

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Der Energiebegriff im technischen Sprachgebrauch .....</b>	1
1.1	Primärenergie.....	2
1.2	Sekundärenergie .....	3
1.3	Endenergie .....	3
1.4	Nutzenergie.....	3
1.5	Der Wirkungsgrad .....	3
1.6	<b>Aufgaben zu Kap. 1 .....</b>	4
	Literatur .....	5
<b>2</b>	<b>Primärenergiefaktoren und Primärenergienutzungsgrade.....</b>	7
2.1	<b>Aufgaben zu Kap. 2 .....</b>	11
	Literatur .....	12
<b>3</b>	<b>Einheiten der Energie.....</b>	13
3.1	<b>Aufgaben zu Kap. 3 .....</b>	15
	Literatur .....	16
<b>4</b>	<b>Energieverbrauch und Energiebedarf .....</b>	17
4.1	Bruttoinlandsprodukt und Primärenergiebedarf .....	20
4.2	Die Weltbevölkerungsentwicklung.....	24
4.3	Bevölkerungsentwicklung und Primärenergiebedarf.....	26
4.4	<b>Aufgaben zu Kap. 4 .....</b>	31
	Literatur .....	32
<b>5</b>	<b>Der Treibhauseffekt .....</b>	33
5.1	Treibhausgase .....	36
5.2	Kältemittel .....	37
5.3	Speicherung von Treibhausgasen, Kohlenstoffdioxid-Sequestration .....	41
5.4	<b>Aufgaben zu Kap. 5 .....</b>	42
	Literatur .....	43
<b>6</b>	<b>Physikalische Grundlagen .....</b>	45
6.1	<b>Physikalische Basisgrößen .....</b>	47
6.2	<b>Definitionen physikalischer Basismessgrößen .....</b>	48
6.2.1	Die Längeneinheit, der Meter .....	48
6.2.2	Die Masseneinheit, das Kilogramm .....	48
6.2.3	Die Zeiteinheit, die Sekunde .....	50
6.2.4	Die Einheit der elektrischen Stromstärke, das Ampere .....	51
6.2.5	Die Einheit der thermodynamischen Temperatur, das Kelvin.....	51
6.2.6	Die Einheit der Stoffmenge, das Mol.....	52
6.2.7	Die Einheit der Lichtstärke, das Candela und davon abgeleitete Größen.....	52
6.3	<b>Von physikalischen Basismessgrößen abgeleitete Größen .....</b>	55
6.3.1	Wärmeschutztechnische Größen .....	55
6.3.2	Wesentliche feuchteschutztechnische Größen.....	61

6.3.3	Wichtige Stoffgrößen von Luft, Wasserdampf, Wasser und Eis.....	64
6.3.4	Sonstige von physikalischen Basisgrößen abgeleiteten Größen.....	65
6.4	<b>Erscheinungsformen der Energie .....</b>	66
6.4.1	Mechanische Energie.....	66
6.4.2	Thermische Energie in Form von Wärme.....	72
6.4.3	Die elektrische Energie.....	75
6.5	<b>Hauptsätze der Thermodynamik .....</b>	76
6.5.1	Einführung .....	76
6.5.2	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik .....	77
6.5.3	Idealisierte Prozesse unter Beachtung des ersten Hauptsatzes.....	78
6.5.4	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik.....	84
6.5.5	Praktische Aspekte der Hauptsätze der Thermodynamik Exergie und Anergie.....	88
6.6	<b>Wärmetransport .....</b>	88
6.6.1	Allgemeines.....	88
6.6.2	Wärmeleitung.....	89
6.6.3	Konvektion.....	94
6.6.4	Wärmestrahlung .....	97
6.6.5	Wärmeübergang, Wärmedurchlass und Wärmedurchgang.....	116
6.7	<b>Aufgaben zu Kap. 6 .....</b>	119
	Literatur .....	127
7	<b>Begriffe und Gesetzmäßigkeiten der Luft.....</b>	129
7.1	<b>Zustandsbereich und Zustandsgrößen der atmosphärischen Luft .....</b>	131
7.1.1	Zustandsbereich der atmosphärischen Luft .....	131
7.1.2	Zustandsgrößen der atmosphärischen Luft.....	133
7.2	<b>Die absolute Luftfeuchtigkeit .....</b>	134
7.3	<b>Definition der relativen Luftfeuchtigkeit .....</b>	134
7.4	<b>Das Gesetz von Dalton .....</b>	134
7.5	<b>Das ideale Gasgesetz in der bauphysikalischen Praxis .....</b>	136
7.6	<b>Absolute und relative Luftfeuchtigkeit als Funktion der Teildrücke von Wasserdampf, trockener Luft und Wasserdampfsättigungsdruck.....</b>	136
7.7	<b>Die Enthalpie der feuchten Luft .....</b>	140
7.8	<b>Masse und Dichte feuchter Luft .....</b>	144
7.9	<b>Der Taupunkt der feuchten Luft .....</b>	145
7.10	<b>Grafische Darstellung der Zustandsgrößen feuchter Luft .....</b>	146
7.10.1	Entwicklung von Zustandsdiagrammen .....	146
7.10.2	Das h-X-Diagramm nach Mollier.....	147
7.10.3	Randmaßstab des Diagramms .....	150
7.10.4	Änderung des Gesamtdruckes .....	150
7.10.5	Baupraktisch relevante Bereiche der feuchten Luft und Prozesse der Luftkonditionierung im h-X-Diagramm .....	151
7.11	<b>Aufgaben zu Kapitel 7 .....</b>	153
	Literatur .....	159

<b>8</b>	<b>Wetter und Klima</b> .....	161
8.1	Die Begriffe Wetter, Witterung und Klima.....	162
8.2	Astronomische Koordinatensysteme.....	163
8.2.1	Topozentrische Koordinaten.....	163
8.2.2	Geozentrische Koordinaten.....	163
8.2.3	Baryzentrische Koordinaten.....	164
8.2.4	Heliozentrische Koordinaten .....	164
8.2.5	Galaktozentrische Koordinaten .....	164
8.2.6	Beziehungen von Horizontal- zu Äquatorialkoordinaten .....	169
8.2.7	Sonderfälle .....	171
8.3	<b>Sonnenbahndiagramme</b> .....	172
8.3.1	Das Sonnenbahndiagramm in Polarkoordinaten.....	173
8.3.2	Das Sonnenbahndiagramm in kartesischen Koordinaten.....	173
8.4	<b>Direkte, diffuse und gesamte Himmelstrahlung</b> .....	174
8.4.1	Allgemeines.....	174
8.4.2	Geometrische Aufteilung der direkten Sonnenstrahlung.....	179
8.4.3	Sonnenstrahlen auf Fensterglas .....	180
8.5	<b>Wetterdaten</b> .....	183
8.5.1	Messdaten der Wetterstationen .....	183
8.5.2	Heiztage und Gradtagszahl.....	183
8.6	<b>Aufgaben zu Kap. 8</b> .....	186
	Literatur .....	189
<b>9</b>	<b>Wärmeströme von Menschen und Bauwerken</b> .....	191
9.1	<b>Wärmeströme des Menschen</b> .....	192
9.1.1	Thermoregulatoren .....	192
9.1.2	Wärmeumsatz des Menschen, metabolic rate [met].....	193
9.1.3	Wärmeleitwiderstand der Kleidung [clo].....	194
9.1.4	Strahlungsaustausch zwischen Mensch und Bauwerk .....	195
9.1.5	Operative Temperatur und operativ empfundene Temperatur .....	196
9.1.6	Die Wärmebilanz des Menschen .....	197
9.2	<b>Wärmeströme der Bauwerke</b> .....	201
9.2.1	Wärmeverluste, Wärmesenken.....	201
9.2.2	Wärmequellen .....	207
9.3	<b>Aufgaben zu Kap. 9</b> .....	215
	Literatur .....	219
<b>10</b>	<b>Heiz- und Kühllasten</b> .....	221
10.1	<b>Heizlasten</b> .....	222
10.2	<b>Kühllasten</b> .....	225
10.3	<b>Aufgaben zu Kap. 10</b> .....	231
	Literatur .....	233

<b>11</b>	<b>Thermische Behaglichkeit</b> .....	235
11.1	Einführung.....	236
11.2	Behaglichkeitsgleichung .....	237
11.3	Beurteilung des Raumklimas PMV- und PPD-Index.....	241
11.4	Lokales thermisches Unbehagen.....	248
11.5	<b>Aufgaben zu Kap. 11</b> .....	252
	Literatur .....	253
<b>12</b>	<b>Raumluftqualität</b> .....	255
12.1	Einleitung.....	256
12.2	<b>Empfundene Raumluftqualität</b> .....	257
12.2.1	Sauerstoffbedarf des Menschen.....	257
12.2.2	Kohlendioxidabgabe des Menschen .....	258
12.2.3	Die Pettenkofer-Zahl.....	258
12.2.4	„Olf“ und „dezipol“ .....	260
12.2.5	PD-Wert.....	261
12.2.6	Quellen der Luftverunreinigung.....	263
12.2.7	Empfundene Luftqualität und Behaglichkeitsgleichung der Raumluftqualität .....	263
12.2.8	Bilanz der Luftverunreinigung für einen Raum.....	266
12.3	<b>Gesundheitsrisiken</b> .....	268
12.4	<b>Aufgaben zu Kap. 12</b> .....	270
	Literatur .....	270
<b>13</b>	<b>Speicherung der Wärmeenergie</b> .....	271
13.1	<b>Einführung, Notwendigkeit der Wärmeenergiespeicher</b> .....	272
13.2	<b>Direkte Wärmespeicherung</b> .....	275
13.2.1	Einteilung der Speicher.....	275
13.2.2	Brauchwasserspeicher.....	276
13.2.3	Speicherung im Erdreich durch Kiesspeicher .....	279
13.3	<b>Indirekte passive Wärmespeicherung</b> .....	280
13.3.1	Konstruktionsprinzipien .....	280
13.3.2	Wärmespeicherung durch Tag- und Nachtstrategien .....	281
13.3.3	Bauteilaktivierung (BTA) .....	281
13.3.4	Speicherung in Bauteilen außerhalb des beheizten Gebäudehülle.....	283
13.4	<b>Aufgaben zu Kap. 13</b> .....	285
	Literatur .....	286
<b>14</b>	<b>Nachhaltigkeit von Gebäuden</b> .....	289
14.1	<b>Baubiologie und Bauökologie</b> .....	290
14.2	<b>Dimensionen des nachhaltigen Bauens</b> .....	291
14.3	<b>Umweltindikatoren</b> .....	292
14.3.1	Global Warming Potential (GWP).....	292
14.3.2	Ozone Depletion Potential (ODP) .....	294
14.3.3	Photochemical Ozone Creation Potential (POCP) .....	295

## Inhaltsverzeichnis

14.3.4 Acidification Potential (AP) .....	295
14.3.5 Eutrophication Potential (EP) .....	296
14.3.6 Primary Energy (PE) .....	296
14.4 Aufgaben zu Kap. 14 .....	298
Literatur .....	299
15 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen .....	301
15.1 Grundlagen und Begriffsbestimmungen .....	302
15.2 Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnungen .....	305
15.2.1 Statische Verfahren .....	305
15.2.2 Dynamische Verfahren .....	307
15.3 Kosten .....	311
15.3.1 Einteilung der Kosten .....	311
15.3.2 Verbrauchsgebundene Kosten .....	311
15.3.3 Annuitätsmethode .....	314
15.4 Aufgaben zu Kap. 15 .....	323
Literatur .....	326
<b>Serviceteil</b>	
Stichwortverzeichnis .....	329