Karl J. Thomé-Kozmiensky
Daniel Goldmann

Recycling und Rohstoffe

Band 8

TK

Karl J. Thomé-Kozmiensky
Daniel Goldmann

Recycling und Rohstoffe

Band 8

TK

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.dnb.de abrufbar

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann (Hrsg.):
Recycling und Rohstoffe – Band 8

ISBN 978-3-944310-20-6 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 2015
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: Ginette Teske, Sandra Peters, Carolin Bienert, Janin Burbott,
Max Müller, Cordula Müller
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, Strategie und Wirtschaft

Recycling heute und morgen
– Herausforderungen, Strategien, Strukturen und Technologien –
Daniel Goldmann 3

Die Zero Waste Initiative der EU – Motor oder Irrweg ?
Roland Pomberger 13

Ressourcen intelligent und schonend nutzen – Beiträge der Rohstoffforschung
Lothar Mennicken und Anja Degenhardt 35

Österreichische Rohstoffstrategie
– Beitrag zur Rohstoffsicherung –
Robert Holnsteiner 47

Möglichkeiten und Grenzen des Recycling
Jan Henning Seelig, Thore Stein, Torsten Zeller und Martin Faulstich 55

Ressourcenschonung durch Recycling –
Ergebnisse einer Analyse für die Kreislaufwirtschaft
Markus Hiebel, Jochen Nühlen, Hartmut Pflaum und Willm Janssen 71

Gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte aufgrund von Effizienzsteigerungen
bei nicht-energetischen Rohstoffen
Christian Sartorius und Matthias Pfaff 87

Forum Recycling 2.0 – die Wertstoffwende
Sylvia Schade-Dannewitz 101

ForCycle
– Projekte zur Nutzung von Sekundärressourcen –
Armin Reller und Sigrun Schmid 107

Status des Projekts Best of two worlds – Beispiel Ägypten
Georg Mehlhart, Matthias Buchert und Daniel Bleher 119

Die Psychologie des Recyclingverhaltens
Siegmar Otto, Laura Henn, Oliver Arnold und Alexandra Kibbe 135

Altautos

Altauto-Demontage
– Bisherige Entwicklungen und Realität –
Ralf Holzhauer 149

Kaskadennutzung im Automobil – Realität oder Zukunftsmusik?
Alexandra Pehlken und Matthias Kalverkamp 173

Perspektiven der zunehmenden Fahrzeugelektronik für das Altfahrzeugrecycling
Regina Kohlmeyer, Matthias Groke, Knut Sander und Maik Bergamos 183

Entwicklungstendenzen für den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen im Fahrzeugbau und Auswirkungen auf das Recycling
Holger Lieberwirth und Thomas Krampitz 207

Recycling von NdFeB-Magneten aus elektrischen Antrieben – das Projekt MORE –
Gabriele Hörnig 219

Anreicherung von Aktivmaterialien aus Elektrodenbeschichtungen von Li-Ionen-haltigen Akkumulatoren
Martha Gellner, Lutz Wuschke, Hans-Georg Jäckel und Urs A. Peuker 233

Elektro- und Elektronik-Altgeräte

Potenziale zum Recycling wirtschaftsstrategischer Metalle aus Elektroaltgeräten
– Ergebnisse aus dem UPgrade Projekt –
Vera Susanne Rotter, Maximilian Ueberschaar, Julia Geiping, Perrine Chancerel und Sabine Flamme 247

Aufbau von Rücknahmesystemen für Elektroaltgeräte im Distanzhandel
Kerstin Kuchta, Julia Hobohm und Olaf Dechow 269

Untersuchung von Verpackungsmaterialien für einen sicheren Transport von Li-Ion Batterien
Reiner Weyhe 277

Rohstoffpotenziale weißer Ware am Beispiel des Kühlschrank-Recyclings
Gerhard Jokic und Denise Dortmann 297

Recycling von LCD-Bildschirmgeräten
Hannes Fröhlich 313

Optimierung der pyrolytischen Vorbehandlung von Leiterplattenschrotten unter besonderer Betrachtung der Bromgewinnung
Philipp Stuhlpfarrer, Stefan Luidold und Helmut Antrekowitsch 325

Metalle

Rohstoffversorgung und Recycling – Bedeutung und Effektivität am Beispiel von Metallen –
Wolfgang Rommel und Siegfried Kreibe.....345

Stahlwerksstaubrecycling im 21. Jahrhundert – aktuelle Entwicklungen und zukünftige Herausforderungen –
Jürgen Antrekowitsch 363

Recycling von Produktionsrückständen aus der metallverarbeitenden Industrie
Marlis Zöhrer, Thomas Angerer, Helmut Antrekowitsch und Alexander Kügele 371

Recycling von Elektrolyseausbruch (SPL) aus der Primäraluminiumgewinnung
Ingo Schönfelder, Eberhard Gock, Erwin Tochtrop und Ester Schmidt Rieder 385

Einfluss einer vorgeschalteten thermischen Schrottbehandlung auf den Aluminium-Recyclingprozess unter Salz
Marion Thoraval, Regina Dittrich und Bernd Friedrich.....405

Herausforderung Magnesiumrecycling: Pyrometallurgische Entfernung kritischer Verunreinigungen
Stephanie Duwe 421

Erfahrungen mit dem neuen Vierfach-Ofen beim Recycling von metallischen Rohstoffen – Rückgewinnung von Platin und Palladium aus Katalysatoren –
Norbert Brand, Peter Liebetrau und Udo Seiler.....429

Rückgewinnung von kritischen Metallen wie Indium und Neodym aus Elektronikschrott auf der Stufe der manuellen und mechanischen Vorbehandlung
Heinz Böni, Patrick Wäger und Renato Figi.....443

Das verkannte Recyclingpotential der Seltenen Erden – Quantitative Ergebnisse für Neodym in Deutschland –
Volker Zepf.....463

Kunststoffe

Kunststoffrecycling in der Schweiz – Herausforderungen und Trends –
Patrik Geisselhardt und Anita Leuthold 477

Recycling von naturfaserverstärkten Thermoplasten
Leif Steuernagel und Dieter Meiners 491

Papier

Zukünftige Altpapierzusammensetzung in Europa? – Erwartungen, Ursachen und Auswirkungen –
Christina Dornack, Constanze Seidemann, Johannes Kappen und Jörg Wagner 501

Kommunale Papiersammlung und Etablierung gewerblicher PPK-Sammlung – Ein Widerspruch?
Caroline von Bechtolsheim 515

Zum Ende der Abfalleigenschaft von PPK
Barbara Friedrich und Almut Reichart 525

Verfahrenstechnik

Innovative Metallaufbereitung beim Recycling – ausgewählte Anwendungsbeispiele –
Siegmar Schäfer und André Schäfer 535

Optimierung des spezifischen Energieeintrages bei der Zerkleinerung von metallischen Verbundstoffen mittels Prallbrecher
Hubert A. Schwarz, Helmut Flachberger und Gerd Tischner 549

Grundlagenuntersuchungen zur Zerkleinerung nicht-spröder Leichtbauwerkstoffe mittels Scher-Reißbeanspruchung
Rico Ebert, Thomas Krampitz und Holger Lieberwirth 563

Klassieren von Abfallgemischen
Thomas Pretz und Alexander Feil 577

Siebmaschinen und Siebbeläge
Uwe Bruder 587

Sensortechnik für Kunststoffrecycling
Patrick Lindweiler 603

Einsatz von LIBS inline-Elementanalysatoren in Recyclinganlagen
Angelika Feierabend 619

Erhöhung der Ressourceneffizienz durch Echtzeitanalytik
Sabine Flamme und Peter Krämer 629

Dank 645

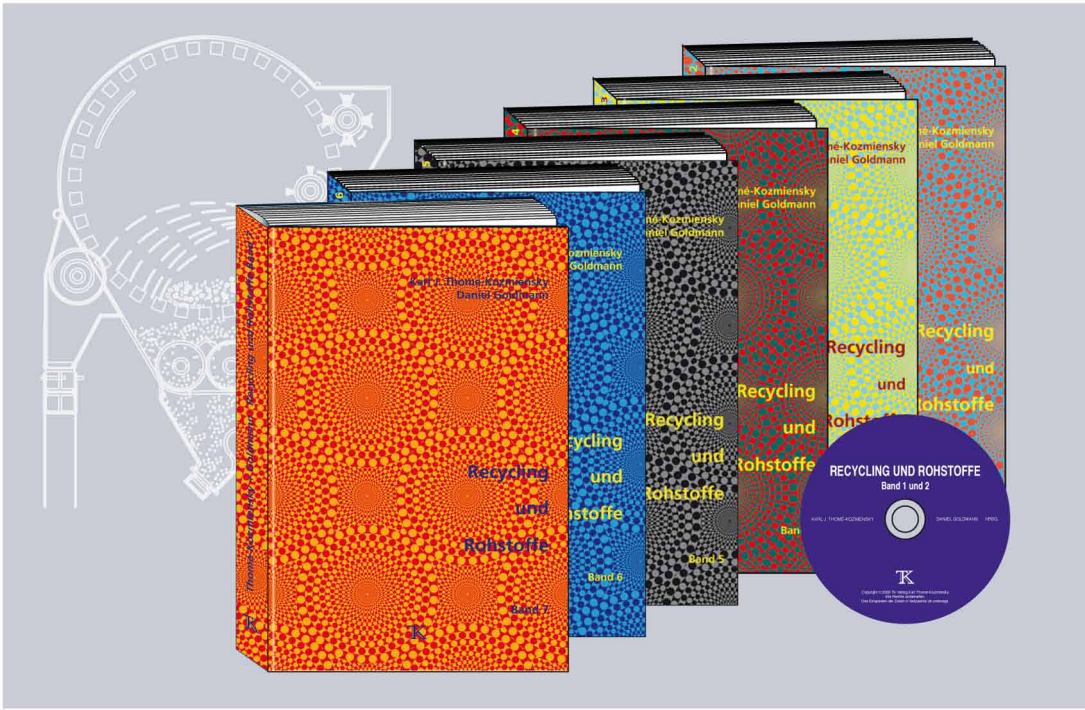
Autorenverzeichnis 649

Inserentenverzeichnis 671

Schlagwortverzeichnis 677

Politik, Strategie und Wirtschaft

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
Erscheinungsjahr: 2008/2009
Preis: 35.00 EUR

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

Recycling und Rohstoffe, Band 3
ISBN: 978-3-935317-50-4
Erscheinungsjahr: 2010
Hardcover: 750 Seiten, mit farbigen Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 4
ISBN: 978-3-935317-67-2
Erscheinungsjahr: 2011
Hardcover: 580 Seiten, mit farbigen Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

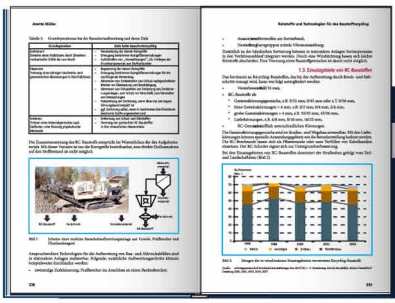
Recycling und Rohstoffe, Band 5
ISBN: 978-3-935317-81-8
Erscheinungsjahr: 2012
Hardcover: 1004 Seiten, mit farbigen Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 6
ISBN: 978-3-935317-97-9
Erscheinungsjahr: 2013
Hardcover: 711 Seiten, mit farbigen Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

Recycling und Rohstoffe, Band 7
ISBN: 978-3-944310-09-1
Erscheinungsjahr: 2014
Hardcover: 532 Seiten, mit farbigen Abbildungen
Preis: 50.00 EUR

175.00 EUR
statt 320.00 EUR

Paketpreis
CD Recycling und Rohstoffe, Band 1 und 2
Recycling und Rohstoffe, Band 2 bis 7



Bestellungen unter www.vivis.de
oder

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

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Recycling heute und morgen
– Herausforderungen, Strategien, Strukturen und Technologien –

Daniel Goldmann

1. Einführung 3

2. Einige Gedanken zu Sammelsystemen und Strukturen in Abhängigkeit von regionalen Gegebenheiten und Verhaltensmustern von Konsumenten und Abfallerzeugern 5

3. Die Entwicklung von Rückgewinnungsraten auf verschiedenen Wertschöpfungsebenen und die recyclinggerechte Konstruktion 9

4. Transdisziplinäre Forschung und breite Verbünde aus Industrie und Forschungseinrichtungen als Antwort auf neue Herausforderungen 10

5. Neue Zusammenschlüsse und Partnerschaften auf nationaler und internationaler Ebene 10

6. Neue Herausforderungen und politische Ziele 11

7. Quellen 12

Der vorliegende Beitrag spannt den Bogen über die Themenbereiche und Ziele der diesjährigen Konferenz und des zugehörigen Fachbuchs. Ziel ist es, einen Überblick über den Stand der Forschung und der Praxis im Recycling nichtbiogener Abfallströme mit hohem Wertstoffpotential zu geben, dies an den aktuellen Herausforderungen zu spiegeln und so Perspektiven für das künftige Handeln herauszuarbeiten. Auf eine ganze Reihe von Fragestellungen gehen die Beiträge dieses Buchs ein. Auf einige von diesen wird im vorliegenden Beitrag direkt verwiesen. Ein konkreter Verweis, auf welchen Seiten des Buches diese zu finden sind, war im Vorfeld noch nicht möglich.

1. Einführung

Die Sekundärrohstoffbranche und damit der Entsorgungs- und Recyclingsektor ist nach Angaben des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln der wachstumsstärkste Wirtschaftssektor in Deutschland. Im Zeitraum von 1995 bis 2009 konnte der Umsatz

um 520 Prozent gesteigert werden. Im Jahre 2010 lag der Produktionswert der Sekundärrohstoffe bei etwa zehn Milliarden EUR [10]. Damit stellt die Branche einen Sektor von relevanter volkswirtschaftlicher Bedeutung dar. Eine zunehmend schwer überschaubare Zahl von Faktoren beeinflusst aber die Recyclingmärkte und erfordert weitergehende Beobachtungs- und Steuerungsmechanismen um betriebs- aber auch volkswirtschaftlich tragfähige Lösungen zu erreichen. Den wachsenden Herausforderungen ist daher auch mit neuen Strategien und Strukturen zu begegnen. Es gleicht zwar immer wieder einem Blick in die Glaskugel, doch ist es unerlässlich, Annahmen über Rohstoffverbrauch und Rohstoffsicherungskonzepte, globale politische Entwicklungen im Umweltbereich und den Platz, den in diesem Spannungsfeld das Recycling einnimmt, zu treffen und daraus Schlüsse für das eigene Handeln zu ziehen.

Trotz nicht unerheblicher Turbulenzen und Risiken, die sich aus politischen Entwicklungen etwa im Nahen Osten und der Ukraine oder einer schwächelnden Konjunktur in China ergeben könnten, ist über längere Zeiträume hinweg weltweit mit einem deutlich weiter wachsenden Rohstoffverbrauch zu rechnen. Bei gleichzeitig dramatisch wachsenden Abfallmengen kommt dem Recycling ein entsprechend hoher Stellenwert zu. Mit wachsendem Wohlstand von Volkswirtschaften wird der Einfluss von Umweltthemen auch in Ländern stärker, die bislang nur geringen Wert auf solche Fragen gelegt haben. Zusätzlich treten in einigen dicht bevölkerten Regionen Platzprobleme hinzu, die Ablagerungen stark verteuern und künftig auch zu einem Rückbau von Deponien führen können. Dies sollte langfristig zu einer Ausweitung der Margen zwischen Entsorgungskosten für Abfälle und Erlösen für Sekundärrohstoffe führen.

Auf der Erlösseite für die erzeugten Sekundärrohstoffe ist das Recycling bzw. die Verwertung jedoch immer im Gesamtkontext mit Entwicklungen und Kosten der Primärrohstoffförderung oder der Substitution bestimmter Rohstoffe durch andere zu sehen. Bei den Massenrohstoffen und folglich den Massenabfallstoffen wird die Substitution nur in begrenztem Ausmaße die Absatzmärkte kurz- und mittelfristig erheblich beeinflussen können. Dafür schlagen hier Einbrüche im Baubereich etwa bei Stahl, Aluminium und mineralischen Baustoffen durch. Welchen Einfluss der dramatisch eingebrochene Ölpreis auf das Kunststoffrecycling haben wird, ist noch nicht vollends abzusehen. Im Bereich der Spezialrohstoffe wie etwa den wirtschaftsstrategischen Metallen ist tendenziell eher mit echten Rohstoffverknappungen zu rechnen, dafür könnten hier aber neue Substitutionslösungen zu Turbulenzen beim Absatz der Recyclate führen. Wichtig hierbei ist, nicht alle dieser Rohstoffe über einen Kamm zu scheren und insbesondere keine Ableitung von den in der Öffentlichkeit so prominent vertretenen Seltenen Erden auf andere Sondermetalle vorzunehmen. Eine gewisse Entspannung beim Verbrauch einiger Seltenerd-Elemente und die jüngst im Januar 2015 von der Volkrepublik China erklärte Aufhebung der Exportbeschränkungen sollte keine allzu starke trügerische Beruhigung aufkommen lassen, wenn berücksichtigt wird, welche Elemente in neuen Werkstoffen und Anwendungen künftig im großen Maßstab eingesetzt werden sollen.

Das Jahr 2014 war bis zum Jahresende durch eher trübe Aussichten für Recycler gekennzeichnet. Die Vielzahl der aktuellen Krisen und ein deutlich gebremstes Wachstum in China, welches u.a. zu einer signifikanten Reduktion der Importe etwa

an Kupfer- und Aluminiumschrotten führte, lieferten schwierige Rahmenbedingungen für Verwertungsunternehmen hierzulande. Überkapazitäten im Recycling- und Grundstoffbereich ließen die Margen zwischen Ankauf von Rohstoffen bzw. Abfällen und Erlösen für Konzentrate und Grundstoffe sinken. Auf Grund hoher getätigter Investitionen und erheblicher Sanierungskosten bei der Schließung von Betrieben ist von einer *no in, no out* Situation in bestimmten etablierten Marktsegmenten auszugehen, so dass ein Verdrängungswettbewerb nur mit deutlich besseren technischen und wirtschaftlichen Lösungsansätzen möglich ist. Erschwerend kommen für einen Handel unter einheitlichen Bedingungen staatliche Eingriffe (Protektionismus) in einigen Ländern hinzu, die zwar von außen betrachtet nicht unbedingt gut zu heißen sind, die aber durchaus berechtigten jeweiligen nationalen Interessen folgen. Neben eher kurzfristigen Maßnahmen sind vor allem aber die strategischen Programme in den entscheidenden Ländern im Auge zu behalten [7].

Bei der allgemeinen Fokussierung auf China sollten aber die Entwicklungen in anderen Regionen der Welt nicht aus den Augen verloren werden. So zeichnet sich etwa vorsichtig eine Expansion der Wirtschaft in den USA im Rahmen einer dort angestrebten *Reindustrialisierung* ab, die stark von den dort sehr günstigen Energiepreisen profitieren dürfte. Im Gefolge könnte der Import an Primärrohstoffen und Sekundärrohstoffkonzentraten steigen. In Indien hat die Regierung 2014 Erleichterungen beim Import von Abfällen angekündigt. Lässt dies auf einen steigenden Rohstoffverbrauch schließen? Aktuelle Prognosen weisen jedenfalls darauf hin, dass die Verbrauchs- und Preisentwicklung für NE-Metalle in 2015 nach oben zeigen. Insbesondere für Zinn ist nach Angaben der BGR [1] ein Angebotsdefizit in Sicht.

Deutschland ist nach wie vor eine der strategisch, logistisch und technologisch führenden Recyclingnationen der Welt, doch andere Länder holen auf. Insofern ist es wichtig, zurück zu schauen und sich die bisherigen Entwicklungen und Erfolge zu vergegenwärtigen aber auch die Möglichkeiten und Grenzen des Recyclings immer wieder neu auszuloten (Beitrag in diesem Tagungsband: Faulstich, M.: *Möglichkeiten und Grenzen des Recyclings*).

2. Einige Gedanken zu Sammelsystemen und Strukturen in Abhängigkeit von regionalen Gegebenheiten und Verhaltensmustern von Konsumenten und Abfallerzeugern

Am Anfang steht die Sammlung. So trivial dies klingt, so wenig trivial ist das häufig nach wie vor in der Praxis. Eine möglichst hohe Rückführungsquote werthaltiger Abfälle in das Kreislaufwirtschaftssystem ist unbestritten ein zentrales Ziel. Eine möglichst hohe Trennungsrate bereits bei der Sammlung um die Effizienz der Verwertungskette zu steigern, ist aber nicht überall realisiert oder realisierbar. Hierfür ist eine Reihe von Gründen anzuführen. Zum einen fehlt nach wie vor bei den Erzeugern kleiner Abfallmengen, also vor allem bei Konsumenten und Kleinbetrieben das Wissen, was eine getrennte Sammlung bewirken könnte. Der wirtschaftliche Anreiz zur

Schlagwortverzeichnis

A

Abfallbewirtschaftung 19
Abfälle
  als Ressource 17
  schadstoffhaltige 119
Abfalleigenschaft
  Ende 525
Abfallströme
  Bündelung 204
  Steuerung 104
Abfalltransporte 21
Abfallwirtschaft
  europäische 15
Abfallziele 17
Abgaskühler 437
Abrasion 63
Active Object Control 615
Afrika 120
Agglomeration 372, 380
Ägypten 119
Akkumulatoren
  Li-Ionen-haltige 233
Altfahrzeuge 120, 124, 183, 220
  Bauteile
    Kaskadennutzung 175
  Demontage 157
  Recycling 56, 166
  Verbleib der endgültig stillgelegten 168
  Verbringung
    grenzüberschreitende 167
  Verwertung 152, 166, 188
  Verwertungsquoten 165
  Wiederverwendung 166
  Wirtschaftsgut 151
Altfahrzeug-Verordnung 220
Altpapier 527
  Bilanz
    für Deutschland 503
    für Europa 506
  EoW-Verordnung 529
  Erfassung 504
  Handelsfluss
    globaler 529
  im Restabfall 505
  Menge 508
  Potenzial 504
  Qualität 508
  Recycling
    in Europa 506
  Sortierung
    Entwicklungen 509
    trockene 511
  Zusammensetzung 508
    in Europa 503
Altreifen 178
Aluminium 76
  Elementanalyse 622
  Legierungen 622
  Recycling 385
  Recyclingprozess
    unter Salz 405
  Sortierung nach Legierungsgruppen 622
Aluminiumschrotte
  organisch behaftete 406
    pyrometallurgische Aufbereitung 406
Anlasser 191, 193, 197
Anreicherung
  von Aktivmaterialien 233
Antrieb
  elektrischer 219
Aufbereitung
  hydrometallurgische 226
Aufschluss 234
Aufschlussgrad 392
Autokatalysatoren
  Recycling 176

B

Best-of-two-Worlds Ansatz (Bo2W) 119
Bildschirmgeräte 126, 191
Black-Scan-Technologie 614
Bleibatterien 123
Bottle-to-bottle-Prinzip 488
Brom
  Gewinnung aus Prozessabwässern 340
  Rückgewinnung aus WEEE 335

C

China 4
Circular Economy 20
CO_2
  stoffliche Nutzung 41
Computerfestplatten 465
Cross-Kontamination 484
CRT Glas 129

D

Demontage 157, 189
  -aufwand 191
  -betriebe 151, 184
  -informationen 203
  -strategien 151
  -versuche 189
  -vorgaben 205
  -zeit 194

Unbenannt-7 679 05.03.15 14:34

Demontierbarkeit 61
Deponieverbot
für recyclingfähige Abfälle 21
Design for Recycling 154, 264, 486
Dissipation 109
Dissipationslimitierung 113
Dissipationsverluste 114
Doppel-Ofen 436
Dosenschrotte
thermische Vorbehandlung 408
Drehtrommelofen 406
Drucklaugung 387
Dysprosium 221, 263

E

Echtzeitanalytik 629
Edelmetalle 185, 431
Effizienzstrategien 87
Elektrodenbeschichtungen 233
Elektrofahrräder 469
Elektrokleingeräte
alternative Sammelkonzepte 275
Elektrolyseausbruch 385
Elektromobilität 176, 468
Elektromotoren 196, 219
industrielle Demontage-Techniken 222
Elektronikschrott 121, 557
Elektro- und Elektronik(alt)geräte 71, 82, 119, 351, 612
Behandlungsanlagen 194
Distanzhandel 270
Erstbehandlung 257
Recycling
wirtschaftsstrategischer Metalle 249
Rücknahmesysteme 269
Elektro- und Hybridfahrzeuge 219
Ende der Abfalleigenschaft 525
End-of-Life-Recyclingraten 350
Energieeffizienz 560
Steigerung 87
Entsorgungsträger
öffentlich-rechtliche 516
Entsorgungsunternehmen
private 515
Entwicklungs- und Schwellenländer 119
Ersatzbrennstoffe 634
Erstbehandlung
von Elektroaltgeräten 257

F

Fahrzeugbau 207
zukünftiger Werkstoffeinsatz 212
Fahrzeugelektronik 183
Fahrzeuggestaltung
demontagegerechte 154
Fahrzeughersteller 203
Farbkamera 606, 633
Farbsensor 606
Faseranalytik 497
Faser-Kunststoff-Verbunde 212
Feinsiebung 590
Feuerfestmaterialien
Inline-Sortierung 626
Flotation 394
Forschung
transdisziplinäre 10
Forum Recycling 2.0 101

G

Gekrätzveraschungsanlagen 431, 434
Geländewagen 190
Gemischtsammlung 484
Georessourcen
metallische 77
Getränkekartonrecycling 482
Getrenntsammlung 6
Getriebesteuerung 197
Gewinnungselektrolyse 367
Gold 185, 357, 432
Gummiabfälle 178

H

Haloclean-Verfahren 333
Handyrecycling 141
Haushaltskleingeräte 472
Heizungsgebläse 193, 197
Herstellerverantwortung 205
Hintergrundbeleuchtung
quecksilberhaltige 324
Hyper Spectral Imaging Sensor 607

I

Indium 263
Induktion
elektromagnetische 633

Unbenannt-7 680 05.03.15 14:34

Induktionstiegelofen 381
Informationsstrategien 144
Infotainment 197
Inline-Volumenstromkontrolle 625
Inseldemontage 158
Inverter 190, 197

K

Kaskadennutzung 173
Katalysatoren
  Rückgewinnung von Platin und Palladium 431
KIC Raw Materials 43
Klassieren
  von Abfallgemischen 577
Klassierprozesse 578
  Erfolg 584
Kleinwagen 190
Kombiinstrumente 200
Kommunen 515
Konstruktion
  recyclinggerechte 9
Korrosion 62
Kreislaufwirtschaft 16
  Richtlinien-Paket 13
Kreislaufwirtschaftssysteme
  automobile 151
Kritikalität 112, 348
Kritikalitätsanalyse 110
Kritikalitätskonzept 112
Kryolith 390
Kühlgeräterecycling 544
Kunststoffcompounds
  recyclierte 496
Kunststoffe 71, 130
  erdölbasierte 78
  Recycling 479, 603
    in der Schweiz 479
    Sensortechnik 610
  thermoplastische 212
  thermoplastisch faserverstärkte 212
Kunststoff-Folien 484
Kunststoffverbunde
  naturfaserverstärkte 495
Kupfer 185, 196

L

Lambdasonden 197
Laptops 262, 356
Laser Induced Breakdown Spectroscopy 619, 633
Laser-Triangulation 633
Laugenreinigung 397
Laugung 392
Lautsprecher 200
LCD-Bildschirmgeräte 313, 316
  Materialzusammensetzung 315
  Zerlegung 319
LCD-Flachbildschirme 317
Lebensdauer 60
Lebenszyklen 173
Lebenszyklusanalyse 227
Leichtbau
  Entwicklungstendenzen 211
Leichtbauwerkstoffe 207
  nicht-spröde 563
Leichtmetalle 212
Leiterplatten 186, 196, 202
Leiterplattenschrotte
  Metallanreicherung 325
  pyrolytische Vorbehandlung 325
Leuchtstoffröhren 130
LIBS inline-Elementanalysatoren 619
Lichtmaschine 191, 197
Li-Ion Batterien
  Thermal Runaway Verhalten 281
  Verpackungsmaterialien
    für einen sicheren Transport 277
Li-Ionen-Zellen 233
Liniendemontage 158
Logistikkosten 194

M

Magnesiumlegierungen
  Entfernung kritischer Nickel-Verunreinigungen 423
Magnesiumrecycling 421
Magnesium-Sekundärlegierungen 422
Magnetanwendungen 202
Magnetresonanztomographen 471
Magnetscheidung 233
Materialdiversität 109
Metallanreicherung
  durch pyrolytische Vorbehandlung 337
Metallaufbereitung 537
Metalle 71, 347
  Analyse und Klassifikation 622
  kritische 119
  strategische 39, 185

Unbenannt-7 681 05.03.15 14:34

Metallkonzentration
im Bergbau und
in End-Of-Life Produkten 326
Mineralrohstoffgesetz 47
Mobiltelefone 141, 466
Motoren 202
Motorraum 191
Motorsteuergeräte 193

N

Nahinfrarottechnik 607, 633
Nassfeinsiebung 592
Nasssiebung 591
Naturfaser 492
NdFeB-Magnete 220
Recycling 219, 225
Neodym 186, 199, 221, 263, 463
Jahresproduktion 465
Nickel-Entfernung
aus Magnesiumlegierungen 426
NIR-Sensor 607
Null-Abfall-Programm
für Europa 15

O

Ofenausbruch 626
Offline-Analytik 631
Ökobilanz 71
Ölfilteraufbereitung 542

P

Palladium 185, 433
Papiere
grafische 507
Papierrecycling 527
Papiersammlung
kommunale 515
Papierproduktion und -verbrauch 507
Partnerschaften
auf nationaler und
internationaler Ebene 10
Pendelschlagwerk 564
Permanentmagnete
Recyclingpotential von Neodym 470
PET-Getränkeflaschen 482
Platin 433
Polarisationsfolien 324
Polyethylenfolien 486
Polypropylen 81
Post-Consumer Scrap 421
Post-Production Scrap 422
PPK
Ende der Abfalleigenschaft 525
gewerbliche Sammlung 515
Prallbrecher 551
Pressagglomeration 376
Produktdesign
intelligentes 486
Produktgestaltung 61
nicht nachhaltige 60
Produktionsabfälle
Recycling 377
Produktionsrückstände
aus der metallverarbeitenden Industrie 371
Protektionismus 5
Prozessanalytik 630
Psychologie
des Recyclingverhaltens 135
PyroBubbles 287
Pyrocom-Verfahren 332
Pyrolyse 332
von organisch behafteten
Aluminiumschrotten 406
Pyromaat-Prozess 332

Q

Quecksilber
in LCD-Bildschirmgeräten 322
Querstromzerspaner 540

R

Rebound-Effekte 57
gesamtwirtschaftliche 87
makroökonomische 95
Recycling
Grenzen 57
Möglichkeiten 56
Recycling-Gesellschaft 17
Recyclingkonflikte 262
Recyclingquote 20
Recyclingsektor 3
Recyclingsysteme
Finanzierungslösung 486
Recyclingverfahren
pyrometallurgische 330
Recyclingverhalten 135

Unbenannt-7 682 05.03.15 14:34

Recyclingziele 20
Reindustrialisierung 5
Reiß-Scherbeanspruchung 570
Ressourceneffizienz 37, 184, 204, 629
  industrielle 44
Ressourcenkonsum 72
Ressourcenmanagement 74
Ressourcenschonung
  durch Recycling 71
Ressourcenstrategie 107, 111
Rezyklat
  Sauberkeit und Hygiene 485
Richtlinien-Paket zur Kreislaufwirtschaft 13
Rohstoffallianz
  österreichische 53
Rohstoffbasis
  Sicherung 38
  Verbreiterung 40
Rohstoffe
  Kritikalität 348
  nicht-energetische 87
  wirtschaftsstrategische 39
Rohstoffeffizienz
  Steigerung 87
Rohstoffforschung 35
Rohstoffkreislauf 102
Rohstoffnetzwerk 106
Rohstoffpartnerschaften 52
Rohstoffplan
  österreichischer 52
Rohstoffpolitik 51
Rohstoffproduktivität
  Steigerung 37
Rohstoffsicherung 47
Rohstoffstrategie
  österreichische 47
Rohstoffversorgung 347
Rohstoffwende 107, 117
Röntgenfluoreszenz 609, 633
Röntgentransmission 609, 633
Rotormesser 566
Rückgewinnungsrate 9
Rücknahmesysteme
  für Elektroaltgeräte 269

S

Sammelsysteme 5, 63
Sammel- und Transportlogistik 204
Sammlungen
  gewerbliche im KrWG 515
Sandwichbelag 598
Scherbeanspruchung 569
Scher-Reißbeanspruchung 563
Schmelzsalz 390
Schredderleichtfraktion 185
Schrottbehandlung
  vorgeschaltete thermische 405
Schrotte
  Schmelzen 415
Schrottplätze 160
Schwellenländer 119
Schwingmahlung 392
Sekundärrohstoffaufbereiter 552
Sekundärrohstoffbranche 3
Sekundärrohstoffe
  Nachfrage 485
Seltene Erden 4, 185, 220
  Recyclingpotential 463
Seltenerdmagnete 199
Seltenerdoxide 225
  hydrometallurgische Rückgewinnung 226
Sensoren 202, 605
  3D 606
  induktive 605
Sensortechnik 604, 632
  für Kunststoffrecycling 603
Separatsammlung
  selektive 479
Servolenkung 191
Servomotoren 200
Siebbeläge 587
  Abreinigung 597
Siebmaschinen 587
Siebtrennprozesse 579
Siedlungsabfälle 481
Silber 185
Smartphones 356
Solvent-Extraktion 226, 367
Sondermetalle 185
Sortiertechnologie 484
Sortier- und Sammelsysteme 63
Späne 546
Spent Pot Lining 386
Spurenmetalle 250
Stähle
  hochfeste 212
Stahlschrotte
  Assortierung 623
  Inline-Analyse 624
Stahlwerksstaubrecycling 363

Unbenannt-7 683 05.03.15 14:34

Steckkorn
Vermeidung 598
Steuergeräte 186, 196

T

Tantal 263, 185
Technologiemetalle 330, 349
Thermal Runaway Mechanismen 281
Thermoplaste
naturfaserverstärkte 491
Trockenfeinsiebung 592
Trockenlegung 160
Trockensiebung 591
Trommelsiebmaschine 594

U

Umweltschutzmotivation 136

V

Veraschung 433
Veraschungsöfen 431
Verbünde aus Industrie
und Forschungseinrichtungen 10
Verbundstoffe
metallische 551
Verhaltenskosten 136
Verhaltensmuster
von Konsumenten und Abfallerzeugern 5
Verlust
funktioneller 59
Verluste
dissipative 57
Verpackungsabfall 610
Verpackungspapiere 508
Vierfach-Ofen 431, 436

W

Wälzanlage 365
Wälzoxid 368
Wälzrohrtechnologie 367
Wärmeleitfähigkeit 287
Wastepicker 6
WEEE
informelle Strukturen 122
Werkstattentsorgung 204
Werkstattkosten 194
Wertstoffe aus Haushaltungen
Erfassung 517
Wertstoffwende 101
Wiederverwendung 18
funktionelle 224
Windenergie 467
Wissens- und Informationsstrategien 144

Z

Zerkleinerung 563
spezifischer Energieeintrag 551
Zerkleinerungstechnik 538
für nicht-sprödbrechende Werkstoffe 564
Zerlegung
manuelle 319
teilautomatisierte 320
Zero Waste Initiative der EU 13
Zündkerzen 202

Unbenannt-7 684 05.03.15 14:34