

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einführung	15
1.1 Thermische Zustandsgrößen.....	15
1.1.1 Temperatur.....	15
1.1.2 Volumen.....	16
1.1.3 Druck.....	16
1.1.4 Zustandsgrößen	18
1.2 Thermische Zustandsgleichung.....	18
1.3 Thermodynamische Systeme.....	21
1.4 Prozesse	22
2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik	25
2.1 Erster Hauptsatz mit der inneren Energie	25
2.1.1 Energieart Arbeit und p,V-Diagramm.....	26
2.1.2 Energieart Wärme.....	29
2.2 Erster Hauptsatz mit der Enthalpie	32
3 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und die Entropie	43
3.1 Exergie und Anergie	52
3.2 Zustandsänderung und Zustandsgleichung eines Fluids	62
3.2.1 Zustandsänderung und Zustandsgleichung kompressibler Fluide (Gase).....	63
3.2.2 Zustandsänderung und Zustandsgleichung der inkompressiblen Fluide (Flüssigkeiten).....	74
3.3 Dämpfe	75
3.3.1 Gas-Dampf-Gemische: Feuchte Luft.....	83
3.3.1.1 Zustandsänderungen feuchter Luft.....	90
3.4 Kreisprozesse.....	95
3.4.1 Exergiebetrachtung des Kreisprozesses	102
4 Stationäre Fließprozesse	105
4.1 Strömungsprozesse.....	109
4.1.1 Nichtadiabate Strömungsprozesse (Wärmeerzeuger, Luftheritzer, Kühler, Kondensatoren etc.).....	109
4.1.2 Adiabate Strömungsprozesse	110

4.2	Arbeitsprozesse der Fluidenergiemaschinen.....	114
4.2.1	Adiabate Expansion und Verdichtung	115
4.2.2	Nichtadiabatische Verdichtung	116
4.3	Kraftwirkungen der Strömungsvorgänge (Strömungsmaschinen, Ventilatoren, Pumpen).....	122
4.3.1	Kraftwirkung translatorischer Impulsströme	125
4.3.2	Kraftwirkung durch Drehimpulse (Impulsmomente)	130
4.4	Schallgeschwindigkeit	135
4.5	Energieumwandlung bei Düsen und Diffusoren	136
4.5.1	Inkompressible Fluide ($z_1 = z_2$)	137
4.5.2	Kompressible Fluide	137
4.6	Mischungsprozesse	142
4.6.1	Isobar-isotherme Mischung idealer Gase	143
4.7	Wärmeübertragung	145
4.7.1	Wärmeleitung.....	152
4.7.2	Konvektiver Wärmeübergang.....	154
4.7.3	Wärmestrahlung.....	157
4.7.3.1	Grundlagen der Temperaturstrahlung	157
4.7.3.2	Wärmeübertragung durch Strahlungsaustausch	160
4.7.4	Wärmedurchgang.....	162
4.7.5	Wärmeübertrager.....	166
5	Kälteprozesse	173
5.1	Einleitung.....	173
5.2	Mechanischer Kälteprozess.....	174
5.2.1	Kaltdampf-Kälteprozess	174
5.2.2	Kaltgas-Kälteprozess	185
5.3	Thermischer Kälteprozess.....	187
6	Verbrennungsprozesse	195
6.1	Allgemeines.....	195
6.2	Energetik der Verbrennungsprozesse	197
7	Rationelle und regenerative Energiesysteme in der Gebäudetechnik	201
7.1	Die Wärmepumpe.....	201
7.2	Die Brennstoffzelle	207
7.3	Solarthermische Wärmenutzung	213

7.3.1	Strahlenverdichtende Kollektoren	216
7.3.2	Kollektoren ohne Strahlenverdichtung (Flachkollektoren)	218
7.4	Geothermische Energie.....	224
7.5	Energetische Nutzung der Biomasse.....	229
7.5.1	Allgemein.....	229
7.5.2	Energetische Bewertung	230
7.6	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	234
7.6.1	Allgemeines.....	234
7.6.2	Bewertung des HKW mit den Gleichungen aus Abschnitt 3.4	237
7.6.3	Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken (BHKW) in der Gebäudesystemtechnik.....	247
7.6.3.1	Gasmotor	247
7.6.3.2	Dampfmotor (geschlossenes System)	253
7.6.3.3	Stirling-Motor (geschlossenes System)	255
7.6.3.4	ORC-Prozess.....	260
Anhang		265
A1 Tabellen		265
A2 Literaturverzeichnis.....		273
Stichwortverzeichnis		275