

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1	Größen und Einheiten	1
1.2	Berechnungen	4
1.3	Längen, Flächen, Volumen und Massen	5
1.4	Kraft, Drehmoment, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	14
1.5	Festigkeitslehre	22
1.6	Druck in Flüssigkeiten und Gasen	23
1.7	Wärmelehre	25
1.8	Strömungslehre	29
1.9	Gasgesetze	30
1.10	Elektrotechnik	31
1.10.1	Elektrische Größen und Schaltungen elektrischer Widerstände	31
1.10.2	Elektroinstallation	33
1.11	Steuerungs- und Regelungstechnik	44
1.11.1	Vergleich zwischen Steuerung und Regelung	44
1.11.2	Grundbegriffe der Regelungs- und Steuerungstechnik	45
1.11.3	Steuerungstechnik	46
1.11.4	Regelungstechnik	48
1.11.5	Automatisierungs- und Leittechnik	52
1.11.5.1	Gebäudeautomation	52
1.11.5.2	Prozessautomation	55
1.12	Bearbeiten von Kundenaufträgen	57
1.12.1	Arbeitsaufteilung in einem Handwerksbetrieb	57
1.12.2	Phasen des Kundenauftrags	57
1.12.3	Auftragsarten in einem Handwerksbetrieb	58
1.12.4	Kalkulation	58
1.12.5	Qualitätsmanagement	59
1.12.6	Prüf- und Zertifizierungszeichen	61
<b>2</b>	<b>Technische Kommunikation</b>	<b>63</b>
2.1	Grundlagen	63
2.2	Abwicklungen	66
2.3	Darstellen von technischen Daten	71
2.4	Grundlagen zur Erstellung technischer Zeichnungen	74
2.5	Toleranzen	94
2.6	Passungen	97
2.7	Oberflächenbeschaffenheit	100
2.8	Schweißen und Löten	104
2.9	Rohrleitungen in technischen Zeichnungen	107
2.10	Bauzeichnen	110
2.11	Hausinstallation	115
2.12	Elektrotechnische Schaltpläne	125
2.12.1	Dokumentenarten der Elektrotechnik	125
2.12.2	Sinnbilder der Elektrotechnik	126
2.13	Darstellung von Mess-, Steuer- und Regelaufgaben (Prozessleittechnik)	133
2.13.1	Begriffe und Abkürzungen der Prozessleittechnik	133
2.13.2	Graphische Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik (PCE)	133
2.13.3	Beispiele für die graphische Darstellung von PCE-Aufgaben	135
<b>3</b>	<b>Werkstofftechnik</b>	<b>139</b>
3.1	Stoffwerte	139
3.1.1	Wassertemperatur, Dichte, spezifisches Volumen	140
3.1.1.1	Zustandsgrößen von Wasser	141
3.1.1.2	Wasserhärte (in °dH)	142
3.1.2	Wichtige chemische Stoffe	143
3.1.3	Stoffwerte gasförmiger Stoffe (bei 0 °C; $p_{\text{abs}} = 1,013 \text{ bar}$ )	144
3.1.4	Stoffwerte flüssiger Stoffe (bei 20 °C; $p_{\text{abs}} = 1,013 \text{ bar}$ )	144
3.1.4.1	ph-Werte verschiedener Flüssigkeiten	145
3.1.5	Stoffwerte fester Stoffe	145
3.1.6	Spezifische Stoffwerte von Wasser	146
3.1.7	Kältemittel	146
3.1.8	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ (Anhaltswerte)	147

3.1.9	Wärmeübergangszahlen $h$ (früher $\alpha$ ) für vertikale ebene Wände/vertikale Heizplatten	147
3.2	Werkstoffnormung	148
3.2.1	Einteilung der Stähle	148
3.2.2	Bezeichnungssystem für Eisenwerkstoffe	149
3.2.3	Bezeichnungssystem für Stähle	150
3.2.4	Übliche Stahlsorten	152
3.3	Gusseisen	156
3.3.1	Bezeichnungssystem für Gusseisenwerkstoffe nach Kurzzeichen	156
3.3.2	Übliche Gusseisenwerkstoffe	156
3.4	Kupfer	157
3.4.1	Bezeichnungssystem für Kupfer	157
3.4.2	Übliche Kupferwerkstoffe	157
3.5	Kunststoffe	159
3.5.1	Einteilung der Kunststoffe	159
3.5.2	Bezeichnungssystem von Kunststoffen	160
3.5.3	Eigenschaften und Verwendung von Kunststoffen	161
3.6	Glas	162
3.7	Korrosion	162
3.7.1	Korrosionsarten	162
3.7.2	Spannungsreihe	163
3.7.3	Methoden des Korrosionsschutzes	163
3.7.4	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung	164
3.8	Warmgewalzte Stahlprofile	165
3.8.1	Warmgewalzte rundkantige U-Profile	165
3.8.2	Schmale I-Profile mit schrägen Flanschen	166
3.8.3	Mittelbreite I-Profile mit parallelen Flanschen	166
3.8.4	Breite I-Profile mit parallelen Flanschen	167
3.8.5	Warmgewalzte gleichschenklige rundkantige T-Profile	167
3.8.6	Warmgewalzte ungleichschenklige rundkantige L-Profile	168
3.8.7	Warmgewalzte gleichschenklige rundkantige L-Profile	169
<b>4</b>	<b>Fertigungstechnik</b>	<b>170</b>
4.1	Übersicht der Fertigungsverfahren (DIN 8580)	170
4.2	Fügen durch Schrauben	171
4.2.1	Gewindearten – Übersicht	171
4.2.2	Mechanische Eigenschaften von Schrauben aus nichtrostendem Stahl	174
4.2.3	Festigkeitsklassen von Schrauben	175
4.2.4	Festigkeitsklassen von Muttern mit Regelgewinde und zugehörige Schrauben aus Stahl	176
4.2.5	Durchgangslöcher für Schrauben	176
4.2.6	Mindesteinschraubtiefen $l_e$ für Grundlochgewinde	177
4.2.7	Sechskantschrauben	177
4.2.8	Sechskantmuttern mit metrischem Regelgewinde	180
4.2.9	Flache Scheiben mit und ohne Fase	181
4.2.10	Blechschraben	181
4.2.11	Bohrschrauben	182
4.2.12	Spanplattenschrauben	182
4.2.13	Schraubenantriebe	182
4.3	Technische Gase	183
4.3.1	Lieferformen von Schutzgasflaschen	183
4.3.2	Farbkennzeichnung von Gasflaschen	183
4.3.3	Zuordnung Schutzgase zu Werkstoffen	184
4.4	Fügen durch Schweißen	186
4.4.1	Übersicht über Schweißverfahren im Handwerk	186
4.4.2	Schweißverhalten und Klassenkennzeichnung von Gasschweißstäben	187
4.4.3	Zuordnung von Schweißstäben – Stahlsorte	187
4.5	Fügen durch Löten	188
4.6	Fügen durch Kleben	194
4.7	Fügen mit Dübeln	197
4.8	Mechanisches Trennen	199
4.8.1	Bohren	199
4.8.1.1	Schnittgeschwindigkeiten beim Trennen durch Spanen	200
4.8.1.2	Umdrehungsfrequenzdiagramme (früher: Drehzahldiagramme)	201
4.8.2	Sägen	202
4.8.3	Schleifen	205

4.8.4	Drehen	207
4.8.5	Fräsen	208
4.8.6	Schneidstoff-Anwendungsgruppen zum Zerspanen	210
4.8.7	Anwendung harter Schneidstoffe (Hartmetalle, Schneidkeramiken) zur Zerspanung	211
4.9	Thermisches Trennen	212
4.10	Kühlschmierstoffe	213
4.11	Umformen durch Biegen von Rohren und Blechen	214
4.12	Kunststoffschweißen	218
4.12.1	Richtwerte für das Heizelementstumpfschweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	218
4.12.2	Richtwerte für das Heizelementmuffenschweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	220
4.12.3	Heizwendelschweißen von Formstücken und Sattelformstücken nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	220
<b>5</b>	<b>Rohrleitungssysteme</b>	<b>222</b>
5.1	Stahl-Rohrleitungssysteme	222
5.1.1	Übersicht der Rohre aus Stahl	222
5.1.2	Rohrkenngößen	222
5.1.3	Rohre aus Stahl (Auswahl)	224
5.1.3.1	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre	224
5.1.3.2	Rohre aus Stahl zum Schweißen und Gewindegewinden	225
5.1.3.3	Präzisionsstahlrohr für Pressfitting-Systeme	226
5.1.3.4	Nichtrostende Stahlrohre für Pressfitting-Systeme	227
5.1.4	Stahlrohr-Verbindungsteile	227
5.1.4.1	Gewindefittings aus Temperguss	227
5.1.4.2	Pressfittings aus Stahl	236
5.1.4.3	Fittings für Schneidringverschraubungen	243
5.1.4.3.1	Schneidringfittings (Herstellerangaben)	244
5.1.4.3.2	Standardrohrschellen für Schneidringverbindungen (Herstellerangaben)	247
5.1.4.3.3	Standarddoppelrohrschellen für Schneidringverbindungen (Herstellerangaben)	248
5.1.5	Stahlflansche und Dichtungen	249
5.1.5.1	Flanschführungen – Übersicht	249
5.1.5.2	Glatter Flansch (Typ 01)	250
5.1.5.3	Blindflansch (Typ 05)	251
5.1.5.4	Vorschweißflansch (Typ 11)	254
5.1.5.5	Gewindeflansch (Typ 13)	255
5.1.5.6	Flanschwerkstoffe und Schrauben	256
5.1.5.7	Dichtflächenformen	256
5.1.5.8	Flanschdichtungen	257
5.2	Kupfer-Rohrleitungssysteme	260
5.2.1	Kupferrohre für Sanitärinstallationen, Heizungsbau und Gasleitungen	260
5.2.2	Einsatz- und Verarbeitung von CU-Rohr	260
5.2.3	Nahtlose Kupferrohre für Gas- und Wasserleitungen von Sanitärinstallation und Heizungsbau	261
5.2.4	Wärmedämmte Kupferrohre	262
5.2.5	Dünnwandige Kupferrohre mit kraftschlüssiger PE-Ummantelung für Heizen, Kühlen, Trink- und Regenwasser	262
5.2.6	Lötfitings für Kupferrohre	262
5.2.7	Pressfittings für Kupferrohre	269
5.2.8	Steckfittings für Kupfer-, Stahl- und Edelstahlrohr (nach Herstellerangaben)	275
5.3	Mehrschicht-Verbundrohrsysteme	278
5.3.1	Mehrschichtverbundrohre für Trinkwasser-, Heizungs- und Druckluftanlagen	278
5.3.2	Auswahlkriterien für Rohrleitungssysteme in der Gebäudetechnik	279
5.3.3	Pressfittings für Mehrschichtverbundrohr (Radialpressen)	280
5.4	Rohrarmaturen aus Metall	284
5.4.1	Armaturen für Gewindeverbindungen	284
5.4.1.1	Armaturen aus Messing (Herstellerangaben)	284
5.4.1.2	Armaturen aus Rotguss (Herstellerangaben)	288
5.4.1.3	Armaturen aus Stahl (Herstellerangaben)	291
5.4.2	Armaturen für Pressverbindungen (Herstellerangaben)	294
5.4.3	Armaturen für Lötuffenverbindungen (Herstellerangaben)	295
5.4.4	Armaturen für Flanschverbindungen	297
5.4.4.1	Absperrarmaturen	297
5.4.4.2	Verteilerkonstruktion für Flanschenarmaturen	301

5.4.4.3	Hydraulische Weiche	302
5.5	Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Druckrohre für Gas, Wasser und Trinkwasser	304
5.5.1	Kenngrößen und Bezeichnungen	304
5.5.2	Druckrohrsysteme aus Kunststoff	306
5.5.2.1	Druckrohrsysteme aus Polyethen (PE 100)	306
5.5.2.2	Druckrohre aus vernetztem Polyethylen (PE-X) nach DIN EN ISO 15875-2	308
5.5.2.3	Druck-Rohre aus Polypropylen PP-B 80 und PP-R 80 nach DIN 8077, W544, DIN EN ISO 15874-2	311
5.5.2.4	Formteile für das Stumpfschweißen von Druckrohren aus PE und PP	312
5.5.2.5	Formteile für das Muffenschweißen von Druckrohren aus PE und PP	314
5.5.2.6	Druckrohrsystem aus Polybuten (PB)	316
5.5.2.7	Druckrohre aus chloriertem Polyvinylchlorid (PVC- C)	320
5.6	Schlauchleitungen	327
5.6.1	Anwendungsbereiche (Herstellerangaben)	327
5.6.2	Einbauhinweise für Schlauchleitungen nach DIN 20066	328
5.7	Drucklose Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Entwässerung	329
5.7.1	Begriffe und Kennwerte	329
5.7.2	HT- Entwässerungssysteme aus Polyetylen (PE) mit glatten Enden	332
5.7.3	HT-Entwässerungssysteme mit Steckmuffe aus Polypropylen (PP) mit angeformter Muffe (Auswahl)	338
5.7.4	KG-Entwässerungssysteme aus Polyvinylchlorid (PVC-U) mit angeformter Steckmuffe (Auswahl)	342
5.7.5	KG-Entwässerungssysteme aus Polypropylen mit Additiven (PP-MD) und angeformter Steckmuffe (Auswahl)	345
5.8	Feuerverzinktes Stahlrohr-Entwässerungssystem mit Steckmuffe	348
5.8.1	Rohrmaße	348
5.8.2	Muffenformen	348
5.8.3	Formstücke – Bogen mit großem Radius	349
5.9	Gusseiserne Rohrleitungssysteme ohne Muffe (SML)	357
5.9.1	Rohrmaße	357
5.9.2	Rohrbeschichtung	357
5.9.3	Maße	357
5.9.4	Formstücke für SML-Rohre	357
5.9.5	Rohrverbinder	364
<b>6</b>	<b>Sanitärtechnik</b>	<b>368</b>
6.1	Trinkwasseranlagen	368
6.1.1	Trinkwasser	368
6.1.1.1	Trinkwasserverordnung 2011 (TrinkwV2001-Neufassung 2021)	368
6.1.1.2	Wasserenthärtungsanlagen	369
6.1.1.3	Berechnung des Natriumgehaltes bei Enthärtung durch Ionenaustausch	370
6.1.1.4	Normenübersicht für die Planung und Ausführung von Trinkwasserinstallationen (TRWI)	370
6.1.1.5	Trinkwasserversorgungsanlage nach DIN EN 806, DIN EN 1717 und DIN 1988	370
6.1.1.6	Verlegung von Trinkwasser- und Abwasserleitungen im Erdreich	371
6.1.1.7	Betriebsbedingungen für Rohre und Rohrverbindungen	371
6.1.1.8	Übersicht: Rohrwerkstoffe in der Trinkwasserinstallation und mögliche Fügeverfahren nach twin 9/02	371
6.1.1.9	Maximale Befestigungsabstände von Metallrohren (DIN EN 806-4)	372
6.1.1.10	Befestigungsabstände von Kunststoff- und Verbundrohren	372
6.1.1.11	Kompensation der Längenausdehnung (DIN EN 806-4)	373
6.1.1.12	Leitungssysteme bei Stockwerksleitungen nach EN 806-4	374
6.1.1.13	Berechnung der Rohrdurchmesser nach DIN 1988-300	375
6.1.1.14	Ermittlung des verfügbaren Rohrreibungsdrukgefälles	375
6.1.1.15	Richtwerte für Mindestfließdruck und Berechnungsdurchfluss	376
6.1.1.16	Berechnung des Summenvolumenstroms (Summendurchfluss)	377
6.1.1.17	Spitzen- und Summenvolumenstrom	377
6.1.1.18	Bezeichnungsbeispiel im Leitungsschema	377
6.1.1.19	Einbau Wasserzählergruppe	377
6.1.1.20	Maximale rechnerische Fließgeschwindigkeit beim zugeordneten Spitzendurchfluss	380
6.1.1.21	Richtwerte für Druckverluste $\Delta p_{TE}$ von Gruppen-Trinkwassererwärmern	381
6.1.1.22	Wasserfilter (Herstellerangaben)	381
6.1.1.23	Widerstandsbeiwerte für Form- und Verbindungsstücke aus Kupfer, Rotguss und nicht rostendem Stahl	381
6.1.1.24	Widerstandsbeiwerte für Form- und Verbindungsstücke aus PP, PB und PVC nach DIN 1988-300	382
6.1.1.25	Widerstandsbeiwerte für Form- und Verbindungsstücke aus Metall-Kunststoff-Verbund und PE-X-Systemen nach DIN 1988-300	383
6.1.1.26	Widerstandsbeiwerte für Armaturen aus Rotguss und nicht rostendem Stahl nach DIN 1988-300	384
6.1.1.27	Rohrreibungsverluste	385
6.1.1.28	Beispiel zur Berechnung der kalten Trinkwasserleitung nach DIN 1988	392

6.1.1.29	Planungsgrundlagen und Rohrdimensionierung nach DIN 806-3	392
6.1.1.30	Beispiel zur Berechnung der kalten Trinkwasserleitung nach DIN EN 806-3	393
6.1.1.31	Spülen der Rohrleitung nach DIN EN 806-4	393
6.1.1.32	Dichtigkeitsprüfung von Trinkwasserleitungen (ZVSHK) in Anlehnung an DIN EN 806-4 Prüfverfahren B	394
6.1.1.33	Druckerhöhungsanlage nach DIN 1988-500	395
6.1.2	Sicherheitsarmaturen	397
6.1.2.1	Sicherheitsventile in der Trinkwasserinstallation	397
6.1.2.2	Nennweite Sicherheitsventile für geschlossene TWE (DIN 1988-200, Herstellerangaben)	397
6.1.2.3	Anspruchdruck (Auswahl)	397
6.1.2.4	Thermische Ablaufsicherung (DIN EN 14597)	398
6.1.2.5	Einbausituation thermische Ablaufsicherung	398
6.1.2.6	Inspektions- und Wartungshinweise nach DIN EN 806 und DIN 1988	398
6.1.2.7	Druckminderer	400
6.1.2.8	Membran-Druckausdehnungsgefäß für Trinkwasserleitungen bei Einsatz von geschlossenen Speicherwassererwärmern	401
6.1.3	Sicherungsarmaturen	402
6.1.3.1	Einteilung der Flüssigkeitskategorien, die mit Trinkwasser in Berührung kommen oder kommen könnten (DIN EN 1717)	402
6.1.3.2	Übersicht zur Bestimmung der Flüssigkeitskategorie für den erforderlichen Schutz (DIN EN 1717)	403
6.1.3.3	Sicherungseinrichtungen und zugeordnete Flüssigkeitskategorien (DIN EN 1717)	404
6.1.3.4	Auswahl von Sicherungseinrichtungen für den häuslichen und nicht-häuslichen Bereich nach DIN 1988-100	405
6.1.3.5	Rückflussverhinderer DIN EN 13959/Herstellerangaben	408
6.1.3.6	Rückspülbarer Filter mit Druckminderer	409
6.1.3.7	Rohrbelüfter HB DIN EN 1717 (Herstellerangaben)	410
6.1.3.8	Rohrbelüfter HD DIN EN 1717 (Herstellerangaben)	410
6.1.3.9	Rohrunterbrecher DB (Herstellerangaben)	411
6.1.3.10	Rohrnetztrenner mit kontrollierbarer Mitteldruckzone BA	412
6.1.3.11	Rohrtrenner, nicht durchflussgesteuert GA	413
6.1.3.12	Rohrtrenner, nicht durchflussgesteuert GB	414
6.1.3.13	Frostsichere Außenarmatur (Herstellerangaben)	415
6.1.4	Warmwasserbedarf	416
6.1.4.1	Trinkwassererwärmer	416
6.1.4.2	Sanitäre Ausstattung von Wohnungen	417
6.1.4.3	Zapfstellenbedarf $w_v$ für erwärmtes Wasser in $Wh$	418
6.1.4.4	Berechnung der Bedarfskennzahl $N$	418
6.1.4.5	Wärmemengenbedarf für Warmwasser	418
6.1.4.6	Anschlussarten von Trinkwassererwärmern (TWE)	420
6.1.4.7	Mischer (Maße Herstellerangaben)	421
6.1.5	Montagezubehör	423
6.1.5.1	Auslegerkonsole für Rohr- und Kanalhalterung	423
6.1.5.2	Befestigungen von Rohrleitungen	423
6.1.5.3	Ausführung von Schlitzten im Mauerwerk	428
6.2	Abwasser	429
6.2.1	Entwässerungsanlagen	429
6.2.2	Rückstauverschlüsse	439
6.2.3	Hebeanlagen	440
6.2.4	Neutralisierung von Kondensaten bei Brennwertgeräten nach ATV-DVWK-A 251	444
6.2.5	Abscheideranlagen	445
6.2.6	Dachentwässerung	451
6.2.7	Kläranlagen	463
6.3	Sanitäre Planung	464
6.3.1	Stell- und Bewegungsflächen nach VDI 6000 Blatt 1	464
6.3.2	Barrierefreie Badplanung	465
6.3.2.1	Bewegungsflächen nach DIN 18040-1, DIN 18040-2	465
6.3.3	Sanitäre Objekte	467
6.3.3.1	Klosettanlage	467
6.3.3.2	Bidet	471
6.3.3.3	Urinal	471
6.3.3.4	Badewannen/Duschwannen	473
6.3.3.5	Waschtisch	474
6.3.4	Fliesengerechte Installation	475
6.3.5	Elektrische Schutzbereiche	477
6.3.5.1	Einteilung der Schutzbereiche nach DIN VDE 0100-701	477

6.3.5.2	Schutzbereiche Badewanne/Dusche nach DIN VDE 0100-701 .....	478
6.3.6	Vorwandtechnologie .....	479
6.3.7	Schallschutz .....	480
<b>7</b>	<b>Gastechnik .....</b>	<b>483</b>
7.1	Gaskenn- und Anschlusswerte .....	483
7.1.1	Ideales und reales Verhalten von Erdgas .....	483
7.1.2	Teildruck des Wasserdampfes und absolute Feuchtigkeit von gesättigten Gasen .....	483
7.1.3	Gasfamilien nach DVGW G 260 .....	484
7.1.4	Gasbeschaffenheit nach DVGW G 260 und Prüfgase nach DIN EN 437 .....	484
7.1.5	Betriebsheizwert, Betriebsbrennwert, Betriebsdruck .....	485
7.1.6	Wärmemenge, Wärmeleistung, Anschlusswert, Wirkungsgrad .....	485
7.1.7	Relative Dichte und Wobbe-Index .....	486
7.1.8	Luftbedarf .....	486
7.2	Gasleitungswerkstoffe und Befestigung .....	487
7.2.1	Einsatzbereiche für Rohre nach DVGW-TRGI 2018 .....	487
7.2.2	Richtwerte für Befestigungsabstände horizontal verlegter Leitungen .....	487
7.2.3	Hauseinführungen .....	488
7.2.4	Versorgung mehrerer Gebäude durch einen Netzanschluss .....	489
7.2.5	Brandschutzanforderungen ab Gebäudeklasse 3 .....	490
7.2.6	Abstandsregeln für Gasleitungen .....	491
7.3	Gasarmaturen .....	492
7.4	Bemessen von Gasinnenleitungen .....	495
7.4.1	Mindestnennweiten von Gasströmungswächtern (bei GS K bis max. 10m Berechnungslänge) .....	495
7.4.2	Druckverlust Gasströmungswächter .....	495
7.4.3	Druckverlust Balgengaszähler (Zählergruppe) .....	496
7.4.4	Druckverluste von Gasgeräteanschlussarmatur mit thermisch auslösende Einrichtung (TAE) .....	496
7.4.5	Druckverluste von Gasgeräteanschlussarmatur ohne TAE .....	496
7.4.6	Rohrdruckgefälle Kupfer- und Edelstahlrohr .....	497
7.4.7	Rohrdruckgefälle Stahlrohr .....	497
7.4.8	Rohrdruckgefälle Wellrohr .....	497
7.4.9	Längenzuschlag für Formteile .....	497
7.4.10	Bemessung von Einzelzuleitungen aus Kupfer und Edelstahl .....	498
7.4.11	Bemessung von Einzelzuleitungen aus mittelschweren Stahlrohr nach DIN EN 10255 .....	498
7.4.12	Bemessung von Einzelzuleitungen aus Wellrohr .....	499
7.4.13	Protokoll über die Durchführung der Belastungs- und Dichtheitsprüfung .....	499
7.5	Aufstellen von Gasgeräten .....	500
7.5.1	Einteilung der Gasgeräte .....	500
7.5.2	Aufstellbedingungen für Gasgeräte Typ A .....	500
7.5.3	Aufstellbedingungen für Gasgeräten Typ B: ( $\Phi_{NL} \leq 35$ KW) .....	500
7.5.4	Sicherstellung der Verbrennungsluftversorgung – Vorgehen .....	502
7.6	Abgasführung .....	507
7.7	Flüssiggasanlagen .....	507
7.7.1	Eigenschaften von Flüssiggas .....	507
7.7.2	Flüssiggasanlage mit Flaschen .....	507
7.7.3	Flüssiggasanlage mit Flüssiggasbehältern .....	508
7.7.4	Brandschutz .....	511
7.7.5	Anlagenbeispiel mit Hausanschlusskasten .....	512
7.7.6	Tabellen zur Rohrweiten-Bestimmung von Flüssiggasanlagen .....	513
7.7.6.1	Kupfer- und Edelstahlrohr .....	513
7.7.6.2	Stahlrohr .....	513
7.7.6.3	Präzisionsstahlrohr .....	514
7.7.6.4	PE-Rohr SDR11 .....	514
7.7.6.5	Formteilzuschlag .....	514
7.7.6.6	GS-Auswahl und Mindestnennweite .....	514
<b>8</b>	<b>Heizungstechnik .....</b>	<b>515</b>
8.1	Normheizlast nach DIN EN 12831 .....	515
8.1.1	Berechnungsverfahren für einen beheizten Raum bzw. ein Gebäude .....	515
8.1.2	Formblatt G1 .....	517
8.1.3	Formblatt V1 .....	522
8.1.4	Formblatt R .....	523
8.1.5	Formblatt G2 .....	528

8.1.6	Formblatt G3 .....	529
8.1.7	Wärmedurchgang .....	530
8.2	Wärmeerzeuger .....	533
8.2.1	Verbrennungsprozesse .....	533
8.2.2	Ölfeuerungsanlagen .....	539
8.2.2.1	Heizöl .....	539
8.2.2.2	Verbrennung von Heizöl .....	541
8.2.2.3	Heizöllagerung .....	543
8.2.3	Gasfeuerung .....	544
8.2.3.1	Brennwerttechnik .....	546
8.2.3.2	Abgastechnik Gasfeuerung .....	547
8.3	Sicherheitstechnische Ausrüstung für Heizkessel nach DIN EN 12828 .....	553
8.4	Rohrnetzberechnung .....	558
8.4.1	Druckverlust in Rohrleitungen .....	558
8.4.2	Druckverlust durch Formstücke .....	560
8.4.3	Heizungsarmaturen .....	562
8.4.3.1	$k_v$ -Wert von Heizungsarmaturen (Durchflussfaktor), Ventilautorität .....	562
8.4.3.2	Kugelhähne .....	562
8.4.3.3	Thermostatventile (Standard) .....	564
8.4.3.4	Regulierbare Heizkörperrücklaufverschraubung .....	566
8.4.3.5	Strangreguliertventile .....	569
8.4.3.6	Mischer .....	570
8.4.4	Rohrnetzberechnung und hydraulischer Abgleich nach DIN EN 14336 .....	572
8.4.5	Umwälzpumpen .....	574
8.5	Heizflächen .....	576
8.5.1	Heizkörper .....	576
8.5.2	Fußbodenheizung .....	582
<b>9</b>	<b>Lüftungs- und Klimatechnik .....</b>	<b>586</b>
9.1	Grundlagen .....	586
9.1.1	Trockene Luft, feuchte Luft, Mollier $h$ - $x$ -Diagramm .....	586
9.1.2	Aufgaben raumluftechnischer Anlagen .....	590
9.1.3	Luftarten .....	594
9.2	Bauteile Raumluftechnischer Anlagen .....	594
9.2.1	Filter .....	594
9.2.2	Ventilatoren .....	597
9.2.2.1	Lufterwärmer .....	599
9.2.2.2	Luftkühler .....	599
9.2.2.3	Luftbefeuchter .....	600
9.2.2.4	Vereinfachtes Verfahren zur Kanalnetzberechnung .....	600
9.2.2.5	Druckverluste von Wickelfalzrohren .....	600
9.3	Lüftungssysteme .....	602
9.3.1	Freie Lüftung .....	602
9.3.2	Ventilatorgestützte Lüftung .....	604
9.3.2.1	Abluftanlagen .....	604
9.3.2.2	Belüftungsanlage .....	605
9.3.2.3	Kombinierte Be- und Entlüftungsanlage .....	605
9.3.2.4	Klimaanlage .....	605
9.4	Wärmerückgewinnung (WRG) in Lüftungssystemen .....	606
9.5	Systeme zur Wohnungslüftung .....	607
<b>10</b>	<b>Umwelttechnik .....</b>	<b>611</b>
10.1	Umwelt- und ressourcenschonende Heizungssysteme .....	611
10.1.1	Pellets .....	611
10.1.2	Wärmepumpe .....	611
10.1.3	Fernwärme .....	615
10.1.4	Blockheizkraftwerk .....	616
10.1.5	Solare Heizungsunterstützung und Trinkwassererwärmung .....	616
10.2	Gesetzliche Vorgaben .....	620
10.2.1	Gebäudeenergiegesetz (GEG) .....	620
10.3	Rohrleitungsdämmung .....	624
10.4	Regenwassernutzung .....	628

<b>11</b>	<b>Umweltschutz, Arbeitsschutz, Brandschutz, Schallschutz</b>	<b>634</b>
11.1	Umweltschutz	634
11.1.1	Übersicht Materialfluss und gesetzliche Regelungen	634
11.1.2	Abfallarten	635
11.1.3	Container- und Behältersysteme	638
11.2	Arbeitsschutz	638
11.2.1	Verbots-, Gebots-, Warn- und Hinweisbeschilderung	638
11.2.1.1	Verbotsbeschilderung	638
11.2.1.2	Gebotsbeschilderung	639
11.2.1.3	Warnbeschilderung	639
11.2.1.4	Rettungszeichen DIN ISO 23601	639
11.2.1.5	Brandschutzzeichen	640
11.2.2	Gefahrstoffe	640
11.2.2.1	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung	640
11.3	Brandschutz	641
11.3.1	Brandentstehung	641
11.3.2	Vorbeugender Brandschutz und Brandschutzmaßnahmen	641
11.3.3	Sprinkleranlagen	649
11.4	Lärmschutz	653
11.4.1	Schallpegel	653
11.4.2	Schalltechnische Begriffe	654
11.4.3	Lärmwirkung	654
11.4.4	Lärminderungsmöglichkeiten	654
11.4.5	Unfallverhütungsvorschriften für lärmerzeugende Betriebe	655
11.4.6	Lärmgrenzwerte nach Arbeitsstättenverordnung	655
11.4.7	Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-1	656
11.4.7.1	Anforderungen an die Schalldämmung für Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen	656
11.4.7.2	Maximal zulässige Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen (Wohn- und Schlafräumen), Anforderungen an Geräte und Armaturen	656