

# Reinigung von Abgasen



## Reinigung von Abgasen

– unter besonderer Berücksichtigung der thermischen Abfallbehandlung –

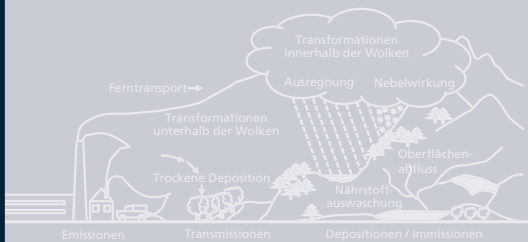
Autor: Margit Löschau

Erschienen: 2014

ISBN: 978-3-944310-13-8

Hardcover: 476

Preis: 50.00 EUR

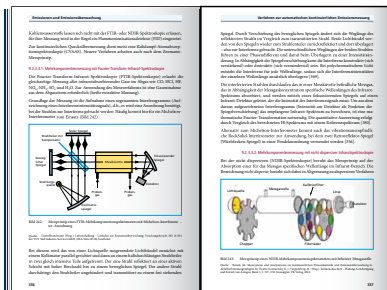


Dieses umfassende Lehr- und Praxishandbuch stellt die Abgasreinigung nach der thermischen Abfallbehandlung ausführlich dar, hebt deren Besonderheiten hervor und erläutert die Unterschiede zu Abgasreinigungssystemen nach der thermischen Behandlung anderer Brennstoffe.

Behandelt werden die Herkunft und Wirkung von verbrennungscharakteristischen Luftschadstoffen, deren Entstehungsmechanismen im Verbrennungsprozess, Primär- und Sekundärmaßnahmen zu ihrer Reduzierung, Verfahren zur Emissionsmessung sowie Entsorgungsverfahren für Rückstände aus der Abgasreinigung. Insbesondere die Vor- und Nachteile von Verfahrensschritten und deren sinnvolle Kombination bei unterschiedlichen Randbedingungen werden herausgestellt.

Zudem enthält das Buch Informationen und Analysen zur Emissionssituation, zu Betriebsmittelverbräuchen und Rückstandsmengen sowie zur Kostenstruktur von thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Abhängigkeit des eingesetzten Abgasreinigungssystems. Darüber hinaus werden Informationen zu aktuellen rechtlichen, wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen und deren Einfluss auf die Abgasreinigung gegeben. Eine Auswertung des Status quo der Abgasreinigung nach der Abfallverbrennung in Deutschland, Ausführungsbeispiele zu den möglichen Aggregatekombinationen und typische Betriebswerte aus der Anlagenpraxis runden den Inhalt ab.

Damit ist das Werk zugleich ein Leitfaden zur Planung des für einen Standort und eine Abscheidungs Aufgabe schlüssigen Gesamtkonzepts zur Abgasreinigung. Das Buch richtet sich an Studierende an Fach- und Hochschulen, an Entscheidungsträger, Planer und die betriebliche Praxis, beispielsweise wenn der Neubau eines Systems oder die Implementierung von Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden soll.



Bestellungen unter [www.vivis.de](http://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](mailto:tkverlag@vivis.de)

**vivis**  
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

# Recycling und Rohstoffe 2016

## – Stand und Perspektiven –

Daniel Goldmann

1.	Einführung.....	3
2.	Entwicklung des Rohstoffbedarfs, Beitrag der Entsorgungswirtschaft zur Rohstoffversorgung und politischer Rahmen .....	5
3.	Entwicklung von Netzwerken und Kooperationen als Innovationstreiber.....	5
4.	Altprodukte als Rohstoffquelle.....	6
5.	Recycling von Metallen, Kunststoffen und Papier – Erzeugung und Nutzung von Sekundärrohstoffen.....	7
6.	Forschung und Entwicklung für die Zukunft des Recyclings .....	8

### Vorbemerkung

In gleicher Weise wie bei dem im letzten Jahr erschienen Band 8 der Reihe *Recycling und Rohstoffe* spannt der vorliegende Beitrag den Bogen über die Themenbereiche und Ziele des Buchs und ist als Einführung konzipiert. Ziel ist es, einen Überblick über die aktuellen Rahmenbedingungen sowie den Stand der Praxis und der Forschung im Recycling nichtbiogener Abfallströme mit hohem Wertstoffpotential zu geben, dies an den künftigen Herausforderungen zu spiegeln und so Perspektiven für das weitere Handeln herauszuarbeiten. Auf eine ganze Reihe von Fragestellungen hierzu gehen die Beiträge dieses Fachbuchs ein. Zum Zeitpunkt der Erstellung war noch nicht klar, ob sämtliche geplanten Beiträge im vorliegenden Band abgedruckt werden können. Ein konkreter Verweis, auf welchen Seiten des Buches diese zu finden sind, war im Vorfeld daher nicht möglich.

## 1. Einführung

Die Turbulenzen und Unsicherheiten im Recycling- und Rohstoffsektor, die die letzten Jahre geprägt haben, sind leider auch aktuell nicht geringer geworden. Im Gegenteil, die Rohstoffmärkte haben einen massiven weiteren Preisverfall zu verzeichnen. Das gilt zumindest für den Zeitpunkt, an dem dieser Beitrag erstellt wurde, also am Ende des Jahres 2015. Es ist ziemlich schwierig, mittelfristige Prognosen aufzustellen, wie die weitere Entwicklung aussehen wird, da selbst viele Experten von den Ereignissen überrascht werden.

Die großen politischen Entwicklungen wie die Kriege im Nahen Osten, die Flüchtlingssituation aber auch die wirtschaftliche Entwicklung etwa der Volksrepublik China tragen nicht dazu bei, kurzfristig stabile äußere Rahmenbedingungen herzustellen. Im Windschatten dieser Entwicklungen sind zudem im Rohstoffbereich Situationen entstanden, die man getrost als Wirtschaftskriege bezeichnen kann. Die Niedrigpreispolitik Saudi-Arabiens im Erdölbereich richtet sich gezielt gegen Erdöl- und Erdgas-Förderungen in anderen Staaten. Der dramatische Verfall der Preise für Eisenerzkonzentrate ist Hebel der drei großen Produzenten, um ihre Wettbewerber in die Knie zu zwingen. In der SeltenErd-Produktion steuert China erneut auf ein Monopol zu.

Erfahrungsgemäß wird diese Form der *Marktberreinigung* ab einem bestimmten Zeitpunkt wieder zu ganz massiven Preisanstiegen führen. Da selbst im Lebensmittelbereich, also für Getreide, Fleisch u.a. die Preise massiv eingebrochen sind und das in einer Situation, die weit entfernt von einer global ausreichenden Versorgung ist, ist es eben nicht die sich selbst regulierende Marktwirtschaft, die hier zu Werke geht. An den globalen Langfristprognosen zu den Rohstoffverbräuchen hat sich allerdings nichts geändert. Daher wäre ein Nachlassen bei den Aktivitäten im Bereich Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz eine gravierende Fehlentscheidung. Die Frage ist nur, wie die Zukunft und die nächsten Schritte gezielt zu gestalten sind.

Rohstoffversorgung ist eine Langfristaufgabe, die nur gemeinsam von vielen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, öffentlicher Verwaltung und Politik gestemmt werden kann. Der Schulterchluss und die Kooperationen, die sich in den letzten Jahren entwickelt haben, müssen unbedingt ausgebaut werden. Hierbei stellt die Unterstützung durch die öffentliche Hand ein volkswirtschaftlich entscheidendes Momentum dar. Gleichzeitig muss das Rohstoffbewusstsein in der Bevölkerung weiter gestärkt werden, nicht nur, wenn es um allgemeinbekannte Metalle wie Gold geht sondern auch um Sondermetalle wie Indium oder Tantal, die die Bevölkerungsmehrheit kaum kennt, ohne die aber das moderne Leben nicht mehr funktionieren würde.

Dabei wirkt neben einer langfristig wettbewerbsfähigen Absicherung der Rohstoffversorgung der Umweltschutz als Treiber, dem auf Grund aktueller globaler Entwicklungen wieder verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt wird. Passend zum Klimagipfel von Paris meldete Peking die bislang stärkste Luftverschmutzung in der Hauptstadt, die zur Ausrufung der Alarmstufe Rot führte. Der Dambruch der Bergeteiche einer Eisenerzaufbereitung in Brasilien rückte den sicheren und effizienten Umgang mit Primärrohstoffen schlaglichtartig in den Fokus. Neben effizienter und sicherer Primärrohstoffförderung, Materialeffizienz und Substitution stellt das Recycling eine wichtige Säule. Im Juni 2015 haben die G7-Staaten ein Bündnis zur Ressourceneffizienz ausgerufen, das in Folge mit Leben erfüllt werden soll.

All diese Fragestellungen und Herausforderungen bilden auch diesmal wieder den Rahmen für den vorliegenden Band 9 der Buchreihe *Recycling und Rohstoffe*.

## 2. Entwicklung des Rohstoffbedarfs, Beitrag der Entsorgungswirtschaft zur Rohstoffversorgung und politischer Rahmen

Was wird in Zukunft wirklich an Rohstoffen benötigt werden, welche Produkte werden in Hightech-Regionen wie Deutschland produziert und wo ist mit Versorgungsgespäßen zu rechnen. Dieser Frage widmet sich der Beitrag *Rohstoffe für Zukunftstechnologien* des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Die vielzitierte Studie aus dem Jahre 2009 wurde im Rahmen eines Aktualisierungsprojektes auf Basis neuester Erkenntnisse überarbeitet. Die Studie wird in Gänze erst einige Zeit später veröffentlicht werden, einige wichtige Highlights aus dem Aktualisierungsprojekt werden aber hier bereits vorgestellt.

Und was können Abfallwirtschaft und Recycling zur Absicherung der Rohstoffversorgung leisten? Die Beiträge der Nehlsen AG *Von der Entsorgung zur Rohstoffwirtschaft*, der BSR *Was bringt die Wertstofftonne* und der TU Dresden *Stand und Perspektiven der Verwertung von ausgewählten Stoffströmen zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes* geben Antworten auf einige Fragen.

Es sind aber auch die Grenzen des Machbaren und Sinnvollen immer wieder neu auszuloten. Das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie beleuchtet *Chancen und Grenzen einer Circular Economy*, die Hochschule für Technik Rapperswil aus der Schweiz wirft die Frage auf *Recycling ist gut, mehr Recycling ist besser – oder nicht?* Die *Circular Economy Coalition for Europe-CEC4Europe* gibt darauf eine eigene Antwort.

Europäische und nationale Politik reagiert mit der Setzung von Rahmenbedingungen, um den großen Herausforderungen zu begegnen. Die *Rohstoffpolitik des Europäischen Parlaments* wird ebenso vorgestellt wie die *Europäische Rohstoffpolitik aus Sicht eines Mitgliedsstaates*, eine kritische Auseinandersetzung hier aus Sicht der Bundesrepublik Österreich. Drei ganz wesentliche Initiativen in der Bundesrepublik Deutschland stellen die Weiterentwicklung des Ressourceneffizienzprogrammes ProgRess *ProgRess II – Und wie es weitergeht, Neues vom Deutschen Ressourceneffizienzprogramm*, die Entwicklung des Wertstoffgesetzes *Stand der Arbeiten zum Wertstoffgesetz*, unter Federführung des Bundesumweltministeriums und die Fördermaßnahmen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung *Beiträge der BMBF-Forschungsförderung zu einer nachhaltigen Rohstoffversorgung* dar. Weitere erhebliche Unterstützung erfährt das Thema auch durch die Aktivitäten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie BMWi.

## 3. Entwicklung von Netzwerken und Kooperationen als Innovationstreiber

In den Bänden der letzten Jahre wurden verschiedene deutsche und europäische Netzwerke und Kooperationen vorgestellt, die sich neu gegründet hatten. Viele von diesen haben sich etabliert und eine positive Weiterentwicklung erfahren. Im Rahmen des diesjährigen Bands wurde auf die Vorstellung einzelner Verbände verzichtet.

Daher soll hier nur ein kurzer Überblick über den Entwicklungsstand einiger dieser Initiativen gegeben werden.

Auf Europäischer Ebene sind vorrangig zwei Aktivitäten hervorzuheben. Dies ist zum einen die European Innovation Partnership EIP Raw Materials, über die das BMWi im Jahre 2015 berichtete. Zu Beginn des Jahres 2015 wurde dann das KIC EIT Raw Materials gegründet. Mittlerweile ist das erste Jahr nach Gründung dieses großen europäischen Netzwerkes, welches bereits zur Gründung 116 Partner aus 20 EU-Staaten umfasste, vorüber. In dieser Zeit wurden alle notwendigen Strukturen geschaffen, um ab 2016 operativ gemeinsam Ausbildung, Forschung und Innovation vorantreiben zu können. Weitere Partner sind hinzugekommen. Während die einzelnen Partner, seien es Unternehmen, Hochschulen oder außeruniversitäre Forschungseinrichtungen im globalen Wettbewerb nur begrenzte Durchschlagkraft haben, stellt das KIC EIT Raw Materials das weltweit größte Kompetenzpotential im Rohstoffbereich dar. Über Aktivitäten und Erfolge wird in den nächsten Jahren zu berichten sein.

Auf nationaler Ebene ist in Deutschland insbesondere die Gründung des German Resource Research Institutes GERRI im Frühjahr 2015 herauszuheben. Dieser Zusammenschluss von fünf führenden Rohstoffforschungseinrichtungen, der TU Clausthal, der RWTH Aachen, der TU Bergakademie Freiberg, der Fraunhofer Arbeitsgruppe IWKS und des Helmholtz-Instituts für Ressourcentechnologien Freiberg HIF, welches die Koordination des Verbundes inne hat, versucht die vorhandenen Kompetenzen zu bündeln und im internationalen Umfeld gemeinsam zu nutzen. Auch GERRI befindet sich noch in der Phase des Aufbaus der Strukturen. Ähnlich wie über die KIC EIT Raw Materials wird es in den nächsten Jahren viel zu berichten geben.

Hochaktiv sind bereits etwas ältere Zusammenschlüsse wie das Recyclingcluster wirtschaftsstrategische Metalle REWIMET oder das Aachener Kompetenzzentrum für Ressourcentechnologie AKR.

Alle genannten Initiativen und natürlich weitere stellen Plattformen dar, auf denen neue Recyclingaktivitäten initiiert, politisch flankiert, entwickelt und in die Umsetzung gebracht werden sollen.

#### 4. Altprodukte als Rohstoffquelle

Altfahrzeuge, Elektroaltgeräte, Altbatterien stellen komplexe und gleichzeitig wert- und schadstoffhaltige Abfälle dar. Im Bereich konventioneller Fahrzeuge ist die Entwicklung der Recyclingtechnologien weit fortgeschritten. Es lohnt daher einmal mehr *Recycling als Bestandteil des Life Cycle Assessment der Fahrzeugindustrie* zu betrachten, wie es der Beitrag der TU Bergakademie Freiberg tut. *Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen beim Recycling von Elektro- und Hybridfahrzeugen* stellt dagegen die TU Clausthal vor.

Eben solche Produkte bilden bereits den Übergang zur Elektronik, denn in Zukunft wird die Grenze von Mobilität, Informationstechnik, Kommunikation und Unterhaltung fließend sein.

Erfahrungswerte im Umgang mit Elektrokleingeräten liefert die Remondis Electro-recycling GmbH im Beitrag *WEEE komplex – Vielfältige Qualitätsanforderungen am Beispiel des Elektrokleingeräterecyclings. Strategische Rohstoffe in Telekommunikations-Netztechnik: Kann die Recyclingquote gesteigert werden?* wird als Fragestellung von der bifa Umweltinstitut GmbH thematisiert. Einen neuen technischen Ansatz zur verbesserten Rückgewinnung spezieller Rohstoffe stellt die RWTH Aachen im Projekt *Thermische Konditionierung (Pyrolyse) zur Verbesserung der Rückgewinnbarkeit kritischer Metalle aus Elektro- und Elektronikaltgeräten* vor. Auf Ergebnisse anderer aktueller Forschungsprojekte wird auch in Kapitel 6 eingegangen.

Technische Verfahren lösen aber immer nur einen Teil des Problems. Zunächst müssen Altgeräte überhaupt beim Erstbehandler landen. Eine große Herausforderung stellt die *Grenzüberschreitende Verbringung von Elektro- und Elektronikaltgeräten* dar. Einsichten aus der Praxis liefert hierzu die Regierung von Niederbayern. Wie kann eine effiziente Steuerung von Altgeräten aber erfolgen? Hierzu bietet Prof. Faulstich als Vorsitzender des Sachverständigenrates für Umweltfragen und Geschäftsführer des CUTEC Instituts mit dem Ansatz *Pfandsystem für Elektro- und Elektronikkleingeräte?* einen monetär getriebenen Ansatz. Welche Möglichkeiten dagegen durch Ausbildung eines Umweltbewusstseins gegeben sind, wird im Beitrag *Psychologie im Recycling-Forum 2.0 – aktueller Stand* vom Institut für Psychologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg thematisiert.

## 5. Recycling von Metallen, Kunststoffen und Papier – Erzeugung und Nutzung von Sekundärrohstoffen

Gerade vor dem Hintergrund einer schwierigen Marktlage im Stahlsektor ist auch das Segment des Stahlschrottrecyclings erneut zu beleuchten. Parallel zur kritischen Marktsituation kommen zunehmend Anforderungen aus dem Umweltbereich, die technologisch aber auch ökologisch verbesserte Ansätze verlangen. *Die Bedeutung energieintensiver metallurgischer Betriebe unter dem Aspekt des Recyclings von Eisen/Stahl und NE-Metallen* wird von der Universität Duisburg-Essen adressiert. Auf ein entsprechend verändertes Umfeld reagiert z.B. die Georgsmarienhütte GmbH mit einer *(Die) No Waste Strategie im Stahlwerksbereich am Beispiel der Georgsmarienhütte*. Über *Großtechnische aufbereitungstechnische Untersuchungen an verunreinigten Stahlschrotten zur Optimierung von Produktausbringen und -güten* berichtet die Schaufler GmbH aus Ybbs. Letztlich erfordern solche Entwicklungen von klassischen Entsorgungs- und Shredderunternehmen Anpassungen. *Eine Branche im Wandel – vom klassischen Schrotthandel zum dienstleistungsorientierten Recyclingunternehmen*, so positioniert sich beispielsweise die TSR Recycling GmbH & Co. KG.

Was aber wird in Zukunft an Schrotten verfügbar sein und wie lassen sich komplexe Systeme effizient steuern? Auf die erste Frage antwortet die TU Wien z.B. mit einer *Prognose des Aluminiumschrottaufkommens mittels dynamischer Modellierung – Fallbeispiel Österreich*. Der zweiten Frage widmet sich die TU Bergakademie Freiberg mit dem Ansatz *Recycling 4.0 an zwei metallurgische Beispielen*.

Letztlich sind aber auch für eine Reihe an NE-Metallen neue Separations- und Gewinnungsverfahren insbesondere aus bisher unzureichend getrennten Verbunden und Produktionsrückständen erforderlich. Die Fraunhofer Projektgruppe IWKS beschäftigt sich mit *Separationsmethoden zur Aufarbeitung von metallhaltigen Verbundwerkstoffen*. Die Montanuniversität Leoben berichtet über *Recyclingmethoden für Reststoffe aus der Kupfermetallurgie*. Die RWTH Aachen stellt einen Ansatz zur *Rückgewinnung von Elektronikmetallen aus Solarpanel-Schrott durch Mikrowellen unterstützte Vakuumdestillation* vor. *Herausforderungen und Lösungsansätze zur Rückgewinnung von Antimon aus Rückständen der Leiterplattenaufbereitung* werden von der TU Clausthal präsentiert.

Über welche neuen Entwicklungen im Bereich des Kunststoffrecyclings kann berichtet werden? Die TU Hamburg-Harburg gibt einen Überblick zum *Kunststoffrecycling aus der Perspektive einer modernen Ressourcenwirtschaft*. Die Saperatec GmbH stellt dazu neue Verfahren zur *Trennung von Verbundmaterialien zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen* vor. Was aber ist mit biologisch abbaubaren Kunststoffen? *Entsorgung von biologisch abbaubaren Kunststoffen – Kompostieren oder Verbrennen* ist Thema eines Beitrags des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz. Ergänzt wird dieser Themenblock durch verfahrenstechnische Beiträge, die sich mit einer *Neue(n) Methode zur Beprobung von Abfällen in Ballen* der Montanuniversität Leoben und *Möglichkeiten und Anwendungen neuester VIS/NIR-Sortierer in der Kunststoffaufbereitung* der Binder+Co AG befassen.

Altpapier stellt ebenfalls eine der wichtigsten Sekundärrohstoffquellen dar, wobei bei Produktion und Sammelprozessen bereits das Altpapierrecycling im Blick zu halten ist. Die TU Darmstadt berichtet über die *Entwicklung von Anforderungen an die Rezyklierbarkeit von Papierprodukten*. Auch die Rückstände der Altpapieraufbereitung sind optimal zu behandeln und zu nutzen. Die Andritz MeWa GmbH stellt Prozesse zur *Zerkleinerung beim Recycling von Spuckstoffzöpfen* vor. Die TU Dresden geht auf eine *Alternative Nutzung von Reststoffen aus der Papiererzeugung bei steigenden Preisen in der energetischen Verwertung* ein. Auch im Bereich Papier kann jedoch eine optimale Steuerung von Prozessketten noch wirtschaftliche Potentiale heben. Die Papiertechnische Stiftung liefert dazu einen Beitrag zu den *Chancen für das stoffliche Recycling durch Industrie 4.0 am Beispiel der Wertschöpfungskette Papier*.

## 6. Forschung und Entwicklung für die Zukunft des Recyclings

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF fördert seit Jahren im Forschungsrahmenprogramm FONA Forschung für Nachhaltige Entwicklung die Entwicklung neuer Technologien, die in Zukunft maßgeblich zu Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz beitragen sollen.

Im Rahmen der Fördermaßnahme *r<sup>3</sup> – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien* wurde eine Vielzahl an Projekten durchgeführt, von denen eine Auswahl mit besonderem Impact im Bereich des Recyclings im Rahmen dieses Buchs vorgestellt werden. Eine Einführung hierzu gibt das BMBF selbst.

Bereits in vorlaufenden Beiträgen in den entsprechenden Bänden wurden die Zwischenergebnisse des Projektes *Best of two worlds – Globale Kreislaufführung strategischer Metalle* vorgestellt. Nach erfolgreichem Abschluss präsentiert das Ökoinstitut hier die Gesamtergebnisse dieses wegweisenden Ansatzes für eine globale und nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Ein wesentlicher dort betrachteter Stoffstrom ist der Elektronikschrott, welcher auch Gegenstand weiterer Vorhaben in der Fördermaßnahme  $r^3$  war. Unter Koordination der TU Berlin befasste sich ein Konsortium mit grundsätzlichen Fragen zu *UPgrade – Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten*. Die Firma Electrocyling stellt für ein weiteres Forschungskonsortium das Projekt *InAccess- Rückgewinnung von Indium durch effizientes Recycling von LCD-Bildschirmgeräten* vor.

Nicht nur Altprodukte sondern auch abgelagerte Abfälle stellen ein beachtliches Rohstoffpotential dar. Aus zwei völlig unterschiedlichen Gebieten stammen Ansätze, die hier vorgestellt werden. Das Projekt *UrbanNickel – Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlämmen der Edelstahlindustrie* wurde von einem Konsortium um die Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG bearbeitet. Das Projekt *TönsLM – Rückgewinnung von Wertstoffen aus Siedlungsabfall- und Schlackendeponien*, welches durch ein Konsortium um die Tönsmeier GmbH & Co. KG durchgeführt wurde, wird vom Konsortialpartner TU Braunschweig vorgestellt.

Neue Verfahren zur besseren Verwertung von Altbaustoffen wurden in dem von der Bauhausuniversität Weimar geleiteten Vorhaben *Grenzflächen – Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen* entwickelt. Es sind jedoch nicht nur konventionelle Abfälle, aus denen wirtschaftsstrategische Rohstoffe zurückgewonnen werden können. Was an alternativen Quellen verfügbar gemacht werden kann, zeigt die TU Bergakademie Freiberg mit ihren Partnern unter anderem im Projekt *Phytogerm – Germaniumgewinnung aus Biomasse*.

Letztlich ist allerdings immer zu klären, ob neue technologische Ansätze nicht nur technisch und wirtschaftlich umsetzbar sondern auch nachhaltig und ressourceneffizient sind. Diesen Fragestellungen ging das Vorhaben unter Leitung der der TU Berlin *ESSENZ – Integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz* nach. Um am Ende maximalen Nutzen aus den Ergebnissen aller Projekte ziehen zu können, hat das BMBF eine Gruppe um das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie eingesetzt um im Rahmen einer sogenannten Begleitforschung *INTRA  $r^3$ + - Vernetzung der  $r^3$ -Projekte und Transfer der Ergebnisse* zu erreichen.

### Zum Abschluss

Herausgeber und Redaktion der Buchreihe *Recycling und Rohstoffe* hoffen, auch in diesem Jahr ein gleichzeitig aktuelles und zukunftsweisendes Buch gestaltet zu haben, welches der gesamten Gemeinschaft des Recyclings in Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik Überblick und Impulse geben kann. Die Beiträge zu diesem Band, die von einer breiten Gemeinschaft an Partnern mit hoher Kompetenz gestaltet wurden geben Anlass, der Zukunft wenn auch nicht unbeschwert, so jedoch guten Mutes entgegen zu sehen.



# Ressourcen mit Zukunft