

*Schriftenreihe
Der Heizungsingenieur*

Band 3

Lüftung und Luftheizung

6., neubearbeitete Auflage 1997

Von Dipl.-Ing. Claus Ihle

*Studiendirektor a. D. an der Bundesfachschule
für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik,
Karlsruhe*

Werner Verlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XI
Literaturhinweise	XIII
1 Allgemeines	1
1.1 Notwendigkeit und Aufgaben der Lüftung	1
1.2 Grenzen und Anforderungen	3
1.3 Stand und Entwicklungstendenzen	9
2 Überblick über Lüftungs- und Luftheizungsanlagen – Einteilung	11
2.1 Aufbau – Begriffe – Sinnbilder	11
2.2 Bauteile einer Kammerzentrale	13
2.3 Klassifikation von RLT-Anlagen – Systemeinteilung	20
2.4 Vorteile der maschinellen Lüftung – Druckhaltung	25
2.4.1 Drucklüftung (Belüftung)	26
2.4.2 Sauglüftung (Entlüftung)	27
2.4.3 Be- und Entlüftungssystem	28
3 Freie Lüftung (Lüftung ohne Ventilator)	29
3.1 Druckverteilung infolge Dichtedifferenz	29
3.2 Einfluß des Windes auf die Lüftung	31
3.3 Freie Lüftungssysteme	33
3.3.1 Fugenlüftung	33
3.3.2 Fensterlüftung	34
3.3.3 Schachtlüftung	36
3.3.4 Dachaufsatzlüftung	40
3.4 Arbeitsstättenrichtlinien	40
4 Berechnungsgrundlagen und Übungsbeispiele für Lüftungs- und Luftheizungsanlagen	42
4.1 Bestimmung des Volumenstroms und der Zulufttemperatur für Luftheizungsanlagen	42
4.2 Bestimmung des Volumenstroms für Lüftungsanlagen	45
4.2.1 Bestimmung nach der Außenluftrate	46
4.2.2 Bestimmung nach dem CO ₂ -Maßstab	50
4.2.3 Bestimmung nach der Luftwechselzahl	51
4.2.4 Bestimmung nach dem MAK-Wert	54
4.2.5 Volumenstrombestimmung für spezielle Räume	57
4.3 Bestimmung des Volumenstroms für kombinierte Lüftungs- und Luftheizungsanlagen	58

4.4	Bestimmung der Heizleistung (Lüftung und Luftheizung) – Heizregister	59
4.5	Lüftungsanlagen zur Kühlung („Freie Kühlung“)	65
4.6	Übungsaufgaben mit Lösungen	66
4.7	RLT-Anlagen mit variablem Volumenstrom (VVL-Anlagen)	72
5	Lüftungs-/Luftheizungsanlagen (Zentralanlagen)	73
5.1	Direkt beheizte Lüftungs-/Luftheizungsanlagen	75
5.1.1	Luftheizungen mit Warmlufterzeugern und Kastengeräten	76
5.1.2	Kachelofen-Warmluftheizung	87
5.1.3	Elektro-Zentralspeicher für Luftheizungen	91
5.2	Indirekt beheizte Lüftungs-/Luftheizungsanlagen	92
5.2.1	Anlagen mit Kastengeräten	92
5.2.2	Hinweise zur Regelung von indirekt beheizten Lüftungs-/Luftheizungsanlagen	93
5.2.2.1	Veränderung des Außenluftvolumenstroms	93
5.2.2.2	Temperaturregelung	95
5.2.3	Frostschutzmaßnahmen	97
5.2.4	Klimazentralheizung	98
5.3	Strahlungs-Luftheizung (Sonderformen)	104
5.3.1	Heißluft-Strahlungsheizung	104
5.3.2	Warmluft-Fußbodenheizung	105
6	Lüftungs- und Luftheizgeräte – (Dezentrale RLT-Anlagen)	106
6.1	Wand- und Deckenluftheizgeräte (indirekt beheizt)	107
6.1.1	Geräteaufbau – Zubehörteile	107
6.1.2	Planung, Montage und Betrieb von Wandgeräten	110
6.1.3	Berechnungs- und Auswahlbeispiele von Wandluftherhitzern	119
6.1.4	Deckenluft-Heizgeräte (Auswahl und Montage)	127
6.1.5	Regelung von Wand- und Deckenluftgeräten	135
6.1.5.1	Regelung bei Umluftbetrieb	135
6.1.5.2	Regelung bei Mischluftbetrieb	136
6.2	Heiz- und Lüftungstruhen (Ventilator-konvektoren)	138
6.2.1	Aufbau – Merkmale – Anwendung	138
6.2.2	Hinweise für Planung, Auslegung und Montage von Truhengeräten	140
6.2.3	Regelung von Truhengeräten	143
6.3	Schrankgeräte	144
6.4	Direkt beheizte Einzelgeräte	145
6.4.1	Öl- und gasbefeuerte Geräte	145
6.4.2	Elektrische Luftherhitzer	148
7	Anwendungsbeispiele und Planungshinweise für verschiedene RLT-Anlagen	149
7.1	Versammlungsräume	149
7.2	Die Wohnungslüftung	149

7.3	Lüftung von innenliegenden Räumen in Wohnungen, Hotels, Bürogebäuden u. a.	157
7.3.1	Lüftung von Bädern und Toiletten ohne Außenfenster – DIN 18 017	157
7.3.2	Absaugung der Luft an Sanitärgegenständen (WC)	162
7.3.3	Lüftung von Küchen ohne Außenfenster	163
7.4	Die Küchenlüftung	164
7.4.1	Allgemeine Grundlagen für Planung und Ausführung – Lüftungseinrichtungen	165
7.4.2	Technische Anforderungen an Küchenlüftungen – Planungshinweise	167
7.4.3	Gewerbliche Küchenabzugshauben – Lüftungsdecken	170
7.4.4	Abzugshauben für Wohnküchen	173
7.5	Entnebelungsanlagen – Schwimmbadlüftung	175
7.5.1	Entfeuchtung durch Absaugung und Luftmischung	175
7.5.2	Schwimmbadlüftung – Schwimmbadentfeuchtung	178
7.6	Die Garagenlüftung	190
7.7	Die Stalllüftung	196
7.7.1	Begriffe – Anforderungen – Berechnungsgrundlagen	196
7.7.2	Volumenstrombestimmung	199
7.7.3	Ausführung von Stalllüftungen	200
7.8	Gewächshauslüftung	204
7.9	Lüftung von Warenhäusern	206
7.10	Lüftung von Labors	208
7.11	Lüftung und Beheizung großer Hallen	210
7.12	Luftschleieranlagen und Luftschleusen	212
7.12.1	Warmluftschleieranlagen	214
7.12.2	Luftschleieranlagen mit Umluft	217
7.12.3	Luftschleieranlagen mit Außenluft	218
8	Kanäle und Kanalberechnung	219
8.1	Allgemeine Grundlagen	219
8.1.1	Grundgleichungen	219
8.1.2	Graphische Druckdarstellungen im Kanalnetz	223
8.2	Druckverluste im Kanalnetz	226
8.2.1	Reibungswiderstände – Diagramme und Tabellen	226
8.2.2	Gleichwertiger Durchmesser	227
8.2.3	Druckverluste durch Einzelwiderstände und Einbauten	232
8.2.4	Statischer Druckrückgewinn	236
8.3	Kanalnetzberechnung – Druckabgleich	237
8.3.1	Kanalnetzberechnung nach der Geschwindigkeitsannahme	238
8.3.2	Kanalnetzberechnung nach konstantem Druckgefälle	241
8.3.3	Kanalnetzberechnung nach statischem Druckrückgewinn	241
8.3.4	Kanalnetzberechnung nach gegebener Druckdifferenz	242
8.3.5	Druckabgleich – Einregulierung der Anlage	242
8.4	Luftleitungen und Kanäle – Montage	245
8.4.1	Allgemeine Anforderungen	245

8.4.2	Kanalarten – Rohre – Formstücke – Montage	247
8.4.2.1	Blechkanäle und Kanalformstücke	247
8.4.2.2	Blechrohre – Wickelfalzrohre – Formstücke	250
8.4.2.3	Flexible Rohre und Schläuche	254
8.4.3	Kanalmaterialien	257
8.4.4	Montagezeiten	258
8.4.5	Kanalaufmaß – Vertragsbedingungen, Abnahmeprüfung	260
8.5	Brandschutzmaßnahmen	262
8.5.1	DIN 4102, Feuerwiderstandsklassen	262
8.5.2	Absperrvorrichtungen – Brandschutzklappen	263
8.5.3	Lüftungsleitungen und Brandschutz	265
8.5.4	Brandschutz in Lüftungszentralen	266
8.5.5	Entrauchungsanlagen	267
9	Luftverteilung im Raum – Zu- und Abluftdurchlässe	268
9.1	Luftführungsarten – Allgemeine Anforderungen	268
9.1.1	Allgemeine Hinweise zur Luftführung	268
9.1.2	Luftführungsarten – Beispiele	270
9.1.3	Mischströmung	273
9.1.4	Verdrängungsströmung	275
9.1.5	Örtliche Mischströmung	276
9.2	Zu- und Abluftdurchlässe	277
9.2.1	Lüftungsgitter – Jalousien – Klappen	277
9.2.2	Gitterauswahlbeispiele – Fragen zur Gitterauswahl	281
9.2.3	Deckenluftdurchlässe – Schlitz- und Drallauslässe	286
9.2.4	Spezielle Luftdurchlässe – Sonderformen	294
10	Ventilatoren (Lüfter, Gebläse)	296
10.1	Allgemeine Grundlagen – Überblick	296
10.1.1	Ausgangsgrößen für die Auswahl	296
10.1.2	Verluste und Wirkungsgrad – Leistung – Ähnlichkeitsgesetze ..	298
10.1.3	Ventilator und Anlage	302
10.1.4	Auswahlbeispiele von Ventilatoren	305
10.2	Radialventilatoren	308
10.3	Axialventilatoren	313
10.4	Betriebsverhalten – Antriebe – Regelung	318
10.4.1	Motoren und Antriebselemente	318
10.4.2	Steuerung und Regelung	319
10.4.2.1	Bypassregelung	319
10.4.2.2	Drosselregelung	320
10.4.2.3	Drehzahlregelung	320
10.4.2.4	Drallregelung	320
10.4.2.5	Laufschaufelregelung	321
10.4.3	Parallel- und Serienschaltung	321
10.4.3.1	Parallelbetrieb von zwei Ventilatoren	321
10.4.3.2	Serienschaltung von zwei Ventilatoren	322
10.4.4	Einfluß der Temperatur auf die Ventilatoraushwahl	324
10.5	Gegenüberstellung von Axial- und Radialventilatoren	324

10.6	Sonderformen und Sonderbauarten von Ventilatoren	325
10.6.1	Dachventilatoren	325
10.6.1	Querstromventilatoren	329
10.6.3	Explosionssichere Ventilatoren	330
10.6.4	Korrosionsbeständige Ventilatoren	330
10.6.5	Rauchabzugsventilatoren	331
11	Geräuscentstehung und Lärmbekämpfung in RLT-Anlagen	332
11.1	Akustische Grundbegriffe und Bezeichnungen	332
11.1.1	Luft- und Körperschall	333
11.1.2	Frequenz – Frequenzanalyse	334
11.1.3	Schalldruck – Schalldruckpegel	335
11.1.4	Schalleistung – Schalleistungspegel	336
11.1.5	Addition von Schallpegeln	337
11.1.6	Geräuschbewertung – Grenzkurven	338
11.2	Geräusche von RLT-Anlagen – Zulässiger Schallpegel	339
11.2.1	Ventilatorgeräusche	339
11.2.2	Strömungsgeräusche im Kanalsystem	341
11.2.3	Richtwerte für maximale Schallpegel	342
11.3	Mögliche Schallpegelsenkungen in RLT-Anlage und Raum	343
11.3.1	Pegelsenkungen im Gerät	344
11.3.2	Pegelsenkungen durch Kanalnetz und Formstücke	344
11.3.3	Dämpfung durch Mündungsreflexion	346
11.3.4	Raumabsorption (Pegelverteilung im Raum)	346
	11.3.4.1 Absorptionsvermögen A	348
	11.3.4.2 Richtungsfaktor Q	348
	11.3.4.3 Abstand von Person zur Schallquelle	348
11.4	Schallschutzmaßnahmen – Schalldämpferauswahl	349
11.4.1	Schalldämpferarten	349
11.4.2	Schalldämpferauswahl	351
11.4.3	Luftschalldämmung	354
11.4.4	Körperschalldämmung und Schwingungsisolierung	355
12	Wärmerückgewinnung bei RLT-Anlagen	356
12.1	Anforderungen und Anwendung in RLT-Anlagen	357
12.2	Wärmerückgewinnungssysteme	359
12.2.1	Plattenwärmetauscher	360
12.2.2	Kreislaufverbundsystem	361
12.2.3	Wärmerohre	363
12.2.4	Rotationswärmetauscher	365
12.2.5	Rückgewinnung durch Wärmepumpen	367
13	Wiederholungs- und Prüfungsfragen	368
	Stichwortverzeichnis	383