

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	Spannungszeugung	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	Basisschutz und Fehlerschutz	140	
1.5.4.1	Induktion der Bewegung	60	2.7.5	Basisschutz	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	Wechselspannungszeugung	66	2.7.6.3	Nicht leitende Umgebung	146	
1.6.2	Darstellung und Kenngrößen	67	2.7.6.4	Erdfreier örtlicher Schutspotenzialausgleich	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	Schutspotenzialausgleich 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-		4.2.4	Serielle Datenübertragung	235
	systemen	160	4.2.5	USB – Universal Serial Bus	236
2.7.10.2	Messen von Oberschwingungen	161	4.2.6	PC-Anschlüsse	237
2.7.10.3	Netzfilter	164	4.2.7	Tonverarbeitung	238
2.8	Besondere Bereiche und Anlagen	166	4.2.8	Grafikverarbeitung	239
2.9	Prüfen und Messen	170	4.2.9	Festplatten	240
2.9.1	Übersicht	170	4.2.10	SSD – Solid State Disc	241
2.9.2	Erstprüfung	170	4.2.11	Speicherkarten	242
2.9.3	Besichtigung	171	4.2.12	Optische Datenträger	243
2.9.4	Niederohmmessung	171	4.3	Peripheriegeräte	244
2.9.5	Isolationswiderstand	173	4.3.1	Ein- und Ausgabegeräte – Übersicht	244
2.9.6	Erdungswiderstand	174	4.3.2	Tastatur	245
2.9.7	Schleifenimpedanz	175	4.3.3	Zeigegeräte	245
2.9.8	Netzinenwiderstand	176	4.3.4	Maus	246
2.9.9	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	177	4.3.5	Grafiktablett	246
2.9.10	Drehrichtung	178	4.3.6	Berührungsempfindliche Eingabegeräte	247
2.9.11	Funktionsprüfung	178	4.3.7	Scanner	248
2.9.12	Prüfplan	179	4.3.8	Drucker	249
2.9.13	Dokumentation	180	4.3.9	Computerbildschirm	251
2.9.14	Wiederkehrende Prüfung	182	4.4	Computernetzteil	253
2.10	Nutzungseinweisung	185	4.5	Software	254
2.11	Schritte einer Elektroinstallation	187	4.6	Betriebssysteme	256
2.12	Rechnung	188	4.7	Netzwerke (Netze)	257
3	Steuerungstechnik		4.7.1	Einteilung und Bezeichnungen	257
3.1	Steuerungsprinzip	189	4.7.2	Netzwerktopologien	257
3.1.1	Steuern	189	4.7.3	Netzwerkkomponenten	259
3.1.2	Steuerungsarten	191	4.7.4	Client-Server-Modell (Prinzip)	260
3.1.3	GRAFCET	192	4.7.5	Netzwerkprotokolle	262
3.1.4	Signale	193	4.7.6	Ethernet-II-Rahmen	264
3.1.5	Bedienelemente	194	4.7.7	IP-Adressen	266
3.2	Sensoren	195	4.7.8	Domänen-Name-System (Domain Name System)	268
3.2.1	Übersicht	195	4.7.9	MAC-Adresse	269
3.2.2	Temperatursensoren	196	4.7.10	Netzwerkkabel	270
3.2.3	Druck- und Kraftsensoren	197	4.7.11	Verkabelung	272
3.2.4	Durchflusssensoren	198	4.7.12	WLAN	273
3.2.5	Füllstandssensoren	199	4.8	Internet	274
3.2.6	Positionssensoren	200	4.8.1	Aufbau und Dienste	274
3.2.7	Näherungssensoren	200	4.8.2	Informationsbeschaffung	275
3.3	Aktoren	203	4.8.3	Ports	276
3.3.1	Übersicht	203	4.8.4	Datenschutz	277
3.3.2	Aktoren mit elektrischer Hilfsenergie	204	4.8.5	Zugriffsschutz	278
3.3.3	Thermische Aktoren	205	4.8.6	Schadsoftware	279
3.3.4	Aktoren für Strömungen	206	4.8.7	Firewall	280
3.4	Digitaltechnik	207	4.8.8	Datensicherung	280
3.4.1	Logische Grundschaltungen	207	5	Elektroenergieversorgung	
3.4.2	Schaltnetze	209	5.1	Kraftwerke	281
3.4.3	Speicherschaltungen	211	5.2	Brennstoffzellen	283
3.4.4	Monostabile Kippstufen	213	5.3	Kraft-Wärme-Kopplung	284
3.4.5	Zähler	214	5.4	Energieverteilung	286
3.5	Steuerrelais	215			
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	7.1	Aufbau und Funktion einer SPS	371
5.5	Transformatoren	290	7.2	Auswahl einer SPS	374
5.5.1	Einphasentransformator	290	7.3	Programmieren einer SPS	378
5.5.2	Sondertransformatoren	293	7.3.1	Zyklischer Programmablauf	378
5.5.3	Drehstromtransformatoren	294	7.3.2	Programmdarstellungen	380
5.6	Photovoltaik	296	7.3.3	Operanden	381
5.6.1	Solarmodule	296	7.3.4	Operationen	382
5.6.2	Komponenten einer PV-Anlage	298	7.3.5	Merker	384
5.6.3	Installation einer PV-Anlage	300	7.3.6	Timer	386
5.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	303	7.3.7	Zähler	387
5.7.1	Einsatz und Klassifizierung	303	7.3.8	Programmbausteine und -strukturen	388
5.7.2	USV-Auswahl	305	7.4	Programmbeispiel	
5.7.3	USV-Management	306	7.4.1	Schrankenanlage	390
5.8	Kompensationsanlagen	307	7.4.2	Programmstruktur und Projekt anlegen	390
5.8.1	Kompensationsarten	307	7.4.3	Hardwarekonfiguration	391
5.8.2	Kompensation bei sinusförmiger Belastung	308	7.4.4	Schranke aufwärts	392
5.8.3	Kompensation bei nichtsinusförmiger Belastung	311	7.4.5	Schranke abwärts	396
5.8.4	Kompensation und Rundsteuersignale	314	7.4.6	Zählen der Parkplätze	398
5.8.5	Aktive Filter	315	7.4.7	Programmsimulation	399
5.9	Schaltanlagen	316	7.4.8	Installation und Inbetriebnahme	400
5.9.1	Aufbau	316		Dokumentation und Rechnung	402
5.9.2	Schaltgeräte	318	8	Antriebstechnik	
5.9.3	Antriebe von Leistungsschaltern	321	8.1	Drehstrommotoren	403
5.9.4	Zähleranschluss	322	8.1.1	Drehfeld	403
5.9.5	Schalthandlungen	324	8.1.2	Leistung und Drehmoment	405
5.9.6	Schutzsysteme	326	8.1.3	Asynchronmotoren	405
5.10	Fehlersuche	332	8.1.3.1	Übersicht	405
5.11	Instandhaltung	338	8.1.3.2	Kurzschlussläufer-Motor	406
5.12	Funktionserhalt	341	8.1.3.3	Schleifringläufer-Motor	409
6	Elektronik		8.1.4	Drehstrommotor an Wechselspannung	411
6.1	Halbleiterwiderstände	343	8.1.5	Kondensatormotor	412
6.1.1	Halbleiter	343	8.1.6	Synchronmotoren	413
6.1.2	Spannungsabhängige Widerstände	343	8.1.7	Motorauswahl	415
6.1.3	Temperaturabhängige Widerstände	344	8.2	Steuerung von Drehstrommotoren	419
6.1.4	Lichtabhängige Widerstände	346	8.2.1	Motorschutz	419
6.1.5	Magnetabhängige Widerstände	346	8.2.2	Anlassverfahren	423
6.2	Dioden	347	8.2.2.1	Grundsätzliche Probleme	423
6.2.1	Funktion und Aufbau	347	8.2.2.2	Vorwiderstände	423
6.2.2	Leuchtdioden	349	8.2.2.3	Anlasstransformator	423
6.2.3	Gleichrichterschaltungen	350	8.2.2.4	Stern-Dreieck-Anlassen	424
6.2.4	Spannungsstabilisierung	352	8.2.2.5	Sanftanlaufgeräte	426
6.3	Elektronische Schalter	353	8.2.2.6	Frequenzumrichter	429
6.3.1	Prinzip	353	8.2.3	Bremsbetrieb	433
6.3.2	Transistor als Schalter	354	8.2.4	Drehrichtung	434
6.3.2.1	Bipolare Transistoren	354	8.2.5	Drehzahländerung	435
6.3.2.2	Feldeffekttransistoren	356	8.3	Stromwendermaschinen	437
6.3.3	Thyristoren	357	8.3.1	Gleichstromgeneratoren	437
6.3.4	Triac	359	8.3.2	Gleichstrommotoren	440
6.3.5	Elektronische Relais	361	8.3.2.1	Arbeitsweise	440
6.4	Verstärker	362	8.3.2.2	Motorschaltungen	442
6.4.1	Verstärkungsprinzip	362	8.3.2.3	Motorsteuerung	444
6.4.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	363	8.3.2.4	Bremsbetrieb	447
6.4.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	365	8.3.3	Universalmotor	448
6.4.4	Operationsverstärker	366	8.4	Energieeffizienz	449
6.5	Netzteile	369	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	10.2.3.4	Leuchtstofflampen	538
8.5.5	Gebersysteme	456	10.2.3.5	Hochdrucklampen	541
8.5.6	Messsysteme für lineare Servomotoren	458	10.2.3.6	LED-Lampen	542
8.5.7	Servo-Umrichter	460	10.2.3.7	Entsorgung	543
8.6	Spaltpolmotor	461	10.2.3.8	Energieeffizienz	544
8.7	Schrittmotor	462	10.2.4	Beleuchtungsbeeinflussung	544
9 Kommunikationstechnik			10.2.4.1	Prinzipien	544
9.1	Gebäudesystemtechnik	463	10.2.4.2	Dimmen	545
9.1.1	KNX-System	463	10.2.4.3	Digitale Steuerung	546
9.1.2	KNX-Installation	464	10.2.5	Sicherheitsbeleuchtung	548
9.1.3	Programmierung	467	10.3 Installation von Beleuchtungsanlagen		551
9.1.4	Inbetriebnahme	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	Einbruchmeldezentrale	501	11.1.8	Digitale PID-Regler	581
9.3.4	Installation	502	11.1.9	Unstetige Regler	582
9.3.5	Videoüberwachung	504	11.2 Ebenen der Automatisierungs-technik		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 Antennen-anlagen	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 Funktionsbau-steine (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-GRAPH	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	
10.2.3	Lampen	534	11.7.4	Maschinen	613
10.2.3.1	Lampenarten	535	Sicherheits-Lichtvorhänge und		
10.2.3.2	Glühlampen	535			
10.2.3.3	Halogenlampen	536			

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