

Inhaltsverzeichnis

Beiträge der Autoren dieses Bands	V
Ehemalige Autoren und Herausgeber dieses Bands	VII
Vorwort zur 8. Auflage	IX
1 Einführung	1
2 Gebäude und Klimatechnik	3
<i>M. Casties</i>	
2.1 Begriffsbestimmungen	3
2.2 Außenklima und Gebäudegestaltung	5
2.3 Energieeffiziente Gebäude	6
2.4 Klimagerechtes Planen und Bauen	8
2.5 Bewertungskriterium Behaglichkeit	10
2.6 Lüftung und Gesundheit	13
2.7 Simulationsprogramme	16
2.8 Integrale Planung	20
2.9 Literatur	20
3 Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen – Auslegung Kühllast und Jahressimulation	27
<i>A. Hantsch, T. Oppelt</i>	
3.1 Einleitung	29
3.2 Berechnung der Kühllast und Raumtemperaturen nach VDI 2078	30
3.2.1 Normative Zusammenhänge	30
3.2.2 Definition Kühllast nach VDI 2078	31
3.2.3 Anforderungen an die Berechnung der Kühllast und Raumtemperatur	33
3.3 Raummodell	34
3.3.1 Rechenverfahren zur Raumbilanz	34
3.3.1.1 Grundlagen	34
3.3.1.2 Beuken-Modell	36
3.3.1.3 n-Kapazitäten-Modell	37
3.3.1.4 2-Kapazitäten-Modell	39
3.3.1.5 1-Kapazitäten-Modell	39
3.3.2 Raummodell nach VDI 6007 Blatt 1	39
3.3.2.1 Thermisches Verhalten der Bauteile	39

3.3.2.2	Thermisches Verhalten des Raums	41
3.3.2.3	Wärmezufuhr und Wärmeabfuhr durch Heiz- bzw. Kühlsysteme.....	44
3.3.2.4	Wärmeübertragung zwischen den Außenbauteilen und der Umgebung.....	44
3.3.2.5	Analytische Behandlung.....	47
3.4	Fenstermodell	48
3.4.1	Energetische Kenngrößen	48
3.4.2	Berechnungsverfahren	50
3.5	Modell solarer Einstrahlung	52
3.5.1	Zusätzlicher Wärmeeintrag bei Fensterlüftung.....	53
3.5.2	Langwellige Ein- und Ausstrahlung.....	55
3.5.3	Grenzwerte der Einstrahlung für die Beleuchtungssteuerung	55
3.5.4	Sonneneinstrahlung und Beschattung	56
3.6	Meteorologische Daten.....	58
3.6.1	Testreferenzjahre.....	58
3.6.2	Kühllastzonen	59
3.7	Randbedingungen	60
3.7.1	Allgemeine Randbedingungen	60
3.7.2	Nutzungsbedingte Randbedingungen.....	61
3.7.3	Anlagentechnische Randbedingungen	65
3.8	Validierung Rechenverfahren/Simulationsprogramme	67
3.9	Abschätzverfahren nach VDI 2078	69
3.10	Stofflasten	71
3.10.1	Feuchte Last – Entfernung durch Kondensation	71
3.10.2	Feuchte Last – Entfernung durch Ventilation	71
3.10.3	Andere Stofflasten	72
3.10.4	Bestimmung des Dampfmassenstroms.....	73
3.11	Beispielberechnungen für Einflüsse auf Lasten und Raumtemperaturen	74
3.11.1	Allgemeine Bedingungen und Referenzfall	75
3.11.2	Klimatische Bedingungen	78
3.11.2.1	Kühllastzone	79
3.11.2.2	Großstadtlage	80
3.11.3	Gebäudehülle und Innenbauteile	80
3.11.3.1	Bauschwere.....	80
3.11.3.2	Schichtaufbau	81
3.11.4	Thermische Quellen	82
3.11.4.1	Wärmeübertragungsmechanismus	82
3.11.4.2	Personenwärme.....	83
3.11.5	Raumlufttemperaturregelung	83
3.11.5.1	Zulässiger Schwankungsbereich.....	85
3.11.5.2	Außentemperaturgeführte Raumsolltemperatur	86
3.11.5.3	Zweipunktregelung	87
3.11.5.4	Durchgängige Klimatisierung.....	87

3.11.6	Sonnenschutz und Beleuchtung	87
3.11.6.1	Lage des Sonnenschutzes	88
3.11.6.2	Manuelle Sonnenschutzsteuerung bei direkter Einstrahlung	89
3.11.6.3	Vergleich von Räumen mit Nord- und Südfenstern	89
3.11.6.4	Beleuchtung/Tageslichtsteuerung	89
3.11.7	Anlagenarten	89
3.11.7.1	Fensterlüftung ohne Kühlung	90
3.11.7.2	Lüftungsanlagen (mit und ohne Kühlung)	91
3.11.7.3	Flächenkühlsystem mit Fensterlüftung	91
3.11.8	Zusammenfassung	91
3.12	Literatur	92
4	Natürliche Lüftung	95
	<i>A. Trogisch</i>	
4.1	Grundlagen	97
4.1.1	Thermischer Auftrieb	97
4.1.2	Winddruck	102
4.2	Fensterlüftung	103
4.3	Schachtlüftung	107
4.4	Dachaufsatzlüftung	109
4.5	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)	115
4.6	Hybride Lüftung	117
4.7	Vorbemessung der Raumlufttemperatur	120
4.7.1	Voraussetzungen	120
4.7.2	Tagesmittelwert der Raumlufttemperatur	121
4.7.3	Tagesamplitude der Raumlufttemperatur	121
4.8	Literatur	123
5	Zuluftparameter	125
	<i>U. Finke</i>	
5.1	Einleitung	126
5.2	Definition von Zuluft und Zuluftparametern	126
5.3	Raumlufttechnische Aufgabenstellungen	128
5.4	Bestimmung der Zuluftparameter für die wichtigsten raumlufttechnischen Aufgabenstellungen	130
5.4.1	Verminderung von Luftverunreinigungen	130
5.4.2	Kompensation der Raumlast	132
5.5	Berechnung der Schadstoffkonzentration	138
5.6	Literatur	140

6	Raumlufotechnische Anlagen	141
	<i>U. Schnieder, U. Eser</i>	
6.1	Einleitung	142
6.2	Auswahl des Klimasystems	145
6.2.1	Anlagenvarianten	145
6.2.2	Grundlagen der Systemauswahl	146
6.2.2.1	Das Anforderungsprofil raumlufotechnischer Anlagen	146
6.2.2.2	Raumlast und Raumlastdeckung	149
6.2.2.3	Volumenvariable Systeme	150
6.2.3	Systementscheidung	151
6.3	Klimasysteme	153
6.3.1	RLT-Anlagen ohne nachgeschaltete Behandlung	153
6.3.2	Mehrzonenanlagen	162
6.3.3	Volumenvariable Einzelraumregelsysteme	164
6.4	Luft-Wasser-Systeme	172
6.4.1	Einleitung	172
6.4.2	Induktionsgeräte	174
6.4.3	Gebälsekonvektoren (<i>Fan-Coil</i> -Anlagen)	176
6.4.4	Dezentrale Lüftungstechnik, Fassadenlüftungsanlagen	177
6.4.5	Kühlkonvektoren	178
6.4.6	Raumkühl- und -heizflächen	180
6.4.6.1	Kühldecken	181
6.4.6.2	Kühlsegel	184
6.4.6.3	Kühlfußboden	185
6.4.6.4	Thermische Bauteilaktivierung	185
6.5	Luft-Kältemittel-Systeme	186
6.6	Literatur	189
7	Raumlufstromung	191
	<i>B. Boiting</i>	
7.1	Ingenieurmethoden zur Bestimmung der Raumlufstromung	191
7.1.1	Einführung	191
7.1.2	Validierung von Simulationsprogrammen, zur Vorausberechnung von Raumlufstromungen	194
7.1.2.1	Preprocessing	194
7.1.2.2	Processing	196
7.1.2.3	Post Processing	197
7.1.3	Beispiel für eine Raumlufstromungsberechnung mittels CFD	199
7.1.4	Messtechnische Verifikation der Raumstromungsberechnung	203
7.2	Luftdurchlässe	205
7.2.1	Einführung	205
7.2.2	Grundformen und Hauptmerkmale von Raumlufstromungen	206

7.2.3	Zuluftdurchlässe für Mischluftströmungen.....	209
7.2.3.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung.....	209
7.2.3.2	Häufige Bauformen	210
7.2.3.3	Auslegungshinweise.....	212
7.2.4	Luftdurchlässe für Quellluftströmungen	221
7.2.4.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung.....	221
7.2.4.2	Häufige Bauformen	222
7.2.4.3	Auslegungshinweise.....	223
7.2.5	Luftdurchlässe für Verdrängungsströmungen.....	225
7.2.5.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung.....	225
7.2.5.2	Häufige Bauformen	226
7.2.5.3	Auslegungshinweise.....	227
7.2.6	Überströmöffnungen und Außenluftdurchlässe	228
7.2.7	Abluft- und Fortluftdurchlässe	229
7.2.7.1	Übliche Abluftdurchlässe.....	229
7.2.7.2	Sonderbauformen von Abluftdurchlässen	230
7.2.7.3	Fortluftdurchlässe.....	231
7.2.8	Literatur	232
8	Kanalnetz.....	235
	<i>B. Boiting</i>	
8.1	Grundsätze zur Projektierung des Kanalnetzes	236
8.2	Berechnungsgrundlagen.....	239
8.2.1	Druckverlust in geraden Rohrleitungen.....	239
8.2.2	Hydraulischer und gleichwertiger Durchmesser	240
8.2.3	Druckverteilung in einer geraden Luftleitung.....	242
8.2.4	Druckverlust in Rohrleitungen durch Einzelwiderstände	245
8.3	Einregulierung	258
8.4	Addition der Widerstände	258
8.5	Berechnung des Kanalnetzes.....	259
8.6	Energieeffizienz und Leckage	264
8.7	Software zur Berechnung von Luftleitungen.....	266
8.8	Literatur	267
9	Komponenten zur Luftaufbereitung.....	271
9.1	Ventilatoren	271
	<i>B. Boiting</i>	
9.1.1	Aufgabe von Ventilatoren.....	271
9.1.2	Einteilungskriterien von Ventilatoren (Gebläsen, Lüftern).....	272
9.1.2.1	Unterscheidung nach der Bauart	272
9.1.2.2	Unterscheidung nach der Druckerhöhung	273
9.1.2.3	Unterscheidung nach Einsatzbereich oder Aufgabe	273

9.1.3	Antrieb von Ventilatoren	276
9.1.4	Auslegungsparameter für die Auswahl von Ventilatoren	278
9.1.4.1	Hauptauslegungsparameter	278
9.1.4.2	Abhängigkeiten der Wirkungsgrade	279
9.1.4.3	Proportionalitätsgesetze	282
9.1.4.4	Kennlinien von Ventilatoren	283
9.1.5	Regelung von Ventilatoren	290
9.1.6	Stabiles oder instabiles Betriebsverhalten	291
9.1.7	Spezifische Ventilatorleistung (Specific Fan Power – SFP)	291
9.1.8	Literatur	292
9.2	Wärmeübertrager und deren hydraulische Schaltungen	293
9.2.1	Wärmeübertrager	293
	<i>J. Morgenstern</i>	
9.2.1.1	Übersicht	294
9.2.1.2	Charakterisierung der Rekuperatoren	295
9.2.1.3	Berechnung der Rekuperatoren über die mittlere Temperaturdifferenz	298
9.2.1.4	Betriebscharakteristik und Wirkungsgrad eines Rekuperators	300
9.2.1.5	Bestimmung des U-Werts von Rekuperatoren	305
9.2.1.6	Wärmeübergangskoeffizienten	306
9.2.1.7	Berippte Wärmeübertragerflächen	313
9.2.1.8	Luftkühler	314
9.2.1.9	Anwendungshinweise	315
9.2.1.10	Regeneratoren – Rotationswärmeübertrager	315
9.2.1.11	Literatur	320
9.2.2	Hydraulische Schaltungen	322
	<i>M. Shan</i>	
9.2.2.1	Regelung des Wärmeübergangs in Wasser-Luft-Wärmeübertragern	322
9.2.2.2	Hydraulische Schaltungen beim Lufterhitzer	324
9.2.2.3	Hydraulische Schaltungen beim Luftkühler	326
9.2.2.4	Beispiele von Ventilauslegungen	330
9.2.2.5	Inbetriebnahme von Regelkreisen mit Wärmeübertragern	336
9.2.2.6	Literatur	338
9.3	Luftbefeuchter	339
	<i>M. Renner</i>	
9.3.1	Einführung	339
9.3.2	Anforderungen	340
9.3.3	Beschreibung der Befeuchtersysteme	341
9.3.3.1	Umlaufsprühbefeuchter	341
9.3.3.2	Rieselbefeuchter	343
9.3.3.3	Zerstäubungsbefeuchter	345
9.3.3.4	Hybridbefeuchter	348
9.3.3.5	Winglet-Wirbel-Befeuchter	348
9.3.4	Membran-Befeuchter	349
9.3.5	Dampfbefeuchter	350
9.3.6	Vergleich der Befeuchtungssysteme	352

9.3.7	Regelung der Luftbefeuchter	354
9.3.7.1	Feuchteregelung	354
9.3.7.2	Wirtschaftliche Regelungskonzepte	355
9.3.8	Literatur	358
9.4	Luftfilter	360
	<i>M. Sauer-Kunze</i>	
9.4.1	Einführung	360
9.4.2	Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik	361
9.4.3	Grob- und Feinstaubfilter	364
9.4.4	Schwebstofffilter	368
9.4.5	Elektro-Luftfilter	370
9.4.6	Adsorptionsfilter	371
9.4.7	Literatur	374
10	Wärmerückgewinnung	377
	<i>A. Trogisch</i>	
10.1	Übersicht	379
10.2	Regenerative Verfahren	388
10.2.1	Regeneratoren	388
10.2.1.1	Aufbau	388
10.2.1.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen	392
10.2.1.3	Berechnung und Bemessung	395
10.2.1.4	Einbau und Schaltungen	398
10.2.1.5	Betriebsweisen	401
10.2.2	Wechselspeicher/Umschaltregeneratoren	402
10.2.2.1	Aufbau	402
10.2.2.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen	404
10.2.2.3	Berechnung und Bemessung	404
10.3	Rekuperative Verfahren	405
10.3.1	Plattenwärmeübertrager	406
10.3.1.1	Aufbau	406
10.3.1.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen	408
10.3.1.3	Berechnung und Bemessung	408
10.3.1.4	Einbau und Schaltungen	409
10.3.2	Glattrohrwärmeübertrager	411
10.3.2.1	Aufbau	411
10.3.2.2	Berechnung und Bemessung	412
10.3.2.3	Einbau und Schaltungen	414
10.3.3	Wärmerohr	414
10.3.3.1	Aufbau	414
10.3.3.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen	416
10.3.3.3	Berechnung und Bemessung	416
10.3.4	Kreislaufverbund-Systeme	418
10.3.4.1	Aufbau	418

10.3.4.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	420
10.3.4.3	Berechnung und Bemessung.....	421
10.3.4.4	Einbau und Schaltungen.....	424
10.3.4.5	Betriebserfahrungen	425
10.4	Literatur	425
11	Kälteversorgung	427
11.1	Kälteanlagen	427
	<i>T. Maurer</i>	
11.1.1	Einführung.....	427
11.1.2	Aufgabenstellung und zu klärende Randbedingungen.....	429
11.1.2.1	Anhaltswerte für die Temperaturen.....	431
11.1.2.2	Hinweise zur Kälteerzeugung.....	431
11.1.3	VRF-Systeme.....	432
11.1.3.1	Direkte VRF-Systeme	432
11.1.3.2	Komponenten	435
11.1.3.3	Indirekte VRF-Systeme.....	436
11.1.3.4	Planung und Betrieb von VRF-Systemen.....	437
11.1.4	Kaltwassersysteme	439
11.1.4.1	Einkreisssysteme.....	441
11.1.4.2	Zweikreisssysteme	443
11.1.4.3	Hinweise zum Kaltwassernetz.....	445
11.1.5	Komponenten der Kälteerzeugung	448
11.1.5.1	Kältemittel	448
11.1.5.2	Kältemittelverdichter.....	450
11.1.5.3	Abwärmenutzung bei Verdichterkältemaschinen	454
11.1.5.4	Rückkühlung.....	455
11.1.5.5	Kältespeicherung	456
11.1.5.6	Technische Kältespeicher – Pufferspeicher	457
11.2	Sorptionsgestützte Klimatisierung mit offenen Verfahren.....	459
	<i>T. Maurer</i>	
11.2.1	Einleitung.....	459
11.2.2	DEC – Funktionsbeschreibung.....	461
11.2.2.1	Klimatisierung Sommerfall	462
11.2.2.2	Klimatisierung Winterfall.....	464
11.2.2.3	Zahlenbeispiel.....	465
11.2.2.4	Flüssige Sorbenzien	467
11.3	Kältespeicher	470
	<i>B. Massa</i>	
11.3.1	Herkömmliche Eisspeicher	472
11.3.2	Binäreis.....	477
11.3.3	Kaltwasserspeicher und geothermische Speicher.....	479
11.3.4	PCM-Latentspeichersysteme zur aktiven Gebäudekühlung	482
11.4	Literatur	486

12	Akustische Auslegung von RLT-Anlagen	489
	<i>M. Renner</i>	
12.1	Geräuschquellen	490
12.1.1	Geräuschentwicklung von Ventilatoren	491
12.1.2	Geräusche von RLT-Geräten	497
12.1.3	Strömungsgeräusch in geraden Luftleitungen	498
12.1.4	Strömungsgeräusch in Umlenkungen, Abzweigen und Kreuzstücken mit Kreisquerschnitt	499
12.1.5	Strömungsgeräusch von Drosselklappen	503
12.1.6	Strömungsgeräusch von Luftdurchlässen	505
12.1.6.1	Lüftungsgitter	506
12.1.6.2	Induktionsgeräte	508
12.1.7	Strömungsrauschen der Schalldämpfer	508
12.2	Geräuschminderung	509
12.2.1	Schalldämpfung in geraden Luftleitungen	509
12.2.2	Pegelminderung durch Formstücke	510
12.2.2.1	Pegelminderung durch Umlenkungen	510
12.2.2.2	Pegelminderung durch Verzweigungen	513
12.2.2.3	Pegelminderung durch Querschnittsänderungen	514
12.2.3	Pegelminderung durch Einbauteile	515
12.2.3.1	Entspannungs- und Luftverteilkästen	515
12.2.3.2	Pegelminderung durch Bauteile einer Klimazentrale	515
12.2.4	Pegelminderung durch Luftdurchlässe	516
12.2.5	Schalldämpfer	517
12.2.5.1	Absorptionsdämpfer	517
12.2.5.2	Resonanzdämpfer	517
12.2.5.3	Beispiele von Schalldämpfern für raumlufttechnische Anlagen	518
12.2.5.4	Druckverlust in Schalldämpfern	520
12.2.5.5	Strömungsgeräusche in Schalldämpfern	522
12.2.5.6	Beeinflussung der Dämpfung durch die Luftströmung	523
12.2.5.7	Montage der Schalldämpfer	523
12.2.6	Schallpegelsenkung im Raum	524
12.3	Schalldämpferauslegung für eine Zuluftanlage	524
12.4	Schalldämmung von Luftleitungen	533
12.4.1	Schalldämmmaß R_{ia} und R_{ai}	533
12.4.1.1	Schalldämmmaß Wickelfalzrohre (R_{ia} und R_{ai})	534
12.4.1.2	Schalldämmmaß Rechteckluftleitung	536
12.4.2	Schallabstrahlung und Schalleinstrahlung über die Wandung von Luftleitungen	537
12.4.2.1	Schallabstrahlung über die Wandung einer Luftleitung in einen Raum	537
12.4.2.2	Schalleinstrahlung in eine Luftleitung	539
12.4.2.3	Schallübertragung über Lüftungsleitungen zwischen zwei Räumen	539
12.4.3	Schallabstrahlung aus einer Luftleitung	541
12.5	Körperschalldämmung	542

12.5.1	Berechnung des einfachen Schwingungssystems	543
12.5.2	Bemessungsbeispiel Ventilatoraufstellung	546
12.5.3	Beispiele aus der Praxis	547
12.6	Praktische Empfehlungen	550
12.6.1	Beurteilung der Sollpegel und Raumzuordnungen	550
12.6.2	Durchführung von Pegelmessungen	550
12.6.3	Ermittlung der Geräuschübertragung	551
12.6.4	Abhilfemaßnahmen	552
12.7	Literatur	552
13	Hygienische Anforderungen an RLT-Anlagen	555
	<i>U. Finke</i>	
13.1	Einleitung	555
13.2	Planung einer hygienegerechten lufttechnischen Anlage	556
13.2.1	Außenluftansaugung	556
13.2.2	Luftfilter	557
13.2.3	Luftbefeuchter	558
13.2.4	Wärmeübertrager, speziell Luftkühler	559
13.2.5	Sauberkeit und Dichtheit von Komponenten und Luftleitungen	560
13.3	Hygienerstinspektion von Raumlufttechnischen Anlagen	561
13.4	Betrieb und Instandhaltung	565
13.5	Hygienekontrollen und Hygieneinspektion	566
13.5.1	Hygienekontrollen	566
13.5.2	Hygieneinspektion	566
13.6	Literatur	567
14	Brandschutz in RLT-Anlagen und Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden im Brandfall	569
	<i>G. Blume</i>	
14.1	Brandschutz in Lüftungsanlagen	569
14.1.1	Bauaufsichtliche Anforderungen und Begriffe	569
14.1.1.1	Musterbauordnung (MBO 2016) und Landesbauordnungen	569
14.1.1.2	Sonderbauverordnungen	574
14.1.1.3	Liste der Technischen Baubestimmungen	574
14.1.1.4	Abschnitt C der MVV TB – Technische Baubestimmungen für Bauprodukte, die nicht die CE-Kennzeichnung tragen, und für Bauarten	575
14.1.1.5	Anforderungen nach der M-LüAR	577
14.1.2	Absperrvorrichtungen, Brandschutzklappen, Rauchschutzklappen	594
14.1.2.1	Brandschutzklappen	598
14.1.2.2	Brandschutzklappen K 30 U bis K 90 U	600
14.1.2.3	Absperrvorrichtungen K30/60/90-18017 bzw. K30/60/90-18017S	602

14.1.2.4	Rauchschutzklappen in Lüftungsanlagen.....	602
14.1.2.5	Feuerwiderstandsfähige Abschlüsse besonderer Bauart und Verwendung.....	602
14.1.2.6	Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen.....	603
14.1.3	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen.....	603
14.1.3.1	Unterscheidungsmerkmale.....	603
14.1.3.2	Anforderungen an feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen.....	605
14.1.3.3	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen nach DIN 4102-4.....	607
14.1.3.4	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen nach allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen.....	607
14.1.3.5	Abhängungen für waagerechte feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen.....	610
14.2	Rauch- und Wärmeableitung aus Gebäuden im Brandfalle.....	612
14.2.1	Brandgeschehen und dessen Beeinflussung.....	612
14.2.2	Rauchbewegung in Gebäuden im Brandfall.....	614
14.2.2.1	Schutzziele und Anwendungsbereiche von Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden.....	614
14.2.2.2	Grundsatzforderungen an Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden.....	615
14.2.3	Maschinelle Rauchabzüge (Rauchabzugsanlagen).....	615
14.2.3.1	Anlagekonzept und Bauteile.....	615
14.2.3.2	Voraussetzungen für die Bemessung der Bauteile maschineller Rauchabzugsanlagen.....	617
14.2.3.3	Bemessungsansätze.....	617
14.2.3.4	DIN 18232-5 (MRA).....	618
14.2.3.5	Anforderungen an die Bauteile von maschinellen Rauchabzügen.....	624
14.2.4	Druckbelüftungsanlagen (Differenzdruckanlagen).....	630
14.2.4.1	Wirkungsweise und Anwendungsbereiche.....	630
14.2.4.2	Einflussgrößen.....	631
14.2.4.3	Produktanforderungen für Differenzdruckanlagen.....	632
14.2.5	Natürliche Rauchabzugsanlagen.....	636
14.2.5.1	DIN 18232-2 (NRA).....	636
14.3	Europäische Klassifizierung für den Feuerwiderstand.....	641
14.4	Literatur.....	646
14.5	Normen und Richtlinien.....	647
15	Betrieb von RLT-Anlagen.....	651
15.1	Abnahme von RLT-Anlagen.....	651
	<i>F. Hausmann</i>	
15.1.1	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	651
15.1.2	Abnahme gemäß DIN EN 12599.....	652
15.1.2.1	Vollständigkeitsprüfung.....	652
15.1.2.2	Funktionsprüfung.....	653
15.1.2.3	Funktionsmessung.....	655

15.1.2.4	Beispiel Messung des Luftvolumenstroms	655
15.1.3	Sachverständigen-Abnahme gemäß Bauordnungsrecht	660
15.1.4	Literatur	662
15.2	Betriebsführung und Instandhaltung in der Klimatechnik	663
	<i>O. Clausen</i>	
15.2.1	Betriebsführung und Instandhaltung im Kontext des Gebäudemanagements ...	663
15.2.2	Organisationsmodell für die Klimatechnik	665
15.2.2.1	Instandhaltungsstrategie	666
15.2.2.2	Instandhaltungsorganisation	670
15.2.2.3	Ausschreibung und Vergabe von Dienstleistungen	676
15.2.3	Gebäudeleittechnik in der Klimatechnik (GLT)	677
15.2.4	IT-Systeme in der Instandhaltung	680
15.2.5	Controlling	683
15.2.6	Bewirtschaftungsaspekte bei der Anlagenprojektierung und im Anlagenbau ...	685
15.2.7	Literatur	686
15.3	Monitoring	687
	<i>A. Trogisch</i>	
15.3.1	Verfahrensbetrachtungen	687
15.3.2	Schlussfolgerungen	693
15.3.3	Literatur	693
15.4	Inspektion von RLT-Anlagen	695
	<i>A. Trogisch</i>	
15.4.1	Allgemeine Aspekte zur Inspektion	695
15.4.2	Soll-Ist-Vergleich	698
15.4.3	Energetische Inspektion von Klimaanlage	700
15.4.3.1	Allgemeines	700
15.4.3.2	Neue Definition „Klimaanlage“	700
15.4.3.3	Gesetzliche Grundlagen	702
15.4.3.4	Inspektionsstufen	705
15.4.3.5	Prioritätenschema – Überprüfung betriebs- und anlagenspezifischer Daten. ...	711
15.4.3.6	Leitfaden für Bewertung bei einer Inspektion.	713
15.4.3.7	Empfehlungen zur Beauftragung einer energetischen Inspektion	718
15.4.4	Literatur	722
16	Wirtschaftlichkeit von RLT-Anlagen	725
	<i>B. Massa</i>	
16.1	Überblick	726
16.2	Einfluss auf verbrauchsgebundene Kosten in der Anlagenplanung	726
16.3	Verbrauchsgebundene Kosten	727
16.4	Hauptinflussgrößen auf den Jahresenergie- und -medienverbrauch	730
16.4.1	Jahreshäufigkeit einzelner Außenluftzustände	731
16.4.2	Anforderungsprofile	732

16.4.3	Einfluss der Regelstrategie auf den Jahresenergieverbrauch	736
16.4.4	Weiterer wirtschaftlicher Einfluss der Anlagentechnik	748
16.5	RLT-Anlagen mit erweitertem Funktionsumfang	750
16.5.1	Volumenvariabler Betrieb	750
16.5.2	Betrieb mit unterschiedlichen Betriebsvarianten	752
16.5.3	Betrieb im Anlagenverbund	755
16.5.4	Einbinden eines adiabaten Befeuchters in die Kühlung	757
16.6	Gestaltungsgrundsätze	761
16.7	Literatur	762
17	Building Information Modeling (BIM)	763
	<i>C. Fieberg</i>	
17.1	BIM-Methodik	763
17.2	Einteilung von BIM-Projekten	764
17.2.1	BIM-Kategorien	764
17.2.2	Nutzen von BIM für die Klimatechnik	765
17.2.3	BIM-Dimensionen	766
17.3	Struktur von BIM-Projekten	767
17.3.1	BIM-Ziele und Anwendungsfälle	767
17.3.2	Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)	768
17.3.3	BIM-Abwicklungsplan (BAP)	768
17.3.4	Information Delivery Manual (IDM)	769
17.3.5	Rollen im BIM-Prozess	769
17.4	Daten und Objekte der TGA	770
17.4.1	Objekte und Attribute	770
17.4.2	Level of Development (LOD)	770
17.4.3	Datenformate	772
17.4.3.1	Industry Foundation Classes (IFC)	772
17.4.3.2	VDI 3805	772
17.4.3.3	BIM Collaboration Format (BCF)	772
17.4.3.4	Model View Definition (MVD)	773
17.4.4	Abgeleitete Daten	773
17.5	Datenmanagement	773
17.5.1	Common Data Environment (CDE)	773
17.5.2	BIM-Prozesse und Workflows	774
17.6	Beispiele TGA-relevanter Attribute und Nutzungsmöglichkeiten	775
17.6.1	Dimensionierung von Luftverteilnetzen	775
17.6.2	Kühllastberechnung	776
17.7	Literatur	777
	Anhang: Arbeitsblätter zu Kapitel 8 „Kanalnetz“	779
	Stichwortverzeichnis	785