

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XI
Literaturhinweise	XIII
1. Bedeutung und Aufgaben der Klimatisierung	1
1.1 Notwendigkeit und Anwendung – Entscheidungskriterien	1
1.2 Entwicklung und Probleme	4
1.2.1 Historie und Tendenzen	4
1.2.2 Die Klimatisierung im Kreuzfeuer der Kritik – Gegenmaßnahmen .	7
2. Raumklima und Behaglichkeit	12
2.1 Behaglichkeitskomponenten	12
2.1.1 Thermische Einflußgrößen	12
2.1.2 Chemische Einflußgrößen	12
2.1.3 Physikalische Einflußgrößen	13
2.1.4 Optische Einflußgrößen	15
2.1.5 Sonstige Einflußgrößen	15
2.2 Grundlagen der Wärmephysiologie	16
2.2.1 Temperaturregelung des menschlichen Körpers	16
2.2.2 Wärmeabgabe des Menschen	17
2.3 Thermische Behaglichkeitskomponenten	19
2.3.1 Raumlufttemperatur	20
2.3.2 Raumluftfeuchtigkeit	22
2.3.3 Raumumschließungsflächentemperatur	23
2.3.4 Einfluß der Luftbewegung auf die Behaglichkeit – Zugscheinung	25
2.4 Luftqualität – „Sick-Building-Syndrome“	28
3. Die Klimaanlage – Bauteile und Systeme	31
3.1 Klassifikation	32
3.2 Klimazentrale und ihre Bauteile	32
3.3 Wärmeübertrager	38
3.3.1 Lufterwärmer (Heizregister)	38
3.3.2 Luftkühler	40
3.4 Luftbefeuchter in der Zentrale	42
3.4.1 Verdunstungsbefeuchter	42
3.4.2 Luftwäscher (Sprühbefeuchter)	43
3.4.3 Wasserprobleme – Wasseraufbereitung	47
3.4.4 Dampfbefeuchter	51
3.4.4.1 Elektrischer Dampfluftbefeuchter	51
3.4.4.2 Dampfbefeuchtung mit Fremddampf	56
3.5 Einteilung von Klimaanlage (Übersicht)	58
3.6 NUR-LUFT-Systeme	60
3.6.1 Einkanal-Klimaanlagen	61
3.6.2 Zweikanal-Klimaanlagen	62
3.6.3 VVS-Anlagen –Volumenstromregler	64

3.7	LUFT-WASSER-Systeme	66
3.7.1	Ventilator-konvektoren (Klimatruhen)	66
3.7.2	Induktionsklimaanlagen	67
3.7.3	Kühldecken – Bauteilkühlung	70
4.	Die Luftfeuchtigkeit in der Raumluftechnik	83
4.1	Zustandsgrößen und Gesetze feuchter Luft	83
4.1.1	Wasserdampfdruck – Absolute Feuchte	83
4.1.2	Relative Feuchte	86
4.1.3	Taupunkt – Schwitzwasserbildung	87
4.1.4	Wasserdampfdiffusion	89
4.1.5	Enthalpie feuchter Luft – Sensible und latente Wärme	91
4.1.6	Feuchtkugeltemperatur – Psychrometer	93
4.1.7	Übungsaufgaben zur Feuchtluft	95
4.2	Bedeutung der Luftfeuchte – Einfluß falscher Luftfeuchtigkeit	99
4.2.1	Folgen von zu hoher Luftfeuchtigkeit	99
4.2.2	Folgen von zu geringer Luftfeuchtigkeit	100
4.2.3	Maßnahmen zur Änderung der Luftfeuchtigkeit	101
4.3	Messung der Luftfeuchtigkeit	102
5.	Reinhaltung der Luft – Luftfiltrierung	106
5.1	Verunreinigung in der Luft	106
5.1.1	Außenluftverunreinigungen – Umweltschutz	106
5.1.2	Verunreinigungen in der Raumluf	107
5.2	Grundlagen der Filtertechnik	109
5.2.1	Staubarten – Staubgehalt – Staubabscheidung	109
5.2.2	Aufgaben, Auswahlkriterien, Anforderungen	111
5.2.3	Filterklassen und Filterbeurteilung	114
5.2.4	Filter – Prüfmetho-den	115
5.2.5	Investitions- und Betriebskosten	116
5.2.6	Wartung von Filteranlagen	117
5.3	Filterarten – Filterbetrieb	117
5.3.1	Metallfilter	118
5.3.2	Trockenschichtfilter	119
5.3.2.1	Filtermedien	119
5.3.2.2	Filterbauarten	122
5.3.3	Schwebstofffilter	128
5.3.4	Elektrofilter	130
5.3.5	Aktivkohlefilter	131
5.3.6	Mehrstufenfilter	132
5.3.7	Spezielle Filter – Sonderbauarten	133
5.4	Reinraumtechnik	134
6.	Raumklimageräte – Be- und Entfeuchtungsgeräte	136
6.1	Kompaktklimageräte für Fenster- und Wandeinbau	138
6.1.1	Aufbau und Wirkungsweise	139
6.1.2	Hinweise für die Planung von Einbaugeräten	139
6.1.3	Hinweise für die Montage von Einbaugeräten	143
6.1.4	Hinweise für den Betrieb von Einbaugeräten	145

6.2	Kompaktklimageräte als Standgerät	146
6.2.1	Klimatruhen	146
6.2.2	Schrankgeräte	147
6.3	Klimageräte im Splitsystem	153
6.3.1	Vorteile und Bauarten von Splitsystemen	154
6.3.2	Verbindung von Innen- und Außenteil	161
6.4	Truhenklimageräte (Ventilatorkonvektoren)	162
6.4.1	Einteilung und Anwendung	162
6.4.2	Bauteile der Wassertruhe	163
6.4.3	Kühlerleistung – Auswahl – Montage	164
6.4.4	Regelung von Ventilatorkonvektoren	170
6.5	Befeuchtungsgeräte	172
6.5.1	Verdunstungsgeräte	173
6.5.2	Zerstäubungsgeräte	174
6.5.3	Verdampfungsgeräte	178
6.6	Entfeuchtungsgeräte – Raumtrockner	178
6.7	Klimageräte, die keine sind	181
7.	Kühllastberechnung – VDI 2078	182
7.1	Begriffe – Raumbelastungen – Wärmespeicherung	183
7.2	Innere Kühllast	186
7.2.1	Kühllast durch Menschen	186
7.2.2	Kühllast durch Beleuchtung	186
7.2.3	Kühllast durch Maschinen und Geräte	193
7.2.4	Kühllast durch Stoffdurchsatz	194
7.2.5	Sonstige Wärmezu- und -abfuhr	194
7.2.6	Wärmeströme durch Nachbarräume	194
7.3	Äußere Kühllast	195
7.3.1	Außenklima – Sonnenstrahlung	195
7.3.2	Kühllast durch Außenwände und Dächer	201
7.3.3	Kühllast durch Fenster – Sonnenschutz	206
7.3.3.1	Transmissionswärme durch Fenster	207
7.3.3.2	Kühllast infolge Sonnenstrahlung durch Fenster – Sonnenschutzmaßnahmen	207
7.3.3.3	Kühllastberechnungen infolge Sonnenstrahlung durch Fenster	212
7.3.4	Kühllast und Infiltration	214
7.4	Überschlägliche Kühllastberechnung – Geräteauswahl	214
8.	Volumenstrombestimmung für Klimaanlage	219
8.1	Volumenstrombestimmung vorwiegend nach der Lüftungsförderung – Außenluftvolumenstrom	219
8.2	Volumenstrombestimmung nach den thermischen Lasten- Zuluftvolumenstrom	222
8.3	Übungsaufgaben zur Volumenstrombestimmung	225
8.4	Volumenstromregelung	228

9.	h,x-Diagramm – Klimatechnische Berechnungen	229
9.1	Diagramm – Zustandsgrößen	229
9.2	Zustandsänderungen im h,x-Diagramm, Bemessung von Bauteilen	232
9.2.1	Luftmischung – Mischkammer	232
9.2.2	Lufterwärmung – Heizregister	235
9.2.3	Luftbefeuchtung durch Verdunstung und Zerstäubung – Düsenkammer	237
9.2.4	Dampfbefeuchtung – Randmaßstab	244
9.2.5	Luftkühlung und Luftentfeuchtung – Kühlerleistung	246
9.2.6	Entfeuchtung mit Absorptionsstoffen	252
9.3	Darstellung der taupunktgeregelten Anlage im h,x-Diagramm	253
9.4	Zusammenfassung von Zustandsänderungen und spezielle Darstellungen im h,x-Diagramm	256
10.	Luftführung mit Planungsbeispielen	261
10.1	Hinweise zur Luftführung in Räumen	261
10.1.1	Mischströmung	262
10.1.2	Verdrängungsströmung	265
10.2	Quellluftsystem (Schichtenspeicherung)	266
10.3	Auswahl- und Planungsbeispiele	271
11.	Planungsgrundlagen – Betrieb – Wirtschaftlichkeit	278
11.1	Allgemeine Planungsforderungen	278
11.2	Kostenfragen und Wirtschaftlichkeit	279
11.2.1	Berechnung der Wirtschaftlichkeit	280
11.2.2	Kostenarten	281
11.3	Maßnahmen zur Energieeinsparung	283
11.4	Gebäudeplanung und Klimatechnik	287
11.5	Wärmerückgewinnung bei RLT-Anlagen	289
11.6	Abnahme von Klimaanlage	295
11.7	Instandhaltung, Wartung von Klimaanlage	296
12.	Hinweise zur Klimatisierung verschiedener Gebäude	301
12.1	Wohngebäude	301
12.2	Bürogebäude	301
12.3	Datenverarbeitungsräume (DV-Räume)	304
12.4	Hotelgebäude	306
12.5	Versammlungsräume	307
12.6	Geschäfts- und Warenhäuser	308
12.7	Museen	311
12.8	Krankenhäuser	312
12.9	Produktionsstätten	314
12.10	Schwimmbhallen	317
13.	Kältetechnik	319
13.1	Bedeutung und Anwendung	319

13.2	Kühlsysteme ohne Kältemaschine	321
13.2.1	Freie Kühlung	321
13.2.2	Kühlung mit Grundwasser	322
13.2.3	Naßluftkühler und Sonderfälle	322
13.3	Kältekreislauf und Kälte-Klimasysteme	323
13.3.1	Kreislauf der Kältemaschine	323
13.3.2	Übersicht über Kühlverfahren in RLT-Anlagen	327
13.4	Wärmeaufnahme und -abgabe bei Kälte- und Wärmepumpensystemen - Merkmale, Vor- und Nachteile	330
13.4.1	Direkte Kühlung	330
13.4.2	Indirekte Kühlung	331
13.4.3	Luftgekühlte Verflüssiger	333
13.4.4	Wassergekühlte Verflüssiger	335
13.4.5	Wasserrückkühlung durch Kühlturm	336
13.4.6	Wärmepumpe	339
13.5	Temperaturen, Massen- und Wärmeströme	340
13.5.1	Temperaturen bei Klima-Kälte-Systemen	340
13.5.2	Temperaturen bei der Wärmepumpe	342
13.5.3	Massen- und Wärmeströme, Wärmetauscherfläche	343
13.6	Der Kältekreislauf im h,log p-Diagramm	346
13.6.1	Zustandsgrößen im h,log p-Diagramm	346
13.6.2	Zustandsänderungen im h,log p-Diagramm	349
13.6.3	Überhitzung und Unterkühlung	351
13.6.3.1	Sauggasüberhitzung	351
13.6.3.2	Flüssigkeitsunterkühlung	352
13.6.4	Volumenbezogene Kälteleistung – Liefergrad	353
13.7	Leistungszahl – Kompressorleistung	354
13.7.1	Leistungszahl beim Kälteaggregat	354
13.7.2	Leistungszahl bei der Wärmepumpe	355
13.7.3	Carnot-Leistungszahl – T-s-Diagramm	356
13.7.4	Verdichterleistung – Klemmleistung	357
13.7.5	Übungsaufgaben	358
13.8	Bauteile der Kälteanlage	360
13.8.1	Verdampferbauarten	360
13.8.2	Verflüssigerbauarten	363
13.8.3	Verdichterbauarten	366
13.8.3.1	Verdrängungsverdichter	367
13.8.3.2	Turboverdichter	369
13.8.4	Expansionsventil (Volumenstromregler)	370
13.8.5	Kühlturmbauarten	372
13.8.6	Kältemittelleitungen, Geräte, Armaturen und Sicherheitseinrichtungen	374
13.9	Kältemittel – Öle – Sole	376
13.9.1	Anforderungen an die Kältemittel	377
13.9.2	Einteilung, Merkmale, Auswahlkriterien	377
13.9.3	Kältemittelöle	380
13.9.4	Sole	380

13.10 Regelung der Kälteanlage	381
13.10.1 Regelung des Kompressors	381
13.10.2 Regelung des Kältekreislaufs	382
13.10.3 Regelung bei der indirekten Kühlung	384
13.11 Kälteerzeugungsverfahren – Eisspeicher	384
13.11.1 Kaltdampfprozeß	384
13.11.2 Kaltluft – Kompressionskältemaschine	384
13.11.3 Absorptionskältemaschine	385
13.11.4 Sonderformen der Kälteerzeugung	386
13.11.5 Kältespeicherung	387
13.12 Schaltschemen von Kälteanlagen	390
14. Wiederholungs- und Prüfungsfragen	393
15. DIN-Normen und VDI-Richtlinien in der Raumluftechnik	411
Sachwortverzeichnis	412