

ökologische Verpackungen

eine
Verbraucherinformation





Inhaltsverzeichnis Ökologische Verpackungen

Nachhaltigkeit bei Verpackungen	4
Biokunststoffe und Verpackungen	7
Herkömmliche Kunststoffe und Biokunststoffe	7
Vorteile von Biokunststoffen	10
Biologische Abbaubarkeit	13
Kunststoffverpackung am Beispiel PET/PLA	15
PET auf fossiler Basis	15
Biobasiertes PET	16
Biobasiertes PLA	17
Erkennbarkeit und Kennzeichnung von Biokunststoffen	18
Beispiel einer falschen Kennzeichnung	18
Zertifizierung und Kennzeichnung von Biokunststoffen	18
Kennzeichnung der biologischen Abbaubarkeit von Biokunststoffen	19
Biokunststoffkreislauf	21
Nahrungsmittelkonkurrenz durch Biokunststoff	23
Vom fossilen Rohstoff zum Biokunststoff	23
Landnutzungspläne	24
Nachhaltigkeitsstandards	24
Fleischproduktion und Food Waste	25
Recycling als Teil der Lösung	25
Entwicklung des Biokunststoffmarktes	26
Kurzes Fazit für Biokunststoffe	28
Organische Rohstoffe und Verpackungen	29
Naturfasern	29
Pflanzenfasern	30
Beispiele für Verpackungen aus natürlichen Rohstoffen	32
Alge	32
Banane	34
Baumwolle	35
Gras	36
Hanf	37
Jute	38
Mais	38
Netzverpackungen	39
Zuckerrohr	40
Pflanzenabfälle	41



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



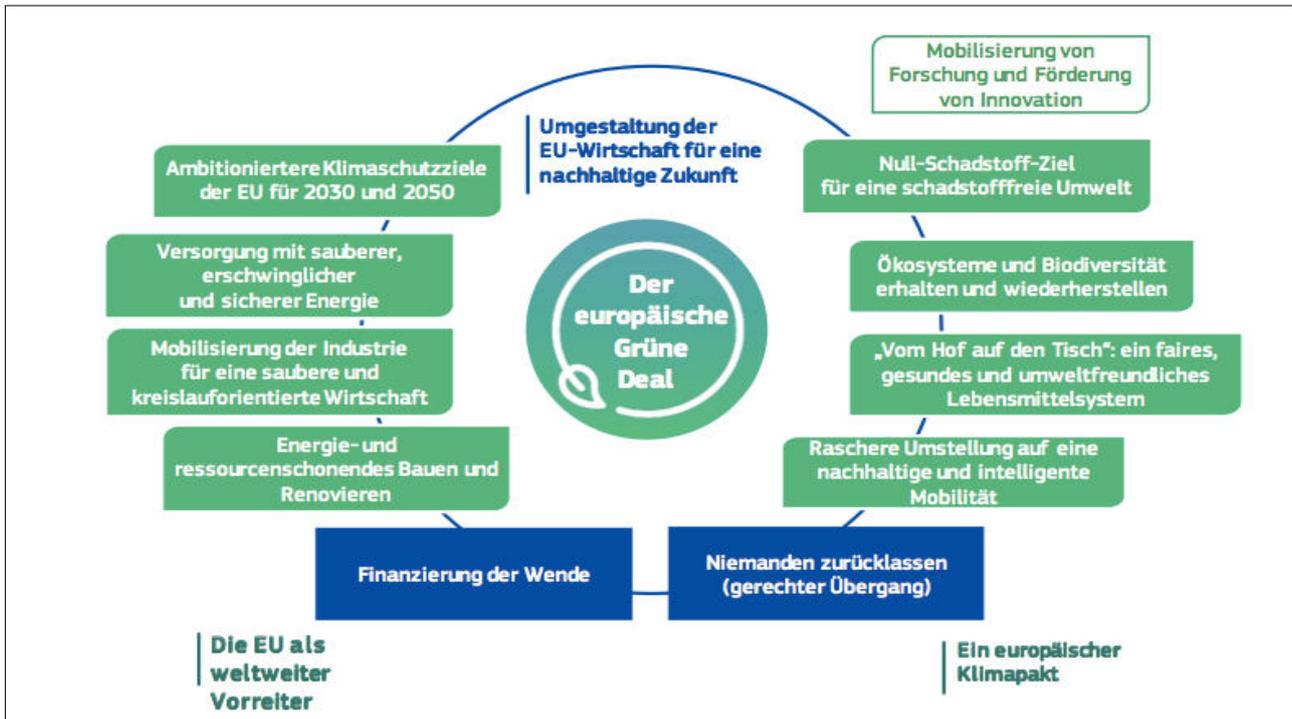
Essbare Verpackungen	42
Tierfasern	47
Wolle	47
Wiederverwendbare Taschen	48
Stofftragetaschen	48
Papiertragetaschen	49
Anorganische Rohstoffe	52
Beispiele für anorganische Verpackungen	52
Metall	52
Glas	52
Kreide	53
Keramik	54
Unverpackt-Läden	55
Weitere Aspekte im Zusammenhang mit Verpackungen	56
Globaler Plastikmüll	56
Rohstoffwende in Deutschland	58
Abkürzungsverzeichnis	62
Quellennachweis	63
Haftungsausschluss	66



Nachhaltigkeit bei Verpackungen

Unter Nachhaltigkeit versteht man vereinfacht, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden.

Der europäische Grüne Deal



Quelle: Europäische Kommission, Mitteilung COM(2019) 640 final, Seite 4, Abbildung 1

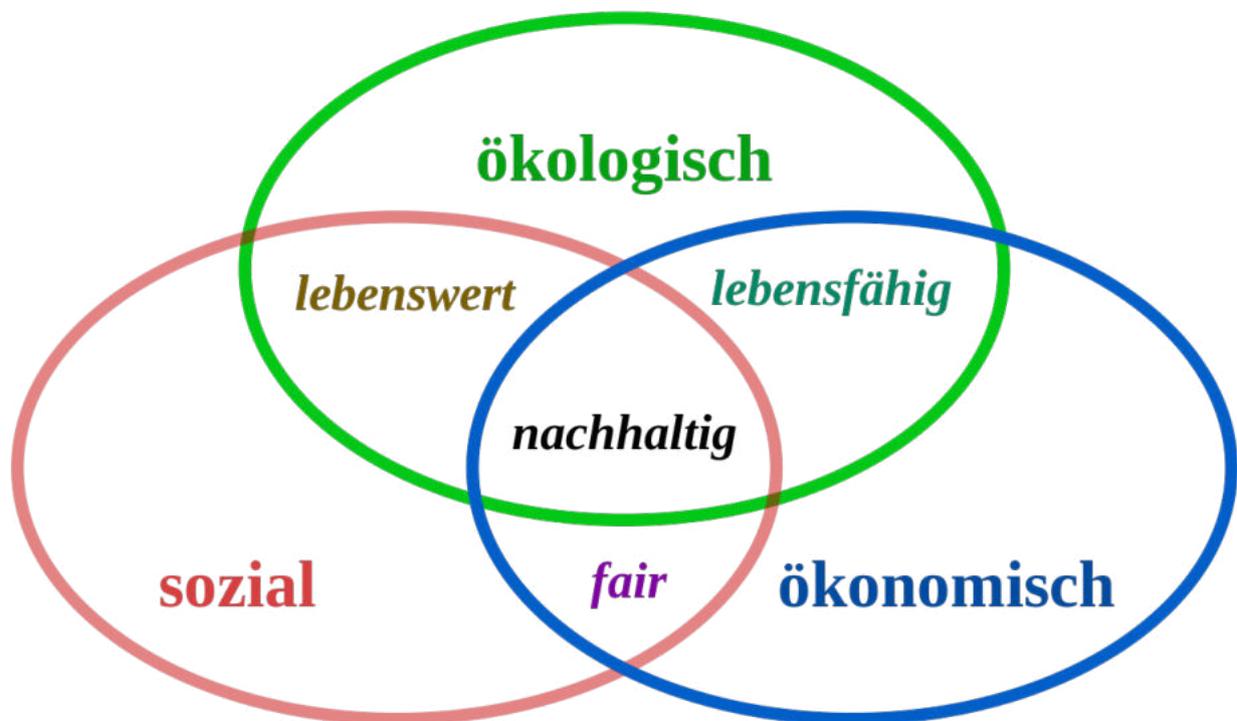
Der Klimawandel, die Reduzierung natürlicher Ressourcen und andere damit verbundene Umweltprobleme rücken immer mehr in den Fokus der Menschen. Somit muss die Wirtschaft sich des Themas „Nachhaltigkeit“ annehmen.

Im Vordergrund dieser Broschüre stehen hier die Bestrebungen, Ideen und Verbesserungen im Bereich Verpackung und Vertrieb. Dies ist zunächst eine positive Entwicklung, da es einige vielversprechende Neuerungen gibt. Einerseits werden diese oft mit großen Aufwand nach Außen kommuniziert und/oder im Alltag umgesetzt, andererseits bedürfen einige Neuerungen einer kritischen Betrachtung.



Nachhaltigkeit ist ein zentrales Thema unserer Gesellschaft und scheint erst einmal im Widerspruch zu unserem ökonomischen System zu stehen, gründet letzteres darauf, in uns Bedürfnisse zu wecken, von denen wir gar nicht wussten, dass wir diese haben. Das alleinige Weglassen von unnötigen Verpackungen oder die Nutzung einfacher Pfand- und Mehrwegsysteme sind für viele Unternehmen nur bedingt interessant.

Da ressourcenschonende Produktion, klima- und umweltfreundliches Handeln, gesellschaftliches Engagement oder generell der Anschein von sozialer Verantwortung durchaus zum Kaufkriterium geworden sind, mangelt es nicht an vermeintlichen nachhaltigen Produkten, gerade auch im Bereich der Verpackungen.



Quelle: wikipedia

Autor: Johann Drèo

CC-BY-SA 3.0

Nach einer Studie der “ trommsdorff + drüner, innovation + marketing consultants GmbH“ aus Berlin in Zusammenarbeit mit der TU Berlin gaben über drei Viertel der Befragten an, dass ihnen Unternehmen, die sich in der Gesellschaft engagieren, besonders sympathisch sind. Zudem sind viele VerbraucherInnen gewillt für nachhaltige Produkte, die den konventionellen in der Qualität zumindest gleichkommen, mehr Geld auszugeben.[1][2]



Auch große, konventionelle Unternehmen müssen berücksichtigen, dass nachhaltiges Handeln und Wirtschaften die Kaufentscheidung der VerbraucherInnen beeinflussen und mitbestimmen. Durch die Debatten u.a. zum „Greenwashing“, bemühen sich viele Unternehmen den Nachweis zu führen, wie substanziell ihr Handeln ist. Wenn es dann darum geht, ein Produkt auch nach Außen nachhaltig zu präsentieren, spielt die Verpackung eine zentrale Rolle. Denn sie ist Teil des Produkts und muss die Botschaft ebenfalls kommunizieren.



Symbole für nachhaltiges Handeln

Quelle: pixabay

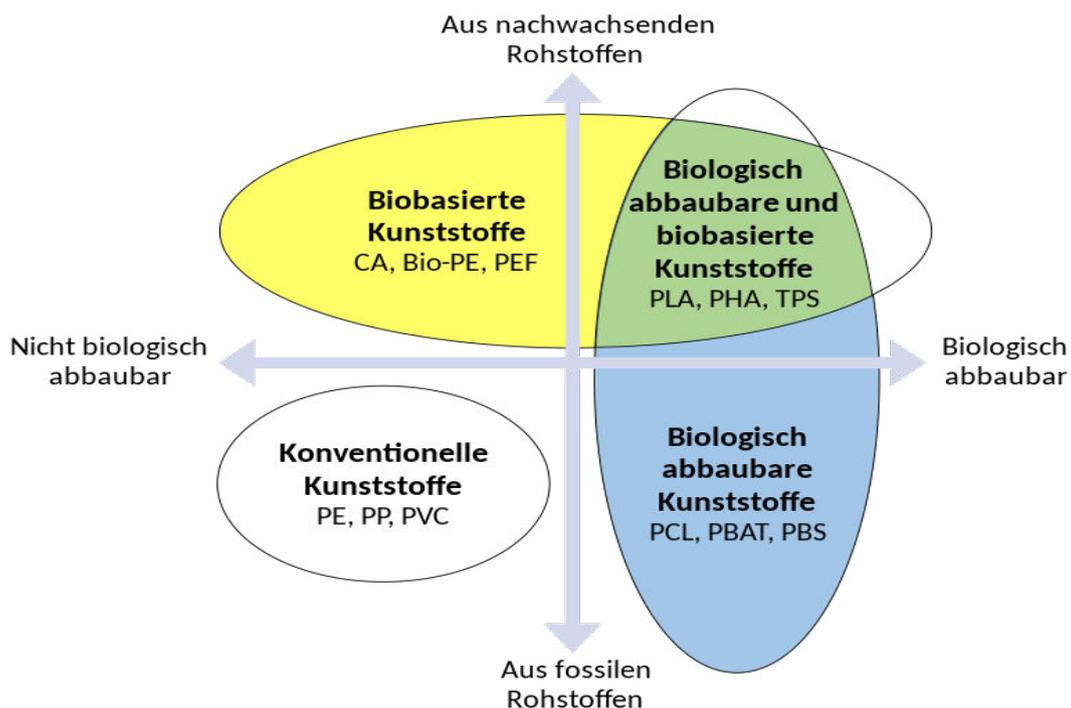


Biokunststoffe und Verpackungen

Herkömmliche Kunststoffe und Biokunststoffe

Herkömmliche Kunststoffe werden größtenteils synthetisch hergestellt. Deren Ausgangsprodukte (ungesättigte Kohlenwasserstoffverbindungen) werden aus nicht regenerativen Erdöl, Kohle und Erdgas gewonnen.

Biobasierte oder biogene Kunststoffe sollten vollständig oder teilweise aus regenerativen Rohstoffen bestehen. „Biologisch abbaubare“ Kunststoffe müssen nicht zwangsläufig aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, auch einige Erdöl-basierte Kunststoffe besitzen die Eigenschaft, sich theoretisch durch z.B. Mikroorganismen aufspalten zu lassen. Die meisten gebräuchlichen Biokunststoffe lassen sich nur schlecht oder gar nicht kompostieren.



Quelle: wikipedia

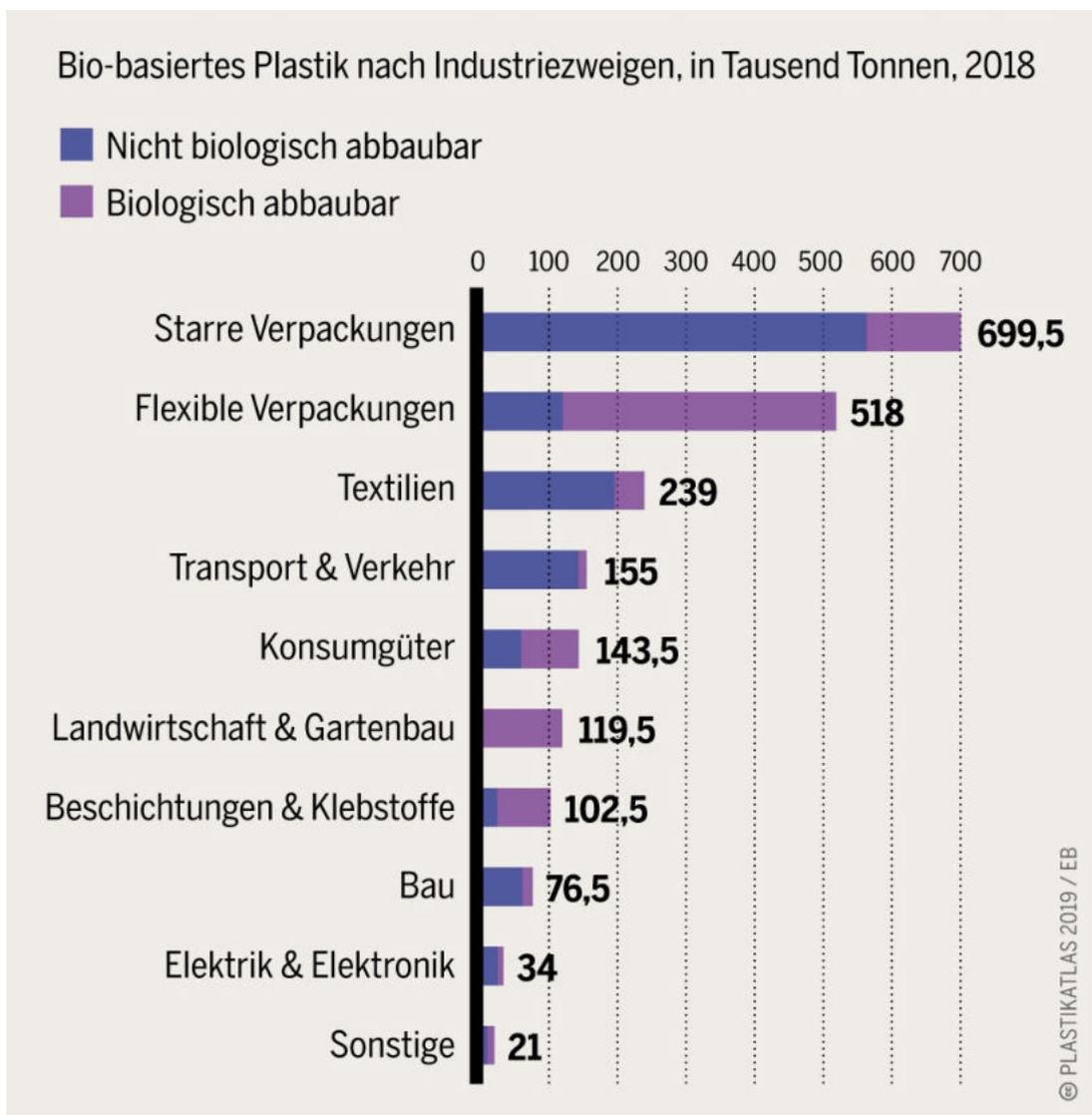
Autor: Ple210 CC-BY-SA 4.0



Darüber hinaus gibt es Verbundwerkstoffe, wie z.B. Naturfaser-verstärkte Kunststoffe, die durch eine Kombination herkömmlicher, Erdöl-basierter Kunststoffe mit biogenen Anteilen entwickelt wurden.

Daraus folgt, dass einiges begrifflich schwer greifbar ist, die Vorsilbe „Bio“ nicht nur für ökologisch angebaute Rohstoffe steht und eine positivere Umweltbilanz zumindest anzuzweifeln ist.

Derzeit liegt der Anteil von Biokunststoffen am Gesamtmarkt noch bei unter einem Prozent, er ist jedoch kräftig im Wachstum begriffen. Es gibt völlig neue Einsatzmöglichkeiten, in einigen Ländern wurden Plastiktüten verboten, die die Entwicklung von Biokunststoffen fördert.



Quelle: PLASTIKATLAS Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff, 3.Auflage 2019, Seite 34 [3]



Da Biokunststoffe teurer sind als herkömmliche Kunststoffe, kommen sie vor allem zum Einsatz, wenn sie einen besonderen Nutzen für eine Problemlösung bieten oder wenn Kunden Fortschritte in Sachen Umweltschutz verlangen. Neben Plastiktüten, Füllmaterial, Verpackung und Folien gewinnen langlebigere Produkte wie Gehäuse für Elektrogeräte und Anwendungen im Automobilbau an Bedeutung.

Eine immer größere Rolle im Möbel- und auch im Karosseriebau spielen Naturfaserverstärkte Biokunststoffe und Verbundwerkstoffe, etwa aus Polyethylen oder Polypropylen, denen bis zu 80 Prozent Holzmehl beigemischt wird.

Der Markt für biobasierte Polymere wuchs 2020 um 8%. So soll den Daten nach, die Produktionskapazität von 2,23 Mio t im Jahr 2022 auf etwa 6,3 Mio t im 2027 ansteigen.[4]



Bilder: Dirk Sängner ubb e.V.

Seit 2010 werden Getränkeflaschen aus teilweise biobasiertem PET angeboten. Das zugefügte Monoethylenglykol, das etwa 30 Gewichtsprozent ausmacht, wird aus Zuckerrohr-Melasse agrarindustriellen Ursprungs hergestellt.

Die zur Herstellung von PET und weiteren Kunststoffen notwendige Terephthalsäure war bis vor kurzem nur aufwändig und teuer herzustellen. Mittlerweile ist die biobasierte Produktion wirtschaftlich geworden.

Chemisch sind herkömmliches und biobasiertes PET identisch. Schwierigkeiten beim Recycling gibt es nicht. Obwohl in Deutschland der Rücklauf von PET-Flaschen ins Recyclingsystem recht gut funktioniert, raten Umweltverbände von Einweg-Getränkeflaschen und Einweg-Pfandflaschen ab.

Der **Trend** geht zu Biokunststoffverpackungen aus Bio-PE und Bio-PET.

In einer vom Ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg im Auftrag des Berliner Bundesumweltministeriums schon 2012 erstellten Studie "Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen" wird die These aufgestellt (und teilweise belegt), dass die in jüngerer Zeit von Verpackungsriesen eingeführten Bioverpackungen einen Marktimpuls forcieren.[5]

Durch die Verteuerung und Verknappung von Erdöl, geht der Trend ohnehin zwangsläufig zu biobasierten bzw. vermeintlich biologisch abbaubaren Verpackungen aus Bio-PE und Bio-PET. Da der Markttrend in Richtung roh- beziehungsweise werkstofflicher Verwertung zu gehen scheint, werden PLA-Verpackungen zunehmend an Bedeutung verlieren.



Vorteile von Biokunststoffen

Biogene Verpackungen sind atmungsaktiv - Lebensmittel halten länger frisch

Verpackungen aus biogenen Kunststoffen können besonders atmungsaktiv sein. Sie halten die eingepackten Lebensmittel, z.B. Backwaren, Gemüse oder Obst, länger frisch und die Nahrung schimmelt weniger rasch.

CO₂ Ausstoß, verminderter Treibhauseffekt - Werden natürliche Kunststoffe verbrannt oder kompostiert, geben sie nur soviel CO₂ in die Atmosphäre frei, wie während des Wachstums der Pflanzen mittels der Photosynthese aus der Luft gebunden wurde. Betrachtet man jedoch den gesamten Produktzyklus, vom industriellen Anbau der Rohstoffe bis zum aufwendigen Recycling, ist schwer einzuschätzen, welche Wirkung auf das Klima diese Kunststoffe tatsächlich haben.



Quelle: pexels

Foto links: Marta Ortigosa

Foto rechts: Lisa Fotios



Schonung von Erdölressourcen - Erdöl wird immer knapper und teurer. Im Gegensatz dazu bieten nachwachsende Stoffe eine unerschöpfliche Rohstoffquelle. Sie wachsen praktisch vor unserer Haustür und brauchen keine langen Transportwege.

Nachwachsende Ressourcen – Es können Holz, Getreide z.B. Mais, aber auch Kartoffeln und sogar Pilze verwendet werden (siehe auch Organische Rohstoffe)

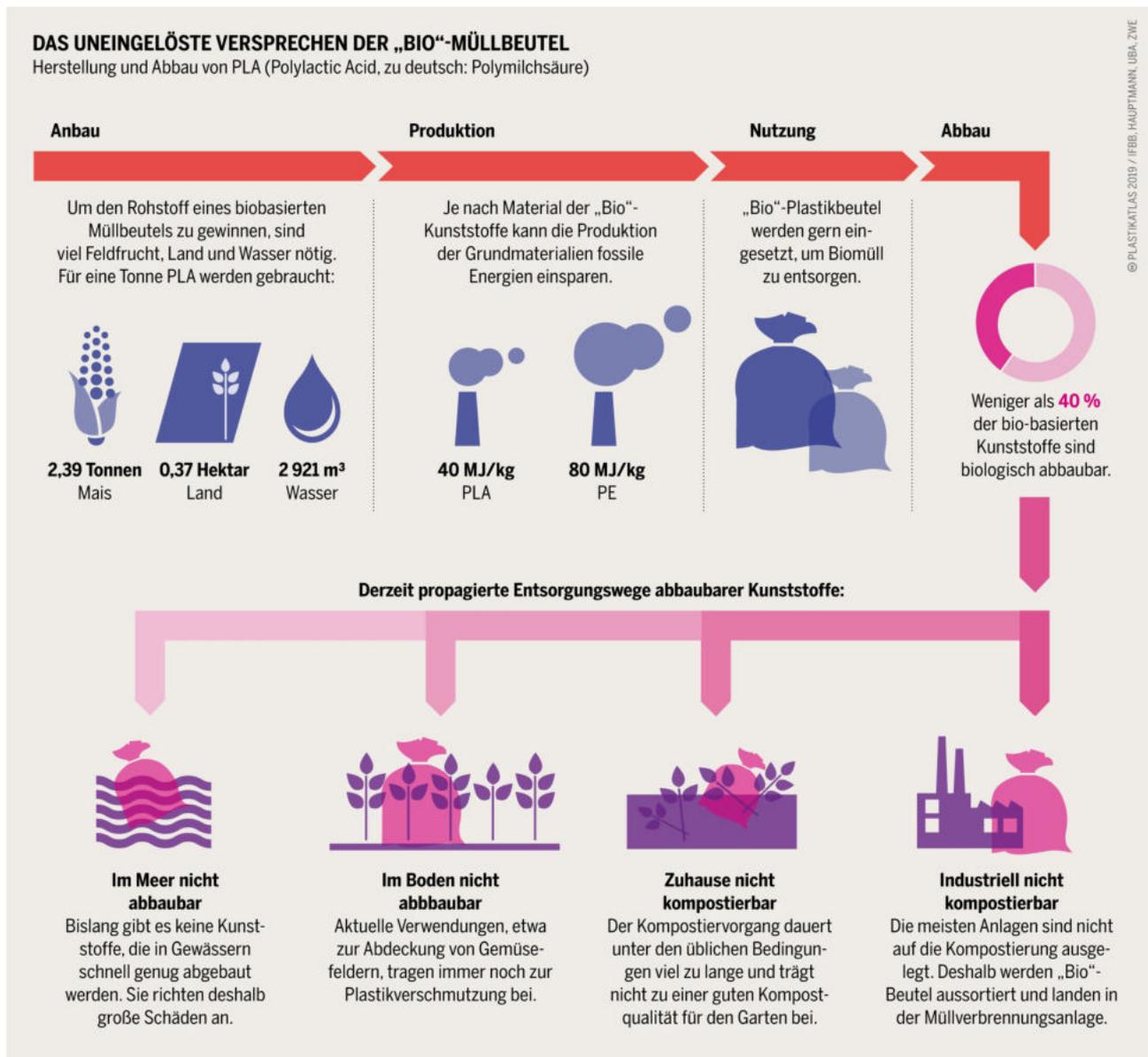
Zersetzt sich in der Natur - Auf der Mülldeponie gelangen Bakterien an den natürlichen Kunststoff und beginnen mit der Zersetzung der Stärke. Je nach Dicke der Folien, Temperatur und Anzahl der Bakterien dauert der Prozess acht Wochen bis mehrere Monate. Natürlicher Kunststoff zersetzt sich zu 100%.

Tragetaschen aus natürlichem Kunststoff – Diese halten Lebensmittel länger frisch, sind strapazierfähig, reißfest, platzsparend, schnell zur Hand und ohne schlechtes Gewissen zu kaufen, da sie in vielfacher Weise verwendbar sind.

Kompostsack - Kompostsäcke aus Papier weichen schnell durch, hinterlassen Flecken und können für den Verbraucher unangenehm zu entsorgen sein. Säcke aus natürlichem Kunststoff halten flüssigen Bioabfall fest und durchweichen nicht.



Experten vom Umweltbundesamt halten die Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen für ebenso umweltbelastend, wie die konventionellen Produkte. Je nach Umweltkategorie (z.B. Klima, Ressourcen, Versauerung der Meere, ...) ergibt sich eine andere Bewertung.



Quelle: PLASTIKATLAS Daten und Fakten aus einer Welt voller Plastik, 3.Auflage 2019; Seite 35 [3]

Die Entwicklung steht allerdings erst am Anfang. In den bisher kritischen Bereichen der Rohstoffe, der Herstellung oder Verwertung sind durchaus Fortschritte zu verzeichnen.



Ob Folien, Halbzeuge, Formteile, Windeln, chirurgisches Garn oder Wattestäbchen usw., die Anzahl möglicher Anwendungen wird steigen.



Diverse Lebensmittel in Biokunststoff-Folie

Bild: Dirk Sänger UBB e.V.

Überall dort, wo eher kurzlebige Produkte angebracht sind, z.B. im Garten- und Agrarbereich, in der Medizin, beim Gastronomiebedarf und im Verpackungsbereich ganz allgemein, werden Biokunststoffe eingesetzt. Trotz des derzeit geringen Marktanteils, wird sich ihr Stellenwert, aufgrund ihrer im Vergleich geringeren Rohstoffpreise nachdrücklich erhöhen.[6]



Diverse Produkte aus Biokunststoff

Bild: Dirk Sänger UBB e. V.



Biologische Abbaubarkeit

Grundsätzlich sind viele Biokunststoffe biologisch abbaubar. Neben einer stofflichen Verwertung (Recycling) eröffnet sich mit der thermischen Verwertung (Verbrennung) ein zusätzlicher Entsorgungsweg.

Als Kompostierung oder „Rotte“ wird der biologische Prozess bezeichnet, bei dem rasch verwertbare organische Materie aerob, das heißt mittels Luftsauerstoff, von Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen im Rahmen des Nährstoffkreislaufs zersetzt wird. Freigesetzt werden CO₂, wasserlösliche Mineralien, wie z.B. Nitrate, Ammoniumsalze, Phosphate, Kalium- und Magnesiumverbindungen. In den Boden eingebracht, wirkt Kompost wie ein Katalysator, kurbelt die Arbeit der Mikroorganismen an, ist humusfördernd und wirkt leicht düngend.[7]

Kompost, Bodenfruchtbarkeit, natürliche Düngung und Kohlenstoffbindung stehen in unmittelbarem Zusammenhang. Die Kompostierung biologisch abbaubarer Kunststoffe ist jedoch ökologisch gesehen eher nutzlos. Beim Abbau von PLA entsteht überwiegend Wasser und CO₂, weder Struktur noch Nährstoffgehalt des Kompostes werden verbessert.

Wie erwähnt werden Biokunststoffe im Bereich der Nahrungsmittel eingesetzt, da bei diesen kurzlebigen Gütern (von der Herstellung bis zum Verzehr/Gebrauch) nur wenige Tage vergehen. Laut WWF werden ein Drittel aller Nahrungsmittel ohnehin weggeworfen. Damit hat sich die Kompostierung als Art der Verwertung durchgesetzt. Lebensmittel können mitsamt der Verpackung in den organischen Abfall gegeben werden. Gemüse, das zur Frischhaltung auf Sauerstoffaustausch angewiesen ist, kann in biogene Folien eingepackt werden, ohne dass die noch zusätzlich perforiert werden müssen. Diese Materialien sind für Waren, die rasch austrocknen, dagegen ungeeignet.[8]

Vor allem im Verpackungsbereich bieten biologisch abbaubare Kunststoffe ein großes Potential, das Abfallaufkommen nicht verrottender Kunststoffe erheblich zu reduzieren. Sehr weit verbreitet sind mittlerweile die einfach aufgeschäumten duroplastischen Verpackungschips, die auf der Basis von Stärke hergestellt werden. Dazu gibt es noch viele weitere Verpackungsprodukte aus kompostierbaren Biokunststoffen, die hauptsächlich in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie zur Anwendung kommen.



Biokunststoffe können zu Folien und Mehrschichtfolien geblasen werden. Sie lassen sich als Flachfolien extrudieren und sind thermoverform- und tiefziehbar. Man kann sie schweißen, spritzen, verkleben und bedrucken. Problemlos ist es möglich, Biokunststoffe mit den gängigen Techniken und Maschinen der Kunststoffverarbeitung zu konfektionieren.

Bilder: Dirk Säger UBB e.V.



Etabliert hat sich die Anwendung von Biokunststoffen bereits in der Fertigung von Tragetaschen und Tüten, die letztlich als Sammelbeutel für kompostierbare Abfälle Verwendung finden, sowie bei der Erzeugung von Schalen für Gemüse, Obst, Fleisch und Eiern oder von Behältnissen für Getränke und Molkereiprodukte.

Auch Blisterverpackungen, wie man sie von abgepackten Obst und Gemüse kennt, lassen sich aus Biokunststoff herstellen.

Verbundverpackungen aus Papier oder Karton mit Biokunststoffbeschichtungen bieten durch die Kompostierbarkeit eine zusätzliche Verwertungsoption ohne Trennungverfahren. Zunehmend kommen auch kompostierbare Versandverpackungen wie Verpackungschips, Versandtaschen, Luftpolsterfolien, Etiketten und Luftkissen auf den Markt. [6]

Bild: Dirk Sänger UBB e.V.



Registernummer: 7P0284

Keimling - Logo (EUBP)

Bei der Abfallentsorgung besitzen kompostierbare Säcke und Behältnisse zum Sammeln von Biomüll bereits einen beträchtlichen Marktanteil, während in anderen Bereichen die Verwendung von Biokunststoffverpackungen noch immer sekundär ist.

In diesen Bereichen liegen die Potenziale der Biokunststoffe, die die Produktion von verbraucherfreundlichen und Entsorgungskosten verringernden Verpackungen ermöglichen.

Entsprechend kommen Biokunststoffe als Verpackungsmaterial auch in Supermärkten bereits stärker zum Einsatz. Ein Vorteil für den Einzelhandel ist, dass verdorbene Waren nicht mehr von der Verpackung getrennt entsorgt werden müssen.

Ob und in welcher Form Bioverpackungen entsorgt werden dürfen, ist kommunal unterschiedlich geregelt. Einige Gemeinden untersagen eine Entsorgung in der Biotonne, andere empfehlen selbige mit Säcken aus biologischen Kunststoffen auszukleiden. Trotz eines neuen Verpackungsgesetzes aus dem Jahr 2022 fehlt eine bundesweit einheitliche Regelung. [9][10]



Kunststoffverpackung am Beispiel PET/PLA

PET auf fossiler Basis

PET steht für **P**oly**e**thylent**e**rephthalat und ist ein durch Polykondensation hergestellter thermoplastischer Kunststoff aus der Familie der Polyester (weltweite Produktion 40 Millionen Tonnen).

PET hat diverse Einsatzbereiche und kommt unter anderem zur Herstellung von Kunststoffflaschen (PET-Flaschen) und dünne Folien, oft unter dem Namen dem Namen Hostaphan® und Mylar® für Textilfasern (knitterfrei), zur Anwendung. Wegen seiner guten Gewebeerträglichkeit wird es auch als Werkstoff für Gefäßprothesen genutzt. Außerdem wird es zur Herstellung von Filmmaterial verwendet. [11]

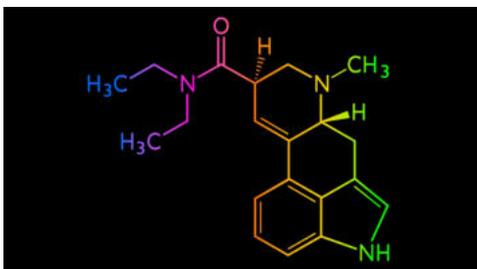


Quelle: google.com

Autor: Tom Page CC-BY-SA 2.0

MPET steht für Metallisiertes Polyethylenterephthalat. Dieses wird beispielsweise als biaxial orientiertes PET (boPET, Mylar®) für Rettungsdecken verwendet und als Flammhemmer eingesetzt. MPET ist zwar flammenhemmend, aber nicht feuerfest.

Strukturformel PET



Quelle: pixabay



Recycling-Code PET



Biobasiertes PET

Generell wird in PET-A, PET-C und PET-G unterschieden. Die Materialeigenschaften dieser Kunststoffe variieren deutlich voneinander z.B. hinsichtlich Dichte, Schmelz- und Verformungstemperaturen.

Werden weitere chemische Substanzen hinzugefügt, kann man die Eigenschaften noch differenzierter verändern. PET-C ist kristallin, wohingegen PET-G durch das Hinzufügen von Glykol zähflüssig wird. Für die meisten Verpackungen wird PET-A verwendet, da es sehr flexibel und unzerbrechlich ist.

Innerhalb des PET-Recyclingprozesses müssen diese Arten separat verarbeitet werden, da sonst das Rezyclat klumpen kann und somit nicht verwendbar wäre. [12] [13]

Nach dem Recycling sind bei der Herstellung von Produkten zwei Verfahren im Einsatz.

Beim **Closed-Loop** – Verfahren werden aus dem Rezyclat wieder Produkte in gleicher Qualität hergestellt und neues Material nahezu 100% ersetzt.

Entstehen nach dem Recycling andere Materialeigenschaften, wird im **Open-Loop**- Verfahren das Rezyclat einer anderen stofflichen Verwertung zugeführt. So wird nur ein Teil der recycelten PET-Flaschen zu neuen Getränkeflaschen verarbeitet. [14]

Daraus resultieren vielfältige Verwendungsmöglichkeiten. So werden Verpackungen für Lebensmittel und Kosmetika, Fleece- und Füllmaterialien (z.B. Schlafsäcke) und Funktionskleidung aus PET hergestellt. Dank der hohen Belastbarkeit und Oberflächeneigenschaften werden immer häufiger Materialien aus PET zur Herstellung von Gleitschirmen und Bademoden verwendet.



Bild: Dirk Sänger UBB e.V.

Aus ökologischer Sicht ist das Recycling von PET wesentlich sinnvoller als die thermische Verwertung. Eine PET-Getränkeflasche aus 78% wiederverwertetem Material hat eine 40% kleinere Umwelteinwirkung als eine Flasche aus 100% Primärrohstoff.

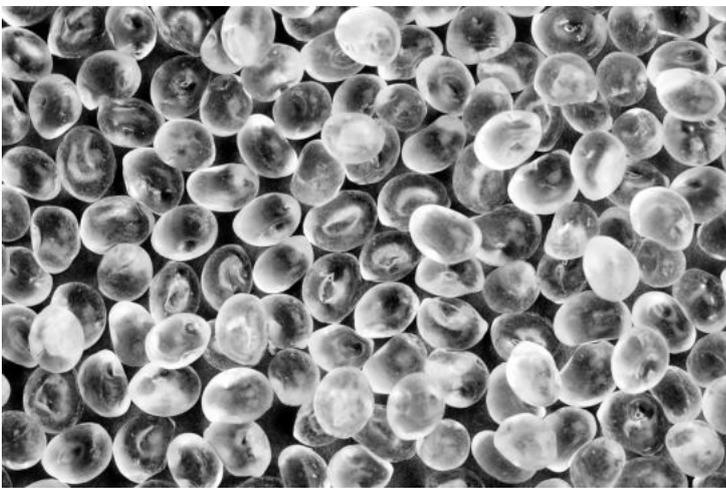
Betrachtet man Vor- und Nachteile der verschiedenen Getränkeverpackungen, weisen seriöse Umweltverbände (BUND, NABU, DUH,...) darauf hin, dass Mehrwegsysteme, unter Vorbehalt auch Getränke in Karton- und Schlauchverpackungen, die umweltfreundlichsten Wahlmöglichkeiten darstellen. Mehrwegpfandflaschen sparen Ressourcen und Energie, schützen regionale Arbeitsplätze und das Klima und vermeiden Müll. [15][16][17]



Biobasiertes PLA

PLA steht für **P**oly**l**actic **A**cid oder Polymilchsäure. Das aus natürlicher Stärke hergestellte PLA ist bis zu 40° Celsius hitzebeständig, geschmacksneutral, kann geformt und als Faser oder Folie hergestellt werden.

Das Material basiert auf Mais. Häufig stammen PLA-Granulate aus den USA und werden unter Verwendung gentechnisch veränderter Pflanzen hergestellt. Ein Importverbot gilt nur für Nahrungsmittel.



PLA- Granulat

Quelle: Kunststoffe.de

© NatureWorks

Die Materialeigenschaften gleichen denen konventioneller Massenkunststoffe, so dass Granulate unterschiedlicher Qualität (PLA, PLA-Blends) in bereits vorhandene Anlagen problemlos genutzt werden können. Verpackungen, Folien, Flaschen, Fasern, Formteile und Gebrauchsgegenstände werden von der Kunststoff verarbeitenden Industrie hergestellt.[18]



Bilder: Dirk Sänger UBB e.V.

Verpackungen aus PLA weisen zahlreiche Eigenschaften auf, die für vielfältige Einsatzgebiete von Vorteil sind. Durch eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme mit hoher Kapillarwirkung eignet sich PLA als Material auch für Sport- und Funktionsbekleidung.



Durch seine relativ geringe Entflammbarkeit, seine hohe UV-Beständigkeit und Farbechtheit sind ebenfalls Anwendungen im Möbelbereich für Innen- und Außenbereiche möglich. Zudem ist die Dichte von PLA relativ gering, wodurch es sich auch für Leichtbauanwendungen eignet.

Eine Recycling ist theoretisch möglich und wird aber heute noch nicht praktiziert, da es, wie die Kompostierung, unter verschiedenen Gesichtspunkten schwierig und unrentabel ist. PLA gilt im Wertstoffkreislauf als problematische Verunreinigung und wird nahezu ausschließlich verbrannt.

Erkennbarkeit und Kennzeichnung von Biokunststoffen

Beispiel einer falschen Kennzeichnung

Als wiederkehrendes Element dienen Tüten. So bewarben Supermarktketten ihre Bioplastiktüten bis vor einiger Zeit damit, dass diese "100 Prozent kompostierbar" seien. Ein Keimling war darauf abgebildet. Das Siegel suggerierte dem Verbraucher, dass diese Tragetasche wirklich biologisch abbaubar wäre. Da in großtechnischen Anlagen die Zeiten deutlich kürzer sind (Norm EN 13432), bauten sich diese Plastiktüten nicht vollständig ab. Es blieben kleine Schnipsel über, die auch sichtbar waren. In den Kompostieranlagen sind die Bioplastiktüten unbeliebt, da sie den Wert des Kompostes senken. Und auf den Kompost im Garten dürften die Biotüten nicht, weil hier die nötigen Temperaturbedingungen nicht gegeben sind. Selbst wenn sich die Bioplastiktüten vollständig zersetzen, haben sie keinen ökologischen Mehrwert. Das Plastik zerfällt überwiegend zu Wasser und Kohlendioxid und liefert keine Nährstoffe für den Kompost. Es macht tatsächlich mehr Sinn, die Biotragetaschen in Müllverbrennungsanlagen energetisch zu verwerten und die Wärmeenergie zu nutzen.

Die Norm des Keimling-Zertifikats fordere zudem auch nicht, dass der Kunststoff ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wird. Die handelsüblichen Biotaschen bestehen zu mehr als zwei Dritteln aus herkömmlichen Kunststoffen auf Erdölbasis. Nachdem die Deutsche Umwelthilfe mit einer Klage drohte, sehen die Supermarktketten in Deutschland inzwischen davon ab, ihre Tüten mit "100 Prozent biologisch abbaubar" zu bewerben. [17][19]

Zertifizierung und Kennzeichnung von Biokunststoffen [20][21]

Die wichtigsten europäischen Label für Biokunststoffe belegen einerseits die Herstellungsgrundlage, d.h. die Herstellung von Biokunststoff und/oder nachwachsenden Rohstoffen und andererseits die biologische Abbaubarkeit der Produkte. Auf Grundlage einer standardisierten Testmethode kann mit Hilfe eines speziellen Verfahrens (Radiokohlenstoffdatierung) der Gehalt an biobasierten Rohstoffen im untersuchten Kunststoffmaterial festgestellt werden. Dieses Verfahren dient als Basis für die Kennzeichnung biobasierter Materialien.



Zur Angabe des biobasierten Anteils im Kunststoff gibt es zwei unterschiedliche Ansätze.

Im ersten Ansatz wird der Kohlenstoffgehalt mit der oben beschriebenen Methode nach der europäischen Norm EN 16640 ermittelt und entsprechend der biobasierte Anteil auf dem Label mitgeteilt.

Im zweiten Ansatz wird der gesamte biobasierte Anteil, d.h. auch die biobasierten Anteile von Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, ins Verhältnis zum nicht biobasierten Anteil gesetzt. Dies beruht auf der europäischen Norm EN 16785-1.

Unabhängig vom Ansatz erfolgt die Prüfung, Zertifizierung und die Vergabe des Labels bzw. Logos durch DIN CERTCO in Deutschland.

EN 16640



(Quelle: DIN CERTCO)

EN 16785-1



Kennzeichnung der biologischen Abbaubarkeit von Biokunststoffen



Quelle: nabu.de

FOTO: NABU/ M.Jedelhauser

Wird ein Kunststoff als biologisch abbaubar ausgewiesen, so muss entsprechend der Europäischen Norm EN 13432 wissenschaftlich belegbar sein, dass dieser innerhalb von 12 Wochen in einer Industriekompostierungsanlage mindestens 90 % des Materials zu Wasser, Kohlendioxid (CO₂) und Biomasse abgebaut hat.



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



Das oben gezeigte Label bzw. Keimling-Logo (European Bioplastics) wird nur für Verpackungen oder andere Produkte vergeben, die entsprechend die Anforderungen der Norm EN 13432, d.h. kompostierbar und biologisch abbaubar, erfüllen und respektive die Zertifizierung bestanden haben.

Beide Zeichen können einzeln, wahlweise oder gemeinsam genutzt werden.

Auf Basis verschiedener Normen vergibt DIN CERTCO auch Logos für Bio-Abfallbeutel, Garten- und Home-Kompostierbarkeit. Um das Zeichen für den DINplus-Abfallbeutel zu erhalten, darf die Zeit der Verrottung maximal 6 Wochen betragen.



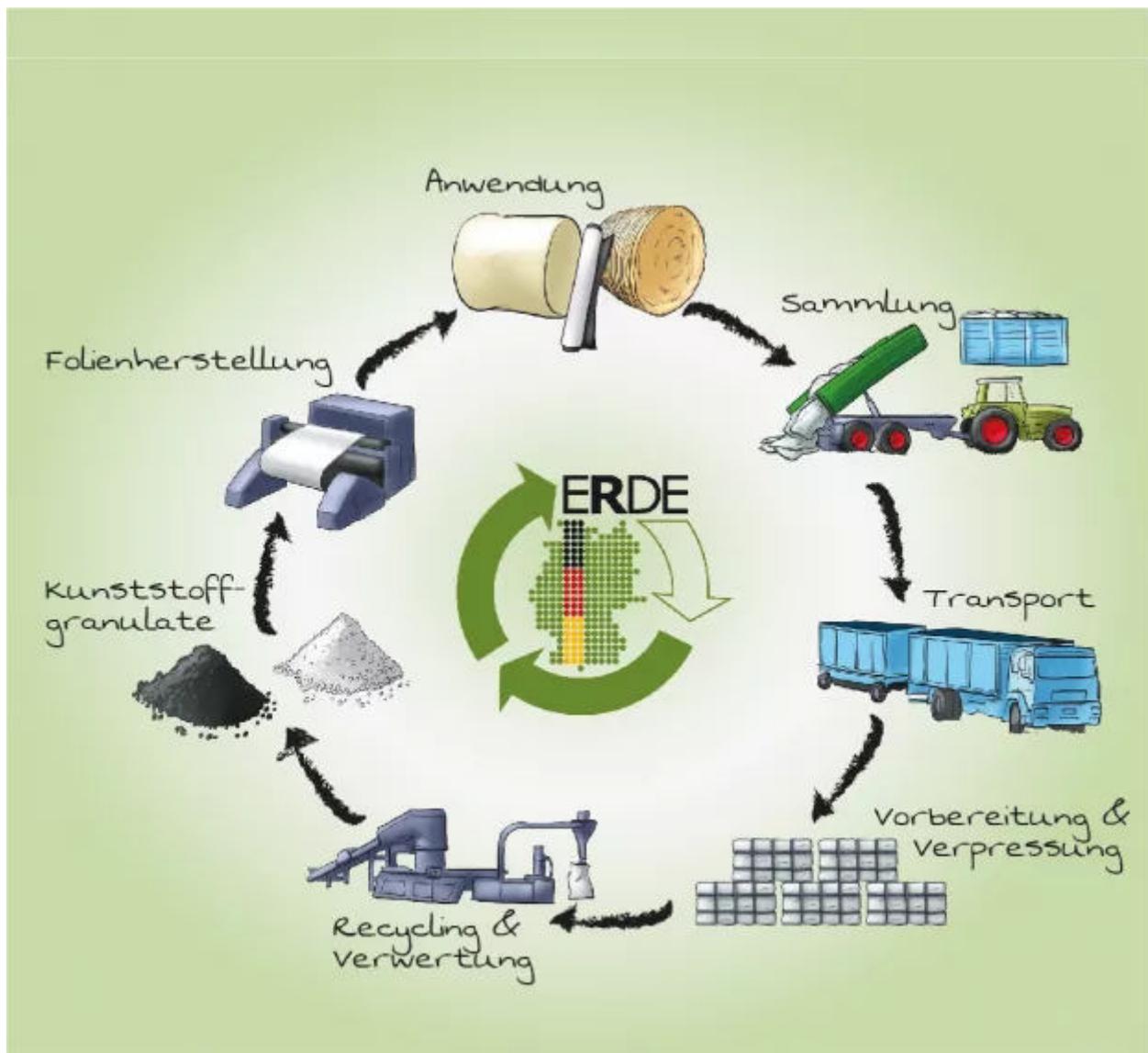
weitere Zeichen/Label für geprüfte Produkte

(Quelle: DIN CERTCO)

Biokunststoffkreislauf

Die ideale Form der Nutzung in einem Kreislauf wäre, dass alle Produkte bzw. Materialien nach ihrer Nutzung wiederverwendet oder für die Herstellung eines neuen Produkts eingesetzt werden könnten.

Für die Agrarproduktion, bei der Kunststoffe in verschiedener Form anfallen z.B. Spargelfolie, existiert das Rücknahmekonzept ERDE (steht für Erntekunststoff - Recycling – Deutschland). [22][23]



Quelle: erde-recycling.de/presse-downloads

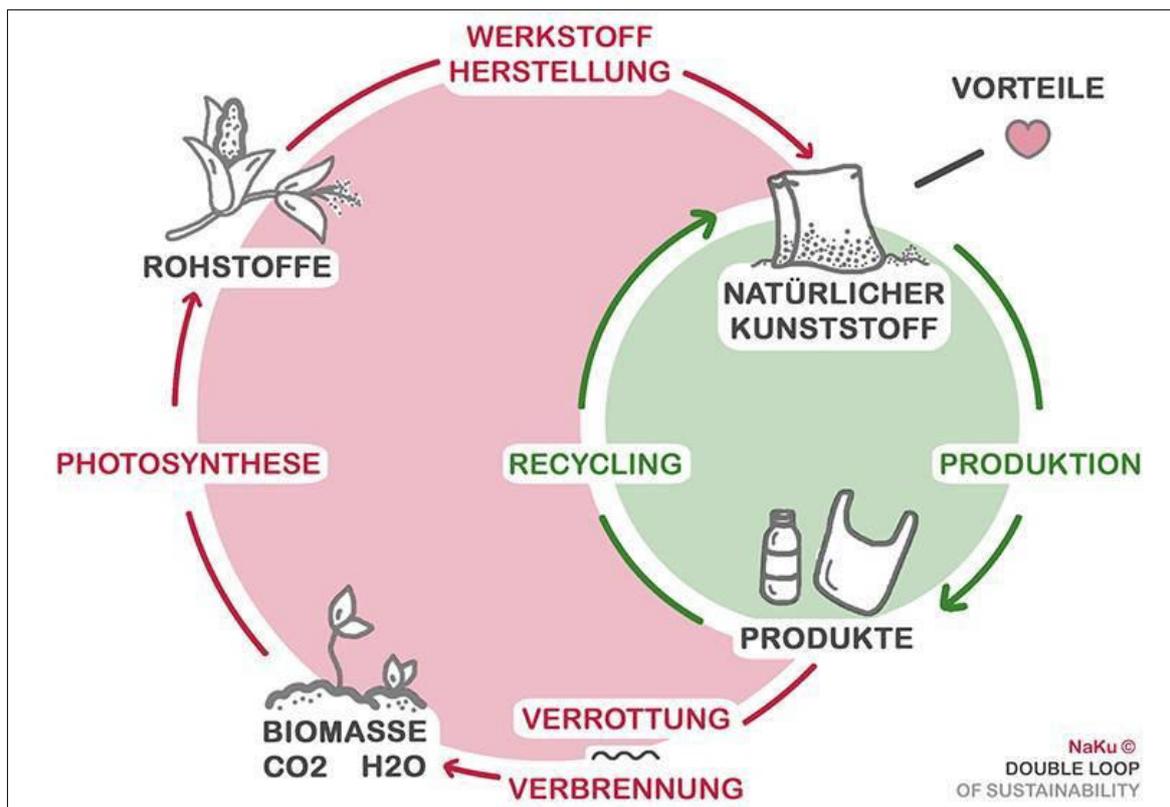


Bei Biokunststoffen wird eine sogenannte „Kaskadennutzung“ angestrebt. Dies bedeutet, dass Biokunststoffe unter o.g. Aspekt, so lang wie möglich in der Wertschöpfungskette verbleiben und somit kaskadenartig unterschiedlich Stufen durchlaufen.

Die stoffliche Nutzung (Recycling) steht, wie bei konventionellen Kunststoffen, im Vordergrund.

Die Entsorgung, der letzte Abschnitt des Lebenszyklus einer Verpackung, ist dabei enthalten. Um einen Teil der Herstellungsenergie zurückgewinnen zu können und um fossile Energieträger zu ersetzen, werden die Biokunststoffe letztendlich thermisch verwertet (Verbrennung).

Als Ende der 80er Jahre die ersten biologisch abbaubaren Kunststoffe auf den Markt kamen, wurden diese als kompostierbar beworben. Da sich eine Kompostierung selbst in industriellen Anlagen schwierig erwies, landeten sie meist im Restmüll und wurden verbrannt. Die modernen Biokunststoffe sind langlebig, werden aber häufig noch nicht recycelt, da die Sortieranlagen nicht auf die neuen Materialien eingerichtet sind. Nur spezielle Produkte, z.B. unterpflügbare Mulchfolien für die Landwirtschaft, medizinische Materialien oder Pflanzbänder, verrotten relativ rasch und rückstandsfrei.



Quelle: naku.at

© NaKu



Unabhängig, ob der Biokunststoff aus nachwachsenden pflanzlichen, tierischen oder fossilen Rohstoffen hergestellt wurde, muss sich das Produkt bzw. Material innerhalb von zwölf Wochen zu mindestens 90 Prozent zersetzt haben, um als biologisch abbaubar zu gelten (EN 13432).

Damit braucht es für die Zersetzung ideale Bedingungen, die der heimische Kompost nicht bietet. Tüten für den Biomüll haben ein Problem, da moderne Industrieanlagen vier Wochen brauchen, um Bio-Abfälle zu zersetzen und der Abbau der Tüten deutlich mehr Zeit benötigt. Das Umweltbundesamt spricht hier von einer Mogelpackung: „Bei der Kompostierung zerfallen viele biologisch abbaubare Kunststoffe nämlich nur unter den definierten Bedingungen von industriellen Kompostierungsanlagen. Auf den Komposthaufen zu Hause sollten sie nicht geworfen werden, da hier andere Feuchte- und Temperaturbedingungen herrschen und sie sich dort nicht oder nur mit einer deutlich längeren Zerfallszeit zersetzen. Landen die Bioplastiktüten im Meer, brauchen sie zum Verrotten genauso lange wie herkömmliche Tüten und sind damit genauso schädlich und gefährlich für die Tierwelt.“ [24]

Nahrungsmittelkonkurrenz durch Biokunststoffe [8]

Vom fossilen Rohstoff zum Biokunststoff

Biokunststoffe bieten nach Ansicht des WWF ein großes Potential, um zukünftig von fossilen Rohstoffen unabhängiger zu werden und den ökologischen Fußabdruck von Verpackungssystemen deutlich zu reduzieren.

Ein häufig genannter Grund gegen die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen sowohl für Biokunststoffe als auch für die energetische Nutzung ist die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Grundsätzlich ist die Meinung des WWF, dass die effiziente Nutzung von bereits produzierter Biomasse in der Verarbeitungskette gegenüber einer Ausdehnung bzw. Intensivierung der Agrarproduktion vorrangig angegangen werden muss.



Quelle: freepik



Landnutzungspläne

Für die Produktion von Biomasse, unabhängig davon wofür sie benötigt wird, sind daher nach Ansicht des WWF eine integrierte, Landnutzungsplanung unter Beteiligung aller betroffenen Interessengruppen sowie die Umsetzung von sozialen und ökologischen Nachhaltigkeitskriterien notwendig. Es muss genau ermittelt werden, wo Pflanzen für den Energie- oder Verpackungsbereich angebaut werden können, ohne dass genanntes auf Kosten der Nahrungsmittelproduktion und der biologischen Vielfalt geht.

Um Konkurrenzen zu vermeiden, muss bei der industriellen Nutzung von Biomasse in der Zukunft verstärkt auf die Nutzung von Pflanzenreststoffen gesetzt werden, die bei der Nahrungsmittelgewinnung anfallen, weil dadurch der Flächenbedarf deutlich gemindert wird.

Nachhaltigkeitsstandards

Durch eine schrittweise Ausweitung von ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsanforderungen auf alle Nutzungsformen von Biomasse (energetisch, stofflich, Futtermittel, Lebensmittel) könnten Verdrängungseffekte eingedämmt werden. Die sogenannten indirekten Landnutzungsänderungen beschreiben das Problem, dass je mehr Fläche für „Energiepflanzen“ benötigt wird, die Anbauflächen für Nahrungsmittel verdrängt und woanders für ihren Anbau Wälder gerodet werden.



Quelle: pixabay



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



Fleischproduktion und Food Waste

Schätzungen gehen davon aus, dass wir heute etwa 4.600 kcal pro Tag und Person an Lebensmitteln auf unseren landwirtschaftlichen Flächen erzeugen. Im Durchschnitt erreichen davon jedoch nur 2.000 kcal den Magen von Verbrauchern. Denn für die Fütterung von Tieren werden landwirtschaftliche Produkte verwendet, die auch als Lebensmittel genutzt werden könnten. Es werden gut 33 % des weltweiten Ackerlandes momentan zur Erzeugung von Futtermitteln verwendet. Um Fleisch zu erzeugen, muss für jede Kilokalorie Fleisch ein Vielfaches (bis zum 21-fachen) des pflanzlichen Nährwertes aufgewendet werden. So gehen rund 1.200 kcal der produzierten 4.600 kcal verloren. Ein steigender Fleischkonsum verschärft dieses Problem.

Neben den Verlusten durch die Verfütterung von pflanzlichen Produkten an Tiere gehen weitere rund 1.400 kcal pro Tag und Person durch Nachernteverluste (auf dem Weg vom Acker zur Verarbeitung) und Food Waste (innerhalb der Verarbeitungs- und Konsumkette) verloren.

Derzeit haben wir es demnach mit einem massiven Verteilungsproblem zu tun, das auch mit fehlenden den Transport- und Verarbeitungskapazitäten gerade in Entwicklungsländern sowie einem verschwenderischen Konsumverhalten in Industrieländern zusammenhängt.

Die Flächenkonkurrenz zwischen der Nahrungsmittelproduktion und der Produktion von Biomasse für die industrielle Nutzung wird vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung (UN-Schätzungen gehen von 9 Milliarden im Jahr 2050 aus) steigen.

Recycling als Teil der Lösung

Nach Ansicht des WWF liegt ein enormes Potential der Biokunststoffe in einem geschlossenen Recyclingkreislauf. Dadurch können fossile Quellen ersetzt und der ökologische Fußabdruck von Verpackungssystemen (auch in Bezug auf den Flächenverbrauch) deutlich reduziert werden.

Beim Biokunststoff PLA besteht die Möglichkeit eines „chemischen Recyclings“, das heißt alte Verpackungen werden in ihre chemischen Grundbausteine zerlegt und anschließend wieder zu gleichwertigem Material verarbeitet, ohne dabei erneut auf pflanzliche Rohstoffe zurückgreifen zu müssen. Wenn das Rohmaterial nicht mehr vom Acker, sondern zu wachsenden Anteilen aus dem Recycling stammt, kann der Druck auf landwirtschaftliche Flächen verringert werden.

Um diesen geschlossenen Kreislauf umzusetzen, müssen Verpackungen aus dem entsprechenden Material aus dem Abfallstrom sortiert und wieder verarbeitet werden. Technisch ist dies bereits heute möglich, aber durch die derzeit geringen anfallenden Mengen von Verpackungen aus Biokunststoffen gelangen diese bei der Sortierung noch in den Restmüll und werden verbrannt.

Sobald eine entsprechende Menge an PLA vorhanden ist, müssen diese nach Ansicht des WWF in einem derartigen geschlossenen Kreislauf geführt werden.

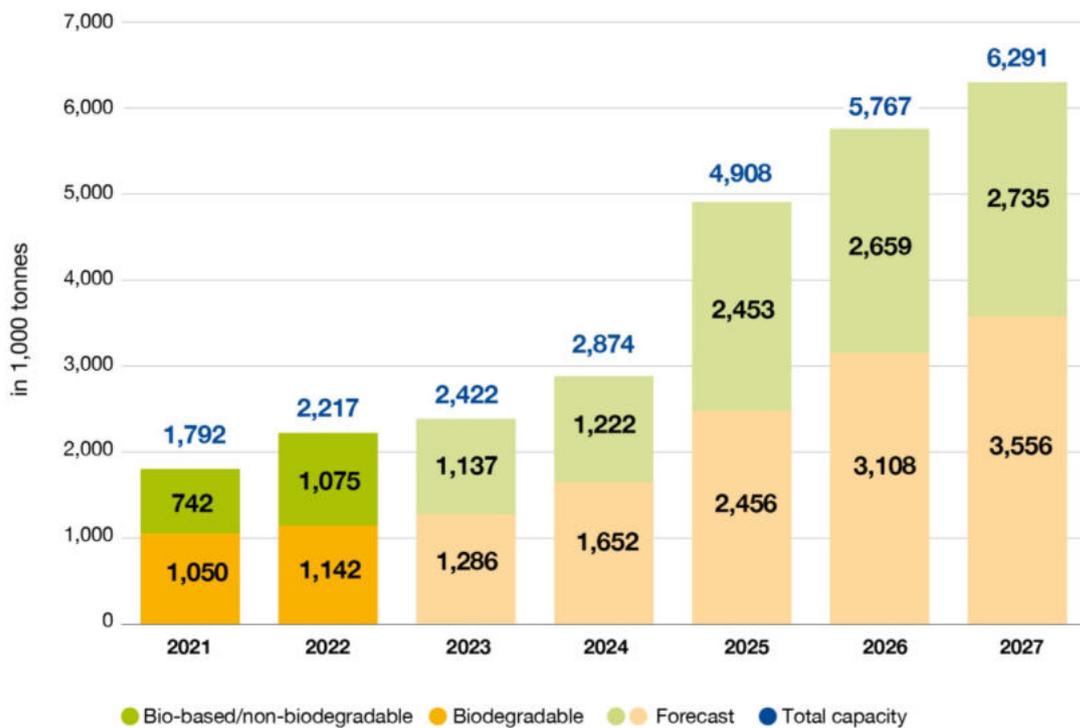


Entwicklung des Biokunststoffmarktes

Nach einer neuen Marktprognose von European Bioplastics (EUBP) und dem Nova-Institut aus dem dem Jahr 2021 wird die weltweite Produktion von Biokunststoffen in den nächsten fünf Jahren stark wachsen. So ist in diesen Zeitraum (2021-2026) mit einer Verdreifung der globalen Produktion, einer Wachstumsrate von 200% innerhalb dieses Zeitraums und dem Überschreiten der Marke von 2% des Anteils der Biokunststoff- an der gesamten Kunststoffproduktion, zu rechnen. [25][26]

2021 waren Verpackungen mit fast 48% Anteil (1,2 Mio. t) am gesamten Biokunststoffmarkt der größte Anwendungsbereich.[27]

Global production capacities of bioplastics

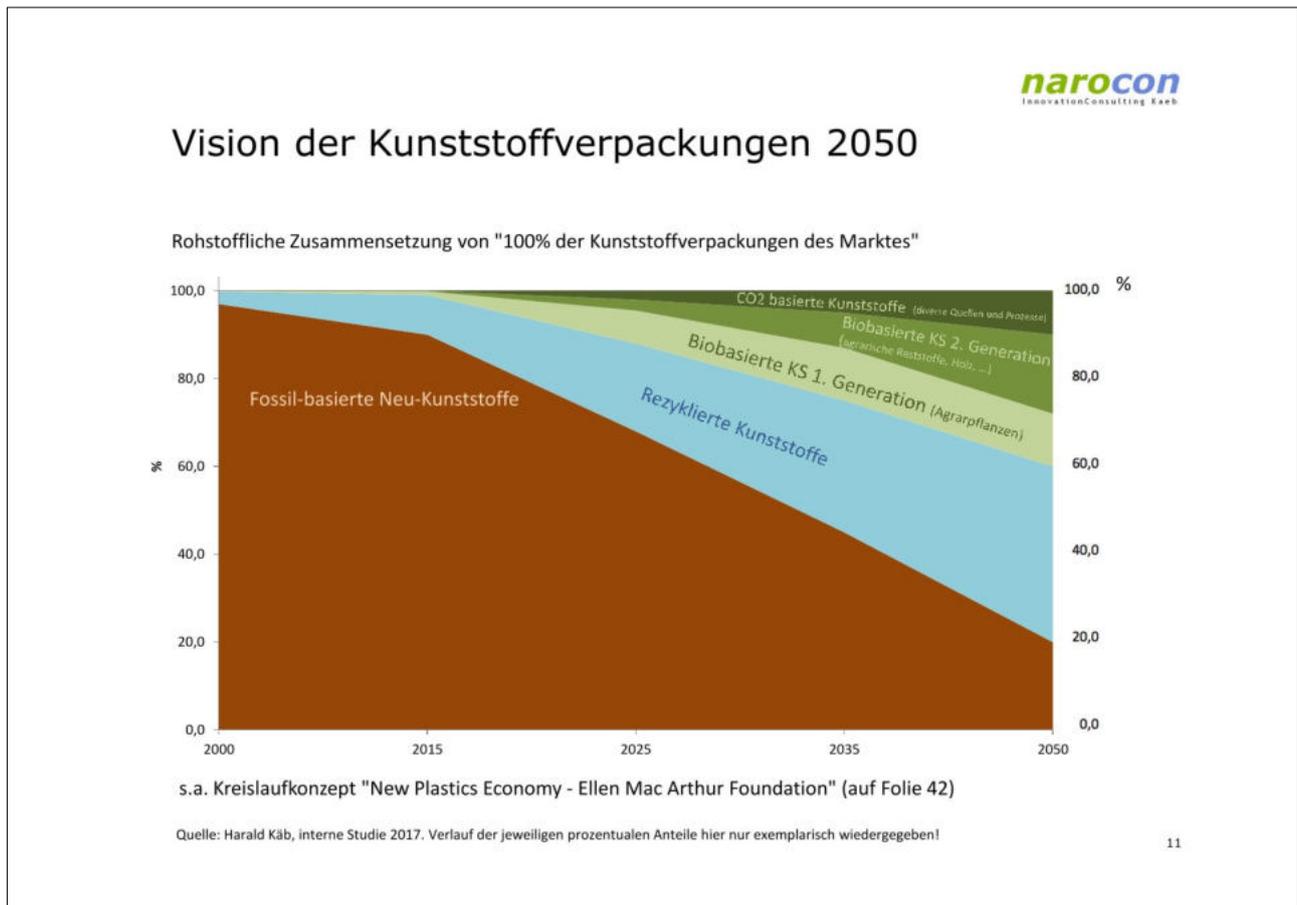


Source: European Bioplastics, nova-Institute (2022). More information: www.european-bioplastics.org/market and www.bio-based.eu/markets

Quelle: s.o. bzw. https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_FAQ_on_bioplastics.pdf, Seite 6



Es muss aber auch festgehalten werden, dass mit dem Wachstum auch eine globale Verschiebung der Produktionskapazitäten einhergeht. Während die Produktionsstandorte in Europa und Nord-Amerika eher schrumpfen, wird mit einem starken Wachstum in Asien und Südamerika gerechnet. [28]



Quelle: s.o. bzw. ©narocon, Harald Käb



Kurzes Fazit für Biokunststoffe

Das Plastik (der Kunststoff) ist in Verruf geraten. Wird es nicht verbrannt oder recycelt, verbleibt es über Jahrhunderte in der Umwelt.

Biokunststoffe sind umweltverträglicher als ihre herkömmlichen Pendanten. Etwa ein Drittel der Kunststoffe in Europa werden mit steigender Tendenz als „bio“ deklariert und bieten eine Reihe von Vorteilen (siehe Vorteile von Biokunststoffen).

Dagegen ist nicht jeder Biokunststoff biologisch abbaubar, der auf dem Markt erhältlich ist. Unterscheidet sich der Biokunststoff in seiner Struktur nicht unbedingt von seinen herkömmlichen Pendanten oder besitzt einen gleichen Molekulaufbau, so ist dieser ähnlich schwer zu entsorgen. Das gelte für mehr als die Hälfte der Biokunststoffe, die heute erzeugt werden.

Daraus resultiert, dass VerbraucherInnen nach wie vor sich informieren bzw. auf Kleingedruckte achten sollten.

Ein positiver Aspekt ist, dass weltweit im Bereich Verpackungen der Einsatz von Biokunststoffen zunimmt, um herkömmliche Kunststoffe zu verringern und/oder zu ersetzen. Die Forschung wird, neben der Suche nach neuen Produkten, durch Unternehmen angetrieben, die eine bessere Umweltbilanz erzielen möchten.

Dabei ist für Verpackungen **Nachhaltigkeit** der treibende Innovator.



Quelle:umweltgedanken.de Foto:Lena Wurm - Fotolia



Organische Rohstoffe und Verpackungen

Naturfasern [7]

Als Naturfasern werden alle Textilfasern und Faserwerkstoffe bezeichnet, die ohne chemische Veränderung aus pflanzlichem und tierischem Material gewonnen werden. Sie sind damit abzugrenzen von Chemiefasern („Kunstfasern“), die synthetisch hergestellt werden.

Wegen ihrer Herstellung über chemische Prozesse sind Regeneratfasern (z.B. Viskose oder Lyocell) keine Naturfasern. Weiterhin werden die relativ kurzen Holzfasern, nicht zuletzt auch wegen ihrer mengenmäßigen Bedeutung, gesondert betrachtet.

Nutzpflanzen, aus denen Naturfasern für die Produktion von naturfaserverstärkten Kunststoffen für die Industrie gewonnen werden



Bilder: Uni Siegen

(1a) Abaca (1b) Abacafaser (2a) Hanf (2b) Hanffaser im REM (3a) Jute (3b) Jutefaser im REM

(4a) Lein (4b) Flachsfaser im REM (5a) Baumwolle (5b) Baumwollfaser

REM=Rasterelektronenmikroskop



Ursprung der Naturfaser



organisch

pflanzlich

tierisch

anorganisch

mineralisch

Pflanzenfasern kommen bei Pflanzen als Leitbündel im Stängel oder Stamm, der Rinde (etwa als Bast) und als Samen-Fortsätze vor. In Unterscheidung zum Jungtrieb und der Blattmasse, wird mit der Eigenschaft fasrig, auch holzig und krautig, unspezifisch die stark von Fasern durchsetzten sowie die verholzten Teile einer krautigen Pflanze bezeichnet. Dies sind, insbesondere bei Lebensmitteln, die nicht zum Verzehr geeigneten Anteile.

Einen Überblick zur Einteilung, Eigenschaften, Erzeugung und Verbrauch gibt der Artikel unter dem Stichwort „Faser“ bzw. „Faserpflanzen“. [7]

Pflanzenfasern [29]

Pflanzenfaser ist ein Sammelbegriff für Fasern pflanzlicher Herkunft, die als Material verwendet werden. Es folgt eine Liste mit der gültigen Kurzbezeichnung nach DIN 60001-1:

- Samenfasern
 - Baumwollfaser (CO) aus den Samenhaaren der Frucht der Baumwollpflanze
 - Kapok (KP) aus dem Inneren der Kapsel Frucht des echten Kapokbaumes
 - Pappelflaum (n.n.)
 - Akon aus Seidenpflanzengewächsen
- Bastfasern
 - Bambusfaser (selten, meist handelt es sich um Regeneratfasern ähnlich Viskose aus Bambus)
 - Fasernessel aus der Große Brennnessel
 - Hanffaser (HA)
 - Faser der Sibirischen Hanfnessel
 - Jute (JU)



- Kongojute aus Malvengewächsen
- Flachsfaser, auch Leinen genannt (LI), aus dem Gemeinen Lein
- Ramiefaser (RA) aus der tropischen Nesselart Ramie
- Kenaffaser aus Kenaf (Ostindischer Hanf-Eibisch)
- Fasern der Roselle (Sudan-Eibisch)
- Hartfasern
 - Holzfasern – werden heute zu Platten verpresst
 - Blattfasern
 - Sisal (SI) aus Agaven-Blättern
 - Abacá (Manilahanf), Hartfaser aus den Blättern einer Bananenart
 - Curauá aus Bromeliengewächsen
 - Fibre aus Agaven
 - Ixtlefaser aus Agave lechuguilla
 - Arenga-Fasern aus der Zuckerpalme
 - Afrik oder Palmfaser aus einer Zwergpalme
- Fruchtfasern
 - Kokosfaser (CC) aus der Fruchthülle der Kokospalmenfrüchte

Daneben werden auch verschiedene Binsengräser und andere Pflanzen für Pflanzenfasern verwendet.

Bastreite von Linde und Eiche stellen die häufigsten Funde von jungsteinzeitlichen Faserresten dar. Die langen Fasern dieser Baumarten dienten als Werkstoff zur Herstellung von Körben, Matten und Schnüren. Das derzeit wohl bekannteste Beispiel dürfte der Umhang und das Schuhwerk des auf dem Hauslabjoch gefundenen, „Ötzi“ genannten Mannes sein.



Beispiele für Verpackungen aus pflanzlichen Rohstoffen

Alge

Algen sind pflanzenartige Lebewesen, die im vor allem im Wasser leben und wachsen. Dabei können sie Größen von einigen Millimetern bis zu 60 Metern erreichen. Insbesondere, die in der Nähe von Küsten, festwachsenden (benthische) Meeressalgen sind von Bedeutung. Dies reicht von voluminösen Seetang-Blättern bis zu krautförmigen Seealgen.[7][30]

Dadurch gewinnen Algen einerseits für eine vegane Ernährungsweise und andererseits im Bereich Verpackung einen stetig anwachsenden Stellenwert. Gleichzeitig können aus Algen auch verzehrbare Produkte hergestellt werden, die im Kapitel „Essbare Verpackungen“ gesondert behandelt werden.

Für die Verwendung von Algen als Verpackungsmittel bestehen verschiedene Lösungsansätze. So lässt sich aus Algen das Verdickungsmittel Agar-Agar gewinnen. Die New Yorker Firma *Loliware* stellt daraus bunte Cocktailbecher her, die man nach dem Austrinken einfach essen oder in den Biomüll werfen kann. Das japanische Designerteam *AMAM* nutzt ebenfalls Agar-Agar und will daraus verschiedene Plastikarten entwickeln, von der Tüte über Folie bis hin zu Schaumverpackungen. Dazu werden Rotalgen gekocht und der Gel-artigen Masse anschließend die Feuchtigkeit entzogen. Danach lässt sich das Material zu einer plastikartigen Folie komprimieren. Und in Frankreich hat die Firma *Algopack* ein Plastikprodukt aus Braunalgen entwickelt, das für Verpackungen, aber auch für Kinderspielzeug verwendet wird. Das genaue Herstellungsverfahren will Algopack nicht preisgeben, doch die Algen enthalten Polymerverbindungen, die normalerweise mit Erdöl hergestellt werden.[31]

Die indonesische Firma *Evoware* stellt aus Seetang zwei verschiedene Sorten ihres Kunststoffes her. Die eine dient zum Verpacken von Waren wie Seifen oder Gegenständen des täglichen Lebens und ist binnen zwei Jahre vollständig abbaubar. Die andere Sorte wird zum Verpacken von Lebensmittel verwendet und ist vollständig essbar. Zugleich bietet die Herstellung nun ehemaligen Fischern oder Bauern in Indonesien eine neue Einnahmequelle und verbessert deren Lebenslage.[32]

Das englische Unternehmen *Notpla* hat Verpackungslösungen für die Take-Away-Branche und Lieferdienste im Angebot. Dabei wird die Innenbeschichtung, die bisher aus Kunststoff bestand, durch Algen ersetzt. Die Verpackungen sind auf natürliche Weise biologisch abbaubar und können auf dem heimischen Kompost entsorgt werden. In der Natur soll der Vorgang nur 4 bis 6 Wochen dauern. Eine industrielle Kompostierung oder besondere Bedingungen sind nicht erforderlich. Darüber hinaus sind die Verpackungen recycelbar. Nach eigenen Angaben hat Notpla über 1 Million Verpackungen für den Lieferdienst-Giganten Just Eat Takeaway hergestellt. In Deutschland und Österreich arbeitet Just Eat Takeaway unter der Marke Lieferando.[33]



Essbare und biologisch abbaubare Verpackungen passen gut in das Konzept des Circular Design. Das bedeutet, schon beim Entwurf in Kreisläufen zu denken und ein neues Produkt so zu konzipieren, dass es gar nicht erst zu Abfall werden kann.[31]

Der an der TU Dresden am Institut für Naturstofftechnik, Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik erdachte und bei Brabender weiterentwickelte Ansatz ist es, die Meeresalgen direkt mittels Extrusion zu einem Polymerwerkstoff zu verarbeiten. Der Prozess ist im Grunde eine Umformung der Meeresalge mittels Extrusion in das gewünschte Produkt wie Granulat, Strang, Folie oder 3D-Formteil. Alle Bestandteile der Meeresalge sind dann auch im Endprodukt enthalten. [34]



Meeresalge als Rohstoffquelle für Verpackungen

Quelle: [34] Bild: Brabender

Viele andere Verpackungen aus Algen befinden sich noch in der Testphase. Was die Nachhaltigkeit betrifft, kommt es außerdem nicht nur auf den Produktionsprozess und das Produkt selbst an, sondern auch darauf, dass die Algen nachhaltig gezüchtet und geerntet werden.[31]



Banane

Das Fruchtfleisch der Banane wird durch die elastischen und starken Fasern ihrer Schale geschützt. Die Schale verfügt über eine hohe Reißfestigkeit und bewahrt die Frucht vor Insekten und Parasiten. Gleichzeitig lässt sie sich jedoch durch Sollbruchstellen entlang der Schale leicht schälen.[35]

Bereits 2013 hat Elif Bilgin mit ihrer Idee den Google Science Fair Award gewonnen. Während zweier Jahre entwickelte die damals 16 jährige Schülerin ein Verfahren zur Herstellung von Bioplastik aus Bananenschalen. Der so gewonnene Biokunststoff kann etwa zur Isolierung von Kabeln benutzt werden.[36][37]

Eine weitere biologisch abbaubare Alternative kommt aus dem Stamm der Bananenpflanze. Die bleiben nach der Ernte übrig. In Ländern, in denen Bananen angebaut werden, sind sie im Überfluss vorhanden. Daraus könne ökologische Verpackungen verschiedenster Art produziert werden.[38]



Papiertüte aus Bananenblatt

Quelle: [39] Bild: Nendo

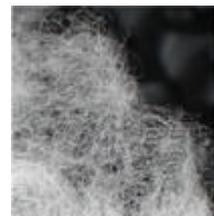
Zusätzlich wird aus großen Bananenblättern Papier hergestellt, dass als Verpackung und für den Transport geeignet ist.[39]



Baumwolle

Baumwolle ist eine alte Kulturpflanze, bei der aus der Kapsel die Baumwollfaser gewonnen wird.

Reife, bereits geöffnete Baumwollkapseln und Baumwollfasern



Bilder: Dirk Sänger ubb.e.V.

Bei Verpackungen wird Baumwolle für nachhaltige Papier- und Kartonprodukte eingesetzt.[40]

Bio-Baumwolle ist frei von Chemikalien, Pestiziden und Entlaubungsmitteln und findet Anwendung bei Baumwollnetzen, Tragetaschen und Beuteln.[41][42]

Pheeb's Tragetasche aus recycelter Baumwolle



Baumwoll-Zuziehbeutel



Bilder: allbranded.de/Promotionstaschen/Baumwolltaschen bzw. Zuziehbeutel

Produkte aus Baumwolle sind recycelbar und/oder biologisch abbaubar. Wirklich gut für Mensch und Umwelt ist jedoch nur der bewusste Konsum von Bio-Baumwolle.[43]

Gras

Graspapier ist besonders nachhaltig, da Gras schnell nachwächst und bei der Faserproduktion der Wasser- und Energieverbrauch deutlich sinkt. Zudem stammt das Gras von unbewirtschafteten Ausgleichsflächen, welche z.B. beim Bau von Straßen geschaffen werden. Somit wird kein Gras verarbeitet, das zur Futtermittelversorgung von Tieren angebaut wurde. Unter der Bezeichnung GRASPAC wird recyceltes Papier und/oder mit einem möglichst hohen Prozentanteil an Gras angeboten.

So sind zahlreiche Verpackungsprodukte, u.a. Kartons, Geschenkschachteln und -papier, Versandtaschen, Stopfpapier und Papierpolster, erhältlich.

Recycling Gras-Toilettenpapier



Servietten aus Gras



Bilder: graspapiershop.de/Produkte

Das Papier ist recyclingfähig und bleibt so dem Stoffkreislauf erhalten. Nach seinem Einsatz kann Graspapier einfach zum Altpapier gegeben werden. So werden die Fasern nochmals aufbereitet und kommen als Recyclingpapier erneut zum Einsatz. Alternativ ist es sogar kompostierbar.[44][45][46]



Hanf

Hanf gehört zu den ältesten Nutzpflanzen der Welt. Aus den Fasern der Stängel wurden Seile gefertigt, aus den Samen Speiseöl, aus Blättern und Blüten ätherisches Öl gewonnen. Und schon vor über 2.000 Jahren nutzte man Hanffasern zur Herstellung von Papier, bevor sie durch die günstigeren Holzfasern ersetzt wurden. [47]

Neben Bekleidung, Heilmittel und Papier wird Hanf als Verpackung in Form von Kartonagen, Faltschachteln, Wellpappe und selbstklebenden Etiketten verwendet.[48] [49]

Hanf hat einen ähnlich niedrigen Wärmeleitwert wie Styropor. Kein Wunder, dass es beim Bau bereits als Dämmstoff verwendet wird. Die Thermoverpackung aus Hanf hält Lebensmittel und andere kühlbedürftige Waren wie Medikamente, Elektronik oder Farben sicher warm oder kalt.[50]



Thermovlies aus Hanf

Quelle: rausch-packaging.com/blog/de/verpackungswissen/thermoverpackungen-aus-hanf-vorteile/

Hanf ist ein nachwachsender Rohstoff mit einer hervorragenden Ökobilanz. Er ist recycelbar, kompostierbar und hinterlässt am Ende seines Lebenszyklus keine Schadstoffe.



Jute

Jute ist die Bastfaser mehrerer indischer Corchorus-Arten, welche der Familie der Lindengewächse angehört. Sie ist neben der Baumwolle die wichtigste Naturfaser und ihre Stängellänge und damit ihre Faserlänge liegt bei ca. 1,50 bis über 3 Meter.

Jute ist die haltbarste Naturfaser und ist sehr reißfest. Deshalb wird sie als Verpackungsmaterial vor allem für Säcke und Beutel verwendet.

Jute verrottet schnell und vollständig. Somit ist Jute komplett biologisch abbaubar.[51]

Mais

Mater-Bi ist der Markenname für einen Stärkeblend bzw. innovative Biokunststoffe des italienischen Unternehmens Novamont S.p.A. Diese werden mithilfe proprietärer Technologien aus Stärke, Zellulose, pflanzlichen Ölen und aus Kombinationen dieser Stoffe hergestellt.

Mater-Bi beruht auf der Basis von mehr als 85 % Maisstärke. Der benutzte Rohstoff wird aus nicht gentechnischen Pflanzen gewonnen und stammt von Anbauflächen, für die weder bislang nicht kultivierte noch gerodete Flächen genutzt werden. Die Stärke wird direkt aus dem Maiskorn gewonnen, wobei sie physikalische Veränderungen durchläuft, die den Erhalt der natürlichen Eigenschaften gewährleisten.

Alle Produkte der Mater-Bi-Familie sind biologisch abbaubar und kompostierbar gemäß der Europäischen Norm EN-13432.



Biologische Abbaubarkeit im Meer

Quelle/ Bild: materbi.com



Mater-Bi eignet sich für formstabile und geschäumte Produkte. Mater-Bi-Mulchfolien und -papiere, sowie Pflanztöpfe sind ein zertifiziertes ökologisches Produkt und kompostieren sich zu 100 % innerhalb 10 bis 12 Wochen. Sie werden erfolgreich im ökologischen Gemüsebau, in Gärtnereien und Baumschulen eingesetzt. Für den Handel gibt es Handschuhe, Obst- und Gemüsebeutel. Des Weiteren wird der Kunststoff für Einweg-Geschirr und -besteck u.a. an Schulen verwendet. [7][52][53]

Der biobasierte Kunststoff ist kompostierbar, frei von gentechnischen Veränderungen, bleifrei, wasserlöslich, rückstandsfrei verbrennbar sowie bei sortenreiner Trennung mehrfach recyclingfähig.

Netzverpackungen

Kompostierbare Bio-Netzsäcke verwendet man vor allem zur Verpackung von Obst und Gemüse. Sie werden aus nachwachsenden Rohstoffen wie Flachs, Hanf, Zellulose, Jute und Baumwolle hergestellt. Netzsäcke aus Naturfasern sind atmungsaktiv und feuchtigkeitsregulierend und halten Obst und Gemüse nachweislich länger frisch. Eine besondere Webmethode macht die Säcke sehr reißfest.



Bilder: Dirk Sänger ubb e.V.



Zuckerrohr

Zuckerrohr gehört zur Familie der Süßgräser und wächst in den tropischen und subtropischen Klimazonen unserer Erde. Die Pflanzen werden circa 3 bis 6 Meter hoch und ihre Halme haben einen Durchmesser von 2-4,5 cm. Im Inneren der Halme liegt der Zucker (hauptsächlich Saccharose). Diesem verdankt sie nicht nur ihren Namen, sondern auch ihre Beliebtheit und Bekanntheit auf der Welt. Sie ist der wichtigste Rohstofflieferant für die Produktion von (Haushalts-) Zucker. Hierfür werden die Zuckerrohrpflanzen geerntet, gesammelt und anschließend ausgepresst, um den gewonnenen Saft zu Rohrzucker oder Zuckerrohrsaft zu verarbeiten. Aus 100 Tonnen Zuckerrohr entstehen ungefähr 10 Tonnen Zucker und ganze 34 Tonnen wertvolle Bagasse.

Als Bagasse werden die faserigen Pflanzenreste bezeichnet, die bei der Zuckerproduktion nach dem Auspressen der Zuckerrohre übrigbleiben. Sie bestehen in der Regel aus 40-60 % Cellulose, 20-30 % Hemicellulosen und etwa 20 % Lignin. Man findet Bagasse vor allem in den Ländern, in denen besonders viel Zucker produziert wird, wie beispielsweise Brasilien, China oder Thailand.



Bagasse

Quelle: wikipedia

Foto: Anna Frodesiak

Obwohl Bagasse ein sogenanntes Koppelprodukt ist, bleibt sie für viele ein Abfallprodukt. Denn früher wurde sie vorrangig als Brennmaterial für Produktionsstätten benutzt. Auch heute landet ein Teil der Bagasse noch immer in den Brennöfen der Fabriken. Doch seit die Menschen angefangen haben Materialien zu recyceln, wurde auch Bagasse als Material aufgewertet. Heutzutage wird es für die Herstellung von Baumaterialien, Verpackungsmaterialien und Einweggeschirr verwendet. Und auch in der Papierindustrie ersetzen die Zuckerrohrfasern teilweise schon Papierprodukte aus Holz, wie beispielsweise Servietten, Toilettenpapiere und Kartons.

Diese sind bei entsprechender Zertifizierung (EN 13432) biologisch abbaubar.[54]



Pflanzenabfälle

Das amerikanische Startup *Apeel* hat eine spezielle Beschichtung mit dem Namen Edipeel entwickelt und steht kurz vor dem Start auch auf dem europäischen Markt.

Edipeel legt sich wie eine zweite Haut um die Frucht und schafft so eine Barriere, die beeinflusst, wie viel Wasser und Kohlendioxid aus der Frucht austritt und wie viel Sauerstoff von außen eintritt, denn diese drei Faktoren sind die Hauptverantwortlichen für die Haltbarkeit von Obst und Gemüse.

Die Zutaten für die Beschichtung sind vor allem Pflanzenabfälle, wie Schalen, Stiele oder Kerne, je nach dem, was regional verfügbar ist. In Kalifornien, dem Sitz des Unternehmens, sind das z.B. die Überbleibsel der Weinherstellung. In einem chemischen Prozess entsteht aus den Resten ein Pulver, das die Bauern unmittelbar nach der Ernte mit Wasser mischen und auf das Obst oder Gemüse aufspritzen können. Dabei ist jedes Spray anders zusammengesetzt, die Rezeptur für Zitrusfrüchte ist eine andere als für Bananen oder Auberginen.

Zu den wichtigsten Kunden von *Apeel* könnten die großen Supermarktketten werden, denn sie sind es, die sich mit entweder zu reifen oder zu unreifen Obst und Gemüse abgeben müssen. Und sie haben einen unmittelbaren Nutzen von der neuen Hülle, denn diese verhindert, dass weniger vorzeitig gealtertes Obst und Gemüse in der Tonne anstatt im Einkaufswagen landet.

Edipeel soll demnächst Früchte viermal länger haltbar machen. Das ist genauso lange, wie aufwendig gekühlte Früchte, so dass ein Großteil der Kühlcontainer verzichtbar werden.

In den USA, Mexiko, Chile, Peru, Japan und China ist Edipeel bereits von den Lebensmittelbehörden zugelassen und *Apeel* hofft auf die Genehmigung der EU. Es könnte also gut sein, dass demnächst Obst und Gemüse auch bei uns mit Anti-Aging-Hülle geliefert wird. Genial wäre es, wenn mit der neuen Beschichtung dann auch Plastikverpackungen nicht mehr nötig sind.[66]



Quelle: [66]

Foto: Apeel Science



Essbare Verpackungen

Wie im Kapitel „Beispiele für Verpackungen aus natürlichen Rohstoffen/Alge“ gibt es Unternehmen die essbare Verpackungen herstellen. Des Weiteren wird Geschirr und Besteck gefertigt, dass zum Verzehr geeignet ist.

Die Firma *Loliware* hat drei verschiedene Becher entwickelt, die durch natürliche Farbstoffe aus Limette/Basilikum, Rosmarin/Rote Bete oder Ingwer/Minze nicht nur farblich, sondern auch geschmacklich, an die entsprechenden Erfrischungsgetränke angepasst wurden. Nach der Party einfach aufessen oder zu den Pflanzen geben, sie werden es euch danken. Leider sind diese Becher z. Zt. nur in den USA erhältlich.[31] [55]



Cocktailbecher der Firma Loliware

Quelle: [55] ©LOLIWARE INC.

Das indonesische Unternehmen *Evovare* hat ein essbares und biologisch abbaubares Verpackungsmaterial entwickelt, das man für Burger oder Nudelverpackungen einsetzen kann. Der Clou ist, dass sich das Material in heißem Wasser auflöst. So könnte man zum Beispiel Instant-Nudeln verpacken. Alles was man noch braucht ist heißes Wasser, so dass kein Müll entsteht– ein echtes Zero Waste-Produkt. Ebenfalls verkauft *Evovare* auch die Einwegbecher "Ello Jello". Diese bestehen aus essbarem Algen-Gelee und kommen in verschiedenen Geschmacksrichtungen von Tee bis Lychee. Da sich die Algen in heißem Wasser auflösen, sollten nur Kaltgetränke daraus getrunken werden.[31] [56][57]



Was für kalte Getränke gilt, lässt sich auch bei warmen Inhalten umsetzen. Zwei Beispiele zeigen, wie innovative Materialkombinationen, Kaffeebecher essbar machen. *KFC UK* hat sich zum Ziel gesetzt, ausschließlich Verpackungsmaterialien aus recyclingfähigen oder nachhaltigen Ressourcen für seine Produkte zu verwenden und bietet seit Beginn des Jahres in seinen Restaurants 'Seattle's Best Coffee' aus zuckersüßen Coffee-Cups zum Aufessen an. Die Waffelcups sind mit Zuckerpapier überzogenen und von hitzebeständiger weißer Schokolade umhüllt. Als Geschmacksrichtungen bietet das Unternehmen unter anderem Kokos, frisch geschnittenes Gras und Wildblumen für die Becher an.[58]

Bereits im Jahr 2003 entwickelte das italienischen Kaffeeunternehmen *Lavazza* zusammen mit dem Designer *Enrique Sardi* und Konditor *Lello Parisi* den 'Cookie Cup' für seinen Espresso. Der besonders dicke Teig wird modelliert und in einer speziellen Form gebacken, die der *Lavazza Segno* Espressotasse entspricht. Damit das Gebäck den hohen Temperaturen des Kaffees standhält, ist die Innenseite mit einer besonderen Zuckerglasur überzogen.

Auf wasserlösliche Materialien bei Lebensmittelverpackungen hat sich das US-Unternehmen *MonoSol* spezialisiert. 'Vivos® Films' Produkte sind transparent, geruchs- und geschmacksneutral und lösen sich in kalten und warmen Flüssigkeiten vollständig auf. Einsatzmöglichkeiten für die Folien bieten unter anderem Frucht- und Sportgetränke, Instanttees, -kaffees, Schokoladengetränke, Bratensoßen oder Pasta. [58]



Quelle: ©KFC

Bild: ©Yum! Brands



Quelle: ©Lavazza

Bild: SARDI



An moderne Kreationen der Molekularküche erinnert die Entwicklung ‚WikiPearl™‘. Inspiriert aus der Natur können Eis, Joghurt, Käse, Obst, Gemüse, Wasser, Cocktails und Suppen natürlich umhüllt werden. Dank Elektrostatik erhält die Membran Festigkeit und kann sowohl feste Lebensmittel als auch Emulsionen, Schaum oder Flüssigkeiten schützen.[58]

Wikipearl umschließt die o. g. Lebensmittel mit einer natürlich essbaren Membran



Quelle: Wikipearl™

US-Forscher haben eine umweltfreundliche, kunststofffreie Verpackung aus Pullulan entwickelt, die Obst und Gemüse wie etwa Avocados länger frisch halten kann. Dazu werden auf die Lebensmittel feine Fäden aus Pullulan aufgetragen, das aus Zuckermolekülen besteht und essbar ist. Pullulan ist ein Lebensmittelzusatz (E 1204) und ist im trockenen Zustand ein weißes Pulver. Gibt man etwas Wasser hinzu, dann läßt sich Pullulan zu dünnen transparenten Folien pressen. Auch für den Umweltschutz ist das ein Fortschritt, denn Pullulan kann den Forschern zufolge problemlos abgewaschen werden und wird in der Erde in drei Tagen abgebaut.[59][60]

An der Uni Hohenheim haben fünf Studentinnen eine Verpackung aus Eierschalen entwickelt, die man ganz umweltfreundlich mitessen kann. Als Teil einer Mischung müssen die Eierschalen zur weiteren Verarbeitung zunächst klein gemahlen werden. Wenn man die Eierschalen mit pflanzlichen Eiweißen, Bindemittel und Wasser mischt, in eine Form gießt und im Ofen trocknet, entsteht eine dünne, fast durchsichtige Folie. Die fühlt sich an wie eine Plastiktüte und lässt sich auch so verarbeiten. Zum Beispiel kann man mit Hitze kleine Tütchen daraus schweißen und die dann mit einer Suppen- und Würzmischung für Fertiggerichte befüllen. In einem Becher zusammen mit Instantnudeln reicht dann heißes Wasser und der kleine Beutel löst sich in Sekundenschnelle wieder auf und kann unbemerkt mitgegessen werden. Ein Snack, ohne dass dabei umweltschädlicher Plastikmüll entsteht. [61]

Ohoo gehört zu *Notpla* und ist eine komplett essbare, geschmacksneutrale, flexible Verpackung für Flüssigkeiten oder Saucen. Der Herstellungsprozess erlaubt aktuell nur Größen von 20 ml bis 150 ml, aber bald soll es noch mehr Möglichkeiten geben. Wie die kleinen Flüssigkeitsträger im Alltag zum Einsatz kommen könnten, zeigt zum Beispiel eine Werbeaktion beim London Marathon.[33] [62]



Von *Füllett* gibt es zum Beispiel essbare Schalen, die ohne Zusatz- oder Farbstoffe auskommen und nur vegane Zutaten enthalten. Durch ein spezielles Backverfahren entsteht eine wie versiegelt wirkende Oberfläche, die damit auch heißen Flüssigkeiten standhalten kann. Die gebackenen Schalen können für Suppen, Salate und Obst genutzt werden.[63]



Schalen von Füllett

Quelle/ Foto: Fa.Füllett Produktion und Vertrieb UG

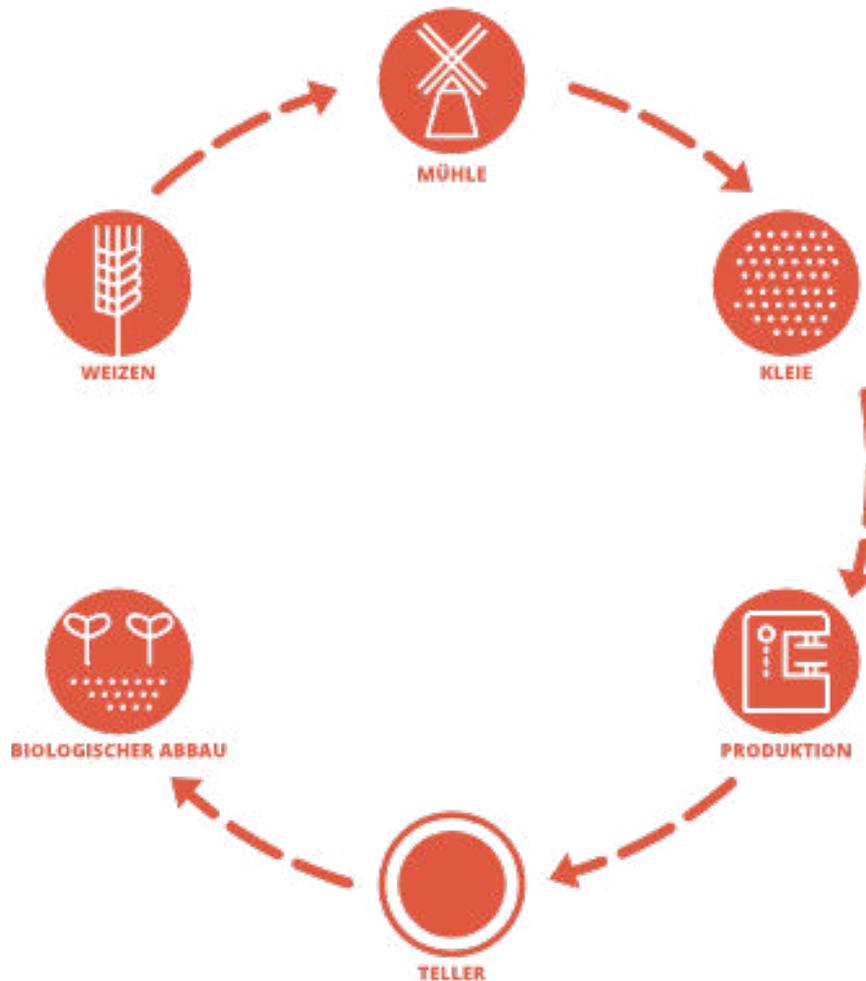
Die Folien, die den Käse umhüllen, sind dünn, durchsichtig, leicht glänzend schmiegen sie sich um das Lebensmittel. Doch die Verpackung ist grundlegend anders als normales Polyethylen. Wie der Käse selbst, den sie verpackt, wird die Folie aus Milch hergestellt, genauer gesagt aus einer Mischung verschiedener Milch-Proteine. Forscher des US-Landwirtschaftsministeriums haben die neuartige Verpackung nun vorgestellt. Sie sei nicht nur umweltfreundlich, sondern auch essbar. Mit der Ausnahme von sehr hohen Temperaturen hält nach der Zugabe von pflanzlichen Pektinen aus Zitrusfrüchten die Folie auch Feuchtigkeit stand. Künftig seien auch Zusätze wie Vitamine, Aromen und Nahrungsergänzungsmittel für die Folien denkbar .[64]

Die essbaren Löffel von *Kulero* werden aus verschiedenen Mehlsorten, Getreidesorten und Hülsenfrüchten so hergestellt, dass sie während des Essens mindestens 30 Minuten stabil bleiben. Etwas Kakao oder die richtigen Gewürze sorgen dafür, dass der Löffel auch noch gut schmeckt.[63]

Seit dem Verbot von Trinkhalmen aus Plastik gibt es auch essbare Trinkhalme, z.B. Eatapple von *Wisefood* aus Reststoffen aus der Apfelsaftproduktion.[63]



Das moderne und sich zügig entwickelndes Herstellwerk von Biotrem bietet ein reiches Angebot an vollständig biologisch abbaubarem Einweggeschirr und –besteck, das aus natürlicher, essbarer Weizenkleie hergestellt wird.[65]



Fertigungsverfahren

Quelle/Bild: ©Biotrem



Tierfasern

Wolle

Wolle ist ein nachwachsender Rohstoff und vermutlich schon seit der Bronzezeit als textiles Material bekannt. Im Wesentlichen wird Wolle in

Angorawolle (Angorakaninchen)

Mohairwolle (Angoraziege)

Kaschmirwolle (Kaschmirziege)

Alpakawolle (Alpaka-Lama)

Schafwolle (weltweit verschiedene Rassen, u.a. Merinoschaf)

unterschieden.[69]

Nach Schur, Sortierung, Reinigung, Auflockerung, Kämmung und evtl. Färbung werden die Fasern der Wolle der eigentlichen Verarbeitung zugeführt und zu Garn gesponnen. Die Garne werden je nach Qualität und Stärke für Oberbekleidung, Strümpfe, Sportstoffe bis hin zu rustikalen Strickwaren und Teppichen verwendet. Aus Filz werden unter anderem Hüte und Hausschuhe hergestellt. [70]

Filz wird aus der Rohwolle hergestellt und eignet sich auch für Taschen, Hüllen, Geschenkverpackungen usw.



Quelle: freepik



Wiederverwendbare Tragetaschen

Stofftragetaschen

Der Material- und Energieaufwand für Stofftaschen ist, im Vergleich zu Einwegtaschen, natürlich wesentlich höher. Baumwolle, Leinen, Hanf oder Jute sollten aus biologischen Anbau stammen und auch sozial und ethisch „fair“ verarbeitet worden sein. Wenn es um die Ökobilanz geht, müssen beispielsweise Baumwollbeutel zwischen 25 und 32 Mal wieder verwendet werden, um besser als Plastiktüten ohne Recyclingmaterial abzuschneiden. Ist diese Voraussetzung erfüllt, geht nichts über Mehrwegtragetaschen, zumal sie auch stabiler und praktischer sind.

Eine solche umweltfreundliche Alternative sind die hier gezeigten Pfandtaschen aus Biobaumwolle.

Ökologische Produkteigenschaften auf einen Blick:

- bei GOTS: aus kontrolliert biologischem Anbau
- Zertifikate: Öko-Tex 100, GOTS, FAIRTRADE
- aus nachwachsenden Rohstoffen
- äußerst haltbar und langlebig
- reines Naturprodukt

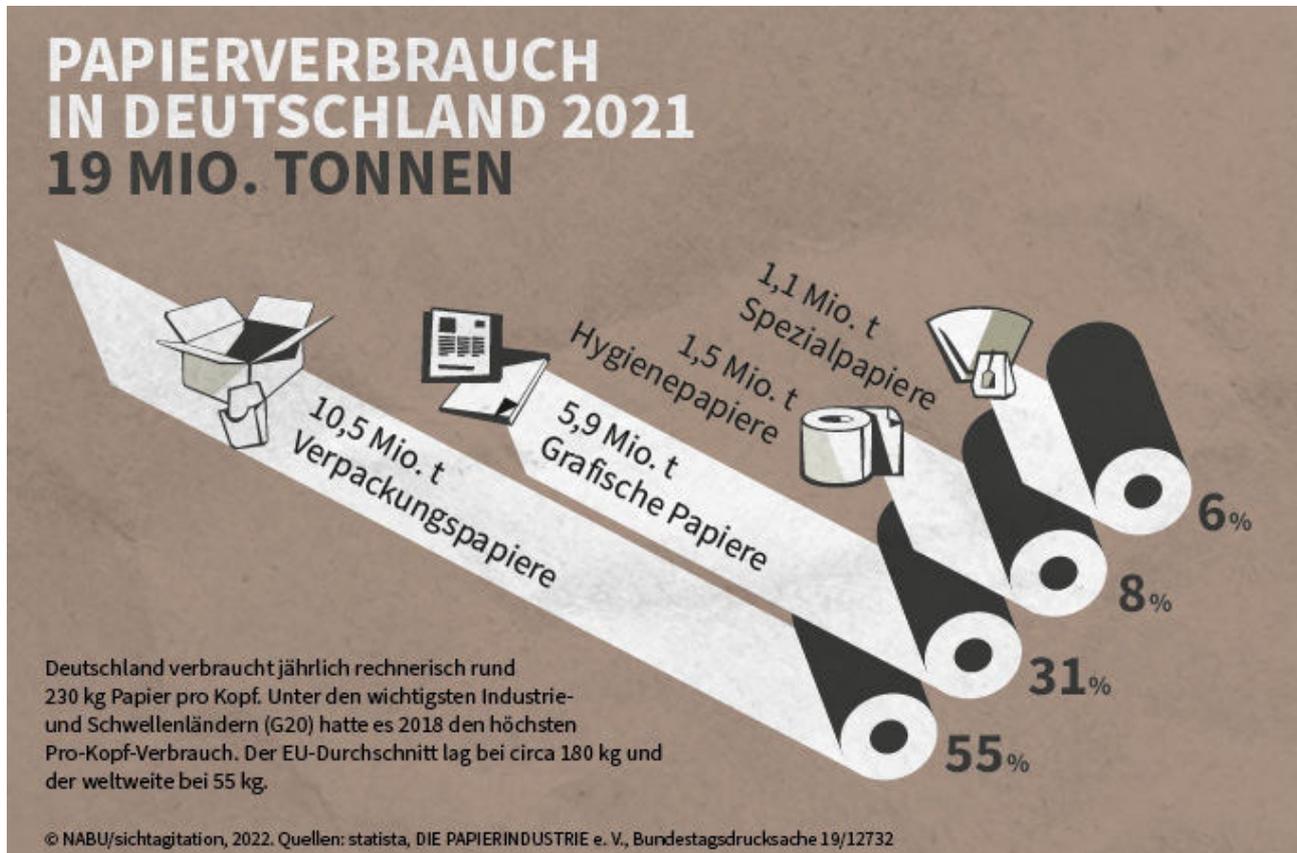
außerdem

- Guter Tragekomfort
- Hohe Tragkraft



Bilder: Dirk Sänger ubb e.V.

Papiertragetaschen



Quellen: statista; DIE PAPIERINDUSTRIE e. V., Bundesdrucksache 19/12732

©NABU/sichtagitation, 2022

Der hohe Papierverbrauch in Deutschland ist bedingt durch eine stetig wachsende Menge als Verpackungsmaterial (u.a. Internethandel).

Papiertaschen haben besonders lange und reißfeste Zellstofffasern, die chemisch behandelt werden. Damit fällt ihre Umweltbilanz im Vergleich mit Plastiktüten nicht unbedingt positiver aus. Sie sind, um die Stabilität zu gewähren, schwerer und verursachen beim Transport größere Emissionen. Eine Tasche ohne Anteile von Sekundärmaterialien muss erst drei- bis viermal benutzt werden, bis sie ökologisch sinnvoll wird. Durch die Einbindung in einen Kreislauf und damit verbundene höhere Anteile an Recyclingpapier, kann die Bilanz erheblich verbessert werden.

Nach dem Verpackungsgesetz gilt für Verkaufsverpackungen aus Papier aktuell eine Recyclingquote von 85 Prozent. Ab 2022 ist sogar eine Recyclingquote von mindestens 90 Prozent zu erreichen.[71]



Für Papierprodukte sind eine Reihe von Öko-Label vorhanden, die die Erfüllung bestimmter Kriterien des Umweltmanagements, d.h. Produktion, Recyclingfähigkeit, Nachhaltigkeit usw., beschreiben. Einen guten Überblick dieser Label und ihre Kennzeichen ist auf der Seite der Verbraucherzentrale Nordrhein- Westfalen dargelegt.[72]

ausgewählte Öko-Label für Papier



Bilder: wikipedia

Papierprodukte, die mit dem Zeichen **"Blauer Engel"** zertifiziert wurden, bestehen vollständig aus Recyclingpapier und erfüllen zudem strenge Kriterien beim Chemikalieneinsatz.

Das **„FSC®-Siegel“** steht für nachhaltige Forstwirtschaft und gibt es in unterschiedlichen Versionen mit jeweils eigenen Kriterien. Nur „FSC Recycled“ ist die Variante, in der die Fasern zu 100 Prozent aus Altpapier bestehen. Die Chemikalieneinsätze in der Weiterverarbeitung werden nicht geprüft, so dass das Siegel weniger streng ist als der „Blaue Engel“, da nur die Herkunft des Zellstoffes betrachtet wird.

Das **„PEFC-Siegel“** steht für ein transparentes und unabhängiges System zur Sicherstellung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und damit weltweit eine Art “Wald-TÜV“.

Für das EU-Umweltzeichen **„Ecolabel“** werden im Papierbereich Grenzwerte für Energieverbrauch, Belastung der Abwässer und Luftemissionen festgelegt. Bei der Bleiche ist der Einsatz von Elementarchlor verboten. Das verwendete Material muss außerdem mindestens 50 Prozent von externen Zertifizierungssystemen wie FSC oder PEFC zertifiziert sein. Die Nutzung von Altpapier wird jedoch nicht gefordert. Das EU Ecolabel ist also keine Garantie für Recyclingpapier, d.h. es werden weiter Frischfasern verarbeitet und dafür Bäume gefällt. Auch der Energie- und Wasserverbrauch ist entsprechend höher als bei Recyclingpapier.[73]



Der REWE-Konzern hat das eigene „Pro Planet- Label“, das sich stark am „FSC®- Siegel“ orientiert. Die Einhaltung wird regelmäßig von unabhängigen Prüfern kontrolliert.



Bilder: Dirk Sänger ubb e.V.





Anorganische Rohstoffe und Verpackungen

Anorganische Stoffe sind Elemente und Verbindungen, die keinen Kohlenstoff enthalten, oder Kohlenstoffverbindungen, die vom Aufbau charakteristischen anorganischen Stoffen gleichen oder diesen historisch zugerechnet werden.

Beispiele für Verpackungen aus anorganischen Rohstoffen

Metall

Metall ist ein anorganisches Material und wird vielgestaltig in der Verpackungsbranche verwendet. Klassisches Beispiel ist die 200 Jahre alte Konservendose zum hermetisch dichten Aufbewahren von haltbar gemachten Lebensmitteln.

Die unterschiedlichen Metalle (z.B. Stahl, Aluminium, Messing etc.) werden zu Dosen, Containern, Folien verarbeitet oder finden in Verbundmaterialien, wie z.B. Getränkekartons, Verwendung.

Verpackungen aus Metall lassen sich zwar theoretisch zu 100% recyceln, sind aber trotz gegenteiliger Beteuerungen einiger Hersteller, ökologisch betrachtet ein unzeitgemäßes Ärgernis.

Verpackungen aus Metall



Bilder: Dirk Sänger ubb e.V., pixabay

Glas

Glas ist ein althergebrachter anorganischer Werkstoff. Es findet in Flaschen, Konservengläsern medizinischen oder kosmetische Verpackungen Verwendung. Gläser und Flaschen lassen sich heiß befüllen, die Lebensmittel müssen nicht künstlich haltbar gemacht werden, das Material sondert keine schädlichen Stoffe ab. Doch nicht nur unter hygienischen Gesichtspunkten können Verpackungen aus Glas die erste Wahl sein.



Im regionalen Kontext sind Glasmehrwegsysteme die ökologisch nachhaltigste Verpackungsart für Getränke, Molkereiprodukte und Konserven. Gegen das verhältnismäßig hohe Gewicht wurde und wird durch konsequente Weiterentwicklung angegangen.

Verpackungen aus Glas



Bilder: pixabay

Kreide

Eine ökologisch sinnvolle Einweg-Verpackung für Milch stammt aus dem Ökodorf Brodowin. Die Milchtüte besteht aus dem neuartigen Material Calymer. Dieses besteht zu 40 Prozent aus natürlicher Kreide (Calciumcarbonat) und der Rest ist recyclingfähiger Kunststoff. Um den Müll zu reduzieren, wird die leere Tüte zusammengerollt und man erhält ein kleineres Volumen. Weitere Vorteile dieser Milchtüte ist ihr geringes Gewicht von nur 16 Gramm und dass ihre Herstellung im Verhältnis zu ähnlichen Verpackungen weniger Energie verbraucht.[67][68]

Für die Lobetaler Bio-Molkerei wurde von der Verpackungsentwicklerin Carolina Schweig für Joghurt ein Kreide-Kunststoff-Becher entwickelt. Mit zunehmendem Anteil von Kreide wird die Oberfläche poröser und nicht mehr gleichmäßig bedruckbar, so dass in einem weiteren Arbeitsschritt der Joghurtbecher mit Etiketten ummantelt wird. Hier wird ebenfalls der erdölbasierte Bestandteil reduziert.[68]

Kreide-Kunststoff-Produkte sind nicht kompostierbar und landen in der Müllverbrennung, da das deutsche Recyclingsystem noch nicht für diese Verpackungsart ausgelegt ist.[68]



Keramik [74]

Keramische Verpackungen aus Feinsteinzeug gibt es sowohl für die Getränke- und Lebensmittel- als auch für die Kosmetikindustrie. Krüge, Töpfe oder Flaschen aus Steinzeug für Speiseöl, Senf, Pasteten, Bier oder Wein überzeugen durch eine Reihe von entscheidenden Produktvorteilen.

Sie sind säure- und laugenfest, lebensmittelecht und mikrowelleneeignet. Auch kohlendioxidhaltige Getränke können gelagert werden. Weitere Vorteile sind ein 100%-iger Lichtschutz und es findet keine Reaktion mit dem Füllgut statt. Dies gilt auch für Kosmetika und ihre spezifischen Anforderungen.

Die Lagerstätten der Tonbecken bildeten sich vor mehr als 25 Millionen Jahren. Der Werkstoff findet sich direkt vor unserer Haustür. Das heißt kurze Wege, hohe Flexibilität und niedrige Transportkosten, von denen wir alle nur profitieren. Ton wird in verschiedenen Qualitätsstufen zu Keramik gebrannt:



Bilder: Dirk Sänger – ubb e.V

- Terracotta

rote Farbe, bei niedrigen Temperaturen gebrannt, zerbrechlich

- Steingut

bessere Qualität, jedoch ohne Glasur nicht dicht

- Steinzeug

bei rund 1.200 C° gebrannt, auch ohne Glasur dicht, formstabil und mit hoher Festigkeit

Das bei noch höheren Temperaturen gebrannte Porzellan wird im Verpackungsbereich nicht verwendet.

Unverpackt - Läden

Supermärkte mit Unverpackt-Stationen oder Unverpackt-Läden z.T. Bio-Läden kommen ohne Einwegverpackungen aus und sind Teil der Zero-Waste Bewegung. Diese Märkte und Läden und bieten alle Waren „offen“ oder notfalls in wiederverwendbaren (Pfand)behältern an. Kunden können sich die gerade benötigte Menge selbst abfüllen oder einpacken und auf diese Weise endlich plastikfrei einkaufen. Nudeln, Reis, Hülsenfrüchte, Kaffee, Süßwaren, Seife, Waschmittel oder andere lose Waren können in Papiertüten oder Gläsern, auch wenn nicht selbst mitgebracht, abgefüllt werden.

Das Konzept der plastikfreien Läden wie zum Beispiel „Original Unverpackt“ oder „Ohne“ ist so einfach wie zukunftsweisend. Es spart Unmengen an Plastikverpackungen, die unter hohem Energieaufwand produziert werden, nur um kurz nach dem Einkauf im Müll zu landen. Die Kunden ihre Waren selbst abfüllen zu lassen, erlaubt es ihnen zudem, nur die wirklich benötigte Menge zu kaufen und so Lebensmittelverschwendung zu reduzieren. Viele der verpackungsfreien Läden verkaufen darüber hinaus ausschließlich Bio/ Fair Trade- Waren und legen besonderen Wert auf regionale Erzeugung. Umweltfreundlicher ist nur die Eigenproduktion. [75]



Foto: pixabay

Aufgrund wechselnder wirtschaftlicher Bedingungen z.B. Inflation und ob sich einer dieser Läden in der Nähe befindet, lässt sich leicht über das Internet ermitteln. Neben den Öffnungszeiten kann man Informationen über das Angebot, regionale und saisonale Produkte, Abonnements und Lieferservice erhalten.

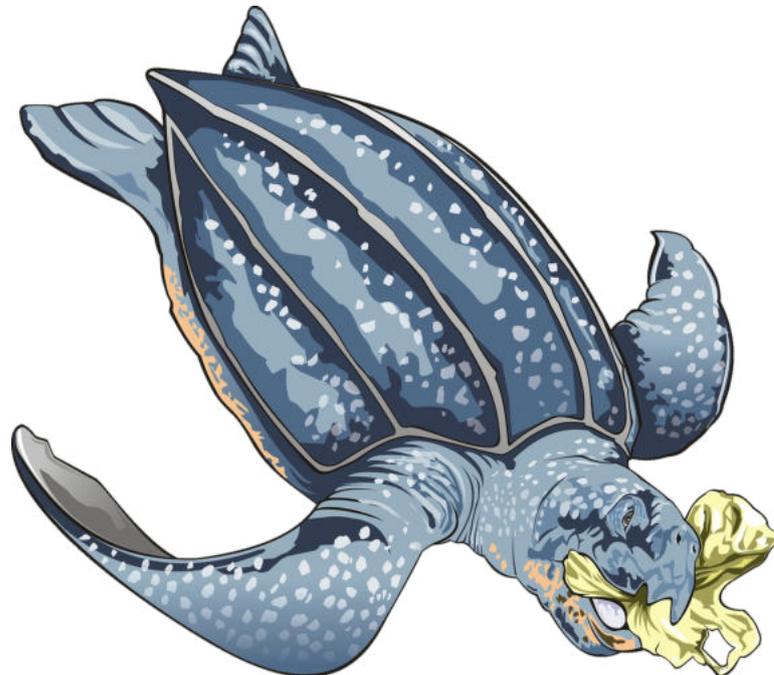


Weitere Aspekte im Zusammenhang mit Verpackungen

Globaler Plastikmüll [76]

Plastik hat sich mittlerweile auf der gesamten Erde breitgemacht, in der Arktis, im 11.000 Meter tiefen Marianengraben, selbst im menschlichen Blut finden sich Bestandteile von Kunststoffen. Plastik füllt die Mägen von Seevögeln, Delfinen, Walen. Eine PET-Flasche braucht etwa 450 Jahre, um zu verrotten. Ganz genau lässt sich das jedoch nicht vorhersagen, denn es gibt noch keine Plastikflasche, die so alt wäre.

Vier bis 13 Millionen Tonnen davon gelangen jährlich in die Meere - je nach Schätzung. Der Rest landet auf Deponien oder wird verbrannt. Nur neun Prozent des bisher produzierten Kunststoffabfalls wurde recycelt, schätzt die UNO. Mehr als 140 Millionen Tonnen Plastikmüll treiben inzwischen in fünf riesigen Strudeln durch die Meere.



Quelle: pixabay

Dass Europa scheinbar wenig zur Plastik-Verschmutzung der Weltmeere beiträgt, liegt an der im internationalen Vergleich hoch entwickelten Abfallwirtschaft. Selbst der geringe Teil des Mülls, der nicht verbrannt oder recycelt wird, landet nicht in der Natur, sondern in streng kontrollierten Deponien. In Entwicklungs- und Schwellenländern sieht das ganz anders aus. Meist gibt es auch dort eine Art offizielle Müllabfuhr und Bereiche, wo der Abfall gesammelt wird. Doch häufig werden die Deponien kaum kontrolliert und nicht von der sie umgebenden Natur abgeschirmt. Dadurch steigt das Risiko, dass der Abfall unbeabsichtigt in Flüsse und dadurch ins Meer gelangt.



Es gibt für die Industriestaaten jedoch keinen Grund mahnend auf Asien zu blicken und sich selbst zurückzulehnen. China war jahrelang die Müllkippe der Welt und importierte Kunststoffabfälle aus aller Welt, um daraus neue Rohstoffe zu gewinnen. Gerade Deutschland nutzte das Angebot gern und verschifft gut zehn Prozent seines Plastikmülls ins Reich der Mitte.

Doch oft hatte der Müll nicht die versprochene Qualität - Recycling war unmöglich. China zog deshalb die Reißleine und hat 2018 den Import von Plastikmüll verboten. Seitdem exportiert Deutschland vermehrt in andere asiatische Länder oder muss mehr Plastikmüll verbrennen. Ohnehin steht es um das Recyclingsystem in Deutschland nicht zum Besten, obwohl kaum ein Land so emsig seinen Müll trennt. Laut Schätzungen werden hierzulande nur fünf bis sechs Prozent des Abfalls wiederverwertet. Gleichzeitig fällt nirgendwo in der EU mehr Verpackungsmüll an als in Deutschland. Allein 2016 verbrauchte jeder Mensch in Deutschland im Schnitt 220 Kilogramm an Verpackungen.



Quelle: pexels

Foto: Tom Fisk

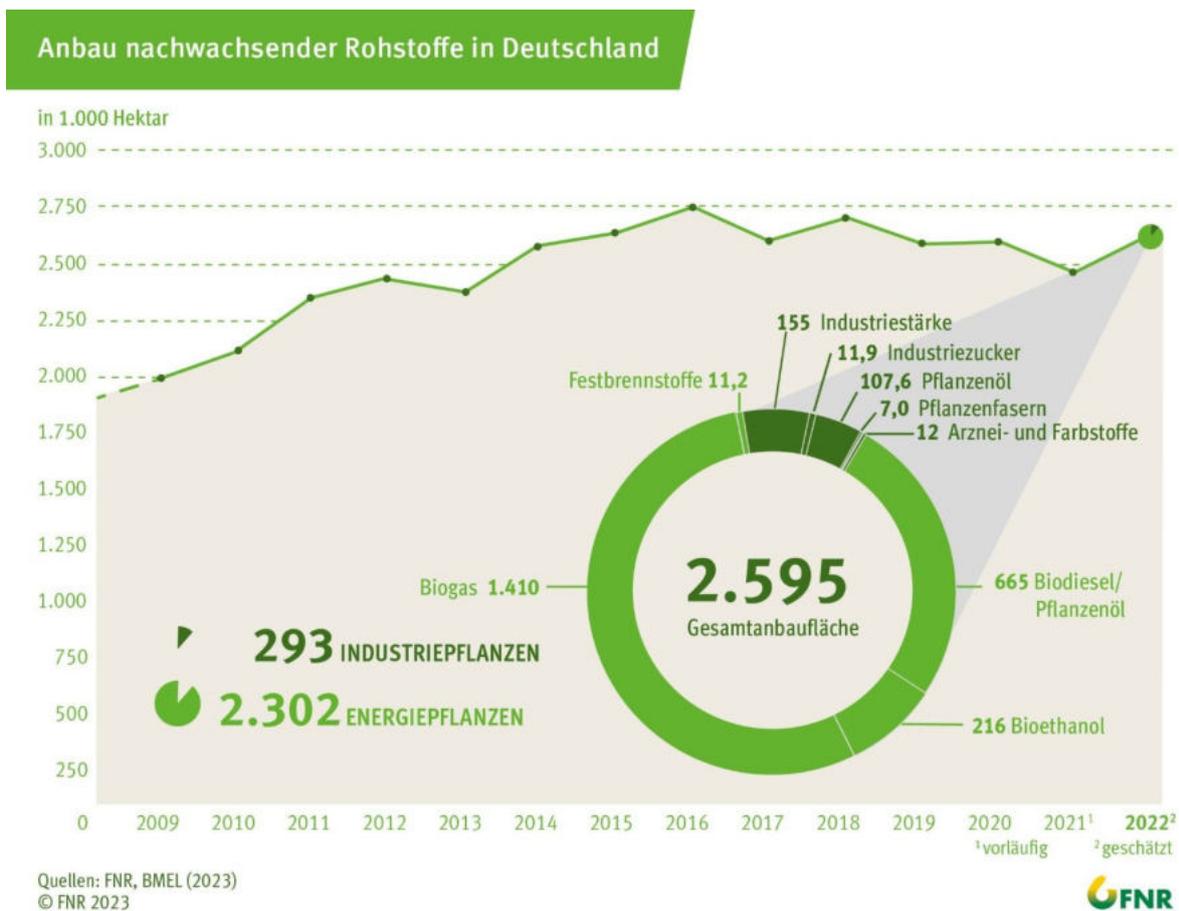
Deutschland exportiert immer weniger seines Plastikmülls ins Ausland. Wie das Statistische Bundesamt in Wiesbaden mitteilte, wurden im vergangenen Jahr (2022) etwa 745.100 Tonnen an Kunststoffabfällen ausgeführt. Damit hat sich die Menge in den vergangenen zehn Jahren den Angaben nach etwa halbiert (minus 51 Prozent). [77]



Rohstoffwende in Deutschland

Im weltweiten Wettlauf um den Zugang zu Rohstoffen drohen sich künftig die Verteilungskonflikte zu verschärfen und soziale und ökologische Standards unter die Räder zu geraten. Aus sicherheits-, sozial-, umwelt- und wirtschaftspolitischen Gründen ist deshalb eine Rohstoffwende, die sich vor allem auf eine absolute Reduktion des Rohstoffkonsums sowie auf Rohstoffeffizienz, Recycling und Substitution stützt, notwendig. [78]

Die große Herausforderung liegt darin, den Verbrauch von wertvollen Ressourcen und den Verbrauch von z.B. Energie, Flächen und Wasser insgesamt zu senken. Für ein vom Rohstoffverbrauch entkoppeltes, ressourcenleichtes Wirtschaften liegt die Zukunft in kreislaufwirtschaftlichen Produktionssystemen mit konzipierten und reparaturfähigen Produkten, sichergestellt durch hochwertiges Recycling, weitestgehend geschlossene Stoffkreisläufe und vorrangige Verwendung von rezyklierten Rohstoffen. [78]



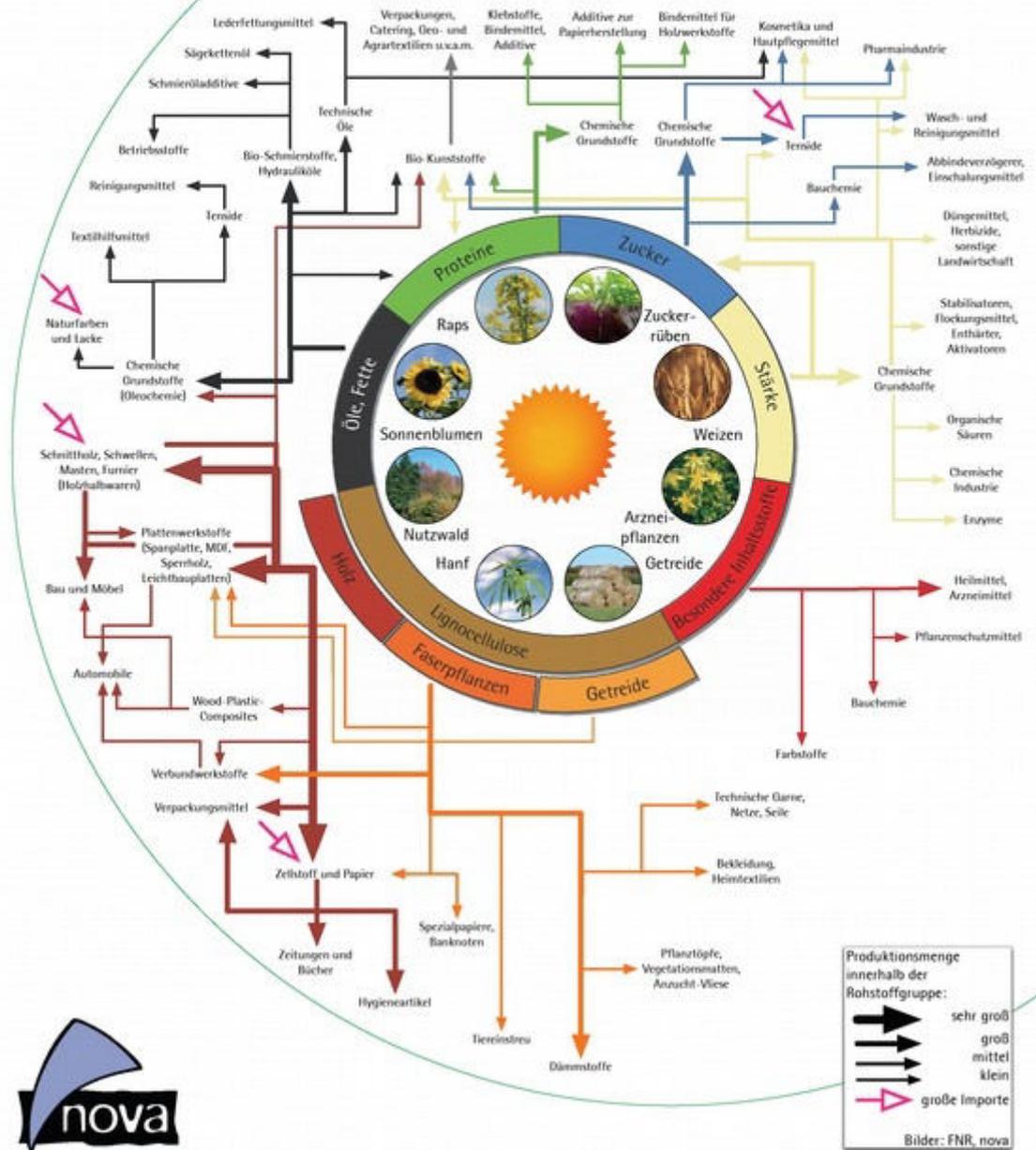
Quelle: [79]

Grafik: FNR e.V.



Rohstoffwende in Deutschland material change in Germany

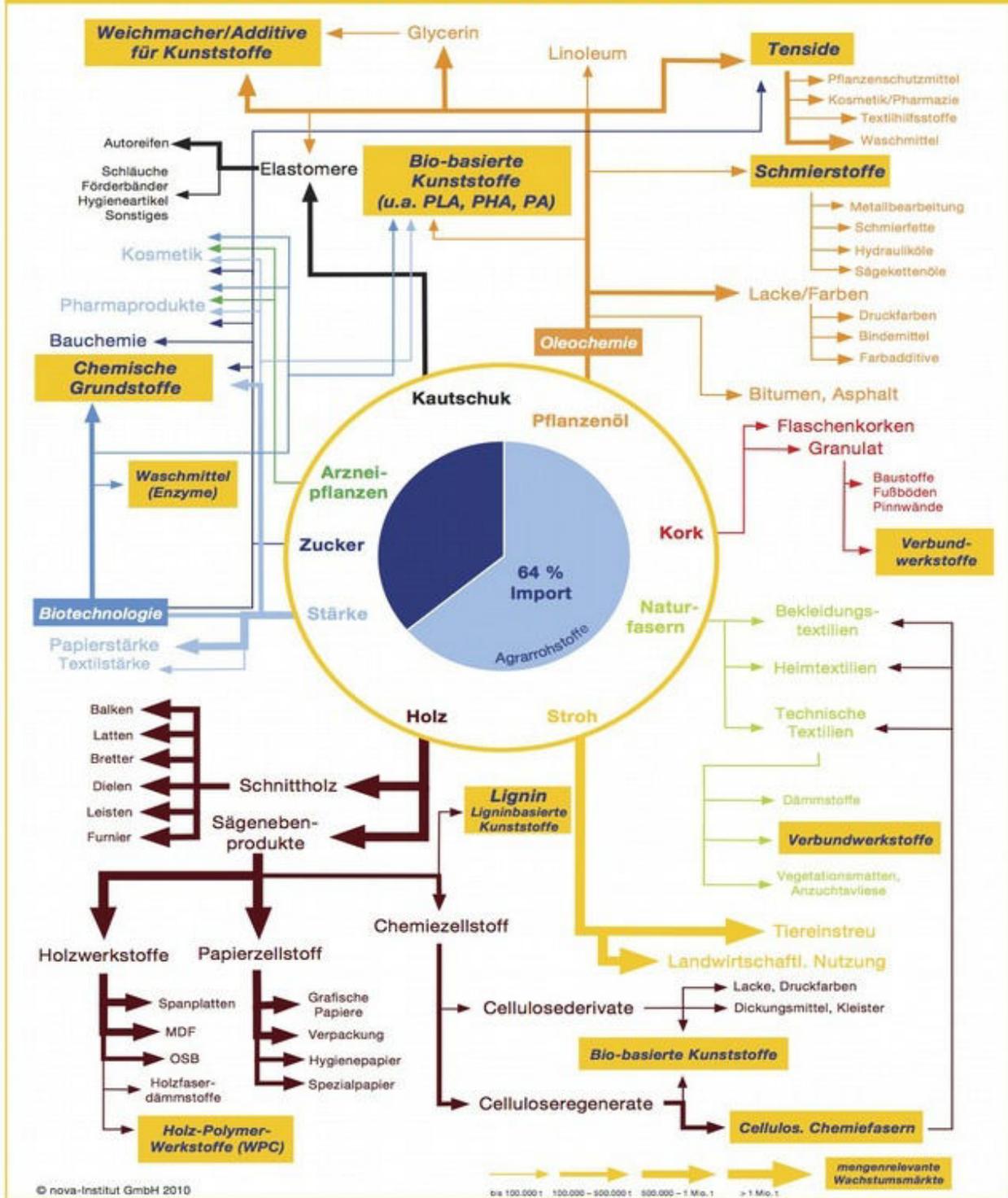
Nachwachsende Rohstoffe: Stoffliche Nutzung



Originalversion für NRW wurde im Auftrag der Effizienz-Agentur NRW entwickelt
Original version for NRW commissioned by Effizienz-Agentur NRW
www.eanrw.de

Quelle: www.fnr.de

Grafik: FNR e.V.



Quelle: www.fnr.de

Grafik: FNR e.V.



Insbesondere der Kreislaufnutzung von Rohstoffen kommt eine wachsende Bedeutung zu, da sie einerseits den Einsatz von Primärrohstoffen senken und andererseits durch Recycling mehrmals Rohstoffe wiederverwertet werden. Mit der Rohstoffwende sind Ressourcen- und Klimagerechtigkeit, Energiewende und ähnlich gelagerte Themen verbunden.

Als Beispiel für ein gelungenes Recycling bzw. funktionierende Kreislaufwirtschaft sind Tragetaschen aus Polypropylen mit Nylonhenkeln. Diese PP-Tragetaschen aus 100% wiederverwerteter Plastik sind besonders robust, widerstandsfähig, zweckmässig und unter Umständen ganz ansehnlich.



Bilder: Dirk Sänger Ubb e.V

Unter den wiederverwendbaren Tragetaschen (s.o. entsprechendes Kapitel) sind sie uneingeschränkt empfehlenswert und ausgehend vom Erstgedanken dieser Broschüre erfüllen sie den Anspruch der

Nachhaltigkeit.



Abkürzungsverzeichnis

CA	Celluloseester, sind biologisch abbaubare Derivate der Cellulose
FSC	Forest Stewardship Council, Produkt- oder Verpackungsbestandteile aus dem Wald
GOTS	weltweit führender Textilverarbeitungsstandard für Bio-Fasern, garantiert strenge Umwelt- Kriterien und Sozialstandards
MPET	metallisiertes Polyethylenterephthalat, spezielles thermoplastisches Polpyester
PBAT	Polybutylenadipat-terephthalat, ein spezielles Copolyester
PBS	Polybutylensuccinat, ein spezielles Copolyester
PE	Polyethylen, thermoplastisches Kettenpolymer
PET	Polyethylenterephthalat, ein durch Polykondensation hergestellter thermoplastischer Kunststoff, neuerdings auch aus Zucker produziert
PHA	Polyhydroxyalkanoat, Polyhydroxyfettsäure, biologisch abbaubares Biopolymer
PLA	Poly lactide, Polymilchsäure, biologisch abbaubares synthetisches Polymer auf Milchsäurebasis
PLC	Polycaprolacton, ein auf Erdöl basierender biologisch abbaubarer Kunststoff
PP	Polypropylen, ein teilkristallines Thermoplast
PTT	Polytrimethylenterephthalat, ein Polyester
PVC	Polyvinylchlorid, ein amorpher thermoplastischer Kunststoff



Quellenverzeichnis

- [1] www.tdreply.de
- [2] www.tu.berlin
- [3] www.boell.de/de/plastikatlas
- [4] www.plastverarbeiter.de/markt/biokunststoffe-weltweit-auf-den-vormarsch-588.html
- [5] www.umweltbundesamt/publikationen/Untersuchung-Umweltwirkungen-von-Verpackungen-aus
- [6] Produktseiten (unvollständige Auswahl)
 - www.biologischverpacken.de
 - www.fkur.com
 - www.naku.at
 - www.petverpackungen.de
 - www.rajapack.de
 - www.vpz.at
- [7] www.wikipedia.org ; www.wikipedia.de
- [8] www.wwf.de
- [9] www.verpackungsgesetz-info.de
- [10] www.sonnenseite.com/de/umwelt/muelltrennung-ist-fuer-verbraucherinnen-und-verbraucher-zu-kompliziert-geworden
- [11] www.cmc.de/polyesterfolien-mylar-hostaphan
- [12] www.anwa.ch/media/filer_public/73/d6/73d62c50-fb36-4aad-a34f-b107aed18707/information_uber_pet.pdf
- [13] www.kunststoffe.de/a/grundlagenartikel/polyethylenterephthalat-pet-285552
- [14] www.neue-verpackung.de/nachhaltige-verpackungen/quantifizieren-der-co2-einsparungen-durch-recycling-714.html
- [15] www.bund.net
- [16] www.nabu.de
- [17] www.duh.de
- [18] www.kunststoffe.de/a/grundlagenartikel/polylactid-pla-264462
- [19] www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/plastikuetenhersteller-scheitert-vor-bundesgerichtshof/
- [20] www.biowerkstoffe.fnr.de/biokunststoffe/klassifizierung
- [21] www.dincertco.de
- [22] www.plastverarbeiter.de/Markt/biopolymere-im-aufwind-638.html
- [23] www.plastverarbeiter.de/markt/erde-recycling-steigert-sammelmengen-2022-betraechtlich-527.html
- [24] www.oekotest.de/freizei-technik/konsumenten-taeschung-die-luege-vom-bioplastik-600676_1.html
- [25] www.european-bioplastics.org
- [26] www.nova-institute.eu
- [27] www.k-zeitung.de/marktprognose-biokunststoffe-sieht-starkes-wachstum
- [28] www.biowerkstoffe.fnr.de/biokunststoffe/marktsituation



- [29] www.biologie-seite.de/Biologie/Faser
- [30] www.bzfe/lebensmittel/trendlebensmittel
- [31] www.lilligreen.de/verpackungen-aus-algen-das-plastikzeitalter-ist-bald-vorbei/
- [32] www.globalmagazin.eu/themen/natur/plastikersatz-aus-seetang/
- [33] www.bp-consultants.de/algen-statt-kunststoff-beschichtete-verpackungen-fuer-den-take-away-markt/
- [34] www.plastverarbeiter.de/roh-und-zusatzstoffe/wie-aus-meeresalgen-biologisch-abbaubare-verpackungen-entstehen-274.html
- [35] www.linkedin.com/pulse/straubenei-bananenschale-co-das-sind-die-coolsten-der-hengsberger
- [36] mehralszwei.ch/blog/bioplastik-leder-und-speck-in-vegan-aus-bananenschalen/
- [37] www.biofutura.com/de/blog/plastik-aus-bananenschalen/
- [38] www.mdr.de/nachrichten/sachsen/bautzen/goerlitz-weisswasser-zittau/ebersbach-lausitzer-naturfaser-verpackung-bananen-100.html
- [39] www.diepresse.com/4776480/bananenschale-einmal-anders
- [40] www.sustainablecottonpaper.com
- [41] www.rausch-packaging.com/de/mehrweg-tragetasche-baumwolle
- [42] www.wlw.de/de/suche/verpackungen-aus-baumwolle
- [43] www.bewusstgruen.de/wie-nachhaltig-ist-baumwolle/
- [44] www.medewo.com/blog/de/loesungen/verpackungstrends2023/
- [45] www.biobiene.com/graspapier-verpackungen-und-verpackungsmaterial
- [46] www.graspapier.de
- [47] www.interpack.de/de/Media_News/Tightly_Packed_Magazin/NON-FOOD-VERPACKUNGEN/News/Trendmaterial_Hanf
- [48] www.hanfwolf.de
- [49] www.interpack.de/de/Media_News/Tightly_Packed_Magazin/NON-FOOD-VERPACKUNGEN/News/Trendmaterial_Hanf
- [50] www.rausch-packaging.com/blog/de/verpackungswissen/thermoverpackungen-aus-hanf-vorteile/
- [51] www.wohnen.de/lexikon/jute/
- [52] www.materbi.com/de
- [53] www.biofutura.com/de/rohstoffe/mater-bi
- [54] www.biologischverpacken.de/ratgeber/materialien/zuckerrohr-bagasse
- [55] www.lilligreen.de/jelloware-cocktailbecher-aus-algen/
- [56] <https://youtu.be/24T6ruz1GhU>
- [57] www.eatsmarter.de/News (07.03.2023)
- [58] www.interpack.de/de/Media_News/Tightly_Packed_Magazin/NAHRUNGSMITTEL/News/Ene-mene-meck..._und_die_Verpackung_ist_weg
- [59] www.spiegel.de/wissenschaft/kampf-gegen-plastikmuell-forscher-erfinden-essbare-verpackungen-fuer-obst-und-gemuese-a-c9f7233d-82ed-42c3-988e-2ebf8572d718
- [60] www.lebensmittellexikon.de
- [61] www.swr.de/wissen/essbare-verpackung-aus-eierschalen-100.html
- [62] www.egofm.de/blog/essbare-verpackungen-statt-plastik



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



- [63] www.snackconnection-marktplatz.de/produktgruppe/essbare-verpackungen/
- [64] [www.SüddeutscheZeitung vom 21.8.2016: Christoph Behrens - Essbare Verpackung aus Milch soll Plastik-Flut eindämmen](#)
- [65] www.biotrem.pl/de/
- [66] www.reset.org/mit-lebensmitteln-lebensmittel-haltbar-machen-04092018/
- [67] www.essen-und-trinken.de/gruene-woche/gruene-woche-milchtueten-aus-kreide-12031994.html
- [68] www.gruene-helden.de/kreide-statt-kunststoff/
- [69] www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/wolle/pwiewollsorten100.html
- [70] www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/wolle/index.html
- [71] www.papierkannmehr.de/nachhaltigkeit
- [72] www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/migration_files/media229831A
- [73] www.regenwald-schuetzen.org/regenwaldschutz-im-alltag/verbrauchertipps-im-alltag/papier/umweltsiegel-fuer-papier
- [74] mkm-keramik.de
- [75] stadtampa.de/10-unverpackt-laeden-in-berlin/
- [76] www.spiegel.de/wissenschaft/natur/uno-konferenz-in-nairobi-wo-kommt-das-ganze-plastik-im-ozean-her-a-1258024.html
- [77] [www.tagesschau.de/inland/gesellschaft/deutschland-plastikmuell-export-100.html\(06.06.2023\)](http://www.tagesschau.de/inland/gesellschaft/deutschland-plastikmuell-export-100.html(06.06.2023))
- [78] <https://dserver.bundestag.de/btd/19/165/1916522.pdf> (Deutscher Bundestag – Drucksache 19/16522)
- [79] www.mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/entwicklung-der-anbauflache-fuer-nachwachsende-rohstoffe-1.html



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



Haftungsausschluss

Das vorliegende Informationsmaterial wurde in einem öffentlich geförderten Projekt erarbeitet. Ziel war es, eine Verbraucherinformation zu ökologischen Verpackungen zu erstellen und diese zu veröffentlichen.

Die Informationen wurden im wesentlichen durch Recherchen im Internet sowie durch Informationsmaterial und persönliche Mitteilungen einiger Organisationen und Firmen erstellt.

Der UBB e.V. hat sich im Rahmen des Zumutbaren bemüht, richtige unvollständige Informationen zur Verfügung zu stellen. Er übernimmt jedoch keine Haftung oder Garantie für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen, Irrtümer sind vorbehalten.

Der UBB e.V. hat nicht alle Informationen, auf die sich die Dokumente stützen, selbst geprüft und übernimmt keine Haftung für Verluste, die durch die Verwendung dieser Informationen verursacht werden oder mit deren Nutzung direkt oder indirekt im Zusammenhang stehen.

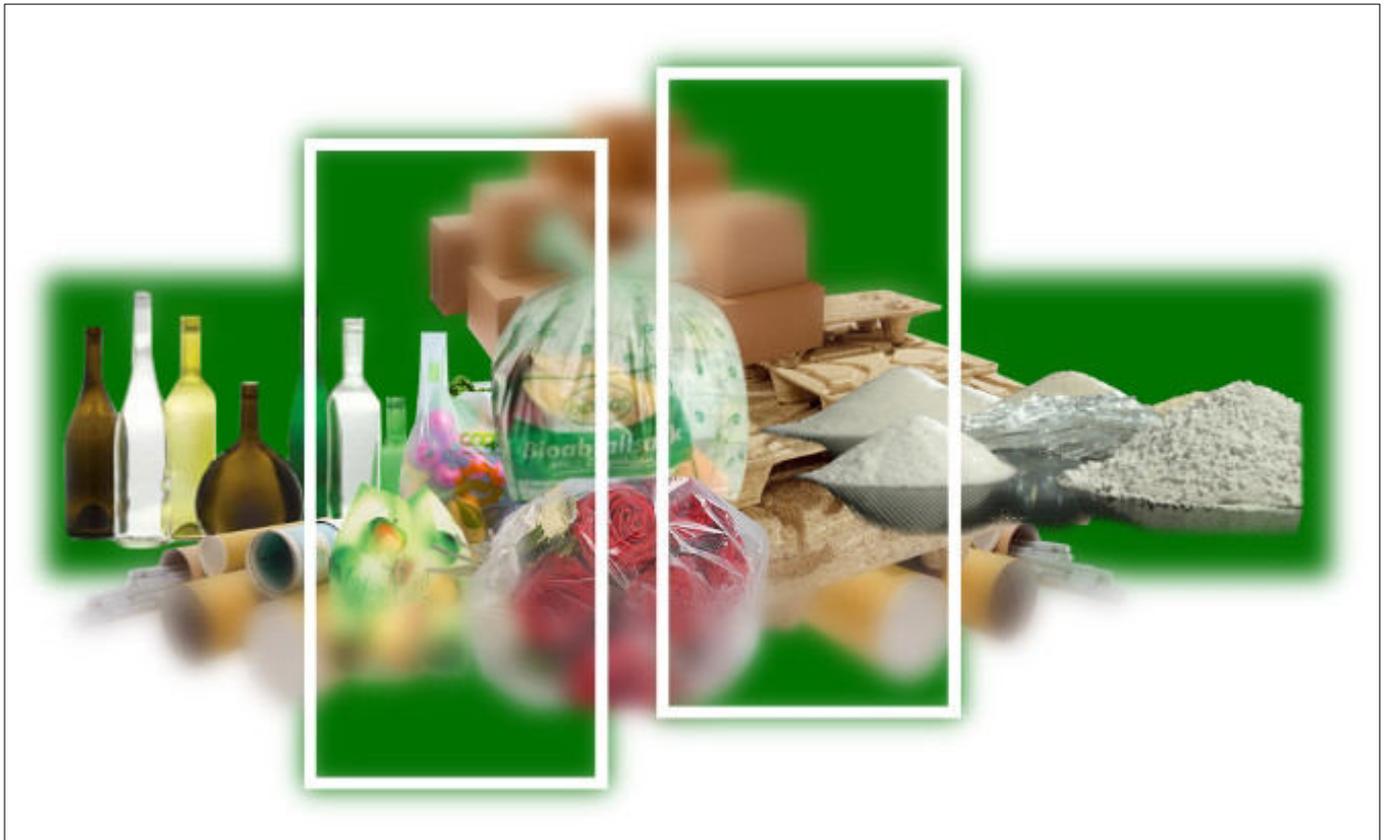
Für alle Links zu externen Seiten gilt:

Der UBB e.V. hat keinen Einfluss auf die aktuelle oder zukünftige Gestaltung und auf die Inhalte der verlinkten Seiten.

Der UBB e.V. behält sich das Recht vor, ohne Ankündigungen Änderungen oder Ergänzungen an den bereitgestellten Informationen vorzunehmen.



Umweltbüro
für Berlin-Brandenburg e.V.



Collage: Dirk Sänger Ubb e.V.



Umweltbüro für Berlin-Brandenburg e.V.

Ueckermünder Str. 3

10439 Berlin

Tel.: 030 4213700

030 4212328

Fax: 030 4213700

E-Mail: info@ubb.de

Internet: www.ubb.de

