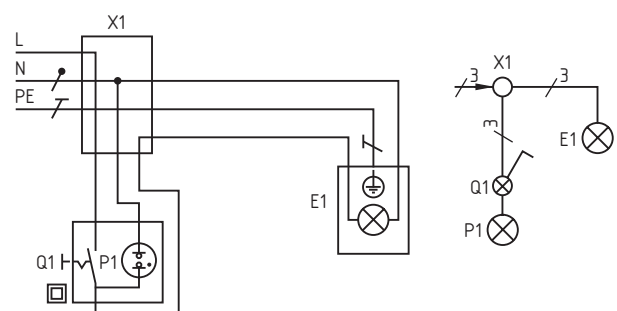


Bild 5: Ausschaltung mit Kontrollschalter

1.6 Serienschaltung und Gruppenschaltung (series connection and group connection)

Der *Serienschalter* besteht im Prinzip aus zwei Ausschaltern, die in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind (**Bild 1**). Für die Netzzuleitung haben Serienschalter einen gemeinsamen Anschluss, der mit einem Pfeil oder mit dem Buchstaben L gekennzeichnet ist. Dieser Anschluss wird „besondere Klemme“ genannt.

Bei der Serienschaltung werden Gruppen von elektrischen Betriebsmitteln unabhängig voneinander eingeschaltet oder ausgeschaltet. Gleichzeitiger Betrieb der Gruppen ist ebenfalls möglich.

Serienschalter gibt es auch in beleuchteter Ausführung. Die Glühlampe ist bei diesen Schaltern parallel zum Schließer eines der beiden Ausschalter geschaltet. Im eingeschalteten Zustand ist die Glühlampe durch den Schließer des Schalters überbrückt. Eine Anzeige erfolgt nur im ausgeschalteten Zustand des betreffenden Schalters.

Einpolig schaltende *Gruppenschalter* haben drei Anschlussklemmen. Die Klemme für den Anschluss des Außenleiters ist mit einem Pfeil oder mit dem Buchstaben L gekennzeichnet.

Die Schaltfolge des Gruppenschalters ist 1-0-2, d. h. EIN Stromkreis 1 – AUS – EIN Stromkreis 2. Bei der Gruppenschaltung kann also nur jeweils eine Gruppe in Betrieb sein (**Bild 2**).

Bei der Gruppenschaltung werden Stromkreise oder Gruppen von Betriebsmitteln von einer Betätigungsstelle eingeschaltet und ausgeschaltet, wobei gleichzeitiger Betrieb nicht möglich ist.

Gruppenschalter werden ebenfalls in beleuchteter Ausführung eingesetzt. Die Glühlampe ist parallel zum Schließer des einen Schaltkreises geschaltet und leuchtet nur bei der Schaltstellung AUS für diesen Schaltkreis.

Die Gruppenschaltung kann auch mit einem Doppelwechselschalter ausgeführt werden (**Bild 3**). Der Schalter Q1 schaltet dabei EIN und AUS. Der Schalter Q2 dient der Umschaltung wahlweise Betriebsmittelgruppe E1 oder Betriebsmittelgruppe E2.

Die Gruppenschaltung wird auch für die Schaltung von Jalousien und Garagentoren eingesetzt. Man nennt den Schalter dann auch *Jalousieschalter* (**Bild 4**). Da diese Antriebe meist eine Umkehr der Drehrichtung des Antriebsmotors bewirken, werden Gruppenschalter auch als Wendeschalter bezeichnet.

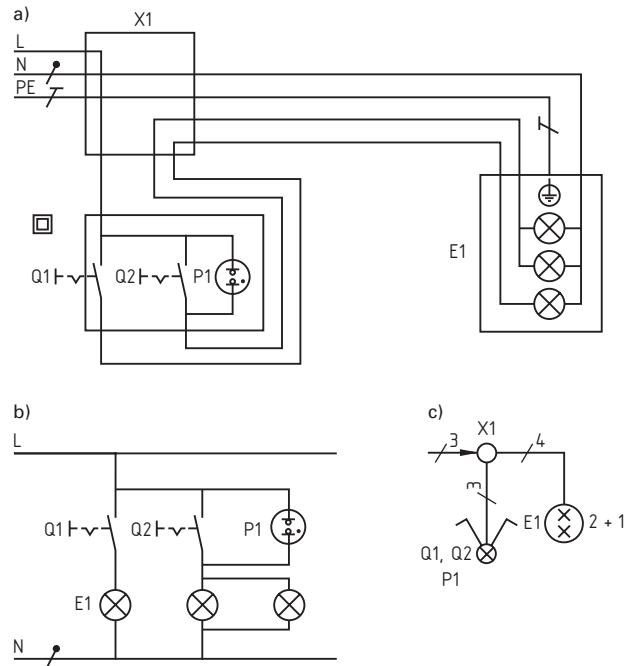


Bild 1: Serienschaltung für zwei Lampengruppen mit zwei Lampen und einer Lampe, a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, c) Übersichtsschaltplan

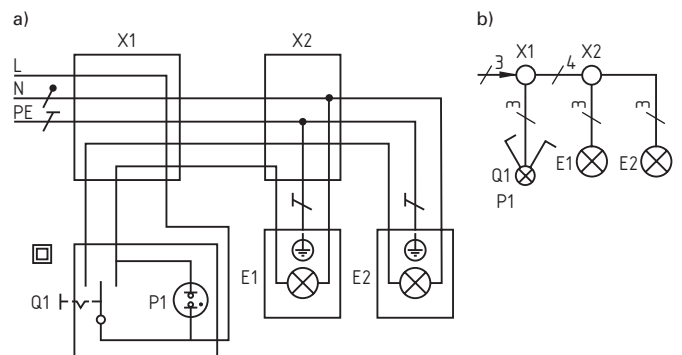


Bild 2: Gruppenschaltung mit beleuchtetem Schalter, a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, b) Übersichtsschaltplan

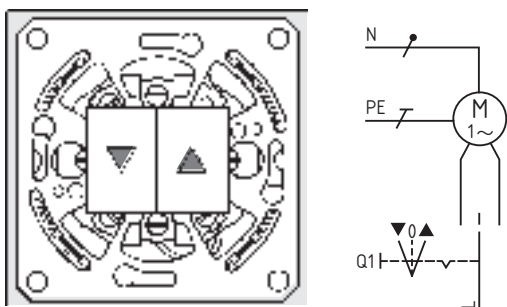


Bild 4: Jalousieschalter

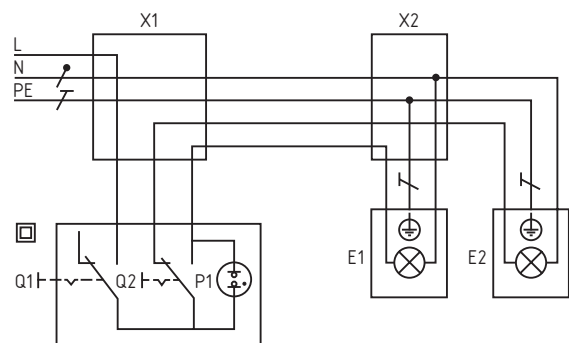


Bild 3: Gruppenschaltung mit Doppelwechselschalter

1. Die Ausschaltung nach **Bild 1** enthält einen Schaltfehler. Welche Behauptung ist richtig?

1. Die Anzeigeleuchte im Schalter muss mit dem Schaltkontakt in Reihe geschaltet sein.
2. Der Schutzleiter darf nicht an das Lampengehäuse geschaltet werden.
3. L und N müssen an den Schalter geführt werden.
4. Am Schalter muss der Schutzleiter angeschlossen werden.
5. L und N sind vertauscht. L muss an den Schalter, N an die Lampe angeschlossen werden.

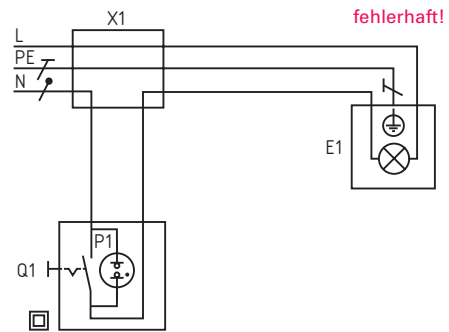


Bild 1: Ausschaltung mit beleuchtetem Ausschalter

2. **Bild 2** zeigt eine Ausschaltung mit Kontrollschalter. Die Schaltung ist fehlerhaft. Welche Behauptung ist richtig?

1. Es ist verboten, den Neutralleiter an den Schalter zu führen.
2. Am Schalter fehlt der Schutzleiter.
3. Die Glühlampe muss nach dem Schalterkontakt angeschlossen werden.
4. Die Glühlampe muss parallel zum Schalterkontakt geschaltet werden.
5. Die Glühlampe muss in Reihe mit dem Schalterkontakt geschaltet werden.

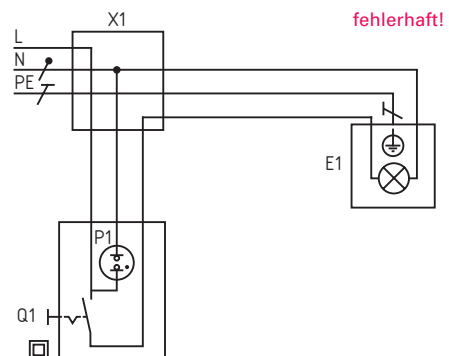


Bild 2: Ausschaltung mit Kontrollschalter

3. Die Serienschaltung in **Bild 3** enthält einen Schaltfehler. Durch welche Maßnahme wird der Fehler behoben?

1. Die Anschlüsse 4 und 6 müssen vertauscht werden.
2. PE muss an das Schaltergehäuse angeschlossen werden.
3. Die Anschlüsse 1 und 3 sind zu vertauschen.
4. Die Anschlüsse 2 und 3 sind zu vertauschen.
5. L und N müssen vertauscht werden.

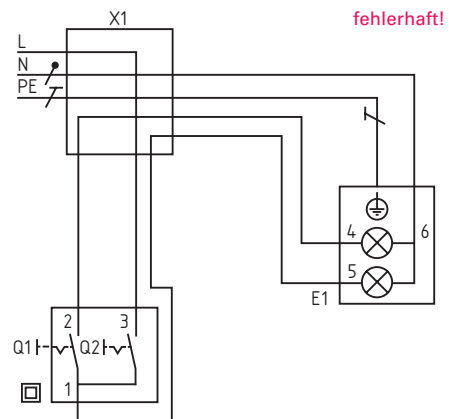


Bild 3: Serienschaltung

4. Der Übersichtsschaltplan in **Bild 4** soll die Serienschaltung nach **Bild 3** zeigen. Die mit 1 und 2 bezeichneten Betriebsmittel sollen durch die richtigen Schaltzeichen ersetzt werden. Welche Anordnung ist richtig?

1. 1-C, 2-H
- 1-B, 2-F
- 1-B, 2-G
- 1-D, 2-G
- 1-A, 2-E

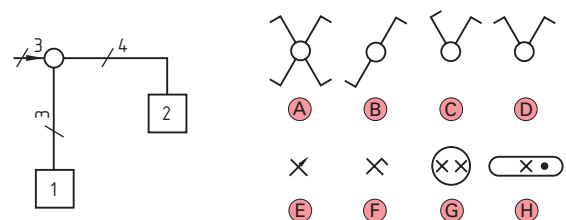


Bild 4: Übersichtsschaltplan Serienschaltung

5. Für die Serienschaltung in **Bild 3** soll ein beleuchteter Schalter verwendet werden. Welche Maßnahme ist (nach erfolgter Schaltungskorrektur) richtig?

1. Die Glühlampe ist zwischen die Klemmen 2 und 3 zu schalten.
2. Die Glühlampe kann nicht angeschlossen werden, weil N am Schalter fehlt.
3. Die Änderung ist nicht ausführbar, weil es keine beleuchteten Serienschalter gibt.
4. Die Glühlampe ist zwischen die Klemmen 1 und 2 oder 1 und 3 zu schalten.
5. Die Glühlampe ist zwischen L und Klemme 1 zu schalten.

6. Was trifft für die Gruppenschaltung in **Bild 5** nicht zu?

1. Gruppenschalter werden auch als Wendeschalter bezeichnet.
2. Bei der Gruppenschaltung werden Stromkreise oder Gruppen von Betriebsmitteln von einer Stelle ein- und ausgeschaltet.
3. Die Gruppenschaltung erlaubt nur den Betrieb von jeweils einer Gruppe.
4. Die Gruppenschaltung wird für Jalousieantriebe und Garagentorantriebe eingesetzt.
5. Die Gruppenschaltung erlaubt den gleichzeitigen Betrieb von zwei Stromkreisen oder Gruppen.

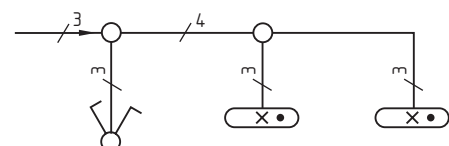


Bild 5: Gruppenschaltung (Zweiwegschließer)

1.7 Wechselschaltung und Kreuzschaltung (change-over circuit and intermediate switch circuit)

Wechselschalter sind einpolige *Umschalter*. Sie besitzen drei Anschlussklemmen. An die mit einem Pfeil oder mit dem Buchstaben L bezeichnete besondere Klemme erfolgt bei einem Schalter der Anschluss des Außenleiters, bei dem zweiten Schalter der Anschluss des Fußkontaktes der Lampe. Dieser Leiter wird auch als *Lampendraht* bezeichnet. Die beiden anderen Klemmen der beiden Wechselschalter werden miteinander verbunden. Die beiden Leiter werden *korrespondierende Leiter* genannt (**Bild 1**).

Abhängig von den Schaltstellungen der *beiden* Wechselschalter ist der Stromkreis unterbrochen oder über einen der beiden korrespondierenden Leiter geschlossen.

Mit der Wechselschaltung werden Betriebsmittel, z. B. Lampen, von zwei Betätigungsstellen beliebig ein- oder ausgeschaltet.

Bei beleuchteten Wechselschaltern sind die Glühlampen oder LEDs an den korrespondierenden Leitern angeschlossen. Die Leuchtanzeige erfolgt im ausgeschalteten Zustand des Stromkreises.

Bei der *Sparwechselschaltung* sind die jeweils gleich bezeichneten Klemmen miteinander verbunden. Der Netzanschluss erfolgt nicht an die mit einem Pfeil oder mit dem Buchstaben L bezeichneten besonderen Klemmen, sondern an eine der jeweiligen Abgangsklemmen. Die zweite Abgangsklemme dient als geschalteter Leiter zum Fußkontakt der Lampe.

Die Sparwechselschaltung ist nur dann sinnvoll einzusetzen, wenn zusätzlich zu dem zu schaltenden Betriebsmittel, z. B. der Lampe, auch noch Steckdosen anzuordnen sind (**Bild 2**). Weil bei dieser Schaltung gegenüber der normalen Wechselschaltung ein Leiter eingespart wird, heißt diese Wechselschaltung Sparwechselschaltung.

Durch die *Kreuzschaltung* kann eine Wechselschaltung auf beliebig viele Schaltstellen erweitert werden. Am Anfang und am Ende der Schaltung ist jeweils ein Wechselschalter anzuordnen. Die dazwischenliegenden Schaltstellen sind mit *Kreuzschaltern* auszurüsten.

Ein Kreuzschalter besteht im Prinzip aus zwei Wechselschaltern. Er besitzt vier Anschlussklemmen. Die Umschaltkontakte der beiden Wechselschaltersysteme sind über Kreuz miteinander verbunden. Diese Klemmen sind als besondere Klemmen gekennzeichnet. Der Kreuzschalter wird so in die korrespondierenden Leitungen geschaltet, dass die beiden Leitungen des ersten Wechselschalters mit den besonderen Klemmen des ersten Kreuzschalters verbunden sind. Die Abgangsklemmen des ersten Kreuzschalters werden mit den besonderen Klemmen des folgenden Kreuzschalters bzw. mit den besonderen Klemmen des zweiten Wechselschalters verbunden. Durch Betätigung eines Kreuzschalters werden jeweils zwei korrespondierende Leitungen vertauscht, d. h. gekreuzt (**Bild 3**).

Bei beleuchteten Kreuzschaltern liegen die Glühlampen immer parallel zu den Abgangsklemmen des Schalters. Auch bei der Kreuzschaltung leuchten die Meldeleuchten im ausgeschalteten Zustand des Stromkreises.

Bei einer Neuinstallation ist die Kreuzschaltung kaum noch üblich. Bei mehr als zwei Schaltstellen wird die Stromstoßschaltung anstelle der Kreuzschaltung angewendet. Der höhere Preis des Stromstoßschalters wird durch die kostengünstigeren Taster gegenüber den teuren Kreuzschaltern ausgeglichen.

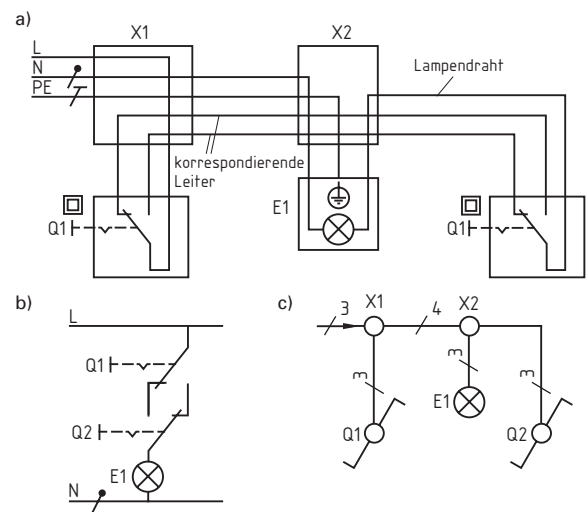


Bild 1: Wechselschaltung, a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, c) Übersichtsschaltplan

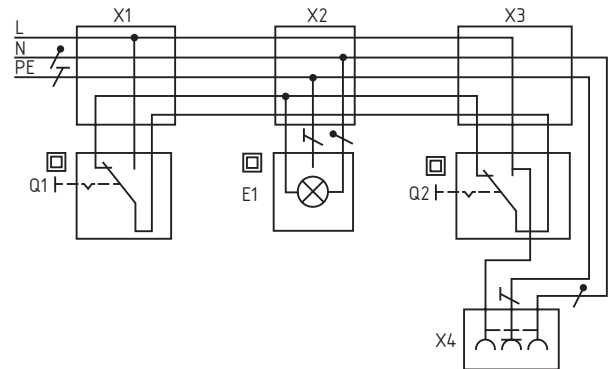


Bild 2: Sparwechselschaltung mit Steckdosenstromkreis

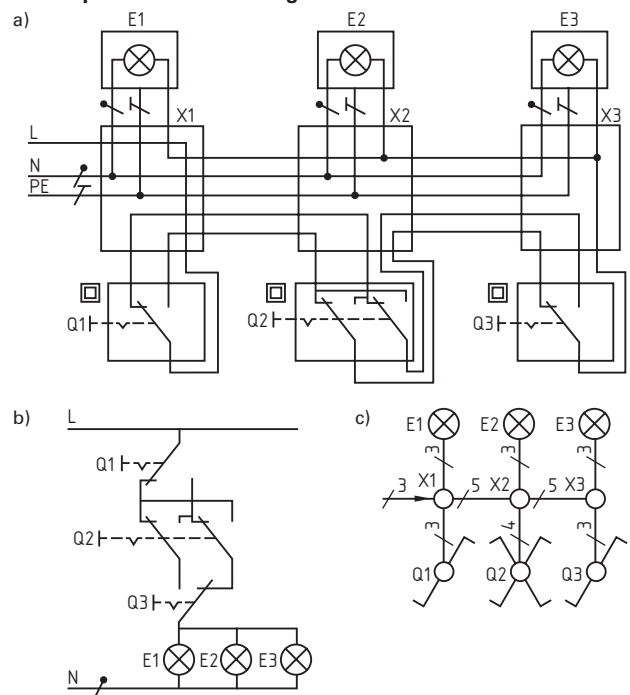


Bild 3: Kreuzschaltung mit drei Schaltstellen, a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, c) Übersichtsschaltplan

Wirkungsweise

Stromstoßschalter sind elektromagnetisch betätigte Fernschalter, die durch *Impulse* (Stromstöße) geschaltet werden. Wie bei Schützsicherungen ist ein Hauptstromkreis und ein Steuerstromkreis vorhanden (Bild 1). Der erste Impuls schaltet den Stromstoßschalter in die Stellung EIN, der folgende in die Stellung AUS, der darauf folgende wieder in die Stellung EIN.

Meist beträgt die Steuerspannung 230 V (Bild 1). Es gibt auch Stromstoßschalter mit Kleinspannung als Steuerspannung, z. B. 8 V oder 24 V (Bild 2). Bei Kleinspannungs-Stromstoßschaltern genügen als Steuerleitungen Klingelleitungen, also Leitungen mit schwacher Isolierung. Das Entsprechende gilt für die Taster zum Ansteuern. Jedoch treten bei niedriger Steuerspannung eher Unterbrechungen im Steuerstromkreis infolge von Kontaktverschmutzung auf.

Schaltungen

Die Ansteuerimpulse werden meist über mechanische *Taster* hervorgerufen (Bild 3). Bei einer Steuerspannung von 230 V können mit Glühlampen beleuchtete Taster verwendet werden, z. B. in Arbeitsstätten oder Hotelfluren (Bild 4). Jedoch ist die Zahl der mit Glühlampen beleuchteten Taster je Stromstoßschalter beschränkt auf etwa 10, weil über jede Glühlampe dauernd ein schwacher Strom zur Erregerspule des Stromstoßschalters fließt. Bei zu vielen Glühlampen würde der Stromstoßschalter deshalb dauernd angesteuert werden.

Bei einer Kleinspannung als Steuerspannung können als beleuchtete Taster nur solche mit Glühlampen verwendet werden (Bild 5). Da deren Stromaufnahme sehr viel größer ist als die von Klingeltönen, darf je Stromstoßschalter meist nur *ein* beleuchteter Taster eingesetzt werden.

Bei Stromstoßschaltern mit Kleinspannung als Steuerspannung ist die Anwendung von beleuchteten Tastern sehr beschränkt.

Anstelle der mechanischen Taster können auch elektronische Taster oder IR-Taster zum Ansteuern der Stromstoßschalter verwendet werden (Bild 6). Der elektronische Taster besteht aus einer elektronischen Schaltung und einem Kurzhubtaster. Durch das Betätigen des Kurzhubtasters erzeugt die elektronische Schaltung einen kurzzeitigen Impuls, wodurch der Stromstoßschalter wie bei der Betätigung eines mechanischen Tasters angesteuert wird.

Bei den Stromstoßschaltungen können mechanische Taster und elektronische Taster einander ersetzen.

Beim nachträglichen Austausch von mechanischen Tastern durch elektronische Taster ist zu beachten, dass jeweils ein Neutralleiteranschluss zur Verfügung steht.

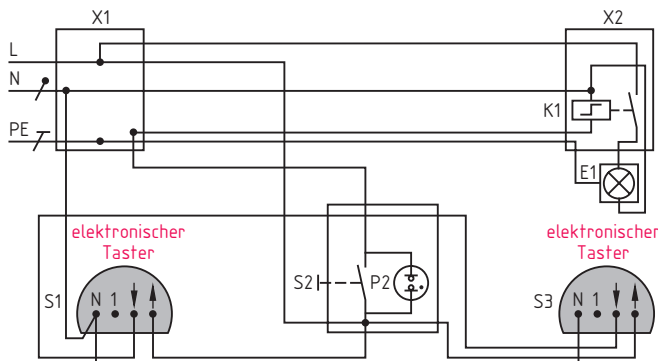


Bild 6: Stromstoßschaltung mit zwei elektronischen Tastern und einem beleuchteten mechanischen Taster

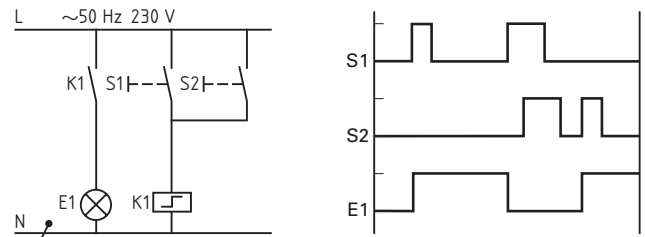


Bild 1: Stromlaufplan einer Stromstoßschaltung mit Steuerspannung 230 V und Zeitablaufdiagramm

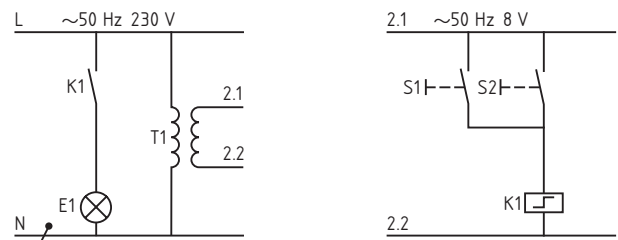


Bild 2: Stromlaufplan einer Stromstoßschaltung mit Steuerspannung 8 V

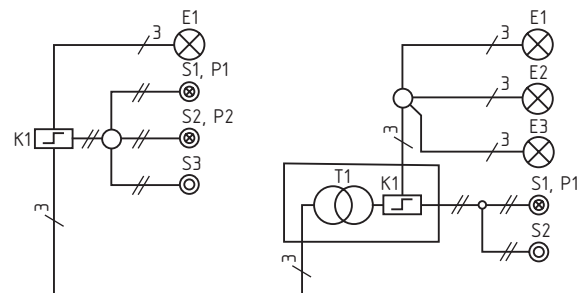


Bild 3: Übersichtsschaltpläne von Stromstoßschaltungen

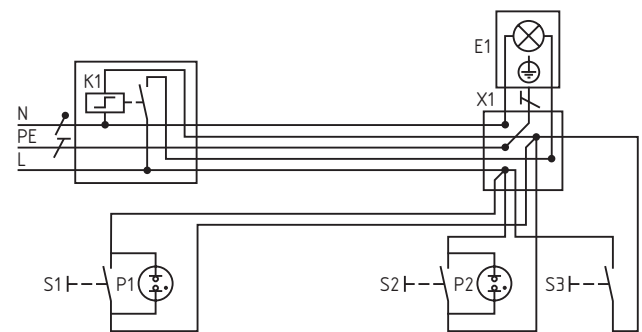


Bild 4: Stromstoßschaltung mit drei Tastern, von denen zwei beleuchtet sind, Steuerspannung 230 V

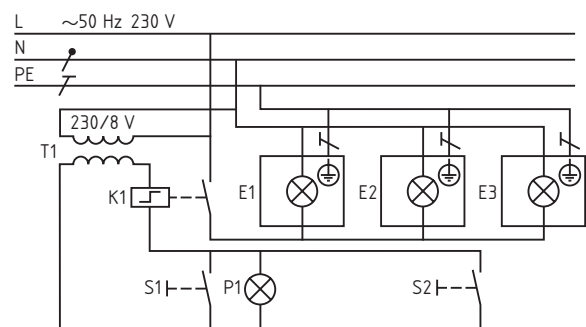


Bild 5: Stromstoßschaltung mit Steuerspannung 8 V, ein Taster beleuchtet

1.9 Treppenlicht-Zeitschalter (staircase lighting timer)

Prinzip

Treppenlicht-Zeitschalter (**Bild 1**) sind Leistungsrelais (Kleinschütze) mit einer *großen, einstellbaren Abfallverzögerung* (Rückfallverzögerung). Bei der Ansteuerung ziehen sie sofort an. Am Ende der Ansteuerung fallen sie aber nicht sofort ab, vielmehr erst nach Ablauf der Verzögerungszeit, die nach Aufhören der Ansteuerung abläuft. Die Verzögerungszeit kann je nach Einstellung von 15 s bis etwa 6 min betragen. Außerdem ist in dem Treppenlicht-Zeitschalter ein Schalter Q2 eingebaut, welcher, z. B. am Abend, die angeschlossenen Lampen auf Dauerbetrieb schaltet (**Bild 2**).

Die Steuerspannung der Treppenlicht-Zeitschalter beträgt meist 230 V. Die Schaltleistung beträgt bei Glühlampen etwa 1000 W und bei Leuchtstofflampen 17 × 58 W.

Wirkungsweise

Die Abfallverzögerung kann auf vielerlei Arten bewirkt werden. Meist wird in Zeitschaltern eine elektronische Schaltung verwendet. Bei dieser wird im Prinzip ein Kondensator über einen hochohmigen Widerstand langsam aufgeladen. Sobald dessen Spannung genügend hoch ist, ist die Abfallverzögerung beendet. Der größte Teil der Schaltung ist in einem integrierten Schaltkreis (IC) enthalten (**Bild 1**).

Schaltungen

Man unterscheidet zwischen *Dreileiteranschluss* (**Bild 2**) und *Vierleiteranschluss* (**Bild 3**). Bei dieser Zählung ist der Schutzleiter nicht berücksichtigt.

Beim Dreileiteranschluss enthält der Treppenlicht-Zeitschalter einen Wechsler. Bei Betätigung eines Tasters zieht der Zeitschalter an und betätigt den Wechsler. Dabei ist der Wechsler so ausgeführt, dass zuerst der Schließer geschlossen und danach der Öffner geöffnet wird (Folgewechslers).

Treppenlicht-Zeitschalter für den Dreileiteranschluss können nicht nachgeschaltet (nachgetriggert) werden.

Bei Beleuchtungsanlagen in Treppenhäusern von Mehrfamilienhäusern ist zur Vermeidung plötzlicher Dunkelheit die Abschaltautomatik mit einer Warnfunktion, z. B. Abdimmen, auszustatten. Dies kann mit nachgeschalteten Ausschalt-Vorwarnern oder speziellen Treppenlicht-Zeitschaltern erreicht werden.

Beim Vierleiteranschluss (**Bild 3**) bleibt die Steuerleitung auch nach der Ansteuerung mit der Spule des Treppenlicht-Zeitschalters Q1 verbunden. Dadurch ist es möglich, den Treppenlicht-Zeitschalter nachzuschalten (Zeitablaufdiagramm von **Bild 3**).

Treppenlicht-Zeitschalter für den Vierleiteranschluss können meist nachgeschaltet werden.

Auch beim Vierleiteranschluss ist eine Erweiterung durch Steckdosen möglich.

Neben den beschriebenen Schaltungen gibt es weitere Möglichkeiten. So gibt es auch Treppenlicht-Zeitschalter mit zwei verschiedenen Steuerspannungen, 230 V und 8 V bis 12 V (**Bild 4**). Dadurch kann ohne Zwischenschaltung eines Relais die Ansteuerung wahlweise mit Kleinspannung, z. B. vom Gartentor aus, oder mit 230 V, z. B. im Haus erfolgen.

Ähnlich wie Treppenlicht-Zeitschalter arbeiten Zeitschalter für eine *Nachlaufsteuerung*. Bei der Ventilator-Nachlaufsteuerung, z. B. für Toiletten, erfolgt die Ansteuerung zusammen mit dem Einschalten der Beleuchtung. Nach dem Abschalten der Beleuchtung arbeitet der Ventilator noch eine einstellbare Zeit weiter.

Beleuchtete Taster können wie bei den Stromstoßschaltern verwendet werden, also bei 230 V Steuerspannung bis zu etwa 10 Taster.

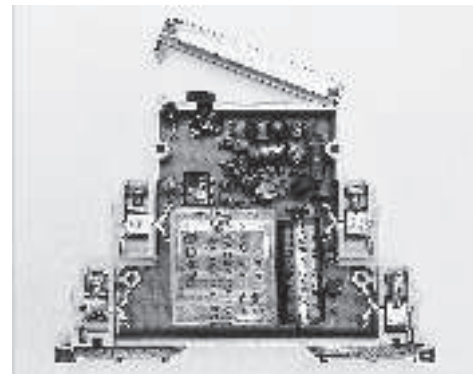


Bild 1: Treppenlicht-Zeitschalter mit elektronischer Abfallverzögerung

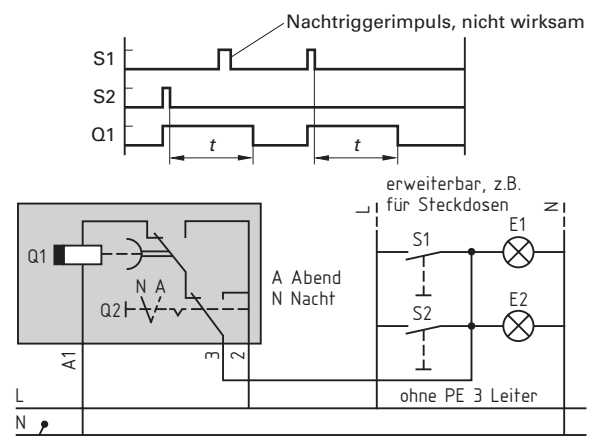


Bild 2: Dreileiteranschluss eines Treppenlicht-Zeitschalters (nicht nachschaltbar)

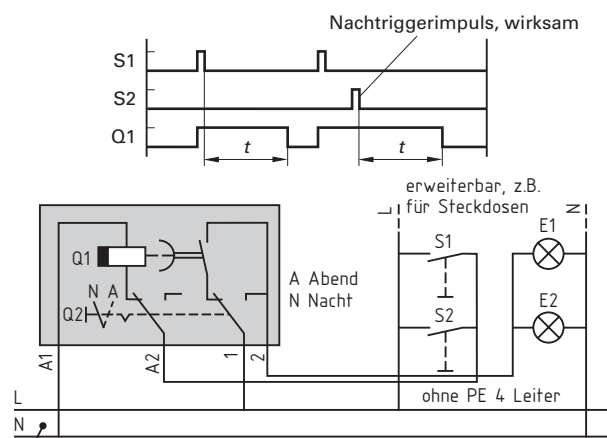


Bild 3: Vierleiteranschluss eines Treppenlicht-Zeitschalters (nachschaltbar)

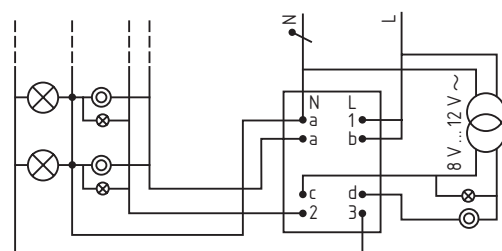


Bild 4: Treppenlicht-Zeitschalter mit Vierleiteranschluss und zwei Steuerspannungen

1. Die Wechselschaltung **Bild 1** enthält einen Schaltfehler. Welche Aussage ist richtig?

1. PE muss an die Schalter angeschlossen werden.
2. Anschlüsse 2 und 3 am Schalter Q1 müssen vertauscht werden.
3. L und N müssen vertauscht werden.
4. Am Schalter Q2 müssen die Anschlüsse 4 und 6 vertauscht werden.
5. Am Schalter Q2 sind die Klemmenanschlüsse 5 und 6 zu vertauschen.

2. An welchen Schalterklemmen sind bei beleuchteten Wechselschaltern die Glühlampen angeschlossen (**Bild 1**)?

1. 2, 3 und 6, 4
2. 2, 1 und 5, 4
3. 2, 3 und 5, 4
4. 2, 3 und 5, 6
5. 2, 1 und 5, 6

3. Die parallel geschalteten Lampen E1, E2 und E3 in **Bild 2** sollen mit einer Wechsel-Kreuzschaltung von fünf Betätigungsstellen eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Bestimmen Sie die richtige Zuordnung Betriebsmittel – Schaltzeichen.

1. 1-D, 2-E, 3-E, 4-E, 5-D
1. A, 2-B, 3-E, 4-E, 5-A
- 1-B, 2-B, 3-E, 4-B, 5-B
- 1-A, 2-B, 3-E, 4-B, 5-A
- 1-B, 2-E, 3-E, 4-E, 5-B

4. Welcher Teil des Zeitablaufdiagramms von **Bild 3** ist für E1 richtig?

5. Weshalb ist die Anzahl der mit Glühlampen beleuchteten Taster in einer Stromstoßschaltung begrenzt?

1. Bei Verwendung von mehr als 10 beleuchteten Tastern würde die Sicherung ansprechen.
2. Der Installationsaufwand ist zu groß und damit die Schaltung zu teuer.
3. Der Stromstoßschalter würde dauernd angesteuert werden.
4. Die Anzahl der beleuchteten Taster in einer Stromstoßschaltung ist nicht begrenzt.
5. Die Erregerspule des Stromstoßschalters würde durchbrennen.

6. Wie groß sind die Aderzahlen an den Stellen (A), (B), (C), (D), von **Bild 4**?

Stelle	1.	2.	3.	4.	5.
A	2	2	3	3	2
B	2	3	2	3	2
C	2	3	3	3	3
D	3	3	4	4	3

7. Welchen Nachteil hat die Schaltung **Bild 5**?

1. Der Neutralleiter wird geschaltet.
2. Der zusätzliche Anschluss von Steckdosen ist nicht möglich.
3. Der Treppenlicht-Zeitschalter ist nicht nachschaltbar.
4. Es können keine beleuchteten Taster verwendet werden.
5. Es ist kein Nachteil vorhanden.

8. Die Verzögerungszeit eines Treppenlicht-Zeitschalters in einer Schaltung mit Vierleiteranschluss wurde auf 60 s eingestellt. Wie lange leuchtet die Lampe E1 bei einer Ansteuerung des Treppenlicht-Zeitschalters durch den Taster S1 und den Taster S2 nach **Bild 6**?

1. 60 s;
2. 90 s;
3. 120 s;
4. 150 s;
5. 180 s

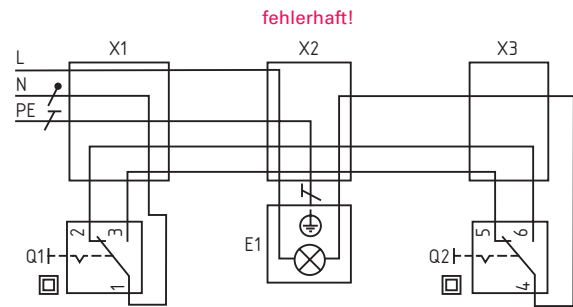


Bild 1: Wechselschaltung

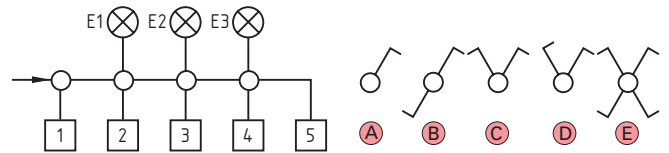


Bild 2: Übersichtsschaltplan einer Wechsel-Kreuzschaltung

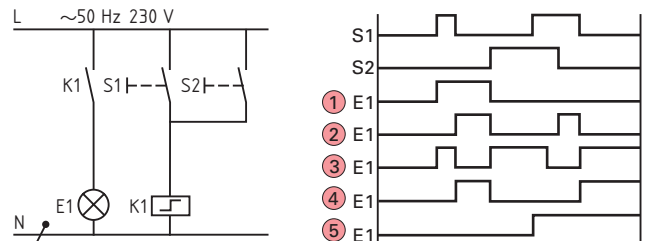


Bild 3: Schaltung mit Stromstoßschalter

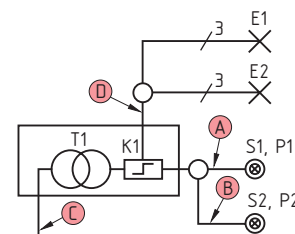


Bild 4: Übersichtsschaltplan einer Stromstoßschaltung

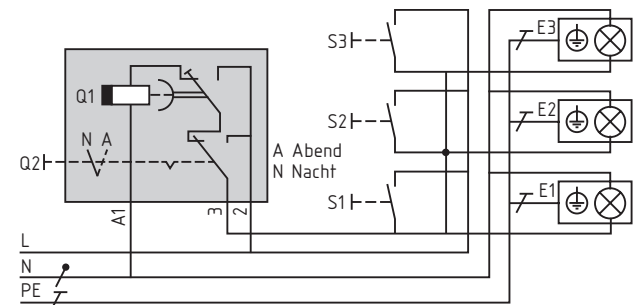


Bild 5: Treppenlicht-Zeitschalter mit Umschalter

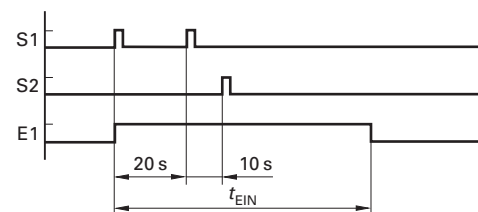


Bild 6: Zeitablaufdiagramm einer Treppenlicht-Zeitschaltung

1.10 Installationsschaltplan (wiring diagram)

Bauzeichnungen unterscheiden sich in ihrer Darstellung und Bemaßung von technischen Zeichnungen. Der Elektroniker muss in der Lage sein, Bauzeichnungen richtig zu lesen. Bauzeichnungen werden als Schnittzeichnungen erstellt. Die Schnittlinie liegt etwa in 1 m Höhe, damit alle Fenster innerhalb des Schnittes liegen. Die Außenlinien werden als Volllinie gezeichnet und das geschnittene Mauerwerk in einem Winkel von 45° schraffiert (**Bild 1**).

Die Zeichnungsmaße beziehen sich unter 1 m auf cm, über 1 m auf m. Die Breite und die Höhe von Fenstern und Türen werden durch zwei übereinanderstehende Zahlen angegeben. Die Zahl über der Maßlinie gibt die Breite, die Zahl unter der Maßlinie die Höhe an, z. B.:

$$\begin{matrix} 90 & \Rightarrow & \text{Türbreite 90 cm} \\ 2,10 & \Rightarrow & \text{Türhöhe 2,10 m} \end{matrix}$$

Schornsteine, Gasabzüge, Träger und Unterzüge sowie Luftkanäle und Aufzugsschächte dürfen bei der Verlegung von elektrischen Leitungen nicht angestemmt oder angefräst werden. Solche Einrichtungen sind in Bauzeichnungen besonders dargestellt und müssen bei der Erstellung eines Installationsschaltplanes beachtet werden (**Bild 1**). Bei Treppen zeigt die Lauflinie mit dem Pfeil immer in der Steigrichtung *nach oben*. In Höhe der Schnittlinie der Zeichnung wird die Treppe durch eine schräge Doppellinie unterbrochen.

Bei der Erstellung des Installationsschaltplanes ist darauf zu achten, dass Lichtschalter immer an der Schlossseite der Tür angeordnet werden. Deshalb muss der Türanschlag in der Bauzeichnung eindeutig zu erkennen sein. Die Tür wird als Volllinie dargestellt, die Öffnungsrichtung durch einen Viertelkreisbogen (**Bild 1**). Die Installation von Wohnräumen wird oft über Deckendosen ausgeführt. Dabei verlaufen die Leitungen im Putz unter der Decke schräg (**Bild 2**).

Der Installationsschaltplan ist die einpolige Darstellung einer Installation. Er wird in eine Bauzeichnung eingetragen. Die Darstellung der Betriebsmittel entspricht fast der lagerichtigen Anordnung.

Installationsschaltpläne enthalten Angaben über Leitungstyp, Art der Verlegung und Adernzahl (**Bild 3**). Bei umfangreichen Installationen werden nur die Betriebsmittel lagerichtig eingezeichnet. Man spricht dann von einer Installationszeichnung (**Bild 4**). Zur Information über Stromkreisverteilung, Leitungsart, Querschnitte und Art der Verlegung wird dann ein Übersichtsplan der Anlage erstellt.

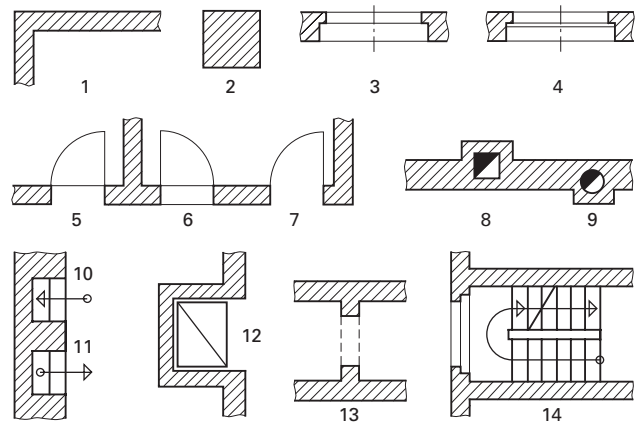


Bild 1: Schnitte und Darstellungen in Bauzeichnungen

1. Mauerquerschnitt, 2. Pfeiler, 3. Fenster einfach verglast, 4. Fenster doppelt verglast, 5. Tür mit einer Schwelle, Türanschlag (Aufgehrichtung) rechts, 6. Tür mit doppelter Schwelle, Türanschlag links, 7. Tür ohne Schwelle, Türanschlag rechts, 8., 9. Schornsteine (Kamine), 10. Entlüftung, 11. Belüftung, 12. Aufzugsschacht, 13. Unterzug oder Träger, 14. Treppe.

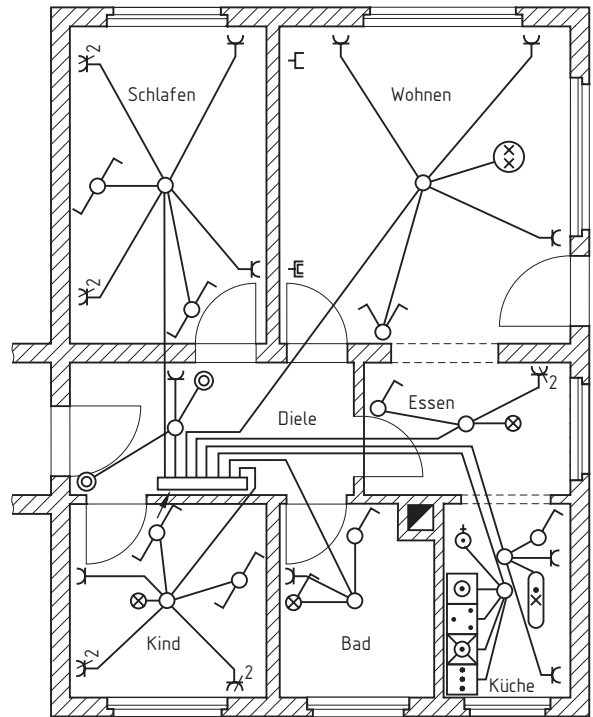


Bild 2: Installationsschaltplan einer Vierzimmerwohnung. Leitungsführung über Deckendosen

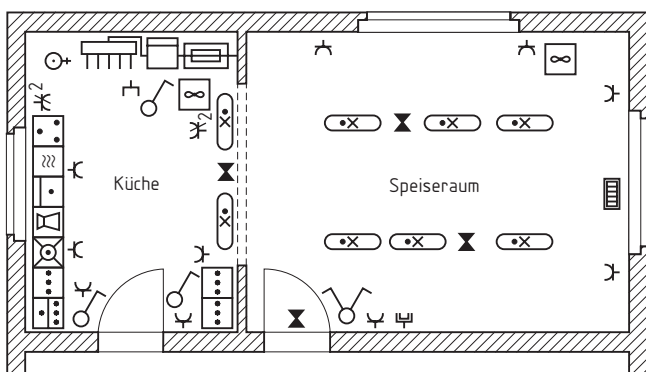


Bild 4: Installationszeichnung einer Werkskantine

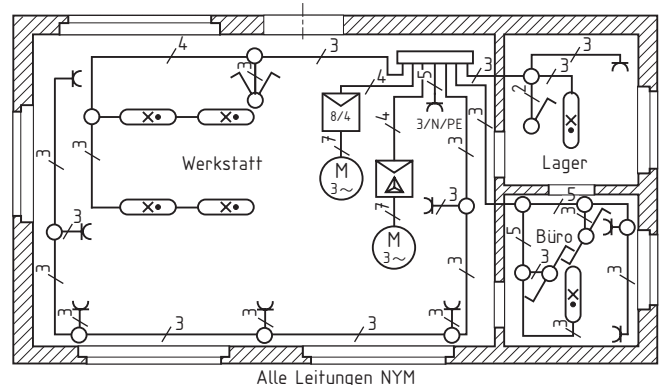


Bild 3: Installationsschaltplan einer Werkstatt. Betriebsmittel und Leitungen lagerichtig eingezeichnet