

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5		
Formelzeichen und Einheiten	8		
Einleitung	10		
1 Physikalisch-wärmetechnische Grundlagen	11		
1.1 Wärmedehnung fester, flüssiger gasförmiger Stoffe	11		
1.1.1 Wärmedehnung fester Stoffe	11		
1.1.2 Wärmeausdehnung bei Flüssigkeiten	13		
1.1.3 Wärmeausdehnung der Gase	13		
1.2 Zustandsgrößen der Gase	14		
1.2.1 Volumen V , spez. Volumen v , Dichte ϱ	14		
1.2.2 Druck und Druckmessung	16		
1.2.3 Temperatur, Temperaturmessung	20		
1.3 Spezifische Wärmekapazität, Anwendungen	23		
1.3.1 Wahre und mittlere spez. Wärmekapazität	23		
1.3.2 Spezifische Wärmekapazitäten von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	24		
1.3.3 Anwendung: Mischungstemperatur	24		
1.3.4 Schmelzen und Verdampfen	26		
1.4 Gasgesetze; Zustandsgleichung der Gase	28		
1.4.1 Gasgesetz von Boyle-Mariotte	28		
1.4.2 Gasgesetz von Gay-Lussac	29		
1.4.3 Die allgemeine Zustandsgleichung der Gase	29		
1.4.4 Avogadro-Konstante, Massebegriff Mol, Molvolumen, universelle Gaskonstante R	33		
1.5 Wärme und Arbeit	35		
1.5.1 Der erste Hauptsatz der Wärmelehre	35		
1.5.2 Mechanische und elektrische Energie wird in Wärmeenergie umgewandelt	36		
1.5.3 Gas und Dämpfe; Umwandlung von Wärme in Arbeit	38		
2 Die Zustandsänderungen der Gase und ihre Darstellung im p,v- und T,s-Diagramm	55		
2.1 Isochore ZÄ (gleichbleibendes Volumen), Isovolume	55		
2.2 Isobare ZÄ (gleichbleibender Druck)	57		
2.3 Isotherme ZÄ (gleichbleibende Temperatur)	60		
2.4 Adiabate (isentrope) ZÄ (ohne Wärmeeinwirkung)	62		
2.5 Polytropische ZÄ	65		
2.6 Die Entropie und das T,s -Diagramm (Wärmediagramm)	69		
2.6.1 Entropie-Diagramme, allgemeine Grundlage	70		
2.7 Die T,s -Diagramme der besprochenen ZÄ	73		
2.7.1 Die Isochore ($v = \text{konst.}$) im T,s -Diagramm	73		
2.7.2 Die Isobare ($p = \text{konst.}$) im T,s -Diagramm	74		
2.7.3 Die Isotherme ($T = \text{konst.}$) im T,s -Diagramm	75		
2.7.4 Die isentrope (adiabatische) ZÄ im T,s -Diagramm	76		
2.7.5 Die polytropische ZÄ im T,s -Diagramm	77		
2.8 Ein T,s -Diagramm für Luft	79		
2.8.1 Zusammenfassung zu einem T,s -Diagramm für Luft	81		
2.8.2 Beispiele zur Anwendung des T,s -Diagramms	83		
3 Kreisprozesse mit Maschinen	85		
3.1 Ein Kreisprozeß mit einer Brennkraft-Kolbenmaschine; Beispiel	85		
3.2 Vom 1. zum 2. Hauptsatz der Wärmelehre	88		

3.2.1	Der 2. Hauptsatz der Wärmelehre und der Carnotprozeß	90
3.3	Abwärme und Frischwärme beim Kreisprozeß; Bedeutung des Carnotprozesses; Kälteprozeß	92
3.4	Ausgeführte Kraftmaschinen-Kreisprozesse	93
3.4.1	Ottoprozeß für den Benzin-Kolbenmotor	94
3.4.2	Dieselprozeß im p,v - und T,s -Diagramm	96
3.4.3	Der Seiligerprozeß	99
3.4.4	Der „einfache offene“ Gasturbinen-Kreisprozeß	100
3.5	Ausgeführte Arbeitsmaschinen-Prozesse	106
3.5.1	Kolbenverdichter	106
3.5.2	Mehrstufige Verdichtung	109
3.5.3	Der Kolbenverdichter im T,s -Diagramm	113
3.6	Linkslaufender Carnotprozeß, Kältemaschine, Wärmepumpe	115
3.6.1	Linkslaufender Carnotprozeß, Leistungsziffer ε	115
3.6.2	Der Kältemaschinenprozeß	117
3.6.3	Die Wärmepumpe	120
3.7	Die wirklichen Maschinen. Verluste, die über den η_{th} hinaus zum η_e führen. Kolben- und Strömungsmaschinen	121
3.7.1	Umkehrbare und nicht umkehrbare (reversible und irreversible) Vorgänge	122
3.7.2	Verluste durch Reibung, Wärmeleitung, Drosselung	123
3.7.3	Die zusätzlichen Verluste bei der Energie-Umwandlung in den Kolben- und Strömungsmaschinen . .	124
3.7.4	Die Kolbenmaschinen	124
3.7.5	Die Strömungsmaschinen	127
4	Der Wasserdampf	131
4.1	Zustandsgrößen p , t , v – vom Wasser bis zum Heißdampf	132
4.2	Das h,p -Diagramm von Wasser bis Heißdampf	135
4.3	Das T,s- und das h,s-Diagramm von Wasserdampf	138
4.4	ZÄ des Wasserdampfes; Beispiele	142
4.4.1	Isovolumen (Isochore) ZÄ	142
4.4.2	Isobare ZÄ	143
4.4.3	Isothermische ZÄ	145
4.4.4	Die isentrope und die polytrope ZÄ; Zwischenüberhitzung	146
4.4.5	Drosselung	149
4.5	Der Clausius-Rankine-Dampfkraftprozeß	150
4.5.1	Darstellung im T,s - und im h,s -Diagramm	150
4.5.2	Vorteile des Hochdruck-Hochtemperatur-Kreisprozesses	152
4.5.3	Der Dampfkraftprozeß im Kernkraftwerk	153
4.6	Dampfturbinen, Dampfkraftprozeß, Kopplung von Kraft und Wärme	157
5	Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung durch Kreislaufkombinationen	159
5.1	Vergleich verschiedener Prozesse	159
5.1.1	Gasturbinenprozeß (Jouleprozeß) .	159
5.1.2	Dampfturbinenprozeß (Rankineprozeß)	160
5.2	Gas- und Dampfturbinenprozeß (GuD-Prozeß) (Kombination von Joule- und Rankineprozeß	161
5.3	Joule-Ericsson-Rankine-Prozeß .	164
5.4	2fach-Dampfprozeß (2fach-Rankine-Prozeß)	167
5.5	Organik-Rankine-Prozeß (ORC-Prozeß)	167
	Anhang	171
	Zusammenfassung der wichtigsten Gleichungen	178
	Literaturverzeichnis	183
	Stichwortverzeichnis	185