

# Inhaltsverzeichnis

Autoren und Beiträge dieses Bandes .....	V
Vorwort zur 7. Auflage .....	VIII
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Gebäude und Klimatechnik .....</b>	<b>3</b>
<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 .....	7
2.5 Bewertungskriterium Behaglichkeit .....	9
2.6 Simulationsprogramme .....	11
2.7 Vorbemessung des sommerlichen Wärmeschutzes .....	15
2.8 Integrale Planung .....	24
2.9 Literatur .....	24
<b>3 Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen – Auslegung Kühllast und Jahressimulation .....</b>	<b>29</b>
<i>A. Hantsch, C. Seifert, F. Zimmermann und L. Rouvel</i>	
3.1 Einleitung .....	31
3.2 Berechnung der Kühllast und Raumtemperaturen nach VDI 2078 .....	32
3.2.1 Normative Zusammenhänge .....	32
3.2.2 Definition Kühllast nach VDI 2078 .....	33
3.2.3 Anforderungen an die Berechnung der Kühllast und Raumtemperatur .....	35
3.3 Raummodell .....	36
3.3.1 Rechenverfahren zur Raumbilanz .....	36
3.3.1.1 Grundlagen .....	36
3.3.1.2 Beuken-Modell .....	38
3.3.1.3 n-Kapazitäten-Modell .....	39
3.3.1.4 2-Kapazitäten-Modell .....	40
3.3.1.5 1-Kapazitäten-Modell .....	41
3.3.2 Raummodell nach VDI 6007-1 .....	41
3.3.2.1 Thermisches Verhalten der Bauteile .....	41
3.3.2.2 Thermisches Verhalten des Raums .....	43

3.3.2.3	Wärmeübertragung zwischen den Außenbauteilen und der Umgebung.....	45
3.3.2.4	Analytische Behandlung.....	48
3.4	Fenstermodell.....	49
3.4.1	Energetische Kenngrößen.....	49
3.4.2	Berechnungsverfahren.....	51
3.5	Modell solarer Einstrahlung.....	52
3.5.1	Zusätzlicher Wärmeeintrag bei Fensterlüftung.....	54
3.5.2	Langwellige Ein- und Ausstrahlung.....	56
3.5.3	Grenzwerte der Einstrahlung für die Beleuchtungssteuerung.....	56
3.5.4	Sonneneinstrahlung und Beschattung.....	57
3.6	Meteorologische Daten.....	59
3.6.1	Testreferenzjahre.....	59
3.6.2	Kühllastzonen.....	60
3.7	Randbedingungen.....	61
3.7.1	Allgemeine Randbedingungen.....	61
3.7.2	Nutzungsbedingte Randbedingungen.....	62
3.7.3	Anlagentechnische Randbedingungen.....	66
3.8	Validierung Rechenverfahren/Simulationsprogramme.....	68
3.9	Abschätzverfahren nach VDI 2078.....	70
3.10	Stofflasten.....	72
3.10.1	Feuchte Last – Entfernung durch Kondensation.....	72
3.10.2	Feuchte Last – Entfernung durch Ventilation.....	72
3.10.3	Andere Stofflasten.....	73
3.10.4	Bestimmung des Dampfmassenstroms.....	74
3.11	Beispielberechnungen für Einflüsse auf Lasten und Raumtemperaturen.....	75
3.11.1	Allgemeine Bedingungen und Referenzfall.....	76
3.11.2	Klimatische Bedingungen.....	79
3.11.2.1	Kühllastzone.....	80
3.11.2.2	Großstadtlage.....	81
3.11.3	Gebäudehülle und Innenbauteile.....	81
3.11.3.1	Bauschwere.....	81
3.11.3.2	Schichtaufbau.....	82
3.11.4	Thermische Quellen.....	83
3.11.4.1	Wärmeübertragungsmechanismus.....	83
3.11.4.2	Personenwärme.....	84
3.11.5	Raumlufttemperaturregelung.....	84
3.11.5.1	Zulässiger Schwankungsbereich.....	86
3.11.5.2	Außentemperaturgeführte Raumsolltemperatur.....	87
3.11.5.3	Zweipunktregelung.....	88
3.11.5.4	Durchgängige Klimatisierung.....	88
3.11.6	Sonnenschutz und Beleuchtung.....	88
3.11.6.1	Lage des Sonnenschutzes.....	89

3.11.6.2	Manuelle Sonnenschutzsteuerung bei direkter Einstrahlung .....	90
3.11.6.3	Vergleich von Räumen mit Nord- und Südfenstern .....	90
3.11.6.4	Beleuchtung/Tageslichtsteuerung .....	90
3.11.7	Anlagenarten .....	90
3.11.7.1	Fensterlüftung ohne Kühlung .....	91
3.11.7.2	Lüftungsanlagen (mit und ohne Kühlung) .....	92
3.11.7.3	Flächenkühlssystem mit Fensterlüftung .....	92
3.12	Literatur .....	93
<b>4</b>	<b>Natürliche Lüftung</b> .....	<b>97</b>
	<i>A. Trogisch</i>	
4.1	Grundlagen .....	99
4.1.1	Thermischer Auftrieb .....	99
4.1.2	Winddruck .....	104
4.2	Fensterlüftung .....	105
4.3	Schachtlüftung .....	109
4.4	Dachaufsatzlüftung .....	111
4.5	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) .....	117
4.6	Hybride Lüftung .....	119
4.7	Vorbemessung der Raumlufttemperatur .....	122
4.7.1	Voraussetzungen .....	122
4.7.2	Tagesmittelwert der Raumlufttemperatur $\theta_{a,m}$ .....	123
4.7.3	Tagesamplitude der Raumlufttemperatur .....	123
4.8	Literatur .....	125
<b>5</b>	<b>Zuluftparameter</b> .....	<b>127</b>
	<i>M. Schmidt, aktualisiert und überarbeitet durch U. Finke</i>	
5.1	Einleitung .....	128
5.2	Definition von Zuluft und Zuluftparametern .....	128
5.3	Raumlufttechnische Aufgabenstellungen .....	130
5.4	Bestimmung der Zuluftparameter für die wichtigsten raumlufttechnischen Aufgabenstellungen .....	132
5.4.1	Verminderung von Luftverunreinigungen .....	132
5.4.2	Kompensation der Raumlast .....	134
5.5	Berechnung der Schadstoffkonzentration .....	140
5.6	Literatur .....	142

<b>6</b>	<b>Raumlufotechnische Anlagen</b> .....	143
	<i>U. Busweiler, K. Müller, U. Schnieder</i>	
6.1	Einleitung .....	144
6.2	Auswahl des Klimasystems .....	147
6.2.1	Anlagenvarianten .....	147
6.2.2	Grundlagen der Systemauswahl .....	148
6.2.2.1	Das Anforderungsprofil raumlufotechnischer Anlagen .....	148
6.2.2.2	Raumlast und Raumlastdeckung .....	151
6.2.2.3	Volumenvariable Systeme. ....	152
6.2.3	Systementscheidung. ....	153
6.3	Klimasysteme .....	155
6.3.1	RLT-Anlagen ohne nachgeschaltete Behandlung .....	155
6.3.2	Mehrzonenanlagen. ....	164
6.3.3	Volumenvariable Einzelraumregelsysteme. ....	166
6.4	Luft-Wasser-Systeme .....	174
6.4.1	Einleitung .....	174
6.4.2	Induktionsgeräte .....	176
6.4.3	Gebälsekonvektoren ( <i>Fan-Coil</i> -Anlagen) .....	179
6.4.4	Dezentrale Lüftungstechnik, Fassadenlüftungsanlagen .....	180
6.4.5	Kühlkonvektoren .....	181
6.4.6	Raumkühlflächen .....	183
6.4.6.1	Kühldecken .....	184
6.4.6.2	Kühlsegel .....	187
6.4.6.3	Kühlfußboden .....	188
6.4.6.4	Thermische Bauteilaktivierung. ....	188
6.5	Luft-Kältemittel-Systeme .....	189
6.6	Literatur .....	192
<b>7</b>	<b>Raumluftströmung</b> .....	193
	<i>B. Boiting, R. Külpmann</i>	
7.1	Ingenieurmethoden zur Bestimmung der Raumluftströmung .....	193
7.1.1	Einführung .....	193
7.1.2	Empirische Berechnungsansätze für Raumströmungen .....	195
7.1.2.1	Grenzschichtgleichungen .....	196
7.1.2.2	Turbulenter Freistrahler .....	200
7.1.3	Beispiel für eine Raumlufstromungsberechnung mittels CFD .....	203
7.1.4	Messtechnische Verifikation der Raumströmungsberechnung .....	207
7.1.5	Literatur .....	209
7.2	Luftdurchlässe .....	210
7.2.1	Einführung .....	210
7.2.2	Grundformen und Hauptmerkmale von Raumlufstromungen .....	211
7.2.3	Zuluftdurchlässe für Mischlufstromungen .....	214

7.2.3.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung	214
7.2.3.2	Häufige Bauformen	215
7.2.3.3	Auslegungshinweise	217
7.2.4	Luftdurchlässe für Quellluftströmungen	225
7.2.4.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung	225
7.2.4.2	Häufige Bauformen	226
7.2.4.3	Auslegungshinweise	227
7.2.5	Luftdurchlässe für Verdrängungsströmungen	230
7.2.5.1	Eigenschaften der Strahlausbreitung	230
7.2.5.2	Häufige Bauformen	231
7.2.5.3	Auslegungshinweise	232
7.2.6	Überströmöffnungen und Außenluftdurchlässe	232
7.2.7	Abluft- und Fortluftdurchlässe	233
7.2.7.1	Übliche Abluftdurchlässe	233
7.2.7.2	Sonderbauformen von Abluftdurchlässen	234
7.2.7.3	Fortluftdurchlässe	235
7.2.8	Literatur	237
<b>8</b>	<b>Kanalnetz</b>	<b>239</b>
	<i>J. Janssen</i>	
8.1	Grundsätze zur Projektierung des Kanalnetzes	240
8.2	Berechnungsgrundlagen	241
8.2.1	Druckverlust in geraden Rohrleitungen	241
8.2.2	Hydraulischer und gleichwertiger Durchmesser	242
8.2.3	Druckverteilung in einer geraden Luftleitung	244
8.2.4	Druckverlust in Rohrleitungen durch Einzelwiderstände	247
8.3	Einregulierung	260
8.4	Addition der Widerstände	260
8.5	Berechnung des Kanalnetzes	262
8.6	Energieeffizienz und Leckage	266
8.7	Software zur Berechnung von Luftleitungen	268
8.8	Literatur	269
<b>9</b>	<b>Komponenten zur Luftaufbereitung</b>	<b>273</b>
9.1	Ventilatoren	273
	<i>F. Dittwald</i>	
9.1.1	Aufgabe von Ventilatoren	273
9.1.2	Einteilungskriterien von Ventilatoren (Gebläsen, Lüftern)	274
9.1.2.1	Unterscheidung nach der Bauart	274
9.1.2.2	Unterscheidung nach der Druckerhöhung $\Delta p_t$	275
9.1.2.3	Unterscheidung nach Einsatzbereich oder Aufgabe	275

9.1.3	Antrieb von Ventilatoren .....	278
9.1.4	Größen für die Auswahl von Ventilatoren .....	280
9.1.4.1	Hauptauslegungsgrößen .....	280
9.1.4.2	Abhängigkeiten der Wirkungsgrade .....	281
9.1.4.3	Proportionalitätsgesetze .....	283
9.1.4.4	Kennlinien von Ventilatoren .....	284
9.1.5	Regelung von Ventilatoren .....	291
9.1.6	Stabiles oder instabiles Betriebsverhalten .....	292
9.1.7	Spezifische Ventilatorleistung (Specific Fan Power – SFP) .....	293
9.1.8	Literatur .....	293
9.2	Wärmeübertrager und deren hydraulische Schaltungen .....	294
9.2.1	Wärmeübertrager .....	294
	<i>F. R. Stupperich</i>	
9.2.1.1	Grundlagen .....	295
9.2.1.2	Gegenstromführung .....	298
9.2.1.3	Gleichstromführung .....	302
9.2.1.4	Kreuzstromführung .....	303
9.2.1.5	Kreuzstromführung mit einzelnen Rohrreihen .....	307
9.2.1.6	Kreislauf-Verbund-System .....	308
9.2.1.7	Kreuz-/Gegenstromführung .....	311
9.2.1.8	Regenerator .....	312
9.2.1.9	Effektivität verschiedener Systeme .....	320
9.2.1.10	Literatur .....	321
9.2.2	Hydraulische Schaltungen .....	323
	<i>M. Heiser</i>	
9.2.2.1	Hydraulische Schaltungen beim Lufterhitzer .....	323
9.2.2.2	Hydraulische Schaltungen beim Luftkühler .....	326
9.2.2.3	Beispiele von Ventilauslegungen .....	330
9.2.2.4	Inbetriebnahme von Regelkreisen mit Wärmeübertragern .....	334
9.2.2.5	Literatur .....	337
9.3	Luftbefeuchter .....	338
	<i>M. Reichel, überarbeitet von M. Renner</i>	
9.3.1	Einführung .....	338
9.3.2	Anforderungen .....	339
9.3.3	Beschreibung der Befeuchtersysteme .....	340
9.3.3.1	Umlaufsprühbefeuchter .....	340
9.3.3.2	Rieselbefeuchter .....	342
9.3.3.3	Zerstäubungsbefeuchter .....	344
9.3.3.4	Hybridbefeuchter .....	347
9.3.3.5	Winglet-Wirbel-Befeuchter .....	347
9.3.4	Membran-Befeuchter .....	348
9.3.5	Dampfbefeuchter .....	348
9.3.6	Vergleich der Befeuchtungssysteme .....	350
9.3.7	Regelung der Luftbefeuchter .....	352
9.3.7.1	Feuchteregelung .....	353

9.3.7.2	Wirtschaftliche Regelungskonzepte.....	354
9.3.8	Literatur .....	357
9.4	Luftfilter .....	358
	<i>M. Sauer-Kunze</i>	
9.4.1	Einführung.....	358
9.4.2	Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik .....	359
9.4.3	Grob- und Feinstaubfilter.....	362
9.4.4	Schwebstofffilter.....	365
9.4.5	Elektro-Luftfilter.....	368
9.4.6	Adsorptionsfilter.....	369
9.4.7	Literatur .....	371
<b>10</b>	<b>Wärmerückgewinnung .....</b>	<b>373</b>
	<i>A. Trogisch</i>	
10.1	Übersicht .....	375
10.2	Regenerative Verfahren.....	383
10.2.1	Regeneratoren .....	383
10.2.1.1	Aufbau.....	383
10.2.1.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	387
10.2.1.3	Berechnung und Auslegung.....	390
10.2.1.4	Einbau und Schaltungen (u. a. Bypass, Frostschutz).....	393
10.2.1.5	Betriebsweisen.....	396
10.2.2	Wechselspeicher/Umschaltregeneratoren .....	397
10.2.2.1	Aufbau.....	397
10.2.2.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	399
10.2.2.3	Bemessung.....	399
10.3	Rekuperative Verfahren .....	400
10.3.1	Plattenwärmeübertrager.....	401
10.3.1.1	Aufbau.....	401
10.3.1.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	403
10.3.1.3	Berechnung und Bemessung.....	403
10.3.1.4	Einbau und Schaltungen.....	404
10.3.2	Glattrohrwärmeübertrager .....	406
10.3.2.1	Aufbau.....	406
10.3.2.2	Berechnung und Bemessung.....	407
10.3.2.3	Einbau und Schaltungen.....	409
10.3.3	Wärmerohr.....	409
10.3.3.1	Aufbau.....	409
10.3.3.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	411
10.3.3.3	Berechnung und Bemessung.....	411
10.3.4	KV-Systeme .....	413
10.3.4.1	Aufbau.....	413
10.3.4.2	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	415
10.3.4.3	Berechnung und Auslegung.....	416

10.3.4.4	Einbau und Schaltung	419
10.3.4.5	Betriebserfahrungen	420
10.4	Literatur	420
<b>11</b>	<b>Kälteversorgung</b>	<b>423</b>
11.1	Kälteanlagen <i>H. R. Engelhorn</i>	423
11.1.1	Einleitung	424
11.1.2	Verdichterkälteanlagen	424
11.1.2.1	Kältemittelverdichter	424
11.1.2.2	Wärmeübertrager	440
11.1.2.3	Expansionsorgane	443
11.1.2.4	Komplette Kälteanlagen	444
11.1.2.5	Kälteaggregate	446
11.1.3	Sorptionskältemaschinen	448
11.1.3.1	Absorptionskältemaschinen	448
11.1.3.2	Adsorptionskältemaschinen	449
11.1.4	Kälteträger	450
11.1.4.1	Wasser-Glykol-Gemische	451
11.1.4.2	<i>FLO-ICE</i>	451
11.1.4.3	CO <sub>2</sub> als Kälteträger	452
11.1.5	Rückkühlwerke	452
11.1.5.1	Nasskühltürme	453
11.1.5.2	Trockenkühlwerke	454
11.1.6	Literatur	455
11.2	Sorptionsgestützte Klimatisierung <i>U. Busweiler</i>	456
11.2.1	Einleitung	456
11.2.2	Sorptionsgestützte Klimatisierung mit festen Adsorbentien	457
11.2.3	Sorptionsgestützte Klimatisierung mit flüssigen Sorbentien	461
11.2.4	Literatur	463
11.3	Kältespeicher <i>R. Agsten</i>	464
11.3.1	Herkömmliche Eisspeicher	465
11.3.2	Binäreis	468
11.3.3	Kaltwasserspeicher und geothermische Speicher	470
11.3.4	PCM-Latentspeichersysteme zur aktiven Gebäudekühlung	473
11.3.5	Literatur	475
<b>12</b>	<b>Akustische Auslegung von RLT-Anlagen</b> <i>H. BLEY †, B. HÖRNER</i>	<b>477</b>
12.1	Geräuschquellen	478
12.1.1	Geräuschentwicklung von Ventilatoren	479



12.1.2	Strömungsgeräusch in geraden Luftleitungen .....	484
12.1.3	Strömungsgeräusch in Umlenkungen, Abzweigen und Kreuzstücken mit Kreisquerschnitt .....	485
12.1.4	Strömungsgeräusch von Drosselklappen .....	489
12.1.5	Strömungsgeräusch von Luftdurchlässen .....	490
12.1.5.1	Lüftungsgitter .....	490
12.1.5.2	Induktionsgeräte .....	492
12.1.6	Strömungsrauschen der Schalldämpfer .....	493
12.2	Geräuschminderung .....	493
12.2.1	Schalldämpfung in geraden Luftleitungen .....	493
12.2.2	Pegelminderung durch Formstücke .....	495
12.2.2.1	Pegelminderung durch Umlenkungen .....	495
12.2.2.2	Pegelminderung durch Verzweigungen .....	497
12.2.2.3	Pegelminderung durch Querschnittsänderungen .....	499
12.2.3	Pegelminderung durch Einbauteile .....	499
12.2.3.1	Entspannungs- und Luftverteilkästen .....	499
12.2.3.2	Pegelminderung durch Bauteile einer Klimazentrale .....	500
12.2.4	Pegelminderung durch Luftdurchlässe .....	500
12.2.5	Schalldämpfer .....	502
12.2.5.1	Absorptionsdämpfer .....	502
12.2.5.2	Resonanzdämpfer .....	502
12.2.5.3	Beispiele von Schalldämpfern für raumluftechnische Anlagen .....	503
12.2.5.4	Druckverlust in Schalldämpfern .....	505
12.2.5.5	Strömungsgeräusche in Schalldämpfern .....	507
12.2.5.6	Beeinflussung der Dämpfung durch die Luftströmung .....	508
12.2.5.7	Montage der Schalldämpfer .....	508
12.2.6	Schallpegelsenkung im Raum .....	509
12.3	Schalldämpferauslegung für eine Zuluftanlage .....	509
12.4	Schalldämmung von Luftleitungen .....	521
12.4.1	Schalldämmmaß $R_{ia}$ und $R_{ai}$ .....	521
12.4.1.1	Schalldämmmaße Wickelfalzrohre ( $R_{ia}$ und $R_{ai}$ ) .....	522
12.4.1.2	Schalldämmmaß Rechteckluftleitung .....	524
12.4.2	Schallabstrahlung und Schalleinstrahlung über die Wand von Luftleitungen ...	525
12.4.2.1	Schallabstrahlung über die Wand einer Luftleitung in einen Raum (Bild 12-32)	525
12.4.2.2	Schalleinstrahlung in eine Luftleitung .....	526
12.4.2.3	Schallübertragung über Lüftungsleitungen zwischen zwei Räumen .....	527
12.4.3	Beispiel 12-7: Schallabstrahlung aus einer Luftleitung .....	528
12.5	Körperschalldämmung .....	530
12.5.1	Berechnung des einfachen Schwingungssystems .....	531
12.5.2	Bemessungsbeispiel Ventilatoraufstellung .....	534
12.5.3	Beispiele aus der Praxis .....	535
12.6	Praktische Empfehlungen .....	538
12.6.1	Beurteilung der Sollpegel und Raumzuordnungen .....	538
12.6.2	Durchführung von Pegelmessungen .....	538

12.6.3	Ermittlung der Geräuschübertragung.....	539
12.6.4	Abhilfemaßnahmen.....	540
12.7	Literatur .....	541
<b>13</b>	<b>Hygienische Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen .....</b>	<b>543</b>
	<i>U. Finke</i>	
13.1	Einleitung .....	543
13.2	Planung einer hygienegerechten lufttechnischen Anlage.....	543
13.2.1	Außenluftansaugung .....	544
13.2.2	Luftfilter .....	545
13.2.3	Luftbefeuchter.....	546
13.2.4	Wärmeübertrager, speziell Luftkühler.....	547
13.2.5	Sauberkeit und Dichtheit von Komponenten und Luftleitungen.....	548
13.3	Hygieneerstinspektion von Raumluftechnischen Anlagen.....	549
13.4	Betrieb und Instandhaltung.....	553
13.5	Hygienekontrollen und Hygieneinspektion.....	553
13.5.1	Hygienekontrollen .....	553
13.5.2	Hygieneinspektion .....	554
13.6	Literatur .....	555
<b>14</b>	<b>Brandschutz in Lüftungsanlagen und Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden im Brandfall .....</b>	<b>557</b>
	<i>G. Blume</i>	
14.1	Brandschutz in Lüftungsanlagen .....	557
14.1.1	Bauaufsichtliche Anforderungen und Begriffe .....	557
14.1.1.1	Musterbauordnung (MBO 2016) und Landesbauordnungen.....	557
14.1.1.2	Sonderbauverordnungen .....	561
14.1.1.3	Liste der Technischen Baubestimmungen .....	562
14.1.1.4	Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C .....	563
14.1.1.5	Anforderungen nach der M-LüAR .....	565
14.1.2	Absperrvorrichtungen, Brandschutzklappen, Rauchschutzklappen.....	582
14.1.2.1	Brandschutzklappen .....	586
14.1.2.2	Brandschutzklappen K 30 U bis K 90 U .....	588
14.1.2.3	Absperrvorrichtungen K30/60/90-18017 bzw. K30/60/90-18017S .....	590
14.1.2.4	Rauchschutzklappen in Lüftungsanlagen.....	590
14.1.2.5	Feuerwiderstandsfähige Abschlüsse besonderer Bauart und Verwendung.....	590
14.1.2.6	Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen.....	591
14.1.3	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen.....	591
14.1.3.1	Unterscheidungsmerkmale .....	591
14.1.3.2	Anforderungen an feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen .....	593
14.1.3.3	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen nach DIN 4102-4.....	595

14.1.3.4	Feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen nach allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen .....	595
14.1.3.5	Abhängungen für waagerechte feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen .....	598
14.2	Rauch- und Wärmeableitung aus Gebäuden im Brandfalle. ....	600
14.2.1	Brandgeschehen und dessen Beeinflussung. ....	600
14.2.2	Rauchbewegung in Gebäuden im Brandfall .....	602
14.2.2.1	Schutzziele und Anwendungsbereiche von Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden .....	602
14.2.2.2	Grundsatzforderungen an Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung in Gebäuden. ....	603
14.2.3	Maschinelle Rauchabzüge (Rauchabzugsanlagen).....	603
14.2.3.1	Anlagekonzept und Bauteile .....	603
14.2.3.2	Voraussetzungen für die Bemessung der Bauteile maschineller Rauchabzugsanlagen .....	605
14.2.3.3	Bemessungsansätze .....	605
14.2.3.4	DIN 18232-5 .....	606
14.2.3.5	Anforderungen an die Bauteile von maschinellen Rauchabzügen.....	612
14.2.4	Druckbelüftungsanlagen (Differenzdruckanlagen).....	618
14.2.4.1	Wirkungsweise und Anwendungsbereiche .....	618
14.2.4.2	Einflussgrößen .....	619
14.2.4.3	Anlagenanforderungen .....	620
14.3	Anforderungen an die Bauteile zum Einsatz bei der natürlichen Entrauchung ..	621
14.4	Europäische Klassifizierung für den Feuerwiderstand .....	622
14.5	Literatur .....	627
14.6	Normen und Richtlinien.....	629
<b>15</b>	<b>Betrieb von RLT-Anlagen.....</b>	<b>631</b>
	<i>F. Hausmann</i>	
15.1	Abnahme von RLT-Anlagen .....	631
15.1.1	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	631
15.1.2	Abnahme gemäß DIN EN 12599 .....	632
15.1.2.1	Vollständigkeitsprüfung .....	632
15.1.2.2	Funktionsprüfung .....	633
15.1.2.3	Funktionsmessung.....	635
15.1.2.4	Beispiel Messung des Luftvolumenstroms .....	635
15.1.3	Sachverständigen-Abnahme gemäß Bauordnungsrecht.....	640
15.1.4	Literatur .....	642
15.2	Betriebsführung und Instandhaltung in der Klimatechnik.....	643
	<i>O. Clausen</i>	
15.2.1	Betriebsführung und Instandhaltung im Kontext des Gebäudemanagements...	643
15.2.2	Organisationsmodell für die Klimatechnik.....	645
15.2.2.1	Instandhaltungsstrategie.....	646
15.2.2.2	Instandhaltungsorganisation.....	650

15.2.2.3	Ausschreibung und Vergabe von Dienstleistungen .....	656
15.2.3	Gebäudeleittechnik in der Klimatechnik (GLT) .....	657
15.2.4	IT-Systeme in der Instandhaltung .....	660
15.2.5	Controlling .....	663
15.2.6	Bewirtschaftungsaspekte bei der Anlagenprojektierung und im Anlagenbau ...	665
15.2.7	Literatur .....	666
15.3	Monitoring .....	667
	<i>A. Trogisch</i>	
15.3.1	Verfahrensbetrachtungen .....	667
15.3.2	Schlussfolgerungen .....	674
15.3.3	Literatur .....	674
15.4	Inspektion von RLT-Anlagen .....	675
	<i>A. Trogisch</i>	
15.4.1	Allgemeine Aspekte zur Inspektion .....	675
15.4.2	Soll-Ist-Vergleich .....	678
15.4.3	Energetische Inspektion von Klimaanlage .....	680
15.4.3.1	Allgemeines .....	680
15.4.3.2	Neue Definition „Klimaanlage“ .....	681
15.4.3.3	Gesetzliche Grundlagen .....	682
15.4.3.4	Inspektionsstufen .....	685
15.4.3.5	Prioritätenschema – Überprüfung betriebs- und anlagenspezifischer Daten ...	691
15.4.3.6	Leitfaden für Bewertung bei einer Inspektion .....	693
15.4.3.7	Empfehlungen zur Beauftragung einer energetischen Inspektion .....	698
15.4.4	Literatur .....	702
<b>16</b>	<b>Wirtschaftlichkeit von Anlagen</b> .....	<b>705</b>
	<i>A. Gerhardy</i>	
16.1	Überblick .....	705
16.2	Verbrauchsgebundene Kosten .....	705
16.3	Hauptinflussgrößen auf den Jahresenergie- und -medienverbrauch .....	708
16.3.1	Jahreshäufigkeit einzelner Außenluftzustände .....	708
16.3.2	Anforderungsprofile .....	709
16.3.3	Einfluss der Regelstrategie auf den Jahresenergieverbrauch .....	712
16.3.4	Einfluss der Anlagentechnik auf die Wirtschaftlichkeit .....	723
16.4	RLT-Anlagen mit erweitertem Funktionsumfang .....	732
16.4.1	Volumenvariabler Betrieb .....	732
16.4.2	Betrieb mit unterschiedlichen Betriebsvarianten .....	735
16.4.3	Betrieb im Anlagenverbund .....	737
16.4.4	Einbinden des Verdunstungsbefeuchters in die Kühlung .....	739
16.5	Gestaltungsgrundsätze .....	743
16.6	Literatur .....	744
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>751</b>