

INHALT

KAPITEL 1

Luftheizung (Lüftungstechnische Berechnung ohne h,x-Diagramm).....	13
--	----

KAPITEL 2

Berechnung von Luftzuständen und Luftzustandsänderungen im h,x-Diagramm.....	17
--	----

KAPITEL 3

Planung einer KWL-Anlage mit zentralem Lüftungsgerät (Ab- und Zuluft) für ein Wohngebäude nach DIN 1946-6.....	59
---	----

KAPITEL 4

Kanalnetzberechnung.....	73
--------------------------	----

KAPITEL 5

Zuluftvolumenstrom-Ermittlung für Nichtwohngebäude.....	83
---	----

KAPITEL 6

Akustik.....	105
--------------	-----

INHALT

KAPITEL 1

1. Luftheizung (Lüftungstechnische Berechnung ohne h_x -Diagramm)	14
1.1 Heizlast-Deckung durch Zuluft	14
1.2 Heizregister-Auslegung	14

KAPITEL 2

2. Berechnung von Luftzuständen und Luftzustandsänderungen im h_x -Diagramm	18
2.1 Das Modell für die „feuchte Luft“ (ohne Nebel) in der Klimatechnik	18
2.2 Massenstrom der feuchten Luft	22
2.3 Massenstrom der trockenen Luft	22
2.4 Massenstrom des Wasserdampfes	22
2.5 Relative Luftfeuchte	22
2.6 Absolute Luftfeuchte	22
2.7 Dichte der feuchten Luft	22
2.8 Wasserdampf im Sättigungszustand (Sattdampf)	23
2.8.1 Sättigungsdampfdruck	23
2.8.2 Sättigungsdichte	24
2.8.3 Dampfenenthalpie (Sattdampf in feuchter Luft)	24
2.9 Spezifische Enthalpie der feuchten Luft (für $\varphi \leq 100\%$)	24
2.10 Leistungsberechnung einer Luftzustandsänderung am Beispiel der feuchten Kühlung	24
2.10.1 Gesamtleistung	25
2.10.2 Latente Leistung	26
2.10.3 Sensible Leistung	26
2.10.4 Sensible Heat Factor (SHF)	26
2.11 Mischen von Luftströmen	28
2.11.1 Mischen gemäß h_x -Diagramm	28
2.11.1.1 Massenstrombilanz	28
2.11.1.2 Mischungsverhältnisse (= Verhältnisse der trockenen Massenströme)	28
2.11.1.3 Absolute Feuchte der Mischluft	29
2.11.1.4 Enthalpie der Mischluft	29
2.11.1.5 Feuchte Volumenströme der Außen- und Umluft	30
2.11.1.6 Mischpunktermittlung, wenn die Volumenströme der Außen- und Mischluft bekannt sind	31
2.11.1.7 Mischpunktermittlung, wenn die Volumenströme der Außen- und Umluft bekannt sind	33
2.11.1.8 Exakte Mischpunktermittlung auf iterativem Weg	34
2.11.2 Mischlufttemperaturberechnung in Lüftungstechnischer Näherung	34
2.11.2.1 Volumenstrombilanz (Näherung)	34

INHALT

2.11.2.2	Mischungsverhältnisse (= Verhältnis der feuchten Volumenströme).....	35
2.11.2.3	Temperatur der Mischluft (Näherung).....	35
2.12	Ventilator.....	36
2.12.1	Energie(Leistungs-)fluss einer Ventilatereinheit.....	36
2.12.2	Einbauarten von Ventilatereinheiten in Lüftungsgeräten.....	38
2.12.3	Proportionalitätsgesetze der Luftförderung.....	40
2.12.4	Leistungen und Wirkungsgrade.....	40
2.12.5	Spezifische Luftförderleistung einer Ventilatereinheit.....	42
2.12.6	Luftzustandsänderung durch eine Ventilatereinheit.....	44
2.13	Kühlen, Entfeuchten.....	46
2.13.1	Effektive Oberflächentemperatur eines Luftkühlregisters.....	46
2.13.2	Leistungsberechnung.....	47
2.13.3	Kondensatmenge.....	47
2.14	Befeuchten.....	48
2.14.1	Dampfbefeuchtung.....	48
2.14.2	Luftwäscher (Umlaufsprühbefeuchter).....	49
2.15	Wärmerückgewinnung.....	50
2.15.1	Grundlagen.....	50
2.15.1.1	Übertragene Leistung.....	50
2.15.1.2	Rückgewinnungswirkungsgrade.....	51
2.15.1.3	Rückwärmzahl.....	52
2.15.1.4	Rückfeuchtezahl.....	52
2.15.1.5	Enthalpierückgewinnungswirkungsgrad.....	53
2.15.2	Besonderheiten bei der Berechnung von Rotoren.....	54
2.15.3	Besonderheiten bei der Berechnung von Plattenwärmetauschern (PWT).....	56

KAPITEL 3

3.	Planung einer KWL-Anlage mit zentralem Lüftungsgerät (Ab- und Zuluft) für ein Wohngebäude nach DIN 1946-6.....	60
3.1	Raumzusammenstellung.....	60
3.2	Erforderlicher Außenluftvolumenstrom der NE nach der beheizten Fläche bei Nennlüftung ($q_{v,ges,NE,NL}$).....	61
3.3	Summe der erforderlichen Abluftvolumenströme aller Ablufträume der NE bei Nennlüftung ($\Sigma q_{v,ges,R,ab,NL}$).....	62
3.4	Festlegung des endgültigen Gesamtabluftvolumenstroms der NE (KWL + Infiltration) bei Nennlüftung ($q_{v,ges,NL}$).....	63
3.5	Berechnung des wirksamen Infiltrationsvolumenstroms der NE bei freier Lüftung, d.h. ohne Vorhandensein einer LTM ($q_{v,inf,wert}$).....	63

INHALT

3.6	Berechnung des erforderlichen Volumenstroms zum Feuchteschutz ($q_{v,ges,NE,FL}$)	66
3.7	Überprüfung, ob für die NE eine LTM zwingend erforderlich ist	66
3.8	Berechnung des wirksamen Infiltrationsvolumenstroms der NE bei ventilatorgestützter Lüftung, d.h. bei Betrieb eines KWL-Gerätes ($q_{v,inf,wirk}$)	66
3.9	Berechnung des erforderlichen Volumenstroms des KWL-Gerätes bei Nennlüftung ($q_{v,LTM,vg,NL}$)	70
3.10	Festlegung der endgültigen LTM-Abluftvolumenströme aller Ablufträume der NE bei Nennlüftung ($q_{v,LTM,R,ab,NL}$)	70
3.11	Festlegung der endgültigen LTM-Zuluftvolumenströme aller Zulufräume der NE bei Nennlüftung ($q_{v,LTM,R,zu,NL}$)	70
3.12	Manuelle Anpassung der ermittelten LTM-Volumenströme für die Zu- und Ablufträume	71

KAPITEL 4

4.	Kanalnetzberechnung	74
4.1	Grundlagen	74
4.1.1	Gesamtdruck, statischer und dynamischer Druck im Lüftungskanal	74
4.1.2	Kontinuitätsgesetz in einem unverzweigten Kanalabschnitt	74
4.1.3	Bestimmung des Kanalquerschnitts mit der Geschwindigkeitsmethode	74
4.1.4	Hydraulischer und gleichwertiger Durchmesser	74
4.1.5	Druckverlust durch Einzelwiderstände	75
4.1.6	Druckverlust einer Teilstrecke	76
4.1.7	Rohrreibungsdruckverlust einer Teilstrecke	76
4.1.8	Lineares Inter- oder Extrapolieren	76
4.2	Druckverlustberechnung nach der Geschwindigkeitsmethode	77
4.2.1	Festlegung des Kanalverlaufs sowie des Kanalsystems	77
4.2.2	Festlegung der Volumenströme für alle Luftdurchlässe	77
4.2.3	Festlegung der einzelnen Stränge und Teilstrecken	77
4.2.4	Berechnungen für jeden Strang	78
4.2.5	Strangübersicht und hydraulischer Abgleich	80
4.2.6	Ventilatorauslegung	81
4.3	Berechnung von Drosselblenden in runden Kanälen	81
4.4	Einstellung von Drosselklappen	82

KAPITEL 5

5.	Zuluftvolumenstrom-Ermittlung für Nichtwohngebäude	84
5.1	Luftwechsel	84
5.2	Thermische Lasten	86
5.3	Schadstoffbelastung	86
5.4	Feuchtelast/latente Kühllast	90

INHALT

5.4.1	Erste Näherung	90
5.4.2	Exakt	91
5.4.3	Wasserdampfabgabe des Menschen als latente Kühllast	91
5.4.4	Rechnerische Ermittlung von x_{SUP} und $\rho_{\text{L,SUP}}$	93
5.5	Olfaktorische Luftqualität	94
5.6	DIN 15251	97
5.7	Zuluftvolumenstromberechnung für den Sommer- und Winterfall im h,x-Diagramm	99
5.7.1	Sommerfall in fünf Schritten	99
5.7.2	Winterfall in sechs Schritten	102
KAPITEL 6		
6.	Akustik	106
6.1	Grundlagen	106
6.1.1	Schallgeschwindigkeit in Luft	106
6.1.2	Schalldruck	106
6.1.3	Schallleistung	108
6.1.4	Schallintensität	109
6.1.5	Schallpegel	110
6.1.6	Spezielle Bedingungen im Freifeld ohne Schallabsorption an den Raumbegrenzungsflächen	114
6.1.7	Spezielle Bedingungen im Freifeld mit Schallabsorption an den Raumbegrenzungsflächen	116
6.2	Wichtige Gesetze für Überschlagsrechnungen („Bierdeckelrechnung“)	118
6.3	Pegeladdition	120
6.3.1	Summenpegel bei gleichen Einzelpegeln	120
6.3.2	Summenpegel bei unterschiedlichen Einzelpegeln	121
6.4	Anlagenpegelbestimmung bei vorhandenem Fremdpegel	122
6.5	Schallbewertung nach DIN IEC 651 (deutsche Richtlinien)	123
6.6	Schallbewertung nach NR- und NC-Kurven (internationale Richtlinie)	124
6.7	Raumeinfluss	126
6.7.1	Mittlere Absorptionsfaktoren üblicher Räume	126
6.7.2	Berechnung der äquivalenten Absorptionsfläche eines Raumes	126
6.8	Raumdämpfung	130
6.8.1	Grundlagen	130
6.8.2	Raumschallpegel von Luftdurchlässen	135
6.8.2.1	Richtungsfaktoren bei Luftdurchlässen	135
6.8.2.2	Ermittlung der von einem Luftdurchlass verursachten Schallpegel an einem Raumpunkt („Aufpunkt“)	136
6.8.3	Raumdämpfung bei speziellen Flach- und Langräumen	141

INHALT

ANHANG	
Anhang 1	Luftarten und deren Kennzeichnungen in RLT-Anlagen..... 148
Anhang 2	15 Klimaregionen für Testreferenzjahre (TRY-Regionen) in Deutschland 149
Anhang 3	Außenluft-Auslegungsparameter für Komfortklimatisierung (mittlere Extremwerte zwischen 1994–2003) für die 15 Klimaregionen in Deutschland..... 151
Anhang 4	h,x-Diagramm 1.000,0 hPa (-20°C bis 55 °C) 152
Anhang 5	h,x-Diagramm 1.013,25 hPa (-20°C bis 55 °C) 153
Anhang 6	h,x-Diagramm 1.000,0 hPa (0°C bis 90°C)..... 154
QUELLEN	
Quellen 155