

Rietschel / Raiß

Heiz- und Klimatechnik

Fünfzehnte neubearbeitete Auflage

von

Wilhelm Raiß

Erster Band

Grundlagen Systeme Ausführung

Mit einem Abschnitt

Wärmephysiologische und hygienische Grundlagen

von

F. Roedler



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1968

Dr.-Ing. WILHELM RAISS
o. Professor an der Technischen Universität Berlin
Direktor des Hermann-Rietschel-Institutes für Heizung und Lüftung

Dr.-Ing. F. ROEDLER
Direktor und Professor beim Bundesgesundheitsamt

Der erste Band enthält 467 Abbildungen und 37 Tabellen

Bisherige Auflagen:

Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-Anlagen

- | | | |
|-----------------|---|--|
| 1. Auflage 1893 | } | Bearbeitet von H. RIETSCHEL |
| 2. Auflage 1894 | | |
| 3. Auflage 1902 | | |
| 4. Auflage 1909 | | |
| 5. Auflage 1913 | | Bearbeitet von H. RIETSCHEL und K. BRABBÉE |

H. RIETSCHELS Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik

- | | | |
|------------------|---|---------------------------|
| 6. Auflage 1922 | } | Bearbeitet von K. BRABBÉE |
| 7. Auflage 1925 | | |
| 8. Auflage 1928 | } | Bearbeitet von H. GRÖBER |
| 9. Auflage 1930 | | |
| 10. Auflage 1934 | | |
| 11. Auflage 1938 | | |

H. RIETSCHELS Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik

- | | | |
|------------------|--------------------------|-------------------------|
| 12. Auflage 1948 | Bearbeitet von H. GRÖBER | |
| 13. Auflage 1958 | } | Bearbeitet von W. RAISS |
| 14. Auflage 1960 | | |

ISBN 978-3-662-12001-9 ISBN 978-3-662-12000-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-12000-2

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Springer-Verlages übersetzt oder in irgendeiner Form vervielfältigt werden.

Copyright © by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1930, 1934, 1938, 1948, 1958, 1960 and 1968
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1968
Softcover reprint of the hardcover 15th edition 1968

Library of Congress Catalog Card Number: 68-17538

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Titel Nr. 0846

Vorwort zur fünfzehnten Auflage

Mit der fünfzehnten Auflage stellt sich das RIETSCHELSche Lehrbuch in neuem Gewande vor. Die Inhaltserweiterung und die Notwendigkeit, das Buch handlicher zu machen, legten eine Aufteilung des Werkes in zwei Bände nahe. Zugleich wurde der Titel des Buches geändert. Er trägt in seiner jetzigen Fassung der Tatsache Rechnung, daß sich in den letzten 10 Jahren die Aufgaben des Lüftungsingenieurs immer stärker auf das Gebiet der Raumklimatisierung verlagert haben. Auch ist im deutschen Sprachgebiet die Tendenz erkennbar, sämtliche Verfahren und Einrichtungen zur Schaffung behaglicher Innenraumverhältnisse mit dem Begriff „Klimatechnik“ zu umreißen. Heute schon werden ganz allgemein Anlagen zur Raumkühlung dieser Gruppe zugerechnet; folgerichtig müßten dann Einrichtungen zur Raumerwärmung eines Tages ebenfalls in diesen Sammelbegriff mit eingehen.

Der erste Band des Lehrbuchs beschreibt und diskutiert im wesentlichen die Systeme und ihre Bauteile. Der zweite Band wird die Verfahren zur Berechnung heiz-, lüftungs- und klimatechnischer Anlagen einschließlich der Hilfstafeln und Arbeitsblätter enthalten. Zur Einführung in die Aufgabenstellung des Fachgebietes sind die beiden Abschnitte über das Raumklima und das Außenklima an den Anfang des Buches gestellt.

Gegenüber der letzten Auflage finden sich in fast allen Abschnitten Änderungen und Ergänzungen. So wurden allein im ersten Band rund 190 Abbildungen ausgetauscht bzw. neu aufgenommen. Im heiztechnischen Teil galt es insbesondere, den durch das Vordringen flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursachten Fortschritten im Bau von Öfen und Kesseln Rechnung zu tragen. Bei Heizkesseln kleiner und mittlerer Leistung werden heute Bauarten bevorzugt, die sowohl für feste als auch für flüssige bzw. gasförmige Brennstoffe geeignet und häufig mit Brauchwassererwärmern ausgestattet sind. An einigen typischen Konstruktionen wird diese Entwicklung aufgezeigt. Sie ist in Deutschland gekoppelt mit einer präzisen Festlegung der technischen Anforderungen an neuzeitliche Heizkessel hinsichtlich Wirkungsgrad, Zugbedarf und Güte der Verbrennung, bei festen Brennstoffen auch bezüglich Leistungsregelung und Brenndauer.

Als Heizkörper werden neuerdings plattenförmige Bauarten und Konvektoren häufiger verwendet, wenngleich der Gliederheizkörper nach wie vor dominiert. Die Einrohrheizung hat in senkrechter und in horizontaler Stranganordnung an Boden gewonnen.

Der Ausbau der Fernheizungen in Stadtzentren und die Errichtung von Blockheizungen in neuen Siedlungsgebieten haben eine lebhafte Entwicklung auf dem Gebiet der Zubehörteile, insbesondere der Armaturen, ausgelöst. Auch im Aufbau der Hausstationen und bei der Leitungsverlegung sind Fortschritte zu verzeichnen, die zu berücksichtigen waren. Der Unterabschnitt Heizkraftanlagen wurde durch die Aufnahme einer Gasturbinenzentrale mit nachgeschaltetem Warmwassernetz ergänzt.

Obwohl das Wort „Lüftungstechnik“ im Titel des Buches nicht mehr erscheint, werden doch die Fragen der Raumlüftung nach wie vor eingehend behandelt. Die gestiegenen Anforderungen an das Raumklima in Aufenthalts- und Fertigungsräumen und die stärkere Witterungsanfälligkeit moderner Bauten haben der Klimaanlage weitere Anwendungsgebiete erschlossen. Mit verbesserten Geräten und Systemen sucht man den neuen Aufgaben gerecht zu werden. Der Teilabschnitt „Klimatechnik“ wurde dementsprechend weitgehend überarbeitet und ergänzt. Auf die dynamischen Probleme der Temperatur- und Feuchterege lung wird erstmalig eingegangen.

Wertvolle Hilfe bei der Herausgabe der fünfzehnten Auflage leisteten die wissenschaftlichen Mitarbeiter am Hermann-Rietschel-Institut für Heizung und Lüftung, insbesondere die Herren Dipl.-Ing. BRINKMANN (Zentralheizung und Gesamtmanuskript), Dipl.-Ing. MASUCH (Klimakunde, Ofenheizung), Dipl.-Ing. PROTZ (Regelungstechnik) und Dipl.-Ing. ZÖLLNER (Heizungszubehör, Fernheizung). Ihnen allen danke ich für ihre Mitwirkung bei der Beschaffung und Auswertung der Unterlagen, der Durchsicht der Manuskripte und nicht zum wenigsten für eigene Vorschläge und Anregungen. Mein Dank gilt auch den Firmen und Fachverbänden, die mich durch Überlassung von Bildern, Zeichnungen und sonstigen Unterlagen unterstützten. Dem Verlag danke ich für das verständnisvolle Eingehen auf Sonderwünsche und die vorzügliche Ausstattung des Werkes.

Berlin, im Sommer 1968

W. Raif

Inhalt des zweiten Bandes

Achter Abschnitt:	Wärmeübertragung
Neunter Abschnitt:	Die wärmetechnische Berechnung von Heizungsanlagen
Zehnter Abschnitt:	Strömungsfragen
Elfter Abschnitt:	Berechnung von Rohrnetzen
Zwölfter Abschnitt:	Betrieb von Heizanlagen
Dreizehnter Abschnitt:	Berechnung von Kanalnetzen und Luftdurchlässen
Vierzehnter Abschnitt:	Klimatechnische Berechnungen
Fünfzehnter Abschnitt:	Die Regelung von Klimaanlage
Anhang:	Zahlen und Bildtafeln 15 lose Arbeitsblätter in Großformat

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
----------------------	---

Erster Teil

Raum- und außenklimatische Anforderungen

Erster Abschnitt. Wärmephysiologische und hygienische Grundlagen

I. Einführung in die wärmephysiologische Betrachtungsweise	3
II. Die Temperaturregelung des menschlichen Körpers	4
III. Die Wärmeabgabe des menschlichen Körpers	5
A. Wärmeübertragungsarten und -wege	5
B. Die Höhe der Wärmeabgabe	6
C. Die feuchte Wärmeabgabe in der Form des Wasserdampfgewichtes	7
IV. Das Raumklima als Komplexgröße und seine Wirkung auf den Menschen	8
A. Die physikalischen Raumklimakomponenten	9
1. Die Lufttemperatur t_L	9
2. Die Temperatur und geometrische Lage der Raumumschließungsflächen	10
3. Die Komplexgröße aus Lufttemperatur t_L und Raumumschließungsflächentemperatur t_U	14
4. Die relative Luftfeuchte φ	22
5. Die Komplexgröße aus Lufttemperatur t_L und relativer Luftfeuchte φ (Schwüle)	23
6. Die Komplexgröße aus Lufttemperatur t_L und Luftgeschwindigkeit w (Zugluft)	24
7. Die katathermometrische Messung der Luftgeschwindigkeit w und der Umschließungsflächentemperatur t_U	25
B. Die Verbundwirkung der physikalischen Raumklimakomponenten auf die thermische Behaglichkeit	27
V. Die Verunreinigungen der Raumluft und ihre Bekämpfung	29
A. Staubförmige Verunreinigungen	29
B. Gasförmige Verunreinigungen	31
1. Geruchsstoffe	31
2. Kohlendioxid	32
3. Gewerbliche und industrielle Gase und Dämpfe	34
C. Krankheitserreger	35
VI. Die Verunreinigungen der Außenluft durch Heizungsanlagen	36

Zweiter Abschnitt. Meteorologisch-klimatische Grundlagen

I. Allgemeines	38
A. Wetter und Klima	38
B. Die für die Heizung, Lüftung und Klimatisierung wichtigen Wetter- und Klimaelemente	38
II. Die Temperatur der Außenluft	39
A. Lufttemperatur und Sonnenstrahlung	39
B. Bestimmung der Lufttemperatur	39
C. Der Tagesgang der Lufttemperatur	40
D. Der Jahresgang der Lufttemperatur und seine Abhängigkeit von den Klimafaktoren	41

E. Die Heizgradtage als heiztechnische Folgerung aus dem Jahresgang der Lufttemperatur . . .	42
F. Geordnete Häufigkeitslinie der Tagesmitteltemperaturen	43
G. Mittlere Jahresextreme der Lufttemperatur	44
III. Die Feuchte der Außenluft	47
A. Die Ermittlung der Luftfeuchte	47
B. Täglicher und jährlicher Gang des Dampfdruckes und der relativen Feuchte	48
C. Berücksichtigung der Außenluftfeuchte bei Lüftungstechnischen Anlagen	49
IV. Der Wind	52
A. Windgeschwindigkeit und Windrichtung	52
B. Der tägliche und jährliche Gang der Windgeschwindigkeit	52
C. Häufigkeit der Windrichtungen in Deutschland	53
D. Die Bedeutung des Windes bei der Gebäudeheizung	54
1. Einfluß auf die Gebäudeerwärmung	54
2. Einfluß auf die Bemessung der Heizanlagen	55
3. Einfluß auf den Wärmeverbrauch	56
V. Die Sonnenstrahlung	56
A. Physikalisch-meteorologische Angaben	56
1. Allgemeines	56
2. Lufttrübung	57
3. Direkte und diffuse Strahlung, Gegenstrahlung der Atmosphäre	57
B. Gesamtstrahlung bei verschiedenen Flächenanordnungen	58
1. Tagesgang im Sommer	58
2. Jahresgang	58
C. Die Bedeutung der Sonnenstrahlung für die Heizung und Kühlung von Gebäuden	59
1. Einfluß auf die Raumerwärmung	59
2. Einfluß auf die Kühllast	61
3. Die Wirkung von Sonnenschutzeinrichtungen	62
VI. Physikalische Grundlagen für das Rechnen mit feuchter Luft	64
A. Das DALTONSche Gesetz	64
B. Die relative Feuchte φ	64
C. Der Wassergehalt x	65
D. Wärmehalt feuchter Luft	66
E. Das i, x -Bild nach MOLLIER	66
1. Grundlagen des Diagramms	66
2. Die Richtung von Zustandsänderungen im i, x -Bild und der Randmaßstab	68
3. Zustandsänderung der Luft unterhalb der Sättigungskurve	69
4. Kühlung durch Wasseraufnahme	70
5. Mischung zweier Luftmengen	71

Zweiter Teil

Systeme, Bauteile, Ausführung

Dritter Abschnitt. Einzelheizung

I. Öfen für feste Brennstoffe	73
A. Grundsätzliche Anforderungen	73
B. Kachelöfen	74
1. Allgemeines	74
2. Der Kachelgrundofen	75
3. Der transportable keramische Dauerbrandofen	76
4. Die Kachelofen-Luftheizung	77
C. Eisenöfen	78
1. Allgemeines	78
2. Durchbrandöfen	79

3. Unterbrandöfen	82
4. Bestimmung der Ofengrößen	82
II. Öfen	83
III. Der Schornstein	85
A. Der Schornsteinzug	85
B. Ausführung des Schornsteins	86
C. Lichte Weite und Zahl der Ofenanschlüsse	88
IV. Gasheizöfen	89
A. Abführung der Abgase und Strömungssicherung	89
B. Ofenbauarten	90
C. Anwendung	92
V. Elektrische Raumheizung	94
A. Allgemeines	94
B. Direkt wirkende elektrische Heizeinrichtungen	95
1. Transportable Öfen	95
2. Ortsfeste Heizeinrichtungen	95
C. Elektrische Speicheröfen	96
D. Anwendung	97

Vierter Abschnitt. Zentralheizung

I. Allgemeines	99
II. Bauelemente der Warmwasser- und Dampfheizungen	99
A. Heizkessel	99
1. Gußeiserne Gliederkessel	99
2. Stahlkessel	103
3. Heizkessel mit eingebautem Brauchwassererwärmer	108
4. Zubehör	109
5. Gas- und Ölfeuerungen	111
6. Anforderungen an Heizkessel	121
B. Heizkörper	124
1. Rohrheizkörper	124
2. Plattenheizkörper	125
3. Radiatoren	126
4. Konvektoren	129
C. Rohrleitungen und Zubehör	131
1. Rohre	131
2. Rohrverbindungen	132
3. Halterung, Lagerung, Ausdehnung	134
4. Absperr- und Regelorgane	138
5. Sondereinrichtungen für Dampfleitungen	145
6. Wärmeschutz	147
D. Pumpen und Apparate	150
1. Pumpen	150
2. Wärmeaustauscher	152
3. Schaltpläne und Strangzeichnungen, Sinnbilder	154
III. Warmwasserheizungen	156
A. Anlagen mit örtlichen Heizkörpern	156
1. Aufbau und Rohrführung	156
2. Sicherheitseinrichtungen	158
3. Ausdehnungsgefäß	161
4. Strangabspernung	162
5. Stockwerksheizung	162

B. Sonderfragen der Pumpenheizung	163
1. Allgemeines	163
2. Ausführung	164
3. Anschluß von Pumpe und Ausdehnungsgefäß	164
C. Deckenheizung	167
1. Allgemeines	167
2. Der Vorgang der Raumerwärmung	167
3. Raumklima	168
4. Aufbau des Heizsystems	173
5. Ausführung der Heizdecke	175
6. Betriebsverhalten	180
7. Anwendungsbereich	182
D. Fußboden- und Wandheizung	184
1. Fußbodenheizung	184
2. Wandheizung	185
E. Leistungsregelung und Betriebsverhalten der Warmwasserheizungen	186
1. Leistungsregelung	186
2. Gruppenregelung	190
3. Sicherstellung und Gleichmäßigkeit des Wasserumlaufs	191
IV. Niederdruckdampfheizungen	193
A. Das Verhalten des Dampfes im Heizkörper	193
B. Rohrführung	194
1. Obere Verteilung	194
2. Untere Verteilung mit hochliegender Kondensatleitung	195
3. Untere Verteilung mit tiefliegender Kondensatleitung	195
4. Be- und Entlüftung, Entwässerung	196
C. Dampferzeugung	197
1. Kesselausrüstung	197
2. Sicherheitsstandrohr	197
D. Rückspeisung des Kondensates in den Kessel	198
1. Kondensatrückspeisung mittels Motorpumpen	199
2. Kondensatrückspeisung mittels Dampf	200
E. Zentrale Regelung der Niederdruckdampfheizung	201
V. Heizzentralen	203
A. Kesselraum	204
1. Lage und Größe	204
2. Bauliche Gestaltung	204
B. Brennstofflagerung und Kesselbeschickung	205
C. Schornsteinanlage	206
1. Ausführung	206
2. Schornsteinberechnung	207
3. Zugbegrenzer	211
D. Technische Ausgestaltung der Heizzentrale	212
1. Zahl und Anschluß der Kessel	212
2. Rohrleitungen und Schaltorgane	214
3. Maschinen- und Schalträume	215
4. Dampf- oder Wasserkessel	216
5. Dampfbrennzentralen mit zwei Druckstufen	218
6. Großanlagen	219
VI. Sonderbauarten der Dampf- und Wasserheizung	221
A. Hochdruckdampfheizung	221
B. Unterdruckdampfheizung	221
C. Heißwasserheizung	223

VII. Luftheizung	224
A. Allgemeines	224
B. Feuerluftheizung	225
1. Luftheizöfen	225
2. Luftheizanlagen in Wohnbauten	226
3. Luftheizanlagen in Werkstätten und Großräumen	227
C. Dampf- und Wasser-Luftheizung	228
1. Luftherhitzer	229
2. Luftheizanlagen	230
VIII. Gesichtspunkte zur Wahl des Wärmeträgers und der Heizungsart	231
A. Warmwasser- oder Niederdruckdampfheizung?	232
B. Hochdruckdampf- und Heißwasserheizung	233
C. Luftheizung	234

Fünfter Abschnitt. Zentrale Warmwasserbereitung

I. Warmwasserbereitung mit Brauchwasserspeicherung	235
A. Aufbau einer einfachen Warmwasserversorgung	235
B. Warmwasserbereitung in Verbindung mit der Heizanlage	237
C. Ausführung	239
II. Warmwasserbereitung mit Heizwasserspeicherung	240
III. Heizflächen- und Speicherbemessung. Verbrauchswerte	241
A. Berechnungsunterlagen	241
B. Heizflächen der Kessel und Wärmeaustauscher	243
C. Verbrauch und Wirtschaftlichkeit	246
IV. Steinbildung und Korrosion	247
A. Steinbildung	247
B. Korrosion	248
C. Schutzmaßnahmen	249

Sechster Abschnitt. Fernheizung

I. Allgemeines	250
A. Abgrenzung der Fernheizung	250
B. Beispiele von Fernheizungen	250
II. Fernleitungen	250
A. Bauteile	251
1. Rohrleitungen	251
2. Einbauteile	252
3. Rohrlagerung	253
B. Heizkanäle	254
1. Allgemeines	254
2. Bauformen und Ausführung	254
3. Abdichtung	255
4. Schächte	256
5. Sonderausführungen	257
III. Dampffernheizung	258
A. Dampferzeugung und Speicherung	258
1. Gesetzliche Bestimmungen, Sicherheits- und Bauvorschriften	258
2. Dampferzeugung	259

3. Wärmespeicher	259
4. Die Gesetze der Speicherung	260
B. Leitungsverlegung und Ausnützung der Kondensatwärme	262
1. Entwässerung	262
2. Kondensatrückführung	262
3. Abwärmeverwertung	263
C. Unterstationen und Verbraucheranschlüsse	264
1. Nachgeschaltete Dampfanlagen	264
2. Nachgeschaltete Warmwasserheizungen und Warmwasserversorgungen	265
3. Kondensatkühlung	266
4. Ausführungs- und Bemessungsfragen	267
IV. Heißwasserfernheizung	267
A. Heißwassererzeugung und Speicherung	268
1. Erwärmung des Wassers in Heißwasserkesseln	268
2. Erwärmung des Wassers in Wärmeaustauschern	268
3. Wärmespeicherung	269
B. Druckhaltung und Aufnahme der Wasserausdehnung	270
1. Vermeidung von Dampfbildung in den Leitungen	270
2. Die Ausdehnung des Wassers	273
3. Gesetzliche Bestimmungen, Sicherheits- und Bauvorschriften	274
4. Druckverhältnisse im Netz	276
5. Ausführungsfragen	277
C. Unterstationen und Regelung der Wärmeabgabe	278
1. Hausanschlüsse	278
2. Regelung der Wärmeabgabe	279
V. Warmwasserfernheizung	280
A. Wärmeerzeugung, Druckverteilung im Netz und Speicherung	281
1. Wärmeerzeugung	281
2. Druckverteilung im Netz	281
3. Wärmespeicherung	283
B. Hausanschlüsse und Regelung der Wärmeabgabe	284
1. Anschluß einer Schwerkraftheizung	285
2. Anschluß einer Pumpenheizung	286
VI. Stadtheizung	286
A. Heiztechnische Grundlagen	287
1. Wärmebedarfsdichte	287
2. Verbrauchskennlinien	289
3. Jahreswärmeverbrauch, Anschlußwert, Benutzungsdauer	292
B. Netzgestaltung und Ausführung	293
1. Netzformen	293
2. Ausführung	295
C. Verrechnung und Begrenzung der Wärmeabnahme	296
1. Wärmemessung und -abrechnung	296
2. Durchflußbegrenzer	297
D. Hausstationen	299
1. Allgemeines	299
2. Regel- und Meßgeräte	299
3. Ausführungsbeispiele	300
4. Sonderfragen	301
E. Planungsfragen	302
1. Standort der Heizzentrale	302
2. Wahl des Wärmeträgers	303
F. Betrieb und Wirtschaftlichkeit	304

VII. Heizkraftanlagen	306
A. Grundlagen	307
1. Wärmeausnützung	307
2. Kennwerte des Heizkraftbetriebes	309
B. Wärmeschaltbilder	310
C. Stromausbeute im Fernheizbetrieb	312
1. Dampfnetz	312
2. Heißwassernetz mit konstanter Vorlauftemperatur	313
3. Heißwassernetz mit gleitenden Vorlauftemperaturen	314
4. Warmwassernetz mit gleitenden Vor- und Rücklauftemperaturen	316
D. Die Gasturbine im Heizkraftwerk	319
VIII. Wärmepumpe	321
A. Aufbau und Arbeitsweise	321
B. Die Leistungszahl der verlustlosen Maschine	323
C. Wirkliche Leistungszahlen	323
D. Anwendung und Wirtschaftlichkeit	324

Siebenter Abschnitt. Lüftungs- und Klimatechnik

I. Allgemeines	326
A. Einteilung der Lüftungsverfahren	326
B. Grundforderungen bei Aufenthaltsräumen	326
1. Sicherstellung der Lufterneuerung	327
2. Außenluftrate	327
3. Vermeidung von Zugluft	328
C. Luftleistung und Luftwechselzahl	328
1. Die zeitliche Änderung des Luftzustandes	328
2. Zulufleistung	329
D. Die natürliche Druckverteilung im Innern von Gebäuden	332
1. Druckverteilung unter der Wirkung von Temperaturunterschieden	333
2. Druckverteilung unter der Wirkung des Windanfalls	334
II. Freie Lüftung	335
A. Selbstlüftung eines Raumes	335
B. Fensterlüftung	336
C. Schachtlüftung	337
1. Die Luftzuführung	337
2. Die Wirksamkeit der Schachtlüftung	337
3. Anwendungsgebiete der Schachtlüftung	338
III. Lüftungsanlagen	340
A. Allgemeines	340
1. Einteilung der Lüftungsanlagen; Unter- oder Überdruck	341
2. Begriffe, Benennungen, Sinnbilder	342
B. Entnahme und Aufbereitung der Luft	343
1. Entnahme der Luft	343
2. Luftreinigung	343
3. Erwärmung und Kühlung der Luft	346
C. Lüftungszentrale	346
1. Ventilator	347
2. Ventilator-kammer	348
3. Erschütterungen und Geräusche	349

D. Kanalanlage	351
1. Gute Reinigungsfähigkeit	351
2. Geringer Strömungswiderstand	352
3. Baustoffe	352
E. Luftdurchlässe	353
1. Anordnung der Zu- und Abluftöffnungen im Raum	353
2. Bauformen der Luftdurchlässe	354
F. Luftführung im Raum	356
1. Verdrängung oder Verdünnung der schlechten Luft?	356
2. Der Spüleffekt der Lüftung	357
3. Einfluß von Temperaturunterschieden zwischen Zuluft und Raumluft	358
4. Sonstige Störungen der ideellen Strömung	361
5. Lüftungsbeispiele	362
G. Meß- und Regelgeräte	363
IV. Klimaanlageanlagen	364
A. Allgemeines	364
1. Begriffe, Kennzeichnung der Klimaanlage	364
2. Einteilung der Klimaanlageanlagen; Anwendungsgebiete	365
B. Raumklimatische Anforderungen	366
1. Aufenthaltsräume	366
2. Fertigungs- und Lagerräume	367
C. Aufbau und Betriebsweise	368
1. Klimazentrale	368
2. Betriebsweise von Klimaanlageanlagen	371
3. Raumklimageräte	371
D. Systeme und Ausführung von Zentralklimaanlagen	372
1. Zentralanlagen im Einkanalssystem	372
2. Hochdruckanlage mit örtlichen Klimakonvektoren	374
3. Zweikanalanlage	377
E. Bereitstellung der Kälteleistung	378
1. Allgemeines	378
2. Direktkühlung	379
3. Kaltwasseraggregate	379
F. Die Luftaufbereitung im i, x -Diagramm	380
1. Winterbetrieb (Abb. 7.76 a).	381
2. Sommerbetrieb (Abb. 7.76 b).	381
G. Selbsttätige Regelung und Steuerung	381
1. Allgemeines und Begriffe	382
2. Dynamisches Verhalten	384
3. Aufbau der Regelstrecke	385
4. Stellventile	387
5. Regeleinrichtungen	388
6. Der Regelkreis und seine Stabilität	391
7. Schaltungsbeispiele	392
H. Allgemeine Gesichtspunkte für die Planung	395
Anhang: Regeln, Richtlinien, Normen	397
Namenverzeichnis	401
Sachverzeichnis	403