Karl J. Thomé-Kozmiensky
Daniel Goldmann

Recycling und Rohstoffe

Band 2

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Recycling und Rohstoffe – Band 2
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009
ISBN 978-3-935317-40-5

ISBN 978-3-935317-40-5 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 2009
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 Andreas Schulz
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

Rahmenbedingungen der Abfallverwertung

Abfallaufkommen und Entsorgungswege
– Verwertungs- und Beseitigungspotential –
Karl J. Thomé-Kozmiensky und Stephanie Thiel 3

Auswirkungen der Abfallrahmenrichtlinie
auf Stoffströme und Ressourcenpolitik
Thomas Rummler 113

Stoffliche Verwertung in Deutschland
Burkhard Landers 123

Brauchen wir keine Deponien mehr?
– Grenzen des Recyclings –
Heinz-Ulrich Bertram 159

Kommunale Ressourcenwirtschaft – mehrwert für Berlin
Vera Gäde-Butzlaff 179

Überbrückungslösungen für Recyclingabfälle
aus genehmigungsrechtlicher Sicht
Andrea Versteyl 189

Exportbeschränkungen für Sekundärrohstoffe
– Überwachung der Abfallverbringung –
Olaf Kropp 205

Strukturen und Marktentwicklungen der Recyclingbranche
– Auswirkungen der Wirtschaftskrise –
Dirk Briese und Hilmar Westholm 213

Standardsetzung für Entsorgungsverfahren durch BVT-Merkblätter
Johanna Raasch 229

Verfahrenstechnik für die Abfallverwertung

Erschließung neuer Rohstoffpotentiale aus Abfallströmen durch Entwicklung vernetzter Verwertungsstrukturen und mehrstufiger Aufbereitungsprozesse
Daniel Goldmann 251

Entwicklungen in der Abfallaufbereitung – Anhand von Beispielen –
Eberhard Gock und Volker Vogt 269

Thermische Verfahren für das Recycling von Metallen
Reinhard Scholz 291

Metallurgisches Recycling von metallhaltigen Reststoffen und Schrotten – eine verfahrenstechnische und rohstoffpolitische Herausforderung –
Helmut Antrekowitsch, Holger Schnideritsch und Stefan Konetschnik 309

Modellgestützte Simulation mechanischer Aufbereitungsverfahren zur Behandlung von Siedlungsabfällen
Jan Rosenkranz 327

Aufbereitungsapparate

Zerkleinerungsmaschinen für das Recycling
Walter F. Weber 347

Abtrennung von Feinkorn mit Siebtechnik
Uwe Bruder 353

Betrachtungen zur Sortierung von Partikelsystemen nach der Kornform
Martin Steuer und Thomas Folgner 363

Veredlung von Mineralstoffen aus Abfall durch Nassaufbereitung mit der Vertikalsetzmaschine
Michael Bräumer 381

Neue Möglichkeiten der trockenen Dichtesortierung
Hermann Wotruba und Lars Weitkämper 389

Aufbereitung mit Trockentrenntischen
Georg Gropper und Markus Riggenmann..... 401

Aspekte bei Auswahl und Anwendung von Wirbelstromscheidern
Ulrich Kohaupt 407

Einsatz von elektrostatischen Trenntechnologien für industrielle Reststoffe
Rainer Köhnlechner 417

Sensorgestützte Aufbereitungstechnik
Thomas Pretz, Dirk Killmann, Yvonne Schockert und Jiu Huang 425

Urban Mining

Bestimmung der Wert- und Schadstoffpotentiale von Abbruchobjekten – Probenahme aus dem Schutt
Stefan Skutan 437

Untersuchung über den Nutzen des Deponierückbaus – Gedanken zum Deponierückbau unter heutigen Rahmenbedingungen am Beispiel einer BSR-Deponie –
Alexander Gosten 447

Altfahrzeuge

Stand der Altfahrzeugverwertung – Entwicklungen der letzten zwanzig Jahre und Perspektiven für die Zukunft –
Daniel Goldmann 471

Zertifizierung von Altfahrzeugverwertungsbetrieben
Burkhard Berninger 491

Altfahrzeugdemontage
Martin Knode 505

Stoffströme aus der Shredderrückstandsaufbereitung für die rohstoffliche und werkstoffliche Verwertung – Erfahrungen aus dem industriellen Betrieb
Thomas Bürgler, Arno Habermann, Bernhard Hehn und Harald Mitterbauer 519

Elektro- und Elektronikschrott

Aktuelle Rechtsfragen des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes
Rebecca Prelle 535

Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten in der Praxis
Georg Fröhlich 551

Kunststoffe aus langlebigen Konsumgütern für langlebige Konsumgüter – Qualitätskunststoffe aus Elektronikabfall –
Chris Slijkhuis, Brian L. Riise und Michael B. Biddle 567

Kunststoffabfälle

Kunststoffrecycling – ein Baustein im Abfallmanagement –
Hermann Krähling 579

Stand des PVC-Recycling in Deutschland
Werner Preusker 589

Technische Perspektiven des Kunststoffrecycling
Jörg Woidasky und Andreas Stolzenberg 599

Eisen- und Nichteisenmetalle

Einhaltung von Lieferverträgen über die Abnahme von Eisen- und Nichteisenschrotten
Markus W. Pauly 613

Recycling von zinkhaltigen Abfällen
Ralf Dreyer und Jens Manthey 619

Blei – ein recyclingfreundliches Metall
Ulrich Kerney 627

Recycling von seltenen Metallen und deren Verbindungen
Ulrich Kammer 647

Erfassung und Bewertung nicht-intendierter Outputs in Bergbaubetrieben – ein systemanalytischer Ansatz
Tina Bielig und Halit Z. Kuyumcu 657

Mineralische Abfälle

Verwertung von Recyclingbaustoffen im Straßenbau in Bayern
Otto Bischlager 673

Anmerkungen zum Stand der Ersatzbaustoffverordnung
Reinhard Fischer 683

Verwertung von Rückständen aus Kohlekraftwerken
Michael Zingk, Eckhard Weißflog und Wolf-Dieter Kempf 695

Aufbereitung und Verwertung von Gipsplattenabfällen
Michael Zingk 709

Verwertung von trocken ausgetragenen Aschen/Schlacken aus der Abfallverbrennung
Johannes J. E. Martin, Eva-Christine Langhein und Norbert Eickhoff 717

Dank 731

Autorenverzeichnis 735

Inserentenverzeichnis 751

Schlagwortverzeichnis 755

Stoffliche Verwertung in Deutschland

Burkhard Landers

1. Herkunft der Abfälle und deren Aufbereitung 124

1.1. Mengen, Verwertungsquoten und Qualitäten ausgewählter Stoffströme 124
1.1.1. Eisenschrotte 124
1.1.2. Elektronikschrotte 126
1.1.3. Alttextilien 129
1.1.4. Altkunststoffe 130
1.1.5. Altglas 133
1.1.6. Altpapier 134

1.2. Aufbereitungsanlagen 135
1.2.1. Eisenschrotte 135
1.2.2. Elektronikschrotte 135
1.2.3. Alttextilien 137
1.2.4. Altkunststoffe 137
1.2.5. Altglas 138
1.2.6. Altpapier 138

2. Märkte und Preise 138

2.1. Märkte 138
2.1.1. Eisenschrotte 138
2.1.2. Elektronikschrotte 139
2.1.3. Alttextilien 141
2.1.4. Altkunststoffe 141
2.1.5. Altglas 141
2.1.6. Altpapier 142

2.2. Absatzpreise 143
2.2.1. Eisenschrotte 143
2.2.2. Elektronikschrotte 145
2.2.3. Alttextilien 146
2.2.4. Altkunststoffe 146
2.2.5. Altglas 148
2.2.6. Altpapier 148

3. Potenziale für die stoffliche Verwertung 148
3.1. Eisenschrotte 148
3.2. Elektronikschrotte 149
3.3. Alttextilien 151
3.4. Altkunststoffe 151
3.5. Altglas 152
3.6. Altpapier 153
4. Ausblick: Die stoffliche Verwertung als Zukunftsmarkt 154

Aufgaben und Selbstverständnis der Siedlungs- und Abfallwirtschaft in Deutschland haben sich wie kaum eine andere Branche im Laufe der Jahrzehnte einem ständigen Wandel unterzogen. Die Branche stellt sich heute als eine wichtige Industrie mit ausgeprägten Wertschöpfungsketten dar, bei der die moderne Rohstoffwirtschaft im Vordergrund steht. Insbesondere die kleinen und mittelständischen Unternehmen haben sich dabei als Schrittmacher einer Philosophie bewiesen, die den Fokus auf die Verwertung der Wertstoffe im Gegensatz zur reinen Abfallbeseitigung legt. Die Anwendung innovativer Technologien führt so zu immer besseren und kostengünstigeren Sammel- und Recyclingmethoden, mit dem Ziel, die im Abfall enthaltenen Ressourcen stofflich zu verwerten oder die gebundenen Energieinhalte zu nutzen.

Die gegenwärtige Preis- und Nachfragesituation darf nicht den Blick für die mittel- und langfristige Entwicklung verstellen: Sekundärrohstoffe ersetzen die immer knapper werdenden Primärrohstoffe, sind in der Beschaffung potentiell kostengünstiger und verringern den Energieeinsatz in der Produktion signifikant. Die Gewinnung von Sekundärrohstoffen trägt entscheidend zur Schonung der schnell schrumpfenden Rohstoffressourcen unseres Planeten bei und leistet einen gewichtigen Beitrag zur weltweiten Verminderung von Treibhausgasen.

1. Herkunft der Abfälle und deren Aufbereitung

1.1. Mengen, Verwertungsquoten und Qualitäten ausgewählter Stoffströme

1.1.1. Eisenschrotte

Der Schrottmarkt unterscheidet zwischen Neu- und Altschrotten sowie dem Kreislaufschrott bzw. dem Eigenentfall der Stahlwerke und Gießereien. Beim Neuschrott handelt es sich um Produktionsabfälle der eisen- und stahlerzeugenden Industrie, der Fe- und NE-verarbeitenden Industrie sowie des Gewerbes (Blech- und Stanzabfälle, Späne). Der Altschrott wird nach dem Ver- oder Gebrauch von Stahl- und Eisenprodukten gesammelt. Er besteht zu etwa 70 bis 75 %

aus Industrie-, Gewerbe- und Abbruchschrotten und zu etwa 25 bis 30 % aus Konsumgüterschrotten. Alt- und Neuschrotte sind definiert über die Schrottsortenlisten und die Klassifizierungen des Metallhandels. Diese Listen sind die Grundlage für die Aufbereitung des Materials zum direkten Einsatz bei den Schrottabnehmern.

Tabelle 1: Deutsche Stahlschrottbilanz

	2008	2007	Δ in Prozent
	t		
Stahlschrottversand des Handels			
Zukauf der Stahlwerke	16.318.000	17.346.000	./. 5,9
Zukauf der Gießereien*	*4.071.000	*4.034.000	+ 0,1
Versand für Ausfuhr	8.269.000	7.805.000	+ 5,9
Versand insgesamt	28.658.000	29.185.000	./. 1,8
./. Einfuhr	5.675.000	5.947.000	./. 4,6
Versand aus Inlandsaufkommen	**22.983.000**	**23.238.000**	**./. 1,1**
Produktion			
Rohstahl insgesamt	45.833.000	48.550.000	./. 5,6
Oxygenstahl	31.194.000	33.534.000	./. 7,0
Elektrostahl	14.639.000	15.017.000	./. 2,5
Eisen-, Stahl- und Temperguss	*4.785.000	*4.783.000	+ 0,4
Stahlschrottverbrauch			
Rohstahl insgesamt	20.722.000	21.745.000	./. 4,7
Oxygenstahl	5.598.000	6.124.000	./. 8,6
	15.124.000	15.620.000	./. 3,2
Elektrostahlanteil in %	32,0	30,9	31,1
Schrottanteil insgesamt in %	**45,2**	**44,8**	**44,9**
Schrottexport/-import			
Ausfuhr	8.269.000	7.805.000	+ 5,9
Einfuhr	5.675.000	5.947.000	./. 4,6
Differenz	2.593.000	1.858.000	

* Angaben DGV, Düsseldorf, bvse-Berechnungen, Tabelle: bvse, Stand 01.04.2009

Quellen: Statistisches Bundesamt, WV-Stahl

Das Verhältnis Neu- zu Altschrott liegt in Deutschland ungefähr bei 40 : 60. Um die von der Sortenliste vorgegebenen Qualitätsstandards erfüllen zu können, müssen die Schrotte unterschiedlich behandelt, d.h. zerkleinert, verdichtet, vermischt und sortiert werden.

Das inländische Schrottaufkommen in Deutschland betrug in 2008 rund 23 Millionen Tonnen. Die deutschen Stahlwerke verbrauchten bei einer Rohstahlproduktion von fast 46 Millionen Tonnen knapp 21 Millionen Tonnen Schrott und die Gießereien über 4 Millionen Tonnen Schrott. Damit lag der Schrottanteil an der Rohstahlerzeugung bei über 45 Prozent. Die Verwertungsquote für Eisenschrotte liegt bei fast 100 Prozent. Nur geringe Mengen an Schrotten werden nicht in den Kreislauf zurückgeführt.

1.1.2. Elektronikschrotte

Elektro(nik)-Altgeräte fließen grundsätzlich aus zwei Bereichen zu den Erstbehandlungsanlagen. Unter dem Kürzel B2C (business to consumer) versteht man die Mengen aus privaten Haushalten, die über die Kommunen oder den Handel (Vertreiber) erfasst werden. Unter dem Kürzel B2B (business to business) versteht man gewerbliche Altgeräte, die über Verwaltungen sowie Industrie- und Gewerbebetriebe erfasst werden.

Auf der Grundlage des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG) erfolgte 2006 erstmals ein zentrales Monitoring über alle Herkunftsbereiche hinweg. Darin wurden die in Verkehr gebrachten Mengen im Rahmen der verpflichtenden Registrierung bei der Gemeinsamen Stelle EAR (Elektro(nik)-Altgeräte-Register) über die Hersteller und Importeure erstmals gemeldet. Bei der Ermittlung der erfassten und verwerteten Mengen kommt den Erstbehandlungsanlagen in Deutschland gemäß dem ElektroG eine zentrale Rolle zu. Dort werden alle Primärdaten zusammengefasst, die Aufschluss über die verwerteten Mengen über die einzelnen Gerätekategorien hinweg zulassen.

Tabelle 2: Daten zur Erfassung Elektro(nik)-Altgeräten in Deutschland 2006

	Spalte Nr.	1	2	3	4
		in Verkehr gebracht	Gesammelte Menge		
			B2C	B2B	insgesamt
Kat.	Produktkategorie	Gesamtgewicht	Gesamtgewicht	Gesamtgewicht	Gesamtgewicht
		t			
1	Haushaltsgroßgeräte	723.547	447.393	14.673	462.066
2	Haushaltskleingeräte	144.877	41.621	1.206	42.827
3	IT- und Telekommunikationsgeräte	314.898	86.573	15.762	102.336
4	Geräte der Unterhaltungselektronik	334.018	108.149	4.607	112.757
5	Beleuchtungskörper	90.969	–	375	375
5a	Gasentladungslampen	25.556	5.551	–	5.551
6	elektrische und elektronische Werkzeuge	118.695	10.683	899	11.582
7	Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte	25.172	2.534	2.062	4.596
8	medizinische Geräte	25.711	741	2.932	3.673
9	Überwachungs- und Kontroll-Instrumente	18.497	948	231	1.179
10	automatische Ausgabegeräte	14.972	5.592	1.366	6.958
	Summe	**1.836.913**	**709.787**	**44.113**	**753.900**

Quelle: Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit, Bonn, veröffentlicht Sept. 2008

Die Daten für das Jahr 2006 wurden vom BMU im September 2008 veröffentlicht. Die offiziellen Daten für 2007 liegen derzeit noch nicht vor. Den aktuellen Erhebungen zufolge wurden 2006 etwa 1,8 Millionen Tonnen Elektro(nik)-Altgeräte (EAG) in Verkehr gebracht. Demgegenüber konnte jedoch lediglich eine Menge von insgesamt etwa 754.000 Tonnen gesammelt werden (Tabelle 2).

Über den Verbleib der etwa 1,1 Millionen Tonnen nicht statistisch erfasster Mengen können nur Vermutungen angestellt werden. Ein Aspekt ist sicher die Entsorgung hausmülltonnen-gängiger Kleingeräte über die *Graue Tonne*. Sortieranalysen der TU Dresden belegen, dass etwa ein Prozent des Restabfalls aus tonnengängigen EAG besteht. Deutschlandweit wandern auf Basis dieser Sortieranalysen rund 142.000 Tonnen EAG in die Restabfalltonne.

Des Weiteren hatten die hohen Sekundärrohstofferlöse der Vergangenheit die Begehrlichkeiten an diesem Material wachsen lassen. So hatte die Zahl der Straßensammlungen durch kleine gewerbliche Schrotthändler massiv zugenommen. Eine Situation, die dazu führte, dass die Materialien auf nicht für Elektro-Altgeräte zugelassenen Schrottplätzen oder in Shredder-Betrieben landeten und dort – außerhalb des Monitorings – über den Allgemeinschrott entsorgt wurden. Wie hoch diese Mengen waren, ist nicht erfasst.

Unklar ist ebenso die Zahl der Exportmengen ganzer EAG. Insbesondere der Export über die Überseehäfen lässt sich kaum beziffern. Die Verlustmengen auf dem Landweg nach Osteuropa schätzt man auf bis zu 122.000 Jahrestonnen.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Faktor ist die Zwischenlagerung ausgedienter Geräte in den Haushaltungen. Die TU Dresden geht in eigenen Untersuchungen zur Altgeräteerfassung davon aus, dass etwa 350.000 Tonnen EAG zu Hause gelagert werden.

Die durch die WEEE (Directive on Waste Electrical an Electronic Equipment) geforderten Recycling- und Verwertungsquoten werden in Deutschland gemäß den Zahlen aus dem Monitoring in fast allen Gerätekategorien übertroffen. Lediglich die Verwertungsquote für Messinstrumente liegt mit 69,1 % um 0,9 % zu niedrig. Die Recyclingquote für Ausgabegeräte liegt mit 64 % um 11 % zu niedrig. Über alle zehn Gerätekategorien hinweg wird in der Summe eine Verwertungsquote von 92,1 % und eine Recyclingquote von 80,9 % erreicht.

Bei allen dokumentierten Erfolgen hinsichtlich der erreichten Recyclingvorgaben gerät leicht in Vergessenheit, dass mit Einführung des ElektroG insbesondere in der Qualität der Sammlung und Verwertung systembedingt ökologische Rückschritte stattgefunden haben.

Hauptverantwortlich dafür ist die durch das Gesetz vorgegebene zeitlich und örtlich ungleichmäßige Verteilung der Abholverpflichtungen der Hersteller über alle Regionen Deutschlands hinweg. Hersteller vergeben in der Folge die Abholaufträge flächendeckend an Systembetreiber. Gewachsene Partnerschaften zwischen Kommunen und regionalen Entsorgungsunternehmen wurden so durch überregionale Systembetreibernetzwerke abgelöst. So ist insgesamt eine Situation langer Kommunikationsketten entstanden.

Diese Entwicklung führte dazu, dass sich Annahmestellen und Verwerter voneinander entfernt haben. Erstbehandlungsanlagen wurde der direkte Einfluss auf die Sammlung genommen. Ein Vertragsverhältnis zwischen Entsorger und Übergabestelle lässt das ElektroG außerhalb der Möglichkeiten der kommunalen Eigenvermarktung nicht zu.

Tabelle 3: Verwertungsquoten über Elektro(nik)-Altgeräten 2006

	Spalte Nr.	1	2	3	4	5
		Verwertung		Wiederverwendung und Recycling		wiederverwendete komplette Geräte
		Menge	Verwertungsquote	Menge	Recyclingquote	
Kat.	Produktkategorie	Gesamtgewicht		Gesamtgewicht		Gesamtgewicht
		t	%	t	%	t
1	Haushaltsgroßgeräte	417.507	91,0	385.725	84,0	3.141
2	Haushaltskleingeräte	38.646	91,6	28.362	67,2	651
3	IT- und Telekommunikationsgeräte	92.602	95,3	75.562	77,8	5.179
4	Geräte der Unterhaltungselektronik	106.225	94,9	86.900	77,6	786
5	Beleuchtungskörper	262	100,0	231	88,2	113
5a	Gasentladungslampen	5.311	95,7	5.296	95,4	0
6	elektrische und elektronische Werkzeuge	9.615	84,0	8.000	69,9	132
7	Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte	3.773	82,7	3.168	69,5	37
8	medizinische Geräte	2.929	95,1	2.524	81,9	593
9	Überwachungs- und Kontroll-Instrumente	663	**69,1**	565	58,9	220
10	automatische Ausgabegeräte	5.506	94,4	3.731	**64,0**	1.126
Summe		**683.038**	**92,1**	**600.062**	**80,9**	**11.978**

Quelle: Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit, Bonn, veröffentlicht Sept. 2008

Sammelgruppen, die von den Übergabestellen zur Abholung an die Hersteller abgegeben werden, sind für diese Stellen oftmals von keinem wirtschaftlichen Interesse. Eine Motivation zum ordnungsgemäßen Umgang mit diesen Geräten wird zweitrangig. Probleme, die im ersten Schritt der Erfassung entstehen, werden in der Kette weitergeleitet. Ökologische Rückschritte erwachsen so bereits durch eine unsachgemäße Sammlung/Beladung oder durch Umladen beim Transport.

Verlierer dieser Entwicklung sind die Erstbehandlungsanlagen, die in der Praxis vor dem Problem stehen, bereits teilzerstörte Materialfraktionen bearbeiten zu müssen. Verwertung, Wiederverwendung und andere Wertschöpfung werden unnötig erschwert. Erfahrungen aus anderen abfallwirtschaftlichen Bereichen

zeigen indes, wie hoch der Einfluss der Abstimmung von Sammlung und Behandlung auf die Recyclingergebnisse ist. Bild 1 zeigt eine durch Beladung und Transport zerstörte Sammelgruppe 3.



Bild 1: Durch Erfassung und Transport zerstörte Bildschirmgeräte in SG 3

Wesentliche Bedeutung für die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur mittelständischer E-Schrottrecycler hat der Zusammenschluss zu gemeinsamen, zentralen Organisationen erlangt. Im Interesse einer möglichst guten Auslastung der Anlagen- und Verarbeitungskapazitäten koordinieren und steuern sie die Erfassung der Altgeräte und ihre Zusammenfassung zu sinnvollen Mengenströmen für die Aufbereitung.

Insofern nehmen mittelständische Unternehmen zwar auch als Systembetreiber am Wettbewerb teil, mit besonderer Sorge wird jedoch die durch das ElektroG ausgelöste Oligopolisierung des Marktes, die mit einer Nachfragebündelung der Entsorgungsdienstleistungen auf Herstellerseite verbunden ist, gesehen. 80 % des Auftragsvolumens für Geräte aus Haushaltungen werden heute von gerade einmal sechs großen Herstellerkooperationen vergeben. Demgegenüber agieren derzeit lediglich acht flächendeckend aufgestellte Entsorgungssysteme als Auftragnehmer. Diese Entwicklung nützt vor allem den Großen der Branche, die im Fahrwasser fallender Preise die Marktkonsolidierung in der Branche vorantreiben.

1.1.3. Alttextilien

Die im Auftrag des bvse und FTR (Fachverband Textilrecycling Deutschland) erstellte Studie *Textilrecycling in Deutschland* umfasst die stoffliche Verwertung von Alttextilien lediglich bezogen auf die Menge der Bekleidungstextilien und Haustextilien aus privaten Haushalten aus dem Jahr 2007.

Heimtextilien (z.B. Teppiche), die einen hohen Nicht-Textilbestandteil aufweisen, landen meistens auf den Recyclinghöfen. Sie werden dann überwiegend von kommunalen Entsorgungsgesellschaften als Abfall verwertet und/oder entsorgt. Die technischen Textilien (z.B. Filter, Autobezugsstoffe) und die Produktionsrückstände der Bekleidungs- und Textilindustrie werden entweder als recycelbare Anteile der Reißspinnstoffindustrie zugeführt oder als thermisch zu verwertende Anteile in der Herstellung von Ersatzbrennstoffen genutzt. In der Studie finden diese Bereiche keine Berücksichtigung.

Das gesamte Volumen der Inlandsverfügbarkeit an Bekleidungstextilien und Haustextilien aus privaten Haushalten in Deutschland beträgt etwas über eine Million Tonnen pro Jahr.

Tabelle 4: Mengenaufkommen des Textilrecyclings an Bekleidungs- und Haustextilien

Bekleidungs- und Haustextilien aus privaten Haushalten	2007	
	%	t
Inlandsverfügbarkeit* vor drei Jahren	–	1.126.000
Sammelaufkommen	–	750.000
Verwertungspotential**	–	750.000
Wiederverwendung		
• Second-Hand-Kleidung	~ 43	322.500
Weiterverwendung		
• Putzlappenherstellung	~ 16	120.000
Weiterverwertung	~ 31	232.500
• Recyclingmaterialien	~ 21	
• Thermische Nutzung	~ 10	
Müll zur Beseitigung	~ 10	75.000
Verwertungsquote	90	

* Nutzungsdauer 3 Jahre
** Heimtextilien und Produktionsrückstände wurden in der Studie nicht untersucht

Quelle: Studie *Textilrecycling in Deutschland* im Auftrag des bvse und FTR

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland rund 750.000 Tonnen Altbekleidung und gebrauchte Haustextilien über Straßen- und Containersammlung erfasst. Die Verwertungsquote betrug 90 %. Dabei wurden rund 43 % der gesammelten Altbekleidung einer Wiederverwendung zugeführt, rund 16 % einer Weiterverwendung, rund 31 % einer Weiterverwertung, davon 21 % als Recyclingmaterial und 10 % zur thermischen Nutzung. Etwa 10 % der gesammelten Ware konnten nicht weiterverwertet werden und mussten als Abfall beseitigt werden.

1.1.4. Altkunststoffe

Gebrauchte Kunststoffe sind eine ökologisch und ökonomisch vorteilhafte Sekundärrohstoffquelle, um marktgängige Produkte herzustellen. Die Kunststoffverwertung bedient sich dreier Wege, nämlich der werkstofflichen, rohstofflichen und energetischen Verwertung, die je nach Materialqualität beschritten werden. Trotz der unbestreitbaren nationalen, europäischen und weltweiten Erfolge bei der Kunststoffverwertung besteht in Deutschland in der Politik und der Entsorgungswirtschaft leider immer noch Uneinigkeit über den ökologischen und ökonomischen Sinn der Altkunststoffverwertung. Diese nationalen Diskussionen führen auch dazu, dass die werkstoffliche Verwertung immer mehr an Boden gegenüber der energetischen Verwertung verliert. Eine durch die Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH in Alzenau angefertigte Studie zur *Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007* (Consultic-Studie 2008 *)) gibt an, dass von den ermittelten rund 4,86 Millionen Tonnen Kunststoffabfällen in Deutschland im Jahr 2007 bereits 52 % einer energetischen Verwertung und nur noch 43 % einer werkstofflichen Verwertung sowie ein Prozent einer rohstofflichen Verwertung zugeführt wurden (Bild 2).

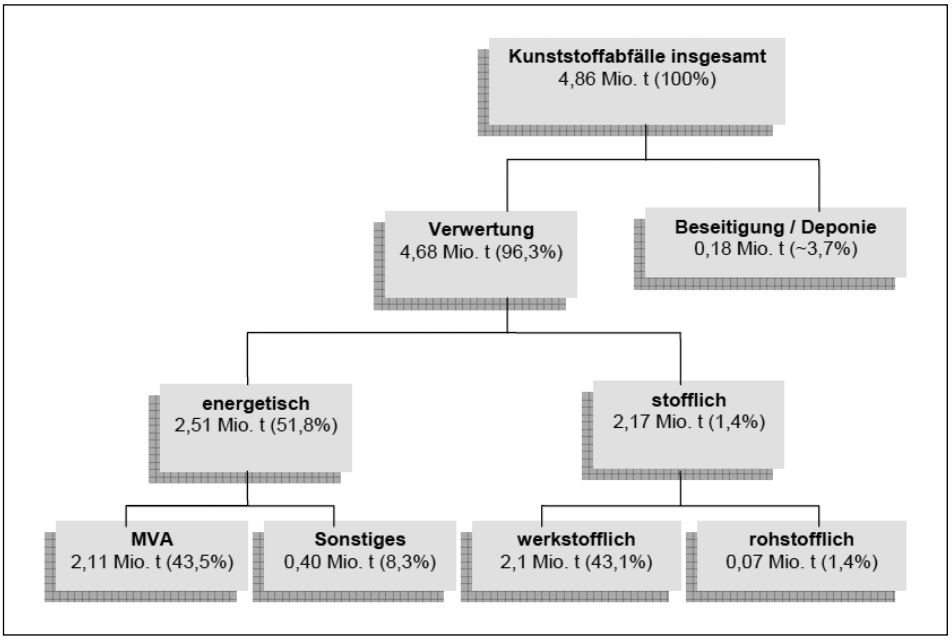


Bild 2: Verwertungsübersicht von Kunststoffabfällen in Deutschland 2007

*) Studie *Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007* im Auftrag von BKV Beteiligungs- und Kunststoffverwertungsgesellschaft mbH, Frankfurt a.M., und PlasticsEurope, Brüssel, sowie in Zusammenarbeit mit GKV Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e. V., Bad Homburg, und VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Frankfurt a.M., wurde angefertigt von der Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH in Alzenau.

Quelle: Consultic-Studie 2008

Obwohl sich die Kunststoffverwertung inzwischen weltweit als Wirtschaftszweig etabliert hat, wird in Deutschland immer noch der hohe Materialwert der Kunststoffe vernachlässigt. Der Ertrag je Tonne Kunststoff übertrifft nach der Sortierung allerdings in Abhängigkeit von der Kunststoffart und dessen Qualität teilweise denjenigen von Papier. So konnten im post-consumer-Bereich gemäß EUWID-Preisspiegel für Altkunststoffe vom Oktober 2008 für PET-Einwegflaschen natur 270 bis 300 EUR/t erzielt werden. Ebenfalls im post-consumer-Bereich erzielten im Oktober 2008 die LDPE-Schrumpfhaube natur 460 bis 550 EUR/t.

Vom Abfall- und Reststoff bis zum Sekundärrohstoff und schließlich bis zum Produkt werden je nach Stoffstrom und dessen Qualitäten verschiedene Stufen durchlaufen, die in Bild 3 dargestellt sind. Der Output der einen Stufe ist bereits der Input der nächsten Stufe. Diese Prozesse finden dabei auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene statt. So können die über Pfandsysteme in Deutschland gesammelten PET-Flaschen durchaus erst in China verwertet werden. Deshalb kommt dem weltweiten Handel und dem Makeln eine erhebliche Bedeutung zu. Um den Veränderungen in den Sekundärrohstoffmärkten gerecht zu werden, müssen die Märkte für die einzelnen Input- und Output-Stufen stoffstromspezifisch betrachtet werden.

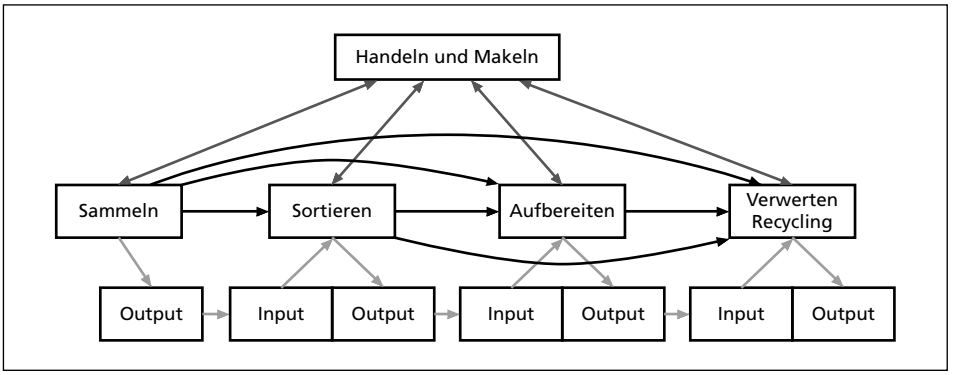


Bild 3: Die Sekundärrohstoffkette vom Abfall bis zum Produkt über die verschiedenen Aufbereitungs- und Behandlungsschritte

Die Anfallstellen bestimmen im Wesentlichen die Qualitäten der Kunststoffverwertung, die hier absteigend angegeben sind, nämlich:

- Produktionsabfälle,
- Industrie und Gewerbe,
- Pfandpflichtsysteme, hier ausnahmslos die Rücknahme von PET-Flaschen
- Duale Systeme,
- Agrarwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft,
- Baumisch- und Abbruchmaterialien.

Die besten Qualitäten der Altkunststoffverwertung liefern die Materialien, die bei der Herstellung und Verarbeitung von Primärkunststoffen anfallen. Dies sind beispielsweise Fehlchargen, Ausschussprodukte, Anfahr- und Abfahrstücke oder Verschnitte. Diese Materialien fallen sorten- und häufig auch typenrein an, wodurch ihre Zusammensetzung eindeutig definiert ist. Die Weiterverarbeitung zu neuen Werkstücken kann teilweise im gleichen Produktionsprozess oder extern ohne weitere Aufbereitung wie Reinigung vorgenommen werden.

Aus Industrie und Gewerbe fallen sehr unterschiedliche Qualitäten an Kunststoffen an. Dies sind einerseits hochwertigste Verpackungs- und Transportmaterialien, die zum Schutz von Produktionsgütern getrennt gesammelt werden, andererseits auch sehr belastete und verschmutzte Kunststoffe, wie Öldosen.

Die PET-Flaschen fallen vor allem über die Pfandpflichtsysteme an, sie sind mit Getränkeresten beaufschlagt. Die hierbei erzielten Qualitäten eignen sich nach Zerkleinern, Waschen, Stofftrennen und Aufbereiten zu Mahlgut oder Regranulaten zur Herstellung von Textilfasern, Verpackungsbändern, Tiefziehschalen oder Flaschen.

Eine relativ große Menge an vermischten Altkunststoffen, nämlich 731.000 Tonnen, fällt bei der Rücknahme von Verkaufsverpackungen an, die im Auftrag der Dualen Systeme in Deutschland eingesammelt werden. Nach den bisherigen Erfahrungen

Schlagwortverzeichnis

A

Abbruch
-abfälle
Aufkommen und Verwertung 683
-materialien 437
-objekte
Bestimmung der Wert- und Schadstoffpotentiale 437
Abfallaufbereitung
End-of-pipe 270
Modellbibliothek 328
produktionsintegrierte 275
zeitliche und technische Entwicklung 269
Abfallaufkommen 3
in Deutschland 27
in Europa 19
Abfallbegriff
Auslegung 208
Abfälle 4
gipshaltige 709
grün gelistete 209
hausmüllähnliche 17, 57
kommunale 24
mineralische 84, 169, 674
zinkhaltige 619
Abfalleigenschaft
Ende 4, 6, 194
Abfallentsorgung
kommunale 179
Abfallexporte 21
Abfallhierarchie 7
5-stufige 116, 181
Abfallimporte 21, 34
Abfall-Kategorien 253
Abfallmanagement 579
Abfallrahmenrichtlinie 4, 116
Auswirkungen auf Stoffströme und Ressourcenpolitik 113
Novelle 181
Abfallsammelfahrzeuge
mit Bio-Erdgas betriebene 186
Abfallsäuren 278
Abfallströme 581
Abfall und Nebenprodukt
Abgrenzung anhand der Sektorenmerkblätter 242
Abfallverbrennung 237
Abfallverbringung
illegale 206
Kontrollverfahren 545
Recht 542
Regelwerke 545
Überwachung 205
Abfallvermeidung 4, 118
Abfallvermeidungsprogramme (AVP) 5, 119
Abfallwirtschaft ohne Deponien 160
Abgasentschwefelung 695
Abgrabungen
Verfüllung 174
Abholkoordination 553
der Stiftung EAR 536, 555
Rechtsfragen 539
Ablagerung
illegale 34
Abwrackprämie 145, 190, 475, 494
Agglomeratoren 347
Airbags
gefahrlose und effiziente Zündung 480
Akkuschrott 627
Aufbereitung 636
allair-Luftsetzmaschine 393
Altautoverordnung 491
Altfahrzeuge 93, 98, 190, 206, 519
siehe auch Fahrzeuge
Anfall und Verbleib 473
Ausbau großer Kunststoffteile 499
Ausbaupflichten gemäß Altfahrzeugverordnung 498
Demontage 505
Demontagebetriebe 482, 491
Anforderungen 495
Betriebsablauf 497
Entwicklung des Fahrzeugeingangs 494
Sachverständigenprüfung 495
Verwertungsquote 500
Zertifizierung 479
Demontageinformationssystem (IDIS) internationales 480
Entnahme von Betriebsflüssigkeiten 497
erweiterte Verwertungskette 479
Genehmigungsvoraussetzungen für die Lagerung 190
illegale Verwertung 495
Recycling- und Verwertungsquoten der 27 EU Staaten 487
Rücknahme- und Annahmestellen 491
Schadstoff-Entfrachtung 479, 497
Trockenlegung 497
Verbleib stillgelegter Fahrzeuge aus Deutschland 474, 494
Verwertung 98, 471, 492
Einfluss rechtlicher Rahmenbedingungen 477
Verwertungsbetriebe
Zertifizierung 491
Verwertungsquoten 499
geforderte 477, 520
Altfahrzeugverordnung 492, 521

Altglas 123, 133, 138, 148, 152
-bilanz 134
Alt-Heizöltanks 606
Altholz 462
-preis 462
Altkabelrecycling 420
Altkunststoffe 21, 123, 130, 137, 141, 146, 151, 220, 525
Altmetalle 220
Altöl-Richtlinie 15
Altpapier 123, 134, 138, 142, 148, 153, 221
-aufkommen 134
-bilanz 135
-einsatzquote 153
Altschrott 124
Alttextilien 123, 129, 137, 141, 146, 151
Aluminium-Abtrennung 421
Aluminium-Kunststoff-Gemische
elektrostatische Separation 421
Anatas-Prozess 282
Anlaufstellen-Leitlinien 208, 542
Anodenkupfer 321
Anodenofen 323
Aufbereitungs
-anlagen 135
-prozesse
mehrstufige 260
-technik
sensorgestützte 110, 425
-tiefe
grundsätzliche Erwägungen 261
-verfahren
modellgestützte Simulation 327
Aufladung
tribo-elektrische 418
Austragsmodule
pneumatische 429

B

Badschmelzofen 627, 640, 641
Barytbergbau 270
BAT 230
BAT associated operational emission level (AOEL) 233, 238
BAT-Reference-Document 230
Bauabfälle 154, 673
Aufkommen und Verwertung 683
in Bayern 674
Bauprodukte
langlebige 589
Baurestmassen 437
Bauschutt
Aufbereitung 396
Qualitätsmanagement
für die Verwertung 678
Recyclinganlage 674
Verwertung in technischen
Bauwerken 677
Bau- und Abbruchabfälle 37, 84
gipshaltige 709
Behälterglasaufkommen 134
Bekleidungstextilien 129
Benchmarking
von Bergbau- oder Stromerzeugungs-
betrieben 669
Bergbau 657
Bergematerial 84
Bergeteich 271
Berlin 179
Berliner Stadtreinigung (BSR) 179, 448
Bernegger Gruppe 519
Beseitigung 12
Best Available Technique
(beste verfügbare Technik)
siehe BAT und BVT
Betriebsflüssigkeiten
Entnahme aus Altfahrzeugen 497
Bettasche 696
BGS-Richtwerte 43
Bildröhrenaufbereitung 560
Bioabfall 17, 37, 186
-behandlung 186
Bio-Erdgas 186
Biogasvergärungsanlage 186
BIOGUT-Tonne 186
Biolaugung 271
Biomasse 38
Blei 627
-erze 628
-hütte 640
-raffination 642
-recycling 627
integriertes 634
Bodenbeläge 589, 595

Böden/Steine 684
Boden- und Bauschuttdeponien 170
Bodenverbesserungsmittel 705
Brauereifilterrückstände
  Aufbereitung 276
Braunkohle
  Gewinnung und Verstromung 666
BRef 230
BSR 179, 448
Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e.V. 43
Buntmetallerzbergbau
  Halden 273
  teilausgeerzter Grubenbau 271
BVT 229
  Rolle im Genehmigungsverfahren 231
BVT-Merkblätter 230
  Entstehung und Anwendung 232
  Harmonisierungswirkung? 233
  horizontale 232
  vertikale 232
  zur Abfallbehandlung 239
  zur Abfallverbrennung 237
Bypass-Vorentzinkung 286

C

CCS-Technologien
  (carbon capture and sequestration) 660
Ceranglas
  Detektion 429
Charakterisierung
  von Ersatzbrennstoffen 41-56
  von Hausmüll 57-83
  von metallhaltigen Reststoffen und Schrotten 310
Chlor 43, 67
Constitutional Heterogeneity 438
Correct sampling error 439
CSH (Calcium-Silikat-Hydrat)-Phasen 697

D

Dachbahnen 589, 595
Demontagebetriebe 482, 491
  Anforderungen 495
  Betriebsablauf 497
  Entwicklung des Fahrzeugeingangs 494
  Sachverständigenprüfung 495
  Verwertungsquote 500
  Zertifizierung 479
Demontageinformationssystem (IDIS)
  internationales 480
Deponie
  -ersatzbaustoff 703
  -gasbildung 455
  -recht 450
  -volumen 687
  Wernsdorf 449
Deponien
  Bau und Betrieb 172
  Bedarf an zusätzlicher Kapazität für mäßig belastete mineralische Abfälle 169
  der Klasse 0
    Eignung für mineralische Abfälle 171
  Element der Kreislaufwirtschaft 165
  in naher Zukunft nicht mehr erforderlich? 159
  Rekultivierung 701
  Rückbau 447, 452
    Gründe dafür 452
    Gründe dagegen 454
    Vorgehensweise 455
  Situation in Niedersachsen 168
  Stilllegung 450
Detektoren 427
Dichtesortierung 389
Divert-from-Landfill Strategie 579
Duldung
  aktive 201
Dünnsäure 278
  -recycling 280

E

EAR
  siehe Elektro-Altgeräte-Register
Edelstahlschlacke 389, 395, 398
Eisenschrotte 123, 135, 138, 143
  Erlöse 461
Eisen- und Nichteisenschrotte
  Einhaltung von Lieferverträgen 613
Eisen- und Stahlindustrie
  Reststoffe 310
Elektro-Altgeräte-Register (EAR) 536, 552
Elektroflotation 279
ElektroG 126, 535
ElektroGKostV 539
Elektroofenschlacke
  Verwertung im Straßenbau 679
Elektrosortierung 417

Elektro- und Elektronikgeräte 145, 519, 536, 552, 567
Behälterbereitstellung und Behälterabholung 558
Definition 537
Entsorgung in der Praxis 551
Entsorgungssysteme 558
Erstbehandlungsanlage 559
Haushaltsgroßgeräte
Zusammensetzung 316
illegaler Export 541
Kleingeräte
durchschnittliche Zusammensetzung 315
manuelle Zerlegung 560
mechanische Aufbereitung 319, 562
Potential zur Primärrohstoff-Substitution 256
Sammelstellen 553
Sammlung 318
Sortierung 559
Verwertungsquoten 564
Wiederverwendung 559
Zulässigkeit der Verbringung 546
Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) 126, 535
Gerichtsentscheidungen 537
Elektro- und Elektronikschrott 38, 93, 123, 126, 135, 139, 145, 149, 567
Abfallkunststoffe 423, 567
Aufbereitung 319, 562
Feinstaub 273
Charakterisierung 314
durchschnittliche Zusammensetzung 315
Einsatz in der
Primärkupfererzeugung 320
Sekundärkupfererzeugung 321
Kunststoffabtrennung 423
Metallabtrennung 419
Metallgehalte 317
Recycling 317
Elementaranalysen
verschiedener Abfallfraktionen 81
Emissionsgrenzwerte 231
Emitter 427
Emitter-Detektor-System 426
Emschergenossenschaft 520, 522
Ende der Abfalleigenschaft 4, 6, 194
End-of-Pipe-Abfälle 253
energetische Verwertung 4
Energieeffizienzkriterium 120
Energieeffizienzschwelle
Festlegung mit Hilfe der BVT-Merkblätter 241
Energiestromnetze 665
Energiesubstitution 297
Entmetallisierung
von feinkörnigen, metallhaltigen Materialien 419
Entschlacker 718
Entschwefelungsrückstände 696
Entsorgungsautarkie 5, 14
Entsorgungsverfahren
Standardsetzung durch BVT-Merkblätter 229
Entsorgungswege 3
Entwässerungs
-mittel 519
-versuche 524
Entzinkung
von Stahlschrott 284
Erkennungssysteme 426
Ersatzbaustoffe 489, 688
Ersatzbaustoffverordnung 683
Ersatzbrennstoffe 38
Charakterisierung 41-56
Chlorgehalte 44
Heizwert 55
Schwefelgehalte 45
Schwermetallgehalte 41
Zuzahlungen 462
Erstarrung
gerichtete 654
Erstbehandlungsanlage 559
EU 27
Anfall und Verwertung der wichtigsten Abfallarten 255
Exportbeschränkungen
für Sekundärrohstoffe 205
Exporte
illegale
juristische Ursachen 542
von Elektroaltgeräten 541
exzentrisches Polsystem 412

F

Fahrzeuge
siehe auch Altfahrzeuge
Gebrauchtteilehandel 482
Löschungen in Deutschland (Entwicklung) 474
Stilllegungen
Altersstruktur 475
weltweiter Bestand 473
Zusammensetzung
Entwicklung 475
am Beispiel des VW Golf 476

Farb
-erkennung 428
-sortierer 428
Feinkorn
Abtrennung mit Siebtechnik 353
-Wirbelschichtsortierer 396
Feinsiebung 353
Feldkapazität (FK) 702
nutzbare (nFK) 702
Feldstärke
magnetische 411
Fenster 589
Fenster-PVC
Aufbereitung 424
Filterasche 696
Filterschlamm
in der Getränkeindustrie 275
Filterstaub
aus der Elektronikschrott-aufbereitung 273
Finanzierungsinstrument der EU
für umweltrelevante Vorhaben 245
Flachglas 133
Sortierung 429
Flugasche 695
Förderbänder
zeitabhängige Darstellung von Volumenströmen 432

G

Gallium
Anwendungsbereiche 651
Gewinnung (Fließbild) 651
Recycling 651
Garten- und Parkabfälle 17
Gebrauchtteilehandel (KFZ) 482
Gefährdungsdelikt
abstraktes 202
Gemeinsame Stelle 539
Genehmigungsauflage 231
Genehmigungsverfahren
Konzentration der Verfahren nach IVVU-Richtlinie und nach Abfallrahmenrichtlinie 244
Geringfügigkeitsschwellenkonzept 689
Germanium
Anwendungsbereiche 648
Produktion (Fließbild) 650
Recycling 648
Geschäftsmüll 17, 60
Gesellschaft für die Aufbereitung und Verwertung von Reststoffen mbH 710
Getrennterfassung 120
Gewerbeabfälle 57
GFR 710
Gichtgas 299
Gipskartonplatten 395
Gipsplatten-Produktion
Qualitätsparameter 714
Gips- und Gipsplattenabfälle 709
Aufbereitungsverfahren 712
Gipsqualitäten 713
Staubbildung 712
Einführung eines flächendeckenden Sammel-, Aufbereitungs- und Verwertungssystems 710
mobile Recyclinganlage 710
Verwertungswege der Aufbereitungsprodukte 714
Gläser 23
hitzebeständige 429
Glasfaserherstellung 649
Granulatoren 347
Großbritannien 585
Grünsalz 283

H

Hammermühlen 347
Hamos GmbH 422
Handelsblei 635
Harmonisierungswirkung
der BVT-Merkblätter für die europäischen Anlagenstandards 233
Haushaltsgroßgeräte
Zusammensetzung 316
Hausmüll
Charakterisierung verschiedener Abfallfraktionen 57-83
Brennbares, Asche und Wasser 74
Brennstoffdaten 77
Chlor-, Fluor-, Schwefelgehalte 67
Elementaranalysen 81
Heizwerte 74
Korngrößenverteilungen 69
Schwermetallgehalte 62, 67
stoffliche Zusammensetzung 57
Wassergehalte 70
hausmüllähnliche Abfälle 17, 57
Heimtextilien 129
Heizwerte
von Ersatzbrennstoffen 55
verschiedener Abfallfraktionen 74

Herstellerverantwortung 4, 118, 709
Heterogeneity Invariant 437
Heterogenitätsschätzung 440
Hochofen 488, 520
  -prozess 265, 519, 525
Hochtemperaturverfahren 291
Hohlglas 133
  -recycling 134
Holz 395

I

illegale Ablagerung 34
Indium
  Anwendungsbreiche 652
  Recycling 652
Ishihara-Verfahren 281
IVVU-Richtlinie 229, 233

K

Kabel 136, 589
  -abfälle
    Entmetallisierung 420
Kesselaschen
  Behandlungsverfahren 706
Kieselgur 275
  -recycling 277
Klangemissionen
  bei Einwirkung einer
    Schlagbeanspruchung 430
Klangsignaldatenbank 431
Klangsortierung 431
Klärschlamm 519, 522
  Entwässerung 488, 520
Klärschlammkompost-Urteil 195
Klimaschutz 579
  -potentiale 583
Kohlekraftwerke
  Verwertung von Rückständen 695
Kokskupolofen 299
kommunale Abfälle 24
Konverter 323
Kornform 363
  -bewertung 363, 367
Korona-Walzenscheider 419
Kostenverordnung
  zum Elektro- und Elektronikgeräte-
    gesetz 539
Krafteinwirkpunkt 411
Kraftwerksrückstände 695
  Verwertungsmöglichkeiten 698
Kreditklemme 224
Kreislaufwirtschaft 165
  in Deutschland 113
Kubizität 367
Kühlgerätekompressoren 206
Kunststoffabfälle
  differenzierte Bewertung nutzbarer
    Materialeigenschaften 264
  Erlöse 462
  Nutzung als Reduktionsmittel
    im Hochofenprozess 266
  öko-effiziente Nutzung 585
  Recycling 579, 599
  Sortierung 461
  werkstoffliche, rohstoffliche und
    energetische Verwertung 263, 580
Kunststoffe 35, 567
  bromierte 140
  Primärenergiebedarf und Heizwert 264
Kunststoff-Kraftstoffbehälter 607
Kunststoff-Kunststoff-Trennung
  elektrostatische 422
Kupfer
  Energiebedarf bei Primärmetallurgie
    und Sekundärmetallurgie 318
  Sammelwirkung für Edelmetalle 321
  -erz 317
  -erzeugung (primäre)
    Einsatz von Elektronikschrott 320
  -erzeugung (sekundäre)
    Einsatz von Elektronikschrott 321
  -konverter 321
  -metallurgie 316, 318
  -raffinationselektrolyse 316
  -schrott 319
    Verfahrensroute für die
      Verarbeitung 322
  -sekundärprozess 321
Kupolofen 297
Kurztrommelofen 627, 638
Kyoto-Ziele 585

L

LAGA-Mitteilung 20 174
landfill mining 254
Laugung
  mikrobielle 272
Leiterplatten 137
  Aufbereitung 420

LIFE+ 245
Lippeverband 522
Loyalitätsklausel
  zur Aufnahme von
    Neuverhandlungen 616
Luftsetzmaschine 389, 391
Lufttrennherde 562

M

Magnet-Induktions-Tomographie
  (PMIT) 430
Magnetrotor
  exzentrisch angeordneter 412
  zentrisch angeordneter 412
Magnetscheider 334
Marktabfälle 17
Marktentwicklungen 213
Marktpreise 219
Martin-Trockenentschlackung
  mit integrierter Klassierung 717
Matrizenpresse 334
Meretec Prozess 285
Metalle
  seltene
    Recycling 647
  Separationsverfahren 418
Metall-Nichtmetall-Trennung
  mit Korona-Walzen-Scheidern 419
Metall
  -recycling 309, 647
  -rückgewinnung
    aus der Schlacke 727
  -separation
    elektrostatische 419
  -sortierung 430
Mineralfasern 133
mineralische Abfälle 84, 169, 674
Mineralölverpackungen 607
Mischschrott 93
Mitverbrennung
  in Abfallverbrennungsanlagen 96
MPS-Anlagen 183
Multibarrierenkonzept 450
MVA Ruhleben 182

N

Nassasche 695
Nassentschwefelungsverfahren 695
Nasssiebung 353
Nebenprodukt 4
Neuschrott 124
Nichteisen-Metallscheider 411
Nichteisenmetallurgie 309
NIR
  -Positivsortierung 43
  -Sortierung 43, 428
  -Strahlung 428
Normalbetriebswerte 233, 238
Notifizierung von grenzüberschreitenden
  Abfallverbringungen 210

O

Oberflächenabdichtung 466
Ökodesign-Politik 119
Öko-Effizienzanalyse 585
  von Abfallmanagementstrategien
    für Kunststoffe 586
Orange Box 185

P

Papier, Pappe und Karton 87
Papier
  -fabriken 134
  -industrie 88
  -sorten
    sensorgestützte Erkennung 430
Paradigmenwechsel
  in der Entsorgungswirtschaft 180
PET
  -Flaschen 602
  -Verpackungen 603
Phosphatier
  -chemikalien
    Rückgewinnung 279
  -lösung
    aus dem Korrosionsschutz 278
  -schlamm 278, 279
Planen 589
Polsystem
  exzentrisches 412
Post-Consumer-Abfälle 253, 257
Post-Industrial-Abfälle 253, 256
Post-Production-Abfälle 253, 256
Post-Shredder-Technologien 485, 499
PPM Pure Metals GmbH 647
Prallmühlen 347
Pre-Consumer-Abfälle 253

Preisgleitklausel 616
Preisverfall auf den Rohstoffmärkten
  Wegfall der Geschäftsgrundlage 614
Primärabfälle 17
Probenahme
  aus dem Schutt 437
Probenmassenbestimmung 437
Produkt-Ökodesign-Politik 8
Produktverantwortung 4, 118, 709
Prozess
  -analyse 293
  -kopplung 301
  -modelle 329
Punktsensor 427
Puzzolane 696
Puzzolanreaktion 696
PVC 43
  Abtrennungspotential aus gemischten
    Massenkunststoffen 265
  -Fensterkunststoffe
    vollautomatisches Recycling 423
  -Recyclat 423
  -Recycling 589
  -Verwerter 589

R

Radiowellen 427
Raffinationselektrolyse 321
Recycling 5, 10, 117
  Grenzen 159
  metallurgisches 309
  von Elektronikschrott 317
  Zielvorgaben der
    Abfallrahmenrichtlinie 119
  -abfälle
    Überbrückungslösungen aus
      genehmigungsrechtlicher Sicht 189
  -baustoffe 685
    Gütesicherung 691
    Richtwerte in Bayern 679
    Verwertung im Straßenbau 673
    Verwertung in technischen
      Bauwerken 677
  -branche 213
  -Gesellschaft 105, 115
  -höfe 183
  -quoten 5
  -technologie 270
Recylex SA 627
Reduktionsmittel 519
Reifen 36
Reinkupferschrott 319
Rekultivierungssubstrate 701
Repulp Siebmaschine 356
Ressourcen
  -effizienz 588
  -effizienzpolitik 579
  -politik 113
  -wirtschaft
    kommunale 179
Restabfälle
  Schadstoffgehalte 64
Retek AG 505
Rohre 589
RoHS Directive 317
Rohstoff
  -gesetz 118
  -märkte
    Auswirkungen des Preisverfalls 613
  -politik 309
  -potentiale aus Abfallströmen 251
  -preise 473
    relative Entwicklung seit
      dem Jahr 2000 252
  -rückgewinnung
    aus Monodeponien 254
  -tonne
    separate 185
  -wirtschaft 205
Röntgenstrahlung 427
Rost 725
Rückbau von Deponien 447, 452
Rücknahme- und Annahmestellen
  für Altfahrzeuge 491
Rückschub-Rost 724
Rückstände 85
  aus Kohlekraftwerken
    Verwertung 695

S

Salzsäurerückgewinnung 589
Sauerstoffblasverfahren 311
Sauerwasserbildung 272
Säulenverfahren 690
Schachtofen 322
Schadlosigkeit der Verwertung 167, 196
Schadstoffe
  Anreicherung in den Umweltmedien
    Wasser und Boden 166

Schadstoff
-senken 166
-verteilung
großräumige und unumkehrbare 163
Schlacken 84
aus der Abfallverbrennung
trockener Austrag 717
Schlammteich 271
Schmelzverhalten
von Stahlwerksstaub 311
Schneidmühlen 347
Schrott
-handel 614
-preise 461
-verbrauch 149
Schwefel 46
Schwefelsäuregewinnung 638
Schwermetallgehalte
verschiedener Abfallfraktionen 64
von Kohlen, Restabfall und
Ersatzbrennstoffen 42
Schwermineralsand 389
Schwimm-Sink
-Anlagen 484
-Trennung 423
Sekundärabfälle 17
Sekundärrohstoffe 213
Einstufung als Abfall 207
Exportbeschränkungen 205
Markt 217
Voraussetzungen für eine effiziente
Rückführung in den Markt 258
Selbstentzündlichkeit 202
Sensoren
im akustischen Frequenzbereich 430
Separatoren
elektrostatische 418
Setzmaschine 389
Sevilla-Prozess 232
Shredder
-anlage 94
-betriebe 482
-flusen 488
-flusenagglomerat 520
-granulat 488, 519, 520
-leichtfraktion 93, 94, 482, 493
Zusammensetzung 93
-prozess 482
erzeugte Fraktionen 483
-rückstände 98, 471, 484, 493, 519
Zusammensetzung 486
-rückstandsaufbereitung 519, 521
mit dem VW-SiCon-Verfahren 487
-sande 488
-schrott
Durchschnittsanalyse 484
-schwerfraktion 482
Siebung
Einfluss der Aufgabekörnung
auf die Siebleistung 354
nasse 353
von Fein- und Feinstmaterialien 353
Siedlungsabfälle
vollständige Verwertung 160
Simulation
in der Abfallbehandlung 328
mechanischer Abfallaufbereitungs-
verfahren 330
Simulationssoftware
für komplexe Feststoffprozesse 331
Solarzellen 648
SolidSim 331
Sortiertechnik
sensorgestützte 425
Sortierung
akustische 431
sensorgestützte 484
von Sekundärstoffen 394
Sperrmüll 17, 98
-aufbereitung 183
Spezialglas 133
Stabilisierungsanlagen
mechanisch-physikalische 183
Stack Sizer 355
Stahlindustrie 309
Reststoffe 310
Stahlschrott 301
Bilanz 125
Entzinkung 284
Fraktion aus Altfahrzeugen
Verschleppung kupferhaltiger
Bauteile 482
Stahlwerksstaub
Schmelzverhalten 311
Steinkohle 389
Stoffstrom
-analyse 328
-management 582
-rechnung 665
Stoff- und Energiestromnetz 665
Stößel-Entschlacker 718
Straßenreinigungsabfälle 17
Systemanalyse
des Bergbaubetriebes, der Aufbereitung,
der Verstromung und
CO_2-Sequestrierung 658

T

Technik
  beste verfügbare 231
thermischen Abfallbehandlung 4
thermische Verfahren 291
Thiobacillus ferrooxidans 271
Titandioxid-Pigmentherstellung
  Dünnsäurerecycling 280
Tongrubenurteil II 688
Tremonis-Verfahren 276
Trennherde 562
Trenntechnologien
  elektrostatische 417
Trockenentschlackung
  mit integrierter Klassierung 718
Trockenlegung
  von Altfahrzeugen 497
Trockensiebung 353
Trockentrenntische 401

U

Überkapazitäten 213
Umberto 665
Umweltprämie 145, 190, 475, 494
Umweltschutz
  anlagenbezogener 229
urban mining 254, 437, 454

V

Verbrennung 85
Verbrennungsrückstände
  Rückgewinnung von Rohstoffen 717
Verfahrenssimulation 341
Verfestigungsreaktionen 696
Verfüllung
  Qualitätsmanagement 677
  von Abgrabungen 174
  von Gruben, Brüchen und Tagebauen 676
Vermeidung 8
Verpackungen 25
Verpackungs
  -abfälle 98
  -verbrauch 104
Versatzbaustoff 699
Verschrottungsaktionen 475
Vertikalsetzmaschine 381
Vertragsanpassungsanspruch 614
Verwertung 12
  energetische 4
  fehlende rechtliche Anforderungen 166
  Schadlosigkeit 167, 196
  stoffliche 123
  um jeden Preis 166
  vollständige 160
  Vorrang 163
  werkstoffliche, energetische,
    rohstoffliche 264, 580
Verwertungs
  -quoten 213, 214, 519
  -strukturen
    vernetzte 260
Voestalpine Stahl GmbH 488, 519
Volkswagen AG 519
Volkswagen-SiCon-Verfahren 486
Volumenstrommessung 432
Vorbereitung zur Wiederverwendung 116

W

Wärmenutzung 121
WEEE-Richtlinie 317
  Revision und Änderung 549
Weißblech 27
Wendelscheider 398
Werkblei 634
Wertstoffverordnung 118
Weser-Metall GmbH 627
Wiederverwendung 5, 8
  Zielvorgaben der
    Abfallrahmenrichtlinie 119
Windsichtung 333, 719
Wirbelschichtfeuerungsaschen 695
Wirbelschichtsortierer 389
Wirbelstromscheider 334, 482
  Auswahl und Anwendung 407
  mit exzentrischem Polsystem 413
  wirtschaftlicher Vergleich von Aggregaten
    mit zentrischem und exzentrischem
    Magnetrotor 414

Z

Zeilensensor 428
Zementindustrie 86
Zerkleinerungsmaschinen 334, 347
zero-waste-Prinzip 299
Ziel 2020 160

Zielvorgaben 5
zinkhaltige Abfälle 619
Zinkmetall 619
Zonen
-reinigen 653
-schmelzen 653
ZTVwwG 676
Zuzahlung 147
Zwischenlager für Altpapier, Glas usw.
Genehmigungsfähigkeit 192
Genehmigungspflicht 192
Zwischenlagerung
von Abfällen 189
von Recyclingprodukten 194