

ALLGEMEINES

• Vorwort	4
• Inhaltsverzeichnis (ausführlich)	5
• Lernfeldhinweise	8
• Sachwortverzeichnis	286

INHALTSVERZEICHNIS (KURZFORM)

1 Technische Mathematik	4
2 Physikalische Grundlagen	28
3 Elektronische Grundlagen	40
4 Arbeiten mit Kennlinien	72
5 Elektrisches Feld	78
6 Magnetisches Feld	84
7 Wechselstrom- und Drehstromtechnik ...	92
8 Messtechnik	135
9 Elektronik	146
10 Schutzmaßnahmen	192
11 Anlagen- und Gebäudetechnik	199
12 Elektrische Maschinen	228
13 Regelungstechnik	255
14 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	262

DATENBLÄTTER

• Verlegearten von Kabeln und Leitungen. ...	275
• Strombelastbarkeit von Kabeln, Leitungen, Umrechnungsfaktoren	276
• Betriebsdaten von Drehstrommotoren	278
• Betriebsdaten von Kleintransformatoren ...	278
• Auslöse-Kennlinien von Überstrom- Schutzeinrichtungen	279
• Elektro-Kalkulationshilfen, E-Reihen	280
• Licht- und Beleuchtungstechnik	281
• Antennentechnik	283
• Z-Dioden, Leuchtdioden	284
• Gleichrichterdiode BYT 79/, ..., Transistor BC 107	285

1	Technische Mathematik	9			
1.1	Elektronischer Taschenrechner (ETR)	9			
1.2	Grundrechnungsarten	10			
1.2.1	Zahlen, Addition und Subtraktion	10			
1.2.2	Multiplikation und Division	11			
1.3	Rechnen mit Brüchen	12			
1.4	Potenzen und Wurzeln	13			
1.4.1	Potenzen	13			
1.4.2	Wurzeln	14			
1.5	Logarithmen	15			
1.5.1	Rechnen mit Logarithmen	15			
1.5.2	Logarithmische Maßstäbe	16			
1.6	Gleichungen und Formeln	17			
1.6.1	Arbeiten mit Gleichungen	17			
1.6.2	Arbeiten mit Formeln	18			
1.6.3	Verhältnisgleichungen, Dreisatzrechnen	20			
1.6.4	Verhältnisgleichungen, Prozentrechnen	20			
1.7	Funktionen	21			
1.8	Rechnen am Dreieck	23			
1.8.1	Satz des Pythagoras	23			
1.8.2	Winkelfunktionen	24			
1.8.3	Winkel im Grad- und Bogenmaß	25			
1.8.4	Rechnen am beliebigen Dreieck	26			
1.9	Runden	27			
2	Physikalische Grundlagen	28			
2.1	Vorsätze	28			
2.2	Kreisumfang, gestreckte Länge	29			
2.3	Flächen	30			
2.4	Rauminhalt und Masse	31			
2.5	Berechnung von Spulen	32			
2.6	Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit	34			
2.6.1	Gleichförmige Bewegung	34			
2.6.2	Kreisförmige Bewegung mit konstanter Bahngeschwindigkeit	35			
2.7	Kräfte	36			
2.8	Moment und Hebel	37			
2.9	Mechanische Arbeit	38			
2.10	Mechanische Leistung	39			
3	AVD Elektrotechnische Grundlagen	40			
3.1	Umrechnen von Einheiten	40			
3.2	Stromstärke und Ladung	40			
3.3	Elektrische Spannung	41			
3.4	Widerstand und Leitwert	41			
3.5	Ohmsches Gesetz	41			
3.6	Stromdichte	43			
3.7	Elektrischer Widerstand	44			
3.7.1	Leiterwiderstand	44			
3.7.2	Widerstand und Temperatur	45			
3.7.3	Übertemperatur	46			
3.8	Schaltung von Widerständen	47			
3.8.1	Reihenschaltung von Widerständen	47			
3.8.2	Parallelschaltung von Widerständen	49			
3.8.3	Gemischte Schaltungen (Gruppenschaltungen)	51			
3.8.4	Spannungsteiler	54			
3.8.5	Abgegliche Brückenschaltung	56			
3.8.6	Unabgegliche Brückenschaltung	57			
3.9	Elektrische Leistung und Arbeit	58			
3.9.1	Elektrische Leistung	58			
3.9.2	Elektrische Arbeit	59			
3.9.3	Leistungsbestimmung mit dem Zähler	60			
3.9.4	Wirkungsgrad	61			
3.10	Wärmeenergie	62			
3.10.1	Wärmemenge und Wassermischung	62			
3.10.2	Elektrowärme und Wärmenutzungsgrad	63			
3.11	Spannungserzeuger	64			
3.11.1	Galvanische Elemente	64			
3.11.2	Schaltung von Spannungserzeugern	65			
3.11.3	Anpassung	67			
3.11.4	Ersatzquellen	68			
3.11.5	Laden und Entladen von Akkumulatoren	69			
3.11.6	Fotovoltaik und Solarmodul	70			
4	Arbeiten mit Kennlinien	72			
4.1	Lineare Widerstände	72			
4.2	Logarithmische Darstellung	73			
4.3	Nichtlineare Widerstände	73			
4.4	Ermittlung des Arbeitspunktes	75			
4.4.1	Reihenschaltung linearer Widerstände	75			
4.4.2	Reihenschaltung linearer und nichtlinearer Widerstände	76			
4.5	Statischer und differentieller Widerstand	77			
5	Elektrisches Feld	78			
5.1	Elektrische Feldstärke	78			
5.2	Kapazität von Plattenkondensatoren	79			
5.3	Ladung und Energie bei Kondensatoren	80			
5.4	Schaltungen von Kondensatoren	81			
5.5	Laden und Entladen von Kondensatoren	82			
5.5.1	Kondensatorspannung und Zeit	82			
5.5.2	Kondensatorstrom und Zeit	83			
6	Magnetisches Feld	84			
6.1	Größen des magnetischen Feldes	84			
6.1.1	Durchflutung und Feldstärke	84			
6.1.2	Magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte, Permeabilität	85			
6.1.3	Arbeiten mit Magnetisierungskennlinien	86			
6.2	Magnetische Kreise	87			
6.3	Magnetische Feldkräfte	89			
6.4	Elektromagnetische Induktion	90			
6.5	Spule an Gleichspannung	91			

7	Wechselstrom- und Drehstromtechnik	92
7.1	Kenngrößen der Wechselstromtechnik	92
7.2	Winkel und Winkelfunktionen	93
7.3	Augenblickswert sinusförmiger Wechselspannungen und Wechselströme	94
7.4	Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Frequenz	96
7.4.1	Addition von Wechselgrößen im Zeigerbild	96
7.4.2	Addition sinusförmiger Wechselgrößen im Liniendiagramm	97
7.5	Wechselstromkreis mit idealen Widerständen	98
7.5.1	Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis (Wirkwiderstand)	98
7.5.2	Induktivität im Wechselstromkreis (ideale Spule)	99
7.5.3	Kapazität im Wechselstromkreis (idealer Kondensator)	100
7.5.4	Schaltungen von idealen Induktivitäten und idealen Kapazitäten	101
7.6	Reihenschaltungen bei gemischter Belastung	102
7.6.1	Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand in Reihe	102
7.6.2	Verlustwinkel und Gütefaktor einer Spule	104
7.6.3	Reihenschaltung realer Spulen	105
7.6.4	Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	106
7.6.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	108
7.7	Parallelschaltungen bei gemischter Belastung	110
7.7.1	Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand parallel	110
7.7.2	Parallelschaltung mehrerer Spulen	112
7.7.3	Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel	114
7.7.4	Verlustwinkel und Gütefaktor eines Kondensators	116
7.7.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel	117
7.8	Schwingkreise	119
7.8.1	Reihenschwingkreis	119
7.8.2	Parallelschwingkreis	120
7.9	Leistung bei Wechselstrom	121
7.10	Siebschaltungen	122
7.10.1	RL-Hochpass und RL-Tiefpass	122
7.10.2	RC-Hochpass und RC-Tiefpass	123
7.11	Dreiphasenwechselstrom	124
7.11.1	Sternschaltung	124
7.11.2	Dreieckschaltung	127
7.11.3	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom	130
7.12	Kompensation	132
7.12.1	Kompensation bei Wechselstromverbrauchern	132

7.12.2	Kompensation bei Drehstromverbrauchern	134
--------	----------------------------------------	-----

8 Messtechnik 135

8.1	Analoge Messgeräte	135
8.1.1	Anzeigefehler bei analogen Messgeräten	135
8.1.2	Eigenverbrauch von analogen Messgeräten	136
8.2	Digitale Messgeräte	137
8.3	Echteffektivwertmessung und Messkategorie	138
8.4	Indirekte Widerstandsermittlung	140
8.5	Messen über Messwandler	141
8.6	Messen mit dem Oszilloskop	143

9 Elektronik 146

9.1	Kühlung elektronischer Bauelemente	146
9.2	Leuchtdioden	147
9.3	Gleichrichter	148
9.3.1	Gleichrichterschaltungen	148
9.3.2	Glättung und Siebung	150
9.4	Bipolarer Transistor	152
9.4.1	Kennwerte	152
9.4.2	Arbeiten mit Transistorkennlinien	153
9.4.3	Arbeitspunkteinstellung	154
9.4.4	Arbeitspunktstabilisierung	155
9.4.5	Wechselstromverstärker in Emitterschaltung	156
9.5	Spannungsstabilisierung	158
9.5.1	Z-Dioden	158
9.5.2	Parallelstabilisierung mit Z-Diode	159
9.5.3	Reihenstabilisierung	160
9.5.4	Spannungsstabilisierung mit Spannungsreglern	161
9.6	Transistor als Schalter	162
9.7	Kippschaltungen	163
9.7.1	Astable Kippschaltung	163
9.7.2	Monostabile Kippschaltung	164
9.7.3	Schmitt-Trigger	165
9.8	Feldeffekttransistor (FET)	166
9.8.1	Kenngrößen des Feldeffekttransistors	166
9.8.2	Einstellung des Arbeitspunktes	167
9.8.3	Arbeiten mit Kennlinien beim Feldeffekttransistor	168
9.9	Operationsverstärker	169
9.9.1	Invertierender Operationsverstärker	169
9.9.2	Nichtinvertierender Operationsverstärker	169
9.9.3	Summiervverstärker (Addierer)	170
9.9.4	Differenzverstärker (Subtrahierer)	171
9.9.5	Integrierer	172
9.9.6	Differenzierer	173
9.10	Thyristoren	174
9.10.1	Zünden von Thyristoren und Triacs	174
9.10.2	Gesteuerte Gleichrichter	174
9.10.3	Wechselstromsteller, Vielperiodensteuerung	176
9.11	Digitaltechnik	177
9.11.1	Zahlensysteme	177

Inhaltsverzeichnis

9.11.2 Rechnen mit Dualzahlen. 180
9.11.3 BCD-Code. 180
9.11.4 Schaltalgebra. 181
9.11.5 Analyse und Synthese von Binärschal-
tungen 185
9.11.6 Minimieren von Schaltnetzwerken 187
**9.12 Datenmengen und Datenübertra-
gungsrate. 190**
9.12.1 Datenmengen 190
9.12.2 Datenübertragungsrate. 191

**10 Schutzmaßnahmen in
elektrischen Anlagen 192**

10.1 Schutzmaßnahmen 192
10.1.1 Fehlerstromkreis 192
10.1.2 Isolationswiderstand von Fußböden oder
Wänden 193
10.1.3 Schutzmaßnahmen im TN-System 193
10.1.4 Schutzmaßnahmen im TT-System. 195
10.1.5 Kurzschlusschutz von isolierten
Leitungen und Kabeln. 197
10.1.6 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) 198

11 Anlagen- und Gebäudetechnik. . . 199

11.1 Projektierung elektrischer Leitungen. . . 199
11.1.1 Unverzweigte Leitungen für Gleichstrom 199
11.1.2 Unverzweigte Leitungen für Wechsel-
strom 201
11.1.3 Unverzweigte Leitungen für Drehstrom 203
11.1.4 Verzweigte Leitungen für Wechselstrom 204
11.1.5 Verzweigte Leitungen für Drehstrom. 206
11.1.6 Ringleitungen 208
11.1.7 Leitungen mit Oberschwingungen. 210
11.2 Beleuchtungstechnik. 212
11.2.1 Lichtstrom und Lichtausbeute 212
11.2.2 Energieeffizienzklasse. 212
11.2.3 Beleuchtungsstärke und Beleuchtungs-
wirkungsgrad. 213
11.2.4 Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung 214
11.2.5 Entfernungsgesetz 215
11.2.6 Leuchtdichte 215
11.2.7 Raumindex 216
11.2.8 Beleuchtungswirkungsgrad bei
Innenraumbeleuchtung. 216
11.2.9 Ermittlung der Lampenzahl nach dem
Wirkungsgradverfahren 217
11.3 Antennentechnik 218
11.3.1 Verstärkungsfaktor, Dämpfungsfaktor 218
11.3.2 Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß 219
11.3.3 Pegel 220
11.3.4 Mechanische Sicherheit von Antennen-
anlagen 222
11.4 Kostenrechnen 224
11.4.1 Rechnungspreis und Gewinn 224
11.4.2 Kostenarten. 224
11.5 Handelskalkulation 225
11.6 Angebotserstellung 226

12 Elektrische Maschinen. 228

12.1 Transformatoren. 228
12.1.1 Einphasentransformatoren 228
12.1.2 Transformatoren für Dreiphasenwechsel-
strom 237
12.2 Antriebstechnik 239
12.2.1 Leistung, Drehzahl und Drehmoment 239
12.2.2 Einfache Übersetzungen. 240
12.2.3 Mehrfache Übersetzung. 242
12.2.4 Antriebe mit Servomotoren 243
12.3 Umlaufende elektrische Maschinen . . . 245
12.3.1 Drehfelddrehzahl. 245
12.3.2 Synchronmaschine 245
12.3.3 Zahnläufer und Schrittmotor. 247
12.3.4 Drehstromasynchronmotor 248
12.3.5 Wechselstromasynchronmotor 250
12.3.6 Gleichstrommotoren 251
12.3.7 Gleichstromgeneratoren. 254

13 Regelungstechnik. 255

13.1 Unstetiges Regeln 255
13.2 Stetiges Regeln. 257
13.2.1 Regeln mit Proportionalverhalten. 257
13.2.2 Operationsverstärker als Regler. 259
13.2.3 Einstellen eines stetigen Reglers. 261

**14 Aufgaben zur
Prüfungsvorbereitung 262**

15 Datenblätter 275

• Verlegearten von Kabeln und isolierten
Leitungen für feste Verlegung. 275
• Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren
von Kabeln und isolierten Leitungen. 276
• Oberschwingungen 277
• Betriebsdaten von Asynchronmotoren mit
Kurzschlussläufer. 278
• Betriebsdaten von Kleintransformatoren 278
• Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzein-
richtungen 279
• Elektro-Kalkulationshilfen 280
• E-Reihen. 280
• Licht- und Beleuchtungstechnik (1). 281
• Licht- und Beleuchtungstechnik (2). 282
• Antennentechnik 283
• Z-Dioden und Leuchtdioden 284
• Gleichrichterdiode BYT 79/..., Transistor
BC 107, BC 171, BC 237 285
Sachwortverzeichnis 286