

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Biologie und Chemie des Kochens	1
1.1 Was beim Garen geschieht	2
1.2 Gemüse	2
1.3 Fleisch	5
1.4 Spaghetti kochen – Erhitzen von Stärke	9
1.5 Garverfahren	11
2 Wasser und Dampf – Kochen im Schnellkochtopf	13
2.1 Die Erfindung des Schnellkochtopfs	14
2.2 Zustände thermodynamischer Systeme	17
2.3 Phasenänderungen beim Erhitzen von Wasser	21
2.4 v - T -Diagramm und Verdampfungsenthalpie	24
2.5 Sieden bei höherem Druck	26
2.6 Kochen im Schnellkochtopf	33
3 Phasenübergänge in der Natur – Dampf, Tau und Nebel	47
3.1 Geysire	48
3.2 Gasgemische	58
3.3 Verdampfen und Verdunsten	61
3.4 Kochen im Gebirge	65
3.5 Luftfeuchtigkeit	67
3.6 Taubildung und Taupunkttemperatur	70
3.7 Nebel und Wolken	76
4 Das ideale Gas – Cornelis Drebbels Wunderapparat	79
4.1 Der Apparat von Cornelis Drebbel	80
4.2 Die Zustandsgleichung des idealen Gases	84
4.3 Drebbels Apparat als Barometer und Thermometer	88
5 Fundamentale Konzepte: Kinetische Gastheorie	97
5.1 Die Begründung der Thermodynamik aus der klassischen Mechanik	98
5.2 Mikroskopisches Modell des idealen Gases	99
5.3 Statistische Beschreibung des Drucks	100
5.4 Zustandsgleichung des idealen Gases	104
5.5 Maxwell-Boltzmann-Verteilung	110

5.6	Luft, statistisch betrachtet	116
5.7	Brownsche Bewegung	121
5.8	Reale Gase	127
6	Der erste Hauptsatz – Thermodynamik des Backofens	129
6.1	Der Sonntagsbraten als thermodynamisches Problem	130
6.2	Systemgrenzen	132
6.3	Energieformen	134
6.4	Innere Energie	135
6.5	Gesamtenergie	137
6.6	Wärme und Arbeit	138
6.7	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	148
6.8	Spezifische Wärmekapazität	152
6.9	Spezifische Wärmekapazität von Gasen	158
6.10	c_V , c_p und die Mathematik des ersten Hauptsatzes	158
6.11	Wärmekapazitäten und der Gleichverteilungssatz	163
6.12	Modelle für Festkörper und Flüssigkeiten	168
6.13	Isobare Prozesse und die Enthalpie	171
6.14	Erster Hauptsatz für stationäre Fließprozesse	173
7	Adiabatische Prozesse – Luftdruck, Thermik und Wolken	179
7.1	Die barometrische Höhenformel	180
7.2	Temperaturmessungen mit Radiosonden	186
7.3	Thermik	190
7.4	Der adiabatisch-reversible Prozess	195
7.5	Der Aufstieg eines Luftpaketes	198
7.6	Thermik und Temperaturkurve	200
7.7	Feuchtadiabatischer Aufstieg	202
7.8	Wolkenbildung	203
7.9	Höhenabhängigkeit der Taupunkttemperatur	207
8	Thermodynamische Kreisprozesse – Heizen mit Wärmepumpen	209
8.1	Klimawandel und CO ₂ -Emissionen	210
8.2	Mit kalter Luft heizen?	212
8.3	Die Carnot-Wärmepumpe	215
8.4	Leistungszahl von Wärmepumpen	224
8.5	Die Carnot-Wärme­kraftmaschine	227
8.6	Wärmepumpen zur Wohnungsheizung	228
8.7	Leistungszahlen in der Praxis	230
8.8	Primärenergiebilanz von Wärmepumpen	231
8.9	Der Kältemittelkreislauf in einer Wärmepumpe	232
8.10	Kältemittel	236
8.11	Quantitative Analyse des Kältemittelkreislaufs	237

9	Fundamentale Konzepte: Die Entropie als Zustandsgröße	241
9.1	Die Qualität der Energie	242
9.2	Die Entropie der inkompressiblen Substanz	245
9.3	Adiabatische Erreichbarkeit als Ordnungsrelation	248
9.4	Die Entropie	254
9.5	Die Entropie des idealen Gases	257
9.6	Unterirdische Verbindungen	260
10	Fundamentale Konzepte: Der zweite Hauptsatz	267
10.1	Irreversible Prozesse	268
10.2	Bilanzgleichung für die Entropie	269
10.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	275
10.4	Entropieerzeugung in irreversiblen Prozessen	278
10.5	Das Maximum der Entropie	280
10.6	Freie Energie und freie Enthalpie	281
10.7	Klassische Fassungen des zweiten Hauptsatzes	285
10.8	Entropiebilanz für offene Systeme	292
11	Fundamentale Konzepte: Mikroskopische Deutung der Entropie	295
11.1	Irreversibilität und die Zerstreuung von Energie	296
11.2	Makrozustand und Mikrozustände	298
11.3	Statistische Mechanik: Das Zählen von Zuständen	299
11.4	Das Boltzmann-Einstein-Modell	300
11.5	Die Verbindung zur Thermodynamik	304
11.6	Die Boltzmann-Verteilung	307
11.7	Mikroskopische Begründung der Irreversibilität	312
12	Kraftwerksprozesse – Strom von der Sonne	315
12.1	Solkraftwerke in der Wüste	316
12.2	Grundaufbau eines solarthermischen Kraftwerks	322
12.3	Der Kraftwerksprozess	324
12.4	Gas-und-Dampf-Kraftwerke	333
12.5	Kraft-Wärme-Kopplung	334
13	Mechanismen der Wärmeübertragung – Windchill	335
13.1	Windchillmessungen in der Antarktis	336
13.2	Die Mechanismen der Wärmeübertragung	342
13.3	Wärmeleitung	343
13.4	Wärmeübertragung durch Strahlung	347
13.5	Wärmeübertragung durch Konvektion	360
13.6	Der Behälter von Siple und Passel	369
13.7	Thermische Netzwerke	375

14	Instationäre Wärmeleitung – Das perfekte Frühstücksei	379
14.1	Die Wärmeleitungsgleichung	380
14.2	Die gleichmäßige Erwärmung	382
14.3	Morgen bringe ich sie um	386
14.4	Warum sich Metall kalt und Holz warm anfühlt	393
A	Literatur und Bildnachweis	401
B	Tabellen und Symbolverzeichnis	409
	Sachregister	425