



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Rechenbuch Elektrotechnik

Methodische Lösungswege

Gültig ab 18. Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren (siehe Rückseite)

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Klaus Tkotz

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30960

Wegweiser Rechenbuch Elektrotechnik

Methodische Lösungswege

● Inhaltsverzeichnis Kurzform

1 Technische Mathematik	7
2 Physikalische Grundlagen	20
3 Elektrotechnische Grundlagen	30
4 Arbeiten mit Kennlinien	69
5 Elektrisches Feld	76
6 Magnetisches Feld	81
7 Wechselstrom- und Drehstromtechnik .	88
8 Messtechnik	140
9 Elektronik	146
10 Schutzmaßnahmen in elektr. Anlagen .	202
11 Anlagen- und Gebäudetechnik	207
12 Elektrische Maschinen	229
13 Regelungstechnik	256
14 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung ..	261

● Nützliches

- ▶ Hinweise zur Buchbenützung
 - ▶ Griechisches Alphabet:
 - ▶ Grundformeln Gleichstrom:
- vordere
Innenumschlagseite
- hintere
Innenumschlagseite

1 Technische Mathematik 7

1.1 Elektronischer Taschenrechner (ETR) (siehe Rechenbuch) 7

1.2 Grundrechnungsarten 7

1.2.1 Zahlen, Addition und Subtraktion 7

1.2.2 Multiplikation und Division 7

1.3 Rechnen mit Brüchen 8

1.4 Potenzen und Wurzeln 9

1.4.1 Potenzen 9

1.4.2 Wurzeln 10

1.5 Logarithmen 10

1.5.1 Rechnen mit Logarithmen 10

1.5.2 Logarithmische Maßstäbe 11

1.6 Gleichungen und Formeln 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 Funktionen 14

1.8 Rechnen am Dreieck 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 Runden 18

2 Physikalische Grundlagen 20

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

3 Elektrotechnische Grundlagen 30

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 Abgegliche Brückenschaltung 51

3.8.6 Unabgeglichene Brückenschaltung 52

3.9 Elektrische Leistung und Arbeit 53

3.9.1 Elektrische Leistung 53

3.9.2 Elektrische Arbeit 56

3.9.3 Leistungsbestimmung mit dem Zähler 56

3.9.4 Wirkungsgrad 57

3.10 Wärmeenergie 58

3.10.1 Wärmemenge und Wassermischung 58

3.10.2 Elektrowärme und Wärmenutzungsgrad 59

3.11 Spannungserzeuger 60

3.11.1 Galvanische Elemente 60

3.11.2 Schaltung von Spannungserzeugern 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

4 Arbeiten mit Kennlinien 69

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

5 Elektrisches Feld 76

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

6 Magnetisches Feld 81

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

7 Wechselstrom- und Drehstromtechnik 88

7.1 Kenngrößen der Wechselstromtechnik 88

7.2	Winkel und Winkelfunktionen	88
7.3	Augenblickswert sinusförmiger Wechselspannungen und -ströme	89
7.4	Addition sinusförmiger Wechselgrößen gleicher Frequenz	91
7.4.1	Addition von Wechselgrößen im Zeigerbild	91
7.4.2	Addition sinusförmiger Wechselgrößen im Liniendiagramm	92
7.5	Wechselstromkreis mit idealen Widerständen	94
7.5.1	Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis (Wirkwiderstand)	94
7.5.2	Induktivität im Wechselstromkreis (ideale Spule)	95
7.5.3	Kapazität im Wechselstromkreis (idealer Kondensator)	96
7.5.4	Schaltungen von idealen Induktivitäten und idealen Kapazitäten	97
7.6	Reihenschaltungen bei gemischter Belastung	100
7.6.1	Wirkwiderstand und induktiver Blindwiderstand in Reihe	100
7.6.2	Verlustwinkel und Gütefaktor einer Spule	102
7.6.3	Reihenschaltung realer Spulen	103
7.6.4	Wirkwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	104
7.6.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihe	107
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	115
7.7.4	Verlustwinkel und Gütefaktor eines Kondensators	117
7.7.5	Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand parallel	118
7.8	Schwingkreise	121
7.8.1	Reihenschwingkreis	121
7.8.2	Parallelschwingkreis	121
7.9	Siebschaltungen	122
7.9.1	RL-Hochpass und RL-Tiefpass	122
7.9.2	RC-Hochpass und RC-Tiefpass	124
7.10	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	125
7.10.1	Sternschaltung	125
	Sternschaltung, symmetrische Last	125
	Sternschaltung, unsymmetrische, gleichartige Last	126
	Sternschaltung, unsymmetrische, ungleichartige Last	127
7.10.2	Dreieckschaltung	129
	Dreieckschaltung, symmetrische Last	129
	Dreieckschaltung, unsymmetrische und gleichartige Last	129
	Dreieckschaltung, unsymmetrische und ungleichartige Last	131
7.10.3	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom	133
7.11	Kompensation	137

7.11.1	Kompensation bei Wechselstromverbrauchern	137
7.11.2	Kompensation bei Drehstromverbrauchern	138

8	Messtechnik	140
8.1	Analoge Messgeräte	140
8.1.1	Anzeigefehler bei analogen Messgeräten	140
8.1.2	Eigenverbrauch von analogen Messgeräten	140
8.2	Digitale Messgeräte	141
	Anzeige und Messfehler	141
8.3	Echtheffektivwertmessung und Messkategorie	141
8.4	Indirekte Widerstandsermittlung	142
8.5	Messen über Messwandler	143
8.6	Messen mit dem Oszilloskop	144

9	Elektronik	146
9.1	Kühlung elektronischer Bauelemente	146
9.2	Leuchtdioden	147
9.3	Gleichrichter	149
9.3.1	Gleichrichterschaltungen	149
9.3.2	Glättung und Siebung	151
9.4	Bipolarer Transistor	152
9.4.1	Kennwerte	152
9.4.2	Arbeiten mit Transistorkennlinien	153
9.4.3	Arbeitspunkteinstellung	156
9.4.4	Arbeitspunktstabilisierung	158
9.4.5	Wechselstromverstärker in Emitterschaltung	159
9.5	Spannungsstabilisierung	162
9.5.1	Z-Dioden	162
9.5.2	Parallelstabilisierung mit Z-Diode	163
9.5.3	Reihenstabilisierung	164
9.5.4	Spannungsstabilisierung mit Spannungsreglern	166
9.6	Transistor als Schalter	167
9.7	Kippschaltungen	169
9.7.1	Astabile Kippschaltung	169
9.7.2	Monostabile Kippschaltung	170
9.7.3	Schmitt-Trigger	171
9.8	Feldeffekttransistor (FET)	173
9.8.1	Kenngrößen des Feldeffekttransistors	173
9.8.2	Einstellung des Arbeitspunktes	173
9.8.3	Arbeiten mit Kennlinien beim FET	174
9.9	Operationsverstärker	175
9.9.1	Invertierender Operationsverstärker	175
9.9.2	Nichtinvertierender Operationsverstärker	175
9.9.3	Summierverstärker (Addierer)	176
9.9.4	Differenzverstärker (Subtrahierer)	178
9.9.5	Integrierer	179
9.9.6	Differenzierer	181
9.10	Thyristor und Triac	182
9.10.1	Zünden von Thyristor und Triac	182
9.10.2	Gesteuerte Gleichrichter	182

9.10.3 Wechselstromsteller, Vielperiodensteuerung	184
9.11 Digitaltechnik	185
9.11.1 Zahlensysteme	185
• Umwandlung von Dual- und Sedezimalzahlen in Dezimalzahlen	186
• Umwandlung von Dezimal- in Dual- oder in Sedezimalzahlen	187
• Umwandlung von Sedezimalzahlen und Dualzahlen	187
9.11.2 Rechnen mit Dualzahlen	188
9.11.3 BCD-Code	189
9.11.4 Schaltalgebra	190
• Rechenregeln für eine Variable und Umkehrterme	190
• Kommutativgesetze	190
• Assoziativgesetze	190
• Distributivgesetze	190
• Umkehrgesetze für mehrere Variablen	191
• Schaltungen in NAND- oder in NOR-Technik	191
9.11.5 Analyse und Synthese von Binär- schaltungen	192
• Analyse von Binärschaltungen	192
• Synthese von Binärschaltungen	194
9.11.6 Minimieren von Schaltnetzwerken	195
• Algebraisches Minimieren	195
• KV-Diagramm	197
9.12 Datenmengen und Datenüber- tragungsrate	201
9.12.1 Datenmengen	201
9.12.2 Datenübertragungsrate	201

10 Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen 202

10.1 Schutzmaßnahmen	202
10.1.1 Fehlerstromkreis	202
10.1.2 Isolationswiderstand von Fußböden oder Wänden	202
10.1.3 Schutzmaßnahmen im TN-System	203
10.1.4 Schutzmaßnahmen im TT-System	204
10.1.5 Kurzschlusschutz von isolierten Leitungen und Kabeln	205
10.1.6 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	206

11 Anlagen- und Gebäudetechnik 207

11.1 Leitungen	207
11.1.1 Unverzweigte Leitungen für Gleichstrom	207
11.1.2 Unverzweigte Leitungen für Wechselstrom	208
11.1.3 Unverzweigte Leitungen für Drehstrom	210
11.1.4 Verzweigte Leitungen für Wechselstrom	212
11.1.5 Verzweigte Leitungen für Drehstrom	214
11.1.6 Ringleitungen	216
11.2 Beleuchtungstechnik	217

11.2.1 Lichtstrom und Lichtausbeute	217
11.2.2 Beleuchtungsstärke und Beleuchtungswirkungsgrad	218
11.2.3 Lichtstärke und Lichtstärkeverteilung	219
11.2.4 Leuchtdichte	220
11.2.5 Raumindex	220
11.2.6 Beleuchtungswirkungsgrad bei Innenraumbeleuchtung	220
11.2.7 Ermittlung der Lampenzahl nach dem Wirkungsgradverfahren	221
11.3 Antennentechnik	222
11.3.1 Verstärkungsfaktor, Dämpfungsfaktor	222
11.3.2 Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß	223
11.3.3 Pegel	223
11.3.4 Mechanische Sicherheit von Antennenstandrohren	225
11.4 Kostenrechnen	226
11.4.1 Rechnungspreis und Gewinn	226
11.4.2 Kostenarten	226
11.5 Handelskalkulation	226
11.6 Angebotserstellung	227

12 Elektrische Maschinen 229

12.1 Transformatoren	229
12.1.1 Einphasentransformatoren	229
12.1.2 Transformatoren für Dreiphasenwechselstrom	237
12.2 Antriebstechnik	240
12.2.1 Leistung, Drehzahl und Drehmoment	240
12.2.2 Übersetzungen, Riemetrieb	241
12.2.3 Zahnradtrieb	242
12.2.4 Schneckenrieb	243
12.2.5 Mehrfache Übersetzung	244
12.3 Umlaufende elektrische Maschinen	244
12.3.1 Drehfelddrehzahl	244
12.3.2 Synchronmaschine	245
12.3.3 Zahnläufer und Schrittmotoren	246
12.3.4 Drehstromasynchronmotor	247
12.3.5 Wechselstromasynchronmotor	250
12.3.6 Asynchrone Frequenzumformer	251
12.3.7 Gleichstrommotoren	252
• Fremderregter Gleichstrommotor	252
• Gleichstrom-Nebenschlussmotor	253
• Gleichstrom-Reihenschlussmotor	254
12.3.8 Gleichstromgeneratoren	255

13 Regelungstechnik 256

13.1 Unstetiges Regeln	256
13.2 Stetiges Regeln	258
13.2.1 Regeln mit Proportionalverhalten	258
13.2.2 Operationsverstärker als Regler	259
13.2.3 Einstellen eines stetigen Reglers	260

14 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung 261

Aufgaben	261
----------------	-----