Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieerzeugung 1
1.1 Einleitung 1
1.2 Die Erzeugung von Wasserdampf und die Berechnung von Dampfkraftprozessen 2
1.2.1 Die Erzeugung von Wasserdampf 2
1.2.2 Erzeugungswärme und Enthalpie des Wasserdampfes 4
1.2.3 Enthalpie des Wasserdampfes 7
1.2.4 Entropie und T-s- und h-s-Diagramm 8
1.2.5 T-s-Diagramm 11
1.2.6 h-s-Diagramm für Wasserdampf 11
1.2.7 Grundschaltungen von Dampfheizkraftwerken 20
1.2.8 Wirtschaftliche Ausführung von Dampfkraftwerken für reinen Kondensationsbetrieb 22
1.3 Einführung in den Gasturbinenprozess 24
1.3.1 Die Gasturbinenanlage 24
1.3.2 Kombinierte Gas-Dampf-Prozesse 26
1.3.3 Berechnung der Verdichter- und Turbinenleistung 26
1.3.4 Geschlossener Gasturbinenprozess 40
1.4 Kraftwärmekopplung mit Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen in Blockheizkraftwerken 41
1.5 Die Brennstoffzelle als Blockheizkraftwerk und Stromerzeuger 43
1.5.1 Funktion und Aufbau der Brennstoffzelle 43
1.5.2 Zukünftige Einsatzgebiete und derzeitiger Entwicklungsstand 48
1.6 Solarthermie und Solarkraftwerke 50
1.6.1 Das Energieangebot der Sonne für das Weltall und die Erde 50
1.6.2 Solarthermie 52
1.6.3 Solarkraftwerke 54
1.7 Fotovoltaik 58
1.8 Geothermie und geothermische Kraftwerke 60
1.8.1 Allgemeines 60

1.8.2 Geothermie für die Gebäudebeheizung ... 62
1.8.3 Geothermische Kraftwerke ... 63
1.8.4 Wirtschaftliche Bewertung und Einfluss auf den Umweltschutz ... 65
1.9 Zukünftige Energieversorgungssysteme für Industriebetriebe und für die Fernwärmeversorgung ... 65
Literatur ... 66

2 Grundlagen für die Heißwasserheizung und für Heizungsanlagen mit organischen Wärmeträgern ... 67
2.1 Einleitung ... 67
2.2 Vermeidung von Dampfbildung und Kavitation ... 67
2.3 Aufnahme der Wasserausdehnung beim Aufheizen der Anlage ... 71
2.3.1 Heißwasserkessel mit Dampfraum ... 72
2.3.2 Heißwasserkessel mit einem hoch liegenden gemeinsamen Ausdampf- und Ausdehnungsgefäß ... 74
2.3.3 Heißwasserkessel mit einem Zwangsumlauf und den Kesseln zugeordneten Ausdampf -und Ausdehnungsgefäßen ... 75
2.3.4 Heißwasserkessel mit einer Fremddruckhaltung durch Druckdiktierpumpen und Überströmventile ... 75
2.3.5 Heißwassererzeugung in dampfbeheizten Rohrbündel-Wärmeaustauschern ... 77
2.3.6 Heißwassererzeugung in Rohrbündel-Wärmeübertragern, die im Dampfraum des Dampfkessels eingebaut sind ... 79
2.3.7 Heißwassererzeugung im Mischwasser-Wärmeübertrager (Kaskade oder Düsenumformer mit Druckhaltung durch Heizdampf oder Kesseldruck) ... 79
2.4 Volumenausgleich im Betrieb und beim An- und Abfahren der Heißwasseranlagen ... 81
2.4.1 Volumenausgleich bei der Heißwassererzeugung im Dampf- oder Heißwasserkessel ... 81
2.4.2 Volumenausgleich bei der Heißwassererzeugung in Wärmeübertragungsapparaten wie Misch- und Flächenwärmeübertragern ... 90
2.4.3 Nachspeise- und Überströmeinrichtungen für Heißwasseranlagen mit Fremddruckerzeugung ... 92
2.4.4 Druckhaltung durch Membranausdehnungsgefäße mit Stickstoffvordruck und Membrangefäße ohne Vordruck zur Aufnahme des Ausdehnungsvolumens und des Nachspeisewassers 97
2.4.5 Druckhalteanlagen mit Fremddampfpolster ... 102
2.4.6 Zusammenfassung zu den Grundlagen der Heißwasserheizung ... 106
2.5 Heizwerke für organische Wärmeträger ... 108
2.5.1 Einsatz und Funktion der Heizwerke für organische Wärmeträger 108

2.5.2 Ausführung der Wärmeerzeuger oder Erhitzer und deren Sicherheitseinrichtungen ... 112
2.5.3 Ausführung und Auswahl der Umwälzpumpe ... 115
2.5.4 Ausdehnungsgefäße, Auffanggefäße und Rohrleitungen ... 116
2.5.5 Inbetriebnahme, Wartung und Instandhaltung ... 118
Literatur ... 119

3 Grundlagen für die Auswahl und den Einbau von Kreiselpumpen in Energieerzeugungs- und Versorgungsanlagen ... 121
3.1 Einleitung ... 121
3.2 Aufbau und Arbeitsweise von Pumpen und anderen Strömungsmaschinen 122
3.3 Kreiselpumpen ... 123
3.3.1 Allgemeine Hinweise ... 123
3.3.2 Wirkungsweise ... 123
3.3.3 Hauptgleichung und Kennlinienfeld ... 124
3.3.4 Diskussion zu Abb. 3.5 ... 126
3.3.5 Betriebsverhalten ... 128
3.3.6 Folgerungen aus der Eulerschen Hauptgleichung ... 128
3.3.7 Spezifische Drehzahl, Laufradform und Hauptabmessungen eines Laufrads ... 129
3.3.8 Antriebsleistung und Wirkungsgrade der Pumpe ... 131
3.3.9 Förderhöhen bei verschiedenen Anlagensystemen ... 132
3.3.10 Diskussion der Beispielergebnisse ... 141
3.3.11 Zulässige Saughöhen bei verschiedenen Anlagensystemen und Betriebsbedingungen ... 141
3.3.12 Spezielle Anforderungen an die Bauart und die Bauteile der Pumpen für verschiedene Fördermedien und Anlagensysteme ... 154
3.3.13 Aufstellung und Einbau der Pumpen in Rohrleitungsnetze und in Behälter ... 167
3.3.14 Einfluss der Betriebsbedingungen auf Förderstrom und Förderhöhe 177
3.3.15 Antriebsmaschinen ... 193
Literatur ... 202

4 Wärme- und Dampferzeuger, einschließlich Feuerungseinrichtungen und Brennstofflager ... 203
4.1 Einleitung ... 203
4.2 Wärme- und Dampferzeuger ... 204
4.2.1 Allgemeine Beschreibung ... 204
4.2.2 Heizungs- und Heißwasserkessel ... 205
4.2.3 Der Dreizug-Großraumkessel ... 209
4.2.4 Dreizugskessel mit eingebautem Wärmeaustauscher ... 212
4.2.5 Wasserrohrkessel ... 213

4.2.6 Wasserrohrkessel als Kraftwerkskessel 221
4.2.7 Abhitzekessel 222
4.2.8 Berechnung von Dampf- und Heißwassererzeugern 228
4.3 Brennstofflagerung und Transporteinrichtungen 263
4.3.1 Brennstofflager und Transporteinrichtungen für feste Brennstoffe 263
4.3.2 Tanklager und Förderanlagen für Heizöl EL 265
4.4 Erdgasregler- und Erdgaszählstationen einschließlich Gasversorgungsleitungen für Industrie- und Fernheizwerke 281
4.4.1 Druckreglerstation 281
4.4.2 Druckregler und Sicherheitsarmaturen vor dem Gasbrenner 286
4.4.3 Zweistoffbrenner 288
4.5 Flüssiggaslager 292
4.6 Ausrüstung, Aufstellung, Regelung, Abnahme und Betrieb von Dampferzeugern und Heißwassererzeugern 299
4.6.1 Ausrüstung von Dampferzeugern 299
4.6.2 Ausrüstung von Dampfkesselanlagen mit Heißwassererzeugern der Gruppe IV 301
4.6.3 Die Aufstellung von Dampf- und Heißwassererzeugern 302
4.6.4 Regelung der Dampferzeuger- oder Heißwassererzeugeranlage 302
4.6.5 Abnahme und Betrieb von Dampf- und Heißwassererzeugern..... 303
Literatur 304

5 Wasseraufbereitungsanlagen 305
5.1 Einleitung 305
5.2 Wasserkreislauf und verfügbare Rohwasserarten 306
5.2.1 Wasserkreislauf 306
5.2.2 Verfügbare Rohwasserarten 306
5.2.3 Definition von aufbereitetem Wasser 307
5.2.4 Definition von Wasserarten in technischen Anlagen 307
5.2.5 Wasserchemische Grundlagen und Begriffe 308
5.3 Wasseraufbereitungsverfahren und Beschreibung der Aufbereitungsanlagen 313
5.3.1 Korrosion und Korrosionsschutz in Heizungsanlagen 313
5.3.2 Wirkungsweise und Aufbau einer Wasserenthärtungsanlage 313
5.3.3 Entkarbonisierungs- und Vollentsalzungsanlagen zur Kesselspeisewasseraufbereitung 318
5.3.4 Vollentsalzung des Wassers im Mischbettverfahren 321
5.3.5 Vollentsalzung oder Entmineralisierung des Wassers durch Umkehrosmose 323
5.3.6 Thermische Entgasung von Kesselspeisewasser 325
5.4 Zusammenfassung und Beschreibung der Kesselspeisewasseraufbereitung für eine Dampferzeugungsanlage 327

5.5 Beschreibung der Wasseraufbereitung für Hochdruck-Heißwassererzeuger mit Vorlauftemperaturen über 100 °C ... 331
5.6 Beschreibung einer Wasseraufbereitungsanlage für die Nachspeisung von Kältewasser -und Rückkühlwasserkreisläufen ... 335
5.7 Beschreibung einer Wasseraufbereitungsanlage für die Luftbefeuchtung ... 339
5.8 Beschreibung einer Anlage zur Herstellung von Reinstwasser ... 346
5.9 Planung und Ausführung von Wasseraufbereitungsanlagen ... 349
5.9.1 Planungsgrundlagen ... 349
5.9.2 Planungsablauf ... 350
Literatur ... 352

6 Rauchgasreinigungseinrichtungen und Schornsteinanlagen ... 353
6.1 Einleitung ... 353
6.2 Notwendigkeit der Rauchgasreinigung ... 354
6.3 Umweltschutzvorschriften und einzuhaltende Grenzwerte ... 355
6.4 Entstaubung der Rauchgase ... 359
6.4.1 Zyklon- oder Fliehkraftabscheider ... 359
6.4.2 Schwerkraft-Querstromabscheider ... 360
6.4.3 Elektrostatische Staubabscheider ... 361
6.4.4 Rauchgasfilteranlagen ... 365
6.4.5 Ermittlung der Abscheidegrade und des Fraktionswirkungsgrads ... 370
6.4.6 Kombinierte Staub- und lösungsmittelabscheider ... 370
6.5 Entstickung der Rauchgase ... 373
6.6 Entschwefelung der Rauchgase ... 377
6.6.1 Kalk- und Kalksteinwaschverfahren ... 377
6.7 CO- und CO_2-Reduzierung ... 380
6.8 Rauchgasreinigungsverfahren bei Müllverbrennungsanlagen ... 382
6.9 Schornsteinanlagen ... 386
6.9.1 Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe für Anlagen mit Feuerungsleistungen bis 1.000 kW ... 388
6.9.2 Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe für Anlagen mit Feuerungsleistungen über 1.000 kW nach TA-Luft, Abschnitt 2.4 ... 391
6.9.3 Strömungs- und wärmetechnische Berechnung der Schornsteinanlage ... 396
6.9.4 Berechnung der Standfestigkeit und der Fundamentkräfte ... 401
6.9.5 Leistungsbeschreibung und Überwachung der Ausführung ... 404
6.9.6 Ausführung von Schornsteinen für Gebäudeheizzentralen und Blockheizwerke ... 415
6.9.7 Berechnung des Hausschornstein querschnitts ... 418
6.10 Rauchgasventilatoren ... 423
Literatur ... 427

7 Heißwasserrohrnetze für die Wärmeversorgung von Industrieeinrichtungen und als Fernheizleitung einschließlich Übergabestationen 429
7.1 Einleitung 429
7.2 Heißwasserrohrnetze für Industriebetriebe 429
7.3 Offene Heißwasserkreisläufe für die Beheizung von Reifenpressen 430
7.4 Geschlossene und umschaltbare Heißwasser- und Kühlwasserkreisläufe ... 433
7.5 Planung von Heißwasser-, Kühlwasser- und Druckluft-versorgungsrohrnetzen für Industriebetriebe 437
7.6 Heißwasserrohrnetze für die Fernwärmeversorgung 441
7.6.1 Heizsystem und Bauart des Rohrleitungsnetzes 441
7.6.2 Druckverhältnisse im Heißwasserfernheiznetz und Ausführung der Fernwärme-Übergabestationen 446
7.6.3 Standortwahl für Heizzentralen 459
7.6.4 Wahl der Rohrverlegungsart für Fernheizleitungen 460
7.7 Einsatz von Wasserstrahlpumpen in Fernwärme-Übergabestationen und als Umwälzeinrichtungen im Gebäudeheiznetz 470
7.8 Planung eines Heißwasserfernheiznetzes 475
7.8.1 Ermittlung der Wärmedichte und der Investitionskosten 475
7.8.2 Planung, Ausführung und Inbetriebnahme 484
7.9 Planung und Inbetriebnahme einer Fernwärmeübergabestation 486
Literatur 492

8 Rohrnetze für HD-Dampf, einschließlich Kondensatrückspeiseanlagen für die Industrie- und Fernwärmeversorgung 493
8.1 Einleitung 493
8.2 Hochdruckdampfnetze für Industriebetriebe 493
8.2.1 Ausführung und Bemessung der Dampf- und Kondensatleitungen 494
8.2.2 Berechnung von Wärmeverlusten in Rohrleitungen 497
8.3 Wahl des Einbauorts und der Leistungsstufe eines Kondensatableiters 504
8.4 Funktion und Bauarten von Kondensatableitern 506
8.5 Entlüftung von Dampfleitungen und von dampfbeheizten Einrichtungen 511
8.6 Kondensatrückförderanlagen 514
8.7 Hausanschlüsse, Maschinen- und Geräteanschlüsse und Deckendurchführungen 517
8.7.1 Hausanschlüsse für Fernwärme 517
8.7.2 Maschinen- und Geräteanschlüsse 518
8.7.3 Decken- und Fußbodendurchführungen 520
8.8 Inbetriebnahme von HD-Dampf- und Kondensatnetzen 523
8.9 Hochdruckdampf- und Kondensatnetze für die Fernwärmeversorgung ... 524
8.10 Fernwärme-Übergabestationen einschließlich Kondensatsammel- und Rückförderanlagen 525
Literatur 528

9 Heizzentralen für Heißwasser-, HD-Dampf- und organische Wärmeträger .. 529
9.1 Einleitung 529
9.2 Heizzentralen für Heißwasserheizungen 529
9.2.1 Heizzentralen für Heißwasserheizungen in Gebäuden 529
9.2.2 Freistehende Heizzentralen für Heißwasserheizungen 538
9.3 Heizzentralen für Anlagen mit organischen Wärmeträgern 542
9.4 Heizzentralen für HD-Dampf 543
9.5 Heiz- oder Energiezentralen für Krankenhäuser und Universitätskliniken 548
9.6 Transportable Heizzentralen 554
9.7 Heizzentralen für ein Blockheizkraftwerk 556
9.8 Planung und Ausführung einer Heizzentrale 557
9.8.1 Ermittlung von Wärmebedarf und Energieverbrauch 557
9.8.2 Wahl des Heizsystems und der Bauart des Versorgungsnetzes 558
9.8.3 Wahl des Brennstoffs, Bauart und Aufteilung der Wärmeerzeuger 558
9.8.4 Standortfestlegung 559
9.8.5 Erarbeiten der Bauangaben für den Gebäudeteil der Heizzentrale 559
9.8.6 Erstellung der Entwurfsplanung 560
9.8.7 Erstellung der Ausführungszeichnung 561
9.8.8 Bauüberwachung, Inbetriebnahme und Abnahme 562
Literatur 562

Anhang 563

Sachverzeichnis 569

http://www.springer.com/978-3-642-36588-1

Heisswasser- und Hochdruckdampfanlagen
Planungshandbuch für Industrie- und Fernwärmeversorgung
Scholz, G.
2013, XV, 577 S. 300 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-642-36588-1