

**DIN**

DIN 13	112
DIN 824	70
DIN 962	113
DIN 1045-1	331
DIN 1045-2	331
DIN 1053	83
DIN 1057	289
DIN 1302	20
DIN 1304-1	21, 24
DIN 1356-1	79, 80, 81, 82, 83
DIN 1946-4	435, 436
DIN 1946-6	436, 437
DIN 1946-7	436
DIN 1961	146
DIN 1986	230
DIN 1986-3	246
DIN 1986-100	87, 247, 256, 257, 258, 260, 273
DIN 1988-100	163, 164
DIN 1988-200	203
DIN 1988-300	181, 183, 184, 185, 186, 187, 188
DIN 1988-500	195
DIN 1988-600	222
DIN 1989	273
DIN 1989-1	271
DIN 2000	149
DIN 2442	379, 381
DIN 3858	111
DIN 4102	220
DIN 4102-2	221
DIN 4108-4	330, 331, 332, 356
DIN 4109	227, 228, 460
DIN 4158	331
DIN 4159	331
DIN 4160	331
DIN 4701	328
DIN 4703-1	364
DIN 4708-2	197, 199
DIN 4747	414
DIN 4811	299, 300
DIN 6280	521
DIN 8077	168
DIN 8078	168
DIN 8079	168
DIN 8080	168
DIN 8580	106
DIN 10255	289

**DIN 14462** .....

DIN 14462	222
DIN 16831	168
DIN 16832	168
DIN 16892	168
DIN 16893	168
DIN 16894	379
DIN 16895	379, 383
DIN 16962	168
DIN 16969	168
DIN 17455	171
DIN 18012	475
DIN 18015-3	475
DIN 18381	146
DIN 18560-4	377
DIN 19227	90
DIN 28000-4	88
DIN 50930-6	150
DIN 51603-1	408
DIN 59753	379
<b>DIN EN</b>	
DIN EN 2	222
DIN EN 125	404
DIN EN 129-1	77
DIN EN 267	409
DIN EN 298	404
DIN EN 437	278
DIN EN 442-1	360
DIN EN 612	260, 262
DIN EN 676	404
DIN EN 752	230, 273
DIN EN 779	456, 457
DIN EN 806	84, 85, 86, 273
DIN EN 806-2	150, 195, 196
DIN EN 806-3	181, 182, 183
DIN EN 806-4	180
DIN EN 806-5	168
DIN EN 1057	168, 173, 191, 285, 379, 381
DIN EN 1089-3	119
DIN EN 1213	158
DIN EN 1254	168
DIN EN 1264	374
DIN EN 1264-4	376
DIN EN 1359	292
DIN EN 1412	100
DIN EN 1452	192
DIN EN 1452-2	177
DIN EN 1505	447
<b>DIN EN ISO</b>	
DIN EN ISO 129-1	76
DIN EN ISO 216	70
DIN EN ISO 228	111
DIN EN ISO 1043-1	103
DIN EN ISO 1560	96, 97
DIN EN ISO 1946-6	422
DIN EN ISO 2553	91

DIN EN ISO 3098-3 .....	20	DIN V 4701-10 .....	350	<b>VDI</b>	
DIN EN ISO 3252 .....	104	DIN V 18599-2 .....	350, 356	VDI 6000 .....	209, 210
DIN EN ISO 3822 .....	156	DIN V 18599-5 .....	354	VDI 18040-1 .....	219
DIN EN ISO 4014 .....	115	DIN V 18599-7 .....	356	<b>Sonstige</b>	
DIN EN ISO 4017 .....	115	DIN V 18599-8 .....	355	BlMSchV .....	313, 314
DIN EN ISO 4032 .....	113	<b>DIN VDE</b>			
DIN EN ISO 4063 .....	118	DIN VDE 0100-100 .....	471	DVGW-Arbeitsblatt W 534 ..	171, 172
DIN EN ISO 5457 .....	70	DIN VDE 0100-200 .....	472	DVGW – Arbeitsblatt W541 ..	190
DIN EN ISO 7046 .....	115	DIN VDE 0100-410 .....	473	DVGW-Arbeitsblatt W 544 ..	177
DIN EN ISO 7090 .....	116	DIN VDE 0100-520 .....	477	DVGW GW 2 .....	168
DIN EN ISO 7730 .....	423, 424	DIN VDE 0100-701 .....	475	DVGW GW 6 .....	168
DIN EN ISO 9453 .....	117	DIN VDE 0105-100 .....	474	DVGW GW 8 .....	168
DIN EN ISO 9454 .....	117	DIN VDE 0239-308 .....	477	DVGW GW 392 .....	168
DIN EN ISO 10077-1 .....	332	DIN VDE 0292 .....	476	DVGWTRGI 2018 .....	277
DIN EN ISO 10077-2 .....	332	DIN VDE 0298-4 .....	477	DVGW-TRGI 2018 .....	289
DIN EN ISO 10456 .....	330	DIN VDE 0701-0702 ..	490, 491	DVGW-TRGI 2021 .....	88
DIN EN ISO 12567-1 .....	332	<b>E-DIN</b>			
DIN EN ISO 12567-2 .....	332	E-DIN 18228 .....	211	DVGW W 534 .....	168
DIN EN ISO 14175 .....	120	<b>EN</b>			
DIN EN ISO 14341 .....	120	EN 476 .....	273	DVGW W 541 .....	168
DIN EN ISO 15481 .....	115	EN 12056 .....	273	DVGW W 542 .....	168
DIN EN ISO 15482 .....	115	<b>EN ISO</b>			
DIN EN ISO 15483 .....	115	EN ISO 10211-2 .....	333	DVGW W 544 .....	168
DIN EN ISO 17672 .....	118	EN ISO 14683 .....	333	DVGW W 551 .....	200
DIN EN ISO 18496 .....	118	EN ISO 15874 .....	379, 383	DVGW W 551 .....	207
DIN EN ISO 20378 .....	119	EN ISO 15876 .....	379	DVGW W 551/W553 .....	188
<b>DIN ISO</b>		<b>Fachregeln des Klempnerhandwerks 2009 ..</b>			
DIN ISO 128-3 .....	80	253, 254, 264, 265, 266			
DIN ISO 128-24 .....	72	FeuVO .....	315		
DIN ISO 128-40 .....	75	GEG .....	208		
DIN ISO 128-44 .....	75	GEG § 31 .....	352		
DIN ISO 128-50 .....	75	GEG 2024 .....	347, 348		
DIN ISO 525 .....	109	GEG: 2024 ..	349, 353, 354, 357		
DIN ISO 898-1 .....	113	OENORM EN ISO 15874 ..	383		
DIN ISO 898-2 .....	113	OENORM EN ISO 15875 ..	382		
DIN ISO 3098-2 .....	70	OENORM EN ISO 15876 ..	382		
DIN ISO 5455 .....	70	TA-Luft .....	313		
DIN ISO 5456-2 .....	73	TRF 2021 .....	297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305		
DIN ISO 5456-3 .....	73, 74	TRGI 2018 ..	276, 277, 279, 280, 281, 285, 286, 287, 295, 296, 306, 307		
DIN ISO 7050 .....	115	TRGS 900 .....	429		
DIN ISO 7051 .....	115	TrinkWV:2023 .....	149, 150		
<b>DINTS</b>		VOB 2019 .....	145		
DIN/TS 12831-1 .....	338	ZVSHK .....	258, 259		
<b>DIN V</b>					
DIN V 4108-6 .....	350				
DIN V 18599-8 .....	355				
DIN VDE 0100-701 .....	475				
DIN VDE 0105-100 .....	474				
DIN VDE 0239-308 .....	477				
DIN VDE 0292 .....	476				
DIN VDE 0298-4 .....	477				
DIN VDE 0701-0702 ..	490, 491				
DIN VDE 0100-200 .....	472				
DIN VDE 0100-520 .....	477				
DIN VDE 0140-1 .....	474				
DIN VDE 0470-1 .....	473				
DIN VDE 105-100 .....	474				
DIN VDE 2050 .....	316				
DIN VDE 2052 .....	432				
DIN VDE 2053-1 .....	433				
DIN VDE 2067 ..	318, 320, 321, 322, 323				
DIN VDE 2078 .....	424, 441, 442				
DIN VDE 2081 .....	460				
DIN VDE 2089-1 .....	434				
DIN VDE 3803 .....	461				



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für metalltechnische Berufe

# **Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik**

5. 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
Ulrich Uhr	Studiendirektor	Rheinfelden
Olaf Machelett	Studienrat	Erkelenz
Robert Kruck	Dipl.-Ing Energiesystemtechnik	Frankfurt

**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.

5. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern und kleinen Normänderungen identisch sind.

ISBN 978-3-7585-1416-6

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an [produktsicherheit@europa-lehrmittel.de](mailto:produktsicherheit@europa-lehrmittel.de).

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

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: PER MEDIEN & MARKETING GmbH, 38102 Braunschweig

Umschlag: Verlag Europa-Lehrmittel, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

Umschlagbilder: stock.adobe.com: Ronstik; nikkytok; rh2010; 4th Life Photography; Irina

Druck: UAB BALTO print, 08217 Vilnius (LT)

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. Die Informationen der nebenstehend aufgeführten Hauptteile betreffen in der Regel mehrere Lernfelder.

Vierfarbdruck, eine einheitliche Gestaltung der Seiten und das neu strukturierte Daumenregister 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](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de) zu erhalten.

In der **fünften** Auflage sind die inzwischen erschienenen Normänderungen bis Sommer 2025 berücksichtigt. Vor allem die aufwändigen Änderungen des GEG 2020 wurden neu eingearbeitet und ergänzt. 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.

Sommer 2025

Die Autoren des Arbeitskreises

**Grundlagen der SHK-Technik und der Betriebswirtschaftslehre** **G**

**Trinkwassertechnik** **TW**

**Abwasser- und Klempnertechnik** **AW**

**Gas- und Abgastechnik** **GT**

**Heizungstechnik** **HT**

**Klimatechnik** **KT**

**Elektrotechnik** **ET**

**Erneuerbare Energien und Umwelttechnik** **EE UT**

<b>Grundlagen der SHK-Technik und der Betriebswirtschaftslehre . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Allgemeine Grundlagen . . . . .</b>	<b>19</b>
Regelwerke, ISO, DIN . . . . .	19
Griechisches Alphabet . . . . .	20
Römische Zahlzeichen . . . . .	20
Mathematische Zeichen . . . . .	20
SI-Basis единиц . . . . .	21
Formelzeichen, Größen, Einheiten . . . . .	21
Indizes . . . . .	24
Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten . . . . .	24
Britische und US-Einheiten . . . . .	24
Schaubilder, Diagramme und Tabellen . . . . .	25
<b>Mathematik und Geometrie . . . . .</b>	<b>27</b>
Grundrechenarten . . . . .	27
Strichrechnung . . . . .	27
Multiplikation . . . . .	27
Division . . . . .	28
Bruchrechnen . . . . .	28
Potenzieren . . . . .	30
Radizieren (Wurzelziehen) . . . . .	31
Logarithmen . . . . .	31
Binomische Formeln . . . . .	31
Gleichungen . . . . .	32
Prozentrechnung . . . . .	34
Zins- und Zinseszinsrechnung . . . . .	34
Dreisatzrechnung . . . . .	34
Runden . . . . .	34
<b>Technische Mathematik . . . . .</b>	<b>35</b>
Flächenberechnung . . . . .	35
Körperberechnung . . . . .	36
Masse und Dichte . . . . .	38
Dichte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen . . . . .	38
Berechnung elementarer Rohrdaten . . . . .	40
Masse bei Halbzeugen . . . . .	40
Längenbezogene Masse . . . . .	40
Flächenbezogene Masse . . . . .	40
Gestreckte Längen . . . . .	41
Zusammengesetzte Längen und zusammengesetzte Flächen . . . . .	41
Teilung auf dem Lochkreis . . . . .	41
Teilung von Längen . . . . .	41
<b>Geometrie . . . . .</b>	<b>42</b>
Winkelarten . . . . .	42
Winkel an geschnittenen Parallelen . . . . .	42
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechtwinkligen Dreieck . . . . .	42
Berechnungen am rechtwinkligen Dreieck . . . . .	43
Lehrsatz des Pythagoras . . . . .	43
Winkelfunktionen . . . . .	43
Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks . . . . .	43
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens . . . . .	43
<b>Grundbegriffe der Chemie . . . . .</b>	<b>44</b>
Bereiche der Chemie . . . . .	44
Aufbau chemischer Elemente . . . . .	44
Atombestandteile . . . . .	44
Periodensystem der Elemente . . . . .	45
Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen . . . . .	46
Säure, Base, pH-Wert, Neutralisation . . . . .	47
Kräfte . . . . .	48
Kraft und Gewichtskraft . . . . .	48
Kräfteparallelogramm . . . . .	48
Hebelgesetz . . . . .	48
Bewegung . . . . .	49
gleichförmige geradlinige Bewegung . . . . .	49
Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad . . . . .	49
Mechanische Arbeit . . . . .	49
Wirkungsgrad . . . . .	49
Druck und Druckeinheiten . . . . .	50
Hydrostatischer Druck . . . . .	50
Hydraulische Kraftübersetzung . . . . .	50
Auftrieb in Flüssigkeiten . . . . .	51
Volumenstrom . . . . .	51
Ausflussvolumen . . . . .	51
Kontinuitätsgesetz . . . . .	51
Druckkarten in Rohrleitungen . . . . .	52
Steigung und Gefälle von Rohrleitungen . . . . .	52
<b>Mechanik der Flüssigkeiten . . . . .</b>	<b>53</b>
Druckverluste in Rohrleitungen . . . . .	53
Pumpenförderdruck . . . . .	53
Pumpenleistung . . . . .	53
Energiegleichung (ohne Reibungsverluste), Gleichung von Bernoulli . . . . .	54
<b>Wärmelehre . . . . .</b>	<b>55</b>
Temperatur . . . . .	55
Absolute Temperatur . . . . .	55
Temperatur . . . . .	55
Wärmeausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe . . . . .	55
Celsius-Temperatur . . . . .	55
Temperaturdifferenzen . . . . .	55
Längenänderung fester Stoffe . . . . .	55
Volumenänderung flüssiger und fester Stoffe durch Temperaturänderung . . . . .	55
Volumenänderung flüssiger Stoffe . . . . .	55
Volumenänderung fester Stoffe . . . . .	55
Volumenänderung von Gasen . . . . .	56
Spezifische Wärmekapazität . . . . .	56
Wasserzapfleistung . . . . .	57
Temperaturdifferenz . . . . .	57
Aufheizzeit . . . . .	57
Wassermischung . . . . .	57
Mischwassertemperatur . . . . .	57
Mischwassermassen . . . . .	57
Mischungskreuz . . . . .	58
Wärme beim Schmelzen, Verdampfen und Verbrennen . . . . .	58
Wärme beim Schmelzen, Verdampfen und Verbrennen . . . . .	58
Schmelzenwärme . . . . .	58
Erstarrungswärme . . . . .	58
Verdampfungswärme . . . . .	59
Sublimationswärme . . . . .	59
Wobbe-Index bei Gasen . . . . .	59
Geräteleistung und Wirkungsgrad . . . . .	59
Nennleistung . . . . .	59
Gerätewirkungsgrad . . . . .	59
Nennbelastung . . . . .	59
Brennwert . . . . .	60
Heizwert . . . . .	60
Zustandsänderung bei Gasen (Gasgesetze) . . . . .	61
Vereinigtes Gasgesetz . . . . .	61
Gesetz von Boyle-Mariotte . . . . .	61
1. Gesetz von Gay-Lussac . . . . .	61
2. Gesetz von Gay-Lussac . . . . .	61
Vereinigtes Gasgesetz . . . . .	61
Anschlusswert, Einstellwert und Düsendruck . . . . .	61
Wärmestrahlung . . . . .	62
Wärmestrom . . . . .	63
Wärmeleitung . . . . .	63
Wärmedurchgang . . . . .	63
Stoffwerte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen . . . . .	64

<b>Festigkeitslehre und Statik</b> .....	<b>66</b>
Torsion .....	67
Biegung .....	67
Grenzspannung .....	69
<b>Grundlagen der technischen Kommunikation</b> .....	<b>70</b>
Normschrift .....	70
Papierformate .....	70
Maßstäbe .....	70
Geometrische Grundkonstruktionen .....	71
Linienarten .....	72
Normalprojektionen .....	73
Axonometrische Projektionen .....	73
Isometrische Projektion und besondere Darstellungen .....	73
Darstellungsregeln .....	74
Schnittdarstellungen .....	75
Maßeintragung .....	76
Kreise und Radien .....	77
Fasen und Senkungen .....	77
Gewinde .....	78
Abwicklung von Körpern .....	78
Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe .....	79
Ansichten und Schnitte .....	79
Kennzeichnung von Schnittflächen .....	80
Linienarten in Bauzeichnungen .....	80
Maßeintragung und Schnittverlauf .....	81
Darstellung von Treppen .....	82
Darstellung von Türen .....	82
Darstellung abgehängter Decken .....	82
Abkürzungen in Bauzeichnungen .....	83
Darstellung von Schlitz- und Aussparungen .....	83
Maße für Schlüsse und Aussparungen .....	83
<b>Sinnbilder</b> .....	<b>84</b>
Zeichnen von Sinnbildern .....	84
Sinnbilder Trinkwasserinstallation .....	84
Absperr- und Drosselarmaturen .....	85
Wasserbehandlungsanlagen .....	85
Mess- und Regeleinrichtungen .....	85
Trinkwassererwärmer und Trinkwasserbehälter .....	86
Brandschutzanlagen .....	86
Sanitäre Ausstattungsgegenstände .....	87
Abwassertechnik .....	87
Abwasser und Lüftungsleitungen .....	87
Abläufe, Abscheider .....	87
Gastechnik .....	88
Gas-Leitungen .....	88
Gas-Armaturen/Bauelemente .....	88
Gas-Geräte .....	88
Heizungstechnik .....	88
Lüftungs- und Klimatechnik .....	89
Airverteilung .....	89
Airbehandlung .....	89
Steuerungs- und Regeleinrichtungen .....	90
Elektrotechnik .....	90
Darstellung von Schweiß- und Lötnähten .....	91
<b>Grundlagen der Werkstoffkunde und technische Werkstoffe</b> .....	<b>92</b>
Einteilung der Werkstoffe .....	92
Feinstruktur, Grobstruktur, Gefüge .....	93
Zweistofflegierungen und Zustandsschaubilder .....	94
Legierungselemente .....	95
Nicht metallische Legierungselemente .....	95
Eisenwerkstoffe .....	96
Eisen-Gusswerkstoffe .....	96
Einteilung von Gusseisen .....	97
Stahl .....	98
Einteilung der Stähle .....	98
Unlegierte Stähle .....	98
Legierte Stähle .....	98
Stahlbezeichnungen nach Gefügeart, Verwendungszweck, Warmbehandlungsverfahren .....	99
Schnellarbeitstäbe .....	99
Kupferlegierungen .....	100
Aluminium und Aluminiumlegierungen .....	101
Kunststoffe .....	102
Thermoplaste .....	102
Elastomere .....	102
Duroplaste .....	102
Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe .....	104
<b>Fertigungsverfahren</b> .....	<b>105</b>
Prüfen, Messen, Lehren .....	105
Längen- und Formprüfmittel .....	105
Richtungsprüfmittel .....	105
Einteilung der Fertigungsverfahren .....	106
Sägen .....	106
Bohren .....	107
Schnittgeschwindigkeit beim Bohren .....	107
Drehfrequenz (Drehzahl) -Diagramm .....	108
Hauptnutzungszeit und Vorschubweg .....	108
Schleifen .....	109
Thermisches Trennen .....	110
Fügeverbindungen .....	110
<b>Gewinde</b> .....	<b>111</b>
Whitworth-Rohrgewinde .....	111
Metrische ISO-Gewinde .....	112
<b>Schrauben und Muttern</b> .....	<b>113</b>
Schraubenbezeichnungen .....	113
Festigkeitsklassen von Schrauben .....	113
Festigkeitsklassen von Muttern .....	113
Muttern – Übersicht .....	113
Muttern .....	113
Schrauben .....	114
<b>Verbindungstechnik</b> .....	<b>116</b>
Pressverbindungen .....	116
Lötverbindungen .....	117
Weichlöten .....	117
Flussmittel .....	117
Weichlöte .....	117
Hartlöten .....	118
Flussmittel .....	118
Hartlöte .....	118
Schweißen .....	118
Übersicht über Schweißverfahren .....	118
Gasschmelzschweißen .....	119
Kennzeichnung von Druckgasflaschen .....	119
Sauerstoff- und Acetylenverbrauch .....	119
Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen .....	119
Metallschutzgasschweißen .....	120
Drahtelektroden .....	120
Schutzgase .....	120
Kleben und Klebstoffe .....	121
<b>Befestigungselemente</b> .....	<b>122</b>
Dübel .....	122
Dübelauswahl nach Verankerungsgrund .....	122
Rohrbefestigungselemente .....	124
Montageschiene .....	124
Auslegerkonsole .....	124
Winkelkonsole .....	125
Pendelaufhängung .....	125
Rohrschellen .....	127
Gelenkrohrschellen .....	127
Massivrohrschellen .....	128
Lüftungsschellen .....	128

<b>Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</b>	<b>129</b>	Kennzahlen der Kosten- und Leistungsstruktur	144
Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	129	Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität	144
Einflussfaktoren des Umfeldes	129		
Material- und Finanzmittelfluss des SHK-Betriebes			
im Markt	129		
Materialversorgung	129		
Leistungserstellung	129		
Marketing und Vertrieb	129		
<b>Materialbeschaffung und Leistungserstellung im SHK-Betrieb</b>	<b>130</b>		
Ablauf der Materialbeschaffung	130		
Beschaffungsmarkt erkunden und Lieferanten finden	130		
Bezugspreise berechnen	130		
Nicht geldbezogene Faktoren	130		
Nutzwertanalyse	130		
Kaufvertrag	131		
Leistungsstörungen aus Verträgen	131		
Kundenaufträge im SHK-Bereich	132		
Ablauf der Leistungserstellung	132		
Kundenkontakte	132		
Phasen der Leistungserstellung	133		
<b>Marktforschung, Marketing und Vertrieb</b>	<b>134</b>		
Grundbegriffe	134		
Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	134		
Marktprognose im SHK-Betrieb	134		
Unterprozesse der Marktforschung	134		
Marktanalyse	134		
Marktprognose	134		
Instrumente des Marketings	135		
Produkt-/Sortimentanalyse	135		
Produktlebenszyklus	135		
Service im SHK-Betrieb	135		
Kommunikationspolitik	136		
Regeln für Werbung	136		
Ablauf einer Werbemaßnahme	136		
Preis- und Konditionenpolitik	136		
<b>Leitung und Verwaltung im SHK-Betrieb</b>	<b>137</b>		
Rechtsformen	137		
Organisation im SHK-Handwerk	137		
Aufbauorganisation im SHK-Handwerk	137		
Ablauforganisation und Einsatzplanung	138		
Projektmanagement	138		
Qualitätsmanagement	138		
Qualitätssicherungssysteme	138		
<b>Buchführung im SHK-Betrieb</b>	<b>139</b>		
Überblick	139		
Randbedingungen der Buchführung	139		
Klassifikation von Belegen	139		
Bearbeitung von Buchungsbelegen	139		
Belegnummernsystem	139		
Kontenrahmen	140		
Bilanz	140		
Gewinn- und Verlustrechnung	140		
<b>Kostenrechnung und Kalkulation und Controlling</b>	<b>141</b>		
Begriffe und Abgrenzungen der Kostenrechnung	141		
Teilgebiete der Kostenrechnung	141		
Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	142		
Kalkulation im SHK-Betrieb	142		
Lohngruppen und Stundenlohn	142		
Zusammensetzung von Personalkosten	142		
Zuschlagskalkulation	143		
Stundenverrechnungssatz	143		
Einheitspreiskalkulation	143		
Controlling im SHK-Betrieb	144		
Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit	144		
<b>Bauvertragsrecht</b>	<b>145</b>		
Vertragsarten	145		
Werkvertrag	145		
VOB Teil A	145		
VOB Teil B	146		
VOB Teil C	146		
Allgemeine technische Vertragsbedingungen	146		
<b>Trinkwassertechnik</b>	<b>147</b>		
<b>Grundlagen</b>	<b>148</b>		
Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft	148		
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften)	149		
Zentrale Trinkwasserversorgung	149		
Wasserhärte	150		
Trinkwasseraufbereitung	150		
<b>Trinkwasseraufbereitung</b>	<b>151</b>		
Trinkwasserbehandlungsverfahren	151		
Nicht rückspülbare mechanische Filter	151		
Rückspülbare mechanische Filter	151		
Aktivkohlefilter	152		
Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren	152		
Mineralstoff-Dosiergeräte	152		
Physikalische Wasserbehandlung	153		
Umkehrosmose-Anlagen	153		
UV-Entkeimungsanlage	153		
<b>Trinkwasser-Versorgungsanlagen</b>	<b>154</b>		
Trinkwasser-Versorgungsanlage	154		
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelradzähler)	154		
Trinkwasseranschluss Einzel- und Mehrfamilienhaus einführungen	154		
Großwasserzähler Woltmannzähler	155		
Druckminderer	155		
Filterkombination	156		
Absperrarmaturen	156		
Geradsitzventile	156		
Schrägsitzventile	156		
Kolbenschieber	156		
Kugelhähne	156		
Unterputzarmaturen	158		
Eckregulierventile	158		
Auslaufarmaturen	159		
Waschtisch-, Bidet- und Spültrichtarmaturen	159		
Duschwannenarmaturen	159		
Badewannenarmaturen	160		
Sicherungseinrichtungen im häuslichen Bereich	161		
Einbautort der Sicherungsarmaturen	162		
Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien	162		
Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen	163		
Freier Auslauf (ungehindert)	165		
Systemtrenner	165		
Rohrunterbrecher	165		
Rohrtrenner EA1, EA2, EA3	166		
Rückflussverhinderer	167		
Rohrbelüfter	167		
Inspektions- und Wartungsplan	168		
Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik	168		
Rohre und Rohrverbindungen	169		
Rohre aus unlegiertem Stahl	169		
Tempergussfittings	169		
Edelstahlrohre dünnwandig	171		
Edelstahl-Pressfittings	171		
Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	173		

Wärmedämmte Kupferrohre . . . . .	173
Löt fittings für Kupferrohre . . . . .	173
Kupfer-Pressfittings . . . . .	176
Kunststoffrohr aus chloriertem Polyvinylchlorid (PVC-C) . . . . .	177
Fittings PVC-C . . . . .	177
Metallverbundrohre . . . . .	179
Fittings für Pressverbindungen Metallverbundrohr . . . . .	179
Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen . . . . .	180
Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen . . . . .	180
Spülen von Trinkwasserleitungen . . . . .	180
<b>Dimensionierung von Trinkwasseranlagen . . . . .</b>	<b>181</b>
Verfahrensablauf zur Dimensionierung . . . . .	181
DIN EN 806-3 oder DIN 1988-300 . . . . .	181
Entnahmearmaturendurchflüsse $Q_A$ , $Q_{\min}$ und Belastungswerte LU . . . . .	181
Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-03 . . . . .	182
Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3 . . . . .	183
Berechnungen nach DIN 1988-300 . . . . .	183
G1. Berechnungsdurchflüsse . . . . .	184
G2. Zuordnen der Summandendurchflüsse . . . . .	184
G3. Spitzendurchfluss . . . . .	185
G4. Verfügbare Druckdifferenz für Rohreibung und Einzelwiderstände . . . . .	186
G5. Verfügbares Rohreibungsdruckgefälle ermitteln . . . . .	186
G6. Rohrdurchmesser wählen und Rohreibungsdruckgefälle sowie zugehörige rechnerische Fließgeschwindigkeit ermitteln . . . . .	186
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen . . . . .	187
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern . . . . .	188
Richtwerte für Druckverluste in Einzelzuleitungen . . . . .	188
Zirkulationsleitungs berechnung . . . . .	188
Rohre aus unlegiertem Stahl: Rohreibungsdruckgefälle . . . . .	189
Rohre aus nichtrostenden Stählen: Rohreibungsdruckgefälle . . . . .	190
Kupferrohr: Rohreibungsdruckgefälle . . . . .	191
PVC-U Rohr: Rohreibungsdruckgefälle . . . . .	192
PE-Xb/AL/PE-HD Verbundrohr: Rohreibungsdruckgefälle . . . . .	193
Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen . . . . .	194
<b>Druckerhöhungsanlagen . . . . .</b>	<b>195</b>
Druckerhöhungsanlagen (DEA) . . . . .	195
Ausführungsarten von DEA, Förderdruck, mittleres Druckgefälle . . . . .	195
Richtwerte für den maximalen Wasserdar bedarf von verschiedenen Gebäudetypen . . . . .	196
Maximaler Förderstrom in der Anschlussleitung . . . . .	196
Auslegung einer Druckerhöhungsanlage . . . . .	196
Druckbehältervolumen . . . . .	196
Druckwasserbehälter . . . . .	196
<b>Trinkwassererwärmungsanlagen . . . . .</b>	<b>197</b>
Trinkwassererwärmungssysteme . . . . .	197
Arten der Warmwasserversorgung . . . . .	197
Sanitäre Ausstattung der Wohnung . . . . .	198
Warmwasserbedarf im Haushalt . . . . .	198
Zapfstelleneinbedarf je Wohnung . . . . .	198
Speicher-Wassererwärmer . . . . .	199
Zirkulation, Begleitheizung . . . . .	200
Vereinfachtes Verfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553 . . . . .	200
Zirkulationspumpen . . . . .	201
Begleitheizung . . . . .	202
Elektrische Begleitheizung . . . . .	202
Inliner-System . . . . .	202
<b>Anschlüsse und Arten von Trinkwassererwärmern . . . . .</b>	<b>203</b>
Vorgeschrriebene Armaturen in der Kaltwasserleitung vor TWE . . . . .	204
Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmer . . . . .	204
Membran-Druckausdehnungsgefäß für Trinkwasser . . . . .	205
Schutz des Trinkwassers vor Legionellen . . . . .	205
Wärmedämmung von Trinkwarmwasserleitungen . . . . .	207
<b>Sanitäre Einrichtungen . . . . .</b>	<b>209</b>
Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume . . . . .	209
Bewegungsflächen nach VDI 2000 . . . . .	210
Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen . . . . .	211
Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche Gebäude . . . . .	211
Werkstoffe für Sanitärgegenstände . . . . .	212
Farbtöne von Sanitärobjekten . . . . .	212
Farb- und Raumgestaltung von Bädern . . . . .	213
Maße, Montagemaße sanitärer Einrichtungsgegenstände . . . . .	214
Waschthüte/Waschbecken . . . . .	214
Badewannen . . . . .	214
Duschwannen . . . . .	215
Duschanlage mit Wanne . . . . .	215
Sitzwaschbecken . . . . .	215
Klosett- und Urinalanlagen . . . . .	216
Installationssysteme . . . . .	217
Fliesengerechte Installation . . . . .	218
Elastische Fugen in Sanitärräumen . . . . .	218
Barrierefreie Installation . . . . .	219
<b>Feuerlösch- und Brandschutzanlagen . . . . .</b>	<b>220</b>
Brandschutz . . . . .	220
Baustoffklassen . . . . .	220
Brandverhalten . . . . .	220
Feuerwiderstandsklasse . . . . .	220
Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel . . . . .	222
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen . . . . .	222
Löschturmsysteme . . . . .	222
Schmelzlot- und Glasfasssprinkler . . . . .	223
Funktionsschema einer Sprinkleranlage . . . . .	223
Verhalten im Brandfall . . . . .	224
Schalldruck . . . . .	225
Schalldruckpegel . . . . .	225
<b>Schall und Schallschutz . . . . .</b>	<b>226</b>
Schallschutz . . . . .	226
Schallschutzmaßnahmen . . . . .	226
Schallarten . . . . .	226
Trittschall . . . . .	226
Körperschall . . . . .	226
Luftschall . . . . .	226
Lärmquellen – Lärmwirkung – Schutzbürftige Räume . . . . .	227
Schallschutzzustufen . . . . .	227
Schallschutzmaßnahmen . . . . .	227
Schallschutzklassen im Wohnungsbau . . . . .	228
<b>Abwasser- und Klempnertechnik . . . . .</b>	<b>229</b>
<b>Grundlagen der Abwassertechnik . . . . .</b>	<b>230</b>
Abwasseranlagen . . . . .	230
Arten von Abwässern, Schmutz- und Regenwasser . . . . .	230
Arten von Abwässern . . . . .	230
Normen . . . . .	230
Schutz vor Überflutung . . . . .	230

<b>Verlegerichtlinien für Abwasserleitungen</b> .....	<b>231</b>	<b>Dimensionierung von Regenwasserleitungen</b> .....	<b>256</b>
Füllungsgrad .....	231	Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	256
Gefälle .....	231	Regenspenden ausgewählter Orte	
Verlegerichtlinien für liegende Leitungen		nach DIN 1986-100 .....	257
innerhalb von Gebäuden .....	231	Abflussbeiwert $C$ .....	258
Verlegerichtlinien für Fallleitungen .....	232	Wirksame Dachfläche $A$ .....	258
Richtungsänderungen bei		Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen .....	258
Schmutzwasserfallleitungen .....	232	Abflussvermögen von runden und	
Lüftungsarten und Verlegeregeln .....	234	quadratischen Fallleitungen .....	259
Mehrfach verzogene Fallleitungen .....	234	Beispielerechnung .....	
Dimensionierung von Lüftungsleitungen .....	235		
<b>Abwasser- und Abscheideanlagen</b> .....	<b>235</b>	<b>Dachrinnen, Rinnenhalter, Fallrohre und Stutzen</b> .....	<b>260</b>
Rückstausicherungen .....	235	Dachrinnen .....	260
Rückstauverschluss .....	236	Rinnenhalter .....	260
Hebeanlage mit Rücktauschleife .....	236	Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter .....	260
Rückstaudoppelverschluss .....	236	Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter .....	260
Hebeanlage für fäkalienfreies- und		Einteilung von Dachrinnen .....	261
fäkalienhaltiges Abwasser .....	236	Regenrinnen-Teiligkeit .....	261
Sinkstoffabscheider .....	237	Regenrinnen-Notüberlauf .....	261
Leichtflüssigkeitsabscheider .....	237	DIN-Bezeichnung Dachrinne .....	262
Fettsabscheider .....	237	DIN-Bezeichnung Regenfallrohr .....	262
Abwasserkanäle und Formstücke .....	238		
KG-Rohre PVC-U .....	238		
Rohre und Formstücke HT .....	239		
Rohre und Formstücke PE-HD .....	240		
Schallgedämmte Abwasserrohre und			
Formstücke PP-mineralverstärkt .....	242		
Bodenabläufe .....	244		
Kellerabläufe aus Kunststoff			
mit Geruchverschluss .....	245	<b>Hafte und Klammern</b> .....	<b>263</b>
Geruchverschlüsse .....	245	Haftaufführungen bei Blechbedachungen .....	263
Prüfen von Freispiegelleitungen .....	245	Anordnung der Schiebehafte .....	263
Inspektions- und Wartungsmaßnahmen .....	246	Hafte und Befestigungsmittel .....	264
<b>Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen</b> .....	<b>247</b>	Klammen als Befestigungsmittel .....	264
Schmutzwasserabfluss .....	247	Kamineinfassung .....	264
Anschlusswerte und Nennweite von			
Einzelanschlussleitungen .....	247	<b>Scharen und Querfalze</b> .....	<b>265</b>
Abflusskennzahlen $K$ .....	248	Maximale Scharenlängen .....	265
Gesamtschmutzwasserabfluss .....	248	Einfalzverluste für Bänder .....	265
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite	248	Falzarten .....	265
Anwendungsgrenzen bei Einzelanschlussleitungen	248	Wasserdichte Quernähte und Verbindungen .....	265
Bemessung von unbelüfteten		Querverbindungen der Scharen .....	266
Sammelanschlussleitungen .....	249	Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern .....	266
Zulässiger Schmutzwasserabfluss		Schornsteinkopfbekleidungen .....	266
und Nennweite für Fallleitungen .....	249		
Bemessung von Sammel- und Grundleitungen .....	250	<b>Windsoglasten bei Dächern</b> .....	<b>267</b>
Anwendungsgrenzen bei Sammel- und		Windsoglasten bei Dächern .....	267
Grundleitungen .....	251	Windzonen .....	267
<b>Grundlagen der Klempnertechnik</b> .....	<b>252</b>	Flächeneinteilung bei verschiedene Dachformen .....	267
Dachgestaltung .....	252	Abstand und Mindestanzahl der Hafte .....	268
Bezeichnungen am Dach .....	252	Windzone WZ 1 .....	268
Dachformen .....	252	Windzone WZ 2 .....	268
Dachöffnungen .....	252	Windzone WZ 3 .....	269
Dachneigung von Metalldächern .....	253		
Dachaufbau der Metalldächer .....	253		
Belüftetes Metalldach .....	253		
Unbelüftetes Metalldach .....	253		
Deckblech .....	253		
Trennschicht .....	253		
Wärmedämmsschicht .....	253		
Dampfsperre .....	253		
Be- und Entlüftung bei belüfteten Metalldächern .....	253		
Korrosion bei Klempnerarbeiten .....	254		
Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten .....	254		
Werkstoffkombinationen bei Klempnerarbeiten .....	254		
Schallschutz bei Metalldachkonstruktionen .....	255		
<b>Gas- und Abgastechnik</b> .....	<b>275</b>		
<b>Aufbau von Erdgasanlagen</b> .....	<b>276</b>		
Leitungsteile und Armaturen von Kundenanlagen	276		
Rohrverbindungsarten, Beispiele .....	276		

Rohrverbindungen für Gasleitungen . . . . .	277	Druckregelgeräte für Flüssiggasbehälter . . . . .	300
Lösbare Verbindungsart . . . . .	277		
Unlösbare Verbindungsart . . . . .	277	<b>Bemessung von Flüssiggasleitungen . . . . .</b>	301
Dichtungsmaterialien für Gasleitungen . . . . .	278	Rohre für Flüssiggasleitungen . . . . .	301
Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen . . . . .	278	Rohrverbindungen für Flüssiggasleitungen . . . . .	301
Aufschlüsselung Ländercode . . . . .	278	Rohre für Flüssiggas-Innenleitungen . . . . .	301
Aufschlüsselung Jahreszahl . . . . .	278	Prüfung und Inbetriebnahme von	
Korrosionsschutz bei Gasleitungen . . . . .	278	Flüssiggasleitungsanlagen . . . . .	302
Kennzeichnung von Gasgeräten . . . . .	278	Rohrweitenbestimmung für Flüssiggasleitungen . . . . .	302
<b>Verbrennungsluftversorgung und</b>		Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar . . . . .	302
<b>Abgasführung von Gasgeräten . . . . .</b>	<b>279</b>	Diagrammverfahren . . . . .	302
Gasgerätearten nach Luft- und Abgasführung . . . . .	279	Einzelzuleitung ohne Gaszähler . . . . .	302
Aufstellbedingungen für Gasgeräte . . . . .	280	für Kupfer- oder Edelstahlrohr . . . . .	302
Verbrennungsluftversorgung von		Einzelzuleitung mit Gaszähler . . . . .	302
Gasgeräten der Bauart A . . . . .	281	für Kupfer- oder Edelstahlrohr . . . . .	302
Verbrennungsluftversorgung von		Einzelzuleitung ohne Gaszähler . . . . .	302
Gasgeräten der Bauart B . . . . .	281	Präzisionsstahlrohr . . . . .	303
Verbrennungsluftverbund . . . . .	281	Einzelzuleitung mit Gaszähler . . . . .	303
Nachweis von Schutzziel 1 . . . . .	282	Präzisionsstahlrohr . . . . .	303
Nachweis von Schutzziel 2 . . . . .	282	Rohrweitenbestimmung für	
<b>Bemessung von Rohrleitungen . . . . .</b>	<b>285</b>	Mitteldruckleitungen $\Delta p > 100$ mbar . . . . .	303
Ermittlung der Rohrdurchmesser im		Rohrauswahl Kupfer- oder Edelstahlrohr . . . . .	303
Diagrammverfahren . . . . .	285	Rohrauswahl Präzisionsstahlrohr . . . . .	303
Einzelzuleitungen aus Kupfer, DIN EN 1057		Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar, . . . . .	303
oder Edelstahl GW 541 . . . . .	285	Tabellenverfahren . . . . .	304
Einzelzuleitungen aus Stahl,		Absperrarmaturen ohne TAE . . . . .	304
DIN EN 10255 mittlere Reihe . . . . .	286	Geräteanschlussarmaturen mit TAE . . . . .	305
Einzelzuleitungen aus Wellrohr . . . . .	287	Druckverluste für Kupfer- und Edelstahlrohre . . . . .	305
Rohrleitungsbemessung im Tabellenverfahren . . . . .	287	Druckverluste für Präzisionsstahlrohr . . . . .	305
Kupferrohr und Edelstahlrohr . . . . .	289		
Wellrohr . . . . .	289		
mittelschwere Gewinderohre . . . . .	289		
schwere Gewinderohre . . . . .	289		
Druckverluste für Armaturen			
und Rohrdruckgefälle . . . . .	290		
<b>Gasarmaturen . . . . .</b>	<b>292</b>		
Gaszähler . . . . .	292		
Gas-Kugelhahn, Eckform . . . . .	292		
Gas-Kugelhahn, Durchgang . . . . .	292		
Thermisch auslösende Absperreinrichtung			
Auswahl und Druckverluste			
für Gasströmungswächter . . . . .	293		
Druckverlust für Gaszähler und für Formteile . . . . .	293		
Druckverluste für Geräteanschlussarmatur			
mit integrierter TAE . . . . .	293		
Druckverluste für Absperreinrichtungen ohne TAE	294		
<b>Inbetriebnahme von Gasanlagen . . . . .</b>	<b>295</b>		
Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen . . . . .	295		
Dichtheitsprüfung . . . . .	295		
Belastungsprüfung . . . . .	295		
Druckabfall . . . . .	295		
Rohrinhalt . . . . .	295		
Gasleckmenge . . . . .	295		
Inbetriebnahme von Gasleitungen . . . . .	296		
Abnahmeprotokoll . . . . .	296		
<b>Flüssiggasanlagen und Flüssiggaslagerung . . . . .</b>	<b>297</b>		
Aufbau von Flüssiggasanlagen . . . . .	297		
Leitungsteile und Armaturen . . . . .	297		
Ortsbewegliche Behälter . . . . .	297		
Flüssiggaslagerung im Freien – ortsfeste			
Flüssiggasbehälter . . . . .	298		
Druckregelgeräte für Flüssiggasbehälter . . . . .	299		
Explosionsgefährdete Bereiche			
für Flaschenanlagen . . . . .	299		
Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter . . . . .	299		
Abstände zu Brandlasten . . . . .	300		
Druckregelgeräte für Flüssiggasbehälter . . . . .	300		
<b>Heizungstechnik . . . . .</b>	<b>309</b>		
<b>Allgemeine Grundlagen Heizungstechnik . . . . .</b>	<b>310</b>		
Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten . . . . .	310		
Kennzeichen von Heizungsanlagen . . . . .	311		
Heizungsarten . . . . .	312		
Richtlinien zum Immissionsschutz . . . . .	313		
Emissionswerte für Feuerungsanlagen . . . . .	313		
Grenzwerte Feuerungsanlage fester Brennstoffe			
Aufstell- und Heizraum . . . . .	314		
Brennstoff- und Heizraum . . . . .	315		
Verbrennungsluftleitungen für Heizräume . . . . .	316		
Abluftquerschnitt bei Heizräumen . . . . .	316		
Brennstofflagerräume . . . . .	316		
Bestandteile, Angebot und Abnahme			
der Heizungsanlage . . . . .	317		
Wirtschaftlichkeit und Kosten			
einer Heizungsanlage . . . . .	318		
Heizkostenverordnung . . . . .	319		
Nutzungsdauer und Aufwand für Anlagenteile . . . . .	320		
Verbrauchsgebundene Kosten . . . . .	320		
Vollkosten für Heizungs- und Warmwassersystem	321		
Jährliche Energiekosten von			
Heizungs- und TWW-Anlagen . . . . .	322		
Zusammensetzung der Heizkosten bei			
Zentralheizungsanlagen . . . . .	325		
Verbrauchsabhängige Kosten . . . . .	325		
Verbrauchsabhängige Kosten . . . . .	325		
Verbrennung . . . . .	326		
Verluste und Wirkungsgrade . . . . .	326		
Nutzungsgrade . . . . .	326		

<b>Norm-Heizlast</b> .....	<b>327</b>
Prozess zur Bestimmung der Norm-Heizlast .....	327
Grundlagen zur Heizlastberechnung .....	328
Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf .....	329
Wärmeübertragung .....	329
Wärmeleitfähigkeit .....	330
Wärmedurchlasswiderstand .....	331
Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren .....	332
Berechnung der Norm-Heizlast .....	333
Norm-Transmissionswärmeverlust .....	333
Wärmeverlust-Koeffizient .....	333
Norm-Lüftungswärmeverluste .....	335
Luftvolumenstrom – ohne Lüftungsanlage .....	335
Luftvolumenstrom – mit Lüftungsanlage .....	336
Norm-Außentemperaturen .....	338
Norm-Innentemperatur .....	339
Luftwechsel .....	340
Höhenkorrekturfaktor .....	340
Innentemperaturabfall bei Altbauten .....	340
Wiederaufheizfaktor .....	341
Wärmeübergangskoeffizient .....	342
Temperatur-Reduktionsfaktor für unbeheizte Nachbarräume .....	343
Wärmebrückenzuschlag .....	343
Norm-Heizlast, Formblatt .....	344
Lüftungsheizlast im Bestand .....	346
Korrekturfaktor für die Heizlast bei anderer Außentemperatur .....	346
<b>Gebäudeenergiegesetz</b> .....	<b>347</b>
Gebäudeenergiegesetz .....	347
Anforderungen Wohngebäude .....	350
Ausführung des Referenzgebäudes .....	350
Vereinfachtes Nachweisverfahren für ein zu errichtendes Wohngebäude .....	352
Bauteilanforderungen für zu errichtendes Wohngebäude .....	353
Anforderungen an Nichtwohngebäude .....	353
Ausführung des Referenz-Nichtwohngebäudes .....	353
Wärmedurchgangskoeffizienten für Nichtwohngebäude .....	356
U-Werte für Wohn- und Nichtwohngebäude .....	357
Wärmedämmung – Leitungen .....	357
<b>Raumheizeinrichtungen</b> .....	<b>358</b>
Heizkörperauslegung für Einrohrheizung .....	358
Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung .....	359
Heizflächen .....	360
Untergruppen der Heizflächen .....	360
Heizkörperberechnungen .....	360
Radiatoren .....	360
Konvektoren .....	360
Norm-Wärmeleistung .....	360
Leistungsminde rung .....	361
Mindestmaße beim Heizkörpereinbau .....	361
Bestimmung der Heizkörpergröße .....	361
Heizkörperanschlussvarianten .....	362
Umrechnungsfaktor .....	363
Radiatoren .....	364
Wärmeleistungen .....	364
Stahlröhrenradiatoren .....	364
Guss-/Stahlradiatoren .....	364
Spezialradiatoren .....	365
Fensterbankradiatoren .....	365
Badheizkörper .....	365
Flachheizkörper, Befestigungen .....	366
Konvektoren .....	367
Schachtkonvektoren .....	367
Unterflurkonvektoren .....	368
Standardkonvektoren .....	368
Rohrheizkörper .....	369
Rippenrohrheizkörper .....	369
Deckenstrahlplatten .....	370
Fußbodenheizung – Auslegung .....	372
Verfahrensablauf .....	372
Wärmeleistung und Wärmestromdichte .....	374
Aufteilung der Heizflächen .....	374
Fußboden-Oberflächentemperatur .....	375
Verlegeabstand .....	375
Fußbodenauflau .....	376
Fußbodenbeläge .....	377
Wärmeleistung und Auslegungs-Heizwasserstrom je Heizkreis .....	377
Rohrbedarf pro Heizkreis und Druckverluste .....	377
Druckverlust-Diagramm für Rohre .....	378
Druckverlust-Diagramm im Heizkreisverteiler .....	378
<b>Rohrnetz</b> .....	<b>379</b>
Rohre in der Heizungstechnik .....	379
Gewinderohre .....	380
Nahlose Stahlrohre .....	380
Geschweißte Stahlrohre .....	380
Präzisionsstahlrohre .....	381
Kupferrohre .....	381
Kunststoffrohre aus Polybuten .....	382
Rohre aus Polyethylen .....	382
Kunststoffrohre aus Polybuten .....	383
Rohre aus PE-MDX .....	383
Rohre aus Polypropylen .....	383
Verbundrohre Polyethylen und Aluminium .....	383
Wärmeverteilungssysteme .....	384
Rohrsysteme .....	385
Rohrnetzberechnung .....	385
Rohrnennenweiten und Druckverluste .....	386
Druckverluste durch Einzelwiderstände .....	387
Druckverluste für Präzisionsstahlrohre .....	387
Druckverluste durch Kupferrohre .....	388
Druckverluste durch Stahl-Rohre .....	389
Druckverlusttabelle für PE-X-Rohr .....	390
Druckverluste und Auswahlendiagramm für Drei/Vierwegemischer .....	390
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände .....	391
Hydraulischer Abgleich .....	392
Gehobensweise zum hydraulischen Abgleich .....	392
Einstellung von Abgleicheinrichtungen .....	392
Druckverluste an Heizkörper-Armaturen .....	393
Auslegung/Wirkungsweise bei Regelventilen .....	394
Hydraulische Weiche .....	394
<b>Heizungspumpen</b> .....	<b>395</b>
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung .....	395
Geregelte Elektronikpumpen .....	395
Pumpenauswahl .....	396
Vereinfachtes Verfahren mit Diagramm .....	396
Anlagenausstattung .....	398
Geschlossene Anlage .....	398
<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b> .....	<b>398</b>
Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöpfe .....	399
Sicherheitstechnische Einrichtungen .....	399
Bestimmung der Nenngröße des MAG .....	400
Membran-Ausdehnungsgefäß .....	400
Ermittlung des Anlagenvolumens .....	400
Ermittlung des benötigten Fülldruckes .....	401
Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäß .....	401
<b>Heizungsregelung</b> .....	<b>402</b>
Regler in Heizungsanlagen .....	402
Kesselwasser-Temperaturregelung .....	402
Vorlauftemperaturregelung .....	402

Raumtemperaturregelung . . . . .	402	Klimatechnik . . . . .	421
Beimischregelung . . . . .	402		
Arten der Temperaturregelung . . . . .	402	Auslegung von RLT-Anlagen . . . . .	
<b>Wärmeversorgungsanlagen . . . . .</b>	<b>403</b>	Luftvolumenströme in Gebäuden . . . . .	
Eigenschaften von Brenngasen nach Gasfamilien . . . . .	403	Lüftung von Nichtwohngebäuden . . . . .	426
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen . . . . .	403	Festlegung der Luftarten . . . . .	426
Gasbrenner, Einteilung und Aufbau . . . . .	403	Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlagen . . . . .	427
Ausrüstung und Sicherheitszeiten bei Gasbrennern ohne Gebläse . . . . .	404	Klassifizierung der Abluft (ABL) . . . . .	427
Gasanschluss für Injektorbrenner . . . . .	404	Klassifizierung der Fortluft (FOL) . . . . .	427
Ausrüstung und Sicherheitszeiten bei Gasbrennern mit Gebläse . . . . .	404	Klassifizierung der Außenluft (AUL) . . . . .	427
Gasanschluss für Gebläsebrenner . . . . .	404	Verunreinigungskonzentrationen der AUL . . . . .	427
Ablaufsteuerung beim Brennerstart . . . . .	405	Klassifizierung der Zuluft (ZUL) . . . . .	427
Einstellwerte von Gaswärmeezeugern . . . . .	405	Allgemeine Klassifizierung der Raumluft . . . . .	428
Brennwerttechnik . . . . .	405	Auslegungswerte für Abluftvolumenströme . . . . .	428
Ermittlung des Norm-Nutzungsgrades von Heizkesseln . . . . .	406	Klassifizierung durch CO <sub>2</sub> -Konzentration . . . . .	428
Reduzierung der mittleren Heizwassertemperatur . . . . .	407	Außenluftvolumenströme je Person . . . . .	428
Kondensationszahl . . . . .	407	MAK- und TRK-Werte für bestimmte Gefahrstoffe . . . . .	429
Qualität des Kondenswassers . . . . .	407	Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person . . . . .	429
Eigenschaften des Kondenswassers . . . . .	407	Bestimmung der Luftvolumenströme . . . . .	430
Heizöl EL . . . . .	408	Zuluftvolumenstrom durch Personenbelegung und Bodenfläche . . . . .	430
Anforderungen an Heizöl EL . . . . .	408	Zuluftvolumenstrom durch Heiz- und/oder Kühllast . . . . .	430
Ölbrennerarten . . . . .	408	Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl . . . . .	430
Schematischer Aufbau von Ölbrennern . . . . .	409	Druckverluste von Bauteilen in Zu- und Abluftanlagen . . . . .	431
Verdampfungsbrenner . . . . .	409	Empfohlene Filterklassen je Filterstufe . . . . .	431
Zerstäubungsbrenner . . . . .	409	RLT-Anlagen für Küchen . . . . .	432
Auslegung und Auswahl von Ölzerstäubungsdüsen . . . . .	410	Aus hygienischen Gründen erforderliche Raumtemperaturen . . . . .	432
Öldurchsatz und Zerstäubungsdruck . . . . .	410	Luftmengen für Nebenräume . . . . .	432
Öllagerung . . . . .	411	Raumtemperaturen . . . . .	432
Maximale Lagermengen in Gebäuden . . . . .	411	Küchenbereiche . . . . .	432
Heizöl-Tankbautarten . . . . .	411	RLT-Anlagen für Garagen . . . . .	433
Ölführung im Einstrang- und Zweistrangsystem . . . . .	412	Außenluftvolumenstrom für geschlossene Garagen . . . . .	433
Dimensionierung der Ölleitungen . . . . .	412	RLT-Anlagen für Hallenbäder . . . . .	434
Armaturen für unterirdische und oberirdische Öllagerung . . . . .	412	Beckenwasser- und Raumlufttemperaturen . . . . .	434
Holzfeuerungen . . . . .	413	RLT-Anlagen für Krankenhäuser . . . . .	435
Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen . . . . .	413		
Scheitholzfeuerung . . . . .	413		
Holzvergaserkessel . . . . .	413		
Pelletsfeuerung . . . . .	413		
Heizwerte im Vergleich zu Öl und Gas . . . . .	413		
<b>Nah- und Fernwärmeversorgung . . . . .</b>	<b>414</b>	Lüftung von Wohnungen . . . . .	
Fernwärmeanlagen . . . . .	414	RLT-Anlagen für Laboratorien . . . . .	436
Bereiche und Leitungszonen . . . . .	414	Lüftung von Wohnungen . . . . .	436
Indirekte und direkte Versorgung . . . . .	414	Freie Lüftung . . . . .	436
Temperatursicherung . . . . .	414	Abluftsystem . . . . .	436
Vorgedämmte Rohre für Fernheizungen . . . . .	415	Zu- und Abluftsystem . . . . .	436
Vorgedämmte Formstücke . . . . .	415	Systeme der Wohnungslüftung . . . . .	436
T-Abzweige 45° . . . . .	415	Außenluftvolumenströme für Räume mit Außenfenster . . . . .	437
Parallelabzweige . . . . .	415	Abluftvolumenströme für fensterlose Räume . . . . .	437
Doppelrohre . . . . .	416	Be- und Entlüftung von Einzelräumen mit Wanddurchlasseslementen . . . . .	437
Formstücke für Doppelrohre . . . . .	417	Zentrales Entlüftungssystem . . . . .	438
<b>Dampfkesselanlagen . . . . .</b>	<b>418</b>	Standgeräte mit Wärmerückgewinnung . . . . .	438
Aufbau von Dampfkesselanlagen . . . . .	418	Deckengeräte mit Wärmerückgewinnung . . . . .	439
Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen . . . . .	418	Zentraallüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung . . . . .	440
Leistung von Dampfkesseln . . . . .	419	Abmessungen für Standgeräte mit WRG . . . . .	440
Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen . . . . .	419		
Dimensionierung von Kondensatleitungen . . . . .	420		
Kondensatableiter . . . . .	420		

Luftverteilsysteme . . . . .	440	Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlagen . . . . .	454
Abmessungen für Lüftungskanäle . . . . .	440	Ventilatorenbauarten . . . . .	454
Abmessungen für Anschluss-/Verteilerkästen mit schallabsorbierender Auskleidung . . . . .	440	Ventilatorenleistung . . . . .	454
<b>Kühllastberechnung . . . . .</b>	<b>441</b>	Ventilatordruck . . . . .	454
Kühllastberechnung im Sommerbetrieb. . . . .	441	Zusammenhang Drehzahl, Druck und Leistung . . . . .	454
Kühllast der elektrischen Beleuchtung und elektrischen Geräte. . . . .	441	Ventilatorkennlinien – Radialventilator . . . . .	455
Wärmeabgabe des Menschen; Personewärme . . . . .	441	Ventilatordimensionierung . . . . .	455
Anhaltswerte für Wärmeanfall von elektrischen Geräten . . . . .	441	Auswahltafel – Axialventilatoren . . . . .	455
Äußere Kühllast . . . . .	442		
Strahlung . . . . .	442		
Wärmestrahlung . . . . .	442		
Transmission . . . . .	442		
Sonnendurchlassfaktoren bei Verglasungen und Sonnenschutz . . . . .	442		
Überschlägige Sonneneinstrahlungswerte bei Doppelverglasung . . . . .	442		
<b>Volumenstromberechnung . . . . .</b>	<b>443</b>		
Kühlung ohne Kältemaschine . . . . .	443		
Volumenstromberechnung zur Deckung der Heizlast . . . . .	443		
Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast . . . . .	443		
Kühlung mit Kältemaschine . . . . .	444		
Kältemittelverdampfer . . . . .	444		
Kältemittelverflüssiger . . . . .	444		
Thermodynamische Luftbehandlung . . . . .	444		
Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft . . . . .	444		
Luftheizung . . . . .	444		
<b>Thermodynamische Luftbehandlung . . . . .</b>	<b>444</b>		
Luftkühlung und Entfeuchtung . . . . .	445	<b>Wärmerückgewinnungssysteme . . . . .</b>	<b>461</b>
Luftbefeuhtung . . . . .	445	Wärmerückgewinnung (WRG) . . . . .	461
Luftmischung . . . . .	445	Wärmerückgewinnungsverfahren . . . . .	461
Zustandsgrößen und Zustandsänderungen feuchter Luft im $h,x$ -Diagramm . . . . .	446	Trennflächen-Wärmetauscher . . . . .	461
Lufttemperatur . . . . .	446	Kreislaufverbund-Wärmetauscher . . . . .	461
<b>Kanäle und Formstücke . . . . .</b>	<b>447</b>	Rotations-Wärmetauscher . . . . .	461
Luftleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt . . . . .	447		
Luftleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt . . . . .	447	<b>Brandschutz in RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>462</b>
Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen . . . . .	447	Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen . . . . .	462
Längsverbindungen bei eckigen Blechkanälen . . . . .	448	Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen . . . . .	462
Stoßverbindungen für runde und eckige Luftleitungen aus Blech . . . . .	448	Brandschutzklappen K 90 . . . . .	462
Nennweiten und Dichtheitsklassen für Blechrohre . . . . .	448	Feuerbeständige Kanäle . . . . .	462
Formstücke für runde Blechrohre . . . . .	448	Maße von Brandschutzklappen . . . . .	462
<b>Druckverluste in Kanälen und Anlagen . . . . .</b>	<b>449</b>	Dimensionierung von Brandschutzklappen . . . . .	463
Nennweiten flexibler Rohre . . . . .	449		
Kanalbestimmung . . . . .	449		
Widerstandsbeiwerte für Formstücke . . . . .	449	<b>Regelung von RLT-Anlagen und Planungshinweise . . . . .</b>	<b>464</b>
Formstücke für runde Luftleitungen . . . . .	449	Regelungsmöglichkeiten bei RLT-Anlagen . . . . .	464
Formstücke für Luftleitungen mit Rechteckquerschnitt . . . . .	450	Mischluftregelung . . . . .	464
Widerstandsbeiwerte für Ein- und Ausströmöffnungen . . . . .	450	Raumtemperatur-Regelung . . . . .	464
Bestimmung des Druckgefälles im geraden waagerechten Rohr . . . . .	451	Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlagen . . . . .	464
Luftgeschwindigkeiten in RLT-Anlagen . . . . .	451	Entwurfsphase . . . . .	464
R-Werte für Winkelrohre bei trockener Luft . . . . .	452	Berechnungsphase . . . . .	464
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal . . . . .	453		
Bestimmung des Druckverlustes . . . . .	453		
		<b>Elektrotechnik . . . . .</b>	<b>465</b>
		<b>Grundlagen . . . . .</b>	<b>466</b>
		Bestandteile eines Stromkreises . . . . .	466
		Spannungsquelle . . . . .	466
		Verbraucher . . . . .	466
		Verbindungsleitungen . . . . .	466
		Ohm'sches Gesetz . . . . .	466
		Elektrisches Feld . . . . .	466

Widerstand . . . . .	467	Geräteprüfung . . . . .	490
Kirchhoff'sche Gesetze . . . . .	467	Sichtprüfung . . . . .	490
Magnetisches Feld . . . . .	467	Prüfung des Schutzleiters . . . . .	490
Reihenschaltung . . . . .	468	Messung des Isolationswiderstandes –	
Parallelschaltung . . . . .	468	Alle Stromkreise müssen geschlossen sein . . . . .	490
Umwandlung von Schaltungen . . . . .	468	Messen des Schutzleiterstromes . . . . .	490
Strom- und Spannungsarten . . . . .	469	Messen des Berührungsstromes . . . . .	490
Strom- und Spannungsformen . . . . .	469	Prüfprotokoll elektrischer Geräte . . . . .	491
<b>Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad . . . . .</b>	<b>470</b>	Temperaturmessung . . . . .	492
Elektrische Leistung . . . . .	470	Druckmessung . . . . .	493
Elektrische Arbeit . . . . .	470	Durchflussmessung . . . . .	494
Elektrischer Wirkungsgrad . . . . .	470	Füllstandsmessung . . . . .	495
<b>Stromversorgungssysteme . . . . .</b>	<b>471</b>	Feuchtemessung . . . . .	496
Stromversorgungssysteme . . . . .	471	Drehzahlmessung . . . . .	496
<b>Schutzmaßnahmen, Schutzbereiche . . . . .</b>	<b>472</b>	Lichtstärkemessung . . . . .	496
Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik . . . . .	472	Gasanalyse . . . . .	496
Stromwirkungen . . . . .	472		
Schutzzarten . . . . .	473		
Schutz gegen elektrischen Schlag . . . . .	473		
Reststromschutzgerät . . . . .	473		
Differenzstromüberwachung . . . . .	473		
Überwachungsrelais . . . . .	473		
Spannungsebenen . . . . .	474		
Überstromschutzeinrichtungen . . . . .	474		
Schutzklassen . . . . .	474		
Hausanschlussraum . . . . .	475		
Installationszonen . . . . .	475		
Schutzbereich in Bädern und Duschräumen . . . . .	475		
Kennzeichnung von Leitungen . . . . .	476		
Verlegung von Leitungen . . . . .	477		
Mindestquerschnitte Kupferadern . . . . .	477		
Aderkennzeichnung . . . . .	477		
<b>Schaltpläne . . . . .</b>	<b>478</b>		
Schaltpläne der Elektrotechnik . . . . .	478		
Kurzbezeichnung elektrischer Betriebsmittel . . . . .	479		
Stecksysteme . . . . .	480		
Installationschaltungen . . . . .	481		
Schützschaltungen . . . . .	481		
<b>Elektromotoren, Transformatoren . . . . .</b>	<b>482</b>		
Transformator . . . . .	482		
Wechselrichter . . . . .	482		
Frequenzumrichter . . . . .	482		
Leistungssteuerung . . . . .	482		
Gleichstrommotor . . . . .	483		
Einphasen-Wechselstrommotor . . . . .	483		
Drehstrommotor . . . . .	483		
<b>Messen und Prüfen elektrischer Anlagen . . . . .</b>	<b>484</b>		
Elektronikbauteile . . . . .	484		
PTC, NTC . . . . .	484		
Barcode für Widerstände . . . . .	484		
Schreibweise von Messwerten . . . . .	485		
Messfehler . . . . .	485		
Begriffe der Messtechnik . . . . .	485		
Analoge und digitale Messgeräte . . . . .	486		
Gegenüberstellung von analogen und digitalen Messgeräten . . . . .	486		
Duspol . . . . .	486		
Skalensymbole . . . . .	487		
Multimeter (Vielfachinstrument) . . . . .	487		
Messtechnik – Anwendungen . . . . .	488		
Messprotokolle erstellen . . . . .	488		
Kennlinienaufnahme . . . . .	488		
Prüfung für elektrische Anlagen und Betriebsmittel . . . . .	489		
<b>Steuern und Regeln . . . . .</b>	<b>497</b>		
Begriffe der Regelungstechnik . . . . .	497		
Steuern, Regeln . . . . .	497		
Regler . . . . .	498		
Stetige Regler . . . . .	498		
Digitale Regler . . . . .	498		
Unstetige Regler . . . . .	499		
Regelstrecken . . . . .	500		
PC-Schnittstellen . . . . .	501		
Parallele Schnittstellen . . . . .	501		
Serialle Schnittstellen . . . . .	501		
Zahlensysteme . . . . .	502		
Digitalcodes . . . . .	502		
Logische Grundschaltung . . . . .	503		
AD-Wandler . . . . .	503		
DA-Wandler . . . . .	503		
<b>Gebäudeautomation . . . . .</b>	<b>504</b>		
Bussysteme . . . . .	504		
Leitechnikebenen . . . . .	504		
EIB (Europäischer Installationsbus) . . . . .	504		
Gebäudeautomation, Smart Home . . . . .	505		
Steuerung betriebstechnischer Anlagen . . . . .	506		
<b>Erneuerbare Energien und Umwelttechnik . . . . .</b>	<b>507</b>		
<b>Wärmepumpen . . . . .</b>	<b>508</b>		
Übersicht der Wärmepumpensysteme . . . . .	508		
Kompressionswärmepumpen . . . . .	508		
Absorptionswärmepumpen . . . . .	508		
Wärmepumpensysteme . . . . .	508		
Energieflussdarstellung . . . . .	509		
Wärmeleistung . . . . .	509		
Kennzahlen . . . . .	509		
Leistungszahlen . . . . .	509		
Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie . . . . .	509		
Auslegung von Wärmepumpenanlage . . . . .	509		
Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle . . . . .	510		
<b>Solaranlagen . . . . .</b>	<b>512</b>		
Einteilung von thermischen Solaranlagen . . . . .	512		
Solardaten für den Standort Deutschland . . . . .	512		
Kennzahlen für thermische Solaranlagen . . . . .	512		
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung . . . . .	513		
Bestimmung von Kollektorfäche und Speichervolumen . . . . .	513		
Solarertrag . . . . .	513		

<b>Biomasseanlagen</b> .....	<b>514</b>	<b>Geothermie</b> .....	<b>523</b>
Biomasse .....	514	Begriffe .....	523
Begriffe und Zusammenhänge .....	514	Erdwärme .....	523
Energieinhalt von Biomasse .....	514	Klassifizierung der Erdwärmequellen .....	523
Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse .....	514	Nutzung der Erdwärme .....	523
Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse .....	514	Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke .....	523
Prozess der Biogaserzeugung .....	515		
Sicherheit von Biogasanlagen .....	515		
Feste Biomasse .....	516		
Verbrennungssysteme für feste Biomasse .....	516		
<b>Windkraftanlagen</b> .....	<b>517</b>	<b>Transport und Speicherung elektrischer Energie</b> .....	<b>524</b>
Begriffe .....	517	Stromtransport .....	524
Aufbau und Elemente einer Windkraftanlage .....	517	Speichern elektrischer Energie .....	524
Unterscheidung von WKA .....	517	Verfahren der Energiespeicherung .....	524
Entstehung von Wind .....	517		
Physikalische Zusammenhänge .....	517		
Umweltauswirkungen von WKA .....	517		
Berechnungsgrundlagen für Windkraftanlagen .....	518		
Leistung und Wirkungsgrad .....	518		
Kennzahlen von Windkraftanlagen .....	518		
Daten für Windkraftanlagen .....	518		
<b>Wasserkraftanlagen</b> .....	<b>519</b>	<b>Umwelttechnik</b> .....	<b>525</b>
Wasserkraftanlagen .....	519	Allgemeine Zusammenhänge und Effekte .....	525
Begriffe .....	519	Emission .....	525
Wasserkraftanlagen (Übersicht) .....	519	Immission .....	525
Grundlegende Turbinenarten .....	519	Kontamination .....	525
Turbinenarten .....	519	Treibhauseffekt .....	525
Pelton-Turbine .....	519	Umweltrecht .....	526
Kaplan-Turbine .....	519	Haftungarten .....	526
Gezeitenkraftwerk .....	519	Umweltstrafrecht .....	526
Berechnungsgrundlagen für Wasserkraftanlagen .....	520	Analytik in der Umwelttechnik .....	527
Elektrische Leistung und Wirkungsgrade .....	520	Arten der Analytik .....	527
Turbinenwirkungsgrad .....	520	Instrumentelle Analytik .....	528
Turbinenarten und Einsatzgebiete .....	520	Disperse Systeme .....	529
<b>Blockheizkraftwerke</b> .....	<b>521</b>	Bedeutung, Fakten und Handhabung .....	529
Aufbau und Arten von Blockheizkraftwerken .....	521	Lösungsmittel .....	530
Berechnungsgrundlagen von BHKW .....	521	Gehaltsangaben in Lösungsmittel .....	531
Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade .....	522		
Betriebsarten .....	522		
Einbindung von BHKW in Energieerzeugungsanlagen .....	522		
<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>535</b>		
<b>Bildquellenverzeichnis</b> .....	<b>551</b>		

	<b>Normung und physikalische Größen</b> Regelwerk, ISO, EN ..... 19 Einheiten, Formelzeichen, Größen ..... 21 Schaubilder, Diagramme und Tabellen ..... 25
	<b>Mathematik und Geometrie</b> Rechenarten, Rechenregeln ..... 27 Prozent- und Dreisatzregeln ..... 34 Flächen, Körper- und Massenberechnung ..... 35 Winkelarten, rechtwinkliges Dreieck ..... 42
	<b>Grundbegriffe der Chemie</b> Chemische Elemente ..... 44 Periodensystem ..... 45 chemische Reaktionen und Bindungen ..... 46
	<b>Mechanik fester Körper, Flüssigkeiten und Gase</b> Kräfte, Hebel, Drehmoment ..... 48 Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad ..... 49 Druck, Auftrieb, Volumenstrom ..... 50 Energiegleichung, Gefälle ..... 54
	<b>Wärmelehre</b> Temperatur, Temperaturdifferenz ..... 55 Wärme, Wärmemenge, Wärmeleistung ..... 56 Brennwert, Heizwert ..... 60 Anschluss- und Einstellwert und Düsendruck ..... 61 Wärmestrahlung, -strom, -leitung, -übergang ..... 62
	<b>Festigkeitslehre und Statik</b> Zug-, Druck-, Scherspannung ..... 66 Dehnung ..... 66 Torsion, Biegung ..... 67 Biegebelastungsfälle ..... 68
	<b>Grundlagen der technischen Kommunikation</b> Geometrische Grundlagen ..... 70 Linienarten ..... 72 Isometrische Projektion, Schnittdarstellungen ..... 73 Bauzeichnungen ..... 83
<b>Beispiel:</b> 	<b>Sinnbilder</b> Trinkwasserinstallation und Abwassertechnik ..... 84 Gas- und Heizungstechnik ..... 88 Lüftungs- und Klimatechnik ..... 89 Elektrotechnik ..... 90 Schweiß- und Lötnähte ..... 91
	<b>Grundlagen der Werkstoffkunde und technische Werkstoffe</b> Einteilung der Werkstoffe ..... 92 Eisenwerkstoffe ..... 96 Kunststoffe, Verbund- und Sinterwerkstoffe ..... 102

	<b>Fertigungsverfahren</b>
	Prüfen, Messen, Lehren ..... 105 Sägen, Bohren, Schleifen ..... 106 Thermisches Trennen ..... 110 Fügeverbindungen und Gewinde ..... 110
	<b>Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben</b>
	Bezeichnungen ..... 113 Arten ..... 114 Festigkeitsklassen ..... 115
	<b>Verbindungstechnik</b>
	Pressen ..... 116 Löten ..... 117 Schweißen ..... 118 Kleben ..... 121
	<b>Befestigungselemente</b>
	Dübel ..... 122 Konsolen ..... 124 Schienen und Rohrschellen ..... 126
	<b>Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</b>
	Arbeitsprozesse im Betrieb ..... 129 Material- und Finanzmittel ..... 129
	<b>Materialbeschaffung und Leistungserstellung im SHK-Betrieb</b>
	Beschaffungsmarkt ..... 130 Preisermittlung ..... 130 Kaufvertrag ..... 131
	<b>Marktforschung, Marketing und Vertrieb</b>
	Marktanalyse ..... 134 Marktprognose ..... 134 Produktanalyse ..... 135 Werbung ..... 136
	<b>Leitung und Verwaltung</b>
	Rechtsformen im SHK-Betrieb ..... 137 Organisation ..... 137 Qualitätsmanagement ..... 138
	<b>Buchführung im SHK-Betrieb</b>
	Buchführung ..... 139 Kontenrahmen ..... 140 Gewinn- und Verlustrechnung ..... 140
	<b>Kostenrechnung, Kalkulation und Controlling</b>
	Kostenrechnung ..... 141 Lohngruppen ..... 142 Zuschlagskalkulation ..... 143 Wirtschaftlichkeit ..... 144
	<b>Bauvertragsrecht</b>
	Werkvertrag ..... 145 VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistung) ..... 146

Normung			DIN EN 45020: 2007-03							
Regelwerke, ISO, EN, DIN										
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	TRGI	Technische Regeln für Gas-Installationen							
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							
GEG	Gebäudeenergiegesetz	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (Frankfurt am Main)							
FeuVo	Feuerungsverordnung	VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Düsseldorf)							
GefstoffV	Gefahrstoffverordnung	VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen							
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie	W	Arbeitsblätter zur Trinkwasserverordnung TrinkW							
TRB	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung	WHG	Wasserhaushaltsgesetz							
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten	ZVSHK	Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima (Sankt Augustin)							
Benennung										
Begriff	Norm	Teil einer Norm	Beiblatt	Entwurf	Vornorm	Gültigkeitsdatum				
Beispiel	DIN 16893	DIN 422-2	DIN EN 12831 Bbl. 2	DIN EN 5149-4	DIN V 4107-10	DIN EN 673 2011-04				



Griechisches Alphabet				DIN EN ISO 3098-3: 2000-11			
Klein- buchstabe	Groß- buchstabe	Name	Verwendung, Größe	Klein- buchstabe	Groß- buchstabe	Name	Verwendung, Größe
$\alpha$	$A$	Alpha	Winkel, Längenausdehnung	$\nu$	$N$	Ny	kinematische Viskosität
$\beta$	$B$	Beta	Winkel	$\xi$	$\Xi$	Xi	Massenanteile
$\gamma$	$\Gamma$	Gamma	Winkel	$o$	$O$	Omkron	Oberfläche, Oktave
$\delta$	$\Delta$	Delta	Winkel, Differenz	$\pi$	$\Pi$	Pi	Ludolph'sche Zahl 3,14159
$\epsilon$	$E$	Epsilon	Emissionskoeffizient, Dehnung	$\rho$	$P$	Rho	Dichte
$\zeta$	$Z$	Zeta	Widerstandsbeiwert	$\sigma$	$\Sigma$	Sigma	Spannung, Summe
$\eta$	$H$	Eta	Wirkungsgrad	$\tau$	$T$	Tau	Schubspannung
$\theta, \vartheta$	$\Theta$	Theta	Temperatur in °C	$\nu$	$\Upsilon$	Ypsilon	Geschwindigkeit
$\iota$	$I$	Jota	nicht das Geringste	$\varphi$	$\Phi$	Phi	Luftfeuchte, Wärmestrom
$\kappa$	$K$	Kappa	Isotropen-/Adiabatenexponent	$\chi$	$X$	Chi	Stoffmengenanteil
$\lambda$	$\Lambda$	Lambda	Wärmeleitfähigkeit	$\psi$	$\Psi$	Psi	Abflussbeiwert
$\mu$	$M$	My	Rauigkeit	$\omega$	$\Omega$	Omega	elektrischer Widerstand

## Römische Zahlzeichen

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 größereren, max. 3 gleiche Zeichen aufeinander (III, XXX, CCC, MMM); V, L, D nie mehrfach (VV ist X!)

MDCLXXXVII = 1687 MMIII = 2003

MCMXCIX = 1999 XCIX = 99

## Mathematische Zeichen

Auswahl nach DIN 1302: 1999-12

Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis	$\overline{-}$	minus, weniger	$\Delta$	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	$\sqrt{a}$	Quadratwurzel aus a	$\cong$	kongruent
$\neq$	nicht gleich, ungleich	, 2	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	$\equiv$	identisch
$\sim$	proportional	$:, /, -$	durch, geteilt durch, dividiert durch	$\sphericalangle$	Winkel
$\approx$	annähernd, nahezu			$\overline{AB}$	Strecke AB
$\approx$	gleich, rund, etwa			$\widehat{AB}$	Bogen AB
$\triangleq$	entspricht	$\%$	Prozent, von Hundert	$\Sigma$	Summe
$\triangleleft$	kleiner als	$\%$	Promille, von Tausend	$e$	Euler'sche Zahl $e = 2,718 281 828 \dots$
$<$	größer als	$(, [ , \{$	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	$\pi$	$\pi = 3,141 59 \dots$
$>$	größer oder gleich,		parallel	$\infty$	unendlich
$\geq$	mindestens gleich		nicht parallel	$\log$	Logarithmus (allgemein)
$\leq$	kleiner oder gleich,		rechteckwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	$\lg$	Zehnerlogarithmus
$+$	höchstens gleich	$\parallel$	Tangens	$\ln$	natürlicher Logarithmus
$\sin$	plus, mehr, und	$\nparallel$	Cotangens	$\ln$	binärer Logarithmus
$\cos$	Sinus	$\perp$			
	Cosinus	$\tan$			
		$\cot$			

