

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen		XV
1	Einleitung	1
1.1	Begriffe	1
1.2	Raumluftqualität	2
1.3	Nutzerakzeptanz von raumlufttechnischen Anlagen	4
1.4	Thermische Behaglichkeit/Raumklimakomponenten	4
1.4.1	Thermoregulation des Menschen	4
1.5	Wärmeabgabe des Menschen	7
1.5.1	Wärmetransport durch die Kleidung	7
1.5.2	Umgebungsfaktoren	8
1.5.3	Berechnung der Wärmeabgabe des Menschen	9
1.6	Behaglichkeitskriterien	13
1.6.1	Globale stationäre Kriterien	14
1.6.2	Lokale stationäre Kriterien	15
1.6.2.1	Zugluftrisiko	15
1.6.2.2	Strahlungsasymmetrie	16
1.6.2.3	Vertikaler Lufttemperaturgradient zwischen Kopf/Fußgelenken	17
1.6.2.4	Fußbodenoberflächentemperatur	17
1.6.2.5	Luftfeuchte	18
1.6.3	Instationäre Bewertungskriterien	19
1.7	Bewertung der Raumluftqualität	19
1.8	Gesundheitsrelevanter Maßstab: MAK-/MIK-Wert	20
2	Volumenstromermittlung/Raumlast	23
2.1	Stofflast	23
2.1.1	Die stationäre Schadstoffbilanz	23
2.1.2	Die instationäre Schadstoffbilanz	24
2.1.3	Alternative Volumenstrombestimmung in der Praxis	25
2.1.3.1	Luftwechsel-Bezugswert Raumvolumen V_R	26
2.1.3.2	Luftwechsel-Bezugswert Grundfläche A_R	26
2.1.3.3	Luftwechsel-Bezugswert Personenanzahl z_p	27
2.1.4	Empfohlene Lüftungsraten nach DIN EN 15251	27
2.1.5	Kriterien für die Lüftungswirksamkeit	28
2.1.6	Beispielrechnung	30
2.2	Wärmelast	32
2.2.1	Heizlastberechnung	32

2.2.1.1	Transmissionswärmeverlust.	33
2.2.1.2	Lüftungswärmebedarf.	35
2.2.1.3	Norm-Heizlast (Gebäude)	36
2.2.2	Kühllastberechnung.	36
2.3	Meteorologische Grundlagen	39
2.3.1	Lufttemperatur	39
2.3.2	Luftfeuchtigkeit.	41
2.3.3	Sonnenstrahlung.	42
2.3.4	Wind und Luftdruck	46
2.3.5	Erdreichtemperatur	47
3	Theoretische Grundlagen für die Klimatechnik.	49
3.1	Wasserdampf-Luft-Gemisch	49
3.2	Mollier h - x -Diagramm der feuchten Luft.	52
3.3	Signifikante Temperaturen im h - x -Diagramm	58
4	Zustandsänderungen im h-x-Diagramm	61
4.1	Mischen.	61
4.2	Aufheizen	63
4.3	Abkühlen	67
4.4	Zufuhr von Wasser und Wasserdampf	70
4.5	Verdunstungsvorgänge	71
4.6	Effektivitätsbestimmung bei der Befeuchtung	81
4.6.1	Zerstäubungsgrad.	81
4.6.2	Befeuchtungsgrad.	82
4.6.3	Wasser-Luft-Zahl (B).	83
4.6.4	Verdunstungsgrad	84
5	Wärmerückgewinnung	85
5.1	Grundlagen	85
5.2	Wärmerückgewinnungseinrichtungen	88
5.3	Rekuperatoren.	88
5.4	Regeneratoren	92
6	Luftkanäle	97
6.1	Allgemeines	97
6.2	Grundzüge der Druckverlustberechnung.	98
6.2.1	Durchmesser-Bestimmung bei Rechteck-Kanälen	106

6.2.2	Querschnittbestimmung unter Praxisbedingungen	108
7	Ventilatoren	111
7.1	Grundlagen	111
7.2	Ventilatorauslegung/-regelung	113
7.3	Bauformen von Ventilatoren	114
7.3.1	Radialventilatoren	114
7.3.2	Axialventilatoren	118
7.3.3	Querstromgebläse	118
8	Schalltechnik	121
8.1	Grundlagen	121
8.2	Schallpegelminderung im Raum	124
8.3	Bauakustik	125
8.4	Akustische Wirkung von Anlagenkomponenten	126
8.4.1	Schallquellen in RLT-Anlagen	126
8.4.2	Schalldämpfung in RLT-Anlagen	127
8.5	Allgemeine Schallschutzmaßnahmen	129
9	Luftfilter	131
9.1	Grundlagen	131
9.2	Effekte der Partikelabscheidung	132
9.3	Filterleistungscharakterisierung/Filtreinteilung	133
9.4	Filterauswahl	135
9.5	Filterkonstruktion	136
10	Freie Lüftung	141
10.1	Grundlagen	141
10.2	Thermischer Auftrieb	141
10.3	Winddruck	143
10.4	Druckverluste/Volumenstrom	151
10.5	Lüftungsarten	152
10.5.1	Fugenlüftung	152
10.5.2	Fensterlüftung	152
10.5.3	Schachtlüftung	159
10.5.4	Dachaufsatzlüftung	160

10.6	Bemessung von Dachaufsatzlüftungen	163
11	Ventilatorgestützte Lüftung	165
11.1	Grundlagen	165
11.2	Einfluss der Ventilatoranordnung auf die Druckverhältnisse	165
11.2.1	Überdruckprinzip (Zuluftanlage)	166
11.2.2	Unterdruckprinzip (Abluftanlage)	166
11.2.3	Gleichdruckprinzip (Zu-/Abluftanlage)	167
11.3	Lüftungstechnische Zentralen	167
11.4	Außen- und Fortluftkanäle	168
11.5	Anlagenübersicht	168
11.5.1	Abluftanlagen	168
11.5.2	Zuluftanlagen	170
11.5.3	Zu-/Abluftanlagen	170
11.5.4	Zu-/Abluftgeräte	171
11.6	Hybride Lüftung	172
12	Wohnungslüftung	179
12.1	Grundlagen	179
12.2	Luftschadstoffe	180
12.2.1	Feuchte und mikrobiologische Belastungen	180
12.2.2	Kohlendioxid	182
12.2.3	Volatile Organic Compound (VOC)	184
12.2.4	Radon	184
12.2.5	Weitere Luftschadstoffe	186
12.3	Lüftungskonzept und Anlagenauslegung nach DIN 1946-6	187
12.3.1	Lüftungskonzept (Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen)	187
12.3.2	Lüftungskonzept (Festlegung des Lüftungssystems und der Lüftungsstufen)	189
12.3.3	Auslegung von Lüftungssystemen	190
12.3.4	Auslegung von Lüftungskomponenten	193
12.4	Lüftung innenliegender Bäder/WC nach DIN 18017-3	195
13	Luftführung im Raum	199
13.1	Formen der Raumluftströmung	199
13.2	Grundlagen der Strahlausbreitung (Zuluft)	201
13.2.1	Waagerechter, runder, isothermer Freistrahle	201
13.2.2	Waagerechter, nichtisothermer Freistrahle	204
13.3	Behinderung der Strahlausbreitung	207

13.4	Abluftströmung.....	208
14	Luftdurchlässe	211
14.1	Wandluftdurchlässe	212
14.2	Deckenluftauslässe	213
14.3	Kanalauslässe in Schlitzform	215
14.4	Lüftungs- und Klimadecken in Form von Lochdecken	217
14.5	Fußbodenauslässe	217
14.6	Stuhl-, Tisch-, Pultauslässe	218
14.7	Außenluftdurchlässe (ALD)	218
15	Raumkühlung	221
15.1	Grundlagen	221
15.2	Luftkühlung	221
15.3	Flächenkühlung	226
16	Rein-/OP-Räume	231
16.1	Einführung	231
16.2	Begrenzung der Luftkontamination	231
16.3	Nichttechnische Maßnahmen	232
16.4	Technische Maßnahmen	233
16.5	Besonderheiten bei OP-Räumen	235
17	Klimaanlagen	237
17.1	Grundlagen	237
17.2	Nur-Luft-Klimaanlagen	241
17.2.1	Einkanal-Klimaanlage mit konstantem Volumenstrom (KVS-Anlage)	241
17.2.2	Einkanal-Klimaanlage mit variablem Volumenstrom (VVS-Anlage)	246
17.2.3	Zweikanal-Klimaanlage	248
17.3	Luft-Wasser-Klimaanlagen	251
17.3.1	Vierrohr-/Dreirohr- und Zweirohr-Systeme	252
17.3.2	Induktionsgeräte	253
17.4	DEC-Klimaanlagen	255
17.4.1	Anlagentechnische Fragestellungen	257
17.4.2	Besonderheiten in der Prozessführung bei DEC-Anlagen	259
17.4.3	Modifizierte DEC-Anlagen	261

17.4.4	Sorptionsregenerator	263
18	Regelung von RLT-Anlagen	265
18.1	Grundlagen	265
18.2	Regelungskonzepte von Klimaanlage	265
18.2.1	Allgemeines	265
18.2.2	Taupunktregelung von Klimaanlage	266
18.2.3	Direkte Feuchteregelung von Klimaanlage	267
18.2.4	Regelung von Zweikanal-Klimaanlagen	269
18.2.5	Regelung von Induktionsgeräten	270
18.2.6	Regelung von DEC-Klimaanlagen	271
19	Entrauchung von Gebäuden	273
19.1	Grundlagen	273
19.2	Brandentwicklungsphasen	274
19.3	Brandschutztechnische Maßnahmen in RLT-Anlagen	275
19.3.1	Natürlich wirkende Rauchabzugsanlagen (NRA)	277
19.3.2	Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA)	278
19.3.3	Sprinkleranlagen	278
19.4	Druckbelüftung von Treppenhäusern	279
20	Energetische Bilanzierung von RLT-Anlagen	281
20.1	Energieeinsparverordnung	281
20.2	Energetische Bilanzierung nach EnEV	281
20.2.1	Grundlagen	281
20.2.2	Lüftungssysteme für Wohngebäude	284
20.2.3	RLT-Systeme für Nichtwohngebäude	288
20.3	Energetische Inspektion von RLT-Anlagen	291
21	Numerische Berechnung	295
21.1	Grundlagen	295
21.2	Raumluftströmung	296
21.2.1	Turbulente Strömungen	299
21.2.2	Turbulenzmodellierung	302
21.2.3	Kopplung von Strömungssimulation und Gebäude-/Anlagensimulation	303

Literatur	307
Anhang	313
A Thermodynamische Grundlagen	313
B Schaltbilder raumluftechnischer Anlagenkomponenten	317
C Beispiel: Nur-Luft-Klimaanlagen	325
C.1 Aufgabenstellung	325
C.2 Musterlösung	326
D Beispiel: Luft-Wasser-Klimaanlagen	341
D.1 Aufgabenstellung	341
D.2 Lösung	343
E Kontrollfragen	357
Stichwortverzeichnis	359