

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Erscheinungsformen	5
1.2	Versorgungsketten, Primär-, End- und Nutzenergie	5
1.3	Energiebedarf	8
1.4	Kumulierter Energieaufwand und Erntefaktor	15
1.5	Erweiterte Bewertung von Energiesystemen mit KEA und EF	20
1.6	Erntefaktoren mit und ohne Bewertung erneuerbarer Energie	29
1.7	Ressourcen	33
1.8	Erschöpfung der Vorräte	34
1.9	Grenzen des Wachstums	36
1.10	Klimaveränderung	39
2	Physikalische Grundlagen und Prozesse	47
2.1	Bilanzierung	47
2.2	Wärmeübertragung	53
2.3	Energie im Gebäude	70
2.4	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	89
2.5	Funktion von Verbrennungsmotoren	93
2.6	T,s-Diagramm und Carnot-Prozess	98
2.7	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	100
3	Anwendungen der Thermodynamik	103
3.1	Forderungen aus dem 1. und 2. Hauptsatz	103
3.2	Wärmepumpe	104
3.3	Diffusions-Absorptions-Wärmepumpe	118
3.4	Wärmekraftkopplung	121
3.5	Brennstoffzelle	124
4	Kraftwerkstechnik	131
4.1	Dampfturbine (Clausius-Rankine-Prozess oder Rankine cycle)	131
4.2	Offene Gasturbine (Joule-Prozess)	138
4.3	Kombi-Prozess (Gas- und Dampfturbine, GuD)	142
4.4	Vergleich Heizung und Wärmekraftkopplung	146
5	Verbrennungsprozesse	148
5.1	Bedeutung und Definition der Verbrennung	148
5.2	Anwendungen der Verbrennung	149
5.3	Verbrennungsrechnung	156
5.4	Adiabate Verbrennungstemperatur und h,T-Diagramm	158
5.5	Gleichgewicht und Reaktionskinetik	166
5.6	Verweilzeitspektrum und Brennkammergestaltung	171
6	Schadstoffe	173
6.1	Bedeutung der wichtigsten Schadstoffe	173
6.2	Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Russ	180
6.3	Dioxine und Furane (PCDD und PCDF)	184
6.4	Stickoxide	187
6.5	Partikelemissionen und Aerosole	198
6.6	Schwefelemissionen	210
7	Feuerungsanlagen	213
7.1	Öl- und Gasfeuerungen	213
7.2	Holzfeuerungen	218
7.3	Kohleverbrennung	232
8	Anhang	233
8.1	Einheiten und Brennstoffdaten	233
8.2	Vorsätze und Vorzeichen	234
8.3	Literatur	234
8.4	Wärmekraftkopplung mit Dampfprozess	241