

# Abfall und Wertstoffe



1



Johannes Spielberg

--

RSAG AöR  
Unternehmenskommunikation /  
Umweltbildung  
Pleiser Hecke 4  
53721 Siegburg  
Telefon: 02241 306 211  
Telefon Mobil: 01601651715  
Telefax: 02241 306 330  
E-Mail: [johannes.spielberg@rsag.de](mailto:johannes.spielberg@rsag.de)  
Internet: [www.rsag.de](http://www.rsag.de)



# Resilienz



2



# Die Wertschöpfungskette am Beispiel von Elektrogeräten



## 3 Umweltbilanz → ökologischer Rucksack

### Rohstoffe

- Abbau von Erzen/Erdöl
- Rohstoffhandel
- Weiterverarbeitung zu Metallen/Kunststoffen

### Fertigung

- Produktion der Teile
- Endmontage
- Programmierung

### Transport / Handel

- Zwischenhandel
- Verkauf an den Endkunden

### Nutzung

- Stromverbrauch
- Wartung
- Kauf von Ersatzteilen

### Entsorgung

- Sammelstellen / Recycling

## Weggeworfen werden pro Bundesbürger

- **81,6 Kg pro Jahr, davon vermeidbar 53 Kg**
- **235 € / Kopf / Jahr**
- **225 Gramm pro Tag**
  
- **Für Deutschland:  
21,6 Milliarden € pro Jahr**

Diese Verschwendung wird ermöglicht durch eine effizienten Landwirtschaft (ein Bauer ernährt heute ca. 150 Personen), zeugt von mangelndem Respekt vor den aufwendig produzierten Nahrungsmitteln, weil diese uns im hier und heute nahezu unbegrenzt rund um die Uhr, billig und ganzjährig zur Verfügung stehen.

# Die Lebensmittelverschwendung verstärkt weltweite Probleme



5

- Die Ernährung einer wachsenden Erdbevölkerung ist nicht gesichert
- Weltweit steigt die Nachfrage nach „veredelten Produkten“ → Fleisch
- Die Ernteerträge sinken durch: standortfremde Kulturen, Monokulturen und damit eingehender potenzieller Schädlingsbefall, Verzicht auf Fruchtfolgen
- Die Verknappung landwirtschaftlicher Produktionsflächen durch Städtewachstum, Verkehrswege, Retentionsflächen, (Braunkohle)tagebau, Bodenversalzung, Wassermangel, Wind- und Wassererosion, Wüstenbildung
- Den Ersatz von Energieträgern wie Diesel / Benzin durch Biotreibstoffe
- Der vermehrte Einsatz von Pestiziden, Fungiziden, Insektiziden führt zu „toten“ Böden mit wenig Ton/Humuskomplexen und Bodenlebewesen

# Anthropogen genutzte Flächen der Erde, umgerechnet auf Kontinente

Die ackerbaulich genutzte Fläche entspricht:



Durch Viehwirtschaft genutzte Flächen entsprechen:



# Recyclingfähige Produkte ein Königsweg ?



7

- Die Hoffnung dahinter:
- Weniger Primärrohstoffe könnten gefördert werden
- Transportwege würden kürzer sein
- Die Energiebilanz könnte günstiger sein
- Wassereinsatz könnte geringer sein
- Aber: Die Qualität der Sekundärrohstoffe könnte schlechter sein

# Kreislaufwirtschaftsgesetz § 3

## Schwerpunkt Vermeiden/Verwerten



8

**Was ist Abfall?**

**§ 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz:**

**Abfälle sind alle Stoffe oder Gegenstände, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.**

**Entledigen heißt, das sie der Besitzer der Müllabfuhr überlässt, also in Wertstoff- oder Restmülltonnen am Haus einwirft, zu Containerinseln für Glas, Textilien oder zu den Entsorgungsanlagen, zum Schadstoffmobil bringt oder bei Straßensammlungen (Sperrmüll, Weiße/Braune Ware) überlässt.**



# Das Kreislaufwirtschaftsgesetz

## Die Abfallhierarchie § 6, Abs. 1



9

Die Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge:

1. **Vermeiden**
  - Wiederverwendung (unverändert gleiche Funktion)
  - Weiterverwendung (unverändert, andere Funktion)
  - Vorbereitung zur Wiederverwendung (Ersatzteile ausbauen)
2. **Recycling**
  - werkstoffliche Verwertung (Glas, Aluminium, Stahl)
  - stoffliche Verwertung (Altholz zu Spanplatten)
  - rohstoffliche Verwertung (PET-Flaschen zu Fleece-Pullovern)
3. - energetische Verwertung (Ersatzbrennstoffe, Altholz hackschnitzel, Teppiche als Brennstoff in Kohlekraftwerken)
4. sonstige Verwertung (Wege-, Deponiebau, thermische Behandlung)
5. **Beseitigung**

- **Wiederverwendung**  
Güter werden ein weiteres Mal mit der selben Funktion und unveränderter Produktgestalt verwendet:  
Second-Hand Kleidung, gebrauchte Möbel, weitergegebene Handys
- **Weiterverwendung**  
Güter behalten ihre Gestalt unverändert bei, bekommen aber eine neue Funktion:  
Altreifen als Prallschutz, Altreifen auf Spielplätzen  
Leere Eisbehälter zum Einfrieren  
leeres Gurkenglas als Windlicht
- **Vorbereitung zur Wiederverwendung**  
Aus mehreren kaputten Fahrrädern entsteht ein neues Ersatzteillager  
Gebrauchtwaren

# Vermeidung von Abfällen

## Bewusster Konsum



11

### Wie lässt sich dies Umsetzen?

- **Das kaufen was gebraucht wird**
- **Beim Einkauf auf Qualität und Menge achten**
- **Stoffbeutel und Körbe nutzen**
- **Verpackungsarm einkaufen (Markt, Hofladen)**
- **Mehrweg statt Einweg einkaufen**
- **Beim Coffee-to-Go den eigenen (Thermo-)Becher nutzen**
- **Lebensmitteleinkäufe planen**
- **Gut erhaltenes Weitergeben, Verschenken oder Verkaufen**
- **Selten Gebrauchtetes leihen statt kaufen**
- **Gebrauchtwaren spenden und kaufen**
- **Reparaturfähige Produkte vorziehen**
- **Wasserhahn auf, statt Kisten schleppen**
- **Lange Nutzungszeiten**
- **Produktpflege**
- **Verzicht auf überflüssiges, modisches ....**

**Kunststoffe zersetzen sich auch nicht in Millionen von Jahren vollständig.**

**Ein großer Teil der produzierten Kunststoffe fällt schon nach relativ kurzer Zeit als Abfall zur Entsorgung oder Wiederverwertung an.**

**Kunststoffabfall auf Deponien zu lagern ist seit 1995 nicht mehr erlaubt.**

**In den Verbrennungsanlagen dient der Kunststoffabfall als Ersatz für Primärbrennstoffe (Kohle, Erdöl, Gas). Die entstehende Verbrennungswärme wird genutzt als Fernwärme, zur Dampfproduktion oder zur Stromerzeugung (ein Nebenprodukt CO<sub>2</sub> wird als Müll in der Atmosphäre ab 2021 mit geringen Kosten entsorgt)**

**Um das stoffliche Recycling möglichst vieler Kunststoffabfälle aus Haushaltungen des RSK zu ermöglichen wurde Anfang 2012 flächendeckend die Wertstofftonne eingeführt.**

## Entwicklung

Recyclingorientierte Konstruktion  
Vermeidung von Problemstoffen

## Trennung

Sortenreine Trennung der  
Kunststoffabfälle



## Weiterverarbeitung

Das Rezyklat wird zu einem neuen  
Produkt verarbeitet

## Aufschmelzen

Nach vorhergehender  
Zerkleinerung wird der  
Kunststoffabfall aufgeschmolzen

# Codierungssystem für Kunststoffe



PETE: Polyethylenterephthalat (PET)

HDPE: High Density Polyethylen

V: Polyvinylchlorid (PVC)

LDPE: Low Density Polyethylen

PP: Polypropylen

PS: Polystyrol

Kunststoff	Dichte (g/cm <sup>3</sup> )
Polyethylen	0,96
Polystyrol	1,05
PET	1,38

# Stoffliches Recycling von gemischten Kunststoffen



15

Nach Kunststofftyp sortierte Abfälle (Sortieranlagen, Nahinfrarotabscheidung, Schwimm- Sinkverfahren, elektrostatische Separation) werden:

- zerkleinert, gemahlen
- gewaschen
- Von Störstoffen getrennt
- getrocknet (mechanisch, thermisch),
- eingeschmolzen
- gefiltert
- granuliert

Dieses Verfahren ist für alle thermoplastischen Kunststoffabfälle anwendbar (80 % der Kunststoffe). Die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen ist Energie- und kostenintensiv. Sie steht in der Hierarchie des § 6 vor der energetischen Verwertung, führt aber (noch) nicht wie bei der Verwertung von Altglas oder Metallen zu handfesten Einsparungen im Produktionsprozess.

# Stoffliches Recycling, Anwendungsbereiche der Regranulate



16

Eine weitere Option ist das Filtern der getrennten Kunststoffe, in der Schmelze können so Störstoffe abgeschieden werden. Diese Art des Recyclings entspricht völlig den auch von traditionellen Werkstoffen wie Glas oder Metallen her bekannten Verfahren.

Dies erlaubt Post Consumer Regranulate mit folgenden Einsatzbereichen:

**PP Regranulat** besteht hauptsächlich aus Bechern, Blistern und Flaschenverschlüssen. Deshalb ist das Material besonders gut für den Spritzguss geeignet. Es handelt sich um ein Copolymer mit einem PE-Anteil von ca. 10%. Die Schmelze wird mit bis zu 250 µm Feinheit gefiltert. Das Anwendungsspektrum ist sehr breit und besteht unter anderem aus den Bereichen Industrielagerkästen, Werkzeugkisten, Non-Food Verpackungen oder KFZ-Unterbodenapplikationen, Eimer und Wannen, Blumentöpfe/-kästen, Stapelkästen, Paletten Boxen, Abfalltonnen, Regale, Werkzeugkisten, Autozubehör, Abstandhalter, Profile und Haushaltsartikel.

**PE Regranulate** werden hauptsächlich aus gebrauchten Verpackungsfolien, Tragetaschen und Flaschen gewonnen. Sie zeichnen sich durch eine glatte und glänzende Oberfläche aus. Die Schmelze wird mit einer Feinheit von 250 µm bis 120 µm gefiltert. Das Material ist eine Extrusionstyp und kommt häufig in der Rohrindustrie zum Einsatz. Meist findet es Anwendung in Kabelschutz-Abwasser- oder Drainagerohren. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Herstellung von Noppenfolien, Rohre, Abstandfolie, Wellrohre.

**PS-Regranulate** entstehen hauptsächlich aus Joghurtbechern. Die Schmelze kann sowohl im Extrusions- als auch im Spritzgussverfahren verarbeitet werden. Typische Anwendungen sind Kleiderbügel, Schreibablagen, Applikationen in der Möbelindustrie sowie Tiefziehprodukte, Möbelemente, Wickelspulen, Pflanzentrays, Büroablagen, Kleiderbügel, Spulen und Wickelkerne.



# Rohstoffliches (chemisches) Recycling, Hydrierung



17

Beim **rohstoffliches Recycling** werden die riesigen Kunststoff-Molekülketten durch chemische Veränderungen in kleine Einzelteile zerlegt. Die so gewonnenen Grundstoffe können dann wieder zur Erzeugung neuer (auch anderer) Produkte eingesetzt werden. Durch bestimmte chemische Reaktionen werden aus Kunststoffen wieder Rohstoffe - daher die Bezeichnung "**chemisches**" oder auch "**rohstoffliches Recycling**".

## **Hydrierung:**

Bei der Hydrierung werden Kunststoffe unter hohem Druck und bei Temperaturen von rund 500° C mit Wasserstoff behandelt. Dabei kommt es zur Spaltung der Kunststoffmoleküle und der Wasserstoff lagert sich an die Bruchstücke an. Als Recyclingprodukt fällt ein erdölähnliches Gemisch an. In einer normalen Raffinerie werden daraus Kraftstoffe, Heizöl und Rohstoffe für die Kunststoffproduktion gewonnen. Typische Produkte aus Kunststoffabfällen sind Gase (~10 %), Rohbenzin (~20 %), Diesel (~45 %) und Schweröl (~15 %).

**Für eine Verwertung durch Hydrierung eignen sich alle Kunststoffe.  
Eine vorherige Sortierung der Kunststoffe ist nicht notwendig.**

# Rohstoffliches Recycling

## Hydrolyse, Pyrolyse



18

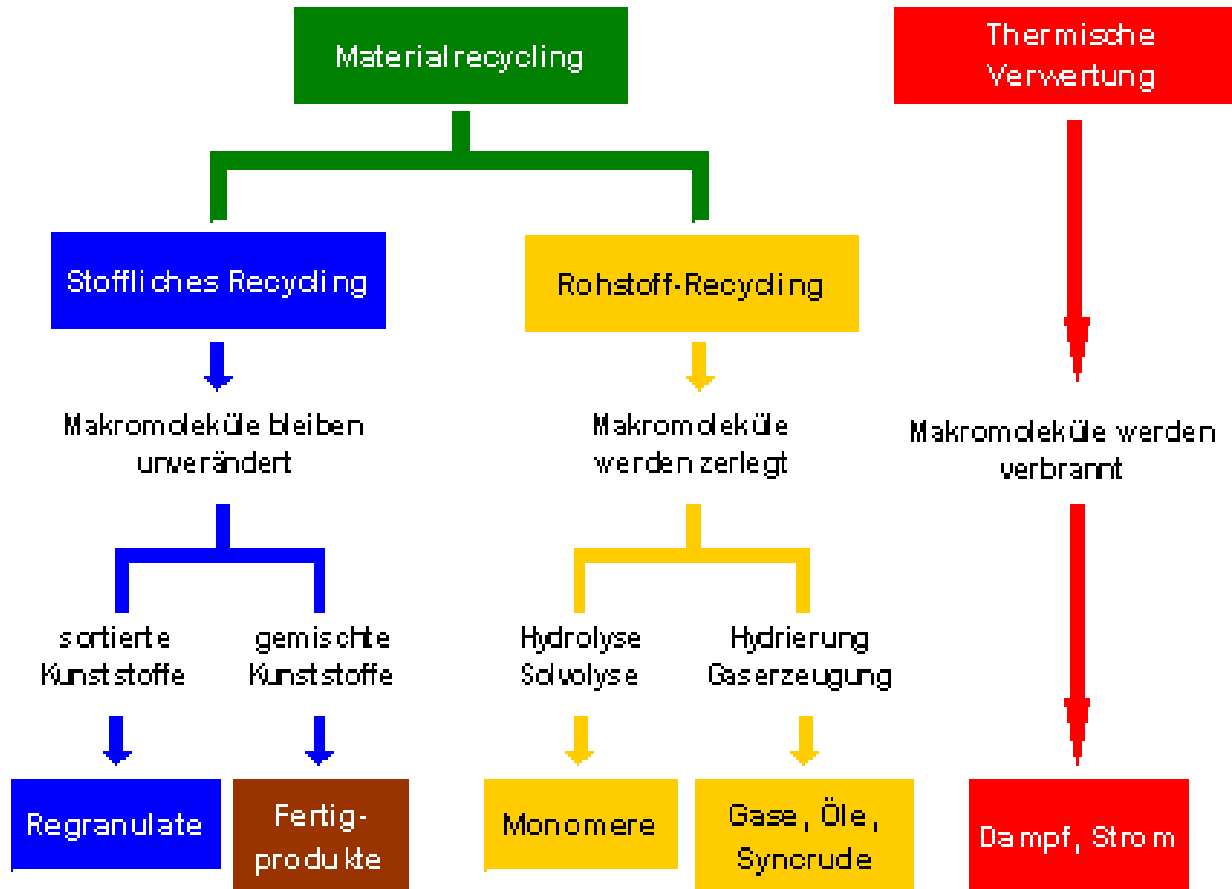
Polyester (z. B. PET), Polyamide (z.B. Nylon), Polyurethane, Polycarbonate: Diese Kunststoffe lassen sich durch Einwirkung von Wasserdampf unter hohem Druck und hoher Temperatur aufspalten und zwar genau in jene "Bausteine" aus denen sie hergestellt wurden (**Hydrolyse**). Die Spaltprodukte können nach ihrer Reinigung wieder zur Herstellung genau des **gleichen Kunststoffes** eingesetzt werden, aus dem sie gewonnen wurden. Im Gegensatz zur Hydrierung eignen sich für die Hydrolyse nur bestimmte Kunststoffe: Sie müssen im Verlauf ihrer Molekülketten in regelmäßigen Abständen leicht trennbare Stellen aufweisen. An diesen Stellen tritt bei gezielter Einwirkung von Wasser die gewünschte Spaltung ein.

**Pyrolyse:** Bei der Pyrolyse wird der Kunststoff unter Sauerstoff-Abschluss zersetzt. Der Kunststoff wird nicht verbrannt sondern in petrochemische Grundstoffe zerlegt. Die langen Molekülketten werden aufgebrochen und es entstehen niedermolekulare Fragmente. Der Altkunststoff wird durch diesen Prozess zunächst in Synthesegas (CO, H) und anschließend in Methanol umgewandelt.

Ein zumindest teilweises rohstoffliches Recycling von Kunststoffen ist mit verschiedenen Verfahren möglich. In diesem Zusammenhang sind die folgenden Verfahren zu nennen:

- Pyrolyse (Umsetzung unter Zufuhr von Sauerstoff bei Temperaturen von ca. 550 bis 1100° C zu Pyrolyseölen)
- Vergasung (Umsetzung mit Sauerstoff und Wasserdampf bei Temperaturen von ca. 1300 bis 1500° C zu Synthesegas)
- Hydrolyse mit überkritischem Wasser (Temperaturen bis ca. 500° C und Drücken bis ca. 1000 bar)
- Hydrierung (Umsetzung mit Wasserstoff bei Temperaturen von ca. 500 ° C und Drücken von ca. 300 bar zu petrochemischen Rohstoffen)
- Solvolyse (Umsetzung in Lösungsmitteln bei Temperaturen von ca. 150 bis 400° C)

# Die Verwertungsverfahren im Überblick



# Problem der Vielfalt und des teilweise zu geringen Totalvolumens



21

Im Moment werden Kunststoffe getrennt, so dass ziemlich 'reine' Kunststoffabfallströme entstehen, die separat weiter verarbeitet werden können.

Ein Problem hierbei ist, dass es viele verschiedene Kunststoffe gibt, wodurch verschiedene Abfallströme entstehen. Für einige Kunststoffe wie u.a. Polyethylen (PE) ist das an und für sich kein Problem, da das Totalvolumen für weitere Verarbeitung ausreichend ist, bei anderen lohnt sich die Weiterverarbeitung wegen der geringen Menge allerdings nicht. Die verbesserten Recyclings Prozesse ermöglichen es mittlerweile auch die 'schwierigere' Kunststoffströme zu recyceln.

Die Konzepte zur Verbesserung des Kunststoffrecyclings müssen dazu führen, dass das Recyclat für hochwertige Anwendungen eingesetzt werden kann und Mehrwert liefert. Bei der rohstofflichen Verwertung werden die Kunststoffe chemisch oder thermisch aufgespalten, so dass Erdöl entsteht. Daraus lässt sich wieder Kunststoff machen. Allerdings werden für den erneuten Herstellungsprozess ca. 50 % des Erdöls als Energie verbraucht.

Beim Kunststoffrecycling stellen nicht nur die unterschiedlichen Kunststoffe ein Problem dar sondern auch die Additive wie Farbstoffe, Weichmacher, bromierte Kunststoffe als Flammschutz und sonstige Verunreinigungen, die im Post-Consumer Bereich nicht vermeidbar sind.

Selbst wenn Farbstoffe und Weichmacher durch Kennzeichnung sichtbar wären, ist es wirtschaftlich unrentabel, diese Trennung durchzuführen, denn die so gewonnenen Kunststoffe (Recyklat) müssen auf dem Markt mit den neu hergestellten Kunststoffen konkurrieren. Außerdem sind die Endeneigenschaften des Recyklats (kürzere Molekülketten, Verunreinigungen) oft schlechter als die der neuen Kunststoffe. Deswegen ist (noch) günstiger die Kunststoffabfälle in einer anderen Weise zu verarbeiten.

Zwei üblichen Methoden sind:

Die Verwendung von Kunststoffabfällen als Füllmittel

Die Nutzung von Mischkunststoffabfälle zur Substitution von Kohle oder Öl als Ersatzbrenn- oder Reduktionsstoffe (Zementindustrie, Schmelzöfen).

# Füllt die Lebensmittelvernichtung die Biotonne ?



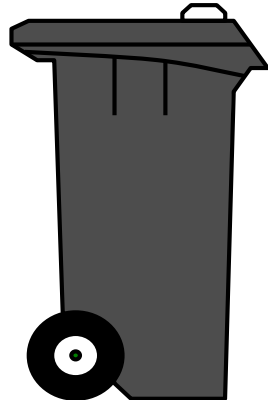
23



Obwohl eine Biotonne zur Verfügung steht:  
Ca. 30 % der Abfälle in der **Restmülltonne** sind Lebensmittelabfälle.

Die Hälfte davon sind uneingeschränkt genießbare Lebensmittel, hauptsächlich Obst, Gemüse und Backwaren.

Der Anteil der biogenen Abfälle im Restmüll von Privathaushalten mit separater Biotonne beträgt für

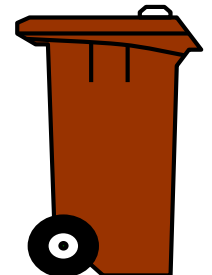


2 %	Getränke
6 %	Süßes und Knabbereien
9 %	Sonstiges
10 %	Milchprodukte
10 %	Obst
11 %	Fleisch und Fisch
14 %	Essensreste
18 %	Gemüse
20 %	Backwaren

Quelle: Frauenhofer Projektgruppe  
IWKS (Institut für Wertstoffkreisläufe und  
Recourcenstrategie) und Universität  
Gießen

# Kompost stabilisiert die Böden, die 50 cm von denen wir leben

- **Kompost ist ein Regionalprodukt**
- **Komposteinsatz ist unverzichtbar**
- **Kompost mindert Erosionseffekte**
- **Kompost verlängert die Torfnutzung**
- **Kompost stabilisiert das Bodengefüge**
- **Kompost bewahrt die Bodenfruchtbarkeit**
- **Kompost besitzt phytosanitäre Wirkungen**
- **Kompostnutzung schließt Nährstoff-Kreisläufe**
- **Kompost wirkt der Bodenversauerung entgegen**
- **Kompostierung ist Klima- und Ressourcenschutz**
- **Kompost ist ein wichtiger Humuslieferant (stabiles C)**
- **Kompost erhöht die Austauschkapazität für Nährsalze**
- **Kompost erhöht die Biodiversität und so die Bioturbation**
- **Kompost erhöht die Wasserspeicherkapazität des Bodens**
- **Kompost verstärkt die „Senkenfunktion“ des Bodens für CO<sub>2</sub>**
- **Kompost ersetzt ressourcenverschwendende Mineraldünger**
- **Kompost enthält essentielle Düngeelemente wie N, P ,K ,Ca, Mg**





# Vermeidungspotentiale



25

- Langlebigkeit
- Reparaturfähigkeit
- Sharing
- Upgrade Fähigkeit
- Austausch einzelner Baugruppen
- Einsatz von Gebrauchtteilen
- Zeitloses Design
- bewusster Konsum / Ausschalten / Verzichten

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit



26



Johannes Spielberg

--

RSAG AöR

Unternehmenskommunikation / Umweltbildung

Pleiser Hecke 4

53721 Siegburg

Telefon: 02241 306 211

Telefon Mobil: 01601651715

Telefax: 02241 306 330

E-Mail: [johannes.spielberg@rsag.de](mailto:johannes.spielberg@rsag.de)

Internet: [www.rsag.de](http://www.rsag.de)

# So sieht es in der Restmülltonne aus



## Zusammensetzung des Hausmülls in Deutschland

Angaben in Gewichtsprozent

