Karl J. Thomé-Kozmiensky
Daniel Goldmann

Recycling und Rohstoffe

Band 5

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Recycling und Rohstoffe – Band 5
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012
ISBN 978-3-935317-81-8

ISBN 978-3-935317-81-8 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

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

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2012
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,
Martina Ringgenberg, Ginette Teske
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Inhaltsverzeichnis

Politik, Strategien und Recht

Chancen und Grenzen des Recyclings
Karl J. Thomé-Kozmiensky 3

Anforderungen an die Hochwertigkeit der Verwertung nach dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz
Andrea Versteyl 201

Rohstoff-Zertifizierung vor dem Hintergrund der Sorgfaltspflichten von Unternehmen in den Lieferketten von Konfliktmineralen
Philip Schütte, Gudrun Franken, Henri Pierre Gebauer, Ulrike Dorner, Antje Hagemann und Volker Steinbach 213

Ist eine Null-Abfallgesellschaft erstrebenswert?
Heinz-Ulrich Bertram 221

Forschung sichert nachhaltige Rohstoffversorgung
Karl Eugen Huthmacher 243

Das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF)
Jens Gutzmer und Andreas Klossek 253

Aachener Kompetenzzentrum für Ressourcentechnologie AKR e.V. – Interdisziplinäre Entwicklung und nachhaltige Problemlösungen im Forschungs- und Entwicklungsbereich der Ressourcentechnologie –
Bernd Friedrich und Kilian Gisbertz 261

Der Recycling-Cluster wirtschaftsstrategische Metalle REWIMET e.V.
Daniel Goldmann, Thomas Kruckow und Reimund Westphal 281

Forschungsschwerpunkt Recycling an der Montanuniversität Leoben
Helmut Flachberger, Helmut Antrekowitsch, Markus Lehner, Karl E. Lorber, Roland Pomberger und Harald Raupenstrauch 291

Vom Abfall zum Produkt
– Am Beispiel des Stahl- und Aluminiumrecyclings –
Rainer Cosson 315

Kritische Rohstoffe aus Sicht deutscher Unternehmen
Lorenz Erdmann und Siegfried Behrendt 323

Industrieperspektiven für die Rohstoffwirtschaft
Peter Kurth 335

Förderprogramme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Forschungsprogramme des BMBF im Bereich der rohstoffbezogenen Nachhaltigkeitsforschung
Lothar Mennicken 343

Ressourceneffizienz potenzieren: Der Beitrag des BMBF-Förderschwerpunkts r^2
Katrin Ostertag, Peter Brandstetter, Stefan Albrecht, Magnus Fröhling, Frank Schultmann und Frederik Trippe 353

Erhöhung der Energie- und Materialeffizienz der Stahlerzeugung im Lichtbogenofen – optimiertes Wärmemanagement und kontinuierliche dynamische Prozessführung –
Bernd Kleimt, Bernd Dettmer, Vico Haverkamp, Thomas Deinet und Patrick Tassot 367

Entzinkung von Stahlschrotten
Eberhard Gock, Volker Vogt, Ingo Schönfelder, Otto Carlowitz, Torsten Zeller und Andreas Sauter 393

Autotherme Metallrückgewinnung aus WEEE-Schrott
Sebastian Maurell-Lopez, Mehmet Ayhan, Marcus Eschen und Bernd Friedrich 413

reACT – Rückgewinnung und Wiedereinsatz von Edelmetallen aus Brennstoffzellen
Rainer Wegner, Elgar Fokkens, Hans-Jürgen Holdt, Heinz Bukowsky, Michael Trautmann, Stefan Nettesheim, Sven Jakubith, Peter Scholz, Thomas Mollenhauer, Steffen Theuring, Tomas Klicpera und Christoph Hildebrandt 429

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur automatisierten Demontage und Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien aus Fahrzeugen
Peter Ay, Jens Markowski, Harry Pempel und Mike Müller 443

Flugzeug-Recycling
– Neue Ansätze zur Rohstoffrückgewinnung –
Sebastian Jeanvré 457

Mineralische Bauabfälle als Rohstoff für die Herstellung leichter Gesteinskörnungen
Alexander Schnell, Anette Müller, Katrin Rübner und Horst-Michael Ludwig 469

Stand der Forschung zur Aufbereitung von Shredder-Sanden
Christian Duwe und Daniel Goldmann 495

Das Begleitforschungsprojekt INTRA r^3+
– Integration und Transfer der r^3-Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Sicherung strategischer Metalle und Mineralien –
Anke Dürkoop, Jens Gutzmer, Martin Faulstich und Andreas Klossek 507

Wirtschaftsstrategische Rohstoffe in und aus Abfallströmen

Was sind wirtschaftsstrategische Rohstoffe?
Friedrich-Wilhelm Wellmer 525

Recycling von Refraktärmetallen
Gerhard Gille und Andreas Meier 537

Thermodynamische Herausforderung bei Recycling von Nebenmetallen
Vera Susanne Rotter, Sabine Flamme,
Maximilian Ueberschaar und Ramona Götze 561

Entwicklung eines Zerkleinerungsaggregates für metallische Reststoffe als vorbereitender Schritt einer werkstofflichen Verwertung in metallurgischen Prozessen
Helmut Flachberger, Andreas Schmid und Franz Duspiva 577

Rollattrition für feinkörnige Mineralien, Erze oder Metalle
Michael Bräumer 595

Optimierungspotenziale beim Recycling schwermetallhaltiger Rückstände
Jürgen Antrekowitsch 605

Problematik der Aufbereitung von RFIDs
Holger Schnideritsch, Stefan Luidold, Thomas Angerer,
Michael-Josef Fasching und Helmut Antrekowitsch 625

Altfahrzeuge, Elektromobilität und Elektronikschrott

Import und Export von Gebrauchtfahrzeugen in Europa
Cornelia Merz und Georg Mehlhart 639

Der Schrottplatz
– Planung, Errichtung und Betrieb –
Uwe Görisch 659

Ressourceneffizienz und ressourcenpolitische Aspekte des Systems Elektromobilität
Matthias Buchert und Stefanie Dittrich 665

Recycling von Li-Ionen-Traktionsbatterien
– Das Projekt LiBRi –
Tobias Elwert, Daniel Goldmann, Thomas Schirmer und Karl Strauß 679

Recycling von Lithium-Ionen-Batterien – das Projekt LithoRec
Christian Hanisch, Wolfgang Haselrieder und Arno Kwade 691

Recycling von Komponenten und strategischen Metallen aus elektrischen Fahrantrieben
Ulrich Bast, Frank Treffer, Christian Thürigen,
Tobias Elwert und Frank Marscheider-Weidemann..... 699

Elektroaltgeräte-Recycling und Erfüllung der individuellen Herstellerverpflichtung europaweit – das Netzwerk EARN –
Kai Kramer 707

Mineralische Abfälle und Nebenprodukte

DK 0-Deponie oder Verfüllung?
– Rechtliche Rahmenbedingungen für die Ablagerung mineralischer Abfälle –
Peter Kersandt..... 725

Rechtliche Rahmenbedingungen für die Verwertung mineralischer Abfälle
Jörg Demmich..... 733

Rechtliche Rahmenbedingungen für die Verwertung von Filterstäuben
Andrea Versteyl und Peter Kersandt..... 749

Die Lech-Stahlwerke in Bayern –
ein modernes Elektrostahlwerk und seine Schlackenmetallurgie
Hans Peter Markus, Hartmut Hofmeister und Michael Heußen..... 761

Zur Bedeutung der Stahlwerksschlacke als Sekundärbaustoff und Rohstoffpotential
Peter Dahlmann, Gerhard Endemann, Reinhard Fandrich,
Klaus Kesseler und Heribert Motz 785

Umweltverträglichkeit von Baustoffen aus industriellen Prozessen sowie Recycling-Baustoffen
Klaus Mesters und Erhan Özdemir..... 797

Der Markt für MVA-Schlacken
Dirk Briese, Björn Duill und Hilmar Westholm 811

Vermarktung von MVA-Schlacken
– Erfahrungen aus Hamburg –
Joachim Greinert 819

Wertstoffe aus Abfall-Massenströmen und Deponien

Recyclingstrategie der Berliner Stadtreinigung
Gerald Leinius 839

Recycling verschiedener Stoffgruppen am Beispiel ausgewählter Betriebe der Entsorgungswirtschaft
Ronald Claus und Michael Krüger 853

Altpapiereinsatz zur Herstellung grafischer Papiere – Qualitätsanforderungen im Spannungsfeld zwischen Welthandel und Versorgungssicherheit –
Hans-Ulrich Embacher 861

Herstellung graphischer Papiere aus Altpapier
Wilhelm Demharter 871

Recycling kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe (CFK)
Sonja Niemeyer und Gerhard Ziegmann 885

Aufbereitung von Leichtfraktionen mit dem Doppeltrommel-Unterdruck-Trenner
Sylvia Schade-Dannewitz, Jürgen Poerschke, Michael Rutz und Dirk Barnstedt 893

Reines Synthesegas aus chlorhaltigen Altkunststoffen
Roland Möller 905

Rohstoffpotential in Deponien
Gerhard Rettenberger 919

Landfill Mining
– ein Beitrag der Abfallwirtschaft für die Ressourcensicherung –
Klaus Fricke, Kai Münnich, Christof Heußner,
Burkart Schulte und Sebastian Wanka 933

Sortierung von abgelagerten Abfällen
Thomas Pretz und Andrea Garth 945

Dank 957

Autorenverzeichnis 961

Inserentenverzeichnis 991

Schlagwortverzeichnis 997

Politik, Strategien und Recht

Chancen und Grenzen des Recyclings

Karl J. Thomé-Kozmiensky

1. Rechtsrahmen ... 5

1.1. Wesentliche Definitionen und Klarstellungen ... 5

1.2. Abfallhierarchie ... 10

1.3. Entsorgungsautarkie und Grundsatz der Nähe ... 18

1.4. Aufhebung von Richtlinien ... 19

1.5. Abfallarten nach deutschem Recht und Sprachgebrauch ... 20

2. Einflüsse auf Abfallaufkommen und -zusammensetzung ... 25

3. Aufkommen und Entsorgungswege ausgewählter Abfälle in Europa ... 26

3.1. Überblick, Import und Export ... 26

3.2. Altkunststoffe ... 31

3.3. Glas ... 34

3.4. Kommunale Abfälle ... 34

3.5. Verpackungen ... 36

3.6. Weißblech ... 37

4. Aufkommen und Entsorgungswege ausgewählter Abfälle in Deutschland ... 38

4.1. Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle ... 42

4.2. Bioabfälle ... 70

4.3. Papier, Pappe und Karton ... 71

4.4. Produktionsspezifische Abfälle aus der Papierindustrie ... 77

4.5. Kunststoffe ... 82

4.6. Glas ... 82

4.7. Verpackungsabfälle ... 91

4.8. Sperrmüll ... 103

4.9. Ersatzbrennstoffe ... 104

4.10. Elektro- und Elektronikaltgeräte 123
4.11. Altfahrzeuge 125
4.12. Reifen 137
4.13. Shredderleichtfraktion 139
4.14. Batterien 144
4.15. Mineralische Abfälle 149

5. Verwertung 154

5.1. Vermeidung – Verminderung –Wiederverwendung 156
5.2. Recycling 157
5.2.1. Beispiele der werkstofflichen Verwertung 162
5.2.2. Beispiele der rohstofflichen Verwertung 162
5.3. Sonstige Verwertung 163
5.3.1. Mechanisch-biologische Abfallbehandlung zur Vorbereitung der energetischen Verwertung 163
5.3.2. Energetische Verwertung in Abfallverbrennungsanlagen 166
5.3.3. Energetische Verwertung in Ersatzbrennstoffkraftwerken 170
5.3.4. Energetische Verwertung durch Mitverbrennung in Kohlekraftwerken 175
5.3.5. Energetische Verwertung durch Mitverbrennung in Zementwerken 177

6. Stoffliche und energetische Verwertungsoption 178

6.1. Klärschlamm-Verwertung 178
6.2. Bioabfall-Verwertung 179

7. Stoffliche und energetische Verwertung in einem Prozess 179

8. Grenzen der Abfallverwertung 180

9. Deponierung 182

10. Fazit 190

11. Literatur 191

1. Rechtsrahmen

Mit der Abfallrahmenrichtlinie, veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union am 22. November 2008, in Kraft getreten am 22. Dezember 2008, wird der Rechtsrahmen für die Mitgliedsstaaten hinsichtlich der Abfallwirtschaft neu, verständlich und zukunftsweisend formuliert.

Die Mitgliedstaaten mussten die Abfallrahmenrichtlinie bis zum 12. Dezember 2010 in nationales Recht umsetzen. Dieses Datum haben etliche Staaten – darunter die Bundesrepublik Deutschland – deutlich verfehlt. Erst am 10. Februar 2012 hat der Bundesrat das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz beschlossen.

Für Deutschland ergeben sich zwar keine prinzipiellen Neuerungen, doch formuliert die Abfallrahmenrichtlinie einige Prioritäten und Abgrenzungen deutlicher.

In der Abfallrahmenrichtlinie werden folgende wesentliche Bereiche geregelt:

- Präzisierung von Definitionen
  - Anwendungsbereich des Abfallrechts auf bewegliche Sachen,
  - verbindliche Abgrenzung zwischen Abfall, Nebenprodukt und Ende der Abfalleigenschaft,
  - Abgrenzung von energetischer Verwertung zur Abfallbeseitigung, insbesondere zur thermischen Abfallbehandlung,
- Stärkung des Ziels der Abfallvermeidung,
  - Hervorhebung der Herstellerverantwortung für Produkte,
  - Pflichten der Mitgliedstaaten zur Aufstellung von Abfallvermeidungsprogrammen,
  - Mandat zur Entwicklung von Instrumenten zur Abfallvermeidung,
- Verstärkung der Bedeutung von Wiederverwendung und Recycling,
  - Differenzierung zwischen Recycling und sonstiger Verwertung durch Erweiterung der Abfallhierarchie,
  - Stärkung des Recyclings gegenüber der energetischen Verwertung,
  - Einführung von Zielvorgaben für Recyclingquoten, insbesondere für Papier, Metalle, Kunststoffe, Glas sowie Bau- und Abbruchabfälle,
- Stärkung der nationalen Entsorgungsautarkie,
- Stärkung der Bioabfallverwertung.

Im Folgenden werden die Inhalte der Abfallrahmenrichtlinie hinsichtlich der Definitionen, der Abfallhierarchie und der Entsorgungsautarkie referiert.

1.1. Wesentliche Definitionen und Klarstellungen

Zur Klarstellung bestimmter Aspekte der Abfallwirtschaft werden in der Abfallrahmenrichtlinie und im Kreislaufwirtschaftsgesetz wesentliche Begriffe definiert.

Auf der Grundlage der neuen Definitionen kann die Kommission im Interesse größerer Sicherheit und Kohärenz Leitlinien festlegen, mit denen im Einzelfall bestimmt wird, wann Stoffe oder Gegenstände zu Abfällen werden, wann sie die Abfalleigenschaft verlieren und ob sie überhaupt dem Abfallbegriff unterfallen. Solche Leitlinien können unter anderem für elektrische und elektronische Geräte und Fahrzeuge ausgearbeitet werden.

Abfälle sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.

Gefährliche Abfälle werden durch Rechtsverordnung oder auf Grund einer Rechtsverordnung bestimmt.

Nicht gefährliche Abfälle sind alle übrigen Abfälle.

Inertabfälle sind mineralische Abfälle,

- die keinen wesentlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen unterliegen,
- die sich nicht auflösen, nicht brennen und nicht in anderer Weise physikalisch oder chemisch reagieren,
- die sich nicht biologisch abbauen,
- die andere Materialien, mit denen sie in Kontakt kommen, nicht in einer Weise beeinträchtigen, die zu nachteiligen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führen könnte.

Die Auslaugbarkeit und der Schadstoffgehalt der Abfälle sowie die Ökotoxizität des Sickerwassers müssen unerheblich sein und dürfen insbesondere nicht die Qualität von Oberflächen- oder Grundwasser gefährden.

Bioabfälle sind biologisch abbaubare pflanzliche, tierische oder aus Pilzmaterialien bestehende

- Garten- und Parkabfälle,
- Landschaftspflegeabfälle,
- Nahrungs- und Küchenabfälle aus Haushaltungen, aus dem Gaststätten- und Cateringgewerbe, aus dem Einzelhandel und vergleichbare Abfälle aus Nahrungsmittelverarbeitungsbetrieben sowie
- Abfälle aus sonstigen Herkunftsbereichen, die den genannten Abfällen nach Art, Beschaffenheit oder stofflichen Eigenschaften vergleichbar sind.

Nebenprodukte: Fällt ein Stoff oder Gegenstand bei einem Herstellungsverfahren an, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes oder Gegenstandes gerichtet ist, ist er als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen, sofern

- sichergestellt ist, dass der Stoff oder Gegenstand weiter verwendet wird,
- eine weitere, über ein normales industrielles Verfahren hinausgehende Vorbehandlung hierfür nicht erforderlich ist,
- der Stoff oder Gegenstand als integraler Bestandteil eines Herstellungsprozesses erzeugt wird,
- die weitere Verwendung rechtmäßig ist; dies ist der Fall, wenn der Stoff oder Gegenstand alle für seine jeweilige Verwendung anzuwendenden Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt und insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt.

Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates Kriterien zu bestimmen, nach denen bestimmte Stoffe oder Gegenstände als Nebenprodukt anzusehen sind, und Anforderungen zum Schutz von Mensch und Umwelt festzulegen.

Ende der Abfalleigenschaft: Die Abfalleigenschaft eines Stoffes oder Gegenstandes endet, wenn dieser ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und danach so beschaffen ist, dass

- er üblicherweise für bestimmte Zwecke verwendet wird,
- ein Markt für ihn oder eine Nachfrage nach ihm besteht,
- er alle für seine jeweilige Zweckbestimmung geltenden technischen Anforderungen sowie alle Rechtsvorschriften und anwendbaren Normen für Erzeugnisse erfüllt,
- seine Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führt.

Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die Bedingungen näher zu bestimmen, unter denen für bestimmte Stoffe und Gegenstände die Abfalleigenschaft endet, und Anforderungen zum Schutz von Mensch und Umwelt, insbesondere durch Grenzwerte für Schadstoffe, festzulegen.

Werden auf Gemeinschaftsebene keine Kriterien festgelegt, können die Mitgliedstaaten im Einzelfall entscheiden, ob bestimmte Abfälle unter Berücksichtigung der geltenden Rechtsprechung nicht mehr als Abfälle anzusehen sind. Sie teilen der EU-Kommission ihre Entscheidungen mit.

Mögliche Abfälle, für die entsprechend der Abfallrahmenrichtlinie Spezifikationen und Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft entwickelt werden sollen, sind unter anderem Bau- und Abbruchabfälle, bestimmte Aschen und Schlacken, Metallabfälle, körniges Gesteinsmaterial, Reifen, Textilien, Kompost, Altpapier und Glas.

Für das Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft kann ein Verwertungsverfahren lediglich in der Sichtung des Abfalls bestehen, um nachzuweisen, dass die Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft erfüllt sind.

Eine **Entledigung** ist anzunehmen, wenn der Besitzer Stoffe oder Gegenstände einer Verwertung oder einer Beseitigung zuführt oder die tatsächliche Sachherrschaft über sie unter Wegfall jeder weiteren Zweckbestimmung aufgibt.

Der **Wille zur Entledigung** ist hinsichtlich solcher Stoffe oder Gegenstände anzunehmen,

- die bei der Energieumwandlung, Herstellung, Behandlung oder Nutzung von Stoffen oder Erzeugnissen oder bei Dienstleistungen anfallen, ohne dass der Zweck der jeweiligen Handlung hierauf gerichtet ist, oder
- deren ursprüngliche Zweckbestimmung entfällt oder aufgegeben wird, ohne dass ein neuer Verwendungszweck unmittelbar an deren Stelle tritt.

Für die Beurteilung der Zweckbestimmung ist die Auffassung des Erzeugers oder Besitzers unter Berücksichtigung der Verkehrsanschauung zugrunde zu legen.

Erzeuger von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person,

- durch deren Tätigkeit Abfälle anfallen (Ersterzeuger) oder
- die Vorbehandlungen, Mischungen oder sonstige Behandlungen vornimmt, die eine Veränderung der Beschaffenheit oder der Zusammensetzung dieser Abfälle bewirken (Zweiterzeuger).

Abfallbewirtschaftung sind die Bereitstellung, die Überlassung, die Sammlung, die Beförderung, die Verwertung und die Beseitigung von Abfällen, einschließlich der Überwachung dieser Verfahren, der Nachsorge von Beseitigungsanlagen sowie der Tätigkeiten, die von Händlern und Maklern vorgenommen werden.

Besitzer von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person, die die tatsächliche Sachherrschaft über Abfälle hat.

Der Besitzer muss sich Stoffen oder Gegenständen entledigen, wenn diese nicht mehr entsprechend ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung verwendet werden, auf Grund ihres konkreten Zustandes geeignet sind, gegenwärtig oder künftig das Wohl der Allgemeinheit, insbesondere die Umwelt, zu gefährden und deren Gefährdungspotenzial nur durch eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung oder gemeinwohlverträgliche Beseitigung nach den Vorschriften dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen ausgeschlossen werden kann.

Sammler von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person, die gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmen, aus Anlass einer anderweitigen gewerblichen oder wirtschaftlichen Tätigkeit, die nicht auf die Sammlung von Abfällen gerichtet ist, Abfälle sammelt.

Sammlung ist das Einsammeln von Abfällen, einschließlich deren vorläufiger Sortierung und vorläufiger Lagerung zum Zweck der Beförderung zu einer Abfallbehandlungsanlage.

Getrennte Sammlung ist eine Sammlung, bei der ein Abfallstrom nach Art und Beschaffenheit des Abfalls getrennt gehalten wird, um eine bestimmte Behandlung zu erleichtern oder zu ermöglichen.

Eine **gemeinnützige Sammlung** von Abfällen ist eine Sammlung, die durch eine dem Körperschaftsteuergesetz steuerbefreite Körperschaft, Personenvereinigung oder Vermögensmasse getragen wird und der Beschaffung von Mitteln zur Verwirklichung ihrer gemeinnützigen, mildtätigen oder kirchlichen Zwecke dient. Um eine gemeinnützige Sammlung handelt es sich auch, wenn ein gewerblicher Sammler mit der Sammlung beauftragt wird und dieser den Veräußerungserlös nach Abzug seiner Kosten und eines angemessenen Gewinns vollständig an die Körperschaft, Personenvereinigung oder Vermögensmasse auskehrt.

Eine **gewerbliche Sammlung** von Abfällen ist eine Sammlung, die zum Zweck der Einnahmeerzielung erfolgt. Die Durchführung der Sammeltätigkeit auf der Grundlage vertraglicher Bindungen zwischen dem Sammler und der privaten Haushaltung in dauerhaften Strukturen steht einer gewerblichen Sammlung nicht entgegen.

Beförderer von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person, die gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmen, aus Anlass einer anderweitigen gewerblichen oder wirtschaftlichen Tätigkeit, die nicht auf die Beförderung von Abfällen gerichtet ist, Abfälle befördert.

Händler von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person, die gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmen, aus Anlass einer anderweitigen gewerblichen oder wirtschaftlichen Tätigkeit, die nicht auf das Handeln mit Abfällen gerichtet ist, oder öffentlicher Einrichtungen in eigener Verantwortung Abfälle erwirbt und weiterveräußert; die Erlangung der tatsächlichen Sachherrschaft über die Abfälle ist hierfür nicht erforderlich.

Makler von Abfällen ist jede natürliche oder juristische Person, die gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmen, aus Anlass einer anderweitigen gewerblichen

oder wirtschaftlichen Tätigkeit, die nicht auf das Makeln von Abfällen gerichtet ist, oder öffentlicher Einrichtungen für die Bewirtschaftung von Abfällen für Dritte sorgt; die Erlangung der tatsächlichen Sachherrschaft über die Abfälle ist hierfür nicht erforderlich.

Abfallentsorgung ist der Oberbegriff für Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, einschließlich der Vorbereitung vor der Verwertung oder Beseitigung.

Kreislaufwirtschaft ist der Oberbegriff für die Vermeidung und Verwertung von Abfällen.

Vermeidung ist jede Maßnahme, die ergriffen wird, bevor ein Stoff, Material oder Erzeugnis zu Abfall geworden ist, und dazu dient, die Abfallmenge, die schädlichen Auswirkungen des Abfalls auf Mensch und Umwelt oder den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen zu verringern. Hierzu zählen insbesondere die anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen, die abfallarme Produktgestaltung, die Wiederverwendung von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer sowie ein Konsumverhalten, das auf den Erwerb von abfall- und schadstoffarmen Produkten sowie auf die Nutzung von Mehrwegverpackungen gerichtet ist.

Wiederverwendung ist jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren.

Verwertung ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen. Anlage 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes enthält eine nicht abschließende Liste von Verwertungsverfahren.

Vorbereitung zur Wiederverwendung ist jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren.

Recycling ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

Beseitigung ist jedes Verfahren, das keine Verwertung ist, auch wenn das Verfahren zur Nebenfolge hat, dass Stoffe oder Energie zurückgewonnen werden. Anlage 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes enthält eine nicht abschließende Liste von Beseitigungsverfahren.

Deponien sind Beseitigungsanlagen zur Ablagerung von Abfällen oberhalb der Erdoberfläche – **oberirdische Deponien** – oder unterhalb der Erdoberfläche – **Untertagedeponien** –. Zu den Deponien zählen auch betriebsinterne Abfallbeseitigungsanlagen für die Ablagerung von Abfällen, in denen ein Erzeuger von Abfällen die Abfallbeseitigung am Erzeugungsort vornimmt.

Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder

Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere die in Anlage 3 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes aufgeführten Kriterien zu berücksichtigen.

1.2. Abfallhierarchie

Die in der Abfallrahmenrichtlinie und im Kreislaufwirtschaftsgesetz aufgestellte Abfallhierarchie soll zukünftig allen Rechtsvorschriften und allen politischen Maßnahmen für die Vermeidung und Bewirtschaftung von Abfällen zugrunde liegen. Aus der bisher geltenden dreistufigen Prioritätenfolge wurde diese fünfstufige:

- Vermeidung,
- Vorbereitung zur Wiederverwendung,
- Recycling,
- sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
- Beseitigung.

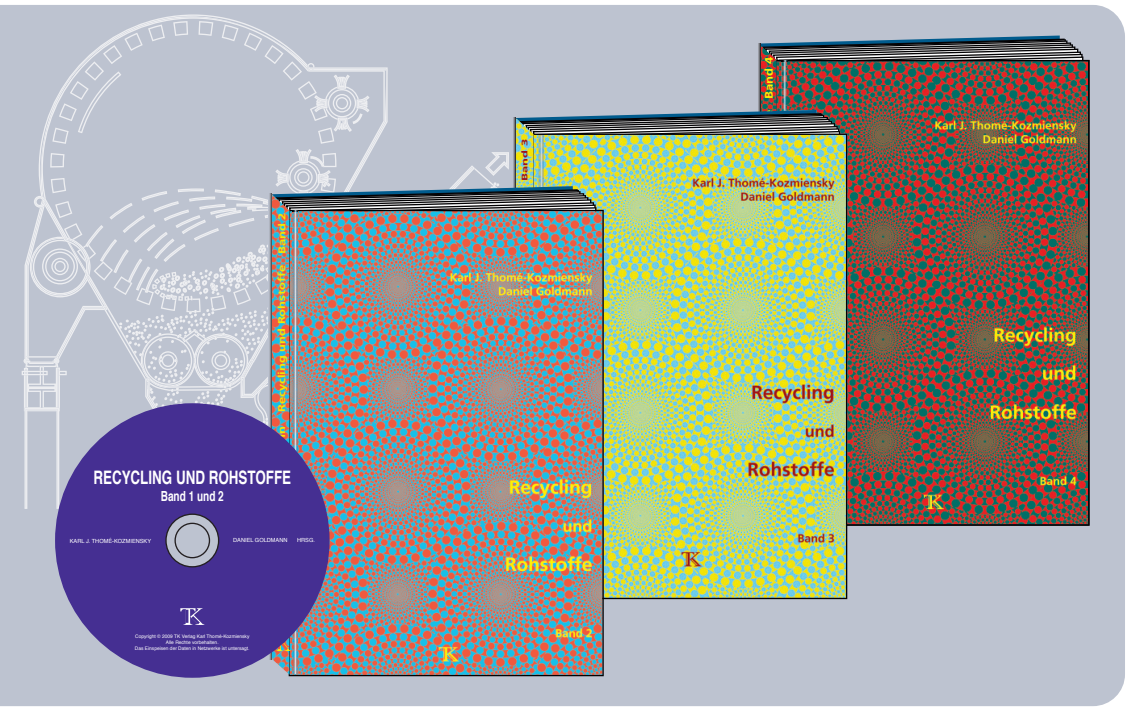
Diese Hierarchie ist nicht absolut zu verstehen, vielmehr sollen die Mitgliedstaaten durch Maßnahmen die Optionen fördern, die für den Umweltschutz insgesamt das beste Ergebnis erbringen. Daher können Maßnahmen für einige Abfallströme von der formulierten Prioritätenfolge abweichen. Voraussetzung für Abweichungen soll sein, dass dies hinsichtlich der gesamten Auswirkungen von der Erzeugung bis zur Bewirtschaftung der für die Ausnahme vorgesehenen Abfälle gerechtfertigt ist. Dafür sollen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass ihre Abfallpolitik und ihr Abfallrecht transparent entwickelt und durchgeführt werden. Dazu gehören die Berücksichtigung der allgemeinen Umweltschutzgrundsätze der Vorsorge und der Nachhaltigkeit, die technische Durchführbarkeit, die wirtschaftliche Vertretbarkeit, der Schutz von Ressourcen, die Gesamtauswirkungen auf die Umwelt, die menschliche Gesundheit und die wirtschaftlichen und sozialen Folgen.

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz soll diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen

- die zu erwartenden Emissionen,
- das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
- die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
- die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.

Recycling und Rohstoffe



Herausgeber: Karl J. Thomé-Kozmiensky und Daniel Goldmann • Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

CD Recycling und Rohstoffe, Band 1 und 2
ISBN: 978-3-935317-51-1
Erscheinung: 2008/2009
Preis: 35.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 2
ISBN: 978-3-935317-40-5
Erscheinung: 2009
Gebundene Ausgabe: 765 Seiten
Preis: 35.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 3
ISBN: 978-3-935317-50-4
Erscheinung: 2010
Gebundene Ausgabe: 750 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 4
ISBN: 978-3-935317-67-2
Erscheinung: 2011
Gebundene Ausgabe: 580 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

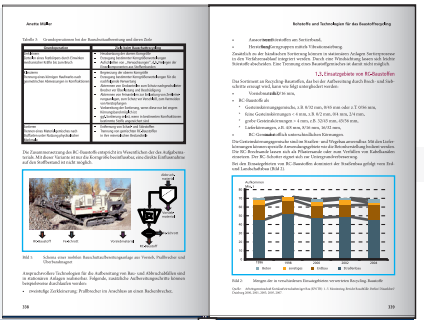
Paketpreis

CD Recycling und Rohstoffe, Band 1 und 2 • Recycling und Rohstoffe, Band 2
Recycling und Rohstoffe, Band 3 • Recycling und Rohstoffe, Band 4

statt 170.00 EUR
110.00 EUR

Bestellungen unter www.vivis.de
oder

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de



Waste Management



Waste Management, Volume 1

Herausgeber:	Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni
ISBN:	978-3-935317-48-1
Verlag:	TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Erscheinung:	2010
Gebund. Ausgabe:	623 Seiten
Sprache:	Englisch, Polnisch und Deutsch
Preis:	35.00 EUR

Waste Management, Volume 2

Herausgeber:	Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni
ISBN:	978-3-935317-69-6
Verlag:	TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Erscheinung:	2011
Gebund. Ausgabe:	866 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen
Sprache:	Englisch
Preis:	50.00 EUR

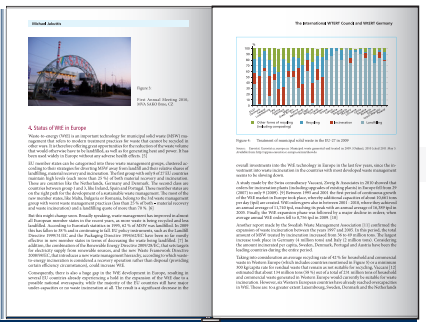
Paketpreis

Waste Management, Volume 1
Waste Management, Volume 2
CD Waste Management, Volume 2

statt 135.00 EUR
80.00 EUR

CD Waste Management, Volume 2

Sprache:	Englisch, Polnisch und Deutsch
ISBN:	978-3-935317-70-2
Preis:	50.00 EUR



Bestellungen unter www.Vivis.de
oder

Vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de

Vermeidung

Unter Vermeidung werden Maßnahmen verstanden, die ergriffen werden, bevor ein Stoff, ein Material oder ein Erzeugnis zu Abfall geworden ist, um Folgendes zu verringern:

- die Abfallmenge, auch durch die Wiederverwendung von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer,
- die schädlichen Auswirkungen des erzeugten Abfalls auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit,
- den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen.

Der im Kasten auf Seite 12 dargestellte Anhang IV der Abfallrahmenrichtlinie zeigt Beispiele für Abfallvermeidungsmaßnahmen.

Vorbereitung zur Wiederverwendung

Vorbereitung zur Wiederverwendung ist jedes Verfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können.

Die Kommission wird zukünftig dem Europäischen Parlament und dem Rat Berichte vorlegen, die Vorschläge für die Unterstützung der Abfallvermeidung und zur Durchführung von Abfallvermeidungsprogrammen enthalten. Dafür sind folgende Termine vorgesehen:

- Bis Ende 2011 sollte ein Zwischenbericht über die Entwicklung der Abfallaufkommen und über den Umfang der Abfallvermeidung vorgelegt werden. Darin sollte u.a. eine Produkt-Ökodesign-Politik formuliert werden, mit der gegen das Entstehen von Abfällen und gegen gefährliche Stoffe in Abfällen vorgegangen werden soll. Damit sollen Technologien gefördert werden, die auf langlebige, wiederverwendbare und recycelbare Produkte ausgerichtet sind.
- Ebenfalls bis Ende 2011 sollte ein Aktionsplan für weitere Unterstützungsmaßnahmen auf europäischer Ebene erarbeitet werden. Ziel ist die Änderung des derzeitigen Konsumverhaltens.
- Bis Ende 2014 sollen bis 2020 zu erreichende Zielvorgaben für die Abfallvermeidung und die Entkopplung des Abfallaufkommens vom Wirtschaftswachstum auf der Grundlage bewährter verfügbarer Verfahren festgelegt werden.

Bei der Definition der Begriffe *Vermeidung* und *Vorbereitung zur Wiederverwendung* gibt es begriffliche Überschneidungen. Zur Klarstellung ist der Begriff *Wiederverwendung* im Artikel 3 *Begriffsbestimmungen* Ziffer 13 definiert: Wiederverwendung ist jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren.

Mitgliedstaaten sollen Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung von Produkten und der Vorbereitung vor deren Wiederverwendung ergreifen. Dies soll insbesondere durch Förderung der Errichtung und Unterstützung von Wiederverwendungs- und Reparaturnetzen sowie durch Einsatz von wirtschaftlichen Instrumenten, Beschaffungskriterien oder quantitativen Zielen geschehen.

Anhang IV der EU-Abfallrahmenrichtlinie: BEISPIELE FÜR ABFALLVERMEIDUNGSMASSNAHMEN NACH ARTIKEL 29	
Maßnahmen, die sich auf die Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der Abfallerzeugung auswirken können:	
1.	Einsatz von Planungsmaßnahmen oder sonstigen wirtschaftlichen Instrumenten, die die Effizienz der Ressourcennutzung fördern.
2.	Förderung einschlägiger Forschung und Entwicklung mit dem Ziel, umweltfreundlichere und weniger abfallintensive Produkte und Technologien hervorzubringen, sowie Verbreitung und Einsatz dieser Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung.
3.	Entwicklung wirksamer und aussagekräftiger Indikatoren für die Umweltbelastungen im Zusammenhang mit der Abfallerzeugung als Beitrag zur Vermeidung der Abfallerzeugung auf sämtlichen Ebenen, vom Produktvergleich auf Gemeinschaftsebene über Aktivitäten kommunaler Behörden bis hin zu nationalen Maßnahmen.
Maßnahmen, die sich auf die Konzeptions-, Produktions- und Vertriebsphase auswirken können:	
4.	Förderung von Ökodesign (systematische Einbeziehung von Umweltaspekten in das Produktdesign mit dem Ziel, die Umweltbilanz des Produkts über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu verbessern).
5.	Bereitstellung von Informationen über Techniken zur Abfallvermeidung im Hinblick auf einen erleichterten Einsatz der besten verfügbaren Techniken in der Industrie.
6.	Schulungsmaßnahmen für die zuständigen Behörden hinsichtlich der Einbeziehung der Abfallvermeidungsanforderungen bei der Erteilung von Genehmigungen auf der Grundlage dieser Richtlinie und der Richtlinie 96/61/EG.
7.	Einbeziehung von Maßnahmen zur Vermeidung der Abfallerzeugung in Anlagen, die nicht unter die Richtlinie 96/61/EG fallen. Hierzu könnten gegebenenfalls Maßnahmen zur Bewertung der Abfallvermeidung und zur Aufstellung von Plänen gehören.
8.	Sensibilisierungsmaßnahmen bzw. Unterstützung von Unternehmen bei der Finanzierung, Entscheidungsfindung o.ä. Besonders wirksam dürften derartige Maßnahmen sein, wenn sie sich gezielt an kleine und mittlere Unternehmen richten und auf diese zugeschnitten sind und auf bewährte Netzwerke des Wirtschaftslebens zurückgreifen.
9.	Rückgriff auf freiwillige Vereinbarungen, Verbraucher- und Herstellergremien oder branchenbezogene Verhandlungen, damit die jeweiligen Unternehmen oder Branchen eigene Abfallvermeidungspläne bzw. -ziele festlegen oder abfallintensive Produkte oder Verpackungen verbessern.
10.	Förderung anerkannter Umweltmanagementsysteme, einschließlich EMAS und ISO 14001.
Maßnahmen, die sich auf die Verbrauchs- und Nutzungsphase auswirken können:	
11.	Wirtschaftliche Instrumente wie zum Beispiel Anreize für umweltfreundlichen Einkauf oder die Einführung eines vom Verbraucher zu zahlenden Aufpreises für einen Verpackungsartikel oder Verpackungsteil, der sonst unentgeltlich bereitgestellt werden würde.
12.	Sensibilisierungsmaßnahmen und Informationen für die breite Öffentlichkeit oder eine bestimmte Verbrauchergruppe.
13.	Förderung glaubwürdiger Ökozeichen.
14.	Vereinbarungen mit der Industrie, wie der Rückgriff auf Produktgremien etwa nach dem Vorbild der integrierten Produktpolitik, oder mit dem Einzelhandel über die Bereitstellung von Informationen über Abfallvermeidung und umweltfreundliche Produkte.
15.	Einbeziehung von Kriterien des Umweltschutzes und der Abfallvermeidung in Ausschreibungen des öffentlichen und privaten Beschaffungswesens im Sinne des Handbuchs für eine umweltgerechte öffentliche Beschaffung, das von der Kommission am 29. Oktober 2004 veröffentlicht wurde.
16.	Förderung der Wiederverwendung und/oder Reparatur geeigneter entsorgter Produkte oder ihrer Bestandteile, vor allem durch den Einsatz pädagogischer, wirtschaftlicher, logistischer oder anderer Maßnahmen wie Unterstützung oder Einrichtung von akkreditierten Zentren und Netzen für Reparatur und Wiederverwendung, insbesondere in dicht besiedelten Regionen.

Recycling

Recycling ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

Die Mitgliedstaaten sollen Maßnahmen zur Förderung eines qualitativ hochwertigen Recyclings ergreifen, z.B. sollen sie die getrennten Sammlungen von Abfällen einführen, soweit sie technisch, ökologisch und ökonomisch durchführbar und geeignet sind, das für den jeweiligen Recycling-Sektor erforderliche Qualitätsniveau zu erreichen. Bis 2015 soll die getrennte Sammlung zumindest für Papier, Metall, Kunststoffe und Glas eingeführt werden.

Ziel ist die Entwicklung zu einer europäischen Recycling-Gesellschaft mit einem hohen Maß an Effizienz der Ressourcennutzung. Dafür sollen die Mitgliedstaaten die zur Erreichung der folgenden Zielvorgaben nötigen Maßnahmen ergreifen:

- Bis 2020 werden die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Abfallmaterialien – zumindest von Papier, Metall, Kunststoff und Glas – aus Haushalten und gegebenenfalls aus anderen Quellen, soweit die Abfallströme Haushaltsabfällen ähnlich sind, auf mindestens fünfzig Gewichtsprozent insgesamt erhöht.
- Bis 2020 werden die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die sonstige stoffliche Verwertung (einschließlich der Verfüllung, bei der Abfälle als Ersatz für andere Materialien genutzt werden) von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen – mit Ausnahme von in der Natur vorkommenden Materialien – auf mindestens siebzig Gewichtsprozent erhöht.
- Die Kommission wird Durchführungsbestimmungen über die Anwendung der Zielvorgaben und die Berechnungsmethoden zur Überprüfung ihrer Einhaltung festlegen. Dies soll unter Berücksichtigung der EG-Verordnung zur Abfallstatistik geschehen. Übergangsfristen können für die Mitgliedstaaten vorgesehen werden, die 2008 in einer dieser Kategorien eine Recyclingrate von weniger als fünf Prozent erreicht haben.
- Spätestens zum 31. Dezember 2014 will die Kommission die Maßnahmen und Zielvorgaben überprüfen, um nötigenfalls die Zielvorgaben zu erhöhen und für weitere Abfallströme in Betracht zu ziehen. Dazu wird die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat berichten, wobei sie die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen der Zielvorgaben berücksichtigen will.
- Die Mitgliedstaaten sollen der Kommission alle drei Jahre über die Zielerreichung berichten, und ggf. das Nichterreichen von Zielvorgaben begründen und Maßnahmen nennen, mit denen sie die Zielvorgaben erreichen wollen.

Verwertung

Verwertung ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.

Der im Kasten auf Seite 14 dargestellte Anhang II der Abfallrahmenrichtlinie enthält eine nicht erschöpfende Liste von Verwertungsverfahren.

Hier wird unter R 1 auch präzisiert, wann die Verbrennung fester Siedlungsabfälle energieeffizient ist und als Verwertung eingestuft werden kann.

Anhang II der EU-Abfallrahmenrichtlinie: VERWERTUNGSVERFAHREN	
R 1	Hauptverwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung (Hierunter fallen Verbrennungsanlagen, deren Zweck in der Behandlung fester Siedlungsabfälle besteht, nur dann, wenn deren Energieeffizienz mindestens folgende Werte beträgt: • 0,60 für in Betrieb befindliche Anlagen, die nach geltendem Gemeinschaftsrecht vor dem 1. Januar 2009 genehmigt werden, • 0,65 für Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2008 genehmigt werden, wobei folgende Formel verwendet wird: $\text{Energieeffizienz} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0{,}97 \times (E_w + E_f))$ Dabei ist: E_p die jährlich als Wärme oder Strom erzeugte Energie. Der Wert wird berechnet, indem Elektroenergie mit dem Faktor 2,6 und für gewerbliche Zwecke erzeugte Wärme mit dem Faktor 1,1 (GJ/Jahr) multi pliziert wird. E_f der jährliche Input von Energie in das System aus Brennstoffen, die zur Erzeugung von Dampf eingesetzt werden (GJ/Jahr). E_w die jährliche Energiemenge, die im behandelten Abfall enthalten ist, berechnet anhand des unteren Heizwerts des Abfalls (GJ/Jahr). E_i die jährliche importierte Energiemenge ohne Ew und Ef (GJ/Jahr). 0,97 ist ein Faktor zur Berechnung der Energieverluste durch Rost- und Kesselasche sowie durch Strahlung. Diese Formel ist entsprechend dem Referenzdokument zu den besten verfügbaren Techniken für die Abfall verbrennung zu verwenden.)
R 2	Rückgewinnung/Regenerierung von Lösemitteln
R 3	Recycling/Rückgewinnung organischer Stoffe, die nicht als Lösemittel verwendet werden (einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren) (Dies schließt Vergasung und Pyrolyse unter Verwendung der Bestandteile als Chemikalien ein.)
R 4	Recycling/Rückgewinnung von Metallen und Metallverbindungen
R 5	Recycling/Rückgewinnung von anderen anorganischen Stoffen (Dies schließt die Bodenreinigung, die zu einer Verwertung des Bodens und zu einem Recycling anorganischer Baustoffe führt, ein.)
R 6	Regenerierung von Säuren und Basen
R 7	Wiedergewinnung von Bestandteilen, die der Bekämpfung von Verunreinigungen dienen
R 8	Wiedergewinnung von Katalysatorenbestandteilen
R 9	Erneute Ölraffination oder andere Wiederverwendungen von Öl
R 10	Aufbringung auf den Boden zum Nutzen der Landwirtschaft oder zur ökologischen Verbesserung
R 11	Verwendung von Abfällen, die bei einem der unter R 1 bis R 10 aufgeführten Verfahren gewonnen werden
R 12	Austausch von Abfällen, um sie einem der unter R 1 bis R 11 aufgeführten Verfahren zu unterziehen (Falls sich kein anderer R-Code für die Einstufung eignet, kann dies vorbereitende Verfahren einschließen, die der Verwertung einschließlich der Vorbehandlung vorangehen – wie z.B. Demontage, Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren, Trocknen, Schreddern, Konditionierung, Neuverpacken, Trennung, Vermengen oder Vermischen vor Anwendung eines der unter R1 bis R11 aufgeführten Verfahren.)
R 13	Lagerung von Abfällen bis zur Anwendung eines der unter R 1 bis R 12 aufgeführten Verfahren (ausgenommen zeitweilige Lagerung – bis zur Sammlung – auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle) (Unter einer zeitweiligen Lagerung ist eine vorläufige Lagerung im Sinne des Artikels 3 Nummer 10 der Abfallrahmenrichtlinie zu verstehen.)

Anhang I der EU-Abfallrahmenrichtlinie: BESEITIGUNGSVERFAHREN	
D 1	Ablagerungen in oder auf dem Boden, z.B. Deponien usw.
D 2	Behandlung im Boden, z.B. biologischer Abbau von flüssigen oder schlammigen Abfällen im Erdreich usw.
D 3	Verpressung, z.B. Verpressung pumpfähiger Abfälle in Bohrlöcher, Salzdome oder natürliche Hohlräume usw.
D 4	Oberflächenaufbringung, z.B. Ableitung flüssiger oder schlammiger Abfälle in Gruben, Teiche oder Lagunen usw.
D 5	Speziell angelegte Deponien, z.B. Ablagerung in abgedichteten, getrennten Räumen, die gegeneinander und gegen die Umwelt verschlossen und isoliert werden, usw.
D 6	Einleitung in ein Gewässer mit Ausnahme von Meeren/Ozeanen
D 7	Einleitung in Meere/Ozeane einschließlich Einbringung in den Meeresboden
D 8	Biologische Behandlung, die nicht an anderer Stelle in diesem Anhang beschrieben ist und durch die Endverbindungen oder Gemische entstehen, die mit einem der unter D 1 bis D 12 aufgeführten Verfahren entsorgt werden
D 9	Chemisch-physikalische Behandlung, die nicht an anderer Stelle in diesem Anhang beschrieben ist und durch die Endverbindungen oder Gemische entstehen, die mit einem der unter D 1 bis D 12 aufgeführten Verfahren entsorgt werden, z.B. Verdampfen, Trocknen, Kalzinieren usw.
D 10	Verbrennung an Land
D 11	Verbrennung auf See (Nach EU-Recht und internationalen Übereinkünften verbotenes Verfahren.)
D 12	Dauerlagerung, z.B. Lagerung von Behältern in einem Bergwerk usw.
D 13	Vermengung oder Vermischung vor Anwendung eines der unter D 1 bis D 12 aufgeführten Verfahren (Falls sich kein anderer D-Code für die Einstufung eignet, kann dies vorbereitende Verfahren einschließen, die der Beseitigung einschließlich der Vorbehandlung vorangehen – z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren, Trocknen, Shreddern, Konditionierung oder Trennung vor Anwendung eines der unter D1 bis D12 aufgeführten Verfahren.
D 14	Neuverpacken vor Anwendung eines der unter D 1 bis D 13 aufgeführten Verfahren
D 15	Lagerung bis zur Anwendung eines der unter D 1 bis D 14 aufgeführten Verfahren, ausgenommen zeitweilige Lagerung – bis zur Sammlung – auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle (Unter einer zeitweiligen Lagerung ist eine vorläufige Lagerung im Sinne des Artikels 3 Nummer 10 der Abfallrahmenrichtlinie zu verstehen.)

In Artikel 10 der Abfallrahmenrichtlinie werden Pflichten der Mitgliedsländer hinsichtlich der Verwertung formuliert:

- Die Mitgliedstaaten treffen Maßnahmen, mit denen sichergestellt wird, dass Abfälle Verwertungsverfahren im Einklang mit den Vorgaben zur Abfallhierarchie und zum Schutz der menschlichen Gesundheit durchlaufen.
- Falls notwendig und es die Verwertung erleichtert oder verbessert, sollen Abfälle getrennt gesammelt werden, sofern dies technisch, ökologisch und wirtschaftlich durchführbar ist. Die Abfälle sollen nicht mit anderen Abfällen oder mit anderen Materialien mit andersartigen Eigenschaften vermischt werden.

Beseitigung

Beseitigung ist jedes Verfahren, das keine Verwertung ist, auch wenn das Verfahren zur Nebenfolge hat, dass Stoffe oder Energie zurück gewonnen werden. Der im Kasten auf Seite 15 dargestellte Anhang I der Abfallrahmenrichtlinie enthält eine nicht erschöpfende Liste von Beseitigungsverfahren.

Schon wegen der klimapolitischen Ziele sollen auch abfallwirtschaftliche Maßnahmen ergriffen werden, mit denen Treibhausgasemissionen reduziert werden, die durch die Abfallbeseitigung auf Abfalldeponien entstehen. Dafür sollen die getrennte Sammlung und die ordnungsgemäße Abfallbehandlung gefördert werden. Besondere Bedeutung wird der Kompostierung von Bioabfällen zugemessen, bei der umweltverträgliche Komposte und andere Materialien aus Bioabfällen hergestellt werden. Die Kommission beabsichtigt, nach Bewertung der Bewirtschaftung von Bioabfällen Rechtsetzungsmaßnahmen vorzuschlagen, sofern dies zweckmäßig ist.

Die Mitgliedstaaten müssen sicherstellen, dass Abfälle, die nicht verwertet werden, mit unbedenklichen Beseitigungsverfahren behandelt werden, die den Bestimmungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt genügen.

Die Bestimmungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt sind in Artikel 13 der Abfallrahmenrichtlinie konkretisiert.

Abfälle müssen unter folgenden Bedingungen bewirtschaftet werden:

- ohne Gefährdung der menschlichen Gesundheit,
- ohne Schädigung der Umwelt, insbesondere
  - ohne Gefährdung von Wasser, Luft, Boden, Tieren und Pflanzen,
  - ohne Verursachung von Geräusch- oder Geruchsbelästigungen,
  - ohne Beeinträchtigung der Landschaft oder von Orten von besonderem Interesse.

Die Einleitung in Meere/Ozeane einschließlich der Einbringung in den Meeresboden unterliegt ferner internationalen Übereinkünften, insbesondere dem Londoner Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen vom 13. November 1972 und dem dazugehörigen Protokoll von 1996 in der im Jahr 2006 geänderten Fassung.

1.3. Entsorgungsautarkie und Grundsatz der Nähe

Die Mitgliedstaaten treffen – in Zusammenarbeit mit anderen Mitgliedstaaten, soweit dies notwendig oder zweckmäßig ist – Maßnahmen zur Errichtung eines integrierten Netzes von Anlagen zur Beseitigung und Verwertung von gemischten Siedlungsabfällen, die aus

privaten Haushaltungen eingesammelt worden sind. Dies gilt auch für den Fall, dass dabei Abfälle anderer Erzeuger eingesammelt werden. Bei den Anlagen sind die besten verfügbaren Techniken zu berücksichtigen.

Die Mitgliedstaaten können zum Schutz ihrer integrierten Entsorgungsnetze Abfallimporte zu ihren Verbrennungsanlagen, die als Verwertung eingestuft sind, begrenzen, sofern diese Importe zur Folge hätten, dass inländische Abfälle beseitigt oder in einer Weise behandelt werden müssten, die nicht mit ihren Abfallbewirtschaftungsplänen vereinbar ist. Die Mitgliedstaaten unterrichten die Kommission über diesbezügliche Entscheidungen.

Die Mitgliedstaaten können auch Abfallimporte aus Umweltschutzgründen begrenzen.

Die integrierten Entsorgungsnetze sollen so geplant werden, dass es der Gemeinschaft insgesamt möglich sein wird, die Autarkie bei der Abfallbeseitigung und -verwertung zu erreichen. Es soll jedem einzelnen Mitgliedstaat ermöglicht werden, dieses Ziel selbst anzustreben. Bei der Auslegung der Netze sollen die geografischen Gegebenheiten und der Bedarf an Spezialanlagen für bestimmte Abfallarten berücksichtigt werden.

Die Abfälle sollen in einer der am nächsten gelegenen geeigneten Anlagen beseitigt oder verwertet werden, und zwar unter Einsatz von Verfahren und Technologien, die am besten für ein hohes Niveau des Gesundheits- und Umweltschutzes geeignet sind.

Einschränkend wird darauf hingewiesen, dass die Grundsätze der Nähe und der Entsorgungsautarkie nicht bedeuten, dass jeder Mitgliedstaat über die gesamte Bandbreite von Anlagen zur Verwertung verfügen muss.

1.4. Aufhebung von Richtlinien

Mit der Aufhebung der Richtlinie für Altöl und gefährliche Abfälle zum 12. Dezember 2010 wird das abfallwirtschaftliche Richtlinienrecht vereinfacht und konsolidiert [81]. Die Altöl-Richtlinie aus dem Jahr 1975 war die erste und älteste EG-Richtlinie zum Thema Abfall, das im Laufe der Zeit zu einem der Schwerpunkte der Rechtssetzung der Europäischen Union wurde. Das Ziel der Richtlinie war die *umweltfreundliche Beseitigung* von Altölen, heute würde man sagen *Verwertung*.

Mit der jetzt vollzogenen Integration der Altölrichtlinie in die Abfallrahmenrichtlinie wurde konsequent dem Ende der Sonderstellung dieses Abfalls Rechnung getragen. Die Altöl-Richtlinie beruhte auf der Annahme, dass der Aufbereitung von Altölen zu Grundölen prinzipiell der Vorzug vor der energetischen Verwertung zu geben sei.

Nach der in der neuen Abfallrahmenrichtlinie formulierten Rechtsauffassung soll jeder Behandlungsschritt unter Umweltgesichtspunkten danach beurteilt werden, wie und in welchem Maße er sich auf die Umwelt auswirkt. Der Aspekt der Ressourcenschonung ist ebenfalls unter den Zielen der Abfallvermeidung und des Recyclings zu betrachten.

Die Kommission hat nun der sich inzwischen durchgesetzten Beurteilung Rechnung getragen, dass auch die Entsorgung von Altöl unter den für die anderen Abfälle geltenden Aspekten zu betrachten ist. In Anbetracht der in der Abfallhierarchie gesetzten Prioritäten wird sich am Umgang mit Altöl nichts Wesentliches ändern.

Das Ziel der Integration des Altölrechts in die Abfallrahmenrichtlinie wird erreicht. Das Recht hierzu ist nunmehr klarer und einfacher.

Nicht erreicht wurde das ursprüngliche Ziel, die energetische Verwertung mit der Aufbereitung von Altöl zu Grundölen gleichzusetzen.

Es bleibt die Pflicht, Altöl getrennt zu erfassen und nicht zu vermischen und nach den Vorgaben der Abfallhierarchie zu behandeln.

Die Aufbereitung zu Basisöl wird der höheren Stufe *Recycling*, die Verbrennung von unbehandelten Altölen der niedrigeren Stufe *sonstige Verwertung* zuzuordnen sein.

Ebenfalls dem Ziel der Konsolidierung und Vereinfachung des Abfallrechts dient die Aufhebung der Richtlinie über gefährliche Abfälle. Statt dessen werden die gefährlichen Abfälle nach den Vorschriften der Artikel 17 bis 20 der Rahmenrichtlinie und deren Anhang III nach gefahrenrelevanten Bestandsmerkmalen beurteilt.

Tabelle 1: Rechtsnormen für die Verwertung in Europa und Deutschland

Europäische Gemeinschaften	Bundesrepublik Deutschland
Richtlinie 75/439/EWG des Rates vom 16. Juni 1975 über die **Altölbeseitigung (aufgehoben)**	**Altölverordnung** (AltölV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. April 2002
Richtlinie 91/157/EWG des Rates vom 18. März 1991 über gefährliche Stoffe enthaltende **Batterien und Akkumulatoren**	Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren (**Batterieverordnung** – BattV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Juli 2001
Richtlinie 93/86/EWG der Kommission vom 4. Oktober 1993 zur Anpassung der Richtlinie 91/157/EWG des Rates über gefährliche Stoffe enthaltende **Batterien und Akkumulatoren** an den technischen Fortschritt	
Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über **Verpackungen** und Verpackungsabfälle	Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen (**Verpackungsverordnung** – VerpackV) vom 21. August 1998
Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September 2000 über **Altfahrzeuge**	Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (**Altfahrzeugverordnung** – AltfahrzeugV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Juni 2002
	Verordnung über die Entsorgung gebrauchter **halogenierter Lösemittel** (**HKWAbfV**) vom 23. Oktober 1989
	Verordnung über die Entsorgung von **gewerblichen Siedlungsabfällen** und von bestimmten **Bau- und Abbruchabfällen** (**Gewerbeabfallverordnung** – GewAbfV) vom 19. Juni 2002
	Verordnung über den **Versatz von Abfällen unter Tage** und zur Änderung von Vorschriften zum Abfallverzeichnis (**Versatzverordnung** – VersatzV) vom 24. Juli 2002
	Verordnung über die Entsorgung von Altholz (**Altholzverordnung** – AltholzV) vom 15. August 2002
	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (**Bioabfallverordnung** – BioAbfV) vom 21. September 1998
Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von **Klärschlamm** in der Landwirtschaft	**Klärschlammverordnung** (AbfKlärV) vom 15. April 1992

1.5. Abfallarten nach deutschem Recht und Sprachgebrauch

Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.

Unterschieden wird zwischen *Abfällen zur Verwertung* und *Abfällen zur Beseitigung*. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.

Unter praktischen Gesichtspunkten lassen sich die Abfälle nach dem Grad ihrer Heterogenität in drei Gruppen einteilen (Bild 1). Produktionsspezifische Abfälle sind meist homogene Abfälle, getrennt gesammelte Wertstoffe nehmen eine mittlere Stellung ein und Restabfälle liegen in gemischter Form vor.

Die Heterogenität der Restabfälle ergibt sich aus den vielen unterschiedlichen Fraktionen im Restabfall – z.B. Küchenabfälle, Papier, Glas, Kunststoffe, Textilien, Problemabfälle –, die sich zum Teil hinsichtlich ihrer Eigenschaften wie biologische Abbaubarkeit, Heizwert, Wassergehalt, Korngröße und Schadstoffgehalt unterscheiden.

Im Folgenden werden der Siedlungsabfallbegriff und die wesentlichen hierunter zusammengefassten Abfallarten definiert sowie die zugehörigen Abfallschlüssel gemäß der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) genannt.

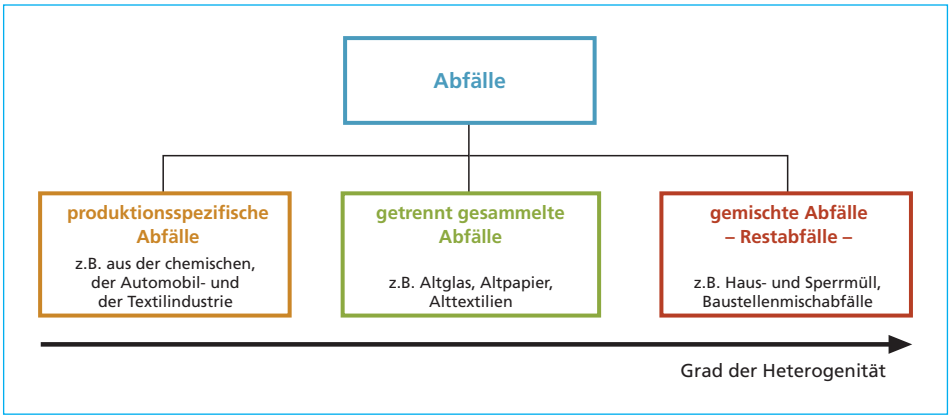


Bild 1: Charakterisierung der Abfälle nach dem Grad ihrer Heterogenität

Quelle: Ochsenreiter, Ch.; Kuyumcu, H. Z.: Sortieren von Abfällen zur Gewinnung von Sekundärbrennstoffen. In: Lehrstuhl für Aufbereitung von Roh- und Reststoffen, Technische Universität Berlin (Hrsg.): Sortieren – Innovationen und Anwendungen, 10/1999, S. 182, bearbeitet

Siedlungsabfälle: Abfälle wie Hausmüll, Sperrmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Garten- und Parkabfälle, Marktabfälle, Straßenkehricht, Bauabfälle, Klärschlamm, Fäkalien, Fäkalschlamm, Rückstände aus Abwasseranlagen und Wasserreinigungsschlämme.

- **Hausmüll (20 03 01)**: Abfälle hauptsächlich aus privaten Haushalten, die von den Entsorgungspflichtigen selbst oder von beauftragten Dritten in genormten, im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behältern regelmäßig gesammelt, transportiert und der weiteren Entsorgung zugeführt werden.
- **Geschäftsmüll (20 03 01)**: Der aus dem Kleingewerbe stammende Abfall, der wie Hausmüll von den Entsorgungspflichtigen selbst oder von beauftragten Dritten in genormten, im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behältern regelmäßig gesammelt, transportiert und entsorgt wird (Systemabfuhr).

- **Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (20 03 01)**: In Gewerbebetrieben, auch Geschäften, Dienstleistungsbetrieben, öffentlichen Einrichtungen und Industrie anfallende Abfälle, soweit sie nach Art und Menge gemeinsam mit oder wie Hausmüll entsorgt werden können. Im Unterschied zum Geschäftsmüll werden hausmüllähnliche Gewerbeabfälle von den Betrieben selbst oder über Dritte, z.B. Fuhrunternehmen, direkt zu den Entsorgungsanlagen transportiert oder in gesonderten Fuhren von den Entsorgungspflichtigen selbst oder von ihnen beauftragten Dritten abgefahren.
- **Sperrmüll (20 03 07)**: Feste Abfälle, die wegen ihrer Sperrigkeit nicht in die im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behälter passen und getrennt vom Hausmüll gesammelt und transportiert werden.
- **Garten- und Parkabfälle (20 02 01 bis 20 02 03)**: Überwiegend pflanzliche Abfälle, die auf gärtnerisch genutzten Grundstücken, in öffentlichen Parkanlagen und auf Friedhöfen sowie als Straßenbegleitgrün anfallen.
- **Bioabfälle (20 03 01 und 20 02 01)**: Die Bioabfälle enthalten die über die Biotonne gesammelten organischen Abfälle und Grünabfälle aus privaten Haushaltungen und Grünabfälle aus öffentlichen Parkanlagen.
- **Marktabfälle (20 03 02)**: Auf Märkten anfallende Abfälle, z.B. Obst- und Gemüseabfälle und nicht verwertbare Verpackungsmaterialien.
- **Straßenkehricht (20 03 03)**: Abfälle aus der Straßenreinigung, z.B. Straßen- und Reifenabrieb, Laub sowie Streumittel des Winterdienstes.

Der nach der Vermeidung und Getrennterfassung von Wertstoffen verbleibende, zu entsorgende Abfall wird als **Restabfall** bezeichnet.

Begrifflich wird weiter zwischen Primär- und Sekundärabfällen unterschieden:

Primärabfälle umfassen das Abfallaufkommen vor der Verwertung und Behandlung der Abfälle sowie getrennt erfasste, stofflich verwertbare und biologisch behandelbare Siedlungsabfälle wie Grün- und Bioabfälle oder Wertstoffe.

Sekundärabfälle sind die aus Abfallentsorgungsanlagen anfallenden Entsorgungsrückstände wie Rückstände aus Sortieranlagen, Aschen und Schlacken aus Abfallverbrennungsanlagen und Schrott aus der Schlackenaufbereitung. Beispielhaft ist die Definition der Rückstände aus Sortieranlagen angefügt:

- **Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren (19 12)**

  Papier und Pappe, Eisenmetalle, Nichteisenmetalle, Kunststoff und Gummi, Glas, Holz, Textilien, Mineralien – z.B. Sand, Steine, brennbare Abfälle – Brennstoffe aus Abfällen (Ersatzbrennstoffe), sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen

- **Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen (19 01)**

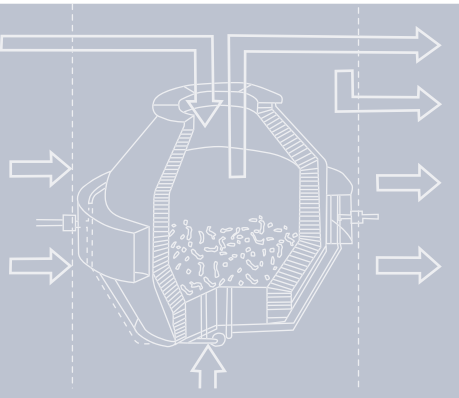
  Eisenteile, aus der Rost- und Kesselasche entfernt, Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, wässrige flüssige Abfälle aus der Abgasbehandlung und andere wässrige flüssige Abfälle, feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, gebrauchte Aktivkohle aus der Abgasbehandlung, Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, Filterstaub, Kesselstaub, Pyrolyseabfälle, Sande aus der Wirbelschichtfeuerung

Produktionsspezifische Abfälle: In Industrie, Gewerbe oder sonstigen Einrichtungen anfallende Abfälle, die keine Siedlungsabfälle sind, jedoch nach Art, Schadstoffgehalt und Reaktionsverhalten wie Siedlungsabfälle entsorgt werden können.

Schlacken aus der Metallurgie

– Rohstoffpotential und Recycling –





Herausgeber:	Karl J. Thomé-Kozmiensky Andrea Versteyl
ISBN:	978-3-935317-71-9
Verlag:	TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Erscheinung:	Oktober 2011
Gebund. Ausgabe:	175 Seiten mit zahlreichen farbigen Abbildungen
Preis:	30,00 EUR

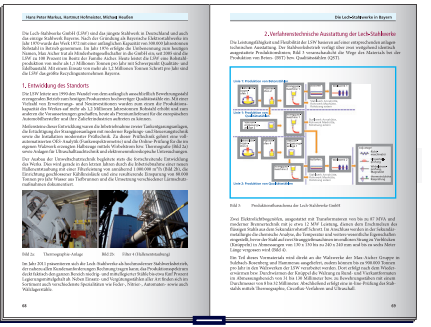
Inhalt:

Die Produktion von Stahl aus Schrott und die Verwendung der Nebenprodukte aus dem Verhüttungsprozess sind beispielhaft für gelungene Kreislaufwirtschaft. Vornehmliches Interesse der Hüttenwerke und der Schlackeverwerter gilt dem Rohstoffpotenzial und den Rahmenbedingungen der Verwendung der Schlacken als Sekundärrohstoffe.

Die Stahlwerke haben in den vergangenen Jahren vorbildliches Engagement für das Recycling gezeigt. Doch fehlt es immer noch an rechtlich verbindlichen Vorgaben mit Informationen über die Bedingungen des Einsatzes dieses Materials als Baustoff. Dies spiegelt sich regelmäßig im Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion wider.

In diesem Buch werden wesentliche Informationen für diejenigen zusammengestellt, die das Material erzeugen, den gewonnenen Wertstoff verwerten und einsetzen wollen, also für öffentliche Auftraggeber, Straßenbauunternehmen, Gutachter, Genehmigungs- und Fachbehörden. Renommierte Fachleute erörtertn strategische, rechtliche, technologische und ökologische Aspekte im Zusammenhang mit den Schlacken aus der Stahlindustrie. Die Darstellung der Umweltauswirkungen des Produktionsprozesses und der Wiederverwendung stellen wesentliche Schwerpunkte der Ausführungen dar. Unter anderem referiert hier Professor Dr.-Ing. Martin Faulstich von der TU München, der zugleich Vorsitzender des Sachverständigenrates für Umweltfragen ist, über Stoffströme in der industriellen Kreislaufwirtschaft.

Bestellungen unter www.vivis.de
oder



vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de

2. Einflüsse auf Abfallaufkommen und -zusammensetzung

Die Menge und Zusammensetzung von Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst; hierzu gehören insbesondere [30, 9, 42, 36]:

- Abfallgesetzgebung auf EU-, Bundes- und Landesebene – Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Verwaltungsvorschriften –,
- Selbstverpflichtungen der Industrie,
- Abfallpolitik und Öffentlichkeitsarbeit,
- Bevölkerungsentwicklung,
- Wirtschaftsentwicklung und damit verbundene Einkommensentwicklung,
- Bebauungs- und Sozialstruktur,
- Umweltbewusstsein und -verhalten – abfallarmer Einkauf, Wahl ökologisch vorteilhafter Verpackungen, Bereitschaft zur Abfalltrennung usw. –,
- Art und Umfang der Getrenntsammlung – Glasverpackungen, Papier/Pappe/Kartonagen, Leichtverpackungen, Bioabfall, Sperrmüll, Sonderabfallkleinmengen, Textilien usw.; Hol- und Bringsysteme, Behältervolumina, Abfuhrrhythmen –,
- Behältersysteme, -volumina und Entleerungsrhythmen für Restabfall,
- Entwicklung der Abfallgebühren und Entsorgungspreise – ggf. finanzieller Anreiz zur Abfallvermeidung und -getrenntsammlung durch verursachergerechte Gebührengestaltung.

Die genannten Faktoren beeinflussen die Abfallmenge und -zusammensetzung unterschiedlich stark. Teilweise bestehen auch gegenseitige Abhängigkeiten, so hat die Intensität der Öffentlichkeitsarbeit Einfluss auf das Umweltbewusstsein. Des Weiteren wirkt sich die Gesetzgebung auf Art und Umfang der Getrenntsammlung aus. Beispielhaft sei hierzu die Einführung der flächendeckenden haushaltsnahen Erfassung der Verkaufsverpackungen aufgrund der Verpackungsverordnung genannt.

Für die zukünftige Entwicklung der Menge und Zusammensetzung von häuslichen und gewerblichen Abfällen könnte unter anderem ein mögliches Verbot des Einsatzes von Biokomposten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen von einschneidender Bedeutung sein.

In der überwiegenden Zahl der deutschen Landkreise und kreisfreien Städte wird Bioabfall getrennt gesammelt und daraus Bioabfallkompost erzeugt. Problematisch ist der hohe Störstoffanteil im getrennt erfassten Bioabfall. Er liegt üblicherweise bei etwa fünf Gewichtsprozent, es treten aber auch Spitzenwerte von zehn bis hin zu 30 Gewichtsprozent auf [71]. Der Störstoffgehalt des Bioabfalls beeinflusst maßgeblich den Schadstoffgehalt des Bioabfallkomposts. Insbesondere der Schwermetallgehalt des Komposts ist kritisch zu beurteilen. Die wiederholte Aufbringung von Bioabfallkomposten ebenso wie von Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzte Flächen führt einerseits zur erhöhten Schwermetallaufnahme bei den angebauten Nutzpflanzen und andererseits zu einer Schwermetallanreicherung im Boden. Die damit praktizierte großflächige Verteilung von Schadstoffen ist irreversibel.

Die mit der Ausbringung von Klärschlämmen und Bioabfallkomposten auf landwirtschaftlich genutzte Flächen verbundene Verbraucher- und Umweltschutzproblematik rückt zunehmend in das Blickfeld der Politik.

In zahlreichen Bundesländern wird vor dem Hintergrund eines auf Dauer erforderlichen vorbeugenden Verbraucher- und Bodenschutzes und einer auf Nachhaltigkeit angelegten Landwirtschaft die Ausbringung von Klärschlamm und Bioabfallkompost auf landwirtschaftlichen Flächen als kritisch angesehen.

Für Bioabfallkomposte würde mit einem Verbot der landwirtschaftlichen Verwertung ein wesentlicher Absatzmarkt wegbrechen, der aufgrund bereits jetzt bestehender Vermarktungsprobleme kaum von anderen Abnehmern aufgefangen werden könnte. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Einsatz von Bioabfallkomposten in der Folge möglicherweise auch in anderen Bereichen wie Gartenbau und Landschaftsbau weiter eingeschränkt oder verboten wird. Ohne gesicherten Absatz des Komposts kann die Bioabfallkompostierung jedoch nicht wirtschaftlich dargestellt werden.

3. Aufkommen und Entsorgungswege ausgewählter Abfälle in Europa

3.1. Überblick, Import und Export

Einen ersten Überblick über das absolute Aufkommen an Siedlungsabfall, Sonderabfall und Klärschlamm in den EU-15-Mitgliedsstaaten – allerdings mit sehr unterschiedlichen Bezugsjahren – gibt Tabelle 2. Das geschätzte Siedlungsabfallaufkommen in den EU-15-Staaten beträgt knapp zweihundert Millionen Tonnen. Die größten Anteile hieran entfallen auf Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Italien und Spanien.

Abfallimporte und -exporte

Die grenzüberschreitende Verbringung notifizierungspflichtiger Abfälle zwischen den EU-Mitgliedstaaten ist nach einem Bericht der Europäischen Umweltagentur (EUA) im Zeitraum zwischen 1997 und 2005 erheblich angestiegen.

Bei den gefährlichen Abfällen – deren Aufkommen 2005 bei 66 Millionen Tonnen lag – wird ein steigender Anteil innerhalb der Europäischen Union zur Verwertung verbracht. Der Anteil des Exports in ein anderes EU-Land oder ein Drittland erhöhte sich von fünf Prozent des Aufkommens im Jahr 1997 auf dreizehn Prozent im Jahr 2005. Insgesamt ist die Ausfuhr notifizierungspflichtiger Abfälle aus den Mitgliedstaaten im Untersuchungszeitraum auf knapp neun Millionen Tonnen angestiegen und hat sich damit mehr als verdreifacht.

Die Einfuhr notifizierungspflichtiger Abfälle in EU-Mitgliedstaaten stieg von 1997 bis 2005 um mehr als das Vierfache, sie lag 2005 bei 10,4 Millionen Tonnen.

Der weit überwiegende Teil der Importe und Exporte notifizierungspflichtiger Abfälle vollzog sich innerhalb der Europäischen Union. Die größten Exporteure – bezogen auf die Abfallmenge im Verhältnis zur Einwohnerzahl – waren die Niederlande, Irland, Luxemburg und Belgien. Die größten Importeure – ebenfalls aus einwohnerspezifischer Sicht – waren Belgien, Deutschland, Norwegen und die Niederlande.

Auch die grenzüberschreitende Verbringung nicht notifizierungspflichtiger Abfälle ist laut EUA im Zeitraum zwischen 1995 und 2007 stark angestiegen, dies betrifft insbesondere Exporte nach Asien. Bei Kunststoff war ein Anstieg der Liefermengen nach Asien um den Faktor elf, bei Altpapier um den Faktor zehn und bei Schrotten um den Faktor fünf zu verzeichnen. [51]

Stand der Entsorgung

Die Entwicklung der Abfallwirtschaft in den verschiedenen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union könnte unterschiedlicher nicht sein. Dies bezieht sich insbesondere auf den Umgang mit Siedlungsabfällen, gefährlichen Abfällen und Klärschlamm. Zwar sind die Unterschiede zwischen den EU-15-Mitgliedsstaaten schon erstaunlich groß (Tabelle 2),

Tabelle 2: Aufkommen und Entsorgung von Siedlungsabfällen, gefährlichen Abfällen und Klärschlamm in den EU-15-Mitgliedsstaaten

Land	Siedlungsabfall				Sonderabfall				Klärschlamm	
	geschätztes Siedlungsabfallaufkommen t	Bezugsjahr	deponierter Anteil %	verbrannter Anteil %	geschätztes Sonderabfallaufkommen t	Bezugsjahr	deponierter Anteil t	verbrannter Anteil t	geschätztes Klärschlammaufkommen tTS	Bezugsjahr
Belgien	4.850.000	1997	42	35	2.030.000	1997	790.000	140.00	850.000	1997
Dänemark	2.770.000	1996	15	56	270.000	1996	90.000	100.000	150.000	1997
Deutschland	45.000.000	2000	30	29	9.170.000	2000	2.700.000	850.000	2.480.000	1998
Finnland	980.000	1997	77	2	570.000	1997	280.000	100.000	140.000	1997
Frankreich	48.500.000	2000	55	26	k.A.	1997, 2001	k.A.	770.000[1]	820.000	1997
Griechenland	3.200.000	1993	93	0	k.A.	1993	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Großbritannien	27.200.000	1999	85	6	2.370.000	1996	860.000	240.000	1.200.000	1999
Irland	1.800.000	1998	100	0	230.000	1995	30.000	30.000	390.000	1997
Italien	25.400.000	1995	85	8	k.A.	1995	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Luxemburg	300.000	1995	24	48	140.000	1995	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Niederlande	10.200.000	2002	11	76	2.700.000	2002	600.000	280.000	690.000	1999
Österreich	1.320.000	1999	51	35	970.000	1999	k.A.	110.000	390.000	1999
Portugal	4.600.000	2002	71	20	250.000	2001	k.A.	k.A.	240.000	2000
Schweden	3.800.000	1999	24	38	270.000	1999	k.A.	100.000		1997
Spanien	17.000.000	1997	85	10	2.000.000	1997	k.A.	30.000	k.A.	k.A.
Summe EU-15[2]	**196.920.000**				**21.920.000**		**5.350.000**	**2.720.000**	**7.580.000**	

[1] in extern ausgewiesenen Anlagen verbrannter Sonderabfall

[2] Die angegebenen Summen sind das Ergebnis der einfachen Addition der länderspezifischen Angaben und beziehen sich daher auf unterschiedliche Bezugsjahre.

Quelle: European Commission/Directorate-General JRC Joint Research Centre: Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006, S. 3, bearbeitet

so vergrößern sich die Unterschiede nach der Erweiterung der Union auf 27 Staaten. Tabelle 3 zeigt die Entsorgungswege für das Jahr 2007 und Tabelle 4 für das Jahr 2010. In dieser Zeit ergeben sich, wie auch Bild 2 zeigt, einige Verschiebungen zum Besseren, doch ist der Gesamtzustand der Abfallwirtschaft keinesfalls befriedigend.

Tabelle 3: Siedlungsabfall in Europa – Aufkommen und Entsorgung 2007

	Recycling	Kompostierung	Verbrennung	Deponierung	Summe
	t				
Belgien	1.697.000	1.237.000	1.749.000	265.000	4.948.000
Bulgarien	0	0	0	2.980.000	2.980.000
Dänemark	1.137.000	757.000	2.203.000	204.000	4.301.000
Deutschland	22.555.000	7.709.000	15.485.000	299.000	46.048.000
Estland	122.000	17.000	2.000	390.000	531.000
Finnland	695.000	258.000	310.000	1.411.000	2.675.000
Frankreich	5.964.000	5.091.000	11.202.000	12.372.000	34.629.000
Griechenland	905.000	98.000	0	3.999.000	5.002.000
Großbritannien	7.680.000	4.016.000	3.245.000	19.685.000	34.626.000
Irland	1.081.000	79.000	0	2.015.000	3.175.000
Italien	4.063.000	12.171.000	3.955.000	16.912.000	37.101.000
Lettland	38.000	5.000	3.000	735.000	781.000
Litauen	29.000	22.000	0	1.245.000	1.296.000
Luxemburg	86.000	64.000	123.000	60.000	333.000
Malta	6.000	12.000	0	247.000	265.000
Niederlande	2.760.000	2.401.000	3.267.000	215.000	8.643.000
Österreich	1.320.000	2.016.000	1.452.000	163.000	4.951.000
Polen	580.000	363.000	41.000	9.098.000	10.081.000
Portugal	528.000	321.000	948.000	3.170.000	4.967.000
Rumänien	34.000	2.000	0	6.122.000	6.158.000
Schweden	1.738.000	561.000	2.191.000	189.000	4.679.000
Slowakei	28.000	76.000	180.000	1.295.000	1.579.000
Slowenien	357.000	0	0	688.000	1.045.000
Spanien	3.496.000	4.498.000	2.591.000*	15.569.000*	26.154.000
Tschechien	276.000*	30.000*	390.000*	2.121.000*	2.817.000
Ungarn	490.000	64.000	382.000	3.429.000	4.365.000
Zypern	75.000	0	0	512.000	587.000
EU-27	**57.740.000**	**41.868.000**	**49.719.000**	**105.390.000**	**254.718.000**
Island	–	–	15.000*	117.000*	132.000
Norwegen	642.000	344.000	866.000	432.000	2.284.000
Schweiz	1.850.000	930.000*	2.680.000	0	5.460.000
EFTA**	**2.492.000**	**1.274.000**	**3.561.000**	**549.000**	**7.876.00**
EU-27 und EFTA**	**60.232.000**	**43.142.000**	**53.280.000**	**105.939.000**	**262.594.000**

* geschätzter Wert

** EFTA ohne Liechtenstein

Quelle: Eurostat

Tabelle 4: Siedlungsabfall in Europa – Aufkommen und Entsorgung 2010

	Recycling	Kompostierung	Verbrennung	Deponierung	Summe
	t				
Belgien	1.883.000	1.041.000	1.746.000	62.000	4.732.000
Bulgarien	0	0	0	3.041.000	3.041.000
Dänemark	857.000	720.000	2.025.000	130.000	3.732.000
Deutschland	21.251.000	8.234.000	18.020.000	186.000	47.691.000
Estland	50.000	33.000	0	267.000	350.000
Finnland	495.000	332.000	556.000	1.136.000	2.519.000
Frankreich	6.143.000	5.917.000	11.730.000	10.745.000	34.535.000
Griechenland	895.000	50.000	0	4.230.000	5.175.000
Großbritannien	8.050.000	4.550.000	3.750.000	15.870.000	32.220.000
Irland	840.000	80.000	115.000	1.710.000	2.745.000
Italien	6.340.000	4.010.000	4.610.000	15.380.000	30.340.000
Lettland	60.000	4.000	0	617.000	681.000
Litauen	43.000	19.000	1.000	1.079.000	1.142.000
Luxemburg	91.000	70.000	122.000	61.000	344.000
Malta	17.000	15.000	0	202.000	234.000
Niederlande	2.729.000	2.300.000	3.229.000	33.000	8.291.000
Österreich	1.495.000	1.965.000	1.465.000	35.000	4.960.000
Polen	1.783.000	790.000	102.000	7.369.000	10.044.00
Portugal	610.000	410.000	1.150.000	3.335.000	5.505.000
Rumänien	79.000	4.000	0	6.214.000	6.297.000
Schweden	1.560.000	587.000	2.124.000	42.000	4.313.000
Slowakei	65.000	91.000	183.000	1.412.000	1.751.000
Slowenien	375.000	22.000	10.000	558.000	965.000
Spanien	3.724.000	4.433.000	2.236.000	14.271.000	24.664.000
Tschechien	452.000	76.000	497.000	2.162.000	3.187.000
Ungarn	737.000	148.000	406.000	2.838.000	4.129.000
Zypern	0	80.000	0	545.000	625.000
EU-27	**60.624.000**	**35.981.000**	**54.077.000**	**93.530.000**	**244.212.000**
Island	23.000	4.000	19.000	123.000	169.000
Norwegen	609.000	358.000	1.154.000	137.000	2.258.00
Schweiz	1.880.000	930.000	2.760.000	0	5.570.000
EFTA*	**2.512.000**	**1.292.000**	**3.914.000**	**260.000**	**7.997.000**
EU-27 und EFTA*	**63.136.000**	**37.273.000**	**58.010.000**	**93.790.000**	**252.209.000**

* EFTA ohne Liechtenstein

Quelle: Eurostat

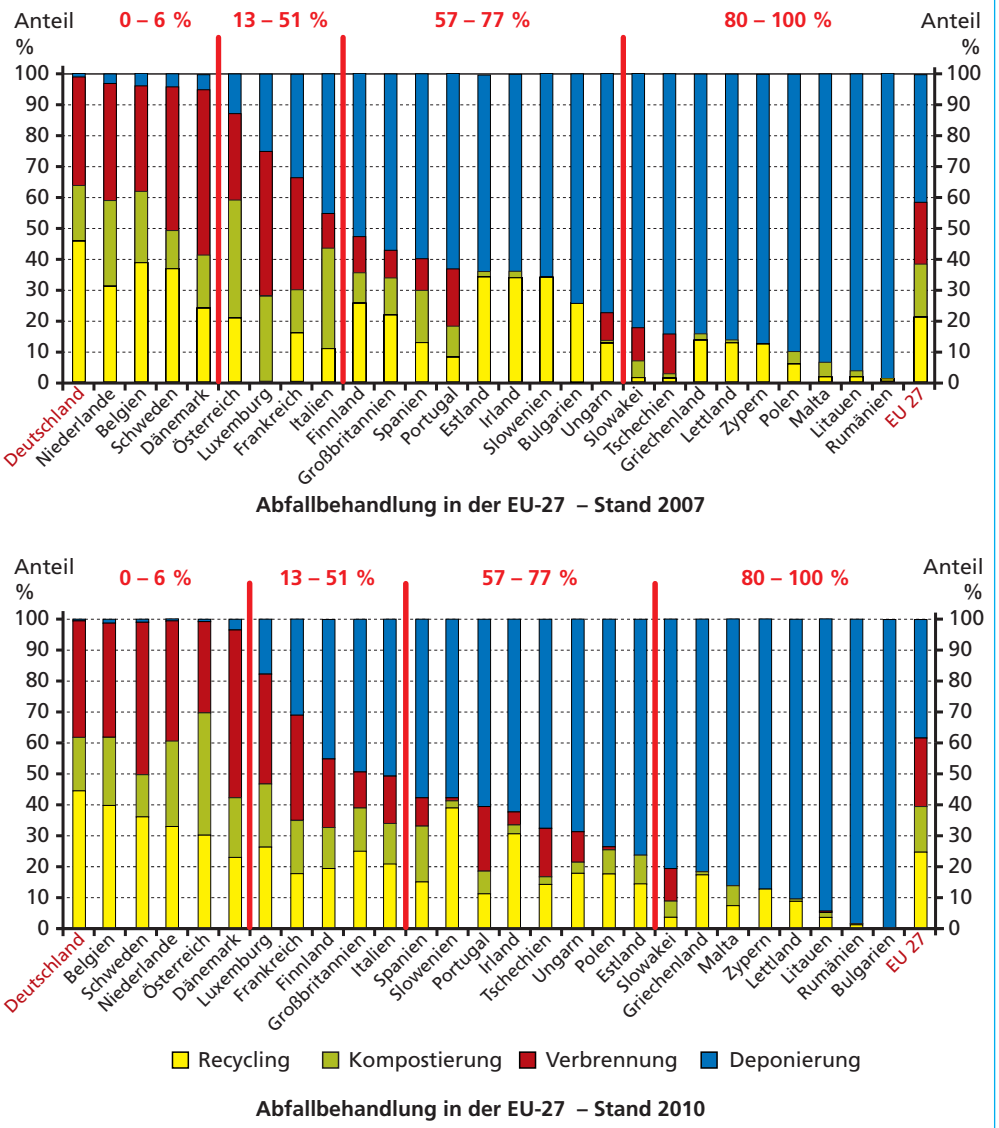


Bild 2: Abfallbehandlung in der EU-27 – Stand 2007 und 2010

Quelle: Eurostat

Der Zustand der Abfallwirtschaft für die verschiedenen Länder ist – abhängig vom Anteil der deponierten Abfälle – in vier Gruppen eingeteilt: 1. Gruppe 0 bis 6 Prozent Deponierung, 2. Gruppe 13 bis 51 Prozent Deponierung, 3. Gruppe 57 bis 77 Prozent Deponierung, 4. Gruppe 80 bis 100 Prozent Deponierung (Tabelle 5). Im Zeitraum von 2007 bis 2010 hat sich die erste Gruppe von fünf auf sechs Staaten vergrößert und die vierte Gruppe von neun auf acht

0 – 6 % Deponierung	
0,4	Deutschland
0,4	Niederlande
0,7	Österreich
1,0	Schweden
1,3	Belgien
3,5	Dänemark

18 – 51 % Deponierung	
17,7	Luxemburg
31,1	Frankreich
45,1	Finnland
49,3	Großbritannien
50,7	Italien

57 – 77 % Deponierung	
57,8	Slowenien
57,8	Spanien
60,6	Portugal
62,3	Irland
67,8	Tschechien
68,7	Ungarn
73,4	Polen
76,3	Estland

80 – 100 % Deponierung	
80,6	Slowakei
81,7	Griechenland
86,3	Malta
87,2	Zypern
90,6	Lettland
94,5	Litauen
98,7	Rumänien
100	Bulgarien

Tabelle 5:

Klassifizierung der Entsorgungssituation in den Ländern der Europäischen Union

Quelle: Eurostat, Weltbank, World Bank Governance Indicators and World Bank Data Catalog; nach HWWI-Darstellung; Corruption perception index, 2010; http.//www.transparence.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2010/results; Daten aus: Euwid Recycling und Entsorgung 22 (2012), Nr. 6, S. 17

Staaten verringert. Die Entwicklung verläuft dennoch zu schleppend, so dass die Ziele der Abfallrahmenrichtlinie und der Beitrittsverträge mit Sicherheit verfehlt werden.

In Bild 3 wird der Stand der Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie für Europa dargestellt. Erfüllt sind die Vorgaben in Schweden, Dänemark, Lettland, Litauen, Irland, Großbritannien, den Niederlanden, Frankreich, Spanien, Portugal, Italien, Österreich und Tschechien.

3.2. Altkunststoffe

Der Verbrauch an Kunststoffen stieg aufgrund der wirtschaftlichen Entwicklung, aber auch durch die Substitution anderer Werkstoffe durch Kunststoff in verschiedenen Anwendungsbereichen im Jahr 2007 in den 27 EU-Mitgliedsstaaten plus Norwegen und Schweiz beträchtlich auf 52,5 Millionen Tonnen an. Dies entspricht einem Anstieg von drei Prozent gegenüber dem Vorjahr.

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

Die Menge der in den Abfall gelangten Altkunststoffe – Post-Consumer-Kunststoffabfälle – stieg 2007 ebenso an: um 0,9 Millionen Tonnen auf insgesamt 24,6 Millionen Tonnen.

Von dieser Menge wurden 2007 fünfzig Prozent (12,2 Millionen Tonnen) verwertet, das ist ein Prozent mehr als 2006. Verwertungsquoten von jeweils mehr als achtzig Prozent wurden in der Schweiz, Dänemark, Deutschland, Schweden, Belgien, Österreich, den Niederlanden, Luxemburg und erstmals auch in Norwegen erreicht. Dagegen werden in etlichen EU-Mitgliedstaaten immer noch weniger als dreißig Prozent der Kunststoffabfälle verwertet (Bild 4).

Bei der stofflichen Verwertung – Recycling – war infolge verbesserter Sammelsysteme und optimierter Sortiertechniken sowie starker Nachfrage und höherer Rohstoffpreise ein starkes Wachstum auf 20,4 Prozent (5,0 Millionen Tonnen) zu verzeichnen. Neben herkömmlichen Abfallströmen wie Flaschen und Folien war der Anstieg aber auch auf den Ausbau des Recyclings zum Beispiel von Fensterprofilen zurückzuführen. Das Recycling von PVC-Abfällen konnte 2007 gegenüber dem Vorjahr um 80 Prozent auf knapp 150.000 Tonnen gesteigert werden – hauptsächlich durch das Recovinyl-System als Teil der freiwilligen Nachhaltigkeitsinitiative Vinyl 2010. Beim Altkunststoff-Recycling dominierte die werkstoffliche Verwertung mit 20,1 % deutlich gegenüber der rohstofflichen Verwertung mit 0,3 %.



Bild 3: Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie in Europa, Stand Februar 2012

Quelle: RECYCLING magazin (2011), Nr. 22, S. 25

Die energetische Verwertung – die im Unterschied zu Recyclingaktivitäten durch langsamere Entscheidungsprozesse, längere Vorlaufzeiten und höhere Investitionen gekennzeichnet ist – lag unverändert bei 29,2 Prozent (7,2 Millionen Tonnen).

Bild 5 zeigt die Entwicklung der werkstofflichen, rohstofflichen und energetischen Verwertung von 1995 bis 2007.

12,4 Millionen Tonnen Altkunststoffe wurden 2007 auf Deponien beseitigt. [56]

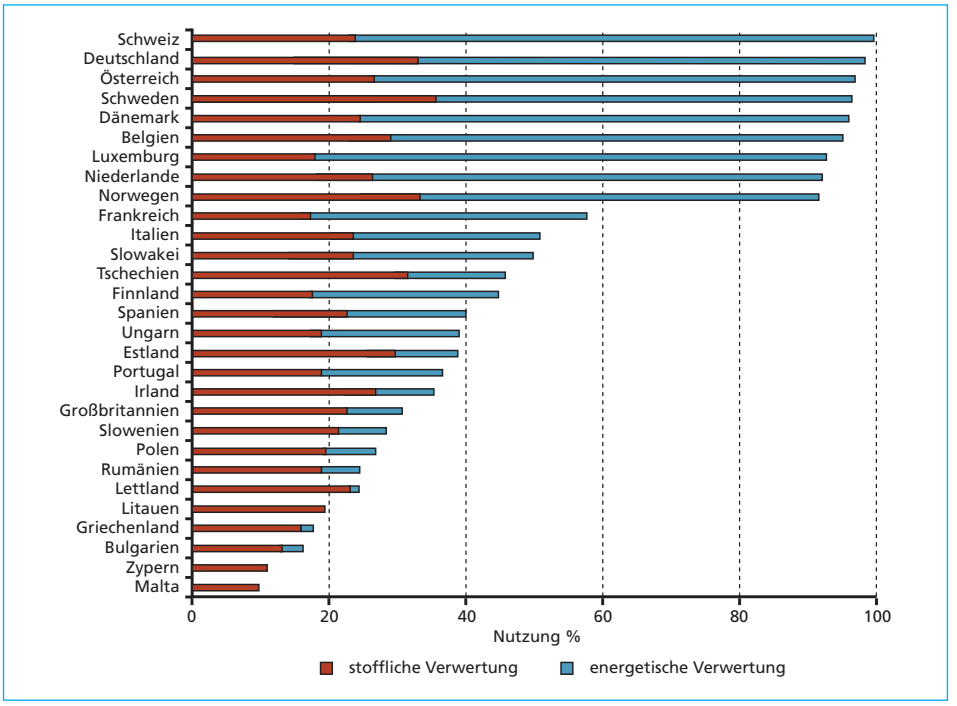


Bild 4: Stoffliche und energetische Verwertungsquote von Altkunststoffen in den EU-Mitgliedsstaaten plus Norwegen und Schweiz im Jahr 2010

Quelle: Consultic, zitiert in: RECYCLING magazin (2011), Nr. 24, S. 30-31

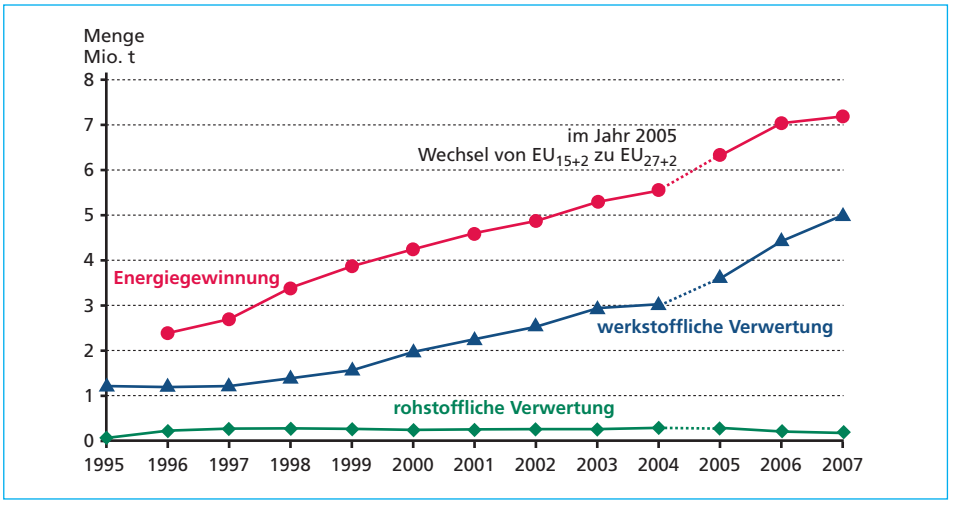


Bild 5: Entwicklung der werkstofflichen, rohstofflichen und energetischen Verwertung von Altkunststoffen in den EU-Mitgliedsstaaten plus Norwegen und Schweiz

Quelle: PlasticsEurope (Hrsg.): Daten und Fakten zu Kunststoff 2007 – Kunststoffproduktion, Verbrauch und Verwertung in Europa 2007. Veröffentlicht im Oktober 2008, S. 15, bearbeitet

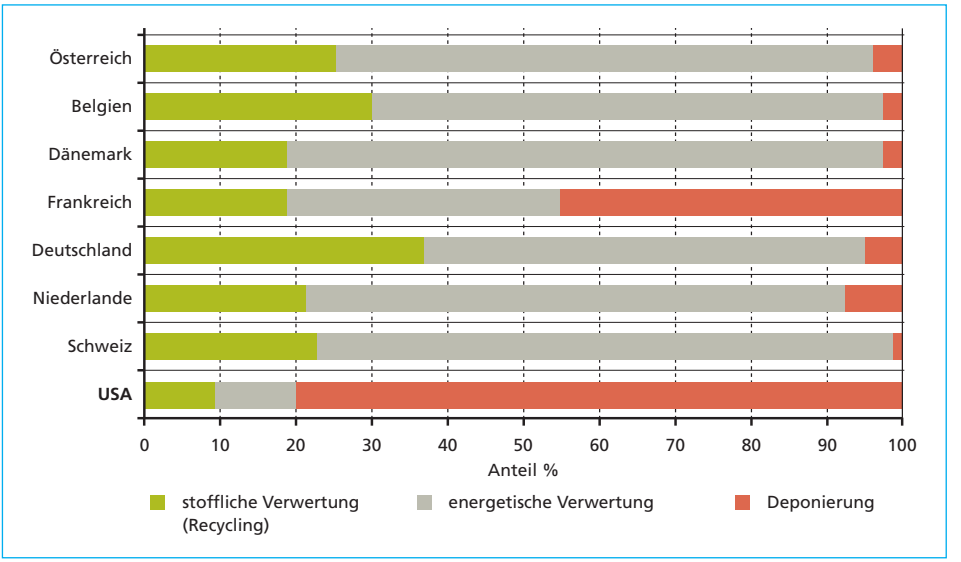


Bild 6: Verwertung und Beseitigung von Kunststoffabfällen in den USA im Vergleich zu ausgewählten Ländern Europas

Quelle: European Environmental Agency, Plastics Europe, U.S. EPA, CPIA, Covanta Energy

zitiert in: RECYCLING magazin (2011), Nr. 23, S. 31

3.3. Glas

In der vom europäischen Verband FEVE veröffentlichten Statistik für das Jahr 2007 [20] sind die verfügbaren Daten zu den Glas-Verbräuchen, -Sammelmengen und -Recyclingquoten von 23 europäischen Ländern ausgewiesen. Der gesamte Glasverbrauch belief sich danach auf knapp 18 Millionen Tonnen, die gesammelte Menge auf etwa 11 Millionen Tonnen.

Die durchschnittliche Recyclingquote für Glas lag bei 62 Prozent, wobei zwischen den einzelnen europäischen Staaten eine große Schwankungsbreite zu beobachten ist: Die höchsten Recyclingquoten wurden mit 95 Prozent in der Schweiz, mit 94 Prozent in Schweden und mit 92 Prozent in Belgien erreicht. Deutschland lag mit 87 Prozent an vierter Stelle. Recyclinganteile von lediglich weniger als zwanzig Prozent wurden in Rumänien (9 Prozent), Griechenland (13 Prozent) und der Türkei (19 Prozent) ermittelt.

3.4. Kommunale Abfälle

Aufkommen

Das spezifische Aufkommen an kommunalen Abfällen in der EU 27 betrug im Jahr 2007 durchschnittlich 522 Kilogramm pro Einwohner.

Zwischen den Mitgliedstaaten bestehen erhebliche Mengenunterschiede (Tabelle 6): das geringste spezifische Aufkommen ist mit weniger als 400 Kilogramm in Rumänien, Lettland, Polen, der Slowakei und der Tschechischen Republik zu verzeichnen. Spitzenplätze mit mehr als 750 Kilogramm belegen Dänemark, Irland und Zypern. Insgesamt variieren die Mengen zwischen 294 Kilogramm pro Einwohner in der Tschechischen Republik und

Schlagwortverzeichnis

A

Aachener Kompetenzzentrum für Ressourcentechnologie (AKR e.V.) 261
Abfallarten 3
Abfälle 224
  kommunale 3
  mineralische 4, 725, 733
Abfallaufkommen 3
Abfallbehandlung
  mechanisch-biologische 4
Abfall-Ende-Kriterien 318
Abfall-Ende-Verordnungen 315
Abfallgemische 271
Abfallhierarchie 3, 224
Abfallverbrennung 271
Abfallverbrennungsanlagen 225, 238, 811
Abfallwirtschaft 223
Abfallzusammensetzung 3
Abgrabungen 725
Abgrabungsabfall 946
  stoffliche Zusammensetzung 952
Ablagerung
  mineralischer Abfälle 725
AGRAPA Arbeitsgemeinschaft Graphische Papiere 875
Akkumulatoren 444
Altbatterien 4, 274, 679
Altfahrzeuge 4, 495, 642
Altfahrzeugaufkommen 651
Altflugzeugrecycling 459
Altkunststoffe 3
  chlorhaltige 905
Altpapier 861, 871
Altpapier-Recyclingquote 873
Altpapiersortenliste 862
Aluminium 310
Aluminiumrecycling 315
Aluminiumschrott 315
Analyseverfahren
  multisensorale 269
Anlagengenehmigungsrecht 274
Anreicherungsrisiko
  Schadstoffe 230
Anthrazitkohle 277
Aschen 811
Attritionsverfahren 595
Aufbereitung 270
  von Abgrabungsabfall 953
Aufbereitungstechnik 953
Aufbereitungstiefe 263
Aufschluss 947

B

B2B-Geräte 711
B2C-Geräte 711
Batterien 4, 274, 679
Bauabfälle 469
Baustoffe 353, 364, 472, 797
  Umweltverträglichkeit 797
Begleitforschung 507
Bergbau 262
  artisanaler 216
Bergbautechnik 266
Bergschadenkunde 269
Berliner Stadtreinigung 839
Beschichtungsprozesse 355
Bewertung
  ökologische 358
  ökonomische 360
Bildschirmgeräte 566
Bioabfälle 3
Bioabfallverwertung 4
Bio-Erdgas 849
Biogas 276
Biokohle 276
Biomassen 273
Biomassereststoffe 273
Biosorption 258
Blei 611, 621
Bleiindustrie
  anfallende Stäube 609
Bleiverbindungen 612
BMBF 353
Bodenschutz 733
Bohrtechnik 267
Braunkohle 267
Brennstoffzellen 279, 429
Brennstoffzellenstacks 431
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung 736
Bypass-Vorentzinkung
  saure 401

C

Carbon Capture and
Storage (CCS) 266, 350
Carbon Capture and Utilisation (CCU) 350
Carbon Corrosion 441
Carbonfaser 885
Carbonisate 273
CCS-Technologie 266, 350
CCU-Technologie 350
CFK 885
chemische Industrie 353
China 528
CLIENT 350
CO_2
stoffliche Nutzung 350
CO_2-Emissionen 272
CO_2-Fußabdruck von PVC
produktbezogener 859
CO_2-Zertifikatbedarf 277
CO_2-Zertifikathandel 272
Coltan 216

D

Deinkbarkeit 883
Deinkingware 877
Demokratische Republik Kongo 214
Demontage 448, 704
robotergestützte 449
Deponieinventar 952
Deponien 238, 935
Deponien als Rohstofflagerstätten 919
Deponien der Klasse 0 726
Deponierückbau 919, 935
Deponierung 4, 813
Design
reparatur- und recyclinggerechtes 704
Desktop-Computer 569
Dispergierung 3, 879
DK 0-Deponie 725
Dolomit 270
Doppeltrommel-Unterdruck-Trenner 893
Drehrohrpyrolyseanlage 273
Druckguss 278
Dysprosium 667

E

Ecoloop-Technologie 906
Edelmetalle 413, 676
aus Brennstoffzellen 429
Eindickung 879
Einsparpotenziale
ökonomische 359
Eisen 277
Eisenhüttenschlacken 789, 799
Eisenlegierungen 620
Eisenmetalle
Preisentwicklung 815
Eisenschrotte 315, 660
Elektrofahrzeuge 679, 699
Elektrolichtbogenofen 274, 367, 764
Elektromobilität 338, 444, 665, 679, 691
Elektromotoren für Fahrantriebe 700
Recycling 699
Elektronikschrott 306, 414
Elektrostahlproduktion 276
Elektrostahlwerk 761
Elektro- und
Elektronikaltgeräte 4, 413, 562, 707
Elektro- und Hybridfahrzeuge 699
ELV 4, 495, 642
Emissionshandelsrecht 274
e-mobility 301
Ende der Abfalleigenschaft 315, 832, 866
end-of-life-Produkte 262
End-of-Life Vehicles 4, 495, 642
Energieeffizienz 263, 344, 367
Energierohstoffe 273
Energieversorgung 279
Entsorgungsautarkie 3
Entsorgungssicherheit 840
Entsorgungswirtschaft 853
Entzinkung
basische 397
hydrometallurgische 397
produktionsintegrierte 394
pyrometallurgische 396
saure 399
Vorentzinkung 395
ERPC European Recovered Paper Council 875
Ersatzbaustoffe 807, 820
Umweltverträglichkeit 808
Ersatzbaustoffverordnung 736, 794, 805
Ersatzbrennstoffe 3

Ersatzbrennstoff-Kraftwerke 4, 811
Erstarrungsprozesse 278
EU-Abfall-Ende-Verordnung für Eisen-, Stahl- und Aluminiumschrott 316
European Advanced Recycling Network 720
Explorationskonzepte 264
Export von Abfällen 3
Export von Gebrauchtfahrzeugen 639
Extraktion 263

F

Fahrantriebe
elektrische 699
Fahrzeugflotte 642
Fahrzeugschrotte 495
Faserreststoffe 881
Fe-Metalle
Preisentwicklung 815
Festplatten 568
feuerfeste Zustellung 369
Filterstäube 749, 811
Flachbildschirmanwendungen 562
Flotation 879
getrennte 270
Flugzeug-Recycling 457
Folienfraktion 894
Forschung 243
für nachhaltige Entwicklungen 344
Forschungskompetenz 262
Forschungsprogramme für Ressourceneffizienz 247

G

Gallium 281, 667
Gasreinigung 911
Gebot der hochwertigen Verwertung 203
Gebrauchtfahrzeuge in Europa 639
Importe und Exporte 640
Gefügeausbildung 278
Gelber Sack 893
Gelbe Tonne 893
Geoinformationstechnologien 269
Geometallurgie 265
Georessourcenmanagement 264
Georgsmarienhütte 369
Geräusche 663
Germanium 281, 667
Gesteinskörnungen 797
leichte 469
Gewerbeabfälle 3
Gießereikoks 272
Gießereitechnik 278
Glas 3
Glasrecycling 857
Gleichstrom-Lichtbogenofen 368
Gold 216, 563, 667
Goldmineralisation 266
Goldreserven 266
Granulate 484
graphische Papiere 871
Greiferbohrung 922
Grundsatz der Nähe 3
Grundwasser- und Bodenschutz 733
Grundwasserverordnung 736
Gusseisen 272

H

Habitatschutzrecht 274
Handys 335
Hartmetalle 538
Hausmüll 3, 271
Hausmüllverbrennungsasche 801
Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie 253, 347
Herstellerverpflichtung
individuelle 707
Hochleistungsmagnetmaterialien 699
Hochöfen 786
Hochofenschlacke 790, 799
Hochofenstückschlacke 798
Hochtechnologiemetalle 258, 265
Hochtemperatur-Prozesstechnik 311
Hochwertigkeit
der Verwertung 201
der stofflichen Verwertung 203
der energetischen Verwertung 204
Hochwertigkeitsgebot 868
Hybrid- und Elektrofahrzeuge 679, 699
Hydrometallurgie 554
Hydrothermalerhärtung 481
Hydrozyklone 595

I

Image 819
Imagepflege 835
Import von Abfällen 3
Import von Gebrauchtfahrzeugen 639
Indium 281, 562, 667
Industriemineralien 329, 507
Industrieofenbau 277
Inertabfall 726
Injektionskohle 276
IOCG Lagerstätte 266
ISA-Smelter 419

K

Kalk 911
Kaskadennutzung 232
Kaufvertrag
  Rücktritt 863
Keramikindustrie 355
Klärschlammverwertung 4
Kleinbergbau 216
Klimaschutzrecht 274
KMU-innovativ 348
Kohlekraftwerke 274
Kohlenstofffasern 885
  Recycling 887
Kohlenstoffträger
  biogener 272
Konditionierung 947
Konfliktminerale 213
Konformitätserklärung 866
Kongo 214
Konversionsverfahren
  thermo-chemische 273
Konzentrate von Metallen 270
Kosteneinsparpotenziale 357, 362
Kraftwerksnebenprodukte 799
Kreislaufeignung 229
Kreislaufwirtschaft 337
  vollständige 228
Kreislaufwirtschaftsgesetz 201, 336
Kritikalität von Rohstoffen 326
  Bestimmung 323
Kritikalitätsmatrizen 529
kritische Rohstoffe 277, 323, 700
Kunststoffe 3
  kohlenstofffaserverstärkte 885
Kunststoffrecycling 858
Kupfer 621, 667
  Preisentwicklung 814
Kupferschiefer 270
Kupfer-Sekundärmetallurgie 609
Kupolofen 272
  Stäube 609
KVA-Schlacke 819, 936

L

LAGA-Merkblatt M 20 828
Lagerstätten 264
  Erschließung 266
Landfill Mining 302, 933
Langfasergranulate 888
Langzeitsicherheitsnachweis 753
LCD-Bildschirme 566
LD-Schlacke 798
Lech-Stahlwerke 761
Legierungselemente 277
Leichtbetone 470 , 487
Leichtfraktionen 893
Leichtgranulate 478
Leiterplatten 417
LiBRi Forschungsprojekt 680
Lichtbogenofen 367, 765
Lithium 679
  Rückgewinnung 694
Lithium-Ionen-Batterien 274, 301, 443, 679, 691
  automatisierte Demontage und Aufbereitung 443
  Recycling 679, 693
LithoRec Forschungsprojekt 680, 691
Li-WERT-Konzept 446

M

Mantelverordnung 736
Maraging-Stähle 277
Markscheidewesen 269
Markt 811
Masseausbringen 900
Materialeffizienz 367
Materialeinsparung 509
Materialforschung 278
Mauerwerkbruch 476

Mauerwerksbaustoffe 472
Membrane Electrode Assemblies (MEA) 430
Meretec-Prozess 399
Metalle
  kritische 562, 665
  strategische 507, 699
  wirtschaftsstrategische 281
Metallerzeugung 263, 355, 364
Metallkunststoffbauteile 278
Metallpartikel 495
Metallrecycling 262, 274, 353
Metallrückgewinnung 618
  autotherme 413
Metallurgie 262, 274
mineralische Abfälle 4, 725, 733
Mineralogie 264
Mischpapiersorten 869
Mitverbrennung
  in Kohlekraftwerken 4
  in Zementwerken 4
Mobiltelefone 335
Modellierung von
  geosphärischen Prozessen 270
Molybdän 538
Montanuniversität Leoben 291
Müllverbrennungsschlacke 819, 936

N

Nachhaltigkeit 244, 266, 513
Nachhaltigkeitsforschung
  rohstoffbezogene 343
Nachhaltigkeitsindikatorensysteme 266
Nahinfrarot-Sensoren 270
Nasstrenntisch 502
Nebenmetalle 561
NE-Metalle 274, 660
Neodym 667
Neodymmagnete 570
Netzwerk EARN 707
Nichteisenschrotte 660
Nichtfaser-Materialien 873
Niedrigemissions-Kraftwerk 267
Nierenfunktion 230, 238
NiMH-Batterien 679
Niob 554
Null-Abfall-Gesellschaft 222, 237

O

Ökoeffizienzanalyse 880
ökologische Bewertung 357
ökonomische Bewertung 359
Ökosystemparameter 270
Orange Box 845
Organofolie 890

P

Palladium 667
Papier, Pappe, Karton 3
Papiere
  graphische 861, 871
Papierindustrie 3, 877
PCs 569
Pegmatiten 265
Permanentmagnete 699
Pfannenmetallurgie 774
Phosphor-Recycling 349
Planfeststellungsverfahren 726
Plangenehmigungsverfahren 726
Platin 570, 667
Post-Shredder-Technologien 495
Praseodym 667
Produktpolitik
  integrierte 338
Produktstatus 864
Prozessleittechnik 279
Prozesssteuerung 373
Prozesstechnik 274
Pull-Drill-Verfahren 888
Pulvermetallurgie 557
Pyrolyse 273
Pyro- und Hydrometallurgie 275

Q

Qualitätsmanagementsystem 866

R

Radarinterferometrie 270
Radialspalt-Rotorschere 581
Radio Frequency Identification
  (RFID) 625

Raffination 263
REACH-Verordnung 320, 789
RecoDust-Verfahren 311
Recycling
  Chancen und Grenzen 3
  Forschung 243, 291
  von Nebenmetallen 561
  von Schwermetallen 307
  von schwermetallhaltigen Rückständen 605, 614
  von Technologiemetallen 309
Recycling-Baustoffe 737, 797, 804
  Umweltverträglichkeit 798
Recycling-Cluster 281
Recyclingeffizienz 275
recyclinggerechtes Design 704
Recyclinggesellschaft 222
Recycling-Privileg 320
Recyclingquoten 718
Recyclingrestriktionen 561
Recyclingwirtschaft 337
Reduktionsmittel 236
Reduktionsmittelverbrauch im Hochofen 786
Reformer-Brennstoffzellen-System 279
Reformierung 279
Refraktärmetalle 538
Regelungsasymmetrie 235
Reifen 4
Reinheit 900
Remanufacture 702
Repair 702
Ressourcen
  natürliche 227, 234
Ressourceneffizienz 245, 263, 344, 354, 357, 507, 665, 735, 791
Ressourceneffizienzpotenziale 353, 356
Ressourceneinsatz 263
Ressourcenknappheit 243
Ressourcenökonomie 869
Ressourcensicherung 933
Ressourcentechnologie 262
Ressourcenverfügbarkeit 934
Reststoffe 274
  aus der Metallurgie 606
Reuse 702
Rezyklierbarkeit 883
RFID (Radio Frequency Identification) 625
Rhenium 281
Roboter 449
Roheisen 620
Rohstoffe
  anthropogene 261
  kritische 277, 323, 700
  metallische 335
  natürliche 261
  strategische 530
  wirtschaftsstrategische 243, 347, 525
Rohstoffforschung
  integrierte 264
Rohstoffgewinnung
  übertägige 267
  untertägige 266
Rohstoffkritikalität 329
Rohstoffnachfrage 264
Rohstoffpolitik 339
Rohstoffpotenziale in Deponien 919, 935
Rohstoffproduktivität 246, 347, 353
Rohstoffrecht 262
Rohstoffreserven
  natürliche 227
Rohstoffstrategie 254
Rohstoff- und Ressourcenforschung 254
Rohstoffversorgung 332
  nachhaltige 243
Rohstoff-Wertschöpfungskette 254
Rohstoffwirtschaft 262, 335, 853
  Marktzyklus 255
Rohstoff-Zertifizierung 213
Rollattrition 595
Röntgen-, Nah-Infrarot- und induktive Sensoren 272
Rotationsbohrung 921
Rotorschere 585
Rückbau von Altflugzeugen 460
Rücknahmesysteme für B2C-Geräte 710
Rücknahme von Altflugzeugen 467

S

Sammelquote für B2C-Geräte 708
Satzkohle 276
Säulenversuch 806
Schachtöfen 272
Schadensersatz 863
Schadstoffanreicherung 226
Schadstoffausschleusung 235
Schadstoffsenken 235, 238
Schaumschlackentechnologie 765

Schlacken 274, 679, 737, 789, 811
  aus MVA 819, 936
  metallurgische 791
Schlackenaufbereitung 816, 824
Schlackenkonditionierung 768
Schlackenmetallurgie 761, 770
Schlackenschäume 276
Schlacke-Vermarktung 819
Schlämme 274
Scholz-Verfahren 497
Schrottplätze 659
Schwefel 773
Schwermetalle 540
schwermetallhaltige Rückstände
  Recycling 605, 614
Sekundärbaustoffe 808
Sekundärlegierungen 278
Sekundärmetallurgie 770
Sekundärrohstoffwirtschaft 337
seltene Erden 258, 265, 336, 507, 562, 665, 928
Sensorsortierung 270, 949
Shredderleichtfraktion 4, 496
Shredderrückstände
  Aufbereitung 236, 495
Shredder-Sand 495
Silber 667
Smart-Label 625
Sonderbetriebsplan-Pflicht 756
Sortiertechnik 270, 879, 946
  sensorgestützte 270, 949
Sortierung von abgelagerten Abfällen 945
Sperrmüll 3
Spritzguss 278
Stackmaterialien 440
Stahl 277
  Korrosionsschutz 393
Stahlerzeugung 785
  im Lichtbogenofen 367
Stahlindustrie in Deutschland 785
Stahlrecycling 315, 393
Stahlschrotte 315
  verzinkte 393
Stahlschrottentzinkung
  saure 401
Stahlwerke 393
Stahlwerksschlacke 785, 791, 799
Stahlwerksstaub 608
Stäube 274
  aus der Bleiindustrie 609
  aus der Kupfersekundärindustrie 609
  aus der Stahlindustrie 608
  aus Kupolöfen 609
Substitution 348, 509
Synthesegas 905
Systemintegration 279

T

Tantal 216, 281, 552
Tantal-Kondensatoren 553
TBRC-Prozess 413, 420
technische Machbarkeit 205
Technologiemetalle 243, 309
Teerkonversion 911
Terbium 667
Thermoschockbeständigkeit 370
Thin Shell Casting Technologie (TSC) 278
Top Blown Rotary Converter (TBRC) 274, 413
Traktionsbatterien 443, 450, 679
Treibhausgase 353
Treibhausgasemissionen 358
Trennprozesse
  pyrometallurgische 565
Turbinenschaufeln 278

U

Umicore Battery Recycling Process 681
Umweltverträglichkeit von Baustoffen 797
Umweltvorsorge 226
Umweltwirkungen 871
Untertagevergasung (UTV) 267
untertägiger Ingenieurbau 262
Urban Mining 348, 509, 933

V

Verbrennung 811
Verbundtrennung 567, 571
Verfüllung 725, 745
Vergaberecht 865
Vergärungsanlage 849
Vergasung 907

Vermarktung von MVA-Schlacken 819
Vermögensschäden 863
Verpackungsabfälle 3
Verpackungsrecycling 856
Verpackungswesen 634
Versatz 813
Versatzbetrieb 756
Versatz unter Tage 750
Versorgungsrisiko 325
Versorgungssicherheit 518
Verwertung 733
  Hochwertigkeit 201
  rohstoffliche 4, 236, 703
  werkstoffliche 4, 702
Verwertungspotential 734
Verwertungsquoten 233, 735
Verwertungsverfahren 866
Verzinkung
  elektrolytische 620
Vorentzinkung 395
  hydrometallurgische 397
  pyrometallurgische 396
Vulnerabilität 325
VW-SiCon-Verfahren 497

W

Wälzoxide 394
Wälzprozess 393
Wärmetechnik 277
Wasserstoff 279
WEEE-Richtlinie 707
Weißblech 3
Werkstoffe
  biologisch abbaubare 232
  Herstellung 261
Werkstofftechnik 274, 277
Werkzeugstähle 277
Wertschöpfungskette 344
Wertstoff-Aufbereitungsprozesse 946
Wertstoffausbringen 900
Wertstoffe aus Abfall-Massenströmen 855
Wertstofferfassung
  getrennte 846
Wertstoffkreisläufe 271
Wertstofftonne 845
WESA-SLF-Verfahren 497
Wiederverwendung
  funktionale 702
Wirbelstromscheider 271
wirtschaftliche Zumutbarkeit 205
Wolfram 216, 281, 538

Z

Zerfaserung 879
Zerkleinerung 577
Zerkleinerungsaggregate
  für metallische Reststoffe 580
Zertifizierung
  von Rohstoffen 213
Zink
  Gewinnung
    pyrometallurgische 620
  Rückgewinnung 394
  Weltverbrauch 393
Zinkelektrolyse 393
Zinkferrit 610
Zinkoxid 619
Zinn 216
Zukunftstechnologien 331, 533, 561
Zulassung
  bergrechtliche 731
Zyklonattrition 599