

Inhaltsverzeichnis

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	5
2.1	System, Systemgrenze, Systemeigenschaften.....	5
2.1.1	Systeme.....	5
2.1.2	Systemeigenschaften.....	6
2.2	Zustand und Zustandsgrößen	9
2.2.1	Zustand und Prozess	9
2.2.2	Zustandsgrößen	10
2.3	Thermische Zustandsgleichung	18
2.3.1	Die individuelle Gaskonstante R_i	19
2.3.2	Die allgemeine Gaskonstante R	22
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.....	36
3.3.3	Mischungstemperatur.....	38
3.3.4	Schmelz- und Verdampfungsenthalpie	40
3.4	Arbeit	43
3.4.1	Umwandlung mechanischer oder elektrischer Arbeit in thermische Energie	44
4	Der 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik	51
4.1	Die Innere Energie	51
4.2	Der 1. Hauptsatz für geschlossene Systeme.....	56
4.2.1	Ruhende Systeme.....	56
4.2.2	Bewegte Systeme.....	57

4.3	Der 1. Hauptsatz für offene Systeme	58
4.3.1	Stationäre Prozesse	58
4.4	Kalorische Zustandsgleichung	64
4.4.1	Innere Energie	64
4.4.2	Enthalpie	65
4.5	Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	69
4.5.1	Die Entropie	71
4.6	Der 3. Hauptsatz der Thermodynamik	80
5	Zustandsänderungen idealer Gase	83
5.1	Die isochore Zustandsänderung ($V = \text{konst.}$)	85
5.2	Die isobare Zustandsänderung ($p = \text{konst.}$)	88
5.3	Die isotherme Zustandsänderung ($T = \text{konst.}$)	93
5.4	Die isentrope Zustandsänderung ($s = \text{konst.}$)	97
5.5	Die polytrope Zustandsänderung	103
6	Gasmischungen, feuchte Luft und Dampf	115
6.1	Gasmischungen idealer Gase	115
6.1.1	Der Raumanteil und das Partialvolumen	115
6.1.2	Der Massenanteil	117
6.1.3	Die Dichte einer Gasmischung	118
6.1.4	Die Molmasse einer Gasmischung	118
6.1.5	Umrechnung Massenanteil in Raumanteil	119
6.1.6	Der Partialdruck p_i	119
6.1.7	Die spezifischen Wärmekapazitäten c_p und c_v	120
6.2	Dampf	123
6.2.1	Das Verhalten von reinen Stoffen am Beispiel Wasser	123
6.2.2	Zustandsgrößen von Nassdampf	128
6.2.3	Das T,s - und h,s -Diagramm für Wasser	130
6.3	Feuchte Luft (Gas-Dampf-Gemisch)	135
6.3.1	Absolute Feuchte	137
6.3.2	Relative Feuchte	137
6.3.3	Das spezifische Volumen feuchter Luft	139
6.3.4	Die spezifische Enthalpie feuchter Luft	140
6.3.5	Das h,x -Diagramm für feuchte Luft	142
7	Prozesse von Kraft- und Arbeitsmaschinen	147
7.1	Grundsätzliches zu Kreisprozessen	147
7.2	Vergleichsprozesse von Kraftmaschinen	153
7.2.1	Der Carnot-Prozess	153
7.2.2	Der Gleichraum-Prozess	159
7.2.3	Der Gleichdruck-Prozess	164
7.2.4	Der Seiliger-Prozess	169

7.2.5	Der Joule-Prozess	173
7.2.6	Der Stirling-Prozess	178
7.3	Der Clausius-Rankine-Prozess	183
7.4	Kältemaschinen und Wärmepumpe	187
7.4.1	Gaskältemaschinen	190
7.4.2	Dampfkältemaschinen	191
7.5	Der Verdichter	194
7.5.1	Der verlustlose Verdichter	194
7.5.2	Der reale Verdichter	197
7.5.3	Isentroper Turbinen- und Verdichterwirkungsgrad	204
8	Ausgewählte adiabate, rigide Strömungsprozesse	211
8.1	Grundlagen	211
8.2	Die adiabate Drosselung	218
8.3	Die adiabate Düsen- und Diffusorströmung	220
8.3.1	Düse	220
8.3.2	Diffusor	225
8.4	Querschnittsflächen bei isentroper Düsen- und Diffusorströmung	228
9	Wärmeübertragung	235
9.1	Wärmeleitung	238
9.1.1	Wärmeleitung durch eine ebene Wand	239
9.1.2	Wärmeleitung durch mehrschichtige ebene Wände	244
9.1.3	Wärmeleitung durch zylindrische Wände	247
9.2	Wärmeübergang	250
9.2.1	Berechnung der Wärmeübergangszahl über die Nußelt-Zahl	253
9.2.2	Nußelt-Beziehungen beim Phasenwechsel	269
9.3	Wärmedurchgang	277
9.4	Temperaturstrahlung	282
9.4.1	Wärmeübertragung durch Strahlung	292
9.4.2	Das Strahlungsverhalten von Gasen	296
9.5	Wärmeübertrager	297
9.5.1	Berechnung von Rekuperatoren	300
10	Tabellen	319
11	Formelzeichen, Indizes, Abkürzungen	329
12	Literaturverzeichnis	333
13	Fachwörterlexikon	335
	Deutsch – Englisch	335
	Englisch – Deutsch	343
	Index	351