

# Wegweiser Formeln für Elektrotechniker

## Inhaltsverzeichnis Kurzform

|    |                                                   |    |
|----|---------------------------------------------------|----|
| 1  | Mathematische Grundlagen . . . . .                | 6  |
| 2  | Längen- und Flächenberechnungen . . . . .         | 9  |
| 3  | Körper-, Volumen- und Masseberechnungen . . . . . | 11 |
| 4  | Mechanik . . . . .                                | 12 |
| 5  | Wärmelehre . . . . .                              | 13 |
| 6  | Elektrotechnische Grundlagen . . . . .            | 14 |
| 7  | Elektrisches Feld, Kondensator . . . . .          | 19 |
| 8  | Magnetisches Feld . . . . .                       | 20 |
| 9  | Wechselstrom und Drehstrom . . . . .              | 22 |
| 10 | Elektrische Maschinen . . . . .                   | 29 |
| 11 | Elektrische Anlagen . . . . .                     | 35 |
| 12 | Digitaltechnik . . . . .                          | 48 |
| 13 | Elektronik . . . . .                              | 50 |
| 14 | Regelungstechnik . . . . .                        | 58 |
| 15 | Messtechnik . . . . .                             | 59 |
| 16 | Tabellen . . . . .                                | 60 |

## Nützliches

|                                                            |                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Griechisches Alphabet (Tabelle 6) . . . . .                | 60                         |
| Mathematische Zeichen (Tabelle 4) . . . . .                | 60                         |
| E-Reihen von Widerständen und Kondensatoren (Tabelle 21) . | 65                         |
| Widerstände Farbkennzeichnung (Tabelle 23) . . . . .       | 65                         |
| Wichtige Formelzeichen . . . . .                           | Innenumschlagseiten        |
| Arbeiten mit Formeln . . . . .                             | hintere Innenumschlagseite |

|    |                                         |
|----|-----------------------------------------|
| 1  | Mathematische Grundlagen                |
| 2  | Längen- und Flächenberechnungen         |
| 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 | Tabellen                                |

| Arbeiten mit Formeln |                                                          | hintere Innenumschlagseite |           |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|
| <b>1</b>             | <b>Mathematische Grundlagen</b>                          | <b>6</b>                   | <b>7</b>  | <b>Elektrisches Feld, Kondensator</b>                    |
| 1.1                  | Summieren, Multiplizieren                                | 6                          | 7.1       | Elektrische Feldstärke                                   |
| 1.2                  | Rechnen mit Brüchen                                      | 6                          | 7.2       | Kondensator                                              |
| 1.3                  | Potenzen, Wurzeln, Logarithmen                           | 7                          | 7.3       | Zeitkonstante bei RC-Schaltung, Ladezeit und Entladezeit |
| 1.4                  | Winkel, Winkleinheiten                                   | 7                          | <b>8</b>  | <b>Magnetisches Feld</b>                                 |
| 1.5                  | Rechnen am Dreieck                                       | 8                          | 8.1       | Magnetische Größen                                       |
| 1.6                  | Zahlensysteme, BCD-Code, Rechenregeln                    | 8                          | 8.2       | Haltekraft von Elektromagneten                           |
| <b>2</b>             | <b>Längen- und Flächenberechnungen</b>                   | <b>9</b>                   | 8.3       | Magnetische Feldkräfte                                   |
| 2.1                  | Drahtlängen von Rundspulen und von Rechteckspulen        | 9                          | 8.4       | Induktion                                                |
| 2.2                  | Flächen                                                  | 9                          | <b>9</b>  | <b>Wechselstrom und Drehstrom</b>                        |
| <b>3</b>             | <b>Körper-, Volumen- und Masseberechnungen</b>           | <b>11</b>                  | 9.1       | Grundgrößen des Wechselstroms                            |
| 3.1                  | Volumen und Oberflächen                                  | 11                         | 9.2       | Wechselstromwiderstände                                  |
| 3.2                  | Masse und Gewichtskraft                                  | 11                         | 9.3       | Ohmsches Gesetz für den Wechselstromkreis                |
| <b>4</b>             | <b>Mechanik</b>                                          | <b>12</b>                  | 9.4       | Resonanz (Parallel- und Reihenschwingkreis)              |
| 4.1                  | Kräfte                                                   | 12                         | 9.5       | Leistung bei Wechselstrom                                |
| 4.2                  | Wirkungsgrad, Arbeitsgrad                                | 13                         | 9.6       | Kompensation der Blindleistung                           |
| <b>5</b>             | <b>Wärmelehre</b>                                        | <b>13</b>                  | 9.7       | Sinus- und nichtsinusförmige Spannungen                  |
| 5.1                  | Temperatur                                               | 13                         | 9.8       | Hoch- und Tiefpässe                                      |
| 5.2                  | Wärmedehnung                                             | 13                         | 9.9       | Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)                       |
| 5.3                  | Wärmemenge                                               | 13                         | <b>10</b> | <b>Elektrische Maschinen</b>                             |
| <b>6</b>             | <b>Elektrotechnische Grundlagen</b>                      | <b>14</b>                  | 10.1      | Transformator                                            |
| 6.1                  | Grundgesetze                                             | 14                         | 10.2      | Antriebstechnik                                          |
| 6.2                  | Anpassung                                                | 14                         | 10.2.1    | Bewegungen                                               |
| 6.3                  | Schaltungen von Widerständen                             | 15                         | 10.2.2    | Mechanische Arbeit, mechanische Energie                  |
| 6.4                  | Spannungsteiler                                          | 16                         | 10.2.3    | Riementrieb, Zahnradtrieb, Schneckenrieb                 |
| 6.5                  | Widerstandsbestimmung                                    | 16                         | 10.2.4    | Rollen und Flaschenzug                                   |
| 6.6                  | Unabgegliche Brückenschaltung (Dreieck-Stern-Umwandlung) | 16                         | 10.2.5    | Drehmomente                                              |
| 6.7                  | Elektrische Arbeit und elektrische Leistung              | 17                         | 10.2.6    | Mechanische Leistung                                     |
| 6.8                  | Kosten der elektrischen Arbeit (Arbeitspreis)            | 17                         | 10.3      | Umlaufende elektrische Maschinen                         |
| 6.9                  | Elektrowärme                                             | 17                         | 10.3.1    | Wechselstrommotor und Drehstrommotor                     |
| 6.10                 | Elektrochemie                                            | 18                         | 10.3.2    | Schrittmotor                                             |
| 6.11                 | Schaltung von gleichartigen Spannungserzeugern           | 18                         | 10.3.3    | Gleichstrommaschinen                                     |
|                      |                                                          |                            | <b>11</b> | <b>Elektrische Anlagen</b>                               |
|                      |                                                          |                            | 11.1      | Schutzmaßnahmen                                          |
|                      |                                                          |                            | 11.1.1    | Fehlerstromkreis                                         |
|                      |                                                          |                            | 11.1.2    | Schutzmaßnahmen im TN-System                             |
|                      |                                                          |                            | 11.1.3    | Schutzmaßnahmen im TT-System                             |
|                      |                                                          |                            | 11.1.4    | Maximale Abschaltzeiten im TN-System und im TT-System    |

|           |                                                                   |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 11.1.5    | Schutzmaßnahmen im IT-System                                      | 36        |
| 11.1.6    | Messen des Isolationswiderstandes                                 | 36        |
| 11.1.7    | Isolationswiderstandsmessung von isolierenden Fußböden und Wänden | 36        |
| 11.1.8    | Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)                               | 36        |
| 11.1.9    | Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen               | 37        |
| 11.2      | Leitungsberechnungen                                              | 38        |
| 11.2.1    | Unverzweigte Leitungen                                            | 38        |
| 11.2.2    | Verzweigte Leitungen                                              | 39        |
| 11.2.3    | Ringleitung                                                       | 40        |
| 11.2.4    | Bestimmung des Leiterquerschnittes A                              | 41        |
| 11.2.5    | Bestimmung des Leiterquerschnittes A bei Oberschwingungen         | 42        |
| 11.3      | Licht und Beleuchtung                                             | 43        |
| 11.3.1    | Lichttechnische Größen                                            | 43        |
| 11.3.2    | Berechnung von Beleuchtungsanlagen                                | 43        |
| 11.4      | Antennen                                                          | 44        |
| 11.4.1    | Frequenzbereiche                                                  | 44        |
| 11.4.2    | Wellenlänge, Empfangsspannung, Wellenwiderstand                   | 44        |
| 11.4.3    | Verstärkungen, Dämpfungen, Pegel                                  | 45        |
| 11.4.4    | Mechanische Sicherheit von Antennenanlagen                        | 47        |
| <b>12</b> | <b>Digitaltechnik</b>                                             | <b>48</b> |
| 12.1      | Grundfunktionen                                                   | 48        |
| 12.2      | Zusammengesetzte Funktionen                                       | 48        |
| 12.3      | Spezielle zusammengesetzte Funktionen                             | 48        |
| 12.4      | Rechengesetze der Schaltalgebra                                   | 49        |
| <b>13</b> | <b>Elektronik</b>                                                 | <b>50</b> |
| 13.1      | Halbleiterdioden                                                  | 50        |
| 13.2      | Bipolarer Transistor                                              | 50        |
| 13.3      | Feldeffekttransistor                                              | 51        |
| 13.4      | Transistor als Schalter                                           | 52        |
| 13.5      | Kippschaltungen                                                   | 52        |
| 13.6      | Gleichrichterschaltungen                                          | 53        |
| 13.7      | Glättung und Siebung der gleichgerichteten Spannung               | 54        |
| 13.8      | Spannungsstabilisierung                                           | 55        |
| 13.9      | Kühlung von elektronischen Halbleiterbauelementen                 | 55        |
| 13.10     | Leistungselektronik                                               | 56        |
| 13.11     | Operationsverstärker                                              | 57        |
| <b>14</b> | <b>Regelungstechnik</b>                                           | <b>58</b> |
| 14.1      | Regelstrecken                                                     | 58        |
| 14.2      | Unstetiges Regeln                                                 | 58        |
| 14.3      | Stetiges Regeln                                                   | 58        |

|                                                 |                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>15</b>                                       | <b>Messtechnik</b>                                                                                | <b>59</b> |
| 15.1                                            | Messfehler von Zeigermessgeräten                                                                  | 59        |
| 15.2                                            | Messfehler von digitalen Messgeräten                                                              | 59        |
| 15.3                                            | Messwertbestimmung sinusförmiger Größen mit dem Oszilloskop                                       | 59        |
| <b>i</b>                                        | <b>Info und Tabellenteil</b>                                                                      | <b>60</b> |
| Tab. 1:                                         | Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten*                                                     | 60        |
| Tab. 2:                                         | SI-Basisgrößen und SI-Basiseinheiten (Grundeinheiten)                                             | 60        |
| Tab. 3:                                         | Vielfache und Teile von Einheiten                                                                 | 60        |
| Tab. 4:                                         | Mathematische Zeichen                                                                             | 60        |
| Tab. 5:                                         | Wichtige physikalische Konstanten                                                                 | 60        |
| Tab. 6:                                         | Griechisches Alphabet                                                                             | 60        |
| Tab. 7:                                         | Werkstoffwerte von Metallen (und Kohle)                                                           | 61        |
| Tab. 8:                                         | Werkstoffwerte von Legierungen                                                                    | 61        |
| Tab. 9:                                         | Elektrochemische Äquivalente und Wertigkeit                                                       | 61        |
| Tab. 10:                                        | Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen                                                  | 62        |
| Tab. 11:                                        | Bemessungswerte der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung               | 62        |
| Tab. 12:                                        | Zuordnung von Leitungsschutzsicherungen gG und LS-Schaltern Typ B, C und D                        | 63        |
| Tab. 13:                                        | Umrechnungsfaktoren $f_1$ für abweichende Umgebungstemperaturen                                   | 63        |
| Tab. 14:                                        | Umrechnungsfaktoren $f_2$ für Häufung von Kabeln oder Leitungen                                   | 63        |
| Tab. 15:                                        | Umrechnungsfaktoren $f_3$ für die Anzahl der belasteten Adern bei Verlegung in Luft               | 63        |
| Tab. 16:                                        | Typische Verbraucher- und Verzerrungsströme elektronischer Verbraucher                            | 64        |
| Tab. 17:                                        | Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für Verlegearten mit Berücksichtigung der Oberschwingungen | 64        |
| Tab. 18:                                        | Umrechnungsfaktor $f_4$ für Verbraucher, die Oberschwingungen erzeugen                            | 64        |
| Tab. 19:                                        | Leiternennquerschnitte A in mm <sup>2</sup>                                                       | 65        |
| Tab. 20:                                        | Bemessungsströme $I_N$ von Leitungsschutzschaltern                                                | 65        |
| Tab. 21:                                        | Fertigungswerte für Widerstände und Kondensatoren (E-Reihen)                                      | 65        |
| Tab. 22:                                        | Bemessungsleistung von Widerständen                                                               | 65        |
| Tab. 23:                                        | Farbkennzeichnung von Widerständen                                                                | 65        |
| Tab. 24:                                        | Wertkennzeichnung von Widerständen durch Buchstaben                                               | 66        |
| Tab. 25:                                        | Schutzarten elektrischer Betriebsmittel                                                           | 66        |
| Sachwortverzeichnis                             |                                                                                                   | 67        |
| *siehe vordere bzw. hintere Umschlag-Innenseite |                                                                                                   |           |