

# Wegweiser Formeln für Elektrotechniker

<b>1</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Längen- und Flächenberechnungen</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Körper-, Volumen- und Masseberechnungen</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Mechanik</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Wärmelehre</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Elektrisches Feld, Kondensator</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>Wechselstrom und Drehstrom</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>Elektrische Maschinen</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>	<b>65</b>
<b>12</b>	<b>Digitaltechnik</b>	<b>90</b>
<b>13</b>	<b>Elektronik</b>	<b>93</b>
<b>14</b>	<b>Regelungstechnik</b>	<b>111</b>
<b>15</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>114</b>
<b>16</b>	<b>Info und Tabellenteil</b>	<b>116</b>
	<b>Mathematische Zeichen (Tabelle 4)</b>	<b>116</b>
	<b>Griechisches Alphabet (Tabelle 6)</b>	<b>116</b>
	<b>E-Reihen von Widerständen und Kondensatoren (Tabelle 21)</b>	<b>121</b>
	<b>Drehstrommotoren (Betriebsdaten)</b>	<b>123</b>
	<b>Wichtige Formelzeichen</b>	<b>Innenumschlagseiten</b>
	<b>Arbeiten mit Formeln</b>	<b>hintere Innenumschlagseite</b>

<b>1</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>
<b>2</b>	<b>Längen- und Flächenberechnungen</b>
<b>3</b>	<b>Körper-, Volumen- und Masseberechnungen</b>
<b>4</b>	<b>Mechanik</b>
<b>5</b>	<b>Wärmelehre</b>
<b>6</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>
<b>7</b>	<b>Elektrisches Feld, Kondensator</b>
<b>8</b>	<b>Magnetisches Feld</b>
<b>9</b>	<b>Wechselstrom und Drehstrom</b>
<b>10</b>	<b>Elektrische Maschinen</b>
<b>11</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>
<b>12</b>	<b>Digitaltechnik</b>
<b>13</b>	<b>Elektronik</b>
<b>14</b>	<b>Regelungstechnik</b>
<b>15</b>	<b>Messtechnik</b>
<b>16</b>	<b>Info und Tabellenteil</b>

<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	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
<b>3</b>	<b>Körper, Volumen- und Masseberechnungen</b>	<b>14</b>	10.2.1	Bewegungen	56
3.1	Volumen und Oberflächen	14	10.2.2	Mechanische Arbeit, mechanische Energie	57
3.2	Masse und Gewichtskraft	15	10.2.3	Riementrieb, Zahnradtrieb, Schneckentrieb	59
<b>4</b>	<b>Mechanik</b>	<b>16</b>	10.2.4	Drehmoment und Hebel	59
4.1	Kräfte	16	10.2.5	Mechanische Leistung	60
4.2	Wirkungsgrad, Arbeitsgrad	17	10.3	Umlaufende elektrische Maschinen	61
<b>5</b>	<b>Wärmelehre</b>	<b>18</b>	10.3.1	Wechselstrommotoren	61
5.1	Temperatur	18	10.3.2	Drehstrommotoren	62
5.2	Wärmedehnung	18	10.3.3	Schrittmotor	62
5.3	Wärmemenge	19	10.3.4	Zahnläufer	63
5.4	Wärme-Kreisprozess	19	10.3.5	Gleichstrommaschinen	63
<b>6</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>	<b>65</b>
6.1	Grundgesetze	20	11.1	Schutzmaßnahmen	65
6.2	Anpassung	21	11.1.1	Fehlerstromkreis	65
6.3	Schaltungen von Widerständen	22	11.1.2	Schutzmaßnahmen im TN-System	66
6.4	Spannungsteiler	23	11.1.3	Schutzmaßnahmen im IT-System	66
6.5	Widerstandsbestimmung	24	11.1.4	Schutzmaßnahmen im IT-System	67
6.6	Unabgeglichene Brückenschaltung	25	11.1.5	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	67
6.7	Dreieck-Stern-Umwandlung	25	11.1.6	Maximale Abschaltzeiten im TN-System und im IT-System (nach DIN VDE 0100-410)	68
6.8	Elektrische Arbeit und elektrische Leistung	26	11.1.7	Abschaltströme von Leitungsschutzschaltern (LS-Schalter)	68
6.9	Kosten der elektrischen Arbeit (Arbeitspreis)	26	11.1.8	Messen des Isolationswiderstandes	68
6.10	Elektrowärme	27	11.1.9	Isolationswiderstandsmessung von isolierenden Fußböden und Wänden	68
6.11	Elektrochemie	28	11.1.10	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	69
6.12	Schaltung von gleichartigen Spannungserzeugern	28	11.2	Leitungsberechnungen	70
<b>7</b>	<b>Elektrisches Feld, Kondensator</b>	<b>30</b>	11.2.1	Unverzweigte Leitungen	70
7.1	Elektrische Feldstärke	30	11.2.2	Verzweigte Leitungen	73
7.2	Kondensator	30	11.2.3	Ringleitung	76
7.3	Zeitkonstante bei RC-Schaltung, Ladezeit und Entladezeit	31	11.2.4	Lichtwellenleitung (LWL)	77
<b>8</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>32</b>	11.2.5	Bestimmung des Leiterquerschnittes A (nach DIN VDE 0298-4)	78
8.1	Magnetische Größen	32	11.2.6	Bestimmung des Leiterquerschnittes A bei Oberschwingungen (nach DIN VDE 0100-520, Bbl.3)	79
8.2	Haltekraft von Elektromagneten	33	11.3	Fotovoltaik	81
8.3	Magnetische Feldkräfte	33	11.4	Licht und Beleuchtung	82
8.4	Induktion	34	11.4.1	Lichttechnische Größen	82
			11.4.2	Berechnung von Beleuchtungsanlagen	83
			11.5	Antennen	84
			11.5.1	Frequenzbereiche	84
			11.5.2	Wellenlänge, Empfangsspannung, Wellenwiderstand	84

11.5.3	Verstärkungen, Dämpfungen, Pegel	86
11.5.4	Mechanische Sicherheit von Antennenanlagen	89
<b>12</b>	<b>Digitaltechnik</b>	<b>90</b>
12.1	Grundfunktionen	90
12.2	Zusammengesetzte Funktionen	90
12.3	Spezielle zusammengesetzte Funktionen	91
12.4	Rechengesetze der Schaltalgebra	92
<b>13</b>	<b>Elektronik</b>	<b>93</b>
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
<b>14</b>	<b>Regelungstechnik</b>	<b>111</b>
14.1	Regelstrecken	111
14.2	Unstetiges Regeln (bei 100 % Leistungsüberschuss)	111
14.3	Stetiges Regeln	112
<b>15</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>114</b>
15.1	Messfehler von Zeigermessgeräten	114
15.2	Messfehler von digitalen Messgeräten	114
15.3	Messwertbestimmung sinusförmiger Größen mit dem Oszilloskop	115
<b>i</b>	<b>16 Info und Tabellenteil</b>	<b>116</b>
Tabelle 1:	Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten	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 $I_t$ 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: Belastbarkeit 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 Typ-B-Leitungsschutzschaltern (LS-Schaltern) in A 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 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 Kurzschlusschutzsicherungen für Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer bei Direktanlauf oder  $Y\Delta$ -Anlauf 123

Tabelle 27: Kernblechschnitte und Bemessungswerte für Kleintransformatoren 123

Tabelle 28: Wartungswerte  $E_m$  der mittleren Beleuchtungsstärke  $\bar{E}_v$  (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