K. J. Thomé-Kozmiensky
Michael Beckmann

Energie aus Abfall

Band 9

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 9
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012
ISBN 978-3-935317-78-8

ISBN 978-3-935317-78-8 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 2012
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Sandra Peters,
Martina Ringgenberg, Ginette Teske
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

Energetische Abfallverwertung

Recycling und Verbrennung bedingen einander

Karl J. Thomé-Kozmiensky 3

Thermische Abfallbehandlung als Teil des integrierten Abfallwirtschaftskonzepts der Balearen

Georg Silbermann 41

Heutige Anforderungen an einen Anlagenbauer für Abfallverbrennungsanlagen

Gert Riemenschneider 51

Ersatzbrennstoff-Kraftwerke

Harm-Peter Büchner 69

Ersatzbrennstoff-Kraftwerk Hagenow – Planung, Ausführung und Betriebserfahrungen –

Michael Feldmann 83

Erfahrungen mit dem Mittelkalorik-Kraftwerk

Werner Hölscher 91

Erfahrungen mit der Altkunststoff-Verwertung im Hochofenprozess

Thomas Bürgler und Nina Kieberger 99

Bunkerbrände und Brandvermeidung

Ein Bunkerbrand und seine Folgen

Thomas Grommes 111

Früherkennung von Bränden mit Thermografie
Matthias Krauß, Jörg Döppner, Gisbert Pohl, Guido Mahler, Gunnar Dammaß und Georg Wendland 121

Randbedingungen für die Versicherung gegen Brandereignisse in Abfallverbrennungsanlagen
Harry Weschenbach 135

Energieeffizienz

Bilanzierung und energetische Bewertung von Verfahren zur Abfallbehandlung
Michael Beckmann, Reinhard Scholz und Martin Pohl 145

Feuerungsleistungsdiagramm – Möglichkeiten und Grenzen bei der Abfallverbrennung
Hans-Peter Aleßio 193

Retrofit MHB Hamm – Prozess- und verfahrenstechnische Optimierung des Verbrennungsluftsystems MHB Hamm –
Frank Schumacher, Carsten Lindke und Werner Auel 215

Höhere Effizienz bei der Verbrennung von Klärschlämmen durch Einsatz einer hybriden Feuerungsregelung
Klaus-Peter Schilz, Michael Weis, Matthias Röderer und Klaus Wendelberger 231

Prozessregelung

Martin Infrared Combustion Control (MICC)
Reinhard Schreiner 243

Prozessvorhersage zur Regelung von Abfallverbrennungsanlagen mit Neuronalen Netzen
Sven Birkenfeld, Matthias Reuter und Stefan Vodegel 253

Anforderungen an ein modernes Prozessleitsystem (PLS)
Michael Maurer 271

Nutzung vorhandener Potentiale bei Verbrennungsanlagen – Service – mehr als Ersatzteile und Revision –
Michael Mück 293

Dampferzeuger

Optimierung der Online-Reinigung
Slawomir Rostkowski, Michael Beckmann und Norbert Tanner 337

Heizflächen-Onlinereinigung mit Bürsten – Grundlegender Aufbau und Erfahrungen in der Abfallverbrennung –
Bernd Bastian 345

Optimierte Heizflächenreinigung durch den Einsatz pneumatischer Klopfvorrichtungen
Christian Mueller, Alexander Haug, Manfred Frach, Marc Tirkschleit und Thomas Gradwohl 349

Effizientere Heizflächenabreinigung durch Explosionsgeneratoren
Christian Steiner, Manfred Napp und Helen Gablinger 357

Werkstoffe für Abfallverbrennungsanlagen

Wie kommt die Wärme ins Rohr? – Korrosion ist oftmals ein Symptom hoher Wärmestromdichte
Gabriele Magel, Dominik Molitor, Christian Bratzdrum, Maximilian Koch und Hans-Peter Aleßio 373

Korrosionsschutzmaßnahmen in Abfallverbrennungsanlagen und Ersatzbrennstoff-Kraftwerken – Auswertung einer Betreiberbefragung –
Manfred Born und Michael Beckmann 393

Einfluss der Werkstoffzusammensetzung und der Schweißtechnik auf die Qualität und Lebensdauer von Cladding-Schutzschichten
Wolfgang Hoffmeister 413

Korrosion durch Taupunkte und deliqueszente Salze im Dampferzeuger und in der Abgasreinigung
Thomas Herzog, Wolfgang Müller, Wolfgang Spiegel, Joos Brell, Dominik Molitor und Dominik Schneider 429

Hinterlüftete Plattensysteme – wärmetechnische Grundlagen und Erfahrungen in der KVA Oftringen –
Sebastian Grahl, Michael Beckmann und Karl-Ulrich Martin 463

Keramische Rohrwandplattensysteme in Wirbelschichtfeuerungsanlagen – Alternativkonzeption zur konventionellen Auskleidung mit Feuerfestbeton am Beispiel des EBS-Kraftwerks der Linz AG –
Markus Horn, Philipp Kolbitsch und Florian Madl 491

Materialauswahl für Roststäbe
Peter Fuchs 521

Abgasbehandlung

Novellierung der VDI 3460 – Emissionsminderung bei der thermischen Abfallbehandlung –
Peter Quicker 533

Zur Regelung von Emissionen bei der Abfallverbrennung – Verfahrenstechnisches Prozessmodell zur Online-Minderung von Emissionen –
Stefan Ludewig und Reinhard Scholz 539

Feuerungstechnische Maßnahmen zur NO_x-Reduzierung in Abfallverbrennungsanlagen – Very Low NO_x-Verfahren –
Oliver Gohlke und Ralf Koralewska 559

Primärmaßnahmen zur NO_x-Minderung in Abfallverbrennungsanlagen
Hans Hunsinger und Helmut Seifert 573

Techniken und Entwicklungspotentiale zur Minderung von Stickstoffoxiden im Abgas von Abfallverbrennungsanlagen – Leistungsfähigkeit, Kosten und Energieverbrauch –
Michael Beckmann, Tao Wen und Markus Gleis 591

Möglichkeiten und Grenzen der SNCR-Verfahren
Bernd von der Heide 601

Technische Umsetzung von SNCR-Verfahren mit dem Ziel der maximalen NO_x-Reduzierung – Möglichkeiten und Grenzen –
Rainer Dittrich 629

Können SNCR-Verfahren die zukünftigen Grenzwerte einhalten?
Thomas Reynolds 643

Stand der Technik und Entwicklungspotential von Katalysatoren für SCR-Verfahren bei Abfallverbrennungsanlagen
Wolfgang Schüttenhelm 659

Energieoptimierung einer Tail End SCR Anlage – Fallbeispiel
Maximilian Ebinger und Udo Martinett 673

Katalytische Entstickung bei tiefen Temperaturen
Ruedi Frey und Matthias Baur 679

Herstellung von Ersatzbrennstoffen

Herstellung von Ersatzbrennstoffen mit thermischer Trocknung
Doris Michalski, Alexander Gosten und Andreas Wendt 691

Energie- und Stoffstromoptimierung an der Restabfallbehandlungsanlage Chemnitz – Behandlungskostensenkung bei Verbesserung der Klimaauswirkungen und der Anlagenflexibilität für eine Vermarktung der Outputströme –
Marcus Gollub 701

Energetische Optimierung einer MBA am Beispiel des Abfallwirtschaftszentrums Wiefels
Cornelis Stelwagen 713

Neue Entwicklungen bei der Produktion und Verwertung von Ersatzbrennstoffen in Österreich
Roland Pomberger und Alexander Curtis 721

Produktion und Einsatz von gütegesicherten Sekundärbrennstoffen – Entwicklungen und Perspektiven –
Thomas Glorius 741

Was bringt die Vergärungstechnologie bei der biologischen Abfallbehandlung
Torsten Baumann 757

Dank 765

Autorenverzeichnis 769

Inserentenverzeichnis 790

Schlagwortverzeichnis 801

Recycling und Verbrennung bedingen einander

Karl J. Thomé-Kozmiensky

1. Abfallaufkommen und Entsorgungswege in Europa 4

2. Abfallaufkommen und Entsorgungswege in Deutschland 7

3. Abfallverwertung 11

3.1. Beispiele der stofflichen Verwertung 18

3.2. Beispiele der energetischen Verwertung 19

3.2.1. Abfallverbrennung 19

3.2.2. Mechanisch-biologische Abfallbehandlung 21

3.2.3. Ersatzbrennstoffkraftwerke 23

3.2.4. Mitverbrennung in Kohlekraftwerken 26

3.2.5. Mitverbrennung in Zementwerken 29

3.3. Stoffliche und energetische Verwertungsoption 30

3.3.1. Klärschlämme 30

3.3.2. Bioabfälle 33

3.4. Stoffliche und energetische Verwertung in einem Prozess 33

4. Grenzen der Abfallverwertung 34

5. Fazit 36

6. Literatur 36

Die Abfallwirtschaft hat sich in Deutschland seit dem ersten Abfallgesetz von 1986 systematisch von der Entsorgungswirtschaft zu einer Mittlerposition zwischen Entsorgung und Versorgung entwickelt; das betrifft die Bereiche Rohstoffe und Energie (Bild 1). Begünstigt wird diese Position durch die Zwangssituation des notwendigen sicheren – d.h. auch hygienischen, umwelt- und klimaschonenden – Umgangs mit Abfällen einerseits und durch das in den Abfällen enthaltene Ressourcenpotential andererseits.

Zahlreiche Abfallwirtschaftsunternehmen, die ihre Aktivitäten nur oder zu erheblichem Anteil in den Bereichen der thermischen Abfallbehandlung und der energetischen Abfallverwertung hatten, beschränken sich heute nicht mehr auf ihr ursprüngliches Aufgabenfeld. Nicht selten betreiben sie auch Sortier-, Kompostierungs-, Biogas-, Wind-, Biomasse- und Solaranlagen. Einige Unternehmen der Energiewirtschaft – z.B. EnBW, E.ON, MVV und Vattenfall – haben sich längst zusätzlich zu ihren traditionellen Aufgaben der energetischen

Abfallverwertung und zum Teil auch des Recyclings angenommen. Fast alle auch in der Abfallwirtschaft tätigen Energiekonzerne und zahlreiche Unternehmen im vollständigen oder teilweisen kommunalen Besitz haben diesen Trend erkannt und die Nutzung erneuerbarer Energien einschließlich der Abfälle in ihre Strategie einbezogen und in diese Bereiche kräftig investiert.

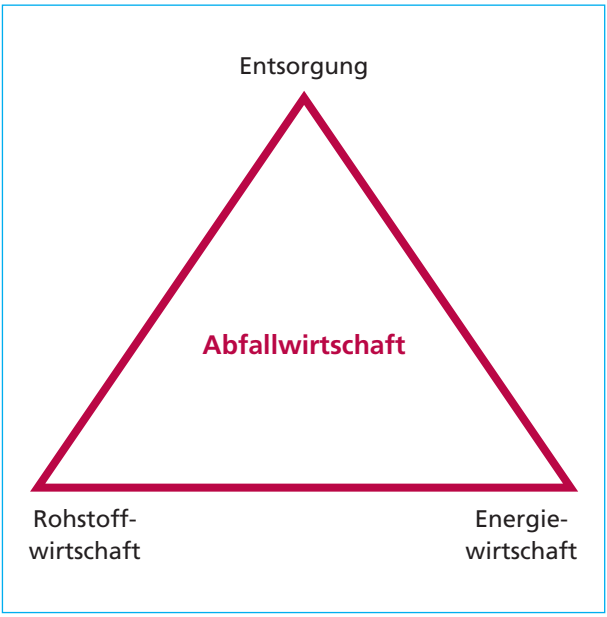

Bild 1:

Funktion der Abfallwirtschaft im Spannungsfeld von Entsorgung, Rohstoff- und Energiewirtschaft

1. Abfallaufkommen und Entsorgungswege in Europa

Die Prioritäten der EG-Abfallrahmenrichtlinie vom 22.11.2008 sind:

- Vermeidung,
- Vorbereitung zur Wiederverwendung,
- Recycling, das heißt stoffliche Verwertung,
- sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung,
- Beseitigung.

Begründete Abweichungen von dieser Hierarchie sind möglich.

Verbrennung ist ein Verwertungsverfahren, sofern die Kriterien des Anhangs II der Abfallrahmenrichtlinie erfüllt sind. Die Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie ist in den EU-Mitgliedsstaaten noch sehr unterschiedlich (Bilder 2 und 3). Dies gilt auch für das Abfallaufkommen (Tabelle 1).

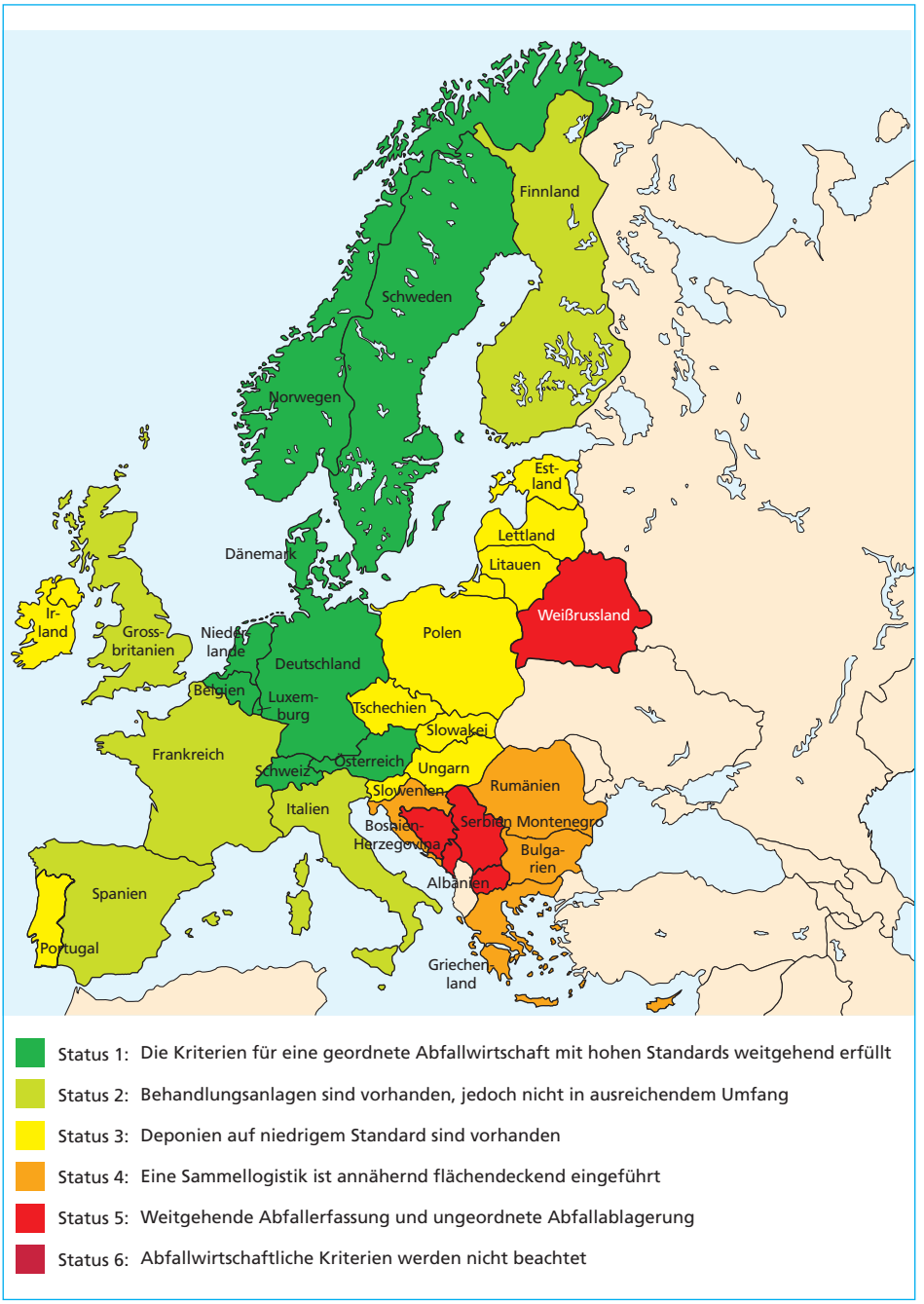

Bild 2: Entwicklungsstände der Abfallwirtschaft in Europa

Quelle: Roth, H.; Pomberger R.: Entwicklung der privaten Entsorgungswirtschaft in Österreich und im europäischen Umfeld – Der lange Weg zu einer Hightech Wirtschaft. In: Versteyl, A.; Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Texte zur Abfallwirtschaft, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2006, S. 91-103, bearbeitet, teilweise verändert

Schlagwortverzeichnis

A

Abfallaufkommen
  in Deutschland 7
  in Europa 4
Abfallbehandlung
  biologische 757
  mechanisch-biologische 21, 713
Abfallende für Ersatzbrennstoffe 724
Abfallverwertung 11
  Grenzen 34
Abfallwirtschaftskonzept der Balearen 41
Abgasreinigungssysteme 47
  von EBS-Kraftwerken 77
  Wirtschaftlichkeit 79
Abgasrezirkulation 564, 587
Abgasverlust 199
Abreinigung von Dampferzeugern 44, 350, 357, 367
Abriebsbeständigkeit 505
Abwicklungskompetenz 56
Abzehrraten 387, 398
akustische Temperaturmessung (agam) 613
Altkunststoff-Verwertung
  im Hochofenprozess 99
Ammoniak 603, 630
Ammoniak/Harnstoff-Gemisch 617
Ammoniakschlupf 623, 648
Ammoniakwasser 630
Ammoniakwasser und Harnstoff
  Unterschiede 608
Ammoniumchlorid 440, 640
Ammoniumhydrogensulfat 639
Ammoniumsalzbildung 639
Ammoniumsulfat 631, 639
Ammoniumthiosulfat 631
Anbackungen 367
Anfahrvorgang/Abfahrvorgang 308
Anlagenbauer
  Anforderungen 51
Anlagenflexibilität 701
Anlagenkapazitäten 55
Anlagenoptimierung
  technische 53
Anlagenwirkungsgrad 172
Applikationsserver 244
Äquivalenzwerte 167
Arbeitsschutz 61
Auftragsschweißung 376, 404, 413
Ausdüswinkel 636
Auskleidungskonzepte
  monolithische 499
Ausmauerungskonzeption 511
Automatisierungsfunktionen
  (Bibliothek) 286
Automatisierungspyramide 274

B

Backpropagation 257
Behandlungskostensenkung 701
Beläge 402, 466
  Einfluss auf die Wärmeauskopplung 380
Belagsbildung 338, 342, 483
Belagseigenschaften 338
Belagsmonitor 439
Beschaffungsmanagement 57
Betriebsleitebene 275
Betriebsunterbrechungsversicherung 139
Bewertung
  energetische 145
Bilanzierung 145
Biogasanlagen 757
biologische Abfallbehandlung 757
Brände in Müllheizkraftwerken 113
Brandablauf 114
Brandfrüherkennung 121
Brandsanierung 117
Brandschutz 137, 734
Brandschutzkonzept 117
Brandschutzstandard 136
Brandursache 114
Brandverhütung 137
Brennbett-Temperaturen 246
Brennstoffaufgabe 300
Brennstoffhomogenität 745
Brennstoffstickstoff 562, 578
Brennstoffsubstitution 182
Brennstoffwärmeleistung 196
Brennstoffzusammensetzung
  Bestimmung von unbekannten
    Veränderungen 549
Bunkerbrand 111
Bürstenrahmen 346

C

Calcinatorfeuerung 737
CEN/TC 343 748
Chargen-Rost 551
Chlorausschleusung 730
Chlorkorrosion 502
Chlorproblematik 726
Chrom als Legierungselement 523
Cladding 376, 404, 413
CMT-Schweißtechnik 420
CO_2-Benchmark 102
CO_2-Emissionshandel 102
CO_2-Intensität 102
Cold Standby 282
Computing with Activities 255
CO-Strähnen 220

D

Dampferzeugerreinigung 44, 350, 357, 367
Dampfparameter 396
Deliqueszenz-Korrosion 430, 433, 456
DeNOx-Katalysator 680
DeNOx-Plattenkatalysator 639
Druckverlust 366
Düsenlanzen 634

E

Effizienzsteigerung 54
Eigenbedarfsoptimierung 305
Eigenoxidation 630
Eindüstechnik
des Reduktionsmittels 634
Emissionsminderung 533
online 539
Energieaustauschverhältnis 182
Energiebilanzen 152
Energieoptimierung 673
Engineering-Station 276
Entstickungsanlagen
Investitionskosten 594
Entstickungsprognose 638
Erosionsschutz 414
Ersatzbrennstoffe 691, 742, 748
biogener Anteil 726
Produktion 707, 728
Produktion und Verwertung
in Österreich 721
Qualitäten 695, 711
Ersatzbrennstoff-Kraftwerke 23, 69
Besonderheiten 70
Kesseltechnik 72
Ersatzbrennstoff-Kraftwerk
Hagenow 83
Linz 492
Ersatzbrennstoff-Richtlinie 722
EU-Projekt RECOFUEL 745
EU-Projekt RECOMBIO 744, 747
EU-Vorhaben QUOVADIS 748
Explosionsreinigung 357
Explosionsschäden in MHKW 136

F

Feed-Forward-Netzwerk 257
Feldbussystem 278
Fermentertunnel 713
Festigkeitseigenschaften 528
Feststoffumsatz auf einem Rost 542
Feuerbetriebsunterbrechungsschäden 139
Feuerfestauskleidung 313, 401, 463,
500, 510
in Wirbelschichtanlagen 496
feuerfeste Massen 497
Feuerfest-Plattensysteme
hintergossene 463
hinterlüftete 463
Feuerleistungsdiagramm 193, 299
Feuerleistungsregelung 328
hybride 231, 236
Feuerungsleistungsdiagramm 193, 299
Feuerungssystem 326
Feuerversicherung 135
Feuerversicherungsprämie 138
flüchtige Bestandteile 545
Fluff 694
Formamid 631
Fotoindustrie 631
Früherkennung von Bränden 121
Fuzzyregelung 232, 246

G

Großschadenpotential 136

H

Harnstoff 603, 630
Harnstofflösung und Ammoniakwasser
  Kombination 617
  Unterschiede 608
Heizflächeneffizienz 316
Heizflächenreinigung 307, 349, 357
  mit Bürsten (online) 345
Heizwertbandbreite 195
Heizwerte
  Berechnung aus der Brennstoff-zusammensetzung 158
  Ermittlung aus Anlagendaten 159
Heizwertentwicklung 217
High-SO_x-SCR 680
hintergossenes Plattensystem 463
hinterlüftetes Plattensystem 463, 514
Hochofenprozess 100
Hochtemperaturkorrosion 523
Hochtemperaturverfahren
  Einsatz von Abfall 182
Hochverfügbarkeit 282
Hot Standby 282
Hybrid-Feuerungsregler 231, 236

I

IEC 61131 243
Industriekraftwerk 83
Industriepark Höchst 232
Industriewärmeerzeugung 71
Infrarot-Kamerasystem 246
Infrarot-Strahlungstemperaturmessung 122
Isocyanursäure 634

K

Katalysatoren zur
  NO_x-Abscheidung 659, 673, 679
    Ultraschall-Regeneration 675
Katalysatorgifte
  Entfernung 675
katalytische Entstickung
  bei tiefen Temperaturen 679
Kennwerte 163
keramische Werkstoffe 377
Kesselreinigung 44, 337, 350, 357
Kesseltechnik
  für EBS-Kraftwerke 72
Klärschlamm
  Verbrennung 231
  Verwertungsoptionen 30
Klärschlammverbrennungsanlage
  Infraserv Höchst 232
Klassifikator
  neuronaler 257
Klopfvorrichtungen 359
  pneumatische 349
Koksumsatz 545
Kommission Reinhaltung der Luft 533
Komplexierungsmittel 633
Koppelprozess 184
Korrosion 373, 429
Korrosionsbeständigkeit 523
Korrosionsdiagramm 88
Korrosionsgefahr 639
Korrosionsraten 387, 398
Korrosionsschaden 87
Korrosionsschutz 316, 393, 413
Kraft-Wärme-Kopplung 71, 76
Kraftwerksbibliothek 287
Kraftwerksleitsystem 279, 287
KRV Arnoldstein 368
Kugellagerung 636
Künstliche Neuronale Netze (KNN) 254
KVA Luzern 366
KWK-Anlagen 71

L

LARAN-Reaktor 761
Leistungssteigerung 297, 320
Leittechnik
  VGB-Richtlinien 284
Leittechnik-Server 276
Low-NO_x-Verfahren 589
Luftspalt 464
Luftstufung 565
Luftvorwärmung 300

M

Mallorca 41
Martin Infrared Combustion Control (MICC) 243
Massen-, Stoff- und Energiebilanzen 152
Materialauswahl für Roststäbe 521
mechanisch-biologische Abfallbehandlung 21
  energetische Optimierung 713
mechanisch-physikalische Stabilisierung 691
metallische Schutzschichten 376
MICC (Martin Infrared Combustion Control) 246
Mittelkalorik-Kraftwerk 91
Mitverbrennung 723
  in Kohlekraftwerken 26
  in Zementwerken 29
MPS-Anlagen 691
MPS Pankow 696
MPS Reinickendorf 696
Mülldreieck 200
MVA Arnoldstein 368
MVA Breisgau 361
MVA Hamm 215
MVA Ludwigshafen 113
MVA Luzern 366
MVA Weisweiler 673

N

Nachzerkleinerung 706
Nassabreinigung im Leerzug 361
Nassvergärung 714, 758
Nawaro-Brennstoffe 446
Nettoprimärwirkungsgrad 177
NH_2*-Radikale 630
NH_3-Schlupf 567, 630
NH_3-Schlupfbremse 639
Niedertemperaturkatalysatoren 687
NIR-Online-Analytik 747
NO_x 561, 630
NO_x-Bildung 547, 576
  Mechanismen 561, 576, 646
NO_x-Emissionen in Deutschland 644
NO_x-Emissionswerte 575
NO_x-Grenzwerte 561
NO_x-Konvertierungsrate 638
NO_x-Minderung 80, 547, 563, 591, 603, 633, 648
  Primärmaßnahmen 559, 573, 640
NO_x-Minderungseffizienz 588
NO_x-Rohgaskonzentrationen 564, 574
NO_x-Vermeidungsstrategie 646
Nutzungswirkungsgrad 174

O

Online-Bilanzierungsprogramm 339
Online-Minderung von Emissionen 539
Online-Reinigung von Dampferzeugern 337
OPC 245
optische, automatisierte Sortierverfahren 745
organische Abfälle 757

P

Pellets 694
Perkolatfermenter 713
Plattenluft 218
Plattensysteme
  für die Wirbelschichtfeuerung 502
  hintergossene 377
  hinterlüftete 379
Platten- und Wabenkatalysatoren 662
Präqualifikationsprozess 53
Primärabgasrezirkulation 587
Primärenergie 167
Primärluft 218
Primärwirkungsgrad 176
Produktionsmanagementsystem 698
Produktsicherheit 62
Projektmanagement 56
Prozessleitsystem 271
  Aufbau 275
Prozessvorhersage
  neuronale Netze 253

Q

Qualitätsmanagement-Pyramide 59

R

R1-Formel 172
RABA Chemnitz 702
RAL-GZ-724 747
Recycling 3
Reduktionsmittel 103, 630
  tangentiale Eindüsung 635
Regelkonzept
  hybrides 235
Regelung von Emissionen 539
Regeneration
  von DeNOx-Katalysatoren 673
  von Niedertemperaturkatalysatoren 683
Reisezeit 337, 357, 364
Renoxal 631
Retrofit 215
Risikobewertung 140
Risikoermittlung 140
Roheisenerzeugung 102
Rohrwandplattensysteme
  keramische 491
Rost
  wassergekühlter 72, 302
Rostbelag 521
Rostbelastung 300
Rostblockaden 220
Rostfeuerung 44, 541, 577
Roststäbe
  luftgekühlte 522
  wassergekühlte 522
Rußbläser 358, 399

S

Salz-Asche-Beläge 380
Sanierung 117
Säurekorrosion 640
Schadstoffemissionen
  Minimierung 539
Schlackequalität 586
Schlagzylinder 351
Schweißplattieren 376, 404, 413
  zweilagiges 416
Schweißtechnik 413
SCR-Anlagenkonzepte 660
  Energieoptimierung 673
SCR-Betriebstemperatur 664
SCR-Katalysatoren 661
SCR/SNCR
  Betriebsmittelkosten 595
  Investitionskosten 594, 655
  Kriterien zur Verfahrenswahl 659
SCR-Verfahren 592, 659
Sekundärbrennstoffe 742
  gütegesicherte 741
Sekundärluft 218
Sekundärlufteindüsung 221, 310
Selbsterwärmung und -zündung 734
selbstorganisierende Karte (SOM) 257
Service 293
SiC-Masse 377, 500
SiC-Platten 377
SNCR-Anlagen
  Verfügbarkeit 624
SNCR- und SCR-Anlagen
  Betriebsmittelkosten 595
  Investitionskosten 594, 655
SNCR-Verfahren 566, 592, 601, 630, 643
  weiteres Entwicklungspotential 654
Solid Recovered Fuels 748
Sortierverfahren
  optische, automatisierte 745
Sprengreinigung 357
Spritzbetone 500
Spritzmassen 499
Spritzschichten als Korrosionsschutz 406
Stabilisierung
  mechanisch-physikalische 692
Standby-Betriebsarten 282
Steuerungsebene 274
Stickstoffgehalte
  in verschiedenen Brennstoffen 562
Stickstoff-Wasserstoff-Träger 631
Stöchiometrie 634
Stoffstromsplitting 746
Stoff- und Energiebilanzen 155
Systemgrenzen 147

T

Tail End Niedertemperatur SCR System 685
Tail End SCR Anlage 673, 680
Taupunktkorrosion 430, 433
Taupunktunterschreitungen 639
Technologieserver 244
Teillastverhalten 303

Temperaturmessverfahren 634
akustische 613
Temperaturverteilung 634
thermisches Spritzen 406
thermische Trocknung 691
Thermografiekamera 125
Thermografiemesstechnik 121
Thermolyse 632
TREA Breisgau 361
Trockensorption 684
Trockenvergärung 713, 758
Trocknung 734
Trommeltrockner 697
Turbine 95
Turbinenölsystem 96
TWIN-NO_x-Verfahren 617

U

Überhitzer
Abreinigung 361
Korrosion 367
Korrosionsraten 399
Werkstoffeinsatz 398
Ultraschall-Regeneration
von Katalysatoren 675
Unternehmensleitebene 275
Unterwind 218

V

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft 533
VDI-Richtlinie 3460 172, 533
Verbrennungsluftsystem 215
Verbrennungsluftzuführung 565
Verbrennung von Klärschlämmen 231
Verdampfer
Korrosionsraten 399
Werkstoffeinsatz 398
Verfügbarkeit 282, 337
Vergärung 713, 758
Vergärungsverfahren 757
Verschleißreduktion 697
Verschleißwiderstand 526
Verschmutzung der Heizflächen 345, 366
Verschmutzungsgrad des Kessels 337
Verschmutzungsneigung 463
Verschmutzungsverhalten 315
Versicherung gegen Brandereignisse 135
Verweilzeitkriterium 309
Very Low NO_x-Verfahren
(VLN-Verfahren) 559
Vorschubrost 44, 521

W

Wabenkatalysatoren 662
Wärmeauskopplung
bei verschmutzten Wandaufbauten 383
Wärmedurchgang 463
Wärmerückgewinnung 311
Wärmestromdichte 373
Messung 341
Verteilung im Kessel 388
Wärmestromsensoren 375
Wärmetauscher 311
Wärmetransportmechanismen 480
Wärmeübertragung 375
Warm Standby 282
Wasserlanzenbläser 337
Wasserumlaufsystem 325
Werkstoffe und Korrosionsraten 397
Werkstoffzusammensetzung 413
Wertstoffgewinnung aus
Ersatzbrennstoff 730
Widerstand gegenüber thermisch
induzierten Spannungen 527
Wirbelschichtfeuerung 233, 491, 495
Wirkungsgrad 147, 209
des Kessels 633

Y

Y-Links 278

Z

Zementwerke
Ersatzbrennstoff-Einsatz
in der Sekundärfeuerung 737
Zerstäubermedium 636
Zweistoffdüsenlanze 636