Karl J. Thomé-Kozmiensky

Ersatzbrennstoffe 2

Verwerter • Qualitätskontrolle • Technik • Wirtschaftlichkeit

TK

Karl J. Thomé-Kozmiensky

Ersatzbrennstoffe 2

Verwerter • Qualitätskontrolle • Technik • Wirtschaftlichkeit

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ersatzbrennstoffe 2 – Verwerter • Qualitätskontrolle • Technik • Wirtschaftlichkeit – Karl J. Thomé-Kozmiensky.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2002
ISBN 3-935317-08-5

ISBN 3-935317-08-5 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

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

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2002
Redaktion: Professor Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Redaktion und Lektorat: Dipl.-Ing. Stephanie Thiel
Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Martina Ringgenberg, Cordula Müller und Ing. Birgit Zellmer
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.

Ersatzbrennstoff

Zunächst eine Klarstellung: Der aus Abfall zur energetischen Verwertung hergestellte Energieträger heißt Ersatzbrennstoff, so steht es im Kreislaufwirtschaftsgesetz.

Energieträger sind Stoffe, die der Energieerzeugung dienen oder die selbst Energie sind. Traditionell wird nach Primär- und Sekundärenergieträgern unterschieden. Primärenergieträger wurden keiner Umwandlung unterworfen, sie werden im Wesentlichen in der Form genutzt, in der sie aus der Natur gewonnen werden. Dies sind z.B. Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas. Sekundärenergieträger entstammen Umwandlungsprozessen, in denen die eingesetzten Primärenergieträger in ihre Bestandteile zerlegt, einer grundlegenden Bearbeitung oder auch einer Änderung ihrer chemischen und/oder physikalischen Struktur unterworfen werden. Sekundärenergieträger sind z.B. Braun- und Stein-kohlenbriketts, Steinkohlenkoks, Benzin, Heizöl, Strom, Fernwärme usw. Sekun-därenergieträger sind veredelte Primärenergieträger.

Euphemistische Bezeichnungen für Ersatzbrennstoff – z.B. Sekundärbrennstoff, Substitutionsbrennstoff, Ecobrennstoff, weiße Kohle – tragen nicht zur Klarheit bei. Voraussetzung für erfolgversprechende Marketingstrategien ist eine klare, einheitliche und möglichst auch gesetzeskonforme Bezeichnung für das Produkt. Ersatzbrennstoff ist kein Konsumgut, für das mit schönen Assoziationen geworben werden kann. Ersatzbrennstoff ist ein technisches Gut, das von Fachleuten auf Grund seiner Qualität und seines Preises erworben wird.

Zur Klarstellung kann beitragen, wenn die Herkunft des Ersatzbrennstoffes genannt wird, z.B. Ersatzbrennstoff aus Müll, aus Gewerbeabfall usw. Unabhängig davon können zur Klarheit Bezeichnungen verwendet werden, die das Herstellungsverfahren bezeichnen, z.B. Stabilat.

Ersatzbrennstoff soll verwertet werden. Dies kann vom Ersatzbrennstofferzeuger selbst oder von anderen Unternehmen geschehen. Bei der Verwertung in eigenen Anlagen – z.B. in eigens dafür errichteten Industriefeuerungen – wird kein Marketingkonzept benötigt. Der Betreiber stellt den Ersatzbrennstoff selbst so her, wie er ihn für seine Anlage benötigt. Dieses Konzept scheint sich auch durchzusetzen.

Anders sieht die Situation für die Erzeuger aus, die ihren Ersatzbrennstoff vermarkten müssen. Als Hauptabnehmer treten zurzeit Betreiber von Kraftwerken, Vergasungsanlagen und Zementwerken auf. Diese Verwerter haben jeweils auf ihren Prozess abgestimmte Vorstellungen für die zu erwerbenden Ersatzbrennstoffe hinsichtlich Qualität, Schadstoffgehalt, Darbietungsform, Kontinuität der Lieferung und Abnahme. Hersteller der Ersatzbrennstoffe müssen diese Forderungen kennen und bei der Gestaltung ihrer Produktionsprozesse berücksichtigen. Ggf. müssen sie ihre Anlagen so flexibel gestalten, dass sie saisonal oder bei Veränderung der Marktlage unterschiedliche Verwerter beliefern können.

Die Kenntnis und Berücksichtigung der Verwertungstechniken für Ersatzbrennstoffe ist Voraussetzung für die Anlagen- und Produktgestaltung.

In diesem Buch werden unterschiedliche Verwertungstechniken vorgestellt. Für die Verwerter steht an erster Stelle die Ersatzbrennstoffbewertung, und diese hängt von der Prozessführung ab. Die Betreiber von Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen sind gut beraten, wenn sie sich auch mit diesem Problemkreis intensiv auseinander setzen. Sie wollen schließlich auf einen Markt, auf dem es an Brennstoffen aller Qualitäten überhaupt keinen Mangel gibt.

Kann der Ersatzbrennstoff vom Verwerter prinzipiell eingesetzt werden, liegt der Anreiz für ihn offensichtlich in der Tatsache begründet, dass er für den Erwerb nicht nur kein Geld bezahlen muss, sondern Geld fordern kann. Er muss schließlich seinen Prozess und seine Anlagen modifizieren und ggf. Veränderungen seiner Produktqualität beobachten, ein zusätzliches Abfallregime in seinem Hause erdulden, zusätzliche Auflagen des Immissionsschutzes erfüllen und ein zusätzliches Genehmigungsverfahren durchführen. Dies alles muss sich auch langfristig rechnen.

Für den Produzenten einer Ware steht die Erzielung von Gewinnen im Vordergrund. Die Besonderheit des Ersatzbrennstoffgeschäfts liegt in der Kombination von Abfallentsorgung und Produktion einer Ware. Ideal wäre für den Anlagenbetreiber – und das muss auch sein Ziel sein –, für die Ware Erlöse zu erzielen. In diese Richtung müssen die zukünftigen Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoff entwickelt werden.

Wir kennen jetzt zwei Hauptrichtungen der Ersatzbrennstoffherstellung mit unterschiedlicher Zielsetzung:

- Mit mechanisch-biologischen Anlagen mit Stoffstromtrennung, auch Abfallsplitting genannt, werden Ersatzbrennstoff und eine heizwertarme Fraktion, die wegen ihres Gehalts an organischem Material vor ihrer Ablagerung einer biologischen Behandlung bedarf, hergestellt. Bei der biologischen Behandlung kann verwertbares Biogas erzeugt werden. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in der Möglichkeit der Qualitätssteuerung bei den Ersatzbrennstoffen durch Veränderung des Siebschnitts.
- Stabilisierungsverfahren haben das Ziel, den im Abfall enthaltenen Kohlenstoff weitgehend in den Ersatzbrennstoff zu bringen und lediglich Schrott und deponiefähige Inertstoffe auszuschleusen. Bei der Stabilisierung werden zwei Ansätze verfolgt, die sich hinsichtlich der Trocknung des Abfalls unterscheiden:
  - Bei der mechanisch-biologischen Stabilisierung wird der Abfall unter Teilverbrauch des im Abfall enthaltenen Kohlenstoffs gerottet und damit getrocknet.
  - Bei der mechanisch-physikalischen Stabilisierung wird der Abfall unter Zuführung von Fremdenergie getrocknet, so dass annähernd der gesamte Kohlenstoff im Ersatzbrennstoff verbleibt.

Der Vorteil der Stabilisierungsverfahren liegt im Verfahrensziel, die Deponiefraktion in der Qualität herzustellen, dass sie ohne weitere Behandlung abgelagert werden kann.

Die Auswahl des Verfahrens wird sich nach den Forderungen der Verwerter der Ersatzbrennstoffe richten.

Nachdem erkannt wurde, dass die in anderen Bereichen angewandten mechanischen Verfahrenstechniken nicht ohne weiteres auf die Abfallaufbereitung übertragen werden können, wurden auf die Abfalleigenschaften und die gewünschten Ersatzbrennstoffqualitäten abgestimmte Verfahren und Maschinen entwickelt. Hier können beachtliche Fortschritte beobachtet werden. In diesem Buch werden vorgestellt

- die Pelletierung für die Konfektionierung von Ersatzbrennstoff,
- die Zerkleinerung, die hinsichtlich Energieverbrauch und Verschleiß ein großes Entwicklungspotential aufweist,
- die Trocknung, bei der die biologischen und die thermischen Verfahren konkurrieren.

Besonderes Augenmerk wird auch der Behandlung der Abgase aus den mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen gewidmet. Mit der 30. Verordnung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz wurde Klarheit geschaffen. Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen müssen anspruchsvolle Standards erfüllen. Bei der Verfahrensauswahl sind Technik und Kosten zu beachten.

Qualität muss nicht nur angestrebt, sie muss auch kontrolliert werden. Hier zeichnen sich Ergebnisse der erheblichen Bemühungen um Standardisierung und Verbesserung ab. Dazu zählt in herausragender Weise der Leitfaden von Nordrhein-Westfalen für die Verwertung von Ersatzbrennstoffen in Zement- und Kraftwerken. Analysen können nur so gut sein, wie die Probenahmen. Daher werden hier Verfahrensentwicklungen für die Probenahmen von Müll und von daraus produzierten Ersatzbrennstoffen vorgestellt.

Die Ersatzbrennstoffherstellung und -verwertung ist zu einem ernstzunehmenden Ansatz der Abfallentsorgung entwickelt worden. Wir stehen noch immer am Anfang der Entwicklung. Hier wird ein Zwischenbericht vorgestellt, der Herstellern und Verwertern von Ersatzbrennstoffen den Stand der Technik und mögliche Perspektiven dokumentiert.

Juni 2002

Universitätsprofessor
Dr.-Ing. habil. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Technische Universität Berlin
– Fachgebiet Abfallwirtschaft –

Inhaltsverzeichnis

Konzeptionen für Herstellung und Verwertung von Ersatzbrennstoff

Gestaltung der Ersatzbrennstoffherstellung im Hinblick auf die Verwertung
Karl J. Thomé-Kozmiensky 3

Klimarelevanz der Energiegewinnung bei der Abfallentsorgung
Bernt Johnke 39

Umsetzung der EU-Abfallverbrennungsrichtlinie in deutsches Recht – Novelle der 17. BImSchV
Uwe Lahl, Oliver Ludwig 53

Abfallwirtschaftspolitik für Berlin
Manfred Breitenkamp 61

Stand der Umsetzung des STAB-Konzeptes in Berlin
Peter von Dierkes, Peter Podewils 65

Verwertung von Ersatzbrennstoff

Ersatzbrennstoffbewertung bei unterschiedlicher Prozessführung
Reinhard Scholz, Michael Beckmann 73

Energos-Heiz- und Heizkraftwerke – energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen aus Abfällen –
Berndt Kriete 91

Energetische Verwertungsanlagen zur Versorgung von Produktionsprozessen
Jan Grundmann 109

Schadstofffrachten in Restabfällen – am Beispiel des MHKW Bamberg –
Dieter O. Reimann 117

Forderungen an die Ersatzbrennstoffqualität für die Verwertung im Müllheizkraftwerk Mannheim
Mathias Reith 129

Verwertung von Ersatzbrennstoffen mit Martin-Feuerungssystemen
Johannes J. E. Martin, Norbert Eickhoff 139

Energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen in Rostfeuerungen mit hohen Dampfparametern
Ernst Thomé, Walter Schäfers 149

Flexible Konzepte zur dezentralen Abfallbehandlung – mit der Von Roll 16-MW-Standardanlage –
Manfred Napp 161

Thermische Verwertung von Abfallstoffen in der Wirbelschicht – 110 MW Reststoffverwertungsanlage RV-Lenzing, Österreich –
Helmut Anderl, Kurt Kaufmann 171

Verwertung von Trockenstabilat im Kraftwerk – Rechtliche Anforderungen, Qualitätssicherung und Betriebserfahrungen –
Klaus P. Tillmann 195

Energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen in einem umgebauten Kraftwerkskessel
Ernst Thomé 209

Forderungen an die Qualität von Einsatzmaterial für die Vergasung im SVZ Schwarze Pumpe
Thomas Obermeier, Hartmut Findeisen, Jens Markowski 219

Anforderungen an Ersatzbrennstoffe für den Einsatz in der Rüdersdorfer Zement GmbH
Uta Tietze 231

Verfahren der bedarfsgerechten Ersatzbrennstoffherstellung

Das STAB-Konzept
Peter Podewils, Dirk Böhme, Doris Michalski 247

Herstellung gütegesicherter Ersatzbrennstoffe aus unterschiedlichen heizwertreichen Abfällen
Werner Brücklmeier, Bernd E. Müller 257

Umsetzung von Projekten des Hauses Rethmann zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen
Ansgar Fendel 269

Stoffstromtrennung im Verfahren der Hese Umwelt GmbH
Peter Koch 277

Ersatzbrennstoffherstellung in Warendorf – Konzept und erste Erfahrungen –
Ketel Ketelsen, Andreas Traue 289

Biologische Trocknung von Hausmüll mit dem Herhof Trockenstabilat-Verfahren – Biologische, chemische und physikalische Grundlagen –
C. Eberhard Grüneklee 299

Restabfallbehandlungsmethoden zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen
Christian Hoppe 307

Wesentliche Grundoperationen für Verfahren zur Ersatzbrennstoffherstellung

Forderungen an die Aufbereitung von Hausmüll für die Herstellung von Ersatzbrennstoffpellets
Michael Gursch 325

Auswahl des Zerkleinerungsaggregats im Hinblick auf die nachfolgende Aufbereitung von Hausmüll
Philip Müller-Hohenstein 343

Wirtschaftliche Herstellung von Ersatzbrennstoffen – Einfluss der Zerkleinerung auf die Wirtschaftlichkeit –
Walter Geiger 371

Thermische Trocknung der heizwertreichen Restabfallfraktion mit Trommeltrockneranlagen von Vandenbroek
Mark Kragting, Egon Hoffmann 383

Abluftbehandlung für mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen – Technik und Wirtschaftlichkeit –
Jürgen Rose 391

Qualitätskontrolle

Leitfaden zur energetischen und stofflichen Verwertung von Abfällen in Zement- und Kalkwerken sowie in Kraftwerken in NRW
Gudrun Both 407

Entwicklung eines Probenahmeverfahrens für die Beurteilung von Ersatzbrennstoffen
Halit Z. Kuyumcu, Christiane Ochsenreiter, Bertram Zwisele 435

Kosten

Energetische Verwertung heizwertreicher Fraktionen aus gemischten Siedlungsabfällen – Konzeptionen und Kosten –
Wolfgang Müller, Rainer Heinrich, Ulrich Wiegel, Thomas Turk 465

Dank 485

Autorenverzeichnis 489

Inserentenverzeichnis 501

Schlagwortverzeichnis 505

Schlagwortverzeichnis

A

Abbau
  mikrobieller 301
  organischer Substanz 299, 303
Abbaubarkeit
  biologische 301
Abdampfrate 125
Abfall
  -analyse 253, 421
  -analysendatei 421
  -aufbereitung 91, 99, 307, 353
  -aufkommen 62
  -behandlung 118, 249, 269, 469
    dezentrale 161
    mechanisch-biologische 53, 67, 269, 278, 316, 356, 357, 469
    stoffstromspezifische 298
    thermische 118, 163
  -behandlungsanlagen 29
  -behandlungskapazitäten 53, 308
    Prognose 308
  -behandlungskonzept 62, 291, 344
  -behandlungsverfahren 298
  -entsorgungsanlagen 257
    Prognose 308
  -gesetzgebung 62
  -mengenentwicklung 122
  -menü 163
  -recht 61
  -splitting 3
    -verfahren 12
  -trennung 119
  -umladestation 247
  -verbrennung 145
  -verbrennungsanlagen 4, 53, 109, 135, 308
  -vergasung 220
  -wirtschaftskonzept 62
  -wirtschaftsplan 62, 66, 247
  -wirtschaftspolitik 61
  -zusammensetzung 63, 112, 288
Abgas
  -massenströme 74
  -menge
    spezifische 76
  -reinigung 53, 216, 296, 389, 400, 410
Abhitzekessel 103
Abluft
  -behandlung 307, 317, 391, 394
    Anlagen 305
    Betriebsmittelbedarf 401
    Investitionen 400
    Konzepte 319, 395
    Kosten 402, 403
  -management 296, 310, 319
  -mengen 396
  -reinigung 53, 216, 298, 389, 400, 410
  -wäsche 393
Abrasivität 137
Abriebfestigkeit 340
Abwärmenutzung 53
Abwasser
  -emissionsgrenzwerte 58
  -verordnung 53
Acerra 153
Agglomeration 273, 284
Agglomerationsverfahren 330
Aktivität
  mikrobielle 301
Altgummi 26, 28, 221
Altholz 26, 28, 194, 210, 219
  kontaminiertes 219
Altkunststoffe 219
Altöl 26, 28, 145, 147, 170, 238, 408
Altreifen 26, 28, 145, 147, 238, 408
Amandus Kahl GmbH & Co. Maschinenfabrik 325
Analysenfehler 460
Anlagen
  dezentrale 162
  -kapazitätsbedarf 62
  -modifikation 138
  -planung 253
  -verfügbarkeit 138
Anpelletierung 293
Aquaroll-Rost 163
Arbeits
  -bedarf, spezifischer 348
  -sicherheit 7
Artikelverordnung 371
Asche
  -gehalt 237
  -rückführung 164
  -schmelzverhalten 222
  -zusammensetzung 238
Asphaltmischwerk 5
Aufbereitung 74, 278, 286, 343
  mechanische 343
  mechanisch-biologische 86, 203
Aufbereitungs
  -anlage 63, 150, 202
  -technik 344
Auffüllen von Grenzwerten 87
Aufschluss 343
Aufschlussfaktor 442
Aufstreumaschine 144
Aufstreuverfahren 145

Ausbrand 142
-verhalten 270
Auslaugversuch 243
Ausschreibung 69, 149, 252, 292
Authigen-Kugelmühle 274
AWP 62, 66, 247

B

Babcock Borsig Power - Austrian Energy 171
Ballenauflöser 296
Bamberger Verfahrenstechnik 119
BBP Environment GmbH 149, 209
Beanspruchungsarten bei der Zerkleinerung 350
Behandlungs
-kosten 167
-dauer 280
Bergbauversatz 165
Berlin
Abfallwirtschaftskonzept 62
Abfallwirtschaftsplan 62, 247
Abfallwirtschaftspolitik 61
Anlagenkapazitätsbedarf 62
Restabfallbehandlungsanlagen 249
Restabfallbehandlungskonzept 62, 465
Siedlungsabfallaufkommen 62, 247
STAB-Konzept 63, 65, 247
Berliner Stadtreinigungsbetriebe 62, 65, 247, 465
Berliner Wasserbetriebe 64
Betreibermodell 149
Betriebstagebuch 200
BGL-Vergasung 220
Biodieselproduktion 131
Biofilter 394
-materialien 401
Biogas 254, 384
-erzeugung 63, 384
Biomasse 64, 99, 383
-kraftwerk 28
BIOWEST 290
Blasfähigkeit 259
Bleicherde 26
Blockheizkraftwerk 254
BMBF-Verbundvorhaben 394
Brandenburg
Restabfallaufbereitungsanlage 274
Brandenburger Weg 258
Branderkennung 213
Braunkohlekraftwerke 337
Brennkammer 102, 163
Brennstoff
-analyse 210
-änderung 136
-aufgabe 91
-eigenschaften 73, 83
-konfektionierung 251
-management 115
-menü 217
-parameter 238
-potential 299
-qualität 129
-substitution 74
-umschlag 100
-umsetzung 80
-vorwärmung 77
-wärmepotenzial 42
-zusammensetzung 96, 113
Brikettierung 223
Brikettier
-fähigkeit 224
-hilfsmittel 224
British Gas/LURGI-Verfahren 220
Brüdenrückführung 295
BSR 62, 65, 247, 465
Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe 226, 261, 263, 270, 292
BUWAL 243

C

Cascadenmühle 280, 282, 347
chemische Industrie 408, 416
Chlorkorrosion 191
citizen value 66
Cladding 146
Clausthal-Zellerfeld 147
CO_2
-Äquivalent 41
-Emissionen 39
-Emissionseinsparung 40
-Energiebonus 49
-Minderung 40
-Minderungspotenzial 47
-Minderungsziele 39, 47
-Produktion 305
Cutec 148

D

Dampf
-nutzungsgrad 43
-parameter 43
Daseinsvorsorge 62, 65
Dekanter 131
Deklarationsanalyse 199
Deponie
Schöneicher Plan 249
-abschluss 66
-gas 254, 395
Deponierung 3
Desodorierung 18
Dichte
-sortierung 226, 282
-verteilung 344
Diffusionswiderstand 243
Dioxine 119
Distanzautomatik 332
Distickstoffoxid 42
Doppelschneckenextruder 223
Dosier
-barkeit 238
-eigenschaft 327
Drehrohrofen 77, 89, 234, 262
Drehtrommeltrockner 312
Drucksterilisationsverfahren 131
DSD
-Material 194
-Kunststoffe 26
Duplexförderer 101
Durchlaufofen 77
Durchmischungsgrad 446
DUST-o-LOCK Rotationszyklon 388
D & V Energie + Umwelt GmbH 307

E

Economiser 103, 153, 166
ECOWEST 290
Einhausung 397
Emissionen
in Deutschland 39
Emissions
-abschätzung 41
-gutschrift 48
-begrenzung 53, 197
-messtechnik 399
-messung 241, 242
-minderung 57
-szenarien 425
-überwachung 91
End-of-the-pipe-Technologie 61
Endrotteverfahren 3, 12
Energie
-abgabegrad 42
-ausbeute 135, 170
-ausnutzung 76
-austauschverhältnis 74, 80
-bilanzen 74
-dissipation 348
-management 115
-mix 48
-nutzungstypen 41
-potenzial 46
-rückgewinnung 74, 165
-träger
regenerative 309
-umwandlung 73
-verbund 74
-versorgungssysteme 50
Energie- und Wasserwerke Rhein-Neckar AG 129
Energos Deutschland GmbH 91
Ennigerloh 289, 385
Entmischung 327, 447
Entsorgungs
-nachweis 199
-notstand 61
-pflicht 65
-preise 321
-sicherheit 66, 99, 247
-träger
öffentlich-rechtliche 61, 65, 247
-verbund 168
Entstaubung 317, 388, 393
Entstaubungsgrad 390
Ersatzbrennstoff 28, 63, 67, 73, 91, 139, 149, 170, 195, 209, 231, 249, 269, 307, 327, 384, 407, 435, 471
-anlage 290
-aufbereitung 295, 474
-aufbereitungsanlage 272
-aufkommen 28
-ausbeute 292, 355
-beurteilung
brennstofftechnische Eigenschaften 74
kalorische Eigenschaften 73
reaktionskinetische Eigenschaften 75
-bewertung 73

-herstellung 256, 272, 289, 468
-pelletierung 357
-pellets 225, 310, 325, 344
-qualitäten 129, 471
-vermarktung 69, 309
EU-Abfallverbrennungsrichtlinie 53
Eutektikum 193
Excess Aeration Rate 305
Extruder 223
Extrusion 223

F

Feinaufbereitung 294
Fernheizwerk 213
Fernwärme 40, 88
-netze 93
-versorgung 93
Festbett
-druckvergaser 310, 477
-druckvergasung 220
Festigkeit 220
mechanische 220, 227, 334, 345
thermische 220, 227, 344
Feuerleistungsregelung 157
Feuerungs
-anlagen 195, 408
-arten 430
-leistungsdiagramm 97, 211
-technologie 92
-wärmeleistung 55, 114, 197, 409
Flachmatrizenpresse 18, 325
Flexibilität 161
Fließbettkühler 165, 192
Fluff 69, 259, 274, 321, 327, 361
Flugstrom
-reaktor 220
-vergasung 225
Formkanal-Stempelpressen 224
Förderfähigkeit 7
Friktion 347
Füllkörperwäscher 394
Fuzzy-Logik 157

G

Gartenabfälle 6
Gärreaktor 384
Gegendruckturbine 135
Gegenstromwäscher 394
Genehmigungs
-behörden 427
-praxis 409
Geruchs
-emissionen 394
-stoffe 304, 393
Gewebe
-filter 106, 165, 393
-schlauchfilter 91, 106
Gewerbeabfall 94, 61, 122, 221, 269, 253, 408
hausmüllähnlicher 97, 122, 170, 221, 269
-aufbereitung 97
-verordnung 67, 371
Global Warming 113
Global Warming Potential 42
Greenpellets 321
Grontmij 383
Großfeuerungsanlagen 269
Großkraftwerke 408
Grundstoffindustrie 77
GuD-Kraftwerk 5
Guillotine 101
Gütekriterien 292, 344
Gütersloh 290

H

Hartpellets 327, 361
Hausmüll 151, 170, 221, 269, 299, 343
-verbrennung 139
Heißgaszyklon 164
Heizdampf 40
Heizkraftwerk 91, 113
Averøy 94
Hennigsdorf 95
Heizwasser 93
Heizwerk
Hurum 94
Minden 95
Ranheim 94
Heizwert 6, 79, 96, 237, 292, 300
-ausbeute 309
Hemizellulose 301
Herhof Umwelttechnik GmbH 299, 304
Trockenstabilatprozess 304
Hese-MBA-Verfahren 277
Hese Umwelt GmbH 277
Heterogenität 435
HEW Entsorgung GmbH 109

Hochofen
-prozess 77
-schlacken 231
Hochtemperaturproduktionsverfahren 73
Hohlkörper 6
Holz
-abfälle 414
-hackanlage 223
Homogenisierung 63, 272, 327, 344, 347
Homogenität 238
Horizontal-Rost 142
Horstmann Recyclingtechnik 291, 385

I

Identifikationsanalyse 201
Igelstaverket 209
Industrie
-feuerungen 57
-öfen 74
Infrarotdetektoren 213
Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft und Entsorgung GmbH 289
Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen 465
Inhaltsstoffbilanzierung 117
Investitionsrisiken 162
IPCC
-Formel 41
-Richtlinie Waste Incineration 39, 117
ITAD-Erhebung 42

K

Kalkwerk 407
Kalzinator 234, 262
Kalzinatorfeuerung 89
Kampanien 149
Kaskadenmühle 280, 282, 347
Kataraktbewegung 283
Kessel
-asche 120
-auskleidung 214
-leistung 97
-verschmutzung 190
Klärschlamm 26, 122, 145, 168, 170, 223, 290, 383, 412
-brikett 224
-brikettierung 223
-mitverbrennung 144
-schleuder 146
Klima
-neutralität 47
-schutzprogramm 39, 47
nationales 39, 47
Klinker
-brennen 262
-brennprozess 233
-erzeugung 408, 410
Kohle
-kraftwerke 104
-mühle 215
Kohlenstaubfeuerung 7
Kohlenstoff
biogener 40
fossiler 40, 113
regenerativer 112
Koller 328
-bahn 331
-gangprinzip 327
-kopf 332
-mühle 240
Komet 375
Kompaktate 223
Kompaktierung 240, 273, 327
Kompaktierungs
-aggregat 326
-anlage 223
Kompost 194
Kondensatvorwärmung 155
Konditionierung 21, 344
Konfektionierung 21, 63, 292
Konvektions 79
-heizflächen 217
-trocknung 386
Konvektivüberhitzer 153
Koppelprozess 85
Korn
-durchmesser 436
-formen 6, 437
-größe 91
-größenverteilung 343, 436
-zusammensetzung 280
-vergrößerung 330
Körnung 241
Korrosion 166
Kosten 3, 23, 371
-optimierung 170
-rechnung 480
Kraft-Wärme-Kopplung 41, 93, 104, 109, 135
Kraftwerk 5, 28, 53, 64, 86, 113, 131, 195, 270, 308
Werne 208
Westfalen 208

Kraftwerks
-industrie 263
-kessel 209
-mix 48
krebserzeugende Stoffe 56
Kühllinie
adiabatische 386
Kühlung 334
adiabatische 384
Kunststoff
-abfälle 26, 28, 411
-ausbringen 279
-kompaktate 223
-schnitzel 238
KVA
Genf 145
Zermatt 145

L

Lager
-fähigkeit 270
-stabilität 272
Land Brandenburg 247
Leicht
-fraktion 238, 408, 429
-stoffabscheidung 295
Lignin 301
Lindenhof 63, 253
Lindner Recyclingtechnik GmbH 371
Logistik 3, 23
Lösungsmittel 26, 411
Lost-Form-Verfahren 155
Luft
-bedarf
spezifischer 76
-management 299
-mengen 305
-berechnung 305
-überschuss 210
-vorwärmung 78
Lüftungstechnik 296
Lünen 272

M

Mahl
-kugeln 283
-trocknung 347
Markteinschätzung 373
Martin GmbH 139
-Feuerungssysteme 139
-Rostsysteme 139
Maschinenstammbäume 355
Materialbrücken 189
Matrizen 328
-geometrie 333
-pressen 225
MBA 67, 278, 316, 356
Abluft 394
Abluftbehandlung
Betriebsmittelbedarf 400
Investitionen 400
Jahreskosten 400
spezifische Kosten 400
Borken 395
Hannover 467
MBS 67, 298, 356, 470
MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH 257
mechanisch-biologische
Abfallbehandlung 8, 53, 67, 278, 316, 356
Abfallbehandlungsanlagen 307
Stabilisierung 14, 67, 298, 356
mechanisch-physikalische
Stabilisierung 14, 298, 307, 356, 469
Vorbehandlung 63
Melasse 333
Metallchloride 190
Meteor 375
Methanol 5, 220, 310
-erzeugung 384
-gewinnung 64, 69
-produktion 68
-Syntheseanlage 220
MHKW
Bamberg 117
Coburg 145
Mikroorganismen 299, 301, 302
Mischgrenzwert 57, 196, 409
Mischkunststoffe 223
Mischungsrechnung 409
Mischungsregel 56, 87
Mischwert
-rechnung 196
-regelung 196
Mitverbrennung 54, 109, 136, 139, 196, 279, 395, 421
Mitverbrennungs
-anlagen 53
-kapazitäten 407

Modularisierung 163
Mollier–h, x–Diagramm 386
Mono
-verbrennung 53
-verbrennungsanlagen 55
MPS 14, 298, 307, 356
Müllcascadenmühle 280, 364
Müllheizkraftwerk Mannheim 129
Müllverbrennungsanlagen 53, 109, 135, 308
Multi-Pass-System 384
MUNLV 408
MVA
Brescia 145
Ruhleben 63, 247, 249

N

Nachbrennkammer 163
Nachhaltigkeit 62
Nachweisverordnung 199
Nachzerkleinerung 349, 360, 377
Nährstoffverfügbarkeit 344
Nassentschlacker 103
Nasskratzförderer 153
Neapel 149
Nordrhein-Westfalen 407
Novellierung
Großfeuerungsanlagenverordnung 57
17. BImSchV 53
Dynamisierungsklausel 57
Nullmessung 87
Nutzenergieverhältnis 86
Nutzwertanalyse 252

O

Oberflächenvergrößerung
spezifische 344
organischer Abbau 299, 303
Ortskonstanz 447

P

Partikelgrößenanalyse 441
Pelletierpressen 225, 261, 273, 325
Pelletierung 18, 223, 272, 293, 313, 325
Pellet
-härte 329
-kühlung 226
-pressen 225, 261, 273, 325
-qualität 340
Pellets 68, 211, 219, 272, 282, 313
formstabile 223
thermostabile 223
Plasmaverfahren 54
Prall
-mühle 350
-werke 350
Press
-agglomeration 325
-kanal 328
-verfahren 329
Primär
-brennstoffe 73
-energieträger 263
-feuerung 80, 262
Privatisierung 62
Probe
-masse 438
-nahme 118, 119, 202
repräsentative 436
-faktor 439
-modell 435
-parameter 451
-system 436
-verfahren 435
Produktions
-abfälle 53, 97, 407
-rückstände 239
produktionsspezifischer
Abfall 270
Produkt
-ruhe 270
-verträglichkeit 76
Proteine 301
Prozess
-dampf 40, 93
-führung 73
-leitsystem 106
-optimierung 74
-wärme 93
Purgegas 220
Pyrolyse 54
-koks 477
PYRORAPID-Kurzdrehrohrofen 233

Q

Qualitäts
-anforderungen 270, 238, 292
-brennstoff 64

-sicherung 195, 257, 309, 436
-sicherungskette 264
-sicherungssystem 259, 315
Quasitrocken-Verfahren 165

R

RAL-Gütezeichen 263, 315
Rauchgas
-reinigung 91
trockenadsorptive 232
-rezirkulation 106
Recycling
rohstoffliches 341
regenerative thermische Oxidation
298, 317, 389, 398
Reibungswärme 347
Reifenschnitzel 209, 412
Reisezeit 146
Rejecte 194
Rekuperator 77
Ressourcenschonung 89, 109
Restabfall 39, 124, 343
-aufbereitung 274
-zusammensetzung 119, 279
Restwassergehalt 18
Rethmann Lippe Werk Recycling GmbH 269
Rieselfähigkeit 446
Ringmatrizenpresse 18
Rohstoffe
nachwachsende 308
Rohstoffsubstitute 409
rose und partner 391
Rost 142
wassergekühlter 140, 154
-feuerung 93, 102, 114, 140, 149
wassergekühlte 163
-geschwindigkeit 140
-stab 155
-stufen 140
system 154
Rotationszyklon 298
Rotor
-reißer 358
-schere 358
Rotte 278, 302
Rottebox 300
RTO 298, 317, 389, 395, 398
Rückkühlwerk 154
Rückschubrost 140, 143
Rückstromwirbler 165
Rüdersdorf 89, 231, 235
Rüdersdorfer Zement 89, 231, 235
Rüdersdorfer Zement GmbH 231
Ruhleben 62
MVA 63, 247, 249

S

Sachbilanz 84
Salzschmelzkorrosion 193
Schachtofen 77
Schadlosigkeit 431
der Verwertung 425
Schadstoff 117
-abreicherung 313
-anreicherung 242, 432
-begrenzung 91, 409
-belastung 55, 111, 292, 354
-bilanzen 73
-emissionen 84
-frachten 117, 120
-gehalt 75, 87, 98, 228, 239, 310, 313, 394, 409, 436
-konzentration 73, 119, 228
-verlagerung 55, 427
-vermeidung 119
-verteilung 117
Scheiben
-matrize 330
-trockner 131
Scheinverwertung 61, 247
Scheren 284
Schlacke 120
-austragssystem 91
-badvergasung 221
-waschwasser 120
Schlag
-leisten 350
-schere 363
Schlauchfilter 399
Schmelzkammerfeuerung 207
Schneckenpresse 131
Schocktrocknung 384
Schöneiche 63, 69, 259
Schöneicher Plan 68, 247
Schottenheizflächen 217
Schubboden 213
-fahrzeuge 296
Schürbewegung 142
Schuss 386
Schütt

-dichte 91, 436
-gewicht 6, 334
-güter 327, 443
Schwachgas 89, 237
-produktion 240
Schwarze Pumpe 64
Schwanebeck 247
Schwermetalle 117
Schwermetall
-chloride 120
-frachten 122
Schwerstoff 293
-abtrennung 295
-fraktion 468
SCR-Verfahren 57
Sekundärrohstoff 231
Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe 64, 67, 219, 310, 337, 465, 476
Sekundärstoffverwertung 232
Selbsterhitzung 303
selektive Zerkleinerung 277, 279
Separator
ballistischer 294
shareholder value 66
Shredderleichtfraktion 26, 28, 221
Sichtertechnik 273
Sichtung 272
Sieb
-durchgangskurve 442
-klassierung
sortierende 348
Siedlungsabfall 55, 61, 65, 97, 119, 202, 219, 239, 247, 258, 407, 436, 465
-aufkommen 62
-verbrennung 39, 145
Slurry-Suspension 225
Slurryprodukt 220
Södertälje 209
Soest 290
Sortierfähigkeit 21
Sortierreste 276
Sortierung 284, 344
Sperrmüll
-aufbereitung 97
-teile 6
Sprödbruch 352
Spuckstoffe 97, 239, 412
Spurenanalyse 456
STAB-Konzept 65, 247
Stabilat 147
Stabilisierung 3, 469, 470
biologische 300
mechanisch-biologische 14, 67, 298, 356, 470
mechanisch-physikalische 14, 298, 307, 356, 469
Stabilisierungs
-prozess 299, 302
-verfahren 3, 12, 354
Stabilität
mechanische 220, 227, 334, 345
thermische 222, 227, 310, 344
Staubabscheidung 393
Steigrohr 164
Steigrohrreaktor 234
Steinkohlekraftwerke 408
Sterilisator 131
Stichprobengröße 435
Stoffanreicherung 348
Stoffartenverteilung 343
Stoffflussanalyse 98, 408
stoffliche Verwertung 310
Stoffstrom
-management 69
-trennanlage 68, 248
STAB 63, 247
-trennung 68, 88, 248, 277, 313, 354, 365
-trennverfahren 3
Stoffumwandlungsprozesse 347
Stoffwirtschaft 61
Störstoffe 241, 336
Störstoff
-auslese 100
-gehalt 346
Stößelentschlacker 153
Strahlung 79
Strahlwäscher 394
Strangpress
-agglomeration 340
-granulation 330
Strom 40
-abgabe 41
-erzeugung 43, 93
Strukturheterogenität 439
Stückigkeit 114, 153, 238, 292
Substanz 300, 302
organische 300, 302
Substitution
von Regelbrennstoffen 73, 425
fossiler Energieträger 41
Substitutionsrate 80
SVZ Schwarze Pumpe 5, 64, 67, 219, 310,

337, 465, 476
Synthesegas 220, 310

T

Tall Oil 210
Teer
-produkte 219
-schlamm 225
-schlammpelletierung 223
Teilungskreuz 435
Teilungskreuzmethode 451
Tellermatrize 330
Temperaturleitfähigkeit 76
Teppichabfälle 26
Thermoplasten 362
Thermostandfestigkeit 222, 310, 334
Tierfett 129
-verbrennung 133
Tierkörperbeseitigungsanlagen 130
Tiermehl 28, 146, 239
Tonbänder 6
Transferfaktoren 203
Treibhaus
-effekt 113, 308
-gase 64
Trenngüte 344
Trockenfeuerung 207
Trockenklärschlamm 225
Trockenstabilat 14, 195, 239, 316, 357, 408
-verfahren 299
-prozess 303
Trockenstabilisierung 299, 467
Trocknung 3, 18, 64, 68, 226, 272, 295, 300, 310, 334
biologische 23, 299, 312
thermische 23, 273, 312, 383
Trommeltrockner 295, 312, 384
Tunnelofen 77

U

Überhitzer 103, 132
fremdbefeuerter 132
Überhitzer
-korrosion 146
-schotten 153
Überkapazität 67
Umluft
-führung 305
-technik 305
Umwandlungsprozesse 119
Umwelt
-gesetzgebung 161
-politik 61
-rat 62
-verträglichkeit 243, 427, 431

V

VADEB-Thermo-kinetische Technologie 385
Vandenbroek International B.V. 383
Varianz 438
Varianzanalyse 458
Variationskoeffizient 456
Venturi-Wäscher 394
Verbrennungs
-anlage 54, 109, 151
-effizienz 41
-luftgebläse 214
-ofen 91
-produkte 117
-prozess 76, 117, 134, 156
-rechnung 78
-systeme 140
-temperatur 125
adiabate 76
kalorische 79
Verbundlösungen
kommunale 298
Verdampfungs
-rate 126
-temperatur 120
Verdunstung 300
Verfahrensketten 74, 161
Verformbarkeit 446
Vergabeverfahren 252
Vergärung 63, 68, 254, 278, 384
Vergärungsanlage 64
Vergasung 54, 219, 310, 337, 384
Vergasungs
-anlage 220
-mittel 222
-prozess 7
-reaktor 222
-rückstände 220
-technik 219
Vermarktungsfähigkeit
von Ersatzbrennstoffen 309
Verschleiß 156, 336, 364
-festigkeit 156
Verteilungsdichtefunktion 282
Verteilungsfunktion 444
Verwertung 3, 61, 65

energetische 61, 67, 91, 149, 171, 209, 241, 262, 314, 409
stoffliche 67, 249
Verwertungs
-anlagen
energetische 109
-gebot 65
-potenzial 63
-quote 61
Videobänder 6
Von Roll Inova GmbH 163
Vorbehandlung 97
mechanisch-biologische 53, 67, 278, 316, 356
Vorbehandlungs
-anlage 91, 99
-gebot 62
-kapazität 62
Vorschaltanlage 53, 290
Vorschubrost 214
Vorzerkleinerung 349, 358, 377

W

Walking-Floor-Container 205
Warendorf 289, 385
Wärme
-abgabe 41, 76
-erzeugung 76, 93
-kapazität 76, 232
-leitfähigkeit 76
-nutzung 43
-rückgewinnung 155
-rückgewinnungsrate 395
-speichermedium 395
-strom 80
-übergang 103, 166
-übertragung 74
-übertragungskoeffizient 79
Wäscher 393
Wasser
-aktivität 301
-gehalt 21, 301, 344
-verdampfung 386
Wernsdorf 247
Wertstoff
-kreislauf 242
-verteilungszentrum 63
-zentrum 68
Schöneiche 247
Wettbewerb 62
Wickelballen 296
Windsichtung 293
Wirbelkammer 385
Wirbelschicht 171
zirkulierende 163, 194, 235
-feuerung 82, 163, 216
-technologie 271
-verbrennung 114
-vergaser 236
Wirkungsgrad 88, 195
energetischer 109
Wirtschaftlichkeit 371
Würfelteilungsmethode 435
Würfelteilungsverfahren 447

Z

Zement 231, 423
Zement
-drehrohrofen 433
-industrie 64, 77, 147, 231, 262, 269, 289, 372
-klinker 423
-klinkerbrennprozess 82, 86
-ofenanlage 236
-qualität 238
-werk 5, 53, 89, 104, 131, 231, 270, 289, 308, 337, 407, 436
Rüdersdorf 479
Zerfallsverhalten
thermisches 222
Zerkleinerung 272, 279, 282, 371
selektive 277, 279, 282, 347
summative 349
Zerkleinerungs
-aggregat 343
-charakteristik 357
-eigenschaften 288
-grad 451
-kosten
spezifische 369
-maschinen 344
-produkte 279
-prozess 344
-stufen 377
-verhalten 344
Ziegelindustrie 5
Zumischrate 220
Zündwilligkeit 270
Zwangsbelüftung 304
ZWS
-Dampferzeuger 165
-Reaktor 164
Zyklonvorwärmer 234, 430