

# Inhalt

■	<b>Einleitung</b>	<b>21</b>
■	<b>Teil I: Grundlagen</b>	
■	<b>1 Eine kurze Einführung in die Thermodynamik</b>	<b>27</b>
	Definition der Thermodynamik	27
	Eine kurze Geschichte der Thermodynamik	28
	Makroskopische Thermodynamik und statistische Thermodynamik	30
	Die Rolle der Thermodynamik in der Physik und den anderen Naturwissenschaften	31
■	<b>2 Ein klein wenig Mathematik</b>	<b>33</b>
	Absolute Größen, Differenzen und Differentiale	33
	Ableitungen und partielle Ableitungen	34
	Vom Differential zur Differenz: Integralrechnung	39
■	<b>Teil II: Die wichtigsten Begriffe der Thermodynamik</b>	
■	<b>3 Alles über Wärmephänomene</b>	<b>43</b>
	Wärme führt zur Ausdehnung von Körpern	43
	Wärme kann gespeichert werden	46
	Wärme kann transportiert werden	51
■	<b>4 Den Zustand eines System beschreiben: Zustandsgrößen</b>	<b>59</b>
	Sie bestimmen den Zustand eines Systems: Die Zustandsgrößen	59
	Der Druck wird durch die Bewegung von Teilchen verursacht	60
	Auch die Temperatur wird durch Bewegung verursacht	65
	Man kann sie mikroskopisch oder makroskopisch angeben: Die Stoffmenge	70
	Jedes System enthält Energie: Die innere Energie	72
	Eine schwer zu fassende Größe: Die Entropie	73

<b>5</b>	<b>Ab jetzt wird es dynamisch: Zustandsänderungen</b>	<b>77</b>
	Der Behälter besitzt einen beweglichen Deckel: Isobare Änderungen 78	
	Der Behälter besitzt einen festen Deckel: Isochore Änderungen 80	
	In einem Wärmebad: Isotherme Änderungen 81	
	Das System ist isoliert: Adiabatische Änderungen 82	
	Von großer technischer Bedeutung: Isentrope und polytrope Änderungen 86	
<b>6</b>	<b>Abstrakt, aber hilfreich: Thermodynamische Potentiale</b>	<b>91</b>
	Definition des Begriffs des thermodynamischen Potentials 91	
	Die wichtigsten thermodynamischen Potentiale 94	
	Ende der theoretischen Betrachtung: Anwendungen und Beispiele 100	
<b>Teil III: Das wichtigste über Gase</b>		
<b>7</b>	<b>Die Beschreibung von Gasen: Zustandsgleichungen</b>	<b>107</b>
	Es ist zwar eine Näherung, aber eine gute: Das ideale Gasgesetz 108	
	In der Realität gibt es Abweichungen: Die van-der-Waals-Gleichung 115	
	Jenseits des Kritischen Punkts ist alles anders 118	
<b>8</b>	<b>Freiheitsgrade und Bewegungen: Energetische Betrachtungen</b>	<b>123</b>
	Es gibt viele Möglichkeiten, sich zu bewegen: Freiheitsgrade 123	
	Auch bei der inneren Energie spielen die Freiheitsgrade eine Rolle 128	
	Nicht alle Teilchen sind gleich schnell: Geschwindigkeitsverteilungen 130	
<b>Teil IV: Die Hauptsätze der Thermodynamik</b>		
<b>9</b>	<b>Es geht ums Gleichgewicht: Der nullte Hauptsatz</b>	<b>135</b>
	Thema des nullten Hauptsatzes: Das thermische Gleichgewicht 135	

- Formulierungen des nullten Hauptsatzes 136
- Bedeutung und Anwendungen 137
- Es geht darüber hinaus: Das thermodynamische Gleichgewicht 138

## 10 Er beschäftigt sich mit der Energie: Der erste Hauptsatz 141

- Thema und Formulierungen 141
- Vergleich der Formulierungen 142
- Bedeutung und Anwendungen 144

## 11 Die Entropie kommt ins Spiel: Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik 151

- Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik 151
- Vergleich der Formulierungen 152
- Die Entropie zum Zweiten 154
- Die Entropie und die Ordnung 157
- Ein kurzer Ausflug in die Welt der Perpetua mobilia 158

## 12 Der absolute Nullpunkt ist unerreichbar: Der dritte Hauptsatz 161

- Zwei Themen: Der Nullpunkt und die Entropie 161
- Kurz und knapp: Die Formulierungen 161
- Vergleich der Formulierungen 162
- Der Nullpunkt und die Entropie 163

## Teil V: Thermodynamik in der Praxis

## 13 Besser geht es nicht: Ideale thermodynamische Prozesse 167

- Alles über Prozesse 168
- Der theoretisch beste Prozess: Der Carnotprozess 171
- Die ideale Gasturbine: Der Joule-Kreisprozess 176
- Das ideale Dampfkraftwerk: Der Clausius-Rankine-Prozess 179
- Nicht die Arbeit, sondern die Temperatur ist das Ziel: Wärmepumpe und Kältemaschine 181

<b>14</b>	<b>Reale Prozesse I: Wärmekraftmaschinen</b>	<b>189</b>
	Wärmekraftmaschinen: Eine Übersicht	189
	Er bewegt uns seit mehr als 100 Jahren: Der Ottomotor	190
	Eine solide Alternative: Der Dieselmotor	195
	Pendeln zwischen heiß und kalt: Der Stirlingmotor	199
	Ein kurzer Blick auf die Dampfmaschine	203
	Vergleich der Wärmekraftmaschinen	205
<b>15</b>	<b>Eher feucht: Die Thermodynamik von Dämpfen und Gasgemischen</b>	<b>209</b>
	Dampf ist gasförmiges Wasser	209
	Es frischt auf: Die Luftfeuchtigkeit	213
	Whiskey on the Rocks: Zweistoffgemische	217
	<b>Teil VI: Statistische Thermodynamik</b>	
<b>16</b>	<b>Grundlagen der statistischen Thermodynamik</b>	<b>225</b>
	Zur Problemstellung	226
	Kopf oder Zahl: Zufallsexperimente	227
	Je mehr Möglichkeiten es gibt, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit	228
	Erwartungswert und Standardabweichung	231
	Die Krönung der Statistik: Wahrscheinlichkeitsverteilungen	233
<b>17</b>	<b>Eine statistische Betrachtung der Thermodynamik</b>	<b>239</b>
	Mikrozustände und Makrozustände	239
	Unvorstellbar viele Möglichkeiten: Der Phasenraum	242
	<b>Glossar</b>	<b>251</b>
	<b>Lösungen</b>	<b>261</b>
	<b>Index</b>	<b>281</b>