

*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
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>1</b>
1.1 Notwendigkeit und Aufgaben der Lüftung .....	1
1.2 Grenzen und Anforderungen .....	3
1.3 Stand und Entwicklungstendenzen .....	9
<b>2 Überblick über Lüftungs- und Luftheizungsanlagen – Einteilung .....</b>	<b>11</b>
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
<b>3 Freie Lüftung (Lüftung ohne Ventilator) .....</b>	<b>29</b>
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
<b>4 Berechnungsgrundlagen und Übungsbeispiele für Lüftungs- und Luftheizungsanlagen .....</b>	<b>42</b>
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 Außenlufttrate .....	46
4.2.2 Bestimmung nach dem CO <sub>2</sub> -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	<b>Bestimmung der Heizleistung (Lüftung und Luftheizung) – Heizregister</b>	59
4.5	<b>Lüftungsanlagen zur Kühlung („Freie Kühlung“)</b>	65
4.6	<b>Übungsaufgaben mit Lösungen</b>	66
4.7	<b>RLT-Anlagen mit variablem Volumenstrom (VVL-Anlagen)</b>	72
<b>5</b>	<b>Lüftungs-/Luftheizungsanlagen (Zentralanlagen)</b>	<b>73</b>
5.1	<b>Direkt beheizte Lüftungs-/Luftheizungsanlagen</b>	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	<b>Indirekt beheizte Lüftungs-/Luftheizungsanlagen</b>	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	<b>Strahlungs-Luftheizung (Sonderformen)</b>	104
5.3.1	Heißluft-Strahlungsheizung	104
5.3.2	Warmluft-Fußbodenheizung	105
<b>6</b>	<b>Lüftungs- und Luftheizgeräte – (Dezentrale RLT-Anlagen)</b>	<b>106</b>
6.1	<b>Wand- und Deckenluftheizgeräte (indirekt beheizt)</b>	107
6.1.1	Geräteaufbau – Zubehörteile	107
6.1.2	Planung, Montage und Betrieb von Wandgeräten	110
6.1.3	Berechnungs- und Auswahlbeispiele von Wandluftherizern	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	<b>Heiz- und Lüftungstruhen (Ventilator-konvektoren)</b>	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	<b>Schrankgeräte</b>	144
6.4	<b>Direkt beheizte Einzelgeräte</b>	145
6.4.1	Öl- und gasbefeuerte Geräte	145
6.4.2	Elektrische Luftheritzer	148
<b>7</b>	<b>Anwendungsbeispiele und Planungshinweise für verschiedene RLT-Anlagen</b>	<b>149</b>
7.1	<b>Versammlungsräume</b>	149
7.2	<b>Die Wohnungs-lüftung</b>	149

<b>7.3</b>	<b>Lüftung von innenliegenden Räumen in Wohnungen, Hotels, Bürogebäuden u. a.</b> .....	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
<b>7.4</b>	<b>Die Küchenlüftung</b> .....	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
<b>7.5</b>	<b>Entnebelungsanlagen – Schwimmbadlüftung</b> .....	175
7.5.1	Entfeuchtung durch Absaugung und Luftmischung .....	175
7.5.2	Schwimmbadlüftung – Schwimmbadentfeuchtung .....	178
<b>7.6</b>	<b>Die Garagenlüftung</b> .....	190
<b>7.7</b>	<b>Die Stalllüftung</b> .....	196
7.7.1	Begriffe – Anforderungen – Berechnungsgrundlagen .....	196
7.7.2	Volumenstrombestimmung .....	199
7.7.3	Ausführung von Stalllüftungen .....	200
<b>7.8</b>	<b>Gewächshauslüftung</b> .....	204
<b>7.9</b>	<b>Lüftung von Warenhäusern</b> .....	206
<b>7.10</b>	<b>Lüftung von Labors</b> .....	208
<b>7.11</b>	<b>Lüftung und Beheizung großer Hallen</b> .....	210
<b>7.12</b>	<b>Luftschleieranlagen und Luftschleusen</b> .....	212
7.12.1	Warmluftschleieranlagen .....	214
7.12.2	Luftschleieranlagen mit Umluft .....	217
7.12.3	Luftschleieranlagen mit Außenluft .....	218
<b>8</b>	<b>Kanäle und Kanalberechnung</b> .....	219
<b>8.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b> .....	219
8.1.1	Grundgleichungen .....	219
8.1.2	Graphische Druckdarstellungen im Kanalnetz .....	223
<b>8.2</b>	<b>Druckverluste im Kanalnetz</b> .....	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
<b>8.3</b>	<b>Kanalnetzberechnung – Druckabgleich</b> .....	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
<b>8.4</b>	<b>Luftleitungen und Kanäle – Montage</b> .....	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
<b>8.5</b>	<b>Brandschutzmaßnahmen</b> .....	<b>262</b>
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
<b>9</b>	<b>Luftverteilung im Raum – Zu- und Abluftdurchlässe</b> .....	<b>268</b>
<b>9.1</b>	<b>Luftführungsarten – Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>268</b>
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
<b>9.2</b>	<b>Zu- und Abluftdurchlässe</b> .....	<b>277</b>
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
<b>10</b>	<b>Ventilatoren (Lüfter, Gebläse)</b> .....	<b>296</b>
<b>10.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen – Überblick</b> .....	<b>296</b>
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
<b>10.2</b>	<b>Radialventilatoren</b> .....	<b>308</b>
<b>10.3</b>	<b>Axialventilatoren</b> .....	<b>313</b>
<b>10.4</b>	<b>Betriebsverhalten – Antriebe – Regelung</b> .....	<b>318</b>
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 Ventilatorauswahl .....	324
<b>10.5</b>	<b>Gegenüberstellung von Axial- und Radialventilatoren</b> .....	<b>324</b>

<b>10.6 Sonderformen und Sonderbauarten von Ventilatoren</b> .....	325
10.6.1 Dachventilatoren .....	325
10.6.1 Querstromventilatoren .....	329
10.6.3 Explosions sichere Ventilatoren .....	330
10.6.4 Korrosionsbeständige Ventilatoren .....	330
10.6.5 Rauchabzugsventilatoren .....	331
<b>11 Geräusentstehung und Lärmbekämpfung in RLT-Anlagen</b> .....	332
<b>11.1 Akustische Grundbegriffe und Bezeichnungen</b> .....	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
<b>11.2 Geräusche von RLT-Anlagen – Zulässiger Schallpegel</b> .....	339
11.2.1 Ventilatorgeräusche .....	339
11.2.2 Strömungsgeräusche im Kanalsystem .....	341
11.2.3 Richtwerte für maximale Schallpegel .....	342
<b>11.3 Mögliche Schallpegelsenkungen in RLT-Anlage und Raum</b> ....	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
<b>11.4 Schallschutzmaßnahmen – Schalldämpferauswahl</b> .....	349
11.4.1 Schalldämpferarten .....	349
11.4.2 Schalldämpferauswahl .....	351
11.4.3 Luftschalldämmung .....	354
11.4.4 Körperschalldämmung und Schwingungsisolierung .....	355
<b>12 Wärmerückgewinnung bei RLT-Anlagen</b> .....	356
<b>12.1 Anforderungen und Anwendung in RLT-Anlagen</b> .....	357
<b>12.2 Wärmerückgewinnungssysteme</b> .....	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
<b>13 Wiederholungs- und Prüfungsfragen</b> .....	368
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	383