

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einführung	11
2 Wärmeleitung (im Beharrungszustand)	13
2.1 Die ebene Wand	13
2.2 Die Rohrwand	15
2.3 Wärmeleitfähigkeit λ	16
3 Wärmeübergang (Konvektion)	21
3.1 Der Wärmeübergangskoeffizient	21
3.2 Ähnlichkeitstheorie des Wärmeübergangs (Kenngrößen)	22
3.2.1 Erzwungene Strömung	25
3.2.1.1 Strömung von Gasen in Rohren	25
3.2.1.2 Strömung von Luft gegen Einzelrohr	27
3.2.1.3 Strömung von Luft gegen Rohrbündel	27
3.2.1.4 Luftströmung längs einer Platte oder Wand oder Rohr (ohne Strahlung)	28
3.2.1.5 Wasserströmung in Rohren (turbulent)	28
3.2.1.6 Wasser in Behältern und Kesseln	28
3.2.1.7 Verdampfendes Kältemittel	29
3.2.2 Freie Strömung	29
3.2.2.1 Rohre in der Luft	29
3.2.2.2 Senkrechte Wände	30
3.2.2.3 Waagerechte Wände (Decken)	30
3.2.2.4 Rohre im Wasser	31
3.2.3 Wärmeübergang bei Phasenwechsel	31
3.2.3.1 Verdampfung von Wasser	31
3.2.3.2 Kondensation von Wasserdampf	34
3.2.4 Verdunstung und Stoffübergang	36
4 Wärmeübertragung durch Temperaturstrahlung	37
4.1 Grundgesetze	38
4.1.1 Emissionsgrad (Stefan-Boltzmann-Gesetz)	39
4.1.2 Absorptionsgrad (Kirchhoff'sches Gesetz)	40

4.2	Wärmeaustausch durch Strahlung.	41
4.2.1	Gesamtwärmeübergangskoeffizient bei Strahlung und Konvektion	44
4.2.2	Einstrahlzahl.	46
4.2.3	Gesamtwärmeübergangskoeffizient für thermisch aktive Bauteile	49
4.3	Bedeutung der Sonnenstrahlung für die Heizung und Kühlung von Gebäuden.	51
4.3.1	Einfluss auf die Raumerwärmung	54
4.3.2	Einfluss auf die Kühllast	54
5	Wärmedurchgang	59
5.1	Wärmedurchgangsbeziehungen.	59
5.1.1	Wärmedurchgangskoeffizient für thermisch aktive Wände	61
5.1.2	Wärmedurchgangskoeffizient für Rohre.	66
5.2	Wärmeübertrager.	70
5.2.1	Gleich-, Gegen- und Kreuzstrom	70
6	Isolierung	79
6.1	Wärme- bzw. Kälteschutz.	79
6.2	Wasserdampfdiffusion.	82
7	Anwendungen der Wärmeübertragung	91
7.1	Wärme- und Kühlbedarf als Gebäudeeigenschaft	91
7.1.1	Heizung.	91
7.1.1.1	Wärmebedarf (Heizlast).	92
7.1.1.2	Heizungseinrichtungen	93
7.1.2	Kühlung	104
7.1.2.1	Kühlbedarf (Kühllast) (s. Abschn. 4.3)	104
7.1.2.2	Kühleinrichtungen	111
7.2	Solarthermie.	124
7.2.1	Strahlungsverdichtende Kollektoren	126
7.2.2	Kollektoren ohne Strahlenverdichtung	129
7.2.3	Solarthermische Systeme	136
7.3	Geothermie.	138
8	Thermodynamik der Wärmeübertragung	141
8.1	Die Irreversibilität bei der Wärmeübertragung.	144
8.2	Exergie und Exergieverlust	149

8.3 Energetische Betrachtung des Heizens und Kühlens in der
Gebäudesystemtechnik..... 155

Anhang 161

Literatur- und Quellenverzeichnis..... 185

Stichwortverzeichnis 187