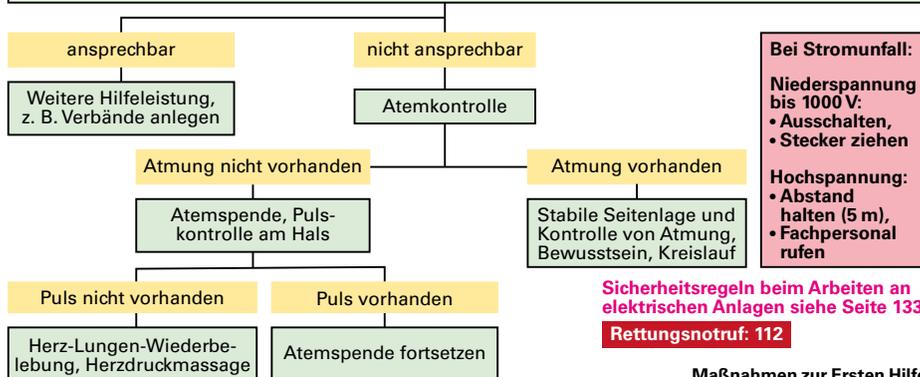


# Erste Hilfe am Arbeitsplatz

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: <b>112</b> (Feuer- und Rettungsleitstelle) und <b>110</b> (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-Lerngang 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](http://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**  
**Grundlagen,  
Physik,  
Baulemente**

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  
Dokumentation,  
Messen**

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**  
**Elektrische  
Installation**

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**  
**Sicherheit,  
Energieversorgung**

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**  
**Informations- und  
Kommunikations-  
technik**

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**  
**Automatisierung,  
Antriebe, Steuern  
und Regeln**

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 Grenztafter, Softstarter.

**Teil W**  
**Werkstoffe,  
Verbindungstechnik**

Periodensystem, Stoffwerte, Stahlnormung, Magnetwerkstoffe, Isolierstoffe, Leitungen, Erdkabel, Steckverbinder, *Cat-7-Steckverbindungen*, lötfreie Anschlussstechnik, Gewinde, Schrauben und Muttern.

**Teil BU**  
**Betrieb und Umfeld**

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](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de) gerichtet sein.

Vorwort zur 29. Auflage .....	4
Literaturverzeichnis .....	10
<b>Teil G: Grundlagen, Physik, Bauelemente .....</b>	<b>11</b>
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
<b>Teil TM: Technische Dokumentation, Messen ..</b>	<b>67</b>
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 Tarifschalengeräte .....	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
<b>Teil EI: Elektrische Installation .....</b>	<b>131</b>	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, Schwimmbecken, 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
<b>Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung .....</b>	<b>229</b>
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, ENEC- 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

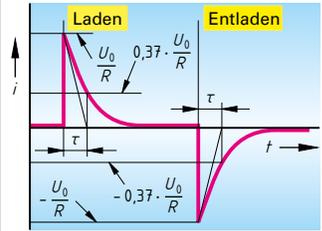
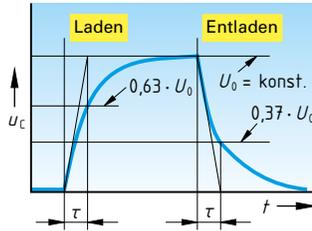
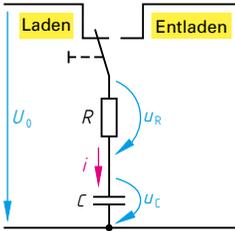
**Teil IK: Informations- und Kommunikationstechnik .....** **339**

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
Netzrückwirkungen	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:

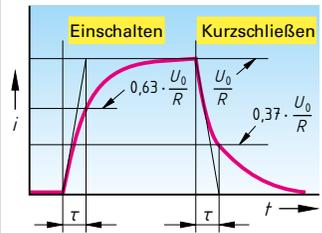
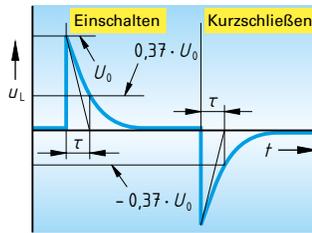
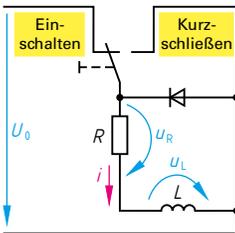
$$i_C = \frac{U_0}{R} \cdot \exp(-t/\tau) \quad 3$$

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**

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

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

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  $e = 2,71828 \dots$

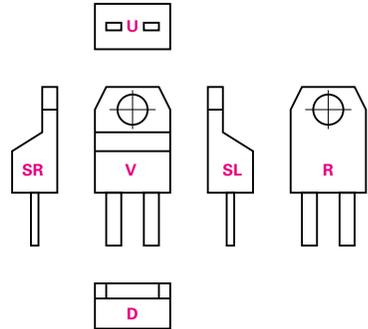
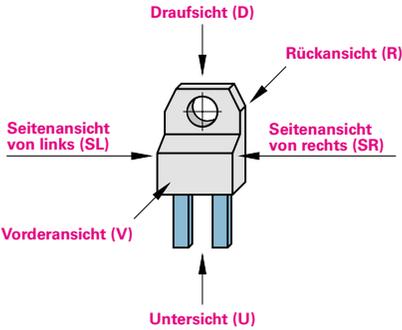
- |                                 |                      |                           |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------|
| C Kapazität                     | R Wirkwiderstand     | $u_C$ Kondensatorspannung |
| i Stromstärke (Augenblickswert) | t Zeit               | $u_L$ Spulenspannung      |
| L Induktivität                  | $\tau$ Zeitkonstante | $u_R$ 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  $t \approx 5\tau$ .

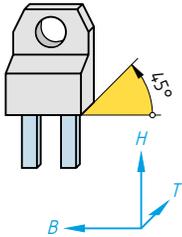


**Anordnung der Ansichten**



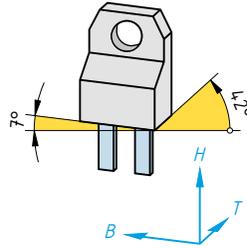
**Axonometrische Projektionen**

Rechtwinklige Parallelprojektion



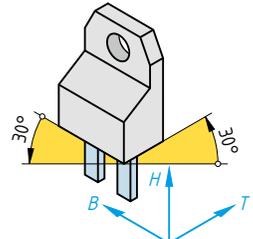
$B : H : T = 1 : 1 : 0,5$   
Anwendung für Skizzen

Dimetrische Projektion



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

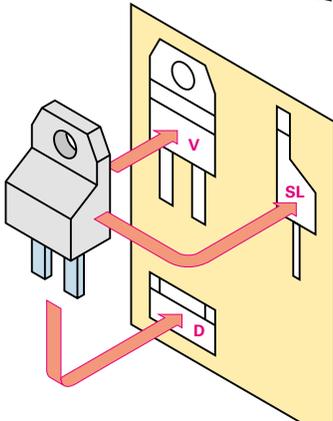
Isometrische Projektion



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

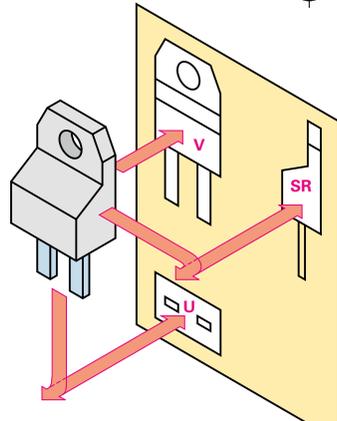
**Normalprojektionen**

Projektionsmethode 1: Kennzeichen:



Anwendung in europäischen Ländern

Projektionsmethode 3: Kennzeichen:



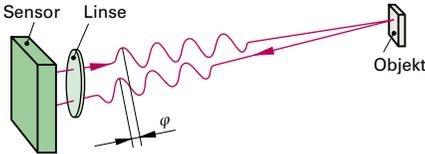
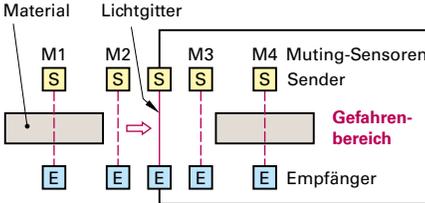
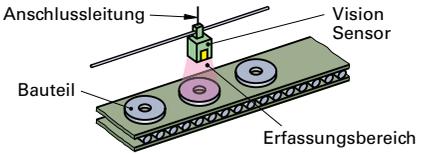
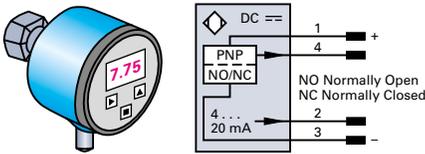
Anwendung in amerikanischen Ländern und in Datenbüchern



Symbol	Benennung	Symbol	Benennung	Symbol	Benennung
<b>Leitungen</b>		<b>Wegeventile</b>		<b>Stromventile</b>	
	Arbeitsleitung		Anzahl der Rechtecke = Anzahl der Schaltungen; 2 Schaltstellungen		Drosselventil, verstellbar
	Steuerleitung		Anschlüsse werden mit Strichen markiert		2-Wege-Stromregelventil
	Leckleitung, Entlüftungsleitung		1 Durchflussweg	<b>Wegeventilbetätigung</b>	
	Leitungsverbindung		2 gesperrte Anschlüsse		mit Feder
	Leitungskreuzung		2 Durchflusswege		durch Muskelkraft, allgemein
	Elektrische Leitung		2 Durchflusswege		mit Druckknopf
<b>Funktionszeichen</b>		<b>Kurzbezeichnungen</b>			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
<b>Pumpen, Verdichter, Motoren</b>					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	<b>Energieübertragung</b>	
	Pneumatikmotor mit 1 Stromrichtung		5/2-Wegeventil	a)	b)
<b>Zylinder</b>		<b>Sperrventile</b>			Elektromotor
	einfach wirkend		Rückschlagventile		Behälter
	mit Rückholfeder		2/2-Wegeventil mit Sperr-Ruhestellung		Speicher
	doppelt wirkend	<b>Druckventil</b>			Filter
	beidseitig Endlagendämpfung, einstellbar		Druckbegrenzungsventil		Wasserabscheider
					Öler
					Aufbereitungseinheit

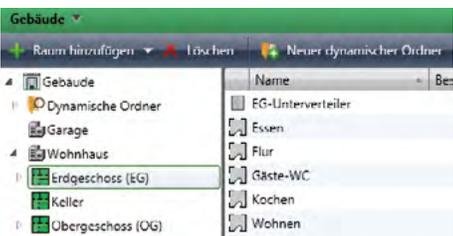
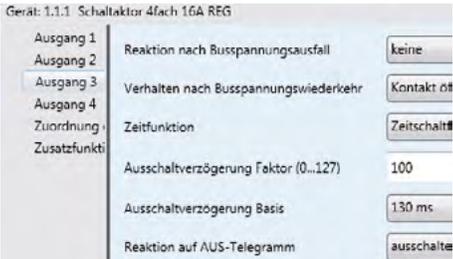




Art	Erklärung	Bemerkungen
Lichtlaufzeitsensor	<p>Mittels Messen der Lichtlaufzeit wird zwischen Sensor und Objekt die Entfernung berührungslos gemessen. Zu unterscheiden sind die Anwendungen Entfernungsmessung und Objekterkennung.</p> <p>Laserimpulse werden vom Messobjekt reflektiert und über eine Linse 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><b>Phasenverschiebung <math>\varphi</math> bei Lichtreflexionen</b></p> <p>Anwendungen: Objektpositionen erkennen, Objekthöhen messen, Füllstände kontrollieren, Objekte zählen, Abstände regeln, Zugriffe kontrollieren, Kollisionsschutz an fahrerlosen Transportsystemen.</p> <p><a href="http://www.wenglor.com">www.wenglor.com</a>; <a href="http://www.sick.com">www.sick.com</a>; <a href="http://www.leuze.de">www.leuze.de</a></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><b>Lichtgittersteuerung über Muting-Sensoren</b></p> <p><a href="http://www.schmersal.com">www.schmersal.com</a></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><b>Vision Sensor zur Objekterkennung</b></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><b>Drucksensor und Anschlussbild <a href="http://www.wenglor.com">www.wenglor.com</a></b></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><b>Datenlogger der Firma MSR <a href="http://www.msr.ch">www.msr.ch</a></b></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“ ( <b>Bild</b> ).	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 Projektnamen 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 ( <b>Bild</b> ).	<b>Import der Produktdaten</b> 
Topologie festlegen		<b>Bildschirmansicht bezgl. Gebäudeansicht</b> 
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 <b>Bild</b> .	



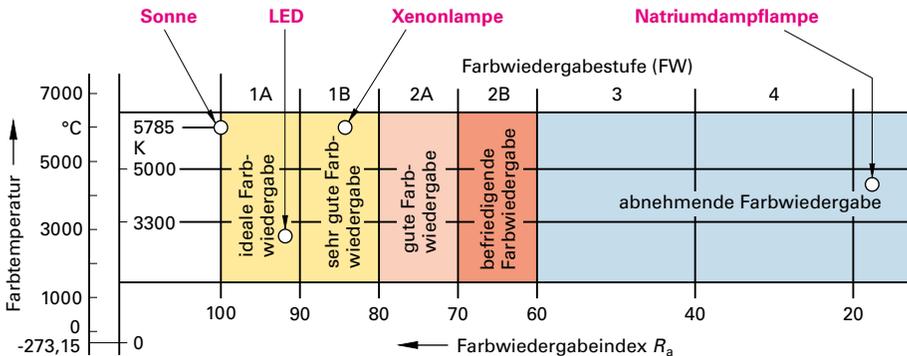
## Energiesparlampen

Lampenform	Bemes- sungs- leistung	Licht- strom $\Phi_{La}$	Durch- messer bzw. Breite mm	Länge mit Sockel mm	Sockel	Licht- aus- beute	vergleich- bar mit Glüh- lampe W	Typ
	W	lm				lm/W		
<b>Auswahl OSRAM (Farbwiedergabestufe 1 B, Lebensdauer 8 000 h)</b>								
	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/.. <sup>1</sup>
	7	400	32,5	138		57	40	PL-S 7 W/.. <sup>1</sup>
	9	600	32,5	168		67	60	PL-S 9 W/.. <sup>1</sup>
	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



<sup>1</sup> Lichtfarbenkennzahlen 827, 830, 840

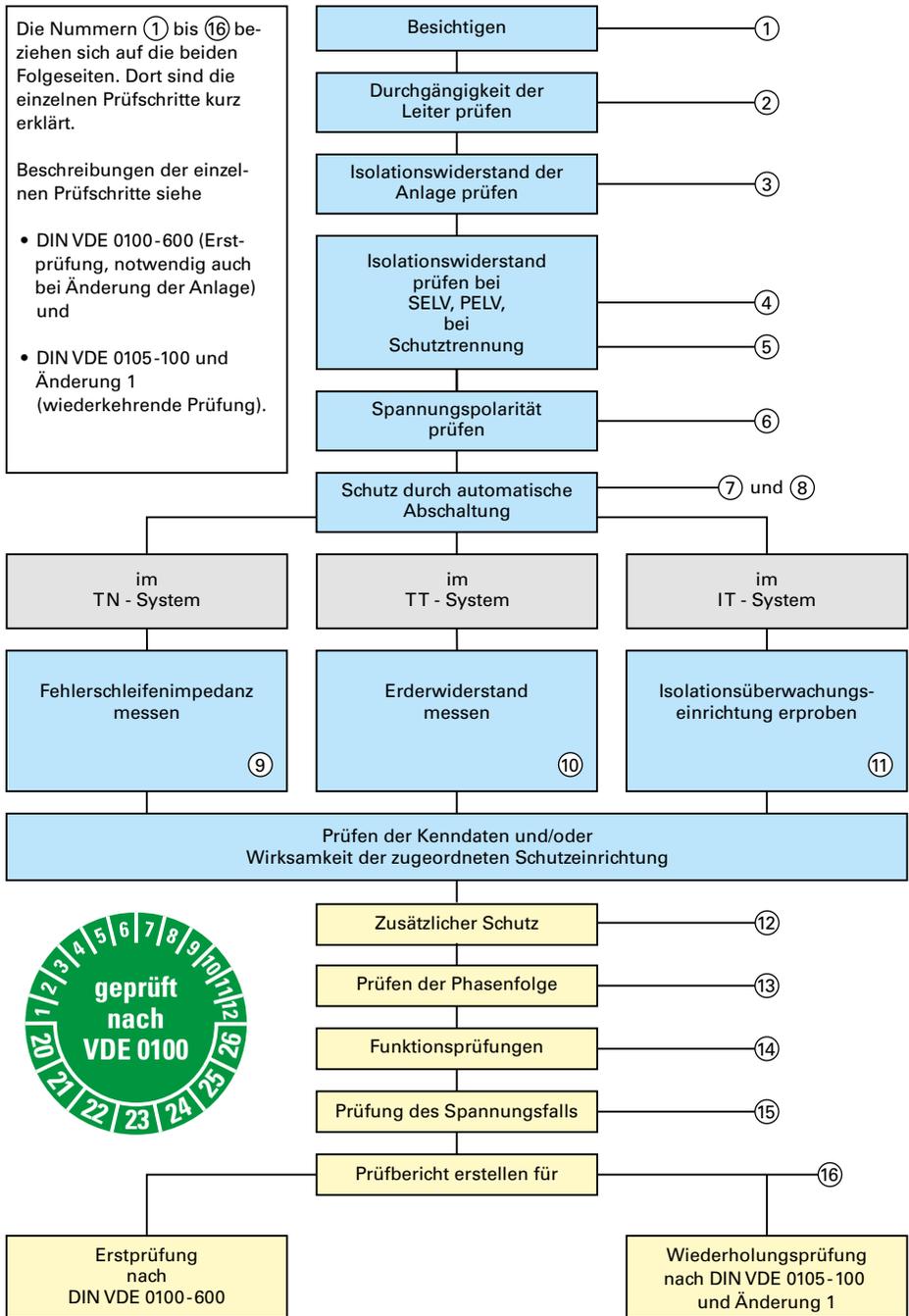


## Übersicht und Reihenfolge der Prüfungen

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

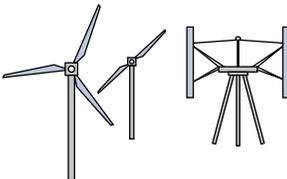
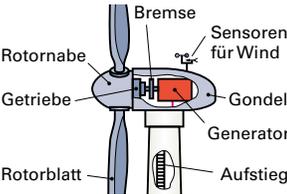
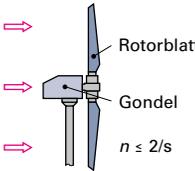
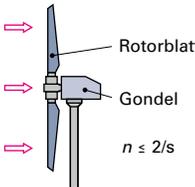
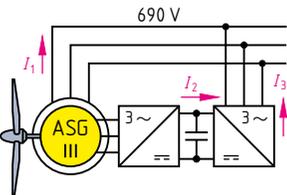
Beschreibungen der einzelnen Prüfschritte siehe

- 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	
<b>Volleinspeisung</b> 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.	
<b>Überschusseinspeisung</b> 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 $\leq 100$ 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.	
<b>Generator, Einheit</b> 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><b>Anschluss einer Erzeugungsanlage von zwei verschiedenen Generatoren <math>\leq 30</math> kVA mit Überschusseinspeisung nach VDE-AR-N 4105</b></p>			
<b>Zählerschaltungen (Beispiele)</b>			
<p><b>einphasige Erzeugungseinheit</b></p>	<b>Nennleistung:</b> $\leq 4,6$ kVA <b>Zähler:</b> Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit <b>Volleinspeisung</b>	<p><b>dreiphasige Erzeugungseinheit</b></p>	<b>Nennleistung:</b> $\leq 13,8$ kVA <b>Zähler:</b> Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit <b>Volleinspeisung</b>
<p><b>dreiphasige Einheit</b></p>	<b>Nennleistung:</b> $< 30$ kVA <b>Zähler:</b> Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheit vom Generator <b>Überschusseinspeisung</b>	<p><b>zwei dreiphasige Einheiten</b></p>	<b>Nennleistung:</b> $\leq 4,6$ kVAp <b>Zähler:</b> Z1 Bezug der Kundenanlage, Z2 Lieferung und Bezug der Einheiten <b>Überschusseinspeisung</b>
EEG erneuerbare Energiengesetz, HAK Hausanschlusskasten, kVA = Kilo-Voltampere, Bemessungswert, p (von peak) Spitzenwert, PV Fotovoltaik, VDE-AR-N VDE-Anwendungsrichtlinie Netz, VNB Verteilungs-Netzbetreiber			

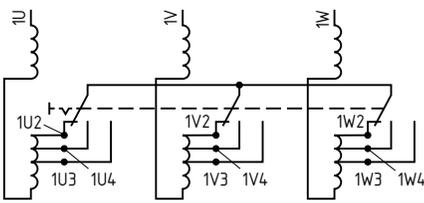
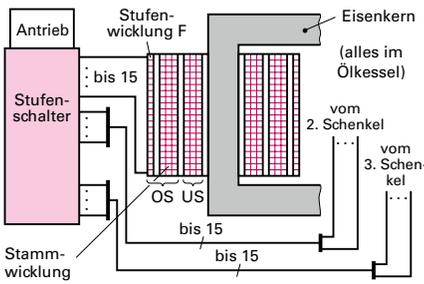
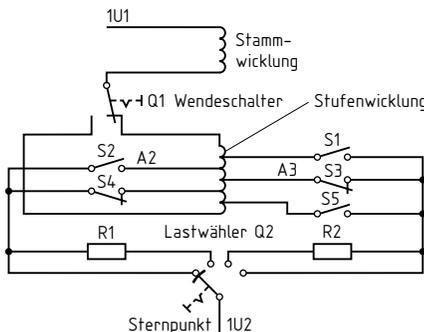
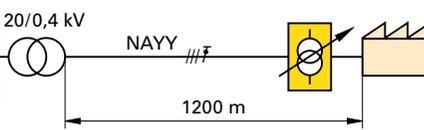
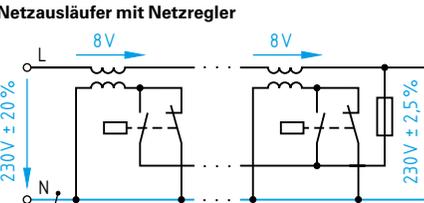


Ansicht, Prinzip, Benennung	Erklärung, Wirkungsweise, Daten	Formeln, Bemerkungen, Daten
<p><b>Aufbau und Arten</b></p> <p>Zwei- und Dreiflügler    H-Rotor</p>  <p><b>Windrotoren</b></p>	<p>Über <i>Windrotoren</i> mit meist 3 <i>Rotorblättern</i> werden nach Angabe von BDEW in Deutschland etwa 18 % des 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><b>Transport eines Rotorblattes</b> Pressebild Siemens</p>
 <p><b>Windenergiekonverter</b></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><b>Daten von Baugröße abhängig:</b> 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><b>kinetische Energie</b></p> $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ <p><b>Geschwindigkeit der Rotorspitze</b></p> $v_{\text{Rotor}} = d \cdot \pi \cdot n$
 <p><b>Leeläufer</b></p>	<p><b>Regelung der Windrotoren</b> 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><b>Schnellaufzahl</b></p> $\lambda = \frac{v_{\text{Rotor}}}{v}$
 <p><b>Luvläufer</b></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><b>Windleistung</b></p> $P_W = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ <p><b>entnommene Leistung</b></p> $P = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ <p>idealer Beiwert <math>c_p = 0,593</math></p>
 <p><b>Anschluss an 400-V-Netz</b></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 <math>c_p</math> Leistungsbeiwert</p>	<p><math>\lambda</math> Schnellaufzahl m Masse der Luftmoleküle P entnommene Leistung <math>P_W</math> Windleistung</p>	<p>v Windgeschwindigkeit <math>v_{\text{Rotor}}</math> Geschwindigkeit Rotorspitze <math>\rho</math> (rho) Luftdichte (<math>\approx 1,29 \text{ kg/m}^3</math>)</p>

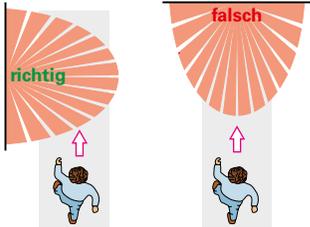
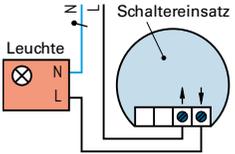
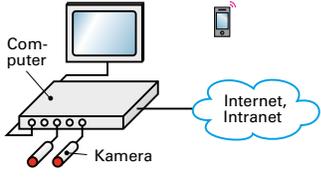


Solarzellen				
Art	Wirkungsgrad	Aufbau	Anweisungen	
Amorphe Zellen	10 % bis 12 %	Auf Glasplatte aufgedampftes Silicium oder anderes Halbleitermaterial.	Kleingeräte, Solarmodule	
Polykristalline Zellen	14 % bis 20 %	Werden aus vielen kleinen Silicium-Kristallen gegossen.	Solarmodule	
Monokristalline Zellen	15 % bis 22 %	Gezüchtete Silicium-Einkristalle.	Solarmodule, Solarmobile, Raumfahrt	
Solarzellenmodule, Solargeneratoren				
Schaltung	Beschreibung	Bemerkungen		
<p><b>Reihenschaltung von Solarzellen</b></p>	<p>Die erzeugte Spannung einer Solarzelle ist von der Beleuchtungsstärke und der Zelltemperatur abhängig. Sie erreicht bei Silicium einen Maximalwert von etwa <math>U_0 = 0,6</math> 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 <math>U_0 = U_{01} + U_{02}</math>.</p>	<p>Bei voller Sonneneinstrahlung, etwa <math>1\,000\text{ W/m}^2</math>, kann eine Solarzelle mit der Größe von <math>10\text{ cm} \times 10\text{ cm}</math> etwa <math>10\text{ W}</math> erzeugen.</p> <p>Die Bemessungsleistung eines Solarmoduls beträgt, je nach Größe, etwa <math>5\text{ Wp}</math> bis <math>330\text{ Wp}</math>. Ein <math>50\text{-Wp}</math>-Modul ist z.B. geeignet, einen <math>12\text{-V}</math>-Akku-mulator aufzuladen.</p> <p>(Wp von Wattpeak = Leistungsabgabe bei voller Einstrahlung).</p>		
<p><b>Parallelschaltung von Solarzellen</b></p>	<p>Die maximale Stromstärke einer Zelle ist aus der Kennlinie ersichtlich. Sie beträgt meist bis <math>3\text{ A}</math>. Um höhere Lastströme zu erreichen, wird oft die Parallelschaltung angewendet. Dabei addieren sich die Ströme der einzelnen Zellen zu <math>I = I_1 + I_2</math>.</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><a href="http://www.solaranlagen-portal.de">www.solaranlagen-portal.de</a></p>		
<p><b>Reihenschaltung von Solarmodulen</b></p>	<p>Zur Erzielung höherer Systemspannungen werden Solarmodule in Reihe geschaltet.</p> <p><math>U = U_1 + U_2</math></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 <math>230\text{-V}</math>-Geräte wird ein Wechselrichter vorgesehen, der die Gleichspannung in Wechselspannung umsetzt.</p>		
<p><b>Parallelschaltung von Solarmodulen</b></p>	<p>Höhere Gesamtströme erhöhen die Gesamtleistung einer Fotovoltaikanlage. Zur Erzielung höherer Gesamtströme werden Solarmodule parallel geschaltet.</p> <p><math>I = I_1 + I_2</math></p>	<p>In Wohnwagen, Wohnmobilen oder auf Segelbooten werden auf diese Weise <math>12\text{-V}</math>-Netze betrieben.</p> <p>Für fehlende Sonneneinstrahlung kann die vorher gewonnene Energie in einem Akkumulator gespeichert werden.</p>		
<p><b>Schaltung eines Solargenerators</b></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				
$A_L = L_F \cdot A_G$	$P_M = G_N \cdot \eta_M$	$G_N = \frac{P_G}{A_G \cdot \eta_M}$	$A_G = n \cdot A_M$	$n = \frac{P_G}{P_M}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
$A_G$ Gesamtfläche des Solargenerators	$G_N$ globale Bestrahlungsstärke etwa $1\text{ kW/m}^2$	$P_G$ 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	$\eta_M$ 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><b>Schaltung des Umstellers</b></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><b>Anschluss des Stelltransformators</b></p>
SE  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><b>Prinzip eines Stranges des Stufenschalters für 3AC-Transformator</b></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.  <a href="http://www.siemens.de">www.siemens.de</a> ; <a href="http://www.walcher.com">www.walcher.com</a>	 <p><b>Netzausläufer mit Netzregler</b></p>  <p><b>Regelprinzip mit Stufentransformatoren</b></p>



Gerät, Schaltung	Erklärung	Bemerkungen, Darstellung
 <p><b>Rauchwarnmelder</b></p>	<p>Besitzt Mess- und Referenzkammer mit durch Strahler erzeugter ionisierter Luft. Alarmton in 3 m Entfernung etwa 85 dBA. Überwachungsfläche etwa 40 m<sup>2</sup>. 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><b>Bewegungsmelder</b></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><b>Montage eines Bewegungsmelders</b></p>
 <p><b>Glasbruchmelder</b></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><a href="http://www.abus.com">www.abus.com</a>  <a href="http://www.sicherwohnen.com">www.sicherwohnen.com</a>  <a href="http://www.igs-hagen.de">www.igs-hagen.de</a></p>
 <p><b>Öffnungsmelder</b></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><b>Simularschalter</b></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><b>Kamera</b></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><b>Video-Aufzeichnungssystem</b></p>

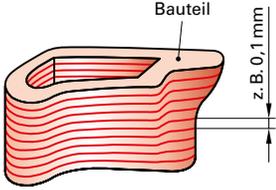
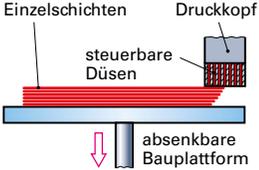
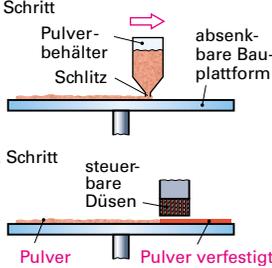
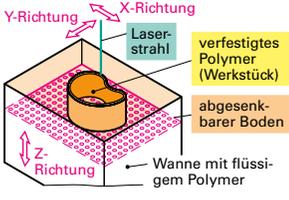
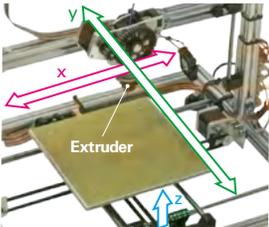
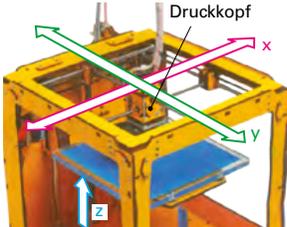
SE

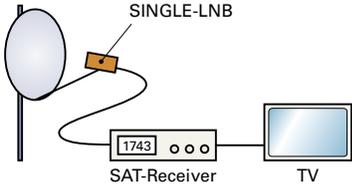
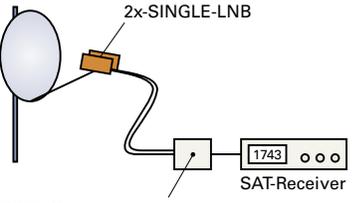
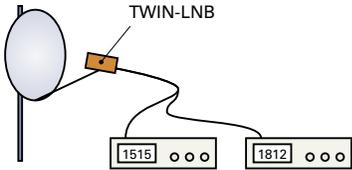
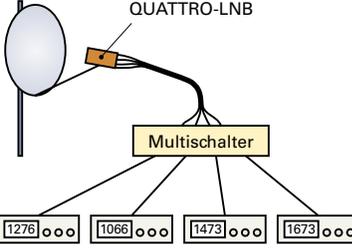
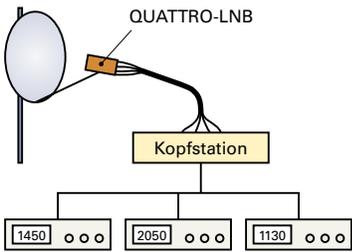


**Definition:** Die Digitalisierung oder digitale Transformation oder digitaler Wandel bezeichnen einen fortlaufenden, in digitalen Technologien begründeten Veränderungsprozess, der als „Digitale Revolution“ die gesamte Gesellschaft und in wirtschaftlicher Hinsicht speziell Unternehmen betrifft.

Art	Erklärung	Darstellungen
<p>Produktionsentwicklung bis zur 4. Industriellen Revolution (IR)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IR ab 1800, Gründerzeit mit Mechanisierung. Fertigung in Fabriken, Nutzung von Wasser- und Dampfkraft.</li> <li>2. IR ab 1900, Fließbandfertigung, Massenproduktion, Arbeitsteilung, elektrische Antriebstechnik.</li> <li>3. IR ab 1970, Halbleiter, IC, Mikrocomputer, Roboter, NC-Maschinen.</li> <li>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).</li> </ol>	<p><b>Industrie 1.0: Dampfmaschine</b>      <b>Industrie 4.0: Digitalisierung</b></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><b>Daten sammeln</b>      <b>Daten senden</b>      <b>Daten analysieren</b></p>
<p>CPS, Cyber physical systems = künstliches physisches System  Smart Factory</p>	<p>Cyber<sup>1</sup>-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><sup>1</sup> griech. Vorsilbe cyber = Steuerung.</p>	<p><b>Cloud = Internet, Intranet</b></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>	<p><b>Big Data</b></p>

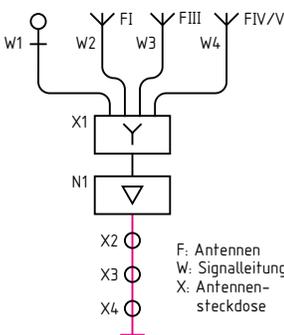


Wirkungsweise	Erklärungen	Bemerkungen, Daten
 <p><b>Druckvorbereitung durch Slicen</b></p>	<p>Ein 3D-Scanner liefert z.B. ein 3D-CAD-Modell oder es wird ein 3D-Modell mit einer CAD-Software erstellt. Mit einer speziellen Software wird das Modell durch Slicen (= schneiden) in dünne Schichten zerlegt. Das Modell wird dann aus diesen Schichten schichtweise nacheinander aufgebaut.</p> <p><a href="http://www.voxeljet.com">www.voxeljet.com</a>, <a href="http://www.slic3r.org">www.slic3r.org</a>, <a href="http://www.autodesk.de">www.autodesk.de</a></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><b>Direktdruck</b></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><b>Pulververfahren</b></p>	<p>Die Herstellung erfolgt in zwei Schritten.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auf die ganze Bauplattform wird eine dünne Pulverschicht aufgetragen.</li> <li>2. Auf das aufgetragene Pulver wird über Düsen der Kleber in Form des Slices aufgetragen.</li> </ol> <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><b>Stereolithografie (SL)</b></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 &lt; 100 µm und einer Druckauflösung von &lt; 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><b>xy-Drucktischbewegung</b></p>	 <p><b>xy-Druckkopfbewegung</b></p>	 <p><b>Extruder mit Thermowiderstand</b></p>

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

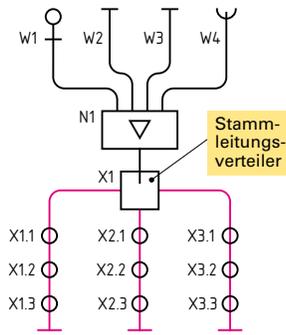


## Signaleinspeisung



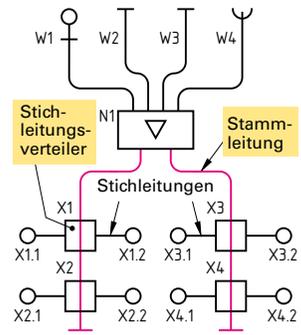
## Antennenanlage mit einer Stammleitung

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 aus der Stammleitung ausgekoppelt. Die Stichleitung wird nicht, die Stammleitung wird mit 75 Ω abgeschlossen.

## Geforderter Nutzpegel am Empfänger

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

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

Die Kopplungsdämpfung muss  $\geq 50$  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	-	-	-	-	-	-	-	

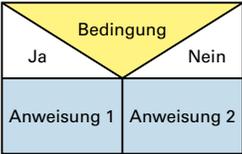
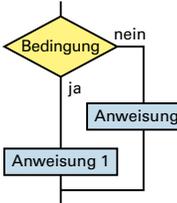
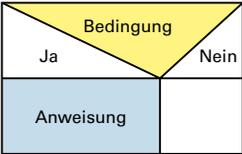
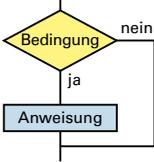
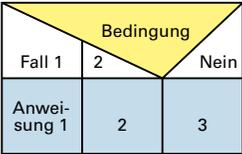
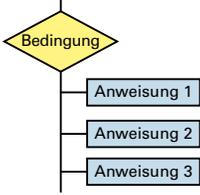
$L_u$  Spannungspegel,  $U$  Spannung,  $U_0$  Bezugsspannung, USB unterer Sonderkanalbereich, OSB oberer Sonderkanalbereich, \* je nach Modulation und/oder Code-Rate andere Werte



Schaltung	Formeln	Spannungsverläufe, Stromverläufe
<p><b>Summierverstärker</b></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><b>Subtrahierverstärker</b></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><b>Spannungskomparator</b></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 <math>U_{e1} \neq U_{e2}</math></p> $U_a = +U_b, \text{ wenn } U_{e1} < U_{e2}$ $U_a = -U_b, \text{ wenn } U_{e1} > U_{e2}$	
<p><b>Spannungs-Stromumsetzer</b></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><b>Konstantstromquelle</b></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><b>Schwellenwertschalter, Schmitt-Trigger</b></p>	<p>Siehe Seite „Schalttransistor und Kipperschaltungen“, Seite 413.</p>	<p>Es gibt nichtinvertierende und invertierende Schwellwertschalter.</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><b>Folgeblock</b></p> <p>Der Folgeblock kann Wertzuweisungen, Rechenoperationen oder Eingabeanweisungen und Ausgabeanweisungen umfassen.</p>		<p><i>Anweisung 1;</i> <i>Anweisung 2;</i> <i>Anweisung 3</i></p>
	<p><b>Verzweigungsblock, zweiseitig</b> (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 <i>Anweisung 1</i> ELSE <i>Anweisung 2;</i> END_IF;</p>
	<p><b>Verzweigungsblock, einseitig</b></p> <p>Bei diesem Verzweigungsblock enthält nur eine Alternative Anweisungen. Die andere Alternative wird ohne Operation durchlaufen.</p>		<p>IF Bedingung THEN <i>Anweisung;</i> END_IF;</p>
	<p><b>Verzweigungsblock, mehrfach</b></p> <p>Beim mehrfachen Verzweigungsblock werden in Abhängigkeit einer Bedingung mehrere Alternativen angeboten.</p>		<p>CASE Ausdruck OF 1: <i>Anweisung 1;</i> 2: <i>Anweisung 2;</i> ELSE <i>Anweisung 3</i> END_CASE;</p>
	<p><b>Wiederholungsblock mit Anfangsbedingung</b></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 <i>Anweisung 1;</i> <i>Anweisung 2</i> END_WHILE;</p>
	<p><b>Wiederholungsblock mit Endebedingung</b></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 <i>Anweisung 1;</i> <i>Anweisung 2</i> 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) und Bauxit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )		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 $\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	Bemerkungen	Art	Dichte $\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	spez. Wärmekapazität c kJ/kg · K	Verwendung
für Feinmech. Motorenöl Getriebeöl	0,9 0,91 0,91	kleine Viskosität mittlere Viskosität große Viskosität	<b>Flüssigkeiten</b> Wasser Öl	1 0,9	4,187 1,884	Umlaufkühlung, Metallbearbeitung
Getriebefett Wälzlagerfett	0,92...0,94 0,92	Schmierfette sind Aufquellungen von Metallseifen.	Bohröl Bohr-emulsion	(Seife gelöst in Mineralöl) (Bohröl + Wasser)		
<b>Feste Schmierstoffe</b> Graphit (C), Molybdändisulfid ( $\text{MoS}_2$ ), Talkum	2,26 – 2,7	Werden meist anderen Schmiermitteln beige-mischt.	<b>Gase</b> Luft Wasserstoff	g/dm <sup>3</sup> 1,293 0,09	1,005 14,277	Gebälsekühlung, Konvektionskühlung, Umlaufkühlung

