

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Thermodynamik wozu?	1
1.2	Welche Aussagen macht die Thermodynamik?	1
1.3	Methoden der Thermodynamik.....	2
2	System und Zustand	4
2.1	System, Systemgrenze, Systemeigenschaften	4
2.1.1	Systeme.....	4
2.1.2	Systemeigenschaften	5
2.2	Zustand und Zustandsgrößen	8
2.2.1	Zustand und Prozess.....	8
2.2.2	Zustandsgrößen	9
2.3	Thermische Zustandsgleichung	18
2.3.1	Die individuelle Gaskonstante R_i	19
2.3.2	Die allgemeine Gaskonstante R	21
2.4	Zustandsdiagramme	23
3	Prozesse und Prozessgrößen	25
3.1	Prozesse	25
3.1.1	Zustandsänderungen durch Prozesse	26
3.2	Der Energieerhaltungssatz	30
3.3	Wärme, Wärmemenge, Wärmekapazität	31
3.3.1	Spezifische Wärmekapazität c	32
3.3.2	Spezifische Wärmekapazitäten von festen und flüssigen (gasförmigen) Stoffen in der Anwendung.....	38
3.3.3	Mischungstemperatur.....	40
3.3.4	Schmelz- und Verdampfungsenthalpie	42
3.4	Arbeit	45
3.4.1	Umwandlung mechanischer oder elektrischer Arbeit in thermische Energie.....	47
4	Der 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik	54
4.1	Die Innere Energie	54
4.2	Der 1. Hauptsatz für geschlossene Systeme	59
4.2.1	Ruhende Systeme.....	59
4.2.2	Bewegte Systeme	60
4.3	Der 1. Hauptsatz für offene Systeme.....	61
4.3.1	Stationäre Prozesse.....	61

4.4	Kalorische Zustandsgleichung.....	69
4.4.1	Innere Energie.....	69
4.4.2	Enthalpie	70
4.5	Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik.....	74
4.5.1	Die Entropie	76
4.6	Der 3. Hauptsatz der Thermodynamik.....	86
5	Zustandsänderungen idealer Gase	88
5.1	Die isochore Zustandsänderung ($V = \text{konst.}$)	89
5.2	Die isobare Zustandsänderung ($p = \text{konst.}$).....	93
5.3	Die isotherme Zustandsänderung ($T = \text{konst.}$).....	98
5.4	Die isentrope Zustandsänderung ($s = \text{konst.}$).....	103
5.5	Die polytrope Zustandsänderung.....	109
6	Gasmischungen, feuchte Luft und Dampf	121
6.1	Gasmischungen idealer Gase	121
6.1.1	Der Raumanteil und das Partialvolumen	121
6.1.2	Der Massenanteil	123
6.1.3	Die Dichte einer Gas Mischung	124
6.1.4	Die Molmasse einer Gas Mischung	125
6.1.5	Umrechnung Massenanteil in Raumanteil.....	125
6.1.6	Der Partialdruck p_i	125
6.1.7	Die spezifischen Wärmekapazitäten c_p und c_v	126
6.2	Dampf	130
6.2.1	Das Verhalten von reinen Stoffen am Beispiel Wasser.....	130
6.2.2	Zustandsgrößen von Nassdampf	135
6.2.3	Das T,s - und h,s -Diagramm für Wasser	137
6.3	Feuchte Luft (Gas-Dampf-Gemisch)	141
6.3.1	Absolute Feuchte.....	144
6.3.2	Relative Feuchte	145
6.3.3	Das spezifische Volumen feuchter Luft	146
6.3.4	Die spezifische Enthalpie feuchter Luft.....	147
6.3.5	Das h,x -Diagramm für feuchte Luft	150
7	Prozesse von Kraft- und Arbeitsmaschinen	155
7.1	Grundsätzliches zu Kreisprozessen.....	155
7.2	Vergleichsprozesse von Kraftmaschinen	161
7.2.1	Der Carnot-Prozess	161
7.2.2	Der Gleichraum-Prozess.....	167
7.2.3	Der Gleichdruck-Prozess	172
7.2.4	Der Seiliger-Prozess	177
7.2.5	Der Joule-Prozess	180

7.2.6	Der Stirling-Prozess	186
7.3	Der Clausius-Rankine-Prozess	191
7.4	Kältemaschinen und Wärmepumpe	195
7.4.1	Gaskältemaschinen	198
7.4.2	Dampfkältemaschinen	200
7.5	Der Verdichter	202
7.5.1	Der verlustlose Verdichter	203
7.5.2	Der reale Verdichter	205
7.5.2	Isentroper Turbinen- und Verdichterwirkungsgrad.....	212
8	Ausgewählte adiabate, rigide Strömungsprozesse	219
8.1	Grundlagen	219
8.1.1	Beschleunigte Strömung mit Druckabfall (rechts der Isentropen und unter der Isenthalpen)	222
8.1.2	Verzögerte Strömung mit Druckabfall (rechts der Isobaren und über der Isenthalpen)	222
8.1.3	Verzögerte Strömung mit Druckanstieg (rechts der Isentropen und links der Isobaren)	222
8.2	Die adiabate Drosselung	226
8.3	Die adiabate Düsen- und Diffusorströmung	229
8.3.1	Düse.....	229
8.3.2	Diffusor	233
8.4	Querschnittsflächen bei isentroper Düsen- und Diffusorströmung	237
8.4.1	Düse (beschleunigte Strömung).....	238
8.4.2	Diffusor (verzögerte Strömung).....	238
9	Wärmeübertragung	243
9.1	Wärmeleitung.....	246
9.1.1	Wärmeleitung durch eine ebene Wand	247
9.1.2	Wärmeleitung durch mehrschichtige ebene Wände	252
9.1.3	Wärmeleitung durch zylindrische Wände.....	255
9.2	Wärmeübergang.....	259
9.2.1	Berechnung der Wärmeübergangszahl über die Nußelt-Zahl.....	262
9.2.2	Nußelt-Beziehungen beim Phasenwechsel	276
9.3	Wärmedurchgang	286
9.4	Temperaturstrahlung	292
9.4.1	Wärmeübertragung durch Strahlung	302
9.4.2	Das Strahlungsverhalten von Gasen	307
9.5	Wärmeübertrager	308
9.5.1	Berechnung von Rekuperatoren	311

10	Tabellen	333
11	Formelzeichen, Indizes, Abkürzungen	343
12	Literaturverzeichnis	346
13	Fachwörterlexikon	348
	Deutsch – Englisch	348
	Englisch – Deutsch	356
	Index	364