

# Wegweiser Formeln für Elektrotechniker

## Inhaltsverzeichnis Kurzform

1	Mathematische Grundlagen	6
2	Längen- und Flächenberechnungen	10
3	Körper-, Volumen- und Masseberechnungen	14
4	Mechanik	16
5	Wärmelehre	18
6	Elektrotechnische Grundlagen	20
7	Elektrisches Feld, Kondensator	30
8	Magnetisches Feld	32
9	Wechselstrom und Drehstrom	36
10	Elektrische Maschinen	53
11	Elektrische Anlagen	65
12	Digitaltechnik	90
13	Elektronik	93
14	Regelungstechnik	111
15	Messtechnik	114
16	Info und Tabellenteil	116

## Nützliches

Mathematische Zeichen (Tabelle 4)	116
Griechisches Alphabet (Tabelle 6)	116
E-Reihen von Widerständen und Kondensatoren (Tabelle 21)	121
Drehstrommotoren (Betriebsdaten) (Tabelle 26)	123
<b>Wichtige Formelzeichen</b>	<b>Innenumschlagseiten</b>
<b>Praxistipps:</b>	
▶ Berechnungen mit Taschenrechner und Excel	vordere Ausklappseite
▶ Arbeiten mit Winkelfunktionen	vordere Ausklappseite
▶ Arbeiten mit Formeln	hintere Ausklappseite
▶ Wichtige Formeln Gleichstrom	hintere Ausklappseite

1  
Mathematische  
Grundlagen

2  
Längen- und Flächen-  
berechnungen

3  
Körper-, Volumen- und  
Masseberechnungen

4  
Mechanik

5  
Wärmelehre

6  
Elektrotechnische  
Grundlagen

7  
Elektrisches Feld,  
Kondensator

8  
Magnetisches Feld

9  
Wechselstrom und  
Drehstrom

10  
Elektrische  
Maschinen

11  
Elektrische Anlagen






12  
Digitaltechnik

13  
Elektronik

14  
Regelungstechnik

15  
Messtechnik

16  
Info und Tabellenteil

<b>1</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>		<b>6</b>	<b>9</b>	<b>Wechselstrom und Drehstrom</b>		<b>36</b>
1.1	Summieren, Multiplizieren		6	9.1	Grundgrößen des Wechselstroms		36
1.2	Rechnen mit Brüchen		6	9.2	Wechselstromwiderstände		37
1.3	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen		7	9.3	Resonanz (Parallel- und Reihenschwingkreis)		43
1.4	Winkel, Winkleinheiten, Umrechnung Bogenmaß $\leftrightarrow$ Gradmaß		7	9.4	Leistung bei Wechselstrom		44
1.5	Rechnen am Dreieck		8	9.5	Kompensation der Blindleistung		45
1.6	Zahlensysteme, BCD-Code, Rechenregeln		9	9.6	Sinus- und nichtsinusförmige Spannungen*		46
				9.7	Hoch- und Tiefpässe		48
				9.8	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)		49
<b>2</b>	<b>Längen- und Flächenberechnungen</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>Elektrische Maschinen</b>		<b>53</b>
2.1	Drahtlängen von Rundspulen und von Rechteckspulen		10	10.1	Transformator		53
2.2	Flächen		10	10.2	Antriebstechnik		56
				10.2.1	Bewegungen		56
<b>3</b>	<b>Körper-, Volumen- und Masseberechnungen</b>		<b>14</b>	10.2.2	Mechanische Arbeit, mechanische Energie		57
3.1	Volumen und Oberflächen		14	10.2.3	Riementrieb, Zahnradtrieb, Schneckenrieb		59
3.2	Masse und Gewichtskraft		15	10.2.4	Drehmoment und Hebel		59
				10.2.5	Mechanische Leistung		60
<b>4</b>	<b>Mechanik</b>		<b>16</b>	<b>10.3</b>	<b>Umlaufende elektrische Maschinen</b>		<b>61</b>
4.1	Kräfte		16	10.3.1	Wechselstrommotoren		61
4.2	Wirkungsgrad, Arbeitsgrad		17	10.3.2	Drehstrommotoren		62
				10.3.3	Schrittmotor		63
				10.3.4	Gleichstrommaschinen, Gleichstrom- Nebenschlussmaschine		63
<b>5</b>	<b>Wärmelehre</b>		<b>18</b>	<b>11</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>		<b>65</b>
5.1	Temperatur		18	11.1	Schutzmaßnahmen		65
5.2	Wärmedehnung		18	11.1.1	Fehlerstromkreis		65
5.3	Wärmemenge		19	11.1.2	Schutzmaßnahmen im TN-System		66
5.4	Wärme-Kreisprozess		19	11.1.3	Abschaltströme $I_a$ von Leitungsschutzschaltern (LS-Schalter)		66
				11.1.4	Schutzmaßnahmen im TT-System		66
				11.1.5	Schutzmaßnahmen im IT-System		67
<b>6</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>		<b>20</b>	11.1.6	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)		67
6.1	Grundgesetze		20	11.1.7	Maximale Abschaltzeiten im TN-System und im TT-System (nach DIN VDE 0100-410)		68
6.2	Anpassung		21	11.1.8	Maximale Abschaltzeiten im IT-System (nach DIN VDE 0100-410)		68
6.3	Schaltungen von Widerständen		22	11.1.9	Messen des Isolationswiderstandes		68
6.4	Spannungsteiler		23	11.1.10	Isolationswiderstandsmessung von isolierenden Fußböden und Wänden		68
6.5	Widerstandsbestimmung		24	11.1.11	Auslösekennlinien von Überstrom- Schutzeinrichtungen		69
6.6	Unabgeglichene Brückenschaltung		25	<b>11.2</b>	<b>Leitungen</b>		<b>70</b>
6.7	Dreieck-Stern-Umwandlung bei Wirkwiderständen		25	11.2.1	Unverzweigte Leitungen		70
6.8	Elektrische Arbeit und elektrische Leistung		26	11.2.2	Verzweigte Leitungen		73
6.9	Kosten der elektrischen Arbeit (Arbeitspreis)		26	11.2.3	Ringleitung		76
6.10	Elektrowärme		27	11.2.4	Lichtwellenleitung (LWL)		77
6.11	Elektrochemie		28	11.2.5	Bestimmung des Leiterquerschnittes $A$ (nach DIN VDE 0298-4)		78
6.12	Schaltung von gleichen Spannungserzeugern, z. B. Batterien		28	11.2.6	Bestimmung des Leiterquerschnittes $A$ bei Oberschwingungen (nach DIN VDE 0100-520, Bbl.3)		79
<b>7</b>	<b>Elektrisches Feld, Kondensator</b>		<b>30</b>	<b>11.3</b>	<b>Fotovoltaik</b>		<b>81</b>
7.1	Elektrische Feldstärke		30	<b>11.4</b>	<b>Licht und Beleuchtung</b>		<b>82</b>
7.2	Kondensator		30	11.4.1	Lichttechnische Größen		82
7.3	Zeitkonstante bei RC-Schaltung, Ladezeit und Entladezeit		31	11.4.2	Berechnung von Beleuchtungsanlagen		83
<b>8</b>	<b>Magnetisches Feld</b>		<b>32</b>	<b>11.5</b>	<b>Antennen</b>		<b>84</b>
8.1	Magnetische Größen		32	11.5.1	Frequenzbereiche		84
8.2	Haltekraft von Elektromagneten		33	11.5.2	Wellenlänge, Empfangsspannung, Wellenwiderstand		84
8.3	Magnetische Feldkräfte		33				
8.4	Induktion		34				

11.5.3	Verstärkungen, Dämpfungen, Pegel	86
11.5.4	Mechanische Sicherheit von Antennenanlagen	89

**12 Digitaltechnik  90**

12.1	Grundfunktionen	90
12.2	Zusammengesetzte Funktionen	90
12.3	Spezielle zusammengesetzte Funktionen	91
12.4	Rechengesetze der Schaltalgebra	92

**13 Elektronik  93**

13.1	Halbleiterdioden	93
13.2	Bipolarer Transistor	94
13.3	Feldeffekttransistor	97
13.4	Transistor als Schalter	98
13.5	Kippschaltungen	98
13.6	Gleichrichterschaltungen	101
13.7	Glättung und Siebung der gleichgerichteten Spannung	103
13.8	Spannungsstabilisierung	104
13.9	Kühlung von elektronischen Halbleiterbauelementen	106
13.10	Leistungselektronik	107
13.11	Operationsverstärker	108

**14 Regelungstechnik  111**

14.1	Regelstrecken	111
14.2	Unstetiges Regeln (bei 100 % Leistungsüberschuss)	111
14.3	Stetiges Regeln	112

**15 Messtechnik  114**

15.1	Messfehler von Zeigermessgeräten	114
15.2	Messfehler von digitalen Messgeräten	114
15.3	Messwertbestimmung sinusförmiger Größen mit dem Oszilloskop	115

** Info und Tabellenteil  116**

Tabelle 1:	Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten – siehe vordere und hintere Umschlag-Innenseite	116
Tabelle 2:	SI-Basisgrößen und SI-Basiseinheiten (Grundeinheiten)	116
Tabelle 3:	Vielfache und Teile von Einheiten	116
Tabelle 4:	Mathematische Zeichen	116
Tabelle 5:	Wichtige physikalische Konstanten	116
Tabelle 6:	Griechisches Alphabet	116
Tabelle 7:	Werkstoffwerte von Metallen (und Kohle)	117
Tabelle 8:	Werkstoffwerte von Legierungen	117
Tabelle 9:	Elektrochemische Äquivalente und Wertigkeit	117
Tabelle 10:	Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen (nach DIN VDE 0298-4)	118
Tabelle 11:	Bemessungswert $I_f$ der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und D bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C (nach DIN VDE 0298-4)	118
Tabelle 12:	Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen gG und LS-Schaltern	

Typ B, C und D mit einem Abschaltstrom  $I_a \leq 1,45 \cdot I_N$ , zu den Leiternennquerschnitten isolierter Leitungen bei Dauerbetrieb (umgerechnet auf eine Umgebungstemperatur von 25 °C) (nach DIN VDE 0298-4) 119

Tabelle 13: Umrechnungsfaktoren  $f_1$  für abweichende Umgebungstemperaturen (nach DIN VDE 0298-4) 119

Tabelle 14: Umrechnungsfaktoren  $f_2$  für Häufung von Kabeln oder Leitungen (nach DIN VDE 0298-4) 119

Tabelle 16: Typische Verbraucher- und Verzerrungsströme elektronischer Verbraucher (nach DIN VDE 0100-520) 120

Tabelle 17: Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für die Verlegeart A1, A2, B1, B2 und C mit Berücksichtigung der Oberschwingungen. (Betriebstemperatur: 70 °C, Umgebungstemperatur: 25 °C, Leitermaterial: Kupfer) (nach DIN VDE 0100-520) 120

Tabelle 18: Umrechnungsfaktor  $f_4$  für Verbraucher, die Oberschwingungen erzeugen (nach DIN VDE 0100-520) 120

Tabelle 19: Leiternennquerschnitte in mm<sup>2</sup> 121

Tabelle 20: Bemessungsströme von Leitungsschutzschaltern (LS-Schalter) der Typen B, C und D in Ampere (Auswahl) 121

Tabelle 21: Übliche Fertigungswerte für Widerstände und Kondensatoren (E-Reihen) (nach DIN IEC 63) 121

Tabelle 22: Bemessungsleistung von Widerständen in W 121

Tabelle 23: Farbkennzeichnung von Widerständen (4-Ring-Kennzeichnung) 121

Tabelle 24: Wertkennzeichnung von Widerständen durch Buchstaben (Beispiele) (nach DIN EN 60062) 122

Tabelle 25: Schutzarten elektrischer Betriebsmittel (nach DIN VDE 0470) 122

Tabelle 26: Baugrößen, Bemessungswerte und Überstrom-Schutzeinrichtung für Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer bei Direktanlauf oder YΔ-Anlauf (Auszug) 123

Tabelle 27: Kernblechschnitte und Bemessungswerte für Kleintransformatoren (Auszug) 123

Tabelle 28: Wartungswerte  $E_m$  der mittleren Beleuchtungsstärke  $E_v$  (nach DIN EN 12464-1) 124

Tabelle 29: Reflexionsgrade  $\rho$  von Farben und Werkstoffen 124

Tabelle 30: Leuchtenbetriebswirkungsgrade und Raumwirkungsgrade 124

Tabelle 31: Auszug aus dem Datenblatt der Z-Diode BZX 55/C3V9 ... BZX 55/C18 125

Tabelle 32: Auszug aus dem Datenblatt der Leuchtdioden CQX35 und CQX37 125

Tabelle 33: Auszug aus dem Datenblatt der Silicium-Diode BYT 79/... 126

Tabelle 34: Auszug aus dem Datenblatt des NPN-Transistors BC 107, BC 171, BC 237/... 126

**Sachwortverzeichnis 127**

\* siehe vordere und hintere Umschlag-Innenseite