

<b>1</b>	<b>Technische Mathematik</b>	<b>7</b>
1.1	<b>Elektronischer Taschenrechner (ETR)</b> (siehe Rechenbuch)	
1.2	<b>Grundrechnungsarten</b>	7
1.2.1	Zahlen, Addition und Subtraktion	7
1.2.2	Multiplikation und Division	7
1.3	<b>Rechnen mit Brüchen</b>	8
1.4	<b>Potenzen und Wurzeln</b>	9
1.4.1	Potenzen	9
1.4.2	Wurzeln	10
1.5	<b>Logarithmen</b>	10
1.5.1	Rechnen mit Logarithmen	10
1.5.2	Logarithmische Maßstabe	11
1.6	<b>Gleichungen und Formeln</b>	12
1.6.1	Arbeiten mit Gleichungen	12
1.6.2	Arbeiten mit Formeln	13
1.6.3	Verhältnisgleichungen, Dreisatzrechnen	13
1.6.4	Verhältnisgleichungen, Prozentrechnen	13
1.7	<b>Funktionen</b>	14
1.8	<b>Rechnen am Dreieck</b>	14
1.8.1	Satz des Pythagoras	14
1.8.2	Winkelfunktionen	15
1.8.3	Winkel im Grad- und Bogenmaß	16
1.8.4	Rechnen am beliebigen Dreieck	17
1.9	<b>Runden</b>	18
<b>2</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	<b>20</b>
2.1	Vorsätze	20
2.2	Kreisumfang, gestreckte Länge	20
2.3	Flächen	21
2.4	Rauminhalt und Masse	22
2.5	Berechnung von Spulen	22
2.6	Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit	24
2.6.1	Gleichförmige Bewegung	24
2.6.2	Kreisförmige Bewegung	25
2.7	Kräfte	26
2.8	Moment und Hebel	27
2.9	Mechanische Arbeit	28
2.10	Mechanische Leistung	28
<b>3</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>30</b>
3.1	Umrechnen von Einheiten	30
3.2	Stromstärke und Ladung	30
3.3	Elektrische Spannung	30
3.4	Widerstand und Leitwert	30
3.5	Ohmsches Gesetz	31
3.6	Stromdichte	32
3.7	Elektrischer Widerstand	33
3.7.1	Leiterwiderstand	33
3.7.2	Widerstand und Temperatur	33
3.7.3	ÜberTemperatur	35
3.8	Schaltung von Widerständen	35
3.8.1	Reihenschaltung von Widerständen	35
3.8.2	Parallelschaltung von Widerständen	37
3.8.3	Gemischte Schaltungen (Gruppenschaltungen)	40
3.8.4	Spannungsteiler	48
3.8.5	Abgeglichene Brückenschaltung	51
3.8.6	Unabgeglichene Brückenschaltung	52
3.9	<b>Elektrische Leistung und Arbeit</b>	53
3.9.1	Elektrische Leistung	53
3.9.2	Elektrische Arbeit	56
3.9.3	Leistungsbestimmung mit dem Zahler	56
3.9.4	Wirkungsgrad	57
3.10	<b>Wärmeenergie</b>	58
3.10.1	Wärmemenge und Wassermischung	58
3.10.2	Elektrowärme und Wärmenutzungsgrad	59
3.11	<b>Spannungsgerzeuger</b>	60
3.11.1	Galvanische Elemente	60
3.11.2	Schaltung von Spannungsgerzeugern	60
3.11.3	Anpassung	62
3.11.4	Ersatzquellen	63
3.11.5	Laden und Entladen von Akkumulatoren	64
3.11.6	Fotovoltaik und Solarmodul	65
<b>4</b>	<b>Arbeiten mit Kennlinien</b>	<b>69</b>
4.1	Lineare Widerstände	69
4.2	Logarithmische Darstellung	70
4.3	Nichtlineare Widerstände	70
4.4	Ermittlung des Arbeitspunktes	72
4.4.1	Reihenschaltung linearer Widerstände	72
4.4.2	Reihenschaltung linearer und nichtlinearer Widerstände	73
4.5	Statischer und differentieller Widerstand	75
<b>5</b>	<b>Elektrisches Feld</b>	<b>76</b>
5.1	Elektrische Feldstärke	76
5.2	Kapazität von Plattenkondensatoren	76
5.3	Ladung und Energie bei Kondensatoren	77
5.4	Schaltungen von Kondensatoren	78
5.5	Laden und Entladen von Kondensatoren	79
5.5.1	Kondensatorspannung und Zeit	79
5.5.2	Kondensatorstrom und Zeit	79
<b>6</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>81</b>
6.1	Größen des magnetischen Feldes	81
6.1.1	Durchflutung und Feldstärke	81
6.1.2	Magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte, Permeabilität	82
6.1.3	Arbeiten mit Magnetisierungskennlinien	82
6.2	Magnetische Kreise	83
6.3	Magnetische Feldkräfte	85
6.4	Elektromagnetische Induktion	86
6.5	Spule an Gleichspannung	87
<b>7</b>	<b>Wechselstrom- und Drehstromtechnik</b>	<b>88</b>
7.1	<b>Kenngrößen der Wechselstromtechnik</b>	88

<b>7.2</b>	<b>Winkel und Winkelfunktionen</b>	88	<b>7.12</b>	<b>Kompensation</b>	139
<b>7.3</b>	<b>Augenblickswert sinusförmiger Wechselspannungen und -ströme</b>	89	<b>7.12.1</b>	<b>Kompensation bei Wechselstromverbrauchern</b>	139
<b>7.4</b>	<b>Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Frequenz</b>	91	<b>7.12.2</b>	<b>Kompensation bei Drehstromverbrauchern</b>	140
<b>7.4.1</b>	<b>Addition von Wechselgrößen im Zeigerbild</b>	91			
<b>7.4.2</b>	<b>Addition sinusförmiger Wechselgrößen im Liniendiagramm</b>	92			
<b>7.5</b>	<b>Wechselstromkreis mit idealen Widerständen</b>	94	<b>8</b>	<b>Messtechnik</b>	142
<b>7.5.1</b>	<b>Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis (Wirkwiderstand)</b>	94	<b>8.1</b>	<b>Analoge Messgeräte</b>	142
<b>7.5.2</b>	<b>Induktivität im Wechselstromkreis (ideale Spule)</b>	95	<b>8.1.1</b>	<b>Anzeigefehler bei analogen Messgeräten</b>	142
<b>7.5.3</b>	<b>Kapazität im Wechselstromkreis (idealer Kondensator)</b>	96	<b>8.1.2</b>	<b>Eigenverbrauch von analogen Messgeräten</b>	142
<b>7.5.4</b>	<b>Schaltungen von idealen Induktivitäten und idealen Kapazitäten</b>	97	<b>8.2</b>	<b>Digitale Messgeräte</b>	143
<b>7.6</b>	<b>Reihenschaltungen bei gemischter Belastung</b>	100	<b>8.2.1</b>	<b>Anzeige und Messfehler</b>	143
<b>7.6.1</b>	<b>Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand in Reihe</b>	100	<b>8.3</b>	<b>Echteffektivwertmessung und Messkategorie</b>	143
<b>7.6.2</b>	<b>Verlustwinkel und Gütfaktor einer Spule</b>	102	<b>8.4</b>	<b>Indirekte Widerstandsermittlung</b>	144
<b>7.6.3</b>	<b>Reihenschaltung realer Spulen</b>	103	<b>8.5</b>	<b>Messen über Messwandler</b>	145
<b>7.6.4</b>	<b>Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe</b>	104	<b>8.6</b>	<b>Messen mit dem Oszilloskop</b>	146
<b>7.6.5</b>	<b>Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe</b>	107			
<b>7.7</b>	<b>Parallelschaltungen bei gemischter Belastung</b>	110			
<b>7.7.1</b>	<b>Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand parallel</b>	110			
<b>7.7.2</b>	<b>Parallelschaltung mehrerer Spulen</b>	112			
<b>7.7.3</b>	<b>Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel</b>	115			
<b>7.7.4</b>	<b>Verlustwinkel und Gütfaktor eines Kondensators</b>	117			
<b>7.7.5</b>	<b>Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel</b>	118			
<b>7.8</b>	<b>Schwingkreise</b>	121			
<b>7.8.1</b>	<b>Reihenschwingkreis</b>	121			
<b>7.8.2</b>	<b>Parallelschwingkreis</b>	121			
<b>7.9</b>	<b>Leistung bei Wechselstrom</b>	122			
<b>7.10</b>	<b>Siebschaltungen</b>	124			
<b>7.10.1</b>	<b>RL-Hochpass und RL-Tiefpass</b>	124			
<b>7.10.2</b>	<b>RC-Hochpass und RC-Tiefpass</b>	125			
<b>7.11</b>	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b>	127			
<b>7.11.1</b>	<b>Sternschaltung</b>	127			
	<b>Sternschaltung, symmetrische Last</b>	127			
	<b>Sternschaltung, unsymmetrische, gleichartige Last</b>	127			
	<b>Sternschaltung, unsymmetrische, ungleichartige Last</b>	129			
<b>7.11.2</b>	<b>Dreieckschaltung</b>	130			
	<b>Dreieckschaltung, symmetrische Last</b>	130			
	<b>Dreieckschaltung, unsymmetrische und gleichartige Last</b>	131			
	<b>Dreieckschaltung, unsymmetrische und ungleichartige Last</b>	133			
<b>7.11.3</b>	<b>Leistung bei Dreiphasenwechselstrom</b>	135			
	<b>7.12 Kompensation</b>	139			
	<b>7.12.1 Kompensation bei Wechselstromverbrauchern</b>	139			
	<b>7.12.2 Kompensation bei Drehstromverbrauchern</b>	140			
	<b>8 Messtechnik</b>	142			
<b>8.1</b>	<b>Analoge Messgeräte</b>	142			
<b>8.1.1</b>	<b>Anzeigefehler bei analogen Messgeräten</b>	142			
<b>8.1.2</b>	<b>Eigenverbrauch von analogen Messgeräten</b>	142			
<b>8.2</b>	<b>Digitale Messgeräte</b>	143			
	<b>Anzeige und Messfehler</b>	143			
<b>8.3</b>	<b>Echteffektivwertmessung und Messkategorie</b>	143			
<b>8.4</b>	<b>Indirekte Widerstandsermittlung</b>	144			
<b>8.5</b>	<b>Messen über Messwandler</b>	145			
<b>8.6</b>	<b>Messen mit dem Oszilloskop</b>	146			
	<b>9 Elektronik</b>	148			
<b>9.1</b>	<b>Kühlung elektronischer Bauelemente</b>	148			
<b>9.2</b>	<b>Leuchtdioden</b>	149			
<b>9.3</b>	<b>Gleichrichter</b>	151			
<b>9.3.1</b>	<b>Gleichrichterschaltungen</b>	151			
<b>9.3.2</b>	<b>Glättung und Siebung</b>	153			
<b>9.4</b>	<b>Bipolarer Transistor</b>	154			
<b>9.4.1</b>	<b>Kennwerte</b>	154			
<b>9.4.2</b>	<b>Arbeiten mit Transistorkennlinien</b>	155			
<b>9.4.3</b>	<b>Arbeitspunkteinstellung</b>	158			
<b>9.4.4</b>	<b>Arbeitspunktstabilisierung</b>	160			
<b>9.4.5</b>	<b>Wechselstromverstärker in Emitterschaltung</b>	161			
<b>9.5</b>	<b>Spannungsstabilisierung</b>	164			
<b>9.5.1</b>	<b>Z-Dioden</b>	164			
<b>9.5.2</b>	<b>Parallelstabilisierung mit Z-Diode</b>	165			
<b>9.5.3</b>	<b>Reihenstabilisierung</b>	166			
<b>9.5.4</b>	<b>Spannungsstabilisierung mit Spannungsreglern</b>	168			
<b>9.6</b>	<b>Transistor als Schalter</b>	169			
<b>9.7</b>	<b>Kippschaltungen</b>	171			
<b>9.7.1</b>	<b>Astabile Kippschaltung</b>	171			
<b>9.7.2</b>	<b>Monostabile Kippschaltung</b>	172			
<b>9.7.3</b>	<b>Schmitt-Trigger</b>	173			
<b>9.8</b>	<b>Feldeffekttransistor (FET)</b>	175			
<b>9.8.1</b>	<b>Kenngrößen des Feldeffekttransistors</b>	175			
<b>9.8.2</b>	<b>Einstellung des Arbeitspunktes</b>	175			
<b>9.8.3</b>	<b>Arbeiten mit Kennlinien beim FET</b>	176			
<b>9.9</b>	<b>Operationsverstärker</b>	177			
<b>9.9.1</b>	<b>Invertierender Operationsverstärker</b>	177			
<b>9.9.2</b>	<b>Nichtinvertierender Operationsverstärker</b>	177			
<b>9.9.3</b>	<b>Summierverstärker (Addierer)</b>	178			
<b>9.9.4</b>	<b>Differenzverstärker (Subtrahierer)</b>	180			
<b>9.9.5</b>	<b>Integrierer</b>	181			
<b>9.9.6</b>	<b>Differenzierer</b>	183			
<b>9.10</b>	<b>Thyristor und Triac</b>	184			
<b>9.10.1</b>	<b>Zünden von Thyristor und Triac</b>	184			
<b>9.10.2</b>	<b>Gesteuerte Gleichrichter</b>	184			

9.10.3 Wechselstromsteller, Vielperiodensteuerung .....	186
<b>9.11 Digitaltechnik</b> .....	187
9.11.1 Zahlensysteme .....	187
● Umwandlung von Dual- und Sedezimalzahlen in Dezimalzahlen .....	188
● Umwandlung von Dezimal- in Dual- oder in Sedezimalzahlen .....	189
● Umwandlung von Sedezimalzahlen und Dualzahlen .....	189
9.11.2 Rechnen mit Dualzahlen .....	190
9.11.3 BCD-Code .....	191
9.11.4 Schaltalgebra .....	192
● Rechenregeln für eine Variable und Umkehrterme .....	192
● Kommutativgesetze .....	192
● Assoziativgesetze .....	192
● Distributivgesetze .....	192
● Umkehrgesetze für mehrere Variablen ..	193
● Schaltungen in NAND- oder in NOR-Technik .....	193
9.11.5 Analyse und Synthese von Binär- schaltungen .....	194
● Analyse von Binarschaltungen .....	194
● Synthese von Binärschaltungen .....	196
9.11.6 Minimieren von Schaltnetzwerken .....	197
● Algebraisches Minimieren .....	197
● KV-Diagramm .....	199
<b>9.12 Datenmengen und Datenüber- tragungsrate</b> .....	203
9.12.1 Datenmengen .....	203
9.12.2 Datenübertragungsrate .....	203
<b>10 Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen</b>	<b>204</b>
<b>10.1 Schutzmaßnahmen</b> .....	204
10.1.1 Fehlerstromkreis .....	204
10.1.2 Isolationswiderstand von Fußböden oder Wänden .....	204
10.1.3 Schutzmaßnahmen im TN-System .....	205
10.1.4 Schutzmaßnahmen im TT-System .....	206
10.1.5 Kurzschlusschutz von isolierten Leitungen und Kabeln .....	207
10.1.6 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ..	208
<b>11 Anlagen- und Gebäudetechnik</b>	<b>209</b>
<b>11.1 Leitungen</b> .....	209
11.1.1 Unverzweigte Leitungen für Gleichstrom .....	209
11.1.2 Unverzweigte Leitungen für Wechselstrom .....	210
11.1.3 Unverzweigte Leitungen für Drehstrom .....	212
11.1.4 Verzweigte Leitungen für Wechselstrom .....	214
11.1.5 Verzweigte Leitungen für Drehstrom .....	216
11.1.6 Ringleitungen .....	218
11.1.7 Leitungen mit Oberschwingungen .....	219
<b>11.2 Beleuchtungstechnik</b> .....	223
11.2.1 Lichtstrom und Lichtausbeute .....	223
11.2.2 Energieeffizienzklasse .....	223
11.2.3 Beleuchtungsstärke und Beleuchtungswirkungsgrad .....	224
11.2.4 Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung .....	225
11.2.5 Entfernungsgesetz .....	225
11.2.6 Leuchtdichte .....	226
11.2.7 Raumindex .....	227
11.2.8 Beleuchtungswirkungsgrad bei Innenraumbeleuchtung .....	227
11.2.9 Ermittlung der Lampenzahl nach dem Wirkungsgradverfahren .....	227
<b>11.3 Antennentechnik</b> .....	228
11.3.1 Verstärkungsfaktor, Dämpfungsfaktor .....	228
11.3.2 Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß .....	229
11.3.3 Pegel .....	229
11.3.4 Mechanische Sicherheit von Antennenstandrohren .....	231
<b>11.4 Kostenrechnen</b> .....	232
11.4.1 Rechnungspreis und Gewinn .....	232
11.4.2 Kostenarten .....	232
<b>11.5 Handelskalkulation</b> .....	232
<b>11.6 Angebotserstellung</b> .....	233
<b>12 Elektrische Maschinen</b>	<b>236</b>
<b>12.1 Transformatoren</b> .....	236
12.1.1 Einphasentransformatoren .....	236
12.1.2 Transformatoren für Dreiphasenwechselstrom .....	244
<b>12.2 Antriebstechnik</b> .....	247
12.2.1 Leistung, Drehzahl und Drehmoment .....	247
12.2.2 Übersetzungen, Riementrieb .....	248
12.2.3 Zahnradtrieb .....	249
12.2.4 Schneckentrieb .....	250
12.2.5 Mehrfache Übersetzung .....	251
<b>12.3 Umlaufende elektrische Maschinen</b> .....	251
12.3.1 Drehfelddrehzahl .....	251
12.3.2 Synchronmaschine .....	252
12.3.3 Zahnläufer und Schrittmotor .....	253
12.3.4 Drehstromasynchronmotor .....	254
12.3.5 Wechselstromasynchronmotor .....	257
12.3.6 Asynchrone Frequenzumformer .....	258
12.3.7 Gleichstrommotoren .....	259
● Fremderregter Gleichstrommotor .....	259
● Gleichstrom-Nebenschlussmotor .....	260
● Gleichstrom-Reihenschlussmotor .....	261
12.3.8 Gleichstromgeneratoren .....	262
<b>13 Regelungstechnik</b>	<b>263</b>
<b>13.1 Unstetiges Regeln</b> .....	263
<b>13.2 Stetiges Regeln</b> .....	265
13.2.1 Regeln mit Proportionalverhalten .....	265
13.2.2 Operationsverstärker als Regler .....	266
13.2.3 Einstellen eines stetigen Reglers .....	267
<b>14 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung</b>	<b>268</b>
Aufgaben .....	268