

Inhaltsverzeichnis

Vorwort..... XI

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis XIII

1 Grundsätzliches zur Lüftung..... 1

1.1 Notwendigkeit und Aufgaben – Gebäudedichtheit..... 1

1.2 Grenzen und Anforderungen – Raumklima..... 3

1.3 Luftqualität (Luftarten s. Abschn. 2.2.1) 13

1.4 Stand und Entwicklungstendenzen 17

2 Maschinelle Lüftung – Zentralgeräte und Einbauten –
Systemeinteilung..... 21

2.1 Vorteile der maschinellen Lüftung – Druckhaltung..... 21

2.1.1 Drucklüftung (Zuluft- bzw. Außenluftsystem)..... 23

2.1.2 Sauglüftung (Fortluftsystem) 24

2.1.3 Be- und Entlüftungssystem 24

2.2 Lüftungszentrale – Luftarten 26

2.2.1 Klassifizierung der Luftarten – Hinweise für die Anlagenplanung . 27

2.2.2 Außenluftansaugung – Fortluftführung..... 30

2.3 RLT-Zentralgeräte und ihre Einbauten – RLT-Technikzentrale 31

2.3.1 Ausführungen – Anforderungen 31

2.3.2 Erläuterungen zu den Einbauten..... 35

2.3.2.1 Ventilatoren..... 35

2.3.2.2 Luftfilter..... 36

2.3.2.3 Wärmetauscher (Heizregister)..... 40

2.3.2.4 Schalldämpfer..... 42

2.3.2.5 Sonstige Bauteile..... 43

2.3.3 Technikzentrale für RLT-Geräteraumbedarf 43

2.4 Klassifizierung von raumlufthechnischen Anlagen – System-
einteilung..... 46

3 Freie Lüftung 49

3.1 Druckverteilung infolge Dichtedifferenz..... 49

3.2 Einfluss des Windes auf die Lüftung 51

3.3 Freie Lüftungssysteme 53

3.3.1 Fugenlüftung 54

3.3.2 Fensterlüftung 55

3.3.3 Schachtlüftung (ohne Gebläse) – DIN 18 017 Teil 1 64

3.3.4 Dachaufsatzlüftung – Rauch- und Wärmeabzugshauben..... 69

3.4 Arbeitsstättenregeln für freie Lüftung 70

4 Berechnungsgrundlagen und Übungsbeispiele für Lüftungs- und
Luftheizungsanlagen bzw. -geräte..... 74

4.1 Volumenstrombestimmung für Luftheizungen..... 74

4.2	Volumenstrombestimmung für Lüftungssysteme	78
4.2.1	Volumenstrombestimmung nach der Lüftungsrate (Außenluft- rate)	79
4.2.2	Volumenstrombestimmung nach CO ₂ -Emissionen	85
4.2.3	Volumenstrombestimmung nach der Luftwechselzahl	87
4.2.4	Volumenstrombestimmung nach dem maximalen Arbeits- grenzwert (AGW)	91
4.2.5	Volumenstrombestimmung für spezielle Räume – Arbeitsstätten- regeln	94
4.3	Volumenstrombestimmung für kombinierte Lüftungs-Luftheizungs- anlagen	96
4.4	Bestimmung der Heizleistung (Lüftung und Luftheizung) – Heiz- register	97
4.5	Luftkühlung durch mechanische Lüftung – Erdwärme	103
4.5.1	Kühlung mittels Außenluft – Nachtlüftung	103
4.5.2	Raumlüftkühlung durch kühles Erdreich	105
4.6	Berechnungsbeispiele mit Lösungen (Registerleistung, Volumen- strom, Temperaturen)	107
5	Luftheizsysteme (direkt und indirekt beheizt)	118
5.1	Direkt beheizte Luftheizsysteme	121
5.1.1	Luftheizung mit Warmlufterzeuger	121
5.1.2	Direktbeheizte Einzelgeräte	129
5.1.3	Spezielle Luftheizsysteme – Sonderformen	132
5.1.3.1	Kachelofenheizung	132
5.1.3.2	Warmlufterzeugung durch solare Strahlung – Solare Kühlung	136
5.1.3.3	Sonderformen der Warmluftheizung	140
5.1.4	Infrarotstrahlungsheizungen	143
5.2	Indirektbeheizte Lüftungs-Luftheizanlagen (Zentralgeräte)	149
5.2.1	Detailliert geplante und vorgefertigte Standardgeräte	149
5.2.2	Hinweise zur Regelung von RLT-Anlagen – Frostschutz- maßnahmen	153
5.2.2.1	Klappenverstellung – Steuerung bzw. Regelung des Außenluftvolumenstroms	153
5.2.2.2	Zuluft- und Raumlüfttemperaturregelung	155
5.2.2.3	Frostschutzmaßnahmen	157
5.2.2.4	Variable Volumenstromregelung (VVS-Systeme)	158
6	Dezentrale RLT-Anlagen – Lüftungs- und Luftheizgeräte	160
6.1	RLT-Gerätearten für den Komfort- und Gewerbebereich	164
6.2	Wand- und Deckenluftherhitzer	166
6.2.1	Geräteaufbau und Zubehör	166
6.2.2	Planung – Montage – Regelung – Auswahlbeispiele	170
6.2.2.1	„Wandluftherhitzer“	175
6.2.2.2	„Deckengeräte“	182
6.2.2.3	Hinweise zur Regelung	187
6.2.2.4	Berechnungsbeispiele	190
6.3	Ventilatorkonvektoren	194
6.3.1	Aufbau – Merkmale – Anwendung	195

6.3.2	Hinweise zu Planung, Auslegung und Regelung	198
6.4	Unterflurkonvektoren – Fassadenlüftung	204
7	Hinweise zu Planung, Bemessung und Betrieb von RLT-Anlagen für spezielle Gebäude	210
7.1	Versammlungsräume – Großräume – Hallen	210
7.2	Lüftung von Schulen	214
7.3	Denkmalgeschützte Gebäude – Museen	219
7.4	Sporthallen	223
7.5	Hotellüftung	225
7.6	Büro- und Verwaltungsgebäude – VDI 3804	228
7.7	Wohnungslüftung	231
7.7.1	Bedeutung – Anforderungen – Tendenzen	231
7.7.2	Lüftungssysteme – Systemkomponenten	234
7.7.3	Lüftungsstufen – Volumenstrombestimmung	242
7.7.4	Lüftungssysteme nach DIN 18017-3	247
7.7.5	Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL) – DIN 1946-6	253
7.8	Küchenlüftung	275
7.8.1	Allgemeine Grundlagen	276
7.8.2	Technische Anforderungen	279
7.8.3	Gewerbliche Küchen	285
7.8.3.1	Küchenlüftungshauben	285
7.8.3.2	Küchenlüftungsdecken	288
7.8.3.3	Aerosolabscheidung	290
7.8.4	Dunstabzugshauben für Wohnungsküchen	291
7.8.5	Lüftung von Küchen ohne Außenfenster	295
7.9	Schwimmbadlüftung – Energiekosteneinsparung	295
7.9.1	Bestimmung des Wassermassenstroms m_w (Verdunstung)	300
7.9.2	Bestimmung des Außenluftvolumenstroms – Entfeuchtung	302
7.9.3	Heizlast – Heizleistung – Luftführung – Regelung	306
7.9.4	Maßnahmen zur Energieeinsparung	310
7.10	Produktionsstätten – Fertigungsstätten – Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz	314
7.11	Verkaufsstätten und Dienstleistungsräume	320
7.12	Laborlüftung	325
7.12.1	Aufgaben der Anlage – DIN 1946-7	326
7.12.2	Laborabzüge	328
7.13	Garagenlüftung	330
7.13.1	Freie Lüftung	331
7.13.2	Maschinelle Lüftung	331
7.13.3	Schadstoffemission (CO) – Bestimmung des Außenluftvolumenstroms	333
7.13.4	Einsatz von Impulsventilatoren	337
7.14	Gewächshauslüftung	338
7.15	Die Stalllüftung	340
7.15.1	Begriffe – Anforderungen – Berechnungsgrundlagen	341
7.15.2	Volumenstrombestimmung für Ställe	344
7.15.3	Ausführungen von Stalllüftungen	346

7.16	Luftschleieranlagen.....	349
8	Luftleitungen und Zubehör (Systeme, Berechnung, Brandschutz).	359
8.1.	Allgemeine Grundlagen	359
8.1.1	Grundgleichungen.....	359
8.1.2	Graphische Darstellung vom Druckverlauf.....	364
8.2	Druckverluste in Luftleitungen.....	367
8.2.1	Reibungswiderstände.....	367
8.2.2	Hydraulischer Durchmesser d_h – R-Wertbestimmung.....	368
8.2.3	Druckverluste durch Einzelwiderstände und Einbauten.....	375
8.3	Berechnung des Luftleitungssystems	379
8.3.1	Berechnung aufgrund der Geschwindigkeitsannahme	380
8.3.2	Berechnung nach konstantem Druckgefälle (R-Wert).....	383
8.3.3	Berechnung nach dem statischen Druckrückgewinn	384
8.3.4	Druckabgleich – Einregulierung	386
8.4	Luftleitungen und Zubehör – Montage	389
8.4.1	Allgemeine Anforderungen an die Ausführung des Luftleitungs- systems	390
8.4.1.1	Konstruktive Maßnahmen – Dichtheit.....	390
8.4.1.2	Wirtschaftliche Anforderungen.....	392
8.4.1.3	Hygienische Anforderungen	393
8.4.2	Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt – Formstücke	394
8.4.3	Luftleitungen mit rundem Querschnitt – Wickelfalzrohre – Form- stücke	398
8.4.4	Flexible (biegsame) Rohre	402
8.4.5	Materialien bei Luftleitungssystemen.....	404
8.4.6	Aufmaß – Vertragsbedingungen – Abnahme – VOB.....	407
8.5	Brandschutz in RLT-Anlagen – Entrauchung.....	410
8.5.1	Feuerwiderstandsklassen – Brandverhalten von Baustoffen	411
8.5.2	Luftleitungen und Brandschutz.....	413
8.5.3	Brandschutzklappen.....	415
8.5.4	Brandschutzmaßnahmen in Lüftungszentralen.....	416
8.5.5	Entrauchung.....	417
9	Luftverteilung im Raum – Luftauslässe	421
9.1	Allgemeine Hinweise und Einflussgrößen	421
9.2	Luftströmungen – Luftführungsarten – Beispiele	423
9.2.1	Mischströmung (Mischlüftung) – Luftstrahlen	428
9.2.2	Verdrängungsströmung (Verdrängungslüftung)	432
9.2.3	Quellluftströmung („Quelllüftung“) Luftdurchlässe.....	434
9.2.4	Schichtenströmung („Schichtenlüftung“)	436
9.3	Luftauslässe – Auswahlbeispiele.....	437
9.3.1	Lüftungsgitter	438
9.3.2	Deckenluftauslässe – Drallauslässe – Spezielle Luftauslässe.....	444
9.3.3	Deckenschlitzauslässe.....	455
9.3.4	Verdrängungs- und Quellluftauslässe	457
10	Ventilatoren.....	462
10.1	Grundlagen – Berechnungen – Ventilatorarten und -auswahl	462
10.1.1	Ausgangsgrößen – Volumenstrom, Druck und Drehzahl.....	462

10.1.2	Wirkungsgrade – Leistungen – Berechnungsbeispiele	464
10.1.3	Ventilator und Anlage	470
10.1.4	Auswahl von Ventilatoren	473
10.1.5	Parallel- und Serienschaltungen	477
10.2	Radialventilatoren	480
10.3	Axialventilatoren	485
10.4	Betriebsverhalten – Antriebe – Regelung	490
10.4.1	Motoren und Antriebselemente	490
10.4.2	Steuerung und Regelung von Ventilatoren	493
10.5	Entwicklungstendenzen bei Ventilatoren – ErP-Richtlinie	496
10.6	Spezielle Ventilatoren-Sonderbauarten	498
10.6.1	Dachventilatoren	498
10.6.2	Querstromventilatoren	501
10.6.3	Explosionssichere Ventilatoren	501
10.6.4	Korrosionsbeständige Ventilatoren	502
10.6.5	Rauch- und Brandgasventilatoren	503
11	Geräuscentstehung und Lärminderung in RLT-Anlagen	505
11.1	Akustische Grundbegriffe – Geräuschbewertung	506
11.1.1	Luft- und Körperschall	507
11.1.2	Frequenz – Frequenzanalyse	508
11.1.3	Schalldruck – Schalldruckpegel	510
11.1.4	Schallleistung W – Schallleistungspegel	511
11.1.5	Addition von Schallquellen – Summenpegel	512
11.1.6	Geräuschbewertung (A-Bewertung) – Grenzkurven	513
11.2	Geräuschursachen von RLT-Anlagen	515
11.2.1	Ventilatorgeräusche	515
11.2.2	Geräusche von Komponenten im Luftleitungssystem – Strömungsgeräusche	517
11.3	Richtwerte für maximale Schalldruckpegelwerte	518
11.4	Schallpegelsenkungen in RLT-Anlage und Raum	521
11.4.1	Pegelsenkungen im Zentralgerät	521
11.4.2	Pegelsenkungen durch Luftleitungsnetz und Formstücke	522
11.4.3	Dämpfung durch Mündungsreflexion („Auslassdämpfung“)	524
11.4.4	Raumabsorption (Schalldruckpegelverteilung im Raum)	525
11.5	Schalldämpferarten und Schalldämpferauswahl – Luft- und Körper- schalldämmung	528
11.5.1	Schalldämpferarten	528
11.5.2	Schalldämpferberechnung und -auswahl	531
11.5.3	Luftschalldämmung	537
11.5.4	Körperschalldämmung – Schwingungsisolierung	539
12	Wärmerückgewinnung (WRG) bei RLT-Anlagen	540
12.1	RLT-Zentrale und Wärmerückgewinnung	540
12.2	Wärmeübertragung – Änderungsgrade – Leistungskennzahlen	541
12.3	Anforderungen und Planungskriterien – Einsparpotentiale	544
12.4	WRG-Systeme: Merkmale – Auswahlkriterien	546
12.4.1	Plattenwärmeübertrager	547

12.4.2	Kreislaufverbundsystem (KVS)	549
12.4.3	Wärmerohre	551
12.4.4	Regenerativwärmeübertrager (Rotationswärmeübertrager)	552
12.4.5	Umschaltregeneratoren (Wechselspeicher).....	556
12.4.6	Wärmepumpe und Wärmerückgewinnung	557
12.5	Hinweise zur Wirtschaftlichkeit von WRG-Systemen	558
13.	Wiederholungsfragen.....	560
	Stichwortverzeichnis.....	575