

<b>1</b>	 <b>Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz</b> 15
1.1	<b>Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz</b> ..... 15
1.2	<b>Produktsicherheitsgesetz</b> ..... 15
1.3	<b>Gefahrstoffverordnung</b> ..... 16
1.4	<b>Sicherheitszeichen</b> ..... 17
1.5	<b>Erste Hilfe</b> ..... 18
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung ..... 19
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Arbeitsschutz ..... 20
<b>2</b>	 <b>Grundbegriffe der Elektrotechnik</b> ..... 21
2.1	<b>Umgang mit physikalischen Größen</b> ..... 21
2.2	<b>Arten von Stromkreisen</b> ..... 23
2.3	<b>Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge)</b> ..... 26
2.4	<b>Elektrische Spannung</b> ..... 28
2.4.1	Spannungserzeugung ..... 28
2.4.2	Spannung am Verbraucher ..... 28
2.4.3	Potenziale in elektrischen Schaltungen ..... 28
2.4.4	Arten der Spannungserzeugung ..... 29
2.4.5	Messen elektrischer Spannung ..... 30
2.5	<b>Elektrischer Strom</b> ..... 31
2.5.1	Elektrischer Strom in Metallen ..... 32
2.5.2	Messen elektrischer Stromstärke ..... 32
2.5.3	Wirkungen des elektrischen Stromes ..... 33
2.5.4	Stromarten ..... 34
2.5.5	Stromdichte ..... 35
2.6	<b>Elektrischer Widerstand und Leitwert</b> ..... 36
2.7	<b>Ohmsches Gesetz</b> ..... 37
2.8	<b>Leiterwiderstand</b> ..... 38
2.9	<b>Temperaturabhängigkeit des Widerstandes</b> ..... 39
2.10	<b>Bauarten von Widerständen</b> ..... 40
2.11	<b>Elektrische Energie und Arbeit</b> ..... 42
2.11.1	Gewinnung elektrischer Energie ..... 42
2.11.2	Elektrische Arbeit ..... 43
2.12	<b>Elektrische Leistung</b> ..... 44
2.13	<b>Wirkungsgrad</b> ..... 46
2.14	<b>Elektrowärme</b> ..... 47
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Grundbegriffe der Elektrotechnik ..... 48
<b>3</b>	 <b>Grundschaltungen der Elektrotechnik</b> ... 49
3.1	<b>Reihenschaltung</b> ..... 49
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung ..... 49
3.1.2	Vorwiderstände ..... 51
3.1.3	Spannungsfall an Leitungen ..... 52
3.2	<b>Parallelschaltung</b> ..... 53
3.3	<b>Gemischte Schaltungen</b> ..... 55
3.3.1	Spannungsteiler ..... 55
3.3.2	Brückenschaltung ..... 57
3.3.2.1	Abgeglichene Brückenschaltung ..... 57
3.3.2.2	Nicht abgeglichene Brückenschaltung ..... 58
3.3.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung ..... 59
3.4	<b>Spannungsquelle</b> ..... 60
3.4.1	Belastungsfälle einer Spannungsquelle ..... 60
3.4.2	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle ..... 61
3.4.3	Anpassung ..... 61
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen ..... 63
3.5	<b>Galvanische Elemente</b> ..... 64
3.5.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie ..... 64
3.5.2	Primärelemente ..... 65
3.5.3	Sekundärelemente (Akkumulatoren) ..... 67
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Grundschaltungen ..... 70

<b>4</b>	 <b>Elektrisches Feld</b> ..... 71
4.1	<b>Eigenschaften des elektrischen Feldes</b> ..... 71
4.2	<b>Grundbegriffe</b> ..... 72
4.2.1	Elektrische Feldstärke ..... 72
4.2.2	Elektrische Influenz und Polarisation ..... 72
4.2.3	Elektrische Felder in der Praxis ..... 73
4.3	<b>Kondensator im Gleichstromkreis</b> ..... 74
4.3.1	Verhalten eines Kondensators ..... 74
4.3.2	Kapazität eines Kondensators ..... 74
4.3.3	Laden und Entladen von Kondensatoren ..... 76
4.3.4	Energie des geladenen Kondensators ..... 77
4.4	<b>Schaltungen von Kondensatoren</b> ..... 78
4.4.1	Parallelschaltung ..... 78
4.4.2	Reihenschaltung ..... 78
4.5	<b>Kenngößen und Bauarten von Kondensatoren</b> ..... 79
4.5.1	Kenngößen ..... 79
4.5.2	Bauarten ..... 79
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Elektrisches Feld ..... 81
<b>5</b>	 <b>Magnetisches Feld</b> ..... 82
5.1	<b>Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen</b> ..... 82
5.2	<b>Elektromagnetismus</b> ..... 84
5.2.1	Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld ..... 84
5.2.2	Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld ..... 85
5.3	<b>Magnetische Größen</b> ..... 86
5.3.1	Magnetischer Fluss $\Phi$ ..... 86
5.3.2	Elektrische Durchflutung $\Theta$ ..... 86
5.3.3	Magnetische Feldstärke $H$ ..... 86
5.3.4	Magnetische Flussdichte $B$ ..... 87
5.4	<b>Eisen im Magnetfeld einer Spule</b> ..... 87
5.5	<b>Strom und Magnetfeld</b> ..... 90
5.5.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld ..... 90
5.5.2	Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld ..... 92
5.5.3	Stromdurchflossene parallele Leiter ..... 92
5.6	<b>Spannungserzeugung durch Induktion</b> ..... 93
5.6.1	Generatorprinzip (Induktion der Bewegung) ..... 93
5.6.2	Lenzsche Regel ..... 94
5.6.3	Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe) ..... 95
5.6.4	Selbstinduktion ..... 97
5.6.5	Wirbelströme ..... 98
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Magnetisches Feld ..... 99
<b>6</b>	 <b>Schaltungstechnik</b> ..... 100
6.1	<b>Schaltungsunterlagen</b> ..... 100
	Praxistipp: Installation einer Wechsel-schaltung mit Steckdose ..... 102
6.2	<b>Installationsschaltungen</b> ..... 103
6.2.1	Lampenschaltungen ..... 103
6.2.2	Schaltungen mit Meldeleuchten ..... 105
6.2.3	Stromstoßschaltung ..... 106
6.2.4	Infrarot-Bewegungsmelder ..... 106
6.2.5	Treppenlicht-Zeitschaltung ..... 107
6.2.6	Hausrufanlagen ..... 107
6.2.7	Haussprechanlagen ..... 108
6.3	<b>Elektromagnetische Schalter</b> ..... 110
6.3.1	Relais ..... 111
6.3.2	Schütze ..... 113
6.3.3	Schützsicherungen ..... 114
6.4	<b>Klemmenplan</b> ..... 120
6.5	<b>Elektrische Ausrüstung von Maschinen</b> ..... 121
6.5.1	Prüfen der elektrischen Ausrüstung von Maschinen ..... 122
	Praxistipp: Anforderungen an Steuer-stromkreise ..... 124
	Praxistipp: Stromlaufplan und Aufbau einer Stern-Dreieck-Schaltung ..... 125
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Schaltungstechnik ..... 126

<b>7</b>	<b>Wechselstromtechnik</b> ..... 127
7.1	<b>Kenngrößen der Wechselstromtechnik</b> ..... 127
7.1.1	Periode und Scheitelwert ..... 127
7.1.2	Frequenz und Periodendauer ..... 127
7.1.3	Frequenz und Wellenlänge ..... 128
7.2	<b>Sinusförmige Wechselgrößen</b> ..... 129
7.2.1	Zeigerdarstellung von Sinusgrößen ..... 129
7.2.2	Kreisfrequenz ..... 130
7.2.3	Erzeugung von Sinusspannungen ..... 130
7.2.4	Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen ..... 131
7.2.5	Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen ..... 132
7.2.6	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme ..... 133
7.2.7	Phasenverschiebung ..... 134
7.2.8	Wirkwiderstand ..... 134
7.2.9	Scheinwiderstand ..... 134
7.3	<b>Spule im Wechselstromkreis</b> ..... 135
7.3.1	Induktiver Blindwiderstand ..... 135
7.3.2	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand ..... 136
7.3.3	Spannungsdreieck ..... 137
7.3.4	Widerstandsdreieck ..... 138
7.3.5	Verlustwinkel, Verlustfaktor und Gütefaktor einer Spule ..... 138
7.3.6	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand ..... 139
7.3.7	Stromdreieck und Leitwertdreieck ..... 139
7.4	<b>Leistungen im Wechselstromkreis</b> ..... 140
7.4.1	Wirkleistung ..... 140
7.4.2	Blindleistung ..... 140
7.4.3	Scheinleistung ..... 141
7.4.4	Zusammenhang zwischen der Wirk-, Blind- und Scheinleistung ..... 142
7.4.5	Leistungsfaktor, Wirkfaktor und Blindfaktor ..... 143
7.4.6	Verlustleistung bei realen Spulen ..... 143
7.5	<b>Kondensator im Wechselstromkreis</b> ..... 144
7.5.1	Kapazitiver Blindwiderstand ..... 144
7.5.2	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand ..... 145
7.5.3	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand ..... 146
7.5.4	Verlustwinkel und Gütefaktor eines Kondensators ..... 147
7.6	<b>Schaltung aus Spule, Kondensator und Wirkwiderstand</b> ..... 148
7.6.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand ..... 148
7.6.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand ..... 149
7.7	<b>Schwingkreise</b> ..... 150
7.7.1	Resonanz ..... 151
7.7.2	Reihenschwingkreis ..... 151
7.7.3	Parallelschwingkreis ..... 152
7.8	<b>Siebschaltungen</b> ..... 154
7.8.1	RL-Tiefpass ..... 154
7.8.2	RL-Hochpass ..... 154
7.8.3	RC-Tiefpass ..... 155
7.8.4	RC-Hochpass ..... 155
7.9	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b> ..... 156
7.9.1	Entstehung der Dreiphasenwechselspannung ..... 156
7.9.2	Verkettung ..... 156
7.9.3	Sternschaltung (Zeichen: Y) ..... 158
7.9.4	Dreieckschaltung (Zeichen: $\Delta$ ) ..... 160
7.9.5	Leiterfehler in Drehstromsystemen ..... 161
7.9.6	Leistungen in Drehstromsystemen ..... 162
7.9.7	Leistungsmessung in Drehstromsystemen ..... 163
7.10	<b>Kompensation</b> ..... 164
7.10.1	Kompensationsarten ..... 165
7.10.2	Bemessung von Kompensationskondensatoren ..... 166
7.10.3	Tonfrequenzsperrkreise ..... 166
7.10.4	Kompensation bei nichtsinusförmigen Strömen ..... 167
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Wechselstromtechnik ..... 168

<b>8</b>	<b>Messtechnik</b> ..... 169
8.1	<b>Elektrische Messgeräte</b> ..... 169
8.1.1	Grundbegriffe der Messtechnik ..... 169
8.1.2	Anzeigarten von Messgeräten ..... 170
8.1.3	Analoge Messgeräte ..... 170
8.1.3.1	Messfehler von analogen Messgeräten ..... 171
8.1.3.2	Elektrische Messwerke ..... 172
8.1.4	Digitale Messgeräte ..... 173
8.1.5	PC-Messtechnik ..... 175
8.1.6	Elektrizitätszähler ..... 176
8.1.6.1	Induktionszähler ..... 176
8.1.6.2	Elektronische Elektrizitätszähler ..... 177
8.2	<b>Praktisches Messen</b> ..... 178
8.2.1	Messen von Leistungen ..... 178
8.2.2	Messen von Widerständen ..... 178
8.2.3	Messen mit Strommesszangen ..... 179
8.2.4	Messkategorien ..... 179
	Praxistipp: Praktisches Messen mit dem Digitalmultimeter ..... 180
	Praxistipp: Effektivwertmessung nicht sinusförmiger Größen ..... 181
8.3	<b>Oszilloskop</b> ..... 182
8.3.1	Analog-Oszilloskop ..... 182
8.3.2	Digital-Oszilloskop ..... 183
	Praxistipp: Messen mit einem Digital-Oszilloskop ..... 184
	Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop ..... 185
8.4	<b>Messen nichtelektrischer Größen mit Sensoren</b> ..... 186
8.4.1	Aktive und passive Sensoren ..... 186
8.4.2	Anwendungen von Sensoren ..... 187
8.4.2.1	Sensoren zur Weg- und Winkelmessung ..... 187
8.4.2.2	Sensoren zur Messung von Dehnung, Kraft, Druck und Drehmoment ..... 189
8.4.2.3	Sensoren zur Messung von Temperaturen ..... 190
8.4.3	Näherungsschalter ..... 191
8.4.3.1	Optische Näherungsschalter ..... 191
8.4.3.2	Induktive Näherungsschalter ..... 191
8.4.3.3	Kapazitive Näherungsschalter ..... 192
8.4.3.4	Ausführung von Näherungsschaltern ..... 192
8.4.4	RFID-Technologie ..... 193
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Messtechnik ..... 194
<b>9</b>	<b>Elektronik</b> ..... 195
9.1	<b>Halbleiterwerkstoffe</b> ..... 195
9.2	<b>Halbleiterwiderstände</b> ..... 197
9.2.1	Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren) ..... 197
9.2.2	Heißleiter (NTC-Widerstände) ..... 198
9.2.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände) ..... 199
9.2.4	Feldplatten ..... 201
9.3	<b>Hallgeneratoren</b> ..... 201
9.4	<b>Halbleiterdioden</b> ..... 202
9.4.1	Wirkungsweise ..... 202
9.4.2	Leistungsdioden ..... 202
9.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden) ..... 203
9.4.4	Halbleiterkennzeichnung ..... 204
9.4.5	Kühlung von Halbleiterbauelementen ..... 205
9.5	<b>Transistoren</b> ..... 206
9.5.1	Bipolare Transistoren ..... 206
9.5.1.1	Transistoren in der Praxis ..... 208
9.5.1.2	Einstellung des Arbeitspunktes ..... 209
9.5.1.3	Stabilisierung des Arbeitspunktes ..... 210
9.5.1.4	Transistor als Schalter ..... 211
9.5.1.5	Kippschaltungen ..... 213
9.5.1.6	Verstärkerschaltungen ..... 215
9.5.2	Feldeffekttransistoren (FET) ..... 217
9.6	<b>Optoelektronik</b> ..... 220
9.6.1	Optoelektronische Sender ..... 220
9.6.2	Optoelektronische Empfänger (Detektoren) ..... 222
9.6.3	Flüssigkristallanzeigen (LCD) ..... 224
9.6.4	Optokoppler ..... 224
9.7	<b>Operationsverstärker</b> ..... 225

9.7.1 Grundlagen ..... 225

9.7.2 Analoge Schaltungen mit Operationsverstärkern ..... 227

9.7.3 Digitale Schaltungen mit Operationsverstärkern ..... 229

**9.8 Digitaltechnik** ..... **231**

9.8.1 Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik ..... 231

9.8.2 Grundverknüpfungen ..... 231

9.8.2.1 UND-Verknüpfung ..... 231

9.8.2.2 ODER-Verknüpfung ..... 232

9.8.2.3 NICHT-Verknüpfung ..... 232

9.8.3 Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation ..... 233

9.8.3.1 Verknüpfungen mit Ausgangsnegation ..... 233

9.8.3.2 Verknüpfungen mit Eingangsnegation ..... 233

9.8.3.3 Eingangsbeschaltung logischer Verknüpfungen ..... 234

9.8.3.4 Anwendung der Grundverknüpfungen ..... 234

9.8.4 Schaltkreisfamilien ..... 235

9.8.4.1 TTL-Schaltkreisfamilie ..... 235

9.8.4.2 CMOS-Schaltkreisfamilie ..... 235

9.8.5 Schaltalgebra ..... 236

9.8.6 Antivalenz-Verknüpfung und Äquivalenz-Verknüpfung ..... 237

9.8.7 Kippglieder ..... 238

9.8.7.1 Zustandsgesteuerte und taktgesteuerte Kippglieder ..... 238

9.8.7.2 Zweiflankengesteuertes JK-Kippglied ..... 239

9.8.7.3 Schaltungen mit Kippgliedern ..... 240

9.8.8 Analog-Digital-Umsetzer (AD-Umsetzer) ..... 241

9.8.9 Digital-Analog-Umsetzer (DA-Umsetzer) ..... 243

**9.9 Leistungselektronik** ..... **244**

9.9.1 Bauelemente der Leistungselektronik ..... 244

9.9.1.1 Thyristor ..... 244

9.9.1.2 GTO-Thyristor ..... 247

9.9.1.3 Triac ..... 247

9.9.1.4 Diac ..... 248

9.9.1.5 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) ..... 249

9.9.2 Begriffe der Leistungselektronik ..... 250

9.9.3 Gleichrichterschaltungen ..... 251

9.9.3.1 Ungesteuerte Gleichrichterschaltungen ..... 251

9.9.3.2 Gesteuerte Gleichrichterschaltungen ..... 256

9.9.4 Wechselrichterbetrieb von netzgeführten Stromrichtern ..... 259

9.9.5 Wechselstrom-Umrichter ..... 260

9.9.5.1 Wechselwegschaltung W1C ..... 260

9.9.5.2 Vielperiodensteuerung ..... 261

9.9.6 Gleichstrom-Umrichter ..... 262

9.9.6.1 Gleichstromsteller ..... 262

9.9.6.2 Durchflusswandler und Sperrwandler ..... 263

9.9.6.3 Ansteuerungsarten für Gleichstromsteller ..... 263

9.9.7 Selbstgeführte Wechselrichter ..... 264

9.9.8 Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) ..... 265

9.9.9 Stromrichter-Antriebe ..... 266

9.9.9.1 Betriebsarten elektrischer Antriebe ..... 266

9.9.9.2 Gleichstrommotor am Thyristor-Stromrichter ..... 267

9.9.9.3 Gleichstrommotor an Sechspuls-Brückenschaltung B6C ..... 268

9.9.9.4 Gleichstrommotor im Vierquadranten-Betrieb ..... 268

9.9.9.5 Drehzahlsteuerung mit Transistor-Gleichstromsteller ..... 269

9.9.9.6 Frequenzumrichter ..... 270

9.9.9.7 Drehstrom-Asynchronmotor am Frequenzumrichter ..... 271

9.9.9.8 Auswahl eines Frequenzumrichters ..... 272

**Praxistipp: Frequenzumrichter, Installation u. Inbetriebnahme** ..... **273**

9.9.10 Netzgeräte ..... 274

9.9.10.1 Geregelte Netzgeräte ..... 274

9.9.10.2 Spannungsregler ..... 275

9.9.10.3 Schaltnetzgeräte ..... 275

**Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Elektronik** ..... **276**

**10**



**Elektrische Anlagen ..... 277**

**10.1 Energieerzeugung und Energieübertragung** ..... **277**

10.1.1 Kraftwerke ..... 277

10.1.1.1 Wärmekraftwerke ..... 278

10.1.1.2 Umweltschutz in Wärmekraftwerken ..... 279

10.1.1.3 Blockheizkraftwerke (BHKW) ..... 280

10.1.1.4 Wasserkraftwerke ..... 281

10.1.1.5 Erneuerbare Energien ..... 282

**Praxistipp: Auslegung und Dimensionierung einer Fotovoltaikanlage** ..... **285**

10.1.2 Energiemanagement in intelligenten Netzen (Smart Grid) ..... 287

10.1.2.1 Smart Grid in Gebäuden ..... 288

10.1.2.2 Energiespeichersysteme ..... 288

**Praxistipp: Aufbau eines Energiemanagement-Systems im Wohnhaus** ..... **289**

10.1.3 Übertragungs- und Verteilnetze ..... 290

10.1.3.1 Höchstspannungsnetze ..... 290

10.1.3.2 Spannungsebenen ..... 291

10.1.3.3 Umspannanlagen ..... 291

10.1.3.4 Hochspannungsschalter ..... 292

10.1.4 Netzformen ..... 294

10.1.5 Niederspannungsanlagen ..... 295

10.1.5.1 Netzaufbau ..... 295

10.1.5.2 Hausanschluss ..... 296

10.1.5.3 Erdungsanlagen ..... 298

10.1.5.4 Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene ..... 299

10.1.5.5 Hauptstromversorgungssysteme ..... 300

**Praxistipp: Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverteiler** ..... **302**

**Praxistipp: Ausstattung elektr. Anlagen in Wohngebäuden** ..... **305**

10.1.6 Elektromagnetische Verträglichkeit und TN-System ..... 306

**10.2 Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen** ..... **309**

10.2.1 Isolierte Leitungen ..... 309

**Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern** ..... **312**

10.2.2 Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen ..... 313

10.2.3 Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen ..... 313

10.2.4 Datenleitungen ..... 314

**Praxistipp: Verlegen von Leitungen** ..... **315**

**10.3 Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher** ..... **317**

**10.4 Schutzschalter** ..... **320**

10.4.1 Thermischer Auslöser ..... 320

10.4.2 Elektromagnetischer Auslöser ..... 320

10.4.3 Leitungsschutzschalter ..... 321

10.4.4 Selektiver Hauptleitungsschutzschalter ..... 321

10.4.5 Brandschutzschalter (AFDD) ..... 322

10.4.6 Leistungsschalter ..... 323

10.4.7 Motorschutzeinrichtungen ..... 323

**10.5 Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen** ..... **326**

10.5.1 Spannungsfall an Leitungen ..... 327

10.5.2 Anordnung von Überstrom-Schutzrichtungen ..... 328

**Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung** ..... **329**

**Praxistipp: Leiterquerschnittsermittlung bei Oberschwingungsströmen** ..... **330**

**10.6 Räume und Anlagen besonderer Art** ..... **332**

10.6.1 Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche ..... 332

10.6.2 Sauna-Anlagen ..... 334

10.6.3 Baustellen ..... 334

10.6.4 Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten ..... 335

10.6.5 Feuergefährdete Betriebsstätten ..... 336

10.6.6 Explosionsgefährdete Bereiche ..... 338

10.6.7 Medizinisch genutzte Bereiche ..... 339

10.6.8 Stromversorgungen für Elektro-Fahrzeuge ..... 340

10.6.8.1 Ladestationen ..... 340

10.6.8.2 Ladebetriebsarten und Ladesteckeinrichtungen ..... 341

10.6.8.3 Installationsvorschriften ..... 341

10.6.9 Übersicht der Räume und Anlagen besonderer Art..... 342

**10.7 Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen .. 343**

10.7.1 Verhalten beim Brand in elektrischen Anlagen .. 343

10.7.2 Löschmittel ..... 343

Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:  
Elektrische Anlagen ..... 344

**11  Schutzmaßnahmen ..... 345**

**11.1 Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom ..... 345**

11.1.1 Wirkungen des elektrischen Stroms im menschlichen Körper ..... 345

11.1.2 Direktes und indirektes Berühren ..... 347

11.1.3 Fachbegriffe Schutzmaßnahmen (nach DIN VDE) ..... 347

**11.2 Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen ..... 348**

11.2.1 Schutzklassen ..... 348

11.2.2 IP-Schutzarten ..... 349

11.2.3 Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen ..... 350

11.2.4 Qualifikationen für Arbeiten in der Elektrotechnik ..... 351

11.2.5 Fehlerarten in elektrischen Anlagen ..... 352

11.2.6 Spannungen im Fehlerfall ..... 352

**11.3 Netzsysteme ..... 353**

**11.4 Schutz gegen elektrischen Schlag ..... 354**

**11.5 Automatische Abschaltung der Stromversorgung ..... 355**

11.5.1 Anforderungen an den Basisschutz ..... 355

11.5.2 Anforderungen an den Fehlerschutz ..... 356

11.5.3 Schutz im TN-System ..... 357

11.5.4 Schutz im TT-System ..... 358

11.5.5 Schutz im IT-System ..... 359

**11.6 Doppelte oder verstärkte Isolierung ..... 360**

**11.7 Schutztrennung ..... 360**

**11.8 Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV ..... 361**

**11.9 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ..... 362**

11.9.1 Aufbau und Funktion ..... 362

11.9.2 Anwendungen von RCDs ..... 363

11.9.3 Kennwerte von RCDs ..... 364

11.9.4 Auswahl und Einsatz von RCDs ..... 364

11.9.5 RCD als Brandschutz ..... 366

**11.10 Differenzstrom-Überwachungseinrichtung .. 366**

**11.11 Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden ..... 367**

**11.12 Prüfen der Schutzmaßnahmen ..... 368**

11.12.1 Erstprüfungen von ortsfesten elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln nach DIN VDE 0100-600 ..... 369

11.12.2 Prüfen der Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter ..... 371

11.12.3 Messen der Isolationswiderstände in elektrischen Anlagen ..... 371

11.12.4 Prüfen der Schutzmaßnahmen SELV, PELV und Schutztrennung ..... 372

11.12.5 Isolationswiderstandsmessung von isolierenden Fußböden und Wänden ..... 372

11.12.6 Prüfen der Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-, TT- und IT-System ..... 373

11.12.6.1 Prüfen im TN-System ..... 373

11.12.6.2 Prüfen im TT-System ..... 374

11.12.6.3 Messen des Erdungswiderstandes ..... 374

11.12.6.4 Prüfen im IT-System ..... 375

11.12.6.5 Prüfen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ..... 375

11.12.6.6 Prüfen der Drehfeldrichtung ..... 375

**12  Gebäudetechnische Anlagen ..... 383**

**12.1 Beleuchtungsanlagen ..... 383**

12.1.1 Farbspektrum und Farbwiedergabe ..... 384

12.1.2 Lichttechnische Größen ..... 385

12.1.3 Kriterien für eine gute Beleuchtung ..... 387

12.1.4 Energieeffizienzanforderungen ..... 388

12.1.5 Lampenübersicht ..... 389

12.1.6 Halogenlampen ..... 390

12.1.7 Leuchtstofflampen ..... 392

12.1.8 Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen ..... 393

12.1.9 Induktionslampen ..... 394

12.1.10 LED-Lampen ..... 394

Praxistipp: Ersatz einer Halogen-Beleuchtung durch LED-Beleuchtung ..... 395

Praxistipp: Beispiel zur Ermittlung der Lampenzahl ..... 396

12.1.11 Lichtberechnungssoftware ..... 397

12.1.12 Lichtstärkeverteilung von Leuchten ..... 397

12.1.13 Lichtmanagementsysteme ..... 398

**12.2 Elektrogeräte ..... 399**

12.2.1 Allgemeines über Elektrogeräte ..... 399

12.2.2 Elektrische Warmwasserbereiter ..... 400

12.2.3 Elektrische Raumheizung ..... 402

12.2.4 Elektrische Geräte zur Nahrungsvorrats-haltung und -zubereitung ..... 406

12.2.5 Elektrische Geräte zur Wäschepflege und Geschirreinigung ..... 410

12.2.5.1 Waschmaschine ..... 410

12.2.5.2 Wäschetrockner ..... 411

12.2.5.3 Geschirrspülmaschine ..... 412

12.2.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) elektrischer Geräte ..... 413

12.2.7 Prüfen von Elektrogeräten nach Instandsetzung und Änderung ..... 415

12.2.8 Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten ..... 417

**12.3 Antennen- und Verteilanlagen ..... 418**

12.3.1 Wirkungsweise der Antennen ..... 418

12.3.2 Empfangsantennen ..... 419

12.3.3 Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß und Pegel ..... 421

12.3.4 Aufbau von Antennenanlagen ..... 422

12.3.5 Satelliten-Fernsehempfangsanlagen ..... 423

Praxistipp: Baugruppen zum digitalen Sat-Empfang ..... 426

DVB-T2 HD-Fernsehempfangsanlagen ..... 427

12.3.7 Breitband-Kommunikationsanlagen ..... 427

12.3.8 Berechnung einer Empfangsantennenanlage .. 428

12.3.9 Errichten von Empfangsantennenanlagen ..... 429

Praxistipp: Multimediaverkabelung im Wohnbereich ..... 431

**All-IP-Technik ..... 432**

12.4.1 Grundsätzliches zu All-IP ..... 432

12.4.2 Anschluss technik ..... 433

12.4.3 VoIP-Technik ..... 434

Praxistipp: Auswahl und Anschluss eines DSL-Routers ..... 435

12.4.4 ISDN am All-IP-Anschluss ..... 436

**12.5 Gebäudeautomation ..... 437**

12.5.1 Gebäudeleittechnik ..... 437

12.5.2 Gebäudesystemtechnik ..... 438

Praxistipp: KNX-Projekt programmieren ..... 442

Praxistipp: Umrüsten einer Jalousiesteuerung auf KNX ..... 444

Praxistipp: Vernetzungsmöglichkeiten im Smart Home ..... 445

12.5.3 Gebäudeautomation mit Visualisierung ..... 447

**12.6 Gefahrenmeldeanlagen ..... 448**  
 12.6.1 Allgemeine Festlegungen ..... 448  
 12.6.2 Brandmeldeanlagen ..... 449  
 12.6.3 Einbruchmeldeanlagen ..... 451  
 12.6.4 Überfallmeldeanlagen ..... 453  
**Praxistipp: Beispiel einer Einbruchmeldeanlage ..... 454**  
**Praxistipp: Installation von Rauchmeldern ..... 455**  
**12.7 Blitzschutz ..... 456**  
 12.7.1 Entstehung der Gewitterzelle ..... 456  
 12.7.2 Wirkungen des Blitzstromes ..... 456  
 12.7.3 Blitzschutzsysteme ..... 456  
 12.7.3.1 Äußerer Blitzschutz ..... 457  
 12.7.3.2 Innerer Blitzschutz ..... 458  
 12.7.3.3 Trennungsabstand ..... 459  
**Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:**  
**Gebäudetechnik ..... 461**

**13 Elektrische Maschinen ..... 462**

**13.1 Transformatoren ..... 463**  
 13.1.1 Einphasentransformatoren ..... 463  
 13.1.1.1 Aufbau und Wirkungsweise ..... 463  
 13.1.1.2 Leerlaufspannung ..... 463  
 13.1.1.3 Übersetzungen ..... 464  
 13.1.1.4 Betriebsverhalten im Leerlauf ..... 465  
 13.1.1.5 Betriebsverhalten bei Belastung ..... 465  
 13.1.1.6 Betriebsverhalten bei Kurzschluss ..... 466  
 13.1.1.7 Kurzschlussstrom und Einschaltstrom ..... 467  
 13.1.1.8 Wirkungsgrad von Transformatoren ..... 468  
 13.1.2 Kleintransformatoren ..... 469  
 13.1.2.1 Aufbau ..... 469  
 13.1.2.2 Arten von Kleintransformatoren ..... 470  
 13.1.2.3 Prüfspannungen bei Kleintransformatoren ..... 471  
 13.1.3 Sondertransformatoren ..... 472  
 13.1.3.1 Spartransformatoren ..... 472  
 13.1.3.2 Streufeldtransformatoren ..... 473  
 13.1.4 Messwandler ..... 473  
 13.1.4.1 Spannungswandler ..... 473  
 13.1.4.2 Stromwandler ..... 474  
 13.1.5 Drehstromtransformatoren ..... 475  
 13.1.5.1 Aufbau und Prinzip ..... 475  
 13.1.5.2 Schaltungen ..... 476  
 13.1.5.3 Unsymmetrische Belastung ..... 478  
 13.1.5.4 Gebräuchliche Schaltgruppen ..... 479  
 13.1.6 Parallelschalten von Transformatoren ..... 480  
**13.2 Rotierende elektrische Maschinen ..... 481**  
 13.2.1 Grundlagen ..... 481  
 13.2.1.1 Leistung und Drehmoment ..... 481  
 13.2.1.2 Aufbau umlaufender Maschinen ..... 482  
 13.2.1.3 Leistungsschild ..... 482  
 13.2.1.4 Drehsinn ..... 482  
 13.2.1.5 Betriebsarten elektrischer Maschinen ..... 483  
 13.2.1.6 Kühlung elektrischer Maschinen ..... 484  
 13.2.1.7 Bauformen und Baugrößen von drehenden elektrischen Maschinen ..... 485  
 13.2.1.8 Elektrische Isolierung ..... 485  
 13.2.2 Drehstromasynchronmotoren ..... 486  
 13.2.2.1 Entstehung des Drehfeldes ..... 486  
 13.2.2.2 Kurzschlussläufermotor ..... 487  
 13.2.2.3 Anlassen von Kurzschlussläufermotoren ..... 490  
 13.2.2.4 Schleifringläufermotor ..... 492  
 13.2.2.5 Polumschaltbare Motoren ..... 493  
**Praxistipp: Anschließen eines Drehstrommotors ..... 494**  
**Formelübersicht zum Drehstrom-Asynchronmotor ..... 495**  
**Praxistipp: Auswahl eines Elektromotors ..... 496**  
 13.2.2.6 Bremsbetrieb von Drehstromasynchronmotoren ..... 498  
 13.2.2.7 Drehstrommotor an Wechselspannung (Steinmetzschtaltung) ..... 499  
 13.2.2.8 Wechselstrom-Asynchronmotor ..... 500  
 13.2.3 Drehstromlinearmotoren ..... 501  
 13.2.4 Synchronmotor ..... 502  
 13.2.5 Sondermotoren ..... 503  
 13.2.5.1 Spaltpolmotor ..... 503  
 13.2.5.2 Reluktanzmotor ..... 504

13.2.5.3 Schrittmotor ..... 504  
 13.2.6 Synchrongenerator ..... 507  
 13.2.7 Stromwendermotoren ..... 509  
 13.2.7.1 Aufbau von Gleichstrommotoren ..... 509  
 13.2.7.2 Wirkungsweise ..... 510  
 13.2.7.3 Ankerquersfeld und Ankerrückwirkung ..... 511  
 13.2.7.4 Anschlussbezeichnungen ..... 512  
 13.2.7.5 Arten von Gleichstrommotoren ..... 513  
 13.2.7.6 Anlassen von Gleichstrommotoren ..... 515  
 13.2.7.7 Drehzahlsteuerung von Gleichstrommotoren ..... 516  
 13.2.7.8 Universalmotor ..... 517  
 13.2.8 Servomotoren ..... 518  
 13.2.8.1 Gleichstromservomotor ..... 519  
 13.2.8.2 Drehstromservomotor ..... 519  
 13.2.9 Wartung und Prüfung elektrischer Maschinen ..... 522  
**Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:**  
**Elektrische Maschinen ..... 523**

**14 Informationstechnik ..... 524**

**14.1 Bereiche der Informationstechnik ..... 524**  
**14.2 Computer, Programme und Peripherie ..... 525**  
 14.2.1 Bestandteile und Funktionsweise eines Computers ..... 525  
 14.2.2 Hardware, Software und Firmware ..... 526  
 14.2.3 Computersystem ..... 526  
**14.3 Mikrocomputer ..... 527**  
**14.4 Personal Computer (PC) ..... 528**  
 14.4.1 Komponenten eines PC ..... 528  
 14.4.2 Mikroprozessor (CPU) ..... 529  
 14.4.3 Halbleiterspeicher ..... 530  
 14.4.4 Buskommunikation ..... 531  
 14.4.5 Eingabe- und Ausgabe-Einheit ..... 531  
**Praxistipp: Auswahl eines PC-Mainboard ..... 532**  
**14.5 Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung ..... 533**  
 14.5.1 Geräte zur Eingabe ..... 533  
 14.5.2 Geräte zur Ausgabe ..... 533  
 14.5.2.1 Drucker ..... 533  
 14.5.2.2 Farbmonitore ..... 534  
 14.5.3 Periphere Geräte zur Datenspeicherung ..... 535  
**Praxistipp: Servicearbeiten am PC ..... 536**  
**14.6 Software ..... 537**  
 14.6.1 Systemprogramme ..... 537  
 14.6.2 Anwendungsprogramme ..... 538  
 14.6.3 Softwareentwicklung ..... 539  
**14.7 Vernetzung von Computern ..... 540**  
 14.7.1 Dienste in Computernetzwerken ..... 540  
 14.7.2 Netzwerktopologien ..... 540  
 14.7.3 Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie ..... 541  
 14.7.4 Netzwerkprotokoll ..... 542  
 14.7.5 Globales Netzwerk Internet ..... 543  
**Praxistipp: Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk ..... 544**  
**Praxistipp: Herstellen einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk ..... 545**  
**14.8 Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte ..... 546**  
**14.9 Schädliche Programme (Malware) ..... 546**  
**Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:**  
**Informationstechnik ..... 547**

**15 Automatisierungstechnik ..... 548**

**15.1 Industrie 4.0 ..... 548**  
**15.2 Steuerungstechnik ..... 549**  
 15.2.1 Steuern ..... 549  
 15.2.1.1 Fachbegriffe der Steuerungstechnik ..... 549  
 15.2.1.2 Steuerungsarten ..... 550  
**15.3 Kleinststeuergeräte ..... 552**  
**15.4 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ..... 554**  
 15.4.1 Aufbau ..... 554  
 15.4.2 Programmiersprachen ..... 555  
 15.4.3 Arbeitsweise einer SPS ..... 555  
 15.4.4 Baueinstruktur in STEP 7 ..... 557

15.4.5	Programmierung (Bitverknüpfungen) .....	558
15.4.5.1	Grundverknüpfungen .....	558
15.4.5.2	Öffner und Schließer .....	559
15.4.5.3	Speicherfunktionen .....	561
15.4.6	Bibliotheksfähige Bausteine .....	563
15.4.7	Symbolische Adressierung (PLC-Variablen) .....	564
15.4.8	Zeit- und Zählfunktionen .....	565
15.4.8.1	Simatic-Zeitfunktionen .....	565
15.4.8.2	Simatic-Zählfunktionen .....	566
15.4.8.3	IEC-Zeitfunktionen .....	566
15.4.8.4	IEC-Zählfunktionen .....	567
15.4.8.5	Instanzenbaustein für IEC-Zeit- und Zählfunktionen .....	568
15.4.9	Vergleicher .....	570
15.4.10	Ablaufsteuerungen .....	571
15.4.10.1	Arten von Ablaufsteuerungen .....	571
15.4.10.2	Betriebsarten .....	571
15.4.10.3	Ablaufkette (Struktur) .....	572
15.4.10.4	Programmierung einer Ablaufkette mit Schrittmern .....	573
15.4.10.5	Programmierung einer Ablaufkette als bibliotheksfähigen Baustein .....	574
15.4.10.6	Ablaufkette mit Alternativverzweigung (ODER-Verzweigung) .....	575
15.4.10.7	Ablaufkette mit Parallelverzweigung (UND-Verzweigung) .....	576
15.4.11	Analogwertverarbeitung .....	577
15.4.11.1	Analoge Signalverarbeitung .....	577
15.4.11.2	Darstellung analoger Werte in der SPS .....	577
15.4.11.3	Messbereiche von Analogbaugruppen .....	578
15.4.11.4	Normierung und Skalierung von Analogwerten .....	578
15.4.12	Feldbusse .....	580
15.4.12.1	Aktor-Sensor-Interface (AS-i) .....	581
15.4.12.2	Profibus DP .....	582
15.4.12.3	Profinet IO .....	583
15.4.13	Prozessvisualisierung .....	584
<b>15.5</b>	<b>Maschinensicherheit .....</b>	<b>586</b>
15.5.1	Sicherheitskategorien (Performance Level) .....	586
15.5.2	Sicherheitsbezogene Teile .....	586
15.5.3	Handlungen im Notfall (NOT-HALT, NOT-AUS) .....	587
<b>15.6</b>	<b>Regelungstechnik .....</b>	<b>588</b>
15.6.1	Aufgaben und Begriffe .....	588
15.6.2	Regelstrecken .....	589
15.6.2.1	Statisches Verhalten von Regelstrecken .....	589
15.6.2.2	Dynamisches Verhalten von Regelstrecken .....	590
15.6.3	Regler .....	593
15.6.3.1	Unstetige Regler .....	593
15.6.3.2	Stetige Regler .....	595
15.6.4	Regelkreis .....	599
15.6.4.1	Schwingungsverhalten .....	599
15.6.4.2	Reglerauswahl .....	599
15.6.4.3	Reglereinstellung .....	600
15.6.5	Universalregler .....	601
15.6.7	Prozessleitsystem .....	601
	<b>Praxistipp: Entwurf einer Regelung .....</b>	<b>602</b>
	<b>Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:</b>	
	<b>Automatisierungstechnik .....</b>	<b>603</b>

**16**



**Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung 604**

<b>16.1</b>	<b>Werkstoffe der Elektrotechnik .....</b>	<b>604</b>
16.1.1	Leiter- und Kontaktwerkstoffe .....	605
16.1.1.1	Leiterwerkstoffe .....	605
16.1.1.2	Kontaktwerkstoffe .....	606
16.1.2	Isolierstoffe .....	607
16.1.2.1	Elektrische Eigenschaften von Isolierstoffen .....	607
16.1.2.2	Anorganische und organische Isolierstoffe .....	608
16.1.2.3	Flüssige und gasförmige Isolierstoffe .....	609
<b>16.2</b>	<b>Fertigungsverfahren .....</b>	<b>610</b>
16.2.1	Verbindungen (Fügen) .....	610
16.2.1.1	Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik .....	610
16.2.1.2	Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik .....	610
16.2.2	Gedruckte Schaltungen .....	613
16.2.3	SMD-Technik .....	615

<b>16.3</b>	<b>Umweltschutz .....</b>	<b>616</b>
16.3.1	Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik .....	616
16.3.2	Umweltschutz im Betrieb .....	617
16.3.3	Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen .....	618
<b>16.4</b>	<b>Energieeinsparung .....</b>	<b>620</b>
16.4.1	Rationeller Umgang mit Energie .....	620
16.4.2	Stand-by-Betrieb .....	622
16.4.3	Tipps zum Energiesparen .....	623
	<b>Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:</b>	
	<b>Werkstoffe, Fertigung, Umwelt .....</b>	<b>624</b>

**17**



**Beruf und Betrieb .....**

<b>17.1</b>	<b>Berufliche Handlungskompetenz .....</b>	<b>625</b>
	<b>Praxistipp: Benehmen und Stil im Beruf – Business-Etikette .....</b>	<b>626</b>
17.1.1	Teamarbeit .....	628
17.1.2	Arbeitsmethoden und Zeitplanung .....	629
17.1.3	Kommunikation .....	630
17.1.4	Kreativitätstechniken .....	631
17.1.5	Informationsbeschaffung .....	632
<b>17.2</b>	<b>Präsentation .....</b>	<b>633</b>
17.2.1	Aufgaben einer Präsentation und Vorbereitung .....	633
	Visualisierung .....	634
17.2.2	Vortragen einer Präsentation .....	635
<b>17.3</b>	<b>Projektmanagement .....</b>	<b>636</b>
17.3.1	Aufgaben von Projekten .....	636
17.3.2	Projektphasen .....	637
<b>17.4</b>	<b>Kundenauftrag und Kundenservice .....</b>	<b>638</b>
17.4.1	Kundenerwartungen und Umgang mit dem Kunden .....	638
17.4.2	Phasen eines Kundenauftrags .....	639
17.4.3	Kundenservice .....	641
<b>17.5</b>	<b>Kalkulation und Angebot .....</b>	<b>642</b>
17.5.1	Kalkulation im Industriebetrieb .....	643
17.5.2	Kalkulation von Dienstleistungen .....	644
17.5.3	Kalkulation im Handwerksbetrieb .....	645
17.5.4	Rechnungsstellung .....	646
<b>17.6</b>	<b>Qualitätsmanagement .....</b>	<b>647</b>
17.6.1	Ziele des Qualitätsmanagements .....	647
17.6.2	Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. .....	647
17.6.3	TQM-Methode .....	648
17.6.4	Qualitätswerkzeuge .....	649
	<b>Praxistipp: Existenzgründung .....</b>	<b>650</b>
	<b>Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Beruf und Betrieb .....</b>	<b>651</b>
	<b>Ergebnisse der Rechenaufgaben .....</b>	<b>652</b>



**Infoteil .....**

	<b>Arten von DIN-Normen in der Elektrotechnik (Auswahl) ..</b>	<b>653</b>
	Schaltzeichen .....	654
	Wichtige elektrotechnische Symbole .....	660
	Wichtige Prüfzeichen, Symbole und Logos .....	661
	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren ..	662
	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen ..	663
	Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter .....	664
	Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen .....	665
	Betriebsdaten von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer .....	666
	Dioden .....	667
	NPN-Transistor .....	668
	Thyristor, Triac .....	669
	Wichtige Abkürzungen von AC bis ISDN .....	670
	Wichtige Abkürzungen von KNX bis ZVEI .....	671
	Fachbegriffe Englisch – Deutsch .....	672
	Firmenverzeichnis .....	675
	Sachworte Deutsch – Englisch .....	676
	<b>Vordere Innenumschlagseite:</b>	
	Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten	
	<b>Hintere Innenumschlagseite:</b>	
	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	