

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 Klimaanlagen | 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 |