



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische und elektronische Berufe

# **Mathematik für Elektroniker**

## **Ausgabe I: Industrieelektronik und Informationstechnik**

**Lehr- und Übungsbuch der  
Mathematik und des Fachrechnens  
für Berufe der Industrieelektronik  
und der Informationstechnik**

**8. überarbeitete und erweiterte Auflage**

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

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

**Europa-Nr.: 33668**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Rechnen mit Zahlen</b>				
1.1	Grundgesetze .....	9	4.8.1	Spannungserzeuger .....	57
1.1.1	Kommutativgesetz, Assoziativgesetz, Distributivgesetz .....	9	4.8.2	Überlagerung bei linearen Netzwerken ...	59
1.1.2	Bruchrechnen .....	10	4.8.3	Ersatzspannungsquelle .....	60
1.2	Potenzen .....	12	4.8.4	Ersatzstromquelle .....	61
1.2.1	Zehnerpotenzen .....	12	4.8.5	Anpassung .....	62
1.2.2	Sonstige Potenzen mit ganzen Hochzahlen	14	4.9	Temperatur und Wärme .....	64
1.3	Wurzeln .....	15	4.9.1	Wärme und Wärmekapazität .....	64
1.4	Logarithmen .....	16	4.9.2	Wärmewiderstand .....	65
1.4.1	Zehnerlogarithmen .....	17	4.10	Wechselgrößen .....	67
1.4.2	Sonstige Logarithmen .....	18	4.10.1	Periode, Frequenz, Kreisfrequenz, Wellenlänge .....	67
1.5	Taschenrechner .....	19	4.10.2	Maximalwert, Spitze-Tal-Wert, Effektivwert .....	68
1.5.1	Allgemeines .....	19	4.10.3	Impulse .....	70
1.5.2	Addition und Subtraktion .....	20	4.11	Kondensator .....	72
1.5.3	Multiplikation und Division .....	21	4.11.1	Elektrisches Feld .....	72
1.5.4	Konstante, Kehrwert, Prozent .....	22	4.11.2	Ladung und Kapazität .....	72
1.5.5	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen .....	23	4.11.3	Kraftwirkung und Energie des elektrischen Feldes .....	73
1.5.6	Rechnen mit Klammern und Speicher .....	23	4.11.4	Elektrische Flussdichte .....	74
1.5.7	Statistische Funktionen .....	24	4.11.5	Kapazität .....	75
<b>2</b>	<b>Rechnen mit Größen</b>		4.11.6	Schaltungen von Kondensatoren .....	75
2.1	Begriffe beim Rechnen mit Größen .....	25	4.11.7	RC-Schaltung an Gleichspannung und Rechteckspannung .....	77
2.2	Umrechnen der Einheiten .....	26	4.11.8	Kapazitiver Blindwiderstand .....	79
2.3	Addition und Subtraktion .....	27	4.12	Spule .....	80
2.4	Multiplikation und Division .....	28	4.12.1	Elektromagnetismus .....	80
<b>3</b>	<b>Rechnen mit Formeln</b>		4.12.2	Induktion und Induktivität .....	82
3.1	Umstellen von Formeln .....	29	4.12.3	Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes .....	83
3.2	Formel als Größengleichung .....	33	4.12.4	RL-Schaltungen an Gleichspannung .....	84
3.2.1	Längen und Flächen .....	33	4.12.5	Induktiver Blindwiderstand .....	86
3.2.2	Satz des Pythagoras .....	34	4.13	Schaltungen mit Blindwiderständen .....	87
3.2.3	Geschwindigkeiten .....	35	4.13.1	RC-Schaltungen und RL-Schaltungen .....	87
<b>4</b>	<b>Gleichstromtechnik und Wechselstromtechnik</b>		4.13.2	Schwingkreise .....	93
4.1	Stromdichte .....	36	4.13.3	Einfache RC-Siebschaltungen .....	95
4.2	Widerstand und Leitwert .....	36	4.14	Wechselstromleistungen bei Einphasenwechselstrom .....	96
4.3	Ohmsches Gesetz .....	39	4.15	Transformator .....	98
4.4	Rechnen mit Bezugspfeilen .....	40	4.15.1	Transformatorhauptgleichung .....	98
4.5	Elektrische Leistung bei Gleichspannung..	42	4.15.2	Spannungsübersetzung und Stromübersetzung .....	98
4.6	Arbeit und Energie .....	44	4.15.3	Übertrager zur Widerstandsübersetzung ..	100
4.6.1	Elektrische Arbeit .....	44	4.16	Übertragungsgrößen .....	101
4.6.2	Mechanische Arbeit und Leistung .....	44	4.16.1	Dämpfungsfaktor, Verstärkungsfaktor, Übertragungskoeffizient .....	101
4.6.3	Wirkungsgrad und Arbeitsgrad .....	46	4.16.2	Dämpfungsfaktor .....	102
4.7	Grundschaltungen .....	47	4.16.3	Dämpfungsmaß und Verstärkungsmaß....	102
4.7.1	Reihenschaltung .....	47	4.17	Licht .....	104
4.7.2	Parallelschaltung .....	48	<b>5</b>	<b>Elektronische Schaltungen</b>	
4.7.3	Gemischte Schaltungen .....	49	5.1	Schaltungen mit nicht linearen Widerständen .....	106
4.7.4	Spannungsteiler .....	51	5.1.1	Differenzieller Widerstand .....	106
4.7.5	Brückenschaltungen .....	53	5.1.2	Zeichnerische Lösung der Reihenschaltung .....	107
4.7.6	Messtechnische Anwendungen .....	54	5.1.3	Impedanzen im Arbeitspunkt .....	109
4.8	Erzeuger-Ersatzschaltungen .....	57			

5.2	Schaltungen mit Dioden .....	110			Schaltfunktionen .....	180
5.2.1	Festlegung des Arbeitspunktes .....	110	6.6	Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke) .....	188	
5.2.2	Gleichrichterschaltungen .....	112	6.6.1	JK-Kippschaltungen .....	188	
5.2.3	Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden ...	117	6.6.2	Synchrone Zähler mit T-Flipflops .....	189	
5.3	Schaltungen mit fotoelektronischen Bauelementen .....	120	6.7	Signalabtastung .....	190	
5.4	Verstärker mit bipolaren Transistoren .....	121				
5.4.1	Arbeitspunkt in der Emitterschaltung .....	121	<b>7</b>	<b>Gleichungen</b>		
5.4.2	Kleinsignalverstärker mit bipolaren Transistoren .....	125	7.1	Aufstellen und Umformen von Gleichungen und Ungleichungen .....	191	
5.5	Verstärker mit Feldeffekttransistoren .....	135	7.2	Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten .....	192	
5.5.1	Gleichstromgrößen von FET in Sourceschaltung .....	135	7.3	Lineare Gleichungen mit zwei Unbekannten .....	194	
5.5.2	Wechselstromgrößen von FET in Sourceschaltung .....	136	7.4	Quadratische Gleichungen .....	195	
5.5.3	Sourceschaltung .....	137				
5.5.4	Drainschaltung .....	141	<b>8</b>	<b>Funktionen</b>		
5.6	Differenzverstärker .....	143	8.1	Erfahrungsfunktion .....	197	
5.6.1	Prinzip des Differenzverstärkers .....	143	8.1.1	Graph im Achsenkreuz .....	197	
5.6.2	Operationsverstärker .....	144	8.1.2	Graph in Polarkoordinaten .....	199	
5.7	Gegenkopplung .....	152	8.2	Rechnerische Funktionen .....	199	
5.8	Kippschaltungen .....	153	8.2.1	Einfache Funktionen .....	199	
5.8.1	Bistabile Kippschaltung .....	153	8.2.2	Quadratische Funktionen .....	201	
5.8.2	Astabile Kippschaltung .....	154	8.2.3	Trigonometrische Funktionen .....	202	
5.8.3	Monostabile Kippschaltung .....	155	8.3	Exponentialfunktionen .....	208	
5.8.4	Schwellwertschalter .....	156	8.4	Umkehrfunktionen .....	209	
5.9	Sägezahngeneratoren .....	158	8.5	Differenzieren .....	210	
5.10	Stabilisierungsschaltungen .....	160	8.5.1	Differenzenquotient und Differenzialquotient .....	210	
5.10.1	Spannungsstabilisierung .....	160	8.5.2	Ableitungen der Grundfunktionen .....	211	
5.10.2	Spannungsregler mit IC .....	162	8.5.3	Kettenregel .....	212	
5.10.3	Schaltnetzteile .....	163	8.5.4	Höchstwerte und Tiefstwerte .....	213	
5.10.4	Stromstabilisierung .....	165	8.6	Integrieren .....	214	
5.11	Zuverlässigkeit von Bauelementen und Schaltungen .....	166	8.6.1	Unbestimmtes Integral .....	214	
			8.6.2	Bestimmtes Integral .....	215	
<b>6</b>	<b>Digitaltechnik</b>		8.6.3	Integration durch Substitution .....	217	
6.1	Aufbau der Zahlensysteme .....	167	8.6.4	Mittelwerte .....	217	
6.2	Dualzahlen .....	168	8.7	Funktionen mit komplexen Größen .....	219	
6.2.1	Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen .....	168	8.7.1	Zahlen in der komplexen Zahlenebene ...	219	
6.2.2	Umwandlung von Dezimalzahlen in Dualzahlen .....	169	8.7.2	Grundrechenarten mit komplexen Zahlen .....	219	
6.2.3	Addition und Subtraktion .....	170	8.7.3	Widerstand und Leitwert in der komplexen Ebene .....	220	
6.2.4	Multiplikation und Division .....	170	8.7.4	Komplexe Berechnung von RC-Schaltungen und RL-Schaltungen .....	222	
6.3	BCD-Codes .....	171	8.7.5	Scheinwiderstands-Messbrücken .....	224	
6.4	Hexadezimalzahlen .....	171	8.8	Reihen .....	225	
6.4.1	Hexadezimalzahlen und Dualzahlen .....	171	8.8.1	Arithmetische Reihe .....	225	
6.4.2	Hexadezimalzahlen und Dezimalzahlen ...	172	8.8.2	Geometrische Reihe .....	225	
6.4.3	Addition und Subtraktion von Hexadezimalzahlen .....	173	8.8.3	Binomische Reihe .....	226	
6.5	Kombinatorische Digitaltechnik (Schaltnetze) .....	174	8.8.4	Potenzreihen für transzendente Funktionen .....	227	
6.5.1	Schaltalgebraische Begriffe .....	174				
6.5.2	Kommutativgesetz der Schaltalgebra .....	175	<b>9</b>	<b>Spezielle Messverfahren</b>		
6.5.3	Assoziativgesetz der Schaltalgebra .....	176	9.1	Digitale Messtechnik .....	228	
6.5.4	Distributivgesetze der Schaltalgebra .....	177	9.2	Messungen in elektrischen Anlagen .....	229	
6.5.5	Schaltalgebraische Funktionen .....	178				
6.5.5.1	Umkehrgesetze für eine Variable .....	178				
6.5.5.2	Umkehrgesetze für mehrere Variable .....	178				
6.5.6	Minimieren und Realisieren von					

<b>10</b>	<b>Aufgaben zur Mechanik</b>		<b>14</b>	<b>Steuerungen und Antriebe</b>	
10.1	Rauminhalte und Massen .....	230	14.1	SPS-Technik .....	268
10.2	Übersetzungen .....	231	14.1.1	Anweisungsliste ohne Rücksicht auf Drahtbruch und Erdschluss.....	268
10.3	Kraft und Drehmoment .....	232	14.1.2	Anweisungsliste mit Rücksicht auf Drahtbruch und Erdschluss.....	269
<b>11</b>	<b>Energieelektronik</b>		14.1.3	Anweisungsliste mit Speicherelementen .....	270
11.1	Drehstrom und Leistungen bei Drehstrom .....	234	14.1.4	Dominieren von Setzen oder Rücksetzen .....	272
11.2	Kompensation .....	235	14.1.5	Schaltfunktion aus Anweisungsliste .....	273
11.3	Leitungsberechnung .....	237	14.2	Antriebstechnik .....	275
11.3.1	Mindestquerschnitt und Strombelastbarkeit .....	237	14.2.1	Leistungsbedarf ohne Rücksicht auf den Anlauf .....	275
11.3.2	Spannungsfall .....	239	14.2.2	Leistung beim Anfahren .....	276
11.3.3	Verzweigte Leitungen .....	240	14.2.3	Antrieb mit Drehfeldmotoren .....	277
11.4	Gesteuerte Stromrichter .....	242	14.2.4	Antrieb mit Gleichstrommotor .....	278
11.5	Elektronische Schalter .....	244	14.3	Schrittmotoren .....	279
11.5.1	Transistoren als elektronische Schalter .....	244	14.3.1	Schrittwinkel und Drehzahl .....	279
11.5.2	Thyristoren als elektronische Schalter .....	245	14.3.2	Ansteuerung von Schrittmotoren .....	280
<b>12</b>	<b>Weitere Berechnungen zur Digitaltechnik</b>		<b>15</b>	<b>Aufgaben zur Regelungstechnik</b>	
12.1	Subtraktion durch Komplementaddition ..	246	15.1	P-Regler .....	282
12.2	Entscheidungsgehalt und Redundanz von BCD-Codes .....	247	15.2	Regelkreis mit P-Regler .....	283
12.3	Lastfaktoren .....	248	15.3	Frequenzgang .....	284
12.4	Sequenzielle Schaltungen (Schaltwerke) .....	249	15.4	Regelungstechnik mit dem Computer .....	285
12.4.1	Wertetabelle und Zeitablaufdiagramm aus der Schaltung .....	249	<b>16</b>	<b>Datenübertragung</b>	
12.4.2	Schaltfunktion aus Wertetabelle .....	250	16.1	Geschwindigkeiten der Datenübertragung .....	287
12.4.3	Schaltung aus Schaltfunktion .....	251	16.2	Zeitmultiplexübertragung .....	289
12.4.4	Frequenzteiler .....	252	16.3	Fehlerhäufigkeit .....	290
12.5	PAL-Schaltkreise .....	253	16.4	Fehlererkennung .....	291
12.5.1	Schaltkreis PAL 10H8 .....	254	16.5	Übertragung mit Modem .....	293
12.5.2	Schaltkreis PAL 16RP8 .....	256	16.6	Übertragung über Glasfaserleiter .....	294
<b>13</b>	<b>Berechnungen beim Umgang mit dem Computer</b>		16.7	Übertragungsbereichen in Glasfasernetzen .....	295
13.1	Gleitkommaarithmetik .....	257	<b>17</b>	<b>Prüfungsaufgaben</b>	
13.2	Berechnung der Speicherkapazität .....	258	17.1	Aufgaben der Analogtechnik .....	296
13.3	Berechnung von Befehlsausführungszeiten .....	260	17.2	Aufgaben der Digitaltechnik .....	299
13.4	Berechnung von Zeitschleifen .....	261	<b>18</b>	<b>Anhang</b>	
13.4.1	Einfache Zeitschleifen .....	261		Größen und Einheiten .....	302
13.4.2	Verschachtelte Zeitschleifen .....	262		Wichtige Normen .....	304
13.4.3	Zeitschleifen mit Registerpaar .....	263		<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	305
13.5	Logische Verknüpfung von Zahlen .....	264			
13.6	Differenzieren mit dem Computer .....	266			
13.7	Integrieren mit dem Computer .....	267			