

PD Dr.-Ing. habil. J. Seifert

Thermodynamik der feuchten Luft

Theoretische Grundlagen,
Prozessverläufe, Beispiele

mit Beiträgen von
Prof. em. Dr.-Ing. habil. A. Dittmann (Teile Kap. 2 und Anhang C)

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	III
1 Einleitung	1
2 Thermodynamische Grundlagen	3
2.1 Thermodynamische Systeme	3
2.2 Zustand und Zustandsgrößen	4
2.2.1 Zustand	4
2.2.2 Zustandsgrößen	5
2.2.2.1 Thermische Zustandsgrößen	5
2.2.2.2 Energetische Zustandsgrößen	6
2.2.2.3 Quantität von Systemen, Konzentrationsmaße	7
2.3 Prozesse, Prozessgrößen und Zustandsänderungen	9
2.3.1 Prozess und Zustandsänderung	9
2.3.2 Prozessgrößen	9
2.4 Erster Hauptsatz der Thermodynamik	12
2.4.1 Allgemeine Energiestrombilanz	13
2.4.2 Stationär durchströmte Systeme	15
2.4.3 Stoffdichte Systeme	15
2.5 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	16
2.5.1 Einführung	16
2.5.2 Entropiebilanzen	17
2.5.3 Umwandelbarkeit der Wärme / die Exergie	19
3 Thermodynamik der feuchten Luft	21
3.1 Einleitung	21
3.2 Thermodynamische Grundlagen des Stoffgemisches der feuchten Luft	21
3.3 Wassergehalt / relative Feuchte	24
3.4 Spezifisches Volumen / Dichte	27
3.5 Enthalpie der feuchten Luft	28
3.6 Entropie der feuchten Luft	29
4 Mollier h,x-Diagramm der feuchten Luft	33
4.1 Grundlagen Mollier h,x-Diagramm	33
4.2 Randmaßstab im Mollier h,x-Diagramm	37
4.3 Erweiterung des h,x-Diagramm	40
4.4 Begrifflichkeiten in Bezug auf das h,x-Diagramm	40
4.5 Kühlgrenztemperatur / Feuchtkugeltemperatur	41
5 Zustandsänderungen im h,x-Diagramm	45
5.1 Mischen	45

5.2	Aufheizen	47
5.3	Abkühlen	47
5.4	Befeuchten	49
5.5	Entfeuchtung	52
5.6	Nebel / Entnebelung	52
5.7	Trocknung	54
5.8	Wärmerückgewinnung	57
6	Be-/ Entfeuchtungs- / Kühlvorgänge	63
6.1	Befeuchtungsvorgänge	63
6.2	Lufkühlung	69
6.3	Kühltürme	72
7	Alternativdiagramm für das Stoffgemisch der feuchten Luft	77
7.1	Grundlegende Erläuterungen	77
7.2	Zustandsänderungen im Psychrometer-Diagramm	78
8	Anlagenberechnung	83
8.1	Grundlegende Parameter	83
8.1.1	Operative Raumtemperatur	83
8.1.2	Luftfeuchte	85
8.1.3	Lufthygiene	86
8.2	Anlagentypen	88
8.2.1	Nur-Luft-Klimaanlagen	89
8.2.1.1	Einkanal-Klimaanlagen	89
8.2.1.2	Zweikanal-Klimaanlagen	90
8.2.2	Luft-Wasser-Klimaanlagen	91
8.2.3	DEC-Klimaanlagen	93
9	Beispiel: Nur-Luft-Klimaanlage (Einkanal-Anlage)	95
10	Beispiel: Nur-Luft-Klimaanlage (Zweikanal-Anlage)	105
11	Beispiel: Luft-Wasser-Klimaanlage	115
12	Beispiel: DEC-Klimaanlage	127
	Literatur	133
A	Komponentenschaltbilder	137
B	Stoffwerte	139
C	Entropie der feuchten Luft	145