

Inhaltsverzeichnis

1 Themenbegrenzung	1
2 Annäherung an einen Begriff: Was ist Entropie?	3
2.1 Die Bedeutung der Entropie in technischen Fragestellungen	4
2.2 Energie, Arbeit, Wärme und Entropie	5
2.3 Entropie: Eine Zustandsgröße in thermodynamischen Systemen . .	7
2.4 Entropie: Ein Maß für den strukturellen Zustand eines Stoffes im System	8
2.5 Entropieänderungen: Transport und Produktion	11
2.6 Entropie und Umgebungszustand	12
2.7 Entropie und Exergieverluste	15
2.8 Entropieproduktion und Energieentwertung	15
2.9 Entropie und Wärme	16
2.10 Vermeintlich verwandte Begriffe zur Entropie	19
2.10.1 Negentropie	19
2.10.2 Entransie	19
2.10.3 Enstrophie	20
3 Mathematische Beschreibung	21
3.1 Gleichgewichts- und Nicht-Gleichgewichtssituationen	21
3.2 Die Entropie-Bilanzgleichung	23
3.3 Die Energie-Bilanzgleichung	28
3.3.1 Weitere Überlegungen zur mechanischen Teilenergiegleichung	30
3.3.2 Weitere Überlegungen zur thermischen Teilenergiegleichung	31
 Hauptteil	 35
 A Entropie und konzeptionelle Überlegungen	 35
4 Verluste in technischen Prozessen allgemein	37
5 Verluste in Strömungsprozessen	39
5.1 Der Grenzfall verlustfreier Strömungen	39
5.2 Die Bewertung verlustbehafteter Strömungen	42
6 Verluste bei der Wärmeübertragung	45
6.1 Der Grenzfall verlustfreier Wärmeübertragung	45
6.2 Die Bewertung verlustbehafteter Wärmeübertragung	48

6.3	Auswirkungen irreversibler Wärmeübertragung	58
B	Entropie und die Bestimmung von Verlusten	63
7	Bestimmung von Verlusten in Strömungsprozessen	65
7.1	Verlust- und Widerstands-Beiwerte	65
7.1.1	Durchströmungen	66
7.1.2	Umströmungen	69
7.2	Bestimmung der Entropieproduktion in laminaren und turbulenten Strömungen	70
7.2.1	Laminare Strömungen	72
7.2.2	Turbulente Strömungen	84
8	Bestimmung von Verlusten bei der Wärmeübertragung	103
8.1	Wärmeübertragung durch reine Leitung	103
8.2	Konvektive Wärmeübertragung	105
8.2.1	Verluste bei der konvektiven Wärmeübertragung	107
8.2.2	Kopplung von Strömungs- und Temperaturfeldern	108
8.3	Wärmeübertragung mit Phasenwechsel	113
8.4	Wärmeübertragung durch Strahlung	121
8.4.1	Wärmestrahlung und Photonengas	123
8.4.2	Wärmestrahlung und Schwarzkörper-Strahlung	125
8.4.3	Die Exergie der Strahlung	130
8.4.4	Ausblick	135
C	Entropie und die Bewertung und Optimierung von Prozessen	137
9	Bewertung von komplexen Gesamtprozessen	139
10	Bewertung von Einzelprozessen	145
11	Optimierung von Prozessen	151
11.1	Definition und Erläuterungen	151
11.1.1	Prozess-Zielgröße(n)	151
11.1.2	Prozess-Bedingungen	152
11.1.3	Variation der freien Prozess-Parameter	152
11.2	Optimierungsstrategien	153
11.2.1	Optimierung mit bis zu zwei freien Prozess-Parametern	153
11.2.2	Optimierung mit mehreren freien Prozess-Parametern	158
	Literaturverzeichnis	163
	Allgemeine Literatur zum 2. Hauptsatz der Thermodynamik	167
	Index	168