

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