

CARL HANSER VERLAG

Volker Sperlich

**Übungsaufgaben zur Thermodynamik mit Mathcad**

3-446-21603-0

[www.hanser.de](http://www.hanser.de)

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Größen und Einheiten der Thermodynamik</b> . . . . .	9
1.1 Größen und Einheiten, allgemein . . . . .	9
1.2 Grundgrößen . . . . .	10
1.3 Abgeleitete Größen . . . . .	12
<b>2 Thermodynamische Systeme</b> . . . . .	17
<b>3 Zustandsgleichung</b> . . . . .	18
<b>4 Energien, der Erste Hauptsatz</b> . . . . .	21
4.1 Geschlossenes System (innere Energie, Arbeit, Wärme, 1. Hauptsatz) . .	21
4.1.1 Energien im ruhenden geschlossenen System. . . . .	21
4.1.2 Äußere Energien . . . . .	25
4.2 Offenes System (Enthalpie, technische Arbeit, Wärme) . . . . .	26
<b>5 Entropie und T-s-Diagramm</b> . . . . .	30
<b>6 Zustandsgleichungen für ideale (perfekte) Gase</b> . . . . .	32
6.1 Zustandsänderungen idealer Gase bei konstantem Polytropenexponent . .	33
6.2 Allgemeine Zustandsänderungen idealer Gase. . . . .	49
<b>7 Kreisprozesse, Carnot-Prozess</b> . . . . .	50
<b>8 Der Zweite Hauptsatz</b> . . . . .	54
<b>9 Exergie und Anergie, irreversible Prozesse</b> . . . . .	58
9.1 Exergie und Anergie eines geschlossenen Systems (Exergie der inneren Energie). . . . .	58
9.2 Exergie eines Massenstromes (Exergie der Enthalpie) . . . . .	59
9.3 Exergie der Wärme . . . . .	60
9.4 Kraft-Wärme-Kopplung . . . . .	62
9.5 Spezielle irreversible Prozesse . . . . .	63
9.5.1 Reibungsarbeit bei isothermer Zustandsänderung eines idealen Gases im geschlossenen System . . . . .	63
9.5.2 Adiabate Drosselung eines idealen Gases im offenen System . . .	64
9.5.3 Adiabate Maschinen . . . . .	64
9.5.4 Wärmeübertragung . . . . .	66
<b>10 Mischung idealer Gase</b> . . . . .	68
<b>11 Spezifische Wärmekapazität idealer Gase</b> . . . . .	72
<b>12 Feuchte Luft</b> . . . . .	77

<b>13 Das Zustandsverhalten reiner Stoffe</b> . . . . .	83
13.1 Allgemeines . . . . .	83
13.2 Das Zustandsverhalten von Wasser . . . . .	84
<b>14 Verbrennung</b> . . . . .	96
14.1 Stoffbilanzen . . . . .	96
14.1.1 Gasförmige Brennstoffe . . . . .	96
14.1.2 Feste und flüssige Brennstoffe . . . . .	98
14.2 Brennwert, Heizwert und theoretische Verbrennungstemperatur . . . . .	100
14.2.1 Brennwert und Heizwert . . . . .	100
14.2.2 Theoretische Verbrennungstemperatur . . . . .	102
14.3 Wasserdampftaupunkt des Rauchgases . . . . .	103
14.4 Abgaskontrolle . . . . .	105
<b>15 Vergleichsprozesse für spezielle Maschinen</b> . . . . .	108
15.1 Otto-Prozess . . . . .	108
15.2 Diesel-Prozess . . . . .	110
15.3 Seiliger-Prozess . . . . .	110
15.4 Joule-Prozess . . . . .	111
15.5 Clausius-Rankine-Prozess . . . . .	112
15.6 Kaltdampfprozess zum Kühlen und Heizen . . . . .	114
15.7 Kombiniertes Gas- und Dampfturbinen-Prozess (GuD) . . . . .	114
<b>16 Wärmeübertragung</b> . . . . .	116
16.1 Wärmeleitung . . . . .	116
16.1.1 Ebene Wand . . . . .	116
16.1.2 Zylindrische Wand . . . . .	118
16.2 Konvektion . . . . .	119
16.3 Wärmedurchgang . . . . .	122
16.4 Wärmeübertrager . . . . .	125
16.5 Wärmestrahlung . . . . .	129
16.5.1 Emission . . . . .	129
16.5.2 Auftreffende Strahlung . . . . .	133
16.5.3 Wärmeübertragung durch Strahlung . . . . .	133
<b>17 Hinweise zum Arbeiten mit dem Übungsbuch</b> . . . . .	138
<b>18 Literaturverzeichnis</b> . . . . .	147
<b>19 Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	149