



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

3. Auflage

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

Europa-Nr.: 16638

Autoren des Tabellenbuches Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik:

| | | |
|---------------------|---------------------|-------------|
| Wigbert Hamschmidt | Studiendirektor | Rietberg |
| Michael Helleberg | Oberstudiendirektor | Köln |
| Dr. Friedhelm Heine | Oberstudienrat | Schwelm |
| Heinz Hofmeister | Fachlehrer | Gelnhausen |
| Michael Rohlf | Studiendirektor | Hamburg |
| Ulrich Uhr | Studiendirektor | Rheinfelden |
| Jürgen Weckler | Studiendirektor | Herbesthal |

Autoren bis zur 2. Auflage:

Horst Herr
Peter Bertrand

Lektorat:

Ulrich Uhr

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Maßgebend für die Anwendung der Normen und der anderen Regelwerke sind deren neueste Ausgaben. Sie können durch die Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

3. Auflage 2016

Druck 5 4 3

Alle Drucke dieser Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf die korrigierten Druckfehler und kleine Normänderungen unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1665-2

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald und

Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt/Main

Druck: Plump Druck&Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Mit diesem Nachschlagewerk haben wir die größte Lücke geschlossen, die in der Buchreihe des Verlages Europa-Lehrmittel für die Ausbildung zum **Anlagenmechaniker Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik** bestand.

Zahlen, Daten und Fakten in Formeln, Tabellen und Diagrammen stellen eine praxisnahe Basis für Übungen, Hausaufgaben und die Prüfungsvorbereitung dar, geben aber auch dem Fachmann wichtige Hinweise auf Konstruktionselemente und Arbeitsverfahren. Dabei haben wir Wert darauf gelegt, den Nutzern unseres Tabellenbuches möglichst umfassende Informationen zur Verfügung zu stellen, damit sie auch bei seltenen Problemstellungen eine sichere Hilfe finden.

Während die Lehr- und Arbeitsbücher für die SHK-Ausbildung die Lernfelder abbilden, ist dieses Nachschlagewerk sachlogisch aufgebaut, denn die Informationen der ersten sieben nebenstehend aufgeführten Hauptteile betreffen oft mehrere Lernfelder. Dagegen entspricht die Gliederung des umfangreichen achten Sachgebietes SHK im Wesentlichen den entsprechenden Lernfeldern.

Vierfarbdruck und eine einheitliche Gestaltung der Seiten werden dem Benutzer helfen, schnell die gesuchten Informationen zu ermitteln. Ein klar strukturiertes Inhaltsverzeichnis sowie ein ausführliches Sachwortverzeichnis mit englischer Übersetzung lassen schnell zu einzelnen Sachverhalten oder Begriffen die entsprechenden Seiten finden.

Das „**Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik**“ ist als umfangreiches Nachschlagewerk für Schülerinnen, Schüler und Auszubildende in der **Berufsschule**, in der **Berufsfachschule** und im **Berufskolleg** sowie in der **betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Außerdem eignet es sich in der **Meisterschule, Technikerschule** und den **Akademien für handwerkliche Berufe**, um weiterführende Aufgaben im Beruf, beim Studium oder aber auch auf Baustellen lösen zu können.

Wir hoffen, dass sich dieses Tabellenbuch für unsere Leser bald zu einem wichtigen Arbeitsmittel in Unterricht und Praxis entwickeln wird, und würden uns freuen, von Ihnen Hinweise auf Fehler und Verbesserungsvorschläge unter der E-Mail-Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de zu erhalten.

In der **dritten Auflage** sind die inzwischen erschienenen Normänderungen bis Herbst 2015 berücksichtigt. Abbildungen wurden aktualisiert und Textstellen aufgrund von Leserhinweisen geändert oder ergänzt. Sämtliche Rechenbeispiele sind entfallen, lediglich einige Ablesebeispiele wurden zur Verdeutlichung beim Umgang mit Diagrammen und Tabellen beibehalten.

Neu und inhaltlich ergänzt wurden die Kapitel: – Umwelttechnik, – Wohnraumlüftung, – Energieeinspargesetz und erneuerbare Energien.

Frühjahr 2016

Die Autoren des Arbeitskreises

**Grundlagen Mathematik,
Geometrie und Chemie**
15 ... 46

G

**Mechanik der
festen Körper,
Flüssigkeiten und Gase**
47 ... 85

M

**Technische
Kommunikation**
86 ... 107

K

**Werkstoffkunde /
Fertigungs- und
Montagetechnik**
108 ... 145

**W
F
M**

Betriebswirtschaftslehre
146 ... 163

B

**Elektrotechnik /
Messen / Steuern / Regeln**
164 ... 202

E

**Sanitär-, Heizungs-
und Klimatechnik**
203 ... 511

**S
H
K**

**Erneuerbare Energien /
Umweltechnik**
512 ... 540

**EE
U**

G

M

K

**W
F
M**

B

E

**S
H
K**

**EE
U**

G

| | |
|--|-----------|
| Grundlagen Mathematik, Geometrie und Chemie | 15 |
| Allgemeine Grundlagen | 15 |
| Normung | 15 |
| Ebenen der Normung | 15 |
| Griechisches Alphabet | 16 |
| Römische Zahlzeichen | 16 |
| Mathematische Zeichen | 16 |
| Basisgrößen und Basiseinheiten | 17 |
| Formelzeichen, Größen und Einheiten | 17 |
| Indizes | 20 |
| Britische und US-Einheiten | 20 |
| Interpolieren | 20 |
| Schaubilder, Diagramme und Tabellen | 21 |
| Allgemeine Mathematik | 23 |
| Grundrechenarten | 23 |
| Strichrechnung | 23 |
| Multiplikation | 23 |
| Division | 24 |
| Bruchrechnung | 24 |
| Potenziieren | 26 |
| Radizieren (Wurzelziehen) | 27 |
| Logarithmen | 27 |
| Binomische Formeln | 27 |
| Gleichungen | 28 |
| Prozentrechnung | 30 |
| Zinsrechnung | 30 |
| Dreisatzrechnung | 30 |
| Runden | 30 |
| Rechnen mit dem Taschenrechner | 31 |
| Technische Mathematik | 32 |
| Flächenberechnung | 32 |
| Körperberechnung | 33 |
| Masse und Dichte | 35 |
| Dichte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen | 35 |
| Dichte und spez. Volumen von Wasser | 36 |
| Berechnung der Masse bei Halbzeugen | 37 |
| Masse bei Halbzeugen | 37 |
| Längenbezogene Masse | 37 |
| Flächenbezogene Masse | 37 |
| Berechnung elementarer Rohrdaten | 37 |
| Gestreckte Längen | 38 |
| Zusammengesetzte Längen und Flächen | 38 |
| Teilung von Längen (Gitterteilung) | 38 |
| Teilung auf dem Lochkreis | 38 |
| Geometrie | 39 |
| Winkelarten | 39 |
| Winkel an geschnittenen Parallelen | 39 |
| Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechteckigen Dreieck | 39 |
| Lehrsatz des Pythagoras | 40 |
| Lehrsatz des Euklid | 40 |
| Höhensatz | 40 |
| Winkelfunktionen | 41 |
| Trigonometrie des rechtwinkeligen Dreiecks | 41 |
| Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens | 41 |
| Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel > 360 ° | 41 |

M

| | |
|---|-----------|
| Grundbegriffe aus der Chemie | 42 |
| Bereiche der Chemie | 42 |
| Aufbau chemischer Elemente | 42 |
| Periodensystem der Elemente | 43 |
| Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen | 44 |
| Chemische Reaktionen | 45 |
| Chemische Bindungen | 46 |
| Mechanik der festen Körper, Flüssigkeiten und Gase | 47 |
| Mechanik der festen Körper | 47 |
| Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem | 47 |
| Hebelgesetz und Drehmoment (Kraftmoment) | 48 |
| Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung | 48 |
| Gleichförmige kreisförmige Bewegung | 49 |
| Dynamisches Grundgesetz | 49 |
| Kraft und Gewichtskraft | 49 |
| Mechanische Arbeit und mechanische Energie | 49 |
| Mechanische Leistung und Wirkungsgrad | 50 |
| Mechanik der Flüssigkeiten und Gase | 51 |
| Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten | 51 |
| Aerostatischer Druck | 51 |
| Druckkraft auf Flächen | 52 |
| Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen | 52 |
| Saugwirkung | 53 |
| Steigung und Gefälle von Rohrleitungen | 53 |
| Kontinuitätsgleichung (Durchflussgleichung) inkompressibler Fluide | 53 |
| Massenstrom | 53 |
| Volumenstrom | 53 |
| Energiegleichung (Bernoulli) ohne Reibungsverluste | 54 |
| Statischer Druck, statische Höhe | 54 |
| Geodätischer Druck, geodätische Höhe | 54 |
| Geschwindigkeitsdruck, Geschwindigkeitshöhe | 54 |
| Druckgleichung, Druckhöhengleichung | 54 |
| Venturiprinzip | 55 |
| Viskosität | 55 |
| Druckverluste in geraden Rohren und Kanälen | 57 |
| Druckverluste in Rohrleitungssystemen | 58 |
| Wärmelehre | 60 |
| Temperatur, Temperaturdifferenz | 60 |
| Absoluter Nullpunkt, absolute Temperatur | 60 |
| Kelvin, Celsius, Fahrenheit | 60 |
| Wärmeausdehnung fester und flüssiger Stoffe | 60 |
| Längenänderung, Volumenänderung | 60 |
| Volumenänderung von Gasen | 61 |
| Wärmemenge bei Temperaturänderung | 61 |
| Spezifische Wärmekapazität | 61 |
| Wärmeleistung | 62 |
| Wassermischung | 62 |
| Mischungsregel, Mischungstemperatur | 62 |
| Mischungskreuz | 63 |
| Schmelzen und Erstarren | 63 |
| Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren | 64 |
| Wobbe-Index bei Gasen | 64 |
| Geräteleistung und Wirkungsgrad | 64 |
| Brennwert und Heizwert | 65 |
| Gasgesetze | 66 |
| Gesetz von Boyle-Mariotte | 66 |

K

W
F
M

B

E

S
H
KEE
U

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 1. und 2. Gesetz von Gay-Lussac | 66 | Maßeintragung und Schnittverlauf | 97 |
| Vereinigtes Gasgesetz | 66 | Darstellung von Treppen | 98 |
| Anschlusswert, Einstellwert und Düsendruck | 66 | Darstellung von Türen | 98 |
| Wärmestrahlung | 67 | Darstellung angehängter Decken | 98 |
| Wärmestrom | 68 | Abkürzungen in Bauzeichnungen | 99 |
| Wärmeleitung | 68 | Darstellung von Schlitzen und Aussparungen | 99 |
| Wärmeübergang | 68 | Maße für Schlitze und Aussparungen | 99 |
| Stoffwerte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen | 69 | Sinnbilder 100 | |
| Bauphysik 71 | | Zeichnen von Sinnbildern | 100 |
| Feuchtigkeitsschutz | 71 | Sinnbilder Trinkwasserinstallation | 100 |
| Schwitzwasserbildung | 71 | Sanitäre Ausstattungsgegenstände | 103 |
| Schallschutz | 74 | Abwassertechnik | 103 |
| Schalldruck | 75 | Gastechnik | 104 |
| Hörschwellendruck und Schmerzwelle | 75 | Heizungstechnik | 104 |
| Schalldruckpegel, Schallleistungspegel | 75 | Lüftungs- und Klimatechnik | 105 |
| Lautstärkepegel | 76 | Steuerungs- und Regeleinrichtungen | 106 |
| Schallbewertung | 77 | Elektrotechnik | 106 |
| Gesamtschalldruck | 77 | Darstellung von Schweiß- und Lotnähten | 107 |
| Reflexion, Absorption, Dissipation, Transmission | 78 | | |
| Schallschutzmaßnahmen | 78 | | |
| Schalldämpfung und Schalldämmung | 78 | | |
| Brandschutz | 79 | | |
| Baustoffklassen | 79 | | |
| Widerstandsklassen nach DIN 4102 | 80 | | |
| Korrosionsschutz | 81 | | |
| Korrosionsarten und ihre Erscheinungsformen | 81 | | |
| Elektrochemische Spannungsreihe | 81 | | |
| Korrosionsschutz – Übersicht | 81 | | |
| Festigkeitslehre und Statik 82 | | | |
| Zugspannung | 82 | | |
| Druckspannung | 82 | | |
| Scherspannung | 82 | | |
| Dehnung und Verlängerung | 82 | | |
| Elastizitätsmodul | 82 | | |
| Torsion | 83 | | |
| Biegung | 83 | | |
| Belastungsfälle | 83 | | |
| Grenzspannung | 84 | | |
| Gleichmäßig verteilte Nutzlasten | 85 | | |
| Technische Kommunikation 86 | | | |
| Grundlagen der Technischen Zeichnung 86 | | | |
| Normschrift | 86 | | |
| Papierformate | 86 | | |
| Maßstäbe | 86 | | |
| Geometrische Grundkonstruktionen | 87 | | |
| Linienarten | 88 | | |
| Isometrische Projektion und besondere Darstellungen | 89 | | |
| Normalprojektionen | 89 | | |
| Axonometrische Projektionen | 89 | | |
| Darstellungsregeln | 90 | | |
| Schnittdarstellungen | 91 | | |
| Maßeintragung | 92 | | |
| Abwicklung von Körpern | 94 | | |
| Bauzeichnungen 95 | | | |
| Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe | 95 | | |
| Ansichten und Schnitte | 95 | | |
| Kennzeichnung von Schnittflächen | 96 | | |
| Linienarten in Bauzeichnungen | 96 | | |
| Maßeintragung und Schnittverlauf | 97 | | |
| Darstellung von Treppen | 98 | | |
| Darstellung von Türen | 98 | | |
| Darstellung angehängter Decken | 98 | | |
| Abkürzungen in Bauzeichnungen | 99 | | |
| Darstellung von Schlitzen und Aussparungen | 99 | | |
| Maße für Schlitze und Aussparungen | 99 | | |
| Sinnbilder 100 | | | |
| Zeichnen von Sinnbildern | 100 | | |
| Sinnbilder Trinkwasserinstallation | 100 | | |
| Sanitäre Ausstattungsgegenstände | 103 | | |
| Abwassertechnik | 103 | | |
| Gastechnik | 104 | | |
| Heizungstechnik | 104 | | |
| Lüftungs- und Klimatechnik | 105 | | |
| Steuerungs- und Regeleinrichtungen | 106 | | |
| Elektrotechnik | 106 | | |
| Darstellung von Schweiß- und Lotnähten | 107 | | |
| Werkstoffkunde 108 | | | |
| Grundlagen der Werkstoffkunde 108 | | | |
| Einteilung der Werkstoffe | 108 | | |
| Von Feinstruktur zur Grobstruktur und zum Gefüge | 109 | | |
| Zweistofflegierungen und Zustandsschaubilder | 110 | | |
| Legierungsmetalle und nichtmetallische Legierungselemente | 111 | | |
| Technische Werkstoffe 112 | | | |
| Eisenwerkstoffe | 112 | | |
| Eisen-Gusswerkstoffe | 112 | | |
| Einteilung von Gusseisen | 113 | | |
| Stahl | 114 | | |
| Einteilung der Stähle | 114 | | |
| Stahlbezeichnungen | 115 | | |
| Kupfer – Eigenschaften | 116 | | |
| Kupfer und Kupferlegierungen | 117 | | |
| Aluminium und Aluminiumlegierungen | 118 | | |
| Kunststoffe | 119 | | |
| Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe | 121 | | |
| Arbeitshilfen und Literatur zur Werkstoffkunde | 121 | | |
| Fertigungs- und Montagetechnik 122 | | | |
| Prüfen, Messen, Lehren | 122 | | |
| Längen- und Formprüfmittel | 122 | | |
| Richtungsprüfmittel | 122 | | |
| Fertigungsverfahren 123 | | | |
| Einteilung der Fertigungsverfahren | 123 | | |
| Sägen | 123 | | |
| Bohren | 124 | | |
| Schnittgeschwindigkeit beim Bohren | 124 | | |
| Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm | 125 | | |
| Hauptnutzungszeit und Vorschubweg | 125 | | |
| Schleifen | 126 | | |
| Thermisches Trennen | 127 | | |
| Fügeverbindungen | 127 | | |
| Gewinde 128 | | | |
| Whitworth-Rohrgewinde | 128 | | |
| Metriche ISO-Gewinde | 129 | | |
| Schrauben und Muttern 130 | | | |
| Schraubenbezeichnung | 130 | | |
| Festigkeitsklassen von Schrauben | 130 | | |

5

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

E

U

G

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Festigkeitsklassen von Muttern | 130 |
| Muttern – Übersicht | 130 |
| Schrauben – Übersicht | 131 |

| | |
|--|--|
| Unterlegscheiben / Pressverbindungen 133 | |
|--|--|

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Löten 134 | |
| Lötverbindungen | 134 |
| Weichlöten, Flussmittel, Lote | 134 |
| Hartlöten, Flussmittel, Lote | 135 |

| | |
|--|-----|
| Schweißen 135 | |
| Übersicht über Schweißverfahren | 135 |
| Gasschmelzschweißen | 136 |
| Kennzeichnung von Druckgasflaschen | 136 |
| Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen | 136 |
| Metallschutzgasschweißen | 137 |
| Drahtelektroden, Schutzgase | 137 |

| | |
|---|-----|
| Kleben 138 | |
| Befestigungselemente 139 | |
| Dübel | 139 |
| Rohrbefestigungselemente | 141 |
| Rohrschellen | 144 |
| Befestigungsabstände für Rohrschellen | 145 |

| | |
|--|--|
| Betriebswirtschaftslehre 146 | |
| Betriebswirtschaftslehre – Übersicht 146 | |

| | |
|---|-----|
| Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb | 146 |
| Einflussfaktoren des Umfeldes | 146 |
| Material- und Finanzmittelfluss | 146 |

| | |
|--|-----|
| Materialbeschaffung in SHK-Betrieb 147 | |
| Ablauf der Materialbeschaffung | 147 |
| Beschaffungsmarkt erkunden und | |

| | |
|--|-----|
| Lieferanten finden | 147 |
| Bezugspreise berechnen | 147 |
| Nicht geldbezogene Faktoren | 147 |
| Nutzwertanalyse | 147 |
| Kaufvertrag | 148 |
| Leistungsstörungen aus Verträgen | 148 |

| | |
|--|-----|
| Leistungserstellung im SHK-Betrieb 149 | |
| Kundenauftrag im SHK-Betrieb | 149 |
| Ablauf der Leistungserstellung | 149 |
| Kundenkontakte | 149 |
| Phasen der Leistungserstellung | 150 |

| | |
|--|-----|
| Marktforschung, Marketing und Vertrieb 151 | |
| Grundbegriffe | 151 |
| Unterprozesse der Marktforschung | 151 |
| Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel) | 151 |

| | |
|---|-----|
| Marktprognose im SHK-Betrieb | 151 |
| Instrumente des Marketings im SHK-Betrieb | 152 |
| Produkt-/Sortimentsanalyse | 152 |
| Begriffe der Sortimentspolitik | 152 |
| Produktlebenszyklus | 152 |
| Produktelimination | 152 |

| | |
|--|-----|
| Service im SHK-Betrieb | 152 |
| Kommunikationspolitik: Arten der Werbung | 153 |
| Regeln für Werbung | 153 |
| Ablauf einer Werbemaßnahme | 153 |
| Preis- und Konditionenpolitik | 153 |

| | |
|--|-----|
| Distributionspolitik | 153 |
| Leitung und Verwaltung im SHK-Handwerk 154 | |
| Rechtsformen | 154 |
| Organisation im SHK-Handwerk | 154 |

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

| | |
|--|-----|
| Aufbauorganisation im SHK-Handwerk | 154 |
| Ablauorganisation und Einsatzplanung | 155 |
| Projektmanagement | 155 |
| Qualitätsmanagement | 155 |
| Qualitätssicherungssysteme | 155 |

| | |
|--|-----|
| Buchführung im SHK-Betrieb 156 | |
| Überblick | 156 |
| Randbedingungen der Buchführung | 156 |
| Klassifizieren von Belegen | 156 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Bearbeitung von Buchungsbelegen | 156 |
| Belegnummernsystem | 156 |
| Kontenrahmen | 157 |
| Bilanz | 157 |
| Gewinn- und Verlustrechnung | 157 |

| | |
|--|-----|
| Kostenrechnung und Kalkulation 158 | |
| Begriffe und Abgrenzungen | 158 |
| Teilgebiete der Kostenrechnung | 158 |
| Betriebsabrechnungsbogen (BAB) | 159 |

| | |
|--|-----|
| Kalkulation im SHK-Betrieb - Übersicht | 159 |
| Lohngruppen und Stundenlohn | 159 |
| Zusammensetzung von Personalkosten | 159 |
| Zuschlagskalkulation | 160 |
| Stundenverrechnungssatz | 160 |
| Einheitspreiskalkulation | 160 |

| | |
|--|-----|
| Controlling 161 | |
| Controlling im SHK-Betrieb | 161 |
| Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit | 161 |
| Kennzahlen der Kosten- und Leistungsstruktur | 161 |
| Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität | 161 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| Bauvertragsrecht 162 | |
| Vertragsarten | 162 |
| Werkvertrag und VOB | 162 |

| | |
|--|--|
| Elektrotechnik / Messen / Steuern und Regeln 164 | |
| Elektrotechnik 164 | |

| | |
|--|-----|
| Bestandteile eines Stromkreises | 164 |
| Ohm'sches Gesetz | 164 |
| Elektrisches Feld | 164 |
| Spezifischer Widerstand | 165 |
| Temperaturabhängiger Widerstand | 165 |
| Kirchhoff'sche Gesetze | 165 |
| Magnetisches Feld | 165 |
| Stern-Dreieck-Umwandlung | 166 |
| Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen | 166 |
| Strom- und Spannungsarten | 167 |
| Strom- und Spannungsformen | 167 |
| Arithmetischer Mittelwert | 167 |
| Quadratischer Mittelwert | 167 |
| Elektrische Leistung | 168 |
| Elektrische Arbeit | 168 |
| Elektrischer Wirkungsgrad | 168 |
| Stromversorgungssysteme | 169 |
| Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik | 170 |
| Wirkung des Stromes | 170 |
| Schutzzarten | 171 |
| Schutz gegen elektrischen Schlag | 171 |
| Reststromgerät RCD | 171 |
| Überwachung mit RCM | 171 |
| Überwachungsrelais | 171 |
| Spannungsebenen | 172 |

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|--|------------|---|------------|
| Spannungsfrei schalten | 172 | Digitale Regler | 196 |
| Überstromschutzeinrichtungen | 172 | Unstetige Regler | 197 |
| Schutzklassen | 172 | Fuzzy- Regler | 197 |
| Hausanschlussraum | 173 | Regelstrecken | 198 |
| Installationszonen | 173 | PC-Schnittstellen | 199 |
| Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen | 173 | Zahlensysteme | 200 |
| Kennzeichnung von Leitungen | 174 | Digitalcodes | 200 |
| Verlegung von Leitungen | 175 | Logische Grundschaltungen | 201 |
| Verlegungsarten | 175 | AD-Wandler | 201 |
| Mindestquerschnitte Kupferadern | 175 | DA-Wandler | 201 |
| Leitungen | 175 | Bussysteme | 202 |
| Aderkennzeichnung | 175 | Leitechnikelementen | 202 |
| Schaltpläne in der Elektrotechnik | 176 | Gebäudeautomation | 202 |
| Kurzbezeichnung elektrischer Betriebsmittel | 177 | | |
| Stecksysteme | 178 | Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik | 203 |
| Installationsschaltungen | 179 | Sanitärtechnik | 203 |
| Schützschaltungen | 179 | Trinkwassertechnik | 203 |
| Transformator | 180 | Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft | 203 |
| Wechselrichter | 180 | Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften) | 204 |
| Frequenzumrichter | 180 | Zentrale Trinkwasserversorgung | 204 |
| Leistungssteuerung | 180 | Wasserhärte | 205 |
| Elektromotoren | 181 | Trinkwasseraufbereitung | 205 |
| Leistungsschild | 181 | Trinkwasserbehandlungsverfahren | 206 |
| Gleichstrommotor | 181 | Nicht rückspülbare mechanische Filter | 206 |
| Einphasen-Wechselstrommotor | 181 | Rückspülbare mechanische Filter | 206 |
| Drehstrommotor | 181 | Aktivkohlefilter | 207 |
| Bauteile der Elektronik | 182 | Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren | 207 |
| Kondensator | 182 | Mineralstoff-Dosiergeräte | 207 |
| Diode | 182 | Physikalische Wasserbehandlung | 208 |
| LDR | 182 | Umkehrosmose-Anlagen | 208 |
| PTC, NTC | 182 | UV-Entkeimungsanlage | 208 |
| Farbcodes für Widerstände | 182 | Trinkwasserinstallation | 209 |
| Messen | 183 | Trinkwasser-Versorgungsanlage | 209 |
| Schreibweise von Messwerten | 183 | Trinkwasseranschluss | |
| Messfehler | 183 | Einzel- und Mehrpartenhouseinführung | 209 |
| Begriffe der Messtechnik | 183 | Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler) | 209 |
| Gegenüberstellung analoger und digitaler Messgeräte | 184 | Großwasserzähler (Woltmann-Zähler) | 210 |
| Analoge Anzeige | 184 | Druckminderer | 210 |
| Digitale Anzeige | 184 | Filterkombinationen | 211 |
| Duspol | 184 | Absperrarmaturen | 211 |
| Skalensymbole | 185 | Außenarmaturen | 211 |
| Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument) | 185 | Ventile | 211 |
| Messtechnik – Anwendungen | 186 | Schieber | 211 |
| Messprotokolle erstellen | 186 | Kugelhähne | 211 |
| Aufnahme von Kennlinien | 186 | Durchflussdiagramme für Ventile | 213 |
| Prüfungen elektrischer Anlagen | 187 | Unterputzarmaturen | 213 |
| Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702 | 188 | Eckregulierventile, Kombieckventile | 213 |
| Prüfprotokoll und Heizkurvenschar | 189 | Auslaufarmaturen | 214 |
| Temperaturmessung | 190 | Unterputzeinbaukörper für Wannenbatterien | 215 |
| Druckmessung | 191 | Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717 | 216 |
| Durchflussmessung | 192 | Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich | 216 |
| Füllstandsmessung | 193 | Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern | 216 |
| Feuchtemessung | 194 | Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien | 217 |
| Drehzahlmessung | 194 | Darstellung von Sicherungseinrichtungen | 217 |
| Lichtstärkenmessung | 194 | Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen | 218 |
| Gasanalyse (O_2 -Gehalt) | 194 | Sicherungseinrichtungen | 220 |
| Steuern und Regeln | 195 | Freier Auslauf | 220 |
| Begriffe der Regelungstechnik | 195 | Systemtrenner | 220 |
| Steuern, Regeln – Definition | 195 | Rohrunterbrecher A1 | 220 |
| Regler | 196 | | |
| Stetige Regler | 196 | | |

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Inhaltsverzeichnis

| | | | | |
|----------|--|-----|--|-----|
| G | Rohrunterbrecher A2 | 220 | Auswahl des Wassererwärmers | 254 |
| | Rohrtrenner EA1, Rohrtrenner EA2, Rohrtrenner EA3 | 221 | Zirkulation, Begleitheizung | 255 |
| | Rückflussverhinderer | 222 | Ziele Arbeitsblatt DVGW W551, W553 | 255 |
| | Rohrbelüfter (Bauform C) | 222 | Kurzverfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553 | 255 |
| | Sicherungskombination | 222 | Vereinfachtes Verfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553 | 255 |
| | Inspektions- und Wartungsplan | 223 | Zirkulationspumpen | 256 |
| | Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik | 223 | Begleitheizung, Inliner-System | 257 |
| | Rohre aus unlegiertem Stahl | 224 | Elektrische Begleitheizung | 257 |
| | Tempergussfittings | 224 | Anschlussarten von Trinkwassererwärmern | 258 |
| | Edelstahl-Rohre, Pressfittings | 226 | Vorgeschriebene Armaturen in der Kaltwasserleitung vor TWE | 259 |
| | Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen | 228 | Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmern | 259 |
| | Löt fittings für Kupferrohre | 228 | Membran-Druckausdehnungsgefäße für Trinkwasser | 260 |
| | Kupfer Pressfittings | 231 | Schutz des Trinkwassers vor Legionellen | 260 |
| | Rohrkenngrößen, Kunststoff | 232 | Wärmedämmung von Trinkwarmwasserleitungen | 262 |
| | PVC-C-Rohre, Fittings | 232 | Feuerlösch- und Brandschutzanlagen | 264 |
| | Metallverbundrohre, Fittings | 234 | Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel | 264 |
| | Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen | 235 | Feuerlösch- und Brandschutzanlagen | 264 |
| | Spülen von Trinkwasserleitungen | 235 | Löschwasserverteilsysteme | 264 |
| M | Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen | 236 | Schmelzlot- und Glasfasssprinkler | 265 |
| | Verfahrensablauf zur Dimensionierung DIN EN 806-3 oder 1988-300 | 236 | Funktionsschema einer Sprinkleranlage | 265 |
| | Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-3 | 237 | Verhalten im Brandfall, Brandschutzordnung A | 265 |
| | Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3 | 238 | Sanitäre Einrichtungen | 266 |
| | Berechnungen nach DIN 1988-300 | 238 | Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume | 266 |
| | Berechnungsdurchflüsse | 239 | Seitliche Abstände von Stellflächen in Bädern und WC-Räumen | 266 |
| | Summdurchfluss | 239 | Bewegungsflächen | 267 |
| | Spitzendurchfluss | 240 | Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen | 268 |
| | Verfügbare Druckdifferenz für Rohreibung und Einzelwiderstände | 241 | Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche Gebäude | 268 |
| | Verfügbares Rohreibungsdrukgefälle, rechnerische Fließgeschwindigkeit | 241 | Werkstoffe für Sanitärgegenstände | 269 |
| | Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelleitungen | 242 | Farbtöne von Sanitärobjekten | 269 |
| | Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern | 243 | Farb- und Raumgestaltung von Bädern | 270 |
| | Richtwerte für Druckverluste in Einzelleitungen | 243 | Maße, Montagemaße sanitärer Einrichtungsgegenstände | 271 |
| | Zirkulationsleitungsberechnung | 243 | Waschtische | 271 |
| | Rohreibungsdrukgefälle Gewindeoehr | 244 | Badewannen | 271 |
| | Rohreibungsdrukgefälle nichtrostender Stähle | 245 | Duschwannen | 272 |
| | Rohreibungsdrukgefälle Kupferrohr | 246 | Sitzwaschbecken | 272 |
| | Rohreibungsdrukgefälle PVC-U-Rohr | 247 | Klosettanlagen | 273 |
| | Rohreibungsdrukgefälle Verbundrohr | 248 | Fliesengerechte Installation | 274 |
| | Druckverluste aus Einzelwiderständen | 248 | Elastische Fugen in Sanitärräumen | 274 |
| | Grafische Symbole und Richtwerte für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen | 249 | Barrierefreie Installation | 275 |
| | Druckerhöhungsanlagen | 250 | Abwasser- und Abscheideanlagen | 276 |
| | Ausführungsarten von Druckerhöhungsanlagen | 250 | Arten von Abwässern, Schmutz- und Regenwasser | 276 |
| | Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf verschiedener Gebäudetypen | 251 | Normen | 276 |
| | Maximaler Förderstrom | 251 | Systemübersicht | 276 |
| | Auslegung einer Druckerhöhungsanlage (DEA) | 251 | Schutz vor Überflutung | 276 |
| | Druckwasserbehälter | 251 | Füllungsgrad, Gefälle | 277 |
| | Trinkwassererwärmungsanlagen | 252 | Verlegerichtlinien liegender Leitungen innerhalb von Gebäuden | 277 |
| | Ermittlung des Wärmebedarfs | 252 | Verlegerichtlinien Fallleitungen | 278 |
| | Ermittlung der Bedarfeskennzahl N | 252 | Richtungsänderungen von Schmutzwasserfallleitungen | 278 |
| | Zapfstellenbedarf je Wohnung | 253 | Mehrach verzogene Fallleitungen (Terrassenhäuser) | 280 |
| | Sanitäre Ausstattung der Wohnung | 253 | Lüftungsarten und Verlegeregeln | 280 |
| | Statistischer Warmwasserbedarf | 253 | | |
| | Warmwasserbedarf im Haushalt | 253 | | |
| | Speicherwassererwärmer, indirekt beheizt | 254 | | |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|-----|--|
| Dimensionierung von Lüftungsleitungen | 281 | |
| Rückstausicherungen | 281 | |
| Rückstauverschluss | 282 | |
| Hebeanlage mit Rücktauschleife | 282 | |
| Sinkstoffabscheider, Leichtflüssigkeits-abscheider, Fettabscheider | 283 | |
| Abwasserkanäle und Formstücke (PVC-U) | 284 | |
| Rohre und Formstücke HT | 285 | |
| Rohre und Formstücke PE-HD | 286 | |
| Schallgedämmte Abwasserrohre und Formstücke | 288 | |
| Bodenabläufe, Geruchverschlüsse | 290 | |
| Prüfen von Freispiegelleitungen | 291 | |
| Inspektions- und Wartungsmaßnahmen | 292 | |
| Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen 293 | | |
| Schmutzwasserabfluss, Anschlusswerte und Nennweite von Einzelanschlussleitungen | 293 | |
| Abflusskennzahlen | 294 | |
| Gesamtschmutzwasserabfluss | 294 | |
| Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite | 294 | |
| Anwendungsgrenzen bei Einzelanschlussleitungen | 294 | |
| Minimale Luftmenge für Belüftungsventile in Anschlussleitungen | 294 | |
| Bemessung von Sammelanschlussleitungen | 295 | |
| Anwendungsgrenzen für unbelüftete Sammelaanschlussleitungen | 295 | |
| Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite für Fallleitungen | 295 | |
| Bemessung von Sammel- und Grundleitungen | 296 | |
| Anwendungsgrenzen bei Sammel- und Grundleitungen | 297 | |
| Regenwassernutzung 298 | | |
| Möglichkeiten der Regenwassernutzung | 298 | |
| Rechtliche Rahmenbedingungen | 298 | |
| Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage | 298 | |
| Abflussbeiwerte verschiedener Dächer | 298 | |
| Regenmengen | 299 | |
| Regenwasserertrag | 299 | |
| Betriebswasserbedarf je Person und Tag | 299 | |
| Tankgröße | 299 | |
| Regenwasserspeicher | 300 | |
| Tankarten | 300 | |
| Belastbarkeitsklassen | 300 | |
| Trinkwassernachspeisung | 300 | |
| Filter (Zulauf zum Speicher) | 300 | |
| Leitungssystem | 301 | |
| Kennzeichnung und Sicherheitseinrichtungen | 301 | |
| Inspektions- und Wartungsintervalle | 301 | |
| Schall- und Brandschutz in der Installations-technik 302 | | |
| Schallschutz | 302 | |
| Schallschutztufen | 302 | |
| Schallschutzmaßnahmen | 302 | |
| Schallschutzklassen im Wohnungsbau | 303 | |
| Brandschutz | 304 | |
| Gebäudeklassen | 304 | |
| Feuerwiderstandsklassen | 304 | |
| Teilabnahme der Leitungen | 305 | |
| Dokumentation der Abnahme | 305 | |
| Gas- und Abgastechnik 306 | | |
| Gastechnik 306 | | |
| Aufbau von Erdgasanlagen | 306 | |
| Ermittlung der Rohrdurchmesser in Gasanlagen | 306 | |
| Auswahl Strömungswächter | 306 | |
| Auswahl Balgengaszähler | 306 | |
| Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren | 307 | |
| Rohrdruckgefälle von Stahlrohren | 307 | |
| Längenzuschlag für Formteile in metallene Leitungen | 308 | |
| Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE | 308 | |
| Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Verbrauchs- und Verteilungsleitungen (Streckenbelastung \hat{Q}_{SB}) | 309 | |
| Druckverluste für Gasströmungswächter | 309 | |
| Druckverluste für Balgengaszähler | 309 | |
| Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen | 309 | |
| Rohrdruckgefälle von Stahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen | 310 | |
| Zusatz – GS K | 310 | |
| Druckverluste für Absperreinrichtungen – Einzelzuleitungen und Abzweigleitungen | 310 | |
| Druckverluste für Absperreinrichtungen – Verbrauchs- und Verteilungsleitungen | 311 | |
| Längenzuschlag für Formteile | 311 | |
| Längenabgleich Gasströmungswächter | 312 | |
| Berechnungsgang zur Rohrleitungsbemessung | 313 | |
| Rohrleitungs durchmesser im Diagramm-verfahren | 314 | |
| Gaszähler, Abmessungen | 317 | |
| Gas-Kugelhahn, Eckform | 317 | |
| Gas-Kugelhahn-Durchgang | 317 | |
| Thermisch auslösende Absperreinrichtung | 317 | |
| Gas-Strömungswächter | 318 | |
| Auswahl von Strömungswächtern | 318 | |
| Rohr-/Verbindungsstücke für Gasleitungen | 319 | |
| Rohrverbindungen für Gasleitungen | 319 | |
| Rohrverbindungsarten, Beispiele | 320 | |
| Dichtungsmaterialien für Gasleitungen | 320 | |
| Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen | 320 | |
| Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen | 321 | |
| Gasleckmengen | 321 | |
| Inbetriebnahme von Gasleitungen | 322 | |
| Abnahmeprotokoll | 322 | |
| Aufbau von Flüssiggasanlagen | 323 | |
| Aufstellrichtlinien – Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter in Gebäuden | 323 | |
| Flüssiggaslagerung – Ortsfeste Flüssiggasbehälter im Freien | 324 | |
| Druckregelgeräte für Flüssiggasanlagen | 325 | |
| Inhalt von ortsbeweglichen Flüssiggasbehältern | 325 | |
| Explosionsgefährdete Bereiche | 325 | |
| Anforderungen an Aufstellung von Flüssiggastanks | 326 | |
| Abstände zu Brandlasten | 326 | |
| Druckregelgeräte in Flüssiggasanlagen | 326 | |
| Rohre für Flüssiggasleitungen | 327 | |
| Rohrverbindungen für Flüssiggasleitungen | 327 | |
| Rohre für Innenleitungen | 327 | |

| | | |
|---|---|-----|
| G | Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasanlagen | 328 |
| | Rohrweitenbestimmung von Flüssiggasleitungen, Diagrammverfahren | 328 |
| | Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar | 328 |
| | Einzelzuleitungen Kupfer-/Edelstahlrohr | 328 |
| | Einzelzuleitungen Präzisionstahlrohr | 329 |
| | Mitteldruckleitungen $\Delta p > 100$ mbar | 329 |
| | Kupfer-/Edelstahlrohr | 329 |
| | Präzisionsstahlrohr | 329 |
| | Niederdruckleitungen, Tabellenverfahren | 330 |
| | Druckverluste für Gasströmungswächter | 330 |
| | Druckverluste für Gaszähler | 330 |
| | Druckverluste für Absperrarmaturen | 330 |
| | Druckverluste für Gerätanschlussarmaturen | 331 |
| | Druckverluste für Rohrleitungen | 331 |
| | Gasgeräte nach Luft- und Abgasführung | 332 |
| | Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung von Gasgeräten | 333 |
| | Aufstellbedingungen für Gasgeräte | 333 |
| | Kennzeichnung von Gasgeräten | 334 |
| | Geräteschild nach Gasgeräterichtlinie | 334 |
| | Aufschlüsselung Ländercode | 334 |
| | Aufschlüsselung Jahreszahl | 334 |
| | Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten | 334 |
| | Verbrennungsluftverbund | 335 |
| | Anrechenbare Nennleistung | 335 |
| K | Abgastechnik | 338 |
| | Abgas-Verbindungsstücke und Material | 336 |
| | Abgasführung über Dach | 336 |
| | Mündungen in der Fassade | 337 |
| | Heizungstechnik | 338 |
| | Allgemeine Grundlagen | 338 |
| | Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten | 338 |
| | Kennzeichen von Heizungsanlagen | 339 |
| | Heizungsarten | 340 |
| | Richtlinien zum Immissionssschutz | 341 |
| | Grenzwerte Feuerungsanlage fester Brennstoffe | 342 |
| | Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger | 342 |
| | Aufstell- und Heizraum | 343 |
| | Verbrennungsluftleitungen für Heizräume | 344 |
| | Abluftquerschnitt bei Heizräumen | 344 |
| | Brennstofflagerräume | 344 |
| | Bestandteile, Angebot und Abnahme einer Heizungsanlage | 345 |
| | Wirtschaftlichkeit und Kosten einer Heizungsanlage | 346 |
| | Heizkostenverordnung | 347 |
| | Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten und Verbrauchskosten | 348 |
| | Vollkosten für Heizungs- und Warmwassersystem | 349 |
| | Jährliche Energiekosten von Heizungs- und TWW-Anlage | 350 |
| | Zusammensetzung der Heizkosten bei Zentralheizungen | 353 |
| | Verbrauchsabhängige Kosten | 353 |
| | Wärmemengenzähler | 353 |
| | Verbrennung | 354 |
| | Verluste und Wirkungsgrade | 354 |
| | Nutzungsgrade | 354 |
| | Norm-Heizlast | 355 |
| | Prozess zur Berechnung der Norm-Heizlast | 355 |
| | Grundlagen zur Heizlastberechnung | 356 |
| | Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf | 357 |
| | Wärmeübertragung | 357 |
| | Wärmedurchgangskoeffizient (U -Wert) | 357 |
| | Wärmeleitfähigkeit | 358 |
| | Wärmedurchlasswiderstand | 359 |
| | Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren | 360 |
| | Berechnung der Norm-Heizlast | 361 |
| | Norm-Außentemperaturen | 366 |
| | Klimazonen und Jahresmittel-Außentemperaturen | 367 |
| | Norm-Innentemperaturen | 367 |
| | Luftwechselzahlen | 368 |
| | Höhenkorrekturfaktor | 368 |
| | Innentemperaturabfall bei Altbauten | 368 |
| | Wiederaufheizfaktoren | 369 |
| | Wärmeübergangskoeffizient | 370 |
| | Temperatur-Reduktionsfaktor | 371 |
| | Wärmebrückenzuschlag | 371 |
| | Norm-Heizlast, Formblatt | 372 |
| | Transmissions-Heizlast | 373 |
| | Lüftungsheizlast | 374 |
| | Energieeinsparverordnung | 375 |
| | Energieeinsparverordnung EnEV 2014 | 375 |
| | Geltungsbereich | 375 |
| | Änderungen im Vergleich zur EnEV 2009 | 376 |
| | Energieausweis | 377 |
| | Gültigkeit älterer Energieausweise | 378 |
| | Energieanforderungen an Neubauten | 379 |
| | Anforderung an Wohngebäude | 380 |
| | Anforderung an Nichtwohngebäude | 382 |
| | Wärmedurchgangskoeffizienten für Nichtwohngebäude | 385 |
| | Jahres-Primärenergiebedarf | 385 |
| | U-Werte für Wohn- und Nichtwohngebäude | 386 |
| | Gebäudedichtheit | 386 |
| | Sonnenschutzanforderungen | 386 |
| | Wärmedämmung von Rohrleitungen | 387 |
| | Transmissionswärmeverlust | 388 |
| | Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 1 | 388 |
| | Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 2 | 389 |
| | Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 3 | 389 |
| | Bemessung von Raumheizeinrichtungen | 390 |
| | Heizkörperauslegung für Einrohrheizung | 390 |
| | Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung | 391 |
| | Untergruppen der Heizflächen | 392 |
| | Heizkörperberechnungen | 392 |
| | Minderungsfaktoren, Drücke | 394 |
| | Umrechnungsfaktor f_u | 395 |
| | Radiatoren | 396 |
| | Spezialradiatoren | 397 |
| | Fachheizkörper, Befestigungen | 398 |
| | Konvektoren | 399 |
| | Rohrheizkörper | 401 |
| | Deckenstrahlplatten | 402 |
| | Fußbodenheizung – Auslegung | 404 |
| | Aufteilung von Heizflächen | 406 |
| | Fußboden-Oberflächentemperatur | 407 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--|------------|--|
| Verlegeabstand | 407 | |
| Fußbodenaufbau | 408 | |
| Fußbodenbeläge | 409 | |
| Rohrbedarf pro Heizkreis | 409 | |
| Druckverlust-Diagramme | 410 | |
| Rohmetz | 411 | |
| Rohrnetzauslegung | 411 | |
| Rohre in der Heizungstechnik | 411 | |
| Stahlrohre | 412 | |
| Präzisionsstahlrohre | 413 | |
| Kupferrohre | 413 | |
| Kunststoffrohre aus Polybuten | 414 | |
| Rohre aus Polyethylen | 414 | |
| Rohre aus PE-MDX | 415 | |
| Rohre aus Polypropylen | 415 | |
| Verbundrohre PE-X | 415 | |
| Rohrverbindungen | 416 | |
| Wärmeleitungssysteme | 416 | |
| Rohrsysteme | 417 | |
| Rohrnetzberechnung | 417 | |
| Rohrnenweiten und Druckverluste | 418 | |
| Druckverluste durch Einzelwiderstände | 419 | |
| Druckverluste für Präzisionsstahlrohr | 419 | |
| Druckverluste durch Kupferrohre | 420 | |
| Druckverluste durch Stahlrohre | 421 | |
| Druckverluste durch PE-X-Rohre | 422 | |
| Druckverluste durch Drei-/Vierwegmischer | 422 | |
| Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände | 423 | |
| Hydraulischer Abgleich | 424 | |
| Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich | 424 | |
| Einstellung von Abgleicheinrichtungen | 424 | |
| Einstellungen an Heizkörper-Armaturen | 425 | |
| Auswahl hydraulischer Strangregler | 426 | |
| Hydraulische Weiche | 426 | |
| Heizungspumpen | 427 | |
| Proportionalgesetze bei Drehzahländerung | 427 | |
| Geregelte Elektronikpumpen | 427 | |
| Pumpenauswahl, -regelung, -einbau | 428 | |
| Pumpenkennlinien | 429 | |
| Sicherheitstechnische Ausrüstung | 430 | |
| Anlagenausstattung | 430 | |
| Geschlossene Anlagen | 430 | |
| Umtriebsdruck in offenen Systemen | 431 | |
| Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen | 431 | |
| Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöpfe | 432 | |
| Abblasleistung | 432 | |
| Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht) | 432 | |
| Membran-Ausdehnungsgefäß | 433 | |
| Ermittlung des Anlagenvolumens | 433 | |
| Bestimmung des vom MAG aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens | 433 | |
| Bestimmung der Nenngröße des MAG | 433 | |
| Inhalt und Abmessung von MAG | 434 | |
| Gefäßgröße | 434 | |
| Ermittlung des benötigen Fülldruckes | 434 | |
| Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäß | 434 | |
| Heizungsregelung | 435 | |
| Regler in Heizungsanlagen | 435 | |
| Arten der Temperaturregelung | 435 | |
| Gasfeuerung | 436 | |
| Eigenschaften von Brenngasen nach Familien | 436 | |
| Verbrennungseigenschaften von Brenngasen | 436 | |
| Gasbrenner, Einteilung und Aufbau | 436 | |
| Ausrüstung und Sicherheitszeiten (Gasbrenner ohne und mit Gebläse) | 437 | |
| Einstellwerte von Gaswärmeverzeugern | 438 | |
| Brennwerttechnik | 438 | |
| Ermittlung des Normnutzungsgrades von Heizkesseln | 439 | |
| Reduzierung der Heizwassermitteltemperatur | 440 | |
| Kondensationszahl α | 440 | |
| Eigenschaften des Kondenswassers | 440 | |
| Ölfeuerung | 441 | |
| Heizöl EL | 441 | |
| Anforderungen an Heizöl EL | 441 | |
| Verbrennung von Heizöl EL | 441 | |
| Ölbrennerarten | 441 | |
| Schematischer Aufbau von Ölfernern | 442 | |
| Regelungs-/sicherheitstechnische Ausrüstung von Ölfernern | 442 | |
| Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften und Kennzeichnung | 442 | |
| Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuberdüsen | 443 | |
| Öllagerung | 444 | |
| Lagermengen | 444 | |
| Tankbauarten | 444 | |
| Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen und Entnahmeleitungen bei Öltanks | 444 | |
| Ölzuführung im Ein- und Zweistrangsystem | 445 | |
| Armaturen für unter- und oberirdische Öllagerung | 445 | |
| Festbrennstoff-Feuerung | 446 | |
| Holzfeuerungen | 446 | |
| Heizwerte im Vergleich | 446 | |
| Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen | 446 | |
| FernwärmeverSORGUNG | 447 | |
| Fernwärmeanlagen | 447 | |
| Eigenschaften | 447 | |
| Bereiche und Leitungszonen | 447 | |
| Indirekte und direkte Versorgung | 447 | |
| Temperatursicherung | 447 | |
| Dampfkesselanlagen | 448 | |
| Aufbau von Dampfkesselanlagen | 448 | |
| Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen | 448 | |
| Eigenschaften von Wasserdampf | 448 | |
| Leistung von Dampfkesseln | 449 | |
| Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen | 449 | |
| Dimensionierung von Kondensatleitungen | 450 | |
| Anforderungen an die Wasserqualität bei Dampfkesseln | 450 | |
| Kondensatableiter | 450 | |
| RaumlufTECHNIK | 451 | |
| Thermische Behaglichkeit | 451 | |
| Einteilung der lufttechnischen Anlagen | 451 | |
| Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlagen | 451 | |
| Ergonomie der thermischen Umgebung | 452 | |

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

U

| | | |
|---|---|-----|
| G | Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV, predicted mean vote) | 452 |
| M | Kategorien des Umgebungsklimas | 452 |
| K | Lokale thermische Unbehaglichkeit | 452 |
| W | Optimale operative Temperatur | 452 |
| F | Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit bei lokaler Temperatur | 453 |
| M | Gestaltungskriterien für Räume | 453 |
| K | Energieumsätze von Menschen in Abhängigkeit der Tätigkeit | 453 |
| W | Zustandsgrößen trockener und gesättigter Luft | 454 |
| F | Luftvolumenströme in Nichtwohngebäuden | 455 |
| M | Lüftung von Nichtwohngebäuden | 455 |
| B | Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen | 455 |
| E | Festlegung der Luftarten | 455 |
| S | Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlagen | 456 |
| H | Klassifizierung der Abluft (ABL) | 456 |
| K | Klassifizierung der Fortluft (FOL) | 456 |
| W | Klassifizierung der Außenluft (AUL) | 456 |
| F | Verunreinigungskonzentrationen der AUL | 456 |
| M | Klassifizierung der Zuluft (ZUL) | 456 |
| B | Allgemeine Klassifizierung der Raumluft | 457 |
| E | Klassifizierung durch CO ₂ -Konzentration (Direkte Klassifizierung) | 457 |
| S | Außenluftvolumenströme je Person (Indirekte Klassifizierung) | 457 |
| H | Volumenstrom der AUL oder ÜSL je Netto-Bodenfläche (indirekt) | 457 |
| K | Auslegungswerte für Abluftvolumenströme | 457 |
| W | Wiederverwendung von Abluft und Überströmluft | 458 |
| F | Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person | 458 |
| M | MAK- und TRK-Werte für Gefahrstoffe | 458 |
| B | Bestimmung der Luftvolumenströme q_v | 459 |
| E | Zuluftvolumenstrom $q_{V,ZUL}$ durch Personenbelegung | 459 |
| S | Zuluftvolumenstrom $q_{V,ZUL}$ durch bekannte Emissionen | 459 |
| H | Zuluftvolumenstrom $q_{V,ZUL}$ durch Heiz- und/oder Kühllast | 459 |
| K | Außenluftbedarf nach Luftwechselzahl | 459 |
| W | Auslegung von RLT-Anlagen | 460 |
| F | Druckverluste von Bauteilen in Zu- und Abluftanlagen | 460 |
| M | Empfohlene Filterklassen je Filterstufe | 460 |
| B | Anordnung der AUL- und der FOL-Öffnung | 460 |
| E | RLT-Anlagen für Küchen | 461 |
| S | Aus hygienischen Gründen erforderliche Raumtemperaturen | 461 |
| H | Zulässige Raumluftzustände im Aufenthaltsbereich der Küche | 461 |
| K | Luftmengenabschätzung (Küche) | 461 |
| W | Luftmengen für Nebenräume | 461 |
| F | RLT-Anlagen für Garagen | 462 |
| M | Außenluftvolumenstrom für geschlossene Garagen | 462 |
| B | RLT-Anlagen für Hallenbäder | 463 |
| E | RLT-Anlagen für Krankenhäuser | 464 |
| S | RLT-Anlagen für Laboratorien | 465 |
| H | Wohnraumlüftung | 465 |
| K | Systeme der Wohnraumlüftung | 465 |
| W | Freie Lüftung | 465 |
| F | Abluftsystem | 465 |
| M | Zu- und Abluftsystem | 465 |
| B | Kontrollierte Wohnraumlüftung | 466 |
| E | Außenluftvolumenströme für Räume mit Außenfenster | 466 |
| S | Außenluftvolumenströme für fensterlose Räume | 466 |
| H | Lüftung von Wohnungen | 466 |
| K | Be- und Entlüftung von Einzelräumen mit Wanddurchlasselementen | 466 |
| W | Zentralgeräte für Wohngebäude und Etagenwohnungen | 467 |
| F | Standgeräte mit Wärmerückgewinnung | 467 |
| M | Deckengeräte mit Wärmerückgewinnung | 468 |
| B | Zentrallüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung | 469 |
| E | Abmessungen für Standgeräte | 469 |
| S | Abmessungen für Lüftungskanäle | 469 |
| H | Kühllastberechnung | 470 |
| K | Kühllastberechnung im Sommerbetrieb | 470 |
| W | Kühllast der elektrischen Beleuchtung und elektrischen Geräte | 470 |
| F | Anhaltswerte für Wärmeanfall von elektrischen Geräten | 470 |
| M | Wärmeabgabe Φ_M von Drehstrom- Asynchronmotoren bei Vollast | 470 |
| B | Wärmeabgabe des Menschen; Personenwärme | 470 |
| E | Äußere Kühllast | 471 |
| S | Sonnendurchlassfaktoren b bei Verglasung und Sonnenschutz | 471 |
| H | Überschlagswerte g_v für Glasflächenanteil von Fenstern | 471 |
| K | Mitteltemperaturen angrenzender Räume im Sommer | 471 |
| W | Volumenstromberechnung | 472 |
| F | Volumenstromberechnung zur Deckung der Heizlast | 472 |
| M | Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast | 472 |
| B | Technische Ausführung der Luftkühlung | 472 |
| E | Kühlung ohne Kältemaschine | 472 |
| S | Kühlung mit Kältemaschine | 473 |
| H | Thermodynamische Luftbehandlung | 473 |
| K | Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft h | 473 |
| W | Luftheizung | 473 |
| F | Luftkühlung, trocken | 474 |
| M | Luftkühlung und Entfeuchtung | 474 |
| B | Luftbefeuchtung mit Dampf | 474 |
| E | Luftbefeuchtung mit Wasser | 474 |
| S | Luftmischung | 474 |
| H | Zustandsgrößen und Zustandsänderung feuchter Luft im h,x -Diagramm | 475 |
| K | Kanäle und Formstücke | 476 |
| W | Lufitleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt | 476 |
| F | Wanddicken für runde Blechrohre und zulässige Überdrücke | 476 |
| M | Lufitleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt | 476 |
| B | Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen | 476 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Vergleich des Leckvolumenstroms runder und eckiger Kanäle | 476 |
| Längsverbindungen bei eckigen Blechkanälen | 477 |
| Stoßverbindungen bei Blechkanälen | 477 |
| Nennweiten und Dichtheitsklassen | 477 |
| Formstücke aus Blech | 477 |
| Nennweiten flexibler Rohre, zulässige Drücke und längenbezogene Masse | 478 |
| Kanalquerschnittsbestimmung | 478 |
| Widerstandsbeiwerte für Formstücke | 478 |
| Druckverluste in geraden Kanälen | 480 |
| Bestimmung des Druckgefälles R im geraden waagerechten Rohr | 480 |
| Luftgeschwindigkeit v in RLT-Anlagen | 480 |
| R-Werte für Wickelfalzrohre bei trockener Luft | 481 |
| Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlagen | 482 |
| Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal | 482 |
| Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlagen | 483 |
| Ventilatorbauarten | 483 |
| Ventilatorleistung | 483 |
| Ventilatordruck | 483 |
| Zusammenhang Drehzahl n, Druck p und Leistung P | 484 |
| Ventilatorkennlinien – Radialventilator | 484 |
| Auswahltabelle für Axialventilatoren | 484 |
| Filter für RLT-Anlagen | 485 |
| Bauarten von Luftfiltern | 485 |
| Luftverreinigungen und Abscheidemethoden | 485 |
| Differenzdrücke bei Luftfiltern | 485 |
| Partikel-Luftfilter – Klasseneinteilung | 486 |
| Schwebstoff- und Hochleistungs-Schwebstofffilter – Klasseneinteilung | 486 |
| Anfangswiderstände von Taschenfiltern in Lüftungsgeräten | 486 |
| Bauteile für Zu- und Abluftanlagen | 486 |
| Lufterwärmern/-kühler in einer Kammeranlage | 486 |
| Luftauslässe | 487 |
| Aufbau von Lüftungs- und Klimazentralen | 488 |
| Schallschutz | 488 |
| Ventilator-Schalldaten (Herstellerangaben) | 488 |
| Größenbestimmung von Kulissenschalldämpfern | 488 |
| Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz | 489 |
| Richtwerte für Schalldruckpegel in Nichtwohnungen | 489 |
| Schallschutz in Mehrfamilienhäusern | 489 |
| Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft | 489 |
| Wärmerückgewinnungssysteme | 490 |
| Wärmerückgewinnung (WRG) | 490 |
| Wärmerückgewinnungsverfahren – Übersicht | 490 |
| Brandschutz in RLT-Anlagen | 491 |
| Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen | 491 |
| Maße von Brandschutzklappen | 491 |
| Dimensionierung von Brandschutzklappen | 492 |
| Regelung von RLT-Anlagen | 493 |
| Regelungsmöglichkeiten | 493 |
| Planungshinweise | 493 |
| Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlagen | 393 |
| Klempnertechnik – Grundlagen | 494 |
| Dachgestaltung | 494 |
| Bezeichnungen am Dach | 494 |
| Dachformen | 494 |
| Dachöffnungen | 494 |
| Dachneigung von Metalldächern | 495 |
| Dachaufbau der Metalldächer | 495 |
| Belüftetes Metalldach | 495 |
| Unbelüftetes Metalldach | 495 |
| Deckblech | 495 |
| Trennschicht | 495 |
| Wärmedämmsschicht | 495 |
| Dampfsperre | 495 |
| Be- und Entlüftung bei belüfteten Metalldächern | 495 |
| Korrosion bei Klempnerarbeiten | 496 |
| Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten | 496 |
| Werkstoffkombination bei Klempnerarbeiten | 496 |
| Schallschutz bei Metalldachkonstruktionen | 497 |
| Dimensionierung von Regenwasserleitungen | 498 |
| Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren | 498 |
| Regenspenden ausgewählter Orte | 499 |
| Abflussbeiwert C | 500 |
| Wirksame Dachfläche A | 500 |
| Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen | 500 |
| Abflussvermögen von runden und quadratischen Falleitungen | 501 |
| Beispielrechnung | 501 |
| Dachrinnen und Rinnenhalter | 502 |
| Dachrinnen (Maße) | 502 |
| Rinnenhalter (Maße) | 502 |
| Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter | 502 |
| Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter | 502 |
| Einteilung von Dachrinnen | 503 |
| Regenrinnen-Teiligkeit | 503 |
| Regenrinnen-Notüberlauf | 503 |
| DIN-Bezeichnung Dachrinne | 504 |
| DIN-Bezeichnung Regenfallrohr | 504 |
| Falrohre und Stutzen | 504 |
| Regenfallrohre – Maße | 504 |
| Regenfallrohre – Nähte | 504 |
| Trichterförmige Rinneneinhangstutzen für halbrunde Rinnen | 504 |
| Hafte und Klammern | 505 |
| Haftausführungen | 505 |
| Anordnung der Schichthafte | 505 |
| Hafte und Befestigungsmittel, Anforderungen | 506 |
| Klammern als Befestigungsmittel | 506 |
| Kammeinfassung | 506 |
| Scharen und Querfalze | 507 |
| Mindest-Werkstoffdicken der Deckbleche | 507 |
| Maximale Scharenlängen | 507 |
| Einfalzverluste für Bänder | 507 |
| Falzarten | 507 |
| Wasserdichte Quernähte und Verbindungen | 507 |
| Querverbindungen der Scharen | 508 |
| Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern | 508 |
| Schorsteinkopfbekleidungen | 508 |

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

U

| | | | | |
|----------|---|------------|---|------------|
| G | Windsoglasten | 509 | Wasserkraftanlagen | 524 |
| | Windsoglasten bei Dächern | 509 | Begriffe | 524 |
| | Windzonen | 509 | Wasserkraftanlagen (Übersicht) | 524 |
| | Flächeneinteilung für verschiedene Dachformen | 509 | Grundlegende Turbinenarten | 524 |
| | Abstände und Anzahl der Hafte | 510 | Hochdruckkraftwerk mit Kaplan-Turbine | 524 |
| | Windzone WZ 1 | 510 | Gezeitenkraftwerk | 524 |
| | Windzone WZ 2 | 510 | Berechnungsgrundlagen zu Wasserkraftanlagen | 525 |
| | Windzone WZ 3 | 511 | Elektrische Leistung und Wirkungsgrad | 525 |
| M | Erneuerbare Energien | 512 | Turbinenwirkungsgrad | 525 |
| | Wärmepumpen | 512 | Einsatzgebiete der Turbinenarten | 525 |
| | Übersicht der Wärmepumpensysteme | 512 | Blockheizkraftwerke | 526 |
| | Kompressionswärmepumpen | 512 | Aufbau und Arten | 526 |
| | Absorptionswärmepumpen | 512 | Berechnungsgrundlagen von BHKW | 526 |
| | Energieflussdarstellung | 513 | Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade | 527 |
| | Wärmeleistung | 513 | Wirkungsgrade (Beispieldaten) | 527 |
| | Kennzahlen | 513 | Betriebsarten | 527 |
| | Leistungszahlen | 513 | Einbindung von BHKW in Energieerzeugungs- anlagen | 527 |
| | Einstufung von Wärmepumpen | 513 | Betriebsdaten von BHKW | 528 |
| | Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie | 513 | Geothermie | 529 |
| | Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle | 514 | Begriffe | 529 |
| | Leistungsdaten für Wärmepumpen | 515 | Klassifikation der Erdwärmequellen | 529 |
| K | Solaranlagen | 516 | Nutzung der Erdwärme | 529 |
| | Einteilung von thermischen Solaranlagen | 516 | Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke | 529 |
| W | Solardaten für den Standort Deutschland | 516 | Umwelttechnik | 530 |
| F | Kennzahlen | 516 | Transport und Speicherung elektrischer Energie | 530 |
| M | Ablaufschema für die Planung einer thermischen Solaranlage | 517 | Stromtransport | 530 |
| B | Bestimmung von Kollektorfäche und Speichervolumen | 517 | Energiespeicherung | 530 |
| | Solarertrag abhängig von Neigung und Ausrichtung | 517 | Zusammenhänge und Effekte der Umweltechnik | 531 |
| | Jahreszeitlicher Verlauf | 517 | Emission | 531 |
| | Solaranlage zur Trinkwassererwärmung | 517 | Immission | 531 |
| | Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung | 517 | Treibhauseffekt | 531 |
| | Daten für Solarkollektoren | 518 | Umweltrecht | 532 |
| | Biomasseanlagen | 519 | Umweltstrafrecht | 532 |
| | Begriffe und Zusammenhänge | 519 | Analytik in der Umweltechnik | 533 |
| | Energieinhalt von Biomasse | 519 | Instrumentelle Analytik | 534 |
| | Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse | 519 | Summenparameter | 534 |
| | Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse | 519 | Grundlagen der Umweltechnik | 535 |
| | Richtwerte für Gaserträge | 520 | Disperse Systeme | 535 |
| | Genehmigung von Biogasanlagen | 520 | Bedeutung, Fakten und Handhabung | 535 |
| | Prozess der Biogaserzeugung | 520 | Trennen disperser Systeme | 535 |
| | Vereinfachtes Anlagenschema einer Biogasanlage | 520 | Lösungsmittel | 536 |
| | Aspekte zur Sicherheit von Biogasanlagen | 520 | Gehaltsangaben | 537 |
| | Feste Biomasse | 521 | Anteile, Konzentrationen | 537 |
| | Verbrennungssysteme für die feste Biomasse | 521 | Boden | 538 |
| | Windkraftanlagen | 522 | Belastungen | 538 |
| | Begriffe | 522 | Prüfwerke | 538 |
| | Aufbau und Elemente einer WKA | 522 | Luft | 539 |
| | Unterscheidung von WKA | 522 | Gasförmige Immissionen | 539 |
| | Entstehung von Wind | 522 | Gesundheitsschädliche Stäube | 539 |
| | Physikalische Zusammenhänge | 522 | Grenzwerte für Abgasverluste | 540 |
| | Umweltauswirkungen von WKA | 522 | Abgasmessung | 540 |
| | Berechnungsgrundlage für Windkraftanlagen | 523 | | |
| | Kennzahlen von Windkraftanlagen | 523 | | |
| | Daten für Windkraftanlagen | 523 | | |

| Normung | | EN 45 020: 2007-03 | | | | |
|---|--|--|------------------------|---|------------|-----------------------|
| Kurzzeichen | Erläuterung | Aufgabe und Ziel | | | | |
| Internationale Normen (ISO-Normen), Genf | | | | | | |
| ISO | International Organization for Standardization (aus dem Griechischen „isos = gleich“) | Sie gibt weltweite Spezifikationen für Produkte, Dienstleistungen und Systeme, um die Qualität, Sicherheit und Effizienz zur Erleichterung des internationalen Handels zu gewährleisten. | | | | |
| Europäische Normen (EN-Normen), Brüssel | | | | | | |
| EN | Europäische Normungsorganisation CEN = Comité Européen de Normalisation | Sie harmonisiert die nationalen Normen in den Mitgliedsländern. Handelshemmnisse sollen abgebaut, gleiche Rahmen- und Wettbewerbsbedingungen für den europäischen Binnenmarkt geschaffen werden. | | | | |
| Deutsche Normen (DIN-Normen), Berlin | | | | | | |
| DIN | Deutsches Institut für Normung e.V. | Sie organisiert zum Nutzen der Allgemeinheit unter Wahrung des öffentlichen Interesses die Normung und Standardisierung und dient der Innovation, Sicherheit und Verständigung in Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Öffentlichkeit. | | | | |
| Weitere Bezeichnungen von DIN-Normen | | | | | | |
| DIN EN | Deutsche unveränderte Übernahme einer Europäischen Norm (EN) | | | | | |
| DIN EN ISO | Deutsche Übernahme von ISO oder CEN entstandenen und veröffentlichten Normen | | | | | |
| DIN ISO | Deutsche unveränderte Übernahme einer ISO-Norm | | | | | |
| DIN VDE | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden gemeinsam von DIN und VDE durch die DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik) bearbeitet. | | | | | |
| Weitere Regelwerke | | | | | | |
| BlmSchG | Bundes-Immissionsschutzgesetz | | TRD | Technische Regeln für Dampfkessel | | |
| BlmSchV | Bundes-Immissionsschutzverordnung | | TRG | Technische Regeln Druckgase | | |
| BBodSchG | Bundesbodenschutzgesetz | | TRGJ | Technische Regeln für Gas-Installat | | |
| DGQ | Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. | | TRF | Technische Regeln Flüssiggase | | |
| DVGW | Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (Bonn) | | TRGS | Technische Regeln für Gefahrstoffe | | |
| DWA | Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall e. V. (Hennef) | | TrinkW | Trinkwasserverordnung | | |
| EE-WärmeG | Erneuerbare-Energien Wärmege | | VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (Frankfurt am Main) | | |
| EnEV | Energieeinsparverordnung | | VDI | Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Düsseldorf) | | |
| FeuVo | Feuerungsverordnung | | VOB | Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen | | |
| GefstoffV | Gefahrstoffverordnung | | W | Arbeitsblätter zur Trinkwasserverordnung TrinkW | | |
| MLAR | Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie | | WHG | Wasserhaushaltsgesetz | | |
| TRB | Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung | | ZVSHK | Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima (Sankt Augustin) | | |
| TRbF | Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten | | | | | |
| Benennung | | | | | | |
| Begriff | Norm | Teil einer Norm | Beiblatt | Entwurf | Vornorm | Gültigkeitsdatum |
| Beispiel | DIN 16893 | DIN 422-2 | DIN EN 12831 Bbl. 2 | E DIN 1999-100 | DIN V 4107 | DIN EN 673 2011-04 |

| Griechisches Alphabet | | | | | | | |
|---|--|---------------------|--|---------------------|--|--------------------------------|------------------------------|
| Klein- buchstabe | Groß- buchstabe | Name | Verwendung, Größe | Klein- buchstabe | Groß- buchstabe | Name | Verwendung, Größe |
| α | A | Alpha | Winkel, Längen- ausdehnung | ν | N | Ny | kinematische Viskosität |
| β | B | Beta | Winkel | ξ | Ξ | Xi | Massenanteile |
| γ | Γ | Gamma | Winkel | \omicron | O | Omkron | Oberfläche, Oktave |
| δ | Δ | Delta | Winkel, Differenz | π | Π | Pi | Ludolph'sche Zahl 3,14159 |
| ε | E | Epsilon | Emissionskoeffizient, Dehnung | ρ | P | Rho | Dichte |
| ζ | Z | Zeta | Widerstandsbeiwert | σ | Σ | Sigma | Spannung, Summe |
| η | H | Eta | Wirkungsgrad | τ | T | Tau | Schubspannung |
| ϑ | Θ | Theta | Temperatur in °C | υ | Y | Ypsilon | Geschwindigkeit |
| ι | I | Jota | nicht das Geringste | φ | Φ | Phi | Luftfeuchte, Wärmestrom |
| κ | K | Kappa | Isotropen-/Adiabaten- exponent | χ | X | Chi | Stoffmengenanteil |
| λ | Λ | Lambda | Wärmeleitfähigkeit | ψ | Ψ | Psi | Abflussbeiwert |
| μ | M | My | Rauigkeit | ω | Ω | Omega | elektrischer Wider- stand |
| Römische Zahlzeichen | | | | | | | |
| Römische Ziffern | Arabische Ziffern | Römische Ziffern | Arabische Ziffern | Römische Ziffern | Arabische Ziffern | Römische Ziffern | Arabische Ziffern |
| I | 1 | XX | 20 | CC | 200 | | |
| II | 2 | XXX | 30 | CCC | 300 | | |
| III | 3 | XL | 40 | CD | 400 | | |
| IV | 4 | L | 50 | D | 500 | | |
| V | 5 | LX | 60 | DC | 600 | | |
| VI | 6 | LXX | 70 | DCC | 700 | | |
| VII | 7 | LXXX | 80 | DCCC | 800 | | |
| VIII | 8 | XC | 90 | CM | 900 | | |
| IX | 9 | C | 100 | M | 1000 | | |
| X | 10 | | | | | | |
| Zeichen nebeneinander addieren. Kleinere Zahlen folgen größeren, max. 3 gleiche Zeichen aufeinander (III, XXX, CCC, MMM); V, L, D nie mehrfach (VV ist X!). | | | | MDCLXXVII = 1687 | MMIII = 2003 | | |
| | | | | MCMXCIX = 1999 | XCIX = 99 | | |
| Mathematische Zeichen | | | | | | | |
| Zeichen | Erklärung | Zeichen | Erklärung | Zeichen | Erklärung | Auswahl nach DIN 1302: 1999-12 | |
| ... | bis, und so weiter bis | - | minus, weniger | Δ | Delta, Zeichen f. Differenz | | |
| = | gleich | \sqrt{a} | Quadratwurzel aus a | \equiv | kongruent | | |
| \neq | nicht gleich, ungleich | \cdot, \times | mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe) | \equiv | identisch | | |
| \sim | proportional | $\therefore, /, -$ | durch, geteilt durch, dividiert durch | \times | Winkel | | |
| \approx | annähernd, nahezu | | durch, geteilt durch, dividiert durch | AB | Strecke AB | | |
| | gleich, rund, etwa | | Prozent, von Hundert | \widehat{AB} | Bogen AB | | |
| \cong | entspricht | % | Prozent, von Hundert | Σ | Summe | | |
| < | kleiner als | $\%$ | Promille, von Tausend | e | Euler'sche Zahl e = 2,718 281 828 ... | | |
| > | größer als | (, [], {) | runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu | π | Pi = 3,141 59... | | |
| \geq | größer oder gleich, mindestens gleich | | parallel | ∞ | unendlich | | |
| \leq | kleiner oder gleich, höchstens gleich | \neq | nicht parallel | log | Logarithmus (allgemein) | | |
| \pm | plus, mehr, und | \perp | rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf | lg | Zehnerlogarithmus | | |
| sin | Sinus | tan | Tangens | ln | natürlicher Logarithmus | | |
| cos | Cosinus | cot | Cotangens | lb | binärer Logarithmus | | |

SI-Basiseinheiten¹⁾

DIN 1301-1: 2010-10

| Größe | Länge | Masse | Zeit | Elektrische Stromstärke | Thermo-dynamische Temperatur | Stoffmenge | Lichtstärke |
|------------------|-------|-----------|---------|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|
| Einheitenname | Meter | Kilogramm | Sekunde | Ampere | Kelvin | Mol | Candela |
| Einheitenzeichen | m | kg | s | A | K | mol | cd |

¹⁾ SI ist die Abkürzung für „Système International d’Unités“ (Internationales Einheitensystem)

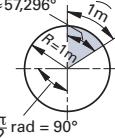
Formelzeichen, Größen, Einheiten

| Größe | Formelzeichen | Einheit Name | Umrechnung, Erklärung |
|--------------------------------|---------------|--------------|-----------------------|
| Länge, Fläche, Volumen, Winkel | | | |

| Länge | <i>l</i> | Meter | m | | m | dm | cm | mm |
|-------------|-------------|-------|---|--|----------|---------|--------|---------|
| Breite | <i>b</i> | | | 1 km | 1000 | 10000 | 100000 | 1000000 |
| Höhe, Tiefe | <i>h, t</i> | | | 1 m | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| Radius | <i>r</i> | | | 1 dm | 0,1 | 1 | 10 | 100 |
| Durchmesser | <i>d, Ø</i> | | | 1 cm | 0,01 | 0,1 | 1 | 10 |
| Dicke | <i>d, D</i> | | | 1 mm | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 1 |
| Umfang | <i>U</i> | | | 1 µm | 0,000001 | 0,00001 | 0,0001 | 0,001 |
| Weglänge | <i>s</i> | | | Ablesebeispiel: 1 dm = 0,1 m = 10 cm = 100 mm | | | | |

| Fläche | <i>A</i> | Quadratmeter | <i>m</i> ² | | <i>m</i> ² | <i>dm</i> ² | <i>cm</i> ² | <i>mm</i> ² |
|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Oberfläche | | | | 1 <i>m</i> ² | 1 | 100 | 1000 | 1000000 |
| Querschnittsfläche | <i>A, Q, S</i> | | | 1 <i>dm</i> ² | 0,01 | 1 | 100 | 10000 |
| Grundstücksfläche | <i>A</i> | Ar, Hektar | <i>a</i> | 1 <i>cm</i> ² | 0,0001 | 0,01 | 1 | 100 |
| | | | <i>ha</i> | 1 <i>mm</i> ² | 0,000001 | 0,0001 | 0,01 | 1 |
| Ablesebeispiel: 1 <i>dm</i>² = 0,01 <i>m</i>² = 100 <i>cm</i>² = 10000 <i>mm</i>² | | | | | | | | |

| Volumen | <i>V</i> | Kubikmeter | <i>m</i> ³ | | <i>m</i> ³ | <i>dm</i> ³ (l) | <i>cm</i> ³ (ml) | <i>mm</i> ³ |
|--|----------|------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | | | 1 <i>m</i> ³ | 1 | 1000 | 1000000 | |
| | | | | 1 <i>dm</i> ³ (l) | 0,001 | 1 | 1000 | 1000000 |
| | | | | 1 <i>cm</i> ³ (ml) | 0,000001 | 0,01 | 1 | 1000 |
| Ablesebeispiel: 1 <i>dm</i>³ = 0,001 <i>m</i>³ = 1000 <i>cm</i>³ = 1000000 <i>mm</i>³ | | | | | | | | |

| | | | | |
|--|--------------------------------|------------|----------|---|
| ebener Winkel (Winkel) $\approx 57,296^\circ$  | $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ | Radian | rad | $1 \text{ rad} = \frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Bogen)}} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,2957 \dots^\circ$ |
| | | Vollwinkel | | $1 \text{ Vollwinkel} = 2 \cdot \pi \text{ rad}$ |
| | | Grad | $^\circ$ | $1^\circ = (\pi/180) \text{ rad} = 60'$ |
| | | Minute | ' | $1' = (1/60)^\circ = 60''$ |
| | | Sekunde | " | $1'' = (1/60)'$ rad = $(1/3600)^\circ$ |

Mechanik

| | | | | | | |
|-----------------------|------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------|----------------------|
| Masse | <i>m</i> | Kilogramm | kg | 1 kg | 1000 g | 0,001 mg (t) |
| | | | | 1 Mg (t) | 1000000 g | 1000 kg |
| längenbezogene Masse | <i>m'</i> | Kilogramm pro Meter | kg/m | Berechnung der Masse bei Stäben, Profilen, Rohren, Heizkörpern | | |
| flächenbezogene Masse | <i>m''</i> | Kilogramm pro Quadratmeter | kg/m ² | Berechnung der Masse bei Blechen und Platten | | |
| spezifisches Volumen | <i>v</i> | Kubikmeter pro Kilogramm | m ³ /kg | 1 m ³ /kg | 1000 dm ³ /kg | 1 dm ³ /g |

| Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung) | | | | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------|--|------------------------|--------------------|-------------------|
| Größe | Formel-zeichen | Einheit Name | Zeichen | Umrechnung, Erklärung | | | |
| Mechanik (Fortsetzung) | | | | | | | |
| Dichte (vom Ort ab-hängige Größe) | ρ | Kilogramm pro Kubik-meter | kg/m ³ | | g/cm ³ | kg/dm ³ | kg/m ³ |
| | | | | 1 kg/m ³ | 0,001 | 0,001 | 1 |
| Kraft Gewichtskraft | F F_G | Newton | N | | mN | N | daN |
| | | | | 1 mN | 1 | 0,001 | 0,0001 |
| | | | | 1 N | 1000 | 1 | 0,01 |
| | | | | 1 kN | 1000000 | 1000 | 100 |
| | | | | 1 MN | 10 ⁹ | 1000000 | 100000 |
| | | | | 1 N = 1 kg · 1 m/s ² = 1 kg m/s ² | | | |
| Drehmoment Biegemoment Torsionsmoment | M M_b M_k | Newton mal Meter | Nm | | Ncm | Nm | kNm |
| | | | | 1 Nm | 100 | 1 | 0,001 |
| Druck mechanische Spannung | p σ, τ | Pascal Newton pro Millimeter hoch zwei | Pa N/mm ² | | Pa | mbar, hPa | bar |
| | | | | 1 Pa | 1 | 0,01 | 0,0001 |
| | | | | 1 mbar, 1 hPa | 100 | 1 | 0,001 |
| | | | | 1 bar | 100000 | 1000 | 1 |
| | | | | 1 N/cm ² | 10000 | 1000 | 0,1 |
| | | | | 1 Pa = 1 N/m ² = 1 bar = 10 m WS; 1 mbar = 1 hPa | | | |
| | | | | 1 Pa | 1 | 0,01 | 0,0001 |
| | | | | 1 J | 2,7 · 10 ⁻⁷ | 1 | 0,001 |
| Arbeit ¹⁾ Energie Wärmemenge ¹⁾ Auch elektr. Arbeit | W E, W Q | Joule | J | | kWh | J | kJ |
| | | | | 1 kWh | 1 | 3600000 | 3600 |
| | | | | 1 J | 2,7 · 10 ⁻⁷ | 1 | 0,001 |
| | | | | 1 kJ | 0,0002778 | 1000 | 1 |
| | | | | 1 MJ | 0,27 | 1000000 | 1000 |
| 1 J = 1 N · m = 1 W · s = 1 kgm ² /s ² | | | | | | | |
| Leistung mechanisch Wärmestrom | P \dot{Q}, Φ | Watt | W | | mW | W | kW |
| | | | | 1 mW | 1 | 0,001 | 0,000001 |
| | | | | 1 W | 1000 | 1 | 0,001 |
| | | | | 1 kW | 1000000 | 1000 | 1 |
| | | | | 1 MW | 10 ⁹ | 1000000 | 1000 |
| 1 W = 1 J/s = 1 Nm/s | | | | | | | |
| Volumenstrom | \dot{V} | Liter pro Sekunde | I/s | 1 l/s = 60 l/min = 3600 l/h = 3,6 m ³ /h | | | |
| Zeit | | | | | | | |
| Zeit Zeitspanne Dauer | t | Sekunde Minute Stunde Tag Jahr | s min h d a | | s | min | h |
| | | | | 1 s | 1 | 1/60 | 1/3600 |
| | | | | 1 min | 60 | 1 | 1/60 |
| | | | | 1 h | 3600 | 60 | 1 |
| | | | | 1 d | 86400 | 1440 | 24 |
| | | | | 1 a | 31 556 952 | 525 949,2 | 8765,82 |
| | | | | 1 W = 1 J/s = 1 Nm/s | | | |
| Frequenz | f, ν | Hertz | Hz | Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde 1 Hz = 1/s = s ⁻¹ | | | |
| Drehzahl Kreisfrequenz Periodendauer | n ω T | Sekunde | 1/s 1/min 1/s s | $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ | | | |

Allgemeine Grundlagen

19

| Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung) | | | | | | |
|--|---|--|--------------------------------|---|---------|--------|
| Größe | Formel-zeichen | Einheit Name | Zeichen | Umrechnung, Erklärung | | |
| Zeit (Fortsetzung) | | | | | | |
| Geschwindigkeit | v | Meter pro Sekunde | m/s | km/h | | m/s |
| Umfangsgeschw. | v | Kilometer pro Stunde | 1 cm/s | | 0,01 | 16,667 |
| Lichtgeschw. | c | | 1 m/s | | 1 | 60 |
| Winkelgeschw. | ω | Radian pro Sekunde | 1 m/min | | 0,01667 | 1 |
| | | | 1 km/h | rad/s | 0,2778 | 16,667 |
| Beschleunigung | a | Meter pro Sekunde hoch zwei | m/s ² | | | 1 |
| örtliche Fallbeschleunigung | g | | | Wirkungsrichtung: beliebig | | |
| Winkelbeschleunigung | α | Radian pro Sekunde hoch zwei | rad/s ² | Wirkungsrichtung: zum Erdmittelpunkt $g = 9,80665 \text{ m/s}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ | | |
| | | | | Wird meist als Normalfallbeschleunigung angegeben. | | |
| Thermodynamik und Wärmeübertragung | | | | | | |
| Thermodynamische Temperatur | T, t | Kelvin | K | $T = 0 \text{ K} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ | | |
| Temperaturdifferenz | $\Delta T, \Delta \vartheta, \Delta \theta$ | | | z. B. $\Delta \vartheta = 55 \text{ }^\circ\text{C} - 45 \text{ }^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$ | | |
| Temperatur | ϑ, θ | Grad Celsius | $^\circ\text{C}$ | $\vartheta = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ | | |
| spezifische Wärmekapazität | c | Kilojoule durch Kilogramm mal Kelvin | kJ/(kg · K) | Die spezifische Wärmekapazität wird oft für Wasser angegeben mit: $c = 4,180 \text{ kJ/(kg · K)}$ bzw. $c = 1,163 \text{ Wh/(kg · K)}$ | | |
| Wärmestrom | \dot{Q}, Φ | Watt | W | $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws} = 3,6 \text{ kJ}$ $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3600000 \text{ Ws}$ $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$ | | |
| Wärmeleitzahl | λ | Watt durch Meter mal Kelvin | W/(m · K) | | | |
| Wärmedurchgangskoeffizient (U -Wert) | U | Watt durch Meter hoch zwei mal Kelvin | W/(m ² · K) | früher k -Wert | | |
| Wärmeübergangszahl | α | Watt durch Meter mal Kelvin | W/(m · K) | | | |
| Brennwert | H_s $H_{s,n}$ | Kilowattstunden durch kg oder m ³ | kWh/kg oder kWh/m ³ | früher: oberer Heizwert H_o oder $H_{o,n}$ Index „s“ steht für superior = höher Index „n“ steht für Normzustand | | |
| Heizwert | H_i $H_{i,n}$ | Kilowattstunden durch kg oder m ³ | kWh/kg oder kWh/m ³ | früher: oberer Heizwert H_u oder $H_{u,n}$ Index „i“ steht für inferior = unterer Index „n“ steht für Normzustand | | |
| Elektrizitätslehre, Elektrotechnik | | | | | | |
| Elektrische Stromstärke | I | Ampere | A | $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA} = 0,001 \text{ kA}$ | | |
| Elektrische Spannung | U | Volt | V | $1 \text{ V} = 1000 \text{ mV} = 0,001 \text{ kV}$ | | |
| Elektrischer Widerstand | R | Ohm | Ω | $1 \Omega = 1000 \text{ m}\Omega = 0,001 \text{ k}\Omega$ | | |
| Energie, Elektrische Arbeit | W | Joule | J | $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}, \quad 1 \text{ Wh} = 3,6 \text{ kJ}$ | | |
| Leistung, Wirkleistung | P | Watt | W | $1 \text{ J} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m/s}$ $1 \text{ W} = \text{V} \cdot \text{A}$ | | |

G

M

K

W
F
M

B

E

S
H
K

EE
U

| Indizes (Auszug) | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|--|
| Index | Bedeutung | Index | Bedeutung | Index | Bedeutung | |
| 0 | null, leerer Raum, Leerlauf | G | Gewicht | pot | potenziell | |
| 1 | eins, primär, Eingang | geo | geodätsch | rad | radial | |
| 2 | zwei, sekundär, Endzustand | ges | gesamt | rel | realtiv | |
| a | außen | ing | Eingang (ingressus) | R | Reibung | |
| ab | abgegeben | int | innen (intus) | stat | stationär, statisch | |
| abs | absolut | kin | kinetisch | tan | tangential | |
| amb | umgebend (ambient) | max | maximal | verf | verfügbar | |
| ax | axial | mec | mechanisch | zu | zugeführt | |
| e | überschreitend (extens) | mes | gemessen | zul | zulässig | |
| ex | Ausgang, außen (exterior) | min | minimal | Δ | Differenz | |
| eff | effektiv | N | Normal | Σ | Summe | |

| Britische und US-Einheiten (Auswahl) | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----------------------|---------------|---------------------------------------|------------|--|
| Größe/Einheit | Name | SI-Einheit | Größe/Einheit | Name | SI-Einheit | |
| Länge | | | | Volumenstrom | | |
| 1 in bzw. 1" | | inch (Zoll) | | 1 gpm | | |
| Fläche | | square inch | | gallon per minute | | |
| 1 sq in | | 6,452 cm ² | | USA: 0,06309 l/s | | |
| Volumen | | | | Massenstrom | | |
| 1 cu in | | cubic inch | | 1 oz/min | | |
| 1 U.S. gal | | U.S.-gallon | | ounce per minute | | |
| 1 Imp. gal | | Imperial-gallon | | 0,4725 g/s | | |
| Masse | | | | Spezifische Wärmeleitfähigkeit | | |
| 1 gr | | grain | | 1 btu/(lb deg F) | | |
| 1 oz | | ounce | | 4,1886 kJ/(kg · K) | | |
| | | 64,80 mg | | Wärmeleitfähigkeit | | |
| | | 31,10 g | | 1 btu/(ft ² deg F) | | |
| | | | | 1,7306 W/(m · K) | | |
| | | | | horse power | | |
| | | | | 0,7457 kW | | |

| Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten | | | | | | |
|--|-------------------|--------------|---------------|------------------|-----------|-------------------------|
| Mathematik | | | SI-Einheiten | | | |
| Zehnerpotenz | Zahlenwert | Name | Vorsilbe Name | Vorsilbe Zeichen | Einheit | Beispiel Bedeutung |
| 10^{12} | 1 000 000 000 000 | Billion | Tera | T | 1 TB | 1 Tera-Byte |
| 10^9 | 1 000 000 000 | Milliarde | Giga | G | 16 GB | 16 Giga-Byte |
| 10^6 | 1 000 000 | Million | Mega | M | 56 MBjt/s | 56 Mega-Bit pro Sekunde |
| 10^3 | 1 000 | Tausend | Kilo | k | 70 kg | 70 Kilo-Gramm |
| 10^2 | 100 | Hundert | Hekto | h | 3 hPa | 3 Hekto-Pascal |
| 10^1 | 10 | Zehn | Deka | da | 1 daHz | 1 Deka-Hertz |
| 10^0 | 1 | Eins | – | – | 5 · 1 m | 5 Meter |
| 10^{-1} | 0,1 | Zehntel | Dezi | d | 4 dl | 4 Dezi-Liter |
| 10^{-2} | 0,01 | Hunderstel | Zenti | c | 23 cm | 23 Zenti-Meter |
| 10^{-3} | 0,001 | Tausendstel | Milli | m | 6 mm | 6 Milli-Meter |
| 10^{-6} | 0,000 001 | Millionstel | Mikro | μ | 50 μA | 50 Mikro-Ampere |
| 10^{-9} | 0,000 000 001 | Milliardstel | Nano | n | 10 nm | 10 Nano-Meter |
| 10^{-12} | 0,000 000 000 001 | Billionstel | Piko | p | 30 pF | 30 Pico-Farad |

| Wert kleiner 1 | Wert größer 1 | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|--------|-------|------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | 1/10 000 | 1/1000 | 1/100 | 1/10 | 0,1 | 0 | 10 | 100 | 1000 | 10 000 |
| | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 0 | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ | 10 ⁻² | 10 ⁻¹ | 10 ⁰ |

Umwandlung von Zahlen in Produkte mit Zehnerpotenzen:
 $3700 = 3,7 \cdot 1000 = 3,7 \cdot 10^3$; $0,06 = 6/100 = 6 \cdot 10^{-2}$; $16,5 \mu = 16,5 \cdot 10^{-6} = 0,000 0165$