

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
<b>1 Einführung.....</b>	<b>15</b>
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
<b>2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik.....</b>	<b>25</b>
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
<b>3 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und die Entropie.....</b>	<b>43</b>
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 Exergiebetachtung des Kreisprozesses.....	102
<b>4 Stationäre Fließprozesse.....</b>	<b>105</b>
4.1 Strömungsprozesse.....	109
4.1.1 Nichtadiabate Strömungsprozesse (Wärmeerzeuger, Lufterhitzer, 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
<b>5</b>	<b>Kälteprozesse .....</b>	<b>173</b>
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
<b>6</b>	<b>Verbrennungsprozesse.....</b>	<b>195</b>
6.1	Allgemeines.....	195
6.2	Energetik der Verbrennungsprozesse .....	197
<b>7</b>	<b>Rationelle und regenerative Energiesysteme in der Gebäudetechnik .....</b>	<b>201</b>
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
<b>Anhang</b> .....		<b>265</b>
A1 Tabellen .....		265
A2 Literaturverzeichnis.....		273
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....		<b>275</b>