



Fachtagung

Ressourcenschonung –
von der Idee zum Handeln

21./22. April 2016

Maximilianeum – Bayerischer Landtag, München

Tagungsband



Grußwort

Nach den Hochpreisphasen für Rohöl oder der Verknappung wirtschaftsstrategischer Metalle hat sich die Lage auf den globalen Rohstoffmärkten entspannt. So sind die Preisindizes für diese Primärrohstoffe seit einigen Jahren teilweise stark rückgängig, die Versorgungslage mit wirtschaftsstrategischen Metallen, wie seltenen Erden, hat sich im Vergleich zum Beginn der Dekade deutlich verbessert.

Ist es vor diesem Hintergrund überhaupt noch notwendig, sich weiter intensiv um eine Schonung natürlicher Ressourcen und um eine verstärkte Kreislaufführung von Rohstoffen und Materialien zu bemühen?

Ja! Viele ökonomische, ökologische und soziale Gründe sprechen dafür. So übersteigt z. B. der globale Verbrauch natürlicher Ressourcen bereits heute die Reproduktionsfähigkeit unserer Erde – bei einer gleichzeitig weiter wachsenden Weltbevölkerung. Um die Lebensgrundlagen der heutigen und kommenden Generationen zu bewahren, erscheint es daher unumgänglich, weltweit Ressourcen zu schonen sowie negative ökologische und soziale Auswirkungen der Primärrohstoffgewinnung in den Förderländern zu reduzieren. Europaweit sind viele Länder, so auch Deutschland, Österreich und die Schweiz, arm an natürlichen Lagerstätten von z. B. Metallerzen oder Erdöl. Aus ökonomischer Sicht gilt es, die daraus resultierenden Importabhängigkeiten zu reduzieren. Denn trotz der – augenblicklich - guten Versorgungslage ist auch zukünftig von volatilen Rohstoffpreisen und unsicheren Versorgungslagen bei kritischen Rohstoffen auszugehen. Diese Unsicherheiten stehen einer langfristig planbaren Versorgung unserer Unternehmen mit Rohstoffen zu wettbewerbsfähigen Preisen entgegen.

Doch wie kann die Leitidee der Ressourcenschonung stärker als bislang praktisch umgesetzt werden?

Die Stärkung der Ressourcenschonung erfordert sowohl eine deutliche Steigerung der Ressourceneffizienz, als auch eine Senkung des absoluten Verbrauchs natürlicher Ressourcen. Die entsprechenden Handlungsansätze decken die gesamte Wertschöpfungskette ab: angefangen bei einer verantwortungsvollen Primärrohstoffgewinnung, über eine materialeffiziente Güterproduktion und einen verantwortungsbewussten Konsum bis hin zu einer ökologisch sinnvollen Kreislaufführung von Stoffen.

Die Kreislaufwirtschaft spielt hierbei eine zentrale Rolle. So werden beispielsweise heute schon etwa 14 % der von der deutschen Industrie eingesetzten nicht-energetischen Rohstoffe durch die Kreislaufwirtschaft bereitgestellt. Es gilt, die Substitution primärer Rohstoffe durch Sekundärrohstoffe weiter zu stärken. Die Tagung „Re-source 2016“ soll hierzu Beiträge liefern und sich dabei insbesondere auf die Kreislaufführung von wirtschaftsstrategischen Metallen sowie von komplexen Kunststoffen fokussieren.

Neben klassischen Industriemetallen, wie Eisen, Stahl und Aluminium, haben Edel- und Sondermetalle wie Palladium, Indium oder Neodym eine zunehmende Bedeutung für die Funktionalität neuer Produkte. Diese Rohstoffe können mitunter erhebliche ökologische und soziale Rucksäcke aus ihrer Primärgewinnung tragen. Ihre effiziente Rückgewinnung und Kreislaufführung trägt somit zur Umweltentlastung und Ressourcenschonung bei und dient des Weiteren der Sicherung der Rohstoffversorgung unserer Länder. Die für die Massenmetalle etablierten Verwertungssysteme sind jedoch auf die meist geringkonzentrierten, oft dissipativ verteilten edel- und sondermetallhaltigen Abfälle nicht übertragbar. Daher ist ein Ziel der „Re-source 2016“, Anstöße zur Entwicklung neuer und innovativer Verwertungskonzepte für diese edel- und sondermetallhaltigen Abfälle zu liefern.

Re-source 2016

Auch das Recycling von Kunststoffen trägt maßgeblich zur Umweltentlastung bei. Es schont Erdölreserven, spart Energie gegenüber der Neuproduktion ein und reduziert somit in erheblichem Maße CO₂-Emissionen. Das Recycling heterogener Kunststoffe ist jedoch mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden. Dies gilt zum Beispiel für neuartige, komplex beschaffene Faserverbundkunststoffe. Für carbonfaserverstärkte Kunststoffe beispielsweise existieren noch keine zufriedenstellenden Recyclingstrategien, obwohl sie aufgrund ihrer günstigen Anwendungseigenschaften ein immer breiteres Einsatzgebiet finden. .

Die Tagungsreihe „Re-source“ der Drei-Länder-Initiative D-A-CH startete 2009 und stellt eine inzwischen bestens etablierte Plattform dar, um Strategien zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft zu diskutieren. Wir legen hierbei sehr viel Wert auf die Zusammenarbeit unserer drei Länder, um dem Motto „Ressourcenschonung - von der Idee zum Handeln“ gemeinsam gerecht zu werden.

Wir freuen uns über Ihre Teilnahme und wünschen Ihnen eine spannende und aufschlussreiche Tagung „Re-source 2016“!

Die Veranstalter



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH



Umwelt
Bundesamt

umweltbundesamt^U
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT

Inhalt

Grußwort	1
Programm	4
Vorträge / Abstracts	7
Auftakt	7
Block 1 Kunststoffe für die Circluar Green Economy	8
Block 2 Metallrecycling: Schlüsselmaßnahme zur Ressourcenschonung	11
Block 3 Workshops	14
Workshop 1: Das zweite Leben eines Elektro(alt)gerätes	14
Workshop 2: Unreif für den Müll - technische, soziale und rechtliche Aspekte der Obsoleszenz	17
Workshop 3: Lithiumbatterien – ein Damoklesschwert?	13
Workshop 4: Ameisenlogistik – Edel- und Sondermetalle aus Abfallströmen intelligent lenken	17
Workshop 5: Faserverbundkunststoffe – Möglichkeiten und Hemmnisse des Ökodesigns und des Recyclings	31
Block 4 Ressourcenschonung – Perspektiven und Strategien aus Politik und Zivilgesellschaft	36
Kurzbiografien der Referentinnen & Referenten	40
Teilnehmerliste	48

Programm

Tag 1, 21. April 2016

AUFTAKT

Moderation: Dr. Thomas Rummler

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Deutschland

08.30 **Registrierung**

09.30 **Begrüßung**

Ulrike Scharf, Bayerische Staatsministerin für Umwelt und Verbraucherschutz
Reinhold Bocklet, Vizepräsident des Bayerischen Landtages

09.45 **Eröffnung**

Florian Pronold

Parlamentarischer Staatssekretär des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Deutschland

Dr. Karine Siegwart

Vizedirektorin des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Schweiz

Christian Holzer

Sektionsleiter, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft, Österreich

10.30 **Key Note Speech**

Globalisierung, Nachhaltigkeit, Zukunft – sind wir noch zu retten?!

Prof. Dr. mult. Franz Josef Radermacher, Universität Ulm

BLOCK 1 - Kunststoffe für die Circular Green Economy

Moderation: Dr. Karl Kienzl

Mitglied der Geschäftsleitung, Umweltbundesamt Österreich

11.00 **Kunststoffe im Kontext von Sustainable Development**

Prof. Dr. Reinhold W. Lang, Universität Linz

11.25 **Kreisläufe schließen auch gegen den Trend**

Rüdiger Oetjen-Dehne, u.e.c., Berlin

11.45 **Kunststoffrecycling ohne gelbe Tonne –
Erfahrungen aus der Schweiz**

Patrik Geisselhardt, Swiss Recycling, Zürich

12.05 **Diskussion**

12.15 **Mittagspause**

BLOCK 2 - Metallrecycling: Schlüsselmaßnahme zur Ressourcenschonung

Moderation: Rolf Widmer

Project Manager, EMPA, Schweiz

- 13.15 **Seltene Erden von Ytterby (Schweden) bis Bukit Merah (Malaysia): Eine Stoffgeschichte**
Dr. Jens Soentgen, Universität Augsburg
- 13.40 **Metallrecycling um jeden Preis? Die Suche nach dem ökologischen Optimum**
Michael Hügi, Bundesamt für Umwelt, Schweiz
- 14.00 **Energie- und Ressourceneffizienz beim Recycling von Metallen**
Prof. Dr. Helmut Antrekowitsch, Montanuniversität Leoben
- 14.20 **Diskussion**
- 14.30 **Kaffeepause**

BLOCK 3 - Workshops

- 15.00 **WS 1: Das zweite Leben eines Elektro(alt)gerätes**
Impulsvortrag: **Matthias Neitsch**, RepaNet, Re-Use- und Reparaturnetzwerk Österreich
- WS 2: Unreif für den Müll - technische, soziale und rechtliche Aspekte der Obsoleszenz**
Impulsvortrag: **Dr. Ines Oehme und Anett Jacob**, Umweltbundesamt Deutschland
- WS 3: Lithiumbatterien - ein Damoklesschwert?**
Impulsvortrag: **Dr. Christian Hagelüken**, UMICORE
- WS 4: Ameisenlogistik - Edel- und Sondermetalle aus Abfallströmen intelligent lenken**
Impulsvortrag: **Prof. Dr. Stefan Salhofer**, Universität für Bodenkultur Wien
- WS 5: Faserverbundkunststoffe - Möglichkeiten und Hemmnisse des Ökodesigns und des Recyclings**
Impulsvortrag: **Dr. Siegfried Kreibe**, bifa Umweltinstitut GmbH
- 17.00 **Ende Tag 1**
- 19.30 **Abendveranstaltung**
- Landtagsgaststätte im Maximilianeum
Max Planck Str. 1
81675 München
- Geplantes Ende ca. 22.00

Tag 2, 22. April 2016

09.00 **Rückblick auf den ersten Tag und Vorschau auf den zweiten Tag**
adelphi

BLOCK 4 - Ressourcenschonung – Perspektiven und Strategien aus Politik und Zivilgesellschaft

Moderation: Dr. Bettina Rechenberg
Umweltbundesamt, Deutschland

09.10 **Key Note Speech**

Ressourcenschonung – eine globale Herausforderung.
Prof. Dr. Klaus Töpfer, UNEP - Exekutivdirektor a. D.

09.40 **EU waste legislation and the functioning of waste markets in the EU**
Peter Wessman, EU COM, DG Environment, Waste Management

10.00 **OECD Aktivitäten im Bereich Ressourcenproduktivität und Abfallmanagement**
Peter Börkey, OECD Environment Directorate

10.20 **Verbraucherinnen und Verbraucher für den Ressourcenschutz gewinnen**
Friederike Farsen, Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen

10.40 **Diskussion**

11.00 **Kaffeepause**

11.30 **Vorstellung der Workshopergebnisse**
im Plenum durch Rapporteurs und Diskussion

13.00 **Schlussworte und Ausblick**

Abstracts

Globalisierung, Nachhaltigkeit, Zukunft - sind wir noch zu retten?!

Prof. Dr. Dr. Dr. F. J. Radermacher, Universität Ulm

Der Vortrag beleuchtet die internationale Entwicklung vor dem Hintergrund der rasch wachsenden Weltbevölkerung, der aktuellen Turbulenzen im Bereich des Weltfinanzsystems und zunehmender Konflikte um Ressourcen, der Energiethematik als zentrales Thema und der Problematik immer größerer Umweltbelastungen, z. B. im Klimabereich. Eine nachhaltigen Entwicklung wird dadurch massiv erschwert. Das betrifft sowohl Fragen der Stabilität des Gesellschaftssystems und die ökologische Problematik als auch Fragen des sozialen Ausgleichs und der Gerechtigkeit und damit der weltethischen Orientierung, und zwar in einer intragenerationellen wie einer intergenerationellen Betrachtung. Als wesentlicher Faktor wird insbesondere die weltkulturelle Problematik identifiziert, die die ökologisch-sozialen Fragen weiter verschärft.

Der Vortrag macht in einer grundsätzlichen Analyse deutlich, dass sich einer bestimmten systemtheoretischen Perspektive aus den aktuellen Trends für die Zukunft drei Attraktoren zukünftiger Entwicklung ableiten, nämlich Kollaps, Ökodiktatur/Brasilianisierung und eine weltweite Ökosoziale Marktwirtschaft. Nur der letzte Weg ist mit Nachhaltigkeit kompatibel. Der Global Marshall Plan wird als ein möglicher erster Schritt in diese Richtung vorgestellt.

Für die Ökosoziale Marktwirtschaft gilt die Gleichung: Marktwirtschaft plus Nachhaltigkeit gleich Ökosoziale Marktwirtschaft. Die ökosoziale Marktwirtschaft betont die systemische Basis von Wohlstand und vor allem die zentrale Rolle von Kooperation und Innovation. „Wir sind alle Zwerge auf den Schultern von Riesen“, den Generationen vor uns. Nur in Zusammenarbeit und Arbeitsteilung ist unser heutiger Wohlstand denkbar. Konkurrenz richtig dosiert ist ein beispielesfördernder Mechanismus wie soziale Differenzierung, aber nur in der richtigen Dosierung, denn noch wichtiger ist Kooperation. Das beginnt schon in der Familie, wie gerade Familienunternehmen wissen, und übersetzt sich über unterschiedliche Netzwerke bis hin zu Staaten, Staatengemeinschaften, Kultursystemen, Zivilisationen und schließlich der ganzen Welt. In Zeiten der ökonomischen Globalisierung wird globale Empathie zu einer Schlüsselfrage und weltweite Kooperation zu einem Beitrag zur Zukunftsfähigkeit.

Block 1 Kunststoffe für die Circular Green Economy

Kunststoffe im Kontext von Sustainable Development

Prof. Dr. Reinhold W. Lang, Johannes Kepler Universität Linz

Wichtige Voraussetzung und zentraler Bestandteil einer künftigen Nachhaltigen Entwicklung ("Sustainable Development") ist die umweltschonende Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen bei gleichzeitiger Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Rahmenbedingungen. Die dafür erforderlichen Technologien zeichnen sich durch eine kontinuierliche und radikale Reduzierung (Minimierung) der Stoff- und Energieintensität pro Produkt/Funktions-Einheit bzw. Dienstleistungs-Einheit aus, bei gleichzeitiger Nutzung eines stetig steigenden Anteils regenerativer, kreislauffähiger energetischer und stofflicher Ressourcen.

Im Bereich der Werkstoffe weisen organisch-synthetische Polymerwerkstoffe (d.h. Kunststoffe, Elastomere, polymerbasierende Verbund- und Hybridwerkstoffe (Composites)) als jüngste Gruppe unter den großen Werkstoffklassen ein besonderes Innovations-, Wachstums- und Marktdurchdringungspotential auf. Erstmals hergestellt vor etwas mehr als 100 Jahren, setzte die industriell-wirtschaftliche Erfolgsgeschichte einer breiten Palette neuartiger Polymerwerkstoffe Mitte des letzten Jahrhunderts ein und ist seither ungebrochen. Zu den wesentlichen Erfolgsfaktoren der bemerkenswerten Entwicklung von Polymerwerkstoffen, und damit auch für ihre heutige gesellschaftliche Bedeutung, zählen

- Werkstoffeigenschaften und multifunktionalen Werkstoffeigenschaftsprofile, die in weiten Grenzen variieren und auf spezifische Anforderungen maßgeschneidert werden können,
- eine effiziente, hochflexible Verarbeitbarkeit zu Bauteilen zusammen mit hoher Designfreiheit und außerordentlichen Möglichkeiten der Funktionsintegration, und
- die gute Wirtschaftlichkeit durch ressourcenschonende Herstellung, Verarbeitung und Anwendung gekoppelt mit einer hohen regionalen und globalen Wachstumsfähigkeit.

Aus diesen speziellen Merkmalen und Charakteristika leitet sich auch die besondere **Rolle von Polymerwerkstoffen für eine Nachhaltige Entwicklung** ab. Allerdings waren und sind Polymerwerkstoffe über ihre Kohlenwasserstoff-Rohstoffbasis von Beginn an stofflich und energetisch eng verknüpft mit den gegenwärtig dominierenden fossilen Primärrohstoffen (Öl, Gas, Kohle) des Energiesystems, dessen Umbau auf ein vollständig erneuerbares Energiesystem innerhalb der nächsten Jahrzehnte als technologischer Dreh- und Angelpunkt einer *Nachhaltigen Entwicklung* gilt. Daher leiten sich bezüglich der Rolle von Polymerwerkstoffen in einer *Nachhaltigen Entwicklung* zwei **Themenbereiche bzw. Fragestellungen** von vorrangiger Bedeutung ab, die im Vortrag erörtert werden:

- (1) Welche Beiträge sind von Polymerwerkstoffen für eine *Nachhaltige Entwicklung* im Bereich bestehender und künftiger Produkte und deren Funktionen/Services zu leisten, und welche Märkte sind von besonderer Relevanz?
- (2) Welche Perspektiven ergeben sich für Polymerwerkstoffe in einer künftigen Kreislaufwirtschaft ("Circular Economy") mit kaskadischen und erneuerbaren/regenerativen Energie/Stoff-Nutzungsketten mit stark erhöhten energetischen Wirkungsgraden bzw. stofflichen Regenerationsraten?

Kreisläufe schließen gegen den Trend

Rüdiger Oetjen-Dehne, u.e.c. Berlin / Co-Autoren: Iswing Dehne, Peter Krause

Der Beitrag zeigt auf, wie künftig entgegen dem bisherigen Trend erheblich mehr Kunststoffe als bislang recycelt werden können. Hierzu wird zunächst ein Überblick zur Datenbasis und zum Status-Quo der Kunststoff-Stoffströme in Deutschland gegeben. Bislang werden steigende Kunststoffabfallmengen verzeichnet; während die Recyclingströme nur gering steigen, gelangen immer mehr Kunststoffe in die energetische Verwertung. Eine Trendfortschreibung zeigt für den Fall unveränderter Wachstums- und Verwertungsraten, dass bis 2025 weitere 1,8 Mio. Mg verbrannt werden, wenn das Recycling nicht aktiv und stärker als bislang ausgebaut wird.

Um die Recyclingmenge deutlich zu steigern, werden die auf unterschiedlichen Handlungsebenen bestehenden Ansatzpunkte (wie z.B. Abfallvermeidung, Design, Nachhaltigkeit und Produktverantwortung, Nutzung bestehender Potentiale, Recyclateinsatz) aufgezeigt.

Es bestehen derzeit noch komplexe technische, ökonomische, regulatorische und informatorische Hemmnisse für ein verstärktes Recycling von Kunststoffen. Diese können allerdings nicht durch ein einzelnes Instrument überwunden werden. Vielmehr müssen mehrere Instrumente kombiniert und an drei verschiedenen zentralen Stellschrauben (pull, push, Marktentwicklung) ansetzen. Gelingt es, eine solche Gesamtstrategie umzusetzen, werden auch Investitionen in die benötigte Recyclingkapazität getätigt werden.

Perspektivisch werden dann, bezogen auf den Gesamtkunststoffstrom, mindestens genauso viele Kunststoffabfälle recycelt wie energetisch verwertet. Bei einem vorsichtig angesetzten Umsetzungszeitraum würden bis zum Jahr 2035 aus dann anfallenden rund 8 Mio. Mg Kunststoffabfällen statt bisher 2,3 Mio. Mg rund 4 Mio. Mg zu möglichst hochwertigen Produkten aufbereitet.

Kunststoffrecycling ohne gelbe Tonne – Erfahrungen aus der Schweiz

Patrik Geisselhardt, Swiss Recycling, Zürich

In der Schweiz werden seit Jahrzehnten Fraktionen wie Glas, Metallverpackungen, Batterien, Grüngut, Papier, Karton, Elektro- und Elektronikgeräte, Leuchtmittel, Textilien und auch PET-Getränkeflaschen separat gesammelt und verwertet. Seit zwei Jahren wird vom Detailhandel landesweit auch die kostenlose Separatsammlung von Kunststoffhohlkörpern (Milch-, Shampoo-, Waschmittel-Flaschen etc.) angeboten.

Parallel dazu sind etliche kostenpflichtige Gemischtsammlungen sowohl auf kommunaler wie auch auf regionaler Ebene entstanden – einige als Pilotversuche, andere unbefristet. Wie in anderen Ländern enthalten diese Gemischtsammlungen verschiedene Kunststoffe wie Folien, Becher, Plastikflaschen, andere Kunststoffprodukte (über Verpackungen hinaus) und oft auch Getränkekartons. Meist werden die bereits separat gesammelten Plastikflaschen aktiv mitgesammelt, teilweise auch PET-Getränkeflaschen.

Diese zahlreichen unterschiedlichen Angebote verwirren die Bevölkerung und sind mit Skepsis zu betrachten. Insbesondere der Umstand, dass viele der Gemischtsäcke das Wort Recycling in ihrem Namen tragen, täuscht die Sack-Käufer und suggeriert ein hochwertiges Recycling des Sammelgutes. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen, dass die Gemischtsammlung kostentechnisch wie auch ökologisch betrachtet nicht die gewünschten Resultate herbeiführt; Stichworte dazu sind unter anderen Querverschmutzungen und Downcycling.

Die Schweizer Recyclinglandschaft steht – was Kunststoff betrifft – zurzeit an einem Scheidepunkt. Während eine Entwicklung in Richtung Gemischt-Sammlungen geht (analog Gelber Sack), sind die bestehenden erfolgreichen Separatsammlungen wie z. B. die von PET-Getränkeflaschen bestrebt, ihre ökologisch und ökonomisch sinnvolle selektive Sammlung aufrechtzuerhalten und einen echten Beitrag in Richtung Kreislaufwirtschaft zu leisten. Gleichzeitig muss geprüft werden, bei welchen weiteren Kunststoffen es ökonomisch, ökologisch und gesellschaftlich Sinn macht, sie separat zu sammeln und mit welchen Instrumenten dies überprüft werden kann.

Die selektive Separatsammlung wird durch diverse Kriterien definiert. Beispielsweise muss der stoffliche Verwertungsanteil ein Mindestniveau erreichen und der Umweltnutzen gegeben sein, damit eine Separatsammlung eingeführt wird. Die Bevölkerung muss entsprechend korrekt informiert und sensibilisiert werden, um das Separatsammlungs-Angebot den Bedürfnissen anzupassen und eine hohe Sammelqualität zu erreichen.

Unserer Meinung nach soll Recycling nicht um jeden Preis und nicht nur um des Recycling Willens durchgesetzt werden. Die Ökoeffizienz ist von hoher Wichtigkeit und die Rezyklierfähigkeit bei vielen Kunststoff-Verpackungen noch nicht gegeben.

Daher soll das Augenmerk vermehrt auf dem Design for Recycling liegen, was der Ökoeffizienz in die Hände spielt und einen echten Nutzen hinsichtlich einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft schafft.

Block 2 Metallrecycling: Schlüsselmaßnahme zur Ressourcenschonung

Seltene Erden von Ytterby (Schweden) bis Bukit Merah (Malaysia): Eine Stoffgeschichte

Dr. Jens Soentgen, Universität Augsburg

Die lange Reihe der Seltenen Erden wird bei den Darstellungen des Periodensystems meist ausgekoppelt und als Fußnote angefügt. Seltene Erden sind sehr entlegene Elemente. Nur mit subtiler Chemie gelang es, die Substanzen zu trennen. Heute sind sie in vielen Technologien (Beleuchtung, Energiegewinnung usw.) unentbehrlich. Der Beitrag zeichnet zunächst die Entdeckungsgeschichte nach, verfolgt also die Seltenen Erden in der Zeit, und untersucht anschließend ihren Weg im Raum. Seltene Erden werden heute z.B. in Australien gewonnen, doch in Malaysia aufgearbeitet und anschließend weitergesandt, z.B. nach Augsburg. Diese seltsamen Wege haben handfeste ökonomische Hintergründe, jedoch auch ökologische und politische Parallelprozesse. Diese sind auch für die technische Nutzung relevant, sie können durch die stoffgeschichtliche Methode aufgedeckt werden.

Metallrecycling um jeden Preis? Die Suche nach dem ökologischen Optimum

Michael Hügi, Bundesamt für Umwelt, Schweiz

Von den Abfallfraktionen, die zwecks stofflicher Verwertung separat gesammelt werden, sind sowohl die Massenmetalle wie Eisen, Aluminium, Kupfer als auch seltene Metalle wie Gold, Palladium und Cobalt ökologisch besonders bedeutsam, da deren Gewinnung aus Primärressourcen eine hohe Umweltbelastung verursacht. Da der ökologische Ertrag, d.h. die eingesparte Umweltbelastung mit der Recyclingmenge linear zunimmt, wird von Umweltverbänden und Politik wiederholt eine Erhöhung der Sammel- und Verwertungsquoten von Metallen gefordert. Dabei wird oft außer Acht gelassen, dass die Sammlung und Verwertung dieser Metalle selbst eine ökologische Belastung und Kosten verursachen. Diese nehmen mit einer Annäherung gegen eine Recyclingquote von 100 % exponentiell zu; das Recycling wird dadurch zunehmend ineffizient. Das Recycling ist bei derjenigen Sammelrate am effizientesten, bei der die Differenz zwischen eingesparter bzw. durch das Recycling verursachter Umweltbelastung am größten ist. Bei einer forcierten Sammlung über dieses Optimum hinaus nimmt der Umweltnutzen ab. Die Ökoeffizienz einer stofflichen Verwertung kann nur verbessert werden, indem das Optimum der Recyclingrate durch eine Verbesserung des Standes der Technik des gesamten Recyclingsystems erhöht wird.

Analog zur ökologischen Betrachtung weist auch die Wirtschaftlichkeit eines Recyclingsystems eine optimale Recyclingquote auf. Diese liegt in der Regel wesentlich tiefer als die ökologisch optimale Recyclingquote. Bis zum ökonomisch optimalen Punkt ist das Recycling wirtschaftlich selbsttragend und wird auf marktwirtschaftlicher Basis betrieben. Eine Erhöhung der Recyclingquote darüber hinaus bewirkt, dass das System unrentabel und bei einer Quote von gegen 100% sogar unverhältnismäßig teuer wird. Es ist sinnvoll, die Verwertung über das ökonomische Optimum hinaus bis zum ökologischen Optimum zu erhöhen, was aber regulatorische Maßnahmen, Gebühren oder Subventionen erfordert.

Da in der Praxis die finanziellen Mittel zur Unterstützung von Recyclingsystemen begrenzt sind, stellt sich die Frage nach deren Kosten/Nutzen-Verhältnis. Mittels eines neuen Indikators, der die Recyclingsysteme - wie auch prinzipiell alle Maßnahmen im Umweltbereich - nach deren Ökoeffizienz pro Geldeinheit bewertet, kann die Festlegung von Prioritäten unterstützt werden. Dieser Specific Ecological Benefit Indicator (SEBI) darf jedoch keineswegs als alleiniges Instrument für die Beurteilung von Recyclingsystemen eingesetzt, sondern muss im Kontext der abfallpolitischen, sozialen und traditionsbedingten Rahmenbedingungen im Sinne der Nachhaltigkeit angewendet werden.

Energie- und Ressourceneffizienz beim Recycling von Metallen

Prof. Dr. Helmut Antrekowitsch, Montanuniversität Leoben

Der Umgang mit Rohstoffen und Energie sind für die industrielle Entwicklung Europas von entscheidender Bedeutung. Hierbei erschweren Versorgungsengpässe, Volatilität der Rohstoffpreise sowie die Absicherung von nationalen Interessen und Märkten durch staatlichen Protektionismus zunehmend eine wirtschaftliche Herstellung und stabile Produktion von hochwertigen Erzeugnissen. Abfall, wertstoffhaltige Materialien sowie Schrotte (Altautos, Elektronikschrott usw.), welche heutzutage teilweise in Länder außerhalb Europas exportiert, aber auch noch als minderwertige Reststoffe deponiert werden, müssen sich in den nächsten Jahren zum wertvollen Sekundärrohstoff entwickeln, um die Erzeugung und Verarbeitung in Europa zu sichern. Dem Recycling kommt daher eine immer größere Bedeutung zu, wobei allerdings der gesamte Produktlebenszyklus vom Produktdesign über die Herstellung, dem Einsatz, der Sammlung nach Beendigung der Lebensdauer, der Aufbereitung bis hin zur stofflichen oder energetischen Verwertung berücksichtigt werden muss. Der enorme Anfall von Sekundärmaterialien sowie die Rohstoffabhängigkeit führen unweigerlich zu der Notwendigkeit, diese sekundären Ressourcen wiederum dem Wertschöpfungskreislauf zuzuführen und nicht zu exportieren oder zu deponieren.

In diesen Zusammenhang stellt insbesondere die Rückgewinnung von Metallen einen wichtigen Bereich des Recyclings dar, weil hierbei häufig sehr große Energiebeträge eingespart und bedeutende ökologische Vorteile generiert werden können. Während die Aufarbeitung von Schrotten weitgehend dem Stand der Technik entspricht, besteht bei der Verwertung von komplexen Rückständen aus der Industrie, wie zum Beispiel bei Stäuben, Schlacken, Schlämmen, Krätzen usw., noch ein besonders hohes Entwicklungspotenzial. Gerade auf diesem Gebiet wird es zukünftig notwendig sein, die Effizienz hinsichtlich des Energiebedarfs, der Prozesstechnik und simultanen Rückgewinnung von mehreren Metallen deutlich zu verbessern.

Block 3 Workshops / Hintergrundpapiere & Impulsvorträge

Workshop 1: Das zweite Leben eines Elektro(alt)gerätes

Kontakt: **Claudia Scholz**, BMLFUW, Österreich

Moderation: **Nicole Seyring**, BIPRO GmbH

Impulsvortrag: **Matthias Neitsch**, RepaNet, Re-Use- und Reparaturnetzwerk Österreich

Hintergrund und Problemstellung

Elektr(on)ische Geräte sind aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken. Der westeuropäische Elektrogerätemarkt weist für 2014 ein Umsatzplus von 2,1 Prozent auf. Hochwertige, innovative oder mobile Geräte liegen im Trend, wobei die Sektoren Telekommunikation (Fokus auf Smartphones) und Informationstechnologie die Wachstumsspitzenreiter sind. Getrieben durch die hohe Verbrauchernachfrage nach neuestem Design und modernen Produkten sind auch in Zukunft steigende Absätze von elektr(on)ischen Geräten in Deutschland, Österreich und der Schweiz zu erwarten, die zu steigenden Mengen von Elektroaltgeräten führen werden.

Oftmals werden noch funktionsfähige Geräte entsorgt und Reparaturdienstleistungen werden bei elektr(on)ischen Geräten nach Ablauf der Garantiefrieten kaum mehr in Anspruch genommen. Die Verkürzung der Nutzungsdauer steht im Widerspruch zu einer nachhaltigen Entwicklung. In einigen europäischen Ländern haben sich Reparatur- und ReUse-Zentren etabliert, die einen essentiellen Beitrag für einen umweltschonenderen Konsum leisten. Die seitens der EU angekündigten Maßnahmen im Bereich der umweltgerechteren Gestaltung sowie hinsichtlich Verfügbarkeit von Reparaturinformationen und Ersatzteilen wären ein wichtiger Schritt zur Unterstützung dieser nationalen Initiativen.

Elektro(alt)geräte können über verschiedene Wege der Wiederverwendung zugeführt werden (siehe untenstehende Grafik).

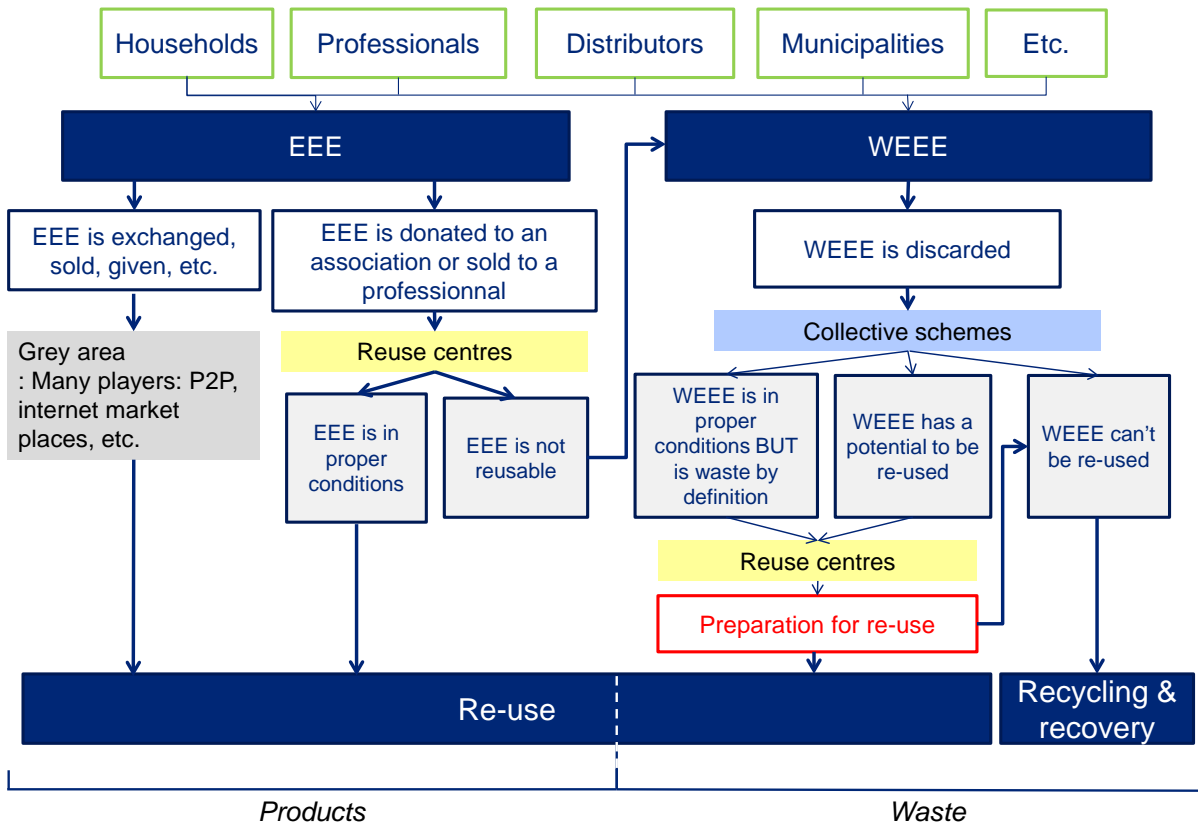


Abbildung 1: Flussschema von Elektro(alt)geräten im Bereich Wiederverwendung/Vorbereitung zur Wiederverwendung

Im Allgemeinen wird die Reparatur und Wiederverwendung durch mehrere Faktoren bestimmt:

- Konsummuster, Werte und Normen der Gesellschaft in Bezug auf Reparatur und Wiederverwendung der Geräte sowie soziales Ansehen handwerklicher Tätigkeiten in diesen Feldern
- Produktdesign/Gerätekonstruktion, die Reparatur maßgeblich beeinflussen bzw. erschweren
- Verzahnung von Produkt- und Abfallgesetzgebung, um Informationen zu in EAG enthaltenen Wert- und Schadstoffe transparent zu machen
- Anzahl und Qualität der erfassten (Alt-)Geräte
- Wirtschaftlichkeit der zumeist manuellen Demontage und Reparatur von EAG
- Die Förderung von Wiederverwendung ist somit eine komplexe Aufgabe und für eine nachhaltige Etablierung ist ein Maßnahmenpaket unabdingbar.

Ziel des Workshops

Angeleitet durch den Impulsvortrag soll im Workshop eine Diskussion zu verschiedenen Fragestellungen angestoßen werden. Der Fokus wird dabei auf Ideen- und Meinungsfragen liegen.

Notwendige Voraussetzungen, um (Vorbereitung zur) Wiederverwendung von EAG ökonomisch, ökologisch und sozial möglich zu machen, sollen diskutiert werden. Es muss geklärt werden, welcher Informationsbedarf bei verschiedenen Beteiligten dafür notwendig ist und welche Informationsbereitstellung prinzipiell möglich ist, ohne dass herstellende Betriebe wettbewerbsrelevante Informationen preisgeben müssen. Weiterhin sollen die Workshop-Teilnehmenden sich über die Rolle der Wirtschaftlichkeit von manueller Demontage- und Reparaturarbeiten im Spannungsfeld zwischen (Personal-)Kosten, Erlösen von Geräten aus zweiter Hand und ökologischem Nutzen austauschen. An dieser Stelle sollte auch über die Aufgaben diskutiert werden, die von sozialökonomischen Betrieben übernommen werden können und welche Voraussetzungen in Gesetz und Gesellschaft dafür nötig sind.

Kernfragen

Aus den Hintergründen und Zielen lassen sich konkrete Kernfragen ableiten, die in den Arbeitsgruppen diskutiert werden können:

1. Welcher **Informationen** über die Elektroaltgeräte bedarf es für den Reparaturbetrieb und wie kann der Informationsfluss gewährleistet werden?
2. Welche Aufgaben können von **sozialökonomischen Betrieben** im Bereich der Vorbereitung zur Wiederverwendung und Ersatzteilgewinnung übernommen werden? Gibt es eine Wettbewerbsverdrängung der konventionellen Reparaturbetriebe? Welche Voraussetzungen müssen Gesellschaft und Gesetzgeber schaffen?
3. Wie kann ein **Werte- und Konsumwandel in der Gesellschaft** angestoßen werden, um den Markt für wiederverwendbare Geräte zu stärken?
4. Wie kann die derzeit nur sehr geringe separate Sammlung und Weitergabe re-use-fähiger Altgeräte an ReUse-Betriebe erhöht werden (bis zur vollen Ausschöpfung des Potentials)?
5. Wie kann der Produkthaftpflicht entsprochen werden? Welche Risiken können für herstellende Betriebe, Reparaturbetriebe/vertreibende Betriebe und Konsumierende entstehen? Welche Strategien existieren in der Praxis um diese Risiken zu minimieren?

Impulsvortrag

"EAG-Re-Use boomt - was nun? Was Abfallwirtschaft und Behörden zur Steuerung und Optimierung dieses Trends beitragen können."

Matthias Neitsch, RepaNet, Re-Use- und Reparaturnetzwerk Österreich

Workshop 2: Unreif für den Müll - technische, soziale und rechtliche Aspekte der Obsoleszenz

Kontakt: **Dr. Ines Oehme**, Umweltbundesamt, Deutschland

Moderation: **Thomas Viertel**, adelphi

Impulsvortrag: **Dr. Ines Oehme & Anett Jacob**, Umweltbundesamt, Deutschland

Diskutierende: **Prof. Dr. Tobias Brönneke**, Hochschule Pforzheim

Prof. Dr. Renate Hübner, Universität Klagenfurt, Institut für Interventionsforschung und kulturelle Nachhaltigkeit

Tobias Schleicher, Öko-Institut e.V., Freiburg

Kurzbeschreibung

Produkte, die **vor Erreichen einer optimalen Lebens- oder Nutzungsdauer ersetzt und/oder entsorgt** werden, haben einen höheren Verlust von Ressourcen und eine vermehrte Entstehung von Abfällen zur Folge. Seit ein paar Jahren wird diese Erscheinung unter dem Begriff „Obsoleszenz“ diskutiert. Der Begriff Obsoleszenz umfasst dabei die verschiedensten möglichen Gründe, warum ein Produkt nicht mehr genutzt wird. Diese reichen von Alterung/Abnutzung, psychischer und funktioneller Obsoleszenz, erschwerten Reparaturmöglichkeiten bis hin zu den preislichen Rahmenbedingungen.

Forschungsvorhaben und politische Initiativen in den Mitgliedstaaten und auf EU-Ebene haben das Thema Obsoleszenz aus **technischer, ökonomischer, rechtlicher und zum Teil sozialer Perspektive beleuchtet** und Analysen sowie Handlungsempfehlungen erarbeitet. Der Workshop dient der Diskussion aktueller Forschungsbefunde sowie geeigneter Maßnahmen und Strategien gegen Obsoleszenz.

Hintergrund und Problemstellung

Produkte, die vor Erreichen einer optimalen Lebens- oder Nutzungsdauer ersetzt und/oder entsorgt werden, haben einen höheren Verlust von Ressourcen und eine vermehrte Entstehung von Abfällen zur Folge. Seit ein paar Jahren wird diese Erscheinung unter dem Begriff „Obsoleszenz“ in der öffentlichen Berichterstattung vermehrt aufgegriffen und eine intensive Diskussion unter Herstellern, Wissenschaftlern, Politikern sowie Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden geführt.

Der Begriff Obsoleszenz umfasst dabei die verschiedensten möglichen Gründe, warum ein Produkt nicht mehr genutzt wird. Diese reichen von

- **Alterung/Abnutzung:** das Produkt wird aufgrund seiner Materialeigenschaften und -nutzung hinfällig und ist nicht mehr zu gebrauchen. Man unterscheidet in der öffentlichen Debatte zwischen ‚natürlicher Obsoleszenz‘, z.B. Verschleiß aufgrund gegebener Material-eigenschaften und ‚künstlicher Obsoleszenz‘ als verfrühter, vermeidbarer oder absichtlich herbeigeführter Obsoleszenz; Produkte werden also schneller defekt als technisch notwendig wäre.
- **Psychische Obsoleszenz:** das Produkt selbst ist zwar weiter funktionsfähig/brauchbar, verliert aber an Ansehen/Wert bzw. Image, ist aus der Mode gekommen oder entspricht nicht mehr dem technischen Standard/Mainstream und wird deshalb nicht mehr genutzt.
- **Funktionelle Obsoleszenz:** das Produkt selbst ist zwar weiter funktionsfähig/brauchbar, kann aber durch die neuen Anforderungen bzw. neue Komplementärprodukte nicht mehr genutzt werden; das betrifft vor allem sich schnell verändernde Branchen wie die IT- und Telekommunikationsbranche; z.B. ein Treiber für einen Drucker ist nicht mehr für das neueste Betriebssystem verfügbar.

- **Erschwerte Reparaturmöglichkeiten bzw. Austauschbarkeit:** Teile des Produktes sind beschädigt/defekt und es bestehen keine/erschwerte Reparaturmöglichkeiten bzw. Einzelteile können aufgrund 1) der Produktgestaltung an sich (Konstruktion), oder 2) der mangelnden Verfügbarkeit von Ersatzteilen oder 3) fehlender Information zu Beschaffung dieser oder 4) der Preisverhältnisse (Reparaturkosten relativ hoch im Vergleich zur Neuanschaffung) nicht oder nur schwer ausgetauscht werden.
- **Preisliche Rahmenbedingungen:** manuelle Arbeitsprozesse (bei Reparatur) sind teurer als die industrielle Fertigung (bei Herstellung) bzw. die Arbeitskraft im Inland (bei Reparatur) ist teurer als die Arbeitskraft in Billiglohnländern (bei Herstellung).

Die Gründe der Obsoleszenz sind demnach sehr verschieden und die Palette der Maßnahmen, die Lebensdauer bzw. Nutzungsdauer von Produkten zu verlängern, ist entsprechend groß. Bestehende Initiativen konzentrieren sich unter anderem auf folgende Aspekte:

- die bessere Aufklärung der Nutzer¹;
- die Ausweitung von gewerblichen und zivilgesellschaftlichen Reparaturmöglichkeiten und -netzwerken bzw. Initiativen²;
- Information und Fortbildungen zur Langlebigkeit für das Handwerk und bestimmte Branchen³;
- gewerbliche und zivilgesellschaftliche Initiativen zur Wiederverwendung (gewerbliche und sozialökonomische Unternehmen, die Produkte für die Wiederverwendung aufbereiten und anbieten, Tauschbörsen, Kleidertausch-Partys) sowie Infrastruktur, Webportale und einfacheren Weiterverkauf⁴;
- Verbesserung der Wertschöpfungskette und die allgemeine Förderung der nachhaltigen, ressourceneffizienten Produktion und des nachhaltigen Konsums⁵.

Diese Maßnahmen und Initiativen zur Stärkung der Wiederverwendung und Reparaturverbesserung sind auch deshalb bereits entstanden, weil sie regional bzw. lokal unter der Nutzung der Eigeninitiative organisiert wurden.

Die politische Diskussion dreht sich aktuell aber auch um die Schaffung teils weitreichender rechtlicher und marktwirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Diese Regelungen bedürfen einer überregionalen Abstimmung und Implementierung und sind somit langwieriger in der Umsetzung. Unter anderem werden folgende Maßnahmen diskutiert:

- Erarbeitung von Standards zum Ökodesign zur freiwilligen Nutzung: Beachtung der Grundsätze des Ökodesigns, z.B. die Wahl langlebiger Materialien, hoher Reparaturfähigkeit und zeitloses Design kann erheblich zur Verlängerung der Nutzungsdauer beitragen; auf der anderen Seite kann ein Design, welches die Produktlebensdauer nicht ausreichend als Konstruktionsziel implementiert, zu Ausfällen führen, die gegenüber der Verbrauchererwartung verfrüht stattfinden;
- Diskussion über verbindliche Normen bzw. Minimalvorgaben zur Haltbarkeit/Lebensdauer von Materialien/Komponenten/Produkten und/oder Reparierbarkeit unter der Ökodesign-RL oder anderen übergreifenden Rechtsinstrumenten⁶;

¹ z.B. Dauertests der Stiftung Warentest oder zivilgesellschaftlich organisierte Portale wie ‚Murks nein Danke‘, auf denen ‚anfällige‘ Produkte gemeldet werden können, bei denen sich potentielle Nutzer über wiederholte Schwachstellen bei Produkten informieren können.

² z.B. für Österreich www.repanet.at, RepaMobil (AT), Retourmöbel (AT); für Deutschland www.meinmacher.de, www.reparaturinitiativen.de; übergreifend: www.ifixit.com

³ z.B. www.bauteilnetz.de

⁴ z.B. www.stilbruch.de, www.secondhand-online.de, <http://www.revivalistgenial.at>

⁵ in Initiativen aus der Wirtschaft z.B. ARGE Ressourcenschonung und nachhaltige Entwicklung (AT), Umweltcluster Bayern (DE), Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit (WIN) der Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg (DE), <http://www.recyclingboerse.org/recom>.

- Ausweitung der Produktverantwortung der Hersteller;
- Debatten zur Ausweitung der gesetzlichen Gewährleistungsfrist (bisher 2 Jahre);
- Überlegungen zur Stärkung der freiwilligen kommerziellen Garantien (z.B. Einführung einer verpflichtenden Herstellergarantieaussage zur Lebensdauer⁷);
- Überlegungen zur neuen/besseren Kennzeichnung („Labelling“), die Informationen über die zu erwartende Lebensdauer des Produktes enthält;
- Einführung eines Straftatbestandes der ‚geplanten Obsoleszenz‘ wie im französischen Energiewendegesetz⁸.

Mehrere dieser Ansätze werden aktuell auf europäischer Ebene im Zuge der Überarbeitung des ‚Circular Economy Package‘ unter Einbindung der beteiligten Akteure („Stakeholder consultation“) bzw. der Einbettung anderer europäischer Gesetze sowie auf nationaler Ebene diskutiert.

Letztendlich bewegen sich all diese Maßnahmen im Spannungsfeld verbindlicher Vorgaben auf der einen und der Stärkung und Nutzung von Eigeninitiative der beteiligten Akteure auf der anderen Seite. So hat – um nur ein Beispiel aus den drei Ländern zu nennen – der Schweizer Bundesrat 2014 beschlossen, dass *„Maßnahmen zur Optimierung der Lebens- und Nutzungsdauer von Produkten am wirksamsten sind, wenn sie von den Produzenten, vom Handel oder von den Konsumentinnen und Konsumenten selbst ausgehen.“*

Die Industrielandschaft im Länderdreieck Deutschland/Schweiz/Österreich ist traditionell geprägt durch High-Tech-Unternehmen, die bereits heute zukunftsorientierte, nachhaltige Produktionsweisen einsetzen und teilweise bereits den Grundsätzen des Ökodesigns folgen. Es gibt eine Vielzahl von Unternehmen, die langlebige Erzeugnisse produzieren und Garantieleistungen anbieten, die über die gesetzlichen Bestimmungen hinausgehen. Das Ziel ist es, Kunden zu binden und Marktsegmente zu sichern, aber auch sich gegen einen wachsenden Importmarkt und die damit verbundenen Niedrigpreiskämpfe zu wappnen. Zusätzlicher Bestandteil der Unternehmensstrategie dieser Unternehmen ist das Obsoleszenzmanagement, d.h. die Bevorratung von Reparaturteilen bzw. Reparatur- und Beratungsleistungen und Informationen für den Kunden.

Forschungsvorhaben und politische Initiativen in den Mitgliedstaaten und auf EU-Ebene haben das Thema Obsoleszenz aus technischer, ökonomischer, rechtlicher und zum Teil sozialer Perspektive beleuchtet, Analysen sowie Handlungsempfehlungen erarbeitet. Aktuelle Beispiele sind:

- EESC's Consultative Commission on Industrial Change: Obsolescence Project⁹
- Europäische Verbraucherorganisation (BEUC) *“Towards sustainable consumption: Durable goods & legal guarantees”*¹⁰
- Hochschule Pforzheim, Fachforum Obsoleszenz, Fachtagung „Vorzeitiger Verschleiß“, u.a. auch Sammelband zum Thema „Obsoleszenz interdisziplinär. Vorzeitiger Verschleiß aus Sicht von Wissenschaft und Praxis“¹¹

⁶ UBA-Texte 11/2016: Siddharth Prakash, Günther Dehoust, Martin Gsell, Tobias Schleicher, Prof. Dr. Rainer Stamminger: Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-der-nutzungsdauer-von-produkten-auf-ihre-1>.

⁷ UBA-Texte 72/2015: Sabine Schlacke, Marina Alt, Klaus Tonner, Erik Gawel, Wolfgang Bretschneider: Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_72_2015_staerkung_eines_nachhaltigen_konsums_im_bereich_produktnutzung_0.pdf.

⁸ Assemblée Nationale (2015): TEXTE ADOPTÉ n° 575, Projet de Loi - relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, Article 99, <http://www.assemblee-nationale.fr/14/ta/ta0575.asp>; Zugriff: 24.11.2015

⁹ New attitudes towards consumption (<http://www.eesc.europa.eu/?i=portal.en.obsolescence-project>)

¹⁰ <http://www.ecoscpmed.eu/ecoscpmed/content/towards-sustainable-consumption-durable-goods-legal-guarantees-brussels14-november-2014>

- Forschung im Auftrag des Umweltbundesamts (DE): Studie des Öko-Institutes und der Universität Bonn zu Strategien gegen Obsoleszenz¹², Studie der Universität Münster, der Universität Rostock und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung zu rechtlichen Instrumenten im Bereich Produktnutzung¹³
- Fachtagung an der Fakultät Umweltwissenschaften der Universität Freiburg (CH) – Nachhaltigkeit: Geplante Obsoleszenz¹⁴
- Universität Klagenfurt, Institut für Interventionsforschung und Kulturelle Nachhaltigkeit hat eine Studie der AK Wien betreut¹⁵

Ziele des Workshops

- Sammlung und Systematisierung konkreter Maßnahmen und Strategien gegen Obsoleszenz
- Austausch von Erfahrungen und Perspektiven aus den unterschiedlichen Ländern
- Identifikation von Best-Practice-Beispielen

Kernfragen

1. Die Ursachen von Obsoleszenz sind vielfältig. Welche Ursachenfelder der Obsoleszenz sollten prioritär angegangen werden, um kurz- und mittelfristig nachhaltige Ergebnisse und Veränderungen zu erzielen?
2. Welches sind die geeigneten
 - technischen,
 - rechtlichen und
 - sozialenInstrumente, um konkret die verschiedenen Ursachenfelder der Obsoleszenz zu bearbeiten? Welche Best-Practice-Beispiele gibt es?
3. Welches sind zentrale Akteure bzw. Akteurskonstellationen, die in den spezifischen Ursachenfeldern nachhaltige Veränderungen hervorrufen können?

¹¹ <http://www.hs-pforzheim.de/De-de/Wirtschaft-und-Recht/Bachelor/Wirtschaftsrecht/Obsoleszenz/Seiten/Obsoleszenzinterdisziplinaer.aspx>

¹² Siehe Fußnote 6.

¹³ Siehe Fußnote 7.

¹⁴ <http://sr-sc-8f00.unifr.ch/environment/fr/durabilite/obsoleszenz>

¹⁵ AK Wien: Die Nutzungsdauer und Obsoleszenz von Gebrauchsgütern im Zeitalter der Beschleunigung, Mai 2015, Wien.

Impulsvortrag

Langlebige Produkte – Faktencheck und rechtliche sowie technische Instrumente zur Vermeidung von Obsoleszenz

Dr. Ines Oehme & Anett Jacob, Umweltbundesamt, Deutschland

Analysen von Lebens- und Nutzungsdauertrends im Auftrag des Umweltbundesamtes (Prakash et al. 2016) haben gezeigt, dass die Erst-Nutzungsdauer der meisten betrachteten Elektro- und Elektronikgeräte in den letzten Jahren abgenommen hat. Dabei wurden die Geräte aus vielfältigen Gründen ersetzt. Werkstoffliche, funktionale, psychologische und ökonomische Obsoleszenz wirken zusammen und erzeugen ein hochkomplexes Muster.

Die Studie ergab, dass mehr Elektro- und Elektronikgeräte ersetzt werden, obwohl sie noch gut funktionieren. Häufig sind Technologiesprünge, wie bei Fernsehgeräten, ein Auslöser. Auf der anderen Seite stieg z. B. der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die aufgrund eines Defektes schon innerhalb von fünf Jahren ersetzt wurden, zwischen 2004 und 2012 von 3,5 Prozent auf 8,3 Prozent der Gesamtersatzkäufe.

Eine im Rahmen der Studie durchgeführte Online-Verbraucherbefragung zu den Produktgruppen Waschmaschinen, Fernsehgeräte, Notebooks, Wasserkocher und Handmixer stellte fest, dass rund ein Drittel der Befragten mit der Lebensdauer der Produkte unzufrieden waren. Je nach Produktgruppe gaben 6 bis 13 % der Befragten an, dass das Produkt eine viel zu kurze Zeit funktioniert hat und 11 bis 24 % hätten eine längere Benutzungszeit erwartet. Jedoch waren auch 7 bis 18 % überrascht, wie lange das Gerät gehalten hat und rund 50 % gaben an, dass sie mit der Lebensdauer des Gerätes zufrieden waren oder dass es an der Zeit war das Gerät zu ersetzen.

Eine lange Nutzung von Elektro- und Elektronikgeräten ist aus ökologischen Gesichtspunkten unabdingbar. Für Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräte zeigt die Studie, dass die langlebigen Produkte umweltfreundlicher und ressourcenschonender sind, weil sie den zusätzlichen Herstellungsaufwand für neue Produkte vermeiden.

Die in der o.g. Studie empfohlenen Strategien nehmen vor allem die Hersteller und die Politik in die Pflicht, die Transparenz bezüglich der zu erwartenden Produktlebensdauer zu erhöhen sowie Mindesthaltbarkeits- und Qualitätsanforderungen an die Produkte, Bauteile und Komponenten vorzugeben und die Rahmenbedingungen für Reparaturen zu verbessern. Auf der anderen Seite sind aber auch Verbraucherinnen und Verbraucher aufgefordert, die Produkte im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes so lange wie möglich zu nutzen.

Im Zusammenhang mit dem Phänomen der Obsoleszenz, im Sinne einer verkürzten Produktlebens- oder -nutzungsdauer, werden zunehmend auch rechtliche Lösungsansätze diskutiert. Der Beitrag zeigt die rechtliche Ausgangslage und Herausforderungen in der rechtlichen Instrumentierung auf. Daneben werden beispielhaft rechtliche Instrumente zur Stärkung der Lebens- und Nutzungsdauer vorgestellt, die im Rahmen eines weiteren im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Forschungsvorhabens (Schlacke et al. 2015) erarbeitet wurden. Ein zentraler Vorschlag ist dabei die Einführung einer Herstellergarantieaussagepflicht. Hersteller sollen danach verpflichtet werden, eine Aussage über die Lebensdauer des Produktes zu machen und für diese einzustehen.

Quellen:

Prakash, Siddharth; Dehoust, Günther; Gsell, Martin; Schleicher, Tobias; Stamminger, Rainer (2016): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“, UBA-Texte 11/2016, Dessau-Roßlau.

Schlacke, Sabine; Alt, Marina; Tonner, Klaus; Gawel, Erik; Bretschneider, Wolfgang (2015): Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, UBA-Texte 72/2015, Dessau-Roßlau.

Workshop 3: Lithiumbatterien – ein Damoklesschwert?

Kontakt: **Rita Barros**, Bundesamt für Umwelt, Schweiz
Moderation: **Prof. Dr. Vera Susanne Rotter**, TU Berlin
Impulsvorträge: **Dr. Christian Hagelüken**, Umicore AG & Co KG, Hanau
Rolf Widmer, EMPA/ CARE

Kurzbeschreibung

Die stetig steigende Nachfrage nach leistungsstarken elektrischen und elektronischen Geräten in Bereichen wie z.B. Mobilität, Kommunikation und Infrastruktur bedingt einen verstärkten Einsatz von effizienten Energiespeichersystemen wie z.B. Lithium-Ionen Batterien (LIB) und Akkus. Die momentane Verfügbarkeit von Lithium als Rohstoff bestärkt diese Entwicklung weiter. Jedoch können LIB sicherheitstechnisch problematisch werden, zunächst bei unsachgemäßer Verwendung aber auch bei der Sammlung und Behandlung von ausgedienten LIB. Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft, bietet das Recycling von LIB vielfältige Möglichkeiten, da neben Lithium auch weitere Metalle wie z.B. Kobalt, Kupfer, oder Nickel aus LIB zurückgewonnen und stofflich verwertet werden können. Dem ökonomisch und ökologisch sinnvollen Recycling von LIB stehen allerdings noch einige Herausforderungen gegenüber. Ziel des Workshops soll es sein, die genannten Faktoren zu diskutieren und einen fach- und länderübergreifenden Meinungs- und Erfahrungsaustausch anzuregen.

Hintergrund und Problemstellung

Mit dem zunehmenden Einsatz von leistungsstarken elektrischen und elektronischen Geräten steigt gleichermaßen der Einsatz von effizienten Energiespeichersystemen. Dabei stehen Lithium-Ionen Batterien (LIB) und Akkus im Vordergrund, da diese im Vergleich zum anderen Batterietypen eine sehr hohe Energie- und Leistungsdichte aufweisen. Zudem weisen LIB eine lange Lebensdauer auf. Diese Eigenschaften tragen zu einem stark wachsenden Markt bei und sind gekoppelt mit einer zunehmenden Anzahl von Anwendungen (E-Mobility, E-Bikes, Photovoltaik-Industrie, Smartphones, Tablets, etc.).

LIB sind bei der Sammlung und Behandlung aus sicherheitstechnischer Sicht insofern problematisch, als dass die Batterien beschädigt werden können und ein Selbstentzündungsrisiko gegeben ist. Hinzu kommt vor allem im Hobbybereich ein noch vergrößertes Gefährdungspotential: Oft werden hier LIB unsachgemäß zusammen gekoppelt und dabei die Gefahr eines Kurzschlusses mit folgendem Brand gesteigert. Die Selbstentzündungsgefahr ist bei der Sammlung und dem Transport beträchtlich

Werden defekte oder nicht mehr verwendete elektronische Geräte dem Elektronikschrott zugeführt, gelangen die LIB bei der Aufbereitung für das Recycling zusammen mit den elektronischen Geräten in der Regel zuerst in eine mechanische Zerkleinerung. Eine vorherige Trennung der LIB von den Geräten erfolgt meist nicht, da die Batterien oftmals fest in den Geräten verbaut oder vom Gerät umschlossen sind und daher vorgängig nicht entfernt werden bzw. am Sammelpunkt nicht entfernt werden dürfen. Auch hier ist die Gefahr eines Kurzschlusses mit folgendem Brand gegeben. Auch auf den Transport wirkt sich die

Separierung von LIB von Elektroaltgeräten aus, da den unterschiedlichen Transportregelungen (ADR) Rechnung getragen werden müssen.

Im Hinblick auf die Schließung von Kreisläufen, ist eine wertstoffliche Verwertung der Li-Batterien anzustreben, da LIB neben Lithium auch andere Wertstoffe wie Kobalt, Kupfer, Aluminium, Nickel, Mangan, Zinn, Eisen, Graphit etc. enthalten. Diese Wertstoffe beeinflussen die ökonomischen und ökologischen Aspekte der stofflichen Verwertung der Li-Batterien. Allerdings ist die Wertschöpfung beim Recycling von Li-Akkus in der Regel nicht gegeben.

Ziele des Workshops

Der Erfolg einer separaten Sammlung und stoffliche Verwertung von LIB hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. der rohstoffliche Verfügbarkeit von Lithium, Sicherheitsaspekten im Umgang mit LIB, die zukünftige Entwicklung des Einsatzes und der Verwendung von LIB sowie die allgemeinen Herausforderungen und Möglichkeiten eines Recyclings von LIB. Im Rahmen dieses Workshops sollen diese Faktoren von den teilnehmenden Personen diskutiert werden und ein fach- und länderübergreifenden Meinungs- und Erfahrungsaustausch angeregt werden.

Kernfragen

1. Lithium als Rohstoff: Ist die gegenwärtige und zukünftige Versorgung gesichert?
2. Sicherheitsaspekte im Umgang mit LIB: Welche Risiken gibt es?
3. Einsatz und Verwendung von LIB: Welche Entwicklung ist in Zukunft zu erwarten?
4. Recycling von LIB: Welche Herausforderungen und Möglichkeiten gibt es?

Impulsvortrag

Recycling von Lithium-Ionen Batterien

Dr. Christian Hagelüken & Frank Treffer, Umicore AG & Co KG, Hanau

Lithium-Ionen Batterien (LIB) haben im letzten Jahrzehnt den Markt für portable Elektronik und Werkzeuge durchdrungen und fallen bereits heute in großer Zahl in Elektroaltgeräten an. Ein weiterer signifikanter Sprung in ihrer Massenanzahl wird die Elektromobilität sein, wo leistungsfähige LIB eine Schlüsselrolle spielen. Je nach Anwendungen und deren spezifischen Anforderungsprofilen existieren damit schon heute eine große Bandbreite unterschiedlicher Batterietypen mit verschiedensten Designs, Größen und unterschiedlichster chemischer Zusammensetzung. Es muss davon ausgegangen werden, dass mit Markthochlauf der Elektromobilität diese Variabilität noch weiter zunehmen wird. In den meisten Lithium-Ionen-Batterietypen sind die Metalle Kobalt, Nickel und Lithium ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Systems, und die Nachfrage nach diesen Metallen wird sich zukünftig weiter erheblich ausweiten, wobei auch noch weitere Metalle hinzukommen werden.

Für die zukünftige Versorgungssicherheit dieser Metalle kommt neben dem Zugang zu Primärmaterial dem Recycling eine wachsende Bedeutung zu. Dabei müssen folgende Randbedingungen erfüllt werden:

- Hohe effektive Rückgewinnungsraten der Metalle in Bezug auf einen direkt wieder einsatzfähigen, marktgängigen Metallrohstoff.
- Umweltgerechte und energieeffiziente Recyclingverfahren entlang der Kette, bei denen Emissionen schädlicher Substanzen in Luft, Wasser und Boden vermieden werden.
- Hohe Sicherheit beim Umgang mit den Batteriesystemen und Recyclingmaterialien, vor allem in Bezug auf elektrische Restladungen und gefährliche Stoffe in den Elektrolyten - auch bei beschädigten Einheiten.

Moderne Recyclingverfahren, die diesen unabdingbaren Basisanforderungen entsprechen, müssen zugleich kosteneffizient sein. Hierfür sind economies of scale entscheidend, d.h. es muss gelingen im industriellen Maßstab mit großen Volumenströmen umzugehen und dabei möglichst flexibel auf die schon bestehenden und noch zu erwartenden unterschiedlichen Batterietypen und chemischen Zusammensetzung in Kathoden- und Anodenmaterial reagieren zu können.

Umicore hat bereits im Jahr 2011 in Hoboken bei Antwerpen eine energieeffiziente industrielle Recyclinganlage mit einer Kapazität von 7000 t/a in Betrieb genommen, die in einem kombinierten pyrometallurgischen und hydrometallurgischen Verfahren Kobalt, Nickel und Kupfer aus unterschiedlichsten LIB-Typen sowie aus Nickel-Metallhydrid Batterien zurückgewinnt. In Hanau betreibt das Unternehmen zusätzlich eine moderne Demontageanlage für Großbatteriesysteme aus mobilen und stationären Anwendungen. Als einer der weltweit führenden Hersteller von Kathodenmaterial ist Umicore damit in der Lage, diese Metalle in geschlossenen Kreisläufen für die Produktion von neuen Batteriezellen wieder einzusetzen.

Impulsvortrag

Second Life Lithiumbatterien

Rolf Widmer, EMPA/ CARE

Lithiumbatterien (LIB) haben in den letzten 25 Jahren in vielen Anwendungen andere Sekundärbatterien (wieder aufladbare Batterien) verdrängt oder einen Batteriebetrieb überhaupt erst ermöglicht. Die LIB sind zum vielversprechendsten Energiespeicher für die Elektromobilität aufgestiegen, wo sie mit der gleichen Funktionsweise und Zusammensetzung wie in einem Smartphone ein Tausendfaches an Energie und Leistung bereitstellen.

Wie bei jeder neuen Technologie ist noch vieles in Entwicklung, Lösungen nicht ausgereift und die Kosten noch nicht minimiert. Bei LIB stellen sich neben den großen Fragen, wie die Verfügbarkeit von Lithium und der Möglichkeit es in geschlossenen Kreisläufen zu nutzen, auch ganz Praktische: könnten LIB mehrmals, d.h. kaskadiert genutzt werden? Im ersten Lebensabschnitt würden sie ein Auto versorgen und sich dabei im normalen Betrieb abnutzen bis sie spezifizierte Grenzwerte unterschreiten und für diesen Betrieb nicht mehr taugen. D.h. jedoch nicht, dass sie für weniger anspruchsvolle Anwendungen nicht weiterhin genutzt werden können. z.B. als Pufferspeicher im Netz entweder um Verbrauchsspitzen zu kappen und / oder als Ergänzung zu einem Stromgenerator, der eine intermittierende erneuerbare Energiequelle nutzt. Diese Zweitnutzung, oder Second Life, weckt zur Zeit viele Hoffnungen, ließen sich doch dadurch die LIB-Kosten sowohl für die Erst- als auch Zweitanwendung senken. Und dies könnte zumindest in der Einführungsphase dieser Speichertechnologie ihre Verbreitung beschleunigen. Es gibt jedoch noch viele ungelöste oder gar unbekannte Probleme. z.B. ist der Alterungsprozess bei LIB noch nicht gänzlich verstanden. Es gibt das Phänomen der plötzlichen Degradation, wo völlig unauffällige Batteriezellen unterhalb einer gewissen Restkapazität sehr rasch altern und unbrauchbar werden. Dies ist natürlich für eine Second Life Anwendung inakzeptable. Da dieses Versagen jedoch eher selten auftritt und Zuversicht herrscht, solche Zellen frühzeitig zu erkennen und auszumustern, sind die meisten Autobauer dabei, Geschäftsmodelle zu entwickeln, welche den Einsatz gebrauchter Traktionsbatterien zu ermöglichen.

Workshop 4: Ameisenlogistik – Edel- und Sondermetalle aus Abfallströmen intelligent lenken

Kontakt/Moderation: **Christiane Schnepel**, Umweltbundesamt, Deutschland

Impulsvortrag: **Prof. Dr. Stefan Salhofer**, Universität für Bodenkultur Wien, Österreich

Kurzbeschreibung

Die leistungsfähige Industrie Deutschlands, Österreichs und der Schweiz ist in hohem Maße von **Rohstoffimporten abhängig**. Neben den klassischen Industriemetallen, wie Eisen/Stahl und Aluminium nehmen Edel- und Sondermetalle wie Palladium, Indium, Tantal, Neodym oder weitere Seltene Erden eine immer wichtigere Rolle für die Funktionalität moderner Produkte und für Zukunftstechnologien ein. Die Versorgungssituation ist unsicher, die Vorkommen sind endlich und Abbau und Gewinnung sind oft problematisch für Mensch und Umwelt. Dem Recycling kommt deshalb besondere Bedeutung zu. In der Praxis geht es hierbei neben der Aufgabe, Techniken und Kapazitäten zur Rückgewinnung der Rohstoffe aus relevanten Abfallströmen bereitzustellen, besonders auch um eine optimierte **Zusammenführung dieser Abfallströme** aus verschiedenen Branchen, um ausreichende Mengen und geeignete Maßnahmen für ein wirtschaftliches Recycling zu generieren. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bündelung sind eine gute Vernetzung der betroffenen Branchen im Zusammenspiel mit einer effizienten Erfassung unter Einsatz neuartiger Informations- und Logistikkonzepte und eines **intelligenten Materialstrommanagements**.

Ziel des Workshops ist die Suche nach potenziellen Hemmnissen und Lösungen bezüglich einer **Bündelung dezentral in unterschiedlichen Branchen anfallender Abfälle** mit ähnlicher Zusammensetzung an wirtschaftsstrategischen und umweltrelevanten Metallen (z.B. IT-Geräte, Pedelecs, Windenergieanlagen, Katalysatoren, Altfahrzeuge usw.). Erst durch ihre Bündelung können die Abfallströme Mengen erreichen, die die ökonomische Anreizsituation für ein Recycling verbessern sowie Anreize für Innovationen in Recyclingtechnologien setzen können.

Hintergrund und Problemstellung

Viele aktuelle Forschungs- und Studienergebnisse zur Rückgewinnung von Edel- und Sondermetallen kommen zu dem Ergebnis, dass diese Rohstoffe in oft sehr geringen Mengen in verschiedensten Produkten und Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Die Rückgewinnung ist aufgrund der dissipativen Verteilung oft sehr kosten- und energieintensiv. So werden keine ausreichenden Mengen generiert, die eine Investition in entsprechende Rückgewinnungsanlagen anreizen könnten. Doch wie im „Henne-Ei-Problem“ fehlt der Recyclingindustrie der Anreiz in eine Metall-Rückgewinnungsanlage zu investieren, solange die Entsorgungswirtschaft nicht genügend Abfälle als Input bereitstellen, und umgekehrt fehlt der Entsorgungsindustrie die Motivation, edel- und sondermetallhaltige Abfallströme gezielt zu separieren, solange keine Rückgewinnungsanlagen diese nachfragen. Dieses Phänomen zeigt sich z.B. bei der Rückgewinnung von Neodym aus Permanentmagnetanwendungen.

Eine Kreislaufführung von Edel- und Sondermetallen soll die Umwelt entlasten und kann dabei die Importabhängigkeit reduzieren. In den letzten Jahren haben diverse Forschungsvorhaben im deutschsprachigen Raum durch Potenzial- und Stoffstromanalysen zu Edel- und Sondermetallen in

Abfallströmen die nötige Datenbasis geschaffen sowie die Recyclingtechniken durch Verfahrensentwicklungen und -bewertungen vorangebracht.

Auf Basis dieser Erkenntnisse geht es in dem Workshop um Optimierungsszenarien zur Zusammenführung von edel- und sondermetallhaltigen Abfällen und die Einspeisung in vorhandene und künftige Verwertungstechnologien.

Hemmnisse bei der Bündelung von Abfällen mit ähnlicher Zusammensetzung bestehen unter anderem aufgrund der fehlenden Vernetzung unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche und der oft festgefahrenen Strukturen in Bezug auf Abfallströme, Interessensgruppen und Handelsbeziehungen. Zur Überwindung sind neue Wege und Netzwerke notwendig, um eine wirtschaftliche Verwertung vieler dezentral und in marginalen Mengen anfallender Edel- und Sondermetalle in Abfällen wie Elektroaltgeräten, Altfahrzeugen, Katalysatoren, Windenergieanlagen u.a. zu initiieren.

Die ökonomische und ökologische Vorteilhaftigkeit der Rückgewinnung wird maßgeblich durch die Effizienz der zum Einsatz kommenden Entsorgungsketten und technischen Verfahren beeinflusst. Diese lässt sich durch Bündelung und Vernetzung unter Anwendung innovativer Erfassungssysteme steigern.

Ein weiteres Hemmnis für eine hohe Recyclingeffizienz stellen Informationsdefizite insbesondere bei komplexen Produkten und solchen mit veränderlicher Zusammensetzung dar. Anzustreben ist daher die Optimierung der Informationsweitergabe zwischen Produzenten, Konsumenten und Entsorgern insbesondere über die anfallenden Abfälle und ihre Wertstoffinhalte.

Beispielsweise würde nach Einschätzung des Forschungsinstituts Edelmetalle und Metallchemie (FEM) eine Menge von 100 t neodymhaltiger Magneten aus Abfällen ausreichen, um die Rückgewinnung von Neodym aus Magneten wirtschaftlich betreiben zu können. Solch eine Menge kann in Deutschland mittelfristig nur erreicht werden, wenn die wichtigsten neodymhaltigen Abfallströme zusammengeführt werden. Neodymhaltige Abfälle in relevanten Mengen sind beispielsweise zu erwarten aus so heterogenen Anfallbereichen wie Haushalte (Festplatten und Elektrofahrräder), Industrie (Industriemotoren) sowie langlebigen großvolumigen Anlagen wie Windenergieanlagen oder Raumklimaanlagen. Aus dieser heterogenen Aufzählung wird die Herausforderung der Bündelung erkennbar.

Dass die Bündelung edel- und sondermetallhaltiger Abfälle wirtschaftliche Chancen bietet, haben in letzter Zeit mehrere vernetzende Aktivitäten von wirtschaftlichen Betrieben und Interessensgruppen bewiesen. Über diese Chancen soll im Workshop diskutiert werden. Darüber hinaus soll auch der Bedarf diskutiert werden, die rechtlichen Rahmenbedingungen anzupassen, um Anreize für eine verbesserte branchenübergreifende Erfassung von edel- und sondermetallhaltigen Abfallströmen zu schaffen und damit relevante Inputs für derzeitige und zukünftige Recyclinganlagen zu generieren.

Ziel des Workshops

Ziel des Workshops ist die Identifizierung von Strategien und Lösungen zur Bündelung **dezentral anfallender edel- und sondermetallhaltiger Abfälle**. Erst durch deren Zusammenführung können die Abfälle jene Mengenschwelle erreichen, die die ökonomische Anreizsituation für die Investition in Behandlungs- und Recyclinganlagen verbessern sowie Anreize für Innovationen setzen können.

Während das absolute Mengenpotenzial entscheidend für eine Investitionsentscheidung in Behandlungs- und Recyclinganlagen ist, wird die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit des Recyclings in besonderem **Maße durch die Gestaltung der Abhol- und Transportprozesse** bestimmt.

Die Logistiksysteme, die für Massenabfallströme etabliert sind, funktionieren hierbei für Abfälle mit geringkonzentrierten strategischen Metallen nicht. Hier sind eher qualitativ **neuartige Logistikkonzepte** und ein **intelligentes Materialstrommanagement** gefragt um zwischen Betrieben aus Abfallerzeugung, -aufbereitung und -rückgewinnung Netzwerke aufzubauen. Strukturiert sollen an materialbezogenen Stoffströmen verschiedene Lösungsstrategien diskutiert werden. Dazu gehören Poolingsysteme, Zwischenlagerung, Technologieentwicklung, Innovationsicherheit und Logistikoptimierung.

Neben den technischen Lösungen wird auf **Kommunikation** gesetzt, um die Vernetzung von Betrieben aus Abfallerzeugung, Abfalllogistik und Abfallverwertung zu ermöglichen.

Kernfragen

1. „Plenum“ - Hemmnisse: Was sind im Allgemeinen Treiber und Hemmnisse der Bündelung dezentraler Abfallströme?
2. „AG 1“ – Rechtlicher Rahmen: Welche Rahmenbedingungen existieren bzw. müssen geschaffen werden um einen Wandel vom ‚Abfallstrom-orientierten‘ Recycling hin zu einem ‚Stoffstrom-orientierten‘ Recycling anzustoßen?
3. „AG 2“ – Vernetzung: Welche Chancen bestehen bereits derzeit (ohne rechtliche Änderungen) für eine branchenübergreifende Vernetzung zur Bündelung ähnlicher edel- und sondermetallhaltiger Abfallströme, um relevante Mengen zu generieren? Wie können diese Aktivitäten initiiert werden? Welche Abfallströme eignen sich zum Bündeln (Elektroaltgeräte, Altfahrzeuge, Windkraftanlagen, Industriekatalysatoren, o.ä.)?
4. „AG 3“ – Informationsflüsse: Welcher Informations- und Steuerungsbedarf besteht in der Recyclingwirtschaft zu Edel- und Sondermetallhaltigen Abfallströmen? Wie können die Informationsflüsse, das Materialflussmanagement und die Logistik etabliert und durch IT-Unterstützung effizient gestaltet werden?

Impulsvortrag

Edel- und Sondermetalle in Abfallströmen - was wissen wir über Gehalte und Verluste?

Prof. Dr. Stefan Salhofer, Universität für Bodenkultur Wien, Österreich

Edel- und Sondermetalle finden wir in einer Vielzahl von Produkten, typischerweise in komplexen, häufig mit Elektronik ausgestatteten Produkten oder Industrieanwendungen. Beispielhaft wird hier auf Fahrzeuge und Elektroaltgeräte sowie Windkraftanlagen eingegangen.

Bei **Altfahrzeugen** sind Elektromotoren (Magnetmaterial), Batterien (Lithium, Kobalt) und Leistungselektronik (Edelmetalle, Indium ...) als relevante Bauteile zu nennen. Bei hochwertigen Komponenten aus Altfahrzeugen kann die Demontage und Verwertung teilweise wirtschaftlich sein, Beispiele dafür sind Motor- und Getriebesteuerung, Infotainment und Lambdasonde (O.R.K.A.M., 2014). Hindernisse zur Steigerung der

Rückgewinnung sind der Mangel an Informationen zur gezielten Lokalisierung wertstoffreicher Komponenten bei Verwertern, sowie der Verlust durch Verbringung von Altfahrzeugen ins Ausland.

Bei den **Elektroaltgeräten** sind Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik aufgrund ihres höheren Gehalts an Edelmetallen und Seltenen Erden relevant. Von besonderer Bedeutung sind hier (neben anderen Bauteilen) Leiterplatten sowie Leuchtstaub aus Gasentladungslampen und CRT-Bildschirmen. Hindernisse sind der teilweise geringe Erfassungsgrad dieser Geräte und die bestehenden Verwertungstechnologien, die zwar Schadstoffentfrachtung (durch Demontage) und Rückgewinnung von Massenmetallen wie Eisen, Aluminium und Kupfer durch mechanische Aufbereitung umsetzen, die spezifischen Bauteile mit relevanten Konzentrationen an Kritischen Ressourcen können damit jedoch nicht erreicht werden.

Edel- und Sondermetalle finden sich in einer Vielzahl **weiterer Anwendungen** wie Industriekatalysatoren, Spezialgläser incl. Photovoltaik, Batterien, LEDs, Elektrofahrräder, Windkraftanlagen. Für die meisten Anwendungen liegen Abschätzungen zu den Gehalten bzw. derzeitigen Verlusten vor (ReStra, 2015). Hindernisse für die Rückgewinnung bestehen (neben dem teils geringen Gehalt) in einem Informationsmangel, es gibt derzeit kein Inventar für diese Materialien. Eine Umfrage bei Windkraftbetreibern in Österreich (Luidold et al., 2013) ergab beispielsweise, dass es keine genauere Kenntnis darüber gibt, an welchen Standorten getriebelose Windkraftanlagen im Einsatz sind und bisher auch keine Vorkehrungen zur Rückgewinnung nach Ende der Nutzungsdauer getroffen wurden. Als weiteres Hemmnis ist der Mangel an geeigneter Logistik zu nennen, um die teils in kleineren Mengen oder räumlich verstreut vorliegenden Altprodukte zu erfassen.

Als **Lösungsansätze** werden diskutiert: Maßnahmen zur Förderung der Akkumulation größerer Mengen um Verwertungsverfahren wirtschaftlich betreibbar zu machen, rechtliche Maßnahmen, um Entsorger zu verpflichten, bestimmte Geräte oder Bauteile getrennt zu halten, Maßnahmen zur Verbesserung der Logistik sowie die Motivation der Bürger zur getrennten Abgabe von relevanten Produkten.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass ressourcenrelevante Regelungen, häufig im Bereich der Abfallwirtschaft angesiedelt, heute überwiegend unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit gesehen werden. Die Vereinbarkeit von Marktmechanismen und strategischer Planung mit dem Ziel, kritische Ressourcen verstärkt in Europa rückzugewinnen wird in Frage gestellt.

Quellen:

Luidold S. et al., Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich BMVIT 2013

ReStra (Recyclingpotential strategische Metalle). Forschungsplan des BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2015

O.R.K.A.M. Optimierung der Separation von Bauteilen und Materialien aus Altfahrzeugen zur Rückgewinnung kritischer Metalle, 2014

Workshop 5: Faserverbundkunststoffe – Möglichkeiten und Hemmnisse des Ökodesigns und des Recyclings

- Kontakt: **Dr. Hubert Reisinger**, Umweltbundesamt, Österreich
- Moderation: **Dr. Joachim Wuttke**, Umweltbundesamt, Deutschland
- Impulsvortrag: **Dr. Siegfried Kreibe**, bifa Umweltinstitut GmbH
- Diskutierende: **Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski**, Department Kunststofftechnik, Montanuniversität Leoben
Tim Rademacker, CFK Valley Stade Recycling GmbH & Co. KG; carboNXT GmbH
Maxime Roux, Institut für Kunststofftechnik, Fachhochschule Nordwestschweiz
Dr. Silke Stüsgen, Toho Tenax Europe GmbH
Dr. Siegfried Kreibe, bifa Umweltinstitut GmbH

Kurzbeschreibung

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften wie der hohen Formgebungsfreiheit oder der hohen spezifischen Festigkeiten und Steifigkeiten erfahren Faserverbundkunststoffe eine immer breitere Anwendung. Werkstoffe, bei denen Glasfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet werden (GFK), besitzen die höchste Mengenrelevanz unter den Faserkunststoffen. Für carbon- oder kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) wird eine Vervierfachung des globalen Bedarfs für den Zeitraum von 2012 bis 2020 prognostiziert. Die Entwicklung von Produkten aus CFK und das Recycling der CFK-Materialien stellen besondere Anforderungen an Ökodesign und Abfallwirtschaft. Die hohe Funktions- und Materialintegration in Leichtbauanwendungen bedingt intensive Materialverbunde und komplexe Aufbauten. Die Vielfalt der CFK-Abfälle erschwert ihr Recycling. Die Herausforderungen für das Ökodesign liegen in der Verringerung des Energieaufwandes bei der Herstellung, in der Verringerung der Verschnittmengen und in der Erzielung eines Design-for-Recycling. Beim CFK-Recycling können die Verfahren zur Freilegung und Aufbereitung der Fasern, zur hochwertigen Verwertung der enthaltenen Kunststoffe und zum Erhalt der Faserlängen verbessert werden.

Ziele des Workshops sind:

- sich über neueste Forschungsergebnisse und Entwicklungen bezüglich des Designs von Faserverbundkunststoffen und der Rezyklierbarkeit von CFK und GFK auszutauschen
- die Anwendung und Entwicklungsmöglichkeiten innovativer Recyclingtechnologien auszuloten
- möglicher Einsatz- und Anwendungsgebiete des Rezyklats zu diskutieren und Optimierungsmöglichkeiten bei der Material- und Energieeffizienz zu erarbeiten.

Weiterhin soll geklärt werden, ob und wie sich Rahmenbedingungen verändern müssen, um die stoffliche Verwertung der Faserverbundkunststoffe zu verbessern.

Hintergrund und Problemstellung

Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) – auch kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe – sind Leichtbauwerkstoffe, welche zur Anwendung kommen, wenn bei Bauteilen und Produkten geringes Gewicht und gleichzeitig hohe Festigkeit gefordert sind. Für den Zeitraum von 2012 bis 2020 wird eine Vervierfachung des globalen Bedarfes prognostiziert. Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) finden vor allem Verwendung in Verkleidungen und Anwendungen, für die gute Formbarkeit und große Gestaltungsfreiheit erforderlich sind. Bei beiden Materialien handelt es sich um Verbundstoffe aus einem Fasermaterial (Carbon- bzw. Glasfasern) und einem Kunststoff (wie z.B. Polyesterharz (UP), Epoxidharz, Polyamid), die die Fasern umschließt. Formteile, die aus carbon- bzw. glasfaserverstärkten Kunststoffen aufgebaut sind, werden vermehrt in Fahr- und Flugzeugen, in Windturbinen, im Baubereich und in Sportgeräten aber auch in vielen anderen Produkten eingesetzt.

Ein Nachteil der CFK- und GFK-Technologie ist der hohe Materialverlust bei der Produktherstellung. Bei den heute üblichen Verfahren entsteht ein hoher Verschnitt von durchschnittlich circa 30% an CFK- bzw. GFK-Materialien.

Die heutige hohe Funktions- und Materialintegration in Leichtbauanwendungen bedingt intensive Materialverbunde und komplexe Aufbauten (Sandwich). Die hohe Komplexität der CFK-/GFK-Materialien erschweren das Recycling der CFK-/GFK-Abfälle aus der Produktion und nach der Nutzung.

Im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft, stellt sich die Frage, was nach der Nutzung der CFK-/GFK-Produkte mit den CFK-/GFK-Materialien geschehen soll. Für verarbeitende und herstellende Betriebe von kunststoffverstärkten Bauteilen ist es daher wichtig, auf entsprechende Lösungen zur Wiedernutzung der Werkstoffe verweisen zu können.

Bei den glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) gibt es aktuell kein Verfahren, das die stoffliche Verwertung von Glasfasern ermöglicht. Auch bei der Behandlung von GFK-Abfällen wurden Gesundheitsrisiken identifiziert, welche die Entwicklung geeigneter Recyclingtechnologien erschweren. Beim Schleifen von GFK-Teilen (wie auch bei CFK-Teilen) werden beispielsweise Faserstäube in atembare Form mit gefährlichen Eigenschaften freigesetzt. Eine gesundheitliche Gefährdung durch kanzerogenes Potenzial liegt nach WHO vor allem dann vor, wenn die Fasern einen Durchmesser kleiner 3 µm, eine Länge größer 5 µm und ein Verhältnis von Länge zu Durchmesser größer 3 besitzen. Ein Verfahren, bei dem GFK in Zementwerken zugemischt wird und als Energieträger (Harz) und Minerallieferant (Glas) dient, ist das einzige verfügbare Verwertungsverfahren für GFK-Abfälle. Es wird zurzeit aber nicht (mehr) umgesetzt. Da Glasfasern sehr preiswert hergestellt werden können, werden GFK in weitaus größeren Mengen eingesetzt als CFK; das Recycling ist aber ungleich weniger attraktiv. Bei der thermische Verwertung von GFK tritt das gleiche Problem wie bei der thermischen Behandlung von CFK auf; sie kann zur Verstopfung der AbluftreinigungsfILTER kommen.

Der strategische Ansatz zur Bewirtschaftung von GFK-Abfällen muss auch auf Grund mangelnder Recyclingoptionen auf dem Schwerpunkt der Materialeffizienz und Abfallvermeidung (z.B. Vermeidung von Verschnitt bei der Herstellung durch besseres Design) liegen. Erste Forschungsprojekte wie z.B. r+Impuls gehen in diese Richtung.

Da bei der Herstellung von Carbonfasern deutlich mehr Energie eingesetzt werden muss als bei der Produktion von Glasfasern, besitzt auch ihr hochwertiges Recycling einen höheren ökologischen und ökonomischen Stellenwert. Die Herausforderungen beim CFK-Recycling liegen dabei insbesondere in der

Freilegung und Aufbereitung der Fasern, im möglichst weitgehenden Erhalt der Faserlänge sowie der Fasereigenschaften (Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe) und in der Rückgewinnung der enthaltenen Kunststoffe (z.B. Epoxidharze). Die Gewinnung von Kurzfasern durch thermisch-stoffliches Recycling (katalytische Pyrolyse, Umkehrvergasung), chemisches Recycling (Zersetzung der Matrix mittels chemischer Aufspaltung der Verbindungen) sowie durch werkstoffliches Recycling (Zerkleinerung, Abtrennung des Mahlgutes und Einsatz als Füllstoff) wird bereits praktiziert. Hochwertiges Faserrecycling bedeutet aber den Erhalt der ursprünglichen Faserlängen.

Für die Entwicklung entsprechender Recyclingstrategien und -technologien müssen folgende CFK-Abfälle getrennt betrachtet werden:

- unbehandelte Fasergelege/Gewerbeabfälle aus dem Verschnitt, die noch nicht geharzt und ausgehärtet sind;
- Faserabfälle aus End-of-Life-Produkten (nach der Nutzungsphase) mit duroplastischer Matrix (Epoxid), die ausgehärtet sind, und
- Solche die eine thermoplastische Matrix besitzen.

Die Bestrebungen, Abfälle aus CFK zu vermeiden bzw. die Recyclingquote von CFK zu erhöhen, haben auch den Grund, dass bei der thermischen Verwertung von CFK (z.B. durch Verbrennung, Pyrolyse oder Verwertung im Hochofen) Probleme auftreten können. Einerseits kann die Verbrennung von faserverstärkten Kunststoffen zu einer Verstopfung der Abluftreinigungsfiler führen. Andererseits wird vermutet, dass Carbonfasern unter Sauerstoffeinfluss ab einer Temperatur von 650°C lungen-gängige Teilchen bilden, die nach Einatmung – ähnlich wie bei Asbestfasern – das Lungenkrebsrisiko erhöhen. In der Verarbeitung dieser Materialien herrschen deshalb hohe Sicherheitsstandards.

Das Recycling von CFK ist in Deutschland, in Österreich und in der Schweiz bereits Thema mehrere Forschungsprojekte und Entwicklungsinitiativen. In der deutschen Spitzencluster-Initiative MAICarbon erforschen sechs Unternehmen und zwei Institute den Recyclingkreislauf von Carbon-fasern ‚Vom Verschnitt zur Wiederverwertung‘ an Hand einer Vielzahl von Projekten. Weitere Forschungsinitiativen laufen an der ETH Zürich, am Hightech Zentrum Aargau (CH), beim bifa-Umweltinstitut, an der Universität Clausthal und an der Technischen Universität München, am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie, bei RecyclingTechnologies Bayern (DE), bei der Upper Austrian Research GmbH und beim Kunststoff-Cluster (AT). Auch Recyclingstandorte für CFK sind bereits umgesetzt, in Deutschland z.B. das CFK-Valley Stade.

Darüber hinaus wird untersucht, inwiefern Carbon- oder Glasfaserkunststoffe ersetzt werden können. In Anwendungen, bei denen es nicht auf hohe Schlagzähigkeit ankommt, können die Carbon- oder Glasfasern z.B., durch Naturfasern wie Flachs oder Hanf ersetzt werden. Die naturfaserverstärkten Kunststoffe werden zunehmend bei der Innenverkleidung von Fahrzeugen verwendet. Sie sind aber in puncto Leichtbaupotenzial, Festigkeit und Steifigkeit den CFK unterlegen. Deshalb ist die Substituierbarkeit von CFK durch naturfaserverstärkte Kunststoffe aus heutiger Sicht nur punktuell möglich.

Neben den Themen Design, Abfallvermeidung, Recycling und Materialersatz, spielt bei der Entwicklung und dem Einsatz faserverstärkter Kunststoffe auch das Thema Energieeffizienz eine große Rolle, da bisher zu ihrer Herstellung – insbesondere für CF - ein hoher Energieeinsatz erforderlich ist.

Ziel des Workshops ist es, sich über neueste Forschungsergebnisse und Entwicklungen bezüglich

- des Designs von CFK- und GFK-Produkten,
- der Vermeidung und der Rezyklierbarkeit von CFK- und GFK-Abfällen
- der Anwendung möglicher Recyclingtechnologien und
- der möglichen Einsatz- und Anwendungsgebiete des Rezyklats

auszutauschen sowie auszuloten ob und wie sich die Rahmenbedingungen verändern müssen, um ein besseres Produkt-Design und eine vermehrte Kreislaufschließung zu erzielen.

Kernfragen

1. Wodurch können Material- und Energieeffizienz der Erzeugung von CFK- und GFK-Produkten erhöht werden? Wie lassen sich Verluste und Verschnitt während der Produktion verringern?
2. Unter welchen Voraussetzungen sind CF- und GF nachhaltig rezyklierbar? Bedarf es Maßnahmen, um Gesundheits- und Umweltauswirkungen während der Behandlung dieser Kunststoffe zu minimieren?
3. Welche Anwendungsmöglichkeiten bestehen für rezyklierte CF- und GF?
4. Durch welche Rahmenbedingungen kann die Rezyklierbarkeit der faserverstärkten Kunststoffe gefördert werden? Welche Instrumente und Maßnahmen müssen ergriffen werden, um den Einsatz der Faserrezyklate zu erhöhen? Welche Instrumente und Maßnahmen müssen ergriffen werden, um die Matrixkunststoffe einer hochwertigen Verwertung zuzuführen?

Impulsvortrag

Faserverbundkunststoffe: stark im Produkt - Herausforderung für das Recycling

Dr. Siegfried Kreibe, bifa Umweltinstitut GmbH

In Deutschland werden jährlich ca. 0,2 Mio. t glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) produziert. Die Menge an kohlenfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) liegt weltweit erst bei ca. 0,1 Mio. t pro Jahr. Insbesondere die bei geringer Dichte sehr hohe Zugfestigkeit der Carbonfasern führt jedoch zu kontinuierlichem Mengenwachstum. Wichtigste Einsatzbereiche für GFK sind Bau und Fahrzeugbau; für CFK sind es Luftfahrt, Fahrzeugbau und Windenergie. Vor allem im Leichtbau können CFK zur Ressourcenschonung beitragen: Gewichtseinsparung reduziert den Treibstoffverbrauch über die gesamte Betriebsphase z.B. eines Pkw. Die Herstellung von Carbonfasern ist aber sehr energieaufwändig. Nicht immer ist sicher, ob die Treibstoffeinsparung diesen Energieaufwand kompensiert. Zur Verbesserung der Energiebilanz kann neben der Reduzierung von Verschnittmengen und einer materialgerechten Konstruktion vor allem die CFK-Verwertung beitragen. Energetische Verwertung nutzt allerdings nur den Heizwert der Fasern und der Kunststoffmatrix, der weitaus größere Aufwand zur Herstellung der Carbonfasern geht hingegen vollständig verloren.

Das einfachste Recyclingverfahren ist das Feinmahlen der CFK und ihr Einsatz in neuen Produkten. Hierdurch werden die Fasereigenschaften aber nur sehr eingeschränkt genutzt. Im Falle thermoplastischer, also schmelzbarer Matrixkunststoffe können CFK mitsamt der Matrix erneut verarbeitet werden. Dieser Ansatz ist wegen des geringen Anteils thermoplastbasierter CFK derzeit noch wenig bedeutend. Der wohl

erfolgsversprechendste Weg ist die die bereits großtechnisch realisierte Freilegung, also Trennung der Carbonfasern von den Matrixkunststoffen. Die Festigkeitseigenschaften der so gewonnenen Fasern liegen nahe bei denen von Neuware. Die Recyclingfasern sind aber keine Endlosfasern und sie haben keine einheitliche Faserlänge. Sie benötigen daher meist andere Verarbeitungsverfahren als Neuware, die als Endlosfaser von der Spule gezogen werden kann. Eine weitere Herausforderung sind Schwankungen der CFK-Abfalleigenschaften. Hier kann aber konsequente Steuerung und Qualitätssicherung der Input-Materialien Abhilfe schaffen. Probleme bereitet auch die wachsende Komplexität der Produkte, die CFK immer häufiger im engen und kaum mehr trennbaren Verbund mit Werkstoffen wie Metallen, Holz oder auch Glasfasern enthalten.

Zur Verarbeitung freigelegter Carbonfasern stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. So können sie als Kurzfasern mit thermoplastischen Kunststoffen im Spritzguss- oder Extrusionsverfahren verarbeitet werden. Sie können zu Wirtvliesen oder auch zu Vliesen mit ausgerichteten Fasern verarbeitet und mit Matrixkunststoffen getränkt werden. Mit Verfahren der Papierverarbeitung können Carbonpapiere erzeugt werden. Einige Verfahren haben noch mit größeren verfahrensbedingten Qualitätsschwankungen zu kämpfen, andere erreichen schon eine recht hohe Prozessstabilität. Im technischen Bereich besteht durchaus noch Entwicklungsbedarf, grundsätzlich stehen die Werkzeuge für das CFK-Recycling aber bereit. Dennoch stehen gibt es aktuell keine hinreichend aufnahmefähigen Recyclingpfade. Gegenüber Recyclingware bestehen noch starke Vorbehalte. Vor allem handelt es sich um ein im Grunde neues Material, mit dem sich Anwender erst einmal vertraut machen müssten. Die derzeit wichtigste und zugleich schwierigste Aufgabe ist daher der Aufbau aufnahmefähiger Märkte für Recyclingfasern. Zentrale Fragen sind dabei: Wie bringt man die Anforderungen der Produktentwickler mit den Angeboten der Recycler zusammen? Wie werden wirtschaftlichen Risiken in der Marktentwicklungsphase geteilt? Und: Wie kann die gesamte Wertschöpfungskette für den Aufbau von Recyclingkreisläufen gewonnen werden?

Block 4 Ressourcenschonung – Perspektiven und Strategien aus Politik und Zivilgesellschaft

EU waste legislation and the functioning of waste markets in the EU

Peter Wessman, EU COM, DG Environment, Waste Management & Recycling

According to EU policy and legislation, waste which cannot be prevented shall be used as a resource and not thrown away. The Commission's proposed Circular Economy package includes tools and instruments to put this into practice. To implement the EU waste hierarchy, key elements include measures to prevent waste including food waste and to promote re-use; as well as ambitious, quantitative recycling and landfill reduction targets. In particular, a binding landfill target to reduce landfill to a maximum of 10% of all waste by 2030 and a ban on landfilling of separately collected waste. A framework for monitoring progress of the circular economy will be developed, including a set of indicators to be published in connection with the Commission's reporting on the UN's Sustainable Development Goals.

The proposal is also attached to a number of specific actions such as stepping up the enforcement of the EU waste shipment regulation and measures to facilitate waste shipments across the EU, see further documents COM(2015)594-595 and 614.

Under EU legislation, waste for recovery and recycling shall move freely within the EU's internal market to the most appropriate facilities that can guarantee environmentally sound management of the waste. Any restrictions to this free movement must be justified based on environmental and specific grounds mentioned in the EU waste shipment regulation 1013/2006/EC. Waste for recovery and recycling destined to other Member States cannot, for example, be prohibited based on applying the proximity and self-sufficiency principles. The basic idea is that waste should be able to be recovered and recycled in environmentally sound facilities located also in other Member States.

Environmental safeguards are laid down in the EU waste shipment regulation, including requirements to ensure that waste is managed in an environmentally sound manner, e.g. Article 49. The waste shipment regulation was revised and strengthened in 2014 to give additional powers to national inspectors to require documentary evidence from companies showing compliance with the regulation, e.g. as regards environmentally sound management of the waste to be shipped. In addition, as from 1 January 2017, Member States shall ensure that inspection plans are established based on risk assessments covering specific waste streams and sources of illegal shipments and considering, if available and where appropriate, intelligence-based data such as data on investigations by police and customs authorities and analysis of criminal activities (Article 50.2a of the EU waste shipment regulation).

Illegal shipments of waste, both within the EU and to non-EU countries, which often result in both environmentally unsound and economically sub-optimal treatment, create barriers to higher recycling rates. The revised waste shipment regulation intends to facilitate the detection of these illegal shipments. A study carried out for the Commission is currently examining cases where requirements in waste shipment legislation or their application in practice cause barriers to recycling. The study will propose recommendations to improve the situation and will be published on the Commission's website.

OECD Aktivitäten im Bereich Ressourcenproduktivität und Abfallmanagement

Peter Börkey, OECD Environment Directorate

While global use of material resources continues to grow in line with global GDP, there are signs of decoupling of material consumption from economic growth in OECD countries, and an improvement in resource productivity. OECD economies today generate almost 30% more economic value with one tonne of raw materials than they did in 2000. The trend of decoupling of material consumption from economic growth has also continued since 2008, even though much of it is linked to the slowing demand for materials as a result of the financial and economic crisis.

Improving resource productivity is of increasing importance to many governments. Since 2008, an increasing number of countries have included resource productivity as a central objective in their green growth or sustainable development strategies or environmental plans, often in combination with energy efficiency. Many countries have established plans on sustainable production and consumption, integrated waste and materials management, including the 3Rs or circular economy approaches, stewardship programmes for materials and natural resources, and green public procurement policies.

The countries that achieved absolute decoupling before 2008 used a range of policies to further the sustainable management of materials and to promote the 3Rs. A generally positive trend can be observed for municipal waste, i.e. per capita municipal waste decreased by almost 4% over the past ten years in the OECD, and efforts to treat waste as a resource have started to pay off. Recycling rates (i.e., the share of materials recovered from waste) have been increasing for a large range of important materials. The use of economic instruments to encourage SMM has also expanded, often in conjunction with waste management policies (e.g. landfill taxes, extended producer responsibility and incineration taxes). Other instruments in place include legally binding targets and performance standards, as well as voluntary initiatives, and information-based instruments, including product labelling.

However, the more comprehensive policy approaches have not readily resulted in effective implementation. Many OECD Members report that implementation is hampered by the broad scope of resource productivity issues that requires the involvement of many economic actors in different sectors and in different locations in the supply, use and disposal chain. Only a few countries have effective mechanisms to support policy coordination and coherence.

OECD is seeking to actively support its member countries in their efforts to strengthen resource efficiency policies. Two examples of currently ongoing work will be presented:

- In an effort that began in 2014, OECD has been conducting analysis and stakeholder consultations to update the 2001 OECD guidance for extended producer responsibility in light of new experience accumulated over the past 15 years. The updated guidance focuses on EPR governance, competition issues, opportunities to strengthen design for environment incentives and the role of the informal sector in developing countries.
- Work has also focused on assessing material criticality in the OECD region and projecting how this may change in the future. Materials are defined as critical when they have significant supply risks and are important inputs to key economic sectors. By identifying the potential contribution that recycling policies can make to reduce material criticality, the work suggests a strategic approach to recycling policies.

Future OECD work (2017-18) is expected to support governments that aim to achieve a transition towards a circular economy and focus more strongly on policies that are relevant to the first two of the 3Rs, ie reduce and reuse. This may include work on waste prevention, new business models for the circular economy, plastics, as well as the macro-economic effects of the circular economy.

Verbraucherinnen und Verbraucher für den Ressourcenschutz gewinnen

Friederike Farsen, Verbraucherzentrale NRW

Energie einsparen, klimafreundlich unterwegs sein, auf regionale, faire und biologisch erzeugte Lebensmittel achten.....und nun auch noch beim Kauf eines neuen Smartphones unsere Ressourcen schützen. Auf was sollen Verbraucher/innen denn noch alles achten? Verhaltensforscher gehen davon aus, dass Verbraucher/innen täglich ungefähr 200 Entscheidungen treffen (Kenning 2014). Immer neue Produkte, Materialien und Wirkstoffe fordern die Verbraucher/innen beständig aufs Neue heraus, für sich und die Umwelt die beste Entscheidung zu treffen.

Zudem ärgern sich Verbraucher/innen über Ressourcenverschwendung, weil sich die Reparatur elektrischer oder elektronischer Geräte nicht lohnt. Schon vor 20 Jahren waren lokale „Reparaturführer“ der Verbraucherzentrale NRW ein Renner. Heute genießen Repair-Cafés großen Zulauf.

Einprägsame Botschaften, einfache Handlungsoptionen, verbraucherfreundliche Strukturen

Seit 30 Jahren setzt sich die Verbraucherzentrale NRW für Abfallvermeidung und Ressourcenschutz ein. Lokale Umweltberater/innen in 16 Städten und zwei Kreisen in NRW gehen aktiv auf Verbraucher/innen zu, motivieren mit kreativen Aktionen für ein umweltfreundliches Konsumverhalten und setzen sich für verbraucherfreundliche Angebote im Handel vor Ort ein. Sie arbeiten langfristig an diesen Themen und sind gut mit Kooperationspartnern vernetzt.

Infoschau „Elektroschrott ist Gold wert“. An den Beispielen Gold und Kupfer wird in Schatztruhen der „Lebensweg“ dieser Rohstoffe gezeigt (vom Gestein – zum Produkt – zum Abfall – zum neuen Produkt). Außerdem „erzählen“ Notebook, Handy und Wasserkocher ihre „Rohstoffgeschichte“. Begleitet wird dies von wenigen, aber prägnanten Hintergrundinformationen zu den Umwelt- und sozialen Auswirkungen bei der Rohstoffgewinnung und Ideen, was Verbraucher tun können (u.a. Nutzung lokaler Recyclingangebote) oder die Umweltberater/innen initiieren mit Kooperationspartnern verbraucherfreundliche Sammelstellen für Elektroaltgeräte, wenn diese fehlen. <http://www.verbraucherzentrale.nrw/elektroschrott>

Bildungsangebote: Erleben lassen, Emotionen wecken, Handeln anstoßen

Die Verbraucherzentrale NRW will insbesondere Jugendliche und junge Erwachsene frühzeitig für das Thema Ressourcenschutz sensibilisieren und zu einer kritischen Auseinandersetzung anregen.

Werkstatt R - Ressourcenstorys gesucht

„Welche Verbindung gibt es zwischen dem Leben eines 19-jährigen Auszubildenden in Deutschland mit dem einer gleichaltrigen chinesischen Fabrikarbeiterin?“, „Was muss ich beachten, wenn ich ressourcenschonende Elektrogeräte für meine Firma beschaffen soll?“ - Fragen wie diese machen Jugendlichen, die an dem Bildungsangebot teilnehmen, „nachempfindbar“ deutlich, dass unser Konsum in einer globalisierten Welt direkte Auswirkungen auf die Lebenswelt von Gleichaltrigen in weit entfernten Ländern hat. Über die Methode **Stand up** denken sich die Teilnehmenden in verschiedene Situationen und Charaktere hinein und bekommen durch den Perspektivwechsel eine andere Sicht auf Alltagsgeräte wie Handys, Smartphones, Laptops und Tablets.

Im Anschluss werden die Botschaften der Stand ups sowie die eigenen Erfahrungen mit der Methode **Digital Storytelling** verarbeitet. In Kleingruppenarbeit findet (erstaunlich schnell und intensiv, so die bisherigen Erfahrungen) eine Reflexion und Ausarbeitung in Form einer persönlichen digitalen Geschichte statt.

<http://www.verbraucherzentrale.nrw/werkstatt-r--ressourcenstorys-gesucht> (mit Video)

Weitere Angebote: <http://www.verbraucherzentrale.nrw/bildungsangebot-zum-thema-ressourcenschutz-1>

Auszeichnung „Ressourcenschulen“

Was in den Bildungsangeboten vermittelt wird, soll sich auch im Schulalltag wiederfinden. Mit dem bundesweiten Projekt möchte die Verbraucherzentrale NRW deshalb Schulen ermuntern, ressourcenschützende Aktivitäten in ihren Schulalltag zu integrieren und gleichzeitig sichtbar zu machen. Im März 2016 wurde in Berlin die erste Schule ausgezeichnet. <http://www.verbraucherzentrale.nrw/ressourcenschulen>

Gibt es keine oder zu aufwändige Handlungsoptionen, setzt sich die Verbraucherzentrale NRW landes- und bundesweit bei Anbietern, aber auch auf verbraucherpolitischer Ebene für die Interessen der Verbraucher/innen ein (siehe z.B. Positionspapier Ressourcenschutz), denn **„Die nachhaltige Option muss die einfache Option sein!“** (Klaus Müller, Vorstand vzbv). Ansonsten führen Informations- und Bildungsangebote nicht zum gewünschten ressourcenschonenden Verhalten.

Weiterführende Informationen und Angebote zum Thema Ressourcenschutz auf der Internetseite der Verbraucherzentrale NRW: www.verbraucherzentrale.nrw

Referenten

Prof. Dr. Helmut Antrekowitsch

Prof. Dr. Helmut Antrekowitsch leitet den Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie an der Montanuniversität Leoben. Schwerpunkte seiner Tätigkeit sind das Recycling und die Primärmetallurgie sowie die Werkstofftechnik von Nichteisenmetallen. Neben dem Studiengang Nichteisenmetallurgie leitet er ebenfalls die neue Studienrichtung Recyclingtechnik, welche sich intensiv mit den Themenbereichen entlang des Werkschöpfungskreislaufes der Materialien beschäftigt.

(Bild © Prof. Dr. Antrekowitsch)



Peter Börkey

Peter Börkey arbeitet seit über 20 Jahren an internationalen und lokalen umweltpolitischen Themen. Er ist seit mehr als 15 Jahren für die OECD tätig, und hat sich in dieser Zeit in erster Linie mit Wasser Ressourcen Management, Wirtschaft und Umwelt sowie Infrastrukturfinanzierung beschäftigt. Seit einigen Jahren leitet er den Bereich Abfallwirtschaft und Ressourcenproduktivität der OECD.

Zuvor hat Herr Börkey die Zusammenarbeit der OECD mit Ländern in Osteuropa, Zentralasien und im Kaukasus im Bereich der Wasserwirtschaft, sowie ein OECD-weites Wasserprogramm das sich mit der Finanzierung der Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen in Entwicklungsländern befasste, geleitet.

Vor seiner Tätigkeit bei der OECD, arbeitete Herr Börkey als Berater für Umweltökonomische Fragen. Herr Börkey ist Diplom Wirtschaftsingenieur der Technischen Universität Berlin und hat einen Wirtschaftswissenschaftlichen Abschluss von der Universität Grenoble in Frankreich.

(Bild © Peter Börkey)



Prof. Dr. Tobias Brönneke

Professor für Wirtschaftsrecht an der Hochschule Pforzheim. Studium an der Georg-August-Universität Göttingen und der Universidad Complutense Madrid. Danach insbesondere Rechtsreferent und Justitiar der Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände (Rechtsvorgänger des heutigen Verbraucherzentrale Bundesverbandes). Zahlreiche Veröffentlichungen zum Umwelt- und Verbraucherschutzrechts, u.a. in: Tobias Brönneke/Andrea Wechsler (Hg.), Obsoleszenz interdisziplinär, Baden-Baden 2015. Mitherausgeber der Zeitschrift „Verbraucher und Recht“. Mitglied des Koordinierungsgremiums des Netzwerks Verbraucherschutz, der Verbraucherkommission Baden-Württemberg.

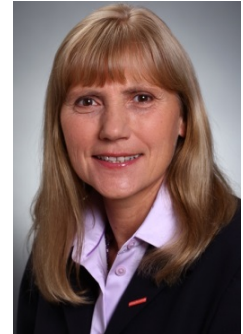
(Bild © Hochschule Pforzheim)



Friederike Farsen

Friederike Farsen ist seit 1988 Mitarbeiterin der Verbraucherzentrale NRW, Bereich Umwelt und Ernährung mit dem Arbeitsschwerpunkt Abfall und Ressourcenschutz. Ihre Tätigkeit umfasst die Konzeption und Koordination von öffentlichkeitswirksamen Aktionen, Beratungsangeboten für Verbraucher/innen und Bildungseinheiten für Kitas, Grund- und weiterführende Schulen sowie Entwicklung von Materialien für die Öffentlichkeitsarbeit für die landesweit tätigen 19 Umweltberater/innen der Verbraucherzentrale NRW. Desweiteren vertritt sie Verbraucherinteressen gegenüber Anbietern und politischen Entscheidungsträgern.

(Bild © Friederike Farsen)



Patrik Geisselhardt

Patrik Geisselhardt ist Geschäftsführer von Swiss Recycling. Er ist seit rund 20 Jahren in der Recycling-Landschaft tätig, früher bei PET-Recycling Schweiz und während 10 Jahren mit eigener Firma in der ganzen Retro-Distributions-Logistik. Zu seiner betriebswirtschaftlichen Basis kommt ein Nachdiplomstudium Umweltingenieur dazu. Swiss Recycling ist die Non-Profit-Dachorganisation der Schweizer Recycling-Systeme und steht für optimierte Separatsammlung und sinnvolle stoffliche Verwertung.

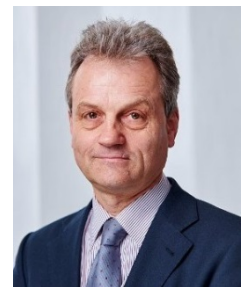
(Bild © Patrik Geisselhardt)



Dr. Christian Hagelüken

Christian Hagelüken leitet bei Umicore seit 2011 die Abteilung EU Government Affairs. Zuvor war er verantwortlich für Geschäftsentwicklung und Marketing bei Umicore Precious Metals Refining und bekleidete verschiedene Managementpositionen im Unternehmensbereich Edelmetalle der Degussa AG. Er verfügt über langjährige Erfahrung im Recycling und Ressourcenmanagement von (Edel-) Metallen und ist Autor zahlreicher Fachpublikationen und Konferenzbeiträge. Er vertritt Umicore in relevanten Verbänden, Arbeitsgruppen und Forschungskooperationen.

(Bild © Christian Hagelüken)



Prof. Dr. Renate Hübner

Ass.-Prof. Mag. Dr., geboren 1963 in Baden/Zürich. Studien: Wirtschaftspädagogik an der Wirtschaftsuniversität Wien, Lehramt Leibeserziehung sowie Sportwissenschaften/Sportmanagement an der Universität Wien. Promotion im Fach Technologie und Warenwirtschaftslehre (WU Wien). Berufserfahrungen als Handelslehrerin in der Schweiz, als Koordinatorin von EDV-Projektleitern in der Versicherungswirtschaft und als selbständige Beraterin im Bereich Organisationsentwicklung; ab 1991 Projektleiterin im Verein Austria Recycling, 1998 gemeinsam mit Kollegen Management-buy-out des Forschungs- und Beratungsbereichs, gewerberechtliche Geschäftsführerin der ARECon GmbH; Beratungs- und Forschungsprojekte sowie Publikationen mit zunehmender Spezialisierung auf: „closed loops“ und Redistributionslogistik als Beitrag zur Ressourcenschonung, die Ökologisierung von Produkten und Konsum sowie Strategien der Nachhaltigkeit.



Seit 2005 Assistenzprofessorin an der Universität Klagenfurt, Abteilung Produktions-, Logistik- und Umweltmanagement, seit 2006 am Institut für Interventionsforschung und Kulturelle Nachhaltigkeit, seit 1.1.2015 Leitung des Kompetenzfeldes Kulturelle Nachhaltigkeit am Institut für Organisationsentwicklung, Gruppendynamik und Interventionsforschung.

(Bild © Dr. Renate Hübner)

Michael Hügi

Michael Hügi ist diplomierter Mineraloge und arbeitet im Umweltbereich seit 1994. Nach Tätigkeiten in der Privatindustrie im Bereich Erdwärmenutzung, Altlastenuntersuchungen, Sicherheits- und Risikoanalysen bei Gefahrguttransporten ist er seit 1999 am Bundesamt für Umwelt in Bern im Bereich der Abfallwirtschaft tätig. Als stellvertretender Sektionschef der Sektion Abfallbewirtschaftung befasst er sich primär mit der Entsorgung von Siedlungsabfällen, insbesondere einerseits mit der Koordination der Abfallverbrennung und Rückgewinnung von Wertstoffen aus den Verbrennungsrückständen, andererseits mit dem Ausbau und der Optimierung der stofflichen Verwertung von Abfällen.

(Bild © Michael Hügi)



Anett Jacob

Anett Jacob arbeitet als Juristin im Fachgebiet „Rechtswissenschaftliche Umweltfragen“ des Umweltbundesamtes (D). Schwerpunkte ihrer Tätigkeit sind Rechtsfragen zum nachhaltigen Konsum und die Weiterentwicklung eines Ressourcenschutzrechts. Zuvor hat sie sich als Mitarbeiterin im Fachgebiet „Kommunale Abfallwirtschaft, Gefährliche Abfälle, Anlaufstelle Basler Übereinkommen“ mit abfallrechtlichen Fragestellungen befasst.

Sie studierte Rechtswissenschaften mit dem Schwerpunkt Umweltrecht und Deutsch-Französisches Recht an der Humboldt-Universität zu Berlin. Während des Referendariats arbeitete sie für die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin und im Legal Team des Ecologic Instituts.

(Bild © Anett Jacob)



Dr. Siegfried Kreibe

Siegfried Kreibe ist stellvertretender Geschäftsführer der bifa Umweltinstitut GmbH. Er hat eine Vielzahl an nationalen und internationalen Projekten geleitet und bearbeitet. Einer seiner Arbeitsschwerpunkte ist die Abfallwirtschaft, insbesondere die ökologische und ökonomische Prozessanalyse und -optimierung sowie die Entwicklung mechanischer Aufbereitungsprozesse. Ein zweiter Schwerpunkt sind Strategieberatung und Prozessmoderation für Unternehmen, Wirtschaftsverbände und Behörden.

(Bild © Dr. Siegfried Kreibe)



Prof. Dr. Reinhold W. Lang

Reinhold W. Lang ist Professor an der Johannes Kepler Universität Linz (A) und leitet das Institut für Polymeric Materials and Testing (IPMT). Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf den Gebieten „Mechanik von Kunst- und Verbundwerkstoffen“ und „Polymerwerkstoffe für Technologien einer Nachhaltigen Entwicklung“. Im Bereich der kooperativen Forschung hat er in den letzten zwölf Jahren als federführender Antragsteller von Großkonsortien etwa 65 Mio. Euro als Drittmittel akquiriert. Gegenwärtig leitet er u.a. die österreichische Forschungsplattform *SoIPol* zum Thema Kunststoffinnovationen für die Solartechnik.



(Bild © Prof. Dr. Reinhold W. Lang)

Matthias Neitsch

Matthias Neitsch, geboren 1962, studierte Geschichte und PPP an der Uni Wien und Social Management an der Donau-Uni Krems. In den 80ern engagierte er sich als Aktivist in der Ökologiebewegung, seit 1990 arbeitete er als kommunaler Umwelt und Abfallberater mit Schwerpunkt Abfallvermeidung für einen regionalen Abfallwirtschaftsverband und später für eine Stadtgemeinde, als Verkaufsmanager für Abfallsammeltechnologie für ein privates Unternehmen und als Projektmanager für zwei Umwelt-NGOs und zwei sozialwirtschaftliche Unternehmen. Seine derzeitige Hauptaktivität besteht im Vorantreiben der Etablierung regionaler Re-Use- und Reparaturnetzwerke in Österreich und im Lobbying und Netzwerken für Re-Use und andere nachhaltige Lebensstilmodelle.



(Bild © Matthias Neitsch)

Dr. Ines Oehme

Dr. Ines Oehme ist Mitarbeiterin des Umweltbundesamtes im Fachgebiet III 1.3 – Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Ihr Arbeitsgebiet umfasst strategische Aspekte und Instrumente des produktbezogenen Umweltschutzes. Sie ist für die Koordination der fachlichen Arbeit zur Ökodesign-Richtlinie und zur Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie im Umweltbundesamt zuständig und beschäftigt sich in diesem Zusammenhang speziell mit Fragen des Ressourcenschutzes und der Produktlebensdauer.

Sie studierte an der Bergakademie Freiberg Chemie und promovierte an der Karl-Franzens-Universität Graz. Vor ihrer Tätigkeit am Umweltbundesamt arbeitete sie über zehn Jahre zu Themen des produktbezogenen Umweltschutzes am Interuniversitären Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (Graz, Österreich).



(Bild © Dr. Ines Oehme)

Rüdiger Oetjen-Dehne

Rüdiger Oetjen-Dehne ist Inhaber und Geschäftsführer des 1988 gegründeten Planungs- und Beratungsbüros Umwelt- und Energie-Consult GmbH (u.e.c. Berlin), das auf abfallwirtschaftliche Themen spezialisiert ist. Schwerpunkt seiner Forschungs- und Beratungstätigkeit sind Ansätze zur Optimierung der Nutzung von Sekundärrohstoffen (Kunststoffe, Metalle, mineralische Abfälle, Bioabfälle aus Haushalten und Gewerbe). Er berät Bundes- und Länderministerien, das Umweltbundesamt, Landesbehörden sowie kommunale und private Unternehmen.

(Bild © Rüdiger Oetjen-Dehne)



Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. F. J. Radermacher

Professor für „Datenbanken und Künstliche Intelligenz“ an der Universität Ulm, gleichzeitig Vorstand des Forschungsinstituts für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung/n (FAW/n) Ulm, Präsident des Senats der Wirtschaft e. V., Bonn, Vizepräsident des Ökosozialen Forum Europa, Wien sowie Mitglied des Club of Rome. Er studierte Mathematik und Wirtschaftswissenschaften (RWTH Aachen, Universität Karlsruhe), Habilitation in Mathematik an der RWTH Aachen 1982. Seine Forschungsschwerpunkte sind u. a. globale Problemstellungen, lernende Organisationen, Umgang mit Risiken, Fragen der Verantwortung von Personen und Systemen, umweltverträgliche Mobilität, nachhaltige Entwicklung, Überbevölkerungsproblematik, Welternährung, Klima und Energie, Regulierung des Weltfinanzsystems.

Ausgezeichnet wurde er u. a. durch den Planetary Consciousness Award des Club of Budapest, den Preis für Zukunftsforschung des Landes Salzburg (Robert-Jungk-Preis), den Karl-Werner-Kieffer-Preis, den „Integrations-Preis“ der Apfelbaum Stiftung und den Umweltpreis „Goldener Baum“ der Stiftung für Ökologie und Demokratie e.V. 2013 Fellow der World Academy of Art & Science (WAAS). Seit 01.07.2013 Vorstand der Rotarian Action Group for Population & Development (RFPD). 2013 Verleihung der Ehrendoktorwürde der International Hellenic University, Thessaloniki.

(Bild © Prof. Dr. mult. Franz Radermacher)



Maxime Roux

Maxime Roux ist Werkstoffingenieur mit einem starken Interesse an Kunststoffen und Verbundwerkstoffen. Er forschte am Institut für Kunststofftechnik an der Fachhochschule Nordwestschweiz (in Windisch, Schweiz). Er beteiligte sich besonders an der Entwicklung und der Verbesserung des Recyclings von CFK (Carbonfaserverstärkten Kunststoffen) für das EU-Projekt Clean Sky JTI (Eco-design).

(Bild © Maxime Roux)



Prof. Dr. Ralf Schledjewski

Ralf Schledjewski ist Inhaber des Lehrstuhls für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen an der Montanuniversität Leoben. Außerdem ist er Leiter des Christian Doppler Labors für Hocheffiziente Composite Verarbeitung. Schwerpunkte seiner mehr als 20-jährigen Forschungstätigkeit sind die ganzheitliche Prozessentwicklung zur Herstellung von kontinuierlich faserverstärkten Kunststoffen. Er ist als Gutachter, u.a. auch für die Europäische Kommission, tätig, engagiert sich persönlich in Netzwerkaktivitäten, z.B. Österreichische Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik und Carbon Composites, und ist Editor des Journals *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science*.



(Bild © Prof. Dr. Ralf Schledjewski)

Tobias Schleicher

Tobias Schleicher ist seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Öko-Institut e.V. im Bereich Produkte & Stoffströme. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt auf Politikinstrumenten für Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Produkten. Zuletzt war er unter anderem an der Erstellung der Studie „Strategien gegen Obsoleszenz“ im Auftrag des Umweltbundesamtes beteiligt.



(Bild © Tobias Schleicher)

Dr. Jens Soentgen

Geboren 1967 in Bensberg, studierte ursprünglich Chemie (Staatsexamen 1994), promovierte aber in Philosophie, mit einer Arbeit über den Stoffbegriff (1996). Lehraufträge führten ihn anschließend an verschiedene Universitäten in der Bundesrepublik. Zweimal war er in Brasilien als Gastdozent für Philosophie tätig (UFG, Goiânia 1999-2000; PUCRS, Porto Alegre, 2001-2002). Nach Tätigkeit als selbständiger Journalist und Autor in Frankfurt am Main ist Soentgen seit 2002 wissenschaftlicher Leiter des Wissenschaftszentrums Umwelt der Universität Augsburg. Habilitation 2015 (in Philosophie). Jens Soentgen hat zahlreiche Projekte in der interdisziplinären Umweltforschung initiiert und geleitet, darunter Projekte zum Phänomen der Klimaskepsis, zur Rolle des Nichtwissens in der Wissenschaft, sowie im Themengebiet Umwelt und Gesundheit. Diese Projekte wurden von verschiedenen Drittmittelgebern gefördert.



Gemeinsam mit einem interdisziplinären Team konzipierte und realisierte er die Ausstellungen *Staub – Spiegel der Umwelt* (www.staubausstellung.de) und *CO2 – Ein Stoff und seine Geschichte* (www.co2-story.de), sowie *Grüner Klee und Dynamit – Der Stickstoff und das Leben* (www.stickstoffausstellung.de), die in zahlreichen Museen sowie auf Messen im In- und Ausland gezeigt wurden und werden. Jens Soentgen ist Mitherausgeber der Zeitschrift *Gaia – Ökologische Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft* und gibt im oekom-Verlag gemeinsam mit dem Chemiker Armin Reller die Reihe *Stoffgeschichten* heraus (inzwischen 9 Bände, von denen mehrere auch ins Englische u.a. übersetzt wurden). Seine wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Werke wurden mehrfach ausgezeichnet.

(Bild © Dr. Jens Soentgen)

Prof. Dr. Stefan Salhofer

Stefan Salhofer ist Leiter des Instituts für Abfallwirtschaft an der Universität für Bodenkultur Wien. Seit mehr als 20 Jahren in der abfallwirtschaftlichen Forschung und Lehre tätig führt er mit seinem Team zahlreiche Forschungsprojekte zu den Themen Abfalllogistik, Recycling und Lebenszyklusanalysen durch. Einen Schwerpunkt stellen Projekte zum Umgang mit Elektroaltgeräten in Asien, Afrika und Lateinamerika dar.

(Bild © Prof. Dr. Stefan Salhofer)



Dr. Silke Stüsgen

Silke Stüsgen ist promovierte Physikochemikerin und seit 13 Jahren in dem Bereich R&D des Kohlenstofffaserherstellers Toho Tenax beschäftigt. Sie leitet hier die Abteilung Faserentwicklung. Ein Themenschwerpunkt ihrer Arbeit ist die CF-Produktentwicklungen für Luftfahrt-, Automobil-, Marine- und Industrieanwendungen, wie z. B. die Funktionalisierung von Kohlenstofffasern für die Tenax® Net Shape Preform-Technologie und Kohlenstofffasern für die neue Tenax® ThermoPlastic Produktfamilie. Außerdem nimmt sie eine führende Position in der Entwicklung von neuen Faserrohstoffen in internationalen Forschungsgruppen sowie von neuen Technologien der Kohlenstofffaserherstellung ein.

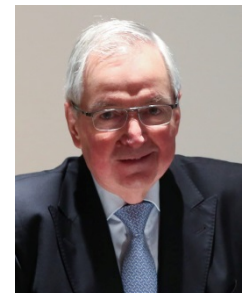
(Bild © Dr. Silke Stüsgen)



Prof. Dr. Klaus Töpfer

Professor Dr. Klaus Töpfer ist Gründungsdirektor (2009) und war bis 30.09.2015 Exekutivdirektor des Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam. Er war außerdem Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) in Nairobi und Unter-Generalsekretär der Vereinten Nationen (1998 - 2006). Er war von 1987 bis 1994 Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und von 1994 bis 1998 Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.

(Bild © BMUB/Sascha Hilgers)



Peter Wessman

Peter Wessman is currently legal officer and team leader responsible for international issues and waste shipments at the European Commission, Directorate-General for the Environment, Unit for Waste Management & Recycling. He is also member of the United Nation's expert group developing and implementing a global framework for the environmentally sound management of waste. Previously Peter Wessman was legal officer at the European Commission's Directorate-Generals for Competition (1991-1992), Internal Market (1995-1999), Environment (1999-current). Associate lawyer with Swedish and international law firms (1992-1995).

(Bild © Peter Wessman)



Rolf Widmer

Rolf Widmer schloss sein Studium als dipl. El. Ing (MSc ETH EE) sowie sein Nachdiplomstudium NADEL (MAS) an der ETH in Zürich ab. Er forschte dort mehrere Jahre am Institut für Quantenelektronik an neuen Herstellungsprozessen für Halbleiterbauelemente. Heute arbeitet er am Technology & Society Lab der Empa, dem Materialforschungsinstitut des ETH Bereichs. Zurzeit leitet Rolf Widmer etliche Projekte im Bereich des Elektroschrott Managements und forscht in diesem Zusammenhang an geschlossenen Materialkreisläufen z.B. für seltene Metalle oder problematische Kunststoffe und Gläser. Dabei umfasst E-Schrott zunehmend auch eingebettete E-Geräte für die Elektromobilität, Energiesysteme und Bauten. Bevor er 2003 zur EMPA stiess, arbeitete er während 15 Jahren in Entwicklungsländern an Projekten zur ländlichen Elektrifizierung mit Kleinwasserkraft. Er war für die Forschung & Entwicklung von Kraftwerkleitsystemen in einer spezialisierten Schweizer Firma, die er mitbegründet hatte, verantwortlich. Rolf Widmer ist Autor von etlichen Publikationen und Büchern in all diesen Themen.

(Bild © Rolf Widmer)



Teilnehmerliste

Vorname	Nachname	Institution
Veronika	Abraham	bipro, D
Prof. Dr. Helmut	Antrekowitsch	Montanuniversität Leoben, A
Dr. Astrid	Arnberger	Montanuniversität Leoben, A
Andrea	Bärenthaler	BSI/WKO, A
Rita	Barros	Bundesamt für Umwelt BAFU, CH
Friedrich	Barth	GIZ, D
Meike	Baudis	Volkswagen AG, D
Dr. Ulrike	Baumgärtner	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), D
Linda	Bausch	GIZ, D
Dr. Jan	Berger	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Iris	Bettinger	Bayerisches Landesamt für Umwelt, D
Otto	Bischlager	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), D
Christian	Böckenholt	Universität Augsburg, D
Reinhold	Bocklet	Vizepräsident des Bayerischen Landtages, D
Britta	Bookhagen	Deutsche Rohstoffagentur in der BGR, D
Peter	Börkey	OECD, OECD
Christian	Broda	
Prof. Dr. Tobias	Brönneke	Hochschule Pforzheim, D
Dr. Lydia	Brooks	Gemeinde Gräfelfing, D
Dr. Frank	Brotzel	Akzo Nobel Deco GmbH, D
Dr. Ralf	Brüning	Dr Brüning Engineering, D
Marco	Buletti	BAFU, Schweiz, CH
Sven	Bürzle	Amt für Umwelt Liechtenstein, Liechtenstein
Christoph	Busch	AVG Ressourcen GmbH, D
Heinz	Buschmann	Ressourcen Management Agentur (RMA), A
Gabriele	Calo	Kapitel 21, D
Dr. Ina	Claus	"Unsere Erde", Naturschutzstiftung in Nackenheim, D
Nicole	Cvilak	AfB social & green IT, D
Christian	Dickenhorst	Leuphana Universität Lüneburg, D
Holger	Diehl	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, D
Stefan	Dierks	Tchibo GmbH, D

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Marie	Dollhofer	bipro, D
Teresa	Dorfner	Bayerische Staatsministerin für Umwelt und Verbraucherschutz, D
Joachim	Dreßen	Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, D
Dr. Anke	Dürkoop	Helmholtz Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, D
Philipp	Eisenmann	Messe München GmbH, D
Franz	Emmerig	Bayerisches Landesamt für Umwelt, D
Gerhard	Endemann	Wirtschaftsvereinigung Stahl, D
Dr. Bettina	Enderle	Kanzlei für Umwelt- und Planungsrecht, D
Alana	Enge	ALDI Süd, D
Erna	Etlinger-van der Veeren	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Martin	Eugster	Amt für Umwelt des Kantons Thurgau, CH
Matthias	Fabian	Umweltbundesamt Deutschland
Friederike	Farsen	Verbraucherzentrale NRW, D
Frank	Fellens	SuperDrecksKëscht, Luxemburg
Dr. Julia	Fendt	Universität Augsburg, D
Nathalie	Fickenscher	FHNW Life Science, Muttenz/Schweiz, D
Caroline	Fischer	Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung (ANU), Landesverband Bayern e.V., D
Dr. Thomas	Fischer	Wirtschaftskammer Österreich, Abteilung für Umwelt- und Energiepolitik, A
Prof. Dr. Sabine	Flamme	FH Münster, D
Anna	Florowski	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Dr. Gina	Fohrmann-Zeindl	WESSLING GmbH, D
Dr. Anna	Frey	Akademie für Technikwissenschaften, D
Silvia	Fritscher	
Roland	Fritz	Ludwig-Maximilians-Universität, D
Dr. Arnold	Fuchs	Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus, D
Andreas	Gassner	Technische Universität Wien, A
Martin	Geilhufe	BUND Naturschutz, D
Patrik	Geisselhardt	Swiss Recycling, CH
Elisabeth	Giehser	Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH, A

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Timothy	Glaz	Werner&Mertz GmbH, D
Dr. Ulrike M.	Grüter	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, D
Erich	Gungl	Land Steiermark, A
Christian	Haeser	Bundesverband Mineralische Rohstoffe e.V., D
Dr. Christian	Hagelüken	UMICORE, Belgien, Belgien
Dr. Evelyn	Hagenah	Umweltbundesamt Deutschland
Franz	Haidinger	Amt der Oö. Landesregierung, A
Margit	Hain	Leiden University, D
Prof. Dr. Peer	Haller	Technische Universität Dresden, D
Bernhard	Hammer	Bundesamt für Umwelt BAFU, CH
Dr. Claudia	Hauffe-Kloss	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, D
Fee	Heer	Umweltechnik BW, D
Rolf	Heimann	hessnatur Stiftung, D
Philip	Heldt	Verbraucherzentrale NRW, D
Katrin	Hennwald	Umweltbundesamt Deutschland
Dr. Michael	Henze	Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau, D
Elisabeth	Herbeck	Demontage und Recycling Zentrum Wien, A
Constanze	Herbertz	TBF+Partner AG, CH
Markus	Hertel	bifa Umweltinstitut GmbH, D
Christine	Hochholdinger	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Werner	Hochreiter	Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, A
Franz	Högl	Högl Kompost- und Recycling-GmbH, D
Christian	Holzer	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Wolfgang	Holzer	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Georgia	Hoppe-Sperl	Flughafen München GmbH, D
Prof. Dr. Renate	Hübner	Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, D
Michael	Hufnagel	Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen, D
Michael	Hügi	Bundesamt für Umwelt BAFU, CH
Anett	Jacob	Umweltbundesamt Deutschland
Dr. Andreas	Jacobi	Projekträger Jülich GmbH, D

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Dr. Peter	Jahns	EFA - Effizienz Agentur NRW, D
Silvia	Jakal	ProNovusSensus Beteiligungsgesellschaft mbH, D
Dietmar	Jakal	ProNovusSensus Beteiligungsgesellschaft mbH, D
Dr. Alexander	Janz	Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH, D
Dr. Alexander	Janz	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Dr. Susanne	Kadner	acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, D
Dr. Heino	Kamieth	
Bernd Dietmar	Kammerschen	Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt, D
Oliver	Kanz	Ulok Unternehmensberatung für Umwelt- und Logistikmanagement, D
Dr. Brigitte	Karigl	Umweltbundesamt Österreich
Dagmar	Keis-Lechner	
Sabine	Kepler	Dettendorfer Wertstoff GmbH & Co. KG, D
Dr. Martina	Kerkhoff	cyclos GmbH, D
Dr. Karl	Kienzl	Umweltbundesamt Österreich
Maximilian	King	bipro, D
Markus	Klein	Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG, D
Christian	Klimmer	Stadt Wasserburg a. Inn, D
Martin	Klingler	DAKA GmbH & Co KG, A
Julika	Knapp	Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Umwelttechnik, A
Martin	Kneisel	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (Baden-Württemberg), D
Regina	Kohlmeyer	Umweltbundesamt Deutschland
Martin	Köhler	Technische Universität Berlin, D
Christoph	Kolotzek	Universität Augsburg, D
Philipp	König	Stadt Fürth - Amt für Abfallwirtschaft, D
Florian	Kopp	Umwelttechnik BW, D
Sarah	Köster	ALDI Süd, D
Dr. Monika	Kratzer	Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, D
Susann	Krause	Umweltbundesamt Deutschland
Dr. Siegfried	Kreibe	bifa Umweltinstitut GmbH, D

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Dr. Beate	Kummer	Kummer Umweltkommunikation GmbH, D
Prof. Dr. Reinhold W.	Lang	Johannes Kepler University Linz, A
Eva	Langhein	Martin GmbH - Für Umwelt- und Energietechnik, D
Frank	Lechner	Industrie- und Handelskammer für Oberfranken Bayreuth, D
Solveig	Legler	TechProtect GmbH, D
Dr. Harry	Lehmann	Umweltbundesamt Deutschland
Petra	Lehner	UFH Holding GmbH, A
Sebastian	Lentz	DIN Deutsches Institut für Normung e.V., D
Prof. Volkmar	Liebig	Sustainability Intelligence, D
Dr. Stephan	Löhle	cyclos GmbH, D
Sonja	Löw	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Ariane	Lubberger	Universität Augsburg, D
Dr. Hermann	Mader	Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V., D
Thomas	Maier	ERA Elektro Recycling Austria GmbH, A
Markus	Meissner	pulswerk GmbH, A
Alexander	Meyer zum Felde	The Boston Consulting Group GmbH, D
Marion	Mitsch	UFH Holding GmbH, A
Michel	Monteil	Bundesamt für Umwelt BAFU, CH
Martin	Moser	Amt für Umwelt Kanton Solothurn, CH
Torsten	Müller	Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, D
Dr. Wolf-Dietrich	Müller	Messe München GmbH, D
Helmuth	Nagl	Salzburger Metall & Kabelverwertung GmbH., A
Matthias	Neitsch	RepaNet, A
Said	Nekroumi	thyssenkrupp Steel Europe AG, D
Heribert	Neubauer	Flughafen München GmbH, D
Peter	Obricht	Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung RU3, A
Dr. Ines	Oehme	Umweltbundesamt Deutschland
Rüdiger	Oetjen-Dehne	u.e.c. Berlin, D
Helmut	Ogulin	Fachverband Entsorgungs- und Ressourcenmanagement, Wirtschaftskammer Österreich, A

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Sarah Julie	Otto	TU Berlin, D
Silke	Pesik	Kommunalreferat, D
Kerstin	Pfandl	Montanuniversität Leoben, A
Thomas	Pflügl	eWASTE Umweltconsulting GmbH, A
Dr. Alexandra	Polcher	bipro, D
Juergen	Priesters	Tomra Sorting GmbH, D
Florian	Pronold	Parlamentarischer Staatssekretär des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Deutschland, D
Tim	Rademacker	CFK Valley Stade Recycling GmbH & Co. KG / carboNXT GmbH, D
Prof. Dr. mult. Franz Josef	Radermacher	Universität Ulm, D
Dr. Bettina	Rechenberg	Umweltbundesamt Deutschland
Katharina	Reh	Fraunhofer UMSICHT, D
Oliver	Reinisch	Deutsche Bahn AG, D
Dr. Hubert	Reisinger	Umweltbundesamt Österreich
Prof. Armin	Reller	Univ. Augsburg / Fraunhofer IWKS, D
Dr. Hans-Bernhard	Rhein	Umweltkanzlei Dr. Rhein Beratungs- und Prüfgesellschaft mbH, D
Christian	Rocke	Messe München GmbH, D
Prof. Dr. Vera Susanne	Rotter	Technische Universität Berlin, D
Maxime	Roux	Materials Engineer MSc., ehemals: Kunststoffinstitut der Fachhochschule der Nordwestschweiz, CH
Erika	Rückert-Schefczik	Unsere Erde Stiftung für Naturschutz, Tierwelt und Umweltbildung, D
Dr. Thomas	Rummler	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Christian Leopold	Sailer	Amt der Burgenländischen Landesregierung, A
Prof. Dr. Stefan Petrus	Salhofer	Universität für Bodenkultur Wien, A
Knut	Sander	Ökopol GmbH, D
Dr. Ingo	Sartorius	PlasticsEurope Deutschland e.V., D
Margot	Schaper	hibisca e.V., Berlin, D
Ulrike	Scharf	Bayerische Staatsministerin für Umwelt und Verbraucherschutz, D

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Dr. Kurt	Schefczik	Unsere Erde Stiftung für Naturschutz, Tierwelt und Umweltbildung, D
Prof. Dr. Ralf	Schledjewski	Montanuniversität Leoben, A
Tobias	Schleicher	Öko-Institut e.V., D
Dr. Henning	Schliephake	Georgsmarienhütte GmbH, D
Lorena	Schlund	AfB social & green IT
Marc	Schmid	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, D
Sebastian	Schmidt	VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), D
Helmut	Schmidt	Abfallwirtschaftsbetrieb München, D
Thomas	Schmid-Unterseh	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Christiane	Schnepel	Umweltbundesamt Deutschland
Michael	Scholing-Darby	Volkswagen AG, D
Claudia	Scholz	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, A
Stefanie	Schönherr	dm-drogerie markt GmbH + Co. KG, D
Lorenz	Schröder	Bayer. Landesamt für Umwelt, D
Dr. Klaus	Schu	SuperDrecksKëscht, Luxemburg
Michelle	Schütz	
Elisa	Seiler	Fraunhofer ICT, D
Elisabeth	Senger	akzente kommunikation und beratung gmbh, D
Nicole	Seyring	bipro, D
Dr. Karine	Siegiwart	Bundesamtes für Umwelt (BAFU), CH
Dr. Richard	Sizmann	Trenntechnik Ulm GmbH, D
Dr. Jens	Soentgen	Universität Augsburg, D
Michael	Spitznagel	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), D
Oliver	Steiner	Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, CH
Sebastian	Stiegler	Samsung Electronics GmbH, D
Dr. Silke	Stüsgen	Toho Tenax Europe GmbH
Dr. Maria	Tesar	Umweltbundesamt Österreich
Prof. Dr. Klaus	Töpfer	UNEP - Exekutivdirektor a. D., UNEP
Rüdiger	Trinks	Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestsachsen, D
Michael	Tyrkas	Messe München GmbH, D

Re-source 2016

Vorname	Nachname	Institution
Dr. Gerhard	Urbainczyk	Landeshauptstadt München, D
Dominic	Utinger	Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton BL, Schweiz, CH
Frank	Van de Winkel	Tomra Sorting GmbH, D
Dr. Dragancho	Veljanovski	apple, D
Thomas	Viertel	adelphi, D
Michael	Vietze	Göttinger Entsorgungsbetriebe (GEB), D
Franz-Josef	von Kempis	Bundesverband der deutschen Industrie BDI e.V., D
Markus	Walk	LANDBELL AG für Rückhol-Systeme, D
Gerd	Weber	Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V. (DGAW), D
Heiko	Weber	EEW Energy from Waste GmbH, D
Jörg	Weindl	BFM Umwelt GmbH Beratung-Forschung Management, D
Jakob	Weißbacher	bipro, D
Dr. Helge	Wendenburg	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D
Thomas	Weseloh	Media Saturn Holding GmbH, D
Peter	Wessman	Directorate-General for Environment, EU-COM
Rolf	Widmer	EMPA, Schweiz, CH
Petra	Wieser	FV Entsorgungs- und Ressourcenmanagement, A
Dr. Irene	Wiese-v.Ofen	Agenda Forum Essen e.V., D
Prof. Jörg	Woidasky	Hochschule Pforzheim, D
Julia	Wolf	Dr. Brüning Engineering, D
Dr. Joachim	Wuttke	Umweltbundesamt Deutschland
Wolfgang	Zacherle	Neidhardt GmbH, D
Angelika	Zehnpfennig	Stadtverwaltung Wuppertal, D
Kathrin	Zeller	AVG Ressourcen GmbH, D
Matthias	Zeuner-Hanning	Verbraucherzentrale Bayern e.V., D
Theodor	Zillner	BMVIT, A
Dr. Werner	Zittel	Ludwig-Bölkow-Stiftung, D
Matthias	Zitterbart	DAKA GmbH & Co KG, A
Ferdinand	Zotz	bipro, D

Impressum

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und
Reaktorsicherheit (BMUB)
www.bmub.bund.de

Gestaltung: adelphi – www.adelphi.de

Bildnachweis: Titelseite: Evan Lorne / shutterstock.com

Stand: April 2016