

1	Grundlagen der Elektrotechnik				
1.1	Elektrizität in Natur und Technik	9	1.7.3	Parallelschaltung aus R und X_L	80
1.2	Größen der Elektrotechnik	10	1.8	Kondensatoren im Wechselstromkreis	82
1.2.1	Grundgrößen	10	1.8.1	Widerstand des Kondensators	82
1.2.2	Elektrischer Strom	11	1.8.2	Reihenschaltung aus R und X_C	83
1.2.3	Elektrische Ladung	12	1.8.3	Parallelschaltung aus R und X_C	84
1.2.4	Elektrische Stromstärke	13	1.9	Spulen, Kondensatoren und Wirkwiderstände im Wechselstromkreis	86
1.2.5	Stromleitung in Metallen, Flüssigkeiten und Gasen	14	1.9.1	Reihenschaltung aus R, X_C und X_L	86
1.2.6	Elektrische Spannung	16	1.9.2	Parallelschaltung aus R, X_C und X_L	88
1.2.7	Wechselspannung	17	1.10	Drei-Phasen-Wechselspannung	90
1.2.8	Messen von Spannung und Stromstärke	18	1.10.1	Spannungserzeugung	90
1.2.9	Anzeige bei Messgeräten	19	1.10.2	Belastetes Drehstromnetz	92
1.2.10	Elektrischer Widerstand	22	1.10.2.1	Sternschaltung	92
1.2.11	Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke	24	1.10.2.2	Dreieckschaltung	93
1.2.12	Zusammenhang zwischen Widerstand und Stromstärke	26	1.10.2.3	Unsymmetrische Belastung	94
1.2.13	Elektrische Leistung	28	2	Elektrische Installationen	
1.2.14	Leistung und Widerstand	29	2.1	Gefahren durch elektrischen Strom	95
1.2.15	Elektrische Arbeit und Energie	31	2.2	Arbeitsschutz und Sicherheit	97
1.2.16	Elektrische Energie und Wärme	33	2.3	Hausverteilung	99
1.2.17	Leiterwiderstand	34	2.3.1	Hausanschlussraum	99
1.2.18	Widerstand und Temperatur	35	2.3.2	Zähler	103
1.3	Schaltungen	36	2.3.3	Stromkreisverteiler	106
1.3.1	Schaltungen mit Widerständen	36	2.3.4	Schaltpläne	110
1.3.1.1	Parallelschaltung	36	2.4	Leitungsverlegung	113
1.3.1.2	Reihenschaltung	37	2.4.1	Leitungsarten	113
1.3.1.3	Gruppenschaltungen	39	2.4.2	Überstrom-Schutzorgane	115
1.3.1.4	Brückenschaltung	41	2.4.2.1	Leitungs-Schutzsicherung	115
1.3.1.5	Vorwiderstand, Spannungsteiler	42	2.4.2.2	Leitungsschutz-Schalter	117
1.3.1.6	Spannungsfall auf Leitungen	43	2.4.2.3	Bemessung und Anordnung von Überstrom-Schutzorganen	119
1.3.2	Schaltungen mit Spannungsquellen	44	2.4.3	Auswahl von Leitungen	120
1.3.2.1	Innenwiderstand	44	2.4.3.1	Einflüsse	120
1.3.2.2	Ideale Spannungs- und Stromquellen	45	2.4.3.2	Ermittlung des Leiterquerschnitts	122
1.3.2.3	Anpassung	46	2.4.3.3	Korrektur der Strombelastbarkeit	124
1.3.2.4	Reihenschaltung	46	2.5	Kalkulation und Angebot	127
1.3.2.5	Parallelschaltung	47	2.6	Installationsdurchführung	129
1.3.2.6	Elektrochemische Spannungsquellen	48	2.6.1	Installationsformen	129
1.4	Elektrisches Feld	50	2.6.2	Installationsarten	130
1.4.1	Elektrische Feldeigenschaften	50	2.6.3	Installationszonen	132
1.4.2	Kondensatoren	51	2.6.4	Elektroinstallation in der Küche	133
1.4.3	Schaltungen mit Kondensatoren	54	2.6.5	Elektroinstallation im Bad	134
1.5	Magnetisches Feld	55	2.7	Schutzmaßnahmen	136
1.5.1	Magnetische Feldeigenschaften	55	2.7.1	Fehlerstromkreis	136
1.5.2	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld	56	2.7.2	Spannungsbereiche, Schutzklassen und Schutzarten	137
1.5.3	Kräfte im Magnetfeld	58	2.7.3	Schutzmaßnahmen – Überblick	139
1.5.4	Spannung durch Magnetfelder	60	2.7.4	Basischutz und Fehlerschutz	140
1.5.4.1	Induktion der Bewegung	60	2.7.5	Basischutz	142
1.5.4.2	Induktion der Ruhe	61	2.7.6	Fehlerschutz	144
1.5.5	Spulen	64	2.7.6.1	Doppelte oder verstärkte Isolierung	144
1.6	Wechselspannung	66	2.7.6.2	Schutztrennung	145
1.6.1	Wechselspannungserzeugung	66	2.7.6.3	Nicht leitende Umgebung	146
1.6.2	Darstellung und Kenngrößen	67	2.7.6.4	Erdfreier örtlicher Schutzzpotenzialausgleich	146
1.6.3	Effektivwerte	70	2.7.6.5	Abschaltung im TN-System	147
1.6.4	Nichtsinusförmige Wechselspannungen	71	2.7.6.6	Abschaltung im TT-System	150
1.7	Spulen im Wechselstromkreis	74	2.7.6.7	Abschaltung im IT-System	151
1.7.1	Widerstand der Spule	74	2.7.6.8	Übersicht: Verteilungssysteme	152
1.7.2	Reihenschaltung aus R und X_L	75	2.7.7	Schutzzpotenzialausgleich und Erdung	153

2.7.8	Anlagenschutz	154	4	Informationstechnik	
2.7.9	Schutz vor Ausgleichsströmen	156	4.1	Nachricht, Information und Kommunikation	227
2.7.9.1	Problemdarstellung	156	4.2	Computertechnik	228
2.7.9.2	Netzumrüstung	157	4.2.1	Aufbau und Arbeitsweise eines Computers	228
2.7.9.3	Differenzstromüberwachung	159	4.2.2	PC-Erweiterungen, PCI	232
2.7.10	Schutz vor Oberschwingungen	160	4.2.3	Parallele Datenübertragung	234
2.7.10.1	Belastungsfälle in Energieverteil-systemen	160	4.2.4	Serielle Datenübertragung	235
2.7.10.2	Messen von Oberschwingungen	161	4.2.5	USB – Universal Serial Bus	236
2.7.10.3	Netzfilter	164	4.2.6	PC-Anschlüsse	237
2.8	Besondere Bereiche und Anlagen	166	4.2.7	Tonverarbeitung	238
2.9	Prüfen und Messen	170	4.2.8	Grafikverarbeitung	239
2.9.1	Übersicht	170	4.2.9	Festplatten	240
2.9.2	Erstprüfung	170	4.2.10	SSD – Solid State Disc	241
2.9.3	Besichtigung	171	4.2.11	Speicherkarten	242
2.9.4	Niederohmmessung	171	4.2.12	Optische Datenträger	243
2.9.5	Isolationswiderstand	173	4.3	Peripheriegeräte	244
2.9.6	Erdungswiderstand	174	4.3.1	Ein- und Ausgabegeräte – Übersicht	244
2.9.7	Schleifenimpedanz	175	4.3.2	Tastatur	245
2.9.8	Netzinnenwiderstand	176	4.3.3	Zeigegeräte	245
2.9.9	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	177	4.3.4	Maus	246
2.9.10	Drehrichtung	178	4.3.5	Grafiktablett	246
2.9.11	Funktionsprüfung	178	4.3.6	Berührungssempfindliche Eingabegeräte	247
2.9.12	Prüfplan	179	4.3.7	Scanner	248
2.9.13	Dokumentation	180	4.3.8	Drucker	249
2.9.14	Wiederkehrende Prüfung	182	4.3.9	Computerbildschirm	251
2.10	Nutzereinweisung	185	4.4	Computernetzteil	253
2.11	Schritte einer Elektroinstallation	187	4.5	Software	254
2.12	Rechnung	188	4.6	Betriebssysteme	256
3	Steuerungstechnik		4.7	Netzwerke (Netze)	257
3.1	Steuerungsprinzip	189	4.7.1	Einteilung und Bezeichnungen	257
3.1.1	Steuern	189	4.7.2	Netzwerktopologien	257
3.1.2	Steuerungsarten	191	4.7.3	Netzwerkkomponenten	259
3.1.3	GRAFCET	192	4.7.4	Client-Server-Modell (Prinzip)	260
3.1.4	Signale	193	4.7.5	Netzwerkprotokolle	262
3.1.5	Bedienelemente	194	4.7.6	Ethernet-II-Rahmen	264
3.2	Sensoren	195	4.7.7	IP-Adressen	266
3.2.1	Übersicht	195	4.7.8	Domänen-Name-System (Domain Name System)	268
3.2.2	Temperatursensoren	196	4.7.9	MAC-Adresse	269
3.2.3	Druck- und Kraftsensoren	197	4.7.10	Netzwerkkabel	270
3.2.4	Durchflusssensoren	198	4.7.11	Verkabelung	272
3.2.5	Füllstandssensoren	199	4.7.12	WLAN	273
3.2.6	Positionssensoren	200	4.8	Internet	274
3.2.7	Näherungssensoren	200	4.8.1	Aufbau und Dienste	274
3.3	Aktoren	203	4.8.2	Informationsbeschaffung	275
3.3.1	Übersicht	203	4.8.3	Ports	276
3.3.2	Aktoren mit elektrischer Hilfsenergie	204	4.8.4	Datenschutz	277
3.3.3	Thermische Aktoren	205	4.8.5	Zugriffsschutz	278
3.3.4	Aktoren für Strömungen	206	4.8.6	Schadsoftware	279
3.4	Digitaltechnik	207	4.8.7	Firewall	280
3.4.1	Logische Grundschaltungen	207	4.8.8	Datensicherung	280
3.4.2	Schaltnetze	209	5	Elektroenergieversorgung	
3.4.3	Speicherschaltungen	211	5.1	Kraftwerke	281
3.4.4	Monostabile Kippstufen	213	5.2	Brennstoffzellen	283
3.4.5	Zähler	214	5.3	Kraft-Wärme-Kopplung	284
3.5	Steuerrelais	215	5.4	Energieverteilung	286
3.6	Relais und Schütze	219			
3.6.1	Relais	219			
3.6.2	Schütze	221			
3.6.3	Anwendungen	222			
3.7	Pneumatik	224			

5.4.1	Verbundnetz	286	7	Speicherprogrammierbare Steuerungen	
5.4.2	Niederspannungsnetz	287			
5.5	Transformatoren	290	7.1	Aufbau und Funktion einer SPS	371
5.5.1	Einphasentransformator	290	7.2	Auswahl einer SPS	374
5.5.2	Sondertransformatoren	293	7.3	Programmieren einer SPS	378
5.5.3	Drehstromtransformatoren	294	7.3.1	Zyklischer Programmablauf	378
5.6	Photovoltaik	296	7.3.2	Programmdarstellungen	380
5.6.1	Solarmodule	296	7.3.3	Operanden	381
5.6.2	Komponenten einer PV-Anlage	298	7.3.4	Operationen	382
5.6.3	Installation einer PV-Anlage	300	7.3.5	Merker	384
5.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	303	7.3.6	Timer	386
5.7.1	Einsatz und Klassifizierung	303	7.3.7	Zähler	387
5.7.2	USV-Auswahl	305	7.3.8	Programmbausteine und -strukturen	388
5.7.3	USV-Management	306	7.4	Programmbeispiel Schrankenanlage	390
5.8	Kompensationsanlagen	307	7.4.1	Programmstruktur und Projekt anlegen	390
5.8.1	Kompensationsarten	307	7.4.2	Hardwarekonfiguration	391
5.8.2	Kompensation bei sinusförmiger Belastung	308	7.4.3	Schranke aufwärts	392
5.8.3	Kompensation bei nichtsinusförmiger Belastung	311	7.4.4	Schranke abwärts	396
5.8.4	Kompensation und Rundsteuersignale	314	7.4.5	Zählen der Parkplätze	398
5.8.5	Aktive Filter	315	7.4.6	Programmsimulation	399
5.9	Schaltanlagen	316	7.4.7	Installation und Inbetriebnahme	400
5.9.1	Aufbau	316	7.4.8	Dokumentation und Rechnung	402
5.9.2	Schaltgeräte	318			
5.9.3	Antriebe von Leistungsschaltern	321	8	Antriebstechnik	
5.9.4	Zähleranschluss	322	8.1	Drehstrommotoren	403
5.9.5	Schalthandlungen	324	8.1.1	Drehfeld	403
5.9.6	Schutzsysteme	326	8.1.2	Leistung und Drehmoment	405
5.10	Fehlersuche	332	8.1.3	Asynchronmotoren	405
5.11	Instandhaltung	338	8.1.3.1	Übersicht	405
5.12	Funktionserhalt	341	8.1.3.2	Kurzschlussläufer-Motor	406
6	Elektronik		8.1.3.3	Schleifringläufer-Motor	409
6.1	Halbleiterwiderstände	343	8.1.4	Drehstrommotor an Wechselspannung	411
6.1.1	Halbleiter	343	8.1.5	Kondensatormotor	412
6.1.2	Spannungsabhängige Widerstände	343	8.1.6	Synchronmotoren	413
6.1.3	Temperaturabhängige Widerstände	344	8.1.7	Motorauswahl	415
6.1.4	Lichtabhängige Widerstände	346	8.2	Steuerung von Drehstrommotoren	419
6.1.5	Magnetabhängige Widerstände	346	8.2.1	Motorschutz	419
6.2	Dioden	347	8.2.2	Anlassverfahren	423
6.2.1	Funktion und Aufbau	347	8.2.2.1	Grundsätzliche Probleme	423
6.2.2	Leuchtdioden	349	8.2.2.2	Vorwiderstände	423
6.2.3	Gleichrichterschaltungen	350	8.2.2.3	Anlasstransformator	423
6.2.4	Spannungsstabilisierung	352	8.2.2.4	Stern-Dreieck-Anlassen	424
6.3	Elektronische Schalter	353	8.2.2.5	Sanftanlaufgeräte	426
6.3.1	Prinzip	353	8.2.2.6	Frequenzumrichter	429
6.3.2	Transistor als Schalter	354	8.2.3	Bremsbetrieb	433
6.3.2.1	Bipolare Transistoren	354	8.2.4	Drehrichtung	434
6.3.2.2	Feldeffekttransistoren	356	8.2.5	Drehzahländerung	435
6.3.3	Thyristoren	357	8.3	Stromwendermaschinen	437
6.3.4	Triac	359	8.3.1	Gleichstromgeneratoren	437
6.3.5	Elektronische Relais	361	8.3.2	Gleichstrommotoren	440
6.4	Verstärker	362	8.3.2.1	Arbeitsweise	440
6.4.1	Verstärkungsprinzip	362	8.3.2.2	Motorschaltungen	442
6.4.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	363	8.3.2.3	Motorsteuerung	444
6.4.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	365	8.3.2.4	Bremsbetrieb	447
6.4.4	Operationsverstärker	366	8.3.3	Universalmotor	448
6.5	Netzteile	369	8.4	Energieeffizienz	449
			8.5	Servoantriebe	451
			8.5.1	Synchron-Servomotor	451
			8.5.2	Asynchron-Servomotor	453
			8.5.3	Linear-Servomotor (Linearmotor)	454

8.5.4	Bremsen von Servomotoren	455	10.2.3.3	Halogenlampen	536
8.5.5	Gebersysteme	456	10.2.3.4	Leuchtstofflampen	538
8.5.6	Messsysteme für lineare Servomotoren	458	10.2.3.5	Hochdrucklampen	541
8.5.7	Servo-Umrichter	460	10.2.3.6	LED-Lampen	542
8.6	Spaltpolmotor	461	10.2.3.7	Entsorgung	543
8.7	Schrittmotor	462	10.2.3.8	Energieeffizienz	544
9	Kommunikationstechnik		10.2.4	Beleuchtungsbeeinflussung	544
9.1	Gebäudesystemtechnik	463	10.2.4.1	Prinzipien	544
9.1.1	KNX-System	463	10.2.4.2	Dimmen	545
9.1.2	KNX-Installation	464	10.2.4.3	Digitale Steuerung	546
9.1.3	Programmierung	466	10.2.5	Sicherheitsbeleuchtung	548
9.1.4	Inbetriebnahme	470	10.3	Installation von Beleuchtungsanlagen	551
9.1.5	Programmierumgebung	472	10.3.1	Hallenbeleuchtung	551
9.2	Telekommunikationsanlagen	475	10.3.2	Bürobeleuchtung	556
9.2.1	Telekommunikation	475	10.3.3	Prüfung und Wartung	558
9.2.2	IP-basierte Telekommunikation	476	10.4	Gebäudeautomation	559
9.2.3	Datenübertragung im TK-Netz	478	10.5	Funksysteme	560
9.2.5	Analoge Telefonstecker und Dosen	481	10.6	Überspannungsschutz	561
9.2.6	ISDN	483	10.6.1	Auswirkungen von Überspannungen	561
9.2.7	Mobile Kommunikation	485	10.6.2	Äußerer Blitzschutz	562
9.2.8	Videokonferenzsysteme	486	10.6.3	Innerer Blitzschutz	565
9.3	Gefahrenmeldeanlagen	488	10.6.4	Prüfung und Wartung	568
9.3.1	Sicherheitstechnik	488	11	Automatisierungstechnik	
9.3.2	Begriffe	489	11.1	Regelungstechnik	569
9.3.3	Objekte für Einbruchmeldeanlagen	491	11.1.1	Steuern und Regeln	569
9.3.3.1	Melder zur Außenhautsicherung	491	11.1.2	Regelkreis	570
9.3.3.2	Melder zur Innenraumsicherung	492	11.1.3	Regelstrecken	572
9.3.3.3	Überfallmelder	493	11.1.4	Regelkreisverhalten	575
9.3.3.4	Brandmelder	494	11.1.5	Grundschaltungen stetiger Regler	576
9.3.3.5	Meldelinien	496	11.1.6	Zusammengesetzte Regler	578
9.3.3.6	Schalteinrichtungen	500	11.1.7	Reglereinstellungen mit Tabellen	580
9.3.3.7	Einbruchmeldezentrals	501	11.1.8	Digitale PID-Regler	581
9.3.4	Installation	502	11.1.9	Unstetige Regler	582
9.3.5	Videouberwachung	504	11.2	Ebenen der Automatisierungstechnik	583
9.4	Empfangsverteilanlagen	506	11.3	Industrial Ethernet	584
9.4.1	TV-Standards	506	11.4	Bussysteme	586
9.4.2	Terrestrischer Fernsehempfang	509	11.4.1	AS-Interface	586
9.4.3	Nutzung bestehender Antennenanlagen	510	11.4.2	PROFIBUS	587
9.4.4	Pay-TV	513	11.4.3	PROFINET	588
9.4.5	HbbTV	513	11.4.4	EtherNet/IP	590
9.4.6	DVB-C	514	11.4.5	EtherCAT	591
9.4.7	DVB-S	515	11.4.6	CC-Link	592
9.4.8	Installation einer Satelliten-Empfangsanlage	517	11.4.7	CC-Link IE	593
10	Haustechnik		11.4.8	Modbus	594
10.1	Hausgeräte und -anlagen	519	11.5	IO-Link	595
10.1.1	Elektroherde und Backöfen	519	11.6	Steuerungen in automatisierten Anlagen	596
10.1.2	Mikrowellengeräte	522	11.6.1	Bibliotheksfähige Funktionen (FC)	596
10.1.3	Kühl- und Gefriergeräte	523	11.6.2	Bibliotheksfähige Funktionsbausteine (FB)	599
10.1.4	Geschirrspüler	524	11.6.3	Ablaufsteuerung mit Schrittmerkern	602
10.1.5	Waschmaschinen	525	11.6.4	Ablaufsteuerung mit S7-GRAFH	603
10.1.6	Warmwassergeräte	526	11.6.5	Standardisierte Ablaufsteuerung	605
10.1.7	Prüfen und Messen	530	11.7	Sicherheit in Steuerungen	608
10.2	Beleuchtungsanlagen	532	11.7.1	Risikobewertung	608
10.2.1	Einflussgrößen	532	11.7.2	Performance Level	609
10.2.2	Kennzeichnung von Leuchten	534	11.7.3	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	613
10.2.3	Lampen	534			
10.2.3.1	Lampartenarten	535			
10.2.3.2	Glühlampen	535			

11.7.4	Sicherheits-Lichtvorhänge und -Lichtgitter	615	12.3	Darstellung von Ergebnissen	630
11.7.5	Sicherheitssysteme	616	12.3.1	Präsentation	630
11.8	EMV	617	12.3.2	Visualisierung	632
12 Betrieb und Umfeld			12.3.3	Berichte	633
12.1	Betriebliche Arbeit	619	12.3.4	Lastenheft und Pflichtenheft	633
12.1.1	Arbeitsschutz	619	12.3.5	Moderation	634
12.1.2	Arbeitsorganisation	620	12.4	Lernen und Weiterbildung	635
12.1.3	Teamarbeit	622	12.4.1	Informationsaufbereitung	635
12.1.4	Kommunikation	623	12.4.2	Informationsbeschaffung	636
12.1.5	Konflikt	623	Sachwortverzeichnis deutsch/englisch		
12.1.6	Projekt	624	Bildquellenverzeichnis		
12.1.7	Qualität und Qualitätssicherung	625			638
12.2	Umgang mit Kunden	626			656
12.2.1	Kundenberatung	627			
12.2.2	Auftragsbearbeitung	628			
12.2.3	Kostenkalkulation	629			