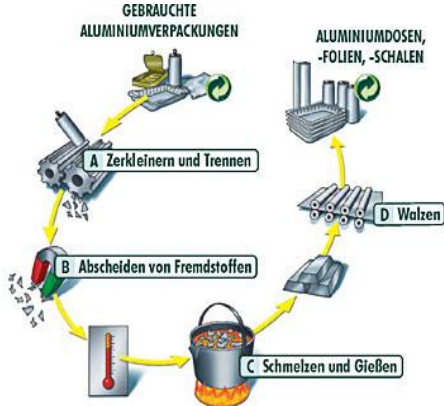
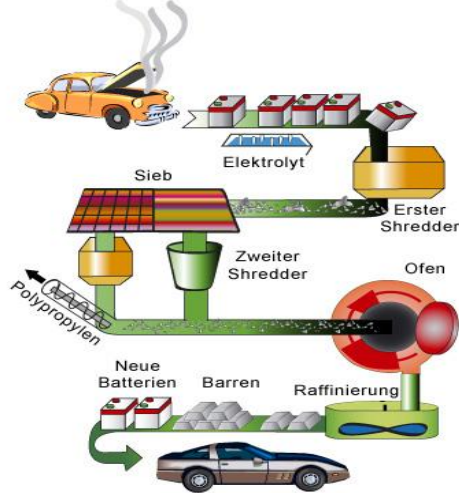


„Werkstoffliche Recyclingraten bei verschiedenen Mineralen und Metallen“

Von Sebastian Roeser, Praktikant BMU, 23.08.2010

Stoff	Kategorie	Allgemeine Informationen	Recyclingraten	Recyclingmethoden
Aluminium	Nichteisenmetalle	<p>Aluminium wird in der Luft- und Raumfahrt, Elektrotechnik und in der Verpackungsindustrie verwendet. Zurzeit bezahlt man pro Tonne circa 2000 Euro bei einer Reinheit von 99,7 %, wobei der hohe Metallwert auch im Recyclingprozess erhalten bleibt und somit einen ausreichenden wirtschaftlichen Anreiz bietet. Die Wiederverwertung von Aluminium sichert in Deutschland rund 20.000 Arbeitsplätze, somit ist Aluminium-Recycling sowohl ökonomisch als auch ökologisch sehr sinnvoll.</p>	<p>Der Stoff kann beliebig oft ohne Qualitätsverlust wiederverwertet/ recycelt werden: alleine in Deutschland wurden 2006 etwa 1,3 Millionen Tonnen Aluminium verarbeitet, davon 0,8 Millionen Tonnen Formguss, bei dem etwa 80% in Form von Sekundäraluminium eingesetzt wird. Insgesamt werden jährlich 800.000 Tonnen Recycling-Aluminium eingesetzt, gegenüber 500.000 Tonnen Primär-Aluminium.</p> <p>In der EU werden insgesamt pro Jahr etwa 2,6 Millionen Tonnen Aluminium verarbeitet, mit ähnlichen Recyclingraten. Bei Aluminium ist die Recycling-Effizienz demnach sehr gut, denn es ist wesentlich schwieriger, Primär-Aluminium zu gewinnen, als reines Aluminium einzuschmelzen. Insgesamt beträgt der Energieverbrauch für Recycling-Aluminium nur 5 bis 10 % vom Wert für Primäraluminium.</p>	<p>Die vorwiegende Recyclingmethode ist das Werkstoffliche Recycling: Hierbei wird Aluminium in Form von Schrott, Spänen, etc. erfasst, aufbereitet und eingeschmolzen.</p> 
Antimon	Halbmetalle	<p>Antimon wird in den USA primär als Brandschutzmittel und als Bestandteil von Autobatterien, in Deutschland für die Härtung von Blei- und Zinnlegierungen genutzt. Das Recycling ist vor allem auf dem US-amerikanischen Markt von höchster Bedeutung, dort wurde der Bestand von Antimon bis zum Jahre 2000 auf 8.300 Tonnen reduziert. 2001 flossen durch das Recycling von PET-Flaschen rund 5 Tonnen Antimon in die Produktion zurück.</p>	<p>Im Jahre 2000 wurden 2000 Tonnen Sekundär-Antimon aus Altmetall gewonnen, davon circa 95% aus recycelten Autobatterien. Weiterhin wurde die Recyclingeffizienz auf 89 % geschätzt, die Recyclingrate lediglich auf 20 %. In der Schweiz beispielsweise werden Antimon-Blei-Legierungen nach und nach durch andere Legierungen ersetzt. Blei-Antimon wurde zu fast 100% gesammelt und wiederverwertet. 60% der Wiederverwertung fand in der Schweiz statt, während 40% als sekundäres Blei-Antimon zur Wiederverwertung exportiert wurde.</p>	<p>Eine typische Methode Antimon wieder zu verwerten ist alte Batterien zu zerstören und Fremdstoffe wie Plastik herauszufiltern: dadurch entsteht ein halbflüssiger Brei mit einer Dichte von 1,4 g pro ccm. Unter weiterer Trennung und Erhitzung der einzelnen Komponenten kann das Antimon herausgefiltert und wieder gewonnen werden.</p>

<p>Altreifen</p>	<p>Verbundstoffe</p>	<p>Jährlich fallen in Europa rund 4 Millionen Tonnen Altreifen an. Weltweit sind es schätzungsweise ca. neun Millionen Tonnen.</p> <p>Seit 2006 ist die Deponierung von Altreifen in der EU verboten, was zur Diskussion darüber führte, welches die umweltverträglichste Verwertungsoption für Altreifen sei.</p>	<p>Laut „Continental-Reifen“ sind indirekte CO2 Emissionen, die von eingekauftem Strom und eingekauftem Dampf herrühren, seit 1999 um 9% verringert worden. Direkte CO2 Emissionen aus eigener Dampferzeugung haben um 36% im Vergleich zu 1999 abgenommen.</p> <p>Das Abfallaufkommen wurde um 22% reduziert. In der gleichen Zeit ist die Recyclingrate von 66% auf 84% im ersten Halbjahr von 2009 angestiegen.</p>	<p>Zumeist werden Altreifen heute als Brennstoffzusatz in Zement- und Heizkraftwerken verwertet. Das Recycling im engeren Sinne gestaltet sich schwierig, denn Reifen zählen zu den Verbundstoffen, bestehen also aus einem Stoffgemisch, das nicht einfach zu trennen ist. Das Material ist extrem widerstandsfähig und zäh, die Zerkleinerung ist aufwändig und teuer. Enthalten sind in einem typischen Kfz-Reifen Kautschukmischungen, ein bis zu 30-prozentiger Rußanteil, Stahl (15 bis 28 %) und Textilfasern.</p> <p>Eine Alternative zur thermischen Verwertung ist das Werkstoffliche Recycling, bei dem Altreifen zerkleinert werden und der Kautschukanteil zu Gummigranulat bzw. -mehl verarbeitet wird. Die so gewonnenen Granulate lassen sich beispielsweise als Füllstoffe für Sportböden oder im Garten- und Landschaftsbau (Fußball- und Golfplätze) verwenden.</p>
<p>Beryllium</p>	<p>Erdalkalimetalle</p>	<p>Beryllium wird als Konstruktionswerkstoff in Legierungen mit Aluminium für Produkte in der Flugzeug- und Weltraumtechnik verwendet. Der durch die Zugabe von Beryllium erzielte Vorteil äußert sich in der hohen Härte bei vergleichbar niedrigem Gewicht. Beispielsweise führt ein Berylliumgehalt von 6-7% bei Kupferlegierungen zu einer vergleichbaren Härte wie Stahl. Über 99 % der Herstellung erfolgt in China und den USA, die Weltproduktion von Beryllium lag von 1997 bis 2001 jährlich zwischen 280-344 t, die Weltreserven werden dagegen auf 400.000 t geschätzt. Mit diesem Wert gehört Beryllium mit zu den selteneren Metallen der Erde. Deutschland gehört unter anderem mit Frankreich zu den Hauptempfängern des Berylliumexports.</p>	<p>Beryllium verzeichnet durchweg sehr geringe Recyclingraten: da Beryllium meist in nur geringen Konzentrationen in Legierungen eingesetzt wird(circa 2%), spielt das Recycling auch nur eine untergeordnete Rolle. Dennoch wurden beispielsweise in den USA im Jahr 2000 35 t Beryllium recycelt oder wieder verwendet. Das Recycling erfolgte dabei hauptsächlich aus Neuschrott, 14 % aus Altschrott. Weiterhin wurden dort circa 5 Tonnen Beryllium mit einem Wert von \$1.8 Millionen aus Altmittel gewonnen. Die Beryllium- Recyclingrate wird auf circa 10 %, die Recyclingeffizienz auf circa 7% geschätzt.</p>	<p>Abfall mit Berylliumanteilen wird in den dafür angelegten Anlagen zunächst zerkleinert, dann gemahlen und geschmolzen. Dadurch entstehen möglicherweise potenziell gefährliche Partikel, da Beryllium im gemahlenden, feinen Zustand über die Luft eingeatmet zu Gesundheitsschäden führen kann.</p>

<p>Beton</p>	<p>Baustoffe</p>	<p>Beton wird vorwiegend als Baumaterial verwendet.</p>	<p>Der Beton lässt sich - sortenreine Fraktionierung vorausgesetzt - vollständig recyceln: aufgrund konsequenter Anstrengungen beim Baustoff-Recycling wurden im Jahr 2004 61,6 Prozent des anfallenden Bauschutts und mehr als 93 Prozent des Straßenaufbruchs verwertet.</p>	<p>Beton wird generell werkstofflich recycelt. Man unterscheidet prinzipiell zwei Arten des Recyclingbetons:</p> <p>Beim Recycling von Frischbeton werden die Reste für eine Wiederverwertung in ihre Ausgangsstoffe zerlegt und erneut dem Stoffkreislauf zugeführt. Beim Recycling von Altbeton hingegen dient der Beton als Zuschlag oder Beimischung für die Herstellung von Frischbeton. Voraussetzung für die Wiederverwertung von Altbeton jedoch ist dessen Aufbereitung wie Zerkleinern, Reinigen und Klassieren zu einer primärstoffvergleichbaren Qualität.</p>
<p>Blei</p>	<p>Schwermetalle</p>	<p>Blei findet zu 60 % in der Automobilindustrie und zu weiteren 20% in der Chemieindustrie Verwendung.</p>	<p>Im Jahre 1998 wurde die Recyclingrate auf 63%, die Recyclingeffizienz auf 95% geschätzt.</p> <p>Schätzungen zufolge werden 97 % des recycelten Bleis aus Bleibatterien entnommen. Der Rest stammt aus anderen Metallquellen wie Gusseisen oder Blechplatten.</p>	<p>Blei wird unter Einsatz einer besonderen Technologie und eines einzigartigen Know-hows in Form von reinen Metallbarren oder Legierungen aus einem Erzgemisch (1. Schmelze) und recyceltem Autobatterieblei (2. Schmelze) geschmolzen</p>  <p>In dieser Recyclingmethode sind die Verluste von Bleibbestandteilen sehr gering.</p>
<p>Cobalt</p>	<p>Übergangsmetalle</p>	<p>Cobalt wird für die Dauermagnetwerkstoffherstellung und für Hochtemperaturlegierungen benötigt.</p>	<p>Die Recyclingrate liegt in Deutschland bei circa 20-25%.</p>	<p>Die Behandlung dieses Übergangsmetalls ist ähnlich wie die der anderen Metalle. Nach dem Zerkleinern und Trennen wird diese Feinfraktion mit Schlackenbildnern gemischt und granuliert. Durch einen elektrothermischen Prozess wird dann Cobalt als Metall gewonnen.</p>

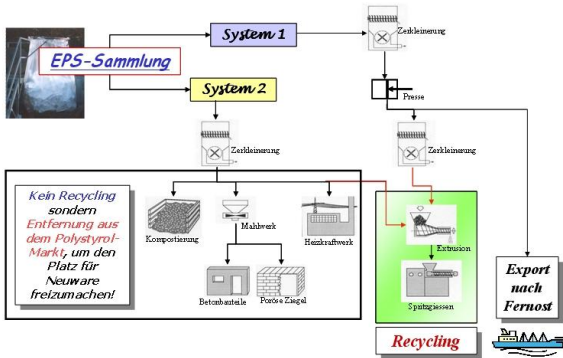
<p>Eisen</p>	<p>Übergangsmetalle</p>	<p>In der weiterverarbeitenden Industrie fallen jährlich mehrere 100.000 Tonnen eisenhaltige Reststoffe an. Eisen wird hauptsächlich zur Herstellung von Stahl verwendet.</p> <p>Dieses Übergangsmetall ist mit 95 Prozent Gewichtsanteil an genutzten Metallen das weltweit meistverwendete.</p>	<p>Der Stahl und somit auch das Eisen sind weltweit der Baustoff mit der höchsten Recyclingrate, gänzlich wird mehr Stahl wiederverwertet als bei allen anderen Materialien zusammen. Experten gehen davon aus, dass bisher „nur“ 90–95 Prozent allen Stahls der Wiederverwertung zugeführt werden, die hundertprozentige Verwertung jedoch durchaus realistisch ist. Zudem verbraucht das Recycling nur etwa die Hälfte der Energie, die für die Primärproduktion nötig ist.</p>	<p>Das Werkstoffliche Recycling geschieht durch Einschmelzen und Wiederaufarbeitung: durch Hochöfen.</p> <p>Die Energieeffizienz beim Recycling eisenhaltiger Reststoffe über die Verfahrensstufen Sinteranlage und Hochofen ist geringer als bei der konventionellen Roheisenerzeugung.</p> <p>Der Energieverbrauch für beide Prozesse zusammen beträgt etwa 25 GJ/Tonne.</p>
<p>Fluorit</p>	<p>Industrieminerale</p>	<p>Fluorit wird als Flussmittel in der Metallindustrie und zur Herstellung von Fluor und Fluorwasserstoffsäure verwendet. 2005 lag der jährliche Verbrauch in Deutschland bei 250.252 t, wovon jedoch 216.963 t importiert wurden.</p>	<p>Die Recyclingrate liegt in der EU unter 1%, die Möglichkeiten zur Ersetzung sind stark begrenzt</p>	<p>Aufgrund der Neigung des Rohstoffs zur Feinstkornbildung bei der Zerkleinerung ergeben sich Aufbereitungsverluste von ca. 40 %. Durch thermische Vorbehandlung gelingt es, die Feinstkornbildung durch Sinterung zu vermeiden und den Phosphatträger in eine einfach laugbare Form zu überführen. Mit dem neuen Verfahrenskonzept, das aus thermischer Vorbehandlung, Flotation mit Nachzerkleinerung der Vorkonzentrate und Laugung der Konzentrate besteht, können bei Minimierung der Rohstoffverluste Flußspatkonzentrate erzeugt werden, die die Qualitätsansprüche des internationalen Marktes erfüllen.</p>
<p>Gallium</p>	<p>Metalle</p>	<p>Gallium wird neben der Herstellung von Solarzellen und Leuchtdioden auch als metallischer Belag für Glas oder Keramik benötigt. In dieser Eigenschaft wird es zum Beispiel in der Raumfahrt als Oberflächenbeschichtung genutzt. China ist der Hauptproduzent (75%) dieses Metalls, in der EU wird es lediglich in Ungarn und der Slowakei hergestellt. Die wohl auffälligste Eigenschaft des Galliums ist sein Schmelzpunkt bei 29,78 °C. Weiterhin ist Gallium relativ gesehen mit 19 Gramm pro Tonne Erdkruste das 38. häufigste Element: deswegen erreicht Gallium nirgendwo abbauwürdige Form. Die Gewinnung des Metalls erfolgt lediglich aus Nebenprodukten der Aluminium- oder Zinkerzverarbeitung. Herkunftsländer sind dabei in ersten Linie Ungarn, Indien und China, neben Kasachstan und Russland.</p>	<p>Auf dem Gebiet des Galliumrecyclings sind die USA neben Deutschland, Japan und Großbritannien führend. Die Firma „Recapture Metals“ aus den USA verfügt über eine Kapazität zur Produktion von über 200 t Gallium aus Recycling, die maximale Produktion lag allerdings in Höchstjahren bei 80 bis 100 t. 2003 wurden dort noch 40 t Gallium aus Recycling gewonnen</p>	<p>Zur Wiederaufarbeitung des Galliums erfolgt zunächst ein Aufmahlen des Schrotts. Der Filterkuchen wird dann wieder gelöst und durch Elektrolyse gereinigt. Außerdem kann Gallium auch thermisch aufgearbeitet werden. Das entstehende verunreinigte Gallium wird ebenfalls der Elektrolyse zugeführt.</p>

<p>Germanium</p>	<p>Halbmetalle</p>	<p>Auch die Anreicherung von Germanium in der Erdkruste erreicht nirgendwo abbauwürdige Form: dessen Konzentration liegt in seiner relativen Häufigkeit an 53. Stelle, es beträgt mit 1,5 g/t weniger als ein Zehntel des Anteils von Gallium im Boden. Auch hier erfolgt die Gewinnung aus Nebenprodukten der Aluminium- oder Zinkerzverarbeitung. Zinkvorkommen mit hohen Germaniumgehalten existieren unter anderem in den USA und Russland. Amorphes Germanium in Form von Germaniumglas ist durchlässig für Infrarotstrahlung. Diese Eigenschaft macht eine Nutzung zum Beispiel für Infrarot-Nachtsichtgeräte möglich. 20 % der Germaniumproduktion entfallen auf die Herstellung solcher optischen Geräte.</p>	<p>Die Produktionsmengen von Germanium bewegen sich seit 1970 mit wiederholten Anstiegen und Einbrüchen zwischen 120 und 50 t. Das Maximum von 120 t wurde Anfang der 80er Jahre erreicht, Mitte der 90er Jahre lag die Germaniumproduktion nur noch bei 50 t pro Jahr. Seitdem steigen die Produktionsmengen wieder an, momentan werden jährlich zwischen 90 und 100 t produziert.</p> <p>Allgemein sind die Recyclingraten für Germanium als gering einzuschätzen.</p>	<p>Bislang ist es noch nicht möglich, Germanium aus Transistoren, Solarzellen oder Infrarotgläsern wiederzugewinnen. Bei Germanium erfolgt kein Recycling in dem Sinne, dass das Metall tatsächlich aus dem Produkt vom Endverbraucher wieder zurück gewonnen wird. Recycelt werden lediglich Abfälle, die während der Produktion der hochreinen Metalle sowie bei Verarbeitungsprodukten daraus entstehen und noch recht hohe Konzentrationen Germanium enthalten.</p>
<p>Gold</p>	<p>Edelmetalle</p>	<p>Das Edelmetall wird zu 63% als Material für die Schmuckverarbeitung, zu 21 % für Münzen und zu 15 % im Industrie- und Elektronikbereich, sowie 1% in der Dentalindustrie verwendet. Der Abbau von Gold ist schwerwiegend für die Umwelt, denn in keinem anderen Fall ist die Luftverschmutzung so hoch wie beim Prozess des Goldabbaus. Denn laut der Environmental Protection Agency (EPA) ist die Quecksilberschmutzung durch Abfallverbrennung und Deponierung insgesamt nicht halb so hoch wie durch den Abbau von Gold. Auch wenn in einem Handy oder einem Computer nur wenige Milligramm von Gold verbaut wurden, so enthalten doch alle 2007 hergestellten Computer und Handys nach Angaben der Spezialrecyclingfirma Umicore zusammen 85 Tonnen Gold.</p>	<p>Der hohe Prozentsatz des Recyclings ist abhängig vom hohen Wert dieses Minerals. Circa 85 % des Goldes werden wiederverwertet, die restlichen 15 % werden entweder durch Industrieprozesse verloren oder sind nicht mehr abrufbar.</p>	<p>Moderne Recyclinganlagen können heutzutage aus Computerplatinen über 95 Prozent der Edelmetalle wie Gold heraus schmelzen und wieder neu gießen.</p>

Kupfer	Nichteisenmetalle	Kupfer wird für die Herstellung von Münzen, Stromkabel, Schmuck und Besteck genutzt. Der bedeutendste Kupferproduzent ist Chile, mit großem Abstand gefolgt von Peru und den USA. In Europa sind Polen, Portugal und Schweden nennenswert.	Allgemein besitzt recycelter Kupfer dieselbe Qualität wie der Primärrohstoff, aufgrund seines edlen Charakters lässt sich Kupfer hervorragend wiederverwerten. Die weltweite Recyclingquote von Kupfer liegt zwischen 30% und 35% . Weiterhin werden bereits heute rund 43 % des Kupferbedarfs durch die Verwertung von Industriegütern gedeckt. Zudem verringert die Sekundärgewinnung von Kupfer den kumulierten Herstellungsenergieaufwand gegenüber der Primärgewinnung (rund 60 MJ/kg) aus Kupfererzen um 60 bis 65 %. Der Energieaufwand bei der Primärerzeugung von Kupfer beträgt 98 GJ/t, während er bei Sekundärkupfer nur 14 GJ/t beträgt. Die deutsche Recyclingrate lag 2005 bei 54% .	Das vorherrschende Recyclingprinzip ist das werkstoffliche Recycling: für die bei der Kupferproduktion anfallenden kupferhaltigen Reststoffe bestehen geschlossene Verwertungswege. Begleitmetalle in den Sekundärrohstoffen werden getrennt und zu Produkten verarbeitet. Die Ablagerung von Stoffen auf Deponien wird damit weitestgehend vermieden.
Magnesium	Erdalkalimetalle	Magnesium findet zum Beispiel Verwendung in der Luft- und Raumfahrt, im Fahrzeugbau, der Bau-, Elektro- und der Lebensmittelindustrie (Verpackungen).	Die Recyclingmöglichkeiten von Magnesium sind stark begrenzt. Die Recyclingrate liegt in Deutschland lediglich bei 35% .	Zurzeit erfolgt nur das Recycling von sauberem Magnesium Neuschrott mit bekannter Zusammensetzung. Altschrott kann noch nicht recycelt werden, da es momentan nicht möglich ist, diesen so sauber aufzuarbeiten, dass Strukturmagnesium im hohen Reinheitsgrad (HP= „high purity“) erzeugt werden kann. Bereits geringste Gehalte an Kupfer und Nickel machen die Erzeugung von HP-Strukturmagnesium unmöglich.
Molybdän	Übergangsmetalle	Mehr als zwei Drittel des hergestellten Molybdäns werden zur Erzeugung von Metalllegierungen wie Ferro-Molybdän verbraucht. Zusätzlich benötigt man dieses Übergangsmetall für den Flugzeugbau und der Herstellung von Farben.	Die Recyclingrate liegt in Deutschland bei 10% .	Eine Wiederaufbereitung des Molybdäns erfolgt nur, wenn das Ausgangsprodukt einen hohen Molybdängehalt aufweist. Als zusätzliches Kriterium muss erfüllt sein, dass die Trennung von den Begleitmetallen ohne großen Aufwand erfolgt. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Verwertung von Abfällen aus der Molybdänerzeugung und Legierungen rentabel ist.
Nickel	Übergangsmetalle	Nickel wird vorwiegend für die Herstellung von Handys, Gasturbinen, Raketenturbinen und Metallüberzüge genutzt.	Die Recyclingrate liegt bei der EU-15 bei circa 35-45% .	Spezielle, kostspielige und zeitaufwändige Elektrolyt-Verfahren dienen als Recyclingmethoden von Metallen wie Nickel und tragen unter anderem zu einer nachhaltigen Zerstörung der im Sondermüll enthaltenen, oft hochgiftigen Schadstoffe bei, ohne jedoch dabei zusätzliche, giftige Substanzen einsetzen zu müssen.
Niob	Übergangsmetalle	Verwendung findet das Übergangsmetall Niob in der Herstellung von Legierungen für den Bau von Flugzeugturbinen.	Die Recyclingrate liegt in Deutschland bei circa 20% .	Die genauen Verfahren zur Wiedergewinnung sind nicht bekannt bzw. werden von den praktizierenden Firmen mehr oder weniger geheim gehalten.

Papier	Kunststoffe	<p>Papier wird allgemein zum Beschreiben und Bedrucken, zum Verpacken oder als Hygieneartikel benötigt.</p> <p>Bei der Papierherstellung aus Altpapier werden weniger Energie, Wasser und Primärrohstoffe verbraucht</p>	<p>Bei der Herstellung von Recyclingprodukten ist immer ein gewisser Materialverlust zu verzeichnen, dabei ist die Einsatzmenge Altpapier stets höher als die Menge des Endprodukts. 5 bis 15 % der eingesetzten Abfallmenge verbleiben in Spuckstoffen, Deinkingschlämmen oder Rückständen aus der Abwasserreinigung. Allgemein können die Papierfasern in einem Papier können 4-6 Mal wieder verwendet werden, bis sie nicht mehr für die Papierherstellung geeignet sind.</p>	<p>Beim Vergleich verschiedener Entsorgungsmöglichkeiten scheidet die Variante Recycling nur knapp besser ab als die alternativen Varianten (Verbrennung in MVA, Papierverbrennungsofen oder Zementwerk) ab.</p> <p>In Europa werden gegenwärtig ca. 55% des Papiers wieder eingesammelt und zurück in die papierverarbeitende Industrie geführt. Das Papier wird beim werkstofflichen Recycling zerkleinert und aufgelöst, das anschließende Deinking löst die Farbmoleküle aus den Papierfasern.</p>
Palladium	Edelmetalle	<p>Palladium wird in der Autoindustrie, chemischen Industrie, Schmuckindustrie, in der Luftfahrt, Medizintechnik, sowie in der Dentalindustrie verwendet. 2005 verbrauchte die EU 34,4 t von diesem Edelmetall.</p> <p>Allein 1 Mio. Mobiltelefone enthalten rund 9 kg Palladium, eine Million PCs bzw. Laptops enthalten rund 80 kg.</p>	<p>Insbesondere in den Bereichen Autoabgaskatalysatoren und Elektronikschrott werden lediglich zwischen 30 und 40 Prozent recycelt.</p>	<p>Palladium wird aus einer Vielzahl von Konsumabfällen gewonnen. Hier gibt es jedoch keine allgemein anwendbare Technik für das Recycling und es kommt schließlich auf das Verhältnis der unterschiedlichen Metalle im Abfall an.</p> <p>Der größte Teil dieses Abfalls stammt von Autoabgaskatalysatoren. Normalerweise werden allgemein diese mit Eisen oder Kupfer verschmolzen um das Palladium zu trennen. Die entstandene Legierung wird ausgelaugt um den Kupfer oder das Eisen wieder zu lösen.</p>
Platin	Edelmetalle	<p>Platin findet Verwendung in der Autoindustrie (Katalysatoren), der Produktion von Schmuckwaren, der Elektronikindustrie, der chemischen Industrie und der Dentaltechnik. Der Platinverbrauch belief sich 2005 in der EU auf 72,8 t, zusätzlich kommt es zu einer stetig steigenden Nachfrage aus dem Schmucksektor.</p> <p>Im Jahr 2003 wurden weltweit Edelmetalle und Edelstahl im Wert von mehr als 4 Milliarden US-Dollar für die Produktion von Abgaskatalysatoren eingesetzt.</p>	<p>Das Recycling von Abgaskatalysatoren ist nach Einschätzung von Branchenexperten bislang wenig effizient. In den vergangenen zehn Jahren gingen deshalb weltweit 65 Prozent der dafür eingesetzten Edelmetalle verloren. Die gesamte Platinerzeugung liegt gegenwärtig bei jährlich 193 Tonnen. Nach Statistiken nordamerikanischer Recycling-Unternehmen und Edelmetallfachleute wurden in den vergangenen zehn Jahren durchschnittlich nur 35 Prozent der Edelmetalle, die in Fahrzeugkatalysatoren eingesetzt waren, auch wieder zurück gewonnen.</p>	<p>Grundsätzlich können zwei Recyclingmethoden unterschieden werden: beim hydrometallurgischen Verfahren wird das Platin mit starken Säuren oder Laugen vom keramischen Träger gelöst. Anschließend werden die Platinmetalle zum Beispiel durch Fällungsreaktionen aus der Lösung abgetrennt. Nachteilig bei diesem Verfahren sind die hohen Edelmetallverluste, sowie große Mengen an Abwasser und Laugungsrückständen und das Problem von deren Entsorgung. Wegen dieser Nachteile haben die hydrometallurgischen Verfahren in der Praxis keine Bedeutung mehr.</p> <p>Beim pyrometallurgischen Verfahren erfolgt die Abtrennung der Edelmetalle durch Einschmelzen. Nach verschiedenen Raffinations- und Trennungsschritten werden am Ende die Metalle mit großer Reinheit ausgebracht.</p>
Polyethylen (PE)	Kunststoffe	<p>Polyethylen zeigt Verwendung als Pumpenteile, Zahnräder, Gleitbuchsen, Implantate und Oberflächen von Prothesen. Es ist mit einem Anteil von ca. 29 Prozent der weltweit am meisten produzierte Kunststoff, beispielsweise wurden im Jahr 2001 52 Millionen Tonnen davon hergestellt.</p>	<p>Im Jahr 2006 kam die Recyclingrate von Kunststoff auf 72 Prozent und lag damit zehn Prozentpunkte über dem Vorjahr. Gesammelt werden alle Kunststoffflaschen, Tetra-Packs, Folien etc.</p>	<p>Die Kunststoffgranulate werden zumeist erhitzt und in eine neue Form gebracht.</p>

<p>Polyethylenterephthalat</p> <p>(PET)</p>	<p>Kunststoffe</p>	<p>PET's werden als Verpackungsmittel in der Getränkeindustrie benötigt. Der Umlauf an PET-Flaschen in Deutschland wurde im Jahr 2003 auf etwa 800 Millionen Stück geschätzt</p> <p>Weltweit macht PET 0,0016 % des jährlichen Ölverbrauchs aus. Eine typische PET-Flasche entspricht in etwa 25 g Öl.</p>	<p>PET ist der meistrecycelte Haushaltsverpackungskunststoff, der Zwang zur Nachhaltigkeit seitens der PET-Industrie führt zu stetig wachsenden PET-Recyclingraten: etwa 30% der PET-Flaschen sind in einem sortenreinen Stoffkreislauf. Mit Einführung des Pflichtpfands auf definierte Einweg-Getränkeverpackungen am 1. Januar 2003 kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Umlaufmengen: In Deutschland liegen die Recyclingraten bei ungefähr 70 Prozent (PET), (zum Vergleich: 89 Prozent (Dosen) und 82 Prozent (Glas)). Mehr als 1,36 Millionen Tonnen PET wurden im Jahr 2009 europaweit für Recyclingzwecke gesammelt.</p>	<p>Letztendlich noch die Flake Behandlung: dort werden in Aufbereitungsanlagen PETS in kleine „Flakes“ zerhackt, gereinigt und zu Granulat aufbereitet, aus denen in einem Spritzgussverfahren neue Preforms für Getränkeflaschen entstehen.</p>
<p>Polypropylen</p> <p>(PP)</p>	<p>Kunststoffe</p>	<p>Polypropylen findet Verwendung im Maschinen- und Fahrzeugbau, in den Innenausstattungen für PKW, Armaturenbretter und Batteriegehäusen. Im Jahr 2001 wurden 30 Millionen Tonnen Polypropylen hergestellt, 2007 betrug das Produktionsvolumen bereits 45,1 Millionen Tonnen mit einem Wert von ca. 65 Milliarden US\$ (47,4 Milliarden €).</p> <p>PP ist vielseitig und preiswert und lässt sich als werkstoffliche Alternativen für fast alle PVC-Anwendungen einsetzen, weiterhin ist es leicht formbar und kann ebenfalls für eine breite Palette von Produkten verwendet werden.</p>	<p>2008 wurden in den USA 21.2 Millionen Pfund Flaschen aus Polypropylen recycelt, welches einen Anstieg von 21% gegenüber dem Vorjahr bedeutete.</p> <p>Circa 2/3 wurden direkt als Flaschen wiederverwertet, 12,5% wurden zu Plastikballen und 25% zu gefärbten HDPE (High Density Polyethylen) verarbeitet.</p> <p>Die allgemeine Recyclingrate stieg von 8,7% im Jahre 2007 auf 11,4% im nächsten Jahr.</p>	<p>Polypropylen ist am besten für mechanisches Recycling geeignet: Das Recycling erfolgt hier wie bei der oben genannten PET.</p>

<p>Polystyrol</p> <p>(EPS)</p>	<p>Kunststoffe</p>	<p>EPS wird als Schaumstoffisolierung und zur Spielzeugherstellung verwendet. Allein in Deutschland werden jährlich ca. 220.000 t EPS verarbeitet. Dessen Abfall verursacht aufgrund der sehr geringen Schüttdichte von ca. 6,5 kg/m³ enorm hohe spezifische Transportkosten.</p>	<p>Jährlich fallen 4000 t EPS Abfall an: die Recyclingrate ist niedrig, wenngleich höher als die für PVC. Hinzu kommt, dass die Recyclate von geringer Qualität zeugen</p>	<p>Der Hauptanteil des gesammelten EPS wird thermisch verwertet oder in „Poroton“ Ziegeln und Ausgleichs-Estrichen verarbeitet. Diese Anwendungen stellen nur geringe Anforderungen an die Reinheit des Materials. Dies spiegelt sich im niedrigen Marktwert wieder. Hochwertige Anwendungen wie Spritzguss und reexpandierbares Polystyrol setzen geringe thermische Schädigungen und hohe Reinheiten voraus. Mit konventionellen Verfahren können diese Voraussetzungen jedoch nur in Ausnahmefällen erreicht werden.</p> 
<p>Polyurethan</p> <p>(PU)</p>	<p>Kunststoffe</p>	<p>Matratzen, Schuhsohlen, Dichtungen, Schläuche und Fußböden werden aus Polyurethan hergestellt. PUR- Produkte erfüllen die Forderung nach Ressourcenschonung durch Faktoren wie Energieeinsparung, Gewichtsreduzierung, Langlebigkeit und Abfallvermeidung.</p>	<p>Die Dosen werden in mehreren Schritten recycelt – im Ergebnis sind Kunststoffe von den anderen Bestandteilen sortenrein getrennt. Zur Zeit wird eine stoffliche Recyclingrate von bis zu 95 Prozent erreicht.</p>	<p>Kein Werkstoff kann unbegrenzt oft mechanisch recycelt werden. Für Baustoffabfälle aus PUR gilt außerdem: Die Verunreinigung mit Bitumen, Kleber, Mörtel und anderen Baumaterialien erschwert das stoffliche Recycling zusätzlich. Eine Standardisierung des Recyclingprozesses ist deshalb nicht möglich. Die Logistik, die Identifizierung und das Sammeln von kleinen Abfallmengen, die über ganz Deutschland verstreut anfallen, bilden zusätzliche Probleme.</p> <p>Die thermische Verwertung von PUR- Produkten ist immer dann die beste Wahl, wenn stoffliches Recycling – d. h. werkstoffliches und rohstoffliches Recycling – nicht möglich ist. Deshalb ist die Verbrennung mit Energierückgewinnung letztendlich die beste verfügbare Technologie, um das Aufkommen an organischen Stoffen zu verringern, die ansonsten deponiert werden müssten.</p>

Polyvinylchlorid (PVC)	Kunststoffe	PVC wird für Fußbodenbeläge verwendet, produziert werden davon 20 Millionen Tonnen im Jahr, welches insgesamt 20% der gesamten Kunststoffproduktion ausmacht. Allgemein ist PVC einer der wichtigsten synthetischen Werkstoffe.	Die recyclten Mengen machen weniger als 3 % der Gesamtmenge aus . Zurzeit werden in der EU jährlich etwa 100.000 t recycelt. Durch die Vielzahl der Zusatzstoffe, (Thermostabilisatoren und Weichmacher) ist es eine große Herausforderung, PVC zu recyceln. Das Ergebnis ist ein Müllüberschuss von PVC-Produkten mit unterschiedlichsten Zusatzstoffen, die sich schwer in neue Produkte umwandeln lassen.	Neben dem werkstofflichen Recycling, wo der PVC zerkleinert, gesiebt, und gemahlen wird, kann der PVC auch chemisch aufgewertet und thermisch verwendet werden.
Rhodium	Edelmetalle	Rhodium findet vorwiegend Verwendung in der Autoindustrie (Katalysatoren) und bei Schmuckwaren.	Das Recyceln von Katalysatoren ist eine wertvolle Quelle für Rhodium. 2007 wurden 5,7 t wiederverwertet. Vergleicht man dies mit den 22 t, die deponiert wurden, so ist die Recyclingrate relativ hoch .	Das Edelmetall Rhodium gehört mit Platin und Palladium zu den Platingruppenmetallen (PGM). Durch ihre starke Ähnlichkeit zueinander wird mit Rhodium folglich genauso recyclingtechnisch verfahren wie mit Platin oder Palladium.
Silizium	Halbmetalle	Silizium-Atome machen 25,8% Massenanteil in der Erdhülle aus. Zahlreiche Minerale enthalten in ihrem Aufbau Silizium-Atome. Neben der Stromherstellung ist Silizium auch das wichtigste Material für die Mikrochips- und Halbleiterherstellung (Photovoltaikanlagen).	Mit modernster Technologie lassen sich nun Recyclingraten mit bis zu 95% erzielen.	Die Rückgewinnung der intakten Siliziumwafer (ca. 1 mm dicke Scheiben) aus dem Modulverband gelingt mit einer speziellen thermischen Verfahrenstechnik. Dabei werden die Verbundkunststoffe oberhalb der 600°C restlos verbrannt. Der nun über mehrere Verfahrensschritte entstandene Wafer erfüllt alle üblichen Qualitätsanforderungen und kann wieder zur Solarzelle verarbeitet werden. Dieses Recycling ist kostengünstiger als die Neuproduktion des Wafers und spart zudem ca. 80% der dazu benötigten Primärenergie.
Silber	Edelmetalle	Silber wird in der Film- u. Photoindustrie, Elektronikindustrie, bei Schmuck- und Tafelwaren verwendet.	In Deutschland besteht eine Recyclingrate von mehr als 50%, weltweit 25% . Im industriellen Sektor wurden 2008 60% des verarbeitenden Silbers aus recyceltem Material gewonnen.	Silber wird wie andere Edelmetalle in modernen Recyclinganlagen herausgeschmolzen und wieder neu gegossen.
Stahl	Werkstoffe	Stahl wird unter anderem als Werkstoff in der Automobilindustrie verwendet. Betrachtet man vornehmlich die in der Produktion bewegten Massen, so handelt es sich bei der Stahlerzeugung um den wichtigsten Bereich des Einsatzes von metallischen Sekundärrohstoffen.	Allein in Deutschland wurden im Jahr 2004 insgesamt 20,6 Millionen Tonnen Stahlschrott eingesetzt. Dies entspricht einer Recyclingrate von gut 44 Prozent . Das Wiederaufbereiten von Stahl benötigt zwischen 60 und 74 % weniger Energie als die Herstellung neuen Stahls aus Rohmaterialien.	Für den Stahlrecyclingprozess wird Altmetall in einem Lichtbogenofen erhitzt und je nach gefertigtem Stahltyp werden dem zähflüssigen Stahl verschiedene Grundbestandteile hinzugefügt, um die entsprechende Stahllegierung zu erhalten. Dieser Prozess erfordert riesige Mengen Energie, die je nach Anteil an Schrott sehr unterschiedlich sein können.
Titan	Übergangsmetalle	Titan wird im Schiffs- und U-Bootbau, sowie in der Weltraumfahrttechnik genutzt.	Das Titanmetall wird zu 50 % recycelt .	Erhebliche Investitionen von Titanherstellern in Kaltherde und andere Schmelzeinrichtungen haben die Wirtschaftlichkeit des Recyclings stark verbessert und ermöglichen die direkte Nutzung vieler möglicher Formen von Titanschrott.
Vanadium	Übergangsmetalle	Für die Verarbeitung von Stahl werden etwa 80% des Vanadiums verwendet. Es dient unter anderem als Stahlveredler (in Form von Ferro-Vanadium) und wird so überwiegend in Bau-, Werkzeug- und Schneldrehstählen eingesetzt.	Etwa 65 % des Vanadiums werden aus Produkten der Eisen- und Stahlindustrie sowie bei der Verhüttung vanadiumhaltiger Titan- und Uranerze wieder gewonnen .	Vanadium wird als eine Komponente von Altmetallmüll recycelt. Zum einen wurden Werkzeugabfälle primär für ihren Vanadiumanteil recycelt, zum anderen wurde Vanadium aus chemischen Katalysatoren gewonnen.

Wolfram	Übergangsmetalle	Die wichtigste Anwendung von Wolfram ist wegen seines hohen Schmelzpunktes in der Leuchtmittelindustrie, als Glühwendel in Glühlampen und als Elektrode in Gasentladungslampen und in Elektronenröhren.	Die Recyclingrate liegt bei 20-25 % .	Keine nähere Angabe.
Zink	Übergangsmetalle	Im Jahr 2006 wurden über elf Millionen Tonnen Zink verbraucht. Davon wurden 47 % für den Korrosionsschutz von Eisen- und Stahlprodukten und zusätzlich für pharmazeutische Präparate und Trockenbatterien genutzt.	Momentan bestehen bereits ca. 31% der Zinkprodukte aus recyceltem, sogenanntem sekundärem Zink. Etwa 80% der Zinkprodukte werden heute nach Ablauf ihrer Lebensdauer recycelt.	Zink kann beliebig und unverändert wiederverwertet werden. Je nach „Erstnutzung“ unterscheidet man verschiedene Sekundärrohstoffgruppen, die einen unterschiedlichen prozentualen Anteil an der gesamten recycelten Menge haben. <ul style="list-style-type: none"> • Messingschrott Messingschrott wird wieder zu neuem Messing umgeschmolzen, das Zink verlässt also den Zink Kreislauf für immer. Der Schrott hat den größten Anteil an der Rückgewinnung. • Verzinkungsrückstände Bei der Verzinkung werden Zinkaschen von der Oberfläche der Bäder abgezogen. Die anfallenden Zinkaschen und Schlacken werden für die Herstellung von Zinkoxiden, - staub und anderen Chemikalien verwendet. • Schrott von Zinkguß Die meisten zu verschrottenden Fahrzeuge werden zerkleinert, wobei das später separierte Zink die Hauptquelle für Zinkgusschrotte darstellt. Zudem wird „neuer“ Schrott aus Ausschussteilen und Prozessschroten gewonnen. • Stahlwerkstäube Bei der Stahlherstellung aus verzinktem Stahlschrott wird das auf der Oberfläche verbliebene Zink verdampft und im Filtrückstand zurück gewonnen. Es wird wiederaufbereitet und dient als Einsatzmaterial für die Herstellung von Primärzink.