

Technische Thermodynamik

Kompaktkurs für das Bachelorstudium

Bearbeitet von
Wolfgang Heidemann

1. Auflage 2016. Buch. 494 S. Softcover
ISBN 978 3 527 33885 6
Format (B x L): 17,6 x 24,4 cm

[Weitere Fachgebiete > Technik > Energietechnik, Elektrotechnik > Thermische Energieerzeugung, Brennstoffenergietechnik](#)

Zu [Leseprobe](#) und [Sachverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


beck-shop.de
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beek-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Sachverzeichnis

a

Abgasturbine 286
 Ackeret-Keller-Prozess 289
 Aggregatzustand 125
 Anergie 243ff., 259
 Anfangszustand 426
 Anomalie
 – Wasser 128
 Arbeit 16ff., 34, 36, 47ff., 191, 248ff., 277
 – differenzielle 42, 248
 – effektive 307
 – elektrische 42, 52, 246, 259
 – geschlossenes System 184, 259
 – gewinnbare maximale 243ff., 259
 – indizierte 279
 – mechanische 36, 51, 246f., 259
 – offenes System 184
 – spezifische 17
 – technische 40f., 52, 251, 292, 306
 Arbeitsdrehzahl 285, 307
 Arbeitsdruck
 – mittlerer 280, 307
 Arbeitsfähigkeit
 – technische 243
 Arbeitsmittel 125ff., 298ff.
 – gasförmiges reales 134f., 149
 – ideales Gas 285
 Avogadro-Gesetz 135, 151
 Avogadro-Konstante 135

b

Befeuchtung
 – Flüssigkeit bzw. Dampf 376ff.
 Beharrungszustand 11, 21
 Bildungsenthalpie 463
 Brayton-Prozess 290
 Brennstoff 429
 – fester 434ff.
 – flüssiger 432ff.

– gasförmiger 432ff.
 – Summenformel 432ff.
 Brennwert 430ff.
 – Berechnung 433ff.
 Brennwertechnik 431

c

Carnot-Prozess 189ff., 288ff.
 – Leistungszahl 195, 197, 202
 – linksgängiger 197ff., 253
 – rechtsgängiger 195ff., 244
 – thermischer Wirkungsgrad 196, 201, 288
 Carnotisierung 297
 chemische Reaktion 425ff., 436
 Clausius-Clapeyron-Gleichung 134, 149
 Clausius-Rankine-Prozess 294ff., 310
 Clausiussche Ungleichung 90

d

Daltonsches Gesetz 362, 380
 Dampf 134
 – trocken gesättigter 144ff.
 – überhitzter 126ff., 144ff., 149
 Dampfdruckkurve 128, 134, 149, 366
 Dampfgehalt 127, 149
 Dampfkraftanlage 294, 310f.
 Dampfkraftprozess 293ff., 311
 – Clausius-Rankine-Prozess 294ff., 310
 Dampftafel 134, 149f.
 – Wasser 454ff.
 Desublimationslinie 127, 149
 Desublimieren 131, 149
 Dichte 9, 369
 Diesel-Prozess 282, 308
 – thermischer Wirkungsgrad 283f.
 Differenzial
 – totales 53, 465
 – vollständiges 22, 465
 Differenzialausdruck 465

- Diffusor 292, 309
- digitale Wasserdampf tafel (diWadata) 142
- Dissipationsarbeit 37f., 51, 105, 247ff.
- Dreiphasengebiet 130, 372ff.
- Drossel 305
- Drosselkoeffizient
 - isenthalper 189, 200
- Drosselung 48, 188, 304ff.
- Druck 9
- Druckänderungsarbeit 41, 183
 - spezifische 52

- e**
- Einheit
 - inkohärente 8
 - Umrechnung technischer Einheiten 451
- Einphasengebiet
 - dampfförmig 148f.
 - fest 131, 148
 - feuchte Luft 372ff., 381
 - flüssig 131, 148
 - gasförmig 148f.
- Einspritzverhältnis 282f., 308
- Eisnebelgebiet 372, 382
- Energie 21, 33f., 436
 - elektrische 293
 - freie 99ff.
 - innere 9ff., 33, 43ff., 138, 249
 - kinetische 9ff., 47, 138, 248, 292, 468
 - mechanische 46f.
 - potenzielle 9ff., 47, 138, 248
- Energiestrom 35, 55
- Enthalpie 9, 44ff., 136f.
 - feuchte Luft 370, 382
 - freie 99ff.
 - ideales Gas 137
 - realer Stoff 126
 - spezifische 10, 137, 256, 370ff., 382
- Enthalpieänderung 426
 - beim Phasenwechsel 53
 - ohne Phasenwechsel 53
- Entropie 9, 88ff., 94, 105, 137, 252ff.
 - Berechnung 97, 131
 - spezifische 91
- Entropieänderung 184, 364
 - äußere 89ff., 102ff.
- Entropiebilanz 100ff.
 - geschlossenes System 89
 - Kreisprozess 90
 - offenes System 90
- Entropieerzeugung 89ff., 105, 252ff.
- Entropiestrom 90ff., 105
- Ericson-Prozess 288f., 309
- Erstarren 131, 149
- Erstarrungslinie 126, 148
- Exergie 88, 243ff., 259
 - Arbeit 246, 259
 - geschlossenes System 248, 259
 - offenes System 250, 260
 - Wärme 244, 259
- Exergieänderung 249ff., 260
 - geschlossenes System 260
 - offenes System 260
- Exergieverlust 251ff.
 - spezifischer 252ff.
- Explosion 185
 - irreversible adiabate 185, 199

- f**
- Festkörper 97, 107, 131
 - Enthalpie 45
 - innere Energie 44
 - mit Phasenwechsel 45ff.
 - ohne Phasenwechsel 44ff.
 - thermische Zustandsgleichung 132
- Feuchte
 - relative 367f., 382
- feuchte Luft 361ff., 461f.
 - adiabate Mischung 374
 - Dichte 369
 - Enthalpie 370, 382
 - gesättigte 366ff., 381f.
 - spezifisches Volumen 369, 382
 - technische Trocknung 373
 - übersättigte 368, 381f.
 - ungesättigte 366ff., 381f.
 - Wassergehalt 368
- Feuchtegrad 367f., 382
- Freiheitsgrad 129
 - rotatorischer 138
 - translatorischer 138
- Fundamentalgleichung 98ff.

- g**
- Gas 134
 - ideales, *siehe* ideales Gas
 - reales 139, 149, 189
- Gas- und Dampfkraftprozess (GuD-Prozess) 297, 311
- Gasgemisch 361ff.
 - kalorische Zustandsgleichung 363
 - thermische Zustandsgleichung 363
- Gaskältemaschine 300, 302
- Gaskonstante
 - individuelle 135, 363
 - universelle 135

Gasttheorie
 – kinetische 467
 Gasturbine 94
 Gasturbinenanlage 35, 277, 289ff., 309ff.
 – geschlossene 290f.
 – offene 290ff.
 – thermischer Wirkungsgrad 291f.
 Gemisch 361, 380
 – ideales Gas 365, 380
 Gesamtarbeit 41, 47, 306
 Gibbs-Energie 99
 Gibbssche Fundamentalgleichung 96f., 107
 Gibbssche Phasenregel 129, 148
 Gleichdruckverbrennung 282
 Gleichgewicht
 – thermisches 18
 – thermodynamisches 9
 Gleichraumverbrennung 281ff.
 GuD-Prozess, *siehe* Gas- und
 Dampfkraftprozess
 Gütegrad 94ff., 106, 277, 287, 296ff.

h

h, s -Diagramm 142ff., 186, 294
 h, T -Diagramm 371
 $h_{G/L}, x$ -Diagramm 374ff.
 – schiefwinkliges 371
 Hauptsatz der Thermodynamik 18
 – erster 33ff., 49ff., 184ff., 426
 – nullter 18ff.
 – zweiter 87ff., 105f., 182
 Hebelgesetz 375ff.
 Heißgasmotor 287ff.
 – Vergleichsprozess 308f.
 Heizwert 279, 430ff.
 – Berechnung 433ff.
 Helmholtz-Energie 99
 Hubvolumen 278ff., 306ff.

i

ideale Gasgleichung 135ff., 150
 ideales Gas 97, 107, 135, 177ff., 185, 280
 – einfache Zustandsänderung 185, 198
 – Enthalpie 45
 – innere Energie 44
 – kalorische Zustandsgleichung 151
 – thermische Zustandsgleichung 11, 135,
 150, 186
 Indikatorgramm 278
 Irreversibilität 100, 200
 Isenthalpe 181, 198
 Isentrope 94, 182f.
 Isentropenexponent 138, 184

Isobare 177ff.
 Isochore 177ff.
 Isohygre 127
 Isotherme 177ff., 198

j

Joule-Prozess 290ff., 311
 – Gasturbinenanlage 35, 277, 289ff., 309ff.
 – Kaltgasprozess 300f., 311f.
 – Strahltriebwerk 309
 Joule-Thomson-Koeffizient 189, 200, 305

k

Kaltdampfprozess 302ff., 312
 Kältemaschine 88, 195ff., 299, 311
 Kältemittel 298, 302ff.
 Kaltgasprozess 300
 Kolbenmotor 278
 Kolbenverdichter 277, 299ff., 313
 Kompressibilitätskoeffizient 131, 148
 Kompressor 286, 308
 – Motoraufladung 285
 Kondensation 310ff.
 Kraftwerk 278
 Kreisprozess 13, 89f., 189, 201, 277
 – linksgängiger 193f., 201, 299
 – rechtsgängiger 190ff., 201
 Kreisprozessarbeit 191ff., 279f., 293f., 310
 – spezifische 201
 Kreisprozessleistung 191ff., 201
 kritischer Punkt 127, 149
 Kühlgrenztemperatur 379ff.

l

Ladeluftkühlung 285
 Ladungswechsel 279
 Leistung 17ff., 35, 41, 51, 250, 279
 Leistungszahl 194ff., 277, 301, 303ff.
 – Carnot-Prozess 195ff.
 Linde-Verfahren 304ff.
 Liquidus-Linie 372
 $\log(p), h$ -Diagramm 143ff., 302ff.
 Lufttrocknung
 – technische 373, 383
 Luftverflüssigung 304ff.
 Luftverhältnis 431ff.

m

Massenanteil 361
 Massenkonzentration 361, 380
 Massenstrom 91, 105, 191, 251, 374f.
 Maxwellsche Beziehung 99, 107
 Mindestluftmenge 431f.
 – Berechnung 433ff.

- Mischung
 – adiabate 364, 374ff., 383
 Mollier h, s -Diagramm 142ff.
 Mollier $h_{G/L}, x$ -Diagramm 371, 470
 Molmasse 10
 Motor 278ff.
 – Downsizing 287
 Motoraufladung 284ff., 299ff.
 – Kompressor 285
 – Turbolader 286
- n**
 Nassdampf 131, 142, 186ff., 199f., 303f.
 Nebelgebiet 372ff., 382
 Normzustand 11, 21
 Nutzarbeit 38, 52, 247, 259
- o**
 Oberflächenarbeit 42f.
 ORC-Prozess (Organic Rankine Cycle) 298f.
 Otto-Motor 281
 Otto-Prozess 281, 307
 – thermischer Wirkungsgrad 284
 Oxidation 429
- p**
 p, T -Diagramm 128, 366
 – Stoff ohne Anomalie 129
 – Wasser 129, 366
 p, v -Diagramm 126f., 177ff., 282ff.
 p, v, T -Diagramm 128
 Partialdruck 362ff.
 Phasenübergang 125ff.
 Polytropenexponent 183f.
 Produkt 425, 436
 Prozess
 – arbeitsabgebender 253ff.
 – arbeitsaufnehmender 253ff.
 – irreversibler 38, 51, 88ff., 100ff., 251ff.
 – linksgängiger 311
 – rechtsgängiger 190ff., 277ff., 288, 297
 – reversibler 51, 88ff., 100, 253
 Prozessgröße 14ff.
 Pumpe 294ff.
 Pumpenarbeit 295, 310
- r**
 Reaktand 425, 436
 Reaktion
 – chemische, *siehe* chemische Reaktion
 – endotherme 426ff.
 – exotherme 426ff.
 Reaktionsenthalpie 425ff., 436
 – molare 426
 Reaktionsgleichung 425, 436
 Realgasfaktor 139, 150
 Reibungsarbeit 37f., 51
 Rekuperation
 – thermische 299
 Rotationsenergie 43
- s**
 Sättigungszustand 367f.
 Satz von Hess 427ff.
 Satz von Schwarz 13
 Schadraumverhältnis 306ff.
 Schmelzdruckkurve 128ff., 149
 Schmelzen 45ff., 131, 149
 Schmelzlinie 126
 Seiliger-Prozess 283, 308
 SI-Einheit 8, 451
 Siedelinie 127, 149
 Solidus-Linie 372
 Spannungskoeffizient
 – isochorer 148
 Speisewasservorwärmung
 – regenerative 297
 Standardbedingung 427ff.
 Standardreaktionsenthalpie 427ff.
 Stauaufladung 286
 Stirling-Kaltgasprozess 302ff.
 Stirling-Prozess 287f., 302, 308
 Stirling-Wärmepumpe 302
 Stirlingmotor 277, 287f.
 Stoffanteil 362
 Stoffkonzentration 362, 380
 Stoßaufladung 286
 Strahltriebwerk 277, 292ff.
 Sublimationsdruckkurve 127ff., 149
 Sublimationslinie 127, 149
 Sublimieren 131, 149
 System 35
 – abgeschlossenes 5ff., 20
 – adiabates 5f., 20, 52, 93, 105
 – geschlossenes 5f., 20, 35, 47ff., 89ff., 105, 180ff., 191, 247ff., 259f.
 – heterogenes 8
 – offenes 5ff., 20, 35, 48ff., 91f., 105f., 180, 191, 250ff., 260, 426
 Systemgrenze 5, 20
 – adiabate 17
 – diatherme 43ff.
 Systemzustand
 – äußerer 9, 20, 33
 – innerer 9, 20, 33

t

T, s -Diagramm 142ff., 177ff., 282ff., 294ff.
 Taulinie 127, 149
 Taupunkt 366
 Teildruck *siehe* Partialdruck
 Temperatur 9ff., 22
 – Celsius 17ff.
 – Fahrenheit 19ff.
 – Kelvin 17
 – Rankine 19ff.
 – thermodynamische 17, 89
 Temperaturmessung 18ff.
 Translationsenergie 43
 Tripellinie 127, 148f.
 Tripelpunkt 128ff., 149
 Turbine 7, 106, 253ff., 287ff., 296

u

Überhitzung
 – isobare 295f., 310ff.
 Umgebung 100ff., 192

v

Van-der-Waals-Gleichung 141, 150
 Verbandsformel
 – Heizwertberechnung 434ff.
 Verbrennung 279, 427ff.
 – innere 280
 – vollständige 430
 Verbrennungsmotor 277ff., 299
 – realer 278, 307
 – Vergleichsprozess 278
 Verbrennungsreaktion 432ff.
 Verdampfen 45ff., 133f.
 Verdampfer 293
 Verdampfungsenthalpie 45ff., 149
 Verdichter 6f., 95, 106, 253ff., 286ff., 303ff.
 Verdichtungsverhältnis 278ff., 307f.
 Verdunstung 378
 Verdunstungskühlung 378ff.
 Verflüssigen 133f.
 Verflüssiger 294
 Verformungsarbeit 42, 52
 Vergleichsprozess 277ff., 288ff., 306f.
 Verschiebearbeit 39f., 51, 247f.
 Viertaktverfahren 278ff.
 Volumen 9
 – molares 10
 – spezifisches 45, 369, 382
 Volumenarbeit 37, 51, 183f., 247, 259, 306
 Volumenausdehnungskoeffizient
 – isobarer 148
 Volumenkonzentration 362, 380
 Volumenverhältnis 362

w

Wärme 6, 17ff., 34ff., 47ff., 92, 184ff., 248, 277ff., 292
 Wärme-Kraft-Prozess 190ff., 201, 277ff., 307
 Wärmekapazität
 – molare 138, 151
 – spezifische 44f., 132ff., 151, 300, 363f., 452f.
 Wärmekraftmaschine 88, 192
 Wärmepumpe 88, 195ff., 277, 299ff., 311f.
 Wärmestrom 17ff., 35, 91, 374
 Wärmeübertrager 7, 253ff., 287ff., 301ff., 373
 Wasserdampfpartialdruck 367, 382
 Wassergehalt 367f., 382
 – Heizen 373
 – Kühlen 373
 Wirkungsgrad
 – exergetischer 253ff.
 – mechanischer 279, 307
 – thermischer 192ff., 277ff., 288ff., 307ff.

z

Zustandsänderung 11f., 21
 – adiabate 106, 182ff., 199f., 281
 – einfache 177ff., 198, 277, 382
 – irreversible 14ff., 251ff.
 – isenthalpe 12ff., 186, 200
 – isentrope 12ff., 94, 106, 195ff.
 – isobare 12ff., 179ff., 198f.
 – isochore 12ff., 178ff., 198ff.
 – isotherme 12ff., 93, 180ff., 198f.
 – polytrope 183, 199
 – quasistatische 12ff.
 – reversible 14ff., 93, 105f., 182, 199, 244, 277, 281
 Zustandsdiagramm 11
 Zustandsgleichung 20, 43
 – kalorische 10, 21, 53, 148, 363
 – thermische 10f., 21, 132ff., 148, 363, 380
 Zustandsgröße (ZG) 9ff., 20ff.
 – extensive 9, 20, 33, 363
 – intensive 9, 20
 – kalorische 10, 20, 130ff., 369
 – molare 10, 20
 – spezifische 9, 20, 363ff.
 – thermische 10, 20, 130, 369
 Zweiphasengebiet 130ff., 372ff.
 – fest/dampfförmig 133, 148f.
 – fest/flüssig 133, 148
 – flüssig/dampfförmig 148f.
 Zweitakt-Motor 280, 307
 Zwischenüberhitzung 295f., 310