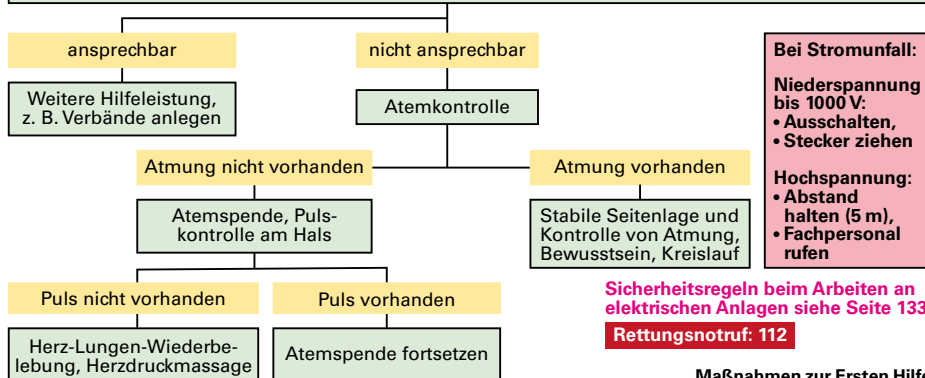


Erste Hilfe am Arbeitsplatz

First Aid at the Workplace

| Begriff | Erklärung | Bemerkungen |
|---|--|---|
| Grundregeln | Für Verunfallte ist grundsätzlich ärztliche Hilfe notwendig und es ist der Notarzt zu verständigen. Nach § 323 c des Strafgesetzbuches droht demjenigen eine Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder eine Geldstrafe, der bei einem Unglücksfall vorsätzlich nicht Hilfe leistet, obwohl dies erforderlich und ihm zuzumuten ist. | Bei einem Notfall ist mitzuteilen: Wo ist der Notfall? Warten auf Fragen. Was ist geschehen? Wie viele Verletzte/Erkrankte? Welche Verletzungen/Erkrankungen? |
| Notrufnummern | Der Rettungsdienst hat die einheitliche Rufnummer: 112 (Feuer- und Rettungsleitstelle) und 110 (Polizeileitstelle). | Weiterhin gibt es je nach Bundesland oder Unternehmen noch andere Rufnummern. |
| Aufzeichnung von Erste-Hilfe-Leistungen | Jede Erste-Hilfe-Leistung am Arbeitsplatz muss aufgezeichnet und mindestens fünf Jahre aufbewahrt werden. | Aus den Aufzeichnungen müssen Zeit, Ort, Herkunft des Unfalls, sowie Art und Umfang der Verletzung hervorgehen. |
| Ersthelfer | In Unternehmen von 2 bis 20 anwesenden Versicherten ist ein Ersthelfer zu bestellen. Bei mehr als 20 Beschäftigten sind in Verwaltungs- und Handelsbetrieben 5 %, in allen anderen Betrieben 10 % der Belegschaft als Ersthelfer auszubilden. | Ersthelfer werden in einem Erste-Hilfe-Lehrgang durch besondere Organisationen, z.B. Deutsches Rotes Kreuz oder Malteser Hilfsdienst, ausgebildet. In allen betrieblichen Bereichen muss mindestens ein Ersthelfer anwesend sein. |
| Sanitätsraum | Ein Sanitätsraum ist erforderlich bei mehr als 1 000 Arbeitnehmern, bei mehr als 100 Arbeitnehmern, wenn besondere Unfallgefahren gegeben sind, auf Baustellen mit mehr als 50 Arbeitnehmern. | Erste-Hilfe-Mittel, z.B. Verbandskästen und Tragen, werden üblicherweise im Sanitätsraum aufbewahrt. Die Anzahl der Verbandskästen wird durch die Anzahl der Beschäftigten bestimmt. |
| Elementarhilfe | Erforderlich bei Bewusstlosigkeit, Atemstillstand, Kreislaufschwäche oder Schock, Blutungen und Verbrennungen. | Elementarhilfe ist eine sofortige und notwendige Hilfe bei Unfällen. |
| Atemstillstand | Wenn keine Atmung feststellbar ist, wird die Atemspende angewandt. Dazu wird die Atemluft in Mund oder Nase des Verunglückten geblasen. | Atemwege eventuell zuvor reinigen und mit beiden Händen den Kopf nach hinten drücken. |
| Kreislaufschwäche, Schock | Schockzeichen sind schwacher Puls, blasse und feuchtkalte Haut. Notwendig sind Hochlagern der Beine und Schutz gegen Wärmeverlust. | Im Schockzustand stets einen Helfer beim Verletzten lassen und Zusage geben. |
| Blutungen | Stillen durch Druckverband, dabei Wunde mit steriler Auflage abdecken. Bei Schlagaderblutungen (Blut spritzt stoßweise) ist Abdrücken erforderlich. | Abbinden nur in schwersten Fällen, wenn die Blutung nicht anders zu stoppen ist. Abdrücken erfolgt durch einen in den Verband eingebundenen Gegenstand. |
| Verbrennungen | Behandlung, z.B. Eintauchen, mit reichlich kaltem Wasser, bei kleinen Verbrennungen. | Entfernen der Kleidung nur unter größtmöglicher Hautschonung (Infektionsgefahr). |
| Herzdruckmassage | 2 x Atemspende zu Beginn, 30 x Herzdruckmassage, 2 x Atemspende, 30 x Herzdruckmassage usw. Lagerung auf dem Rücken, Unterlage flach und hart. Druckpunkt: Die Handballen der übereinander gelegten Hände werden auf das untere Brustbeindrittel gesetzt. | Das eigene Körpergewicht wird mit gestreckten Armen auf den Brustkorb des Verletzten übertragen. Eindringtiefe ca. 5 cm, max. 6 cm. Anzahl der Drücke je Minute: 50 bis 60. |

Auffinden einer leblosen Person



Maßnahmen zur Ersten Hilfe



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische, elektronische,
mechatronische und informations-
technische Berufe

Tabellenbuch Elektrotechnik

Tabellen

Formeln

Normenanwendungen

29. neu bearbeitete und erweiterte Auflage

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

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

Europa-Nr.: 30103

Europa-Nr.: 30548 XL mit Keycard

Autoren des Tabellenbuchs Elektrotechnik:

| | | |
|---------------------|--|--------------------|
| Häberle, Gregor | Dr.-Ing., Abteilungsleiter | Tettngang |
| Häberle, Heinz † | Dipl.-Gewerbelehrer, VDE | Kressbronn |
| Häberle, Verena | MSc ETH ETIT | Zürich |
| Isele, Dieter | Ing. (HTL), Berufsschullehrer | Lauterach |
| Jöckel, Hans-Walter | Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat | Friedrichshafen |
| Krall, Rudolf | Dipl.-Päd., Ing., Berufsschuloberlehrer | St. Leonhard |
| Schiemann, Bernd | Dipl.-Ing. | Durbach |
| Schmid, Dietmar | Dipl.-Ing., Studiendirektor | Biberach a. d. Riß |
| Schmitt, Siegfried | staatl. gepr. Techniker, Techn. Oberlehrer | Bad Bergzabern |
| Tkotz, Klaus | Dipl.-Ing. (FH) | Kronach |

Leitung des Arbeitskreises:

Dr.-Ing. Gregor Häberle, Tettngang

Herr Heinz O. Häberle hat dieses Werk in der ersten Auflage 1966 mitgegründet, als Lektor und Autor weiterentwickelt und geprägt bis zu seinem Tod in 2017. Durch seine vielfältigen schriftstellerischen Werke unterstützte er junge Menschen in ihrer Aus- und Weiterbildung im Bereich der Elektrotechnik über Jahrzehnte hinweg. Dafür sind wir ihm dankbar.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Auszüge aus DIN-Normen mit VDE-Klassifikation sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 72.020 des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de, und der Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, erhältlich sind.

29. Auflage 2020

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-3785-5

ISBN 978-3-7585-3054-8 XL, mit Freischaltcode für das digitale Buch

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

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg



Grundlagen, Physik, Bauelemente

Übersicht 11

G



Technische Dokumentation, Messen

Übersicht 67

TM



Elektrische Installation

Übersicht 131

EI



Sicherheit, Energieversorgung

Übersicht 229

SE



Informations- und Kommunikationstechnik

Übersicht 339

IK



Automatisierung, Antriebe, Steuern und Regeln

Übersicht 393

AS



Werkstoffe, Verbindungstechnik

Übersicht 489

W



Betrieb und Umwelt

Übersicht 521

BU

Die Weiterentwicklungen der Technik im Rahmen von Digitalisierung, Industrie 4.0, Smart Grids, Smart Home sowie die Anforderungen, dem Klimawandel entgegenzuwirken, und auch erfolgte Anpassungen der Normen hinsichtlich z. B. Sicherheit und Prüfen führten zu einer Überarbeitung und Erweiterung dieses Buches als Kompendium. Dabei stand im Vordergrund, für die genannten innovativen Themen das notwendige Wissen bereitzustellen. Neue und aktualisierte Inhalte sind nachstehend *kursiv* (schräg) gedruckt.

- Teil G** Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen, Größen und Einheiten, mathematische Zeichen, Vorsätze, Kraft, Drehmoment, Arbeit, Leistung, Wärme, Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Potenziometer, Wechselgrößen, Drehstrom, Unsymmetrische Belastung bei Drehstrom, Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren, Thyristoren, magnetfeldabhängige Bauelemente.
- Teil TM** Technisches Zeichnen, Stromkreise und Schaltzeichen, Schaltpläne, *Anwendung der Referenzkennzeichnung*, Dokumentation, Betriebsanleitung, Messgeräte, Messwerke, Messkategorien, *Messen in elektrischen Anlagen*, eHZ-Zählertypen, Hydraulische und pneumatische Elemente, *Symbole der Verfahrenstechnik*, Kennzeichnungen in elektro-pneumatischen Steuerungen, Elektropneumatische Grundsaltungen, *AC/DC-Größen-erfassung*, Oszilloskop, *Sensoren*, Lichtschranken.
- Teil EI** Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten, Arbeiten in elektrischen Anlagen, *Installationsschaltungen*, Sprechanlagen, *Mindestausstattung von Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden*, Dimmertypen, Dimmen von LEDs, Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik, Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen, *DALI, Smart-Home-Anlagen, Komponenten zur Funksteuerung*, Aufbau von Schaltschränken, *Hausanschluss und Aufteilung des PEN-Leiters*, Leitungsberechnung, *Leitungslängen, Induktivitätsbelag und Spannungsfall, Oberschwingungen, Trennklassen der Kommunikationsverkabelung, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Elektroinstallationen*, Lichttechnik, *LED-Leuchtmittel*, LED-Leuchtröhren/Leuchtbänder.
- Teil SE** Arbeitssicherheit, Stromgefährdung durch DC, *Basisschutz, Fehlerschutz, zusätzlicher Schutz*, Leiter für die Schutzmaßnahmen, *Fehlerströme, Koordination der Betriebsmittel, Kraftwerksarten, HGÜ, Stromhandel, explosionsgeschützte Betriebsmittel, IC-Code, IK-Code*, Isolierstoffklassen, Transformatoren, Freileitungssysteme, *Erdkabel, PV-Anlagen*, Brennstoffzellen, Primärelemente, Akkumulatoren, SSV-Anlagen, Ladetechniken für Akkumulatoren, *Ladestationen für Elektrofahrzeuge*, Blitzschutz, Kompensation, Messen von Oberschwingungen, THD-Werte, Regelung der Netzspannung und Netzfrequenz, *Sicherheitstechnik, Brandschutz und Leitungsanlagen*, Heizwärmeverbrauch, Energy Harvesting, Energieeinsparverordnung, *Elektrische Energieeffizienz, Stromtarife*.
- Teil IK** Zahlensysteme, Codes, Kippschaltungen, *Windows-Tastenkürzel, Excel, Digitalisierung, Industrie 4.0, IoT*, DA-Umsetzer, AD-Umsetzer, Modulation und Demodulation, Netze der Informationstechnik, Ethernet, Funk-LAN, AS-i-Bussysteme, *M-Bus und Smart Metering*, 3D-Drucker, *Netzwerkkommunikation, PROFINET*, Identifizierungssysteme, Internet, Antennenanlagen, SAT-Anlagen, Fernwirken, Fernwarten, Funktionale Sicherheit SIL, *Sensor-Anschlussstechnik, Störungen bei der Funkübertragung, Satellitenempfang*.
- Teil AS** Operationsverstärker, Stromrichter, Schaltnetzteile, Steuerrelais, *Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS*, Bibliotheksfähige SPS-Bausteine, *TIA-Portal, GRAFCET*, Elektrische Ausrüstung von Maschinen, Schütze, Motorschutz, Regelungstechnik, Hilfsstromkreise von Steuerungen, Drehstrommotoren, Wechselstrommotoren, Gleichstrommotoren, *Effizienz von Antrieben*, Servomotoren, Kleinstmotoren, Linearantriebe, *Frequenzrichter auswählen und einstellen, Sicherheitsfunktionen*, Elektronische Grenzaster, Softstarter.
- Teil W** Periodensystem, Stoffwerte, Stahlnormung, Magnetwerkstoffe, Isolierstoffe, Leitungen, Erdkabel, Steckverbinder, *Cat-7-Steckverbindungen*, lötfreie Anschlusstechnik, Gewinde, Schrauben und Muttern.
- Teil BU** Organisationsformen, Arbeiten im Team, Arbeitsplanung, Kosten und Kennzahlen, Durchführung von Projekten, Umgang mit Konflikten, Kommunikation mit Kunden, Business Etikette, Statistische Auswertungen, *Qualitätsmanagement*, Umwelttechnische Begriffe, Gefährliche Stoffe, *Normen, Kurzformen*, Fachliches Englisch, Firmen und Dienststellen.

Normänderungen wurden übernommen. Allgemein ist zu beachten, dass vielfach die Normen verschiedene Formen zulassen, z. B. in DIN EN 61082 (Dokumente der Elektrotechnik, Regeln) Stromverzweigung mit oder ohne „Punkt“. Davon wurde, wie in der beruflichen Praxis, auch im Buch Gebrauch gemacht.

Verlag und Autoren danken für die zahlreichen Benutzerhinweise, die zu einer weiteren Verbesserung des Buches führten. Gerne nehmen wir auch künftig konstruktive Verbesserungsvorschläge dankbar entgegen. Diese können auch mit E-Mail an lektorat@europa-lehrmittel.de gerichtet sein.

| | |
|--|-----------|
| Vorwort zur 29. Auflage | 4 |
| Literaturverzeichnis | 10 |
| Teil G: Grundlagen, Physik, Bauelemente | 11 |
| Formelzeichen dieses Buches | 12 |
| Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches | 13 |
| Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen | 14 |
| Größen und Einheiten | 15 |
| Mathematische Zeichen | 17 |
| Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung | 18 |
| Logarithmisches Maß Dezibel | 19 |
| Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen | 20 |
| Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen | 21 |
| Längen und Flächen | 22 |
| Körper und Masse | 23 |
| Masse, Kraft, Druck, Drehmoment | 24 |
| Bewegungslehre | 25 |
| Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie | 26 |
| Übersetzungen | 27 |
| Rollen, Keile, Winden | 28 |
| Wärme | 29 |
| Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand | 30 |
| Elektrische Leistung, elektrische Arbeit | 31 |
| Elektrisches Feld, Kondensator | 32 |
| Wechselgrößen, Wellenlänge | 33 |
| Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls | 34 |
| Magnetisches Feld, Spule | 35 |
| Strom im Magnetfeld, Induktion | 36 |
| Schaltungen von Widerständen | 37 |
| Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler | 38 |
| Potenzimeter | 39 |
| Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung | 40 |
| Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten | 41 |
| Schalten von Kondensatoren und Spulen | 42 |
| Reihenschaltung von R, L, C | 43 |
| Parallelschaltung von R, L, C | 44 |
| Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung | 45 |
| Einfache Filter | 46 |
| Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) | 47 |
| Unsymmetrische Last, Netzwerkwandlung, Brückenschaltung | 48 |
| Unsymmetrische gleichartige Belastung bei Dreiphasenwechselstrom | 49 |
| Widerstände und Kondensatoren | 50 |
| Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren | 51 |
| Bauarten von Widerständen und Kondensatoren | 52 |
| Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren | 53 |
| Halbleiterwiderstände | 54 |
| Dioden | 55 |
| Feldeffekttransistoren, IGBTs | 56 |
| Bipolare Transistoren | 57 |
| Thyristor | 58 |
| Thyristorarten und Triggerdiode | 59 |
| Gleichrichterbegriffe | 60 |

| | |
|---|-----------|
| Gehäuseformen von Dioden, Transistoren und IC | 61 |
| Magnetfeldabhängige Bauelemente | 62 |
| Fotoelektronische Bauelemente | 63 |
| Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren | 64 |
| Bauelemente für Überspannungsschutz | 65 |
| Kühlung von Halbleiter-Bauelementen | 66 |
| Teil TM: Technische Dokumentation, Messen .. | 67 |
| Grafische Darstellung von Kennlinien | 68 |
| Allgemeines technisches Zeichnen | 69 |
| Zeichnerische Darstellung von Körpern | 70 |
| Maßpfeile, besondere Darstellungen | 71 |
| Maßeintragung | 72 |
| Maßeintragung, Schraffur | 73 |
| Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente .. | 74 |
| Weitere funktionsbezogene Dokumente | 75 |
| Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente | 76 |
| Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) in Schaltplänen | 77 |
| Kennzeichnungen in Schaltplänen | 78 |
| Anwenden der Referenzkennzeichnung nach DIN EN 81346 in Anlagen | 80 |
| Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen | 81 |
| Stromkreise und Schaltzeichen | 82 |
| Allgemeine Schaltzeichen | 83 |
| Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen .. | 84 |
| Messinstrumente und Messgeräte | 85 |
| Halbleiterbauelemente | 86 |
| Binäre Elemente | 87 |
| Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte | 89 |
| Audiumsetzer, Videoumsetzer und Antennenanlagen | 90 |
| Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne | 91 |
| Installationsschaltpläne | 93 |
| Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne | 94 |
| Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren .. | 95 |
| Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser | 96 |
| Drehstrommotoren und Anlasser | 97 |
| Motoren mit Stromrichterspeisung | 98 |
| Vergleich von Schaltzeichen | 99 |
| Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln (Beispiele) | 101 |
| Hydraulische und pneumatische Elemente | 102 |
| Symbole der Verfahrenstechnik | 103 |
| Kennzeichnung in elektropneumatischen Steuerungen | 104 |
| Elektropneumatische Grundschaltungen | 105 |
| Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen | 106 |
| Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung | 107 |
| Elektrische Messgeräte und Messwerke | 108 |
| Piktogramme für die Messtechnik | 109 |
| Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung | 110 |
| Messbereichserweiterung | 111 |
| AC/DC-Größenerfassung | 112 |
| Messungen in elektrischen Anlagen | 113 |
| Niederspannungs-Leistungsmessgeräte | 116 |
| Elektrizitätszähler, Niederspannungs-Leistungsmessgeräte | 117 |
| Elektronische kWh-Zähler | 118 |

| | | | |
|---|------------|--|-----|
| Elektronische Haushaltszähler eHZ EDL und SMGW | 119 | Hauptleitungen in Wohnanlagen | 176 |
| Oszilloskope | 120 | Zählerplatzinstallation | 177 |
| Messen mit dem Oszilloskop | 121 | Elektrische Mindestausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze | 178 |
| Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren | 122 | Mindestausstattung an Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden | 179 |
| Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren | 123 | Leitungsführung in Wohngebäuden | 180 |
| Bewegungsmessung mit Sensoren | 124 | Leitungsberechnung ohne Verzweigung | 181 |
| Temperaturmessung mit Sensoren | 125 | Leitungsberechnung mit Verzweigung | 183 |
| Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken) | 126 | Induktivitätsbelag und Spannungsfall | 184 |
| Näherungsschalter (Sensoren) | 127 | Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen | 185 |
| Ultraschall-Sensoren | 128 | Maximale Leitungslängen nach Spannungsfall .. | 186 |
| Weitere Sensoren | 129 | Verlegearten für feste Verlegung | 187 |
| Anschluss von Näherungssensoren der Steuerungstechnik | 130 | Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 25\text{ °C}$ | 188 |
| Teil EI: Elektrische Installation | 131 | Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 30\text{ °C}$ | 189 |
| Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten .. | 132 | Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung | 190 |
| Arbeiten in elektrischen Anlagen | 133 | Ergänzungen zur Strombelastbarkeit | 191 |
| Werkstattausrüstung | 134 | Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit | 192 |
| Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung | 135 | Leitungsberechnung bei Oberschwingungen | 193 |
| Ausschaltungen, Serienschaltung | 136 | Verteilerstromkreis bei Oberschwingungen OS .. | 194 |
| Wechselschaltung, Kreuzschaltung | 137 | Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln | 195 |
| Reale Ausführung von Installationsschaltungen .. | 138 | Trennklassen der Kommunikationsverkabelung .. | 196 |
| Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner | 139 | Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen) | 197 |
| Schaltungen mit Stromstoßschaltern | 140 | Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte | 200 |
| Jalousieschaltungen | 141 | Orte mit Badewanne oder Dusche | 201 |
| Zweidraht-Türsprechanlagen | 143 | Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung | 202 |
| Videoanlagen für Hauskommunikation | 144 | Saunaanlagen, Schwimmbekken, begehbare Becken | 203 |
| Türsprechanlagen | 145 | Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten | 204 |
| Dimmen konventioneller Lampen | 146 | Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betriebsstätten | 205 |
| Konventionelle Tastdimmer, Dimmertypen | 147 | Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen | 206 |
| Dimmen von LED-Lichtquellen | 148 | Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen | 208 |
| Lichtmanagement mit DALI | 149 | Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen | 209 |
| Automatikschalter mit Wärmesensor | 150 | Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen | 210 |
| Automatikschalter mit Ultraschall-Bewegungssensor | 151 | Aufbau von Schaltschränken | 211 |
| Elektroinstallation mit Niedervolt-Halogenglühlampen | 152 | Lichttechnik | 212 |
| Feldarme Elektroinstallation | 153 | Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in Innenräumen | 213 |
| Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik | 154 | Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtungen | 214 |
| Linien und Bereiche beim Installationsbus KNX-TP | 155 | Berechnung von Beleuchtungsanlagen | 215 |
| Schaltzeichen des KNX | 156 | Beleuchtung und Blendung | 216 |
| Systemkomponenten für den KNX-TP | 157 | Leuchtstofflampen für AC 230 V | 217 |
| Sensoren für den KNX-TP | 158 | Temperaturstrahler, Gasentladungslampen | 218 |
| Aktoren für den KNX-TP | 159 | Energiesparlampen, Farbwiedergabe | 219 |
| Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL | 160 | Induktionslampen und Lichtwellenleiter | 220 |
| Projektierung einer Smart-Home-Anlage | 161 | EVG für Leuchtstofflampen | 221 |
| Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX .. | 162 | LED-Beleuchtung | 222 |
| Smart Home mit Busch-free@home | 164 | LED-Leuchtmittel | 223 |
| Busch-free@home-Komponenten | 165 | LED-Leuchtröhren, LED-Module | 224 |
| LON | 166 | Lichttechnische Daten von Leuchten | 225 |
| LON-Komponenten | 167 | | |
| LCN | 168 | | |
| Elektroinstallation mit Funksteuerung | 169 | | |
| Komponenten zur Funksteuerung | 171 | | |
| Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen | 172 | | |
| Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich .. | 173 | | |
| Hausanschluss und Aufteilung des PEN-Leiters .. | 174 | | |
| Fundamenterder im Beton oder in Erde | 175 | | |

| | |
|--|-----|
| Leuchtstofflampenersatz | 226 |
| Lichtwerbeanlagen mit Niederspannung | 227 |
| Leuchtröhrenanlagen | 228 |

Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung **229**

| | |
|--|-----|
| Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben | 230 |
| Zeichen zur Unfallverhütung | 231 |
| Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit | 235 |
| Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten | 236 |
| Weitere Stromgefährdungen | 237 |
| Schutzmaßnahmen, Schutzklassen | 238 |
| Verteilungssysteme | 239 |
| Schutz gegen elektrischen Schlag | 240 |
| Differenzstromgeräte RCD, RCM | 241 |
| Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung | 242 |
| Weitere Schutzmaßnahmen | 244 |
| Koordination elektrischer Betriebsmittel | 245 |
| Fehlerströme und RCDs bei Stromrichterschaltungen | 246 |
| Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen | 247 |
| Leiter für Schutzmaßnahmen | 248 |
| Prüfungen nach DIN VDE 0100 Teil 600 | 249 |
| Prüfung der Schutzmaßnahmen | 250 |
| Wiederkehrende Prüfungen | 252 |
| Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte | 253 |
| Geräteprüfung nach Instandsetzung oder Änderung | 256 |
| Prüfen von elektrischen Maschinen und Anlagen Transformatoren und Drosselspulen, Prüfung der Isolation | 257 |
| Berechnung von Transformatoren | 259 |
| Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren .. | 260 |
| Kleintransformatoren | 261 |
| Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von Transformatoren | 262 |
| Transformatoren für Drehstrom | 263 |
| Transformatoren in Parallelbetrieb | 264 |
| Netze der Energietechnik | 265 |
| Freileitungen | 266 |
| Freileitungsnetze | 267 |
| Kabel für die Energieverteilung | 268 |
| Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ | 269 |
| Verlegen von Erdkabeln | 270 |
| Kraftwerksarten | 271 |
| Drehende Generatoren | 272 |
| Eigenerzeugungsanlagen | 273 |
| Windkraftanlagen | 275 |
| Fotovoltaik | 276 |
| Fotovoltaikanlagen | 277 |
| Intelligente Stromnetze | 278 |
| Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen .. | 279 |
| Stromhandel | 281 |
| Brennstoffzellen | 282 |
| Schutzarten elektrischer Betriebsmittel, IEC- Zeichen | 283 |
| Explosionsschutz, ATEX-Kennzeichnung | 284 |
| IK-Code, IC-Code | 285 |
| Elektrochemie | 286 |
| Primärelemente (Batterien) | 287 |

| | |
|--|-----|
| Akkumulatoren (Sekundärelemente) | 288 |
| Ladetechniken für Akkumulatoren | 289 |
| Energie ernten für Sensoren und Aktoren | 290 |
| Notstromversorgung und Notbeleuchtung | 291 |
| Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV- Anlagen) | 292 |
| USV-Systeme (Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme) | 293 |
| Energieversorgung für Baustellen | 294 |
| Ladestationen für Elektrofahrzeuge | 295 |
| Elektrische und magnetische Feldstärken | 296 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit EMV | 297 |
| Elektromagnetische Störungen EMI | 298 |
| Maßnahmen gegen EMIs | 299 |
| Innerer Blitzschutz | 300 |
| Äußerer Blitzschutz | 301 |
| Fangeinrichtungen und Ableitungen | 303 |
| Qualität der Stromversorgung | 304 |
| Oberschwingungen OS | 305 |
| Messen von Oberschwingungen OS | 306 |
| THD-Werte von Oberschwingungen | 307 |
| Regelung der Netzspannung | 308 |
| Regelung der Netzfrequenz | 309 |
| Kompensation | 310 |
| Kompensation der Blindleistung | 311 |
| Überwachung der Endstromkreise | 313 |
| Melde- und Überwachungsanlagen | 314 |
| Sicherheitstechnik in Gebäuden | 315 |
| Rauchwarnmelder RWM | 316 |
| Brandschutzschalter | 317 |
| Brandschutz | 318 |
| Brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen | 319 |
| Brandmeldeanlagen | 320 |
| Gefahrenmeldeanlagen | 321 |
| Einbruchmeldeanlage EMA | 322 |
| Video-Überwachung | 323 |
| Raumheizung | 324 |
| Umschlossene Heizungssysteme | 325 |
| Klimatisierung von Räumen | 326 |
| Klimatisierung von Schaltschränken | 327 |
| Kochstellen für Elektroherde | 328 |
| Warmwassergeräte | 329 |
| Hausgeräte | 330 |
| CE-Kennzeichnung | 331 |
| Elektrische Energieeffizienz | 332 |
| Ermittlung des Energieverbrauchskennwertes von Gebäuden | 333 |
| Energieeffizienzklasse von Geräten | 334 |
| Energie-Einsparpotenziale | 336 |
| Wärmepumpe | 337 |
| Stromtarife | 338 |

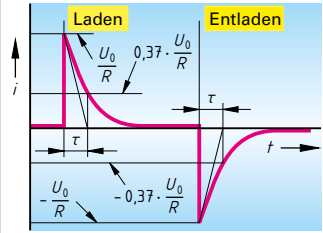
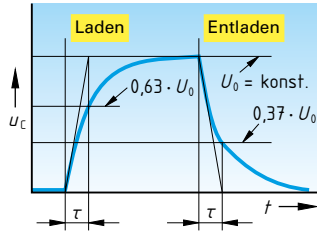
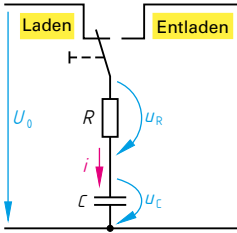
Teil IK: Informations- und Kommunikationstechnik **339**

| | |
|---|-----|
| Digitalisierung (Industrie 4.0) | 340 |
| Internet of Things (IIoT und IoT) | 341 |
| Dualzahlen und Binärcodes | 342 |
| Sedezimalzahlen und Oktalzahlen | 343 |
| ASCII-Code und Unicode | 344 |
| Binäre Verknüpfungen | 345 |
| Schaltalgebra | 346 |
| Entwicklung von Schaltnetzen | 347 |

| | | |
|--|--|-------------------|
| Automatisierungstechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Baumann u. a. |
| Betrieb von elektrischen Anlagen | VDE-Verlag, Berlin | DIN VDE 0105 |
| Digitale Übertragungstechnik | Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden | Gerdsen |
| Drehzahlvariable Drehstromantriebe mit Asynchronmotoren | VDE-Verlag, Berlin | Budig |
| Einführung in die Elektroinstallation | Verlag Hüthig, München/Heidelberg | H. Häberle |
| Elektrische Niederspannungsanlagen von Gebäuden | VDE-Verlag, Berlin | DIN VDE 0100 |
| Elektrische Anlagen in Wohngebäuden | Beuth-Verlag, Berlin | DIN 18015 |
| Fachwissen Betriebs- und Antriebstechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Fritsche u. a. |
| Fachwissen Umwelttechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | C. D. Paul u. a. |
| Elektrische Energieversorgung | Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden | Heuck u. a. |
| Elektrische Messgeräte und Messverfahren | Springer-Verlag, Berlin | Jahn u. a. |
| EMV nach VDE 0100 | VDE-Verlag, Berlin | Rudolph u. a. |
| Fachkunde Elektrotechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Tkocz u. a. |
| Fachkunde Industrieelektronik und Informationstechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Grimm u. a. |
| Formeln für Mechatroniker | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | G. Häberle u. a. |
| Handbuch Elektromagnetische Verträglichkeit | VDE-Verlag GmbH, Berlin | Habiger u. a. |
| Handbuch Elektrotechnik | Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden | Böge u. a. |
| IT-Handbuch | Westermann-Schulbuchverlag, Braunschweig | Hübscher u. a. |
| Leistungselektronik | Carl Hanser Verlag, München | Bystron |
| Moderne Leistungselektronik und Antriebe | VDE-Verlag, Berlin | Hofer |
| Netzurückwirkungen | VDE-Verlag, Berlin, und VVEW-Energieverlag, Frankfurt a.M. | Hörmann u. a. |
| Optische Übertragungstechnik | Verlag Hüthig, München/Heidelberg | Wrobel u. a. |
| Professionelle Stromversorgung | Franzis-Verlag GmbH, München | Freyer |
| Praxis Elektrotechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Feustel u. a. |
| Schutz durch DIN VDE | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Fritsche u. a. |
| Tabellenbuch Automatisierungstechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Dahlhoff u. a. |
| Tabellenbuch industrielle Computertechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Grimm u. a. |
| Tabellenbuch Informations-, Geräte-, System- und Automatisierungstechnik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | Burgmaier u. a. |
| Tabellenbuch Mechatronik | Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten | H. Dahlhoff u. a. |
| Transformatoren | VDE-Verlag, Berlin, und VVEW-Energieverlag, Frankfurt a.M. | Janus u. a. |

Schaltung, Zeitkonstante Spannungsverlauf Stromverlauf

Ladevorgang und Entladevorgang beim Kondensator an DC



Zeitkonstante

$$\tau = R \cdot C \quad 1$$

$$[\tau] = \Omega \cdot F = \Omega \cdot \frac{As}{V} = s$$

Laden:

$$u_C = U_0 [1 - \exp(-t/\tau)] \quad 2$$

Entladen:

$$u_C = U_0 \cdot \exp(-t/\tau) \quad 4$$

Laden und Entladen:

$$u_R = i \cdot R \quad 6$$

Laden:

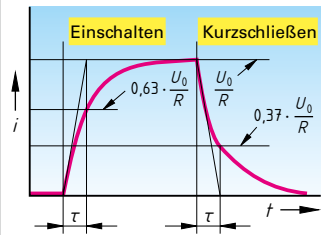
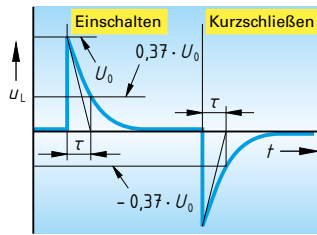
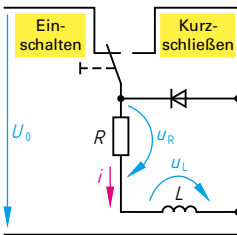
$$i_C = \frac{U_0}{R} \cdot \exp(-t/\tau) \quad 3$$

Entladen:

$$i_C = -\frac{U_0}{R} \cdot \exp(-t/\tau) \quad 5$$

$\exp(x) = e^x$ mit $e = 2,71828 \dots$

Einschaltvorgang und Ausschaltvorgang (Kurzschließen) bei der Spule an DC



Zeitkonstante

$$\tau = \frac{L}{R} \quad 7$$

$$[\tau] = \frac{H}{\Omega} = \frac{Vs}{As} = s$$

Einschalten:

$$u_L = U_0 \cdot \exp(-t/\tau) \quad 8$$

Kurzschließen:

$$u_L = -U_0 \cdot \exp(-t/\tau) \quad 10$$

Einschalten:

$$u_R = U_0 [1 - \exp(-t/\tau)] \quad 12$$

Einschalten:

$$i_L = \frac{U_0}{R} \cdot [1 - \exp(-t/\tau)] \quad 9$$

Kurzschließen:

$$i_L = \frac{U_0}{R} \cdot \exp(-t/\tau) \quad 11$$

$\exp(x) = e^x$ mit $e = 2,71828 \dots$

C Kapazität

i Stromstärke (Augenblickswert)

L Induktivität

R Wirkwiderstand

t Zeit

τ Zeitkonstante

u_C Kondensatorspannung

u_L Spulenspannung

u_R Spannung an R

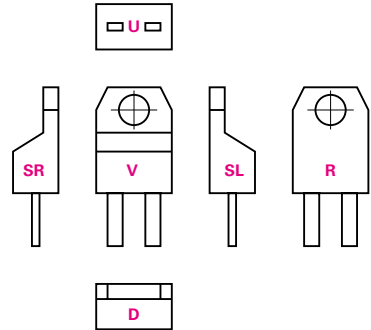
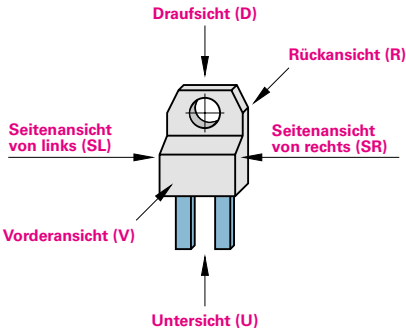
U_0 Gleichspannung

$\exp(-t/\tau)$ ist die genormte Schreibweise von $e^{-t/\tau}$. Beim Taschenrechner muss man bei der Berechnung die Taste e^x verwenden und nicht die Taste exp.

Die Zeitkonstante gibt die Zeit an, nach der ein nach $\exp(x) = e^x$ verlaufender Vorgang beendet wäre, wenn der Vorgang mit der Anfangsgeschwindigkeit weiter verlaufen würde. Das ist aus den Tangenten der Bilder erkennbar. Endwerte von u und i sind erreicht nach $t \approx 5\tau$.

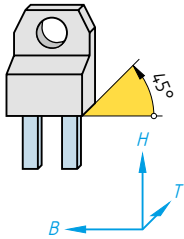


Anordnung der Ansichten



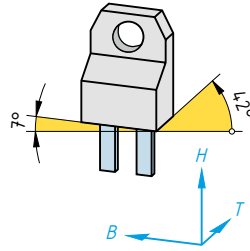
Axonometrische Projektionen

Rechtwinklige Parallelprojektion



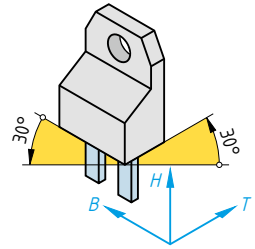
$B : H : T = 1 : 1 : 0,5$
Anwendung für Skizzen

Dimetrische Projektion



$B : H : T = 1 : 1 : 0,5$
Zeigt in der Vorderansicht
Wesentliches

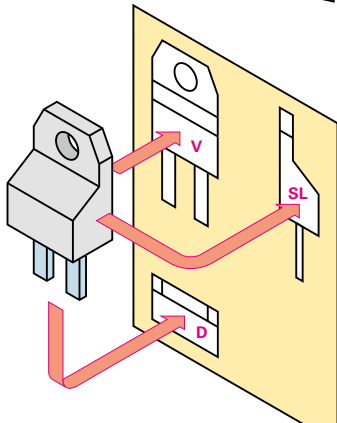
Isometrische Projektion



$B : H : T = 1 : 1 : 1$
Zeigt drei Ansichten gleichrangig

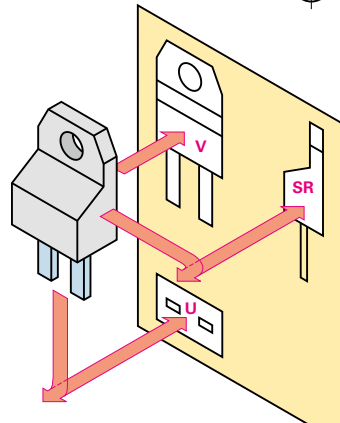
Normalprojektionen

Projektionsmethode 1: Kennzeichen:



Anwendung in europäischen Ländern

Projektionsmethode 3: Kennzeichen:



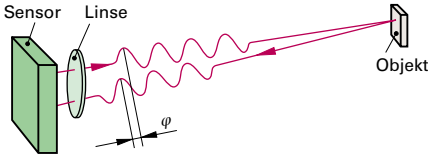
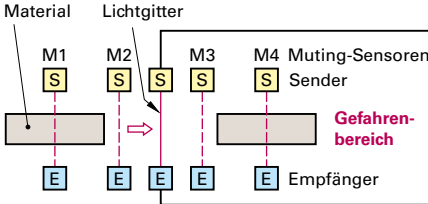
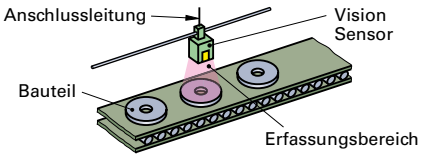
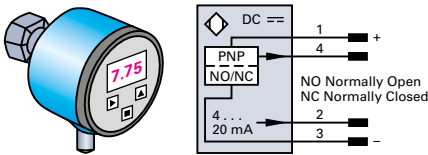

Anwendung in amerikanischen Ländern und in Datenbüchern



| Symbol | Benennung | Symbol | Benennung | Symbol | Benennung |
|------------------------------------|--|--|---|-----------------------------|------------------------------------|
| Leitungen | | Wegeventile | | Stromventile | |
| | Arbeitsleitung | | Anzahl der Rechtecke = Anzahl der Schaltungen; 2 Schaltstellungen | | Drosselventil, verstellbar |
| | Steuerleitung | | Anschlüsse werden mit Strichen markiert | | 2-Wege-Stromregelventil |
| | Leckleitung, Entlüftungsleitung | | 1 Durchflussweg | Wegeventilbetätigung | |
| | Leitungsverbindung | | 2 gesperrte Anschlüsse | | mit Feder |
| | Leitungskreuzung | | 2 Durchflusswege | | durch Muskelkraft, allgemein |
| | Elektrische Leitung | | 2 Durchflusswege | | mit Druckknopf |
| Funktionszeichen | | Kurzbezeichnungen | | | mit Hebel |
| | hydraulisch, pneumatisch | Die erste Zahl gibt die Anzahl der gesteuerten Anschlüsse und die zweite Zahl die Anzahl der Schaltstellungen an. Beispiel: 3/2-Wegeventil └ 2 Schaltstellungen (a und b) └ 3 Anschlüsse (1...3) | | | mit Pedal |
| | Strömungsrichtungen | | | | mit Taster |
| | Drehrichtungen | | | | mit Tastrolle |
| | Verstellbarkeit | | | | durch Elektromagnet mit 1 Wicklung |
| Pumpen, Verdichter, Motoren | | | | | 2 gegenseitige Wicklungen |
| | Konstantpumpe mit 1 Stromrichtung | | 2/2-Wegeventil | | durch Elektromotor |
| | Verstellpumpe mit 2 Stromrichtungen | | 3/2-Wegeventil | | Hydraulische Vorsteuerung |
| | Verdichter (Kompressor) | | 4/2-Wegeventil | | Pneumatische Vorsteuerung |
| | Hydraulikmotor mit 1 Stromrichtung | | 4/3-Wegeventil | Energieübertragung | |
| | Pneumatikmotor mit 1 Stromrichtung | | 5/2-Wegeventil | a) | b) |
| Zylinder | | Sperrventile | | | Elektromotor |
| | einfach wirkend | | Rückschlagventile | | Behälter |
| | mit Rückholfeder | | 2/2-Wegeventil mit Sperr-Ruhestellung | | Speicher |
| | doppelt wirkend | Druckventil | | | Filter |
| | beidseitig Endlagendämpfung, einstellbar | | Druckbegrenzungsventil | | Wasserabscheider |
| | | | | | Öler |
| | | | | | Aufbereitungseinheit |


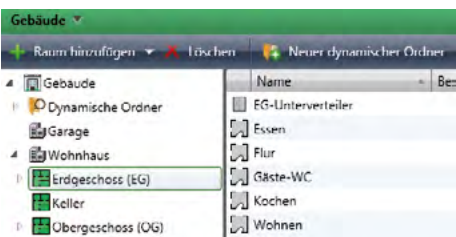
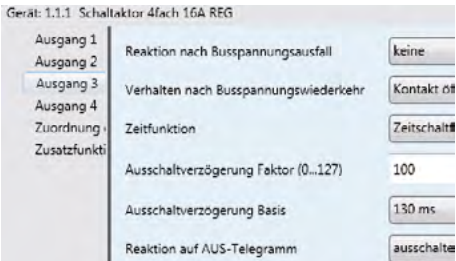




| Art | Erklärung | Bemerkungen |
|--|--|--|
| Lichtlaufzeitsensor | <p>Mittels Messen der Lichtlaufzeit wird zwischen Sensor und Objekt die Entfernung berührungslos gemessen. Zu unterscheiden sind die Anwendungen Entfernungsmessung und Objekterkennung.</p> <p>Laserimpulse werden vom Messobjekt reflektiert und über eine Linse auf einen optoelektronischen Empfänger fokussiert. Mittels bekannter Lichtgeschwindigkeit und gemessener Laufzeit der Impulse sowie einer zusätzlichen Messung der Phasenverschiebungen zwischen gesendeten und reflektierten Laserimpulsen wird die Entfernung berechnet.</p> |  <p>Phasenverschiebung φ bei Lichtreflexionen</p> <p>Anwendungen: Objektpositionen erkennen, Objekthöhen messen, Füllstände kontrollieren, Objekte zählen, Abstände regeln, Zugriffe kontrollieren, Kollisionsschutz an fahrerlosen Transportsystemen.</p> <p>www.wenglor.com; www.sick.com; www.leuze.de</p> |
| Lichtgitter Lichtvorhang Muting Blanking | <p>Gleiche Funktionsweise wie eine Lichtschranke, allerdings wird mit mehreren Lichtstrahlen gearbeitet. Große Flächen überwachbar.</p> <p>Soll Material aus oder in eine Gefahrenzone transportiert werden, kann das Lichtgitter über Muting-Sensoren (stumm geschaltet) gesteuert werden. Bei Blanking (Unterdrückung) sind einzelne Strahlen im Lichtgitter (Lichtvorhang) abschaltbar.</p> <p>Anwendungsbeispiele sind Zugriffskontrollen von Fächern bei Kommissionierungsarbeitsplätzen, Montagearbeitsplätzen oder zum Überwachen von Sicherheitszonen, z.B. bei Roboterarbeitsplätzen, Zugangsabsicherungen.</p> |  <p>Lichtgittersteuerung über Muting-Sensoren</p> <p>www.schmersal.com</p> |
| Vision Sensoren (vision = Sehkraft) | <p>Besitzen CCD-Sensor (charge coupled device, lichtempfindliches Bauelement zur Bildaufnahme), Objektiv, Speicher und zur Beleuchtung LEDs. Farbige Bildverarbeitung. Arbeitsweise z.B. mit gesendetem Weißlicht.</p> <p>Unabhängigkeit des Objektes von Position, Drehwinkel. Sensor-Einstellung erfolgt über PC.</p> |  <p>Vision Sensor zur Objekterkennung</p> |
| Sensoren für Druck, Strömung, Temperatur | <p>Enthalten die entsprechenden Sensorelemente (siehe Seiten 123,125). Messung des Relativdruckes in Flüssigkeiten, Gasen, der Strömungsgeschwindigkeit oder der Temperatur.</p> <p>Besitzen einfache Bedienungsoberfläche, Anzeige z.B. 4-stellig alphanumerisch. Anschlussart M12-Steckverbindung.</p> |  <p>Drucksensor und Anschlussbild www.wenglor.com</p> |
| Datenlogger | <p>Kann mittels eingebautem Sensor oder extern anschließbaren Sensoren Messwerte erfassen und aufzeichnen (Loggen von Daten).</p> <p>Speicher z.B. MicroSD-Karte mit 4 GB. Datenübertragung zu PC mittels USB-Schnittstelle. Wiederaufladbarer Lithium-Polymer-Akku.</p> <p>Verfügbar mit Sensoren z.B. für Beschleunigung, Temperatur, Druck, Feuchteüberwachung, Steuern technischer Prozesse.</p> |  <p>Datenlogger der Firma MSR www.msr.ch</p> |

Als Schnittstellen zur Datenkommunikation mit PC, SPS sind bei den Sensoren herstellerabhängig verfügbar, z.B. RS 232, USB, IO-Link, Schaltausgänge mit unterschiedlichen Spannungen, Anschluss an Industrial Ethernet möglich.



| Ablauf | Erklärung | Bemerkungen, Darstellungen |
|--|--|--|
| ETS auf dem PC installieren (falls noch nicht geschehen) | ETS (Engineering Tool Software, früher EIB Tool Software) der KNX (Konnex-Association). Lieferung per Download. www.knx.org Installation erfolgt menügeführt, PC-abhängiger Lizenzschlüssel (Host-ID) oder PC-unabhängiger Lizenzschlüssel (Dongle) ist erforderlich. | Systemanforderungen für ETS4: CPU > 2 GHz, RAM > 2 GB, Festplattenspeicher > 20 GB, Monitor und Grafikkarte mit Auflösung 1024 x 768, sowie IP-Schnittstelle, Schnittstelle USB, Betriebssystem Windows 7. Die ETS5 ist die Weiterentwicklung der ETS4 mit folgenden Änderungen: Betriebssystem Windows 10, Dongle, verteilte Datenbank, effizientere Projektierung. |
| Anlegen der Datenbank | Beim erstmaligen Start der ETS existiert noch keine Datenbank-Datei. Anlegen mit Button „Neu“. Eingabe eines Namens für zu erstellende Datenbank und „OK“. Gespeichert im Ordner „Databases“ mit Endung „.mdf“. | Aufgabenstellung: Ein Einfamilienhaus mit den Gebäudeteilen Keller, Erdgeschoss und Obergeschoss soll mit KNX ausgestattet werden. Die Beleuchtung Küche wird mit 2-fach-Tastensor geschaltet (linke Wippe Deckenlicht, rechte Wippe Arbeitsplatzbeleuchtung, Ausgänge 1 und 2 des Schaltaktors). |
| Einlesen der Produktdaten in die Datenbank | Produktdaten werden von Geräteherstellern als CD/DVD geliefert oder sind direkt aus dem Internet ladbar. Die erforderlichen Teile werden in die ETS-Produkt-datenbank übernommen (importiert). Dies erfolgt über Menü „Kataloge“, „Importieren“ oder Schnellzugriff „Daten importieren“ (Bild). | Beleuchtung im Flur ist zeitabhängig mit Tastern zu realisieren (Ausgang 3 des Schaltaktors und Eingang 1 des Binäreingangs). Mit Schalter im Schaltschrank ist die Flurbeleuchtung auf Dauerlicht schaltbar. |
| Projekt anlegen, | Zuerst wird eine neue Kundendatenbank angelegt. Danach anklicken „neues Projekt“ oder „Projekte“ und mit „+ Neu“ einen Projekt-namen vergeben, einen Medium (TP für Twisted Pair oder Powerline) und Gruppenadressansicht (frei, zweistufig oder dreistufig) auswählen. |  |
| Gebäudeansicht erstellen | Die Gebäudeansicht wird anhand der Baupläne erstellt. Im Beispiel Einfamilienhaus mit Keller, Erdgeschoss (EG) mit den Räumen Kochen, Wohnen, Essen, Flur, Gäste-WC und Obergeschoss (OG) mit den Räumen Bad/WC, Eltern, Kind 1, Kind 2, Treppenhaus. Im EG und OG jeweils ein Unterverteiler. Danach ist die Topologie (Bereich, Linie) zu erstellen (Bild). | Import der Produktdaten  |
| Topologie festlegen | | Bildschirmansicht bezgl. Gebäudeansicht  |
| Geräte einfügen mit zugehöriger Applikation (Anwendungsprogramm) | Erforderliche Busteilnehmer auswählen und einfügen über Symbolleiste oder das Kontextmenü. In beiden Fällen wird „+ Hinzufügen Geräte“ dafür benutzt. Im Beispiel sind: der 4-fach-Schaltaktor → 2134.16 REG, der 2-fach-Tastensor → 2072 NABS, der 4-fach-Binäreingang → 2114REG. | |
| Geräte parametrieren | Parametrierung der Geräte mittels Kontextmenü (rechte Maustaste über „Gerät“) oder Topologie-Ansicht über Reiter „Geräte“, „Parameter“ und „Inbetriebnahme“. Notwendige Parametereinstellung für den 4-fach-Schaltaktor nach Bild . | Parameter Schaltaktor |



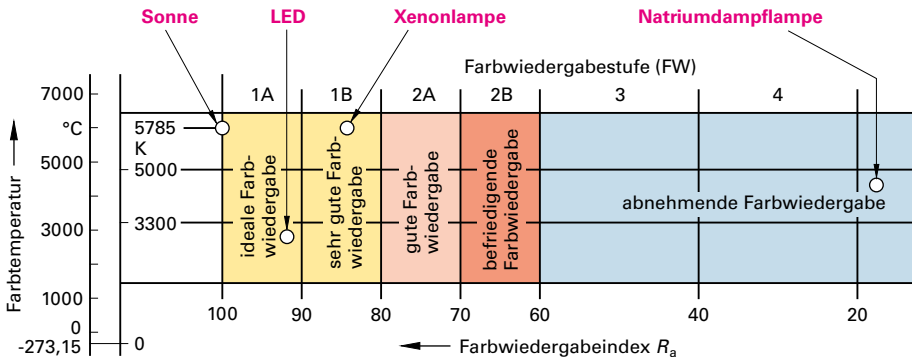
Energiesparlampen

| Lampenform | Bemes- sungs- leistung | Licht- strom Φ_{La} | Durch- messer bzw. Breite mm | Länge mit Sockel mm | Sockel | Licht- aus- beute | vergleich- bar mit Glüh- lampe W | Typ |
|---|------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|---------|-------------------------|--|-------------|
| | W | lm | | | | lm/W | | |
| Auswahl OSRAM (Farbwiedergabestufe 1 B, Lebensdauer 8 000 h) | | | | | | | | |
| | 5 | 200 | 30 | 121 | E 27 | 40 | 25 | DEL 5 |
| | 7 | 400 | 45 | 130 | | 57 | 40 | DEL 7 |
| | 11 | 600 | 45 | 139 | | 55 | 60 | DEL 11 |
| | 15 | 900 | 52 | 143 | | 60 | 75 | DEL 15 |
| | 20 | 1 200 | 52 | 156 | | 60 | 100 | DEL 20 |
| 23 | 1 500 | 58 | 178 | 65 | 120 | DEL 23 | | |
| | 11 | 450 | 100 | 154 | E 27 | 41 | 60 | DEL 11 GL |
| | 15 | 700 | 100 | 168 | | 47 | 75 | DEL 15 GL |
| | 20 | 1 000 | 120 | 190 | | 50 | 100 | DEL 20 GL |
| | 18 | 1 000 | 165 | 100 | E 27 | 56 | 75 | CIRCO EL 18 |
| | 24 | 1 450 | 216 | 100 | | 60 | 100 | CIRCO EL 24 |
| | 32 | 2 000 | 216 | 100 | | 63 | 150 | CIRCO EL 32 |
| | 10 | 600 | 34 | 110 | G 24d-1 | 60 | 60 | DD 10/21 |
| | 13 | 900 | 34 | 138 | | 69 | 75 | DD 13/21 |
| | 18 | 1 200 | 34 | 153 | | 67 | 100 | DD 18/21 |
| | 26 | 1 800 | 34 | 172 | | 69 | 2 x 75 | DD 26/21 |

Auswahl PHILIPS (Farbwiedergabestufe 1 B, Lebensdauer 8 000 h)

| | | | | | | | | |
|--|----|-------|------|-----|------|----|--------|--------------------------|
| | 9 | 400 | 44,8 | 122 | E 27 | 44 | 40 | PLCE 9 |
| | 11 | 600 | 44,8 | 138 | | 55 | 60 | PLCE 11 |
| | 15 | 900 | 44,8 | 158 | | 60 | 75 | PLCE 15 |
| | 20 | 1 200 | 44,8 | 190 | | 60 | 100 | PLCE 20 |
| | 23 | 1 500 | 44,8 | 211 | | 65 | 2 x 60 | PLCE 23 |
| | 5 | 250 | 32,5 | 108 | G 23 | 50 | 25 | PL-S 5 W/.. ¹ |
| | 7 | 400 | 32,5 | 138 | | 57 | 40 | PL-S 7 W/.. ¹ |
| | 9 | 600 | 32,5 | 168 | | 67 | 60 | PL-S 9 W/.. ¹ |
| | 9 | 450 | 74 | 151 | E 27 | 50 | 40 | SL 9 P |
| | 13 | 650 | 74 | 161 | | 50 | 60 | SL 13 P |
| | 18 | 900 | 74 | 171 | | 50 | 75 | SL 18 P |
| | 25 | 1 200 | 74 | 181 | | 48 | 100 | SL 25 P |
| | 9 | 400 | 102 | 156 | E 27 | 44 | 40 | SL 9 D |
| | 13 | 600 | 112 | 167 | | 46 | 60 | SL 13 D |
| | 18 | 850 | 120 | 175 | | 47 | 75 | SL 18 D |

Farbwiedergabe



¹ Lichtfarbenkennzahlen 827, 830, 840

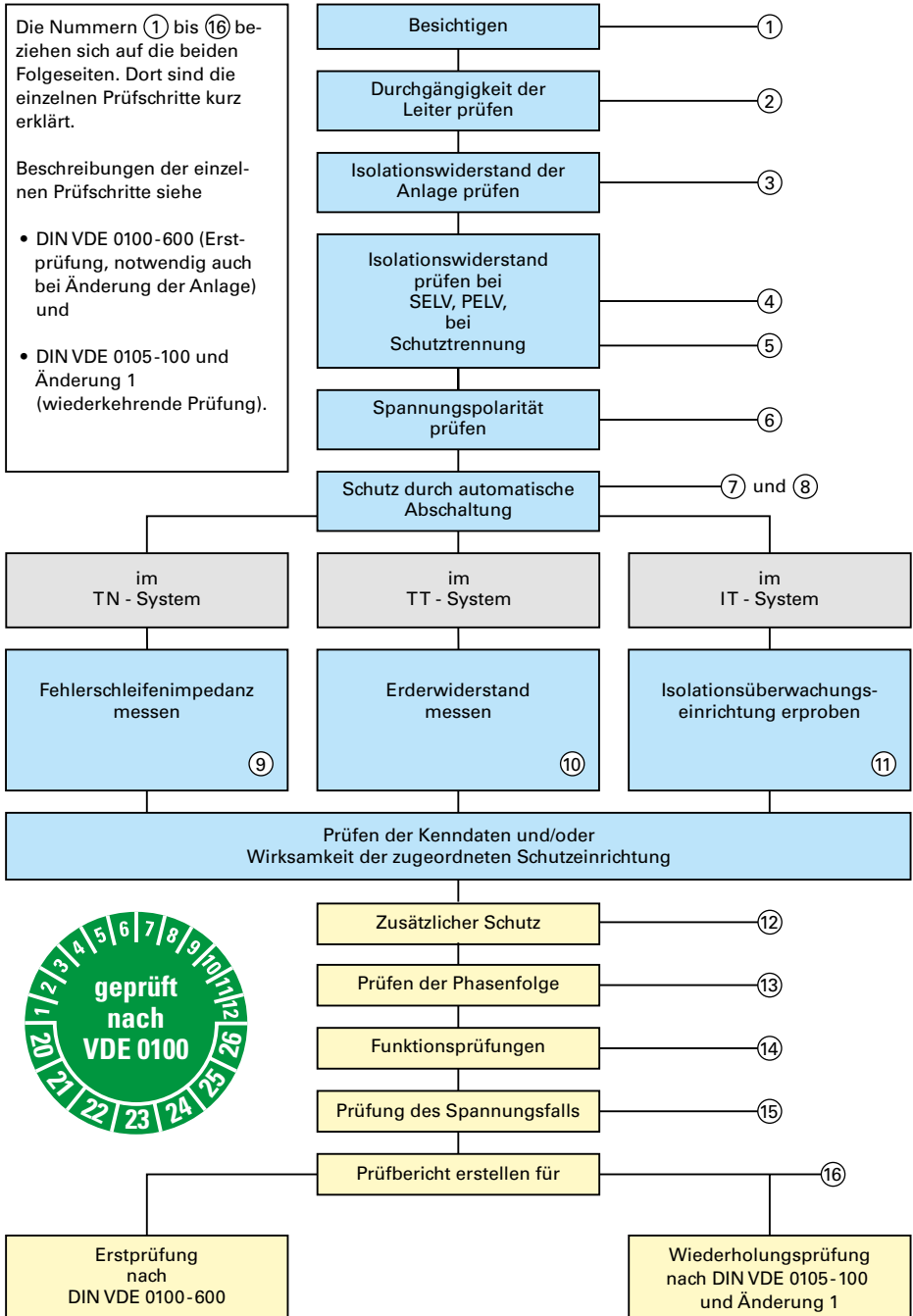


Übersicht und Reihenfolge der Prüfungen

Die Nummern ① bis ⑯ beziehen sich auf die beiden Folgeseiten. Dort sind die einzelnen Prüfschritte kurz erklärt.

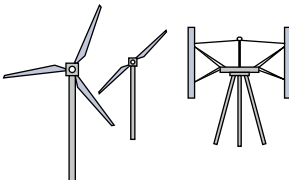

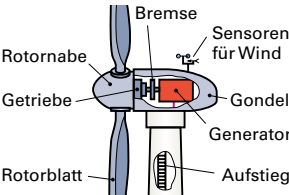
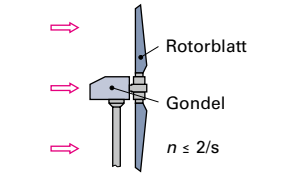
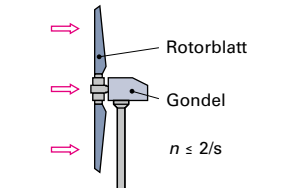
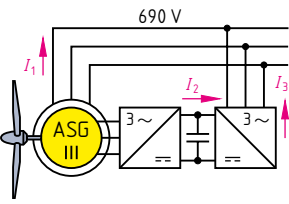
Beschreibungen der einzelnen Prüfschritte siehe

- DIN VDE 0100-600 (Erstprüfung, notwendig auch bei Änderung der Anlage) und
- DIN VDE 0105-100 und Änderung 1 (wiederkehrende Prüfung).

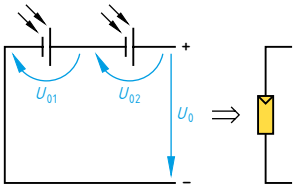
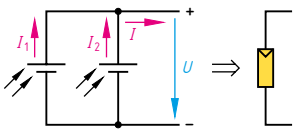
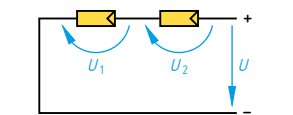
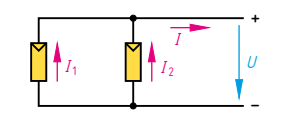
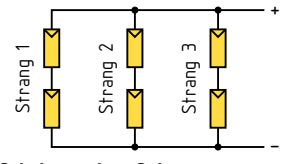


| Abrechnungsmessung | | vgl. VDE-AR-N 4105 | |
|---|---|---|---|
| Benennung | Erklärung | Beispiele, Bemerkungen | |
| Volleinspeisung Die gesamte erzeugte Energie wird in das VNB-Netz eingespeist und nach EEG vergütet. Notwendig zwei Zähler, Zweirichtungszähler Z2 für Lieferung und Bezug Generatoreigenverbrauch. | Die selbst verbrauchte Energie aus dem VNB-Netz und der Eigenerzeugungsanlage wird vom Bezugszähler erfasst und nach dem VNB-Tarif berechnet. Dieser ist oft niedriger als die EEG-Vergütung. | Eigentlich genügen für die Volleinspeisung zwei normale Zähler mit Rücklaufsperrle. Die VDE-AR-N 4105 schlägt Z2 als Zweirichtungszähler vor, damit der Eigenverbrauch des Generators erfasst wird. | |
| Überschusseinspeisung Nur der ins VNB-Netz eingespeiste Energieüberschuss wird mit dem hohen Tarif nach EEG vergütet. Erfordert 3 oder 2 Zähler mit zusammen 3 Messwerken. | Der selbst verbrauchte Anteil der Eigenerzeugung wird vom VNB auch vergütet, aber mit einem kleineren Tarif. Der Bezug aus dem VNB-Netz wird vom VNB berechnet und ist zu bezahlen. | Übliche Anlage für Anlagenbemessungsleistung ≤ 100 kVA, z.B. mittlere für PV-Anlagen oder Anlagen für Blockheizkraftwerk BHKW. Kombinierte Verbraucher-Erzeuger-Anlagen werden als Prosuming Electrical Installations PEI bezeichnet (DIN VDE 0100-802). PEI sind mit einem elektrischen Energiemanagementsystem EEMS ausgestattet. | |
| Generator, Einheit Jede Art von Spannungserzeuger, also z.B. PV-Anlage oder kleine Windkraftanlage. | Die erzeugte Energie jeder Generatorart ist getrennt zu messen. Bei zwei Generatorarten sind 4 Zähler erforderlich. | Kombinationen der Arten von Generatoren sind z.B. PV-Generator und BHKW oder Kleinwind- und Wasserkraftanlage. | |
| <p>Anschluss einer Erzeugungsanlage von zwei verschiedenen Generatoren ≤ 30 kVA mit Überschusseinspeisung nach VDE-AR-N 4105</p> | | | |
| Zählerschaltungen (Beispiele) | | | |
| <p>einphasige Erzeugungseinheit</p> | Nennleistung: $\leq 4,6$ kVA Zähler: Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit Volleinspeisung | <p>dreiphasige Erzeugungseinheit</p> | Nennleistung: $\leq 13,8$ kVA Zähler: Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit Volleinspeisung |
| <p>dreiphasige Einheit</p> | Nennleistung: < 30 kVA Zähler: Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit vom Generator Überschusseinspeisung | <p>zwei dreiphasige Einheiten</p> | Nennleistung: $\leq 4,6$ kVAp Zähler: Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheiten Überschusseinspeisung |
| EEG erneuerbare Energiengesetz, HAK Hausanschlusskasten, kVA = Kilo-Voltampere, Bemessungswert, p (von peak) Spitzenwert, PV Fotovoltaik, VDE-AR-N VDE-Anwendungsrichtlinie Netz, VNB Verteilungs-Netzbetreiber | | | |

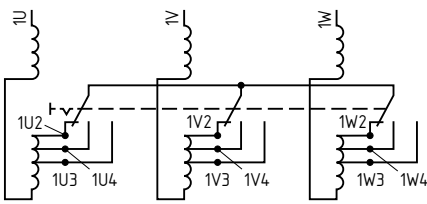
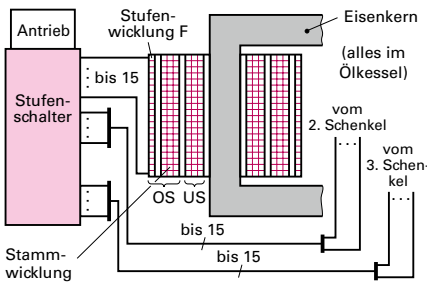
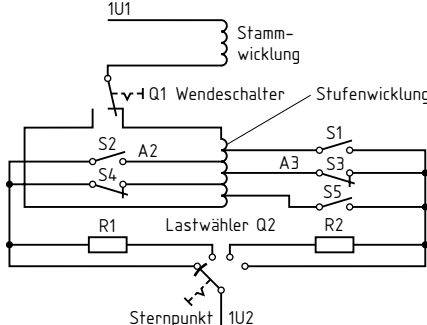
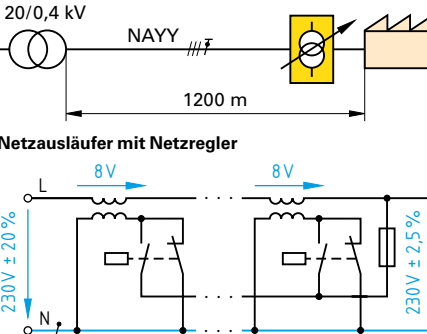


| Ansicht, Prinzip, Benennung | Erklärung, Wirkungsweise, Daten | Formeln, Bemerkungen, Daten |
|--|--|---|
| <p>Aufbau und Arten</p> <p>Zwei- und Dreiflügler H-Rotor</p>  <p>Windrotoren</p> | <p>Über <i>Windrotoren</i> mit meist 3 <i>Rotorblättern</i> werden nach Angabe von BDEW in Deutschland etwa 18 % des Stromes erzeugt gegenüber 7 % durch Fotovoltaik. Windrotoren verwerten die <i>kinetische Energie</i> der Windströmung der von den Rotoren erfassten durchströmten Fläche. Der <i>Wirkungsgrad</i> bei Windrotoren mit waagerechter Achse beträgt bis 45 %. Man unterscheidet <i>Dreiflügler</i> und <i>Zweiflügler</i>.</p> |  <p>Transport eines Rotorblattes Pressebild Siemens</p> |
|  <p>Windenergiekonverter</p> | <p><i>Windenergiekonverter</i> bestehen aus einem Windrotor mit <i>Getriebe</i> und Generator in einer <i>Maschinengondel</i>, die auf einem Turm montiert sind.</p> <p>Daten von Baugröße abhängig: Rotorblätter bis 60 m lang, Rotordrehzahl 20/min bis 150/min, Turmhöhe (Nabenhöhe) bis 180 m, Spitzenleistung bis 8 MWp, 50-Hz-Generator bis 1 450/min, Getriebe bis 1 : 150, 4 000 kNm</p> | <p>kinetische Energie</p> $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ <p>Geschwindigkeit der Rotorspitze</p> $v_{\text{Rotor}} = d \cdot \pi \cdot n$ |
|  <p>Leeläufer</p> | <p>Regelung der Windrotoren durch automatische Verdrehung der Rotorblätter (<i>Pitch-Regelung</i>, von to pitch = neigen). Dadurch ändert sich die <i>Drehzahl</i> weniger als ohne Regelung. Zusätzlich müssen aber Frequenz und Spannung vom Generator geregelt werden. <i>Leeläufer</i> stellen sich <i>gegen</i> den Wind von selbst ein, schwächen aber die Strömung.</p> | <p>Schnellaufzahl</p> $\lambda = \frac{v_{\text{Rotor}}}{v}$ |
|  <p>Luvläufer</p> | <p>Beim <i>Luvläufer</i> dreht sich der Rotor auf der dem Wind zugewandten Seite des Turmes. Dadurch ist der Wirkungsgrad etwas höher, der Windenergiekonverter muss aber durch eine <i>Windrichtungsnachführung</i> in die richtige Position gestellt werden. Die Rotorblätter müssen stabiler als beim Leeläufer sein, da sie sonst den Turm berühren könnten. Die Regelung erfolgt wie beim Leeläufer.</p> | <p>Windleistung</p> $P_W = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ <p>entnommene Leistung</p> $P = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ <p>idealer Beiwert $c_p = 0,593$</p> |
|  <p>Anschluss an 400-V-Netz</p> | <p>Bei Windenergieanlagen ändert sich die Drehzahl der Rotoren trotz der Pitch-Regelung je nach Windstärke vom 0,5-Fachen bis zum 1,1-Fachen der Nennzahl. Beim Generator müssen Spannung und Frequenz genau auf die Werte des öffentlichen Netzes <i>geregelt</i> sein. Das erfolgt bei großen Anlagen meist durch doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren DSA (Seite 272).</p> | <p>Die Betriebsspannung des Generators liegt mindestens bei 690 V, weil dann die Stromstärke kleiner ist als bei 400 V. Höhere Spannungen beanspruchen die empfindliche Elektronik mehr. Deshalb muss zum Anschluss an das 400-V-Drehstromnetz ein zusätzlicher Drehstromtransformator vorgesehen sein.</p> |
| <p>A durchströmte Fläche d Durchmesser von A E kinetische Energie c_p Leistungsbeiwert</p> | <p>λ Schnellaufzahl m Masse der Luftmoleküle P entnommene Leistung P_W Windleistung</p> | <p>v Windgeschwindigkeit v_{Rotor} Geschwindigkeit Rotorspitze ρ (rho) Luftdichte ($\approx 1,29 \text{ kg/m}^3$)</p> |



| Solarzellen | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| Art | Wirkungsgrad | Aufbau | Anweisungen | |
| Amorphe Zellen | 10 % bis 12 % | Auf Glasplatte aufgedampftes Silicium oder anderes Halbleitermaterial. | Kleingeräte, Solarmodule | |
| Polykristalline Zellen | 14 % bis 20 % | Werden aus vielen kleinen Silicium-Kristallen gegossen. | Solarmodule | |
| Monokristalline Zellen | 15 % bis 22 % | Gezüchtete Silicium-Einkristalle. | Solarmodule, Solarmobile, Raumfahrt | |
| Solarzellenmodule, Solargeneratoren | | | | |
| Schaltung | Beschreibung | Bemerkungen | | |
|  <p>Reihenschaltung von Solarzellen</p> | <p>Die erzeugte Spannung einer Solarzelle ist von der Beleuchtungsstärke und der Zelltemperatur abhängig. Sie erreicht bei Silicium einen Maximalwert von etwa $U_0 = 0,6$ V. In der Regel werden 36 oder 40 Solarzellen in Reihe zu einem Solarmodul geschaltet.</p> <p>Bei der Reihenschaltung addieren sich die Spannungen der einzelnen Zellen zu $U_0 = U_{01} + U_{02}$.</p> | <p>Bei voller Sonneneinstrahlung, etwa 1000 W/m^2, kann eine Solarzelle mit der Größe von $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ etwa 10 W erzeugen.</p> <p>Die Bemessungsleistung eines Solarmoduls beträgt, je nach Größe, etwa 5 Wp bis 330 Wp. Ein 50-Wp-Modul ist z.B. geeignet, einen 12-V-Akku-mulator aufzuladen.</p> <p>(Wp von Wattpeak = Leistungsabgabe bei voller Einstrahlung).</p> | | |
|  <p>Parallelschaltung von Solarzellen</p> | <p>Die maximale Stromstärke einer Zelle ist aus der Kennlinie ersichtlich. Sie beträgt meist bis 3 A. Um höhere Lastströme zu erreichen, wird oft die Parallelschaltung angewendet. Dabei addieren sich die Ströme der einzelnen Zellen zu $I = I_1 + I_2$.</p> | <p>Abnehmende Sonneneinstrahlung beeinträchtigt insbesondere die Stromstärke. Beschattete Zellen wirken als Verbraucher und würden durch den Strom unzulässig hoch erwärmt. Deshalb werden Bypass-Dioden (folgende Seite) parallel geschaltet.</p> <p>www.solaranlagen-portal.de</p> | | |
|  <p>Reihenschaltung von Solarmodulen</p> | <p>Zur Erzielung höherer Systemspannungen werden Solarmodule in Reihe geschaltet.</p> <p>$U = U_1 + U_2$</p> <p>Bypassdioden (folgende Seite) schützen Solarmodule vor Überlastung, z.B. bei Beschattung.</p> | <p>Für den Betrieb von Fotovoltaikanlagen werden höhere Systemspannungen benötigt. Zur Versorgung handelsüblicher 230-V-Geräte wird ein Wechselrichter vorgesehen, der die Gleichspannung in Wechselspannung umsetzt.</p> | | |
|  <p>Parallelschaltung von Solarmodulen</p> | <p>Höhere Gesamtströme erhöhen die Gesamtleistung einer Fotovoltaikanlage. Zur Erzielung höherer Gesamtströme werden Solarmodule parallel geschaltet.</p> <p>$I = I_1 + I_2$</p> | <p>In Wohnwagen, Wohnmobilen oder auf Segelbooten werden auf diese Weise 12-V-Netze betrieben.</p> <p>Für fehlende Sonneneinstrahlung kann die vorher gewonnene Energie in einem Akkumulator gespeichert werden.</p> | | |
|  <p>Schaltung eines Solargenerators</p> | <p>Bei Solargeneratoren werden höhere Systemleistungen gefordert. Durch geeignete Schaltungsvarianten werden die notwendigen Systemspannungen und Gesamtströme ermöglicht.</p> <p>Meist werden Stränge (Strings, Reihenschaltungen von Solarmodulen) parallel geschaltet.</p> | <p>Solargeneratoren mit parallel geschalteten Reihensträngen werden häufig für Fotovoltaikanlagen verwendet. Geeignete Schaltungen ermöglichen einen modularen Aufbau für Anlagen von einigen kW bis GW. Wechselrichter ermöglichen die Einspeisung in das Stromversorgungsnetz.</p> | | |
| Flächenbedarf für Fotovoltaikanlagen | | | | |
| $A_L = L_F \cdot A_G$ | $P_M = G_N \cdot \eta_M$ | $G_N = \frac{P_G}{A_G \cdot \eta_M}$ | $A_G = n \cdot A_M$ | $n = \frac{P_G}{P_M}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A_G Gesamtfläche des Solargenerators | G_N globale Bestrahlungsstärke etwa 1 kW/m^2 | P_G Spitzenleistung des Solargenerators | A_L benötigte Land- oder Dachfläche | L_F Landfaktor, etwa 2 bis 3 |
| A_M Fläche eines Solarmoduls | n Anzahl Solarmodule | P_M Spitzenleistung des Solarmoduls | η_M Wirkungsgrad des Solarmoduls | |



| Begriffe | Erklärung | Schaltung, Daten |
|---|---|--|
| Umsteller stromlose Betätigung nicht für Regelung | Die Änderung der Spannung erfolgt durch Änderung der Windungszahl durch einen Umsteller genannten Schalter, und zwar über Anzapfungen der OS-Wicklung in Stufen bis etwa 4 % der Nennspannung vom Trafo. Der Umsteller darf gegen Kurzschlüsse beim Umschalten nur stromlos betätigt werden und ist deshalb ungeeignet für eine fortlaufende Regelung. |  <p>Schaltung des Umstellers</p> |
| Stelltransformator Wicklungsanzapfung Stufenwicklung Stammwicklung | Für die fortlaufende Regelung sind <i>Stelltransformatoren</i> geeignet, bei denen die Windungszahl unter Netzspannung geändert werden kann. Dafür wird wegen des kleineren Stroms die Windungszahl der Oberspannungswicklung über Anzapfungen mittels eines Stufenschalters eingestellt. Meist genügt eine Änderung der Windungszahl bis etwa 4 %. Deshalb sind etwa 4 % der OS-Wicklung als Stufenwicklung mit Anzapfungen ausgeführt. Der Teil der OS-Wicklung ohne Anzapfungen ist die <i>Stammwicklung</i> . |  <p>Anschluss des Stelltransformators</p> |
| Stufenschalter häufige Spannungsänderung elektronische Regelung Stufenwähler Lastwähler Thyristoren Wendeschalter | Die Trafospannung muss wegen der täglichen Änderung von Last und Einspeisung, z. B. bei Änderung von Wind oder Beleuchtung, täglich bis zu 1000 Mal geregelt werden. Dazu wird die Spannung im 400-V-Netz gemessen und elektronisch im Oberspannungsnetz geregelt. Beim dafür erforderlichen Stufenschalter wird die beabsichtigte Windungszahl der Stufenwicklung stromlos über Stufenwähler eingestellt und dann über dämpfende Widerstände durch Lastwähler umgeschaltet. Die Umschaltung durch S1 bis S5 erfolgt z. B. mit Thyristoren. Ein Wendeschalter Q1 ermöglicht das Umschalten der Stufenwicklung von Erhöhung der Spannung auf Herabsetzung derselben. |  <p>Prinzip eines Stranges des Stufenschalters für 3AC-Transformator</p> |
| Stationstransformator Elektronische Lastwähler Netzregler | Ursprünglich erfolgte die Spannungsregelung an Transformatoren mit großer Kurzschlussleistung, z. B. am Trafo 110 kV/20 kV. Wegen der Einspeisung ins 400-V-Netz muss dieses Netz direkt geregelt werden. Deshalb wurden regelbare Stationstrafos von z. B. 20 kV/400 V entwickelt. Deren Aufbau entspricht dem obigen, jedoch erfolgt die Schaltung elektronisch. Bei Netzausläufern kann die Spannung je Phase durch einphasige Trafo-Stufen von je 8 V geregelt werden. Die Schalter zum Einstellen von 8 V sind Thyristoren bzw. Triac. www.siemens.de ; www.walcher.com |  <p>Netzausläufer mit Netzregler</p> <p>Regelprinzip mit Stufentransformatoren</p> |



| Gerät, Schaltung | Erklärung | Bemerkungen, Darstellung |
|---|---|---|
|  <p>Rauchwarnmelder</p> | <p>Besitzt Mess- und Referenzkammer mit durch Strahler erzeugter ionisierter Luft. Alarmton in 3 m Entfernung etwa 85 dBA. Überwachungsfläche etwa 40 m². Rauchwarnmelder möglichst in Raummitte an der Raumdecke anbringen, nicht in der Nähe von Feuerstätten, Belüftungsschächten, Leuchtstofflampen, Energiesparlampen. Verpflichtender Einbau gemäß Landesbauordnungen. Siehe auch folgende Seite.</p> | <p>Rauchwarnmelder (RWM) können miteinander vernetzt werden über Leitung oder Funkstreifen, auch über KNX-Anschluss. Bei vernetzten RWM erzeugen alle RWM im Alarmfall einen Alarmton. Bei großen Entfernungen, z.B. über 30 m bei Funkstreifen, werden zwischen den RWM Repeater (Verstärker) benötigt. Funk-RWM erfordern zwei Lithium-Batterien von z.B. 9 V.</p> |
|  <p>Bewegungsmelder</p> | <p>Bewegungsmelder reagieren z.B. auf ein zeitlich sich veränderndes Wärmebild. Montage seitlich zur Gehrichtung, geschützt vor Regen, Wind, Sonneneinstrahlung und Außenlampenstrahlung. Eine abkühlende Lampe könnte als Bewegung interpretiert werden. Erfassungsbereich z.B. 15 m x 15 m, 180°. Funk-Bewegungsmelder benötigen eine Lithium-Batterie von z.B. 9 V.</p> <p>Radar-Bewegungsmelder arbeiten nach Doppler-Prinzip mit z.B. 24-GHz-Wellen unabhängig von der Temperatur der zu erfassenden Objekte. Unsichtbare Montage möglich.</p> |  <p>Montage eines Bewegungsmelders</p> |
|  <p>Glasbruchmelder</p> | <p>Glasbruchmelder besitzen Mikrofone und reagieren auf die bei Glasbruch entstehenden akustischen Signale, also Frequenzen zwischen 50 kHz und 100 kHz sowie zusätzlich auf Druckwellenfrequenzen. Ständige Signalabfrage. Der Erfassungsbereich liegt innerhalb eines Radius von 6 m. Bei Funk-Meldern ist eine Lithium-Batterie mit 3 V notwendig.</p> | <p>Glasbruchmelder gibt es auch als auf Glasscheiben aufzuklebende Körperschallsensoren (Spezialmikrofone), die auf die entsprechenden akustischen Tonfrequenzen bei Glasbruch reagieren.</p> <p>www.abus.com www.sicherwohnen.com www.igs-hagen.de</p> |
|  <p>Öffnungsmelder</p> | <p>Bei Öffnungsmeldern dienen elektromagnetische Kontakte zum Erkennen von geöffneten Türen oder Fenstern. Nach Unterbrechung des Magnetfeldes wird der Sensor hochohmig. Dadurch wird ein Alarmsignal erzeugt und an eine Meldestelle gemeldet. Funk-Öffnungsmelder besitzen eine Lithium-Batterie von 3 V.</p> | <p>Es gibt auch Öffnungsmelder, die ihren Schaltstrom (z.B. 100 mA/30 V) über Anschlussleitungen erhalten. Derartige Öffnungsmelder sind wesentlich kostengünstiger als Funk-Öffnungsmelder, erfordern aber eine Leitung.</p> |
|  <p>Simularschalter</p> | <p>Eine Anwesenheitssimulation soll Einbrecher abschrecken. Mittels Simularschalter wird insbesondere die Hausbeleuchtung zeitweise eingeschaltet und ausgeschaltet. Die Schaltzeiten können unterschiedlich erzeugt werden, z.B. durch Tasterbetätigung.</p> | <p>Im Tastbetrieb funktioniert der Simularschalter wie ein Lichtschalter. Zusätzlich werden Uhrzeiten der Schaltungen der letzten sieben Tage gespeichert, zu denen dann im Memory-Betrieb geschaltet werden kann. Ferner kann bei Nacht auch zu Zufallszeiten die Beleuchtung geschaltet werden.</p> |
|  <p>Kamera</p> | <p>Mittels Kamera ist Videoüberwachung möglich. Im Außenbereich ist mindestens die Schutzart IP57 notwendig. Reichweite z.B. 10 m, Lichtempfindlichkeit 0,5 Lux.</p> <p>Aufzeichnung über Computer mit Festplatte z.B. 250 GB bis 1 TB, Aufnahmedauer abhängig von Komprimierung der Bilder.</p> |  <p>Video-Aufzeichnungssystem</p> |

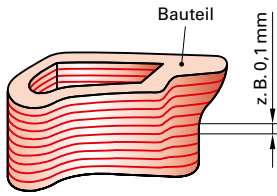
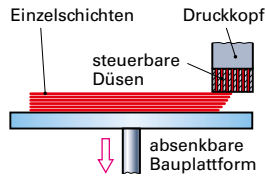
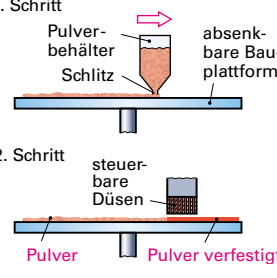
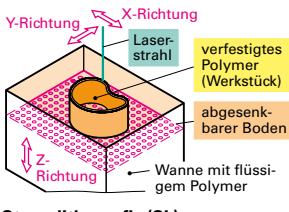
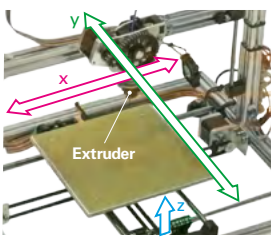
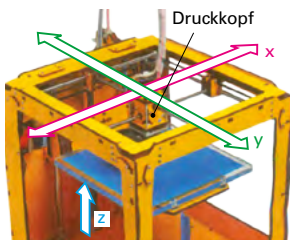

SE

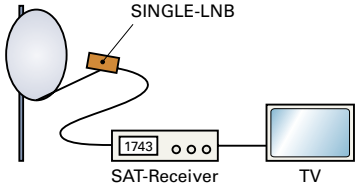
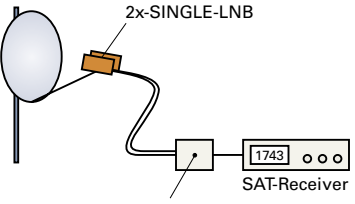
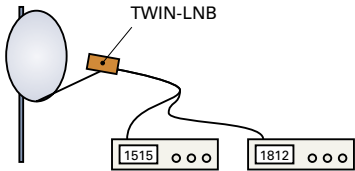
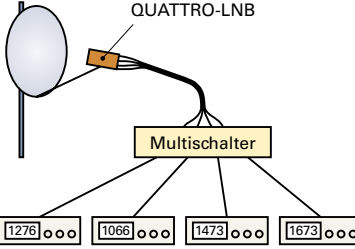
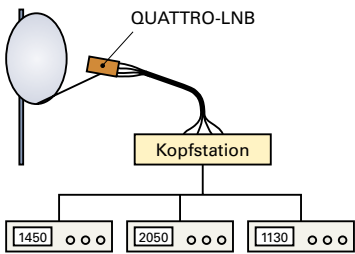


Definition: Die Digitalisierung oder digitale Transformation oder digitaler Wandel bezeichnen einen fortlaufenden, in digitalen Technologien begründeten Veränderungsprozess, der als „Digitale Revolution“ die gesamte Gesellschaft und in wirtschaftlicher Hinsicht speziell Unternehmen betrifft.

| Art | Erklärung | Darstellungen |
|--|--|---|
| <p>Produktionsentwicklung bis zur 4. Industriellen Revolution (IR)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. IR ab 1800, Gründerzeit mit Mechanisierung. Fertigung in Fabriken, Nutzung von Wasser- und Dampfkraft. 2. IR ab 1900, Fließbandfertigung, Massenproduktion, Arbeitsteilung, elektrische Antriebstechnik. 3. IR ab 1970, Halbleiter, IC, Mikrocomputer, Roboter, NC-Maschinen. 4. IR ab 2000, Smart Factory, Smart Products, Cyber-Physikalische Systeme (CPS), Internet der Dinge (IoT), Mikroelektromechanische Systeme (MEMSs), Künstliche Intelligenz (KI), Augmented Reality (Kombination reale und virtuelle Welt). | <p>Industrie 1.0: Dampfmaschine Industrie 4.0: Digitalisierung</p> |
| <p>M2M, Machine-to-Machine M2M verknüpft die Informations- und Kommunikationstechnologie</p> | <p>Die M2M-Technologie steht für den automatisierten Informationsaustausch zwischen z.B. Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern und einer Leitstelle.</p> <p>Für den Zugang werden kabelgebundene Netze, z. B. Festnetz, LWL und Ethernet, das Internet und weitere Netze, z. B. das Mobilfunknetz mit G4 und G5, sowie LPWAN verwendet.</p> <p>M2M ist für die Fernüberwachung, Fernkontrolle und Fernwartung von Maschinen und Produktionseinrichtungen geeignet.</p> <p>LPWAN von Low Power Wide Area Network = Niedrigenergieweitverkehrsnetz</p> <p>G4, G5 Mobilfunkstandards der 4. und 5. Generation</p> | |
| <p>CPS, Cyber physical systems = künstliches physisches System Smart Factory</p> | <p>Cyber¹-physische Systeme verbinden die physikalische Fertigungswelt mit der virtuellen Welt (Cyberspace). In einer vernetzten Welt tauschen Produkte, Geräte und Objekte mittels eingebetteter Hardware und Software (embedded systems) Daten aus.</p> <p>Anwendung z.B. in Smart Factory. Automatische Steuerung der Produktherstellung mittels RFIDs an den Produkten (Smart Products). Diese besitzen und kommunizieren Informationen über ihre Produktionsphasen.</p> <p>Die Vision ist, dass die Produktionsanlagen sich teilweise selbst organisieren und eine Produktion auf Nachfrage (production on demand) ermöglichen. Mitarbeiter tragen z.T. Wearables (tragbare Computer) am Körper.</p> <p>¹ griech. Vorsilbe cyber = Steuerung.</p> | |
| <p>Big Data Data Mining</p> | <p>Big Data = Riesige Datenmenge; sinngemäß: Technologien zur Verarbeitung und Auswertung riesiger Datenmengen (Analyse).</p> <p>Data Mining = Daten abbauen und nutzbar machen. Sinngemäß: Aus großen Datenmengen mit Programmen (Algorithmen) Gesetze und Trends automatisch erkennen und auswerten.</p> <p>Datenvielfalt, Datenerzeugung durch Menschen, z.B. beim Bezahlen oder Surfen im Internet, und durch Betriebsprozesse, z.B. bei M2M.</p> <p>Die wirtschaftliche Verwertbarkeit macht Daten zu einem extrem wertvollen Rohstoff.</p> | |

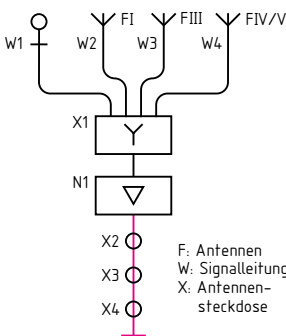


| Wirkungsweise | Erklärungen | Bemerkungen, Daten |
|--|--|---|
|  <p>Druckvorbereitung durch Slicen</p> | <p>Ein 3D-Scanner liefert z.B. ein 3D-CAD-Modell oder es wird ein 3D-Modell mit einer CAD-Software erstellt. Mit einer speziellen Software wird das Modell durch Slicen (= schneiden) in dünne Schichten zerlegt. Das Modell wird dann aus diesen Schichten schichtweise nacheinander aufgebaut.</p> <p>www.voxeljet.com, www.slic3r.org, www.autodesk.de</p> | <p>Aus den 3D-Daten werden im CAD-System Dreiecke, die die Oberfläche beschreiben, und daraus die dreidimensionalen Datenmodelle für die Erzeugung der Slices (Schichten) erstellt. Das CAD-System überträgt diese Daten meist über die STL-Schnittstelle (von Surface Tesselation Language) an den Drucker.</p> <p>Tesselation = Mosaikarbeit.</p> |
| Additive Druckverfahren | | |
|  <p>Direktdruck</p> | <p>Das Bauteil wird Schicht für Schicht gedruckt. Nach dem Auftrag einer Schicht wird die Bauteilplattform um z.B. 0,1 mm abgesenkt und die nächste Schicht wird aufgetragen.</p> <p>Die Herstellung des Bauteils kann mehrere Stunden dauern.</p> | <p>Es wird an der Luft aushärtende Kunststoff verdruckt. Die Druckköpfe werden von großen Tanksystemen versorgt oder die Zuführung (Filament) erfolgt über Kunststoffdrähte, die Extruder auftragen. Der Filamentdraht wird im Extruder auf bis zu 300 °C erwärmt.</p> <p>Extruder = Strangpresser.</p> |
|  <p>Pulververfahren</p> | <p>Die Herstellung erfolgt in zwei Schritten.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Auf die ganze Bauplattform wird eine dünne Pulverschicht aufgetragen. 2. Auf das aufgetragene Pulver wird über Düsen der Kleber in Form des Slices aufgetragen. <p>Das nicht verklebte Pulver wird nach Aushärtung der Slices entfernt.</p> | <p>Als Pulvermaterial werden Metallpulver, Polymerpulver, Keramikpulver und Graphitpulver verwendet. Die Bauteile erhalten je nach Pulverwerkstoff unterschiedliche Eigenschaften. Sie können z.B. anschließend gesintert (verschmolzen) werden und erhalten so eine höhere Festigkeit.</p> <p>Das Verfahren wird z.B. auch zur Herstellung von Abformmodellen für Gießverfahren verwendet.</p> |
|  <p>Stereolithografie (SL)</p> | <p>Modell wird auf absenkbarem Boden aufgebaut, der sich im Bad aus UV-reaktivem flüssigen Kunstharz (Monomer) befindet. UV-Laserstrahl fährt Werkstückform nach, härtet die oberste Schicht des flüssigen Kunststoffes. Dann wird der Boden um eine Schichtstärke abgesenkt.</p> | <p>Es können sehr dünne Schichten, z.B. mit einer Dicke von < 100 µm und einer Druckauflösung von < 40 µm (Laserstrahlstärke) erzeugt werden.</p> <p>Geeignet für die Herstellung von sehr feinen und genauen Bauteilen, z.B. von Prototypen. SL-Bauteile sind mechanisch stabil.</p> |
| Extruder und Druckmechanik | | |
|  <p>xy-Drucktischbewegung</p> |  <p>xy-Druckkopfbewegung</p> |  <p>Extruder mit Thermowiderstand</p> |

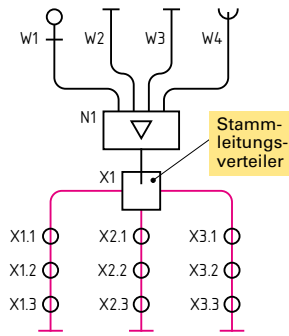
| Merkmal | Übersicht | Bemerkungen, Anwendung |
|--|---|---|
| Einzelteilnehmeranlage | | |
| Aufbau |  | <p>Einfachster Aufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antenne mit Single-LNB (Low-Noise-Block-Converter, auch LNC), setzt das Satelliten-Signal mit etwa 11 GHz in eine SAT-ZF (Zwischenfrequenz 950 bis 2150 MHz) um, • ein SAT-Receiver (setzt SAT-ZF in Audio/Video um, wird über SCART in den TV eingespeist), • Empfang eines Kanals, • keine Erweiterungsmöglichkeit. |
| Multifeed-anlage |  | <p>Empfang von zwei benachbarten Satelliten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empfang von z. B. ASTRA und Hotbird mit einer Antenne. • Pro Satellit wird ein eigener LNB benötigt. • Die Antenne sollte einen Durchmesser von 90 cm haben. • Die Ausrichtung der Antenne erfolgt überwiegend auf den leistungsschwächeren Satelliten und schielend auf den weiteren Satelliten. • Die Multifeedhalterung muss beide LNBs in einem bestimmten Abstand aufnehmen. • Die Umschaltung zwischen den Satelliten erfolgt mit einer DiSEqC-Umschaltmatrix. |
| Mehrteilnehmeranlagen | | |
| LNB mit mehreren schaltbaren Ausgängen |  | <p>LNB mit mehreren umschaltbaren Ausgängen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeder LNB-Ausgang ist auf jedes SAT-Band und auf jede Polarisation schaltbar, • LNBs mit zwei („TWIN“), vier („QUAD“) und acht („OCT“) gleichwertigen Ausgängen erhältlich, • sternförmige Leitungsverlegung, • an jeder Leitung nur ein Receiver anschließbar, • Empfang der Programme eines Satelliten. |
| LNB mit mehreren festen Ausgängen |  | <p>LNBs mit mehreren festen Ausgängen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • LNBs haben vier („QUATTRO“) Ausgänge, • jeder LNB-Ausgang hat festgelegtes Signal (oberes oder unteres Band, vertikale oder horizontale Polarisation), • Multischalter (Schaltmatrix) erforderlich, • sternförmige Leitungsverlegung, • an jeder Leitung nur ein Receiver anschließbar, • Empfang der Programme mehrerer Satelliten möglich bei passendem Multischalter, • kaskadierbare Multischalter lassen den Anschluss beliebig vieler Receiver zu. |
| Anlagen mit Kopfstation | | |
| Neue Anordnung der SAT-Kanäle |  | <p>Einfacher Aufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • QUATTRO-LNB, • Kopfstation setzt die gewünschten Kanäle in SAT-ZF um, • beliebige Leitungsverlegung, • beliebig viele Receiver an einer Leitung anschließbar, • Empfang mehrerer Satelliten möglich, • Umrüstung vorhandener BK-(Breitbandkabel)-Hausnetze notwendig, • Einstellung direkt an der Kopfstation oder mit PC, • für Häuser mit wenigen Wohneinheiten. |



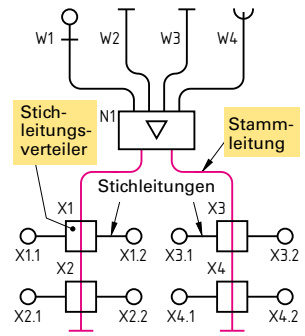
Signaleinspeisung

**Antennenanlage mit einer Stammleitung**

Das Signal wird durch die Steckdosen geführt.
Abschlusswiderstand in der letzten Steckdose: 75 Ω

**Stammleitungssystem**

Das Signal wird auf mehrere Stammleitungen verteilt und durch die Steckdosen geführt.
Abschlusswiderstand in der letzten Steckdose: 75 Ω

**Stichleitungssystem**

Das Signal wird über Stichleitungen verteilt und durch die Steckdosen geführt.
Abschlusswiderstand in der letzten Steckdose: 75 Ω

Geforderter Nutzpegel am Empfänger

| Bereich | UKW | | | | | | | Berechnung |
|---------------------------|------|--------|--------|-------|--------|-------------|----------|--|
| | Mono | Stereo | SAT-ZF | DVB-S | DVB-S2 | DVB-C | DVB-T2 | |
| L_{umin} in dBμV | 40 | 50 | 47 | 47 | 47 | 41, 47, 54* | 35...39* | $L_u = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0}$ $U_0 = 1 \mu\text{V an } 75 \Omega$ |
| L_{umax} in dBμV | 70 | 70 | 77 | 77 | 77 | 61, 67, 74* | 74 | |

Reduzierung des Ausgangspegels bei Antennenverstärkern

| Anzahl der belegten Kanäle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | - | - | Bemerkungen |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|-----|----|-----|---|---|-------------|
| | Absenkung von L_{umax} in dBμV | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | - | |

Entkopplung von zwei Antennensteckdosen

Die Grundentkopplung zwischen zwei beliebigen Dosen muss mindestens 22 dB betragen. Zwischen den Empfängeranschlüssen für UKW und Fernsehen wird eine Kopplungsdämpfung von mindestens 50 dB gefordert.

Fernsehkkanäle können sich gegenseitig stören. Die Kopplungsdämpfung muss ≥ 60 dB sein, wenn folgende Kanal-kombinationen auftreten: 5 und 10, 6 und 11, 7 und 12.

Die Kopplungsdämpfung muss ≥ 50 dB sein, wenn folgende Kanal-kombinationen auftreten:

| störender Kanal | 2 | | | | 4 | | | | 4 | | | | Bemerkungen | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|
| gestörter Kanal | 5 | 27 | 38 | 49 | 60 | 7 | 21 | 32 | 44 | 56 | 9 | 25 | | 38 | 50 |
| störender Kanal | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | - | - | - | - | - | - | |
| gestörter Kanal | 42 | 45 | 47 | 21 | 50 | 22 | 53 | 24 | 55 | 26 | 58 | 28 | 60 | - | |
| störender Kanal | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | |
| gestörter Kanal | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | |
| störender Kanal | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | |
| gestörter Kanal | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | |
| störender Kanal | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | |
| gestörter Kanal | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | |

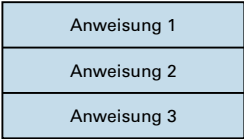
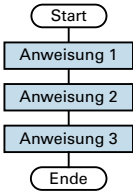
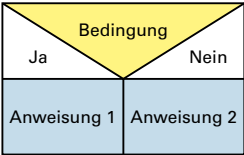
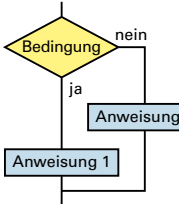
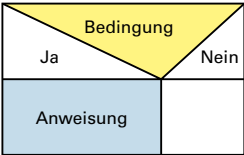
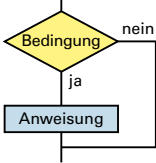
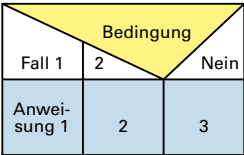
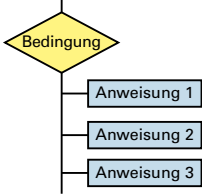
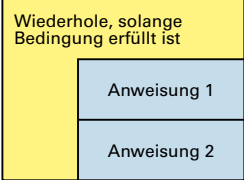
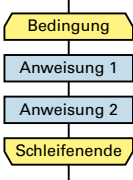
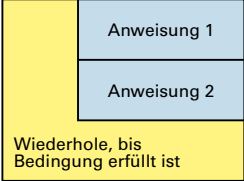
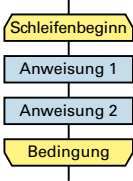
L_u Spannungspegel, U Spannung, U_0 Bezugsspannung, USB unterer Sonderkanalbereich, OSB oberer Sonderkanalbereich, * je nach Modulation und/oder Code-Rate andere Werte



| Schaltung | Formeln | Spannungsverläufe, Stromverläufe |
|--|---|--|
| <p>Summierverstärker</p> | $U_{e1} = I_{e1} \cdot R_{e1} + U_1$ $U_{e2} = I_{e2} \cdot R_{e2} + U_1$ $U_1 = R_K (I_{e1} + I_{e2}) + U_a$ $U_1 \approx 0; I_1 \approx 0$ $U_a = -R_K (I_{e1} + I_{e2})$ $U_a = - \left[\frac{R_K}{R_{e1}} \cdot U_{e1} + \frac{R_K}{R_{e2}} \cdot U_{e2} \right]$ | |
| <p>Subtrahierverstärker</p> | $U_1 \approx 0; I_1 \approx 0$ $U_{e1} - U_{e2} = I_{e1} \cdot R_{e1} - I_{e2} \cdot R_{e2}$ $I_{e1} = (U_{e1} - U_a) / (R_{e1} + R_K)$ $I_{e2} = U_{e2} / (R_{e2} + R_Q)$ $U_a = \frac{R_Q (R_{e1} + R_K)}{R_{e1} (R_{e2} + R_Q)} \cdot U_{e2} - \frac{R_K}{R_{e1}} \cdot U_{e1}$ | |
| <p>Spannungskomparator</p> | $U_1 \approx 0; I_1 \approx 0; V_0 \approx 10^4 \dots 10^5$ $U_{e1} - U_{e2} - U_1 = 0$ $U_1 = U_{e1} - U_{e2}$ $U_a = -V_0 \cdot U_1 = -V_0 \cdot (U_{e1} - U_{e2})$ <p>Volle Aussteuerung, wenn $U_{e1} \neq U_{e2}$</p> $U_a = +U_{br}, \text{ wenn } U_{e1} < U_{e2}$ $U_a = -U_{br}, \text{ wenn } U_{e1} > U_{e2}$ | |
| <p>Spannungs-Stromumsetzer</p> | $U_1 \approx 0; I_1 \approx 0$ $I_{e1} \cdot R_K = -I_Q \cdot R_Q$ $U_e = I_{e1} \cdot R_{e1}$ $I_L = -I_{e1} + I_Q$ $I_L = - \frac{1}{R_{e1}} \left(1 + \frac{R_K}{R_Q} \right) \cdot U_e$ | |
| <p>Konstantstromquelle</p> | $U_Z = -I_L \cdot R_e + U_1$ $U_1 \approx 0; U_e > U_Z$ $I_1 \approx 0$ $I_L = - \frac{U_Z}{R_e}$ | |
| <p>Schwellenwertschalter, Schmitt-Trigger</p> | <p>Siehe Seite „Schalttransistor und Kipperschaltungen“, Seite 413.</p> | <p>Es gibt nichtinvertierende und invertierende Schwellenwertschalter.</p> |

I_{e1}, I_{e2} Eingangsströme, I_L Laststrom, R_{e1}, R_{e2} Eingangswiderstände, R_K Rückkopplungswiderstand, R_L Lastwiderstand, R_Q Querverwiderstand, U_1 Spannung zwischen invertierendem und nicht invertierendem Eingang, U_a Ausgangsspannung, U_{e1}, U_{e2} Eingangsspannungen, U_Z Z-Diodenspannung, V_0 Leerlauf-Spannungsverstärkungsfaktor



| Struktogramm | Bezeichnung, Bedeutung | Programmablaufplan | SCL-Sprachelemente |
|---|---|---|--|
|  | <p>Struktogramme sind aus Strukturblöcken zusammengesetzt.</p> <p>Folgeblock</p> <p>Der Folgeblock kann Wertzuweisungen, Rechenoperationen oder Eingabeanweisungen und Ausgabeanweisungen umfassen.</p> |  | <p>Anweisung 1; Anweisung 2; Anweisung 3</p> |
|  | <p>Verzweigungsblock, zweiseitig (Auswahlblock)</p> <p>Der Verzweigungsblock enthält eine Verzweigung mit den Alternativen „ja“ oder „nein“. Je nach Bedingung werden die Anweisungen der einen oder der anderen Alternative ausgeführt.</p> |  | <p>IF Bedingung THEN Anweisung 1 ELSE Anweisung 2; END_IF;</p> |
|  | <p>Verzweigungsblock, einseitig</p> <p>Bei diesem Verzweigungsblock enthält nur eine Alternative Anweisungen. Die andere Alternative wird ohne Operation durchlaufen.</p> |  | <p>IF Bedingung THEN Anweisung; END_IF;</p> |
|  | <p>Verzweigungsblock, mehrfach</p> <p>Beim mehrfachen Verzweigungsblock werden in Abhängigkeit einer Bedingung mehrere Alternativen angeboten.</p> |  | <p>CASE Ausdruck OF 1: Anweisung 1; 2: Anweisung 2; ELSE Anweisung 3 END_CASE;</p> |
|  | <p>Wiederholungsblock mit Anfangsbedingung</p> <p>Die Anweisungen dieses Blockes werden wiederholt, solange die Bedingung erfüllt ist. Die Bedingung wird am Anfang der Schleife geprüft.</p> |  | <p>WHILE Bedingung DO Anweisung 1; Anweisung 2 END_WHILE;</p> |
|  | <p>Wiederholungsblock mit Endebedingung</p> <p>Die Anweisungen dieses Blockes werden wiederholt, bis die Bedingung erfüllt ist. Die Bedingung wird erst am Ende der Schleife geprüft.</p> |  | <p>REPEAT Anweisung 1; Anweisung 2 UNTIL Bedingung; END_REPEAT;</p> |

Die Farben sind nicht Bestandteil der Sinnbilder, sie dienen hier nur zur Hervorhebung.
SCL von structured control language = strukturierte Steuerungssprache.



| Gips (Calciumsulfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|---|
| Art | Gewinnung | | Verarbeitung | | Eigenschaften, Verwendung | |
| Baugips | Naturgips wird erhitzt (gebrannt). Er verliert dabei einen großen Teil seines Kristallwassers. Brenntemperatur 120 °C bis 180 °C. Der gebrannte Gips wird gemahlen. | | Gipspulver in Wasser einstreuen und rühren, bis ein milchiger Brei entsteht (Gipsmörtel). Kleine Mengen anmachen und schnell verarbeiten. Mit zuviel Wasser angemachter und zu lang gerührter Gips hat wenig Festigkeit und trocknet mit Rissen. | | Gips dient z.B. zum Füllen von Löchern, zum Eingipsen von Dosen und Kleinteilen. Er gibt keine Risse beim Trocknen. Gips darf nicht im Freien verwendet werden, weil er durch Feuchtigkeit gelöst wird. | |
| Estrichgips | Brenntemp. über 1 000 °C. | | Sehr langs. Abbinden; große Härte. | | Für Fußböden und Kunststeine. | |
| Zement | | | | | | |
| Portlandzement | 3 Teile Kalkstein und 1 Teil Ton werden gemahlen und in Trommelöfen bis zum Beginn des Sinterns gebrannt. Die entstandenen Klinker werden unter Zugabe von geringen Mengen Gips zu Zementpulver gemahlen. | | Zur Herstellung von Zementmörtel mischt man 1 Teil Portlandzement mit 2 bis 3 Teilen feinkörnigem Sand (Quarzsand) und gibt so viel Wasser zu, dass ein zäher Brei entsteht. Nicht mit Gips mischen! Mit zu wenig Wasser angemachter Zement häftet schlecht, zu nasser Zementmörtel fließt. Frisch gemacht reagiert er stark basisch. | | Abbindezeit 3 bis 24 Stunden. Volle Festigkeit nach 1 bis 2 Tagen. Wird zum Füllen größerer Löcher und zum Befestigen von Stahlkonstruktionen verwendet. Lang oder unsachgemäß gelagerter Zement wird unbrauchbar. | |
| Tonerdezement | Aus Kalk (CaCO_3) und Bauxit (Al_2O_3) | | Erreicht bereits nach 24 Stunden seine volle Festigkeit und kann bei Temperaturen bis herab zu -10 °C verarbeitet werden. | | | |
| Flussmittel | | | | | | |
| Aufgabe | Flussmittel sollen auf vorgereinigten Lötstellen die noch vorhandene Oxidschicht entfernen und die Bildung einer neuen Oxidschicht verhindern. Die Wirktemperatur der Flussmittel liegt unterhalb der Arbeitstemperatur (AT). Korrosionswirksame Rückstände müssen entfernt werden. | | | | | |
| Weichlöten DIN EN ISO 9454-1 | Stark korrodierend 3.2.2 (F-SW 11) 3.1.1 (F-SW 12) F-SW: Flussmittel, Schwermetall, Weichlöten | | Bedingt korrodierend 3.2.1 (F-SW 13), 3.1.1 (F-SW 21) 2.1.3 (F-SW 23), 2.1.2 (F-SW 25) 1.2.2 (F-SW 28) | | Nicht korrodierend 1.1.1 (F-SW 31) 1.2.3 (F-SW 33) | |
| Hartlöten DIN EN ISO 3677 | Wirktemperaturen von 550 °C bis 850 °C FH 10, FH 11, FH 12 Für Stahl und Hartmetalle | | Wirktemperaturen von 600 °C bis 1 100 °C FH 20, FH 21, FH 30, FH 40 Für Metalle | | Wirktemperaturen von 600 °C bis 900 °C FL 10, FL 20 Für Leichtmetalle | |
| Flussmitteltypen | Harze Kollophonium, ohne Kollophonium | | organische wasserlösliche, nicht wasserlöslich | | anorganische Salze, Säuren, alkalische | |
| Schmiermittel und Kühlmittel | | | | | | |
| Art | Dichte ρ kg/dm ³ | Bemerkungen | Art | Dichte ρ kg/dm ³ | spez. Wärmekapazität c kJ/kg · K | Verwendung |
| für Feinmech. Motorenöl Getriebeöl | 0,9 0,91 0,91 | kleine Viskosität mittlere Viskosität große Viskosität | Flüssigkeiten Wasser Öl | 1 0,9 | 4,187 1,884 | Umlaufkühlung, Metallbearbeitung |
| Getriebe fett Wälzlagerfett | 0,92...0,94 0,92 | Schmierfette sind Aufquellungen von Metallseifen. | Bohröl Bohr-emulsion | (Seife gelöst in Mineralöl) (Bohröl + Wasser) | | |
| Feste Schmierstoffe Graphit (C), Molybdändisulfid (MoS_2), Talkum | 2,26 – 2,7 | Werden meist anderen Schmiermitteln beige-mischt. | Gase Luft Wasserstoff | g/dm ³ 1,293 0,09 | 1,005 14,277 | Gebälsekühlung, Konvektionskühlung, Umlaufkühlung |

