K. J. Thomé-Kozmiensky

Michael Beckmann

Energie aus Abfall

Band 7

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 7
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010
ISBN 978-3-935317-46-7

ISBN 978-3-935317-46-7 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2010
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky und Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Martina Ringgenberg, Andreas Schulz und Elke Czaplewski
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Inhaltsverzeichnis

Optimierung von Verbrennungsanlagen

Optimierung von Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen durch Monitoring
Michael Beckmann und Slawomir Rostkowski 3

Restrukturierung des Energiestandortes Mannheim der MVV Umwelt – Ausrichtung für die Zukunft –
Johannes Günther, Peter Knapp und Peter-Ernst Huber 21

Die Verbrennungsbedingungen der 17. BImSchV – Probleme bei Wirbelschichtfeuerungen und Lösungsansätze –
Rainer Schmiedner 53

Netto-Wirkungsgrad elektrisch größer dreißig Prozent – Grundsätzliche Potentiale in Abfallverbrennungsanlagen –
Jörn Wandschneider 65

Wirkungsgradsteigerung durch Anlagenverbund – Koppelung einer Kehrichtverbrennungsanlage mit einem GuD-Kombikraftwerk und einem Holzheizkraftwerk – Das Projekt Bern Forsthaus –
Martin Horeni und Matthias Walther 83

Hoher Wirkungsgrad im Müllkraftwerk Amsterdam in der Praxis – höhere Reisezeit durch Korrosionsminderung
Hetian Zhan, Martin de Jong, Jan Willem Noteboom, Robert van Kessel, Uwe Becker und Jan Lamain 99

Möglichkeiten und Grenzen der Effizienzsteigerung in Abfallverbrennungsanlagen
Hans-Peter Aleßio und Michael Mück 117

Flexible Abfall- und Ersatzbrennstoff-Verbrennungsanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung an Industriestandorten
Johan De Greef und Stefan Kipp 149

Optimierung der Feststoffverbrennung und des Abgasausbrands mit kamera- und bildbasierten Technologien
Hubert B. Keller, Jörg Matthes, Hans Hunsinger und Holger Schönecker 165

Schadstoffarmes Anfahren einer Abfallverbrennungsanlage durch spezielle Aufheiz- und Stützbrenner
Thomas Reynolds und Zoltan Teuber 177

Auswirkungen wechselnder Abfallqualitäten auf den Anlagenbetrieb
Frank Ehlers 185

Erhaltungsinvestitionen im MHKW Ruhleben
Alexander Gosten 197

Der Rostbelag in Abfallverbrennungsanlagen – minderwertiges Verschleißteil oder Kernkomponente?
Peter Fuchs 219

Dampferzeuger

Energieeffizienz und Kesselkonzepte
Ralf Dräger, Alexander Seitz, Oliver Gohlke und Michael Busch 235

Optimierungspotentiale bei der Abdampfkondensation von Kühlwassersystemen – unter den Anforderungen von Stromerzeugung und Wärmeauskopplung –
Falko Weber und Ulrich Maschke 257

Empirische Befunde am Kessel – Wärmestromdichte korreliert mit Korrosionsdynamik
Wolfgang Spiegel, Gabi Magel, Thomas Herzog, Wolfgang Müller und Werner Schmidl 271

Online-Korrosionsüberwachung als Instrument zur Bekämpfung der Dampferzeugerkorrosion – Strategien verwirklichen und in Echtzeit überprüfen –
Barbara Waldmann, David Schrupp-Heidelberger, Bernhard Stöcker, Ferdinand Haider, Siegfried Horn, Simone Maisch und Ragnar Warnecke 289

Kontinuierliche Zustandserfassung von Kesselverschmutzung und Reinigungseinrichtungen im Betrieb
Erich Vogler, Felix Koller und Alfred Sigg 303

Verhalten von Tropfen bei der Online-Kesselreinigung mit Wasser
Jörg Krüger 313

Direkte Messung und dynamische Softwarealgorithmen – ideale Kombination für erhöhte Dampferzeugereffizienz
Christian Mueller, Manfred Frach, Bernd Mußmann und Mathias Schumacher 327

Technischer Stand beim Schweißplattieren im Kessel- und Anlagenbau
Wolfgang Hoffmeister, Arne Manzke und Michael Bartels 335

Neuentwickelte Feuerfestauskleidungskonzepte für Wirbelschicht- und Zementanlagen, die mit Ersatzbrennstoffen befeuert werden
Markus Horn und Johannes Imle 359

Turbinen

Verfügbarkeit der Anlagenkomponenten Dampferzeuger und Turbine und deren Einfluss auf die Rentabilität
Udo Seiler 385

Turbinenerneuerung zur Effizienzsteigerung – am Beispiel MHKW Nordweststadt, Frankfurt Main –
Gerrit Ermel und Holger Schröder 411

Alternative Verfahren

Biomassebasierte Synthesegaserzeugung und -reinigung
Helmut Seifert, Thomas Kolb und Hans Leibold 425

Sauerstoff-Schmelzvergasung von Klärschlamm in Klär- und Kraftwerken
Klaus Scheidig, Joachim Mallon und Michael Schaaf 437

Effizienz der Abgasbehandlung

Reinigung von Abgasen aus der Abfallverbrennung
Margit Löschau und Karl J. Thomé-Kozmiensky 453

Energieeffizienz bei der Abgasreinigung
Margit Löschau und Matthias Kersting 619

Kumulierter Energieaufwand zur Herstellung verschiedener Abgasreinigungsanlagen
Rudi Karpf 639

Schadstoffminderung unter Berücksichtigung der Energieeffizienz – Vergleich von Abgasreinigungsverfahren –
Norbert Tanner und Karl-Heinz Schreyer 671

Wärmerückgewinnung in der Abgasreinigung hinter Abfallverbrennungsanlagen – am Beispiel ausgeführter Anlagen
Martin Baer und Reinhard Holste 717

Effizienz und Wartungsfreundlichkeit des SNCR-Verfahrens – Ein Erfahrungsbericht –
Bernd von der Heide und Peter Langer 729

NO_x-Abscheidung mit dem DyNOR SNCR-Verfahren
Matthias Baur, Alfred Sigg und Roland Halter 755

Einfaches Verfahren für erhöhte Anforderungen an Emissionsgrenzwerte bei Abfall- und EBS-Verbrennungsanlagen unter Beachtung des Energieeffizienzgebotes
Rüdiger Margraf 769

Optimierung des Kalkverbrauchs für die Abgasreinigung
Martin Sindram und Udo Kremer 785

Dank 801

Autorenverzeichnis 805

Inserentenverzeichnis 825

Schlagwortverzeichnis 835

Optimierung von Verbrennungsanlagen

Optimierung von Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen durch Monitoring

Michael Beckmann und Slawomir Rostkowski

1. Beschreibung des Anlagen-Ist-Zustandes 4

2. Nutzung der Betriebsmesswerte in der Feuerungsregelung 5

3. Berechnung von Betriebsparametern mit Online-Bilanzierungsprogrammen 8

3.1. Ermittlung des aktuellen Brennstoffmassenstromes 8

3.2. Ermittlung des aktuellen Heizwertes 9

4. Ermittlung des Verschmutzungsgrades der Überhitzerheizflächen 13

5. Einschätzung des Korrosionspotentials 14

6. Zusammenfassung 16

7. Literaturverzeichnis 17

Bei der Verbrennung von schwierigen Brennstoffen – z.B. Abfälle, Biomassen – in Rostsystemen sind insbesondere seit Beginn der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts eine Reihe von Entwicklungen und Verbesserungen im Hinblick auf wesentliche Teilaufgaben wie

- die Senkung der Abgasströme,
- den Abbau von Schadstoffen und damit
- die Reduzierung der Schadstofffrachten,
- die Verbesserung der Aschequalität,
- die Steigerung des Gesamtwirkungsgrades sowie
- die Verminderung von Korrosionen

erreicht worden. Dabei ist das Potential der Maßnahmen zur Verbesserung der Prozessführung noch nicht ausgeschöpft. Durch weitere detaillierte Untersuchungen der Prozesse, auch in Verbindung mit der mathematischen Modellierung, werden der Einfluss einzelner Prozessparameter auf die Prozessqualität sowie deren Wechselwirkungen besser erkannt. Um die Erkenntnisse in der Praxis nutzen zu können bedarf es jedoch einer messtechnischen Erfassung relevanter

Prozessparameter (Erfassung des Ist-Zustandes), deren Beobachtung und Verarbeitung z.B. in Bilanzen oder zu Kennzahlen, das heißt, eines möglichst umfänglichen Monitorings. Die durch Monitoring gewonnenen Daten fließen wiederum in die Prozessuntersuchungen – z.B. zur Validierung und genaueren Anpassung von Modellen – ein, so dass sich die beiden Maßnahmen gegenseitig ergänzen und zusammen eine weitere Optimierung ermöglichen. In dem vorliegenden Beitrag wird zunächst auf den Stand der Technik bei der Erfassung von Betriebsdaten und deren Verwendung in Konzepten zur Feuerungsleistungsregelung eingegangen. Darüber hinaus werden neue Methoden z.B. zur Heizwertbestimmung, zur Wärmestromdichtemessung, zur Korrosionsdiagnostik und zur Bilanzierung sowie Ableitung von Kennzahlen erörtert.

1. Beschreibung des Anlagen-Ist-Zustandes

Die Kenntnis des Anlagen-Ist-Zustandes stellt für die Optimierung eine wichtige Grundlage dar. Der Anlagen-Ist-Zustand wird dabei von konstruktiven Parametern – Anlagentechnik – und von betrieblichen Parametern charakterisiert. Für die Verfügbarkeit der Betriebsparameter und damit für die Beschreibung des Anlagen-Ist-Zustandes ist es von Bedeutung, ob die Betriebsparameter unmittelbar als Betriebsmesswerte erfasst werden, oder ob hierfür zusätzliche Berechnungen und Messungen erforderlich sind.

Klassische Betriebsmesswerte, die für die Regelung der Anlage, für den Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten, für sicherheitstechnische Belange usw. wichtige Bedeutung haben, sind z.B. der O_2-Gehalt des Abgases, der Massenstrom des produzierten Frischdampfes und die abgegebene elektrische Leistung (Bild 1). Diese Messwerte können ohne weiteres erfasst und während des Anlagenbetriebes zeitnah dargestellt werden. Klassische Betriebsmesswerte lassen zum tatsächlichen Betriebszustand der Gesamtanlage – insbesondere zu den Prozessbedingungen im Dampferzeuger (Feststoffumsatz, Energiefreisetzung, Korrosion, Belagsbildung) – allerdings nur begrenzt Aussagen zu.

Weitere Betriebsparameter wie der Kesselwirkungsgrad, der Anlagenwirkungsgrad, der Massenstrom und der Heizwert des aktuell auf dem Rost verbrennenden Abfalls können nicht unmittelbar gemessen werden, lassen sich aber aus den Betriebsmesswerten rechnerisch ermitteln. Entsprechende Berechnungsvorschriften auf der Basis von Massen- und Energiebilanzen oder aber auch empirischen Ansätzen sind in die verschiedenen Konzepte der Feuerungsleistungsregelung (z.B. [8], [10]) eingeflossen.

Im Hinblick auf eine zeitnahe Gesamtbilanzierung der Anlage wurde ein *Online-Bilanzierungsprogramm* entwickelt. Bei der Online-Bilanzierung wird das Gesamtverfahren in Verfahrensabschnitte und -bausteine aufgeteilt, an den einzelnen Teilbilanzräumen werden alle ein- und austretenden Ströme sowie die jeweiligen Messwerte angetragen und auf Grundlage der an den verschiedenen Teilbilanzräumen verfügbaren Werte die unbekannten Werte bilanziert (z.B. [1], [2], [9]). Feuerungsleistungsregelung und Online-Bilanzierung werden beide nachfolgend noch näher dargestellt.

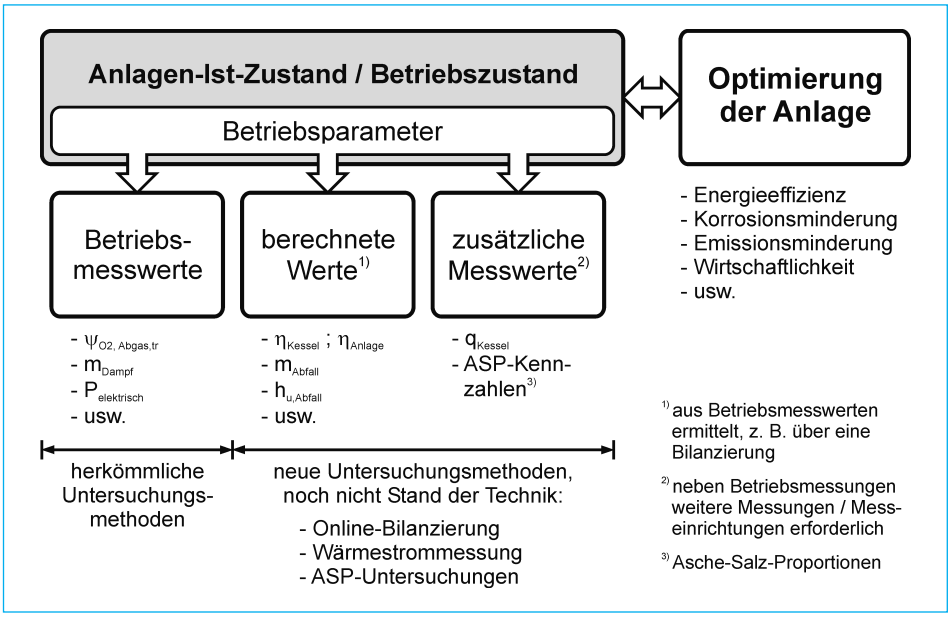


Bild 1: Beschreibung des Anlagen-Ist-Zustandes durch Betriebsparameter als Voraussetzung für die weitere Optimierung

Die Korrosion und Belagsbildung im Dampferzeuger von Abfallverbrennungsanlagen kann nur mit Hilfe zusätzlicher Messungen – neben den Betriebsmessungen, siehe Bild 1 – beurteilt werden. Während des Betriebes können z.B. Untersuchungen zu den Asche-Salz-Proportionen (ASP) in den Flugstäuben im Rohgas durchgeführt werden. Erste Aussagen zum Korrosionsverhalten sind auch mit Hilfe von Untersuchungen der Beläge im Kessel möglich [5], [13]. Darüber hinaus liefert die Wärmestromdichtemessung wertvolle Informationen zum Korrosionsverhalten [12] – aber auch zu dem Brennstoff und der Feuerung selbst (Heizwertschwankung, Schieflagen, Strömungszustand im Feuerraum). Auf die vorgenannten Methoden zur Korrosionsdiagnostik (ASP) und zur Wärmestromdichtemessung wird ebenfalls in dem vorliegenden Beitrag anhand von Beispielen eingegangen und deren Potenzial zur Optimierung aufgezeigt.

2. Nutzung der Betriebsmesswerte in der Feuerungsregelung

Bei der Biomasse- und Abfallverbrennung führen Schwankungen von chemischen und physikalischen Brennstoffeigenschaften zu einem ungleichmäßigen Verlauf des Verbrennungsprozesses. Um eine gleichmäßige und optimale Verbrennung zu gewährleisten, muss die Prozessführung durch ein Regelungssystem an die aktuelle Brennstoffsituation angepasst werden. In das Regelungssystem fließen Messwerte ein, die eine Information über den Ist-Zustand liefern. In einem in [8] vorgestellten, konventionellen Regelungssystem für Abfallverbrennungsanlagen (Rostsystem) sind das der Frischdampfmassestrom, der Sauerstoffgehalt

im Abgas und die Feuerraumtemperatur, die als ein Mittelwert mehrerer Temperaturmessungen ermittelt wird. Die erfassten Messwerte werden durch das Regelungssystem mit den jeweiligen Sollwerten verglichen. Bei Abweichungen werden Eingriffe in den Verbrennungsprozess vorgenommen. Dies wird durch Regelung der Beschickung und des Rostantriebes (Beeinflussung der Brennstoffzufuhr und der Rostschürung), programmierte Zuführung der Primärluft und der Sekundärluft realisiert. Die Feuerraumtemperatur wird durch Anpassung des O_2-Sollwertes konstant gehalten.

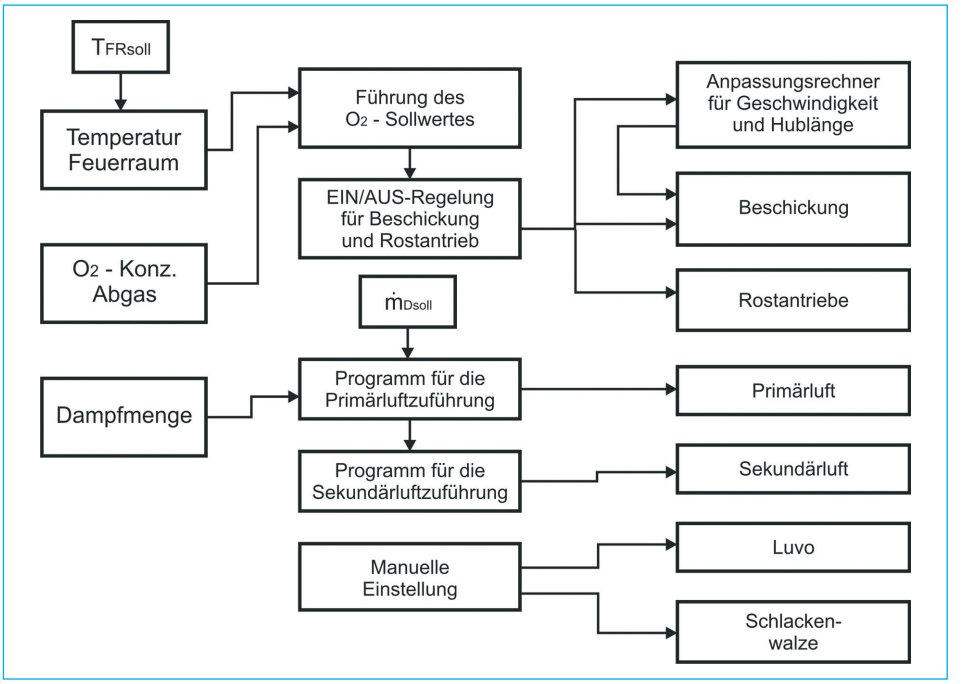


Bild 2: Funktionsschema einer konventionellen Feuerungsregelung, O_2-geführt

Quelle: Martin, J.; Busch, M.; Horn, J.; Rampp, F.: Entwicklung einer kamerageführten Feuerungsregelung zur primärseitigen Schadstoffreduzierung. VDI-Berichte 1033, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1993

Als eine weitere Entwicklung wird in [8] und [10] ein Konzept einer kamerageführten Feuerungsregelung beschrieben. Mit einer an der Kesseldecke vertikal eingebauten Infrarot (IR)-Kamera wird die Temperaturverteilung der Brennbettoberfläche bestimmt. Nach einer Aufbereitung in einem Bildverarbeitungssystem wird das Signal einem Rechner zugeführt. Ausgangsdaten sind die Mittelwerte der Temperaturen über den einzelnen Primärluftzonen und über jeder Rostbahn, sowie die Lage der Hauptbrennzone. Zusätzlich ist in das System eine visuelle Kamera am unteren Ende des Feuerraums zur Überwachung der Brennbetthöhe integriert. Die Optimierung des Verbrennungsprozesses wird erreicht, indem die Brennbettoberflächentemperaturen in einzelnen Primärluftzonen und die gewünschte Lage der Hauptbrennzone eingestellt werden, wobei die Messgrößen Sauerstoffgehalt im Abgas, Frischdampfmenge und Feuerraumtemperatur als begrenzende Parameter vorgeschaltet sind.

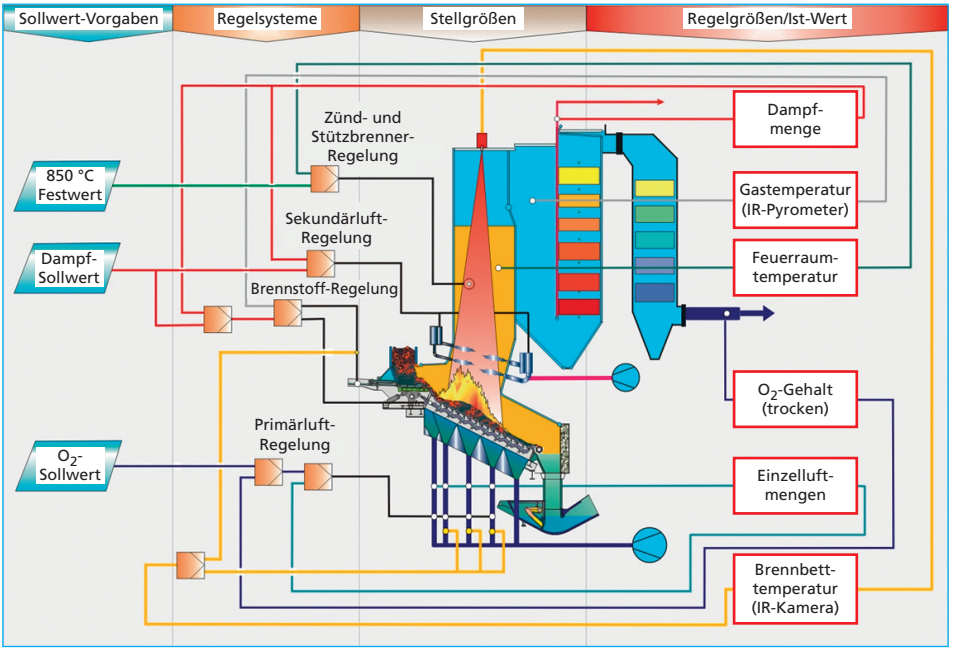


Bild 3: Kamerageführte Feuerungsregelung

Quelle: Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik

Die Auswirkung der IR-Kameraregelung auf die Schwankungen des Dampfmassestromes ist in Bild 4 verdeutlicht.

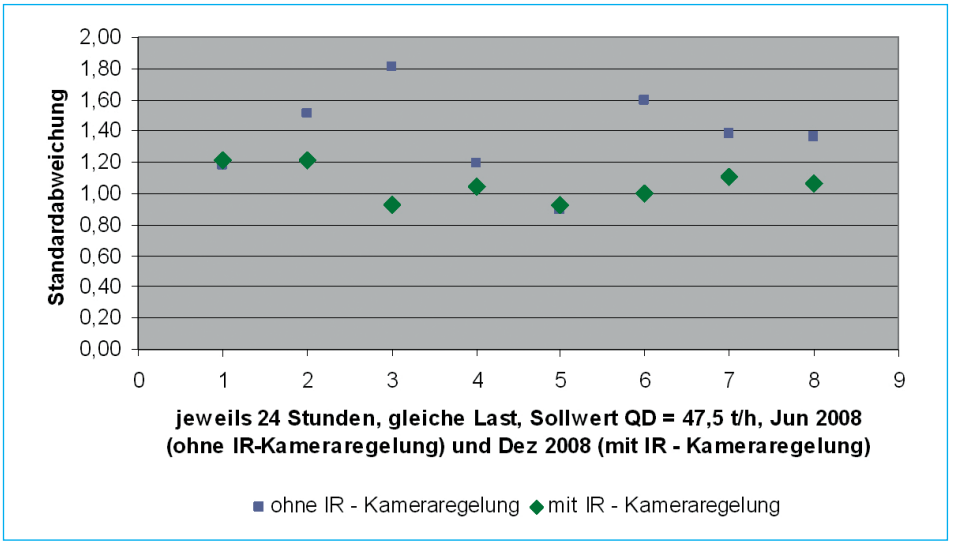


Bild 4: Standardabweichung des Dampfmassestromes vom Sollwert ohne und mit IR-Kameraregelung

Quelle: Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik

Die durchschnittliche Standardabweichung vom Sollwert bei Betrieb mit IR-Kameraregelung ist um etwa 22 Prozent niedriger (1,06 gegenüber 1,37) im Vergleich zum Betrieb ohne die IR-Kameraregelung. Abgesehen von der *Beruhigung* des Verbrennungsprozesses kann damit, abhängig von den technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Anlage, der Last-Sollwert angehoben werden, was einen wirtschaftlichen Vorteil generiert.

3. Berechnung von Betriebsparametern mit Online-Bilanzierungsprogrammen

Für die betriebstechnische Überwachung des Anlagen-Ist-Zustandes steht in Abfallverbrennungsanlagen eine Vielzahl von Messwerten *online* zur Verfügung (Emissionswerte, Dampfparameter, elektrische Leistungen usw.). Wesentliche Betriebsparameter für die Optimierung wie der Massenstrom und Heizwert des aktuell auf dem Rost verbrennenden Abfalls, Wirkungsgrade des Kessels und der Gesamtanlage, spezifische Verbräuche von Betriebshilfsstoffen können allerdings nicht unmittelbar gemessen werden, sondern sind rechnerisch – ebenfalls *online* – durch Bilanzen zu bestimmen. Bei Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen wird die detaillierte und zeitnahe Bilanzierung dadurch erschwert, dass für eine geschlossene Bilanzierung teilweise Messwerte fehlen, dass in den einzelnen Anlagenabschnitten unterschiedliche Verweilzeiten auftreten und dass der Anlagenbetrieb ständigen Schwankungen unterworfen ist, bedingt durch die inhomogenen und zunehmend wechselhaften Eigenschaften der eingesetzten Biomasse und der Abfälle.

Bezüglich der Einzelheiten von Online-Bilanzierungsprogrammen sei auf [1], [2] und [9] verwiesen. Im Folgenden wird beispielhaft auf die Ermittlung des aktuellen Brennstoffmassenstromes und des zugehörigen Heizwertes mit Hilfe des in [1] und [2] beschriebenen Online-Bilanzierungsprogrammes eingegangen.

3.1. Ermittlung des aktuellen Brennstoffmassenstromes

In Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen wird der Brennstoff mittels eines Greifers in einen Trichter aufgegeben. Der Trichter muss den luftdichten Abschluss des Kessels zum Bunker gewährleisten und weist deshalb einen hohen Füllstand auf. Da die Verweilzeit des Brennstoffes im Trichter vergleichsweise lang[1] und – in Abhängigkeit von der Zuteilung des Brennstoffes auf den Rost – nicht konstant ist, kann aus der aufgegebenen Brennstoffmenge nicht unmittelbar der zu einem bestimmten Zeitpunkt verbrennende Brennstoff ermittelt werden. In der Praxis wird deshalb ein mittlerer Brennstoffmassenstrom bestimmt. Hierbei werden die Einzelwerte der Kranwaagen-Messungen – Kilogramm Abfall pro Brennstoffaufgabe – mit der Anzahl der Brennstoffaufgaben pro Stunde multipliziert. Da pro Stunde nur eine geringe Anzahl von Aufgaben erforderlich ist – etwa drei bis fünf in Abhängigkeit von Anlagendurchsatz und Inhalt des Greifers – muss für die Mittelwertbildung ein dementsprechend großer Zeitraum gewählt werden – z.B. zwei bis vier Stunden (siehe z.B. in [15]).

[1] In [15] wird der Zeitraum von der Brennstoffaufgabe bis zur Hauptverbrennungszone mit 1 bis 1,5 Stunden angegeben.

Schlagwortverzeichnis

A

Abdampfkondensation
  von Kühlwassersystemen
    Optimierungspotentiale 257
Abfall
  Fließfähigkeit 187
  -annahme 187
  -aufgabesysteme 188
  -bunker 187
  -heizwert
    Ermittlung des aktuellen Werts 9
  -lagerung 187
  -qualitäten
    wechselnde
      Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb 185
  -rahmenrichtlinie 457
  -verbrennungsanlagen
    an Industriestandorten 149
    Energieverteilung 625
    Optimierung durch Monitoring 3
    Optimierungskonzept 165
    Wärmefluss 718
  -verbrennungsrichtlinie 458
Abgas
  Energieverlust 712
  latente Wärme 717
  sensible Wärme 717
  -ausbrand
    Optimierung 165
    unvollständiger 171
  -ausbrandkontrolle 170
  -ausbrandzone 171
  -kondensation
    mit Wärmepumpe 724
  -kondensationssysteme 717, 719, 721
  -kühler 720
    Optimierung der Wärmeübertragungsflächen 721
  -menge
    Reduzierung 124, 239
  -nachreinigung 597
  -reinigungsanlagen
    Erntefaktor für die Herstellung 666
    Dimensionierung 193
    Herstellung von Komponenten
      kumulierter Energieaufwand 639, 653
      Massen- und Energiebilanz 656
  -reinigungsverfahren 453, 597
    doppelte trockene 160
    halbtrockene 640
    konditioniert trockene 571, 627, 643, 684, 769, 789
    nasse 580, 640, 641, 687
    quasitrockene 576, 769
    trockene 206, 567, 640, 643, 688, 771, 786
  Additive
    für die Herstellung benötigte Energieaufwendungen 640, 652
  energetische Betrachtungen 697
  Energieeffizienz 619
  Energiepotenziale 625
  Energieverbrauch 652
  Kalkverbrauch
    Optimierung 785
  Rahmenbedingungen
    in Deutschland 625
  rechtliche Regelungen
    auf EU-Ebene 457
  Temperaturen in den einzelnen Stufen 698
  theoretischer Druck- und Temperaturverlauf 698
  Verfahrensauswahl 682
  Verfahrensvergleich 671
  Wärmeenergieauskopplung
    bzw. notwendige Wärmezufuhr 712
  Wärmerückgewinnungssysteme 698, 717
  -rezirkulation 758
    interne 253
  -strähnen 171
  -temperatur am Kesselende 192
    Absenken 120, 238
  -verlust 119, 238
    Ansätze zur Reduzierung 120
  -volumen 193
  -wärme
    Nutzung 719
  -wiederaufheizung 589
Abkippgraben 187
Ablagerungen 328
  auf der Wärmetauscheroberfläche 279
Ablaufkühlung
  mittels Naturzugnasskühlturm 258
Abplatzungen
  der Stampfmasse 349
Abschlämmung 136, 649
Absorbentien 787
Absorption 560, 690, 787
Absorptionsmittel
  Vor- und Nachteile 696
Abwassereindampfung 589
Abzehrrate
  Korrelation mit der Wärmestromdichte 284
Additive in der Abgasreinigung
  Primärenergieverbrauch zur Herstellung 653
Adsorbentien 788
Adsorption 557, 690, 787
Adsorptionswärmepumpe 724

Aerosolabscheidung 586
Aerosole
belagsbildende 277
Afval Energie Bedrijf, AEB 100
agam 744
Air to Liquid Ratio 430
Aktivkoks 565, 788
Imprägnierung
z.B. durch Jod, Schwefel oder Schwefelsäure 193, 646
Alkali
-Beständigkeit
von SiC-haltigen Massen 373
-Blei-Mischsalze 279
-Bursting 361
-Chloride 278
-Korrosionstest 378
-Salze 279, 361
Einlagerungen
in der Feuerfestauskleidung 366
-Zink-Mischsalze 279
Alkalisierung des Kessel- und Speisewassers
Feststoffalkalisierung 388
flüchtige 387
Ammoniak 464
Abscheidung 776
mit einer nassen Feinreinigungsstufe 772
-detektoren 738
-schlupf 464, 743, 746, 756, 764, 772
beim An- und Abfahrbetrieb 740
-stripper 777
-wasser 730
Ammoniumhydrogensulfat 632, 651, 747, 750
Ammoniumsalze 746
Anfahrbetrieb 139, 740
Anfahrbrenner 179
Anfahren
schadstoffarmes 177
Anlagen-Ist-Zustand
Beschreibung 4
Anlagenwirkungsgrad 681
Anzapfungen der Turbine 73
Äquivalenzfaktoren
zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Wertigkeiten der Energieformen Dampf, Wärme und Strom 620
Ascheablagerungen
kohlenstoff- und chloridhaltige 171
Aschepartikel 328
Asche-Salz-Proportionen (ASP) 5, 14
Aufgabe
-rost 24
-schacht 189
-system 189
-tisch 189
Aufheiz- und Stützbrenner 177
Auftragsschweißen 336
Ausbrand 128
vollständiger 55
Ausbrandüberwachung 170
Ausmauerung
Abplatzen 361
AVT-Fahrweise 387

B

Befeuchtungsmischer 572
Beläge
Thermoschock 322
Belags
-bildung 5, 276, 279, 327
-bildungspotential
Möglichkeiten der Diagnose 16
-monitor 14
-situationen
effizienzkritische 331
-sonde 14
Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) 198
Beste verfügbare Technik 459
Betone
feuerfeste 372
Betriebsparameter
Berechnung mit Online-Bilanzierungsprogrammen 8
Nutzung der Betriebsmesswerte in der Feuerungsregelung 5
Bilanzierung
von Abfallverbrennungsanlagen 678
Bioliq-Verfahren
zur Kraftstofferzeugung 427
Kostenabschätzung 435
Biomasse 425
Aufarbeitungs- und Umwandlungskonzepte 426
Nutzung zur Erzeugung von Kraftstoffen 427
Vergasung 428
Biomasse-Heizkraftwerk Kehl 54, 59
Biomasseverbrennungsanlagen
Optimierung durch Monitoring 3
Biosyncrude 429
Bleichlorid 276, 278

Branntkalk 562
Braunkohlenkoksstaub 788
Brennbett
  Temperaturverteilung 167
Brenner 177
  Druckverlust 179
  typische Anordnung 181
Brennkammerauskleidung
  Austrocknen 177
Brennstoffeigenschaften
  Schwankungen 167
Brennstoffmassenstrom
  Ermittlung des aktuellen Wertes 8
Brennstoff-NO_x-Mechanismus 253
Brikettierung
  von Klärschlamm 439
Bundes-Immissionsschutzgesetz 459
Bunker 187
  -bauwerk 216
  -management 187
BVT-Merkblätter 459

C

Calciumhydroxidchlorid 646
Carnot-Prozess 677
Carnot-Wirkungsgrad 678
CheMin GmbH 285
Chemisorption 559, 644, 690
  mit Gas- und Partikelkonditionierung 772
Chlor 472
Chloride
  besonders korrosionsrelevante 275
Chromkorundsteine 368
Cladding
  siehe Schweißplattierung
Cleanliness Factor 329
CMT-Schweißtechnik 347
Cold Metal Transfer 346
Corrmoran GmbH 290
CO-Spitzen
  Reduktion 174
CO-Strähnen 172

D

Dampf
  -druckzerstäuber 179
  -erzeuger 118
    Dämmdicke 129
    Verschmutzungen 303
  -erzeugereffizienz
    erhöhte 327
  -erzeugerkorrosion 5, 68, 151, 191, 243, 275, 289, 360
  -erzeugerwirkungsgrad – Einflussfaktoren
    Abgastemperatur
      Ende Dampferzeuger 121
    Abschlämmung 136
    Brennstoffzusammensetzung und Heizwertbandbreite 127
    Heizflächenreinigungssysteme 145
    Primärluftvorwärmung 135
    Schlackemenge und Austragstemperatur 128
    Sekundärlufttemperatur 130
  -parameter
    Erhöhung 151
    hohe 132
  -raumbelastung 397
  -reinheit 401
  -temperatur 68
  -trommel 396
  -turbinen 418
    Ablagerungen 403
    Erosion durch feste Bestandteile 403
    Erosion durch flüssige Bestandteile 405
    Salzfluss 404
Dehnungsmessstreifen
  mehrdimensionaler 13, 328
Demister 398
  Auslegung und Wirkungsweise 399
de-novo Synthese 171
Desorption 557
Dichtstromverfahren 790, 793
Dioxine und Furane 171, 477
  verstärkte Bildung über mehrere Stunden nach einer CO-/Rußspitze 172
Direktentschwefelung 562
Direktkondensation 721
Dr. Born – Dr. Ermel-Ingenieure-GmbH 412
Drehrohrofen
  Verschleiß der Steinzustellung 361
Druckzerstäuber 179
Durchlaufkühlung 258
Durchstrahlungsprüfung 230
DyNOR SNCR-Verfahren 755

E

Economiser 74, 719
  externer 120
Effizienz
  des Wärmeübergangs 305

Eigenbedarf
elektrischer
Reduktion 137
Electrochemical Noise 108
Elektrodenschweißen 226
Elektrofilter 503
Emissionsgrenzwerte
Entwicklung von 1974 bis 2009 462
in verschiedenen europäischen Ländern 466
nach der 17. BImSchV 461
nach der Abfallverbrennungsrichtlinie 458
Emissionsminderung
Richtlinie VDI 3460 464
Endenergiebereitstellung
aus erneuerbaren Energien
in Deutschland 426
Energieeffizienz
bei der Abgasreinigung 619
Einfluss des DeNOx-Konzepts 630
Maßnahmen zur Erhöhung 675
Auswirkungen auf den Kessel 236
nach der EG-Abfallrahmenrichtlinie 620
verschiedener Kesselkonzepte 235
-steigerung 421, 675
durch Turbinenerneuerung 411
Entwicklungen und Strategien 151
Möglichkeiten und Grenzen 117
Energieformen
Dampf, Wärme und Strom
Äquivalenzfaktoren 620
Wertigkeitsfaktoren 95
Energien
erneuerbare 425
Energie Wasser Bern (ewb) 83
Entnahmekondensationsturbine 418
Entschlackungsanlagen
Verstopfungen 191
Entstickungsverfahren 650, 755
Einfluss auf die Energieeffizienz 630
Einsatzbereiche verschiedener Technologien 765
ERC GmbH 182
Erhaltungsinvestitionen 197
Erntefaktor für die Herstellung von Abgasbehandlungssystemen 666
Erosion 100, 364
Erosionskorrosion 388
in Verdampfersystemen
Ursachen 389
Erosionsschutz 336
Ersatzbrennstoff-Kraftwerke
an Industriestandorten 149
Ersatzbrennstoff-Wirbelschichtanlagen
Schadensmechanismen 362
Erstplattierung 336
Exergie
-effizienz 621
-faktor 622
-verluste 87

F

Fallnahtposition 346
Farbeindringprüfung 229
von Montagenähten 352
Feinreinigungsstufe
nasse 772, 776
Feinstaub 469
Fernwärme 722
-abgabe
Jahresganglinie 88
-leistung
in Abhängigkeit der Fernwärmerücklauftemperatur 723
-netz 84
-versorgung 414
Festbettabbrandkontrolle 166
Festbettvergaser 429
Feststoffausbrand in Rostfeuerungen
kamerabasierte Optimierung 169
Feuerbeton 369
zementarmer 372
Feuerfestauskleidung 360
Abplatzen 361
Alkalibeständigkeit 372
Alkalisalzeinlagerungen 366
Konzepte für Wirbelschicht- und Zementanlagen mit EBS-Einsatz 359
Korrosionsschäden an der Verankerung 365
Schäden 360
durch Alkali-Bursting 361
Verankerung 360
Versieglungseffekt 373
Feuerfestprodukte 272
siehe auch Plattensystem
Feuerleistungsregelung
Infrarot-kamerabasierte Optimierung 167
Feuerungs-
-lageregelung 745
-leistungsregelung 189
-regelung
kamerageführte 6
O_2-geführte 6
Filmverdampfung 393

Fischer-Tropsch-Synthese 428, 432
Flammengeometrie
  von Aufheiz- und Stützbrennern 178
Fließfähigkeit
  der Abfälle 187
Flugasche 303
Flugstrom
  -reaktor 598, 793
  -vergaser 429
Fluor 473
Forschungszentrum Karlsruhe 166, 426
Freistrahl 732
Frischdampf
  -parameter
    Steigerung 240
  -temperatur 69
Füllkörperwäscher 592, 779

G

Gasbrenner 179
Gastemperaturmesssysteme
  akustische 744
Gewebefilter 512
Gewichtssensoren
  an den Aufhängerohren
    auf der Kesseldecke 331
Gichtgas 440
Gießtechnik 224
Grundwasserhaltung 217

H

Harfen 307
Harnstoff 730
  im Vergleich zu Ammoniakwasser 731
Heißgaskorrosion
  durch Chlor 362
Heizflächen
  Aufteilung auf die Bereiche Verdampfer, Überhitzer und Economiser bei unterschiedlichen Kesselkonzepten 247
  Reinigung 144
    selektive und bedarfsgerechte 13
  Verschmutzungsstatus 331
Heizwert
  Ermittlung des aktuellen Werts 9
  Gegenüberstellung verschiedener Ansätze zur Ermittlung 11
  Schwankungen 189
Herdofenkoks 565, 788
hide-out-effect 394
Hinterlüftung
  der Platten eines Abfallkessels 371
Hochdruckflugstromvergasung 428
Hochtemperatur
  -Korrosion 221
    chlorinduzierte 272
  -Korrosionsrate 109
  -Syngasreinigung 433
Hohlkreisdüse 316
Holzheizkraftwerk 89
Horizontalkessel 306
Hybridverfahren 688
Hydrazin 389

I

Immissionsschutzrecht
  in Deutschland 459
Inconel 625 338
Infrarot (IR)
  -Kamera 167
  -Kameraregelung 7
  -Strahlungspyrometer 759
ingitec GmbH Leipzig 438
INSPECT pro control 168
Isothermen 274
IVU-Richtlinie 458

J

Jünger+Gräter GmbH 365

K

Kaliumchlorid 276
Kalk 561
Kalkhydrat 562, 691, 787
  für Trockenverfahren und konditionierte Trockenverfahren 791
  Vor- und Nachteile 696
Kalkmilchwäscher 585
Kalkverbrauch für die Abgasreinigung
  Optimierung 785
Kaltes Ende
  Optimierung 258
Kaltgaswirkungsgrad 428
Kamerasysteme
  zur Optimierung der Feuerleistungsregelung des Feststoff- sowie des Abgasausbrands 166

Karlsruher Institut für Technologie 166, 426
Katalysator zur NO_x-Reduktion 770
  Sulfatisierung 771
  Verschmutzung 631
Keppel Seghers 150
Kesselkonzepte 235
Kesselreinigung 69, 191, 303, 313, 327
  Diagnose- und Optimierungssystem 332
  nach dem Schwandorfer Modell 316
  Online-Reinigung 285, 327
  verfahrenstechnische Heraus-
    forderungen 328
  Überwachung 310
Kesselspeisewassertemperatur 152
Kesselstäube 191
  Zusammensetzung und
    Schmelzverhalten 191
Kesseltrommel 396
  Aufgabe 395
  Dimensionierung 396
  Gestaltung der Einbauten 397
  Trommelleitbleche 398
Kesselverschmutzung
  kontinuierliche Zustandserfassung 303
  Korrosionspotential 14
  Überwachung 310
Kesselwasser
  Konditionierung 387
  Salzgehalt 393
Kesselwirkungsgrad 244
  Erhöhung 173
  thermischer 718
    in Abhängigkeit der Temperatur 719
Kieselsol 373
Klärschlamm
  Brikettierung 439
  enthaltene Schadstoffe 445
  Nutzung in Deutschland 438
  Sauerstoff-Schmelzvergasung 437
Klopfwerk 306
  Kontrollvorrichtung 308
  mechanisches 307
  pneumatisches 307
Kohlenmonoxid 470, 747
Kondensation
  direkte 722
  indirekte 724
Kondensationsdruck 70, 257
Kondensationsturbine 262
Kondensationswärme
  der Abgase
    Nutzungsmöglichkeiten 721
  des Wäschers
    Konzept für die Nutzung 779
Kondensator
  Kühlmedium 70
  mit direkter Wasserkühlung 70
Kondensatvorwärmung 73
Kondensatwäscher 721
Korrosion 5, 68, 109, 151, 191, 221, 243,
  272, 275, 289, 360, 362, 367
  an der Verankerung
    der Ausmauerung 362
  Einfluss der Sauerstoffkonzentration
    der Verbrennungsluft 298
  Messung 102
Korrosions
  -angriff
    Quantifizierung 292
  -diagnostik 5
  -dynamik 271
  -leitwert 292
  -mechanismen 275
  -minderung 99, 290
  -monitoring 290
  -phänomene
    lokale 108
  -potential
    Einschätzung 14
    Möglichkeiten der Diagnose 16
  -probestücke 107
  -produkte 272, 273
  -prozesse
    elektrochemische 293
  -rate 100, 108, 292
  -schäden
    Vermeidbarkeit 283
  -schutz 335, 370
  -sonde 290
    elektrochemische 291
  -strom 108, 292
  -überwachung
    elektrochemische 108
    online 107, 289
  -überwachungsprogramm 108
  -verhalten 5
Kraft-Wärme-Kopplung 149, 413
Kraftwerkstypen 674
Kreislaufgas-Sauerstoff-Kupolofen 440
Kühlrohrschlangen 224
Kühlverfahren 258
Kühlwasser
  Verluste 131
  Wasserschläge 70
Kumulierter Energieaufwand (KEA) 653
Kupolofen 439

L

Lachgas 747
Lamellenzerfallsmechanismen 315
Lanzenschraubbläser 331
Leichtmetalle
  Problemursache bei Walzenrosten 191
Linear Polarisation Resistance-Verfahren (LPR) 108
Luftkondensator 260, 418
Luftqualität 467
Luftschadstoffe
  Abscheidung 641
  Herkunft und Wirkung 468
Luftüberschuss 67, 124
  Reduzierung 239
Luftvorwärmung 124, 135, 719
  dampfbeheizte 67
Luftzufuhr 67
Luftzusammensetzung
  natürliche 467

M

Magnetit-Schutzschicht 391
  Bildung 389
Magnetpulverprüfung 229
Mainova AG 411
Martin Very-Low-NO_x-Verfahren 239
Maschinenfabrik Liezen und Gießerei Ges.m.b.H. 219
Maskenformverfahren 224, 229
Memory-Effekt
  bei der Bildung von Dioxinen und Furanen 171
Mephrec
  -Reaktor 441
  -Schlacken
    chemische Zusammensetzung 444
  -Verfahren 437
    Verfahrenstechnik 439
MIG/MAG-Schweißverfahren 338
Mindest
  -temperatur 54
  -verweilzeit 54
Mineralsprossung 273
Mineralumwandlungen
  in Feuerfestprodukten 273
Monitoring
  zur Optimierung von Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen 3
MVA
  Åmotfors (S) 155
  Amsterdam (NL) 77, 99, 251
  Berlin-Ruhleben 197
  Bern Forsthaus (CH) 84
  Frankfurt-Nordweststadt 411
  Groß-Manchester (GB) 159
  Honolulu (Hawaii) 252
  Ludwigshafen 773
  Mannheim 21
  Schwandorf 313
  Warmbächliweg (CH) 83
  Zella-Mehlis 248
MVV Umwelt GmbH 21

N

Nachbrennzone 55
Nachverbrennung 67
Nasselektrofilter 778
  mit integrierter zweistufiger Wäsche 783
Natriumbicarbonat (Natriumhydrogencarbonat) 561, 644, 685, 695, 771
  Vor- und Nachteile 696
Natriumchlorid 276
Natrium-Ionen-Schlupfmessung 400
Natronlaugewäscher 586
NH_2-Radikale 650
NH_3
  siehe Ammoniak
Niedertemperatur Rectisol-Wäsche mit Methanol 432
NO_x 471, 747, 758
  Bildungsmechanismen 471
  aus Brennstoffstickstoff 471, 532
  promptes 471, 532
  thermisches 471, 530
  -Abscheidung
    mit dem DyNOR SNCR-Verfahren 755
  -Gebühr 755
  -Grenzwerte
    in Europa 755
  -Konzentration
    im Rohgas 758
  -Minderungsmaßnahmen 254, 650, 729, 758, 770
    Wirtschaftlichkeit 749

O

Oberflächenprüfung 229
Ölbrenner 179

Online-Bilanzierungsprogramme 4
Berechnung von Betriebsparametern 8
Online-Kesselreinigung 285, 327
mit Wasser
Verhalten von Tropfen 313
nach dem Schwandorfer Modell 316
Online-Korrosionsüberwachung 107, 289
Online-Überwachung 304
der Klopfwerkfunktion 309
Oxydationskatalysator 601

P

PAMELA 303
PCDD/F
siehe Dioxine und Furane
Pflanzenverfügbarkeit
des in Schlacke enthaltenen
Phosphors 444
Phosphat
-Dünger 437
-Schlacke 443
Phosphor
in der Schlacke
Pflanzenverfügbarkeit 443
Recycling
metallurgisches 437
Physisorption 646
Pinch-Analyse 698
Plattensystem
geklebtes 369
hintergossenes 370
hinterlüftetes 28, 278, 371
Polarisationswiderstand 108
linearer 292
Primärluft
-vorwärmung 135
-zufuhr 67
Prisma 27, 150
Prozessanalyse
thermische 305

Q

Quecksilber 193, 646
-abscheidung 649

R

R1-Energieeffizienzkriterium 620
Rauschen
elektrochemisches 108
Reaktortypen 573
Rectisol-Verfahren 433
Reduktion
selektive katalytische
siehe SCR
selektive nichtkatalytische
siehe SNCR
Reduktionsmittel 650
-lager 733
Reingasqualität 602
Reingas-SCR 632
Reinigung
der Kesselheizflächen
siehe Kesselreinigung
Reisezeit 303
Verlängerung 305
durch Korrosionsminderung 99
Rentabilitätsdauer
energetische 667
Rezirkulation
von Sorbens 790
Richtlinie über Industrieemissionen 459
Rohgas-SCR 631
Rost
Luftkühlung 155, 221
Verschleiß 221
Wasserkühlung 67, 159, 131, 190, 221
Dichtheit und
Druckbeständigkeit 227
Qualitätsmerkmale und
deren Prüfverfahren 227
Werkstoffauswahlkriterien 226
Rostbelag 219
Rostblock 220
wassergekühlter mit
eingegossener Kühlrohrschlange 222
vorgegossenem Kühlkanal 222
Rostmodule 220
Roststäbe
Schlackeschicht 190
Verschleiß 190, 191
Rostwärme
Nutzung 132
RT-Prüfung 230
Rücklaufdüsen 315
Rußbläser 331
Rußpartikel
in den Ascheablagerungen 173
Rußsträhnen 172
RWE Innogy Cogen GmbH 54

S

Salz
-Aerosole 276
-Aerosolnebel 278
-dampf 275
Salze 14
Bildung 126
chloridische 275
(frachtabhängige) Grenz-temperaturen 276
Thermodynamik 272
Salzschmelzen 279
im Hochdruckteil der Turbine 405
-korrosion 275
Sandformverfahren 224
Sanierungsplattierung 337
Sattdampferzeugung 393
Sauerstoff
-gehalt in der Verbrennung
Reduktion 366
-Kreislaufgas-Kupolofen 440
-mangel 171, 172
-partialdruck
im Kessel 298
-Schmelzvergasung
von Klärschlamm 437
Säurekorrosion 362
Schachtkonstruktion 189
Schacht-Schmelzvergasung 439
Schadstoffe
organische 477, 557
Zerstörung 57
partikelförmige 493
saure 472, 557
Schadstoff
-gehalte im Rohgas 193
-minderung
unter Berücksichtigung der Energieeffizienz 671
Schikorr-Reaktion 391
Schlacke
Pflanzenverfügbarkeit des enthaltenen Phosphors 443
-ablagerungen 191
-ansätze 328
-ausbrand 129
videokamerabasierte Optimierung 169
-bildung 328
-verlust 128
Schmelzvergasung
von Klärschlamm 437
Schnellpyrolyse 428
Schutzgas 345
Schutzschichten
metallische 272
schwarz-schwarz-Verbindung 353
Schwefel 473
Schweiß
-draht 345
-plattierung 69, 336
technischer Stand 335
-position 346
-zusatz 341
Schwermetallchloride 303
Schwermetalle 474
dampfförmige 557
leicht flüchtige 646
schwer flüchtige 646
Schwindung
des Gusswerkstoffes 223
SCR 547, 651, 770
Reingas 632
Rohgas 631
Sekundärluft
-absaugung 131
-eindüsung 27, 173
SiC
siehe Siliciumcarbid
Sieden 393
Siederohre 393
Grenzschichtvorgänge 394
Siliciumcarbid (SiC) 368, 373
nitridgebundenes 371
-Feuerbetone 369
-Platten 27, 368
-Schmiermassen 369
-Stampfmassen 27
Abplatzungen 350
Simplexdüsen 315
SNCR 464, 536, 630, 650, 730, 755, 759, 772
Ablagerungen
durch Kalkausfällungen 749
Effizienz 729
Eindüsebenen 755
Eindüssystem 738
Optimierung mit akustischer Temperaturmessung 744
Verfügbarkeit 748
Wartungsfreundlichkeit 729
SO_2-Abscheidung
bei unterschiedlichen HCl-Konzentrationen 694
bei unterschiedlichen Temperaturen 693
SO_2-Taupunktkorrosion 152
Softwarealgorithmen
dynamische 327

Sonderabfallverbrennungsanlagen
Alkaliangriff auf die Feuerfestzustellung 368
Sorbentien 785, 790
mineralische 788
Rezirkulationsraten 790
Verteilung im Abgas 789
Sorptions
-filter 641, 788
-mittel 640
-verfahren 644
Spaltkorrosion 108
Spannungsrisskorrosion 388
Speisewasser
-chemie 387
-konditionierung 387
-vorwärmung 719
Sperrluft 371
Sprüh
-absorber 157, 206, 577
-absorption 643 , 686
-reinigung 314
-trockner 626
-turmwäscher 590
Stampfmasse 27
Abplatzungen 350
Staub 468
-abscheidung 503, 512, 583, 788
Steigrohr 393
Steinkohlekraftwerk Reuter (Berlin) 197
Stickoxide
siehe NO_x
Stiftkorrosion 365, 367
Strahlungs
-pyrometer 762
-überhitzer 243
-verlust 131
des Dampferzeugers 129
Strahlzerfallsbereiche 314
Strähnenbildung 171
Strömungssimulation
numerische 31
Stützbrenner 177
Stützfeuerung 138
Kühlluftstrom 67
Sulfatisierung
der Metallchloride 27, 282
des Katalysators 771
Synthesegas 437
Anforderungen bei unterschiedlichen Nutzungsarten 433
Erzeugung 440
biomassebasierte 425
Reinigung 432

T

TA Luft 463
TBF + Partner AG 85
TDI-Verfahren 440
Temperatur
-gradienten 271
im Abgas 272
-messung
akustische 744
mittels Infrarot (IR)-Strahlungspyrometern 756
-schieflagen 742
im Kessel 760
-schwankungen
im Kessel 760
-verlauf
in einem Wirbelschichtkessel 57
-verteilung
zweidimensionale im Kessel 744
Thermanit 625 341
Thermodynamik
von Salzen 272
Thermoschock
in den Belägen 322
Thomasmehl 438
Tiefbunker 187
Treibdüsenbrenner 440
Trockenkühlung
direkte 259
mittels Kühlturm/Luftkondensator 259
mittels Naturzugkühlturm 259
Trockensorption 206, 567, 641, 643 688
Kalkhydrate 791
konditionierte 643, 684, 769, 789
unter Verwendung von $NaHCO_3$
als Additiv 771
Tropfen
Verdampfung im heißen Abgas 322
-bildung
Grundlagen 313
in der Praxis 315
-größenverteilung 314
-schlagerosion 398
an den Turbinenschaufeln 251
Turbinen 418
Anzapfung 73
Kondensationsdruck 70
Wirkungsgrade 405
-Schaufeln 418
Tropfenerosion 251
-Erneuerung
zur Effizienzsteigerung 411

U

Überhitzer
Schnellwechsel 69
Überhitzerheizflächen 134
Ermittlung des Verschmutzungsgrades 13
Reinigung 329
Überschüttungen
auf dem Verbrennungsrost 189
Uhlig Rohrbogen GmbH 338
Ultraschall-Wanddickenmessung 101
Umlaufkessel 393
Umlaufkühlung
mittels Naturzugnasskühlturm 259
Umschluss-Konzept 217

V

Verbrennung
unvollständige 170
Verbrennungs
-bedingungen der 17. BImSchV
Nachweis über die Einhaltung 55
Probleme bei
Wirbelschichtfeuerungen 53
-luftvorwärmung 719
-luftzuführung 229
-prozesse
Optimierung 166
-regelung 167
-temperatur 57
-temperatur und Verweilzeit
Einfluss auf die Emission von
organischen Schadstoffen 56
Verdampfungs
-kühler 685, 772
-vorgang 393
Verfügbarkeit 748
von Dampferzeuger und Turbine 385
Vergasung 426
biogener Einsatzstoffe 428
Verschlackung 190
Verschleißverhalten
der Kesselanlagen 190
Verschmutzung
des Dampferzeugers 126, 272, 303, 328
Verschmutzungs
-analyse 329
-grad einzelner Überhitzerheizflächen
Ermittlung 13
-status 329
-verhalten
des Kessels 191
Versinterungen
im Wirbelbett 57
Very-Low-NO_x-Verfahren 239
VIS-Kamera 172
VLN-Technologie 240
Von Roll Inova 756
Vorentstaubung 788
Vorschub-/Kipprost 26
Vorschubrost 24, 220
wassergekühlter 222

W

Walzenroste 197
Probleme bei niedrigschmelzenden
Leichtmetallen 191
Wanddickenmessung 101
Wanderbettreaktor 598
Wannenlage 346
Wärmefluss
einer Abfallverbrennungsanlage 717
Wärmepumpe
zur Abgaskondensation 724
Wärmerückgewinnung
in der Abgasreinigung 698, 717
Wärmestrom
-dichte 271, 283
Bestimmung 5, 15
-sensor 15, 283, 331
Wärmetauscherheizflächen
Verschmutzung
siehe Verschmutzung des Dampferzeugers
Wärmeübergang
Effizienz 305
Wärmeübertragung 272
Wäscher 647
Abscheidepotential für Quecksilber 649
basische Stufe 778
Nutzung der Kondensationswärme 779
saure Stufe 776
Typen 590
Wasserspiegelbelastung 397
Wassertropfenbildung
durch Düsen 313
Weißkalkhydrat 792
Weiß-Weiß-Verbindung 352
Werkstoffprüfungsprogramm 100
Wirbelbett
Versinterungen 57

Wirbelschicht
zirkulierende 362
adiabate Brennkammer 363
berohrte Brennkammer 363
Wirbelschichtfeuerungen 53
Besonderheiten im Hinblick auf die Verbrennungsbedingungen 56
für die Verbrennung von heizwertreichen Ersatzbrennstoffen
Feuerfestauskleidungskonzepte 374
Feuerfestschäden 362
Leistungsband 53
Wirbelschichtvergaser 429
Wirkungsgrad 65, 99
derzeitig realisierbarer 65
nach VDI-Richtlinie 3460, Blatt 2 621
thermischer 718
von Dampfturbinen 405
zukünftig technisch möglicher 65
Wirkungsgradsteigerung 66
des Wasser-Dampfkreislaufes 257

Z

Zeldovich-Mechanismus 471
Zementanlagen 361
Feuerfestauskleidungskonzepte bei EBS-Einsatz 374
Zerstäubung
primäre 314
sekundäre 314
Zerstäubungs
-prozess 313
-verhältnis 430
Zinkchlorid 276, 278
Zünd- und Stützbrenner
bei Wirbelschichtfeuerungen 57
Kühlluftstrom 67
Zünd- und Stützfeuerung 139
Zusatzbrennstoff
Einsatz im Anfahrbetrieb 139
Zustellung
feuerfeste
siehe Feuerfestauskleidung
Zwischenüberhitzung 76, 134
gasseitige Kesselkorrosion 77
mit Abgas 77
mit Dampf 77, 251
Zyklone 498