

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Der Energiebegriff im technischen Sprachgebrauch | 1 |
| 1.1 | Primärenergie..... | 2 |
| 1.2 | Sekundärenergie..... | 3 |
| 1.3 | Endenergie | 3 |
| 1.4 | Nutzenergie..... | 3 |
| 1.5 | Der Wirkungsgrad | 3 |
| 1.6 | Aufgaben zu Kap. 1 | 4 |
| | Literatur | 5 |
| 2 | Primärenergiefaktoren und Primärenergienutzungsgrade..... | 7 |
| 2.1 | Aufgaben zu Kap. 2 | 11 |
| | Literatur | 12 |
| 3 | Einheiten der Energie..... | 13 |
| 3.1 | Aufgaben zu Kap. 3 | 15 |
| | Literatur | 16 |
| 4 | Energieverbrauch und Energiebedarf | 17 |
| 4.1 | Bruttoinlandsprodukt und Primärenergiebedarf | 20 |
| 4.2 | Die Weltbevölkerungsentwicklung..... | 24 |
| 4.3 | Bevölkerungsentwicklung und Primärenergiebedarf..... | 26 |
| 4.4 | Aufgaben zu Kap. 4..... | 31 |
| | Literatur | 32 |
| 5 | Der Treibhauseffekt..... | 33 |
| 5.1 | Treibhausgase | 36 |
| 5.2 | Kältemittel | 37 |
| 5.3 | Speicherung von Treibhausgasen, Kohlenstoffdioxid-Sequestration | 41 |
| 5.4 | Aufgaben zu Kap. 5 | 42 |
| | Literatur | 43 |
| 6 | Physikalische Grundlagen | 45 |
| 6.1 | Physikalische Basisgrößen | 47 |
| 6.2 | Definitionen physikalischer Basismessgrößen | 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 | Von physikalischen Basismessgrößen abgeleitete Größen..... | 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 | Erscheinungsformen der Energie | 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 | Hauptsätze der Thermodynamik | 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 | Wärmetransport | 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 | Aufgaben zu Kap. 6 | 119 |
| | Literatur | 127 |
| 7 | Begriffe und Gesetzmäßigkeiten der Luft | 129 |
| 7.1 | Zustandsbereich und Zustandsgrößen der atmosphärischen Luft | 131 |
| 7.1.1 | Zustandsbereich der atmosphärischen Luft | 131 |
| 7.1.2 | Zustandsgrößen der atmosphärischen Luft..... | 133 |
| 7.2 | Die absolute Luftfeuchtigkeit | 134 |
| 7.3 | Definition der relativen Luftfeuchtigkeit | 134 |
| 7.4 | Das Gesetz von Dalton | 134 |
| 7.5 | Das ideale Gasgesetz in der bauphysikalischen Praxis | 136 |
| 7.6 | Absolute und relative Luftfeuchtigkeit als Funktion der Teildrücke von Wasserdampf, trockener Luft und Wasserdampfsättigungsdruck | 136 |
| 7.7 | Die Enthalpie der feuchten Luft | 140 |
| 7.8 | Masse und Dichte feuchter Luft | 144 |
| 7.9 | Der Taupunkt der feuchten Luft | 145 |
| 7.10 | Grafische Darstellung der Zustandsgrößen feuchter Luft | 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 | Aufgaben zu Kapitel 7 | 153 |
| | Literatur | 159 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8 | Wetter und Klima | 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 | Sonnenbahndiagramme..... | 172 |
| 8.3.1 | Das Sonnenbahndiagramm in Polarkoordinaten..... | 173 |
| 8.3.2 | Das Sonnenbahndiagramm in kartesischen Koordinaten | 173 |
| 8.4 | Direkte, diffuse und gesamte Himmelstrahlung..... | 174 |
| 8.4.1 | Allgemeines..... | 174 |
| 8.4.2 | Geometrische Aufteilung der direkten Sonnenstrahlung..... | 179 |
| 8.4.3 | Sonnenstrahlen auf Fensterglas | 180 |
| 8.5 | Wetterdaten | 183 |
| 8.5.1 | Messdaten der Wetterstationen | 183 |
| 8.5.2 | Heiztage und Gradtagszahl | 183 |
| 8.6 | Aufgaben zu Kap. 8..... | 186 |
| | Literatur | 189 |
| 9 | Wärmeströme von Menschen und Bauwerken..... | 191 |
| 9.1 | Wärmeströme des Menschen..... | 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 | Wärmeströme der Bauwerke..... | 201 |
| 9.2.1 | Wärmeverluste, Wärmesenken..... | 201 |
| 9.2.2 | Wärmequellen | 207 |
| 9.3 | Aufgaben zu Kap. 9..... | 215 |
| | Literatur | 219 |
| 10 | Heiz- und Kühllasten..... | 221 |
| 10.1 | Heizlasten | 222 |
| 10.2 | Kühllasten | 225 |
| 10.3 | Aufgaben zu Kap. 10 | 231 |
| | Literatur | 233 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Thermische Behaglichkeit..... | 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 | Aufgaben zu Kap. 11..... | 252 |
| | Literatur..... | 253 |
| 12 | Raumlufthqualität..... | 255 |
| 12.1 | Einleitung..... | 256 |
| 12.2 | Empfundene Raumlufthqualität..... | 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 Raumlufthqualität..... | 263 |
| 12.2.8 | Bilanz der Luftverunreinigung für einen Raum..... | 266 |
| 12.3 | Gesundheitsrisiken..... | 268 |
| 12.4 | Aufgaben zu Kap. 12..... | 270 |
| | Literatur..... | 270 |
| 13 | Speicherung der Wärmeenergie..... | 271 |
| 13.1 | Einführung, Notwendigkeit der Wärmeenergiespeicher..... | 272 |
| 13.2 | Direkte Wärmespeicherung..... | 275 |
| 13.2.1 | Einteilung der Speicher..... | 275 |
| 13.2.2 | Brauchwasserspeicher..... | 276 |
| 13.2.3 | Speicherung im Erdreich durch Kiesspeicher..... | 279 |
| 13.3 | Indirekte passive Wärmespeicherung..... | 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 | Aufgaben zu Kap. 13..... | 285 |
| | Literatur..... | 286 |
| 14 | Nachhaltigkeit von Gebäuden..... | 289 |
| 14.1 | Baubiologie und Bauökologie..... | 290 |
| 14.2 | Dimensionen des nachhaltigen Bauens..... | 291 |
| 14.3 | Umweltindikatoren..... | 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 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 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 |
| | Serviceteil | |
| | Stichwortverzeichnis | 329 |