Georg Härdtle

Ersatzbrennstoffe 1

– Herstellung, Lagerung und Verwertung –

TK

Georg Härdtle

Ersatzbrennstoffe

– Herstellung, Lagerung und Verwertung –

D 83

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ersatzbrennstoffe – Herstellung, Lagerung und Verwertung – /
Georg Härdtle.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2001
ISBN 3-935317-01-8

ISBN 3-935317-01-8 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

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

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2001
Layout: Petra Dittmann, Dipl.-Biol. Barbara Müller, Martina Ringgenberg 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.

Vorwort

Die Umsetzung der TASi mit ihrer bereits seit 1993 verankerten Zielsetzung der langfristig sicheren und nachsorgefreien Deponie und das erst kürzlich mit dem Inkrafttreten der Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Behandlungsanlagen verbindlich ausgesprochene Verbot, ab dem 1. Juni 2005 unbehandelte Abfälle abzulagern, bringt die Abfallwirtschaft in Zugzwang. Denn das Restabfallaufkommen verlangt nach zusätzlichen Behandlungskapazitäten.

In diesem Zusammenhang gewinnt die Abtrennung der heizwertreichen Fraktionen aus dem Restabfall und deren energetische Nutzung als Ersatzbrennstoff in bereits bestehenden Feuerungsanlagen mehr und mehr an Bedeutung. Eine mengenmäßige Ausweitung dieser teils neuen, teils wiederentdeckten Variante, nämlich die Gewinnung von Brennstoff aus Abfällen und dessen Einsatz in Anlagen mit Feststofffeuerung wie z.B. Zementwerken, Kraftwerken und Industriefeuerungen, könnte zumindest vorübergehend zu einer Linderung des Entsorgungsengpasses beitragen.

Das vorliegende Buch ist ein Handbuch. Die darin zusammengestellten Firmeninformationen, Branchenerfahrungen und Untersuchungsergebnisse sollen helfen, die vielschichtigen Problemfelder bei der Herstellung, der Verwertung und dem Handling von Ersatzbrennstoffen aus heizwertreichen Restabfällen zu fokussieren und Lösungsansätze aufzuzeigen. Das Buch vermittelt dabei Einblicke in rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte.

Zunächst wird eine kurze Darstellung zu der Mitte der achtziger Jahre aus der Recyclingtechnologie für Haus- und Gewerbeabfälle entstandenen Produktvariante Brennstoff aus Müll (BRAM) gegeben. Danach sind die Einsatzmöglichkeiten für Ersatzbrennstoffe aufgeführt. Es werden die prinzipiell möglichen Einsatzbereiche der industriellen Hauptabnehmer skizziert und bewertet.

In weiteren Kapiteln werden zunächst Anforderungskriterien, technische Grundlagen und Aggregate im System der Brennstoffkonfektionierung erarbeitet. Darauf aufbauend werden auf der Basis verfügbarer Informationen der Betreiber beispielhafte Anlagen, bereits bestehende wie auch geplante, dargestellt. Es wird dabei unterschieden in Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoff aus dem Restabfall und Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoff aus definierten Abfällen.

Ein umfangreicher Beitragsblock ist eigenen experimentellen Untersuchungen zur Herstellung eines hochverdichteten Ersatzbrennstoffes auf einer halbtechnischen Anlage gewidmet. Die Untersuchung wird im Wesentlichen unter drei Aspekten geführt: den verfahrenstechnischen, den brennstofftechnischen und den lagerungstechnischen. Ein wesentlicher Teil der Versuchsergebnisse wird dokumentiert, ausgewertet und diskutiert.

Abschließend werden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bezüglich der Herstel-

lung von Ersatzbrennstoff angestellt. Detaillierte Kalkulationen sind an einer auf Basis der Versuchsanlage konzipierten großtechnischen Anlage zur Herstellung von Altpapierpellets und an einer Sortieranlage zur Gewinnung einer losen hochkalorischen Fraktion aus gemischtem Restabfall exemplarisch angeführt.

Georg Härdtle

Inhaltsverzeichnis

1. Situation und Zielsetzung 1

1.1. Geschichte der Ersatzbrennstoffe 7

1.2. Heutige Ausgangssituation 11

1.2.1. Ausgangsmaterial für Ersatzbrennstoffe 12

1.2.2. Abnehmer und Markt für Ersatzbrennstoffe 18

1.2.3. Welche Bedeutung hat Ersatzbrennstoff? 25

1.2.4. Gesetzliche Rahmenbedingungen 29

2. Einsatzmöglichkeiten für Ersatzbrennstoffe 37

2.1. Einsatz in industriellen Anlagen 37

2.1.1. Zementindustrie 37

2.1.2. Stahlindustrie 39

2.1.3. Kraftwerke 40

2.2. Rechtliche Problematik 41

2.3. Ausgewählte Anlagen zur Verwertung 42

2.3.1. Bestehende Anlagen 42

2.3.2. Geplante Anlagen und Anlagen im Bau 55

3. Herstellung von Ersatzbrennstoffen 63

3.1. Anforderungskriterien und technische Grundlagen 63

3.2. Anlagen der siebziger und achtziger Jahre 65

3.2.1. Byker Reclamation Plant, Newcastle 66

3.2.2. BRINI-Anlage, Kovik 68

3.3. Neue Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen aus Restabfall 71

3.3.1. Bestehende Anlagen 73

3.3.2. Geplante Anlagen und Anlagen im Bau 83

3.4. Anlagen zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen aus definierten Abfällen 86
3.4.1. Bestehende Anlagen 86
3.4.2. Geplante Anlagen und Anlagen im Bau 92

4. Hochverdichteter Ersatzbrennstoff aus Altpapier 95

4.1. Aufbau der Versuchsanlage 95

4.2. Versuchsprogramm und Messverfahren 104
4.2.1. Untersuchung der verfahrenstechnischen Parameter 106
4.2.2. Untersuchung der brennstofftechnischen Eigenschaften 109
4.2.2.1. Mechanisch-physikalische Pelletkenngrößen 110
4.2.2.2. Chemische Eigenschaften 114
4.2.2.3. Verbrennungstechnische Eigenschaften 120
4.2.3. Untersuchungen zur Lagerfähigkeit 122
4.2.3.1. Thermodynamische Grundlagen 123
4.2.3.2. Laborversuche 126
4.2.3.3. Feldversuche 128

4.3. Versuchsergebnisse und Auswertung 131
4.3.1. Kenndaten zum Verdichtungsvorgang 132
4.3.1.1. Aufgabekorngröße 132
4.3.1.2. Durchsatz und elektrischer Leistungsbedarf 134
4.3.1.3. Matrizentemperatur 140
4.3.1.4. Feinanteil 141
4.3.2. Mechanisch-physikalische Pelletkenngrößen 143
4.3.2.1. Dichte 143
4.3.2.2. Mittlere Länge und Längenverteilung 144
4.3.2.3. Schüttdichte 146
4.3.2.4. Abrieb und Härte 147

4.3.2.5. Kompaktierungsverhältnis 151
4.3.3. Brennstoffanalysen der Altpapierpellets 153
4.3.4. Lagerfähigkeit 154
4.3.4.1. Sorptionsisothermen für Brennstoffpellets aus Altpapier 154
4.3.4.2. Einfluss der Luftfeuchte auf die mechanisch-physikalischen Eigenschaften 159
4.3.4.3. Sorptionsgeschwindigkeit bei Brennstoffpellets aus Altpapier 163
4.3.4.4. Lagerung im Freien 167

5. Folgerungen für die Praxis 175

6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen 189

6.1. Preisentwicklung bei Primärenergieträgern 191

6.2. Preisentwicklung von Altpapier 192

6.3. Heizwertreicher Restabfall 193

6.4. Anlagenbeispiele 194

6.4.1. Versuchsanlage 195
6.4.1.1. Kalkulation zur Bestimmung der spezifischen Aufbereitungskosten für die Herstellung von Ersatzbrennstoff aus gemischtem Altpapier 197
6.4.1.2. Ermittlung der Preisobergrenze für Altpapier und Bestimmung der Amortisationszeit für die betrachteten Anlagenalternativen 200
6.4.2. Anlage zur Sortierung einer hochkalorischen Fraktion 203
6.4.2.1. Kalkulation zur Bestimmung der spezifischen Aufbereitungskosten für die Herstellung von Ersatzbrennstoff aus hochkalorischen Fraktionen 205
6.4.2.2. Ermittlung der Kostendeckungsbeiträge in Abhängigkeit vom Heizwert von hochkalorischen Fraktionen 209

7. Zusammenfassung und Ausblick 211

8. Literaturverzeichnis 219

Anhangverzeichnis 233

Schlagwortverzeichnis 267

Dank 271

Schlagwortverzeichnis

Schlagwortverzeichnis

A

Abfallablagerungsverordnung 34
Abfallaufkommen 12
Abluftgrenzwerte 41
Abnehmer für Ersatzbrennstoffe 18
Abrieb 147
    -festigkeit 112
Absorption 124
Abwasserverordnung 36
Adhäsions- und Kohäsionskräfte 103
Adsorption 124
Alba 90
Altpapierverwertungsquote 212
Amortisationszeit 200
angepasste Kraftwerke 23
Asphaltmischanlagen 20
Aßlar 56, 73
Aufbereitungskosten 197, 198, 205
Aufgabekorngröße 132
AWG Warendorf 83

B

Beckum 42
Behandlungskapazitäten 14
Beschäftigungswirkung 28
Bezugszustände fester Brennstoffe 118
Bindekräfte 103
biologische Trocknung 73
BRAM 7
Brennstoff
    -analyse 153, 182
    -analytische Parameter 107, 115
    -energieäquivalent 181
    -formen 64
    -herstellungskosten 200, 208
    -herstellungsprozess 63
    -technische Parameter 107
    -verbrauch 21
BRINI 8, 68
Bundes-Immissionsschutzgesetz 31
Bundesgütegemeinschaft
    Sekundärbrennstoffe 24, 185
Byker 10, 66

C

Chlor-Alkali-Bypass 38, 44
CO_2-Emission 27, 217
ConTherm-Anlage 59

D

Dichte 110, 143
Doppelverdichtung 178
Durchsatz 134, 176

E

Eigenüberwachung 186
elektrischer Leistungsbedarf 134
Energetische Verwertungsanlage 56
Energieaustauschverhältnis 182
Ersatzbrennstoff 12
Erwitte 44
Europäisches Regelwerk 30
EVA 56

F

Feinanteil 109, 141
Festbettdruckvergaser 50, 51
Festkörperbrücken 103
Feuerungs
    -wärmeleistung 41
    -arten 40
Flugstromvergaser 51
Freilandlagerung 167
Fremdüberwachung 186

G

Gleichgewichtsfeuchte 123
Greenline Brennstoffproduktion 88

H

Hamm 59
Härteprüfung nach Kahl 113
Herhof 56, 73, 188
Hochofenprozess 20
hygroskopischer Punkt 123
hygroskopischer Wassergehalt 124
Hysterese-Effekt 125
Hysteresekurven 156

I

Ibbenbüren 42
industrielle Kraftwerke 21, 37

J

Jänschwalde 58

K

Kapazitäten zur
energetischen Verwertung 20
kapillare Haftkräfte 103
Kapillarkondensation 124
kollektiver Abrieb 148
Kollerspalt 101
Kompaktierungsverhältnis 114, 151
Korngröße 175
Korngrößenverteilung 132, 175
Kosten
-deckungsbeiträge 209
-kalkulation 194
kraftschlüssige Verbindungen 103
Kraftwerk 18, 40
Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz 30

L

Lagerstabilität 174, 188
lagerungsabhängige Parameter 107
Liberalisierung 16
Life Cycle Assessments 11
Lochfraßkorrosion 54

M

Matrizen
-merkmale 248
-spezifikation 102
-temperatur 140
MBV Lüneburg 76
Mechanisch-biol. Trocknungsanlage 79
Methanemissionen 27
Methanolgewinnung 37, 49
Mischfeuerungsregelung 41
Mitverbrennung 37
monomolekulare Adsorption 124
Müllverbrennungsanlagen 23

N

Nehlsen 79
Nullmessung 41

O

öffentliche Kraftwerke 21
Otto Rüdiger Schulze 92

P

Pellet
-länge 112, 144
-pressen 98
Phoenix Zement 42
polymolekulare Adsorption 124
Potenzial heizwertreicher
Ersatzbrennstoffe 15
Preis-Nutzen-Relation 189
Preisentwicklung 191, 192
Primärfeuerung 39

Q

Quellung 125

R

RAL-Gütezeichen 24, 185, 186
Reduktionsmittel 39
Reibbeiwert 101
Relative Feuchte 124
Ressourcenbeanspruchung 26
Rethmann-Konzept 86
Ringmatrizenpressen 98, 175
Rissbildung 166
Rüdersdorf 38, 45
Rügen 79

S

Schadstoffgehalte von Ersatzbrennstoffen 17
Scheibenmatrizenpresse 97, 98, 175
Scheinverwertung 16
Schlackebadvergaser 51
Schmelzkammerfeuerung 59
Schrumpfungsspannungen 160
Schüttdichte 111, 146
Schwarze Pumpe 49
Schwermetallgehalte 184, 185
Sekundärfeuerung 39
Sekundärrohstoff-Verwertungs-Zentrum 49
Selbstentzündung 188
Sorption 123
Sorptions
-geschwindigkeit 163
-hysterese 125
-isotherme für Altpapierpellets 126
-isothermen 124, 154
Spezifischer Abrieb 148
Stahlindustrie 39
Standzeiten 179

Steinkohleeinheit 27, 180
Strangpressagglomeration 98
SVZ 49

T

Technische Anleitung
    Siedlungsabfall 1, 31
    Verwertung 36
Transportkosten 210
Trockenstabilat 39, 56, 74, 188
Trockenstabilatanlage 73
Trommelschneidmühle 96

V

van-der-Waals-Kräfte 103
VEAG 58
Verbrennungsrichtlinie 30, 42
verbrennungstechnische Parameter 107, 120
Verfahrenstechnische Parameter 107, 108
Verordnung über die
    umweltverträgliche Ablagerung 34
Versuchsanlage 95, 195
Verwertungsquoten 14
VEW 59
VW-Kraftwerke 54, 87

W

Wassergehalt 108, 116, 135, 175
Weichpellet 178
Wirbelschichtkraftwerk 54
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 189, 194
Wittekind 44
Wolfsburg 54

Z

Zement
    -herstellung 37
    -industrie 20, 37
    -werk Wittekind 44, 81
    -werke 23, 42
ZSS-Trommel 81
Zuzahlungen 194