

WASSER



ABFALL

■ **EXPERTINNENPAPIERE**

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

ÖWAV-ExpertInnenpapier

Überlegungen und Vorschläge aus Sicht der Abfallwirtschaft zur Verbesserung der Ressourcen- schonung und -effizienz

erstellt von der Arbeitsgruppe „Ressourcenschonung
und Ressourceneffizienz“ des ÖWAV-Arbeitsausschusses
„Abfallstrategie – BAWP 2017“

Wien, April 2016

Dieses ExpertInnenpapier ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher
Gemeinschaftsarbeit.

Dieses ExpertInnenpapier ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für eine
fachgerechte Lösung. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes
Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall. Eine etwaige Haftung der Urheber ist
ausgeschlossen.

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Hersteller: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien

*Es wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne
Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren oder des Verlages ausgeschlossen ist.*

*Dieses Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das Recht der
Vervielfältigung, Verbreitung, und Übersetzung werden ausdrücklich vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in
irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne vorherige schriftliche Genehmigung
des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt
oder verbreitet werden.*

Redaktion, Satz und Layout: Mag. Fritz Randl (ÖWAV)

© 2016 by Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.

Vorwort

Der ÖWAV-Arbeitsausschuss „Abfallstrategie – BAWP 2017“ beschloss am 3. Oktober 2013 eine Arbeitsgruppe zum Thema „Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz“ mit dem Ziel einzurichten, ein ÖWAV-ExpertInnenpapier zu verfassen.

Im vorliegenden ÖWAV-ExpertInnenpapier sollen Rahmenbedingungen, Standards und Maßnahmen einer Recyclinggesellschaft unter der Prämisse der Ressourcenschonung definiert werden und dabei v. a. folgende Fragen Berücksichtigung finden:

- Welche Materialien werden in welcher Qualität benötigt?
- Wo fehlen Rohstoffe und wo gibt es einen Konflikt mit der Primärrohstoffversorgung?
- Wie können Sekundärrohstoffe in den Wirtschaftskreislauf rückfließen?
- Welche fiskalischen Möglichkeiten gibt es, um diese Prozesse anzuregen (Neuausrichtung des Altlastenbeitrages)?
- Welche Auswirkungen haben kommende Abfallende-Regelungen spezifischer Stoffströme in Österreich und auf EU-Ebene?
- Welche Innovationen sind erforderlich, um eine Sekundärrohstoffbewirtschaftung erfolgreich zu betreiben (z. B. Verwertung von Metallschlämmen)?

Bei der Behandlung der oben angeführten Frage- und Problemstellungen stehen die unverrückbaren Prinzipien und Ziele des AWG 2002 außer Frage. Vielmehr sollen aufbauend auf zugrunde liegenden Daten und Fakten Schwerpunkte für eine weitere Bearbeitung festgelegt werden und in weiterer Folge für diese Schwerpunkte Fragen und Herausforderungen aufgezeigt und mögliche Zielsetzungen und Lösungsansätze beschrieben werden.

Für die Stoffgruppen „Metalle/Schrotte“, „Holz/Papier“, „Baurestmassen“ und „Kunststoffe“ werden in diesem Papier auch die Schnittpunkte zur Industrie beleuchtet. Das heißt, dass das Zusammenspiel und bestehende Überschneidungen zwischen Primärproduzenten, Herstellern und Recyclingbetrieben soll verstärkt Berücksichtigung finden.

An der Erarbeitung dieses ÖWAV-ExpertInnenpapiers haben mitgewirkt:

Arbeitsgruppenleiter:

Univ.-Prof. DI Dr. Roland POMBERGER, Montanuniversität Leoben

Arbeitsgruppenmitglieder:

DI Dieter DREXEL, Industriellenvereinigung, Wien

GF DI Christian EHRENGRUBER, OÖ Landes- Abfallverwertungsunternehmen AG, Wels

GF DI Manfred FÖDINGER, Scholz Austria GmbH, Wien

DI Werner FRÜHWIRTH, MSc, Denkstatt GmbH, Wien

GF DI Alois FÜRNKRANZ, ÖKOTECHNA Entsorgungs- und Umwelttechnik GmbH, Perchtoldsdorf

GF Ing. Günter GRETZMACHER, ÖKOTECHNA Entsorgungs- und Umwelttechnik GmbH, Perchtoldsdorf

DI Peter J. HACKL, voestalpine Stahl GmbH, Linz

DI (FH) Rainer HANDL, Fachverband der Holzindustrie Österreichs, Wien

AL Mag. Christine HOCHHOLDINGER, BMLFUW, Wien

Dr. Mag. Robert HOLNSTEINER, BMWFW, Wien

SC DI Christian HOLZER, BMLFUW, Wien

Univ.-Prof. DI Dr. Helmut RECHBERGER, Technische Universität Wien

DI Dr. Hubert REISINGER, Umweltbundesamt GmbH, Wien

SR DI Wojciech ROGALSKI, MA 48, Wien

DI Christian ROLLAND, MA 22, Wien

DI Robert ROTHSCHEDL, A.S.A. Abfall Service Halbenrain GmbH. & Co Nfg KG, Halbenrain

Hon. Prof. Mag. Dr. Christoph SCHARFF, Altstoff Recycling Austria AG, Wien

SR DI Dr. Mohammadali SEIDI, MA 22, Wien

SR DI Reinhard SIEBENHANDL, Österreichischer Städtebund, Wien

DI Sebastian SPAUN, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie, Wien

DI Mag. Dr. Wolfgang STARK, UVP Environmental Management and Engineering GmbH, Wien

DI Roland STARKE, BMLFUW, Wien

Für den ÖWAV:

DI Mathias OTTERSBOCK, ÖWAV, Wien

Gastvortragende:

Ing. Peter ALTMANN, Fritz Egger GmbH & Co. OG Holzwerkstoffe, St. Johann

GF DI Marin CAR, Österreichische Forschungsgesellschaft, Wien

Ass. Prof. DI Dr. Johann FELLNER, TU Wien, Wien

DI Hans GRIESHOFFER, Austropapier, Wien

GF Werner KRUSCHITZ, Kruschitz Gesellschaft m.b.H., Völkermarkt

GF Robert LIELACHER, Polymerwerkstatt GmbH, Krems

DI Christian MLINAR, Bernegger GmbH, Molln

GF Matthias NEITSCH, Verein RepaNet Reparaturnetzwerk Österreich, Wien

DI Kasimir NEMESTOTHY, Landwirtschaftskammer Österreich, Wien

Prok. Mag. Harald PICHLER, Altstoff Recycling Austria AG, Wien

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung.....	7
1.1.	Begriffe	7
1.2.	Prinzipien – Ziele – Grundsätze	8
1.3.	Überlegungen zur Kreislaufwirtschaft in Europa	9
1.4.	Studie „Benchmarking für die österreichische Abfallwirtschaft“	10
1.5.	Allgemeine Feststellungen.....	11
1.6.	Vier betrachtete Stoffgruppen.....	12
2.	Metalle / Schrotte	13
2.1.	Grundlagen und Diskussion	13
2.1.1.	Bedarf an Recyclingmetallen und erforderliche Qualität.....	13
2.1.2.	Engpässe / Konflikte bei der Versorgung mit Primärmetallen.....	14
2.1.3.	Aluminiumrecycling in Österreich	15
2.2.	Herausforderungen und Lösungsansätze.....	16
2.2.1.	Zusammenfassung	16
2.2.2.	Möglichkeiten zur Erhöhung des Metallrecyclings.....	16
3.	Holz / Papier	19
3.1.	Grundlagen und Diskussion	19
3.1.1.	Holzströme, Holzabfälle sowie Rückstände aus der Verarbeitung von Holz.....	19
3.1.2.	Recycling von Altholz am Beispiel der Spanplattenproduktion.....	20
3.1.3.	Recycling von Altholz und Altpapier in der Papierproduktion	21
3.2.	Herausforderungen und Lösungsansätze.....	21
3.2.1.	Zusammenfassung	21
3.2.2.	Maßnahmen zur Verbesserung des Holzrecyclings.....	22
4.	Mineralische Baurestmassen	24
4.1.	Grundlagen und Diskussion	24
4.1.1.	Statistische Grundlagen zum Baurestmassenrecycling in Österreich	24
4.1.2.	Baurestmassenrecycling in der Praxis.....	25
4.1.3.	Anwendungsmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen	26
4.2.	Herausforderungen und Lösungsansätze.....	27
4.2.1.	Maßnahmen zur Verbesserung des Baurestmassenrecyclings.....	27
4.2.2.	Vorschläge für zukünftige Strategieschwerpunkte.....	28
5.	Kunststoffe	29
5.1.	Grundlagen und Diskussion	29
5.1.1.	Globale Aspekte	29
5.1.2.	Kunststoffhaushalt in Österreich.....	30
5.1.3.	Abfallwirtschaftliche Aspekte	31
5.1.	Herausforderungen und Lösungsansätze.....	33
5.1.1.	Zusammenfassung	33
5.1.2.	Herausforderungen der Kunststoff-Recyclingwirtschaft.....	34
5.1.3.	Aspekte für eine Weiterentwicklung des Kunststoffrecyclings	35

6.	Quellenverzeichnis	36
6.1.	Literatur / Quellenangaben – Metalle / Schrotte	36
6.2.	Literatur / Quellenangaben – Holz / Papier.....	36
6.3.	Literatur / Quellenangaben – Baurestmassen	37
6.4.	Literatur / Quellenangaben – Kunststoffe	37

1. Einführung

1.1. Begriffe

Grundsätzlich wird angemerkt, dass vor allem der Begriff „**Ressourcenschonung**“ in der Fachliteratur unterschiedliche Verwendung findet und keine klare Definition vorliegt. Bei der Ressourcenschonung geht es nicht ausschließlich um die Schonung bzw. die Reduktion des Verbrauchs natürlicher Primärrohstoffe, sondern – in Abhängigkeit von der gewählten Systemgrenze – um zahlreiche andere Themengebiete (z. B. Artenvielfalt, Flächenverbrauch, Emissionen, Klimaschutz, Abfallvermeidung, Ökodesign, Einsatz von Sekundärrohstoffen). Es stellt sich die Frage, ob unter Ressourcenschonung ausschließlich die „Deckelung“ der in Summe produzierten Produkte/Güter verstanden wird oder auch Maßnahmen zur Ressourcen- bzw. Materialeffizienz und ein vermehrter Einsatz von Sekundärrohstoffen in diesem Begriff subsumiert werden?

Basierend auf bestehende Studien (u. a. Prof. NIPPA „Lösungsansatz Ressourceneffizienz“) wurden die Begriffe der „Ressourceneffizienz und -schonung“ definiert. Dabei wurden zwei Ansätze verfolgt:

- 1) Produktion – Ressourcen – Output → Produktionsprozess, verfahrenstechnische Optimierung.
- 2) Nachhaltiger/verantwortungsvoller Umgang, intelligente/effiziente Nutzung, Schonung von Ressourcen.

Die **Ressourceneffizienz kann als Teilmenge der Ressourcenschonung** angesehen werden. Die Ressourcenschonung als „Grundmaxime“ verfolgt einen breiteren (makroökonomischen) Ansatz für die gesamte Volkswirtschaft (Gesamtverbrauch, ökologische Nachhaltigkeitsziele), während die Ressourceneffizienz auf den Materialeinsatz bei der Produktion von Gütern auf betrieblicher Ebene abzielt. Unter dem Begriff der **Ressourcenschonung** sind also *„zielgerichtete Maßnahmen zusammengefasst, die der Realisierung von Nachhaltigkeitszielen dienen“*.

Das heißt aber auch, dass eine erhöhte Ressourceneffizienz nicht zwangsläufig zur Ressourcenschonung (geringerer Gesamtverbrauch) beiträgt, z. B. wenn zugleich die Produktionsraten erhöht werden. Folgende Definition wird für **Ressourceneffizienz** im Sinne der Abfallwirtschaft festgehalten:

„Deckung der Konsumbedürfnisse einer Volkswirtschaft mit möglichst geringem Verbrauch an Rohstoffen, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen und Deponievolumen durch

- *(Betriebliche) Ressourceneffizienz*
- *Förderungen der Wiederverwendung von bereits bestehenden Produkten*
- *Nutzung der stofflichen Eigenschaften von als Abfall angefallenen Produkten durch Recycling und Substitution von Primärrohstoffen*
- *Wenn Recycling nicht möglich oder unverhältnismäßig, sonstige (untergeordnete) Verwertung z. B. energetische Verwertung*
- *„Intelligentes“ Deponieren, um zukünftig mögliches bzw. ökonomisch sinnvolles „landfill mining“ nicht zu erschweren („Sekundärrohstofflager“)*

Folgende Pläne und Strategiepapiere zur Ressourcenschonung und -effizienz können aus abfallwirtschaftlicher Sicht als besonders relevant eingestuft werden:

- Die **„Rohstoffinitiative** – Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern (EU-KOM 2010)“ fokussiert auf die Rohstoffsicherung in Europa, mit dem Ziel, die Importabhängigkeit zu reduzieren. Nur in einer von drei „Säulen“ werden die Themen der Ressourceneffizienz und des Recyclings thematisiert.

- Der „**Ressourceneffizienz-Aktionsplan** (REAP 2012, Ö) führt „Kurzmaßnahmen“ (2012–2013) an und sollte fortgeschrieben werden.

Der REAP stellt fest, dass durch eine nachhaltige Bewirtschaftung von Abfällen erhebliche Mengen an Rohstoffen und Energie eingespart werden können. Er zeigt für die Abfallwirtschaft folgende allgemeine Hinweise und Maßnahmen auf:

- Es müssen Bedenken gegen den Einsatz von Recyclingmaterialien durch eine hohe Qualität und Qualitätssicherungssysteme ausgeräumt werden und damit deren Vermarktung sichergestellt werden.
- Schadstoffe müssen durch geeignete Behandlungsverfahren abgetrennt und in eine sichere Senke überführt werden.
- Trotz des hohen Standards hinsichtlich der Aufbereitung von Abfällen in Österreich können manche Recyclingmaterialien fallweise nicht mehr die Qualität von Primärmaterialien erreichen. Aus Umwelt- und Gesundheitsschutzgründen und aus Sicht einer nachhaltigen Nutzung ist daher eine abfallspezifische Betrachtung erforderlich.

1.2. Prinzipien – Ziele – Grundsätze

Die Prinzipien und Ziele der österreichischen Abfallwirtschaft sollen nicht grundsätzlich infrage gestellt werden. Es stellt sich aber die Frage, auf welcher Ebene in Zukunft die „Ressourceneffizienz“ anzusiedeln wäre und ob diese nicht in Widerspruch zu bestehenden Prinzipien und Zielen des AWG steht.

Die neuen Herausforderungen der Ressourceneffizienz verstärken die Konflikte zwischen den Schutz- und Ressourcenzielen. „100 % vorbeugender Schutz und 100 % Nutzung als Ressource geht nicht“. Es gilt daher, in einem Diskussionsprozess Prioritäten und neue Indikatoren festzulegen, unter Berücksichtigung einer praxisorientierten Umsetzung der Abfallhierarchie.

Eine der Kernaufgaben aus Sicht der Abfallwirtschaft ist die Substitution von Primärrohstoffen mit qualitativ hochwertigen/gleichwertigen Sekundärrohstoffen. Zugleich gilt es aber auch, den Materialumsatz pro Bürger (zzt. rund 22 Tonnen/Person und Jahr) zu reduzieren. In diesem Zusammenhang stellt sich jedoch die Frage einer klaren „Grenzziehung“ bzw. Systemgrenze der Ressourcenschonung (Stichworte: Abfallvermeidung, Import/Export, Optimierung in der Volkswirtschaft) mit der Erkenntnis, dass die Bedürfnisse der Volkswirtschaft von der Abfallwirtschaft alleine nicht abgedeckt werden können. Folgende Beispiele für Zielkonflikte können genannt werden:

- **Energieeffizienz:** Erhöhte Recyclingraten und hochwertige Recyclingprodukte bedingen zumeist erhöhte energetische Aufwendungen. Demzufolge ist eine alleinige Bewertung der Energieeffizienz ohne umfassende Lebenszyklusbetrachtung unzureichend.
- **Ressourceneffizienzparameter** (Tonnen/BIP): Länder mit einem geringeren Anteil des produzierenden Sektors an der Wirtschaftsleistung weisen naturgemäß eine höhere Ressourceneffizienz auf.
- **Kaskadische Nutzung von Abfällen:** z. B. Altholz: Biomasseverbrennung vs. Holz- und Papierindustrie, Grenzen des Recyclings z. B. bei Kunststoffen und Altreifen.
- **Standortsicherheit:** Mögliche Beiträge der Abfallwirtschaft, um produzierende Betriebe in Österreich zu halten.
- **Verzicht:** Änderung der Konsumbedürfnisse.
- **Ökosteuer:** Ressourcensteuer (Internalisierung der Kosten).

Vor allem bestehende/kommende **Lenkungsmaßnahmen** und Fragen zum Ende der Abfalleigenschaft eingesetzter Sekundärrohstoffe und der damit verbundenen rechtssicheren Anwendung dieser Materialien, werden als wichtige Grundlage für die Ressourcenschonung in der Abfallwirtschaft angesehen. Die Förderung gewünschter Entwicklungen bzw. die Lenkung gewisser „neuer“ Stoffströme kann mittelfristig nur durch neue Regulative/Lenkungsmaßnahmen erreicht werden.

1.3. Überlegungen zur Kreislaufwirtschaft in Europa

Nach dem „**Fahrplan Ressourcenschonendes Europa (EU-KOM 2011)**“ veröffentlichte die EU-Kommission im Juli die Mitteilung zu einer „Zero Waste Economy“ mit Änderungsvorschlägen (Quotenerhöhungen) relevanter EU-Richtlinien. Diese Vorschläge wurden Anfang 2015 zurückgezogen und im Dezember 2015 durch ein **umfassend überarbeitetes Kreislaufwirtschaftspaket** ersetzt, das nach Aussagen der EU-Kommission den Zielen von Wachstum und Beschäftigung bei Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung des Umweltschutzes dient.

Vier **Richtlinienvorschläge** zur Überarbeitung von sechs Abfallrichtlinien wurden im Detail und hinsichtlich der Zielvorgaben (Quoten für Recycling und Wiederverwendung) überarbeitet.

Die Mitgliedstaaten sind gemäß der Abfallrahmen-RL verpflichtet, bis 2020 eine Quote aus Recycling und Wiederverwendung von Papier, Metall, Kunststoff und Glas von 50 % zu erreichen. Mit einer Änderung der Abfallrahmen-RL soll dieses Ziel für den gesamten und nun einheitlich definierten Siedlungsabfall bis 2025 auf 60 % und bis 2030 auf 65 % angehoben werden.

Hinsichtlich der Verpackungsabfälle sollen die bestehende Quote von 60 % für Recycling oder thermische Verwertung sowie die Obergrenze von 80 % für die stoffliche Verwertung entfallen. An ihre Stelle tritt ein Ziel für Wiederverwendung und Recycling von Verpackungsabfällen von 65 % bis 2025 und von 75 % bis 2030. Die Unterziele für die einzelnen Packstoffe reichen bis zu 85 %, zudem sollen erstmals getrennte Vorgaben für Fe-Metalle und Aluminium gelten.

Die bestehenden und von den Mitgliedstaaten auch genutzten Spielräume für die Berechnung der Quoten für Recycling (künftig einschließlich der Wiederverwendung) sollen durch methodische Präzisierungen wesentlich reduziert werden.

Die Deponierung von Siedlungsabfall soll entscheidend eingeschränkt werden und 2030 in den Mitgliedsstaaten maximal 10 % des Siedlungsabfallaufkommens betragen. Dies wird durch ein Deponierungsverbot für die getrennt zu sammelnden Abfallarten Glas, Kunststoff, Metall und Papier unterstützt, zu denen künftig auch Bioabfall gehören soll.

Die Vorgaben zur Produzentenverantwortung sollen durch zwingende technische und organisatorische Mindestanforderungen an Sammel- und Verwertungssysteme erweitert und harmonisiert werden. Die Mitgliedstaaten sollen zur Anwendung von Abfallvermeidungsmaßnahmen verpflichtet sein. Lebensmittelabfälle, Getränkeverpackungen, Elektro- und Elektronikaltgeräte, Textilien, Sperrmüll sowie kritische Rohstoffe werden gezielt angesprochen, wobei die Förderung von Ressourceneffizienz, Reparatur, Sammlung und Wiederverwendung als Maßnahmen genannt werden.

Kritik am Kreislaufwirtschaftspaket richtet sich – unter anderem – gegen die Festlegung von Quoten ohne vorhergehende Kosten-Nutzen-Analyse sowie gegen die einseitige Beschäftigung mit Siedlungsabfällen, die in zahlreichen Mitgliedsstaaten bereits hohe Verwertungsquoten aufweisen und aus Rohstoffsicht nachrangige Bedeutung besitzen. Für industrielle Abfälle und Baurestmassen wird in der Mitteilung der Kommission lediglich auf die Anwendung bester verfügbarer Techniken verwiesen. Ergänzend sollen die Mitgliedstaaten Sortiersysteme für Bau- und Abbruchabfälle¹⁾ fördern.

Aus Ressourcensicht größere Bedeutung kommt daher dem von der Kommission skizzierten Aktionsplan zu. Hier werden in sieben Kapiteln Arbeitsvorhaben zu den Lebenszyklusphasen Produktion, Konsum und Entsorgung sowie spezifische Projekte für Altstoffmärkte, fünf ausgewählte Abfallströme²⁾ sowie zu Fragen von Innovation und Investition und schließlich zur begleitenden Überwachung vorgestellt.

¹⁾ Zumindest für Holz, Glas, Metall, Mineralstoffe und Gips.

²⁾ Kunststoffe, Lebensmittelabfälle, kritische Rohstoffe, Baurestmassen und Biomasse.

Das Kreislaufwirtschaftspaket, vor allem aber der noch mit konkreten Inhalten anzureichernde Aktionsplan werden eine wesentliche Leitlinie für die Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft zu einer ressourcenorientierten Kreislaufwirtschaft darstellen und die Basis für die nationalen Regelungen bilden.

1.4. Studie „Benchmarking für die österreichische Abfallwirtschaft“

Im Rahmen der Aktivitäten des ÖWAV wurde die Studie „Benchmarking für die österreichische Abfallwirtschaft“ initiiert.

In diesem von vier österreichische Universitäten durchgeführten Projekt wurde die Frage untersucht, ob die österreichische Abfallwirtschaft (AWS) ihre Ziele gemäß Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) erreicht, und ob allenfalls die dazu eingesetzten finanziellen Mittel wirkungsvoller eingesetzt werden könnten. Dazu wurde eine neue, auf Materialbilanzen, Lebenszyklus- und Szenarienanalysen basierende Methodik zur Bewertung und Optimierung der Kostenwirksamkeit der AWS entwickelt.

Zur Beurteilung der Zielerreichung wurden den fünf AWG-Zielen Unterziele und Indikatoren zugeordnet sowie entsprechende Bewertungskriterien festgelegt. Die Wirtschaftlichkeit wurde mit einer modifizierten Kosten-Wirksamkeitsanalyse beurteilt, wobei der Zielerreichung die zugehörigen Kosten gegenübergestellt wurden.

Die Grundlage für die Bewertung bildete eine ausgeglichene Materialbilanz der österreichischen Abfallwirtschaft, ein Alleinstellungsmerkmal dieser Studie. Für jeden Indikator wurde mittels Materialflussanalyse oder Ökobilanzierung der Status quo errechnet. Neben Güterbilanzen wurden auch Bilanzen ausgewählter Wert- und Schadstoffe erstellt. Umweltbelastungen (Treibhaus-, Versauerungs-, Photooxidantien- und Eutrophierungspotenzial) wurden anhand einer Ökobilanzmethode berechnet.

Dabei wurden in einigen Bereichen relevante Lücken hinsichtlich Bewertungsmethodik und Daten identifiziert. Defizite betreffen beispielsweise Methoden zur Beurteilung des Ziels „Schutz der menschlichen Gesundheit“, oder auch das Wissen über industrielle Abfälle, welche teilweise in „kleinen“ Mengen anfallen und speziell behandelt werden müssen.

Die Ergebnisse unterstreichen den hohen Stand der österreichischen AWS und zeigen in einzelnen Bereichen Möglichkeiten für zukünftige Verbesserungen. Die hohen Ziele des österreichischen AWG können größtenteils eingehalten werden. Der Übergang von der Deponierung zur thermischen Behandlung wie auch die Einführung von Separatsammlungen und Recycling bedeuteten wichtige Schritte zur Erreichung der Ziele. Die Ergebnisse zeigen auch, dass es innerhalb der österreichischen AWS noch Optimierungspotenzial gibt.

Hinsichtlich der Schonung von Rohstoffen besteht vor allem bei der Holz- und Kunststoffverwertung Potenzial für eine höhere Erfassungs- und Verwertungsquote, wobei die Schadstofffrage begrenzend ist.

Recycling von Metallen zeigt eine hohe modifizierte Kosten-Wirksamkeit bezüglich Zielerreichung und ist zu forcieren.

Die Bewertung zeigt, dass die fünf AWG-Ziele einzeln in sich stimmig sind, aber zwischen den einzelnen Zielen eine Konkurrenz bzw. Abhängigkeit besteht.

Die Bewertung des Status quo ergibt für das AWG-Ziel „Schonung von Ressourcen“ ein deutliches Verbesserungspotenzial, welches durch die Ergebnisse der Szenarienanalyse unterstützt wird. Die positiven Effekte der optimierten Erfassung recycelbarer Abfallströme und des verstärkten Recyclings zeigen sich insbesondere in Hinsicht auf Klimawandel, Schonung von Rohstoffen und Energieeinsparung.

In einigen Bereichen ist die Bewertung mangels verfügbarer Methoden und Daten an Grenzen gestoßen. Während die österreichische AWS gut quantitativ dargestellt werden konnte, gelang es nicht immer, zu bewerten, ob die Ziele der AWS durch die ergriffenen Maßnahmen auch erreicht werden.

1.5. Allgemeine Feststellungen

Grundsatz einer kaskadischen Nutzung (Lebenszyklen verlängern): Produkte sollten so gestaltet werden, dass sie zur Deckung der Bedürfnisse der Bevölkerung möglichst lange genutzt werden können. Sekundärrohstoffe aus nicht mehr nutzbaren Produkten sollten möglichst hochwertig wieder zur Produktion neuer Produkte eingesetzt werden. Abfälle, die am Ende nicht mehr stofflich genutzt werden können, sind energetisch zu verwerten, sofern sie eine positive Energiebilanz aufweisen.

Lenkungsmaßnahmen sind notwendig: Der (volkswirtschaftliche) Umweltnutzen geht meist nicht in die „ökonomische (marktwirtschaftliche) Rechnung“ ein, Entwicklungen der Rohstoffmärkte und Verbote (z. B. Deponieverbot) haben selbstverständlich Einfluss auf den Einsatz von Sekundärrohstoffen und ein vermehrtes Recycling, dennoch gilt es, weitere Lenkungsmaßnahmen zu etablieren, um vor allem in noch nicht etablierten Bereichen ein Recycling zu fördern.

Aus etwas Heterogenem etwas Homogenes machen: Dies ist eine Kernaufgabe der Abfallwirtschaft. Problemfälle sind meist die gemischten, nicht sortenrein (in ausreichender Menge) erfassten Abfallströme. Hier stellt sich vielfach die Frage der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Entwicklung von Technologien. Als (ökonomische) Best-Practice-Beispiele (Business Cases) werden der qualitätsgesicherte Ersatzbrennstoffeinsatz in der Zementindustrie (bis 75 %), Metall- und Schrotthandel sowie Beton-, Aluminium-, Glas- und Papierrecycling genannt.

Die Sammlung richtet sich nach den Verwertungsmöglichkeiten: Wenn etwas eine bestimmte Homogenität hat, finden sich auch ausreichend qualitative Verwertungsmöglichkeiten. Es wird eine gewisse Grundmenge benötigt, um wirtschaftlich arbeiten zu können.

Recycling muss sich rechnen: Es muss einen Markt für die Sekundärprodukte geben, Märkte müssen aber auch (aktiv) entwickelt werden.

Vorreiter- und Pilotprojekte sollen gefördert werden: Innovative Verfahren sollten gezielt gefördert werden. Es bedarf einer Entwicklung von Branchenlösungen (Logistik, Materialzusammensetzung), um marktfähige Verfahren und Anlagen zu ermöglichen.

Gezielte rückbaubare Lager ermöglichen: Die gezielte Lagerung von noch nicht verwertbaren Abfallströmen mit potenziellen Rohstoffinhalt sollte ermöglicht werden, sofern neue Verwertungstechnologien erwartet werden können (Sekundärlagerstätten, Landfill Mining, Deponie-Rückbau).

Mit volatilen Rohstoffmärkten umgehen können: Sekundärrohstoffmärkte korrelieren tw. stark mit den primären Rohstoffmärkten. Die internationalen Rohstoffpreise unterliegen großen Schwankungen und haben zunehmend großen Einfluss auf die Kostenstruktur und die Absatzmärkte von Behandlungs- und Recyclinganlagen. Geeignete ökonomische Modelle und Instrumente müssen angewendet werden um diese ökonomischen Risiken zu bewältigen.

Re-Use soll verstärkt werden: Grundsätzlich kann durch die Wiedernutzung von Produkten nach allfälliger Aufbereitung und Qualitätssicherung die Nutzungsdauer vieler Produkte deutlich verlängert werden. Damit verbunden sind Einsparungen beim Verbrauch wertvoller Ressourcen, eine Verstärkung des Dienstleistungssektors bei gleichzeitiger Verringerung von Importabhängigkeiten, die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Möglichkeit einkommensschwacher Bevölkerungsgruppen, ihre Bedürfnisse besser zu decken.

Abgesehen davon ist Re-Use eine der wichtigsten Maßnahmen zur Umsetzung der Abfallhierarchie (Vorbereitung von Abfällen zur Wiederverwendung, Erreichung des Abfallendestatus). Die Wiederverwendung von aus Abfällen gewonnenen Produkten oder Teilprodukten ist jedoch nicht mit der weiteren Verwendung von Produkten gleichzusetzen. Während gemäß der Abfallhierarchie definierte „Wiederverwendung“ das Vorhandensein des Abfalls am Beginn der Vorbereitungsmaßnahmen voraussetzt, handelt es sich bei einer weiteren Verwendung um Produkte, die nie zu Abfall geworden sind.

1.6. Vier betrachtete Stoffgruppen

In der Arbeitsgruppe wurden verschiedene Rohstoffgruppen betrachtet und daher lässt sich die Ressourceneffizienz auf vier Handlungsstränge – Verfügbarkeit des Primärrohstoffes, Materialeffizienz, Recycling und Substitution – herunterbrechen.

Nach eingehender Diskussion wurde entschieden, vier Stoffgruppen aufgrund ihrer Relevanz vorrangig zu behandeln.

Die Inhalte der jeweiligen Unterkapitel „Grundlagen und Diskussion“ stammen zum Teil aus den Fachvorträgen der ÖWAV-Arbeitsgruppensitzungen. Die Vortragenden sind im MitarbeiterInnen- und Quellenverzeichnis angeführt.

2. Metalle / Schrotte

2.1. Grundlagen und Diskussion

In energie- und materialeffizienten High-Tech-Produkten wird eine Vielzahl von Metallen eingesetzt. Eine sichere Versorgung mit Metallen ist vor allem für die heimischen Wirtschaftssektoren Metallerzeugung, Metallbearbeitung, Maschinenbau, Elektrik und Elektronik sowie Fahrzeugbau von hoher Wichtigkeit (Umweltbundesamt 2012). Nachdem jahrzehntelang die Preise für Metalle gesunken sind, führten die zunehmende Nachfrage in Schwellenländern und die starke Marktmacht einzelner Lieferländer seit etwa 2004 zu großen Preisvolatilitäten. Dass die Versorgung mit kostengünstigen Metallen keine Selbstverständlichkeit ist, hat spätestens die Einschränkung der Exporte von seltenen Erden aus China im Jahr 2012 vor Augen geführt (*Die Zeit* 2012).

Von 2000 bis 2012 nahm der heimische Abbau von Eisen- und Wolframerz kaum zu, die Metall(erz)importe aber um 35 % (*siehe Tab. 1*). Der weltweite Konkurrenzdruck um die Ressource Metall nimmt zu. Daher ist es gerade bei den Metallen besonders sinnvoll, die im Land befindlichen Wertstoffe durch effizientes Recycling im Kreis zu führen.

Tab. 1 Einsatz von Metallerzen und Metallen in Österreich in Millionen T (Petrović 2014)

	Heimischer Abbau	Importe	Gesamteinsatz
2000	2,3	13,6	15,9
2012	2,5	21,0	23,5

2.1.1. Bedarf an Recyclingmetallen und erforderliche Qualität

Insgesamt wurden in Österreich im Jahr 2008 10,6 Mio. t Metalle eingesetzt. Den Hauptteil davon bildeten mit 7,2 Mio. t Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (*siehe Tab. 2*). An Nichteisenmetallen wurden ca. 1,5 Mio. t/a eingesetzt. Bei den Nichteisenmetallen entfällt auf Aluminium mit 870.000 t der Hauptteil, gefolgt von Blei, Zink, Zinn und Kupfer. Edelmetalle sind von der eingesetzten Menge her sehr gering (ca. 1.000 t), machen aber zwischen einem Drittel und einem Viertel des Wertes der Nichteisenmetalle aus.

Von den rund 140.000 t an „sonstigen Metallen“ benötigt die österreichische Metallindustrie vor allem Legierungsmetalle (wie Kobalt, Nickel und Chrom), Refraktärmetalle (Niob, Tantal, Wolfram), Magnesium und Seltene Erden. Die Elektronikindustrie ist vor allem auf Germanium, Indium und Kobalt angewiesen, braucht davon aber nur relativ geringe Mengen.

Tab. 2 Einsatz verschiedener Metalle in Österreich (Umweltbundesamt 2012)

	Einsatz in Österreich 2008 in kt (gerundet)
Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	7.240
Aluminium	880
Blei, Zink, Zinn	290
Kupfer	200
Sonstige Metalle (Kobalt, Nickel, Chrom, Niob, Tantal, Wolfram, Magnesium und Seltene Erden, Germanium, Indium)	140
Edelmetalle	1

Für die Zukunft wird in Österreich besonders bei den „sonstigen Metallen“ im Zeitraum 2008 bis 2030 ein hohes Bedarfswachstum von rund 160 % erwartet (Umweltbundesamt 2012), da viele der „sonstigen Metalle“ für die Erzeugung von High-Tech-Produkten und energieeffizienten Produkten benötigt werden (Angerer et al. 2009).

2.1.2. Engpässe / Konflikte bei der Versorgung mit Primärmetallen

Fraunhofer ISI (2010) schätzte für die Europäische Union die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Metalle und das Versorgungsrisiko ab. Dabei wurde das Versorgungsrisiko dann als hoch eingeschätzt, wenn die Reichweite des bestehenden Bergbaus kurz ist, der Abbau der Metallerze auf wenige Firmen bzw. Länder beschränkt ist, die Hauptlieferländer politisch/sozial instabil sind und/oder die jeweiligen Metalle schwer substituierbar sind. Jene Metalle, die sowohl eine große wirtschaftliche Bedeutung als auch ein hohes Versorgungsrisiko aufweisen, werden als „kritische“ Metalle identifiziert. Viele dieser „kritischen“ Metalle entsprechen den „sonstigen Metallen“ die auch für die Zukunft der österreichischen Wirtschaft von großer Bedeutung sind (siehe Abb. 1).

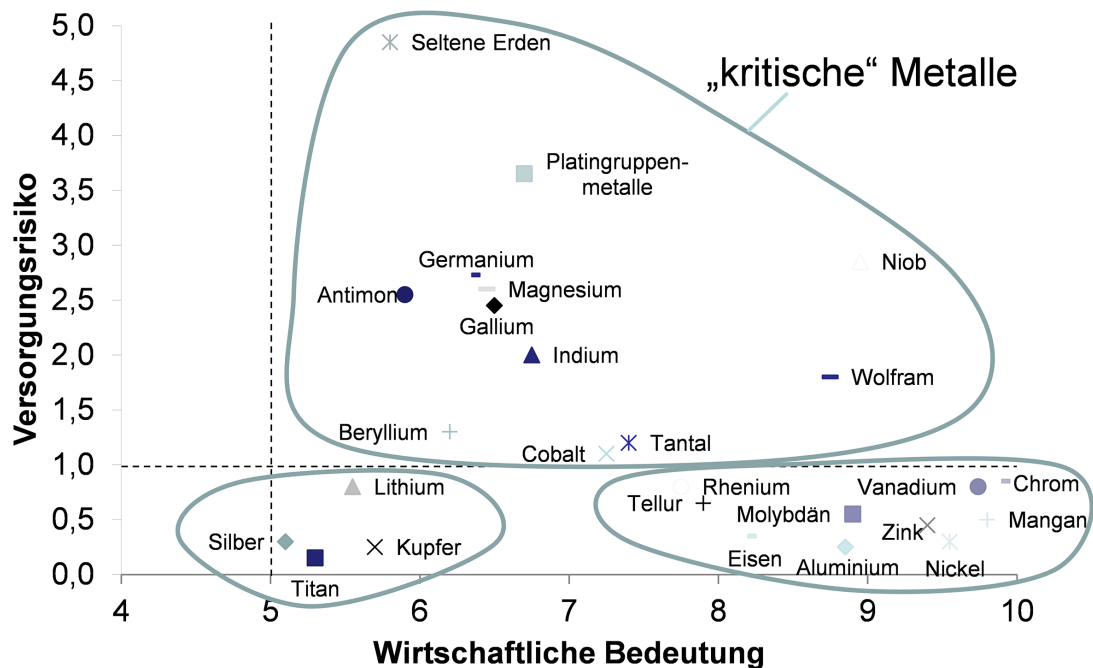


Abb. 1 Identifikation „kritischer“ Metalle nach Fraunhofer ISI (2010)

Aufgrund eines weltweit steigenden Bedarfs an Metallen sind im Zeitraum 2000 bis 2014 die Weltmarktpreise für viele Metalle stark angestiegen, obwohl gleichzeitig die Produktion verdoppelt wurde oder noch stärker anstieg.

Tab. 3 Anstieg der Weltproduktion und der Weltmarktpreise für ausgewählte Metalle in der Periode 2000 bis 2014 (USGS 2001, 2015)

	Anstieg 2000–2014 in %	
	Weltproduktion	Weltmarktpreis
Chrom	112	254
Kobalt	247	-7
Lithium	177	48
Nickel	95	96
Rohstahl	98	80
Wolfram	162	645

Ursache für den erhöhten Bedarf ist einerseits die zunehmende Technisierung, andererseits die Zunahme des Wohlstands in breiten Bevölkerungsschichten in Schwellenländern wie China, Indien oder Brasilien.

Geologisch gesehen reichen die natürlichen Lagerstätten für die meisten Metalle noch hundert Jahre und mehr. Jedoch beträgt die statische Reichweite vieler Metalle, das ist die Anzahl der Jahre, bis die heute genutzten Lagerstätten zu heutigen Marktpreisen wirtschaftlich abgebaut sind, weniger als 40 Jahre (USGS 2015). Eine dynamische Betrachtung zeigt aber einen hohen Einfluss der Marktpreise auf Vorräte und Reserven. Europa ist vergleichsweise arm an natürlichen Lagerstätten. Die am leichtesten zu erschließenden Lagerstätten befinden sich aber häufig in Krisengebieten oder sind so konzentriert, dass einzelne Länder oder Firmen eine große Marktmacht ausüben können. Besonders stark ist die Marktmacht Chinas, da dieses Land nicht nur weltgrößter Produzent von 29 der 67 wichtigsten industriell genutzten Metallen/Mineralien (USGS 2015), sondern mit rund 20 % der Weltproduktion auch der weltgrößte Produzent von Industriegütern ist (FT 2011) und somit selbst einen hohen Rohstoffbedarf aufweist.

2.1.3. Aluminiumrecycling in Österreich

Von den rund 1,27 Mio. t an Aluminium, die jährlich in Form von Aluminium-Schrott, Rohaluminium und Aluminium in Produkten importiert werden, gehen nur rund 185.000 t in den heimischen Konsum. Der Großteil des Aluminiums (insgesamt 1,137 Mio. t) wird in Form von Fertigprodukten (863.000 t), zum Teil aber auch als Roh-Aluminium (153.000 t) und als Aluminiumschrott (121.000 t) wieder exportiert. Vom Aluminiumschrott werden jährlich rund 269.000 t importiert, 49.000 t aus der Abfallwirtschaft und 112.000 t aus Produktionsbetrieben rückgewonnen und rund 121.000 t exportiert (Buchner et al. 2014, siehe Abb. 2).

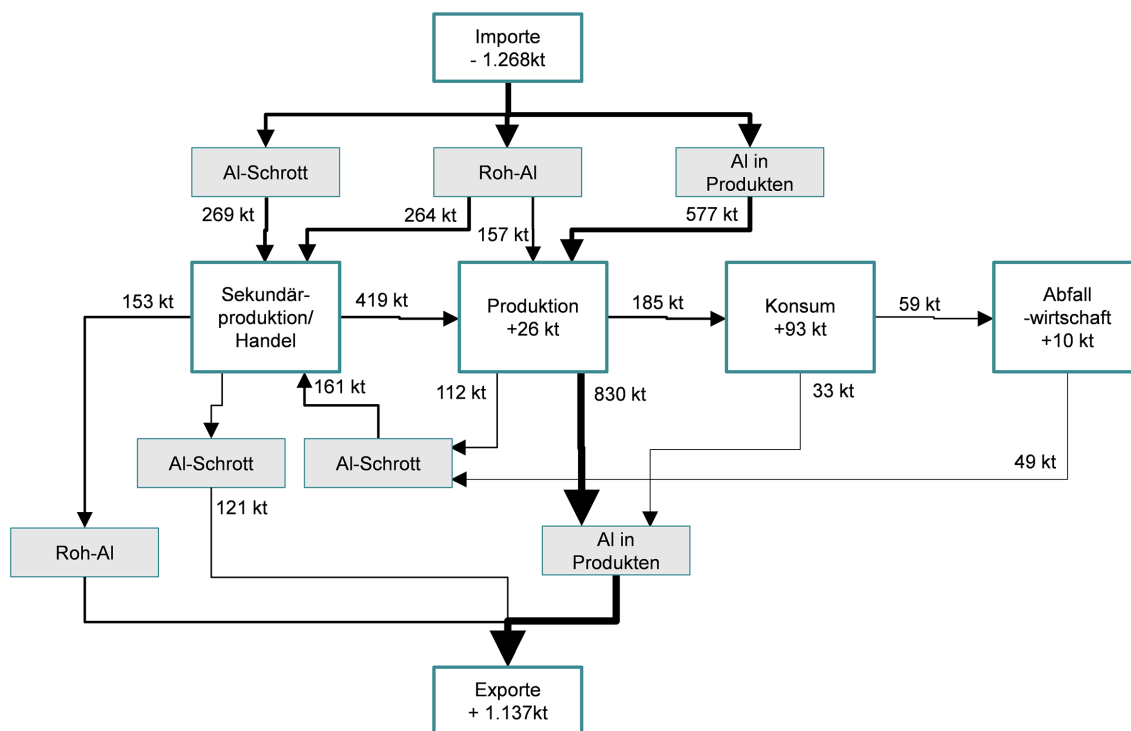


Abb. 2 Aluminium-Bilanz Österreich in Tausend t pro Jahr (kt/a) (basierend auf Buchner et al. 2014)

Beim Export von Aluminiumschrotten handelt es sich aufgrund von Kunststofflegierungen und Restinhalten eher um „schlechtere Qualitäten“. Diese verbleiben aus vermarktungstechnischen Gründen, im Gegensatz zu Kupfer- und Eisenschrotten, hauptsächlich in der EU. Eine Aufbereitung des Altschrotts wäre grundsätzlich möglich, nur zurzeit wirtschaftlich nicht rentabel. Hierfür wären strengere Regeln/ Rahmenbedingungen notwendig. Importiert werden hingegen Schrotte mit höherer Qualität (z. B. für AMAG).

2.2. Herausforderungen und Lösungsansätze

2.2.1. Zusammenfassung

Das Recycling der Massenmetalle Aluminium, Eisen, Stahl und Kupfer ist in Österreich seit vielen Jahren etabliert. Beispielsweise zeigt *Abb. 2*, dass der weitaus größte Teil des Aluminiumrecyclingpotenzials tatsächlich umgesetzt wird.

„Stoffgleiche Nichtverpackungen“ (das sind Nichtverpackungs-Metallabfälle) aus Haushalten werden zum Teil bereits über die getrennte Verpackungssammlung in Abstimmung mit den Kommunen erfasst. Im Restmüll verbleibende Metallfraktionen (das sind in erster Linie Eisenmetalle) werden zu einem sehr hohen Prozentsatz – über 90 % – aus dem Restmüll abgetrennt und rückgewonnen. Das zusätzliche Massenpotenzial, das über den Bereich der getrennten Verpackungssammlung erreichbar ist, ist daher als gering zu bewerten. Angemerkt werden muss, dass für getrennt (sortenrein) erfasste Metalle vermehrte Einsatzmöglichkeiten bestehen.

Nach der getrennten Erfassung und Sammlung von Schrotten und Metallverpackungen trägt auch die Rückgewinnung von Eisen- und Nichteisen-Metallen aus Verbrennungsrückständen (MVA-Schlacke) einen wichtigen Teil zur Ressourcenschonung bei. Damit können auch Metalle aus Verbundmaterialien rückgewonnen werden. Um auch zukünftig den unverzichtbaren Stellenwert der Abfallverbrennung in einer modernen Recyclingwirtschaft zu erhalten, bedarf es weiterhin großer Anstrengungen, Entwicklungen und ökonomischer Anreize, um die Wertstoffrückgewinnung aus MVA-Schlacken weiter zu optimieren und ein vermehrtes Recycling von Metallen aus Verbrennungsrückständen zu ermöglichen.

Es stellt sich die Frage, inwieweit auch sogenannte Sondermetalle (z. B. Seltene Erden oder „Gewürzmetalle“), Legierungen, Schredderleichtfraktion, weitere Metalle aus der Verpackungssammlung, Metallspäne bzw. -stäube und Schlämme einem verbesserten Recycling zugeführt werden könnten. Diverse Möglichkeiten der Sortierung (z. B. Infrarot-Spektrometrie bei Sondermetallen/Legierungen) oder Aufbereitung von Schlämmen (z. B. Drehrohr, Vakuumdestillation und Trocknung) sind zurzeit (noch) nicht wirtschaftlich.

Barrieren zur Erhöhung des Recyclings von Metallen insgesamt und von Sondermetallen im Besonderen sind:

- die Zunahme der Stoffvielfalt in den genutzten Produkten,
- die meist geringen Konzentrationen der Sondermetalle in den Produkten und Bearbeitungsschlämmen,
- Farben und Verunreinigungen, die den Abfallmetallen anhaften und
- der Export von Gebrauchtkfz.

Dies führt dazu, dass zurzeit große Mengen an Metallen exportiert bzw. Sondermetalle nicht stofflich rückgewonnen werden.

Als Best-Practice-Beispiel für das Recycling von Sondermetallen kann die Firma Swarovski genannt werden, die ihre Schleifschlämme (mit einem hohen Anteil an Seltenen Erden) in die Produktion rückführt.

2.2.2. Möglichkeiten zur Erhöhung des Metallrecyclings

Möglichkeiten zur Erhöhung des Metallrecyclings in Österreich bestehen:

- in der weiteren Optimierung der Qualität der getrennten Sammlung,
- in der Verbesserung der getrennten Erfassung von Metallabfällen (Spänen, Schlämmen, Stäuben) aus der mechanischen Metallbearbeitung,

- in der Anwendung von Ökodesign-Prinzipien, die zu reineren Metallabfällen (ohne anhaftenden Farben und Verunreinigungen) und zu leichter trennbaren Metallabfällen führen (Design for Recycling),
- in gezielten Landfill- und Infrastrukturminingprojekten zur Nutzung anthropogener Lagerstätten,
- im vermehrten Recycling von Metallen aus Verbrennungsrückständen (insbesondere aus Verbrennungsrückständen von Materialverbunden),
- in der Entwicklung von Verfahren, die eine automatisierte Trennung und Sortierung von Aluminiumsorten und Edelstählen mit unterschiedlichen Legierungskomponenten erlauben,
- in der Entwicklung von Verfahren, die eine Rückgewinnung auch von niedrigkonzentrierten Metallen aus Schlämmen oder Produkten erlauben,
- in der Weiterentwicklung des Abfallwirtschaftssystems für die Sammlung und Behandlung „kritischer Metalle“,
- in der Limitierung des Abflusses von Altfahrzeugen und sonstiger Metallabfälle.

Fiskalische Maßnahmen zur Unterstützung des Metallrecyclings

- Die Anwendung von Ökodesignprinzipien zur Lebensdauerverlängerung, zur Schadstoffminimierung, zur leichteren Wiederverwendung (Design for Re-Use) und für Design for Recycling,
- die Reparatur und Wiederverwendung von Geräten sowie
- die Rückgabe „sauberer“ Altprodukte

könnten finanziell gefördert werden.

Auswirkungen von Abfallendebestimmungen auf das Metallrecycling

Die Recyclingbaustoff-Verordnung könnte zu einer Verbesserung der Materialtrennung beim Rückbau der Infrastruktur und somit zu einer Verbesserung der Qualität und Menge der Recyclingmetalle aus Infrastruktur- und Bauprojekten führen.

EU-Abfallende-Regelungen für Aluminium-/Kupfer-/Eisen-Schrotte kommen in Österreich kaum zur Anwendung und werden ausschließlich für eine Verbringung nach Italien in Anspruch genommen.

Forschungsbedarf zur weiteren Optimierung des Metallrecyclings

Im Prinzip kann das Recycling von Edelstählen und der darin enthaltenen Legierungsmetalle erhöht werden, wenn die diversen Edelstähle nach Gebrauch getrennt gesammelt werden. In der Praxis werden Kohlenstoffstähle und die diversen Edelstähle nach Gebrauch gemeinsam gesammelt. Aus dem Abfall-Materialmix sollten die diversen Edelstähle möglichst automatisiert aussortiert werden können.

Es gibt ein Pilotprojekt der MU Leoben, in welchem die unterschiedlichen Metallschrottqualitäten mithilfe einer kontinuierlichen Röntgenfluoreszenzanalyse automatisch aussortiert werden können. Eine Weiterentwicklung zur Marktreife wäre erforderlich.

Zusätzlich wird Forschungsbedarf in folgenden Bereichen gesehen:

- Entwicklung von „Design for Recycling“ und „Design for Re-Use“, die zu Produkten führen, die sich leicht reparieren sowie funktionell und stofflich trennen lassen.
- Reduzierung der Stoffvielfalt in Produkten.
- Motivation der Bevölkerung zur vermehrten und „saubereren“ Nutzung von Altmetallsammelsystemen (Verringerung der Fehlwürfe).
- Vorteile und Nachteile einer Integration von Verpackungs- und Nichtverpackungs-Altmetallsammlung in Abstimmung mit den Kommunen.

- Entwicklung einer effizienten Sammelstruktur und (europaweiten?) Behandlungsstruktur für Produkte/Abfälle, die Sondermetalle in geringen Konzentrationen enthalten.
- Verfahren zur Trennung von Metallen unterschiedlicher Qualität.
- Weitere Verbesserung der Metallrückgewinnung aus MVA-Schlacken.
- Verfahren zur Rückgewinnung von Metallen aus metallurgischen Schlacken und Verwertungslösungen für Rückstände.
- Entwicklung von Reparatur- und Wiedernutzungssystemen.

3. Holz / Papier

3.1. Grundlagen und Diskussion

3.1.1. Holzströme, Holzabfälle sowie Rückstände aus der Verarbeitung von Holz

Österreich zählt zu den walddreichsten Ländern Europas mit einem hohen, stetig wachsenden Holzvorrat. So kommt es in Österreich zu einem jährlichen Zuwachs von 30–31 Mio. Vorratsfestmetern³⁾ Holz. Rund 60 % der Wälder in Österreich sind sogenannte Kleinwälder (meist in Privatbesitz, mit unterschiedlicher „Motivation“ der Besitzer, den Wald zu bewirtschaften). Zusätzlich schränken die topografischen Gegebenheiten oft den Zugang und damit eine mögliche Holzernte ein.

Reservehaltung vs. Holzernte: Eine Nichtnutzung des Holzzuwachses ist nicht ressourceneffizient (Probleme mit Qualitäten bei Katastrophenfällen, Eisbruch, mikrobieller Abbau). Eine schlechte Bewirtschaftung führt zu einer Abnahme des Holzzuwachses, eine kontinuierliche Holznutzung ist daher Basis für stabile Waldbestände.

Die kaskadische Holznutzung ergibt sich i. d. R. aus einer marktwirtschaftlichen Optimierung der Schnittstellen im komplexen Holzmarkt. Knapp 80 % der Frischholzbereitstellung werden stofflich genutzt (Säge-, Papier- und Spanplattenindustrie), rund 20 % erfahren eine direkte energetische Nutzung. Am Ende der Nutzungskaskade von Holz steht jedoch fast immer die energetische Nutzung.

Nur durch Mehrfachnutzung von Holz und Holzprodukten kann eine größtmögliche stoffliche und energetische Nutzung erzielt werden. Holz ist Ausgangsprodukt einer langen Wertschöpfungskette, diese umfasst die Holz- und Sägeindustrie genauso wie die Möbel-, Papier-, Platten- und Zellstoffproduktion und den Bausektor. Die Langlebigkeit des Werkstoffes und hohe Recyclingraten in der Produktion tragen dazu bei.

Der nachwachsende Rohstoff Holz sollte als Substitut zu fossilen Energieträgern nur mit Maß und Ziel eingesetzt werden, um die Wertschöpfung in der Nutzungskaskade nicht zu gefährden. Wenn Holz zuerst stofflich und dann erst energetisch genutzt wird, verstärkt dies die günstige Treibhausbilanz. Zusätzlich leistet der Rohstoff Holz in vielen Anwendungsmöglichkeiten durch die langfristige Speicherung des Kohlenstoffes einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz.

Gemäß Statusbericht 2014 zum Bundesabfallwirtschaftsplan fiel im Jahr 2013 rund 1 Mio. t Holzabfälle an. Rund 270.000 t Bau- und Abbruchholz (knapp über 200.000 t davon unbehandelt), rund 295.000 t Holzemballagen und nicht verunreinigte Holzabfälle und insgesamt 327.000 t Schwarten, Spreißel, Sägespäne und Rinde aus der Be- und Verarbeitung. Aus dem Holzeinschlag errechnet sich ein zusätzliches Aufkommenspotenzial von rund 3 Mio. t. Diese Rückstände aus der Holzverarbeitung (Rinde, Schwarten, Spreißel und Sägespäne) werden jedoch nicht als Abfall behandelt.

Zudem wurden knapp 160.000 t notifizierte Importe an unbehandelten Holzabfällen registriert, wogegen nur knapp 47.000 t exportiert wurden.

Im Jahr 2013 wurden rund 679.000 t an unbehandelten Holzabfällen in der Holzverarbeitenden Industrie (z. B. Spanplatten- und Papierproduktion) recycelt, rund 43 % davon waren Holzemballagen und Holzabfälle (SN 17201) und jeweils rund 28 % Bau-/Abbruchholz (SN 17202) bzw. Sägespäne/Sägemehl (SN 17103). Demgegenüber wurden im Jahr 2013 rund 205.000 t unbehandelter Holzabfälle in abfallrechtlich genehmigten Anlagen energetisch genutzt.

³⁾ Von der üblichen Einheit „Festmeter“ kann je nach Holzart (Dichte) die Umrechnung mit den Faktoren (0,4–0,7) in Tonnen erfolgen.

Der Großteil (knapp 60 % bzw. 60.000 t) der anfallenden Rinden (SN 17101) wird in abfallrechtlich genehmigten Anlagen energetisch genutzt bzw. auch innerbetrieblich verbrannt (vorwiegend Wärmenutzung in der Papier- und Holzindustrie). Ein Teil gelangt auch nach Verarbeitung im Sägewerk in ein Recycling (z. B. als Kultursubstrat, Rindenmulch).

Holzabfälle, wie z. B. Baum- und Strauchschnitt bzw. aus der Verarbeitung von unbehandeltem Holz, die der SN 92105 zugeordnet wurden (rund 205.000 t/a), werden vorwiegend in der Kompostierung als Strukturmaterial eingesetzt oder nach erfolgter Aufbereitung als Ersatzbrennstoffprodukt Biomasseheizkraftwerken zur Verfügung gestellt. Im Jahr 2013 wurde für rund 50.000 t Altholz ein Abfallgem. Abfallverbrennungs-Verordnung (Anlage 9) gemeldet.

Bau- und Abbruchholz (Holztragwerke, Schalungstafeln und Dachstühle) sind i. d. R. vollholziges Material und gehen – bei einer entsprechenden Quellensortierung – meist eigene, hoch nachgefragte, Re-Use- bzw. Recyclingwege. Verschnittholz auf der Baustelle ist hingegen oft undefiniert, entsprechend verunreinigt und es erfolgt i. d. R. keine Trennung vom nicht verunreinigten Holz, was ein Recycling meist verhindert. Imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich und Altfensterrahmen werden aufgrund ihrer Verunreinigungen (v. a. Bleibelastung, Chlorid, PAK) vorzugsweise energetisch genutzt.

3.1.2. Recycling von Altholz am Beispiel der Spanplattenproduktion

Aufgrund des seit Jahren am Holzmarkt vorliegenden hohen Ressourcenbedarfs stiegen die Einkaufspreise für einzelne Rohmaterialien (Sägerestholz, Faserholz) in den letzten 10 Jahren um mehr als 100 %. Da Frischholz zum Teil regional kaum mehr aus dem Kleinwald verfügbar ist, verschieben sich die Beschaffungsgebiete immer mehr ins grenznahe Ausland (erhöhte Importabhängigkeit). Diese Rahmenbedingungen haben auch dazu geführt, dass der Anteil und Bedarf an Altholz (in entsprechenden Qualitäten) in der Spanplattenproduktion stetig ansteigt und in Österreich ebenfalls zu einer Importabhängigkeit geführt hat. Das Verhältnis des Einsatzes von importierten und national anfallenden Altholzmengen liegt mittlerweile bei 50 %, ist jedoch regional sehr unterschiedlich.

Der Substitutionsgrad von Frischholz in der Spanplattenproduktion variiert je nach Produktgruppe und schwankt zwischen 30–50 % des Bruttoholzeinsatzes (Störstoffe werden noch in den Aufbereitungs- und Reinigungsanlagen abgeschieden). Der Altholzanteil hängt von dessen Qualität, vom späteren Produkteinsatz (Beanspruchung) und vom Produktionswerk selber ab. Theoretisch kann eine Spanplatte auch aus 100 % Altholz hergestellt werden, was z. B. in Italien bereits der Fall ist.

In Österreich ist man hinsichtlich der Qualitäten beim Recycling von Altholz – nicht zuletzt aufgrund der Vorgaben der Recyclingholz-Verordnung – um einer Evaluierung der Grenzwerte bemüht. Sofern sich jedoch die Sammelqualitäten nicht weiter verbessern und neue Technologien in der Aufbereitung und Entfrachtung von Störstoffen zur Verfügung stehen, ist die Produktion von Spanplatten in Österreich mit einem wesentlich höheren Anteil aus Recyclingholz nicht möglich.

Eine Evaluierung der Recyclingholz-Verordnung hat im Jahr 2015 stattgefunden. Um die Ziele einer Qualitätssteigerung beim Recyclingholz und der Sicherstellung des Recyclingholzanteils entsprechen zu können, wird in der kommenden Novelle die Quellensortierung verbessert und ein Recyclinggebot eingeführt.

Die gesetzliche Verpflichtung eines Qualitätsnachweises bei Spanplatten gibt es in der Regel beim „Inputmaterial“ bzw. alternativ auch im Produkt. Neben Österreich (Recyclingholz-Verordnung) und Deutschland (Altholzverordnung) gibt es nur in der Schweiz Regelungen zum Holzrecycling. Inputmaterial z. B. aus Italien ist daher zzt. in der Regel nicht qualitätsgesichert. Abzuwarten bleibt, welche Auswirkungen die kürzlich veröffentlichten BVT-Schlussfolgerungen, welche ein Qualitätskontrollprogramm für Altholz beim Einsatz als Rohstoff vorsieht, in der Praxis haben werden.

3.1.3. Recycling von Altholz und Altpapier in der Papierproduktion

In Österreich werden jährlich über 4,8 Mio. t Papier (grafische Papiere, Verpackungspapiere und Spezialpapiere) produziert. Die Auslastung der Papierfabriken liegt damit zzt. bei rund 91 %. Neben dem Papierimport (rund 1,3 Mio. t) und dem inländischen Verbrauch (rund 2 Mio. t), werden ebenfalls über 4,8 Mio. t des Papiers jährlich exportiert.

Jährlich werden rund 8 Mio. Festmeter Holz in der Papierproduktion (jeweils 50 % Sägen Nebenprodukte bzw. Frischholz (Industrierundholz)) verarbeitet. Zusätzlich gelangen 2,3 Mio. t Altpapier in die Papierindustrie. Um diese Mengen zu erreichen, müssen jedoch 40 % Holz (teilweise auch aus dem EU-Ausland) und 50 % Altpapier importiert werden. Grundsätzlich besteht in der Papierproduktion daher sowohl der Bedarf nach mehr (regional verfügbarem) Frischholz als auch nach Altpapier (in entsprechenden Qualitäten).

Der Rückgang an regional zur Verfügung stehendem Holz könnte Auswirkungen auf einige Standorte in Österreich (zzt. 24 Betriebe mit über 8.000 Mitarbeitern) haben, seit 2009 stagniert in Österreich die Papier- und Pappe-Produktion. Mit Grund hierfür sind um bis zu 70 % gestiegene Rohstoff- und Energiekosten (die Rohstoffpreise für Holz zählen in Österreich mit zu den höchsten in der EU) und das bestehende Ökostrom-Förderwesen bei der „direkten“ energetischen Verwertung fester Biomasse.

Mit Sammelmengen von über 660.000 t Altpapier aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen bzw. über 740.000 t Altpapier, Karton, Pappe und Wellpappe aus Gewerbe und Industrie, stehen in Österreich rund 1,4 Mio. t Altpapier für das Recycling in der Papierindustrie zur Verfügung. Der Bedarf von zurzeit über 2 Mio. t in der Papierproduktion kann daher durch die getrennte Sammlung von Altpapier in Österreich nicht abgedeckt werden, knapp 1,2 Mio. t müssen importiert werden.

Die Obergrenze für ein Altpapierrecycling liegt aufgrund von Beschichtungen bzw. Verschmutzungen des Altpapiers, aber auch der Archivierung, bei max. 80–85 %. In Europa werden derzeit über 70 % der in Verkehr gesetzten Papierprodukte recycelt (Verweis: EN 643 „Papier und Pappe – Europäische Liste der Altpapiersorten“). Zu erkennen ist eine Tendenz hin zur Herstellung von Verpackungspapier/Karton, wo der Altpapieranteil entsprechend höher sein kann (15 % des Marktanteils der EU stammen dabei aus Österreich). Hygienepapier ist i. d. R. nur schwer oder gar nicht recycelbar.

3.2. Herausforderungen und Lösungsansätze

3.2.1. Zusammenfassung

Das in Österreich anfallende Altholz sollte bestmöglich genutzt (wiederverwendet, recycelt und energetisch verwertet) werden. Im Sinne einer „**kaskadischen Holznutzung**“ soll somit sichergestellt werden, dass die Verbrennung von Altholz – mit Ausnahmen (z. B. Rinden, Schleifstäube bzw. Altholz, das die Qualitäten nicht erreicht) – in entsprechend genehmigten Anlagen erst nach einem Recycling erfolgt. Hierfür müssen die Qualitäten von Altholz für das Recycling weiter verbessert werden.

Die Recyclingholz-Verordnung hat zum Ziel, das Recycling guter Qualitäten (in der Spanplattenindustrie) zu forcieren. Bestehende Anreize, wie z. B. die Möglichkeit eines erhöhten Recyclingholzeinsatzes bei entsprechend guten Qualitäten oder die Befreiung von analytischen Untersuchungen bei getrennter Erfassung unbehandelter Holzabfälle, müssen weitergeführt werden. Zur Forcierung des Recyclings bzw. Verbesserung der dem Recycling zugeführten Holzqualitäten sollen hierfür im Zuge der kommenden Novelle dieser Verordnung eine verstärkte Quellensortierung am Anfallsort (bzw. nachträgliche Sortierung in einer geeigneten Anlage) und ein Recyclinggebot für bestimmte Althölzer vorgeschrieben werden (Hinweis: Ersatzbrennstoffprodukte, die gemäß Abfallverbrennungs-Verordnung (Anlage 9) ein Abfallende erreichen, unterliegen nicht dem Recyclinggebot). Es wird darauf hingewiesen, dass das

Recyclinggebot nur für Abfälle gilt. Sägenebenprodukte stellen in den meisten Fällen keine Abfälle dar.

Die Vorgaben der Abfallverbrennungs-Verordnung (Anlage 9) hinsichtlich der Qualitätsanforderungen für Ersatzbrennstoffe und entsprechende Ausnahmen von der Beprobung, u. a. auch für nicht verunreinigte Holzballagen/Holzabfälle und Baum- und Strauchschnitt, führten in der Praxis zwar zu einer höheren Rechtssicherheit hinsichtlich eines Abfallendes für Ersatzbrennstoffprodukte aus Holzabfällen, konterkarieren jedoch die ursprüngliche Intention eines Recyclings dieser qualitativ hochwertigen Abfallströme.

3.2.2. Maßnahmen zur Verbesserung des Holzrecyclings

Zur Anführung möglicher Maßnahmen zur Verbesserung des Holzrecyclings wird auf folgende Fragen eingegangen:

Welche Materialien werden in welcher Qualität benötigt?

Die derzeitige Marktsituation zeigt, dass sowohl in der Spanplatten-, als auch in der Papierindustrie, bei Frischholz (Industrierundholz bzw. Faserholz) und Altpapier eine Importabhängigkeit von bis zu 50 % vorliegt.

Weiters war in den letzten Jahren zu erkennen, dass die Qualitäten der Althölzer, die in das Recycling gehen, immer schlechter werden (v. a. hinsichtlich Bleiverunreinigungen, Chlorid, PAK) und bei einem erhöhten Altholzeinsatz z. B. in der Plattenindustrie stark limitierend wirken können. Anreize für Quellensortierungen können dem entgegenwirken.

Wo fehlen Rohstoffe und wo gibt es einen Konflikt mit der Primärrohstoffversorgung?

Trotz eines grundsätzlich guten Zugangs zu Frischholz (Sägerestholz, Industrierundholz bzw. Faserholz) besteht zurzeit in Österreich v. a. bei Faserholz und Sägenebenprodukten eine Entwicklung weg vom Recycling hin zu einer energetischen Nutzung. Als Gründe hierfür werden v. a. die Ökostromförderung (Zuschüsse und Einspeisetarife) für rohstoffabhängige Ökostromtechnologien, wie z. B. Biomasseheizkraftwerke, und Förderungen für Pelletheizungen genannt.

Wie können Sekundärrohstoffe in den Wirtschaftskreislauf rückfließen?

Eine Grundlage für den Rückfluss von Sekundärrohstoffen (z. B. Altholz, Abbruchholz, sonstige, gewerbliche Holzabfälle) in den Wirtschaftskreislauf bietet u. a. die Recyclingholz-Verordnung. Die geplante Novelle 2016 der Recyclingholz-Verordnung mit einem vorgesehenen Recyclinggebot für bestimmtes Altholz und einer verpflichtenden Quellensortierung am Anfallsort (bzw. nachträglichen Sortierung in geeigneten Anlagen) kann sich positiv auf die Qualitäten für das Altholzrecycling auswirken. Jedoch ist auch davon auszugehen, dass durch eine verstärkte Quellensortierung mehr Mengen schlechterer Qualität in entsprechend genehmigten AVV-Anlagen energetisch verwertet werden.

Welche fiskalischen Möglichkeiten gibt es, um diese Prozesse anzuregen (z. B. Neuausrichtung des Altlastenbeitrages)?

Bereits bestehende Ausnahmen von analytischen Untersuchungen für den Einsatz getrennt erfasster, naturbelassener, unbehandelter oder schadstofffrei behandelter Holzabfälle gemäß Recyclingholz-Verordnung bieten bereits jetzt ökonomische Anreize hin zu einem Recycling.

Mit dem Ziel, ein Recyclinggebot für qualitativ hochwertige Holzabfälle zu etablieren, muss auch die Regelung für Ersatzbrennstoffprodukte (gemäß Abfallverbrennungsverordnung, Anlage 9) mit einfließen. Um ein gewisses Gleichgewicht zwischen einem Recycling und der energetischen Nutzung von Holzabfällen zu erreichen, könnten weitere ökonomische Anreize

bzw. Barrieren beim Einsatz von recycelbarem Altholz und stofflich verwertbarem Frischholz (z. B. Faserholz, Sägenebenprodukte) in Biomasseheizkraftwerken überlegt werden.

Welche Innovationen sind erforderlich, um eine Sekundärrohstoffbewirtschaftung erfolgreich zu betreiben?

Damit Holz seine optimale CO₂-Bindung ausspielen kann, sollte es solange wie möglich stofflich genutzt werden. Möglichkeiten hierfür wären z. B. ein verstärktes Re-Use im Bereich Sperrmüll und Altholz und eine forcierte Quellensortierung am Anfallsort.

Weiters bestehen bei den Parametern Chlor und PAK zum Teil Unklarheiten bezüglich Herkunft, Eintrag und Entstehung. Forschungsprojekte können diesbezüglich Klarheit schaffen und die Eignung als Leitparameter feststellen.

Zudem kann die Entwicklung von innovativen Verfahren zur Holzascheverwertung (ausschließlich aus der Verbrennung von unbehandeltem Holz) unter Einhaltung der bundes- und landesrechtlichen Vorgaben weiter verfolgt werden.

Innovative Methoden (z. B. Bioraffinerie – Lignin, Zellulose) sollten gefördert werden, um Acrylsäure und formaldehydhaltige Verbundstoffe und Bindemittel ersetzen zu können.

4. Mineralische Baurestmassen

4.1. Grundlagen und Diskussion

Der Bau und die Nutzung von Gebäuden zeichnen sich nicht nur durch einen erheblichen Bedarf an Ressourcen (Werkstoffe, Energie, Wasser) aus, sondern generieren Umweltbelastungen von der Herstellung von Bauprodukten bis hin zur Entsorgung von Baurestmassen. Allein in Österreich bilden Baurestmassen rund 12,5 % der jährlich in Österreich anfallenden Abfälle (ca. 53 Mio. t). Die Weiterentwicklung und Sicherstellung einer Kreislaufwirtschaft auf möglichst hohem umwelt- und bautechnischen Niveau stellt damit ein wichtiges Ziel der Abfallwirtschaft dar, wobei der ökologische Nutzen einer möglichst hohen Recyclingquote nicht durch höhere Schadstoffgehalte der Recyclingmaterialien konterkariert werden darf. Mit der Kundmachung der österreichischen Recycling-Baustoffverordnung am 30.6.2015 (Inkrafttreten 1.1.2016) fand eine wichtige Weichenstellung in Richtung eines qualitativ hochwertigen Baurestmassen-Recyclings in Österreich statt.

4.1.1. Statistische Grundlagen zum Baurestmassenrecycling in Österreich

(Vortrag von DI Martin Car im Zuge der ÖWAV-AG „Ressourcenschonung“ am 28.11.2014)

Von 120 Aufbereitungsanlagen, die in Österreich im BRV zusammengeschlossen sind, sind rund 55 % mobile Anlagen. Österreichweit wird der Anteil der mobilen Anlagen auf 60–65 % geschätzt.

Für 2014 werden annähernd 6 Mio. t aufbereitete Baurestmassen prognostiziert. Der Anteil des Asphalts ist mit 1 Mio. t annähernd gleichbleibend bzw. leicht rückläufig. Argumentiert wird dieser Trend damit, dass durch den vermehrten Einsatz mobiler Asphaltfräsen (mit sofortigem Wiedereinbau) keine Abfallbehandlung stattfindet und diese Mengen daher nicht erfasst werden. Annähernd 3 Mio. t stammen aus dem Betonrecycling, weitere 2 Mio. t mineralischer Bauschutt aus dem Hochbau.

Von den gütegeschützten Baustoffen (2014 waren es 148 unterschiedliche Baustoffe) stammen rund $\frac{2}{3}$ aus dem Tiefbau und $\frac{1}{3}$ aus dem Hochbau (Tiefbau: 25 % RA (Asphalt), 40 % RB (Beton), 20 % RM (Asphalt/Beton + \leq 50 % Gestein) und 15 % RG (Gestein + \leq 50 % Beton/Asphalt) – Hochbau: 80 % RMH (mineralische Hochbaurestmassen), 20 % RS (Sand)/RZ (Ziegelsand/-splitt).

Für das Gütezeichen des BRV erfolgen die Prüfungen gemäß BRV-Richtlinien durch akkreditierte Prüfanstalten mit Fremdüberwachung. Rund 20 % der von den BRV-Mitgliedsbetrieben hergestellten Recyclingbaustoffe können die geforderten Qualitäten (fehlende/falsche Unterlagen oder Nichteinhaltung der Grenzwerte – chemisch, Verunreinigung) nicht einhalten.

In einer ersten Abschätzung des BRV kann davon ausgegangen werden, dass mit der Umsetzung der Recycling-Baustoffverordnung (in der derzeitigen Form) ein Rückgang des Baurestmassenrecyclings von rund 20–30 % zu befürchten ist (Widerspruch zu den geforderten Recyclingquoten der EU). Von den bestehenden Qualitäten (umwelttechnische Klassifizierung) A+ (rund 10 % der gütegeschützten Baustoffe) und A (rund 70 %), welche einer Masse von rund 2 Mio. t bzw. $\frac{1}{3}$ der gesamten Recyclingbaustoffe in Österreich entsprechen, würden zukünftig „nur“ 50–60 % ein Abfallende gemäß Recycling-Baustoffverordnung (Qualitätsklasse U-A) erreichen können. Hierfür wären jedoch andere/zusätzliche Parameter zu untersuchen und damit mit steigenden Kosten (ca. + 5–10 %) zu rechnen. Die Qualität U-B erfährt weiterhin kein vorzeitiges Abfallende.

Grundsätzlich entscheidet meist der Preis, der Transport bzw. die regionale Verfügbarkeit von Naturstoffen oder Recyclingmaterialien über deren Einsatz. Folgende Maßnahmen können zusammenfassend genannt werden, um auch zukünftig ein Baurestmassenrecycling zu sichern bzw. zu fördern:

- Fördermaßnahmen/Anreize (z. B. Berücksichtigung in Ausschreibungen und Leistungsbeschreibungen, Vorgabe von Mindestrecyclingquoten bei Bauvorhaben (Hinweis auf Bauprodukteverordnung), ALSAG-Rechtsunsicherheit vermeiden).
- RMH-Material sollte als Deckschicht (Oberflächenabdeckung) auf Deponien zulässiger Weise (ALSAG-frei) eingesetzt werden können.
- Öffentliche Auftraggeber forcieren. Stärkerer Einsatz von Recyclingmaterialien im öffentlichen Beschaffungsbereich.
- Recyclingbörse Bau (RBB) und Gütezeichen für mobile Anlagen weiter ausbauen.

Hinweis/Diskussionsbeitrag von DI Sebastian Spaun im Zuge der ÖWAV-AG „Ressourcenschonung“ am 28.11.2014: Vor allem bei der Betonherstellung muss auf eine Überschneidung der Bereiche Bautechnik und Ökologie hingewiesen werden. Ein zu hoher Recyclinganteil kann Auswirkungen auf die Betonqualitäten haben. Gerade bei der Herstellung hochwertiger Betone muss auch auf Naturstoffe zurückgegriffen werden, um bestehende Garantien hinsichtlich der Produktsicherheit einhalten zu können.

4.1.2. Baurestmassenrecycling in der Praxis

(Vortrag von DI Christian Mlinar im Zuge der ÖWAV-AG „Ressourcenschonung“ am 28.11.2014)

Der Bauherr tritt im Zuge von Bauverfahren als Abfallerzeuger auf, bei dem i. d. R. eine Entledigungsabsicht vorliegt. Er muss daher bei der Ausschreibung und Durchführung von Bauvorhaben folgende Punkte berücksichtigen:

- Übergabeverpflichtungen gemäß AWG, keinesfalls Abfallbehandler (i. d. R. „Wegschaffen/Liefern“ ausgeschrieben).
- Beseitigung von BRM und Lieferung von Baumaterial.
- Kosten- und Aufwandsminimierung (keine Genehmigungen über unbedingt erforderliches Ausmaß hinaus, keine zusätzlichen Flächen).
- Rasche Umsetzung, kurze Fristen zwischen Vergabe und Baueinleitung.
- Keine Störung des Bauablaufs (Sorgenfreiheit).
- Vermeidung von rechtlichen Risiken.

All diese Punkte führen in der Regel zu einer geringen Akzeptanz von Recyclingbaustoffen (inkl. mangelndes Fachwissen).

Auf der anderen Seite nimmt aber auch das Qualitätsbewusstsein und Life-Cycle-Denken beim Bauherrn zu.

Die Recyclingfähigkeit von Baustoffen, die Vermeidung von Unsicherheit der Verwertbarkeit beim Wiederausbau, die Förderung von innovativen Aufbereitungstechnologien und die Qualität der Recyclingmaterialien sind jetzt und zukünftig dafür entscheidend.

Demgegenüber liegen beim Abfallbehandler die Aspekte der Qualitätssicherung (Schadstoffe, Störstoffe), Rückbau- und Aufbereitungstechnologie, Akzeptanz/ Einsatzmöglichkeit von Recyclingmaterial und natürlich Konkurrenzfragen hinsichtlich des Einsatzes von Naturstoffen und der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Es ist daher unerlässlich, dass künftige rechtliche Rahmenbedingungen den Einsatz von Recyclingbaustoffen fördern und Rechtsunsicherheiten beseitigen.

Es wird auf die wichtigsten Stoffbelastungen/chemischen Parameter in Baurestmassen (Nitrit, Sulfat, pH-Wert, Blei, Zink) bzw. die gängigsten Störstoffe (u. a. Gipskartonplatten, Gipsspachtel, Ytong, Glaswolle, imprägniertes Holz, Verbundbaustoffe) hingewiesen, mit denen beim Rückbau zu rechnen ist. In diesem Zusammenhang wird die Wichtigkeit eines geordneten Rückbaus und einer hochwertigen Qualitätskontrolle (jedoch auch Kostenfaktor!) zur Vermeidung einer Aufkonzentration von Schadstoffen im Recyclingmaterial hervorgehoben.

Über die Marktfähigkeit und Wirtschaftlichkeit entscheiden zurzeit Einkaufspreis, Behandlungskosten (inkl. Transport) und Verkaufspreis. In Regionen mit schlechter Versorgung mit Primärrohstoffen kann der Einsatz von Recyclingbaustoffen wirtschaftlich sein, jedoch wird derzeit (in Österreich) in vielen Fällen weiterhin deponiert. Um jetzt und zukünftig die Einsatzquote von Recyclingbaustoffen zu erhöhen, ist eine gesicherte (hohe) Qualität entscheidend. Um dieses Ziel zu erreichen, gilt es den „Spagat zwischen mobiler, konventioneller, transportarmer und stationärer, transportintensiver und/oder komplexer Aufbereitung“ zu spannen.

Die Eckpunkte für ein erfolgreiches Baurestmassen-Recycling können wie folgt zusammengefasst werden:

- klare Regeln und Rechtssicherheit beim Einsatz von Recyclingbaustoffen,
- Rechtssicherheit bei mobiler Aufbereitung und Lagerung,
- (wirtschaftlicher) Rückbau,
- professionelle Aufbereitung, Garantie hoher Qualitäten (Untersuchungen),
- kurze Transportwege,
- intensive Kontrollen,
- erweiterte Produzentenverantwortung (Design for Recycling),
- Deponierung, wenn erforderlich.

4.1.3. Anwendungsmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen

(Vortrag von Ing. Günther Gretzmacher im Zuge der ÖWAV-AG „Ressourcenschonung“ am 28.11.2014)

Durchschnittlich werden (noch) 56 (Massen-) % der Abfälle auf der Baustelle in sog. Baumix-Mulden gesammelt. Bei Großprojekten (> 3.500 m³ Rauminhalt) erfolgt die getrennte Sammlung in sog. Sortierinseln, wo der Anteil an „Baumix“ entsprechend reduziert und in die entsprechenden Fraktionen vor Ort getrennt werden kann (→ Restmüll, Kartonagen, Holz, „Deponieschutt“).

Das Recycling von „Abbruchmaterial“ (Asphaltschollen, -fräsgut; Betonbruch, Betonsteine, Fertigteile; Ziegelmauerwerk, Dachziegel; Mauerwerk gemischt Ziegel/Beton/Mörtel/Putz) erfolgt i. d. R. in „echten“ stationären Anlagen, in Stationäranlagen mit Einsatz von Mobilanlagen und in klassischen mobilen Recyclinganlagen, auch unter der Beimischung von Naturstein.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen (in Abhängigkeit von ihrer Qualität) können wie folgt zusammengefasst werden (mit kommender ÖNORM B 3140 abzustimmen):

- sehr hochwertig als Zuschlagstoff: RA, RB, RZ, RHZ,
- hochwertig für obere und untere Tragschichten im Straßenbau: RB, RM, RG, RAB (RA),
- hochwertig für Tragschichten ohne Straßenbelag im Straßen-, Wege- und Parkplatzbau: RA, RAB, RB, RM, RG,
- hochwertig (sog. rote Materialien) als Tennissand (RZ), Zuschlagstoff im „Wohnbeton“, Kleinsteine, Fertigteilen (RZ, RHZ), Substratmischungen: (RMH, RHZ (Z > 33 %)), Bettungssand für Kabel, Leitungen: RS (RMH) und im Sport- bzw. Landschaftsbau (RH (Z < 33 %), RMH),
- Anschüttungen, Hinterfüllungen, Dämme, Künetten (Mischungen mit Aushubmaterial, Einkehrsplitt, techn. Schüttmaterial): RB, RM, RG, RMH.

Folgende Probleme, Einschränkungen und Verhinderungen sind beim Einsatz von Recyclingbaustoffen zu berücksichtigen:

- Anlagengenehmigungen – hohe Anforderungen (Mobilrecycling – Einschränkungen nicht praxisgerecht).
- Konkurrenzfähigkeit mit Naturstein und Schlacke (Kosten für Untersuchungen, Analytik, Aufwand für Zwischenlagerungen).

- Abfallende (ohne Abfallende – Sammler/Behandler, EDM, Zwischenlager, Altlastenbeitrag).
- Anwenderakzeptanz rückläufig (möglicher Altlastenbeitrag bei Einbau und späterem Aus-
hub).
- Abfall-Bürokratie (Aufzeichnungen und Meldungen im EDM, Formulare).
- Moderne Baustoffe (Mischprodukte und Verbundstoffe).

4.2. Herausforderungen und Lösungsansätze

4.2.1. Maßnahmen zur Verbesserung des Baurestmassenrecyclings

Zur Anführung möglicher Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Baurestmassenrecyclings wird auf folgende Fragen eingegangen:

Welche Materialien werden in welcher Qualität benötigt?

Auch wenn zurzeit kein Mangel an Primärbaustoffen (insbesondere Sand, Kies, Hartgesteine) für den Hoch- und Tiefbau in Österreich herrscht, sind Engpässe durch reduzierte Verfügbarkeit langfristig zu erwarten. Mineralische Baurestmassen eignen sich dabei sehr gut für ein Recycling, solange diese entsprechend sortenrein abgebrochen und nach dem Stand der Technik behandelt werden.

Wo fehlen Rohstoffe und wo gibt es einen Konflikt mit der Primärrohstoffversorgung?

Recyclingbaustoffe stehen naturgemäß im Konflikt mit Primärbaustoffen, allerdings kommt es zunehmend zu einer Verschmelzung dieser gegensätzliche Bereiche, da die Maschine sowie die Logistik zur Herstellung von Recyclingbaustoffen größtenteils dieselbe wie für Primärrohstoffe ist. Primärrohstoffhersteller können dabei durch Baurestmassenrecycling ihre eigenen Ressourcen schonen und sowohl den Primär- als auch den Sekundärmarkt bedienen.

Wie können Sekundärrohstoffe in den Wirtschaftskreislauf rückfließen?

Durch den verwertungsorientierte Rückbau von Gebäuden und die daraus resultierenden sortenreinen Inputstoffe ist die Herstellung von bautechnisch und umwelttechnisch hochwertigen Sekundärrohstoffen möglich. Der ökonomische Nutzen ergibt sich durch die geringeren Kosten gegenüber Primärrohstoffen, u. U. verkürzte Transportwege sowie wegfallende Entsorgungskosten für Baurestmassen. Weitere Möglichkeiten ergeben sich – wenn auch nur in untergeordneter Form – in der Wiederverwendung von noch intakten Bauteilen (Fenster, Türen etc.).

Welche fiskalischen Möglichkeiten gibt es, um diese Prozesse anzuregen?

Möglichkeiten ergäben sich durch eine Besteuerung von Primärbaustoffen, was im direkten Vergleich den Kauf von Sekundärbaustoffen ökonomisch attraktivieren würde. Eine indirekte fiskalische Förderung besteht bereits durch die Besteuerung von zu deponierenden Baurestmassen durch den Altlastenbeitrag, hier könnte eine entsprechende Erhöhung des Altlastenbeitrags, z. B. bezogen auf gemischte Bauschuttfraktion, angedacht werden.

Welche Auswirkungen haben kommende Abfallende-Regelungen spezifischer Stoffströme in Österreich und auf EU-Ebene?

Die vermutlichen positiven Auswirkungen von Abfallenderegulungen für Recyclingbaustoffe liegen zunächst in einer einheitlichen Regelung der Herstellung, Qualitätssicherung und Anwendung an sich. Der Produktstatus für entsprechend hochwertige Recyclingbaustoffe ist weiters nicht nur ein werbepsychologischer Vorteil („Produkt“ verkauft sich besser als „Abfall“), sondern erhöht auch die objektive und subjektive Rechtssicherheit beim Anwender.

Welche Innovationen sind erforderlich, um eine Sekundärrohstoffbewirtschaftung erfolgreich zu betreiben?

Innovationspotenziale liegen hier vor allem in der Entwicklung von bautechnisch sinnvollen Verwertungsmöglichkeiten insbesondere von in großer Menge vorhandenem Ziegelsplitt („rotes Material“) sowie in der Rückbau- und Aufbereitungstechnik der in Zukunft vermehrt anfallenden Verbundmaterialien. Von grundlegender Bedeutung werden die Entwicklung und der Einsatz von re-use- bzw. recyclingfähigen Bau- und Fassadensystemen, insbesondere im Bereich der Wärmedämmung von Gebäuden, sein.

4.2.2. Vorschläge für zukünftige Strategieschwerpunkte

Kurzfristige Strategien:

- Klare rechtliche Vorgaben zur Herstellung, Qualitätssicherung, Verwendung und Produkteigenschaft von Recycling-Baustoffen (inklusive Vorgaben für den Rückbau von Gebäuden) in stationären und mobilen Recyclinganlagen; durch die Recycling-Baustoffverordnung und entsprechende begleitende Normen umgesetzt.
- Vorgaben für die rechtssichere (Zwischen-)Lagerung von Inputmaterial für ein Baurestmassenrecycling (unbehandelte Baurestmassen) sowie den fertigen Recyclingbaustoffen vor Ort.
- Integration der Recyclingbaustoffe in die entsprechenden Normenwerke für den Ingenieurbau sowie Beton- und Asphaltherstellung mit dem Ziel der weitgehenden auch bautechnischen Gleichstellung mit Primärbaustoffen. Dabei darf die Produktsicherheit nicht vernachlässigt werden bzw. müssen entsprechende Vorgaben bezogen auf den Einsatz von Recyclingbaustoffen diskutiert werden (Quotenregelung laut Bauprodukteverordnung).
- Verpflichtende Vorgaben zur Verwendung von Recyclingbaustoffen im Rahmen der öffentlichen Beschaffung.

Mittel- bis langfristige Strategien:

- Konkrete Vorgaben für nachhaltiges Produktdesign von Primärbaustoffen (Re-Use/Design for Recycling), diese sollten derart gestaltet bzw. verbaut werden, dass ein effektives Recycling jedenfalls möglich ist (insbesondere Verbundbaustoffe).
- Entwicklung eines Gütezeichens für leicht recycelbare Baustoffe bzw. Verbundsysteme.
- Diskussion einer Besteuerung von Primärressourcen.
- Verteuerung der Ablagerung von gemischten Baurestmassen auf Deponien.

5. Kunststoffe

5.1. Grundlagen und Diskussion

5.1.1. Globale Aspekte

Der Werkstoff Kunststoff wird nahezu ausschließlich aus Erdöl hergestellt. Erdöl gilt global als eine der relevantesten Ressourcen schlechthin, deren Verfügbarkeit zeitlich begrenzt und deren Konsum mit Emissionen von Treibhausgasen verbunden ist. Daraus resultierend ist die ökoeffiziente Bewirtschaftung von Kunststoffabfällen sowohl für die Ressourcenschonung als auch für den Klimaschutz bedeutsam.

2013 betrug der weltweite Erdölverbrauch rd. 4.100 Mio. t, rund 280 Mio. t davon gingen in die Kunststoffproduktion (rd. 7 %). Der weitaus größere Anteil geht in den Bereich Mobilität und Wärmeerzeugung.

Europa hat bei der Kunststoffproduktion einen Marktanteil von rd. 21 % (= 58 Mio. t), in etwa gleichauf mit China und Nordamerika. Kunststoffe sind somit ein wichtiger Werkstoff mit zunehmender Bedeutung (*siehe Abb. 3*).

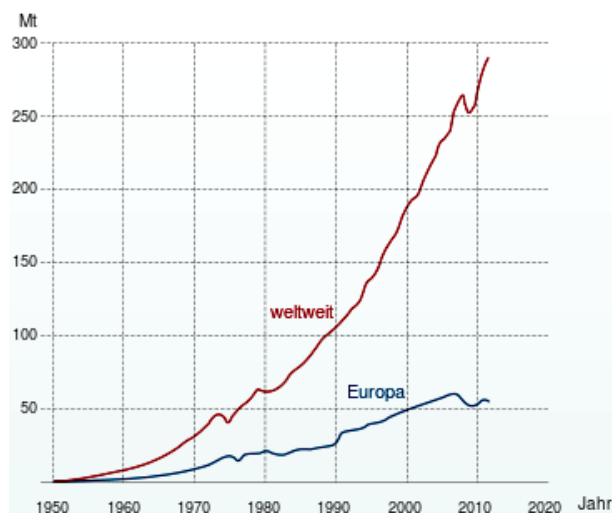


Abb. 3 Entwicklung der Kunststoffproduktion (1950–2013)

Diesbezüglich wird auf den Energieeinsparungsfaktor des Kunststoffrecyclings hingewiesen, der im Vergleich zur Primärproduktion von Kunststoff bei 2,5 liegt und somit größer als beim Recycling von Papier oder Glas ist. Ökobilanzen zeigen allerdings auch, dass eine energetische Verwertung von Kunststoffverpackungen mit hohem Wirkungsgrad (z. B. Herstellung von Ersatzbrennstoffen) gegenüber einem Recycling mit der Herstellung von qualitativ geringwertigeren Produkten (z. B. Recycling von Mischkunststoffen) besser abschneiden kann.

Betrachtet man den europäischen Kunststoffverbrauch nach Sektoren (*siehe Abb. 4*), liegt der Verpackungssektor mit einem Anteil von 39 % deutlich an erster Stelle.

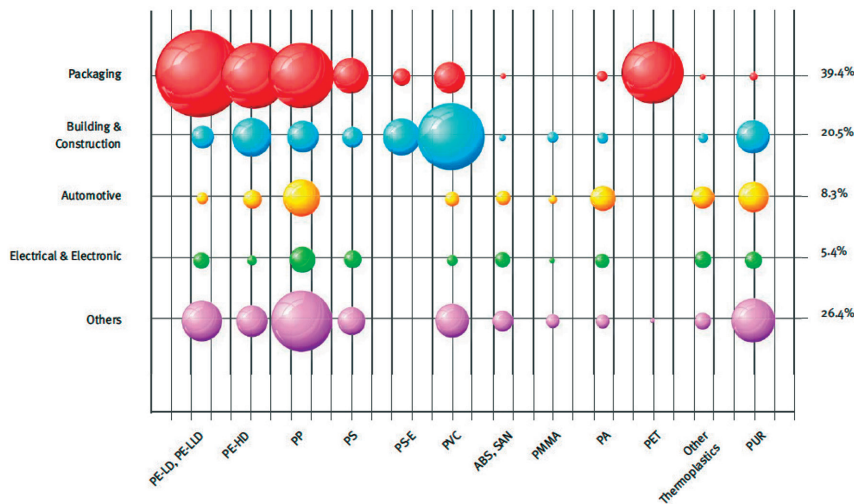


Abb. 4 Europäischer Kunststoffverbrauch nach Sektoren (Quelle: Plastics Europe Market Research Group)

5.1.2. Kunststoffhaushalt in Österreich

In Österreich beträgt der Erdölverbrauch insgesamt 12,6 Mio. t (Quelle: BP – Statistical Review of world Energy, June 2015), die Eigenförderung liegt bei rund 7 % davon. Rund 80 % fließen in den Verkehr, 10 % in die Kunststoffproduktion.

Jährlich wird rund 1 Mio. t Kunststoff für die Herstellung von Kunststoffwaren verbraucht (exkl. Nicht-Kunststoff Anwendungen wie Farben und Lacke), $\frac{2}{3}$ davon gehen in die drei Sektoren „Verpackung“ (28 %), „Bauwesen“ (25 %) sowie „Transport“ (14 % = Fahrzeuge), das restliche Drittel verteilt sich auf diverse Sektoren. Speziell die in Verwendung befindlichen Kunststoffpotenziale bzw. die „Lager“ werden oft vergessen und im Rahmen der abfallwirtschaftlichen Planung derzeit nicht berücksichtigt.

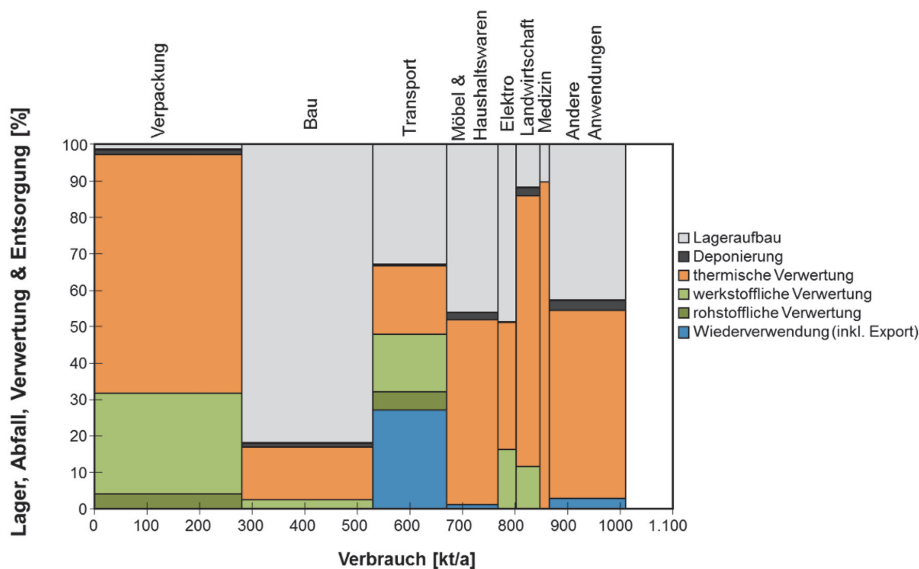


Abb. 5 Sektorspezifische Kunststoffbewirtschaftung in Österreich (basierend auf Laner et al. 2015)

In etwa 38 % dieser jährlich in Österreich in Verkehr gebrachten Kunststoffprodukte werden langfristig eingesetzt und gehen somit in den „Lageraufbau“ (überwiegend im Baubereich), 58 % (rd. 580.000 t) gelangen in die Abfallwirtschaft (insbesondere kurzlebige Kunststoffe in Verpackungen und im Sektor Landwirtschaft), 4 % werden wiederverwendet (speziell im Verkehrsbereich, inkl. Export). Der Anteil des Verpackungssektors im Kunststoffabfall liegt bei rd. 47 %.

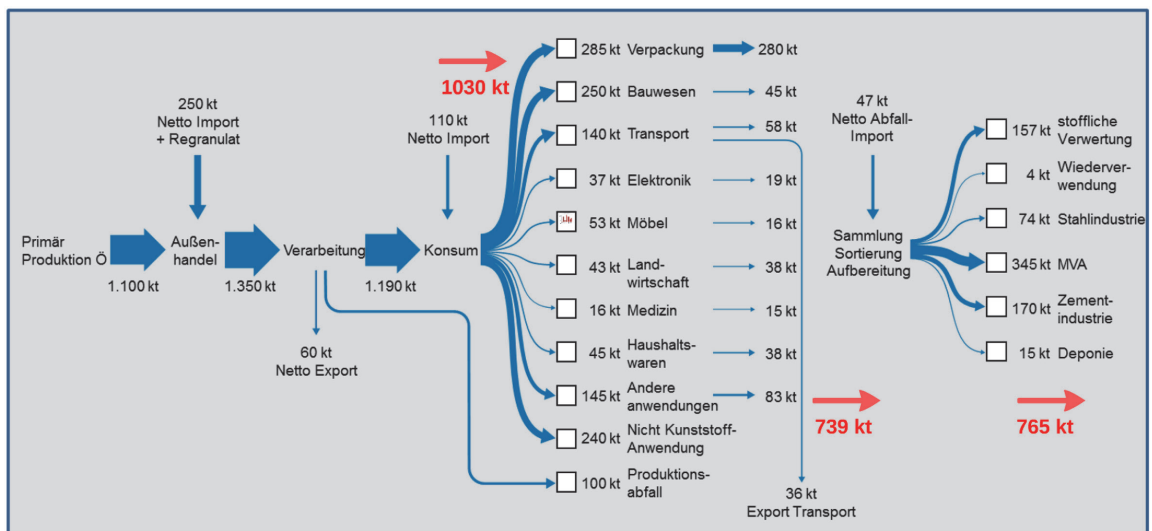


Abb. 6 Kunststoffhaushalt Österreich (basierend auf Laner et al. 2015)

Von den rund 580.000 t Kunststoffabfällen (exkl. 100.000 t Produktionsabfälle und 47.000 t netto Abfallimport; exkl. Wiederverwendung), rund die Hälfte davon fällt näherungsweise in privaten Haushalten an, werden derzeit 74 % energetisch verwertet bzw. behandelt, 21 % (120.000 t) werden stofflich, 3 % rohstofflich (VÖEST) verwertet.

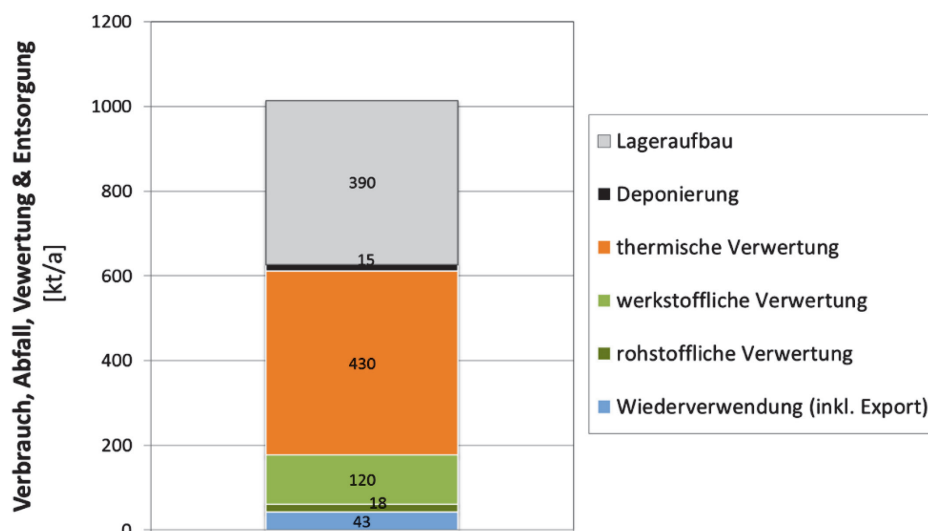


Abb. 7 Wiederverwendung, Verwertung/Behandlung und Lageraufbau von Kunststoffen in Österreich (basierend auf Laner et al. 2015)

5.1.3. Abfallwirtschaftliche Aspekte

Sammlung und Verwertung von Kunststoffverpackungen aus Haushalten

Die gesamte in Verkehr gebrachte Masse an Kunststoffverpackungen aus Haushalten beträgt rd. 180–190.000 t (21–23 kg/EW), d. s. rund 15 % der Verpackungsabfälle in Österreich. Im gewerblichen Bereich liegt die Marktinputmasse bei rund 90.000 t.

Im Haushaltsbereich werden rd. 115.000 t (13,5 kg/EW) Kunststoffverpackungen netto getrennt erfasst (Gelber Sack/Tonne, ASZ), der übrige Anteil wird im Restabfall mitgesammelt. Die Verpackungssammlung aus Haushalten in Österreich ist regional sehr spezifisch strukturiert und unterschiedlich aufgestellt (siehe Abb. 8).

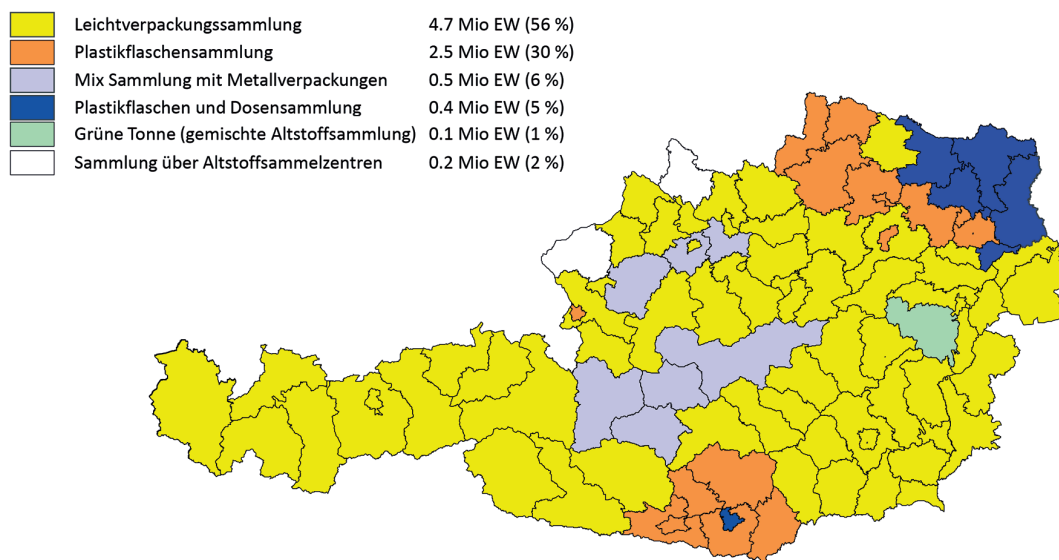


Abb. 8 Kunststoffverpackungssammlung in Österreich (Quelle: ARA AG 2014)

Sammlertypen haben sich in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur und anderen regionalen Randbedingungen unterschiedlich entwickelt.

Rund 95 % der getrennt erfassten Kunststoffverpackungen aus Haushalten werden als Kunststoffgemenge gesammelt (Gelber Sack bzw. Tonne) und bedürfen einer Sortierung. Mit der Sortierung der Haushaltssammelware wurden durch die ARA im Jahr 2014 15 Sortieranlagen in Österreich beauftragt, davon sechs automatische mit etwa 75 % der Gesamtkapazität und neun kleinere manuelle Anlagen. Die Anlagenkapazitäten bewegen sich von 4.000 t/a (manuelle Sortierbetriebe) bis 7.000–30.000 t/a (automatische Sortierbetriebe). Output der Anlagen sind einerseits sortierte Kunststofffraktionen (= SKF wie z. B. PET, LDPE, HDPE, PS/PP und EPS) für das Recycling (40–50 %) und andererseits Mischkunststofffraktionen für die energetische Verwertung (50–60 %). Gemäß den Vorgaben der neuen Verpackungsverordnung 2014 sind ab 2015 50 % der getrennt gesammelten Kunststoffverpackungen aus Haushalten dem Recycling zuzuführen.

Rund 5 % der getrennt erfassten Kunststoffverpackungen werden bereits sortenrein, ohne nachträgliche erforderliche Sortierung sammelt. Bei dieser Art der Sammlung werden 85 % recycelt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Art der Erfassung von Kunststoffverpackungen einen entscheidenden Einfluss auf das Recycling hat. Demgegenüber stehen jedoch die sozialen und vor allem logistischen Rahmenbedingungen im dichter verbauten städtischen Bereich, die einer qualitativ hochwertigen Sammlung aller Kunststoffverpackungen Grenzen setzen.

Die aus der Sortierung kommenden SKF (rd. 50.000 t bzw. 6 kg/EW, die Hälfte davon PET mit ca. 3 kg/EW) zuzüglich der – in rund der Hälfte aller Sammelregionen – bereits sortenrein erfassten Kunststoffverpackungen über Recyclinghöfe (rd. 7.000 t bzw. 0,8 kg/EW) werden zu 90 % in 24 Recyclinganlagen in Österreich verwertet, 10 % werden in anderen europäischen Ländern verwertet. Zusätzlich werden rd. 45.000 t aus den gewerblichen Verpackungen recycelt. Zu den österreichischen energetischen Verwertungsanlagen (Mitverbrennungsanlagen) werden insgesamt rund 70.000 t (rd. 8 kg/EW) an Kunststoffverpackungen als Ersatzbrennstoffe geliefert.

Aus Sicht der ARA, dem größtem österreichischen Sammel- und Verwertungssystem für Verpackungen, werden u. a. folgende Zielsetzungen angestrebt:

- Erfüllen der europäischen und österreichischen Zielvorgaben für ein Recycling und eine energetische Verwertung mit geringstmöglichem volkswirtschaftlichen Aufwand.
- Hochwertiges Recycling forcieren.

- Regionale österreichische und europäische Stoffkreisläufe anstreben.
- Förderung von Produktdesignentwicklungen zur Verbesserung der Verwertbarkeit.
- Weiterentwicklung von Einsatzfeldern für Re-Granulate.
- Koordinierung von Quoten und Einsatzfelder für Recycling.
- Wertschätzung von Recyclingprodukten beim Konsumenten.
- Biokunststoffe (oxo-biodegradable Verpackungen) sind nicht die Lösung.

Kunststoffrecycling in Österreich

Die (in Österreich) recycelbaren Kunststoffe umfassen Verpackungsabfälle (u. a. PET, LDPE, PP/PE, PS), Kunststoffabfälle aus dem EAG-Bereich, von Alt-Kfz sowie aus dem Baubereich (Rohre, Profile) und Produktionsabfälle (thermoplastische Kunststoffe).

Generell ist die Sortenreinheit für die Verwertbarkeit essenziell. Kunststoffverpackungen sind gut verwertbar, stark abhängig jedoch von der Sortierqualität. Aus Sicht der Kunststoff-Recyclingbetriebe können auch stoffgleiche Nicht-Verpackungen bei entsprechender Sortierung verarbeitet werden.

In Österreich befinden sich drei Recyclinganlagen für PET-Flaschen mit einer Gesamtkapazität von 80.000 t/a (Anm.: Aus der österreichischer Sammelware stehen jährlich rund 25.000 t PET-Flaschen für das Recycling zur Verfügung). Zudem gibt es sieben Recyclingbetriebe für Polyolefine mit einer Gesamtkapazität von ca. 150.000 t/a (Anm.: gesammelt werden in Österreich rund 70.000 t/a) und 10 Recyclingbetriebe, die Produktionsabfälle verarbeiten können (Jahreskapazität in Österreich rund 50.000 t/a). Weiters gibt es 15 Mahlbetriebe mit einer Gesamtkapazität von 50.000 t/a.

Heimische Betriebe verarbeiten zudem Importmengen an gemischten Kunststoffen mit und ohne Sortierung sowie sortenreine Kunststoffabfälle.

In Österreich sind weltweit bedeutende Hersteller von Kunststoffrecyclinganlagen (z. B. Erema, NGR) ansässig.

5.1. Herausforderungen und Lösungsansätze

5.1.1. Zusammenfassung

Kunststoffe werden aus dem zeitlich begrenzten, nicht nachwachsenden Rohstoff Erdöl hergestellt. 7 % des weltweiten Erdölverbrauchs gehen in die Kunststoffproduktion. Weltweit werden aktuell nur rund 3 % der Kunststoffabfälle rezykliert. In Europa gehen fast 40 % aller Kunststoffprodukte in den Verpackungssektor.

Österreich hat eine Erdölimportquote von 93 %, 10 % des Erdölverbrauchs fließen in die Kunststoffproduktion. 28 % aller Kunststoffprodukte gelangen in den kurzlebigen Verpackungssektor, fast 40 % in langlebige Sektoren, v. a. in die Bauwirtschaft.

Etwas weniger als 60 % der jährlich in Österreich eingesetzten Kunststoffprodukte fallen als Kunststoffabfall an, der zu 21 % wieder recycelt wird. Fast die Hälfte aller Kunststoffabfälle kommt aus dem Verpackungsbereich, insbesondere aus den privaten Haushalten. Die Verpackungskunststoffabfälle aus Haushalten werden zu 60–70 % getrennt erfasst, wobei der überwiegende Teil gemischt gesammelt wird und einer nachträglichen Sortierung bedarf. In etwa 30 % der in Verkehr gesetzten Verpackungen aus Haushalten werden einem Recycling zugeführt.

Im Vergleich zum aktuellen Anfall von sortenreinen Kunststoffabfällen sind in Österreich weit aus größere Kapazitäten an qualitativ hochwertigen Recyclinganlagen vorhanden, die nur teilweise durch Importe ergänzt werden. Des Weiteren ist Österreich Sitz von weltweit bedeutenden Herstellern von Kunststoffrecyclinganlagen.

Grundsätzlich können daher im Hinblick auf ein verbessertes Kunststoffrecycling folgende Aussagen getroffen werden:

- Getrennte Sammlung von Kunststoffen sollte auch in Hinblick auf die Ziele der EU-Abfallrahmenrichtlinie forciert werden. Die konkreten Zielsetzungen des überarbeiteten „Circular Economy-Packages“ der EU sind noch abzuwarten.
- Der Baubereich ist zum einen ein wesentliches Lager für Kunststoffe, die zunächst z. B. als Verpackung oder Abdeckung bei der Errichtung, vor allem aber nach ihrer Nutzung mit entsprechendem Recyclingpotenzial in die Abfallwirtschaft gelangen und geeignete Verfahren, Kapazitäten und Märkte erfordern. Zum anderen ist der Bausektor auch ein relevanter Abnehmer von Recyclingkunststoffen.
- Freiwillige Initiativen von Unternehmen (z. B. Möbelhersteller, Automobilindustrie) zur Erhöhung der Recyclingquoten bzw. der Wiederverwendung; Etablierung von Bonifikationsystemen.
- (Quoten-)Vorgaben (z. B. Verpackungsverordnung 2014) und Verbote (z. B. Deponieverordnung 2008) sind wirksame Treiber.
- Stoffliche Kreisläufe sollen „sauber“ gehalten werden und Schadstoffe gezielt in letzte Senken geleitet werden.

5.1.2. Herausforderungen der Kunststoff-Recyclingwirtschaft

Aus Sicht der Kunststoff-Recyclingwirtschaft können folgende Probleme aufgezeigt werden:

- Zu geringe Sammelmengen.
- Exportproblematik: Wertvolle Rohstoffe für die Industrie gehen verloren.
- Überkapazitäten: Aktuell werden rund 50.000 t Kunststoffabfälle von den Recyclinganlagen importiert. Kapazitäten für weitere 80.000 t sind vorhanden.
- Teilweise schlechte Qualitäten: Die Vorsortierung in den Betrieben ist von großer Bedeutung.
- Das Image in der Öffentlichkeit ist zu verbessern (Anm.: z. B. hat sich der Absatz von Re-Granulaten etabliert).

Aus Sicht der kunststoffverarbeitenden Industrie beeinflussen folgende Aspekte das Recycling:

- Trend zu Verbundwerkstoffen erschwert das Recycling (Zuschlagstoffe und Additive).
- Keine Recyclingmöglichkeit für duroplastische Fraktionen (z. B. Silikone).
- Schnittstelle (Informationsfluss) zwischen Primärindustrie, Recycling- bzw. Abfallwirtschaft und Produktdesignern (Beratung von Anbietern von Kunststoffprodukten) essenziell.
- Entscheidende Faktoren für ein erfolgreiches Recycling:
 - Materialauswahl,
 - Bauteilkonstruktion (Trennbarkeit),
 - Verarbeitung,
 - Sammlung von Kunststoffabfällen und Nebenprodukten,
 - Aufbereitung unter Berücksichtigung der Anwendung.

Die **Forderungen der Kunststoff-Recyclingwirtschaft** sind:

- Einsatz von Recyclingmaterial: verpflichtender, höherer Einsatz von Re-Granulaten.
- Höhere Recyclingquoten der EU.
- Qualität bei der Erfassung/Sammlung und Sortierung (muss weiter) gesteigert werden; Qualität der Re-Granulate muss näher an die Neuware herankommen.

5.1.3. Aspekte für eine Weiterentwicklung des Kunststoffrecyclings

Folgende Aspekte zur Steigerung des Kunststoffrecyclings werden aufgezeigt:

- Forschung und Entwicklung zur Erhöhung der Wissensbasis der nationalen Kunststoffkreisläufe: nationale Stoffbuchhaltung, dynamische Modellierung des künftigen Inputs insbesondere von langlebigen Kunststoffprodukten in die Abfallwirtschaft unter Berücksichtigung ihrer Qualität, Strategieentwicklung für optimierte Recycling- und energetische Verwertungsszenarien unter der Berücksichtigung, Stoffkreisläufe „sauber“ zu halten und Schadstoffe gezielt in letzte Senken zu leiten.
- Qualitätssteigerung bei der Erfassung und Verwertung von Kunststoffabfällen.
- Forschung und Entwicklung in verbesserte Sortier- und Recyclingtechnologien (z. B. Technologien zur Umwandlung in niedermolekulare Rohstoffe zur Produktion neuer Polymere).
- Verbesserung der Rahmenbedingungen (z. B. Erfassungs- oder Verwertungsquoten, Ausschreibungsinhalte und Qualitätsanforderungen, Normen).
- Produktgestaltung (Trenn- und Erkennbarkeit etc.), Re-Use und Design for Recycling.
- Imageverbesserung des Kunststoffrecyclings und von Recyclaten.

6. Quellenverzeichnis

6.1. Literatur / Quellenangaben – Metalle / Schrotte

- Angerer, G.; Marscheider-Weidemann, F.; Lüllmann, A.; Erdmann, L.; Scharp, M.; Handke, V. & Marwede, M. (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. IZT, ISI, BMW, Karlsruhe, Berlin. <http://isi.fraunhofer.de/isi/publ/download/isi09b05/angerer-rohstoffe-fuer-zukunfts-technologien.pdf>
- Buchner, H. & Rechberger, H. (2014): Aluminium Bilanz in Österreich. Vortrag ÖWAV-Ressourcenschonung 23.06.2014.
- *Die Zeit* (2012): Seltene Erden – Kampf um Chinas Rohstoffe eskaliert. Hamburg, 13.03.2012. www.zeit.de/wirtschaft/2012-03/erden-china-verklagt
- FT – Financial Times (2011): China noses ahead as top goods producer. London, 13.03.2011. www.ft.com/intl/cms/s/0/002fd8f0-4d96-11e0-85e4-00144feab49a.html#axzz2pK74bgNh.
- Heijden, K. van der (2015): Sustainable Growth – The Role of Resource Efficiency. World Resources Institute. Presentation at European Parliament Workshop Resource Efficiency Indicators, 14.04.2015, Brussels.
- Santavaara, I. (2011): Resource Efficiency at Nokia. Green Electronics, Bucharest, 9.11.2011
- Petrović, B. (2014): Umweltgesamtrechnungen – Modul- Materialflussrechnung, Zeitreihe 1960 bis 2012. Statistik Austria, Wien. www.statistik.at
- Umweltbundesamt (2012): Krutzler, Th., Reisinger, H. & Schindler, I.: Ressourcenverbrauch der Industrie in Österreich – Analyse und Ausblick für die bedeutendsten Branchen und seltene Metalle. Report-0363, Wien. www.umweltbundesamt.at
- USGS – U.S. Geological Survey of the U.S. Department of the Interior (2001): Mineral commodity summaries 2001. Washington D.C. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2001/mcs2001.pdf>
- USGS – U.S. Geological Survey of the U.S. Department of the Interior (2015): Mineral commodity summaries 2015. Washington D.C. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2015/mcs2015.pdf>
- Hintergrundmaterial zu Metalle/Schrotte – Vorträge 23.6.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Der österreichische Aluminiumhaushalt“, Univ.-Prof. Helmut Rechberger, TU Wien
- „Welche Rahmenbedingungen braucht die Ressource Metall?“, DI Manfred Födinger, Scholz Austria GmbH
- „Bedeutung der Metallversorgung für die Industrie“, DI Peter Hackl – voestalpine Stahl GmbH

6.2. Literatur / Quellenangaben – Holz / Papier

- „Waldland Österreich“ – Homepage der proHolz – Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft – www.proholz.at/co2klimawald/waldland-oesterreich
- „Holzströme aus dem Blickwinkel der Forstwirtschaft & Bioenergie“, DI Kasimir P. Nemestothy (Vortrag 22.9.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“)
- „Die österreichische Papierindustrie“ DI Hans Grieshofer (Vortrag 22.9.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“)
- „Stoffliche Verwertung von Holz“, Peter Altmann, Fritz Egger GmbH (Vortrag 22.9.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“)
- „Die Rolle der energetischen Biomassenutzung in der Wertschöpfungskette Holz“, DI Kasimir P. Nemestothy (05/2013)
- „Biomasse – Heizungserhebung 2014“, Landwirtschaftskammer Niederösterreich
- „Basisdaten Bioenergie 2013“, Österreichischer Biomasseverband 2014
- Statusbericht 2014 zum BAWP 2011 (BMLFUW, Februar 2015)
- „Holzströme in Österreich“ – www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/holzstr_oesterr.html
- „Ökostrombericht 2014“ – E-Control, 31. Juli 2014

- Branchenbericht der österreichischen Papierindustrie 2014/15 (Austropapier, Fachverband der Papierindustrie der WKÖ, April 2015)

6.3. Literatur / Quellenangaben – Baurestmassen

- „Statistische Grundlagen zum Baurestmassenrecycling in Österreich“ – GF DI Martin Car (Baustoffrecyclingverband) – Vortrag 28.11.2014 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Baurestmassenrecycling in der Praxis“ DI Christian Mlinar (Bernegger GmbH) – Vortrag 28.11.2014 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Anwendungsmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen“ Ing. Günther Gretzmacher (Ökotechna Entsorgungs- und Umwelttechnik GmbH) – Vortrag 28.11.2014 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“

6.4. Literatur / Quellenangaben – Kunststoffe

- „Kunststoffmengenströme in Österreich“, Dr. Johann Fellner, CD Labor für anthropogene Ressourcen – Vortrag 27.2.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Praxisbericht zum Kunststoffrecycling“, GF Werner Kruschitz, Kruschitz GmbH – Vortrag 27.2.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Herausforderungen bei der Kunststoffverarbeitung“, GF Robert Lielacher, Polymerwerkstatt GmbH – Vortrag 27.2.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“
- „Sammlung und Verwertung von Kunststoffverpackungen“, Mag. Harald Pichler, ARA AG – Vortrag 27.2.2015 – ÖWAV-Arbeitsgruppensitzung „Ressourcenschonung und -effizienz“