

Inhaltsverzeichnis

A	Aufgaben der Raumklimatechnik	1
	MICHAEL SCHMIDT	
A1	Übersicht.....	1
A2	Raumbelastungen und Raumlasten.....	2
A2.1	Raumbelastungen.....	2
A2.1.1	Allgemein	2
A2.1.2	Energiebelastungen.....	2
A2.1.2.1	Wärme.....	2
A2.1.2.2	Druck.....	3
A2.1.2.3	Geschwindigkeit	3
A2.1.2.4	Ladung.....	4
A2.1.3	Stoffbelastungen.....	4
A2.1.4	Speichern von Raumbelastungen	4
A2.2	Raumlasten	7
A2.2.1	Allgemein	7
A2.2.2	Energielasten	11
A2.2.2.1	Heizlasten.....	11
A2.2.2.2	Kühllasten	12
A2.2.2.3	Drucklasten.....	13
A2.2.2.4	Geschwindigkeitslasten *	14
A2.2.2.5	Ladungslasten.....	14
A2.2.3	Stofflasten	14
A2.2.3.1	Feuchtelasten	14
A2.2.3.2	Schadstofflasten	15
A2.2.4	Normlasten	16
A2.2.5	Norm-Auslegungslasten.....	16
	Literatur.....	16
B	Abfuhr von Raumlasten	19
	MICHAEL SCHMIDT	
B1	Allgemeine Grundlagen der Lastabfuhr.....	19
B2	Lastabfuhr über Raumwärmeaustauscher.....	20
B2.1	Raumheizflächen.....	20
B2.1.1	Allgemein	20

B2.1.2	Integrierte Heizflächen.....	20
B2.1.2.1	Allgemein.....	20
B2.1.2.2	Deckenheizungen	21
B2.1.2.3	Fußbodenheizungen	21
B2.1.2.4	Wandheizungen	22
B2.1.3	Freie Raumheizflächen.....	22
B2.1.3.1	Deckenstrahlplatten	22
B2.1.3.2	Raumheizkörper	23
B2.2	Raumkühlflächen.....	24
B2.2.1	Allgemein.....	24
B2.2.2	Integrierte Kühlflächen	25
B2.2.2.1	Allgemein.....	25
B2.2.2.2	Kühldecken.....	25
B2.2.2.3	Kühlfußböden	25
B2.2.2.4	Kühlwände.....	26
B2.2.3	Freie Kühlflächen.....	26
B3	Lastabfuhr über Raumstoffaustauscher	27
B3.1	Allgemein.....	27
B3.2	Raumbefeuchter.....	28
B3.2.1	Allgemein.....	28
B3.2.2	Aerosolbefeuchter.....	28
B3.2.3	Verdunstungsbefeuchter.....	28
B3.2.4	Dampfbefeuchter	29
B3.3	Raumentfeuchter	29
B3.3.1	Allgemein.....	29
B3.3.2	Kondensationsentfeuchter.....	29
B3.3.2.1	Raumkühlkörper	29
B3.3.2.2	Umluftentfeuchter	30
B3.3.3	Sorptionsentfeuchter	30
B3.4	Raumentstoffer	30
B3.4.1	Allgemein.....	30
B3.4.2	Umluftentstoffer	30
B3.4.3	Oberflächenentstoffer.....	30
B3.5	Raumbestoffer.....	31
B4	Lastabfuhr über Raumluftaustausch	31
B4.1	Allgemein.....	31
B4.2	Grundprinzipien der konvektiven Abfuhr von Raumlasten	32
B4.2.1	Verdünnen.....	32
B4.2.2	Zonieren.....	33
B4.2.3	Verdrängen.....	34

B4.3	Definitionen von Raumluftkonzentrationen.....	35
B4.3.1	Allgemein	35
B4.3.2	Energielasten	35
B4.3.2.1	Wärmelasten.....	35
B4.3.2.2	Sensible Heiz- und Kühllasten.....	36
B4.3.2.3	Latente Heiz- und Kühllasten	36
B4.3.2.4	Drucklasten.....	36
B4.3.2.5	Geschwindigkeitslasten	36
B4.3.3	Stofflasten	37
B4.3.3.1	Be- und Entfeuchtungslasten	37
B4.3.3.2	Schadstofflasten	38
B4.4	Raumströmungsformen zur konvektiven Lastabfuhr	39
B4.4.1	Mischströmung	39
B4.4.2	Schichtströmung oder Quellluftströmung	40
B4.4.3	Verdrängungsströmung	41
B4.4.4	Umsetzung der Lastabfuhr mit den Raumströmungsformen	41
B4.4.5	Raumbelastungsgrad, Lüftungseffektivität	41
B5	Raumbilanzen	43
B5.1	Allgemein	43
B5.2	Energiebilanzen.....	44
B5.2.1	Wärmebilanzen	44
B5.2.1.1	Sensible Wärmelasten.....	44
B5.2.1.2	Latente Wärmelasten.....	47
B5.2.2	Druckbilanzen	49
B5.2.3	Geschwindigkeitsbilanzen.....	50
B5.3	Stoffbilanzen.....	50
B5.3.1	Feuchtebilanzen	50
B5.3.2	Schadstoffbilanzen	52
Literatur		53
C	Raumlufttechnische Anlagen zur konvektiven Abfuhr von Raumlasten	55
	MICHAEL SCHMIDT	
C1	Arbeitsbereiche der Lufttechnik	55
C2	Funktion Raumlufttechnischer Anlagen.....	57
C3	Prozesse Raumlufttechnischer Anlagen.....	57
C3.1	Thermodynamische Prozesse	57
C3.1.1	Heizen	57
C3.1.2	Kühlen	59
C3.1.3	Befeuchten	60

C3.1.4	Entfeuchten (s. G6)	63
C3.1.5	Mischen.....	66
C3.1.6	Druck aufprägen	67
C3.1.7	Geschwindigkeit aufprägen	67
C3.2	Mechanische Prozesse	68
C3.2.1	Luftförderung.....	68
C3.2.2	Luftreinigung	70
Literatur	.....	71
D	Energetische Bewertung Raumlufotechnischer Anlagen	73
	MICHAEL SCHMIDT	
D1	Optimierung Raumlufotechnischer Prozesse	73
D1.1	Allgemein.....	73
D1.2	Energieeinsatz	74
D1.2.1	Wärmerückgewinnung.....	74
D1.2.2	Wärme- und Stoffrückgewinnung	76
D1.2.3	Fremdwärmenutzung	78
D1.2.4	Förderenergie.....	78
D1.3	Stoffeinsatz	79
D1.3.1	Luft	79
D1.3.2	Wasser.....	80
D1.3.2.1	Befeuchtung.....	80
D1.3.2.2	Entfeuchtung.....	81
D1.4	Betriebszeiten.....	81
D1.5	Regelung und Steuerung	81
D1.5.1	Sollwerte und Istwerte.....	81
D1.5.2	Regelung oder Steuerung.....	82
D1.5.3	Regelstrategie	83
D1.6	Anlagenbetrieb.....	86
D2	Energie- und Stoffbedarf Raumlufotechnischer Anlagen	87
D2.1	Allgemein.....	87
D2.2	Referenzbedarf.....	92
D2.3	Subsystem Nutzenübergabe.....	94
D2.4	Subsystem Verteilung.....	97
D2.5	Subsystem Erzeugung	98
D2.6	Berechnung des Energie- und Stoffbedarfs.....	99
D2.6.1	Allgemein.....	99
D2.6.2	Numerische Simulationsverfahren	101
D2.6.3	Näherungsverfahren.....	103
Literatur	.....	105

E	Klassifikation von Raumlufotechnischen Anlagen.....	107
	MICHAEL SCHMIDT	
E1	Kurzbezeichnung nach Luftbehandlungsfunktionen und Luftarten	107
E1.1	Luftarten	107
E1.2	Kurzbezeichnungen	109
E2	Systembezeichnungen nach verfahrenstechnischen Merkmalen.....	110
E2.1	Allgemein	110
E2.2	Luftversorgung.....	111
E2.3	Luftart.....	111
E2.4	Umluftbehandlung.....	112
E2.5	Luftgeschwindigkeit in den Kanälen.....	112
E2.6	Druckdifferenz an den Durchlässen.....	113
E2.7	Luftvolumenstrom an den Durchlässen	113
E2.8	Transport thermischer Energie	113
E2.9	Zusammenfassung	114
	Literatur.....	115
F	Luftströmung in belüfteten Räumen	117
	KLAUS FITZNER	
F1	Übersicht.....	117
F1.1	Einleitung.....	117
F1.2	Mischströmung	118
F1.3	Verdrängungsströmung	118
F1.4	Quellluftströmung.....	119
F1.5	Sonderfälle	120
F1.6	Lokale Senken und Quellen.....	121
F2	Erzwungene Raumströmung.....	122
F2.1	Mischströmung	122
F2.1.1	Allgemeines	122
F2.1.2	Isotherme Luftstrahlen	125
F2.1.2.1	Isothermer Freistrahle.....	125
F2.1.2.2	Mehrfachstrahlen	131
F2.1.2.3	Linearer Decken- oder Wandstrahl.....	135
F2.1.2.4	Radialer Freistrahle.....	136
F2.1.2.5	Radialer Decken- oder Wandstrahl.....	138
F2.1.3	Anisotherme Strahlen.....	140
F2.1.3.1	Anisotherme Freistrahlen	140
F2.1.3.2	Anisotherme Decken- und Wandstrahlen.....	144
F2.2	Verdrängungsströmung.....	151
F2.2.1	Vertikale Verdrängungsströmung	151

F2.2.2	Horizontale Verdrängungsströmung	153
F2.2.3	Anwendung in der Reinraumtechnik	154
F2.2.3.1	Verhalten kleiner Teile.....	154
F2.2.3.2	Reinraumklassen	156
F2.2.3.3	Laminare und turbulente Verdrängungsströmung.....	158
F2.2.3.4	Partiell beaufschlagte Reinraumdecken	170
F3	Quellluftströmung	174
F3.1	Beurteilungsmethoden.....	174
F3.2	Strömungsbild.....	177
F3.3	Auftrieb an einer Wärmequelle.....	179
F3.4	Temperatur-, Konzentrations- und Geschwindigkeitsverteilungen im Raum.....	181
F3.5	Rechenmodelle für die Temperaturprofile.....	187
F3.6	Beschleunigung vor dem Luftdurchlass	190
F3.7	Fensterlüftung.....	193
F3.8	Deckenkühlung mit Quelllüftung	194
F4	Unterschiede bei Misch- und Quellluftströmung	195
F4.1	Anwendungsbereiche von Verdrängungs-, Misch- und Quelllüftung.....	195
F4.2	Unterschiede zwischen Quell- und Mischlüftung beim Stoff- und Wärmeübergang an der Oberfläche einer Person.....	197
Literatur	.....	200
G	Bauelemente raumluftechnischer Anlagen	205
	G1 TIBOR RÁKÓCZY, G1–G7 KLAUS FITZNER	
G1	Ventilatoren	205
G1.1	Einführung	205
G1.2	Bauarten.....	207
G1.3	Radialventilatoren	207
G1.3.1	Bauform und Geschwindigkeitsdreiecke.....	207
G1.3.2	Drücke.....	212
G1.3.3	Reaktionsgrad	214
G1.3.4	Dimensionslose Kennzahlen	215
G1.3.5	Kennlinien.....	218
G1.3.6	Betrieb von Ventilatoren.....	225
G1.3.6.1	Auslegung.....	225
G1.3.6.2	Regelung	226
G1.3.6.3	Schaltungen	233
G1.3.7	Einbau von Ventilatoren	237
G1.4	Axialventilatoren	243
G1.4.1	Bauform	243
G1.4.2	Drücke.....	246

G1.4.3	Dimensionslose Kennzahlen.....	247
G1.4.4	Kennlinien	249
G1.4.5	Betrieb von Ventilatoren	251
G1.4.5.1	Auslegung	251
G1.4.5.2	Regelung.....	252
G1.4.5.3	Schaltung.....	255
G1.4.6	Einbau von Ventilatoren	257
G1.5	Querstromventilatoren.....	259
G1.5.1	Bauform	259
G1.6	Anschluss des Ventilators an das Kanalsystem.....	260
G1.7	Auswahl von Ventilatoren und Antrieben.....	262
G1.7.1	Spezifische Ventilatorleistung	264
G1.7.2	Ventilatorantriebe.....	265
Literatur		272
G2	Lufterwärmer	273
G2.1	Einleitung.....	273
G2.2	Wärmeleistungsvermögen $k \cdot A$	275
G2.3	Bauformen der Lufterwärmer	279
G2.4	Temperaturen.....	281
G2.5	Thermisches Betriebsverhalten	285
G2.6	Auslegung	287
G2.7	Betriebsverhalten und Regelung.....	290
Literatur		291
G3	Luftkühler	291
G3.1	Allgemeines	291
G3.2	Direktverdampfer	292
G3.2.1	Einleitung.....	292
G3.2.2	Wärmeaustauschgrad	293
G3.2.3	Wärmedurchgangskoeffizienten	293
G3.2.4	Auslegung	293
G3.2.5	Betriebsverhalten und Regelung.....	293
G3.3	Wasserkühler.....	294
G4	Wärmerückgewinnungssysteme	294
G4.1	Übersicht.....	294
G4.2	Rekuperative Systeme.....	298
G4.2.1	Bauformen	298
G4.2.2	Auslegung	300
G4.2.3	Betriebsverhalten und Regelung.....	302
G4.3	Regenerative Systeme	304
G4.3.1	Kreislaufverbundene Systeme mit Pumpenkreislauf	304
G4.3.1.1	Auslegung	304
G4.3.1.2	Betriebsverhalten und Regelung.....	307

G4.3.1.3	Bauformen.....	308
G4.3.2	Systeme mit Wärmerohren.....	308
G4.3.2.1	Bauformen.....	308
G4.3.2.2	Betriebsverhalten und Regelung	310
G4.3.2.3	Auslegung.....	311
G4.3.3	Thermosiphons	312
G4.3.4	Systeme mit rotierender nicht sorptionsfähiger Speichermasse.....	313
G4.3.4.1	Bauformen.....	313
G4.3.4.2	Betriebsverhalten und Regelung	314
G4.3.4.3	Auslegung.....	317
G4.3.5	Systeme mit rotierender sorptionsfähiger Speichermasse	317
G4.3.6	Rückfeuchtzahl	318
G4.3.7	Systeme mit flüssigen sorptionsfähigen Speichermedien.....	320
G4.4	Wirtschaftlichkeitsvergleiche	321
Literatur	.....	325
G5	Befeuchter	326
G5.1	Übersicht	326
G5.2	Wasserbefeuchter	326
G5.2.1	Übersicht	326
G5.2.2	Sprühbefeuchter.....	327
G5.2.2.1	Aufbau und Bauformen	327
G5.2.2.2	Auslegung des Sprühbefeuchters (s. auch C3.1.3).....	330
G5.2.2.3	Betriebsverhalten und Regelung (s. auch K2.6.2)	341
G5.2.3	Rieselbefeuchter.....	344
G5.2.3.1	Bauformen.....	344
G5.2.3.2	Auslegung.....	345
G5.2.3.3	Betriebsverhalten und Regelung	345
G5.3	Dampfbefeuchter	345
G5.3.1	Bauformen.....	345
G5.3.2	Auslegung.....	347
G5.3.3	Betriebsverhalten und Regelung	349
Literatur	.....	349
G6	Entfeuchter	350
G6.1	Übersicht	350
G6.2	Kondensationsentfeuchter.....	351
G6.2.1	Bauformen.....	351
G6.2.2	Siphon	352
G6.2.3	Auslegung von Kühlern	352
G6.2.4	Betriebsverhalten und Regelung	354
G6.3	Sorptionsentfeuchter.....	354
G6.3.1	Systeme mit fester Sorptionsmasse.....	354
G6.3.1.1	Diskontinuierliche Systeme	354
G6.3.1.2	Kontinuierliche Systeme	356

G6.3.2	Systeme mit flüssiger Sorptionsmasse	357
G6.3.3	Auslegung	359
G6.3.4	Betriebsverhalten und Regelung.....	359
G6.3.5	Bauformen	360
Literatur		360
G7	Luftdurchlässe	361
G7.1	Wetterschutzgitter	361
G7.1.1	Bauformen	361
G7.1.2	Auslegung	362
G7.2	Zuluftdurchlässe.....	364
G7.2.1	Zuluftdurchlässe für Mischströmung	364
G7.2.1.1	Bauformen	364
G7.2.1.2	Gitterdurchlässe (Luftgitter).....	365
G7.2.1.3	Schlitzdurchlässe.....	369
G7.2.1.4	Durchlässe in Wandnähe für Tangentialströmung im Raum.....	372
G7.2.1.5	Düsenluftdurchlässe	374
G7.2.1.6	Radial- und Dralldurchlässe	375
G7.2.1.7	Luftdurchlässe für lokale Mischströmung.....	377
G7.2.2	Zuluftdurchlässe für Quellluftströmung.....	381
G7.2.2.1	Luftdurchströmter Doppelboden.....	381
G7.2.2.2	Bodenluftdurchlässe	383
G7.2.2.3	Ebene Wanddurchlässe	385
G7.2.2.4	Radiale Quellluftdurchlässe	388
G7.2.3	Auswahl von Raumgeräten und Luftdurchlässen entsprechend der Kühlleistungsdichte	389
G7.2.4	Luftdurchlässe für Verdrängungsströmung.....	390
G7.3	Abluftdurchlässe	391
G7.3.1	Abluftdurchlässe in Wänden oder Abluftleitungen.....	391
G7.3.2	Abluftöffnungen zur Absaugung von Verunreinigungen im Raum.....	398
Literatur		403
H	Dezentrale RLT-Anlagen	405
	THOMAS SEFKER	
H1	Systembeschreibung.....	405
H2	Bauformen dezentraler Lüftungsgeräte	405
H3	Anforderungen an dezentrale Lüftungsgeräte	409
H3.1	Akustische Anforderungen	409
H3.2	Kondensatbildung.....	409
H3.3	Wärmerückgewinnung.....	409
H3.3.1	Bypass für das WRG-System aus energetischen Gründen	410

H3.3.2	Bypass des WRG-Systems zum Schutz vor Vereisung.....	410
H3.4	Hygiene.....	411
H3.5	Sekundärluftbetrieb.....	411
H3.6	Windeinfluss	412
H3.6.1	Kompensation von Windeinflüssen	413
H4	Luftführung im Raum.....	414
H5	Brand- und Rauchschutz	415
H6	Wartung.....	416
H7	Systemvorteile und -nachteile.....	416
H8	Anwendungsgebiete und Einsatzgrenzen.....	417
H9	Schlussfolgerungen	417
Literatur		418
I	Hygiene in Raumlufotechnischen Anlagen.....	419
	ULRICH FINKE	
I1	Einleitung.....	419
I2	Hygieneanforderungen an Raumlufotechnische Anlagen	419
I3	Planung, Ausführung und Betrieb	420
I3.1	Ansaugung von Außenluft.....	421
I3.2	Luftfilter.....	422
I3.3	Befeuchter.....	424
I3.4	Schalldämpfer	425
I3.5	Wärmeübertrager, speziell Kühler.....	426
I3.6	Gerätegehäuse	427
I4	Überwachung der Hygieneanforderungen	428
I4.1	Hygienekontrolle	428
I4.2	Hygieneinspektion.....	428
I5	Hygienische Messverfahren	429
I5.1	Staubflächendichtebestimmung.....	429
I5.1.1	Messverfahren	431
I5.1.1.1	Vlies-Rotationsverfahren.....	431
I5.1.1.2	Saugverfahren	431
I5.1.1.3	Wischverfahren.....	432
I5.1.1.4	Tapeverfahren	432
I5.1.2	Kriterien für die Probenahme	433
I5.1.3	Bewertung.....	433

15.2	Messverfahren für die Untersuchung von Wasser.....	433
15.2.1	Orientierende Keimzahlbestimmung.....	433
15.2.2	Untersuchung der Gesamtkeimzahl und der Legionellenkonzentration.....	435
15.3	Oberflächenuntersuchung.....	435
15.4	Luftkeimmessung.....	437
16	Zusammenfassung.....	437
Literatur.....		438
J	Kälteversorgung.....	439
	ANTON REINHART	
J1	Einleitung	439
J1.1	Luftkühlung ohne Feuchteentzug.....	440
J1.2	Luftkühlung mit Entfeuchten	441
J2	Kühlung ohne Kältemaschinen	442
J2.1	Kühlung mit Wasser	442
J2.2	Kühlung mit Oberflächenwasser	443
J2.3	Kühlwasser aus Rückkühlwerken.....	443
J2.4	Kühlung durch Verdunstung.....	443
J2.5	Das DEC-Verfahren	444
J3	Übersicht der Kälteverfahren	447
J3.1	Kaltdampf-Kompressionsverfahren.....	450
J3.2	Kaltgasverfahren	457
J3.3	Sorptionsverfahren	457
J3.3.1	Das Absorptionsverfahren mit Wasser-Lithiumbromid.....	458
J3.3.2	Adsorptionsverfahren mit Wasser-Kieselgel	462
J4	Der Kälteträgerkreislauf	462
J4.1	Kreislaufschaltungen der Kälteträger	463
J4.1.1	Das 1-Kreis-System.....	463
J4.1.2	Das 2-Kreis-System.....	464
J4.2	Speicher im Kälteträgersystem	466
J4.2.1	Kurzzeit-Speicher.....	466
J4.2.2	Langzeit-Speicher.....	468
J4.3	Schaltung und Regelung der Kälteerzeuger.....	468
J4.4	Kälteträger	471
J4.4.1	Wasser als Kälteträger	471
J4.4.2	Sole als Kälteträger.....	472
J5	Flüssigkeitskühlsätze	473
J5.1	Konzeption	473
J5.1.1	Definition.....	473
J5.1.2	Anforderungen/Aufgaben/Vorgaben.....	473

J5.1.3	Übersicht	473
J5.1.4	Kühlmedium und Verflüssiger	474
J5.1.5	Verdichter	475
J5.1.6	Leistungsregelung	475
J5.1.7	Verdampfer	477
J5.2	Flüssigkeitskühlsätze mit Hubkolbenverdichter	478
J5.2.1	Flüssigkeitskühlsatz mit überflutetem Verdampfer	479
J5.2.2	Flüssigkeitskühlsätze mit variabler Temperatur des Kühlmediums	482
J5.2.3	Flüssigkeitskühlsätze mit Hubkolbenverdichter mit Trockenexpansionsverdampfer	485
J5.3	Flüssigkeitskühlsätze mit Spiral-Verdichtern	486
J5.4	Flüssigkeitskühlsätze mit Schraubenverdichter	486
J5.5	Flüssigkeitskühlsätze mit Turboverdichter	487
J5.6	Wasserkühlanlagen mit Dampfstrahlverdichtern	489
J5.7	Absorptionskältesätze	490
J5.8	Adsorptionskühlsätze	491
J6	Arbeitsstoffe	491
J6.1	Kältemittel	492
J6.2	Kältemaschinenöl	495
J6.3	Absorptionsgemische	496
J7	Komponenten des Kühl-/Kältekreislaufes	497
J7.1	Verdichter	497
J7.1.1	Kolbenverdichter	499
J7.1.2	Spiralverdichter	500
J7.1.3	Schraubenverdichter	501
J7.1.4	Turboverdichter	502
J7.2	Verdampfer	505
J7.2.1	Trockenexpansionsverdampfer	506
J7.2.2	Überflutete Verdampfer	508
J7.2.3	Umwälzverdampfer	510
J7.2.4	Rieselfilmverdampfer	510
J7.3	Verflüssiger	510
J7.3.1	Wassergekühlte Verflüssiger	510
J7.3.2	Luftgekühlte Verflüssiger	512
J7.3.3	Verdunstungsverflüssiger	512
J8	Wasser-Rückkühlwerke (Kühltürme)	513
J8.1	Grundlagen	513
J8.2	Bauformen	516
J8.3	Lärm und Lärmschutz	517
J8.4	Wasseraufbereitung und Wasserabschlammung	517

J9	Gesetze, Normen, Vorschriften	518
Literatur.....		519
K	Regelung, Steuerung von Raumlufotechnischen Anlagen.....	521
	SIEGFRIED BAUMGARTH, GEORG-PETER SCHERNUS	
K1	Automation in der Raumlufotechnik.....	521
K1.1	Feldebene, Automatisierungsebene, Leitebene.....	521
K1.2	Globale Struktur: Kopplung von Systemen	523
K1.3	Zentrale – dezentrale Verarbeitung von Daten.....	525
K2	Regelung von Raumlufotechnischen Anlagen	526
K2.1	Übersicht.....	526
K2.2	Sensoren und Aktuatoren	526
K2.2.1	Sensoren.....	526
K2.2.2	Aktuatoren.....	531
K2.3	Hydraulische Schaltungen.....	533
K2.3.1	Lufterwärmer.....	533
K2.3.2	Luftkühler, Entfeuchter	535
K2.3.3	Ventilauslegung.....	537
K2.4	Informationspunkte.....	545
K2.5	Regelung der Temperatur von RLT-Anlagen	548
K2.5.1	Übersicht.....	548
K2.5.2	Raum-Zulufttemperatur-Kaskadenregelung:	548
K2.5.3	Raum-Zulufttemperatur-Kaskadenregelung mit Umluftbeimischung:	550
K2.5.4	Temperaturregelung einer VVS-Anlage	551
K2.6	Regelung einer Klimaanlage	553
K2.6.1	Übersicht.....	553
K2.6.2	Klimaanlage mit Umlaufsprühbefeuchter	553
K2.6.3	Klimaanlage mit Dampfbefeuchter	556
K2.6.4	Klimaanlage mit h,x-geführter Mischklappenregelung	558
K2.6.5	Klimaanlage mit Enthalprierückgewinnung.....	565
K3	Steuerungstechnik	566
K3.1	Übersicht.....	566
K3.2	Konventionelle (kontaktbehaftete) Steuerungstechnik	567
K3.2.1	Darstellung und heutige Bedeutung.....	567
K3.2.2	Hauptstromkreise	570
K3.2.2.1	Übersicht.....	570
K3.2.2.2	Drehrichtungsumsteuerung (Wendeschtaltung)	570
K3.2.2.3	Stern-Dreieck-Anlauf	571
K3.2.2.4	Drehzahlumschtaltung eines D-Motors mit getrennten Wicklungssystemen.....	572
K3.2.2.5	Drehzahlumschtaltung eines D-Motors mit Dahlander-Wicklung	573

K3.2.3	Wichtige Hilfsstromkreise	575
K3.2.3.1	Kontaktverriegelung.....	575
K3.2.3.2	Handbedienung und lokale Vorrangbedienung (LVB)	575
K3.2.3.3	Wächter und Begrenzer.....	577
K3.3	Programmierbare Steuerungstechnik.....	579
K3.3.1	Übersicht	579
K3.3.2	Verknüpfungsfunktionen	579
K3.3.3	Binäre Speicherfunktionen	583
K3.3.4	Vergleicher	584
K3.3.5	Zeitfunktionen	585
K3.4	Programmierung von binären Steuerungsfunktionen.....	586
K3.4.1	Übersicht	586
K3.4.2	Anweisungsliste	587
K3.4.3	Strukturierter Text.....	589
K3.4.4	Funktionsbausteinsprache.....	589
K3.4.5	Kontaktplan (KOP).....	590
K3.4.6	Tabellarische Programmierung.....	591
K3.5	Funktionen und Funktionsbausteine für RLT-Anlagen	593
K3.5.1	Übersicht	593
K3.5.2	Speicherung von Störungsmeldungen.....	593
K3.5.3	Sammelstörmeldung mit Hupe	594
K3.5.4	Pumpensteuerung für Wärmeübertrager.....	595
K3.5.5	Filterüberwachung.....	597
K3.5.6	Keilriemen- und Strömungsüberwachung.....	597
K3.5.7	Frostüberwachung und Frostschutzroutine.....	599
Literatur		602
L	Schall- und Schwingungsdämpfung in raumluftechnischen Anlagen....	605
	MANFRED HECKL, MICHAEL MÖSER	
L1	Einleitung	605
L2	Schallquellen	607
L2.1	Vorbemerkung.....	607
L2.2	Ventilatoren	608
L2.2.1	Entstehungsmechanismen für Luftschall	608
L2.2.1.1	Drehklang	609
L2.2.1.2	Breitbandgeräusch.....	611
L2.2.1.3	Radialventilatoren mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Querstromventilatoren.....	612
L2.2.2	Messverfahren	613
L2.2.2.1	Messgrößen	613
L2.2.2.2	Kanalverfahren.....	613
L2.2.2.3	Hüllflächen-, Hallraum- und Vergleichsquellenverfahren.....	615
L2.2.3	Messbeispiele	618

L2.2.4	Erfahrungsformeln.....	619
L2.2.5	Möglichkeiten zur Geräuschminderung.....	621
L2.2.6	Körperschallerzeugung durch Ventilatoren.....	622
L2.3	Elektromotore und Getriebe	622
L2.4	Kompressoren	623
L3	Strömungsgeräusche in Luftleitungen, Umlenkungen, Auslässen, etc.	624
L3.1	Gerade Leitungen	624
L3.2	Abzweigungen, Umlenkungen etc.....	625
L3.3	Drossel- und Absperrelemente, Volumenstrom- und Mischregler	627
L3.4	Luftdurchlässe, Gitter etc.	628
L3.5	Induktionsgeräte	630
L4	Schallpegelminderung in Luftleitungen	631
L4.1	Prinzipielle Möglichkeiten zur Schallminderung	631
L4.2	Gerade, nicht ausgekleidete Leitungen	632
L4.3	Gerade, schallschluckend ausgekleidete Leitungen.....	632
L4.4	Querschnittssprünge, Verzweigungen	633
L4.5	Umlenkungen	635
L4.6	Durchlässe (Mündungsreflexion).....	635
L4.7	Sonstige Einbauten	636
L4.8	Schalldämpfer.....	637
L4.8.1	Funktionsweise.....	637
L4.8.2	Messverfahren und Messergebnisse.....	639
L4.8.3	Telefonieschalldämpfer	641
L4.8.4	Weitere Gesichtspunkte für die Auswahl von Schalldämpfern	642
L4.9	Zusammenhang zwischen Schallleistung und Schalldruck in einem Raum	643
L5	Weitere Schallschutzmaßnahmen bei RLT-Anlagen	644
L6	Beispielrechnung	646
Literatur		653
 M	 Wasserbehandlung in Kühlwasser-, Rückkühl-, Kaltwasser- und Befeuchtungs-Systemen.....	 655
	LUDWIG HÖHENBERGER	
M1	Kühlwasser- und Rückkühlsysteme.....	655
M1.1	Übersicht und Definitionen	655
M1.2	Durchlauf-Kühlsysteme.....	655
M1.2.1	Belagbildung und Korrosion.....	656
M1.2.2	Schutz vor Ablagerung und Korrosion	657
M1.2.3	Wasseraufbereitung und Konditionierung	658

M1.3	Kreislaufkühlsysteme	659
M1.3.1	Belagbildung und Korrosion	659
M1.3.2	Schutz vor Ablagerung und Korrosion.....	660
M1.3.3	Wasseraufbereitung, Konditionierung und chemische Anforderungen an das Kühlwasser	661
M2	Kaltwasser- und Zwischenkühlkreisläufe.....	663
M2.1	Übersicht und Definitionen	663
M2.2	Belagbildung und Korrosion	663
M2.3	Schutz vor Belagbildung und Korrosion	663
M2.4	Wasseraufbereitung, Konditionierung und chemische Anforderungen an das Kalt- und Kühlwasser.....	664
M3	Luftbefeuchtungssysteme.....	664
M3.1	Übersicht und Definitionen	664
M3.2	Sprühbefeuchter.....	665
M3.2.1	Belagbildung und Korrosion	665
M3.2.2	Schutz vor Belagbildung und Korrosion	665
M3.2.3	Wasseraufbereitung, Konditionierung und chemische Anforderungen an Wasser zur Luftbefeuchtung...	667
M3.3	Dampfbefeuchter	668
M3.3.1	Anforderungen an den Dampf	668
M3.3.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Dampfqualität	669
M4	Feuerlöschsysteme	670
Literatur		670
N	Sensorische Bestimmung der Luftqualität	673
	FRANK BITTER, ARNE DAHMS, JOHANNES KASCHE, BIRGIT MÜLLER, DIRK MÜLLER, JANA PANASKOVA	
N1	Einleitung	673
N2	Ursachen der Geruchsentstehung	674
N3	Grundlagen der Geruchswahrnehmung	676
N3.1	Geruchssinn.....	676
N3.2	Geruchswahrnehmung.....	679
N3.3	Geruchsschwellen	682
N4	Bewertungsgrößen für die Luftqualität	683
N4.1	Empfundene Intensität.....	683
N4.2	Hedonik	686
N4.3	Akzeptanz	687
N4.4	Klassifizierung von Gerüchen.....	690
N4.5	Einfluss von Temperatur und Feuchte	691

N5	Bewertungsverfahren für die Luftqualität	694
N5.1	Statistische Auswertung der Bewertungen	696
N5.2	Probennahme und Probendarbietung	698
N5.2.1	Notwendige Luftmenge für eine Luftqualitätsbewertung.....	699
N5.2.2	Bewertungstrichter.....	700
N5.3	Probennahmeverfahren.....	701
N5.4	Emissionskammern	703
N5.5	Intensitätsbewertungen	705
N5.5.1	Kategoriemethode.....	705
N5.5.2	Referenzmethode	706
N5.6	Dynamische Olfaktometrie	708
N5.7	Hedonikbewertungen	710
N5.8	Akzeptanzbewertungen	712
N6	Technische Messsysteme	714
N6.1	Chemische Analytik	714
N6.1.1	Thermodesorption, Gaschromatographie und Massenspektroskopie.....	714
N6.1.2	Auswertung von Gaschromatogrammen.....	717
N6.1.3	Olfactory Detector Port (ODP)	718
N6.2	Luftqualitätssensoren	719
N6.3	Multigassensorenssysteme.....	721
N6.3.1	Gassensoren.....	722
N6.3.2	Multivariate Datenanalyse	726
Literatur		727
0	Rentabilität von Verbesserungen des Raumklimas	729
	OLLI SEPPÄNEN, WILLIAM FISK, ÜBERSETZUNG UND VORWORT VON KLAUS FITZNER	
01	Vorwort	729
02	Einleitung	729
03	Raumluftqualität und Leistungsfähigkeit	730
04	Vorteile	731
05	Investitions- und Betriebskosten	732
06	Außenluftwechsel und Arbeitsausfall durch kurze Krankheiten ...	733
07	Luftaustausch und Leistungsfähigkeit	734
08	Empfundene Luft-Qualität und Leistungsfähigkeit	736
09	Temperatur und Leistung	738
010	Einfluss des Betrachterstandpunktes	741

O11	Anwendung der Berechnungsmethode.....	742
O11.1	Kühlung durch Nachtlüftung	742
O11.2	Rentabilität der Temperaturbegrenzung in einem Bürogebäude...	743
O11.3	Economizer	748
O11.4	Empfundene Luftqualität und Leistungsfähigkeit.....	750
O12	Diskussion.....	750
O13	Zusammenfassung	751
Literatur	.....	751
Sachverzeichnis.....	.....	755

Raumklimatechnik

Band 2: Raumluf- und Raumkühltechnik

Rietschel, H.; Fitzner, K. (Hrsg.)

2008, XXX, 770 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-57011-0