

Lernfelder, Hauptabschnitte des Buches, Prüfungsteile

Selection of Learning Fields, relevant Sections of this Book, Parts for Exams

Lernfeld	Lernfeld (Aufgabe)	enthalten im Hauptabschnitt (HA) vom Tabellenbuch Elektrotechnik		Prüfung Teil	
		HA	Seiten (Beispiele)	1	2
1	Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen	G TM	Durchführung von Projekten, Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren, RLC-Schaltungen Schaltzeichen, Stromlaufpläne, Kennlinien	X	X
2	Elektrische Installationen planen und ausführen	TM EI W	Installationspläne, Schaltzeichen Ausschaltung, Serienschaltung, Wechselschaltungen, Lichttechnik, Beleuchtungstechnik, Gebäudesystemtechnik, Smart Home, Lichtmanagement Leitungen in Niederspannungsanlagen	X	X
3	Steuerungen analysieren und anpassen	TM IK AS	Schaltzeichen, Arten von Diagrammen, Messinstrumente Schaltalgebra, KV-Diagramm, digitale Zähler, Mikrocomputer Verstärker, Operationsverstärker, Schütze	X	X
4	Informationstechnische Systeme bereitstellen	G TM IK SE	Filter, Kühlung DA-Umsetzer, AD-Umsetzer, analoge Informationsverarbeitung, Codeumsetzer, Oszilloskop Dualzahlen, Binärcodes, Funk-LAN, PROFIBUS, Industrial Ethernet, Internet-Zugang, Antennen Oberschwingungen, USV-Systeme	X	X
5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten	TM SE	Batterien, Bezugspfeile, Wechselgrößen, aktive Bauelemente der Energietechnik, Transformatoren, Stromrichterschaltungen Freileitungen, intelligente Stromnetze, Schutzmaßnahmen, Blitzschutz, Lichtschranken	X	X
6	Anlagen und Geräte analysieren und prüfen	TM SE W	Halbleiterspeicher, optische Speicher, Messen Schnittstellen, Bildschirmarbeitsplätze, Prüfen Leitungen, Steckverbinder	X	X
7	Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren	TM AS	Schaltzeichen, Sensoren, Messwerterfassung Aktoren, Ablaufsteuerungen, Kleinsteuerungen, SPS, SPS-Programmierung, Regelungstechnik, Drehzahlregelung		X
8	Antriebssysteme auswählen und integrieren	G TM AS	Dreiphasenwechselstrom, Drehstrom Pneumatik, Hydraulik Antriebstechnik, Sicherheit von Maschinen, Motoren, sicherheitsbezogene Steuerungen		X
9	Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren	TM EI IK	Schaltpläne, Dokumentation über Anlagen Gefahrenmeldeanlagen, Videoüberwachung Modulationen, Demodulationen, Ethernet		X
10	Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und instandhalten	EI AS IK	Hausanschluss, Leitungsberechnung, KNX-TP EU-Maschinenrichtlinie, USV-Systeme, Überspannungsschutz Funksteuerung, PROFINET, Gateways		X
11	Energietechnische Anlagen in Betrieb nehmen und in Stand setzen	EI AS	Umwelttechnik, Umgang mit Elektroschrott Überwachung der Stromkreise, Anlagendiagnose, Materialflusssysteme, Wartungspläne		X
12	Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren	BU AS	Computerunterstützte Planung, Lastenheft, Pflichtenheft Antriebe von Schützen, Kleinsteuerungen, Schüttschaltungen, Hilfsstromkreise		X
13	Energie- und gebäudetechnische Anlagen in Stand halten und ändern	SE IK AS	Photovoltaik, Qualität der Stromversorgung Anschluss an das Telefonnetz, Antennen Überlast- und Kurzschlusschutz		X



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

Tabellenbuch Elektrotechnik

Tabellen

Formeln

Normenanwendungen

28. 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.: 30160 XXL, mit CD

Autoren des Tabellenbuchs Elektrotechnik:

Häberle, Gregor	Dr.-Ing., Abteilungsleiter	Tettngang
Häberle, Heinz	Dipl.-Gewerbelehrer, VDE	Kressbronn
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
Tkocz, Klaus	Dipl.-Ing. (FH)	Kronach

Leitung des Arbeitskreises:

Dr.-Ing. Häberle, Tettngang

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Auszüge aus DIN-Normen mit VDE-Klassifikation sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 32.018 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.

28. Auflage 2018, korrigierter Nachdruck 2019

Druck 5 4 3 2

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

ISBN 978-3-8085-3490-8

ISBN 978-3-8085-3509-7 XXL, mit CD

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

© 2018 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Grutten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: © erdquadrat-Fotolia.com; Fluke Deutschland GmbH, Glottental; Siemens AG, München;
ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

MATHEMATIK, PHYSIK, SCHALTUNGS-
THEORIE, BAUELEMENTE

11 ... 66

G

TECHNISCHE DOKUMENTATION,
MESSEN

67 ... 128

TM

ELEKTRISCHE INSTALLATION,
ARBEITEN UNTER SPANNUNG,
BELEUCHTUNG

129 ... 222

EI

SICHERHEIT, ENERGIEVERSORGUNG

223 ... 318

SE

INFORMATIONSD- UND KOMMUNIKA-
TIONSTECHNISCHE SYSTEME

319 ... 368

IK

AUTOMATISIERUNGS- UND ANTRIEBS-
SYSTEME, STEUERN UND REGELN

369 ... 462

AS

WERKSTOFFE, VERBINDUNGSTECHNIK

463 ... 494

W

BETRIEB UND SEIN UMFELD,
UMWELTTECHNIK, ANHANG

495 ... 576

BU

Die Weiterentwicklungen der Technik unter den Stichworten Digitalisierung und Smart Grids führte zu einer Überarbeitung und Erweiterung des Buches zu einem Kompendium. Neue und aktualisierte Inhalte sind nachstehend *kursiv* (schräg) gedruckt.

- **Teil G**
Mathematik,
Physik,
Schaltungstheorie,
Bauelemente

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**
Technische
Dokumentation,
Messen

Technisches Zeichnen, Stromkreise und Schaltzeichen, Schaltpläne, Dokumentation, Betriebsanleitung. Messgeräte, Messwerke, Messkategorien, Messen in elektrischen Anlagen, eHZ-Zählertypen, Hydraulische und pneumatische Elemente, Kennzeichnungen in elektropneumatischen Steuerungen, Elektropneumatische Grundsaltungen, Oszilloskop, Sensoren, Sensor-Anschluss technik, Lichtschranken.
- **Teil EI**
Elektrische
Installation,
Arbeiten unter
Spannung,
Beleuchtung

Arbeiten in elektrischen Anlagen, Installationsschaltungen, Sprechanlagen, Mindestausstattung von Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden, Dimmertypen, Dimmen von LEDs, Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik, Hausanschluss, Leitungsbe-rechnung, Induktivitätsbelag und Spannungsfall, Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen, Projektierung einer Smart-Home-Anlage, Komponenten zur Funksteuerung, Aufbau von Schaltschränken, Leitungsberechnung bei Oberschwingungen, Licht-technik, Beleuchtungstechnik, Lichtmanagement mit DALI, LED-Leuchtmittel, Lichtwer-beanlagen, LED-Leuchtröhren/Leuchtbänder.
- **Teil SE**
Sicherheit,
Energieversorgung

Arbeitssicherheit, Stromgefährdung durch DC, Basisschutz, Fehlerschutz, zusätzlicher Schutz, Leiter für die Schutzmaßnahmen, Kraftwerksarten, Isolierstoffklassen, Transfor-matoren, Freileitungssysteme, Erdkabel, PV-Anlagen, Brennstoffzellen, Primärelemente, Akkumulatoren, SSV-Anlagen, Ladestationen für Akkumulatoren, Ladestationen für Elektrofahrzeuge, Energieversorgung für Baustellen, Blitzschutz, Kompensation, Messen von Oberschwingungen, THD-Werte, Regelung der Netzspannung und Netzfrequenz, Sicherheitstechnik, Brandmeldeanlage, Heizwärmeverbrauch, Energy Harvesting, Ener-gieeinsparverordnung, Stromtarife.
- **Teil IK**
Informations- und
kommunikations-
technische
Systeme

Zahlensysteme, Codes, DA-Umsetzer, AD-Umsetzer, Modulation und Demodulation, Net-ze der Informationstechnik, Ethernet, Funk-LAN, AS-i-Bussystem, 3D-Drucker, Netzwerk-kommunikation, PROFIBUS, Identifizierungssysteme, Internet-Telefonie (VoIP), Internet, Antennenanlagen, SAT-Anlagen, Fernwirken, Fernwarten, Bibliotheksfähige SPS-Bausteine, Funktionale Sicherheit SIL, Störungen bei der Funkübertragung, Satellitenempfang.
- **Teil AS**
Automatisierungs-
und Antriebs-
systeme, Steuern
und Regeln

Hilfsstromkreise von Steuerungen, Stromrichter, Schaltnetzteile, Kippschaltungen, Steu-errelais, Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS, Schütze, Motorschutz, Netzwerk-kommunikation, GRAFCET, elektrische Ausrüstung von Maschinen, Regelungstechnik, Drehstrommotoren, Wechselstrommotoren, Gleichstrommotoren, Effizienz von Antrie-ben, Servomotoren, Kleinstmotoren, Linearantriebe, Frequenzrichter auswählen und einstellen, Sicherheitsfunktionen, Elektronische Grenztaster, Softstarter.
- **Teil W**
Werkstoffe,
Verbindungstechnik

Periodensystem, Stoffwerte, Stahlnormung, Magnetwerkstoffe, Isolierstoffe, Leitungen, Erdkabel, Steckverbinder, lötfreie Anschluss technik, Gewinde, Schrauben und Muttern.
- **Teil BU**
Betrieb, Umfeld,
Umwelttechnik,
Anhang

Organisationsformen, Arbeiten im Team, Arbeitsplanung, Kosten und Kennzahlen, Qua-lifikationen der Elektrofachkraft, Durchführung von Projekten, Umgang mit Konflikten, Kommunikation mit Kunden, Business Etikette, Statistische Auswertung im Qualitäts-mangement, Umwelttechnische Begriffe, gefährliche Stoffe, Normen, Kurzformen, fachliches Englisch, Sachwortverzeichnis, Firmen und Dienststellen.

Normänderungen wurden übernommen. Allgemein ist zu beachten, dass vielfach die Normen verschiedene For-men 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 per E-Mail an lektorat@europa-lehrmittel.de gerichtet sein.

Frühjahr 2018

Der Autoren-Arbeitskreis

Lernfelder, Hauptabschnitte des Buches,
Prüfungsteile U2
Literaturverzeichnis 10

**Teil G: Mathematik, Physik, Schaltungstheorie,
Baulemente 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
Potenziometer 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, Netzwerkumwandlung,
Brückenschaltung 48
Unsymmetrische gleichartige Belastung bei
Dreiphasenwechselstrom 49
Widerstände und Kondensatoren 50
Farbkennzeichnung von Widerständen und
Kondensatoren 51
Bauarten von Widerständen und Kondensatoren
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
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
Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen 80
Stromkreise und Schaltzeichen 81
Allgemeine Schaltzeichen 82
Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen . 83
Messinstrumente und Messgeräte 84
Halbleiterbauelemente 85
Binäre Elemente 86
Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und
Tarifsaltgeräte 88
Audioumsetzer, Videoumsetzer und
Antennenanlagen 89
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und
Installationspläne 90
Installationsschaltpläne 92
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne 93
Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren 94
Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser .. 95
Drehstrommotoren und Anlasser 96
Motoren mit Stromrichterspeisung 97
Vergleich von Schaltzeichen 98
Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln
(Beispiele) 100
Hydraulische und pneumatische Elemente 101
Symbole der Verfahrenstechnik 102
Kennzeichnung in elektropneumatischen
Steuerungen 103
Elektropneumatische Grundschaltungen 104
Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder
Anlagen 105
Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung 106
Elektrische Messgeräte und Messwerke 107
Piktogramme für die Messtechnik 108
Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung 109
Messbereichserweiterung 110

Messungen in elektrischen Anlagen	111	Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen	169
Niederspannungs-Leistungsmessgeräte	114	Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich	170
Elektrizitätszähler	115	Fundamentender im Beton oder in Erde	171
Elektronische kWh-Zähler	116	Hauptleitungen in Wohnanlagen	172
Elektronische Haushaltszähler eHZ EDL	117	Zählerplatzeinrichtung	173
Oszilloskope	118	Elektrische Mindestausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze	174
Messen mit dem Oszilloskop	119	Mindestausstattung an Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden	175
Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren	120	Leitungsführung in Wohngebäuden	176
Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren	121	Leitungsberechnung ohne Verzweigung	177
Bewegungsmessung mit Sensoren	122	Leitungsberechnung mit Verzweigung	179
Temperaturmessung mit Sensoren	123	Induktivitätsbelag und Spannungsfall	180
Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken)	124	Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen	181
Näherungsschalter (Sensoren)	125	Verlegearten für feste Verlegung	182
Ultraschall-Sensoren	126	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 25\text{ °C}$	183
Weitere Sensoren	127	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 30\text{ °C}$	184
Anschluss von Sensoren der Steuerungstechnik	128	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung	185
Teil E1: Elektrische Installation	129	Ergänzungen zur Strombelastbarkeit	186
Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten ...	130	Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	187
Arbeiten in elektrischen Anlagen	131	Leitungsberechnung bei Oberschwingungen ..	188
Werkstattausrüstung	132	Verteilerstromkreis bei Oberschwingungen OS ...	189
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung	133	Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln	190
Ausschaltungen, Serienschaltung	134	Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen)	191
Wechselschaltung, Kreuzschaltung	135	Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte	194
Reale Ausführung von Installationsschaltungen	136	Räume mit Badewanne oder Dusche	195
Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner	137	Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung	196
Schaltungen mit Stromstoßschaltern	138	Saunaaanlagen, Schwimmbecken, begehbare Becken	197
Jalousieschaltungen	139	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	198
Zweidraht-Türsprechanlagen	141	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betriebsstätten	199
Videoanlagen für Hauskommunikation	142	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	200
Türsprechanlagen	143	Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen	202
Dimmen konventioneller Lampen	144	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	203
Konventionelle Tastdimmer, Dimmertypen	145	Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen	204
Dimmen von LED-Lichtquellen	146	Aufbau von Schaltschränken	205
Lichtmanagement mit DALI	147	Lichttechnik	206
Automatikschalter mit Wärmesensor	148	Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in Innenräumen	207
Automatikschalter mit Ultraschall- Bewegungssensor	149	Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtungen	208
Elektroinstallation mit Niedervolt- Halogenleuchtampen	150	Berechnung von Beleuchtungsanlagen	209
Feldarme Elektroinstallation	151	Beleuchtung und Blendung	210
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik	152	Leuchtstofflampen für 230 V	211
Linien und Bereiche beim Installationsbus KNX- TP	153	Temperaturstrahler, Gasentladungslampen	212
Schaltzeichen des KNX	154	Energiesparlampen, Farbwiedergabe	213
Systemkomponenten für den KNX-TP	155	Induktionslampen und Lichtwellenleiter	214
Sensoren für den KNX-TP	156	EVG für Leuchtstofflampen	215
Aktoren für den KNX-TP	157		
Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL	158		
Projektierung einer Smart-Home-Anlage	159		
Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX	160		
Smart Home mit Busch-free@home	162		
LON	163		
LON-Komponenten	164		
LCN	165		
Elektroinstallation mit Funksteuerung	166		
Komponenten zur Funksteuerung	168		

LED-Beleuchtung	216	Notstromversorgung und Notbeleuchtung	274
LED-Leuchtmittel	217	Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV- Anlagen)	275
LED-Leuchtröhren, LED-Module	218	USV-Systeme (Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme)	276
Lichttechnische Daten von Leuchten	219	Energieversorgung für Baustellen	277
Leuchtstofflampenersatz	220	Ladestationen für Elektrofahrzeuge	278
Lichtwerbeanlagen mit Niederspannung	221	Elektrische und magnetische Feldstärken	279
Leuchtröhrenanlagen	222	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	280
Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung	223	Elektromagnetische Störungen EMI	281
Erste Hilfe am Arbeitsplatz	224	Maßnahmen gegen EMIs	282
Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben	225	Innerer Blitzschutz	283
Zeichen zur Unfallverhütung	226	Äußerer Blitzschutz	284
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit	230	Fangeinrichtungen und Ableitungen	286
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten	231	Qualität der Stromversorgung	287
Weitere Stromgefährdungen	232	Oberschwingungen OS	288
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen	233	Messen von Oberschwingungen OS	289
Verteilungssysteme	234	THD-Werte von Oberschwingungen	290
Schutz gegen elektrischen Schlag	235	Regelung der Netzspannung	291
Differenzstromgeräte	236	Regelung der Netzfrequenz	292
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	237	Kompensation	293
Weitere Schutzmaßnahmen	239	Kompensation der Blindleistung	294
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen	240	Überwachung der Endstromkreise	296
Leiter für Schutzmaßnahmen	241	Melde- und Überwachungsanlagen	297
Prüfung der Schutzmaßnahmen	242	Sicherheitstechnik in Gebäuden	298
Wiederkehrende Prüfungen	243	Rauchwarnmelder RWM	299
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte	244	Brandschutzschalter	300
Geräteprüfung nach Instandsetzung oder Änderung	246	Gefahrenmeldeanlagen	301
Transformatoren und Drosselspulen, Prüfung der Isolation	247	Einbruchmeldeanlage EMA	302
Berechnung von Transformatoren	248	Brandmeldeanlagen	303
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren ...	249	Video-Überwachung	304
Kleintransformatoren	250	Ermittlung des Energieverbrauchskennwertes von Gebäuden	305
Kraftwerksarten	251	Raumheizung	306
Drehende Generatoren	252	Umschlossene Heizungssysteme	307
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von Transformatoren	253	Klimatisierung	308
Transformatoren für Drehstrom	254	Klimatisierung von Schaltschränken	309
Transformatoren in Parallelbetrieb	255	Kochstellen für Elektroherde	310
Netze der Energietechnik	256	Warmwassergeräte	311
Freileitungen	257	Hausgeräte	312
Freileitungsnetze	258	CE-Kennzeichnung	313
Kabel für die Energieverteilung	259	Energieeffizienzklassen	314
Verlegen von Erdkabeln	260	Energie-Einsparpotenziale	316
Eigenerzeugungsanlagen	261	Wärmepumpe	317
Windkraftanlagen	263	Stromtarife	318
Fotovoltaik	264	Teil IK: Informations- und kommunikationstechnische Systeme	319
Fotovoltaikanlagen	265	Dualzahlen und Binärcodes	320
Intelligente Stromnetze	266	Sedezimalzahlen und Oktalzahlen	321
Brennstoffzellen	267	ASCII-Code und Unicode	322
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	268	Binäre Verknüpfungen	323
Elektrochemie	269	Schaltalgebra	324
Primärelemente (Batterien)	270	Entwicklung von Schaltnetzen	325
Akkumulatoren (Sekundärelemente)	271	Codeumsetzer	326
Ladetechniken für Akkumulatoren	272	Komparatoren und bistabile Kippschaltungen ...	327
Energie ernten für Sensoren und Aktoren	273	Digitale Zähler und Schieberegister	328
		DA-Umsetzer und AD-Umsetzer	329
		Mikrocomputer	330

Literaturverzeichnis

List of Literature

Automatisierungstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Baumann u. a.
Betrieb von elektrischen Anlagen	VDE-Verlag, Berlin	DIN VDE 0105
Digitale Übertragungstechnik	Vieweg + Teubner Verlag, 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	Vieweg + Teubner Verlag, 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	Tkotz 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	Vieweg + Teubner Verlag, 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.

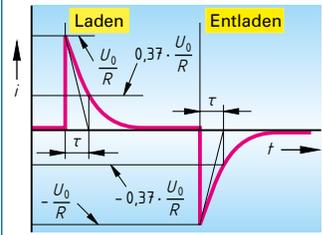
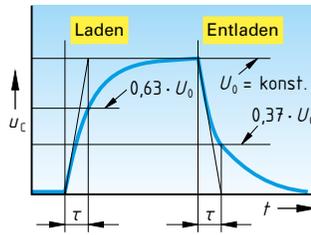
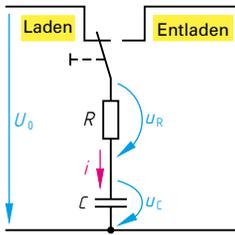
Schalten von Kondensatoren und Spulen Switching Capacitors and Coils

Schaltung, Zeitkonstante

Spannungsverlauf

Stromverlauf

Ladevorgang und Entladevorgang beim Kondensator an DC



Zeitkonstante

$$\tau = R \cdot C \quad \mathbf{1}$$

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

Laden:

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

Entladen:

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

Laden
und Ent-
laden:

$$u_R = i \cdot R \quad \mathbf{6}$$

Laden:

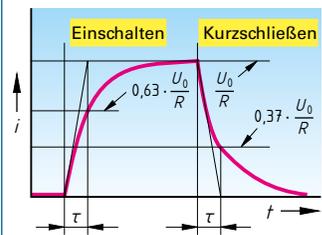
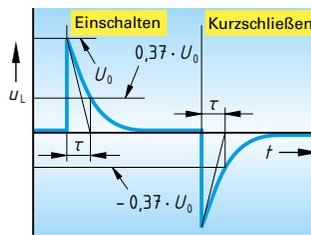
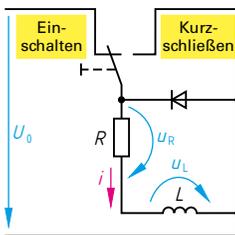
$$i_C = \frac{U_0}{R} \cdot \exp(-t/\tau) \quad \mathbf{3}$$

Entladen:

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

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

Einschaltvorgang und Ausschaltvorgang (Kurzschließen) bei der Spule an DC



Zeitkonstante

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

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

Ein-
schalten:

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

Kurz-
schließen:

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

Ein-
schalten:

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

Ein-
schalten:

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

Kurz-
schließen:

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

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

C Kapazität

R Wirkwiderstand

 u_C Kondensatorspannung i Stromstärke (Augenblickswert)

t Zeit

 u_L Spulenspannung

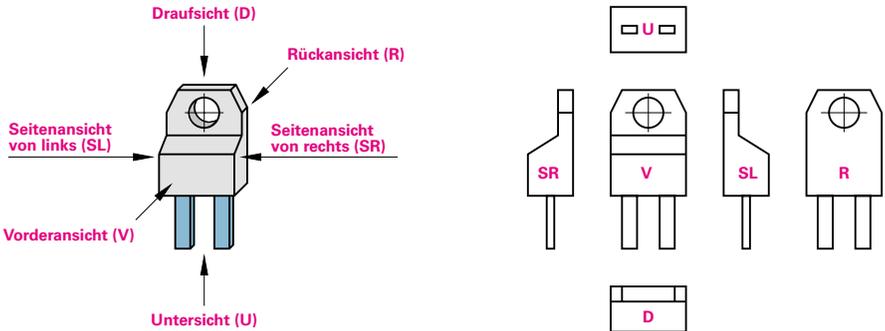
L Induktivität

 τ 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.

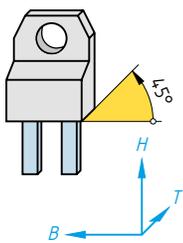
Die Zeitkonstante gibt die Zeit an, nach der ein nach $\exp(x) = e^x$ verlaufender Vorgang beendet wäre, wenn der Vorgang mit der Anfangsgeschwindigkeit weiter verlaufen würde. Das ist aus den Tangenten der Bilder erkennbar. Endwerte von u und i sind erreicht nach $t \approx 5\tau$.

Anordnung der Ansichten



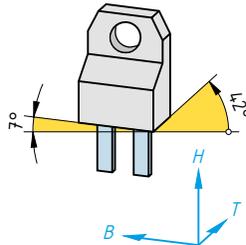
Axonometrische Projektionen

Rechtwinklige Parallelprojektion



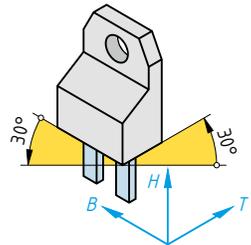
$B : H : T = 1 : 1 : 0,5$
Anwendung für Skizzen

Dimetrische Projektion



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

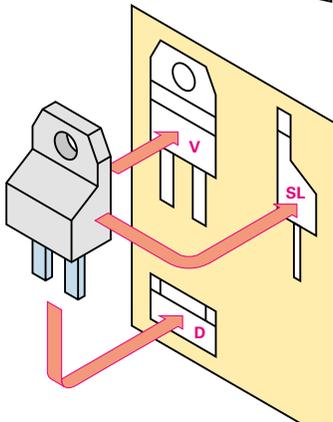
Isometrische Projektion



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

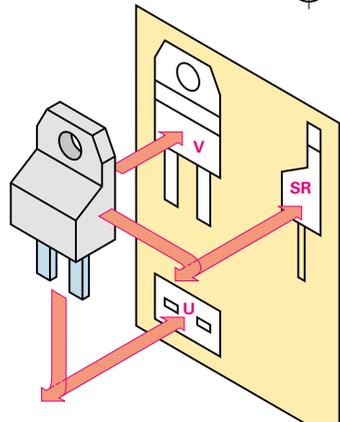
Normalprojektionen

Projektionsmethode 1: Kennzeichen:



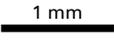
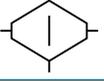
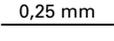
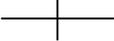
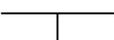
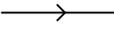
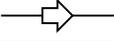
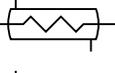
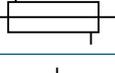
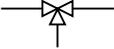
Anwendung in europäischen Ländern

Projektionsmethode 3: Kennzeichen:



Anwendung in amerikanischen Ländern und in Datenbüchern

Symbole der Verfahrenstechnik
Symbols of Process Engineering

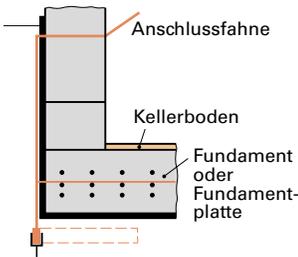
Symbol	Benennung	Symbol	Benennung	Symbol	Benennung
Leitungen		Kolonnen, Reaktoren		Sieben, Sichten	
	Leitung für Hauptprodukt		Kolonne (Reihenschaltung von gleichen Einbauten), allgemein		Siebapparat, Rechen, allgemein
	Leitung für Nebenprodukt			Behälter mit Festbett	
	Steuerleitung		Behälter mit Fließbett	Filtern	
	Leitungs-kreuzung				Filterapparat, allgemein
	Leitungsabzweig				
	Doppelabzweig	Heizen und Kühlen			Gasfilter, Luftfilter, allgemein
Fließpfeile			Heizen oder Kühlen, allgemein		
	Fließrichtung, allgemein		Wärmetauscher mit gekreuzten Fließlinien	Abscheider	
	Eingang, Ausgang wichtiger Stoffe				desgleichen, ohne Kreuzung
Armaturen			desgleichen, mit Rohrschlange		Fliehkraftabscheider, Zyclon
	Absperrarmatur, allgemein		Doppelrohrwärmetauscher		Elektrostatischer Abscheider
	desgleichen (Eckform)		Dampfkessel	Zentrifugen	
	desgleichen (Dreiwegeform)				Abzugshaube
	Absperrschieber		Schornstein		desgleichen, mit Siebmantel
	Absperrklappe	Zerkleinerung		Trocknen	
Fördereinrichtungen			Zerkleinerungsmaschine, allgemein		Trockner, allgemein
	Pumpe, allgemein		Mühle, allgemein		Zerstäubungstrockner
	Verdichter, Vakuumpumpe, allgemein		Prallbrecher	Sortieren	
	Stetigförderer, allgemein				Walzenbrecher
	Schneckenförderer	Behälter			
	Behälter, allgemein				
	Kugelbehälter				

Verlegung und Schaltungen



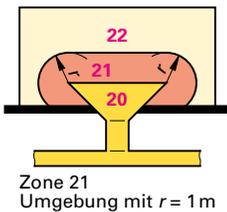
Qualifikationen der Elektrofachkraft	130
Arbeiten in elektrischen Anlagen	131
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung	133
Ausschaltungen, Serienschaltung	134
Wechselschaltung, Kreuzschaltung	135
Jalousieschaltungen	139
Sprechanlagen	141
Tastdimmer, Dimmertypen	144
Dimmen von LED-Lichtquellen	146
Lichtmanagement mit DALI	147
Automatikschalter	148
Elektroinstallation mit Niedervolt-Halogenglühlampen ..	150
Feldarme Elektroinstallation	151
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik	152
KNX-TP	153
LON, LCN	163
Elektroinstallation mit Funksteuerung	166

Leitungsberechnung



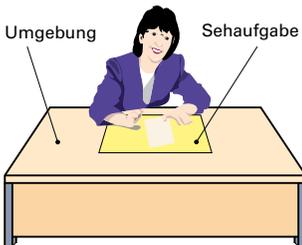
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich	170
Fundamenterder im Beton oder in Erde	171
Hauptleitungen in Wohnanlagen	172
Zählerplatzinstallation	173
Mindestausstattung in Wohngebäuden	174
Leitungsführung in Wohngebäuden	176
Leitungsberechnung	177
Induktivitätsbelag und Spannungsfall	180
Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen	183
Belastbarkeit von Starkstromkabeln	190
Überstrom-Schutzeinrichtungen	191

Besondere Räume, Arbeiten unter Spannung



Räume mit Badewanne oder Dusche	195
Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung ...	196
Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	198
Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betrieben ...	199
Elektroinstallation in medizinisch genutzten Räumen ..	200
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen	202
Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	203
Energieversorgung von Werkstätten und Maschinen-	204
hallen	204

Beleuchtung



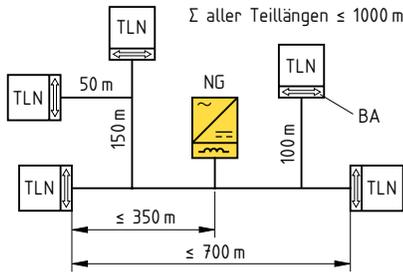
Lichttechnik	206
Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in Innenräumen	207
Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtungen ..	208
Berechnung von Beleuchtungsanlagen	209
Leuchtstofflampen für 230 V	211
Temperaturstrahler, Gasentladungslampen	212
Energiesparlampen, Farbwiedergabe	213
LED-Beleuchtung	216
Lichttechnische Daten von Leuchten	219
Lichtwerbeanlagen	221

Elektrische Installation

EI

Systemaufbau, Programmierung

Erklärung

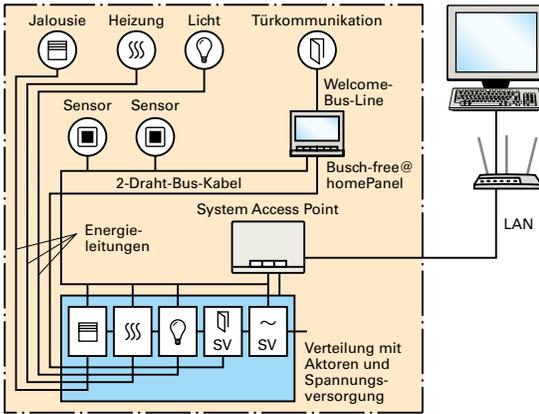


Das free@home-System ist ein auf Twisted Pair basierendes Bussystem für den privaten Wohnbau. Es ermöglicht die Steuerung und Automatisierung von Licht, Jalousien und Heizung sowie die Anbindung der Türkommunikation mit eigenem 2-Draht-Bus (Busch-Welcome).

Topologie:

- Der free@home-Bus kann in Linien-, Stern- oder Baumstruktur erstellt werden.
- Es werden keine Abschlusswiderstände benötigt.
- Maximal 64 Teilnehmer können angeschlossen werden.
- Es soll eine KNX-zertifizierte Busleitung (J-Y(ST)Y 2 x 2 x 0,8) verwendet werden.
- Die maximalen Leitungslängen sind gleich wie beim KNX-TP-Bus (**Bild 1**).
- Eine Anlage kann um bis zu 64 Wireless-Komponenten erweitert werden.

Bild 1: Leitungslängen



Bestandteile des Systems:

- Spannungsversorgung
- System Access Point bietet den Zugang, um mittels PC oder mobilen Endgeräten (z.B. Tablet) auf die Anlage zugreifen zu können (**Bild 2**). Die Anlage kann dadurch programmiert und ferngesteuert werden. Der System Access Point kann über WLAN oder den eingebauten Ethernet-Port mit dem vorhandenen Netzwerk verbunden werden.
- Sensoren
- Aktoren
- Busch-free@home Panel
- free@home APP für iOS und Android (kostenlos)

Das Panel kann auch als Innensprechstelle mit Videobild zur Videoaußenstation genutzt werden.

Bild 2: Systemaufbau free@home mit Busch-Welcome

- 1. Grundeinstellungen:** Bei Erstinbetriebnahme sind Grunddaten wie Sprache, Standort, Uhrzeit/Datum, Benutzername/Passwort und Benutzerrechte einzugeben.
- 2.1 Erstellen der Hausstruktur** ist Ausgang der Konfiguration. Es wird ein digitales Abbild der Wohnung oder des Hauses erstellt.
- 2.2 Geräte den Räumen zuordnen.** Die angeschlossenen Geräte müssen identifiziert und einem Raum zugeordnet werden. Sie müssen einen eindeutigen beschreibenden Namen erhalten (wichtig für die mögliche Sprachsteuerung).
- 2.3 Verknüpfung von Sensoren und Aktoren.** Graphische Zuordnung von Sensoren und Aktoren sowie die Erstellung von Zentralbefehlen und Lichtszenen.
- 2.4 Aktionen.** Einfache logische Beziehungen („Wenn - dann“) können hier konfiguriert werden, z. B. Fenster - offen - Warnung.
- 2.5 Zeitsteuerungen.** Alle programmierten Geräte und Szenen können über Zeitprofile automatisch geschaltet werden. Dabei wird zwischen Grundprofil(en) und Anwesenheitsprofil unterschieden.
- 2.6 Panel.** Die Schaltflächen des free@home-Panel können frei bestückt werden. Damit kann das Panel-7“ z. B. für 16 verschiedene Schaltaufgaben konfiguriert werden.

Projektierung, Inbetriebnahme und Erstellung der Visualisierung erfolgt immer über den System-Access-Point (Sys-AP).

- PC, Smartphone oder Tablet wird benötigt.
- Kopplung erfolgt über System-Access-Point. Dazu muss dessen WLAN-Adresse und Passwort bekannt sein. Diese sind im Innern des Sys-AP aufgedruckt.
- Zusätzliche Software wird nicht benötigt.

Die Vorgehensweise erfolgt in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten (**Bild 3**).

Jedes Gerät besitzt eine eindeutige, achtstellige Seriennummer. Diese ist auf jedem Gerät sowohl fest als auch auf einem abziehbaren Identilabel aufgebracht.

www.busch-jaeger.de.

Bild 3: Ablauf der Programmierung bei free@home (Auszug)

Lichttechnische Daten von Leuchten Photometric Data of Light Fixtures

Lichtverteilung bei 1000 lm	Leuchte		Leuchtenbetriebswirkungsgrad η_{LB} in %	Reflexionsgrade ρ , Raumindex k und Raumwirkungsgrad η_R										
				Decke ρ_1		0,8		0,6		0,3				
				Wände ρ_2		0,5	0,3	0,5	0,3	0,3				
Boden ρ_3		0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1				
direkt; stark gerichtet 		Spiegelraster, engstrahlend	60	Raumindex k	Raumwirkungsgrad η_R in %									
		Spiegelreflektor, einlampig	80	0,6	61	58	54	52	59	57	53	51	51	
				1,0	80	75	73	69	76	73	70	68	67	
				1,5	95	86	88	82	90	84	84	80	79	
		Rundreflektor	75	2,0	102	91	96	87	95	89	91	86	84	
				3,0	111	97	106	95	103	95	99	92	91	
				5,0	119	102	115	100	109	98	106	97	96	
direkt; tiefstrahlend 		Wanne, prismatisch	60	Raumindex k	Raumwirkungsgrad η_R in %									
		Spiegelraster, breitstrahlend	60	0,6	52	49	43	42	49	48	42	41	41	
				1,0	73	67	64	60	69	65	61	59	58	
				1,5	89	81	81	75	83	78	77	73	72	
		Spiegelreflektor, mehrlampig	75	2,0	97	86	89	81	90	83	84	79	78	
				3,0	107	94	101	90	99	91	94	88	86	
				5,0	116	100	111	97	106	96	102	94	93	
vorwiegend direkt; breitstrahlend 		Nurglasleuchte, Glühlampe	70	Raumindex k	Raumwirkungsgrad η_R in %									
		Wanne, prismatisch	65	0,6	41	39	31	30	37	35	29	28	27	
				1,0	59	55	49	46	52	50	44	43	41	
				1,5	74	67	64	60	66	61	58	55	52	
		Wanne, opal	50	2,0	83	74	73	67	73	68	66	62	59	
				3,0	95	83	87	77	83	76	77	71	68	
				5,0	106	91	99	86	91	83	87	80	76	
gleichförmig; allseitig strahlend 		freistrahlend	90	Raumindex k	Raumwirkungsgrad η_R in %									
		Lamellenraster	82	0,6	36	34	27	26	29	28	23	22	19	
				1,0	52	48	43	40	41	39	35	33	29	
				1,5	65	59	56	52	52	49	45	43	38	
		Opalglas-Glühlampe	80	2,0	74	66	65	59	58	54	52	49	43	
				3,0	84	74	77	68	66	61	61	57	50	
				5,0	94	81	88	77	74	67	70	64	56	
indirekt; hochstrahlend 		Kehle breit, weiß	70	Raumindex k	Raumwirkungsgrad η_R in %									
				0,6	15	15	9	10	11	12	6	8	5	
				1,0	28	27	20	19	18	19	13	13	8	
				1,5	41	39	31	30	26	25	20	19	13	
		Kehle schmal, weiß	50	2,0	51	48	41	40	32	30	26	25	16	
				3,0	65	58	55	52	39	37	34	32	20	
				5,0	77	68	70	63	45	43	42	39	24	

Die genauen Werte sind den Tabellen der Hersteller zu entnehmen.

Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren More Operating Quantities of Transformers

Bestimmung der Betriebsgrößen Eisenverluste, Kupferverluste, Verhalten mit Last

Fall, Anwendung	Ersatzschaltung	Zeigerbild	Bemerkungen
Leerlauf jeweils an U_N Messung von $I_0 \approx I_m$ mit Strommesser und von P_{vFe} mit Leistungsmesser. P_{vFe} ist unabhängig von der Belastung.			I_0 ist annähernd I_m . Im Ersatzwiderstand R_{Fe} tritt P_{vFe} auf. Die magnetische Streuung σ ist im Leerlauf an U_N sehr klein.
Ausgang kurzschließen und Eingang Anschluss an U_k . Messung von P_{vCu} mit Leistungsmesser. P_{vCu} ist quadratisch abhängig vom Laststrom.			Durch den Anschluss an $U_k = u_k \cdot U_{1N}/100$ fließt der volle Bemessungsstrom, sodass P_{vCu} gemessen wird. Die magnetische Streuung σ ist bei kurzgeschlossenem Ausgang groß und bewirkt einen Blindwiderstand X_σ .
Betrieb mit Last an U_N Die Ausgangsspannung mit Last hängt gegenüber dem Leerlauf hier von P_{vCu} und X_σ sowie Zab.			Bei Wirklast und induktiver Last liegt an der Last eine kleinere Spannung als U_{2N} . Bei kapazitiver Last kann U_2 größer sein als U_{2N} .

SE

Verluste, Wirkungsgrad, Jahresnutzungsgrad

Begriffe	Erklärung	Formeln	
Bemessungsleistung (beim Trafo Scheinleistung) Bemessungsspannung Bemessungsstrom	Aus Scheinleistung S_N folgt über die Bemessungsspannung U_N der Bemessungsstrom I_N . Phasenfaktor $\sqrt{3}$.	bei einphasigem AC $S_N = U_N \cdot I_N$ 1	bei dreiphasigem 3AC $S_N = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N$ 2
Verlustleistung P_v Eisenverlust P_{vFe} Kupferverlust P_{vCu}	Wirkleistungsverlust durch Ummagnetisierung und Erwärmung der Wicklung	$P_v = P_{in} - P_{out}$ 3	$P_v = P_{vFe} + P_{vCu}$ 4
Wirkungsgrad η (eta)	Verhältnis von nutzbarer Leistung zur aufgewendeten Leistung	$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ 5	$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{vFe} + P_{vCu}}$ 6
Jahresarbeitsgrad, Jahresnutzungsgrad ξ (zeta)	Verhältnis von nutzbarer jährlicher Arbeit zur aufgewendeten jährlichen Arbeit	$\xi = \frac{W_{out}}{W_{in}}$ 7	$\xi = \frac{W_{out}}{W_{out} + W_{vFe} + W_{vCu}}$ 8
I_0 Leerlaufstrom I_m Magnetisierungsstrom I_N Bemessungsstrom P_{in} Eingangsleistung P_{out} Ausgangsleistung P_v Leistungsverlust S_N Bemessungsleistung (beim Trafo)	W_{in} jährlich aufgenommene Arbeit W_{out} jährlich abgegebene Arbeit W_{vFe} Verlustarbeit im Eisenkern W_{vCu} Verlustarbeit in der Wicklung u_k bezogene Kurzschlussleistung (in %) U_k Kurzschlussleistung (in V) U_N Bemessungsspannung	X_σ Blindwiderstand wegen magn. Streuung (σ sigma) Z Impedanz der Last η Wirkungsgrad (eta) ξ Arbeitsgrad, Nutzungsgrad (zeta) Indizes: Cu in Wicklung, Fe im Eisen v Verluste in eingangsseitig out ausgangsseitig	

Notstromversorgung und Notbeleuchtung

Emergency Power Supply and Emergency Lighting

Arten der Notstromversorgung

Art	Erklärung	Bemerkungen, Anwendung, Beispiele
Begriff	Von Notstrom wird beim Notstromaggregat in den TAB der VDEW gesprochen. Die VDE-Bestimmungen unterscheiden Ersatzstromversorgung und Sicherheitsstromversorgung SSV.	<p>Notstromversorgung mit Notstromaggregaten nach den Technischen Anschlussbedingungen TAB (dient nur zur Stromversorgung nach Ausfall der allgemeinen Stromversorgung)</p> <p><i>Stromquellen</i> z.B. Akkumulator, Primärelement, Brennstoffelement, rotierender Generator mit eigenem Antrieb, z.B. Verbrennungsmotor.</p>
Sicherheitsstromversorgung SSV	SSV ist eine Notstromversorgung zum Weiterbetrieb von Anlagenteilen zur Sicherheit von Personen bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung, z.B. zur Sicherheitsbeleuchtung (vgl. DIN VDE 0100-Teil 200). Umschalzeit ≤ 15 s (folgende Seite).	
zusätzliche SSV (ZSV)	SSV, die neben der allgemeinen SSV in einem begrenzten Bereich mit besonderer Gefährdung arbeitet, insbesondere in anspruchsvollen medizinisch genutzten Bereichen, z.B. Operationsräumen (vgl. DIN VDE 0100-Teil 710). Umschalzeit $\leq 0,5$ s (Seite 201).	
Ersatzstromversorgung	Notstromversorgung zur Aufrechterhaltung der Funktion von Anlagen bzw. Anlagenteilen bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung aus anderen Gründen als der Sicherheit von Personen, z.B. aus wirtschaftlichen Gründen (vgl. DIN VDE 0100-Teil 200). Umschalzeit je nach Aufgabe. Ältere VDE-Bestimmungen verwenden den Begriff fälschlich auch für SSV (VDE 0108).	
SE	Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV	Notstromversorgung, die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung Anlagen bzw. Anlagenteile weiterarbeiten lässt. USV ist vor allem in Computern gebräuchlich (Seite USV-Systeme).

↓

Sicherheitsstromversorgung SSV <i>(Stromquelle: meist Akkumulator oder Brennstoffelement, Primärelement meist nicht zulässig)</i> <i>Anwendung z.B. Sicherheitsbeleuchtung der Rettungswege.</i>	zusätzliche Sicherheitsstromversorgung <i>(Stromquelle: Akkumulator, nicht Primärelemente).</i> <i>Anwendung z.B. Operationsleuchten im Krankenhaus.</i>
---	---

↓

Ersatzstromversorgung <i>z.B. zur Aufrechterhaltung des Betriebes von Verwaltungen</i>
--

↓

Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV <i>Stromquelle: Akkumulator oder Brennstoffelement, bei einzelnen Computern auch Primärelemente (Lithiumzellen)</i>

Sicherheitsbeleuchtung, Notbeleuchtung

Anlagen	Schule	Rettungswege in Arbeitsstätten	Arbeitsplatz besonderer Gefährdung	Warenhaus, Gaststätte	Hotel, Hochhaus	Großgarage, Tiefgarage
E_{\min}/lx	1 bzw. 5	1 bzw. 5	15	1 bzw. 5	1 bzw. 5	1 bzw. 5
t_u/s	15	15	0,5	1	15	15
t_b/h	3	1	bis zur möglichen Räumung	3	3	3
DS	ja	nein	nein	ja	ja	ja

Position und Beleuchtungsstärkemessung der Leuchten:

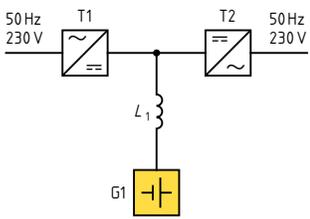
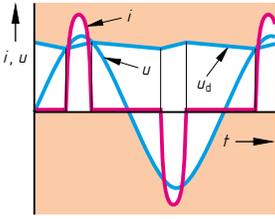
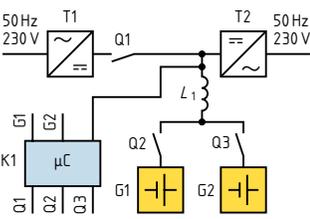
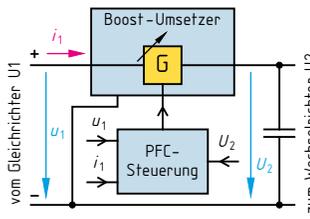
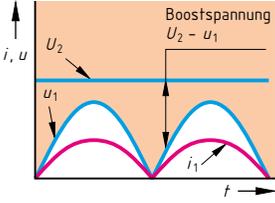
- alle Hinweiszeichen auf Fluchtwegen sind zu beleuchten,
- Gefahrstellen, z.B. Stufen oder Hindernisse, sind sichtbar zu machen,
- Bereiche, in denen zur Sicherheit die Arbeit fortzusetzen ist, sind ausreichend zu beleuchten,
- Beleuchtungsstärke $E_{\min} \geq 1$ lx an jeder Wegstelle, $E_{\min} \geq 5$ lx in Wegmitte 0,2 m über Fußboden.

DS Dauerschaltung bei Dunkelheit für Rettungszeichen-Beleuchtung, E_{\min} Mindest-Beleuchtungsstärke in lx, E_n normale Beleuchtungsstärke, t_b Mindest-Betriebsdauer der Ersatzstromquelle in h, t_u höchstzulässige Umschalzeit in s.

USV-Systeme (Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme)

UPS Systems (Uninterruptible Power Supply Systems)

Schaltung und Verhalten

Schaltung, Bezeichnung	Erklärung	Bemerkungen, Daten
 <p>Prinzipielle Schaltung</p>	<p>Die Akkumulatoren-Batterie G1 wird vom Gleichrichter T1 ständig geladen und speist über L_1 und Wechselrichter T2 die Last. L_1 ist erforderlich, damit im Netz keine impulsartige Belastung auftritt (Bild).</p> <p>Vorteil: Preiswert</p> <p>Nachteile: Kleiner Wirkungsgrad, wegen L_1 kleiner $\cos \varphi$, beim Akkumulator tritt ein Verlust an Speicherkapazität ein (Memoryeffekt).</p>	 <p>Stromverlauf bei zu kleiner Glättungsdrossel</p>
 <p>Schaltung mit überwachten Akkumulatoren</p>	<p>Die Last wird über L_1 und den Wechselrichter T2 ständig aus den Akkumulatoren G1 und G2 gespeist. G1 und G2 werden bei Bedarf über T1 und Q1 geladen. Ein Mikrocontroller K1 überwacht die Spannung von G1 und G2 und steuert die Schalter Q1, Q2, Q3 an. Q2 und Q3 sind abwechselnd geschlossen, sodass abwechselnd G1 oder G2 entladen werden.</p> <p>S_N 200 VA bis 200 kVA.</p>	<p>Bei vorhandener Netzspannung sind Q1 und z. B. Q3 offen und G1 trägt die Last. Bei sinkender Spannung von G1 schließt Q1, sodass G1 geladen wird. Nach Vollladung von G1 öffnen Q1 und Q2 und G2 trägt die Last. Bei sinkender Spannung von G2 schließt Q1, Vorgang wiederholt sich.</p> <p>Nachteil: Kleiner Wirkungsgrad, wegen L_1 kleiner $\cos \varphi$.</p> <p>L_1 vermeidbar durch PFC.</p> <p>Vorteil: kein Memoryeffekt.</p>
 <p>Übersichtsplan des Boost-Umsetzers</p>	<p>Der Boost-Umsitzer (Boost = Ladedruck) bewirkt einen sinusförmigen Netzstrom mit $\cos \varphi \approx 1$. Der Umsitzer ist ein Sperrwandler (Hochsetzsteller), der durch eine Impulsfolge so angesteuert wird, dass die Stromaufnahme der gleichgerichteten Spannung folgt. Schaltung wird als PFC (Power Factor Correction = Leistungsfaktor-Korrektur) bezeichnet.</p>	 <p>Stromverlauf mit PFC-Korrektur</p>

Klassifizierung der USV

vgl. DIN EN 62040-3-2

Netzstörung	Vorgang	Zeit	Klassifizierungscode, z.B. VFD SS 111		
			Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1	Netzausfall	> 10 ms	U_{out} abhängig von U_{Netz} , f_{Netz}	Kurvenform U_{out}	Abweichungen U_{out} von Sinus
2	Spannungseinbruch	≤ 16 ms	VFD	2 Buchstaben: - Netzbetrieb	3 Ziffern
3	Spannungsspitze	≤ 16 ms		- Batteriebetrieb	- Netzbetrieb
1 bis 3	siehe oben 1 bis 3	-	U_{out} abhängig von f_{Netz}	S Sinus	- Batteriebetrieb
4	Unterspannung	dauernd	VI	X kein Sinus bei nicht-linearer Last	- Bypassbetrieb
5	Überspannung	dauernd		Y kein Sinus	1 unterbrechungsfrei
1 bis 5	siehe oben 1 bis 5	-	U_{out} unabhängig von U_{Netz} , f_{Netz}		2 Unterbrechung < 1 ms
6	Blitzeinwirkungen	sporadisch	VFI		3 Unterbrechung < 10 ms
7	Spannungssstöße (Surges)	< 4 ms			4 nach Herstellerangaben
8	Frequenzschwankung	sporadisch			
9	Spannungsverzerrung (Burst)	periodisch			
10	Spannungsüberschwingungen	dauernd			

U_{Netz} Netzspannung, f_{Netz} Netzfrequenz, U_{out} USV-Ausgangsspannung, VFD Voltage Frequency Dependent, VI Voltage Independent, VFI Voltage Frequency Independent

SE

Behaglichkeit

Bereiche	Erklärung	Daten
	<p>Einflüsse, von denen das Wohlbefinden abhängt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Art der Tätigkeit einer Person (körperliche Arbeit, Schreibtischarbeit), • Luft-Temperatur, • Temperatur der Raumflächen (Wände, Boden, Decke), • relative Feuchtigkeit der Luft, Luftströmung, z. B. Luftzug, • Ionen-Konzentration im Raum des luftelektrischen Feldes der Erde. 	<p>Die Behaglichkeitskennzahl B dient zur Beschreibung der Behaglichkeit:</p> <p>$B \leq 1$ viel zu warm, $B \leq 2$ zu warm, $B \leq 3$ behaglich warm, $B \leq 4$ behaglich, $B \leq 5$ behaglich, kühl, $B > 6$ zu kühl.</p> <p>Die Behaglichkeitskennzahl wird bestimmt anhand der Raumlufttemperatur, Wandtemperatur, dem Wasserdampf-Partialdruck und der Luftgeschwindigkeit.</p>

Behaglichkeit im Raum

Klimatisierung und Bestandteile einer Klimaanlage

Prinzip	Gerät (Beispiele)	Bemerkungen
Befeuchten → Luftbefeuchter	Verdunster, Zerstäuber	<p>Verdunster: Wasser wird auf Filtermatten oder rotierenden Lamellen verteilt und mit Luftstrom beblasen.</p> <p>Nachtspeichergerät: Mit Niedertarif-Strom wird nachts Wärmeenergie erzeugt und für den Tagesverbrauch gespeichert.</p> <p>Raumklimagerät: Klimatisiert nicht, kühlt im Wesentlichen.</p> <p>Luftungsgerät: Kann einen Heizer zum Erwärmen der Zuluft enthalten.</p>
Heizen → Heizung	Nachtspeichergerät	
Kühlen → Raumklimagerät	mobiles Kompaktgerät	
Entfeuchten → Raumklimagerät → Lüftungsgerät		
Reinigen → Lüftungsgerät		
Austauschen → Lüftungsgerät		

Klimatisierung der Raumluft

	<ol style="list-style-type: none"> 1 Mischkammer 2 Filter 3 Vorwärmer 4 Kühler 5 Befeuchter 6 Nachwärmer 7 Lüfter <p>Regelungssystem: Regelt sowohl die Temperatur als auch die Luftfeuchtigkeit des Raumes. Die Warmwasseraufbereitung und die Kältemaschine werden hierbei über einstellbare Drosselventile (Seite 101) nach Bedarf gesteuert.</p> <p>Mischkammer: Mischt Umluft und Außenluft. Im Winterbetrieb erwärmen Vorwärmer und Nachwärmer die Mischluft, die auch befeuchtet wird. Im Sommerbetrieb wird die Mischluft gekühlt und so auch entfeuchtet.</p> <p>Filter: Reinigt die Luft von Rauch und Staub.</p>	<p>Vorwärmer: Wärmt die Luft.</p> <p>Kühler: Kühlt die Luft. Dabei kondensiert Wasser aus der Luft, sie wird entfeuchtet.</p> <p>Befeuchter: Führt der Luft Wasser zu durch Luftwäscher, bei dem in der Düsenkammer Wasser versprüht wird (Temperaturabnahme), oder durch Dampfbefeuchter, der Dampf in die Luft einbläst. Die Feuchtigkeit nimmt dabei zu, ohne dass sich die Temperatur ändert.</p> <p>Entfeuchter: Erfolgt meist durch Luftkühlung bis zur Kondensation des Wassers am Kühler mit anschließender Erwärmung, selten chemisch.</p> <p>Lüfter: Drückt die Zuluft in den Raum.</p> <p>www.klimaanlagen-klimageraete.de www.energie-lexikon.info</p>
--	---	--

Zentrale Klimaanlage (Schema-Skizze)

SE

Energieeffizienzklassen Power Efficiency Classes

Weitere gerätespezifische Piktogramme

Gerätetyp	Piktogramm	Bedeutung	Piktogramm	Bedeutung
Wäschetrockner Für Wäschetrockner gelten die Klassen A bis G		Dauer des Standardprogramms (Baumwolle) in Minuten		Kondensationstrockner
		Ablufttrockner		Kondensationseffizienzklasse von A bis G
Klimageräte		Kühlfunktion von A bis G, SEER ¹ von Seasonal Energy Efficiency Ratio		Heizfunktion von A bis G, SCOP ² von Seasonal Coefficient of Performance
Flachbildgeräte		Echter Netzschalter vorhanden (☑ ja, ☒ nein)		Leistungsaufnahme im Betriebsmodus in W
			Bildschirmdiagonale in cm und inch Bei Flachbildgeräten, z. B. Fernsehgeräten oder Monitoren, wird die Effizienzklasse stufenweise bis 2020 auf A+++ verschärft.	

Kennzeichnung weiterer Geräte (Labelbereich IV bis VII im Etikett)

Backöfen	Energieverbrauch in kWh, nutzbares Volumen der Backröhre in Liter, Gerätegröße, Geräuschemission in Dezibel.
Haushaltslampen	Lichtstrom in Lumen, Leistungsaufnahme in W, Lebensdauer in h für LED, LED-Energiesparlampen in Klasse A+, Halogenlampen in Klasse C, Glühlampen bestenfalls in Klasse D.

SE

Energieeffizienzklassen für Lampen und Energielabel für LED-Leuchtmittel

Energieeffizienzklasse	ungebündeltes Licht	gebündeltes Licht	
A+++	$EEL \leq 0,11$	$EEL \leq 0,13$	
A+	$0,11 < EEL \leq 0,17$	$0,13 < EEL \leq 0,18$	
A	$0,17 < EEL \leq 0,24$	$0,18 < EEL \leq 0,40$	
B	$0,24 < EEL \leq 0,60$	$0,40 < EEL \leq 0,95$	
C	$0,60 < EEL \leq 0,80$	$0,95 < EEL \leq 1,20$	
D	$0,80 < EEL \leq 0,95$	$1,20 < EEL \leq 1,75$	
E	$EEL > 0,95$	$EEL > 1,75$	

Festlegung der Energieeffizienzklassenbereiche (A+++ bis G)

Kennung	EEL-Bereich	Kennung	EEL-Bereich	Kennung	EEL-Bereich
A+++	$EEL < 0,1$	B	$0,30 \leq EEL \leq 0,42$	F	$0,90 \leq EEL \leq 1,00$
A++	$0,10 \leq EEL \leq 0,16$	C	$0,42 \leq EEL \leq 0,60$	G	$1,00 \leq EEL$
A+	$0,16 \leq EEL \leq 0,23$	D	$0,60 \leq EEL \leq 0,80$		
A	$0,23 \leq EEL \leq 0,30$	E	$0,80 \leq EEL \leq 0,90$		

Die EU verwendet *E* statt *W*. Der Faktor $1,46$ von $4 \text{ h} \cdot 365 \Rightarrow 1460 \text{ h}/10^3$, dB(A) logarithmisches Dämpfungsmaß Dezibel Bewertung A

Die Bezeichnung P_{ref} wird von der EU (Europäische Union) bei Erreichen der in der Richtlinie enthaltenen Vorgaben künftig so verschärft, dass weiterhin ein Anreiz zum Energiesparen besteht.

Die Bezugsleistung P_{ref} wird für jede Geräteart einzeln ermittelt.

¹ SEER Arbeitszahl im Kühlbetrieb, EER Leistungszahl im Kühlbetrieb

² SCOP Arbeitszahl im Heizbetrieb, COP Leistungszahl im Heizbetrieb

³ BAT von Best Available Technology = beste verfügbare Technologie

$$EEL = \frac{P}{P_{ref}} \quad 1$$

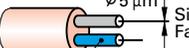
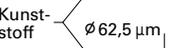
$$E = 1,46 \cdot P \quad 2$$

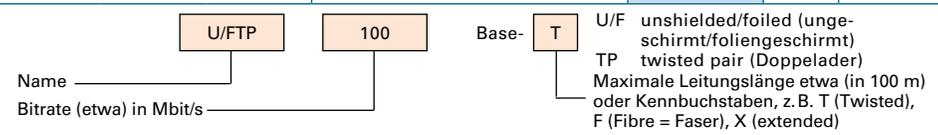
EEL Energieeffizienzindex
P aufgenommene Leistung
P_{ref} Bezugsleistung der EU
E jährlicher Energieverbrauch
 Formel 2: [*E*] = kWh; [*P*] = kW

Aufbau und Art der Leitungen

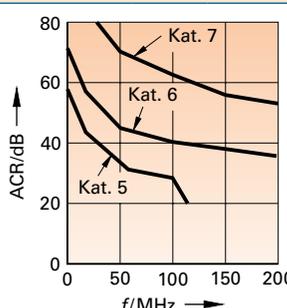
Art	Aufbau, Daten	Bemerkungen
 U/UTP  U/FTP  S/FTP 	<p>Geschirmte Doppelader U/FTP, ungeschirmte Doppelader U/UTP. Leitung mit Gesamtschirm und mit Doppelader-Schirmung S/FTP, Leitung mit Gesamtschirm aber ohne Doppelader-Schirmung F/UTP. Leitungen enthalten mehrere Doppeladern, je nach Qualität in 7 Kategorien. P von Pair, S von Shielded, T von Twisted, U von Unshielded, F von Foil.</p> <p>Leitungslänge ≤ 25 m bis ≤ 100 m, Wellenwiderstand 85Ω bis 115Ω.</p>	<p>Baumförmige oder sternförmige Punkt-zu-Punkt-Verbindung.</p> <p>Bei Ethernet Anschluss ab einem Repeaterport (oder Hub) zur Ethernet-Karte des PC oder zu einem Mini-Receiver U/UTP bzw. U/FTP.</p> <p>Anwendungsbeispiel: Twisted-Pair-Ethernet (100 BASE-T, 1000 Base-T) Doppelt-Twisted-Pair bei KNX.</p>

Doppelader-Leitungen Twisted Pair

 $\phi 62,5 \mu\text{m}$ Kunststoff Multimode-Faser  $\phi 5 \mu\text{m}$ Singlemode-Faser	<p>Multimode-Doppelfaserkabel (Mm) oder Singlemode-Doppelfaserkabel (Sm). Meist Verwendung für Primärverkabelung.</p> <p>Anwendung z.B. bei Faseroptik-Ethernet (LWL-Ethernet).</p> <p>Faserkategorien OM1 bis OM5 (bis 400 Gbit/s, Optical Multimode).</p> <p>Für Singlemode OS1 (Vollader), OS2 (Hohlader).</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Art</th> <th>Faser</th> <th>Leitung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 BASE-F</td> <td>Mm</td> <td>≤ 1000 m</td> </tr> <tr> <td>100 BASE-FX</td> <td>Mm</td> <td>≤ 400 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sm</td> <td>≤ 400 m</td> </tr> <tr> <td>1000 BASE-SX (850 nm)</td> <td>Mm</td> <td>≤ 250 m</td> </tr> <tr> <td>1000 BASE-LX (1300 nm)</td> <td>Mm</td> <td>≤ 500 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sm</td> <td>≤ 2000 m</td> </tr> <tr> <td>10 GBASE-ER (1550 nm)</td> <td>Sm</td> <td>≤ 40 km</td> </tr> </tbody> </table>	Art	Faser	Leitung	10 BASE-F	Mm	≤ 1000 m	100 BASE-FX	Mm	≤ 400 m		Sm	≤ 400 m	1000 BASE-SX (850 nm)	Mm	≤ 250 m	1000 BASE-LX (1300 nm)	Mm	≤ 500 m		Sm	≤ 2000 m	10 GBASE-ER (1550 nm)	Sm	≤ 40 km
Art	Faser	Leitung																								
10 BASE-F	Mm	≤ 1000 m																								
100 BASE-FX	Mm	≤ 400 m																								
	Sm	≤ 400 m																								
1000 BASE-SX (850 nm)	Mm	≤ 250 m																								
1000 BASE-LX (1300 nm)	Mm	≤ 500 m																								
	Sm	≤ 2000 m																								
10 GBASE-ER (1550 nm)	Sm	≤ 40 km																								



Angabe der Leitungsqualität (Kupfer-Netzwerkkabel)

Begriff	Erklärung	Daten
Kategorie 5 (Qualitätsstufe 5)	Leitung geeignet für Frequenzen bis 100 MHz und Bitraten bis 100 Mbit/s.	 <p style="text-align: center;">Eignung von Datenleitungen</p>
Nebensprechen, Nebensprechdämpfung in dB (NEXT)	Unerwünschter Übergang des Signals von einer Doppelader zur nächsten.	
ACR (Attenuation-to-Crosstalk-Ratio), Signaldynamik in dB	Verhältnis von Kabeldämpfung A zu Nebensprechen. $ACR = NEXT - A$.	
Kategorie 6 (Qualitätsstufe 6)	Geeignet für Duplexbetrieb, Frequenz bis 200 MHz.	
Kategorie 7 (Qualitätsstufe 7) (in Vorbereitung Kategorie 8)	Doppelte Bandbreite von Kat. 5. Unterstützt Gigabit-Ethernet. ACR-Wert mindestens 10 dB bei 600 MHz.	

Twisted-Pair-Kabel Kategorien

vgl. EN 50173

Kategorie	Klasse	Frequenz in MHz	Anwendungsbeispiele	Bemerkungen
1	A	$\leq 0,1$	Sprache	Netz bis 100 kHz
2	B	≤ 1	Daten bis 1 MHz	Frequenzmultiplex
3	C	≤ 16	Daten bis 16 MHz	Token Ring Standard
4	D	≤ 20	Daten bis 20 MHz	10-MBit-Token-Ring-System
5	D	≤ 100	Daten bis 100 MHz	100-MBit-Ethernet
6	E	≤ 200	Daten bis 200 MHz	155-MBit Standard ATM
7	F	≤ 600	Daten bis 600 MHz	Gigabit-Ethernet

Fernwirken, Fernwarten mittels Kurznachrichten

Remote Controlling, Remote Maintenance by Short Messages

Merkmal	Erklärung	Bemerkungen
Aufgabe	Anlagen und Geräte sind aus Effizienzgründen hinsichtlich der Instandhaltung (Wartung, Instandsetzung), des Betriebs sowie zur Unterstützung von Energiedatenmanagementsystemen oft von entfernten Stellen (remote) aus zu überwachen und zu steuern.	Stördaten oder Diagnosedaten von Anlagen sollen an externes Servicepersonal gemeldet werden. Hausanlagen, z.B. elektrisch betriebene Jalousien, Beleuchtungsanlagen oder Heizungsanlagen, sollen remote überwacht und bei Bedarf geschaltet werden. Meldungen ausgelöster Warnmelder sind zu überwachen und zu verarbeiten.
Fernwirken Fernwarten	<i>Fernwirken</i> bedeutet das Führen und Überwachen von Prozessen auf entfernt stehenden Anlagen, <i>Fernwarten</i> das Warten, Reparieren von solchen Anlagen.	SPS und Industrie-PCs (IPC) ermöglichen über ihre Netzwerkschnittstellen (leitungsgelbunden, WLAN), auch über Internet, das Remote-Überwachen/-Steuern der an sie angebotenen Anlagen mittels z.B. Smartphones, Tablet-Pads.
Voraussetzung GSM SMS WhatsApp	Telefon-Funknetz (GSM, Global System for Mobile Communications), Internet, Smartphones, PCs ermöglichen den Remote-Betrieb von Anlagen und Geräten, sofern deren Steuerungskomponenten geeignete Schnittstellen zur Datenkommunikation besitzen. Ggf. sind die Steuerungskomponenten an geeignete Kommunikationsmodule zu koppeln.	In Steuerungskomponenten gespeicherte zustandsgebundene Meldungen können als Kurznachrichten, z.B. SMS (short message service), WhatsApp (www.whatsapp.com), automatisiert versendet werden. Schaltinformationen sind ebenfalls über z.B. SMS codiert an geeignete Steuerungskomponenten sendbar. Statusinformationen sind damit abfragbar. Das Versenden der Kurznachrichten kann auch über E-Mail erfolgen.
Hardware Gateway	Durch Bereitstellen von Modulen zur SMS-Kommunikation (Gateways) mit den verbreiteten Schnittstellen RS232, RS485, USB, RJ45 oder analogen, digitalen Eingängen, Ausgängen können z.B. auch Sensoren, Kleinststeuerungen für Remote-Betrieb angepasst werden. www.motron.de	Sofern auf der Feldebene keine SMS-fähigen bzw. WhatsApp-fähigen Steuerungskomponenten im Einsatz sind, kann eine SMS/WhatsApp-Kommunikation über z.B. den mit den Steuerungskomponenten der Feldebene via AS-i, PROFINET, PROFIBUS, CAN, KNX gekoppelten übergeordneten SPS und IPCs erfolgen.
Kleinststeuerung KNX	Für die Anlagensteuerung selbst stehen die Schnittstellen der Kleinststeuerung, z.B. AS-i, CAN, KNX, ModBus zur Verfügung. Gateways im Umfeld der Gebäudeautomation sind für die Kommunikation KNX-GSM verfügbar. Geräte der KNX-Hausinstallation können somit z.B. mit Smartphones oder Tablet-Pads kommunizieren. www.bb-steuerungstechnik.de	<p style="text-align: center;">Infrastruktur mit SMS-fähigen Geräten</p>
Leistungsschalter	Kommunikationsfähige Leistungsschalter, z.B. Compact NSX mit integrierten Messfunktionen, ermöglichen remote z.B. Lastoptimierungen oder optimierte Ansteuerungen von Motoren. www.schneider-electronic.com	
Alarmrelais	SMS-fähige Alarmrelais ermöglichen über analoge und digitale Eingänge, Ausgänge das Steuern, Melden, Überwachen von Sensoren/Aktoren. www.guh-elektro.de	
Temperaturregelung	Mittels Temperaturfernmessung können Temperaturregelungen aktiviert werden. www.pausch.at	
Software	Die o.g. Steuerungskomponenten können durch Senden von Codes mittels SMS von z.B. einem Smartphone bzgl. verschiedener Funktionen aktiviert werden. Auszusendende Meldungstexte bzgl. Steuerungszuständen sowie Telefonnummern oder Busadressen können in die Steuerungskomponenten vor deren Inbetriebnahme eingespeichert werden, z.B. über einen PC.	
Meldungstexte		Mittels eines PC-Programmes können die Meldungstexte, Telefonnummern, Busadressen und Codes über Download bzw. Upload zwischen PC und Steuerungskomponente übertragen werden. Ein Weiterarbeiten dieser Informationen ist dann möglich. www.doebelt.de; www.comat.ch

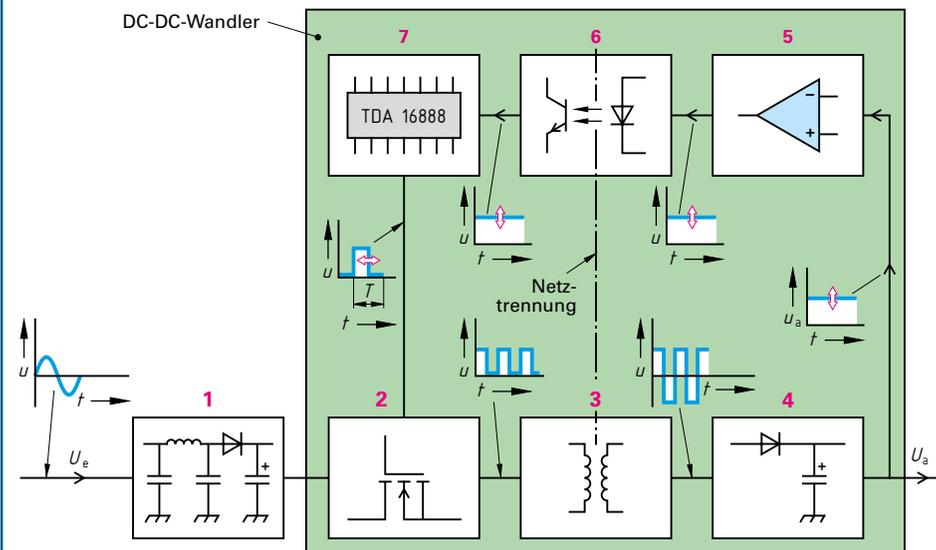
Grundlagen der Schaltnetzteile

Basics of Switch-mode Power Supplies

Baugruppen im Schaltnetzteil

Baugruppe	Erklärung	Eigenschaften
1 Netzgleichrichter-schaltung	Die Netzspannung wird gleichgerichtet und geseibt. Eine Filterschaltung, z.B. ein Tiefpass, entstört das Netz.	Eingangsspannung 230 V, Frequenz 50 Hz, Grenzfrequenz des Tiefpasses bis 100 kHz.
2 Schalter	Die Gleichspannung vom Netzgleichrichter wird meist in eine Rechteckwechselfspannung umgewandelt. Als Schalter werden meist Feldeffekttransistoren verwendet.	Durchlasswiderstand $R_{DS} < 0,1 \Omega$, Eingangsspannung 50 V bis 1 000 V, Schaltleistung 50 W bis 200 W, Steuerungsart Spannungssteuerung.
3 Transformator	Der Ferritkerntransformator dient zur gewünschten Spannungsübersetzung, zur galvanischen Netztrennung und je nach Arbeitsprinzip auch zur Speicherung magnetischer Energie.	Frequenz bis 200 kHz, übertragbare Leistung bis 1 000 W, Sättigungsflussdichte $\hat{B} = 0,1 \text{ T}$ bis 0,45 T.
4 Ausgangsgleichrichter-schaltung	Die hochfrequente Sekundärspannung wird mit Schottkydioden, FRED-Dioden oder FRD-Dioden (kleine Sperrverzögerung und kleine Vorwärtsspannung) gleichgerichtet und dann geseibt.	Rückwärtsspannung 35 V bis 200 V, Vorwärtsstrom 1 A bis 300 A, Durchlasskapazität z.B. 0,5 pF.
5 Regelverstärker	Schaltnetzteile enthalten eine Regelung. Dabei wird eine Ausgangsgröße, z.B. die Spannung U_a , einem gegebenen Sollwert nachgeführt.	Speisespannung 2 V bis 36 V, Eingangsstrom $< 150 \text{ nA}$.
6 Potenzialtrennung	Zur Potenzialtrennung im Regelkreis werden meist Optokoppler oder Transformatoren verwendet.	Isolationsspannungsfestigkeit bis 5 300 V.
7 Steuer- und Überwachungs-schaltung	Es werden spezielle Schaltkreise verwendet, die eine Regelung durch Veränderung des Tastgrades bei konstanter oder veränderlicher Frequenz des Schalttransistors erlauben, z.B. TDA 16 888.	Betriebsspannung 10 V bis 30 V, Frequenzbereich 16 kHz bis 200 kHz, Tastgrad $g = t_i/T = 1:2$ bis 1:20.

Übersichtsschaltplan eines Schaltnetzteiles



\hat{B} magnetische Flussdichte

R_{DS} Drain-Source-Widerstand

U_e Eingangswechselfspannung

U_a Ausgangsgleichspannung

u Augenblickswert der Spannung

t Augenblickswert der Zeit

T Periodendauer

t_i Impulsdauer

FR(E)D von Fast Recovery (Epitaxial) Diode = sehr schnell freierwende Diode

Schaltung	Erklärung	Daten
<p>DC-Schalter mit DC-Ansteuerung</p>	<p>Nach Anlegen der Steuerspannung U_1 sendet die IRED (Infrarot emittierende Diode) P1 Infrarotstrahlung aus. Diese Strahlung schaltet den Fototransistor K1 in den leitenden Zustand. Damit wird Q1 leitend und die Ausgangsspannung sinkt auf fast 0 V.</p> <p>Betriebsspannung U_b ist erforderlich.</p> <p>DC Gleichspannung (Direct Current)</p>	<p>Steuerspannungen für EIN + 5 V, für AUS ≤ 1 V. Der Steuerkreis ist TTL-kompatibel.</p> <p>Steuerstrom 14 mA, Hilfsstrom 12 mA.</p> <p>Schaltspannung 4 V bis 16 V.</p> <p>Schaltstrom $\leq 0,5$ A.</p> <p>Isolationsspannung zwischen Eingang und Ausgang 4 000 V.</p> <p>www.matsushita-relais.de</p>
<p>DC-Schalter mit Ansteuerung durch AC oder DC</p>	<p>Eine Eingangsgleichspannung oder Eingangswechselspannung U_1 steuert über eine Gleichrichterbrücke die IRED P1 an. Diese Diode schaltet mit ihrer Infrarotstrahlung den Fototransistor K1 und damit auch Q1 durch.</p> <p>Betriebsspannung U_b ist erforderlich.</p> <p>AC Wechselspannung (Alternating Current)</p>	<p>Steuerspannungen für EIN ± 10 V bis ± 32 V, für AUS ≤ 3 V.</p> <p>Steuerstrom 25 mA, Hilfsstrom 12 mA.</p> <p>Schaltspannung 4 V bis 30 V.</p> <p>Schaltstrom $\leq 0,5$ A.</p> <p>Isolationsspannung zwischen Eingang und Ausgang 4 000 V.</p>
<p>AC-Schalter mit DC-Ansteuerung</p>	<p>Nach Anlegen der Steuerspannung U_1 wird K1 durch die Infrarotstrahlung von P1 leitend. Der Fototransistor K1 steuert mit der Nullspannungsschaltung den Triac Q1. Die Nullspannungsschaltung bewirkt, dass der Triac-Strom immer von Null aus ansteigt. Dadurch werden Netzstörungen und Funkstörungen verringert.</p>	<p>Steuerspannungen für EIN + 5 V, für AUS < 1 V. Der Steuerkreis ist TTL-kompatibel.</p> <p>Steuerstrom 12 mA.</p> <p>Schaltspannung 24 V bis 240 V AC.</p> <p>Schaltstrom 3 A Maximum, 20 mA Minimum.</p> <p>Isolationsspannung zwischen Eingang und Ausgang 5 000 V.</p>
<p>Sicherheitsrelais</p>	<p>Es werden Sicherheitsfunktionen wie z.B. NOT-HALT, Schutztür- und Lichtgitter-Überwachung und Zweihandschaltungen überwacht. Gerät ist aktiv, wenn alle LEDs leuchten. Blinken bedeutet Fehler.</p> <p>① Reset ② Netzspannung (Power) ③ Zeitdrehgeber für Verzögerungszeit ④ K1/K2 unverzögerte Freigabekontakte ⑤ K3(t)/K4(t) verzögerte Freigabekontakte</p>	<p>Eingangsnennspannung U_{N} 24 V DC I_{N} = 75 mA Schaltspannungen: U_{amax} = 250 V AC/DC U_{amin} = 15 V AC/DC Grenzdauerstrom: I_{amax} = 6 A I_{amin} = 25 mA Ausgangskreise kurzschlussfest Einstellbare Verzögerungszeit bei K3/K4 von 0,1 s bis 30 s Ansprechzeit bei K1/K2 von 150 ms Wiederbereitstellungszeit: 330 ms</p> <p>www.eaton.com</p>

Steueranweisungen für SPS Control Instructions for PLC

Funktion, Funktionsgleichung	Funktionsplan (FUP)	Kontaktplan (KOP), Erklärungen	Anweisungsliste (AWL)
UND $Y_A = e_{01} \wedge e_{02}$			U E 0.1 U E 0.2 = A 0.1
ODER $Y_A = e_{01} \vee e_{02}$			O E 0.1 O E 0.2 = A 0.1
NICHT $Y_A = \bar{e}_{01}$	Eingang Ausgang 		UN E 0.1 = A 0.1 Invertierung des Ausgangssignals: UN A 0.1
Exklusiv-ODER (Antivalenz, XOR) $Y_A = (e_{01} \wedge \bar{e}_{02}) \vee (\bar{e}_{01} \wedge e_{02})$			U E 0.1 UN E 0.2 O E 0.1 UN E 0.2 U E 0.2 = A 0.1
Exklusiv-NOR (Äquivalenz, XNOR) $Y_A = (e_{01} \wedge e_{02}) \vee (\bar{e}_{01} \wedge \bar{e}_{02})$			U E 0.1 U E 0.2 O E 0.1 UN E 0.2 UN E 0.2 = A 0.1
Zuweisung (einfache und mehrfache Zuweisung)		 = A 0.1 = A 0.2
Mittels Klammertechnik ist die ODER-vor-UND-Regel nicht zu beachten. Allerdings wird dadurch etwas mehr Rechenzeit benötigt.			U E 2.1 U(A 1.1 U E 1.1 O A 1.1) = A 1.1
Programmierung mit Speicher: Es dominiert (herrscht vor) die Funktion, die in der AWL nach der nicht dominierenden Funktion steht. Dominierendes Setzen: <ul style="list-style-type: none"> oben nach DIN EN 61131-3 unten nach Siemens S7 			dominierendes Setzen: UN E 1.1 R M2.0 U E2.1 S M2.0 U M2.0 = A1.1 (nach Siemens S7)

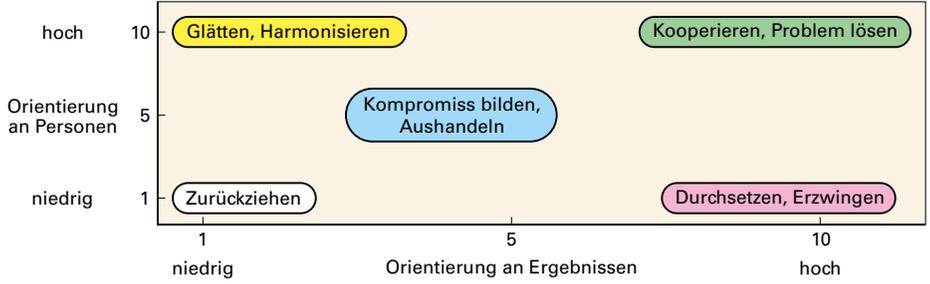
AS

Bei Siemens-SPS S7 sind die Namen frei zuordenbar, z.B. statt E 0.1 kann „Lampe_1“ als globale Variable oder #Lampe_1 als lokale Variable verwendet werden.

Schutzschaltungen Contactor Circuits

Art	Hauptstromkreis	Steuerstromkreis
<p>Schütz- schaltung mit thermi- schem Über- stromrelais</p>		
<p>Wende- schütz- schaltung</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #f8d7da; padding: 2px;">Drehrichtung über AUS umschaltbar</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #d4edda; padding: 2px;">Drehrichtung direkt umschaltbar</p> </div> </div>
<p>Automati- sche Stern- dreieck- Schütz- schaltung mit Über- stromrelais *Schwer- anlauf</p>		

Umgang mit Konflikten Managing Conflicts



Konfliktstrategien

Begriff, Schritt	Erklärung	Bemerkungen
Sozialer Konflikt	Ein sozialer Konflikt (lat. <i>confligare</i> = zusammenstoßen, kämpfen) ist eine Spannung zwischen voneinander abhängigen Personen (Konfliktbeteiligte), die versuchen, unvereinbar erscheinende Handlungen zu verwirklichen. Konflikte entstehen meist auf der Sachebene und führen auf die Beziehungsebene. Der eigentliche Sachverhalt tritt dann in den Hintergrund, die andere Person <i>wird zum Problem</i> . Konflikte führen zu Veränderungen.	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">Interessens- konflikt</div> <div style="text-align: center;">Beziehungs- konflikt</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="text-align: center;">Beurteilung- konflikt</div> <div style="text-align: center;">Rollenkonflikt</div> <p>Wichtige Arten von Konflikten</p>
Konflikt wahrnehmen	Auffallende Symptome bei Konfliktbeteiligten sind z.B. Unfreundlichkeit, bissige Bemerkungen, ironische Bemerkungen, Sich-aus-dem-Weg-gehen, geistige Blockade, Sabotage von Entscheidungen. Weitere Merkmale sind absichtliche Fehler, böse Blicke, Dienst nach Vorschrift, Ablehnung, Sturheit, falsche Freundlichkeit.	<ul style="list-style-type: none"> Missverständnis Polarisierung Feindseligkeit Aggression <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> </div> <p>Ausprägungen des Konfliktverhaltens</p>
Konflikt analysieren, Konflikt diagnostizieren	<ul style="list-style-type: none"> Klärung der Beteiligten am Konflikt. Klärung der Streitfrage, des Streitgegenstandes. Klärung der Ziele und der Beweggründe (Motivation) der Konfliktbeteiligten. Klärung der bisherigen Konflikt-Lösungsaktivitäten. Klärung der Rolle des Konfliktlotsen (außenstehender Konfliktbetroffener). 	Auch mögliche Hintermänner im Konflikt ermitteln. Ansichten und Einstellungen der Konfliktbeteiligten klären. Klären der Vorteile und Nachteile für die Konfliktbeteiligten. Bewerten der bisherigen Maßnahmen und dabei erzielten Fortschritte. Sofern <i>ich</i> der Lotse bin: Welches Ziel verfolge ich im Konfliktfall?
Konflikt behandeln	<p>Konfliktbeteiligte oder außenstehende Konfliktbetroffene, z.B. Vorgesetzte, können wie folgt mit dem Konflikt umgehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> abwarten, bis sich der Konflikt von allein erledigt, den Konflikt derart verschärfen, dass ein Konfliktbeteiligter aufgibt und z.B. die Firma wechselt, nachgeben bzw. einen Konfliktbeteiligten zum Nachgeben ermuntern, den Konflikt herunterspielen und verniedlichen, verhandeln und einen Kompromiss anstreben, schlichten und eine Entscheidung treffen, harmonisieren und alle Beteiligten zufrieden stimmen. 	<p>Im Konfliktgespräch erfolgt nach der Konfliktanalyse das Herausfinden des kleinsten gemeinsamen Nenners, das Umformulieren der Störungen in Wünsche bzw. Erwartungen, das Sammeln von Lösungen und deren Bewertung sowie das gemeinsame Festhalten des Ergebnisses.</p>
Konfliktmoderation	Als außenstehender Konfliktbetroffener muss man sich in die Konfliktbeteiligten hinein versetzen und sollte sich neutral verhalten (Konfliktmoderator). Von den Konfliktbeteiligten wird Bereitschaft zur Konfliktbeseitigung, d.h. Kompromissfähigkeit, Sachlichkeit, Offenheit und Toleranz, erwartet. www.vorgesetzter.de	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">Vertrauens- aufbau</div> <div style="text-align: center;">Orientierung an der Sache</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">Erarbeitung Übereinkunft</div> <div style="text-align: center;">Zustimmung zur Lösung</div> </div> <p>Verhandlungsschritte im Konfliktgespräch</p>