

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Aufgabe und Geschichte	1
1.2	Zur Lehrveranstaltung	4
1.3	Physikalische Größen und Größengleichungen	5
1.4	Fragen und Übungen	10
2	Die Systeme und ihre Beschreibung	13
2.1	Systeme und Energien	13
2.2	Gleichgewicht und Beharrungszustand	19
2.3	Stoff und Menge	23
2.4	Zustand, Zustandsgrößen und Zustandsdiagramme	27
2.5	Druck, Temperatur, Energie	30
2.6	Zustandsänderungen, Prozesse	35
2.7	Fragen und Übungen	40
3	Stoffeigenschaften	47
3.1	Thermische Dehnung	47
3.2	Verdampfen und Verflüssigen	49
3.3	Kritischer Punkt	53
3.4	Nassdampf	55
3.5	Erstarren, Sublimieren, Tripelzustände	64
3.6	Dämpfe und Gase	73
3.7	Stoffgemische	79
3.8	Fragen und Übungen	81
4	Energien	87
4.1	Energiegrößen und Erster Hauptsatz	87
4.2	Arbeit und Arbeitsleistung	93
4.3	Wärme, Wärmestrom und Innere Energie	100
4.4	Enthalpie und Enthalpiestrom	102
4.5	Energieumwandlung mit Kreisprozessen	107

4.6	Strömungsprozesse	115
4.7	Fragen und Übungen	118
5	Prozesse	123
5.1	Aussagen über Prozesse, Zweiter Hauptsatz	123
5.2	Entropie und Entropiestrom	128
5.3	Zustandsdiagramme	134
5.4	Energieumwandlung	142
5.5	Exergie und Anergie	150
5.6	Fragen und Übungen	158
6	Zustandsgleichungen Idealer Gase	169
6.1	Gasgleichung, Gaskonstanten, Normmolvolumen	169
6.2	Kalorische Zustandsgleichungen	173
6.3	Entropie und Entropiediagramme	178
6.4	Wärmekapazitäten und Isentropenexponent	183
6.5	Fragen und Übungen	189
7	Zustandsänderungen Idealer Gase	195
7.1	Allgemeine und spezielle Zustandsänderungen	195
7.2	Isobare Zustandsänderung	197
7.3	Isochore Zustandsänderung	200
7.4	Isotherme Zustandsänderung	203
7.5	Isentrope Zustandsänderung	206
7.6	Polytrope Zustandsänderungen	213
7.7	Fragen und Übungen	219
8	Ideale Gas- und Gas-Dampf-Gemische	227
8.1	Anteile und Teilgrößen von Gasgemischen, DALTONSches Gesetz	227
8.2	Gasgleichung, Gaskonstanten und Molmassen von Gasgemischen	230
8.3	Kalorische Zustandsgrößen von Gasgemischen	233
8.4	Gas-Dampf-Gemische, Feuchte Luft	235
8.5	Zustandsgrößen und Zustandsdiagramme feuchter Luft	238
8.6	Luftbehandlungsanlagen	246
8.7	Mischen, Erwärmen und Kühlen feuchter Luft	248
8.8	Einsprühen von Wasser in feuchte Luft	254
8.9	Verdunstung und Taubildung	259
8.10	Druckluft	263
8.11	Fragen und Übungen	265
9	Energieumwandlung, thermische Maschinen	273
9.1	Vergleichsprozesse	273
9.2	Dampfkraftmaschinen	275
9.3	Dampfkältemaschinen als Kühlmaschinen und Wärmepumpen	288

9.4	Verbrennungsmotoren	295
9.5	Gasturbinen	299
9.6	Gaskältemaschinen	305
9.7	Regenerative Kreisprozesse	311
9.8	Kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke	319
9.9	Fragen und Übungen	322
10	Wärmeübertragung	335
10.1	Wärmeleitung	336
10.2	Stationäre Wärmeleitung	339
10.3	Instationäre Wärmeleitung	344
10.4	Numerische Lösungsmethoden	350
10.5	Konvektiver Wärmeübergang	355
10.6	Wärmeübergang bei erzwungener Konvektion	360
10.7	Wärmeübergang bei freier Konvektion	365
10.8	Wärmeübergang bei Phasenänderung	369
10.9	Wärmestrahlung	374
10.10	Wärmestrahlung zwischen festen Oberflächen	380
10.11	Wärmedurchgang	382
10.12	Wärmeaustausch im Gleichstrom und Gegenstrom	385
10.13	Wärmedämmung	389
10.14	Fragen und Übungen	394
11	Verbrennung	399
11.1	Grundlagen chemisch reagierender Systeme	399
11.2	Der Verbrennungsprozess	404
11.3	Brennstoffe und Verbrennungsgleichungen	405
11.4	Verbrennungsrechnung: Sauerstoff- und Luftbedarf	408
11.5	Verbrennungsrechnung: Zusammensetzung des Verbrennungsgases	415
11.6	Das Verbrennungsschema	418
11.7	Energieumsatz bei vollständiger Verbrennung	423
11.8	Abgasverlust und feuerungstechnischer Wirkungsgrad	436
11.9	Brennstoffzellen	441
11.10	Fragen und Übungen	450
	Tabellen	455
	Lösungen	491
	Weiterführende Literatur	505
	Sachverzeichnis	509