

# Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Grundlagen (Peter Maier)	1
1.1 Wärmetechnische Begriffe und Bezeichnungen	1
1.1.1 Druck	1
1.1.2 Temperatur	3
1.1.3 Spezifische Wärmekapazität	5
1.1.4 Wärmemenge, Energie, Arbeit	5
1.1.5 Leistung, Energiestrom, Wärmestrom	7
1.1.6 Ausdehnung durch Wärme	7
1.1.7 Masse, Dichte, spezifisches Volumen, Schüttgewicht und Wobbe-Index	7
1.1.8 Viskosität	9
1.2 Arten der Wärmeübertragung	10
1.2.1 Wärmeleitung	11
1.2.2 Wärmeübergang durch Konvektion	12
1.2.3 Wärmeübergang durch Strahlung	12
1.2.4 Wärmedurchgang	14
1.3 Wasserdampf	18
1.3.1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten	18
1.3.2 Speichervermögen, Entspannungsdampf	23
1.3.3 Verdampfungszahl	25
1.4 Brennstoffkunde	26
1.4.1 Vorkommen und Eigenschaften der Brennstoffe	27
1.4.1.1 Stein- und Braunkohle	27
1.4.1.2 Erdöl	29
1.4.1.3 Erdgas	30
1.4.2 Lagerung der Brennstoffe	33
1.4.2.1 Stein- und Braunkohle	33
1.4.2.2 Heizöl	33
1.4.2.3 Flüssiggas	35
1.4.3 Brennwert und Heizwert	35
1.4.4 Verbrennung	36
1.4.4.1 Verbrennungsluftmenge	37
1.4.4.2 Rauchgasmenge	44
1.4.4.3 Enthalpie der Rauchgase	46
1.4.4.4 Feuerraumtemperatur	47
1.4.4.5 Förderdruck	47
1.4.4.6 Aufgaben des Schornsteins	52
1.4.4.7 Taupunkt der Rauchgase	52
1.4.5 Wärmeverluste und Wirkungsgrade	53
2. Kesselbauarten und Kesselanlagen im Nieder-, Mittel- und Hochtemperaturbereich (Fritz Mayr)	59
2.1 Allgemeines	59
2.2 Einteilung der Dampfkessel	65

---

<b>2.3</b>	<b>Bauarten der Dampfkessel</b>	<b>67</b>
2.3.1	Großwasserraumkessel	67
2.3.1.1	Der Walzenkessel	67
2.3.1.2	Der Flammrohrkessel	70
2.3.1.3	Der liegende Rauchröhrenkessel	72
2.3.1.4	Die Flammrohr- und Feuerbüchs-Rauchrohr-Kessel	73
2.3.1.4.1	Der Lokomobilkessel (liegender Flammrohr-Rauchrohr-Kessel mit vorgehenden Rauchrohren)	74
2.3.1.4.2	Der Lokomotivkessel (Feuerbüchs kessel mit vorgehenden Rauchrohren)	76
2.3.1.4.3	Die Schiffskessel (Flammrohr-Rauchrohr-Kessel mit zurückgehenden Rauchrohren)	77
2.3.1.4.4	Die sonstigen Flammrohr-Rauchrohr-Kessel in Mehrzugbauweise	78
2.3.1.5	Die stehenden Feuerbüchs kessel	84
2.3.1.6	Die Stahlheizkessel	84
2.3.1.7	Der Guß-Gliederkessel	88
2.3.2	Kleinwasserraumkessel (Wasserrohrkessel)	89
2.3.2.1	Wasserrohrkessel mit natürlichem Wasserumlauf (Naturumlauf)	91
2.3.2.1.1	Steilrohrkessel mit Schmelzfeuerungen	100
2.3.2.1.2	Wasserrohr-Schiffskessel	103
2.3.2.1.3	Der Eckrohrkessel	104
2.3.2.1.4	Der Naturumlauf-Schneldampferzeuger	105
2.3.2.1.5	Der Zweidruck- oder Schmidt-Hartmann-Kessel	106
2.3.2.2	Der Zwangsumlauf-Wasserrohrkessel (La-Mont-Kessel)	107
2.3.2.3	Der Zwangsdurchlauf-Wasserrohrkessel	109
2.3.2.4	Zwangsdurchlauf-Wasserrohrkessel mit überlagertem Umlauf	114
2.3.3	Sonderbauarten	116
2.3.3.1	Druckgefeuerte Dampferzeuger	117
2.3.3.2	Die Kernenergie-Dampferzeuger	117
2.3.3.3	Sonnenheizungs-(Solar-)Anlagen	120
<b>2.4</b>	<b>Vor- und Nachschalttheizflächen</b>	<b>123</b>
2.4.1	Überhitzer	123
2.4.2	Speisewasservorwärmer	126
2.4.3	Vorverdampfer	127
2.4.4	Luftvorwärmer	128
<b>2.5</b>	<b>Anlagen zur Dampf-, Heißwasser- und Warmwassererzeugung</b>	<b>130</b>
2.5.1	Allgemeines	130
2.5.2	Dampferzeugungsanlagen	134
2.5.3	Heißwassererzeugungsanlagen	136
2.5.3.1	Technische Entwicklung	136
2.5.3.2	Gebräuchliche Begriffe	137
2.5.3.3	Einflüsse auf die Heißwassererzeugungsanlage	138
2.5.3.4	Sicherheitstechnische Wertung der gebräuchlichsten Systeme aufgrund der Schaltung und der verwendeten Kesselbauart	141
2.5.4	Warmwassererzeugungsanlagen	143
<b>2.6</b>	<b>Anlagen zur Brauchwassererwärmung</b>	<b>143</b>
2.6.1	Systeme zur Brauchwassererwärmung	145
2.6.2	Ausführungsbeispiele	145

---

2.7 Anlagen für andere Wärmeträgermedien als Wasser	147
2.7.1 Allgemeines	147
2.7.2 WT-Wärmeerzeuger (Erhitzer)	147
2.7.3 Ausführung von WT-Anlagen	150
<b>3. Ausrüstung der Kesselanlagen (Wolfgang Linke)</b>	<b>151</b>
3.1 Sicherheitstechnische Grundausrüstung	151
3.1.1 Herstellerschild	151
3.1.2 Wasserstandmarke	151
3.1.3 Wasserstand-Anzeigeeinrichtungen	152
3.1.3.1 Wasserstandgläser	152
3.1.3.2 Fernwasserstand-Anzeigevorrichtungen	155
3.1.4 Speise- und Umwälzeinrichtungen	158
3.1.4.1 Verdrängerpumpen	160
3.1.4.2 Kreiselpumpen	161
3.1.5 Absperr- und Enleerungseinrichtungen, Rückströmsicherungen	168
3.1.5.1 Absperrvorrichtungen	169
3.1.5.2 Entleerungs- und Abschlammeinrichtungen, Entsalzungsventile	171
3.1.5.3 Rückströmsicherungen	175
3.1.6 Druckmeßgeräte – Manometer	175
3.1.7 Temperaturmeßgeräte	177
3.1.8 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung	179
3.1.9 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung am Wasserraum von Heißwassererzeugern der Gruppe IV	190
3.1.10 Reinigungs- und Besichtigungsöffnungen, Verschlüsse	191
3.2 Ausrüstung bei besonderen Bauarten, Feuerungen und Betriebsweisen	192
3.2.1 Wasserstandhöhenanzeiger (Hydrometer)	192
3.2.2 Wasserstandregler	192
3.2.3 Wasserstandbegrenzer	195
3.2.4 Druckregler und -begrenzer	196
3.2.5 Temperaturregler, -wächter, -begrenzer, Sicherheitstemperaturwächter, Sicherheitstemperaturbegrenzer	197
3.2.6 Stromungssicherungen und -begrenzer (nach DIN 4751 Teil 2 Strömsbegrenzer)	199
3.3 Betriebstechnische Ausrüstung	200
3.3.1 Druckminder- und Regelventile, Überströmmregler und Dampfumformventile	200
3.3.2 Temperaturregelventile	203
3.3.3 Mengenmeßgeräte	205
3.3.4 Dampftrockner und Wasserabscheider	207
3.3.5 Ölabscheider	207
3.3.6 Kondensatableiter und -kontrollgeräte	208
3.3.7 Rauchgasprüf- und -meßgeräte, Messung der Rauchgasanteile	211
<b>4. Beheizung von Dampfkesseln</b>	<b>217</b>
<b>Feuerungen und Sonderbeheizungen (Herbert Stumpf)</b>	<b>217</b>
4.1 Allgemeiner Aufbau von Feuerungen	219
4.1.1 Verbrennungsluft	221

---

4.1.2 Feuerraum	226
4.1.2.1 Gestaltung von Feuerräumen	226
4.1.2.2 Reinhaltung des Feuerraums	227
4.1.2.3 Feuerraumbelastung	230
4.1.3 Rauchgaszüge	231
4.1.4 Rauchgasabführung	233
4.1.4.1 Unterdruck – natürlicher Zug	233
4.1.4.2 Unterdruck – künstlicher Zug	234
4.1.4.3 Überdruckfeuerungen	235
4.1.4.4 Überwachung der Rauchgasabführung	236
4.1.4.5 Schornsteingestaltung	237
4.2 Feuerungen für feste Brennstoffe	238
4.2.1 Rostfeuerungen	239
4.2.1.1 Wanderroste	242
4.2.1.2 Schüttelroste	248
4.2.2 Holzfeuerungen	250
4.2.3 Müllverbrennung und müllgeeignete Roste	252
4.2.3.1 Walzenroste	257
4.2.3.2 Schürroste	258
4.2.4 Wirbelschichtfeuerung	260
4.2.5 Kohlenstaubfeuerungen	264
4.3 Feuerungen für flüssige Brennstoffe	279
4.3.1 Brennstoffaufbereitung und -fortleitung; Ausrüstung	279
4.3.2 Brennstoffzerstäubung und Luftzumischung	288
4.3.3 Brennerbauarten und -zubehör	296
4.3.3.1 Öldruckzerstäuber	296
4.3.3.2 Dampfdruckzerstäuber	299
4.3.3.3 Luftdruckzerstäuber	300
4.3.3.4 Drehzerstäuber	300
4.3.3.5 Zündung der Ölbrenner	302
4.3.3.6 Selbsttätige Schnellschlußvorrichtungen	302
4.4 Feuerungen für gasförmige Brennstoffe	305
4.4.1 Allgemeines	305
4.4.2 Brennstoffeinbringung und Luftzumischung	308
4.4.3 Brennerbauarten und -zubehör	309
4.4.3.1 Zündung der Gasbrenner	310
4.4.3.2 Selbsttätige Schnellschlußvorrichtungen	310
4.4.3.3 Überwachung der Dichtheit von Schnellschlußvorrichtungen	313
4.4.3.4 Entlüftung und Entwässerung von Gasleitungen	314
4.5 Flammenüberwachung	315
4.5.1 Fotoelement und Fotozellen	319
4.5.2 UV-Dioden	319
4.5.3 Fotowiderstand	322
4.5.4 Fototransistoren	322
4.5.5 Ionisation in der Flamme	322
4.5.6 Fremdlicht und Eigensicherheit	323
4.5.7 Sicherheitszeiten	323
4.5.8 Zündtemperaturüberwachung	326

---

4.6 Sonderbeheizungen	326
4.6.1 Elektrische Widerstandsheizungen	326
4.6.2 Beheizung durch Taucheletroden	327
4.6.3 Beheizung durch Abhitze	327
4.6.4 Beheizung durch Nachverbrennungsanlagen	328
4.6.5 Beheizung durch Sonnenenergie	328
5. Der Wärmeträger Wasser (Ludwig Höhenberger, Wilfried Kessler)	329
5.0 Bezeichnungen und Umrechnungen	329
Teil I: Wasseraufbereitung und -konditionierung	330
5.1 Eigenschaften und Vorkommen des Wassers	330
5.1.1 Allgemeines	330
5.1.2 Physikalische Eigenschaften	330
5.1.3 Chemische Eigenschaften und Begriffe	330
5.2 Inhaltsstoffe des Wassers	332
5.2.1 Herkunft der Inhaltsstoffe – Kreislauf des Wassers in der Natur	332
5.2.2 Ungelöste Inhaltsstoffe	332
5.2.2.1 Feste, ungelöste Inhaltsstoffe	333
5.2.2.2 Flüssige, ungelöste Inhaltsstoffe	333
5.2.3 Gelöste Inhaltsstoffe	336
5.2.3.1 Salze	336
5.2.3.1.1 Salze der Erdalkalien	336
5.2.3.1.2 Salze der Alkalien	339
5.2.3.1.3 Salze der Schwermetalle	340
5.2.3.2 Kieselsäure	341
5.2.3.3 Gase	342
5.2.3.4 Organische Verbindungen	342
5.3 Wasseraufbereitung	343
5.3.1 Allgemeines	343
5.3.2 Vorbehandlung von Wässern (mechanisch und chemisch)	344
5.3.2.1 Entfernung grober Bestandteile (Grobreinigung)	344
5.3.2.2 Entfernung feiner Bestandteile (Filtration und Flockung)	344
5.3.2.3 Entsäuerung	346
5.3.2.4 Enteisung und Entmanganung	346
5.3.3 Aufbereitung des Kessel-Speisewassers	346
5.3.3.1 Enthärtung	349
5.3.3.1.1 Thermische Enthärtung	349
5.3.3.1.2 Enthärtung durch Fällverfahren	349
5.3.3.1.3 Enthärtung durch Ionenaustauscher	349
5.3.3.2 Entcarbonisierung	351
5.3.3.2.1 Kalkentcarbonisierung	351
5.3.3.2.1.1 Kalk-Langsam-Entcarbonisierung	352
5.3.3.2.1.2 Kalk-Schnell-Entcarbonisierung	352
5.3.3.2.2 Entcarbonisierung durch Ionenaustauscher	353
5.3.3.3 Entsalzung	356
5.3.3.3.1 Entsalzung durch Destillation	356
5.3.3.3.2 Entsalzung durch Membranverfahren	356

---

5.3.3.3.2.1 Entsalzung durch umgekehrte Osmose	356
5.3.3.3.2.2 Entsalzung durch Elektrodialyse	357
5.3.3.3.3 Entsalzung durch Ionenaustausch	357
5.3.4 Aufbereitung des Kondensates	361
5.3.4.1 Kondensatenthärtung	361
5.3.4.2 Kondensatentölung	362
5.3.4.3 Kondensatentsalzung	362
5.3.5 Entgasung	363
5.3.5.1 Thermische Druckentgasung	363
5.3.5.2 Unterdruckentgasung	364
5.3.5.3 Chemische Entgasung	364
5.3.6 Nachbehandlung des Kesselspeisewassers	367
5.3.6.1 Nachenthärtung	368
5.3.6.2 Nachentgasung	368
5.3.6.3 Alkalisierung	368
5.3.6.4 Antischaummittel	369
5.3.6.5 Filmbildner	371
5.4 Richtlinien und wasserchemische Anforderungen für die Wasserbeschaffenheit	371
5.4.1 TRD 611: Speisewasser und Kesselwasser von Dampferzeugern der Gruppe IV, Entwurf 08. 1994 – Auszug	372
5.4.2 TRD 612: Wasser für Heißwassererzeuger der Gruppen II bis IV, Stand 11. 93 – Entwurf – Auszug	374
5.4.3 VdTÜV-Richtlinien für Speisewasser, Kesselwasser und Dampf von Dampferzeugern bis 68 bar zulässigem Betriebsüberdruck Ausgabe April 1983 – Auszug	375
5.4.4 VGB-Richtlinie für Kesselspeisewasser, Kesselwasser und Dampf von Dampferzeugern über 68 bar zulässigen Betriebsüberdruck Ausgabe 1988 – Auszug	378
5.4.5 VdTÜV-Richtlinien für die Speise- und Kesselwasserbeschaffenheit bei Schneldampferzeugern, Ausgabe März 1973 – Auszug	380
5.4.6 VdTÜV-Richtlinien für das Kreislaufwasser in Heißwasser- und Warmwasserheizungsanlagen (Industrie- und Fernwärmennetze) Ausgabe Februar 1989 (VdTÜV-/AGFW-Merkblatt) – Auszug	380
5.4.7 Richtwerte für Dampferzeuger bis 5 bar Betriebsüberdruck mit Heizbündeln aus Kupfer	382
5.4.8 Richtwerte für Dampferzeuger bis 5 bar Betriebsüberdruck aus austenitischem Stahl	383
5.4.9 Richtwerte für das Füll-, Ergänzungs- und Umwälzwasser von Warmwasser-Heizungsanlagen	383
5.5 Kesselkonservierung	385
5.5.1 Naßkonservierung	385
5.5.2 Trockenkonservierung	386
5.6 Belagbildung und Korrosion	387
5.6.1 Belagbildung	387
5.6.2 Korrosion	387
5.6.2.1 Sauerstoff- und Stillstandkorrosion	387

---

5.6.2.2 Säurekorrosion	388
5.6.2.3 On-load-Korrosion	389
5.6.2.4 Spannungsrißkorrosion	389
5.6.2.5 Heißwasser- bzw. Heißdampfoxydation	389
5.6.2.6 Erosionskorrosion	390
5.7 Chemische Reinigung von Kesselanlagen	390
5.8 Hinweise zur Unfallverhütung	391
5.9 Betrieb von Dampf- und Heißwassererzeugern der Gruppe IV nach TRD 604, Blatt 1 und 2 (Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung – BoB)	392
5.9.1 Wasserchemische Anforderungen bei 24 Stunden BoB	392
5.9.1.1 Dampferzeuger	392
5.9.1.2 Heißwassererzeuger	393
5.9.2 Zusätzliche bzw. veränderte wasserchemische Anforderungen bei 72 Stunden BoB	396
5.9.2.1 Dampferzeuger	396
5.9.2.2 Heißwassererzeuger	397
Teil II: Wasseruntersuchung	399
5.10 Betriebswässer in Dampf- bzw. Heißwasser-Anlagen	399
5.10.1 Probenahme der Betriebswässer	400
5.10.2 Untersuchung der Betriebswässer	402
5.10.2.1 Bestimmung der Summe Erdalkalien (Härte)	402
5.10.2.2 Bestimmung der Säurekapazität bis pH-Wert 8,2 bzw. 4,3 ( $K_{S\ 8,2}$ bzw. $K_{S\ 4,3}$ ) (entsprechend p-Wert und m-Wert)	403
5.10.2.3 Bestimmung der Kalkwassersättigung	405
5.10.2.4 Bestimmung des Phosphat-Überschusses	405
5.10.2.4.1 Photometrische Bestimmung des Phosphat-Gehaltes	405
5.10.2.4.2 Orthophosphat-Bestimmung nach der VM-Methode	407
5.10.2.4.3 Bestimmung des Gesamtphosphat-Gehaltes und des Gehaltes an polymeren Phosphaten	407
5.10.2.5 Bestimmung des Salzgehaltes von Wässern	408
5.10.2.5.1 Bestimmung der Dichte mit der Dichtespindel nach Dr. Ammer	408
5.10.2.5.2 Bestimmung des Salzgehaltes durch Leitfähigkeitsmessung	409
5.10.2.6 Bestimmung des pH-Wertes	410
5.10.2.7 Bestimmung des Hydrazingehaltes	410
5.10.2.8 Bestimmung des Natriumsulfit-Gehaltes	411
5.10.2.9 Bestimmung des Kieselsäuregehaltes	412
5.10.2.10 Bestimmung des Kaliumpermanganat ( $KMnO_4$ )-Verbrauches in saurer Lösung (Oxidierbarkeit Mn VII–II)	413
5.10.2.11 Bestimmung des Chloridgehaltes nach Mohr	413
5.10.2.12 Bestimmung sonstiger Inhaltsstoffe	414
5.11 Die wichtigsten EN- bzw. DIN-Normen für das Arbeitsgebiet Wasser	415
<b>6. Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen (Wolfgang Roßmaier)</b>	<b>417</b>
6.1 Geschichtliche Entwicklung	417
6.2 Vorschriften	418
6.2.1 Die Vorschriften der Dampfkesselverordnung	418
6.2.2 TRD 601	419

---

6.2.3 Eingeschränkte Beaufsichtigung von Hochdruck-Dampfkesselanlagen nach TRD 602 Blatt 1 und 2 und zeitweilig unbeaufsichtigter Betrieb nach TRD 603	421
6.2.4 Betrieb ohne Beaufsichtigung nach TRD 604 (BoB)	424
6.3 Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen bei Betrieb mit ständiger Beaufsichtigung, bei Betrieb mit eingeschränkter Beaufsichtigung und bei Betrieb ohne Beaufsichtigung	427
6.3.1 Ausrüstung für den Betrieb mit ständiger Beaufsichtigung	427
6.3.2 Ausrüstung für den Betrieb mit eingeschränkter Beaufsichtigung	436
6.3.3 Ausrüstung von Kesseln der Gruppe IV mit zeitweilig herabgesetztem Betriebsdruck oder herabgesetzter Vorlauftemperatur und dabei unbeaufsichtigtem Betrieb	438
6.3.4 Ausrüstung für den Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung	440
6.3.5 Zusätzliche Anforderungen zu TRD 604, Blatt 1 und Blatt 2, an Dampfkesselanlagen der Gruppe IV mit Rostfeuerungen für Kohle	441
6.4 Probleme beim Betrieb von Heißwasseranlagen mit eingeschränkter Beaufsichtigung und ohne ständige Beaufsichtigung	443
6.4.1 Heißwasserschaltungen und ihre Eignung für den Betrieb mit eingeschränkter Beaufsichtigung oder ohne Beaufsichtigung	444
6.5 Erfahrungen aus dem Betrieb mit eingeschränkter und ohne ständige Beaufsichtigung	447
6.5.1 Dampfanlagen	447
6.5.2 Heißwasseranlagen	447
<b>7. Elektrische und elektronische Steuerungen im sicherheitsrelevanten Einsatz an Kesselanlagen (Erich Knörnschild)</b>	449
7.1 Entwicklung	449
7.1.1 Begriffe	449
7.2 Anforderungen	453
7.2.1 Sicherheitsphilosophie	453
7.2.2 Fehlerphilosophie	453
7.2.2.1 Hardware-Fehler (-Ausfälle)	454
7.2.2.2 Software-Fehler	455
7.2.3 Bestimmungen, Richtlinien	456
7.2.4 Sicherheitstechnische Anforderungen an elektrische Betriebsmittel	457
7.3 Fehlersicherheit	459
7.3.1 Elektrische Betriebsmittel	459
7.3.2 Systeme nach dem Fail-safe-Prinzip	460
7.3.3 Redundanz mit Fail-safe-Vergleicher	461
7.3.4 Diversitäre Redundanz mit Fail-safe-Vergleicher	462
7.3.5 Sicherheitstechnische Lösungen (gesonderte Sicherheitsmaßnahmen) beim Einsatz von Mikrocomputersystemen	462
7.4 Störbeeinflussbarkeit, Umweltbedingungen	464
7.5 Sicherheitsnachweis	464
7.5.1 Ausfalleffektanalyse (theoretisch) und Ausfallkombinationen	465
7.5.2 Checklisten für die Fehlersimulation	466
7.5.3 Festlegung der Umweltbedingungen und Störbeeinflussbarkeitsgrenzen	466

---

7.5.4 Durchführung des praktischen Sicherheitsnachweises	467
7.5.4.1 Fehlersimulationen	467
7.5.4.2 Prüfung der Funktionssicherheit bei verschiedenen äußeren Beeinflussungen	472
7.5.4.3 Ausführung	475
7.5.4.4 Gutachten, Prüfbescheinigung	475
7.6 Prinzipielle Beispiele von elektronischen Steuerungen	476
7.6.1 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	476
7.6.1.1 Konzeptphase	477
7.6.1.2 Vorprüfung	478
7.6.1.3 Vor-Ort-Prüfung	479
7.6.1.4 Änderungsverfahren	479
<b>8. Vorschriften und Maßnahmen zum Schutze der Umwelt (Thomas Gritsch)</b>	<b>481</b>
8.1 Einleitung	481
8.2 Europäisches Umweltrecht	482
8.3 Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)	483
8.3.1 Übersicht	483
8.3.2 Begriffe	485
8.3.3 Vorschriften für Dampfkessel und Feuerungen	485
8.4 Die Genehmigung von Anlagen	486
8.4.1 Genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)	486
8.4.2 Grundsätze des Genehmigungsverfahrens (9. BImSchV, UVPG)	486
8.4.2.1 Förmliches Genehmigungsverfahren	486
8.4.2.2 Vereinfachtes Genehmigungsverfahren	489
8.5 Die Begrenzung von Emissionen im Abgas	489
8.5.1 Kleinfreuerungsanlagen (1. BImSchV)	489
8.5.2 Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV)	490
8.5.3 Sonstige Feuerungsanlagen (TA Luft)	491
8.5.4 Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV)	494
8.6 Beurteilung von Geräuschimmissionen (TA Lärm)	495
8.7 Die Begrenzung von Schadstofffrachten im Abwasser (WHG)	498
8.8 Die Begrenzung von Störfällen (12. BImSchV)	500
8.9 Das Umwelthaftungsgesetz (UmweltHG)	502
8.10 Das EG-Öko-Audit-System	503
8.11 Die Kontrolle der Emissionen	504
8.11.1 Aufgaben und Anforderungen	504
8.11.2 Kleinfreuerungsanlagen	505
8.11.3 Größere Feuerungsanlagen	506
8.12 Sonstige Pflichten des Anlagenbetreibers	513
8.12.1 Ableitbedingungen für Abgase (TA Luft)	513
8.12.2 Der Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte (5. BImSchV)	513
8.12.3 Die Emissionserklärung (11. BImSchV)	515
8.12.4 Arbeitsplatzbedingungen	516
8.13 Technische Maßnahmen zur Emissionsminderung	520
8.13.1 Primärmaßnahmen für Staub und Gase	520
8.13.1.1 Staub	520

---

8.13.1.2 Schwefeloxide (3. BlmSchV)	521
8.13.1.3 Stickstoffoxide	523
8.13.1.4 Kohlenmonoxid und organische Stoffe	527
8.13.1.5 Kohlendioxid	528
8.13.1.6 Halogenverbindungen	529
8.13.2 Sekundärmaßnahmen für Staub und Gase	530
8.13.2.1 Abgasentstaubung	530
8.13.2.2 Abgasentschwefelung	540
8.13.2.3 Abgasentstickung	546
8.13.2.4 Abscheidung von HCl, HF, Hg und organischen Verbindungen	554
8.13.3 Lärm minderungsmaßnahmen	555
8.14 Beseitigung von Rest- und Abfallstoffen	557
<b>9. Instandhaltung, Störungen, Schäden, (Albert Kriener)</b>	<b>563</b>
9.1 Wartung	563
9.1.1 Wartung bei Dampfkesseln der Gruppe IV (Hochdruckdampfkessel)	563
9.1.2 Wartungsverträge	565
9.1.3 Ausrüstung	566
9.1.3.1 Anzeigeeinrichtungen	566
9.1.3.2 Absperr- und Entleerungseinrichtungen	569
9.1.3.3 Speise- und Umwälzeinrichtungen	571
9.1.3.4 Wartung von Regel- und Sicherheitseinrichtungen	573
9.1.3.5 Meßeinrichtungen	576
9.1.3.6 Elektrische Einrichtungen	578
9.1.3.7 Sonstige Einrichtungen	578
9.1.4 Feuerung und elektrische Beheizung	579
9.1.4.1 Feste Brennstoffe	579
9.1.4.2 Flüssige Brennstoffe	580
9.1.4.3 Gasförmige Brennstoffe	580
9.1.4.4 Elektrische Beheizung	580
9.1.5 Sonstige Teile der Feuerung	581
9.1.5.1 Heizöllagerung und Heizölvorwärmung	581
9.1.5.2 Kohle-, Späne- und Staublagerung	581
9.1.5.3 Saugzuggebläse	582
9.1.5.4 Entaschung und Staubabscheider	582
9.1.5.5 Schornstein	582
9.1.6 Wasseraufbereitung	582
9.1.6.1 Allgemeines	582
9.1.6.2 Enthärtungs- und Entgasungsanlagen	584
9.1.6.3 Anlagen zur Entkieselung und Entlösung	584
9.1.6.4 Dosier- und Untersuchungsgeräte	588
9.1.6.5 Speise- und Kesselwasser	588
9.1.6.6 Einrichtungen zum Absalzen und zum Abschlammen	588
9.1.6.7 Konservierung	588
9.1.7 Anfahren der Kesselanlage nach Stillständen	589
9.1.7.1 Warmstart	590
9.1.7.2 Kaltstart	590
9.1.7.3 Abstellen	590

---

9.2 Inspektion	591
9.2.1 Allgemeines	591
9.2.2 Befahren von Kesselanlagen	591
9.2.3 Rauchgasseitige Reinigung	592
9.2.4 Wasserseite Reinigung	592
9.3 Instandsetzung	592
9.3.1 Vom Kesselwärter auszuführende Überholungen und Reparaturen	593
9.3.1.1 Armaturen	593
9.3.1.2 Schrauben, Mannlochverschlüsse	593
9.3.1.3 Wasserstände, Schaltwippen, Regelgeräte	594
9.3.2 Reparaturen durch den Fachmann	594
9.3.2.1 Wasserstandregler und -begrenzer (Neueinbau)	594
9.3.2.2 Schweißarbeiten	594
9.3.2.3 Elektrische Einrichtungen	594
9.3.3 Reparaturen durch den Hersteller bzw. durch einschlägige Fachfirmen	595
9.3.3.1 Schweißer- und Verfahrensprüfung	595
9.3.3.2 Reparaturen von Konstruktionsteilen	595
9.4 Störungen	596
9.5 Schäden	606
9.5.1 Allgemeines	606
9.5.2 Schäden trotz geprüfter Ausrüstung	608
9.5.3 Wassermangel	609
9.5.4 Verpuffungen	613
9.5.5 Konstruktionsfehler	613
9.5.6 Fertigungsfehler	614
9.5.7 Armaturen und Ausrüstung	614
9.5.8 Sonstige Kesselseite	614
9.5.9 Sonstige Teile der Kesselanlage	615
9.6 Ausblick	616
<b>10. Vorschriften und Bestimmungen (Fritz Mayr)</b>	617
10.1 Allgemeines	617
10.2 Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz)	618
10.3 Dampfkesselbestimmungen	620
10.4 Bundesimmissionsschutzgesetz	630
10.5 Regeln für Warmwasserheizungsanlagen	630
10.6 Druckbehälterbestimmungen	632
10.7 Wichtige Normen für Heizungsanlagen und für Wassererwärmer	637
10.8 Verdingungsordnung für Bauleistungen	641
10.9 Richtlinien über Ausbildungslehrgänge für Kesselwärter	642
10.10 Sonstige Vorschriften, Bestimmungen und Regeln	648
10.11 Ausblick	649
<b>11. Grafische Symbole</b>	653
<b>12. Schrifttum</b>	657
<b>13. Sachwortverzeichnis</b>	719
<b>14. Bezugsquellen</b>	751