

1. Hergestellte Mengen: Welche Mengen der Polymer-Erzeugnisse (Kunststoffe, Kautschuk und Gummiartikel sowie Fasern) werden jährlich in Deutschland, Europa, weltweit hergestellt und wie hoch ist davon der Anteil der aus nachwachsenden Rohstoffen produzierten Güter, wie hoch ist der Anteil der biologisch abbaubaren Erzeugnisse?

Die weltweite Produktion thermoplastischer Kunststoffe betrug in 2012 ca. 241 Millionen Tonnenⁱ. In Europa wurden in diesem Zeitraum 47 Millionen Tonnen Kunststoff produziert, davon in Deutschland rund 10 Millionen Tonnenⁱⁱ.

Die weltweite Produktion von Biokunststoffen belief sich in 2011 auf ca. 1,2 Millionen Tonnen. Davon waren rund 700 Millionen Tonnen biobasierte, nicht biologisch abbaubare Kunststoffe und ca. 500 Millionen Tonnen biologisch abbaubare Kunststoffeⁱⁱⁱ.

2. Lebensdauer und Entsorgungswege für Polymer-Erzeugnisse: Welche Polymer Erzeugnisse (Kunststoffe, Kautschuk und Gummiartikel sowie Fasern) sind langlebige und welche sind kurzlebige Wirtschaftsgüter, welche Grundpolymeren werden häufig für die Herstellung kurzlebiger Wirtschaftsgüter eingesetzt und welche Teilmengen der Kunststoff-Erzeugnisse, einschließlich der Verbundmaterialien werden bei ihrem Lebensende in Deutschland/Europa wie folgt entsorgt:

- a. Werkstoffliche Verwertung
- b. Stoffliche Verwertung
- c. Energetische Verwertung
- d. Thermische Entsorgung ohne Energiegewinnung
- e. Geordnete Ablagerung
- f. Entsorgung durch fermentativen Abbau (einschließlich Unterpflügen von Agrarfolien)
- g. Ungeordnete Entsorgung und wesentliche Umweltprobleme



Einzelne Polymere wie PE, PP, PET werden insbesondere in kurzlebigen Wirtschaftsgütern eingesetzt. Allerdings ist jeder dieser Polymere auch in langfristigen Wirtschaftsgütern einsetzbar. Zweckmäßig erscheint eine Aufteilung des Marktes in Anwendungen einerseits und in die zugrundeliegenden Polymere andererseits.

Der europäische Kunststoffmarkt von 47 Millionen Tonnen im Jahr verteilt sich wie folgt auf diese Anwendungsbereiche^{iv}:

Verpackungen (kurzlebige Wirtschaftsgüter):	39,4%
Baugewerbe (langlebige Wirtschaftsgüter):	20,5%
Automobilsektor (langlebige Wirtschaftsgüter):	8,3%
Elektro- und Elektronikindustrie (langlebige Wirtschaftsgüter):	5,4%
Andere (kurz- und langlebige Wirtschaftsgüter):	26,4%

Der weltweite Markt der Kunststoffe von 241 Millionen Tonnen verteilt sich wie folgt auf diese Polymere^v:

PE-LD	50,4 Millionen Tonnen
PE-HD	37,3 Millionen Tonnen
PP	54,6 Millionen Tonnen
PVC	37,4 Millionen Tonnen
PS	11,6 Millionen Tonnen
PET	17 Millionen Tonnen
PUR	13 Millionen Tonnen
Andere	28,4 Millionen Tonnen

In Deutschland werden rund 56% der Kunststoffabfälle verbrannt (d.h. die Entsorgung erfolgt über energetische Verwertung mit Energierückgewinnung). Weitere 42% der Kunststoffabfälle werden werkstofflich verwertet^{vi}. Rund 1% der Kunststoffabfälle wird stofflich verwertet. Eine Aufschlüsselung der übrigen Entsorgungswege liegt nicht vor.

3. Wo liegen die größten Herausforderungen im Bereich der Kunststoffe / Biokunststoffe (Rohstoffe, FuE etc.) und wie schätzen Sie das Potential von Unternehmen in NRW (im Vergleich zum Weltmarkt) ein?

Zentrale Herausforderung für alle Werkstoffe ist die kontinuierliche Verbesserung der Umweltbilanz entlang des Lebenszyklus. Für Kunststoffe gibt es hierzu mehrere Ansatzpunkte:

Reduktion des Gewichts: Dieser Ansatzpunkt ist besonders wichtig für langlebige Wirtschaftsgüter im Sektor Mobilität (Kunststoffe in Autos, Flugzeugen usw.) und im Sektor für erneuerbare Energien (Windräder). Im Automobilssektor helfen Kunststoffe bereits heute dabei Emissionen signifikant zu senken aufgrund ihres geringen Gewichts relativ zu alternativen Werkstoffen. Ein Auto verbraucht ca. 0,2l/100km weniger Benzin wenn das Gewicht des Wagens um 100kg reduziert werden kann. In den vergangenen Jahren haben Kunststoffe dazu beigetragen das Eigengewicht von Mittelklassewagen um ca. 300kg zu senken^{vii}. Für den breiteren Einsatz der Kunststoffe im Automobilssektor ist weitere FuE erforderlich um noch leichtere Bauarten bei gleicher mechanischer Belastbarkeit zu ermöglichen. Wesentliche Beiträge können hier Faserverstärkung und Faserverbundsysteme leisten.

Verstärkter Einsatz biobasierter Rohstoffe: Dieser Ansatzpunkt ist besonders wichtig für kurzlebige Wirtschaftsgüter (Nutzungsdauer ein Jahr oder geringer). Der Kunststoffbedarf dieses Sektors entspricht etwa 50% der globalen Kunststoffproduktion von 280 Millionen Tonnen pro Jahr^{viii}. Die gesamte Kunststoffproduktion weltweit beansprucht 4% der globalen Mineralölproduktion. Biobasierte Rohstoffe können den Bedarf fossiler Ressourcen reduzieren. Die Herausforderung ist hierbei Produkte mit vergleichbarer mechanischer Belastbarkeit und geringem Eigengewicht herzustellen wie bei erdölbasierten Kunststoffen. Zudem besteht Forschungsbedarf zur verstärkten Nutzung der „zweiten Generation biobasierter Rohstoffe“, welche bspw. aus Lignocellulose gefertigt werden wie sie in Gräsern und Halmen zu finden ist. Gelingt diese Weiterentwicklung in der Erschließung der Rohstoffquellen nicht, ist zu befürchten, dass die Rohstoffquellen für biobasierte Kunststoffe vermehrt außerhalb Europas gesucht werden und dort auch Produzenten biobasierter Kunststoffe neue Standorte – zu Lasten der Standorte Europas – aufbauen.

Bioabbaubare Kunststoffe: Bioabbaubare Kunststoffe helfen – durch ihre Kompostierbarkeit in Kompostieranlagen- mehr Bioabfälle separat zu sammeln und somit Kreisläufe der Bioökonomie zu schließen durch Bioabfallsammlung. Benötigt werden in Zukunft kompostierbare Kunststoffe die im Bereich der Einwegverpackungen über ähnliche Schutzfunktionen verfügen wie konventionelle Kunststoffe.

Chancen für NRW:

In NRW ansässig sind mehrere Unternehmen des Mittelstands welche im Bereich Biokunststoffe führend sind:

BIOTEC, Emmerich: Biotec ist einer der Weltmarktführer in der Produktion biobasierter und bioabbaubarer Kunststoffe. In Frankreich ist das Unternehmen Marktführer in der Produktion kompostierbarer Beutel und Tüten, auch in anderen Ländern hat das Unternehmen eine Spitzenposition inne.

FkuR, Willich: FkuR verarbeitet biobasierte und kompostierbare Kunststoffe auf Basis von Polymilchsäure. Filme aus diesem Hochleistungsmaterial können bspw. zur Produktion von kompostierbaren Tiefkühlverpackungen genutzt werden. FkuR hat in mehreren Märkten eine Spitzenposition in der Vermarktung kompostierbare Folien, in Europa ist es das einzige Unternehmen, welches als Vertriebspartner biobasiertes Polyethylen anbietet.

Victorgroup, Frechen: Victorgroup ist im deutschsprachigen Raum Marktführer in der Verarbeitung von biobasierten, kompostierbaren Kunststoff zu Kunststofftüten. Dieser Produktionsschritt der Verarbeitung von Granulat zu Tüten wird in der Regel in Asien durchgeführt, über 80% der Kunststofftüten in Europa werden aus Asien importiert. Victor hat sich darauf spezialisiert, kompostierbares Granulat zu verarbeiten und hat dadurch Arbeitsplätze in NRW und in Brandenburg geschaffen.

In keinem anderen Bundesland in Deutschland und - gemäß unseren Informationen - in keiner anderen Region Europas gibt es eine solche Dichte von Marktführern in der Produktion und Verarbeitung von Biokunststoffen. Durch gezielte Förderung dieses Industriebereichs könnte NRW im Zukunftsmarkt Biokunststoffe vermutlich weitere Arbeitsplätze schaffen und eine europaweite Führung in dem Bereich ausbauen.

4. Welche Herausforderungen werden, vor dem Hintergrund der anzunehmenden Entwicklungen (Stichwort "Megatrends") auf den Bereich der Werkstoffe/ Kunststoffe einwirken und welcher Handlungsbedarf wird daraus abgeleitet?

Folgende Megatrends haben insbesondere Auswirkung auf den Bereich Kunststoffe, insbesondere Biokunststoffe:

Ressourceneffizienz, Klimaschutz: Unabhängig von der Anwendung werden Kunststoffe benötigt, welche geschlossene Kreisläufe fördern. In langlebigen Anwendungen werden Lösungen benötigt die gut rezyklierbar sind. In einigen kurzlebigen Anwendungen werden kompostierbare Kunststoffe an Bedeutung gewinnen. Wichtig ist jedoch stets eine Betrachtung der Anwendung um den optimalen Rohstoff und den optimalen Entsorgungsweg festzulegen. Beispielsweise ist es ökologisch sinnvoll, kompostierbare Beutel und kompostierbare Verpackungen von Lebensmitteln einzusetzen, wenn dadurch erreicht wird, daß mehr Bioabfälle separat gesammelt werden können. Andererseits sollten etablierte, funktionierende Recyclingsysteme (wie PET Flächen) nicht auf kompostierbare Verpackungen umgestellt werden.

Mobilität: Dieser Megatrend fordert die die Entwicklung noch leichter, zugleich stabiler Kunststoffkonstruktionen.

Landwirtschaft / Ernährung: Zur Förderung einer möglichst effizienten und zugleich nachhaltigen Landwirtschaft werden bioabbaubare Mulch Folien an Bedeutung gewinnen. Diese bioabbaubaren Mulch Folien müssen nach der Ernte vom Landwirt nicht eingesammelt und entsorgt werden. Aufgrund der anhaftenden Erde müssten vergleichbare Folien aus herkömmlichem Kunststoff im Restmüll entsorgt und verbrannt werden. Effizienter ist hier der Einsatz bioabbaubarer Mulch Folie.

5. Welche Chancen und Risiken bietet sowohl der Markt als auch F+E bei konventionellen und biobasierten Kunststoffen der chemischen Industrie in Deutschland bzw. NRW, bezogen auf weltweite Entwicklungen?

Abgeleitet aus den Megatrends entstehen Chancen in allen Bereichen, in denen Kunststoffe aufgrund des Benefits in einer bestimmten Anwendung gefördert werden:

- In Deutschland erlaubt die novellierte Bioabfallverordnung, dass kompostierbare Kunststofftüten zur Entsorgung von Bioabfällen in der Biotonne entsorgt werden dürfen. Damit wird eine wichtige gesetzliche Klarheit für den Markt geschaffen.
- In Europa fördert die Umsetzung der Bioökonomie und der Ressourceneffizienzstrategie die separate Bioabfallsammlung und damit den Einsatz kompostierbarer Werkstoffe die in bestimmten Anwendungen die Bioabfallsammlung erleichtern. In den Niederlanden werden die europaweit höchsten Sammelquoten für Bioabfälle erlangt; einen wesentlichen Beitrag hierzu leistet die Regulierung in den Niederlanden, welche gestattet, dass kompostierbare Lebensmittelverpackungen zusammen mit den Bioabfällen in der Biotonne entsorgt werden dürfen.^{ix}
- In China wächst der Bedarf für kompostierbare Mulch Folien; dort sind herkömmliche Kunststofffolien bisher in der Regel untergepflügt worden in der Landwirtschaft wodurch die Fruchtbarkeit der Böden gelitten hat.

6. Welchen Einfluss können Werkstoffe auf langlebigere Nutzung von Produkten haben?

Ausgangspunkt der Produktentwicklung sollte jeweils eco-Design sein. Die Dauerhaftigkeit des Kunststoffs wird somit der Anwendung angepasst. Im Bereich Verpackungen von Frischlebensmitteln und Mulch Filmen in der Landwirtschaft genügt eine Dauerhaftigkeit von einigen Wochen in der Nutzungsphase des Kunststoffs; kompostierbare Filme sind hier sinnvoll einzusetzen. Im Bereich der langlebigen Güter ist das Gesamtsystem möglichst so zu gestalten, dass der Kunststoff – nach der Nutzung –recycelt werden kann. Neben der anwendungsbezogenen Produktentwicklung ist auch die Information und Dialog mit den Bürgern wichtig. Erziehung und gesetzliche Maßnahmen sind notwendig um bspw. ‚marine littering‘ zu unterbinden und die Umsetzung einer Bioökonomie zu fördern.

7. Welchen Einfluss haben nanotechnologische Applikationen bei bereits genutzten Materialien, um diese langlebiger, ressourceneffizienter, wirtschaftlicher zu machen? Gibt es negative Aspekte dieser Entwicklung?

Ein wichtiges Beispiel für eine nanotechnologische Anwendung im Kunststoffbereich ist Dämmmaterial, dessen Lufteinschlüsse so klein sind, dass sie im Nanobereich liegen. Solch ein Dämmmaterial mit sehr kleinen Luftkammern verfügt über sehr gute Isoliereigenschaften im Vergleich zu Dämmmaterial mit größeren Lufteinschlüssen. Eine andere etablierte Anwendung von Nanotechnologie sind Katalysatoren im Automobilsektor. Auch hier liegen die „wirksamen“ Partikel im Nanobereich. Diese Beispiele zeigen einerseits, dass Nanotechnologie die Ressourceneffizienz in bestimmten Anwendungen deutlich steigern kann. Andererseits wird aus den Beispielen auch deutlich, dass nicht die Größenordnung einer Technologie alleine bestimmt, ob sie negative Aspekte hat. Eine geeignete Datenbank zur Erfassung von Produkteigenschaften im Nanobereich ist das europäische

Chemikalienregister REACH. Die bestehenden Gesetzeswerke sollten genutzt werden um jegliche Effekte von Produkten entlang ihres Lebenszyklus (wie Bsp. Abrieb) zu erfassen.

8. Inwieweit gibt es Unterschiede- sowohl in chemisch-technischer Hinsicht als auch bei der rechtlichen Einordnung - bei der Kompostierbarkeit zwischen petrochemisch und biobasierten Kunststoffen und wie wirken sich diese Unterschiede bei der Verwendung / Einsatzmöglichkeiten aus?

Die vollständige Kompostierbarkeit eines Kunststoffs bestimmt sich allein aus der Zusammensetzung des Polymers, jedoch nicht aus der Rohstoffquelle. Der Abbau eines biologisch abbaubaren Kunststoffs erfolgt in einer Kompostierungsanlage durch Mikroorganismen wie z.Bsp. Bakterien. Jedoch können diese den Kunststoff nicht direkt abbauen: die Bakterien sondern Enzyme ab, welche dazu führen, dass die Polymerketten in kleinere Bestandteile zerfallen, welche von den Bakterien dann vollständig verstoffwechselt werden können. Dies funktioniert mit einem biologisch abbaubaren Kunststoff – denn hier können die Bakterien die Polymerketten zerlegen. Ein konventioneller Kunststoff (wie PE) kann jedoch nicht enzymatisch abgebaut werden und ist daher nicht kompostierbar. So ist auch ein biobasiertes Polyethylen nicht biologisch abbaubar, weil die Struktur des Moleküls nicht angreifbar ist für die Enzyme der Bakterien. Entsprechend entscheidet nur die Zusammensetzung der Polymerkette – jedoch nicht die Rohstoffquelle- über die Kompostierbarkeit.

Die Entscheidung, ob in einer Anwendung für kompostierbare Kunststoffe fossile oder biobasierte Rohstoffe zum Einsatz kommen sollte daher in Abhängigkeit der Ökoeffizienz der Produktvarianten getroffen werden.

9. Welche Forschungstrends zeichnen sich aktuell bei den petrochemischen und biobasierten Kunststoffen ab?

Wesentliche Forschungstrends zu biobasierten und fossilen Kunststoffen sind unter der Antwort zu Frage 3 zusammengefasst. Betreffend den Einsatz fossiler Kunststoffe ist zusätzlich die Erhöhung des Recyklatanteils als ein bedeutendes Forschungsziel zu erwähnen.

10. Welche Unterschiede in physikalisch-mechanischen Eigenschaften sowie der Verarbeitbarkeit bestehen zwischen konventionellen und biobasierten Kunststoffen und welche Probleme ergeben sich daraus bei der Weiterverwertung / Recycling von biobasierten Kunststoffen aufgrund anderer Eigenschaften?

Ein biobasierter Werkstoff wie biobasiertes Polyethylen ist in seiner Struktur identisch mit fossil basiertem Polyethylen. Bei diesem biobasierten PE können sich aufgrund der identischen chemisch/physikalischen Zusammensetzung keine Unterschiede in der Rezyklierbarkeit ergeben relativ zu fossil basiertem PE.

Die Firma BIOTEC in Emmerich hat untersucht wie biobasierte und kompostierbare Filme (mit anderer chemischer Zusammensetzung als Polyethylen) sich auswirken auf das PE Recycling. In den entsprechenden Untersuchungen wurden keine negativen Einflüsse auf die Produkteigenschaften des rezyklierten Polyethylens festgestellt^x. Die Hochschule Hannover hat ebenfalls untersucht, wie ein kompostierbarer Werkstoff sich auswirkt auf die mechanischen Eigenschaften von rezyklierten Polyethylen. Die Untersuchung kommt zu folgendem Ergebnis:

„Zusammengefasst haben die Untersuchungsergebnisse aufgezeigt, dass sich [der kompostierbare Kunststoff] ecovio prinzipiell zum Recycling eignet. Die prozentuale Zuführung von ecovio zu den beiden [untersuchten] PE-LD Typen führte weitestgehend zu keiner signifikanten Veränderung der resultierenden Folieneigenschaften. Lediglich führte vereinzelt eine 10% Ecovio-Zumischung zu leicht spröderen Folieneigenschaften.“^{xi}

Biobasierte Kunststoffe können in Recyclinganlagen separat („positiv“) sortiert werden, falls sie über eine andere chemische Zusammensetzung verfügen als konventionelle Kunststoffe. Dies wird ökonomisch möglich sein, sobald die Marktdurchdringung der biobasierten Kunststoffe weiter zunimmt. Die vorliegenden Studien seitens Industrie und Wissenschaft geben keinen Anhaltspunkt dafür, dass biobasierte und kompostierbare Kunststoffe (wie sie in Folien eingesetzt werden), das Recycling von PE negativ beeinflussen.

11. Welchen Entwicklungsstand haben biobasierte Kunststoffe aktuell erreicht und in welchem Umfang (sowohl Einsatzgebiete als auch Menge) eignen sich diese jetzt bzw. kurzfristig als Ersatz für konventionelle Kunststoffe?

Kompostierbare Kunststoffe eignen sich bspw. für den Einsatz von Tüten die zur Sammlung von Bioabfall dienen. PlasticsEurope schätzt den Einsatz von Einwegkunststofftüten in Europa auf 800.000 Tonnen im Jahr^{xii}. Jener Anteil Tüten davon, welche zur Sammlung der 30 Millionen Tonnen Bioabfall in Europa zweckmäßig eingesetzt werden können, leisten einen Beitrag zu einer Bioökonomie. Denn Untersuchungen zeigen, dass Bürger mehr Bioabfälle separat sammeln, falls kompostierbare Tüten verfügbar sind^{xiii}. Zudem ergeben sich Vorteile durch den Einsatz kompostierbarer Kunststoffe bei Verpackungen, an denen Lebensmittelreste anhaften und bei denen eine Rezyklierbarkeit nicht genügend gegeben ist. In der Landwirtschaft werden weltweit rund 6,5 Millionen Tonnen Kunststoffe im Jahr eingesetzt^{xiv}. Auch hier ist oftmals ein Einsatz kompostierbarer Kunststoffe zweckmäßig, z.Bsp. im Bereich Mulch Filme.

Im Bereich biobasierter Kunststoffe (die nicht kompostierbar sind) ist ebenfalls eine fallweise Betrachtung notwendig. In Anwendungen sollte eine Ökoeffizienzuntersuchung darüber entscheiden, ob fossile oder biobasierte Kunststoffe zum Einsatz kommen.

Zu berücksichtigen ist bei den Möglichkeiten der Marktentwicklung biobasierter Kunststoffe auf jeden Fall ein Mass Balance (Massenbilanz) Verfahren. Denn in großchemischen Prozessen ist es ineffizient nur einzelne Chargen der kontinuierlichen Produktion auf biobasierte Rohstoffe umzustellen. Ein Massenbilanzverfahren ermöglicht es aber dem Kunden (zertifiziert durch unabhängige Parteien) zu bestätigen, dass für die Produktion des verkauften Produkts biobasierte Rohstoffe eingesetzt wurden. Ausschlaggebend für den Beitrag zum Schutz fossiler Ressourcen ist dabei alleine, dass für die Produktion des Produkts eine gewisse Menge fossile durch biobasierte Rohstoffe ersetzt wurde. Bestätigt dies eine unabhängige Zertifizierung, dann ermöglicht das Mass Balance Verfahren der chemischen Industrie eine transparente und zugleich effiziente Substitution von fossilen durch biobasierte Rohstoffe.

12. Welche Stärken und Schwächen haben biobasierten Kunststoffen gegenüber petrochemisch basierten, besonders im Hinblick auf Einsatzmöglichkeit, technische Eignung, Toxizität, Ressourceneinsparung (sowohl in der Produktion als auch

beim späteren Einsatz) und Recyclebarkeit?

Dies kann beispielhaft für Polyethylen beantwortet werden. Polyethylen stellt mit über 30% der weltweiten Kunststoffproduktion das wichtigste Polymer dar^{xv}. Die Rohstoffquelle eines Polyethylens entscheidet nicht über dessen mechanische Eigenschaften. Entsprechend hat eine biobasiertes Polyethylen dieselben mechanischen Eigenschaften wie ein fossil basiertes Polyethylen. Eine Stärke des biobasierten Polyethylens ist die Schonung fossiler Ressourcen und ein verringerter Ausstoß von Treibhausgasen entlang des Lebenszyklus (im Vergleich zum fossilen Polyethylen). Ein Nachteil des biobasierten Polyethylens ist der größere Flächenbedarf im Anbau der Rohstoffe. Der gesamte Flächenbedarf der Rohstoffe für biobasierter Kunststoffe nimmt derzeit ca. 0,006% der globalen Agrarfläche in Anspruch.

Kompostierbare, biobasierte Kunststoffe haben gegenüber herkömmlichen Kunststoffen Vorteile in der Umweltbilanz, wenn sie dazu beitragen, dass mehr Bioabfälle separat gesammelt werden. Ein weiteres Beispiel für eine entsprechende Anwendung ist Catering Geschirr an dem Lebensmittelreste anhaften.

13. Wie beurteilen Sie das Entwicklungs- sowie das Wachstumspotential und die Einsatzmöglichkeiten biobasierter und biologisch abbaubarer Kunststoffe und wo sehen Sie Forschungsbedarf?

Die Wachstumsrate für biobasierte Kunststoffe wird auf ca. 20% bis zum Jahr 2020 geschätzt^{xvi}. Biokunststoffe sind somit ein – heute noch kleiner- dennoch sehr schnell wachsender Markt. Ein wichtiger Schwerpunkt der weiteren Marktentwicklung liegt voraussichtlich im Bereich Verpackungen^{xvii}.

Wichtiger Forschungsbedarf liegt im Bereich der Einwegprodukte an der Erschließung weiterer biobasierter Rohstoffquellen und im Bereich der langlebigen Güter bei der Konstruktion noch leichter Kunststoffbauteile. Im Bereich der kompostierbaren Kunststoffe ist zudem eine noch schnellere Kompostierbarkeit der Kunststoffe eine wesentliche Unterstützung um noch kürzere Kompostierzyklen in industriellen Kompostieranlagen zu ermöglichen.

14. Biologische Abbaubarkeit: Bei welchen Anwendungen ist diese Eigenschaft vorteilhaft und bei welchen nachteilig und wie beeinflusst das die Wiederverwendung (Recycling), welches sind die typischen abiotischen Abbauvorgänge bei den technischen Polymeren in der Natur?

Anwendungen für kompostierbare Kunststoffe sind unter den Antworten zu den Fragen 11 und 13 beispielhaft zusammengefasst. Genannt werden kompostierbare Tüten für die Bioabfallsammlung, Lebensmittelverpackungen an denen Lebensmittelreste anhaften, Anwendungen in der Landwirtschaft sowie Catering/Einweggeschirr. Nicht geeignet ist der Einsatz von kompostierbaren Kunststoffen in dauerhaften Anwendungen, die einer starken Witterung ausgesetzt sind (etwa Stoßdämpfer von Automobilen). Andererseits kann nicht gefolgert werden, dass ein kompostierbarer Kunststoff grundsätzlich nicht für eine dauerhafte Anwendung geeignet sei. Im Automobilsektor werden beispielsweise Verbundwerkstoffe auf Basis biobasierter Polymilchsäure eingesetzt.

Untersuchungsergebnisse zu dem Recycling kompostierbarer Kunststoffe sind unter Frage 10 zusammengefasst.

Die üblichen abiotischen Vorgänge des Abbaus von Polymeren in der Natur erfolgen vor allem durch chemische und physikalische Prozesse, die teilweise zusammenwirken: dies umfasst eine chemische Hydrolyse (ohne Mitwirkung eines Enzyms), Oxidation und Abbau

durch UV-Strahlung des Sonnenlichts. Der strahlungsinduzierte Abbau führt durch die Bildung von reaktiven Radikalen direkt, oder über die zusätzliche Anlagerung von Sauerstoff zur Spaltung einer Polymerkette. Polyester (z.B. ecoflex oder PLA) können in Gegenwart von Wasser durch Hydrolyse abgebaut werden. Desintegration wird darüber hinaus in der Natur häufig auch durch mechanische Einflüsse bewirkt.

ⁱ PlasticsEurope 2012. Business Data and Charts 2012 on World Plastics Demand

ⁱⁱ Consultic GmbH. Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland, 2011

ⁱⁱⁱ European Bioplastics, 2012

^{iv} PlasticsEurope, 2012

^v Idem

^{vi} Consultic GmbH, 2011

^{vii} VCI, 2013

^{viii} Hopewell et al 2009, Plastic Recycling. Challenges and Opportunities. The Royal Society.

Philosophical Transactions: Biology

^{ix} Compost Production and Use in the EU, 2008

^x Biotec, Degradable plastics impact on recycling. EUPC conference, Brussels, June 27th, 2013

^{xi} Hochschule Hannover, 2013. Untersuchungsbericht. Einfluss von ecovio auf die Eigenschaften von PE-LD

^{xii} <http://www.plasticseurope.org/information-centre/plastics-in-the-media/articles-published-in-2012/what-should-be-done-about-plastic-bags.aspx>

^{xiii} Müll und Abfall, Oktober 2012

^{xiv} Scarascia-Mugnozza et al 2011, Journal of Agricultural Engineering

^{xv} PlasticsEurope 2012. Business Data and Charts 2012 on World Plastics Demand

^{xvi} Bio-based and biodegradable plastics. New members of the plastics family. PlasticEurope, 2013

^{xvii} Idem.