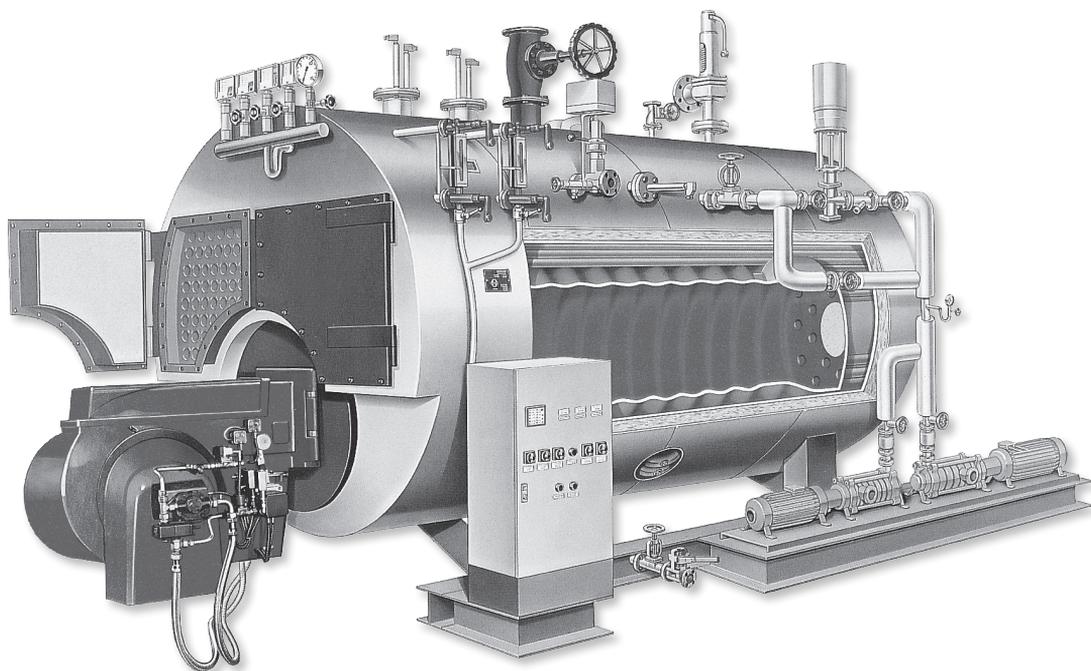


Wolfgang Linke (Hrsg.)

# BASISWISSEN KESSELBETRIEBS- TECHNIK

Beaufsichtigung und Wartung von Kesselanlagen



**RESCH**

# **Basiswissen Kesselbetriebstechnik**

## **Beaufsichtigung und Wartung von Kesselanlagen**

Herausgegeben von Dipl.-Ing. (Univ.) Wolfgang Linke

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Maximilian Berger

Dipl.-Ing. (Univ.) Stefan Graßmann

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Gröber

Dipl.-Ing. (Univ.) Tuisko Kampffmeyer

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Prager

Dipl.-Ing. (Univ.) Roland Salomon

Dipl.-Ing. (Univ.) Herbert Stumpf

Dr. rer. nat. Thomas Vogt

Dr. rer. nat. Michael Waeber

Mit 198 Bildern und 67 Tabellen

**RESCH**

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.db.de> abrufbar.

**Rechtliche Hinweise:**

Wie jeder Bereich sind auch die rechtlichen Grundlagen ständigen Entwicklungen und Änderungen, gerade auch im Hinblick auf EU-Angleichungen u. dgl., unterworfen. Der Nutzer dieses Handbuchs kann darauf vertrauen, dass Herausgeber, Verfasser und Verlag größtmögliche Sorgfalt darauf verwandt haben, dass dieses Werk zum Zeitpunkt der Fertigstellung (April 2017) entsprechend aktuell ist, wird aber gehalten, sich ab diesem Zeitpunkt weiterhin über Änderungen zu informieren. Trotz sorgfältigster Erarbeitung können Herausgeber, Verfasser und Verlag nicht ausschließen, dass sich Fehler oder Irrtümer eingeschlichen haben, eine entsprechende Haftung wird ausgeschlossen.

**Impressum:**

---

1. Auflage 2017

© 1980, Resch-Verlag, Dr. Ingo Resch GmbH

Maria-Eich-Straße 77, D-82166 Gräfelfing

Druck und Bindung: Kösel, Krugzell

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

ISBN 978-3-935197-81-6

# Vorwort

Dampfkesselanlagen existieren auch im Zeitalter von Industrie 4.0. Für die Erzeugung elektrischer Energie, Prozessdampf und Wärme spielen Dampfkessel in der Versorgung und fast allen Industriezweigen weiterhin eine Hauptrolle.

Auch den Kesselwärter gibt es noch, in Deutschland gesetzlich geregelt unter dem neuen Begriff des »Beauftragten Beschäftigten«. Seine Bedeutung ist im Rahmen der heute erweiterten Arbeitgeberverantwortung sogar eher gestiegen.

Das vorliegende Fachbuch umfasst die wichtigsten Informationen für den Betrieb von Dampfkesselanlagen im Rahmen der aktuellen gesetzlichen Anforderungen. Neben den notwendigen chemischen und physikalischen Grundlagen vermittelt es das Wissen über Dampfkesselbauarten, Feuerungseinrichtungen, Ausrüstung und Nebenanlagen, das zum Verständnis der Funktion von Dampfkesselanlagen erforderlich ist. Darüber hinaus sind die betrieblichen Aspekte wie die Instandhaltung, typische Störungen und Schäden sowie gesetzliche Anforderungen umfangreich und praxisnah dargestellt.

Neben den aktuellen technischen und rechtlichen Neuerungen wird in den Kapiteln jeweils auch die historische Entwicklung dargestellt, sofern sie für das Verständnis der aktuellen Informationen und für bestehende Anlagen relevant sind.

Das Buch dient als Grundlage für die Ausbildung von Fachpersonal, das bei der Verwendung von Dampfkesselanlagen in Industrie- und Versorgungsunternehmen eingesetzt wird. Für Betriebsleiter, Planer, Errichter, Betriebsingenieure und als Kesselwärter Tätige ist das Buch eine wichtige Arbeitsgrundlage/Nachschlagewerk.

Wie schon beim Vorgängerwerk, dem bewährten Standardwerk »Handbuch Kesselbetriebstechnik«, sind die Autoren der einzelnen Kapitel erfahrene Sachverständige technischer Überwachungsorganisationen. Neu ist die aktualisierte und erstmals auf die wichtigsten Informationen komprimierte Form, die eine klare Struktur und Übersichtlichkeit schafft.

*München, im Mai 2017*  
*Wolfgang Linke, Herausgeber*

# Autoren

## **Maximilian Berger**

Kapitel 7 »Elektrotechnik und Steuerungen im Einsatz an Kesselanlagen«

Er ist seit 1990 als Sachverständiger im ostbayerischen Chemiedreieck bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH in Trostberg, früher Traunreut, tätig. Seine Fachgebiete sind Wasserrecht, Tankanlagen, Gefahrstoffrecht und Dampf- und Drucktechnik. Als Elektroingenieur ist er mit Sonderfragen auf dem Gebiet der Messtechnik und dem Einsatz sowie der Prüfung von elektrischen und elektronischen Steuerungen betraut.

## **Stefan Graßmann**

Kapitel 2 »Kesselbauarten«

Er ist seit 1992 bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH in der Abteilung Dampfkesselanlagen tätig, die er seit 2006 auch leitet. Er befasst sich überwiegend mit der Entwurfsprüfung und Zertifizierung von Dampfkesseln und der Begutachtung von Dampfkesselanlagen im Rahmen des Erlaubnisverfahrens nach Betriebsicherheitsverordnung.

Er ist Mitglied in Arbeitskreisen zur europäischen Normung von Dampfkesseln, im Unterausschuss Dampf und Druck des Ausschusses für Betriebssicherheit, sowie im Erfahrungsaustausch des Verbands der technischen Überwachungsvereine.

## **Stefan Gröber**

Kapitel 3 »Ausrüstung der Kesselanlagen«

Er ist seit 1987 bei der TÜV Industrie Service GmbH als Sachverständiger für den Geschäftsbereich Dampf- und Drucktechnik tätig. Seit 2011 betreut er das Kraftwerk in Zolling.

## **Tuisko Kampffmeyer**

Kapitel 1 »Allgemeine Grundlagen«

Er arbeitet bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH als Sachverständiger im Geschäftsfeld Anlagensicherheit in Mannheim. Daneben auditiert er Umwelt- und Energiemanagementsysteme bei Industrieunternehmen. Der TÜV-Tätigkeit ging eine mehrjährige Praxis in der industriellen Energiewirtschaft voraus.

## **Thomas Prager**

Kapitel 6 »Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen« und Kapitel 10 »Vorschriften und Bestimmungen«

Er ist seit 2000 in der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH als Sachverständiger im Geschäftsfeld Druckgeräte und Anlagensicherheit beschäftigt. Zu seinen Aufgaben gehören die technische Leitung der Zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) für Druckanlagen sowie die Fachgebietsleitung für Dampfkesselanlagen. Vor seiner TÜV-Tätigkeit arbeitete er mehrere Jahre in der Inbetriebnahme von Kraftwerksanlagen.

## **Roland Salomon**

Kapitel 9 »Instandhaltung, Störungen, Schäden«

Er ist bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH seit 1991 als Sachverständiger im Bereich Anlagensicherheit und Störfallvorsorge tätig.

## **Herbert Stumpf**

Kapitel 4 »Beheizung von Dampfkesseln«

Er ist seit 1981 Sachverständiger mit Schwerpunkt Dampfkesselanlagen bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH, leitete 15 Jahre lang die Abteilung Dampf- und Drucktechnik in Augsburg und ist derzeit als Prozessverantwortlicher im Geschäftsbereich Dampf- und Drucktechnik tätig.

## **Thomas Vogt**

Kapitel 5 »Wasser und Dampf«

Er ist seit 1991 in verschiedenen Organisationseinheiten des TÜV SÜD tätig. Seit 1996 bearbeitet er im Geschäftsfeld Anlagentechnik vorrangig wasser- und korrosionschemische Fragestellungen an Industrieanlagen und entsprechenden Komponenten. In diesem Zusammenhang begleitet er auch Schadensanalysen an metallischen Komponenten mit wasser- und korrosionschemischem Hintergrund.

## **Michael Waeber**

Kapitel 8 »Vorschriften und Maßnahmen zum Schutz der Umwelt«

Er ist bei der TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Bereich Umwelttechnik mit dem Schwerpunkt Emissionsmesstechnik an Industrieanlagen tätig. Als Leiter des akkreditierten Prüflabors für Umweltmessungen ist er als Fachlich Verantwortlicher der notifizierten Messstelle des TÜV SÜD nach §29b BImSchG benannt. Mitglied in verschiedenen Arbeitskreisen beim VDI und CEN im Rahmen der Normung von Messverfahren.

|           |   |
|-----------|---|
| <b>1</b>  | <b>Allgemeine Grundlagen</b>                                      |
| <b>2</b>  | <b>Kesselbauarten</b>   |
| <b>3</b>  | <b>Ausrüstung der Kesselanlagen</b>                               |
| <b>4</b>  | <b>Beheizung von Dampfkesseln</b>                                 |
| <b>5</b>  | <b>Wasser und Dampf</b>   |
| <b>6</b>  | <b>Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen</b>                     |
| <b>7</b>  | <b>Elektrotechnik und Steuerungen im Einsatz an Kesselanlagen</b> |
| <b>8</b>  | <b>Vorschriften und Maßnahmen zum Schutz der Umwelt</b>           |
| <b>9</b>  | <b>Instandhaltung, Störungen, Schäden</b>                         |
| <b>10</b> | <b>Vorschriften und Bestimmungen</b>                              |
|           | <b>Stichwortverzeichnis</b>                                       |
|           | <b>Bezugsquellenverzeichnis</b>                                   |

# Inhalt

|            |   |    |            |   |    |
|------------|---|----|------------|---|----|
| <b>1.</b>  | <b>Allgemeine Grundlagen</b>  | 15 | 1.4.4.1    | Verbrennungsluft- und Rauchgasmenge               | 37 |
| 1.1        | Physikalische Grundbegriffe, Bezeichnungen und Gesetzmäßigkeiten              | 15 | 1.4.4.2    | Enthalpie der Rauchgase                           | 39 |
| 1.1.1      | In der Kesselbetriebstechnik gebräuchliche physikalische Größen und Einheiten | 15 | 1.4.4.3    | Feuerraumtemperatur                               | 39 |
| 1.1.1.1    | Vielfache und Bruchteile von Einheiten  | 15 | 1.4.4.4    | Förderdruck                                       | 39 |
| 1.1.1.2    | Druck und Kraft   | 15 | 1.4.4.5    | Aufgaben des Schornsteins                         | 40 |
| 1.1.1.3    | Temperatur  | 16 | 1.4.4.6    | Taupunkt der Rauchgase                            | 41 |
| 1.1.1.4    | Arbeit, Energie, Wärmemenge   | 17 | <b>1.5</b> | <b>Energiewirtschaft</b>                          | 41 |
| 1.1.1.5    | Leistung, Energiestrom, Wärmestrom  | 17 | 1.5.1      | Allgemeines                                       | 41 |
| 1.1.1.6    | Masse, Gewicht, Dichte, spezifisches Volumen und Schüttgewicht                | 18 | 1.5.2      | Energieumwandlung                                 | 42 |
| 1.1.1.7    | Viskosität  | 18 | 1.5.2.1    | Erscheinungsformen der Energie                    | 42 |
| 1.1.2      | Ausdehnung durch Wärme  | 19 | 1.5.2.2    | Energieumwandlungsketten                          | 42 |
| 1.1.3      | Normzustand bei Gasen; Zustandsänderungen der idealen Gase                    | 19 | 1.5.3      | Begriffe  | 42 |
| 1.1.4      | Spezifische Wärmekapazität; Wärmeinhalt (Enthalpie)                           | 20 | 1.5.4      | Verluste und Wirkungsgrad einer Kesselanlage      | 43 |
| <b>1.2</b> | <b>Arten der Wärmeübertragung</b>   | 20 | 1.5.5      | Kraft-Wärme-Kopplung                              | 44 |
| 1.2.1      | Wärmeleitung  | 21 | 1.5.6      | Brennwerttechnik                                  | 44 |
| 1.2.2      | Konvektion  | 21 | <b>2.</b>  | <b>Kesselbauarten</b>                             | 47 |
| 1.2.3      | Strahlung   | 22 | 2.1        | Allgemeines                                       | 47 |
| 1.2.4      | Wärmedurchgang  | 22 | 2.1.1      | Einteilung der Dampfkessel                        | 47 |
| <b>1.3</b> | <b>Wasserdampf</b>  | 25 | <b>2.2</b> | <b>Bauarten der Dampfkessel</b>                   | 48 |
| 1.3.1      | Physikalische Gesetzmäßigkeiten   | 25 | 2.2.1      | Allgemeine konstruktive Grundsätze                | 48 |
| 1.3.2      | Speichervermögen, Entspannungsampf  | 30 | 2.2.2      | Flammrohr-Rauchrohr-Kessel in Mehrzugbauweise     | 49 |
| <b>1.4</b> | <b>Brennstoffkunde</b>  | 30 | <b>2.3</b> | <b>Anlagen zur Dampf- und Heißwassererzeugung</b> | 56 |
| 1.4.1      | Vorkommen und Eigenschaften der Brennstoffe                                   | 31 | 2.3.1      | Allgemeines                                       | 56 |
| 1.4.1.1    | Erdöl   | 31 | 2.3.2      | Dampferzeugungsanlagen                            | 57 |
| 1.4.1.2    | Erdgas  | 32 | 2.3.3      | Heißwassererzeugungsanlagen                       | 57 |
| 1.4.2      | Lagerung der Brennstoffe  | 34 | <b>3.</b>  | <b>Ausrüstung der Kesselanlagen</b>               | 61 |
| 1.4.2.1    | Heizöl  | 34 | 3.1        | Sicherheitstechnische Grundausrüstung             | 61 |
| 1.4.2.2    | Erdgas  | 35 | 3.1.1      | Herstellerschild                                  | 61 |
| 1.4.2.3    | Flüssiggas  | 35 | 3.1.2      | Wasserstandsmarke                                 | 61 |
| 1.4.3      | Brennwert und Heizwert  | 35 |            |   |    |
| 1.4.4      | Verbrennung   | 36 |            |   |    |

|   |   |
|---|---|
| <p>3.1.3 Wasserstands-Anzeigeeinrichtungen ... 61</p> <p>3.1.3.1 Wasserstandsgläser ..... 61</p> <p>3.1.4 Speise- und Umwälzeinrichtungen ..... 64</p> <p>3.1.4.1 Verdrängerpumpen ..... 65</p> <p>3.1.4.2 Kreiselpumpen ..... 66</p> <p>3.1.5 Absperr- und Entleerungseinrichtungen, Rückströmsicherungen ..... 72</p> <p>3.1.5.1 Absperrvorrichtungen ..... 73</p> <p>3.1.5.2 Entleerungs- und Abschlammrichtungen, Entsalzungsventile ..... 75</p> <p>3.1.5.3 Rückströmsicherungen ..... 77</p> <p>3.1.6 Druckmessgeräte – Manometer ..... 78</p> <p>3.1.7 Temperaturmessgeräte ..... 79</p> <p>3.1.8 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung ..... 81</p> <p>3.1.9 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung am Wasserraum von Heißwassererzeugern der Kategorie IV ..... 84</p> <p>3.1.10 Reinigungs- und Besichtigungsöffnungen, Verschlüsse ..... 85</p> <p><b>3.2 Ausrüstung bei besonderen Bauarten, Feuerungen und Betriebsweisen ..... 87</b></p> <p>3.2.1 Wasserstandshöhenanzeiger (Hydrometer) ..... 87</p> <p>3.2.2 Wasserstandsregler ..... 87</p> <p>3.2.3 Wasserstandsbegrenzer ..... 88</p> <p>3.2.4 Druckregler und -begrenzer ..... 90</p> <p>3.2.5 Temperaturregler, -wächter, -begrenzer, Sicherheitstemperaturwächter, Sicherheitstemperaturbegrenzer ..... 91</p> <p>3.2.6 Strömungssicherungen und -begrenzer (nach DIN EN 12828 Strömungsbegrenzer) ..... 93</p> <p><b>3.3 Betriebstechnische Ausrüstung ..... 94</b></p> <p>3.3.1 Druckminder- und Regelventile, Überströmregler und Dampfumformventile ..... 94</p> <p>3.3.2 Temperaturregelventile ..... 94</p> <p>3.3.3 Mengenmessgeräte ..... 94</p> <p>3.3.4 Dampftrockner und Wasserabscheider ..... 95</p> <p>3.3.5 Ölabscheider ..... 95</p> <p>3.3.6 Kondensatableiter und -kontrollgeräte ..... 95</p> <p>3.3.6.1 Optische Kontrolle von Kondensatableitern ..... 97</p> <p>3.3.6.2 Kontrolle von Kondensatableitern mittels Temperaturmessung ..... 97</p> | <p>3.3.6.3 Mobile Geräte für die Kontrolle von Kondensatableitern ..... 97</p> <p>3.3.6.4 Stationäre Systeme für die Überwachung von Kondensatableitern ..... 98</p> <p>3.3.7 Rauchgasprüf- und -messgeräte, Messung der Rauchgasanteile ..... 98</p> <p><b>4. Beheizung von Dampfkesseln ..... 99</b></p> <p><b>4.1 Allgemeiner Aufbau von Feuerungen ..... 101</b></p> <p>4.1.1 Verbrennungsluft ..... 102</p> <p>4.1.2 Feuerraum ..... 104</p> <p>4.1.3 Rauchgaszüge ..... 105</p> <p>4.1.4 Rauchgasabführung ..... 106</p> <p>4.1.5 Schornsteingestaltung ..... 106</p> <p><b>4.2 Feuerungen für flüssige Brennstoffe ..... 107</b></p> <p>4.2.1 Brennstoffaufbereitung und -fortleitung; Ausrüstung ..... 107</p> <p>4.2.2 Brennstoffzerstäubung und Luftzumischung ..... 115</p> <p>4.2.3 Brennerbauarten und -zubehör ..... 121</p> <p>4.2.3.1 Öldruckerstäuber ..... 121</p> <p>4.2.3.2 Dampfdruckerstäuber ..... 123</p> <p>4.2.3.3 Luftdruckerstäuber ..... 124</p> <p>4.2.3.4 Drehzerstäuber ..... 124</p> <p>4.2.3.5 Zündung der Ölbrenner ..... 125</p> <p>4.2.3.6 Selbsttätige Schnellschlussvorrichtungen ..... 125</p> <p><b>4.3 Feuerungen für gasförmige Brennstoffe ..... 128</b></p> <p>4.3.1 Allgemeines ..... 128</p> <p>4.3.2 Brennstoffeinbringung und Luftzumischung ..... 131</p> <p>4.3.3 Brennerbauarten und -zubehör ..... 131</p> <p>4.3.3.1 Zündung der Gasbrenner ..... 133</p> <p>4.3.3.2 Selbsttätige Schnellschlussvorrichtungen ..... 133</p> <p>4.3.3.3 Überwachung der Dichtheit von Schnellschlussvorrichtungen ..... 133</p> <p>4.3.3.4 Entlüftung und Entwässerung von Gasleitungen ..... 135</p> <p><b>4.4 Flammenüberwachung ..... 135</b></p> <p>4.4.1 Fotoelemente und Fotozellen ..... 139</p> <p>4.4.2 UV-Dioden ..... 139</p> <p>4.4.3 Fotowiderstand ..... 139</p> |
|---|---|

|            |   |            |            |  |            |
|------------|---|------------|------------|--|------------|
| 4.4.4      | Fototransistoren .....  | 139        | 5.3.3.4.1  | Entsalzung durch Destillation .....  | 159        |
| 4.4.5      | Ionisation in der Flamme .....                                    | 140        | 5.3.3.4.2  | Entsalzung durch Membran-<br>verfahren .....   | 159        |
| 4.4.6      | Fremdlicht und Eigensicherheit .....                              | 140        | 5.3.3.4.3  | Entsalzung durch elektrochemische<br>Verfahren (EDI) .....   | 161        |
| 4.4.7      | Sicherheitszeiten .....   | 140        | 5.3.3.4.4  | Entsalzung durch Ionenaustausch ....   | 161        |
| <b>5.</b>  | <b>Wasser und Dampf .....</b>                                     | <b>143</b> | 5.3.4      | Aufbereitung des Kondensates .....   | 164        |
| <b>5.1</b> | <b>Eigenschaften und<br/>Vorkommen des Wassers .....</b>          | <b>143</b> | 5.3.4.1    | Kondensatenthärtung .....  | 164        |
| 5.1.1      | Allgemeines .....   | 143        | 5.3.4.2    | Kondensatentölung .....  | 164        |
| 5.1.2      | Physikalische Eigenschaften .....                                 | 143        | 5.3.4.3    | Kondensatentsalzung .....  | 165        |
| 5.1.3      | Chemische Eigenschaften und<br>Begriffe .....                     | 143        | 5.3.5      | Aufbereitung des Kessel-<br>speisewassers .....  | 165        |
| <b>5.2</b> | <b>Inhaltsstoffe des Wassers .....</b>                            | <b>145</b> | 5.3.5.1    | Entgasung .....  | 165        |
| 5.2.1      | Ungelöste Inhaltsstoffe .....                                     | 145        | 5.3.5.1.1  | Thermische Druckentgasung .....  | 166        |
| 5.2.1.1    | Feste, ungelöste Inhaltsstoffe .....                              | 145        | 5.3.5.1.2  | Unterdruckentgasung .....  | 167        |
| 5.2.1.2    | Flüssige, ungelöste Inhaltsstoffe .....                           | 145        | 5.3.5.1.3  | Chemische Entgasung .....  | 167        |
| 5.2.2      | Gelöste anorganische und<br>organische Inhaltsstoffe .....        | 145        | 5.3.5.2    | Nachenthärtung .....   | 169        |
| 5.2.2.1    | Salze .....   | 145        | 5.3.5.3    | Alkalisierung .....  | 170        |
| 5.2.2.1.1  | Salze der Erdalkalien .....                                       | 145        | 5.3.5.4    | Filmbildner .....  | 171        |
| 5.2.2.1.2  | Salze der Alkalien .....  | 148        | <b>5.4</b> | <b>Richtlinien und Anforderungen<br/>an die Wasserbeschaffenheit<br/>von Dampfkesseln .....</b>  | <b>172</b> |
| 5.2.2.1.3  | Salze der Schwermetalle .....                                     | 149        | 5.4.1      | DIN EN 12952-12: Wasserrohrkessel<br>und Anlagenkomponenten - Teil 12:<br>Anforderungen an die Speise- und<br>Kesselwasserqualität (Auszug),<br>Stand 12.2003 .....                | 173        |
| 5.2.2.2    | Kieselsäure .....   | 150        | 5.4.2      | DIN EN 12953-10: Großwasserraum-<br>kessel - Teil 10: Anforderungen an die<br>Speise- und Kesselwasserqualität<br>(Auszug), Stand 12.2003 .....                                    | 176        |
| 5.2.2.3    | Gase .....  | 151        | 5.4.3      | Überlegungen zur Dampfqualität .....   | 178        |
| 5.2.2.4    | Organische Verbindungen .....                                     | 151        | 5.4.4      | VGB-Standard Speisewasser-,<br>Kesselwasser- und Dampfqualität für<br>Kraftwerke/Industriekraftwerke<br>(VGB-S-010-T-00;2011-12.DE) .....  | 178        |
| <b>5.3</b> | <b>Wasseraufbereitung .....</b>                                   | <b>152</b> | 5.4.5      | Speise- und Kesselwasser-<br>beschaffenheit bei<br>Schnelldampferzeugern .....   | 184        |
| 5.3.1      | Allgemeines .....   | 152        | 5.4.6      | Anforderungen an das Kreislaufwasser<br>von Industrie- und Fernwärmeheiz-<br>anlagen .....   | 184        |
| 5.3.2      | Vorbehandlung von Wässern<br>(mechanisch und chemisch) .....      | 152        | 5.4.7      | VGB: Qualitätsanforderungen<br>für Fernheizwasser<br>(VGB-M 410 N (1994)) .....  | 185        |
| 5.3.2.1    | Entfernung grober Bestandteile<br>(Grobreinigung) .....           | 152        | 5.4.8      | Sonderkessel .....   | 185        |
| 5.3.2.2    | Entfernung feiner Bestandteile<br>(Filtration und Flockung) ..... | 152        | 5.4.8.1    | Richtwerte für Dampferzeuger mit<br>Kesselmantel aus C-Stahl oder nicht-<br>rostendem Stahl bis 5 bar Betriebs-<br>überdruck mit Heizbündeln aus Kupfer<br>oder Nickelbronze ..... | 186        |
| 5.3.2.3    | Entsäuerung .....   | 153        |            |  |            |
| 5.3.2.4    | Enteisung und Entmanganung .....                                  | 154        |            |  |            |
| 5.3.3      | Aufbereitung des Zusatzwassers .....                              | 154        |            |  |            |
| 5.3.3.1    | Wasseraufbereitung durch Ionen-<br>austauscher .....              | 154        |            |  |            |
| 5.3.3.2    | Enthärtung .....  | 156        |            |  |            |
| 5.3.3.2.1  | Enthärtung durch Fällverfahren .....                              | 156        |            |  |            |
| 5.3.3.2.2  | Enthärtung durch Ionenaus-<br>tauscher .....                      | 156        |            |  |            |
| 5.3.3.3    | Entkarbonisierung .....   | 157        |            |  |            |
| 5.3.3.3.1  | Kalkentkarbonisierung .....                                       | 157        |            |  |            |
| 5.3.3.3.2  | Entkarbonisierung durch Ionen-<br>austauscher .....               | 158        |            |  |            |
| 5.3.3.4    | Entsalzung .....  | 159        |            |  |            |

|          |  |     |           |  |     |
|----------|--|-----|-----------|--|-----|
| 5.4.8.2  | Richtwerte für Dampferzeuger mit Kesselmantel aus C-Stahl oder nichtrostendem Stahl bis 5 bar Betriebsüberdruck mit Heizbündel aus nichtrostendem austenitischem Stahl ..... | 186 | 5.2       | <b>Betrieb von Dampfkesselanlagen</b> ...  | 213 |
| 5.4.9    | Richtwerte für das Füll-, Ergänzungs- und Umwälzwasser von Warmwasser-Heizungsanlagen .....  | 187 | 6.2.1     | Anforderungen an den Betrieb gemäß TRD bzw. DDA-Information 1001, 1002 .....   | 215 |
| 5.4.10   | Allgemeine Bemerkungen zu den Richtwerten für Dampfkessel .....  | 187 | 6.2.2     | Anforderungen an den Betrieb gemäß der europäischen Kesselnormen .....   | 217 |
| 5.5      | <b>Kesselkonservierung</b> .....   | 188 | 6.3       | <b>Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen</b> .....  | 219 |
| 5.5.1    | Nasskonservierung .....  | 188 | 6.3.1     | Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen gemäß TRD 401 bei Betrieb mit ständiger Beaufsichtigung .....                             | 219 |
| 5.5.2    | Trockenkonservierung .....   | 189 | 6.3.2     | Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen gemäß TRD 604 bei Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung .....                             | 220 |
| 5.6      | <b>Belagbildung und Korrosion</b> .....  | 190 | 6.3.3     | Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen bei Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung nach der europäischen Kesselnorm EN 12953 ..... | 221 |
| 5.6.1    | Schutzschicht- und Belagbildung .....  | 190 | 7.        | <b>Elektrotechnik und Steuerungen im Einsatz an Kesselanlagen</b> .....  | 223 |
| 5.6.2    | Korrosion .....  | 190 | 7.1       | <b>Entwicklung</b> .....   | 223 |
| 5.6.2.1  | Sauerstoff- und Stillstandkorrosion .....  | 190 | 7.1.1     | Begriffe .....   | 223 |
| 5.6.2.2  | Säurekorrosion .....   | 191 | 7.1.1.1   | Ohm'sches Gesetz .....   | 223 |
| 5.6.2.3  | On-load-Korrosion .....  | 192 | 7.1.1.2   | Strom und Spannung .....   | 223 |
| 5.6.2.4  | Spannungsrisskorrosion .....   | 192 | 7.1.1.2.1 | Batterie .....   | 223 |
| 5.6.2.5  | Heißwasser- bzw. Heißdampf-oxidation .....   | 192 | 7.1.1.2.2 | Gleichstrom .....  | 224 |
| 5.6.2.6  | Erosionskorrosion .....  | 193 | 7.1.1.2.3 | Wechselstrom .....   | 224 |
| 5.7      | <b>Chemische Reinigung von Kesselanlagen</b> .....   | 193 | 7.1.1.2.4 | Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) .....   | 225 |
| 5.8      | <b>Hinweise zur Unfallverhütung</b> .....  | 194 | 7.2       | <b>Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom</b> .....   | 226 |
| 5.9      | <b>Betrieb von Dampf- und Heißwassererzeugern ohne ständige Beaufsichtigung</b> .....  | 195 | 7.3       | <b>Arbeiten in engen Räumen</b> .....  | 227 |
| 5.10.    | <b>Überwachung der Wasserqualität in Wasser-/Dampf-Kreisläufen</b> .....   | 195 | 7.4       | <b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b> .....   | 227 |
| 5.10.1   | Automatische Überwachung .....   | 195 | 7.4.1     | Sicherheitsphilosophie .....   | 227 |
| 5.10.2   | Manuelle Überwachung .....   | 197 | 7.4.2     | Messtechnik .....  | 227 |
| 5.10.2.1 | Probenahme der Betriebswässer .....  | 197 | 7.4.3     | Steuerungstechnik .....  | 228 |
| 5.10.2.2 | Untersuchungsverfahren für Betriebswässer .....  | 199 | 7.4.3.1   | Definition: Steuerung .....  | 228 |
| 5.10.2.3 | Bestimmung sonstiger Inhaltsstoffe ...   | 206 | 7.4.3.2   | Arten von Steuerungen .....  | 229 |
| 5.11     | <b>Bezeichnungen und Umrechnungen</b> .....  | 207 | 7.4.4     | Regelungstechnik .....   | 229 |
| 6.       | <b>Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen</b> .....  | 209 |           |  |     |
| 6.1      | <b>Vorschriften für die Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen</b> .....   | 210 |           |  |     |

|            |  |            |            |  |            |
|------------|--|------------|------------|--|------------|
| 7.4.5      | Anforderungen an Sicherheitsstromkreise in Schaltungen .....               | 231        | 9.1.3.2    | Absperr- und Entleerungseinrichtungen .....                                  | 256        |
| 7.4.6      | Sicherheitsnachweis .....  | 232        | 9.1.3.3    | Speise- und Umwälzeinrichtungen ..   | 258        |
| 7.4.7      | Darstellung von MSR-Einrichtungen in R&L-Fließbildern .....                | 232        | 9.1.3.4    | Wartung von Regel- und Sicherheitseinrichtungen .....                        | 259        |
| <b>8.</b>  | <b>Vorschriften und Maßnahmen zum Schutz der Umwelt .....</b>              | <b>235</b> | 9.1.3.5    | Messeinrichtungen .....  | 260        |
| <b>8.1</b> | <b>Einleitung .....</b>  | <b>235</b> | 9.1.3.6    | Elektrische Einrichtungen .....  | 262        |
| <b>8.2</b> | <b>Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) .....</b>                       | <b>235</b> | 9.1.3.7    | Sonstige Einrichtungen .....   | 262        |
| 8.2.1      | Übersicht .....  | 235        | 9.1.4      | Feuerung .....   | 263        |
| 8.2.2      | Begriffe .....   | 236        | 9.1.4.1    | Flüssige Brennstoffe .....   | 263        |
| 8.2.3      | Vorschriften für Dampfkessel und Feuerungen .....                          | 237        | 9.1.4.2    | Gasförmige Brennstoffe .....   | 263        |
| <b>8.3</b> | <b>Begrenzung von Emissionen im Abgas .....</b>                            | <b>238</b> | 9.1.5      | Sonstige Anlagenteile der<br>Feuerung .....                                  | 263        |
| 8.3.1      | Kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV .....                    | 238        | 9.1.5.1    | Heizöllagerung .....   | 263        |
| 8.3.2      | Sonstige Feuerungsanlagen bis 50 MW Feuerungswärmeleistung (TA Luft) ..... | 241        | 9.1.5.2    | Schornstein .....  | 263        |
| 8.3.3      | Großfeuerungsanlagen ab 50 MW Feuerungswärmeleistung (13. BImSchV) .....   | 246        | 9.1.6      | Wasseraufbereitung .....   | 265        |
| <b>8.4</b> | <b>Überwachung der Anlagen und Kontrolle der Emissionen .....</b>          | <b>246</b> | 9.1.6.1    | Allgemeines .....  | 265        |
| 8.4.1      | Allgemeine Anforderungen .....   | 246        | 9.1.6.2    | Enthärtungs- und Entgasungsanlagen .....                                     | 265        |
| 8.4.2      | Kleine und mittlere Feuerungsanlagen .....                                 | 246        | 9.1.6.3    | Anlagen zur Entkieselung und Entölung .....                                  | 266        |
| 8.4.3      | Sonstige Feuerungsanlagen bis 50 MW Feuerungswärmeleistung (TA Luft) ..... | 247        | 9.1.6.4    | Dosier- und Untersuchungsgeräte ...  | 266        |
| <b>9.</b>  | <b>Instandhaltung, Störungen, Schäden .....</b>                            | <b>251</b> | 9.1.6.5    | Speise- und Kesselwasser .....   | 266        |
| <b>9.1</b> | <b>Wartung .....</b>   | <b>252</b> | 9.1.6.6    | Einrichtungen zum Absalzen und zum<br>Abschlämmen .....                      | 266        |
| 9.1.1      | Wartung bei Dampfkesseln der Kategorie IV (Hochdruckdampfkessel) .....     | 252        | 9.1.6.7    | Konservierung .....  | 266        |
| 9.1.2      | Wartungsverträge .....   | 252        | 9.1.7      | Anfahren der Kesselanlage nach<br>Stillständen .....                         | 267        |
| 9.1.3      | Ausrüstung .....   | 254        | 9.1.7.1    | Warmstart .....  | 267        |
| 9.1.3.1    | Anzeigeeinrichtungen .....   | 254        | 9.1.7.2    | Kaltstart .....  | 268        |
|            |  |            | 9.1.7.3    | Abstellen .....  | 268        |
|            |  |            | <b>9.2</b> | <b>Inspektion .....</b>  | <b>268</b> |
|            |  |            | 9.2.1      | Allgemeines .....  | 268        |
|            |  |            | 9.2.2      | Befahren von Kesselanlagen .....   | 268        |
|            |  |            | 9.2.3      | Rauchgasseitige Reinigung .....  | 268        |
|            |  |            | 9.2.4      | Wasserseitige Reinigung .....  | 269        |
|            |  |            | <b>9.3</b> | <b>Instandsetzungen .....</b>  | <b>269</b> |
|            |  |            | 9.3.1      | Vom Kesselwärter auszuführende<br>Überholungen und Reparaturen .....         | 269        |
|            |  |            | 9.3.1.1    | Armaturen .....  | 269        |
|            |  |            | 9.3.1.2    | Schrauben, Mannlochverschlüsse ...   | 270        |
|            |  |            | 9.3.1.3    | Wasserstände, Schaltwippen,<br>Regelgeräte .....                             | 270        |
|            |  |            | 9.3.2      | Reparaturen durch den Fachmann ...   | 270        |
|            |  |            | 9.3.2.1    | Wasserstandsregler und -begrenzer<br>(Neueinbau) .....                       | 270        |
|            |  |            | 9.3.2.2    | Schweißarbeiten .....  | 270        |
|            |  |            | 9.3.2.3    | Elektrische Einrichtungen .....  | 271        |
|            |  |            | 9.3.3      | Reparaturen durch den Hersteller bzw.<br>durch einschlägige Fachfirmen ..... | 271        |

|  |  |
|--|--|
| <p>9.3.3.1 Schweißer- und Verfahrensprüfung .... 271</p> <p>9.3.3.2 Reparaturen von Konstruktionsteilen ..... 271</p> <p><b>9.4 Störungen</b> ..... 271</p> <p><b>9.5 Schäden</b> ..... 276</p> <p>9.5.1 Allgemeines ..... 276</p> <p>9.5.2 Schäden trotz geprüfter Ausrüstung ..... 279</p> <p>9.5.3 Wassermangel ..... 279</p> <p>9.5.4 Flammrohrschäden trotz ausreichendem Wasserstand ..... 280</p> <p>9.5.5 Verpuffungen ..... 280</p> <p>9.5.6 Konstruktions- und Fertigungsfehler ..... 281</p> <p>9.5.7 Armaturen und Ausrüstung ..... 281</p> <p>9.5.8 Sonstige Kesselteile ..... 281</p> <p>9.5.9 Sonstige Teile der Kesselanlage ..... 281</p> <p><b>9.6 Ausblick</b> ..... 282</p><br><p><b>10. Vorschriften und Bestimmungen</b> ..... 283</p> <p>10.1 Allgemeines ..... 283</p> | <p><b>10.2 Europäische Normungsarbeit für Dampfkessel</b> ..... 283</p> <p><b>10.3 Druckgeräterichtlinie</b> ..... 283</p> <p><b>10.4 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)</b> ..... 287</p> <p><b>10.5 Betriebsvorschriften und Regeln für Dampfkesselanlagen</b> ..... 288</p> <p>10.5.1 Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ..... 288</p> <p>10.5.2 Technische Regeln für die Betriebssicherheit (TRBS) ..... 289</p> <p>10.5.3 Betriebliche Regeln der TRD ..... 290</p> <p><b>10.6 Europäische Normen (EN) für Dampfkessel</b> ..... 291</p> <p><b>10.7 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen</b> ..... 291</p> <p><b>10.8 Sonstige Vorschriften, Bestimmungen und Regeln</b> ..... 292</p><br><p><b>Stichwortverzeichnis</b> ..... 293</p><br><p><b>Bezugsquellenverzeichnis</b> ..... 305</p> |
|--|--|

# Stichwortverzeichnis

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| 24-Stunden-Betrieb ..... | 217      |
| 72-Stunden-Betrieb ..... | 213, 217 |

## A

|  |          |
|--|----------|
| Abgas .....  | 128      |
| Abgasrückführung .....                             | 116      |
| Abgasverlust .....                                 | 43       |
| Abreißen der Flamme .....                          | 135      |
| Absalzen .....                                     | 266      |
| Absalzregler .....                                 | 77       |
| Abschlammautomat, Wartung .....                    | 257      |
| Abschlammereinrichtung .....                       | 75       |
| Abschlämmen .....                                  | 148, 266 |
| Abschlamm-Schnellschlussventil .....               | 76       |
| Abschlammventil .....                              | 72       |
| Abschneideventil .....                             | 112      |
| Absinkdauer .....                                  | 61       |
| absolute Temperatur .....                          | 16       |
| absoluter Nullpunkt .....                          | 16       |
| Absperr- und Entleerungseinrichtung, Wartung ..... | 256      |
| Absperrvorrichtung .....                           | 72       |
| – Hahn .....                                       | 73       |
| – Klappe .....                                     | 73       |
| – Schieber .....                                   | 73       |
| – Ventil .....                                     | 73       |
| Abstellen .....                                    | 268      |
| AC (alternating current) .....                     | 225      |
| Akku .....   | 223      |
| Akkumulatoren .....                                | 223      |
| Aktivkohle .....                                   | 164      |
| Alkalien .....                                     | 143      |
| Alkalisalze .....                                  | 148      |
| Alkalisierung .....                                | 170      |
| Altanlagen .....                                   | 34       |
| Anfahren der Kesselanlage .....                    | 267      |
| Anfahren von Schwerölfeuerungen .....              | 114      |
| Anionen .....                                      | 144      |
| Anionenaustauscher .....                           | 155      |
| Anlagenüberwachung .....                           | 246      |
| Arbeit, Umrechnung .....                           | 17       |
| Arbeiten in engen Räumen .....                     | 227      |
| Arbeitsmittel .....                                | 211      |
| Asphaltenengehalt von Öl .....                     | 110      |
| Asynchronmaschine .....                            | 226      |
| atmosphärische Gasbrenner .....                    | 131      |
| Atome .....  | 143      |
| Aufbereitung Kesselspeisewasser .....              | 165      |
| Aufbereitung Kondensat .....                       | 164      |
| Auffangbehälter .....                              | 110      |
| Ausblaseleitung .....                              | 135      |

|   |     |
|---|-----|
| Ausblasen von Ölfeuerungen .....        | 114 |
| Ausdehnungsgefäß .....                  | 110 |
| Ausrüstung von Kesselanlagen .....      | 61  |
| Ausrüstung von Dampfkesselanlagen ..... | 219 |
| Austauscherharze .....                  | 155 |
| AVT Verfahren .....                     | 170 |

## B

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Bar (bar) .....   | 15                             |
| Baugruppe .....   | 286                            |
| Baumusterprüfung .....  | 232                            |
| Beaufsichtigung von Dampfkesselanlagen .....                                      | 209                            |
| beaufsichtigungsfreier Betrieb .....  | 217                            |
| beauftragter Beschäftigter .....  | 213, 288                       |
| – Anforderungen .....   | 214                            |
| Bedienungsanweisung .....   | 100                            |
| Befahren von Kesselanlagen .....  | 268                            |
| Befahröffnung .....   | 85                             |
| Beheizung von Dampfkesseln .....  | 99                             |
| – schnell regelbar .....  | 99                             |
| Belagbildung .....  | 190                            |
| Belagsverhütung .....   | 194                            |
| Bestandschutz für Altanlagen .....  | 211                            |
| Betrieb ohne Beaufsichtigung .....  | 216                            |
| Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung .....                                       | 216                            |
| Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen .....                                     | 288                            |
| Betrieb von Dampf- und Heißwassererzeugern<br>ohne ständige Beaufsichtigung ..... | 195                            |
| Betrieb von Dampfkesselanlagen .....  | 213                            |
| – Anforderungen .....   | 217                            |
| Betriebsanleitung .....   | 286                            |
| Betriebseinwirkung .....  | 232                            |
| Betriebssicherheitsverordnung<br>(BetrSichV) .....                                | 34, 56, 99, 209, 210, 283, 288 |
| Betriebsvorschriften für Dampfkesselanlagen .....                                 | 288                            |
| beweglicher Kessel .....  | 47                             |
| Bezeichnungen .....   | 207                            |
| Bezirksschornsteinfeger .....   | 246                            |
| BImSchG .....   | 235 ff.                        |
| – Allgemeine Verwaltungsvorschriften .....  | 238                            |
| – Anlagen .....   | 237                            |
| – BVT-Merkblätter .....   | 237                            |
| – Durchführungsverordnungen .....   | 238                            |
| – Emissionen .....  | 237                            |
| – Immissionen .....   | 237                            |
| – Luftverunreinigungen .....  | 237                            |
| – schädliche Umwelteinwirkungen .....   | 236                            |
| – Stand der Technik .....   | 237                            |
| Binnenschiffskessel .....   | 47                             |
| Bodenheizschlangen .....  | 107                            |

# Stichwortverzeichnis

|  |          |   |                   |
|--|----------|---|-------------------|
| Brenner, Leistungsregelung                       | 113      | Dampfkesselverordnung (DampfKV)             | 209               |
| Brennstoff                                       |          | Dampfqualität                               | 178               |
| – Brennwert                                      | 35       | Dampftrockner                               | 95                |
| – Heizwert                                       | 35       | Dampfumformventil                           | 94                |
| – Lagerung                                       | 34       | DC (direct current)                         | 224               |
| – Zündtemperatur                                 | 36       | DDA-Information 1001, 1002                  | 215               |
| Brennstoffkunde                                  |          | Deionat                                     | 163, 197          |
| – Vorkommen und Eigenschaften<br>der Brennstoffe | 31       | Deutscher Dampfkesselausschuss              | 210               |
| Brennstoff-Luft-Verhältnis                       | 118      | Deutsches Institut für Normen               | 236               |
| Brennstoffzerstäubung                            | 115      | Dichte (Rho)                                | 15, 18            |
| Brennwert  | 35       | Dichteverhältnis                            | 18                |
| Brennwertkessel                                  | 44       | Dichtheit von Schnellschlussvorrichtungen   | 133               |
| Brennwerttechnik                                 | 44       | Dichtheitsprüfung der Schnellschlussventile | 135               |
| Brownsche Molekularbewegung                      | 16       | Dieselöl                                    | 32                |
| Brügendampf                                      | 30       | DIN Normen                                  | 236               |
| Bundes-Immissionsschutzgesetz,<br>s. a. BImSchG  | 235 ff.  | DIN EN Normen                               | 236               |
| Bus-Technik                                      | 92       | Dosier- und Untersuchungsgeräte             | 266               |
| <b>C</b>   |          | Dralldurchflussmesser                       | 95                |
| Chelate  | 148, 194 | Drehstrom                                   | 225               |
| chemische Entgasung                              | 167      | Drehstrommaschine                           | 225               |
| chemische Reinigung von Kesselanlagen            | 193      | Drehzahlregler der Lüfter                   | 120               |
| <b>D</b>   |          | Drehzerstäuber                              | 119, 121, 124     |
| Dampfdruckzerstäuber                             | 123      | Dreiphasenwechselstrom                      | 225               |
| Dampferzeugungsanlage                            | 57       | Druckbegrenzer                              | 90                |
| Dampffahne                                       | 97       | – Wartung                                   | 260               |
| Dampfkessel                                      |          | Druckeinheit                                |                   |
| – Bauarten                                       | 48       | – Bar (bar)                                 | 15                |
| – Beheizung                                      | 99       | – Pascal (Pa)                               | 15                |
| – Kesselböden                                    | 48       | – Torr                                      | 16                |
| – Kesselkonstruktion                             | 48       | – Umrechnung                                | 16                |
| – Wasserbeschaffenheit                           | 172      | Druckgeräterichtlinie                       | 47, 209, 210, 283 |
| Dampfkesselanlage                                | 56 ff.   | Druckmessgerät                              | 78                |
| – Anforderungen an die Ausrüstung                | 219      | Druckminderer                               | 94                |
| – Armaturen                                      | 57       | Druckregler                                 | 90, 94            |
| – Beaufsichtigung                                | 210      | – Wartung                                   | 260               |
| – Betrieb  | 213      | Drucküberschreitung                         |                   |
| – Betriebsvorschriften                           | 288      | – Sicherheitseinrichtung                    | 81                |
| – Dampfkühler                                    | 56       | – Sicherheitsventil                         | 82                |
| – Druckausdehnungsgefäße                         | 56       | Druckvorwärmer                              | 110               |
| – Einmauerung                                    | 56       | Druckzerstäuber                             | 121               |
| – Feuerung                                       | 56       | Durchflussmessung                           | 228               |
| – Flammrohr-Rauchrohr-Kessel                     | 49       | dynamische Viskosität                       | 19                |
| – Kesselgerüst                                   | 56       | <b>E</b>                                    |                   |
| – Luftvorwärmer                                  | 56       | Eignungsprüfung                             | 100               |
| – Saugzuganlagen                                 | 56       | Einheiten                                   |                   |
| – Speiseleitungen                                | 56       | – Bruchteile                                | 15                |
| – Speisewasservorwärmer                          | 56       | – Vielfache                                 | 15                |
| – Überhitzer                                     | 56       | – Vorsatzzeichen                            | 15                |
| – Zwischenüberhitzer                             | 56       | Einsteckvorwärmer                           | 107               |
|  |          | Einzelmessung                               | 248               |
|  |          | Eisenocker                                  | 149               |
|  |          | elektrische Ladungen                        | 144               |
|  |          | elektrische Leitfähigkeit                   | 144               |
|  |          | – Bestimmung                                | 202               |

|  |         |   |          |
|--|---------|---|----------|
| elektrochemische Entsalzung .....        | 161     | – Lagerung.....                                 | 35       |
| Elektrode .....                          | 87      | Erdöl .....                                     | 31       |
| elektrolytische Dissoziation .....       | 144     | Erlaubnispflicht .....                          | 288      |
| elektromagnetische Wellen .....          | 22      | Erlaubnisverfahren .....                        | 213      |
| elektronische Selbsttesteinrichtung..... | 91      | Erosionskorrosion .....                         | 193      |
| Elektrotechnik.....                      | 223     | Erstluft .....                                  | 115      |
| Elemente.....                            | 143     | Europäische Normen (EN) .....                   | 290      |
| Emissionen.....                          | 235     | EU-Vertrag .....                                | 283      |
| Emissionsbegrenzungen.....               | 238 ff. |   |          |
| Emissionsüberwachung .....               | 246     | <b>F</b>  |          |
| – kontinuierlich .....                   | 243     | Fahrenheitskala .....                           | 16       |
| EN 12953.....                            | 56      | Fallbeschleunigung.....                         | 15       |
| Endlagenschalter.....                    | 113     | Fegedampf.....                                  | 166      |
| Energie                                  |         | Fehlerstromschutzschalter.....                  | 227      |
| – Gesetz der Erhaltung der Energie ..... | 42      | Feinregler .....                                | 128      |
| – Nutzenergie .....                      | 42      | feste Brennstoffe .....                         | 245      |
| – Primärenergie .....                    | 42      | – Emissionsbegrenzungen.....                    | 239, 245 |
| – Sekundärenergie .....                  | 42      | feststehender Kessel.....                       | 47       |
| – Umrechnung .....                       | 17      | Festwertregelung .....                          | 229      |
| – Verlustenergie .....                   | 42      | Feuerraum                                       |          |
| – Wirkungsgrad einer Kesselanlage .....  | 42      | – Berührung.....                                | 104      |
| Energiegehalt .....                      | 224     | – Brennkammerbelastung .....                    | 104      |
| Energiewirtschaft.....                   | 41 ff.  | – Feuerraumbelastung .....                      | 104      |
| – Allgemeines.....                       | 41      | – Luftvorwärmung .....                          | 105      |
| – Begriffe.....                          | 42      | – Strahlung .....                               | 104      |
| – Brennwerttechnik .....                 | 44      | – Verbrennungsluft.....                         | 105      |
| – Energieumwandlung .....                | 42      | Feuerstättenchau.....                           | 240      |
| – Energieumwandlungsketten .....         | 42      | Feuerung  |          |
| – Erscheinungsformen der Energie.....    | 42      | – allgemeiner Aufbau.....                       | 101      |
| – Kraft-Wärme-Kopplung .....             | 44      | – Begrenzer .....                               | 101      |
| – Verluste und Wirkungsgrad einer        |         | – Feuerraum .....                               | 101      |
| Kesselanlage .....                       | 43      | – für flüssige Brennstoffe .....                | 107 ff.  |
| EN-Normen .....                          | 210     | – für gasförmige Brennstoffe.....               | 128 ff.  |
| entbastes Wasser .....                   | 197     | – Konvektion .....                              | 101      |
| Enteisenung.....                         | 154     | – Rauchgasabführung .....                       | 106      |
| Entgasung .....                          | 165     | – Rauchgaszüge.....                             | 105      |
| Entgasungsanlage, Wartung .....          | 265     | – Regelausschaltung .....                       | 101      |
| Enthalpie.....                           | 20      | – Schornsteingestaltung.....                    | 106      |
| Enthärtung.....                          | 156     | – Störabschaltung .....                         | 101      |
| Enthärtungsanlagen, Wartung .....        | 265     | – Verbrennungsluft.....                         | 102      |
| entkarbonisiertes Wasser .....           | 197     | – Verbundregelung Brennstoff-Luft-Verhältnis. . | 101      |
| Entkarbonisierung.....                   | 156     | – Vorlüftbedingungen.....                       | 101      |
| Entkieselung .....                       | 266     | – Wächter .....                                 | 101      |
| Entleerungseinrichtung.....              | 75      | – Wärmetauscherfläche.....                      | 101      |
| Entlüftung von Gasleitungen.....         | 135     | – Wärmeübergang .....                           | 101      |
| Entmanganung.....                        | 154     | – Wartung.....                                  | 263      |
| Entölung.....                            | 266     | – Zündbedingungen .....                         | 101      |
| entsalztes Wasser.....                   | 197     | Feuerungsanlage                                 |          |
| Entsalzung .....                         | 159     | – Feuerungswärmeleistung (FWL).....             | 237      |
| Entsalzung Ionenaustausch.....           | 161     | Feuerungsautomaten.....                         | 135      |
| Entsalzungsventil.....                   | 75      | Filmbildner.....                                | 171      |
| Entsäuerung .....                        | 153     | Filtration .....                                | 152      |
| Entspannungseinrichtung .....            | 83      | FI-Schalter.....                                | 227      |
| Entwässerung von Gasleitungen .....      | 135     | Flachbrenner .....                              | 132      |
| Erdalkalien .....                        | 143     | Flammenfühler .....                             | 135      |
| Erdbeschleunigung.....                   | 18      |   |          |
| Erdgas .....                             | 32, 128 |   |          |

|   |              |   |                    |
|---|--------------|---|--------------------|
| Flammenrückschlag .....                       | 135          | Fototransistor .....                            | 136, 139           |
| Flammensignal .....                           | 140          | Fotowiderstand .....                            | 136, 139           |
| Flammenüberwachung .....                      | 135 ff.      | Fremdflammensignal .....                        | 140                |
| Flammenwächter .....                          | 135          | Fremdlicht .....                                | 140                |
| Flammrohr-Rauchrohr-Kessel .....              | 48 ff.       | Fremdlichtsicherheit .....                      | 116, 140           |
| – Abgas-Speisewasservorwärmer .....           | 55           | Frequenz .....                                  | 224                |
| – Ankerrohre .....                            | 52           | Füll- und Ergänzungswasser .....                | 197                |
| – anlagentypische Kesselschäden .....         | 278          | Füllstandsmessung .....                         | 228                |
| – Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung ..... | 49           | Futterrohr .....                                | 40                 |
| – Dampfnäse .....                             | 52           |   |                    |
| – Drallrohre .....                            | 49           | <b>G</b>  |                    |
| – Dreizugkessel .....                         | 49           | Gas   |                    |
| – Eckanker .....                              | 52           | – Normdruck .....                               | 20                 |
| – Economiser .....                            | 55           | – Normtemperatur .....                          | 20                 |
| – Feuerraumbelastung .....                    | 56           | – Normzustand .....                             | 19                 |
| – Filmverdampfung .....                       | 52           | – Zustandsänderungen .....                      | 19                 |
| – Flammrohr .....                             | 49           | Gasdruckwächter .....                           | 131, 133           |
| – Glattröhre .....                            | 49           | Gase im Wasser .....                            | 151                |
| – in Mehrzugbauweise .....                    | 48           | gasförmige Brennstoffe .....                    | 244                |
| – Innenheizfläche .....                       | 52           | – Emissionsbegrenzungen .....                   | 244                |
| – Kühlschirme .....                           | 54           | – Zusammensetzung, Dichte und Heizwert .....    | 33                 |
| – Längszuganker .....                         | 52           | Gas-Luftmischung .....                          | 131                |
| – Rauchrohr .....                             | 49           | Gasöl .....                                     | 32                 |
| – Rauchrohrbauarten .....                     | 49           | Gas-Öl-Kombinationsbrenner .....                | 119                |
| – Stehbolzen .....                            | 52           | Gasrampe .....                                  | 128                |
| – Temperaturspreizung .....                   | 52           | Gasturbinenanlagen, Emissionsbegrenzungen ..... | 245                |
| – Turbulatoren .....                          | 49           | Gasübergabestation .....                        | 128                |
| – Überhitzer .....                            | 55           | Gebälgebrenner .....                            | 131                |
| – Umkehrflamme .....                          | 49           | Gefährdungsbeurteilung .....                    | 211, 213, 251, 288 |
| – Verankerung .....                           | 52           | Gefahren beim Umgang mit elektrischem           |                    |
| – Wasserumlauf .....                          | 52           | Strom .....                                     | 226                |
| – wasserumspülte Wendekammer .....            | 51           | Gefahrstoffverordnung .....                     | 195                |
| – Wellflammsrohre .....                       | 49           | Gefrierpunkt Wasser .....                       | 16                 |
| – Wellrohre .....                             | 49           | Gegenstrom .....                                | 24, 155            |
| – Wendekammer .....                           | 52, 54       | Genehmigungsbescheid .....                      | 237                |
| – Zweiflammrohr-Rauchrohr-Kessel .....        | 51           | Genehmigungspflicht von Anlagen .....           | 235                |
| Flammrohrschaden .....                        | 280          | Genehmigungsverfahren .....                     | 237                |
| Flattern .....                                | 84           | Gerätebatterien .....                           | 224                |
| Fließdruck .....                              | 131          | Gesamtphosphat-Gehalt .....                     | 201                |
| Flockung .....                                | 152          | Gleichstrom .....                               | 24, 155, 224       |
| Flockungsmittel .....                         | 153          | Gliederpumpe .....                              | 66                 |
| Flügelmesser .....                            | 95           | Grad Celsius (°C) .....                         | 16                 |
| Flügelpumpe .....                             | 65           | Grad Fahrenheit (°F) .....                      | 16                 |
| flüssige Brennstoffe .....                    | 107 ff., 243 | Grauguss, Anwendungsgrenzen .....               | 72                 |
| – Emissionsbegrenzungen .....                 | 243          | Grobreinigung .....                             | 152                |
| – Heizwert .....                              | 32           | Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV) .....        | 235, 246           |
| – Zusammensetzung .....                       | 32           | Großwasserraumkessel .....                      | 47                 |
| Flüssiggas .....                              | 128          |   |                    |
| – Lagerung .....                              | 35           | <b>H</b>  |                    |
| – Technische Regeln .....                     | 35           | Hahn .....                                      | 73                 |
| Flüssigkeitssäulen .....                      | 16           | Hahnküken .....                                 | 73                 |
| Flüssigkeitstrennverschluss .....             | 133          | Halbstunden-Mittelwert .....                    | 241                |
| Flüssigkeitswärme .....                       | 17           | Halogene .....                                  | 143                |
| Folgeregelung .....                           | 229          |   |                    |
| Förderhöhe .....                              | 15           |   |                    |
| fossile Brennstoffe .....                     | 30           |   |                    |
| Fotoelemente und Fotozellen .....             | 139          |   |                    |

|   |          |   |          |
|---|----------|---|----------|
| Hämmern .....                             | 84       | Ionen .....                                   | 143      |
| Handloch-Verschluss .....                 | 86       | Ionenaustausch-Enthärter .....                | 156      |
| harmonisierte Norm .....                  | 287      | Ionenaustauscher .....                        | 154      |
| Härte .....                               | 146      | Ionisation in der Flamme .....                | 140      |
| Heißdampfoxidation .....                  | 192      | Ionisationsflammenwächter .....               | 138      |
| Heißwassererzeugungsanlage .....          | 57 ff.   | Ionisationsstrecke .....                      | 140      |
| – Ausdehnungsgefäß .....                  | 58       | IVU-Richtlinien .....                         | 236      |
| – Dampfblasen .....                       | 59       |   |          |
| – Druckhaltepumpe .....                   | 58       | <b>J</b>                                      |          |
| – Druckhaltung .....                      | 57       | Justierung .....                              | 228      |
| – Eigendruckhaltung .....                 | 57, 58   |   |          |
| – Elastomer-Membrane .....                | 59       | <b>K</b>                                      |          |
| – Entgaser .....                          | 59       | Kalibrierung .....                            | 228      |
| – Fremddruckhaltung .....                 | 58       | Kaliumpermanganat, Bestimmung .....           | 205      |
| – Hauptverteiler .....                    | 57       | Kalk .....                                    | 146      |
| – Kaskade .....                           | 59       | Kalorimeter .....                             | 35       |
| – Membran-Druckausdehnungsgefäß .....     | 59       | Kaltstart .....                               | 268      |
| – Rücklaufwasserbeimischung .....         | 58       | Kapazität .....                               | 224      |
| – Sicherheitsrücklaufleitung .....        | 58       | Kategorie, Einteilung der Druckgeräte .....   | 283      |
| – Sicherheitsvorlaufleitung .....         | 58       | Kationen .....                                | 144      |
| – Überströmventil .....                   | 58       | Kationenaustauscher .....                     | 154      |
| – Umwälzpumpe .....                       | 57       | Kelvin (K) .....                              | 16       |
| Heißwasseroxidation .....                 | 192      | Kenngößen einer Kesselanlage .....            | 47       |
| Heizflächenverschmutzung .....            | 120      | Kessel  |          |
| Heizöl .....                              | 32, 107  | – Aufstellungsort .....                       | 47       |
| – Lagerung .....                          | 34       | – Sonderregelungen .....                      | 47       |
| Heizöllagerung, Wartung .....             | 263      | Kesselanlage                                  |          |
| Heizwert .....                            | 35       | – chemische Reinigung .....                   | 193      |
| Herstellerschild .....                    | 61       | – Herstellerschild .....                      | 61       |
| Hochdruck-Dampfkessel .....               | 47       | – Kenngößen .....                             | 47       |
| hochfrequente Wechselströme .....         | 224      | – Mindestausrüstung .....                     | 61       |
| Hochofengas .....                         | 128      | – Sicherheitseinrichtungen gegen              |          |
| Hydrazin .....                            | 167      | Drucküberschreitung .....                     | 81       |
| – Alternativen zum Einsatz .....          | 169      | – sicherheitstechnische Grundausrüstung ..... | 61       |
| Hydrometer .....                          | 87       | – Temperaturmessgerät .....                   | 80       |
|   |          | – Verluste .....                              | 43       |
|   |          | – Wasserstands-Anzeigeeinrichtung .....       | 61       |
|   |          | – Wasserstandsmarke .....                     | 61       |
|   |          | – Wirkungsgrad .....                          | 43       |
|   |          | Kesselbauarten .....                          | 47       |
|   |          | – Bauformen .....                             | 47       |
|   |          | – Kategorien .....                            | 47       |
|   |          | Kesselkonservierung .....                     | 188      |
|   |          | Kesselschlamm .....                           | 266      |
|   |          | Kesselspeisewasser .....                      | 197      |
|   |          | – Aufbereitung .....                          | 165      |
|   |          | – Aufbereitung des Zusatzwassers .....        | 154      |
|   |          | Kesselstein .....                             | 146      |
|   |          | Kesselwärter .....                            | 209, 213 |
|   |          | – Anforderungen .....                         | 214      |
|   |          | – Richtlinien über Ausbildungslehrgänge ..... | 216      |
|   |          | – Tätigkeiten .....                           | 214      |
|   |          |   |          |
| <b>I</b>                                  |          |   |          |
| im Stillstand reinigen .....              | 194      |   |          |
| Impeller .....                            | 115, 117 |   |          |
| Impulsleitungen für Gasdruckregler .....  | 131      |   |          |
| Inbetriebreinigung .....                  | 194      |   |          |
| indirekte Beheizung .....                 | 99       |   |          |
| induktive Durchflussmessung .....         | 95       |   |          |
| infrarotempfindliche Flammenwächter ..... | 136      |   |          |
| Inspektion .....                          | 268      |   |          |
| – Befahren von Kesselanlagen .....        | 268      |   |          |
| – rauchgasseitige Reinigung .....         | 268      |   |          |
| – wasserseitige Reinigung .....           | 268      |   |          |
| Instandhaltung .....                      | 251 ff.  |   |          |
| – Inspektion .....                        | 251      |   |          |
| – Instandsetzung .....                    | 251      |   |          |
| – Verbesserung .....                      | 251      |   |          |
| – Wartung .....                           | 251      |   |          |
| Instandsetzung .....                      | 269 ff.  |   |          |
| Inverkehrbringen .....                    | 99, 287  |   |          |

# Stichwortverzeichnis

|                                      |          |                              |          |
|--------------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| Kesselwasser                         | 197      | – Freilaufückschlagventil    | 68       |
| – für Dampf- und Heißwassererzeuger  | 174      | – Füllstandsregelung         | 70       |
| Kieselsäure                          | 150      | – Gliederpumpe               | 66       |
| – Messung                            | 196      | – Kennlinien                 | 67       |
| Kieselsäuregehalt                    |          | – Leistungsbedarf            | 67       |
| – Bestimmung                         | 205      | – Mantelgehäusepumpe         | 66       |
| Kilogramm (kg)                       | 18       | – Niveausonde                | 70       |
| kinematische Viskosität              | 19       | – Null-Förderung             | 67       |
| Klappe                               | 73, 74   | – Trockenlaufschutz          | 68       |
| Kleindampfkessel                     | 47       | Kreislaufwasser              |          |
| kleine und mittlere Feuerungsanlagen |          | – wasserchemische Richtwerte | 184      |
| (1. BImSchV)                         | 235      | Kreuzstrom                   | 24       |
| Kleinkessel                          | 47       | kritische Temperatur         | 17       |
| Kohlendioxid                         | 36       | Kühlluft                     | 140      |
| Kohlenmonoxid                        | 36       | Kürzel für Messstellen       | 232      |
| Kolbenpumpe                          | 65       | Kurzschlussstrom             | 226      |
| Kolloidindex                         | 160      |                              |          |
| kombinierte Fahrweise                | 171      | <b>L</b>                     |          |
| Kompaktbrenner                       | 112      | Lagerbehälter von Heizöl     | 108      |
| Kompakt-Gasbrenner                   | 132      | Lagerung                     |          |
| Kondensat                            | 197      | – Brennstoffe                | 34       |
| Kondensatableiter                    | 95, 97   | – Erdgas                     | 35       |
| Kondensatenthärtung                  | 164      | – Flüssiggas                 | 35       |
| Kondensatentölung                    | 164      | – Heizöl                     | 34       |
| Kondensatentsalzung                  | 165      | Landdampfkessel              | 47       |
| Kondensationsturbine                 | 44       | Leistung                     | 224      |
| Kondensat-Kontrollgerät              | 96       | Leistungsregelung            | 131      |
| Konformitätsbewertung                | 283, 285 | Leitbrenner                  | 136      |
| Konformitätserklärung                | 283      | Leitfähigkeits-Messgeräte    | 195      |
| Konservierung                        | 266      | Leitlinien                   | 287      |
| kontinuierliche Messung              | 249      | Levoxin                      | 167      |
| – Auswerterechner                    | 250      | Lochfraß                     | 151      |
| – Funktionsprüfung                   | 250      | Lochkorrosion                | 151, 191 |
| – Kalibrierung                       | 249      | Luftdruckzerstäuber          | 124      |
| – Messeinrichtung                    | 249      | Luftüberschuss               | 118      |
| – Regressionsrechnung                | 250      |                              |          |
| – Vergleichsmessungen                | 250      | <b>M</b>                     |          |
| Konvektion                           | 21, 22   | Magnetventil                 | 126      |
| Konzentrat                           | 160      | Mannloch-Verschluss          | 86       |
| Kopfloch-Verschluss                  | 86       | Manometer                    | 78       |
| Körperstrom                          | 226      | – Anzeigebereich             | 79       |
| Korrosion                            | 190      | – Differenzdruck-Manometer   | 79       |
| Krackverfahren                       | 32       | – Kapselfeder-Manometer      | 78       |
| Krafteinheit                         |          | – Plattenfeder-Manometer     | 78       |
| – Newton (N)                         | 15       | – Rohrfeder-Manometer        | 78       |
| – Umrechnung                         | 16       | Mantelgehäusepumpe           | 66       |
| Kraftstrom                           | 225      | Masseinheit                  |          |
| Kraft-Wärme-Kopplung                 | 44       | – Kilogramm (kg)             | 18       |
| Kreiselpumpe                         | 66 ff.   | – Milligramm (mg)            | 18       |
| – Axialschub                         | 70       | – Tonne (t)                  | 18       |
| – Drosselregelung                    | 68       | Massenanziehung              | 18       |
| – Entlastungseinrichtungen           | 71       | Massenkonzentration          | 241      |
| – Entlastungsscheibe                 | 70       | Matrix                       | 155      |
| – Förderhöhe                         | 67       |                              |          |
| – Fördermenge                        | 67       |                              |          |
| – Freiflussventil                    | 68       |                              |          |
| – Freilauföffnung                    | 69       |                              |          |

|   |         |
|---|---------|
| mechanische Verbundregelung .....                       | 118     |
| Mehrfachsicherheit (Redundanz) .....                    | 216     |
| Membranpumpe .....                                      | 65      |
| Mengenmessgerät .....                                   | 94      |
| Messeinrichtungen .....                                 | 247     |
| – Wartung .....   | 260     |
| Messgeräte, zur Überwachung der<br>Wasserqualität ..... | 195     |
| Messöffnungen .....                                     | 247     |
| Messplanung .....                                       | 248     |
| Messplätze .....  | 248     |
| Messtechnik .....                                       | 227     |
| Messung der Leitfähigkeit .....                         | 195     |
| Messwertumformer .....                                  | 88      |
| Milligramm (mg) .....                                   | 18      |
| Misch- und Mehrstoff-Feuerungen .....                   | 244     |
| Mischbettfilter .....                                   | 163     |
| Mischleistung .....                                     | 131     |
| modulierende Regelung .....                             | 113     |
| Molekül .....   | 16, 143 |
| MSR-Einrichtung .....                                   | 232     |

## N

|  |          |
|--|----------|
| Nachenthärtung .....                   | 169      |
| Nachgemischbrenner .....               | 131, 132 |
| Nachverdampfung .....                  | 30       |
| Nasskonservierung .....                | 188      |
| Natriumsulfit, Gehaltbestimmung .....  | 204      |
| Nennwärmeleistung (NWL) .....          | 237      |
| neutrale Fahrweise .....               | 171      |
| Newton (N) .....                       | 15       |
| Niederdruck-Dampfkessel .....          | 47       |
| Nori-Ventil .....                      | 76       |
| Normblende .....                       | 94       |
| Normdruck Gas .....                    | 20       |
| Normtemperatur Gas .....               | 20       |
| Normventuridüse .....                  | 94       |
| Normzustand Gas .....                  | 19       |
| nutzbare Volumen-Kapazität (NVK) ..... | 155      |
| Nutzenergie .....                      | 42       |

## O

|   |               |
|---|---------------|
| oberer Heizwert .....   | 35            |
| Öl- und Gasfeuerungsanlagen, Emissions-<br>begrenzungen ..... | 240           |
| Ölabscheider .....  | 95            |
| Ölauffangwanne .....  | 111           |
| Öldruckzerstäuber .....                                       | 113, 115, 121 |
| – Begleitheizung .....  | 122           |
| – Düse .....  | 122           |
| – Düsenbohrung .....  | 121           |
| – Sprühwinkel .....   | 121           |
| – unzureichende Zerstäubung .....                             | 121           |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| – Viskosität .....              | 122 |
| – Wirbelkammer .....            | 121 |
| – Zerstäuberdüse .....          | 121 |
| – Zerstäubungswinkel .....      | 121 |
| Ölförderung .....               | 111 |
| Öllagerbehälter .....           | 107 |
| Öl-Wasser-Emulsion .....        | 110 |
| Ölzerstäuberdüse .....          | 118 |
| Ölzwischenbehälter .....        | 112 |
| On-load-Korrosion .....         | 192 |
| Optimierungseinrichtungen ..... | 120 |
| organische Verbindungen .....   | 151 |
| Orthophosphat-Bestimmung .....  | 201 |
| Ovalradmesser .....             | 95  |

## P

|  |              |
|--|--------------|
| Pascal (Pa) .....                        | 15           |
| Permeat .....                            | 160, 197     |
| pH-Wert                                  |              |
| – Bestimmung .....                       | 204          |
| – Messung .....                          | 196          |
| physikalische Größen und Einheiten ..... | 15 ff.       |
| physikalische Grundbegriffe .....        | 15 ff.       |
| Polung .....                             | 224          |
| Primärenergie .....                      | 42           |
| Primärflamme .....                       | 117          |
| Probenahme der Betriebswässer .....      | 197          |
| Produktsicherheitsgesetz .....           | 99, 283, 289 |
| Programmsteuerung .....                  | 229          |
| Proportional-Sicherheitsventil .....     | 83           |
| Prüfung von Dampfkesselanlagen .....     | 289          |
| Prüfung vor Inbetriebnahme .....         | 289          |

## Q

|                 |    |
|-----------------|----|
| Querstrom ..... | 24 |
|-----------------|----|

## R

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Radialstufenableiter .....         | 96      |
| Raffineriegas .....                | 33, 128 |
| Rauchgasabführung                  |         |
| – drehzahlgeregelte Gebläse .....  | 106     |
| – Endlagenschalter .....           | 106     |
| – Rauchgasabsperrvorrichtung ..... | 106     |
| – Wächter .....                    | 106     |
| Rauchgasrezirkulation .....        | 115     |
| Rauchgaszüge                       |         |
| – Doppelklappe .....               | 106     |
| – Drehflügelklappe .....           | 106     |
| – Konvektionsüberhitzer .....      | 105     |
| – Lenkhebelklappe .....            | 106     |
| – Rauchgase .....                  | 105     |

# Stichwortverzeichnis

|  |          |
|--|----------|
| – Rauchgasrezirkulation .....                        | 105      |
| – Rauchgastemperatur .....                           | 105      |
| – Schwenkflügelklappe .....                          | 106      |
| – Verbrennungslufttemperatur .....                   | 105      |
| – Vorwärmer .....                                    | 105      |
| – Züge .....   | 105      |
| Reaktomat .....                                      | 77       |
| Redundanz .....                                      | 216, 227 |
| Regel- und Sicherheitseinrichtung, Wartung .....     | 259      |
| Regelgrößen .....                                    | 229      |
| Regeln für Dampfkesselanlage .....                   | 288      |
| Regelungstechnik .....                               | 229      |
| Relaissteuerungen .....                              | 223      |
| Reparaturen .....                                    | 271      |
| Rezirkulationsgebläse .....                          | 116      |
| Richtlinie über Industrieemissionen .....            | 236      |
| Rohöl .....  | 31       |
| Rohödestillation .....                               | 32       |
| Rohrbrenner .....                                    | 132      |
| Rohrleitungs- und Instrumentierungs-<br>schema ..... | 232      |
| Rohwasser .....                                      | 148, 197 |
| Rotationspumpe .....                                 | 65       |
| Rückschlagventil .....                               | 259      |
| Rückströmsicherung .....                             | 72       |
| Ruhedruck .....                                      | 131      |

## S

|  |         |
|--|---------|
| Salze .....  | 145     |
| – der Alkalien .....                               | 148     |
| – der Erdalkalien .....                            | 145     |
| – der Schwermetalle .....                          | 149     |
| Sättigungstemperatur .....                         | 30      |
| Sauerstoffbindung .....                            | 168     |
| Sauerstoffgehalt, Messung .....                    | 196     |
| Sauerstoffkorrosion .....                          | 190     |
| Sauerstoffmangel .....                             | 36      |
| Saugzugventilator .....                            | 41      |
| Säurekorrosion .....                               | 191     |
| Säuretaupunkttemperatur .....                      | 41      |
| Schaden .....                                      | 276 ff. |
| – durch Wassermangel .....                         | 279     |
| – Flammrohrschaden .....                           | 280     |
| – Verpuffung .....                                 | 280     |
| Schaltsperr .....                                  | 90      |
| Schauglas .....                                    | 97      |
| Schieber .....                                     | 73, 74  |
| Schlauchverbindungen zum<br>Brenneranschluss ..... | 114     |
| Schlüsselventil .....                              | 83      |
| Schmelzwärme .....                                 | 17      |
| Schnellschlussvorrichtung .....                    | 133     |
| – Wartung .....                                    | 255     |
| – Dichtheitskontrolleinrichtung .....              | 133     |
| – für Öl .....                                     | 125     |

|   |          |
|---|----------|
| Schornstein .....   | 40       |
| Schornsteingestaltung                                     |          |
| – Befahren von Schornsteinen .....                        | 107      |
| – Gemischtbelegung .....                                  | 106      |
| – Industrieschornstein .....                              | 107      |
| – Mehrfachbelegung .....                                  | 106      |
| – Stahlschornstein .....                                  | 106      |
| – Taupunktunterschreitung .....                           | 106      |
| – Überprüfung .....                                       | 107      |
| – Wartung .....   | 263      |
| – Zugverlust .....  | 106      |
| Schrägsitz-Freiflussventil .....                          | 74       |
| Schraubenspindelpumpe .....                               | 65, 111  |
| Schubspannung (Tau) .....                                 | 19       |
| Schüttdichte .....  | 18       |
| Schüttgewicht .....                                       | 18       |
| Schutzalkalität .....                                     | 185      |
| Schutzkleinspannung .....                                 | 226      |
| Schutzschichtbildung .....                                | 190      |
| Schützsteuerungen .....                                   | 223      |
| Schutztrennung .....                                      | 227      |
| Schwebbett-Verfahren .....                                | 163      |
| Schwefeldioxid .....                                      | 36       |
| Schwerölfeuerungsanlage .....                             | 109      |
| Schwimmerschalter .....                                   | 87       |
| Seeschiffskessel .....                                    | 47       |
| Sekundärenergie .....                                     | 42       |
| Sekundärflamme .....                                      | 117      |
| Selbstentladung .....                                     | 224      |
| Sicherheitsabblaseventile (SBV) .....                     | 128      |
| Sicherheitsabsperrventile (SAV) .....                     | 128      |
| Sicherheitsanforderungen an<br>Ölfeuerungen .....         | 115      |
| Sicherheitseinrichtung gegen<br>Drucküberschreitung ..... | 81       |
| sicherheitsgerichtete Steuerungen .....                   | 223      |
| Sicherheitsluftüberschuss .....                           | 120      |
| Sicherheitsmembran .....                                  | 128      |
| Sicherheitsstromkreis .....                               | 231      |
| Sicherheitstemperaturbegrenzer .....                      | 91       |
| Sicherheitstemperaturwächter .....                        | 91       |
| Sicherheitsventil .....                                   | 82, 110  |
| – Wartung .....   | 260      |
| Sicherheitszeiten .....                                   | 138, 140 |
| Siebfilter .....  | 111      |
| Siedepunkt Wasser .....                                   | 16       |
| Siedetemperatur .....                                     | 17       |
| Silikatstein .....  | 150      |
| Sodaspaltung .....  | 149      |
| Sonderkessel .....  | 47       |
| Sonderregelungen für Kessel .....                         | 47       |
| sonstige Brennstoffe, Emissionsbegrenzungen .....         | 245      |
| Spannung .....  | 223      |
| Spannungsrissskorrosion .....                             | 193      |
| speicherprogrammierbare Steuerung .....                   | 229      |
| Speicherdampf .....                                       | 30       |
| Speise- und Kesselwasser .....                            | 266      |

|   |                        |   |                   |
|---|------------------------|---|-------------------|
| Speise- und Umwälleinrichtung .....       | 64                     | Strömungssicherung .....                  | 93                |
| – Ausdampfung .....                       | 65                     | Strömungsverhältnisse .....               | 248               |
| – Dampfblasenbildung .....                | 65                     | stufenlose Regelung .....                 | 113               |
| – Dampfstrahlpumpe .....                  | 65                     | Swirler .....                             | 117               |
| – Druckhaltepumpe .....                   | 65                     |   |                   |
| – Kavitation .....                        | 65                     | <b>T</b>                                  |                   |
| – Kontraktion .....                       | 65                     | TA Lärm .....                             | 235               |
| – Leckverlust .....                       | 65                     | TA Luft .....                             | 235               |
| – manometrische Förderhöhe .....          | 65                     | Tagesmittelwert .....                     | 241               |
| – Mindestumwälzmenge .....                | 65                     | Taupunkt .....                            | 17                |
| – Speiseeinrichtung .....                 | 64                     | Taupunkt der Rauchgase .....              | 41                |
| – Speisepumpen-Saughöhe .....             | 65                     | Taupunkttemperatur .....                  | 41                |
| – Speisepumpe .....                       | 64                     | Taupunktunterschreitung .....             | 17                |
| – Umwälzpumpe .....                       | 65                     | Technische Anleitung                      |                   |
| – Wartung .....                           | 258                    | – zum Schutz gegen Lärm .....             | 235               |
| – Wassermangel .....                      | 65                     | – zur Reinhaltung der Luft .....          | 235, 241          |
| Speisewasser                              |                        | Technische Regeln für                     |                   |
| – für Dampf- und Heißwassererzeuger ..... | 173                    | – Betriebssicherheit (TRBS) .....         | 209, 283, 290     |
| – salzarm .....                           | 172                    | – Dampfkessel .....                       | 209, 291          |
| – salzfrei .....                          | 172                    | – Gasfeuerungen (TRD 412) .....           | 100, 130          |
| – salzhaltig .....                        | 172                    | – Ölfeuerungen (TRD 411) .....            | 115               |
| Speisewasservorwärmer .....               | 40                     | Teilautomatische Gasbrenner .....         | 132               |
| spezifische Wärmekapazitäten .....        | 20                     | Teilentsalzung .....                      | 158               |
| – Umrechnung .....                        | 20                     | Temperaturabfall in der Rohrwand .....    | 21                |
| spezifisches Volumen .....                | 18                     | Temperaturbegrenzer .....                 | 91                |
| Stahlkamin, Überprüfung .....             | 107                    | – Wartung .....                           | 260               |
| Stillstand .....                          | 267                    | Temperatureinheit                         |                   |
| ständige Beaufsichtigung .....            | 215                    | – Grad Celsius (°C) .....                 | 16                |
| Starkstrom .....                          | 225                    | – Grad Fahrenheit (°F) .....              | 16                |
| Starterbatterien .....                    | 224                    | – Kelvin (K) .....                        | 16                |
| Startsicherheitszeit .....                | 136                    | Temperaturmessgerät                       |                   |
| statische Höhe .....                      | 15                     | – Pyrometer .....                         | 80                |
| Staudruck .....                           | 131                    | – Thermoelement .....                     | 80                |
| Stauscheibe .....                         | 118                    | – Thermometer .....                       | 79                |
| Steinkohleneinheit .....                  | 36                     | Temperaturregelventil .....               | 94                |
| Steuerungen .....                         | 223                    | Temperaturregler .....                    | 91                |
| Steuerungstechnik .....                   | 228                    | – Wartung .....                           | 260               |
| Steuerventil .....                        | 126                    | Temperaturskalen .....                    | 16                |
| Stillstandkorrosion .....                 | 190                    | Temperaturwächter .....                   | 91                |
| stöchiometrische Verbrennung .....        | 37                     | thermisch bedingter Druck .....           | 227               |
| Stockpunkt .....                          | 32                     | thermische Ablaufsicherung .....          | 93                |
| Störabschaltung .....                     | 99, 116, 138, 116, 138 | thermische Ionisation .....               | 136               |
| Störfall .....                            | 271                    | thermodynamischer Kondensatableiter ..... | 96                |
| Störungen                                 |                        | Thermometer .....                         | 79                |
| – an Gasfeuerungen .....                  | 275                    | Tonne (t) .....                           | 18                |
| – an Ölfeuerungen .....                   | 273                    | TRBS .....                                | 34, 209, 210, 290 |
| – wasserseitige .....                     | 272                    | TRD .....                                 | 209 ff., 291      |
| Strahlung .....                           | 22                     | TRD 411 .....                             | 100, 115          |
| – elektromagnetische Wellen .....         | 22                     | TRD 412 .....                             | 100               |
| – Gasstrahlung .....                      | 22                     | Trenntransformator .....                  | 227               |
| – schwarzer Körper .....                  | 22                     | Tripelpunkt Wasser .....                  | 16                |
| – Strahlungszahl .....                    | 22                     | Trockenkonservierung .....                | 189               |
| – weißer Körper .....                     | 22                     | thermische Druckentgasung .....           | 166               |
| Strahlung des Mauerwerks .....            | 140                    |   |                   |
| Strahlungsintensität der Flamme .....     | 137                    |   |                   |
| Stromstärke .....                         | 223                    |   |                   |
| Strömungsbegrenzer .....                  | 93                     |   |                   |

|  |          |
|--|----------|
| <b>U</b>   |          |
| überhitzungsgefährdete Druckgeräte .....                                   | 211, 283 |
| Überhitzungswärme .....  | 17       |
| Überstömventil .....   | 112      |
| Überströmregler .....  | 94       |
| Überwachung, von Warten aus .....  | 219      |
| überwachungsbedürftige Anlage .....  | 209      |
| ultraviolettes Licht .....   | 139      |
| Umgebungseinwirkung .....  | 231      |
| Umrechnungen .....   | 207      |
| Umwälzwasser .....   | 197      |
| Unfall- und Schadensanzeige .....  | 289      |
| Unfallverhütung .....  | 194      |
| Unterdruckentgasung .....  | 167      |
| unterer Heizwert .....   | 35       |
| Untersuchungsverfahren für Betriebswässer .....                            | 199      |
| unvollkommene Verbrennung .....  | 36       |
| UV-Diode .....   | 136, 139 |
| <br>   |          |
| <b>V</b>   |          |
| validierte Werte .....   | 242      |
| Vaposkop .....   | 97       |
| VDI .....  | 236      |
| Ventil .....   | 73       |
| Verbände, Vereinbarungen .....   | 293      |
| verbindungsprogrammierte Steuerung .....                                   | 229      |
| Verbrennung .....  | 36 ff.   |
| – Abgastemperaturen .....  | 39       |
| – Enthalpie der Rauchgase .....  | 39       |
| – Feuerraumtemperatur .....  | 39       |
| – Förderdruck .....  | 39       |
| – Luftmenge .....  | 37       |
| – Luftüberschuss .....   | 38       |
| – Luftverhältnis .....   | 38       |
| – Luftzahl .....   | 38       |
| – Luftzusammensetzung .....  | 37       |
| – Rauchgasmenge .....  | 37       |
| – Sauerstoffbedarf .....   | 37       |
| – Schornstein .....  | 40       |
| – Taupunkt der Rauchgase .....   | 41       |
| – unvollkommen .....   | 36       |
| – Verbrennungsgleichung .....  | 37       |
| – Verbrennungsluft .....   | 37, 102  |
| – wirklicher Luftbedarf .....  | 38       |
| – Zündtemperatur .....   | 36       |
| Verbrennungsluft   |          |
| – Axialgebläse .....   | 102      |
| – Brennstoff-Luft-Verhältnis .....   | 104      |
| – CO-Bildung .....   | 104      |
| – dreifacher Luftwechsel .....   | 104      |
| – Drittluft .....  | 102      |
| – Erstluft .....   | 102      |
| – Frischluftmenge .....  | 102      |
| – Gebläsenachlauf .....  | 103      |
| – Lamda-Überwachung .....  | 104      |
| – Radialgebläse .....  | 102      |
| – Rauchgasabführung .....  | 103      |
| – Rauchgasanalysegerät .....   | 104      |
| – stöchiometrische Verbrennung .....                                       | 102      |
| – Verbrennungsluftmenge .....  | 102      |
| – Verpuffung .....   | 103      |
| – Vorbelüftung .....   | 104      |
| – Vorlüftzeit .....  | 104      |
| – Zweitluft .....  | 102      |
| Verbrennungsluftgebläse .....  | 41       |
| Verbrennungslufttemperatur .....   | 120      |
| Verbrennungsmotoranlagen .....   | 245      |
| – Emissionsbegrenzungen .....  | 245      |
| Verbundregler .....  | 119      |
| Verdampfungswärme .....  | 17       |
| Verdrängerpumpe .....  | 65       |
| – Flügelpumpe .....  | 65       |
| – Kolbenpumpe .....  | 65       |
| – Membranpumpe .....   | 65       |
| – Rotationspumpe .....   | 65       |
| – Schraubenspindelpumpe .....  | 65       |
| – Zahnradschraube .....  | 65       |
| Verein der Deutschen Ingenieure .....                                      | 236      |
| Verlustenergie einer Kesselanlage .....                                    | 42, 43   |
| Verordnung über Anlagen zum Umgang<br>mit wassergefährdenden Stoffen ..... | 34, 115  |
| Verordnung über brennbare Flüssig-<br>keiten (VbF) .....                   | 34       |
| Verpuffung .....   | 100, 280 |
| Verursacherprinzip .....   | 235      |
| VGB-Standards .....  | 293      |
| Viskosität .....   | 18       |
| – dynamische .....   | 19       |
| – kinematische .....   | 19       |
| Viskositätsregelung .....  | 110      |
| vollentsalztes Wasser oder Deionat .....                                   | 197      |
| Vollhub-Sicherheitsventil .....  | 83       |
| vollkommene Verbrennung .....  | 115      |
| Volumen, spezifisches .....  | 18       |
| Volumenstrom .....   | 241      |
| Vorbelüftung .....   | 135      |
| Vorgemischbrenner .....  | 131      |
| Vorsatzzeichen .....   | 15       |
| Vorsorgeprinzip .....  | 235      |
| Vorwärmung .....   | 108      |
| Vorzündzeit .....  | 138      |
| <br>   |          |
| <b>W</b>   |          |
| Wächter .....  | 100      |
| – Drehzahlwächter .....  | 101      |
| – Druckwächter .....   | 101      |
| – Flammenwächter .....   | 101      |
| – Stellungswächter .....   | 101      |
| Wärmedurchgang .....   | 22       |

|  |         |   |               |
|--|---------|---|---------------|
| Wärmedurchgang bei einem Rohr .....            | 21      | Wasserdampf   |               |
| Wärmedurchgangskoeffizient, Anhaltswerte ..... | 24      | – Dampfdruckdiagramm.....   | 26            |
| Wärmeinhalt .....                              | 20      | – Dampfdruckkurve .....   | 26            |
| Wärmeleitung .....                             | 21      | – Enthalpiediagramm.....  | 28            |
| Wärmeleitzahl.....                             | 21      | – Entspannungsdampf .....   | 30            |
| Wärmemenge                                     |         | – Flüssigkeitswärme .....   | 26            |
| – Umrechnung .....                             | 17      | – Gesamtwärme.....  | 27            |
| Wärmeübergangskoeffizient.....                 | 21, 23  | – Heißdampf .....   | 26            |
| Wärmeübertragung                               |         | – Kondensieren .....  | 25            |
| – Arten.....                                   | 20      | – kritischer Druck.....   | 26            |
| – Konvektion.....                              | 21      | – Nassdampf .....   | 26            |
| – Strahlung.....                               | 21      | – physikalische Gesetzmäßigkeiten .....                                     | 25            |
| – Wärmedurchgang .....                         | 21      | – Sattdampf.....  | 26            |
| – Wärmeleitung .....                           | 21      | – Siededruckkurve.....  | 26            |
| Wärmewiderstand.....                           | 21      | – Siedelinie.....   | 26            |
| Warmstart.....                                 | 267     | – Sieden .....  | 25            |
| Warmwasserheizanlagen .....                    | 187     | – Siedetemperatur .....   | 25            |
| Wartung  |         | – Speichervermögen .....  | 30            |
| – Ausrüstung.....                              | 254     | – Überhitzungswärme .....   | 26            |
| – Checkliste für Dampferzeuger.....            | 253     | – Verdampfungsvorgang .....   | 26            |
| – Inspektion.....                              | 252     | – Verdampfungswärme.....  | 26            |
| – Kesselwärter.....                            | 252     | – Verdunsten .....  | 25            |
| – Wartungsplan .....                           | 252     | – Verdunstungskälte .....   | 25            |
| – Wartungsvertrag .....                        | 252     | – Zustandsgrößen von gesättigtem<br>Wasserdampf.....                        | 27            |
| Wasser .....                                   | 143 ff. | – Zustandsgrößen von siedendem Wasser.....                                  | 27            |
| – chemische Eigenschaften .....                | 143     | Wasserdampftaupunkttemperatur .....   | 41            |
| – Dissoziation .....                           | 144     | wassergefährdende Stoffe  |               |
| – Eigenschaften .....                          | 143     | – Verordnung über Anlagen zum Umgang<br>mit wassergefährdenden Stoffen..... | 34            |
| – entionisiert .....                           | 163     | Wassergefährdungsklasse .....   | 34            |
| – Festpunkt .....                              | 143     | – für Heizöl.....   | 110           |
| – Gefrierpunkt.....                            | 16      | Wasserhammer.....   | 84            |
| – Inhaltsstoffe .....                          | 144     | Wasserhaushaltsgesetz .....   | 110, 194, 290 |
| – physikalische Eigenschaften .....            | 143     | Wassermangel.....   | 279           |
| – Siedepunkt .....                             | 16, 143 | Wasserprobe   |               |
| – Tripelpunkt.....                             | 16      | – zur Bestimmung von Schwermetallen .....                                   | 198           |
| – Verblockungsneigung .....                    | 160     | – zur Kieselsäurebestimmung.....  | 198           |
| – Vorkommen .....                              | 143     | – zur Ölbestimmung.....   | 198           |
| Wasserabscheider .....                         | 95      | Wasserqualität  |               |
| Wasseraufbereitung .....                       | 152 ff. | – automatische Überwachung .....  | 195           |
| – chemische Vorbehandlung.....                 | 152     | – manuelle Überwachung .....  | 197           |
| – Enteisung.....                               | 154     | Wasserrohrkessel .....  | 47            |
| – Enthärtung .....                             | 156     | Wasserstands-Anzeigeeinrichtung   |               |
| – Entkarbonisierung.....                       | 157     | – Ausblasen .....   | 62            |
| – Entmanganung.....                            | 154     | – Durchblasen.....  | 62            |
| – Entsalzung .....                             | 159     | – Glashalterventil.....   | 63            |
| – Entsäuerung.....                             | 153     | – Glimmerscheibe .....  | 64            |
| – Filtration .....                             | 152     | – Reflexionswasserstandsanzeiger .....                                      | 63            |
| – Flockung .....                               | 152     | – Transparent-Wasserstandsanzeiger.....                                     | 64            |
| – Grobreinigung.....                           | 152     | Wasserstandsbegrenzer .....   | 88            |
| – Ionenaustauscher.....                        | 154     | – Wasserstandsglas.....   | 61            |
| – Kesselspeisewasser .....                     | 165     | – Wartung.....  | 259           |
| – Kondensataufbereitung.....                   | 164     | Wasserstandsglas.....   | 61            |
| – mechanische Vorbehandlung .....              | 152     | Wasserstandshöhenanzeiger.....  | 87            |
| – Teilentsalzung .....                         | 158     | Wasserstandsmarke .....   | 61            |
| – Umkehr-Osmose.....                           | 159     | Wasserstandsregler.....   | 87            |
| – Wartung.....                                 | 265     |   |               |
| Wasserbeschaffenheit Dampfkessel .....         | 172     |   |               |

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| – Wartung.....                | 259      |
| Wasserstein .....             | 146      |
| Watt (W) .....                | 224      |
| Wechselstrom .....            | 224      |
| Wegplansteuerung .....        | 229      |
| Weichwasser .....             | 197      |
| Wellflammrohe                 |          |
| – Bauart Fox.....             | 49       |
| – Bauart Morison .....        | 49       |
| Widerstand.....               | 223      |
| Widerstandsänderung.....      | 227      |
| wiederkehrende Prüfungen..... | 212, 289 |
| Wirbeldurchflussmesser .....  | 95       |
| Wirkleistung.....             | 223      |
| Wirkungsgrad                  |          |
| – einer Kesselanlage.....     | 42       |
| – Gesamtwirkungsgrad.....     | 44       |

## Z

|  |         |
|--|---------|
| Zähflüssigkeit .....                   | 18      |
| Zahnradpumpe .....                     | 65, 112 |
| Zerstäubungstemperatur.....            | 108     |
| Zündbrenner.....                       | 126     |
| Zündgas .....                          | 33      |
| Zündtemperatur .....                   | 36      |
| Zündung                                |         |
| – der Gasbrenner.....                  | 133     |
| – der Ölbrenner .....                  | 125     |
| Zündversuche.....                      | 135     |
| Zweipunktregelung .....                | 87      |
| – am Ölbrenner .....                   | 113     |
| Zweistufenregelung, am Ölbrenner ..... | 113     |
| Zweitluft .....                        | 115     |

[www.resch-verlag.com](http://www.resch-verlag.com)

ISBN 978-3-935197-81-6