

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Stoffdaten von Luft	11
1.1 Gasgesetze für ideale Gase	11
1.2 Zustandsgleichung	11
1.3 Normzustand	13
1.4 Gasmischungen	13
1.5 Spezifische Wärmekapazität	15
1.6 Barometerstand und Ortshöhe über dem Meeresspiegel	18
1.7 Rauchgase	19
2 Feuchte Luft und h-x-Diagramm	21
2.1 Feuchte Luft	21
2.1.1 Relative Feuchte	21
2.1.2 Absolute Feuchte x	27
2.1.3 Dichte feuchter Luft ρ_f	28
2.2 h - x -Diagramm für feuchte Luft	28
2.2.1 Wärmehalt	28
2.2.1.1 Ungesättigte Luft	28
2.2.1.2 Übersättigte Luft	29
2.2.2 Aufbau vom h - x -Diagramm	29
2.2.3 Zustandsänderungen im h - x -Diagramm	30
2.2.3.1 Mischung von Luftströmen	30
2.2.3.2 Erwärmung von Luft (ohne Feuchtezugabe)	31
2.2.3.3 Kühlung von Luft	31
2.2.3.4 Entfeuchtung (S/T -Faktor)	32
2.2.3.5 Befeuchtung von Luft	33
2.2.3.6 Adiabate Zustandsänderung	33
2.2.3.7 Handelsübliches h - x -Diagramm	34
3 Luftvolumenstrombestimmung	41
3.1 Allgemeines	41
3.2 Luftverschlechterung durch Fremdeinwirkung	41
3.3 Raumaufheizung durch freiwerdende Wärme	41
3.4 Luftverschlechterung von Personenansammlungen in geschlossenen Räumen	43
3.5 Luftwechsellzahlen	43
4 Luftleitungen	47
4.1 Allgemeines	47
4.2 Wahl der Geschwindigkeit	48
4.3 Material von Luftleitungen	48
4.3.1 Stahlblech und Al-Blech	48
4.3.2 Kunststoffe	50
4.3.3 Flexible Rohre und Schläuche	52



Der Onlineservice InfoClick bietet unter www.vogel-buchverlag.de nach Codeeingabe zusätzliche Informationen und Aktualisierungen zum Buch.

5	Druckverlust	59
5.1	Allgemeines	59
5.2	Grundgleichung für den Druckverlust in geraden Rohrleitungen	60
5.3	Druckabfall in Formstücken	62
5.4	Anlagenkennlinien	64
5.5	Optimierung von Luftkanälen	65
5.6	Leitungsnetze	76
5.7	Ermittlung vom Gesamtdruckverlust	76
5.7.1	Rohrleitungswiderstände	76
5.7.1.1	Reibungswiderstand p_R	76
5.7.1.2	Reynoldszahl	78
5.7.1.3	Umlenkungswiderstände p_U	78
5.7.2	Gerätewiderstände	79
5.7.3	Ausblasverlust	79
5.7.4	Gesamtwiderstand	84
5.8	Pneumatischer Transport	84
5.8.1	Wahl der Geschwindigkeit	84
5.8.2	Feststoff-Förderung im senkrechten Rohr	84
5.8.2.1	Physikalische Vorgänge	85
5.8.3	Feststoff-Förderung im waagrechten Rohr	85
5.8.4	Stoßgrenze	86
5.8.5	Druckabfall	86
6	Strömungstechnik	89
6.1	Zuluft- und Abluftkanäle	89
6.1.1	Bestimmungsgleichungen für Ausblas- und Absaugkanäle	90
6.2	Freie isotherme runde und ebene Strahlen (Freistrahlen)	95
6.2.1	Geschwindigkeitsprofil des Strahls	96
6.2.2	Wurfweite (Eindringtiefe)	98
6.3	Geschwindigkeitsreduzierung in Kanälen	99
6.3.1	Plötzliche Erweiterungen	99
6.3.2	Stetige Erweiterung (Diffusor)	99
6.4	Gestaltung von Krümmern	100
6.5	Stromvereinerung	101
6.5.1	Ausführung	101
6.5.1.1	Abgleich durch Verengung	103
6.6	Stromtrennung	104
6.7	Druckgleichheit in Verteilersystemen	105
6.8	Druckabfall mit Temperaturänderung im System	106
6.8.1	Ohne eingeschaltetes Heizregister	106
6.8.2	Mit eingeschaltetem Heizregister	107
6.9	Geschwindigkeitsfeld bei Saugöffnungen	107
7	Ventilatoren	109
7.1	Definition	109
7.2	Betriebsdaten	109
7.2.1	Volumenstrom \dot{V}	109
7.2.2	Druckerhöhung des Ventilators	109
7.2.3	Spezifische Förderarbeit	110
7.2.4	Förderleistung	110
7.2.5	Wellenleistung	110
7.2.6	Wirkungsgrad	110
7.2.7	Dimensionslose Kennzahlen	111
7.2.8	Betriebsgeräusch	111
7.3	Einbauarten und Druckverlauf	112
7.4	Bauarten	112
7.5	Kennfelder	112
7.5.1	Allgemeines	112
7.5.2	Kennlinien von Radialventilatoren	119

7.5.2.1	Geschwindigkeitsdreieck und Umfangsgeschwindigkeit	119
7.5.2.2	Theoretischer Förderdruck	119
7.5.2.3	Kennlinie	122
7.5.2.4	Druckzahl	122
7.5.2.5	Volumenzahl	122
7.5.2.6	Leistungszahl	122
7.5.2.7	Leistungsbedarf	122
7.5.2.8	Temperaturerhöhung	122
7.5.3	Ähnlichkeitsgesetze	123
7.5.3.1	Proportionalitätsgesetz	123
7.5.3.2	Affinitätsgesetz	123
7.5.4	Anwendung in der Praxis üblicher Kennlinienblätter	124
7.6	Betriebspunkt	130
7.7	Regelung	133
7.7.1	Drosselregelung	133
7.7.2	Drallregelung	133
7.7.3	Drehzahlregelung	133
7.7.4	Parallel- und Reihenschaltung	134
7.7.4.1	Parallelschaltung	134
7.7.4.2	Reihenschaltung	136
7.7.5	Drosselung oder Bypass?	136
7.7.5.1	Zusätzliche Drosselung	136
7.7.5.2	Bypass	136
7.7.5.3	Vergleich der Maßnahmen	137
7.8	Beachtenswertes und praktische Anwendung	139
7.8.1	Einfluß der Dichte vom Fördermittel auf die Leistungsdaten der Ventilatoren	139
7.8.2	Diffusoren an Ventilatoren	141
7.8.3	Temperaturerhöhung in Ventilatoren	142
7.9	Antriebsauslegung	145
7.9.1	Motoren	145
7.9.2	Keilriemenantrieb	145
7.9.3	Kupplungen	146
7.10	Anlagen-Einbaufaktoren	147
7.11	Gehäusestellung und Bauformen	152
8	Einbauten	155
8.1	Grafische Symbole für Kanaleinbauten	155
8.2	Luftfilter	155
8.2.1	Allgemeines	155
8.2.2	Filterprüfung	155
8.3	Lufterhitzer	165
8.3.1	Bauformen	165
8.3.2	Wärmedurchgang beim Lufterhitzer	165
8.4	Luftkühler	168
8.4.1	Bauformen	168
8.4.2	Wärmedurchgang beim Luftkühler	168
8.4.3	Kühler ohne Wasserabscheidung	168
8.4.4	Kühler mit Wasserabscheidung	169
8.5	Fliehkraftabscheidung	170
8.5.1	Abscheidung im Zyklon	170
8.6	Anschluß von Einbauten	173
9	Geräusche	175
9.1	Allgemeines	175
9.2	Geräuschbeurteilung	175
9.2.1	Bewertete Schallpegel	177
9.3	Ventilatorengeräusche	177
9.3.1	Drehklanggeräusche	177
9.3.2	Turbulenz- und Wirbelgeräusche	177

9.3.3	Sekundäre Geräusche	178
9.3.4	Abschätzung vom Ventilatorgeräusch	178
9.4	Geräuschausbreitung	180
9.4.1	Körperschall	180
9.4.2	Luftschall	180
9.5	Luftschalldämpfung	181
9.5.1	Natürliche Luftschalldämpfung	181
9.5.1.1	Gerade Kanäle	182
9.5.1.2	Kanalumlenkungen	182
9.5.1.3	Kanalverzweigungen	183
9.5.1.4	Querschnittserweiterungen	183
9.5.1.5	Luftauslässe	184
9.5.1.6	Sonstige Schallpegelabnahmen	184
9.5.2	Künstliche Schalldämpfung	184
9.5.2.1	Absorptionsschalldämpfer	185
9.6	Schallpegel im Raum	186
10	Meßtechnik	193
10.1	Druckmessung	193
10.1.1	Statischer Druck p_s	193
10.1.2	Dynamischer Druck p_d	193
10.1.3	Gesamtdruck p_t	193
10.2	Volumenstrommessung	194
10.2.1	Allgemeines	194
10.2.2	Wirkdruckverfahren	194
10.2.3	Verwendung ungenormter Drosselgeräte	196
10.2.3.1	Messung mit Einströmmeßdüse	200
10.2.3.2	Messung im Einlauf mit Blenden	200
10.2.3.3	Messung im Auslauf	201
10.2.3.4	Druckverlust	201
10.2.3.5	Auslegung	201
10.2.4	Netzmethoden	202
10.2.4.1	Runde Leitungen	203
10.2.4.2	Meßverfahren	204
10.2.4.3	Meßgeräte	204
10.2.5	Krümmermethode	204
10.3	Messung vom Druckabfall an Bauteilen	205
10.4	Messung der Ventilator Kennlinie	206
10.4.1	Allgemeines	206
10.4.2	Prüfstandsversuche	206
10.4.3	Versuche an Ventilatoren im Einbauzustand (In-situ-Messungen)	212
11	Tabellen- und Bildanhang	213
	Formelzeichen	219
	Literaturverzeichnis	221
	Stichwortverzeichnis	223