K. J. Thomé-Kozmiensky
Michael Beckmann



Energie aus Abfall

Band 4

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 4
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2008
ISBN 978-3-935317-32-0

ISBN 978-3-935317-32-0 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 2008
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 und Kerstin Rosendräger
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

Unternehmensstrategien

Abfallaufkommen und -entsorgung
Karl J. Thomé-Kozmiensky und Stephanie Thiel 3

Neuordnung des Marktes für den Anlagenbau
Johannes J. E. Martin 55

Strategie eines kommunalen Betreibers einer Abfallverbrennungsanlage vor dem Hintergrund der Novellierung der EU-Abfallrahmenrichtlinie
Vera Gäde-Butzlaff 69

Überkapazität im Hausmüll- und Sonderabfallverbrennungsmarkt – Strategie der REMONDIS AG & Co. KG –
Ludger Rethmann 83

Thermische Abfallbehandlung im Spannungsfeld zwischen Energie- und Entsorgungsmarkt
Carsten Stäblein 101

Strategie der Vattenfall Europe New Energy GmbH im Bereich der thermischen Verwertung
Frank May 117

Energetische Verwertung von Abfällen – MVA oder EBS-Kraftwerk? – Strategische Ausrichtung der MVV –
Johannes Günther 125

Energieerzeugungs- und Entsorgungsstrategie der swb – vom Stadtwerk zum Ver- und Entsorgungsunternehmen –
Frank Schumacher, Berend Beatt und Thomas Grommes 141

Klimaschutz, Emissionsgrenzwerte und Abgasbehandlung

Neue Anforderungen an die Abgasreinigung – die 37. BImSchV
Uwe Lahl 153

NO_x-Minderung in der Zementindustrie
– Stand und Perspektiven im europäischen Kontext –
Christian Tebert 165

HOK- und reststofffreie Abgasreinigung im Jahr 2013
Reinhard Schu und Udo Seiler 185

Energetische Optimierung der Abgasbehandlung
im Müllheizkraftwerk Kassel
Norbert Tanner 223

Ist das SNCR-Verfahren noch Stand der Technik?
Bernd von der Heide 275

NO_x-Minderung mit Katalysatoren
– Grundlagen, Betriebserfahrungen und Optimierungspotenziale –
Bernd Schallert 295

Betriebserfahrungen mit Katalysatoren in der Abgasreinigung
Jörg Krüger 311

Beispielhafte Kostenrechnung für den Einsatz einer katalytischen und nichtkatalytischen Entstickungsanlage für eine Abfallverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 200.000 t/a
Matthias Kersting 341

Anlageneffizienz und -verfügbarkeit

Übersicht von Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Reisezeit
Matthias Bette 353

Reduzierung von geplanten und ungeplanten Stillständen – organisatorische und technische Maßnahmen
Wolfgang Knörzer 381

Möglichkeiten des Anlagenbaus zur Verkürzung von Stillstandszeiten bei Abfallverbrennungsanlagen
Hans-Peter Aleßio, Werner Hansen, Michael Mück, Heinrich Schumacher und Berthold Büttenbender 391

Erhöhter Durchsatz in Müllverbrennungsanlagen durch Einsatz einer hybriden Feuerleistungsregelung
Matthias Röderer, Klaus-Walter Wendelberger, Detlef Austel und Michael Schopen 411

Modernisierung einer Feuerungsregelung hinsichtlich Steigerung der Anlageneffizienz und -verfügbarkeit – Ziele, Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel des GKS Schweinfurt –
Volker Müller und Martin H. Zwiellehner 427

Energie sparen und Produktivität gewinnen durch die optimierte Auslegung und Selektion der Elektrosysteme
Albert Bossart 457

Energieeffizienz mit neuen Turbinen in den Müllverbrennungsanlagen Stapelfeld und Bielefeld-Herford
Olaf Arndt und Ralf Schwiegelshohn 473

Unleashing the power in waste – A great potential that should not be wasted –
Marcel van Berlo 481

Korrosion

**Korrosions-Früherkennung:
Korrosionsminderung heute ist Effizienzsteigerung morgen**
Wolfgang Spiegel, Thomas Herzog, Renate Jordan, Gabi Magel, Wolfgang Müller und Werner Schmidl 509

**Versuche zur Korrosionsminderung
in der Müllverwertung Borsigstraße mit dem Chlorout-Verfahren**
Martin Mineur, Wolfgang Schmidt und Pamela Henderson 527

Praktische Anwendungen von Schweißplattierungen als effektiver Korrosionsschutz in Müll- und Biomasseverbrennungsanlagen
Wolfgang Hoffmeister 539

Neue Abfallverbrennungsanlagen

Neue Abfallverbrennungsanlagen in Österreich
Karl E. Lorber, Wolfgang Staber und Peter J. Kneissl 553

Isséane – Das neue Sortier- und energetische Verwertungszentrum vor den Toren von Paris
Matthias Baur 573

Technisches Konzept der Abfallverbrennungsanlage in Delfzijl
Horst Bieber 591

**Ertüchtigung der MVA Frankfurt in zwei Bauabschnitten
– Sorgen und Nöte zwischen Betrieb und Bau –**
Janka Frydrychowski-Horvatin 599

Dank 611

Autorenverzeichnis 615

Inserentenverzeichnis 629

Schlagwortverzeichnis 639

Unternehmensstrategien

Abfallaufkommen und -entsorgung

Karl J. Thomé-Kozmiensky und Stephanie Thiel

1. Abfallaufkommen in Deutschland 4

1.1. Monostoffströme 7
1.1.1. Papier, Pappe und Karton 7
1.1.2. Sortenreine Altkunststoffe 8
1.1.3. Biomasse 8
1.1.4. Altreifen 9

1.2. Mischstoffströme 10
1.2.1. Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle 11
1.2.2. Bioabfälle 11
1.2.3. Sperrmüll 12
1.2.4. Verpackungen 12
1.2.5. Gewerbeafälle 17
1.2.6. Bau- und Abbruchabfälle 17
1.2.7. Abfälle aus der Papierindustrie 17
1.2.8. Shredderleichtfraktion 22

2. Mechanisch(-biologische) Abfallbehandlung 26

2.1. Verfahrenskonzepte 27

2.2. Outputströme und deren Entsorgungswege 28

2.3. Anlagen und Kapazitäten in Deutschland 31

2.4. Deutschlandweite Massenbilanz der mechanisch (-biologischen) Abfallbehandlung – Abschätzung 37

2.5. Anlagen und Kapazitäten in Österreich 38

2.6. Probleme der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung 39

3. Abfallverbrennungsanlagen 40

4. Ersatzbrennstoffkraftwerke 49

5. Mitverbrennung in Kohlekraftwerken 50

6. Mitverbrennung in Zementwerken 50

7. Ausblick 51

8. Quellen 52

1. Abfallaufkommen in Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahr 2005 nach Angaben des Statistischen Bundesamts etwa 35,7 Millionen Tonnen Siedlungsabfälle – Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen – einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen behandelt (Tabelle 1). Aus zahlreichen europäischen Ländern werden Abfälle nach Deutschland importiert, die größten Importmengen kommen aus den Niederlanden und Italien (Tabelle 2). Im Folgenden soll versucht werden, die Abfälle entweder *Monostoffströmen* oder *Mischstoffströmen* zuzuordnen.

Zur Vermeidung von Missverständnissen soll der Begriff *Stoff* definiert werden: In der chemischen und physikalischen Nomenklatur wird unter *Stoff* eine *Substanz* verstanden, die chemisch in mehr oder minder einheitlicher Form vorliegt, z.B. als chemisches Element, chemische Verbindung oder Gemisch. Ein Stoff ist unabhängig von der äußeren Gestalt durch charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften gekennzeichnet. Sind Stoffe einheitlich aufgebaut – füllen also alle Bestandteile den Raum gleichmäßig bis in die atomaren Teilchen – werden sie als *homogen* bezeichnet. Reine Stoffe weisen eine definierte Zusammensetzung und eine druckabhängige Schmelz- und Siedetemperatur auf. In der Praxis gibt es keine absolut reinen Stoffe.

Mischphasen sind homogene Gemische aus zwei oder mehreren reinen Stoffen. Heterogene Stoffe sind uneinheitlich aufgebaut und bestehen aus mehreren *homogenen Phasen*.

Im Sprachgebrauch der Abfallwirtschaft geht es weniger exakt zu. Eingeteilt wird in Mono- und Mischstoffe pragmatisch nach den Erfordernissen der Abfallwirtschaft. Bei *Monostoffströmen* handelt es sich streng genommen um aus mehreren Stoffen bestehende Mischphasen. Typische als *Monostoffe* bezeichnete Abfälle sind z.B. Altreifen, die aber bei näherer Betrachtung aus zahlreichen Stoffen – Kautschuk, Kunststoffen, Textilien, Stahl, Ruß, Schwefel, Zinkoxid – bestehen. In der Praxis der Abfallwirtschaft hat sich der Begriff Monostoff für derartige Abfälle eingebürgert und soll daher auch hier für Abfälle verwendet werden, die ohne aufwändige Sortierung Verwertungsverfahren zugeführt werden können. Zu diesen *Monostoffströmen* gehören auch einzelne Altöle und gebrauchte Lösemittel sowie sortenreine Kunststoffabfälle.

Durch getrennte Erfassung einzelner Abfallarten erzeugte Monostoffströme weisen für die Verwertung höchste Qualität auf. Durch Sortieren von Mischstoffströmen können auch Monostoffströme gewonnen werden, die meist von geringerer Qualität als getrennt erfasste Stoffe sind. Können Mischstoffströme nicht sinnvoll und wirtschaftlich zu Monostoffströmen aufgetrennt werden, werden sie zu Produkten geringerer Qualität – Downcycling – verarbeitet oder – sofern ihr Heizwert es zulässt – als Ersatzbrennstoffe energetisch verwertet oder als Abfall zur Beseitigung verbrannt oder – sofern sie die Kriterien der Abfallablagerungsverordnung erfüllen – deponiert.

Einige Abfälle können sinnvoll nicht als Monostoffströme bezeichnet werden, obwohl sie bei oberflächlicher Betrachtung homogen erscheinen, bei näherer Betrachtung sich jedoch als außerordentlich heterogen erweisen, z.B. Bioabfälle,

Tabelle 1: In deutschen Abfallentsorgungsanlagen behandelte Siedlungsabfälle einschließlich der getrennt gesammelten Fraktionen

EAV-Nummer[1]	Abfallart	Menge t
200101	Papier und Pappe	4.189.200
200102	Glas	1.064.300
200108	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	486.100
200110	Bekleidung	16.900
200111	Textilien	30.200
200113*	Lösemittel	2.600
200114*	Säuren	300
200115*	Laugen	200
200117*	Fotochemikalien	1.800
200119*	Pestizide	600
200121*	Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle	11.600
200123*	gebrauchte Geräte, die Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten	94.000
200125	Speiseöle und -fette	31.200
200126*	Öle und Fette mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 25 fallen	200
200127*	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze, die gefährliche Stoffe enthalten	5.900
200128	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 27 fallen	3.900
200129*	Reinigungsmittel, die gefährliche Stoffe enthalten	100
200130	Reinigungsmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 29 fallen	100
200131*	zytotoxische und zytostatische Arzneimittel	< 50
200132	Arzneimittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 31 fallen	5.100
200133*	Batterien und Akkumulatoren, die unter 16 06 01, 16 06 02 oder 16 06 03 fallen, sowie gemischte Batterien und Akkumulatoren, die solche Batterien enthalten	400
200134	Batterien und Akkumulatoren mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 33 fallen	< 50
200135*	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte, die gefährliche Bauteile enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21 und 20 01 23 fallen	145.100
200136	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21, 20 01 23 und 20 01 35 fallen	57.400
200137*	Holz, das gefährliche Stoffe enthält	7.700
200138	Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt	556.000
200139	Kunststoffe	65.100
200140	Metalle	209.000
200141	Abfälle aus der Reinigung von Schornsteinen	100
200199	sonstige Fraktionen anderes nicht genannt	8.300
200201	biologisch abbaubare Abfälle	4.014.800
200202	Boden und Steine	175.800
200203	andere nicht biologisch abbaubare Abfälle	31.500

Tabelle 1: In deutschen Abfallentsorgungsanlagen behandelte Siedlungsabfälle einschließlich der getrennt gesammelten Fraktionen – Fortsetzung –

EAV-Nummer[1]	Abfallart	Menge t
20030100	gemische Siedlungsabfälle nicht differenzierbar	2.430.900
20030101	Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt	12.061.400
20030102	hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt	3.162.300
20030104	Abfälle aus der Biotonne	3.794.600
200302	Marktabfälle	87.600
200303	Straßenkehricht	472.700
200304	Fäkalschlamm	28.200
200306	Abfälle aus der Kanalreinigung	38.500
200307	Sperrmüll	2.309.800
200399	Siedlungsabfälle anders nicht genannt	61.700
Summe 20	**Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen**	**35.663.500**

[1] Europäisches Abfallverzeichnis
* besonders überwachungsbedürftig

Quelle: Statistisches Bundesamt: Umwelt Abfallentsorgung 2005, Fachserie 19 Reihe 1. Wiesbaden, 2007

Tabelle 2: Abfallimport nach Deutschland im Jahr 2006

Land	Importmenge t	Land	Importmenge t
Albanien	0	Mazedonien	0
Belgien	382.027	Niederlande	2.318.879
Bosnien-Herz.	8	Norwegen	23.365
Bulgarien	0	Österreich	305.719
Dänemark	130.122	Polen	13.480
Estland	10	Portugal	965
Finnland	6.954	Rumänien	228
Frankreich	313.123	Russland	0
Griechenland	21.730	Schweden	71.347
Großbritannien	39.041	Schweiz	279.284
Irland	580.367	Serbien	393
Island	84	Serbien/Monten.	128
Italien	960.884	Slowakei	150
Kroatien	4.256	Slowenien	7.697
Lettland	837	Spanien	6.413
Liechtenstein	22	Tschechien	5.224
Litauen	724	Türkei	875
Luxemburg	139.397	Ungarn	635
Malta	1.029	Zypern	4

Quelle: Umweltbundesamt

die meisten Ersatzbrennstoffe wie die Leichtfraktion aus den Dualen Systemen, Shredderleichtfraktion, Abfälle aus der Papierindustrie sowie Elektro- und Elektronikschrott, gemischte Altkunststoffe.

1.1. Monostoffströme

Durch getrennte Erfassung oder durch Aufbereitung erzeugte Monostoffströme sind z.B.

- Fe-Schrott,
- NE-Metallschrott,
- Papier, Pappe und Karton,
- Glas,
- Textilien,
- nach Qualitäten getrennt erfasste Altkunststoffe,
- Altholz,
- sonstige Biomassen,
- Altreifen,
- Altöl,
- gebrauchte Lösemittel.

Im Folgenden soll nur auf einige dieser Abfälle eingegangen werden, die sich für die stoffliche und energetische Verwertung oder thermische Behandlung eignen.

1.1.1. Papier, Pappe und Karton

Im Jahr 2006 wurden 15,2 Millionen Tonnen Altpapier zur Papierherstellung eingesetzt. Unter den in Deutschland verbrauchten Papiersorten stellen die Druck- und Pressepapiere – graphische Papiere – mit einem Anteil von fast fünfzig Prozent die bedeutendste Gruppe dar (Bild 1). Die Entwicklung der Verbrauchs- und Verwertungsmengen sowie der Verwertungsquoten graphischer Papiere seit 1994 zeigt Bild 2.

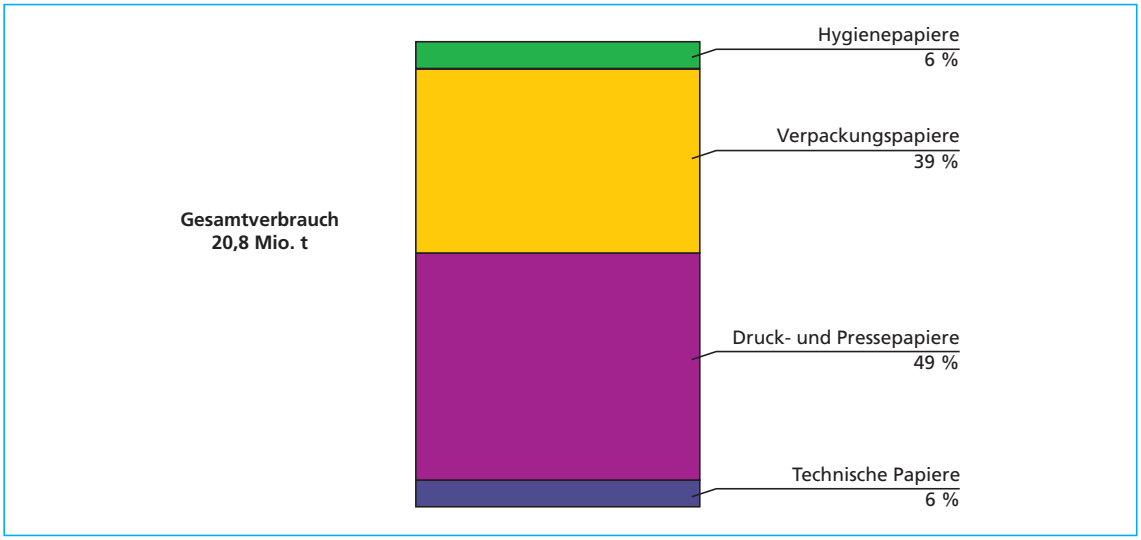


Bild 1: Anteile der Hauptsortengruppen am Papierverbrauch in Deutschland 2006

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Bonn (Hrsg.): Papier 2007 – ein Leistungsbericht

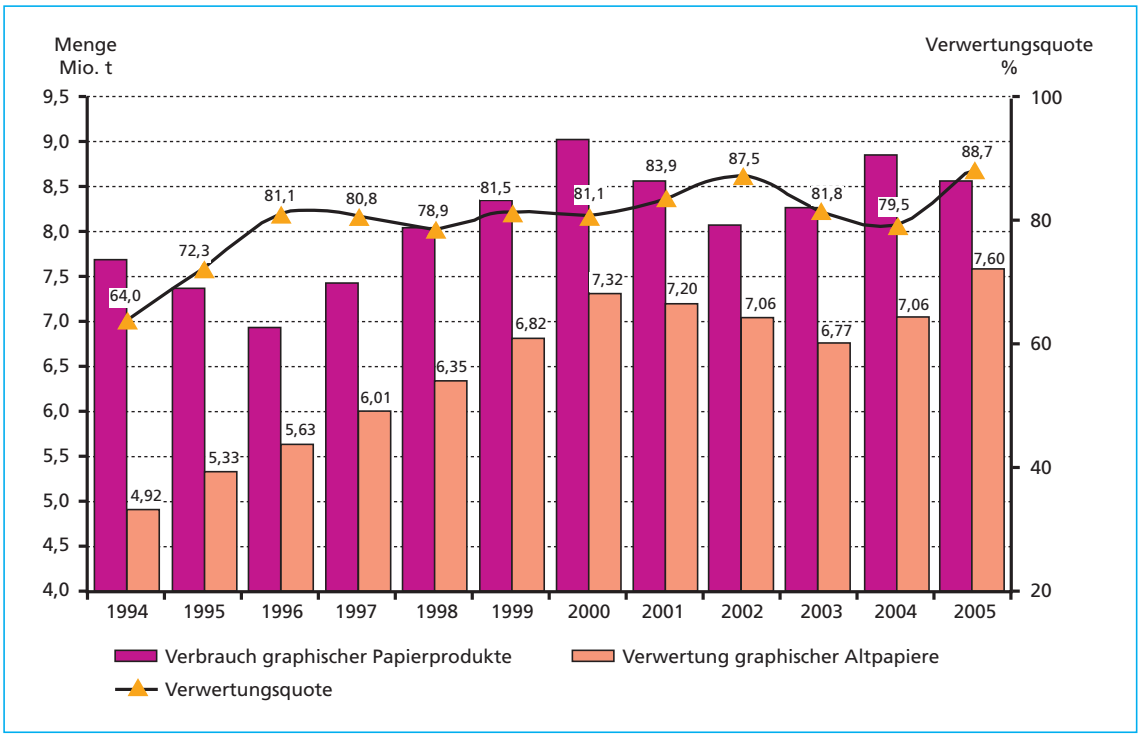


Bild 2: Verwertung grafischer Altpapiere in Deutschland von 1994 bis 2005

Quelle: AGRAPA, UBA, Stand 2005, 2007

Altpapier aus der getrennten Erfassung ist ein bei weiter zunehmender Nachfrage weltweit gehandelter Rohstoff für die Papierindustrie. Große ausländische Nachfrager sind z.B. China und Indien. Die chinesische Papierproduktion hat sich in den letzten vier Jahren verdoppelt. Damit ist China nach den USA der zweitgrößte Papierhersteller. Schätzungsweise 22,4 Millionen Tonnen Altpapier werden alleine nach China exportiert.

Durch Aufbereitung gemischter Restabfälle gewonnenes Altpapier ist für die erneute Herstellung von Papier ungeeignet, kann aber ebenso wie die Sortierreste aus der Altpapieraufbereitung energetisch verwertet werden.

1.1.2. Sortenreine Altkunststoffe

Im Jahr 2005 wurden in Deutschland 4,42 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle erfasst. Kunststoffabfälle werden werkstofflich, rohstofflich und energetisch verwertet. Bei der Verwertung von Kunststoffabfällen sieht die EU-Kommission noch erhebliche Defizite. Weniger als vierzig Prozent der vierzig Millionen Tonnen Kunststoffabfälle, die jährlich in Europa anfallen, würden stofflich oder energetisch verwertet, weil diese Abfälle wirtschaftlich nicht aufzubereiten seien. Der Grund dafür wird in der Struktur der Recyclingwirtschaft gesehen, die in Europa aus kleineren und mittleren Unternehmen bestehe.

1.1.3. Biomasse

Biomassen sind z.B. Holz, Heu, Stroh, Hackschnitzel, Rinden, Mulche, Grünschnitte.

Das Altholzaufkommen betrug im Jahr 2004 rund acht Millionen Tonnen. Die Tendenz ist steigend. Insbesondere wegen der Bestimmungen der seit 01. Juni 2005 in Kraft getretenen Abfallablagerungsverordnung wird Altholz aus Gewerbeabfällen, aus Bau- und Abbruchmaterial sowie aus Sperrmüll aussortiert und aufbereitet. Stofflich wird Altholz z.B. zu Span- und Faserplatten verarbeitet, energetisch wird es hauptsächlich in Biomassekraftwerken verwertet.

1.1.4. Altreifen

In der Europäischen Union fielen im Jahr 2006 nach Angaben der European Tyre & Rubber Manufacturers´ Association (ETRMA) rund 3.230.000 Tonnen Altreifen an. Die Entsorgungskosten werden mit insgesamt 600 Millionen Euro angegeben. Eine Aufstellung der European Association of the Rubber Industry aus dem Jahr 2003 zeigt das Aufkommen und die Entsorgungswege für vierzehn europäische Länder (Tabelle 3). Bei der energetischen Verwertung nehmen Österreich und Deutschland Spitzenstellungen ein.

Tabelle 3: Altreifenaufkommen und -entsorgungswege in Europa in 2003

	Altreifen-aufkommen	Wieder-verwendung	Export	Rund-erneuerung	stoffliche Verwertung	energetische Verwertung	Deponierung/ unbekannt	Verwertungsquote
	t/a	%	%	%	%	%	%	%
Belgien	75.000	0	0	4	34	45	17	83
Dänemark	44.000	0	0	9	75	16	0	100
Deutschland	582.000	4	6	11	19	53	7	93
Finnland	36.000	0	0	4	80	16	0	100
Frankreich	390.000	12	0	14	33	19	22	78
Griechenland	50.000	4	2	4	14	4	72	28
Großbritannien	444.000	11	3	12	39	17	18	82
Irland	16.000	0	0	25	0	0	75	25
Italien	355.000	8	13	14	20	37	8	92
Niederlande[1)]	35.000	0	85	0	15	0	0	100
Österreich	55.000	0	0	0	45	55	0	100
Portugal	61.000	0	0	33	50	17	0	100
Schweden	77.000	1	15	4	35	45	0	100
Spanien	275.000	1	4	14	9	12	60	40
Summe	2.495.000	41	128	148	468	336	279	1.121
Durchschnitt 2003	2.495.000	6	6	12	28	30	18	82

[1)] nur Pkw-Reifen

Quelle: BLIC-European Association of the Rubber Industry, Avenue des arts 2 box 12, B-1210 Brüssel, Tel. 0032/2/2184940, Fax 0032/2/2186162, E-Mail: info@blic.be

zitiert in: Euwid (2004), Nr. 51, S. 2

Die Zusammensetzung der Altreifen unterscheidet sich nach ihrem Einsatzzweck – PKW oder LKW, Sommer- oder Winterreifen – und nach den Herstellern. Ein PKW-Reifen besteht durchschnittlich aus etwa 48 % Kautschuk, 23 % Ruß, 18 % Stahl, 8 % Zuschlagstoffen und 3 % Textilien. Wesentlich für die energetische Verwertung sind die Gehalte an Schwefel und Zinkoxid.

Wurden 2003 in Europa noch rund 18 Prozent der Altreifen deponiert, waren es in 2006 nur noch 13 Prozent. In Deutschland dürfen Altreifen seit dem 1. Juni 2005 nicht mehr deponiert werden.

Im Jahr 2006 fielen nach Angaben der Gesellschaft für Altgummi-Verwertungs-Systeme (GAVS) in der Bundesrepublik Deutschland 596.000 Tonnen Altreifen zur Entsorgung an. Die Altreifen wurden zu 98 Prozent verwertet, lediglich für 11.000 Tonnen konnten keine Entsorgungswege ermittelt werden.

Die Wiederverwendung im In- und Ausland und die Weiterverwendung von Altreifen als Karkassen für die Runderneuerung, in Hafenanlagen und in der Landwirtschaft lagen bei 125.000 Tonnen. Etwa 50.000 Tonnen Altreifen wurden aus Deutschland ins Ausland exportiert und dort weiter gefahren.

Aus Altreifen wurden 139.000 Tonnen Granulate und Gummimehl hergestellt.

Mehr als die Hälfte der Altreifen wurde energetisch verwertet, und zwar 288.000 Tonnen in Zementwerken; zur energetischen Verwertung wurden 33.000 Tonnen Altreifen exportiert. Das bedeutet, dass im Jahr 2006 insgesamt rund 54 Prozent energetisch verwertet wurden. Altreifen können nicht nur in Zementwerken, sondern auch in Elektro-Stahlwerken als Ersatz für Kohle verwertet werden; dies geschieht versuchsweise bereits in Belgien und Frankreich, wo etwa 7.000 Tonnen eingesetzt wurden.

1.2. Mischstoffströme

Mischstoffströme werden thermisch behandelt oder aufbereitet, um zumindest einen Teil der Bestandteile stofflich oder energetisch zu verwerten. Mischabfälle sind z.B.

- Restabfälle aus Haushalten,
- hausmüllähnliche Gewerbeabfälle,
- Sperrmüll,
- gemischte Gewerbeabfälle,
- gemischte Verpackungsabfälle, einschließlich der Leichtverpackungen aus den Dualen Systemen,
- Altfahrzeuge,
- Shredderleichtfraktionen,
- Ersatzbrennstoffe, die durch Aufbereitung aus Mischabfällen gewonnen werden,

- Bau- und Abbruchabfälle,
- biologisch abbaubare organische Abfälle, z.B. Bioabfälle und Grünschnitt,
- einige gefährliche Abfälle.

1.2.1. Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle

Das Aufkommen lag 2004 bei etwa 19,7 Millionen. Etwa zwei Drittel wurden verbrannt, ein Drittel wurde mechanisch(-biologisch) mit dem Ziel der Abtrennung einer oder mehrerer heizwertangereicherter Fraktionen unterschiedlicher Qualität behandelt. Die heizwertangereicherten Fraktionen wurden entweder als Ersatzbrennstoff energetisch verwertet oder in Abfallverbrennungsanlagen thermisch behandelt. Bei den mechanisch(-biologischen) Restabfallbehandlungsanlagen werden Stabilisierungs- und Stoffstromtrennverfahren – siehe Kapitel 2 – unterschieden.

- Mit *Stabilisierungsverfahren* werden annähernd alle organischen Bestandteile des Restabfalls in eine der heizwertangereicherten Fraktionen übergeführt.
- Mit *Stoffstromtrennverfahren* werden ebenfalls heizwertangereicherte Stoffströme erzeugt, die entweder energetisch verwertet oder thermisch behandelt werden. Ein größerer Teil der brennbaren Bestandteile verbleibt im Unterschied zu den Stabilisierungsverfahren in der heizwertabgereicherten Fraktion, die daher vor der Ablagerung anaerob und/oder aerob behandelt werden muss, damit die Grenzwerte der Abfallablagerungsverordnung erreicht werden.

Innerhalb beider Verfahrenstypen gibt es zahlreiche Varianten, die sich zum Teil erheblich unterscheiden (siehe Kapitel 2.).

1.2.2. Bioabfälle

Als *Bioabfälle* werden unterschiedliche Abfallarten bezeichnet. Haushaltsnah wird in weiten Teilen Deutschlands Biomüll getrennt erfasst und hauptsächlich kompostiert. Der größte Teil der Bioabfälle bleibt weiterhin im Restabfall, obwohl es erhebliche Anstrengungen gibt, die Bioabfallmengen im Restabfall zu reduzieren.

Wegen der häufig fehlenden Akzeptanz des aus Bioabfall gewonnenen Komposts und wegen der Möglichkeit der Herstellung von Biogas zur energetischen Verwertung wird zunehmend der Weg in Vergärungsanlagen in Kombination mit Blockheizkraftwerken, mit denen Wärme und Strom gewonnen wird, propagiert. Größere Erfolge dieses Entsorgungswegs sind noch nicht bekannt. Es wird darauf zu achten sein, dass die bei der Einführung der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung gemachten Fehler nicht wiederholt werden (siehe hierzu Kapitel 2.6.).

Bioabfälle können auch zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen aufbereitet werden (z.B. [15]).

1.2.3. Sperrmüll

Im Jahr 2004 fielen 2,59 Millionen Tonnen Sperrmüll an. Bild 3 zeigt eine beispielhafte Sperrmüllzusammensetzung. Seit dem 1. Juni 2005 wird Sperrmüll vor der Ablagerung so aufbereitet, dass Altholz, Metallschrotte und Kunststoffe abgetrennt und verwertet werden. Ein Teil der brennbaren Bestandteile wird als Ersatzbrennstoff in Abfallverbrennungsanlagen oder Ersatzbrennstoffkraftwerken, ein Teil in Biomassekraftwerken verwertet.

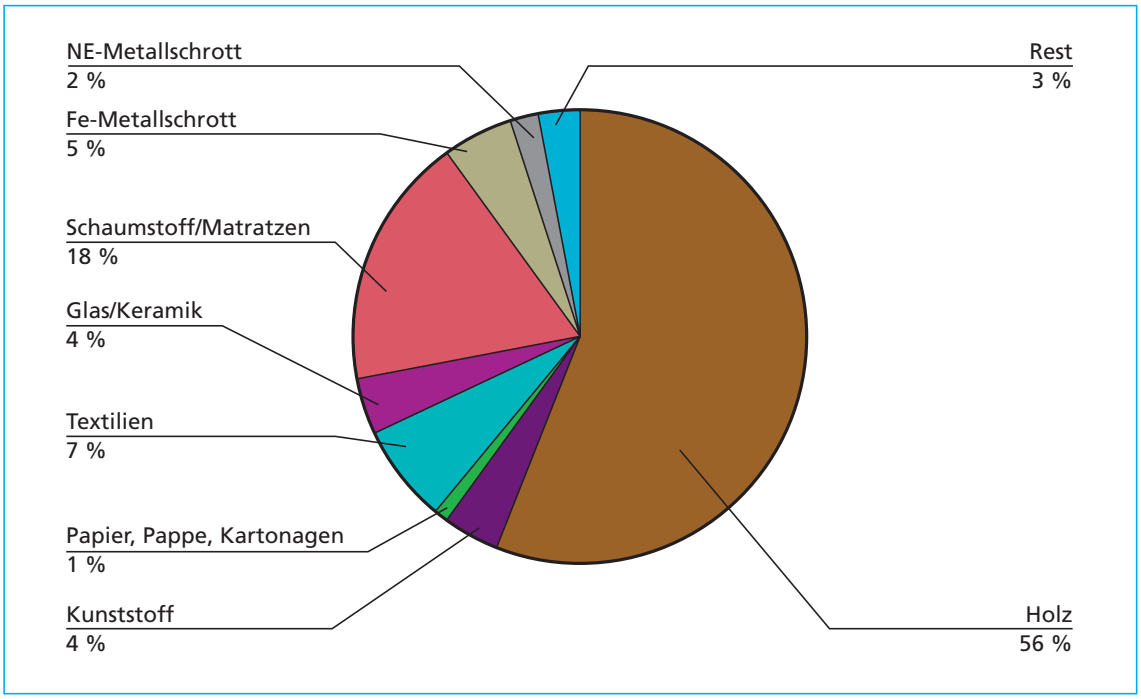


Bild 3: Ergebnisse von Untersuchungen des Lehrstuhls für Aufbereitung und Recycling fester Abfallstoffe der RWTH Aachen zur Sperrmüllzusammensetzung (Die Hochrechnung auf das gesamte Sperrmüllaufkommen in Deutschland ist nicht zulässig.)

Quelle: Gillner, R.; Pretz, T.: Produktion von Biomasse aus kommunalem Sperrmüll. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2007, S. 162

1.2.4. Verpackungen

Der Verbrauch an Verpackungen betrug in Deutschland 2005 insgesamt 15,5 Millionen Tonnen. Die größten Anteile machten die Verpackungsmaterialien

- Papier/Pappe mit 6,7 Millionen Tonnen,
- Glas mit 2,9 Millionen Tonnen,
- Kunststoffe mit 2,4 Millionen Tonnen und
- Holz/Kork ebenfalls mit 2,4 Millionen Tonnen

aus (Tabelle 4).

Schlagwortverzeichnis

A

A-TEC-Gruppe 59

ABB 458

Abbruchholz 119

Abfall
-aufkommen 4
-behandlung
mechanisch-biologische 26, 59, 98, 554
-behandlungsanlagen
Akzeptanz 186
-bunker 593
-entsorgung 3
-rahmenrichtlinie
Novellierung 78
-verbrennung
Anteil an den Gesamtemissionen 188
Beitrag zum Klimaschutz 112
Emissionsentwicklung 186
Minimierung der Reststoffmengen 212
Spannungsfeld zwischen
Energie- und Entsorgungsmarkt 101
-verbrennungsanlagen 40
Energiegewinnung in Deutschland 105
in Österreich 554
Kostenstruktur 357
Preisgestaltung 59
-verbrennungskapazitäten 92, 117
Entwicklung 109
Tendenzen und Prognosen 109
Überkapazität 90
-verwertung und Abfallbeseitigung
Abgrenzung 79

Abgas
-aufwärmung 289, 312, 318, 345
Leistungsbedarf 319
-behandlung
Additiveinsatz
Minimierung 211
energetische Optimierung 223
HOK- und reststofffreie 185
mit Restwärmenutzung 209
neue Anforderungen
nach 37. BImSchV 153
Reststoffe 200
Umrüstung 228
-geschwindigkeiten
in Konvektionsheizflächenbündeln 402
-katalyse
multifunktionale 203
-temperaturmesssystem
akustisches (agam) 284
-verweilzeit 399
-weg 399
-zerlegung
zur Produktion
von technischen Gasen 213

Abrasion 558

Abreinigung
der Wärmeaustauscherflächen 362, 372

Absalzung 260

Abschlämmen 260

Abschottungen
im Rauchgasweg 386

Abzehrungsraten 385

Additive
als chemischer Korrosionsschutz 521

Additiveinsatz
Minimierung 211

AE&E Inova GmbH 392

AE&E Environment AG 59

agam 283

AGFW-Richtlinie FW 308 252

Aktivitätsüberwachung
des Katalysators 328

Akzeptanz
von Abfallverbrennungsanlagen 185

Alaune 316

Alkalichloride
Online-Bestimmung im Rauchgas 530

Alkalichloridkonzentration
Einfluss der Chlorout-Eindüsung 532

Alloy 625 366

Altholz 119
Elementarzusammensetzung 561

Altpapier 7

Altreifen 9

Ammoniak 276
-schlupf 174, 195, 276, 290, 296, 313, 350
-wasser
Sicherheitsvorkehrungen
bei der Lagerung 279
-wasserlager 345

Ammonium
-hydrogensulfat 290, 344, 345
-salzbildung 586
-salze 290, 301
-sulfat 204, 529
-sulfatkondensationen 322
-sulfatverblockung 204

Anbackungen
an Konvektionsheizflächen 405

Anfahren
aus dem kalten Zustand 363

Anlagenauslastung 110

Anlagenbau
Anstieg der Lieferzeiten und Beschaffungspreise 388
Neuordnung des Marktes 55

Anlagenbau-Unternehmen
für Abfallverbrennungsanlagen 56
Anlagenverbund 108
Anlagenverfügbarkeit 131, 353
Annahmekontrolle 362
Ansätze
verschlackte 372
Aquaroll-Verfahren 582
Arbeitsverfügbarkeit 356
Ascheverhalten 558
Aschewäsche 202, 211
Atemwegserkrankungen
durch Ozon 167
Auftragsschweißung
siehe Schweißplattierung
Ausfallverbund 75

B

Baustellenplattierung 540
Beläge 365
Abreinigung 362, 372
Online-Reinigung 372
Belagsbildung
Reduktion durch das
Chlorout-Verfahren 534
Belagszusammensetzung
Einfluss des Chlorout-Verfahrens 536
bench-Reaktor 299
Bergbauversatz 200
von Sonderabfällen 201
Berliner Stadtreinigungsbetriebe 69
Beschaffung
von Ersatz- und Verschleißteilen 388
Beschickung 130
Beschickungssystem
Schichthöhenregler 393
BET
-Bestimmung 299
-Wert 299
Betone
fließfähige 371
Betriebsmittelkosten 346
BICAR 232, 265
Aufmahlung 266
BImSchV, 17.
Halbierung der Grenzwerte 228
BImSchV, 37. 156
Biogasanlage
diffuse Methanemissionen 186
BKB Aktiengesellschaft 101, 591
BKB-Anlagenverbund 102
Blei-Katalysatorinhibierung 205
Brandschäden an Katalysatoren 323
Ursachen und Gegenmaßnahmen 324
Brennkammer
Volumenbelastung 398
Brennkammerausmauerung 398
Brennstoff-NO 313
Brennstoff
-ausnutzungsgrad 252
-qualität
Schwankungen 362
-verfügbarkeit 360
-zusammensetzung
vorausschauende Betrachtung 360
bring-or-pay-Regelungen 111
BSR 69
Bunker 593
Bunkermanagement 362, 602
BVA-NL 596
Bypassbetrieb 325

C

CAFE-Programm 154
CDAS-System 75
CFD-Simulation 375, 452
Chlorout-Lösung 529
Chlorout-Verfahren 529
Circoclean-Verfahren 604
Cladding
siehe Schweißplattierung
Clausius-Rankine-Prozess 257
CMT-Verfahren 542
CO_2
globale Speicherpotentiale 214
stoffliche Verwertung 212
-Abscheidung in der Kohleverbrennung
verschiedene Technologiekonzepte 213
-Berechnung 481
-Emission
spezifische 503
-freie Kraftwerkskonzepte
Wirkungsgradverluste und
CO_2-Abscheidegrade 214
-Reduzierung
Beitrag der Abfallwirtschaft 113
-Sequestrierung 216
-Vermeidung 481
computational fluid dynamics 375, 452
Corrosion Monitoring
in den ersten beiden Betriebsjahren 512

D

Dampf
-bläser 372
-eigenverbräuche der MVA
Optimierung 261
-erzeuger 130
-kreisprozess 257
-turbine 262, 473
-turbosätze 473
De-Novo-Synthese 318, 350
Defuzzyfizierung 417
DeNOx
siehe Entstickung
Deponie
-gas 71
-gasemissionen 112
Deponierung 481
Deponieverordnung (A) 553
Dinatriumtetrasulfid 225
Dioxine 190, 312, 318
De-Novo-Syntese 318, 350
Emissionen deutscher MVA seit 1980 191
Emissionsquellen
in Deutschland 1990 bis 2000 191
Vorläufer 190
Zerstörung
im Katalysator 207, 350
Doppelbrennerschweißverfahren 542
Dow Deutschland GmbH & Co. OHG 212
DSD
Umsatzkurve 1990 bis 2008 86
Durchflussregelung 465
Durchsatzsteigerung in MVA
durch hybride Feuerleistungsregelung 411

E

E.ON Energie AG 101
E.ON Energy from Waste AG 102
EBITDA 87
EBS-Kraftwerke 49, 107, 125
Abgasreinigungsverfahren 133
Auslegung 129
Kapazitäten 92, 94
Kapazitätsentwicklung 110
Konzeption 129
Projekte der ersten Generation 119
Projekte der zweiten Generation 122
Projektsterben 122
Standorte 94
Wirtschaftlichkeit 131
EBS-KW
Hafen (Bremen) 148
Lenzing 556
Economizer
externer 595, 597
Edelmetallrecycling 211
EEG 119
Effizienzsteigerung 509
Eigenbedarf
elektrischer 270
Einrüstung
des Kessels 406
Einschmelzverfahren 201
Elektrosysteme
optimierte Auslegung und Selektion 457
Elementarzusammensetzung
verschiedener Abfallbrennstoffe 561
Emissionsentwicklung
von Abfallverbrennungsanlagen 186
Emissionsgrenzwerte
der TA Luft und 17. BImSchV
Entwicklung seit 1974 188
Emissionshöchstmengen
nationale 157
für SO_2, NO_x, NMVOC und NH_3 189
Energie
-Äquivalent-Werte 248
-abgabe 357
-beschaffung 118
-effizienz 79, 106, 127, 132, 481, 497, 510
contra Korrosion 511
mit neuen Turbinen 473
Steigerung 354, 457
-kennzahlen 248
-kosten 119
-markt 103
-mix
in Deutschland 103
-rückgewinnung 481
-verluste 457
-wirtschaft 103
Entnahmekondensationsturbine 262, 596
Entschwadungs-Kondensator 211
Entsorgungsmarkt 108
Entstaubung 207
Entstickung
auf 100 mg/Nm³ NO_x
Kostenbetrachtung 349
DeNOx-Varianten
Betriebsmittelkosten 348
Betriebsmittelverbräuche 347
Instandhaltungskosten 348
Investitionskosten 346
Jahresgesamtkosten 349
Wirkung des Chlorout-Verfahrens 534

Erosion 366, 402
Ersatzbrennstoffe
in der Zementindustrie 173
Ersatzbrennstoff-Kraftwerke
siehe EBS-Kraftwerke
Ersatzteilversorgung 361
Exergie 481, 500
Exergieeffizienz 500

F

Fallnahtposition 545
Falschlufteinbrüche 228, 404
Farbeindringverfahren 546
Feinstaub 198
Gesamtemissionen
Anteile der Quellgruppen 199
Fernkälte 567
Fernwärme 493, 528
Feuerfestmaterial
Anforderungen 368
Feuerfestzustellung 132, 368, 399
regelmäßige Fugenpflege 386
Verschleiß 363
Feuerführung 404
Feuerraumgestaltung 404
Feuerungsleistungsdiagramme 430
Feuerungsleistungsregelung 362, 430, 450
auf Korrosionsminderung optimierte Regelung 521
Einfluss auf Dioxinemissionen 190
hybride 411
mit PID-Regler 438
Modernisierung hinsichtlich Steigerung der Anlageneffizienz und -verfügbarkeit 427
Filterstäube 201
FISIA Babcock 61
Flammen
wassergekühlte 173
Fließbettkühler
externer 558
Flugasche 201
dioxinarme 207
Entsorgungspreise 201
Korngrößenverteilung 208
Salz- und Schwermetallauswaschung 211
stoffliches Recycling 212
Waschung 202
Flugstaubbeläge 365
FLUWA-Verfahren 202
Footprintturbine 476
Formsteine 371
Fourier Transform Infrared Spectroscopy 530
Frequenzumrichter 463
Frischdampfeigenbedarf
Einsparpotentiale 262
FTIR-Messung 531
Furane 190, 312, 318
Fuzzy-Regler 412, 436
Fuzzy-Technologie 412
Fuzzyfizierung 417

G

Gaspreis 119
Entwicklung (2005 bis 2006) 121
Gastemperaturmesssysteme
akustische 283
Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt 428
Göteborg-Protokoll 165

H

Halbe 17. BImSchV 228
Hardoxverkleidung
im Aufgabetrichter und Schurrenbereich 393
Harnstoff 276
Hausmüllverbrennung
Überkapazität 90
Havarielager 74
HBE 141
Heizflächen
Austauschkonzepte 406
Online-Reinigung 372
Vergleich verschiedener Schaltungen im Korrosionsdiagramm 399
Verschmutzungsneigung 400
Heizwertschwankungen 411
High-Dust-Schaltung 315
mit vorgeschaltetem E-Filter 317
ohne vorgeschalteten E-Filter 317
Hilfsgreifer am Aufgabetrichter 394
hinterlüftete Platten 371
Hochleistungswäsche 210
Hochtemperaturkatalysatoren 313
Holding Bremer Entsorgung 141
Hybrid-Regler 414

I

IACM-Messung 530
Industrie
-dampfturbinen 474
-kraftwerk 118
-unternehmen
energieintensive 118
Insitu Alkali Chloride Measurement 530
Instandhaltung 361
ereignisorientierte 361
vorbeugende 361
zustandsorientierte und/oder
zeitorientierte 361
Ionisation von Quecksilber 206

J

Japan 63
Technologien für die
thermische Abfallbehandlung 64

K

K+S Kali GmbH 106
Kaltstart 363
Kapazitäten
thermische 90, 109, 117
Kapazitätserhöhung
der Verbrennungslinien 358, 601
Katalysator zur NO_x-Minderung 295, 325
Absenkung der Betriebstemperaturen 312
Aktivität 299, 328
Temperaturabhängigkeit 300
Aktivitätsverhalten 304
Alterung 307
Ausnutzung von Alterungsreserven 306
Betriebserfahrungen 311
Bleivergiftung 317
Brand 312, 322
Oberfläche 298
Regeneration 307
Vergiftungen 204, 318
Verlust an Aktivität 303
Verschmutzung 344
Verstopfungen 302
Wäsche 345
Kennzahlen
thermodynamische 255
Kessel
-geometrie 375
-konzept 398
-laugen 260
-reinigungssysteme 133
-rohre, Schutz
durch Feuerfestauskleidung 368
durch metallische Werkstoffe 366
-verschmutzung 558
Klärschlamm
Elementarzusammensetzung 561
Klimafaktor 79
Klimaschutz
Beitrag der Abfallverbrennung 112
Klinkerproduktion
in Deutschland 1998 bis 2006 180
Klopfersysteme 372
Kondensation
von Ammoniumsulfat 322
Konvektionsheizflächen 405
wandnahe Bypassströmungen 405
Konvektionsheizflächenbündel
Breitenteilung 401
Korrosion 360, 364, 558, 509, 528
Abzehrungsraten 385
Beeinflussbarkeit 510
durch Salzschmelzen 365
korrosionsinhibierende Stoffe 517
systematische Beobachtung 510
Korrosions
-Früherkennung 509
-dynamik 511
-mechanismen 365
-minderung 509
mit dem Chlorout-Verfahren 527
-potential
einer Heizfläche 399
-prozesse 365
-schutz 133, 539
betrieblicher 517, 518
chemischer 518, 521
werkstofflicher 518, 523
-schutzschichten
keramische und/oder metallische 512
Kraft-Wärme-Kopplung 106
Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
Zertifizierung 251
Kraftwerk
Hafen 145
Hastedt 145
Mittelsbüren 145
Kraftwerkskonzepte
CO_2-freie 214
Kreislaufwirtschaft

Entwicklung 83
Kreislaufwirtschaftsbranche
Insolvenzen 86
Konsolidierungswellen 86
Kreisprozesse 255
KRV 562
Künstliche Neuronale Netze 437
Kunststoffreste
hochkalorische mit hohem PVC-Anteil 212
KWK-Anlagen
Zertifizierung 251
KWK-Modernisierungsgesetz 251
KWK-Stromkennzahl 252

L

LAB 264
Lastschwankungen 362
Leittechnik 443
Lentjes GmbH 60
Lenzing AG 556
Lepolöfen 176
Low-Dust-Schaltung
Vorteile 318
Low-NO_x-Brenner 173
Luft
-führung 444
-qualität
in der EU und Deutschland 153
-qualitätsanforderungen
Verordnung zur Absicherung (37. BImSchV) 156
-vorwärmung 261, 403

M

Markt
für den Anlagenbau 55
Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik 59
Massenabfalldeponie 554
Materialabzehrungen
Ursachen 365
MBA-Anlagen 26, 59, 98, 554
Zukunftsaussichten 98
Metallchloride 365
Methanemissionen
aus Deponien 71
von Biogasanlagen 186
Mikroporenkondensation 306
von Ammoniumhydrogensulfat 302
Mischerscheiben 297
Mittelkalorik 136
Mittelkalorik-Kraftwerk (MKK) 148
Mitverbrennung 127, 554
in Kohlekraftwerken 50
in Zementwerken 50, 175
Mitverbrennungsanlagen
Kapazitäten 92
Standorte 94
Modellprädiktive/Modellbasierte Regler 437
Montagekrane 581
Motoren
europäisches Effizienz-Klassifizierungsschema 462
für Pumpen und Gebläse 461
Leerlauf- und Lastverluste 461
MPS-Anlagen 74
Müllverwertung Borsigstraße 527
Multi-Venturi-System 210
Multizyklon 558
MVA 431
Arnoldstein 562
Basel 317
Bielefeld-Herford 473
Borsigstraße 527
Bremen 147
Delfzijl 591
Frankfurt 599
Issy-les-Moulineaux 573
Kassel 223
Leudelange (L) 322
Leverkusen 413
Mannheim 125
Oberhausen 289
Pfaffenau 565
Ruhleben 75
Schwandorf 318, 320
Schweinfurt 427
Stapelfeld 473
Würzburg 317

siehe auch Abfallverbrennungsanlagen
MVA versus EBS-Kraftwerk 127
MVB 527
MVV O&M GmbH 125

N

Na_2S_4-Eindüsung 225
Natriumhydrogencarbonat 597
NEC

-Richtlinie 165, 167, 188
-Schadstoffe
Entwicklung seit 1990 189
-Verordnung
Entwurf 170
Netze
Neuronale 437
Netzgebühren
Anteil an den Stromkosten 357
Netzplan 383
Neuronale Netze 437
NEUTREC-Verfahren 232
mit Wärmerückgewinnung 235
NextGenBioWaste 529
NH_3-Schlupf 174, 195, 276, 290, 296, 313, 350
Nichtverfügbarkeit 354
Nickelbasislegierungen 523
NID-Verfahren 232
Niedertemperaturkatalysator 585
Regenerationsbrenner 586
NO-Verbindungen 312
NO_x 195, 313
Reingas-Werte 161, 586
Rohgas-Werte 195
Verdacht auf
krebserzeugende Wirkung 165
-Abscheidung
mit Harnstoff im Vergleich zu Ammoniakwasser 278
-Bildung
chemische Grundlagen 312
-Emissionen
der Abfallverbrennungsanlagen
mit SCR- und SNCR-Technik 161
der Stromerzeugung 155
der Zementindustrie
nach Regionen 178
des Straßenverkehrs 155
globale Aufteilung auf die
Verursacher 196
-Emissionsentwicklung
nach Emissionsbereichen 170
-Emissionsgrenzwerte
der 37. BImSchV (Entwurf) 157
-Emissionsprognose
Zementindustrie 168
-Grenzwertverschärfungen 156, 170
-Konzentration
in der Umgebungsluft 2006 169
WHO-Schutzwert 168
-Minderung 165, 276, 315
in Deutschland 167
in der Zementindustrie 165
Nullemission 186
Nullemissions-Abgasreinigungskonzept
modulares 187

O

Online-Reinigung
der Heizflächen 372
Österreich
Abfallverbrennungskapazitäten
Stand 2007 555
Prognose für 2012 556
neue Abfallverbrennungsanlagen 553
OXYCOAL-AC Prozess 215
OxyFuel
Versuchsanlage Jänschwalde 213
OxyFuel Combustion Capture 213
Ozonbelastung 166

P

Packstoffe
Elementarzusammensetzung 561
Palfinger 393
Papierindustrie
Abfälle 17
Paris 573
PCDD/F
siehe Dioxine und *Furane*
Pfadtemperatur 284
PID-Regler 436
Plattenkatalysatoren 204
PM10 198
PM2,5 198
Post-Combustion Capture 213
Präkursoren 190
Pre-Combustion Capture 213
Primärluft 130
-versorgung 403
Projekt
Definition 382
-leitung 382
Promptes NO 313
Pumpensteuerungen 465
PVC
in der Müllverbrennung 193
Pyrolysegase 325

Q

Quasitrockenverfahren 134
Quecksilber
  Ionisation 206
  Verzicht in der Produktion 193
  -abscheidung 225, 241
  -emissionen
    insgesamt und aus deutschen MVA 195
  -gehalt im Abfall
    Entwicklung seit 1980 194
  -shift 206

R

R1-Formel 499
R1-Nachweis 248
Rauchgas
  siehe Abgas
Rechengut
  Elementarzusammensetzung 561
Recladding 367
Recycling 483
Reduktion
  selektive katalytische mit Ammoniak
    Chemismus 313
Regelgüte 446
Regelungs
  -grundlagen 434
  -systeme 436, 443
  -technik
    Fuzzy 413
    modellbasierte 413
Regenerationsbrenner 586
Regler 434
Reingas-SCR
  Wiederaufheizung des Abgases
    312, 318, 345
Reisezeit
  Definition 355, 402
  Maßnahmen zur Verlängerung 353, 402
Rejecte
  Elementarzusammensetzung 561
REMONDIS AG & Co. KG 83
Reststoffmengen aus MVA
  Minimierung 212
Revision
  Instrumente
    zur optimalen Gestaltung 383
Revisions
  -arbeiten
    parallele Abwicklung 386
  -team 383
  -terminplan 383
  -zeit 354
Rohgas-SCR 344
Rohrreißer 528
Roste
  Austauschkonzept 408
Rostfeuerung 392
  wassergekühlte 374, 582, 592
Rosthydrauliksystem
  condition monitoring 397
Roststäbe
  eingebaute Temperaturmessungen 397
  thermische Belastung 374
Roststabverschleiß 397
Rostzonen 130
Rotationszerstäuber 135
Rückschubrost 562
Rückstände aus MVA
  Einschmelzverfahren 201
  Minimierung der Mengen 212
Rußbläser 373
RVL Lenzing 556

S

Salzsäuregewinnung
  aus der Abgasreinigung
    MVA´s in Deutschland 211
Sanierungsplattierung 543
SAR Elektronic GmbH 453
Sauerstoffregelung 445
Schadstoffabscheideleistung 127
Schallreinigung 372
Scheinverwertung 117
Schichthöhenregelung
  bei der Müllaufgabe 397, 445
Schlackenqualität 563
Schlupfkatalysator 205
Schmiermassen
  SiC-basierte 371
Schurrenbereich
  Hardoxverkleidung 394
schwarz-schwarz Verbindung 547

Schweißplattierung 366, 523, 542
einlagige 544
einlagig/zweilagige 544
zweilagige 544
auf der Baustelle 540
Einflussgrößen auf die Qualität 540
Eisenaufmischung 546
Erst- oder Neuplattierung 542
Geometrien des Lagenaufbaus 543
in Fallnahtposition 545
mechanische Verformungen der Membranwände 540
praktische Anwendungen 539
Schrumpfprozess von Membranwänden 541
spezifische Kosten 367
Werksplattierung 540
Schweiß
-techniken 543
-verfahren 523, 542
automatisierte 367
-zusatz 366
Schwermetalle 197
SCR
Betriebskosten 289
High-dust-Schaltung 174
in Zementwerken 174
Investitionskosten 289, 346
Schaltungsvarianten 204, 315
Wiederaufheizung der Abgase 289, 312, 318, 345
-Technik 174, 295
-Verfahren 341
erreichbare NO_x-Reingaswerte 287
Grundlagen 296
Sekundärluft 130
Shredderleichtfraktion 22
SiC-Werkstoffe 368
Siedlungsabfall 483
Siemens AG 473
Siemens Power Generation 413
SNCR
Betriebskosten 289
Eindüslanzen 284
Investitionskosten 289, 346
NO_x/NH_3-optimierter Betrieb mit Ammoniakwasser 283
Optimierung mit akustischer Temperaturmessung 283
Standardanlage mit Harnstofflösung 281
-Technik 344
in der Zementindustrie 174
-Verfahren 341, 529
Hemmnisse 315
noch Stand der Technik? 275
Sonderabfallverbrennung
Überkapazitäten 88
Verbrennungspreise 88
Sorptionsverfahren
zweistufiges 597
Sortier- und Recyclinganlage Isséane 576
SOTEC GmbH 382
Sperrmüll 12
SPPA-P3000 Hybrid-Regelkonzept 413
Sprengreinigung 373
Spritzbeschichtung
thermische 367, 523
Spritzverfahren 523
Sprühabsorber
Korrosionserscheinungen 228
Sprühabsorption
mit Wärmerückgewinnung 234
Stabilisierungsanlagen
mechanisch-physikalische 74
Standardkessel 62
Standzeit
Definition 355
Möglichkeiten zur Verlängerung 402
Standzeit-Garantien (typische)
für verschiedene MVA-Komponenten 356
Staubabscheider
Fraktionsabscheidegrade 208
Staubgehalt
im Rohgas einer MVA 207
Steuerungshardware 428
Stickoxide
siehe NO_x
Stillstände
geplante 382, 385
ungeplante 384, 388
Kostenauswirkung 359
Maßnahmen zur Reduzierung 381
Stillstandszeiten bei MVA 354
Vermeidung und Verkürzung der geplanten und ungeplanten Stillstandszeiten 381
Möglichkeiten des Anlagenbaus 391
verfahrenstechnische und konstruktive Maßnahmen 392
Stöchiometriefaktor 134
Strahlungszüge 404
Strähnenbildung 402
Strom aus Abfall 105
Stromerzeugung
aus alternativen Energieträgern in Deutschland 104
Energiemix in Deutschland 103
Stromkennzahl

des KWK-Prozesses 252
arbeitsbezogene
typische Bereiche 254
leistungsbezogene
Obergrenze 252
Strompreis 119
Entwicklung (2003 bis 2006) 121
Strömungssimulation 375
strömungstechnische Auslegung 375
Sulfatisierung
der Aschen 558
der Chloride 365
Super-Lift-Raupenkran 581
swb Erzeugung 144
swb-Gruppe 141
SYCTOM 574
Syncom-Verfahren 201, 562

T

Tail-End-SCR 204
Temperaturmessung
akustische (agam) 285
Temperaturschieflagen 282
Thematische Strategie 153
Kosten der Umsetzung 155
thermisches Spritzen 367, 523
thermisches NO 313
ThyssenKrupp Xervon 62
Tieftemperaturkatalysatoren 313
TOC 554
Transformatoren
Verlustleistungen 459
Treibhaus
-effekt 112
-gase 482
Verringerung 112
Trockensorption 133, 585
konditionierte 75, 232, 597
Turbinen 473
Turbinenumbau 475
Turbosätze 474

U

Überdüngung
von Ökosystemen 167
Überhitzer 528
Verringerung der Korrosionsneigung 400
Überhitzerheizflächen
Teilungen 400
Überkapazität
im Hausmüll- und Sonderabfallverbrennungsmarkt 83, 90
Uhlig Rohrbogen GmbH 542
Umkehrreaktor 597
Umweltpolitik 83
Umweltqualitätscharta 576

V

variable frequency drive (VFD) 464
Vattenfall 529
Vattenfall Europe New Energy GmbH 117
Ventile 467
Verbrennung
gestufte 173
Verbrennungs
-kapazität
Steigerung 358, 601
-luft
sauerstoffangereicherte 563
Vorwärmung 261, 403
-markt 83
-system
konstruktive Gestaltung 393
-temperatur
Absenkung 133
Verfügbarkeit 131
Definition 353
Nachweis 354
Maßnahmen zur Steigerung 358, 361, 392
Vergasungstechnik 63
Vergiftung der Katalysatoren 204, 318
Verpackungsabfälle 12
Versatzverordnung 200
Versauerung
von Wäldern 166
Verschlackung 132, 364
Verschmutzung 364
der Kesselheizflächen 355, 399
Verschmutzungs
-neigung
von Konvektionsheizflächen 400
-verhalten 133
Versinterungs- oder Einschmelzverfahren
für Flugstäube 201
Vertrimmung 440
Verwertung 481
rohstoffliche 85
werkstoffliche 85
Verwertungs-Zentrum

Isséane 573
VFD 464
Viskosefaserherstellung 556
von Roll Inova AG 59, 576
Vorschubroste 428, 567, 584

W

Wabenkatalysatoren 204, 297
Wandstärkemessungen 385
Wärmeauskopplung
aus drei Druckebenen 596
Wärmeverschiebungssystem 269
Wartung und Reparatur 361
Kostenaufteilung
auf Anlagengruppen 358
spezifische Kosen 357
Wäscher 134
Wasser-Dampf-Kreislauf
Optimierung 258, 260
Wasserlanzenbläser 372, 373
Waste-to-Energy (WtE) 481
weiß-weiß Verbindung 547
Weißklinkerherstellung 176
Werksplattierung 540
Warm- und Kaltrichten 541
Wiederaufheizung
des Abgases 289, 312, 318, 345
Leistungsbedarf 319
Wien 565
Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft m.b.H. 565
Windkraft 105
Wirbelschichtanlage
Brennstoffeintrag 560
zirkulierende 557
Wirkungsgrad 252
elektrischer 492
Steigerung 259, 263
Wirkungsgrade
Kennzahlen zur Bestimmung 247

Z

ZECOTECH 186
Zeitverfügbarkeit 356
Zementwerke
Abfallverbrennungsquoten (genehmigte)
der deutschen Zementwerke 175
Ersatzbrennstoffe 173
Mitverbrennung 175
neue Grenzwertanforderungen 172
NO_x-Emissionsbeitrag 177
NO_x-Emissionsbeschränkungen
in Deutschland 175
NO_x-Minderung 165
Primärmaßnahmen 173
SCR-Anlagen 174
SNCR-Anlagen 174
Zementwerk Solnhofen (Bayern)
SCR-Anlage 174
Zero Emission
Combustion Technologies 186
Waste-to-Energy Conversion 187
ZEWTEC 187
Vision Nullemission 211