

# DAMPF-UND WASSERKRAFTWERKE

VON

PAUL DENZEL

O. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE AACHEN



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM  
HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

# INHALTSVERZEICHNIS

## 1. EINFÜHRUNG

1.1. Die Energiewirtschaft im Bundesgebiet . . . . .	.11
1.2. Energieformen . . . . .	.13
1.3. Kraftwerke als Energiewandler. . . . .	.14
1.4. Einteilung der Kraftwerke. . . . .	.15
1.5. Einsatz der Kraftwerke. . . . .	.17

## 2. DAMPFKRAFTWERKE

2.1. Thermodynamik der Gase und Dämpfe. . . . .	.19
2.1. 1. Temperatur, Wärmemenge, spezifische Wärme	19
2.1. 2. Der Erste Hauptsatz . . . . .	22
2.1. 3. Die einfachen Zustandsgrößen. . . . .	22
2.1. 4. Die thermische Zustandsgleichung des idealen Gases. . . . .	25
2.1. 5. Normzustand und Normkubikmeter. . . . .	27
2.1. 6. Äußere Arbeit und technische Arbeit; die abge- leiteten Zustandsgrößen . . . . .	27
2.1. 7. Die kalorischen Zustandsgleichungen des idealen Gases. . . . .	32
2.1. 8. Die Zustandsänderungen des idealen Gases . . . . .	35
2.1. 9. Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit	46
2.1.10. Der Carnotsche Kreisprozeß . . . . .	48
2.1.11. Der Zweite Hauptsatz. . . . .	51
2.1.12. Gase und Dämpfe; Verdampfung und Kondensa- tion. . . . .	56
2.1.13. Die abgeleiteten Zustandsgrößen und die Zu- standsänderungen von Dämpfen. . . . .	64
2.1.14. Zustandsgleichungen von Dämpfen. . . . .	72
2.2. Der Dampfkraftwerksprozeß . . . . .	.74
2.2.1. Beschreibung des Dampfkraftwerksprozesses . . . . .	74
2.2.2. Der Clausius-Rankine-Prozeß als theoretischer Vergleichsprozeß. . . . .	76

2.2.3.	Der Wirkungsgrad des Clausius-Rankine-Prozesses. . . . .	78
2.2.4.	Möglichkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit . . . . .	81
2.2.5.	Grenzen des thermischen Prozesses; Entwicklungstendenzen. . . . .	91
2.2.6.	Weitere Wirkungsgrade und sonstige Kennwerte	94
2.2.7.	Berechnung des Dampf kraftwerksprozesses . .	97
2.2.8.	Die Wärmepumpe als Umkehrung des Clausius-Rankine-Prozesses. . . . .	99
2.3.	Der Verbrönnungsvorgang . . . . .	100
2.3.1.	Die Brennstoffe und ihr Heizwert. . . . .	100
2.3.2.	Luftbedarf. . . . .	103
2.3.3.	Rauchgasvolumen. . . . .	105
2.3.4.	Überwachung des Luftüberschusses. . . . .	106
2.3.5.	Die Wärmeübertragung im Dampfkessel . . . . .	107
2.4.	Dampfkessel und Kesselhilfsaggregate. . . . .	110
2.4. 1.	Wirkungsweise von Kesselanlagen. . . . .	110
2.4. 2.	Kesseltypen. . . . .	110
2.4. 3.	Dampfspeicher. . . . .	115
2.4. 4.	Feuerungen. . . . .	117
2.4. 5.	Beköhlung. . . . .	120
2.4. 6.	Luftvorwärmer. . . . .	120
2.4. 7.	Zugerzeugung. . . . .	121
2.4. 8.	Entaschung und Rauchgasen!slaubung . . . . .	121
2.4. 9.	Kesselspeisewasser und Köhlwasser. . . . .	123
2.4.10.	Speisewasservorwärmer und Überhitzer . . . . .	125
2.4.11.	Anordnung der Hilfsaggregate. . . . .	126
2.4.12.	Verluste und Wirkungsgrad des Kessels . . . . .	126
2.5.	Dampfturbinen. . . . .	127
2.5.1.	Aufbau und Wirkungsweise. . . . .	127
2.5.2.	Die Umsetzung der Wärmeenergie des Dampfes in kinetische Energie. . . . .	128
2.5.3.	Die Umsetzung der kinetischen Energie des Dampfes in mechanische Arbeit . . . . .	130
2.5.4.	Typen von Dampfturbinen. . . . .	132
2.5.5.	Die Kondensation des Turbinenabdampfes . . . . .	130
2.6.	Atiordnung und Gestaltung von Dampfkraftwerken . . .	137
2.6.1.	Bauliche Gesichtspunkte. . . . .	137

2.6.2.	Thermische und elektrische Schaltung . . . . .	138
2.6.3.	Eigenbedarfsversorgung . . . . .	141
2.6.4.	Überwachung und Regelung . . . . .	143

### 3. WASSERKRAFTWARKE

3.1.	Das Arbeitsvermögen einer Wasserkraft . . . . .	145
3.1.1.	Kinetische Energie . . . . .	145
3.1.2.	Potentielle Energie . . . . .	145
3.2.	Planung von Wasserkraftwerken . . . . .	146
3.2.1.	Grundsätzliche Erwägungen . . . . .	146
3.2.2.	Der Wasserhaushalt des Kraftwerkes . . . . .	147
3.2.3.	Die Durchflußmenge eines Wasserlaufes . . . . .	152
3.2.4.	Langzeiterhebungen . . . . .	155
3.2.5.	Festlegung der Ausbauwassermengo . . . . .	158
3.2.6.	Die Fallhöhe . . . . .	161
3.2.7.	Das Leistungsdiagramm . . . . .	164
3.3.	Aufbau von Wasserkraftwerken . . . . .	166
3.3.1.	Niederdruckanlagen . . . . .	166
3.3.2.	Ausbau einer Flußstrecke; Schwallbetrieb . . . . .	170
3.3.3.	Mitteldruckanlagen . . . . .	172
3.3.4.	Hochdruckanlagen . . . . .	173
3.3.5.	Speicherkraftwerke . . . . .	175
3.3.6.	Pumpspeicherwerke . . . . .	175
3.3.7.	Gezeitenkraftwerke . . . . .	179
3.3.8.	Wasserfassungen; Wasserleitungen . . . . .	182
3.3.9.	Absperr- und Sicherungsorgane . . . . .	183
3.4.	Wasserturbinen . . . . .	180
3.4.1.	Typen von Wasserturbinen . . . . .	186
3.4.2.	Die Nutzfallhöhe . . . . .	197
3.4.3.	Strömungsverhältnisse in der Turbine . . . . .	199
3.4.4.	Die Turbinenhauptgleichung . . . . .	201
3.4.5.	Modellgesetze . . . . .	203
3.4.6.	Kavitation . . . . .	210
3.4.7.	Regelung . . . . .	213
3.5.	Schaltung von Wasserkraftwerken . . . . .	216
3.5.1.	Kleinkraftwerke . . . . .	216
3.5.2.	Mittelkraftwerke . . . . .	218
3.5.3.	Großkraftwerke . . . . .	220
3.5.4.	Eigenbedarfsversorgung . . . . .	220

## 4. ANHANG

4.1. Arbeitseinheiten . . . . .	221
4.2. Druckeinheiten . . . . .	221
4.3. Sinnbilder für Schaltpläne. . . . .	223
<i>Literaturauswahl.</i> . . . . .	225
<i>Sach- und Namensverzeichnis</i> . . . . .	229