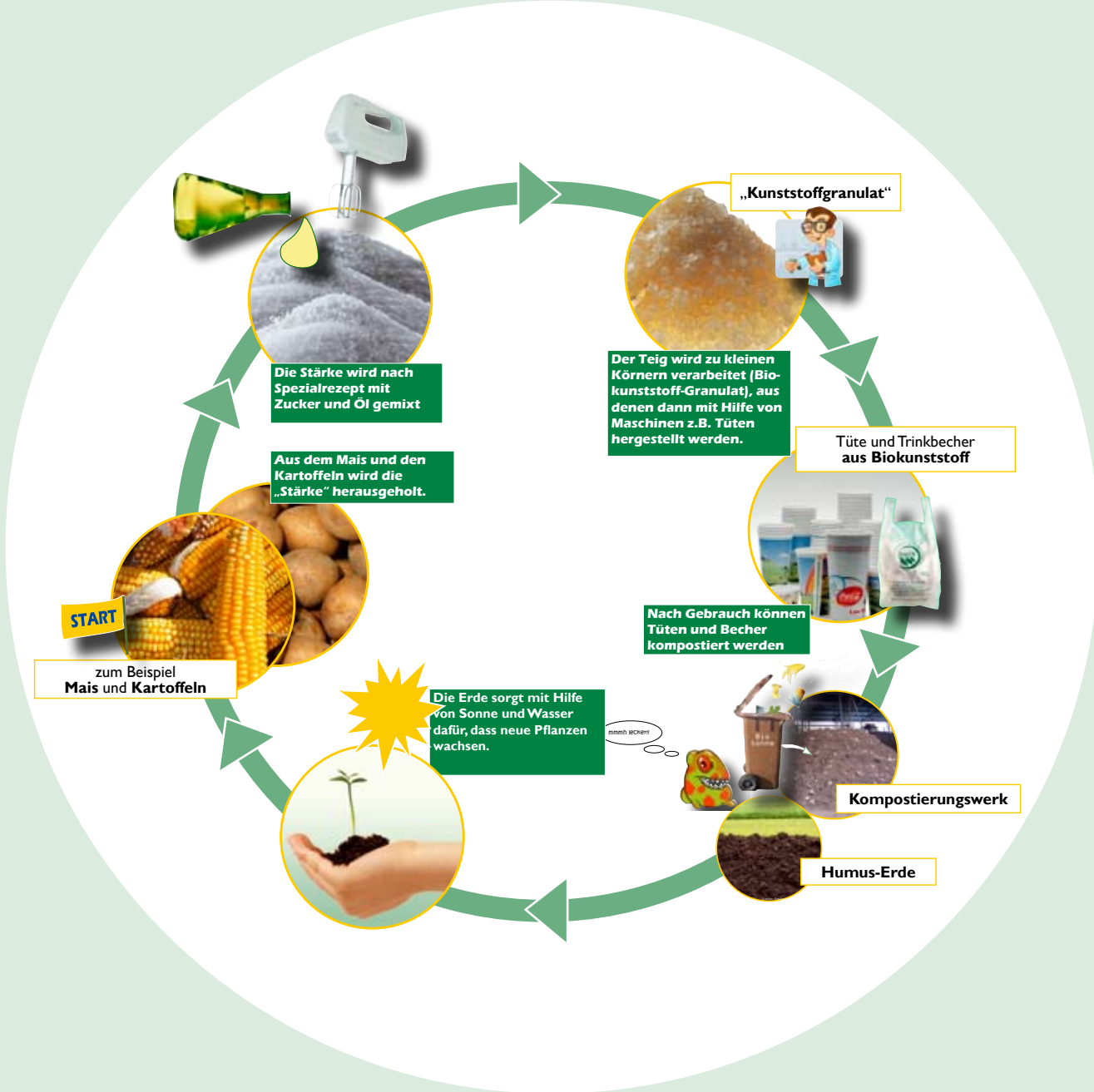


■ Biokunststoff-Kreislauf



■ Die häufigsten Bio-Kunststoffe

**CA / Celluloseacetat**  
 → Verwendung als Textilfaser, Brillengestelle, Werkzeuggriffe, Optische Schichten von Bildschirmen und Displays, ...

**Stärkeblends**  
 → Bioabfall-Beutel, Mulchfolien, Tragetaschen, Besteck, Becher, Blumentöpfe, Papierbeschichtungen, ...

**PLA / Polymilchsäuren**  
 → Flaschen, Becher, Folien, Medizinartikel, Verpackungen, ...

**PHA/PHB / Polyhydroxyfettsäuren/Polyhydroxybuttersäure**  
 → Verpackungen, medizinische Implantate, ...  
 (Derzeit noch im Entwicklungsstadium, aber vorraussichtlich eine Kunststoffgruppe mit höchstem Marktpotenzial.)

Schon im 19. Jahrhundert, also lange vor unseren heutigen Bio-Kunststoffen, wurden bereits Bio-Werkstoffe entwickelt.  
 Welche Materialien waren das und wozu wurden, bzw. werden diese noch heute verwendet?  
 (Frage vielleicht mal deine Eltern oder Großeltern!)

■ Plastik in Zahlen

Zunahme von Kunststoffprodukten seit etwa 1945. Massives Wachstum seit den 1950/60er Jahren.

Jährliche Kunststoffproduktionsmenge (2010): 260 Mio. Tonnen weltweit

5% des jährlich geförderten Erdöls wird für die Kunststoffherstellung verbraucht

1/3 der Produkte sind kurzlebig, d.h. sie werden nur 1x benutzt!

■ Was kannst du selber tun?

- ▶ Verwende Produkte mit Papier- oder Biokunststoffverpackung
- ▶ Nimm zum Einkaufen eine Tasche mit und verzichte auf Plastiktüten
- ▶ Meide Produkte, die Kunststoffartikel enthalten (z.B. Wasch-Peeling und Zahnpasta mit Reinigungskügelchen aus Kunststoff)
- ▶ Nimm besser Glasflaschen statt PET-Flaschen
- ▶ Kaufe Produkte mit sparsamerer Verpackung
- ▶ Entsorge Verpackungen im Gelben Sack oder der Gelben Tonne
- ▶ Trenne zuvor unterschiedliche Verpackungsbestandteile zum besseren Recycling voneinander
- ▶ Verwende bei Schulfesten oder anderen Events Biokunststoff-Geschirr anstatt Plastik-Geschirr

■ Hier gibt es weitere Informationen ...

- http://www.biowerkstoffe.info
- http://www.organic-plastics.com
- http://www.european-bioplastics.org
- Plastic Planet: Die dunkle Seite der Kunststoffe / Pretting, Gerhard; Boote, Werner: Verlag orange-press, Freiburg 2010
- Biokunststoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte / www.fnr.de


Wir initiieren Kreisläufe für Natur + Wirtschaft in Hessen



Biokunststoffe - eine echte Alternative



Herausgeber: Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.  
 Am Sande 20 • 37213 Witzzenhausen  
 info@hero-hessen.de • www.hero-hessen.de  
 Verantwortlich: Elisabeth Apel, Geschäftsführerin  
 Autoren: Klaus Diehl, Anja Neubauer  
 Gestaltung/Layout: Anja Neubauer  
 Erscheinungstermin 02/2011

Gefördert durch:  
 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

## ■ Was sind Kunststoffe?

Der für Kunststoffe umgangssprachlich auch verwendete Begriff „Plastik“ beschreibt treffend die Tatsache, dass man diese Werkstoffe in fast jede gewünschte Form bringen kann.

„Plastik“-Kunststoffe bestehen im Gegensatz zu anderen formbaren, bzw. geformten Werkstoffen (wie z.B. Metall oder Glas) nicht aus anorganischen Rohstoffen, sondern werden in den meisten Fällen aus fossilen organischen Rohstoffen hergestellt. So lassen sich insbesondere aus Erdöl und Erdgas durch gezielte Trennungsmethoden eine Vielzahl einfacher chemischer Grundverbindungen, sogenannte Monomere (griech.: „aus einem Teil bestehend“) gewinnen. Mit Hilfe verschiedener Verfahren (Polymerisation) lassen sich diese reaktionsfreudigen Teilchen (sog. Molekül-Einheiten), ähnlich wie die Glieder einer Kette, zu langen Ketten oder verzweigten netzartigen Formen verbinden. Aus den einzelnen Teilchen, den Monomeren, ist somit ein Polymer (griech.: „aus vielen Teilen bestehend“) geworden. Je nach Anordnung dieser langkettigen oder netzartigen Polymere und der Zugabe von speziellen Zusatzstoffen (sog. Additive) kann man unterschiedliche Kunststoff-Werkstoffe mit verschiedenen Eigenschaften herstellen. Diese unterscheiden sich dann z. B. in ihrem Aussehen, ihrer Festigkeit, ihrer Formbarkeit oder ihrer Verarbeitbarkeit – und somit letztlich in ihrer Verwendbarkeit.

Schau dich mal Zuhause, im Klassenraum oder deiner Schultasche um – wo findest du Kunststoffprodukte?

## ■ Kunststoffe im Alltag

So vielfältig wie sich die einzelnen Teilchen zu Polymer-Strukturen zusammenfügen und diese sich dann noch durch Zusatzstoffe in ihren Eigenschaften steuern lassen, so mannigfaltig sind die Verwendungsmöglichkeiten für Kunststoffe. Die vielen Einsatzmöglichkeiten und die vergleichsweise einfachen und billigen Produktionsmöglichkeiten von Materialien haben dazu geführt, dass Kunststoffe heute aus unserem Alltag kaum noch wegzudenken sind.

## ■ Wie werden Kunststoffprodukte hergestellt?

Wie bereits beschrieben, werden Kunststoffe meist aus Erdöl- oder Erdgas-Teilchen hergestellt, die durch chemische Reaktionen aneinandergelagert werden und letztlich eine Art Masse bilden. Abhängig von den Eigenschaften, die das spätere Produkt haben soll, gibt es – ähnlich wie beim Kochen – verschiedene Rezepte, bei denen unter Hitze die verschiedenen „Teigmassen“ mit unterschiedlichen Zusatzstoffen versehen und durch mischt werden. Diese Zusatzstoffe sind z.B. Weichmacher, Fasern zur Erhöhung der Stabilität, Stoffe zur Erhöhung der Haltbarkeit und Langlebigkeit, Farbstoffe, brandhemmende Mittel, etc. Nach Abkühlung wird der fertige „Kunststoffteig“ zu einem Granulat zerkleinert und in Säcken an weiter verarbeitende Fabriken ausgeliefert. Dort wird das Granulat dann wieder zu einem „Teig“ aufgeschmolzen und in speziellen Maschinen zu Formen gepresst, zu Folien gewalzt oder geblasen, durch Formgebungsmaschinen gedrückt, etc.

So entstehen unterschiedliche Produkte und Formen wie Folien, Flaschen, Becher, Rohre, Bauprofile, Spielzeug, Obstschalen, Geschirr, Textilfäden usw.

## ■ Was kommt danach? – Entsorgung von Kunststoffen

Kunststoffe haben den Vorteil, dass die daraus gefertigten Produkte außerordentlich haltbar und langlebig sind. Allerdings ist es so, dass Produkte meist nicht so lange in Gebrauch sind, wie sie eigentlich halten würden. So wirft man z. B. eine Verpackung nach dem Öffnen des Produktes weg, sortiert ein Kleidungsstück aus, weil es nicht mehr modern ist oder entsorgt den Gartenstuhl, weil er einem nicht mehr gefällt. Insofern führt die Langlebigkeit der Kunststoffe im Hinblick auf die Entsorgung zu Problemen: *Wohin also mit der zunehmenden Menge an Verpackungsmüll und den anderen nicht mehr benötigten Kunststoffprodukten?*

Abfälle sind in vielen Fällen nicht wertlos. Mit Hilfe intelligenter Sortierungskonzepte ist es möglich, wertvolle Materialien wie Metalle, Glas oder auch Kunststoffe mit relativ geringem Aufwand wieder zurück zu gewinnen. Daher verfolgt man zunehmend diesen Weg des sog. Recyclings (d. h. der Wiederverwertung von Rohstoffen). Demzufolge ist jeder Bürger aufgefordert, seinen Müll nach Kategorien zu trennen (z.B. Altpapier, Bioabfall, Verpackungen). Die im Verpackungsmüll („Grüner Punkt“) enthaltenen Kunststoff-Abfälle lassen sich durch moderne Sortieranlagen vom restlichen Verpackungsmüll trennen, reinigen und mit einem Anteil von derzeit ca. 30% einer Wiederverwertung zuführen.



„Gelbe Säcke“: Sammlung von Verpackungsabfällen mit dem „Grünen Punkt“

## ■ Kunststoffe – ein Problem für unsere Gesundheit und Umwelt

In den meisten Ländern dieser Welt gibt es keine solch professionelle Müllentsorgungsstruktur wie in Deutschland. Deshalb stellt die stetig anwachsende Müllmenge mit dem gleichzeitig zunehmenden Kunststoffanteil **global gesehen ein wachsendes Problem für unsere Umwelt und auch für unsere eigene Gesundheit dar.**

In den meisten Ländern dieser Welt wird der dort anfallende Müll nämlich auf großen Müllhalden abgelagert oder gar in Flüsse und Meere gekippt. Obwohl Kunststoffe sich kaum zersetzen, werden doch im Laufe der Zeit Teile der Inhaltsstoffe ausgewaschen und gelangen so unbemerkt in den Boden und ins Grundwasser. Diese Stoffe sind mitunter umweltschädlich und gesundheitlich bedenklich oder gar gefährlich.

Direkt in Flüsse und Meere gekippter Kunststoffmüll wird durch Steine und die Kräfte von Strömung und Wellen in immer kleiner werdende Teilchen zerrieben, welche sich letztlich in den Meeren in den sogenannten **Müllstrudeln** ansammeln. Sie werden dann oft von Meerestieren und Seevögeln mit Nahrung verwechselt und gefressen oder an den Nachwuchs verfüttert. Dies führt zu Einem dazu, dass diese Lebewesen daran ersticken oder mit einem Magen voller „Plastik-Plankton“ verhungern können. Zum Anderen bekommen wir Menschen auf diesem Wege unseren Müll in Gestalt von Giftstoffen über unsere Nahrungsfische am Ende wieder zurück!

Aber auch auf anderen Wegen werden wir mit den in fast allen Kunststoffen enthaltenen Zusatzstoffen konfrontiert. So können Inhaltsstoffe auch aus den Kunststoffverpackungen in die darin verpackten Lebensmittel entweichen (*Migration*) und so in den menschlichen Körper gelangen. Auch über die auf der Haut liegende Kleidung (Regenjacken, Gummistiefel, Badelatschen, Sportbekleidung) können Stoffe aufgenommen werden. Im Laufe der Jahre reichern sich diese Stoffe im Menschen an und können dort nachweislich z. B. Hormonstörungen, Unfruchtbarkeit oder Krebs verursachen. Hierbei stehen insbesondere Phthalate (Verwendung als Weichmacher) und BPA = Bisphenol A (Verwendung als Hartmacher) in der Kritik.

In Deutschland gibt es bereits maximale Höchstwerte für den Gehalt bedenklicher Stoffe in Kunststoffprodukten, bzw. bestimmte Stoffe sind ganz und gar verboten. Doch häufig kommen diese Stoffe auch bei uns über im Ausland hergestellte Produkte durch die Hintertür in Umlauf.

Durch die Meeresströmung entstehen über den Globus verteilt Meereswirbel, in denen sich immer mehr Plastikmüll ansammelt. Im sog. *Great Pacific Garbage Patch* (zwischen Nordamerika und Asien) fand man bereits 2008 etwa 100 Millionen Tonnen Kunststoffmüll!

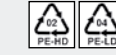
Bild unten: Strandgut Plastikmüll



Foto: Vladimir Melnik - Fotolia.com

## Die 6 häufigsten Kunststoffe

**Polyethylen (PE)**  
→ Verwendung für Flaschen, Getränkeboxen, Fässer, Batteriegehäuse, Eimer, Schüsseln, ...



**Polypropylen (PP)**  
→ sehr hart, fest, mechanisch belastbar, beliebt in der Automobilindustrie aber auch z.B. für die Herstellung von Klodeckeln ...



**Polyvinylchlorid (PVC)**  
→ Hart-PVC für z.B. Abflussrohre, Fensterrahmen, ...  
→ Weich-PVC für z.B. Bodenbeläge, Schläuche, Kunstleder, Tapeten, ...



**Polystyrol (PS)**  
→ aufgeschäumt als Styropor, für Isolierungen, als Dämmstoff, Verpackungsfolie ...



**Polyethylenterephthalat (PET)**  
→ Verpackungsmaterial von Lebensmitteln und Kosmetika, Medizinische Produkte u.a.



**Polyurethan (PU)**  
→ verwendet für Matratzen, Möbel, Autositze, Rostschutz bei Autos ...

\* international einheitliche Kurzzeichen für Verpackungskunststoffe. Beschreibt in Großbuchstaben den hauptsächlich im Produkt enthaltenen Kunststoff.



Wissenschaftler fanden in einem verendeten Albatros-Jungtier an die 100 kleinste Plastikteile, mit denen es von den Elterntieren gefüttert worden war.

Foto: © Igor Taranov - Fotolia.com

## ■ Was sind Biokunststoffe? Was sind die Vorteile?

Kunststoffe müssen nicht zwangsläufig aus fossilen Rohstoffen hergestellt werden: Auch natürliche Monomere und Polymere, wie **Zucker, Stärke, Zellulose** oder **Fettsäuren** können chemisch modifiziert und zu Kunststoffen verarbeitet werden.

Rohstofflieferanten für solche Biokunststoffe sind hauptsächlich **Mais, Kartoffeln, Holz** und zunehmend **Ölpflanzen**. Aber auch an der Nutzung anderer möglicher Rohstoffe wie Algen, Pilzen oder Schalen von Krebstieren (Chitin, Chitosan) wird derzeit geforscht.

Da Basis-Kunststoffe je nach Anwendungszweck mit unterschiedlichen Zusatzstoffen versehen werden, bestehen allerdings auch Biokunststoffe in den meisten Fällen nicht zu 100 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen. Aber auch manche Zusatzstoffe (z. B. Weichmacher) lassen sich durch natürliche Stoffe ersetzen.

Bereits heute ist man in der Lage, durch Biokunststoffe fossil-basierte Kunststoffe in etlichen Bereichen zu ersetzen. Dies betrifft derzeit vorwiegend Produkte, bei denen eine schnelle biologische Abbaubarkeit im Anschluss an ihre Nutzung erwünscht ist. Dazu zählen z.B. Verpackungen, Einweggeschirr und Produkte für die Landwirtschaft oder den Gartenbau. Als Biokunststoffe werden sie unter Kompostierungsbedingungen vollständig in natürlich vorkommende, ungiftige Ausgangsprodukte umgewandelt. Mikroorganismen wie Pilze, Bakterien und Enzyme sorgen dafür, dass nur noch Wasser, Kohlendioxid und Biomasse übrig bleiben, die von der Natur weiter verwertet werden.

Wie das Beispiel Gummi zeigt, müssen biobasierte Kunststoffe nämlich nicht zwangsläufig abbaubar sein. Wissenschaftler und Technologen arbeiten derzeit an der Entwicklung einer zweiten Biokunststoff-Generation. Auf Basis von Glucose (Traubenzucker) können über mikrobielle Synthesewege verschiedene Stoffwechsel-Zwischenprodukte erzeugt werden, aus denen dann neue, aber auch konventionelle, nicht abbaubare Kunststoffe wie PE, Polyamide (PA), Polyester, PU u.a. produziert werden können.

## ■ Produkte aus Biokunststoff

Die Anwendungsbereiche für Biokunststoffe sind vielfältig. Einige Beispiele:

- **Verpackungsmaterialien:** Tragetaschen, Schalen, Netze und Beutel für Obst und Gemüse, Dosen und Tuben für Kosmetik, Bio-Abfallsäcke u.a.
- **Cateringprodukte:** Geschirr, Becher, Besteck, Schalen, Trinkhalme, Einwickelfolien
- **Garten- u. Landschaftsbau:** Pflanz- und Anzuchtöpfe, Mulchfolien, Bindegarne, Netze
- **Pharma- und Medizin:** Resorbierbare Fäden und Implantate u.a.
- **Sonstige:** Windelfolie, Hygieneartikel, Overalls, Schutzanzüge, Sportbekleidung aus PLA, u.v.m.

Bereits heute lassen sich Handys, Gehäuse von Elektrogeräten, Gefäße für Kosmetikartikel, Kunststoffgriffe für Werkzeuge, Kunstfasern für Textilien oder Autoinnenverkleidungen aus biobasierten Werkstoffen herstellen. In den nächsten Jahren werden diese Verfahren weiter optimiert und neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden.

Da sich Biokunststoffe, genauso wie konventionelle Kunststoffe, grundsätzlich recyceln lassen, werden bei steigenden Marktanteilen auch künftig hierzu geeignete Verfahren entwickelt werden. Bis dahin gilt:

Egal, ob kompostierbare Biokunststoffe nach Gebrauch in die Biogasanlage wandern oder kompostiert werden – oder nichtabbaubare Biokunststoffe thermisch verwertet, d.h. zur Energieerzeugung verbrannt werden: Sie setzen nur das CO<sub>2</sub> wieder frei, das die Rohstoffpflanzen während ihrer Wachstumsphase unserer Atmosphäre entnommen haben und tragen somit nicht zu einem Anstieg der Treibhausgase bei. Neben den geschilderten ökologischen Vorteilen helfen sie außerdem, wertvolle und nur begrenzt vorhandene fossile Rohstoffe für wichtigere Anwendungszwecke zu schonen.

## ■ Rohstoffe für Biokunststoffe

Die wichtigsten Ausgangsstoffe für Biokunststoffe sind **landwirtschaftliche Rohstoffe wie Stärke, Zellulose, und Pflanzenöle.**

Als potenzielle Rohstofflieferanten kommen somit eine Vielzahl von Pflanzen in Frage. Hauptsächlich sind dies **Mais, Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben, Holz und Ölpflanzen.**

