K. J. Thomé-Kozmiensky

Michael Beckmann

# Energie aus Abfall

Band 2

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Energie aus Abfall** – Band 2
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2007
ISBN 978-3-935317-26-9

ISBN 978-3-935317-26-9 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 2007
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr. rer. nat. habil. Ulrike Stadtmüller und Dipl.-Ing. Stephanie Thiel
Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Martina Ringgenberg und Kerstin Rosendräger
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe Manz und Mühlthaler 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

## Entwicklungen der thermischen Abfallbehandlung

**Maximale Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten**
Johannes J. E. Martin ..... 3

**Trends und Highlights der thermischen Abfallbehandlung in Europa**
Martin Brunner ..... 21

**Nutzung der Abwärme aus den Wiener Abfallverbrennungsanlagen für den Betrieb eines Fernkältenetzes – Auswirkungen auf die Primärenergieeffizienz der Fernwärme und Fernkälte in Wien**
Franz Schindelar und Alexander Wallisch ..... 31

**Evolutionäre Anlagenentwicklung auf der Basis von Erfahrungen**
Harm-Peter Büchner ..... 49

**Auswirkungen von erhöhten Chlorfrachten bei der Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen am Standort des Braunkohlenkraftwerks Jänschwalde**
Frank Mielke, Andreas Sparmann und Sven Kappa ..... 69

**Ersatzbrennstoffkraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen – Unterschiedliche Anlagentechnik?**
Hendrik Seeger ..... 79

**Brenngaserzeugung aus hochkalorischen Abfällen**
Udo Hellwig und Michael Beyer ..... 91

**Festigkeitsprüfung von Dampfkesseln mit erhöhtem Prüfdruck**
Wolfgang Roßmaier ..... 103

## Energieeffizienz von Abfallverbrennungsanlagen

**Bewertung der Energieeffizienz in Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung**
Stellungnahme des Ausschusses VDI 3460 der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL ..... 119

**Naturwissenschaftlich-technische und juristische Rationalität – ein Widerspruch? Anmerkungen zum Urteil des VGH Baden-Württemberg zur Abfallverbrennung**
Bodo A. Baars und Adolf Nottrodt ..... 133

**Ermittlung der Energieeffizienz in Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung – Zur Problematik von Äquivalenzwerten und der Berechnung des Heizwertes –**
Michael Beckmann und Reinhard Scholz ..... 145

## Optimierung der Anlagentechnik

**Verweile doch ... – Betrachtungen zum ersten Kesselzug von thermischen Abfallbehandlungsanlagen mit Rostfeuerung –**
Michael Mück, Werner Hansen und Hans-Peter Aleßio ..... 167

**BWV-Verbrennungstechnologie für Energieerzeugung aus Abfall – Eine Fallstudie: Reno Nord, Linie 4. Abfallverbrennungsanlage mit hohem Wirkungsgrad –**
Hans Bøgh Andersen ..... 181

**Ermittlung von Betriebsparametern in Abfallverbrennungsanlagen als Voraussetzung für die weitere Optimierung**
Martin Horeni, Michael Beckmann, Hans Fleischmann und Erhard Barth ..... 213

**Optimierung der thermischen Abfallbehandlung mit dem INSPECT-System durch kamerabasierte Kenngrößen und Fuzzy Control**
Hubert B. Keller, Jörg Matthes,
Holger Schönecker und Tristan Krakau ..... 231

**Erneuerung der Prozessleittechnik in der MVA Ruhleben**
Thomas Kempin und Henrik Zahn ..... 253

**Fuzzy Control in der Abfallverbrennungsanlage der BSR unter Berücksichtigung der Prozessoptimierung und Wirtschaftlichkeit**
Thomas Kempin, Peter Knoop, Henrik Zahn und Christian Gierend ..... 267

## Neue Anlagen und Anlagenerweiterungen

**Neubau einer Abfallverbrennungsanlage in Delfzijl/NL**
Matthias Elfers ..... 281

**Ersatz von Abfallverbrennungsanlagen an bestehenden Standorten**
Gert Riemenschneider und Walter Schäfers ..... 293

**Modernisierung des Müllheizkraftwerkes Frankfurt**
Gerhard Lohe ..... 309

**Anlagenauslegung, Brennstoffbeschaffung und Qualitätssicherung für Abfallverbrennungsanlagen**
Reinhard Schu und Jens Niestroj ..... 319

**Einsatz des wassergekühlten Koch-Rostes – Konzept und Betriebserfahrungen –**
Werner Auel und Manfred Kühl ..... 347

**Der Vorschubrost der Jakob Stiefel GmbH – Konzept, Anlagen und Erfahrungen –**
Martin Stiefel ..... 369

## Abgasreinigung

**Gibt es ein Feinstaub- oder Quecksilberproblem bei der Abfallverbrennung?**
Heidi Foth ..... 377

**Trends in der Abgasreinigung zur Beherrschung des Quecksilber- und Feinstaubproblems – Technische Lösungen –**
Christoph Müller und Reiner Stark ..... 401

**Maßnahmen und Versuche zur Quecksilberminderung in der Abfallverwertungsanlage Bonn**
Rüdiger Heidrich ..... 417

**Weitgehende Abgasreinigung mit wirtschaftlicher Verfahrenstechnik**
Georg Schuster ..... 449

**ALSTOM – NID ein Verfahren der konditionierten Trockensorption für Biomasse-, Ersatzbrennstoff- und Hausmüllverbrennungsanlagen**
Uwe Gansel und Jürgen Gottschalk ..... 475

**Konzepte für die Abgasreinigung am Beispiel der Abfallverbrennung in Premnitz**
Rüdiger Margraf ..... 493

**Konzepte zur Abgasreinigung für heizwertangereicherte Brennstoffe aus Siedlungs- und Gewerbeabfällen – Ausführungsbeispiel Abfallverbrennungsanlage Hannover –**
Christian Fuchs und Thomas Feilenreiter ..... 505

## Werkstoffe und Korrosionsminderung

**Grundlagen des Feuerfestbaus bei Abfallverbrennungsanlagen**
Peter Frühauf ..... 527

**Neue Entwicklung bei Rohrverkleidungssystemen für Abfallverbrennungsanlagen**
Hans Petschauer ..... 577

**Korrosion durch Einsatz von Biomasse- und Ersatzbrennstoffen: Bedarf für belagsgestützte Korrosionskenngrößen**
Wolfgang Spiegel, Thomas Herzog, Renate Jordan, Gabi Magel, Wolfgang Müller und Werner Schmidl ..... 585

**Technologie-Upgrade im Rahmen der Sanierung des Rohrwandschutzsystems eines Abfallkessels am Beispiel der TREA Breisgau**
Karl-Ulrich Martin, Oliver Seibel und Bernd Bastian ..... 605

**Schweißplattieren im Kessel- und Anlagenbau – neueste Entwicklungen –**
Wolfgang Hoffmeister ..... 621

**Online-Bestimmung des Wärmestroms auf Membranverdampferwände von Dampferzeugern**
Michael Beckmann, Sascha Krüger, Gabi Magel und Wolfgang Spiegel ..... 641

**Verlängerung der Reisezeit durch effektive Reinigung in den Leerzügen von Verbrennungsanlagen für Abfälle und Biomassen**
Stephan Simon ..... 659

**Dank** ..... 675

**Autorenverzeichnis** ..... 679

**Inserentenverzeichnis** ..... 695

**Schlagwortverzeichnis** ..... 703

# Entwicklungen der thermischen Abfallbehandlung

# Maximale Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten

Johannes J. E. Martin

1. Große Abfallverbrennungseinheiten ..... 4
1.1. Eingesetzte Technologien ..... 4
1.2. Betriebserfahrungen ..... 5
1.3. Ausgeführte Einheiten ..... 5
1.3.1. Paris-Ivry ..... 5
1.3.2. Singapur Tuas-Süd ..... 7
1.3.3. Amsterdam ..... 7
2. Einflussfaktoren auf die maximale Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten ..... 8
2.1. Beschicktrichter ..... 8
2.2. Beschickung ..... 10
2.3. Verbrennungsrost ..... 11
2.4. Feuerraum ..... 14
2.5. Strahlungsteil des Kessels ..... 15
2.6. Konvektionsteil des Kessels ..... 16
3. Zusammenfassende Empfehlung für die maximale Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten ..... 18

In den vergangenen Jahrzehnten wurden Abfallverbrennungsanlagen nahezu ausschließlich mit zwei oder mehr Verbrennungseinheiten realisiert. Im Falle des Stillstands einer Verbrennungseinheit oder während Revisionszeiten sollte auch weiterhin ausreichend Behandlungskapazität zur Verfügung stehen. Die Entsorgungssicherheit musste durch diese Anlagen sichergestellt werden und die Frage nach der optimalen Betriebskosteneffizienz war zweitrangig. Beson-ders ausgeprägt war dieses Denken in Japan und in der Schweiz, wo sogar be-wusst *Stillstandskapazitäten* errichtet wurden, d.h. es wurde in manchen Anlagen eine Verbrennungslinie mehr errichtet als zur Entsorgung des anfallenden Abfalls benötigt wurde. Diese Politik führte tendenziell zu kleineren Verbrennungseinheiten. Große Einheiten wurden fast ausschließlich in den Großstädten und Metropolen gebaut, wie in Paris, Amsterdam und Singapur, wo sie Teil von insgesamt sehr großen Anlagen waren.

In den letzten Jahren hat der Preisdruck auf Abfallverbrennungsanlagen weltweit enorm zugenommen. Zudem wuchs die Erkenntnis, dass moderne Anlagen Zeitverfügbarkeiten aufweisen, die denen von fossil befeuerten Kraftwerken ebenbürtig sind und häufig sogar darüber hinausgehen. Jahres-Volllastverfügbarkeiten von deutlich über neunzig Prozent sind heute der *Industriestandard* in der Abfallverbrennungstechnologie. Als Folge entstanden immer mehr Anlagen, die über nur eine bis zwei, dafür jedoch sehr große Einheiten verfügen, so dass interessante Reduzierungen in den Investkosten erzielt werden konnten. Darüber hinaus hat die zunehmende Betrachtung dieser Anlagen als *Kraftwerke* die Errichtung von Anlagen gefördert, die ihren Brennstoff überregional beziehen und somit in neue Größenordnungen vorstoßen können. Der derzeitige Trend in Deutschland und einigen anderen europäischen Ländern zur Ersatzbrennstofferzeugung hat diese Entwicklung noch weiter verstärkt. Als Beispiele können hier die aktuellen Projekte Hamburg-Peuthe mit 4 x 105 $MW_{th}$ oder Bremen (swb) mit 1 x 115 $MW_{th}$ genannt werden.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass auch einige *weiche* Entscheidungsfaktoren zu diesem Trend beitrugen, wie der Zusammenschluss von Verbrennungskapazitäten durch einzelne Betreiber oder die Bildung von Revisions- und Stillstandspartnerschaften zwischen Anlagen in relativer Nähe zueinander. Auch die Erkenntnis, dass Genehmigungsverfahren für große Anlagen meist nur unwesentlich aufwendiger sind als bei kleinen, dezentralen Installationen, wirkt in dieselbe Richtung.

Der vorliegende Beitrag gibt aus der Sicht eines Anlagenbauers einen Überblick über bisher bereits erfolgreich ausgeführte Großanlagen sowie technisch machbare Maximaldimensionen für Abfallverbrennungseinheiten.

## 1. Große Abfallverbrennungseinheiten

Als *große* Einheiten werden hier alle Einheiten mit einer Durchsatzleistung von über 500 Tonnen pro Tag bezeichnet, entsprechend einer ungefähren Bruttowärmeleistung von über 60 $MW_{th}$. Hiervon wurden weltweit bisher etwa 170 Einheiten realisiert.

### 1.1. Eingesetzte Technologien

Alle ausgeführten Installationen sind Verbrennungsanlagen. Pyrolyse- oder Vergasungstechnologien spielen keine Rolle. Die Verbrennungsanlagen wiede-rum basieren fast ausschließlich auf Rosttechnologien. Wirbelschicht- oder *Suspension-Burning*-Anlagen wurden nur sehr vereinzelt gebaut. Von den instal-lierten Rosteinheiten sind (Zahlen basieren auf den jeweils letzten Referenzlis-ten der Anbieter, soweit verfügbar):

- 77 Rückschubrosteinheiten (Martin),
- 63 Vorschubrosteinheiten (Fisia Babcock, Lurgi-Lentjes, Seghers, Vølund, von Roll),
- 21 Walzenrosteinheiten (Fisia Babcock, Lurgi-Lentjes),
- 11 Horizontalrosteinheiten (Martin).

## 1.2. Betriebserfahrungen

Die großen Verbrennungseinheiten weisen nur wenige signifikante technische Unterschiede zum Durchschnitt der Anlagen auf. Auffallend ist in erster Linie ein relativ guter Wartungs- und Erhaltungszustand selbst bei Einheiten, die schon länger als zwanzig Jahre am Netz sind. Der Grund hierfür dürfte darin liegen, dass die jeweiligen Betreiber ihre Arbeit sehr professionell gestalten. In aller Regel bestätigen die Betreiber darüber hinaus, dass diese Einheiten sehr profitabel betrieben werden, d.h. es ist auch Geld für den Unterhalt vorhanden.

Die Verfügbarkeiten liegen durchweg im Bereich über neunzig Prozent. Die Leis-tungsschwankungen sind aufgrund von Pufferwirkungen der großen Brennstoffmassen, die zugeführt werden und sich auf dem Rost im Abbrand befinden, verhältnismäßig gering, d.h. in der Regel liegen die Schwankungen der Dampfleistung unter fünf Prozent. Die in diesen Anlagen vorhandenen großen Bunkervolumina lassen zudem ein effizientes Mischen des Brennstoffs mit der Krananlage im Bunker zu. Dieses Mischen und der Homogenisierungseffekt durch die oft weiträumigen Einzugsgebiete für den Brennstoff moderieren die Heizwertschwankungen, was sich vorteilhaft auf die Lebensdauer der Anlage auswirkt.

Trotzdem ist festzustellen, dass sich die Korrosionsraten der Kesselrohre nicht von denjenigen kleinerer Einheiten unterscheiden. Die Zusammensetzung des Abfalls und hier vor allem die Gehalte an Chlor, Schwefel und Schwermetallen bestimmen das Geschehen.

## 1.3. Ausgeführte Einheiten

Als erfolgreiche Beispiele seien hier folgende Anlagen aufgeführt:

- Paris-Ivry,
- Singapur Tuas-Süd und
- Amsterdam.

### 1.3.1. Paris-Ivry

Die Anlage Paris-Ivry (Bild 1) wurde 1969 in Betrieb genommen und weist mit ihren beiden Verbrennungsrosten die immer noch weltweit höchste Durchsatzleistung je Einheit mit 50 Tonnen pro Stunde (Auslegung), entsprechend 2 x 1.200 Tonnen pro Tag auf. Der höchste erreichte mittlere Jahresdurchsatz betrug sogar 56 Tonnen je Stunde je Verbrennungslinie. Die Anlage ist immer noch voll im Betrieb und zeigt typische Jahresverfügbarkeiten von etwa neunzig Prozent. Im Jahr 2006 wurden insgesamt 690.000 Tonnen durchgesetzt, wobei der Heizwert deutlich über dem Auslegungswert lag. Betreibergesellschaft ist



Bild 1: Die Abfallverbrennungsanlage Paris-Ivry

das Pariser Unternehmen *TIRU*.

### 1.3.2. Singapur Tuas-Süd

Die Anlage Singapur Tuas-Süd (Bild 2) wurde 2000 in Betrieb genommen und verfügt über sechs Verbrennungsroste von jeweils 12,8 m Breite. Obwohl die ausgewiesene Durchsatzleistung nominal nur 3.000 Tonnen pro Tag beträgt, können in der Anlage 6 x 720 Tonnen pro Tag, das sind 4.320 Tonnen pro Tag verbrannt werden. Damit ist sie derzeit – noch – die größte Abfallverbrennungsanlage der



Bild 2: Die Abfallverbrennungsanlage Singapur Tuas-Süd

Welt. Betrieben wird sie vom Ministry of Environment des Staates Singapur, sie soll jedoch in Kürze zur Privatisierung ausgeschrieben werden.

### 1.3.3. Amsterdam

Die Anlage Amsterdam (Bild 3) wurde mit vier Verbrennungseinheiten 1992 in Betrieb genommen und hat eine tägliche Verbrennungsleistung von 2.880 Tonnen. Die Verfügbarkeit liegt seit vielen Jahren wesentlich über neunzig Prozent. Derzeit wird sie um zwei Verbrennungslinien mit einer Durchsatzleistung von je 806 Tonnen pro Tag erweitert, die 2007 ihren Regelbetrieb aufnehmen werden. Dann übernimmt die von der Stadt Amsterdam betriebene Anlage mit einer Verbrennungsleistung von insgesamt 4.492 Tonnen pro Tag und einer



Bild 3: Die Abfallverbrennungsanlage Amsterdam

thermischen Leistung von fast 500 MW die Auszeichnung, die größte Abfallverbrennungsanlage der Welt zu sein. Die Energie wird in Form von Strom und Fernwärme in die Netze der Stadt Amsterdam eingespeist.

## 2. Einflussfaktoren auf die maximale Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten

Die maximal mögliche Baugröße von Abfallverbrennungseinheiten wird von einigen wesentlichen Bereichen und Komponenten der Anlage bestimmt. Diese setzen – teilweise kaum überwindbare – Grenzen für den Trend zu immer größeren Verbrennungseinheiten. Im Einzelnen sind dies:

- der Beschicktrichter,
- die Beschickung,
- der Verbrennungsrost,
- der Feuerraum und
- der Kessel.

Abgasreinigung, thermischer Kreislauf, Turbine, Bauteil usw. stellen keine limitierenden Anlagenbereiche dar.

### 2.1. Beschicktrichter

Der Beschicktrichter stellt das erste Element einer Verfahrenseinheit zur Abfallverbrennung dar und ist auch schon einer der limitierenden Faktoren für die erreichbare Einheitengröße. Zwar wird dies erst auf den zweiten Blick einsichtig, doch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass große Einheiten natürlich auch viel Brennstoff benötigen, der in richtiger Dosierung aufgegeben werden muss. *Richtig* bedeutet dabei einerseits, dass ein einzelner Krangreifer die erfor-derlichen Massenströme für eine Verbrennungseinheit mit vernünftigen Seilge-schwindigkeiten – Verschleiß – beherrschen kann und andererseits das Greifervolumen so gewählt wird, dass ein betriebssicheres Zuführen des Brennstoffs möglich ist. Zu große Greifer erschweren nicht nur das Mischen im Bunker, sondern können auch unbemerkt Sperrgutanteile im Abfall fassen, die zu groß sind, um durch den Trichter hindurch zu passen. Der Kranfahrer hat dabei oft keine Möglichkeit, solche Störstoffe – bis hin zu Motorblöcken, Betonteilen u.a. – rechtzeitig auszusondern, da sie in großen Abfallpaketen eingebunden und somit nicht mehr erkennbar sind. Gelangen diese Teile dann in den Beschick-trichter, sind schwierig zu beseitigende Verstopfer die unausweichliche Folge. Darüber hinaus bergen große Abfallpakete generell, z.B. durch Verfilzungseffekte oder Zusammenballungen, das Risiko von Verstopfungen.

Das kostenintensive Aufbereiten und/oder Zerkleinern des Abfalls vor der Aufgabe kann dieses Problem nur teilweise lösen. Zwar lassen sich dann Störstoffe sicher fernhalten, jedoch ergeben sich aufgrund der Lagerung in einem Tiefbunker und dementsprechenden Auflast-Drücken sowie biologischen Prozessen im Abfall immer wieder nur schwer aufzulösende Ballenbildungen. Halbautoma-tisch oder von Hand zu bedienende Brückenbrecher (Bild 4) können hier sehr hilfreich sein.

Erfahrungswerte zeigen, dass ein Greifervolumen von 8 bis 10 m³ nicht über-

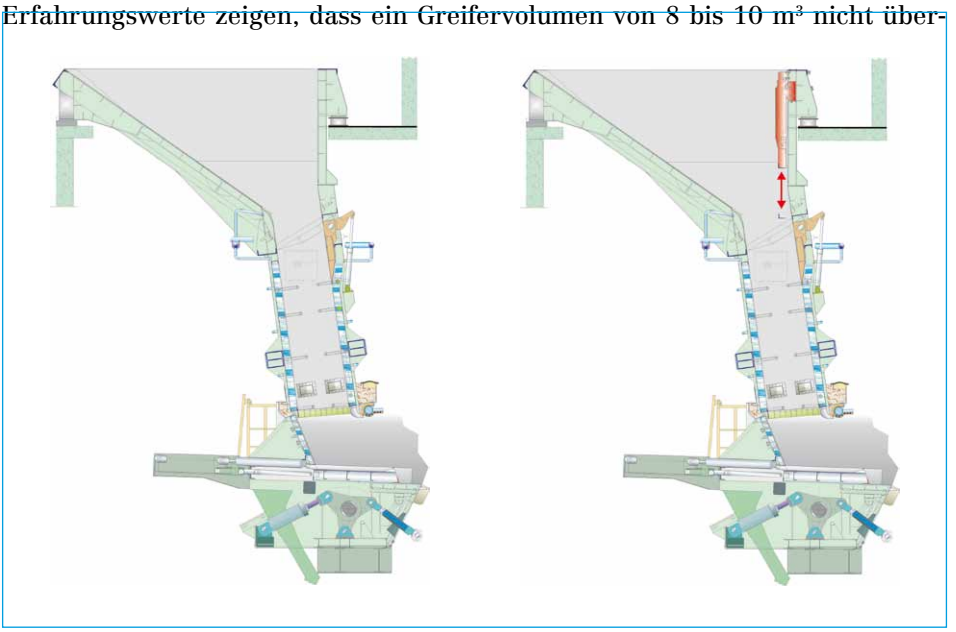


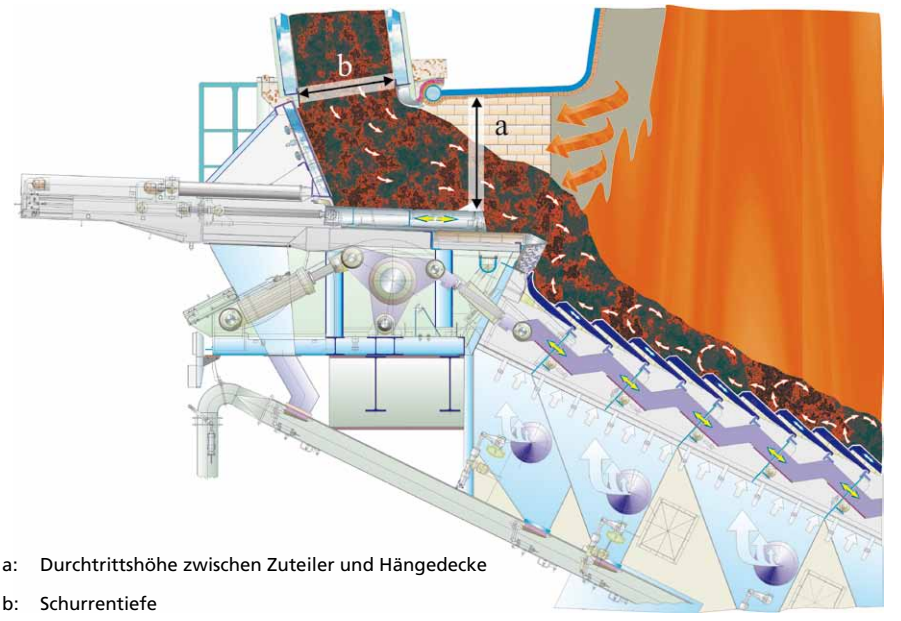
Bild 4: Beschicktrichter einer Abfallverbrennungsanlage ohne und mit *Brückenbrecher*

schritten werden sollte und die maximale Trichterbreite bei 13 bis 15 m liegt.

## 2.2. Beschickung

Die oben genannten Einschränkungen im Bereich des Beschicktrichters könnten theoretisch – zumindest teilweise – durch Einsatz einer tieferen Abfallschurre gelöst werden. Dem stehen jedoch die Anforderungen an eine optimale Zuteilergeometrie entgegen. Eine größere Schurrentiefe bedingt nämlich auch einen größeren Abstand zwischen Zuteiler und vorderer Hängedecke des Kessels (Bild 5).

Die Durchtrittshöhe zwischen Zuteiler und Hängedecke, hier mit *a* bezeichnet, sollte immer gleich oder größer als die Schurrentiefe *b* gewählt werden, um großvolumigen Störstoffen, die versehentlich mit aufgegeben wurden, die Weiterbeförderung auf den Verbrennungsrost zu ermöglichen. Ist dies nicht der Fall, führen solche Teile zu Verstopfungen und in der Folge zwangsläufig zum vollständigen Abfahren der gesamten Verbrennungseinheit mit der Notwendigkeit des händischen Ausräumens der verklemmten Teile. Da bei einem derartigen Vorgang der Feuerraum von innen begangen werden muss, ist dieser Stillstand nicht nur ärgerlich und teuer – da immer ungeplant –, sondern auch entspre-




a: Durchtrittshöhe zwischen Zuteiler und Hängedecke

b: Schurrentiefe

Bild 5: Zuteilergestaltung einer Rostfeuerungsanlage

chend lang – Abkühlzeiten, Drucklosmachen des Kessels, gegebenenfalls sogar Entfernen von Anbackungen im Feuerraum.

Die Durchtrittshöhe sollte aber auch so klein wie möglich gewählt werden,

um die Einstrahlung des Flammenkörpers in den Zuteilerbereich so klein wie möglich zu halten. Dies ist wichtig, um zu frühzeitiges Ausgasen und Zünden des Abfalls in diesem Bereich zu verhindern, da andernfalls nicht nur erhöhte Schad-gasemissionen die Folge sein können, sondern auch unkontrollierte Abbrandvorgänge auf dem Zuteiler bis hin zu Rückbränden in die Schurre. Hohe thermische Belastungen dieses Anlagenbereiches mit dementsprechendem Verschleiß wären die Folge.

Erfahrungen haben gezeigt, dass – je nach Heizwert des Brennstoffs – Durchtrittshöhen von 0,8 bis 1,5 m gewählt werden sollten. Höhere Heizwerte bedingen dabei geringere Durchtrittshöhen.

## 2.3. Verbrennungsrost

Für den Verbrennungsrost gelten mehrere wichtige Rahmenbedingungen konstruktiver und verfahrenstechnischer Art, die die maximal mögliche Baubreite bestimmen.

Moderne Rostkonstruktionen sind modular aufgebaut und können deshalb theoretisch ohne Breitenrestriktionen erstellt werden. Beispielhaft zeigen die Bil-der 6 und 7 die Grundkonstruktion mehrbahniger Rückschubroste, die eine Ge-samtbreite von jeweils etwa 12 m aufweisen. Für Rückschub- und Horizontalroste gibt es keine konstruktive Maximalbreite, ebenso wie für einige Vorschubrostsysteme. Walzenroste und manche Vorschubrostsysteme können

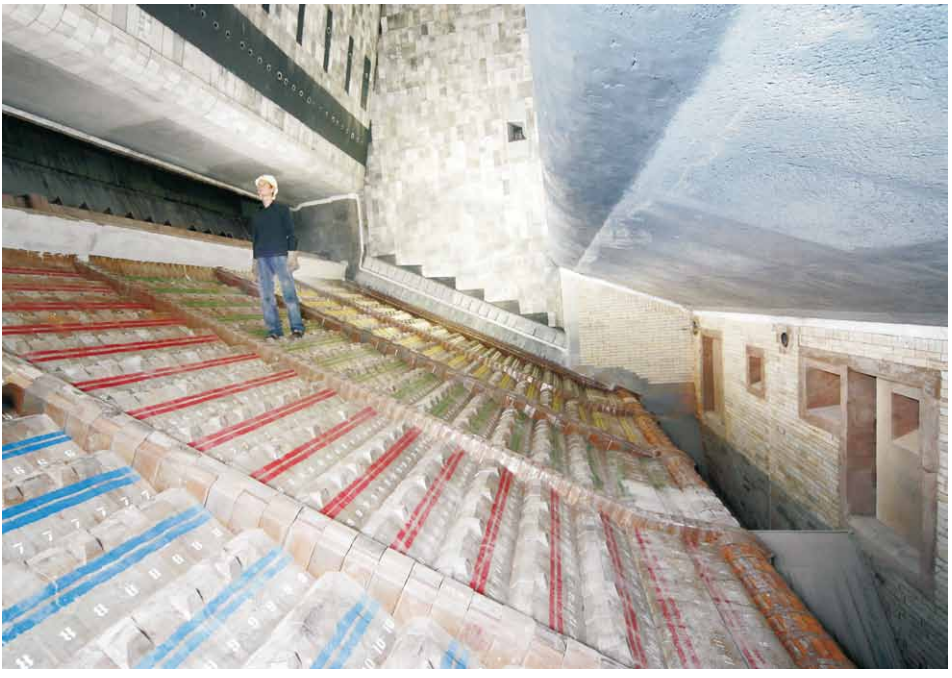


Bild 6: Rückschubrost in fünfbahniger Ausführung

# Schlagwortverzeichnis

## A


Abbrandcharakteristik 93
Abfälle
  chlorhaltige 330
  hochkalorische 93
  produktionsspezifische 322
  überlassungspflichtige 319
Abfall
  -beschickung 200
  -heizwert 221
  -massenstrom 216
  -politik
    in den Ländern Europas 22
  -rahmenrichtlinie (Entwurf)
    Energieeffizienz-Formel 157
  -verbrennung
    Entwicklungsweg 49
  -verbrennungsanlagen 141, 213, 338
    Ersatz an bestehenden Standorten 293
  -verbrennungseinheiten
    maximale Baugröße 3
      Einflussfaktoren 8
Abgas
  -feuchte 512
  -komponenten 232
  -konditionierung 478
  -reinigung 60, 204, 339, 418, 476, 493
    Entwicklung bei der BKB AG 60
  -reinigungsanlage 204, 333, 505
  -reinigungsrückstände 456
  -reinigungsverfahren 475
    Circoclean 313
    quasitrockene 337
  -rezirkulation 302
  -volumenstrom 481
Abheizen 568
Abreinigungsmethoden 596
Abscheide
  -grad 433
  -leistung 423, 428, 476, 512
  -wirksamkeit 427
Absorbens
  -kosten 460
  -verbrauch 451
Absorbentien 450
Absorber 513
Absorption 450, 494
Absorptionskältemaschine 34, 37
Absorptionsmittel 510
Abwärmenutzung 34
Abwässer 208
Abzehrung 586
Adsorbentien 450
Adsorption 450
Adsorptionsraten 469
Aktivkohle 425, 469
Aktivkohle-Flugstromadsorption 421
Aktivkomponenten 630
Alkali bursting 568
Alkali-Schwermetallsalzverbindungen
  Verschleppung 642
Alkalien 568
Alkohol
  Schadwirkung 378
Allergien 384
Altholz 598
Altlasten
  quecksilberhaltige 436
Amalgambildung 424
Amalgamierung 396
Ammoniak
  reduzierende Wirkung auf $Hg^{2+}$ 404
Andalusitsteine 568
Anfahrvorgang 651
Anheizen 568
Anlagen
  -druckverlust 511
  -kapazitäten 322
  -konzept 182, 187
  -stillstände 521
  -technik 79
  -wirkungsgrad 227
  -wirtschaftlichkeit 255
Annahmeerlöse 334
Anschluss- und Benutzungszwang 319
AQL 568
Äquivalenzwerte
  zur Ermittlung der Primärenergie 147
Arbeitsplatzkonzentrationen
  maximale 389
Arbeitssicherheit 382
Asbest 386
Asche 199
  Anhäufung 208
Asche-Salz-Proportionen 215
Aschegehalt 334
Aschenförderanlage 208
ASP (Asche-Salz-Proportionen) 599
Ataxie 390
Ateminsuffizienz 385
atmosphärische Fenster 232
Attributprüfung 568

Aufbereitungsanlagen 340
Aufgabevorrichtung 189
Aufheizen 568
Auftragsschweißen 586, 588, 622
Ausbrand
-bereich 245, 248
-kontrolle 273
-optimierung 248
-überwachung 240, 273
-verschlechterung 273
Ausfall
-gründe 520
-risiko 259
-zeiten 208
Ausheizen 436
Auskleidung
feuerfeste 577, 606
Auslagerung der Trocknung und Vergasung 98
Auslegungsheizwert 334
Auslegungstemperatur 506
Ausmauerungskonzept 88
Ausschreibungsunterlagen 184
Austreibearbeit 432
Autoklav-Effekt 535
Automatenschweißung 625
Automatisierungseinheiten 258

## B

Balanced Score Card (BSC) 255
Basisentsorgungspreis 334
Basismaterial 508
Bauabfälle 330
Baumischabfallsortieranlagen 330
Bauschinger Effekt 109
Befeuchtungsmischer 478, 481
Belags
-aufbau 596
-bildung 586, 595, 642
-bildungsprozesse 599
-entwicklung 599
-monitor 599
-reifung 596
-sonde 599
Beobachtungseinrichtungen 258
Beprobungssystem 340
Berliner Stadtreinigungsbetriebe 268
Berufserkrankung 385
Beschicktrichter 8
Beschickung 10, 189
Beseitigung 324
Betriebs
-daten 208, 262
-kosten 524
-managementsysteme 258, 262, 264
-messwerte 214
-parameter 213
-perioden 596
-sicherheitsverordnung 108
bewegliche Sekundärluft 372
Bildgüte 234, 236
-maß 237
Bio
-konzentrierung 396
-masse 585, 598
-massekraftwerke 320
-massekraftwerk Landesbergen 482
-monitoring-Verfahren 392
BKB Aktiengesellschaft 55, 281
Blei-Kalium-Chloride 594
Bleisalze 592
Boudouardsches Gleichgewicht 534
Branntkalk 510, 522
Brenn
-bettanalyse 250
-schwindung 568
Brennstoffe 585
heizwertreiche 508
heizwertangereicherte 505
Brennstoff
-änderung 518
-annahme und -lagerung 82
-ausnutzungsgrad 150
-Chlor 597
-dosierleistung 507
-eigenschaften 585
-spezifikationen für Ersatzbrennstoff 81
-eintrag 83
-Vertragsvereinbarungen 601
Brennzone 238
Bronchiolitis 390
Bronchitis 385, 390
Bruch 109
intergranularer 569
transgranularer 571
Brückenbrecher 9
Brutto-Stromwirkungsgrad 186
BS-W Abfallverbrennungsrost 191
Bundesgütgemeinschaft Sekundärbrennstoffe e.V. 338
Bunker
Dimensionierung 83
Bypass-Strömungen 533, 569

## C


Chemikalien 381
  -wirkung
    langfristige 383
Chlor
  -Alkali-Bypass 338
  -Alkali-Elektrolyse 390
  -Deacon-Reaktion 402
  -Griffin-Reaktion 402
  -Reservoir 593
Chlorideintrag in die REA
  Auswirkungen 74
Chromate 540
chronisch obstruktive
    Lungenerkrankung 385
Circoclean Abgasreinigungssystem 313
Cladding 568, 623
  -arbeiten 617
Cluster 569
Clyde Bergemann 659
CMT-Schweißtechnik 637
CO
  -Beständigkeit 535, 569
  -Gehalt 250
$CO_2$-Emissionen 44
Coating 569
COLD 385
Cold Metal Transfer 636
Craquelérisse 569


## D


Dampf
  -erzeuger 219
  -erzeugerrohre 585
  -erzeugung 250
  -kessel 103
  -leistung 507
    Schwankungen 5
  -parameter 87
Dehnfugen
  Zahl und Anordnung 579
Dehnungsmessungen 115
Deponierung brennbarer Abfälle
  zeitlich befristete in den NL 283
Desublimation 596
Diagnose 259
Diffusionsprozess 430
Dimensionierung des Bunkers 83
Dioxine und Furane 472, 512, 520
Dokumentationssystem 258
Dosierschnecke 520
Dosis-Wirkungsbeziehungen 384
Drehrohrverbrennung 559
Drei-Feld-Elektrofilter 204
Druck
  -erweichen 529, 569
  -feuerbeständigkeit 529
  -fließen 529
  -geräterichtlinie 103
  -verlust 430, 433
Dulongsche Formel 151
Durchsatz 507
  -steigerung 228
Düsenbalken 299
Dynamisierung 586, 591, 595


## E


EBS Kraftwerk Sonne 524
EEX: European Energy Exchange 335
Eingangskontrolle 343
Economizer 203
Elektrofilter 204, 412, 420
Elektronikschrottverordnung 439
Endpunkte
  toxikologische 384
Energie
  -auskopplung
    Maximierung 285
  -ausnutzung 476, 481
  -austauschverhältnis 147
  -bilanz 218
  -effizienz von MVA 141, 145, 228
    Entwurf der Abfallrahmenrichtlinie 157
      prinzipielle Fehler bei der
      Bilanzierung! 161
  -effizienzkriterium 141
  -erzeugung 186
Entsäuern 569
Entsorgungs
  -sicherheit 321
  -wirtschaft 322
Entstaubung 53, 411
Entstiften 614
Entwicklungstoxizität 383
EnVA
  Delfzijl/NL 281
  Erfurt 24
  Großräschen/Sonne 524
  Neumünster 487
  ROMONTA 484
Erdgas 395

Erethismus mercurialis 390
Erosion 624
Erosionsschutz 622
Ersatzbrennstoff 96, 508, 585, 597
  Annahmeerlöse 334
  Mitverbrennung 69
  -liefervertrag 340
  -markt 321
  -preis 335
  -spezifiaktionen 81
  -verbrennungsanlagen 333, 505, 586
Ersatzbrennstoffkraftwerke 326, 333, 505, 586
  *konkrete Anlagen: s. EnVA*
Etagenverbrennung 564
EU-Abfallrahmenrichtlinie 134
Eutektika 569
  niedrigschmelzende 95
Exposition 384, 390
Expositionsbereiche 385

## F

Fehlchargen 340
Feinstaub 378
  Gesamtfreisetzung in Deutschland 397
  PM10 409
  toxikologische Relevanz 385
  Verfahren zur Abscheidung 411
  -fracht 388
  -problematik 409
Fernkälte 33
Festbett 96
Festigkeitsprüfung 103
Festkörpertemperaturen 232
Feststoff
  -abbrand 238
  -brennbett 237, 243
Feuchteregelung 485
Feuerbetone 569
  selbstfließende 570
  thixotrope 571
Feuerfest
  -Auskleidung 577, 606, 608
  -Reparatur 618
  -Rohrwandschutzsysteme 608
Feuerfestigkeit 569
Feuerraum 14, 199
  Gestaltung 87
  -einrichtung 202
  -kamera 276
Feuerung 85
Feuerungs
  -anlage 189
  -Kessel-Wirkungsgrad 149
  -leistungsdiagramm 58, 507
  -leistungsregelung 255, 256, 268
  -regelung 585
  -wärmeleistung 59, 334, 507
Fibrose 385
Filterasche 523
Filterstäube
  aus Abfallverbrennungsanlagen
    Eigenschaften 410
  aus Elektrofiltern
    Partikelgrößenverteilung 410
Filtrationsgeschwindigkeit 507
flächenbezogene Kenngrößen 234
Flammen 235
  -front
    Einbrüche 273
    Zusammenbrechen 275
  -lage 275
  -störungen 236
fouling-corrosion-factor 600
Frachten 590, 596
Frachtspitzen 597
Free Cooling 39
Freikalkgehalt 338
Frischkalkmenge 481
Fronius GmbH 636
Fuchsbauten 533
fuel-firing-fouling 600
Funktionsprüfung 205
Furane 472, 512, 520
Fuzzy Control 243, 246, 250, 267
Fuzzy Controller 276
Fuzzy Logic 255, 268

## G

Garantiezeit 208
Gas
  -barriere 594
  -milieu 592
  -sperren 534
Gastroenteritis 390
Gebietskörperschaft 322
Gefügemilieu 592
Gegenstromvergasung 96
Genehmigungsverfahren für MVA
  in den Niederlanden 288
Generatorlager 208

Geschäftsmüll 330
Gewebefilter 413, 478, 511, 514
Gewerbeabfälle 330, 438
Glasphase 569
Glühnester 407
Gold 426
Gold-Amalgamverfahren 424
Goldatomgitter 430
Grauwertübergangsmatrix 236
Greifervolumen 9

## H

Hämatit 593
Handschweißung 625
Haupt
  -auslegungskriterien 506
  -brennzone 245
Hausmüll 508
HCl 508, 519, 597
  -Rohgaswerte 485
Heißabriebbeständigkeit 532
Heizflächen
  hängende 16
  liegende 16
Heizwert 507, 518
  Berechnung/Ermittlung
    aus der Brennstoffzusammen-
      setzung 151
    aus Anlagendaten 152
    durch Online-Bilanzierung 154
  -änderung 334
  -formeln 151
  -Regressionsformeln 158
  -schwankungen 5
  -steigerung 508
Herdofenkoks 469
Hering 714
Heringen 64
Herz-Kreislauf-Erkrankungen 388
Heterogenität 238
hintergossenes Plattensystem 577, 609
hitzebeständige Stähle 539
hochkalorische Brennstoffe 91
Hochtemperatur-Chlorkorrosion 333,
    586, 591
Homogenisierung 518, 585
Horizontalrost 4
hot spots 407

## I

Immission von Schadstoffen 387
Inconel 203
Inconel 625 624
Industriewärme 64
INSPECT
  -Software 273
  -System 241, 250
Instandhaltung 262, 264
intergranularer Bruch 569
IPG GmbH 276
IR-Kamera 232

## J

Jakob Stiefel GmbH 369
juristische Rationalität 136
JuSyS
  Air 615
  SL-Platte 647
  Standard 616

## K

Kalk
  -hydrat 511, 514, 522, 523
  -hydratzugabe 519
Kalkmilchsuspension 513
Kaltdruckfestigkeit 569
Kälte
  -bedarf 31
  -falle 595
  -fallenwirkung 594
Kaltwasserspeicher 40
Katalysatorwaben 431
Kennfeldregler
  multivariable 276
Kenngrößen 235
  der Korrosion 592, 598, 601
Kessel 87, 199, 202
  -endtemperatur 481
  -rohr 586, 587
  -schutzsystem 257
  -wirkungsgrad 186, 214
Klassifikationstemperatur 569
Knickstabilität
  großer, freier Kesselwände 15
Koch-Rostsystem 347
Kohlekraftwerke 338

Kohlenstoff(rest)-Gehalt 245
Kohlestaub 385
Kommunal
-abfälle 321
-verträge 322
Kompressionskältemaschine 34
Kondensations-Nass-Elektrofilter 413
Kondensatvorwärmung 204
konditionierte Trockensorption 450, 456, 475, 477
Konditionierung 478
Konstantandraht 645
Konstruktionskonzept 200
Kontaktzeiten 507
Konvektionsteil des Kessels 16
Konvektivwärmeübertragung 200
Konzentrations-Wirkungsbeziehung 385
Korngrößenverteilung 596
Korrosion 95, 214, 506, 585, 594, 624, 642, 666
Korrosions
-auswirkungen 601
-erscheinungen 210
-kenngrößen 592, 598, 601
belagsgestützte 600
-phänomene 587, 588, 589, 590
-potential 586, 600
-probleme 333
-produkte 595
oxidische 593
-prozesse 590, 595
-rate 586, 594, 660, 671
-relevanz 596, 597
-risiken 591
-schutz 598, 622
-schutzlack 625
-schutzmaßnahmen 600
-sonde 599
-typen 586
-ursachen 585
Kosten 427, 437
-druck 586
-optimierung 264
Kraftwerk Jänschwalde 70
Krankanzel 518
Krangreifervolumen 9
Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz 319
Kristallwasserverluste 454
Kühl
-flächen 186
-luft 198
Kühlungskreislauf 194
-wasserströmung 195
Künstlich Neuronale Netze (KNN) 277
Kurzlichtbogenprozess 636

## L

Lageparameter 338
Lärmpegel 210
Leck 104
Legierungen 597
Leistungsdiagramm 182
Leistungsfähigkeit 509
Lentjes GmbH 309
Licht- und Elektronenmikroskopie 592
Lichtbogen 638
Ljungström-Regenerator 437
Löscheinrichtung 511
luftgekühlter W-Rost, BS Mark 5 193
Luftüberschuss 198
Luftvorwärmer 196
Lungenemphysem 390
Lungenschädigungen 385, 390
Lunker 570

## M

Magnetit 593
-schutzschicht 113
Massenbilanz 216
Matrix 570
Mehrfachrisse 531
Membran
-rohrwände 202
-verdampferwände
Online-Reinigung 655
MER-Komitee 288
Metalclean 439
Methylquecksilber 389, 392
MHKW
*s. MVA*
MIG/MAG-Schweißverfahren 625
Milieu Effekt Rapportage 288
Milieuparameter 592
Mineralfaser 385
Mineralmilieu 592
Minimata 392
Mischadsorbentien 460

Mittelstromfeuerung 201
Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen 69
Mitverbrennungsanlagen 326
MOKESYS Plattensystem 577
monolithische Materialien
558, 561, 563, 565, 570
Monoverbrennungsanlagen 326, 333, 505, 586
Müllverbrennungsanlagen
*s. Abfallverbrennungsanlagen* und *MVA*
Mutation 384
MVA
Amsterdam 7
Berlin-Ruhleben 254, 267
Bonn 417, 461
Breisgau 605
Frankfurt 309
Hameln 302
Hannover 506
Issy-les-Moulineaux in Paris 24
Magdeburg 521
Milano 666
München-Nord 465
Nürnberg 463
Oberhausen 296
Paris-Ivry 5
Singapur Tuas-Süd 7
Trondheim (N) 24
Twence 668
Ulm 467
Wuppertal 299, 488

## N

Nachwinden/Nachwachsen
irreversibles 529
NalmetA 425
Nass
-abscheider 414
-elektrofilter 412
-reinigungsanlage 204
-verfahren 53
-wäscher 418, 420, 439
zweistufiger 510
Natrium-(poly)-sulfide 425
NEM Energy Services B.V. 633
Nenn-Dampfleistung 256
Netzwerk 259
-ebenen 260
Neuplattierung 623
Neurofuzzy 276
$NH_4OH$-Regelung 262
Nickelbasislegierungen 586, 590, 630
NID
-Anlage 476
-Reaktor 478
-Technologie 478
-Verfahren 475
Niederlande
Abfallverbrennungsanlagen
und -kapazität 284
Marktsituation 282

## O

Oberflächenfilter 413
On-Load Reinigungssystem 661
Online
-Bilanzierung 154, 215, 599
-Bilanzierungsprogramm 154
-Reinigung 656
-Wärmeflussmessung
an den Verdampferwänden 642

## P

Partikel 233, 235
Partikelaufprall 198
Partikelstörungen 236
perspektivische Entzerrung 235
Phasenübergang 595
Phelix Base 335
Picrochromit 570
Plattensysteme 549
hintergossene 577, 609
Plattierungsdicke 625
Plattierwerkstoffe
mit Analyseneinschränkung 630
Platzbedarf 481
PM10-Feinstaub 409
Pneumonie 390
Polyvinylchlorid (PVC) 328
Preis
-anpassungen 326, 334
-gleitklausel 335
-gleitungen 326
-indizes 335
Primärluft-/Sekundärluftregelung 270
Primärluftvorwärmung 271
Probenahme
-prozedere 340
-system 340
-zerkleinerer 340

Probezeit 205
Projektentwicklung 343
Projektierung 509
Prozessleitsystem GEAMATIC E 257
Prozessleittechnik 255
Prozessoptimierung 255
Prüfdruck 104
  -begrenzungen 108
Pt100-Sensoren 645
PVC 328
  -Abtrennung 331
  -Verbrauch 329
Pyrolyse 96

## Q

Qualitätssicherung 340
Qualitätssicherungssystem 343
Quarzstaub 385
Quasitrockenverfahren 54, 506, 510, 520
Quecksilber 378, 401, 520
  Abscheidung
    durch Trockensorption
      mit Gewebefilter 406
    in Nasswäschern 404
    nach dem Gold-Amalgamverfahren 409
  Abscheidewirksamkeit 420
  direkte Chlorierung 402
  geogene Quellen 389
  globaler Kreislauf 398
  Hintergrundkonzentration 392
  ionisches 425
  Konzentrationen in Restmüll 402
  metallisches 425
  toxikologische Relevanz 388
  Trasferkoeffizienten in MVA 402
Quecksilber
  -absorption 439
  -bindung 472
  -emissionsspitzen 423, 439
  -fracht 438
  -havarien 438
  -oxidation 402
    begünstigende Faktoren 404
    Störfaktoren 403
    durch Bromzusatz
      in den Feuerungsraum 409
  -problematik in der Abgasreinigung 401
  -senke 422

## R

Reaktionstemperatur 511
Recyclingquote 332
Reduktion 92
Reference Dose RfD 395
Regelbrennstoff 488, 505
Regressions-Heizwertformel 160
Reingas
  -feuchte 481
  -konzentration 506, 509
  -werte 485, 489, 519
Reisezeit
  Verlängerung 109
    durch effektive Reinigung
      der Leerzüge 659
Reproduktionstoxizität 384
Ressourcenschonung 44
Rezirkulation 507, 514
  des Gewebefilterstaubs 61
Rezirkulationseinrichtung 511, 517
Risiken
  für Arbeitssituationen 381
  toxikologische 384
Risikoanalyse der Alkoholwirkungen 379
Risswachstum 110
Rohdichte 570
Rohgas
  -betriebswerte 518
  -konzentration 506, 508, 518
  -werte 485, 489
Rohr
  -reißer 104
  -verkleidungssysteme
    für Abfallverbrennungsanlagen 577
  -wandabzehrungen 586, 609
  -wanddeformierung 579
  -wandschutzsystem 605
Röntgenfluoreszenzanalyse 592
Rost 53
  -antriebsmechanismus 192
  -bewegung 192
  -breite 11
  -durchfall 199
  -verbrennungen 546
Rotationszerstäuber 513, 514
Rückbrände in die Schurre 11
Rückschubrost 4, 12
Rückstellprobe 341
Rußpartikel 385

## S


Sachverständiger 566
Salzschmelzenkorrosion 586
Sanierungsplattierung 623
Sankey-Diagramm 421, 422
Sättigungspartialdruck 425
Sauergase 508, 513, 514
Saugzug 511
säurefeste Steine 570
Säuretaupunkt 512
Schadens
  -analyse 565
  -ursachen 566
Schadgaskonzentrationen 481
Schadstoff
  -gehalte 508
  -spitzen 338, 511, 514, 518
Schallvorgaben 507
Schlacke 199
Schlauchfilter 420, 479
Schleifabrieb 531
Schutzgas 630
schwarze Kerne 539
Schweiß
  -plattierung 586, 621
    Lagenaufbau 626
  -technik 636
  -zusatzwerkstoff 625
Schwermetalle 520
  flüchtige 512
Schwermetall
  -Alkali-Mischsalze 595
  -gehalt 325
  -salze 595
SCR-Verfahren 54
SCS-Technologie 663
Sekundärluft
  bewegliche 372
selbstfließende Feuerbetone 570
Shower-Cleaning-System 663
SiC
  -Masse 616
  -Taillenstein 556
sichtbare Einzelrisse 531
Sigma-Phasen-Versprödung 539
Silicium
  -carbid 539
  -nitrid 539
  -oxinitrid 539
Silikose 385
Sintern 570
SNCR 418
  -Verfahren 54
Sondermüll
  quecksilberreicher 433
Sorption 499
Sorptions
  -mittelverbrauch 512
  -verfahren
    trockenes zweistufiges 286
Sortier
  -reste 330
  -technik 331
$SO_x$ 508, 519, 597
Speicherfilter 414
Speisewassertemperatur 210
Sprengreinigung 669
Sprödbruch 115
Sprüh
  -absorber 511, 513
  -sorption 479
  -trockner 418
Startnotiz 288
Staubabscheider 53, 511
  Fraktionsabscheidegrad
    in Abhängigkeit von der Korngröße 411
  Reststaubgehalt und Energiebedarf 411
Staubfracht 507
Steine 556, 560, 563, 565
Steinkohle 488
Stickoxide 387
Stillstände 520
Stillstands
  -kapazitäten 3
  -zeiten 520
Stoffbilanz 216
stoffliche Eigenschaften 80
Stoffstromweiche 595
Störunterdrückung 235
Strahl
  -abrieb 531
  -reinigung 625
Strahlungs
  -emission 232
  -teil des Kessels 15
  -wärmeübertragung 200
Strategie
  risikobasierte 384
  vorsorgebasierte 384
Stratifikation des Flammenkörpers 15

Strom
-ausbeute 149
-erzeugung
Kostenverteilung 63
-kennzahl 150
-preisentwicklung 320
-wirkungsgrad, brutto 186
Strömungsvektoren 596

## T

Tangentialbrennkammer 98
Taupunktunterschreitung 535
Teeranteil 97
Teere
kondensierbare 93
Teillast 507
Temperatur 481, 506
-abhängigkeit 105
-fenster 598
-milieu 592
-schwankungen 257
-spitzen 198
-verteilung 237, 238
-wechselbeständigkeit 570
Tempern 570
Tertiärluftdüsenbalken
rotierende 299
Tetra Tubes 633
Textur 571
thermisch gespritzte Schicht 586, 589
Thermodifferenzspannungen 645
thermoelektrischer Effekt 645
thermoelektrisches Potential 646
thermogravimetrische Untersuchung 454
Thermospannungen 645
thixotrope Feuerbetone 571
Tiefenfilter 414
regenerierbare 414
TMT 15 425, 439
Tonminerale 469
Toxikodynamik 385, 394
Toxikologie 381
Trägerwerkstoffe 436
transgranularer Bruch 571
transiente Flammen 233
Tri-Mercapto-Triazin 439
Trocken
-Elektrofilter 412
-heizen 618
-kochen 208
-löscher 478
-löschung von Kalk 522
-sorption 506, 512
konditionierte 450, 456, 475, 477
-sorptionsstufe 513
-verfahren 54
Trocknung 96
Tröpfchennebel 513
Turbinenanlage 203
Turbulenzgeneratoren 512

## U

Überempfindlichkeitsreaktionen 384
Überschüttungen der Brennkammer 257
Uhlig Rohrbogen GmbH 625
Umlenkflugstromreaktor 514
umweltgetragener Staub 386
unsichtbare Risse 531
UP-Bandplattierverfahren 632
Ursachen-Wirkungszusammenhang 383

## V

Validierung 571
Venturi
elektrodynamischer 413
-wäscher 414
Verbandsformel 151
Verbraucher-Preis-Index 335
Verbrennungs
-analyse 233
-intensität 243
-leistung 507
-linien
in Deutschland
Anzahl und Baujahr 293
Erneuerung an bestehenden
Standorten 294
-luftsystem 196
-rost 11
-verhalten 237
-vorgang 586
Verfügbarkeit 4, 259, 520
hohe 100
Vergasung 92

Geschichte 92
Verschmutzungen in den Leerzügen
Einfluss auf Betriebsverhalten und Reisezeit 659
Verschmutzungszustand eines Dampferzeugers
Beurteilung 657
Versorgungssicherheit 320
Versteifungswand
im Kessel 15
Verwaltung 262, 264
Verweilzeit 512
Verwertung
energetische 325
Verwertungspreise 321
Vierzugkessel 202
Visualisierung 261
VoluMix 197
Vorschubrost 4, 369
wassergekühlter 286
Vorsorgeziel 385
VPI 335

## W

Walzenrost 4
Wärme
-ausbeute 150
-dehnung
reversible 529
-fluss 598
-flussmessung 642
-flusssensor 598
-potentiale 35
-stromdichte 221
-stromdichtemessung 215
an Membranverdampferwänden 642
nicht invasive 657
Online-Bestimmung 641
-tauscher 186, 420
-tauscherflächen 592, 596
Wartung 521
Wartungsaufwand 476, 482
Wäscher 422
Wasser
-druckprüfung 104
-eindüsung 227
-füllstandsregulierung 208
wassergekühlter Rostbelag 347
wassergekühlter W-Rost, BS Mark 6 196
Wasser
-glas 571
-kreislauf 194
-kühlung der Rostelemente 12
-lanzenbläser 655, 662
-menge 481
Wechte 571
Werkstoff
-gefüge 586
-oberflächen 586
Widerstandsthermometer 645
Wirbelschicht
-kessel 59
-verbrennung 561
Wirbelverfahren 197
Wirkungs
-bilanz 379
-endpunkte 383
-grad 221
energetischer
Gesamtwirkungsgrad 285
maximaler 100
thermischer 186
WLB-Technologie 662
WTE Delfzijl 285

## Z

Zeit
-fenster 596
-verfügbarkeit 4
Zement
-industrie 338
-werke 338
Zeolithe 469
dotierte 425
Zermürbung 531
Ziehmittelrückstände 629
Zugehörigkeitsfunktionen 247
Zustellung 577
Zustellungskonzept 608
Zuteilergeometrie 10
Zwickelsteine 557
Zwischenlagerung 319