



Mülldeponie in Sahival Jhal in Pakistan

Nachhaltige Verpackungsalternative

Die Rohstoffe unserer Welt sind, wie die Kapazitäten unserer Ökosysteme, ob klein oder groß, begrenzt. Vom winzigen Wald bis hin zum riesigen Meer, die Plastikflut erstreckt sich über den gesamten Horizont und das bringt enorme Konsequenzen mit sich.

Die Ozeane und Wälder unserer Welt sind besonders von diesem Problem betroffen. Dies kann sogar ein kleiner Spaziergang im Wald bezeugen:

Der Duft von frischer Natur nach einem Regenfall, der erste Sonnenstrahl, der sanft unser Gesicht erwärmt und der leise Gesang einer Vielfalt an Vogelarten, begleitet von einem kühlen Windhauch. Unsere romantisierte Empfindung der Natur wird rasch von der ersten Coca-Cola Flasche zerstört und auch die nächste Verpackung eines Schokoriegels macht auf dieses Problem aufmerksam.

Wie kann man als Konsument nun gegen diese riesige Plastikmenge ankommen? Heutzutage existieren viele Lösungsansätze, die Plastik reduzieren sollen. Online-Blogs sind dem sogenannten Low Waste Lifestyle gewidmet, inspirierende Instagram Posts, voller beeindruckender Plastikfrei-Ideen fluten unsere Feeds und der nächste Facebook Beitrag eines Freundes, der auf die Dokumentation „Seaspiracy“ aufmerksam machen möchte, regt einen zum Denken an. Die große Herausforderung: fast alle Verpackungen bestehen aus Plastik und es finden sich selten Alternativen. Als besonders problematisch erweist sich dies bei unseren Lieblingsprodukten.

Um die Produktpanne einzugrenzen, entschied ich mich für eine nachhaltige Verpackung für Aufschnitt, denn Wurst, Käse und pflanzliche Alternativen dürfen keinesfalls auf unserem Brot fehlen.

Vorteile und Nachteile von Plastik

Vorteile

Hierbei handelt es sich um **Thermoplaste**:

- Sie sind sehr günstig.
- Sie sind formbar, was sie vielfältig, serienreif und praktikabel macht. Mischt man andere Materialien bei, können sie extrem variieren und in allen denkbaren Lebensbereichen eingesetzt werden.
- Sie verfügen über ein geringes Gewicht aufgrund ihrer Dichte von nur 800 bis 2200 kg/m³. Im Transport kann dies indirekt Kraftstoffverbrauch und somit auch Kosten senken.
- Sie sind Keim- und Bakterienresistent und eignen sich daher für die Pharma- und Verpackungsindustrie.
- Sie ermöglichen eine lange Haltbarkeit von Lebensmitteln und wirken aufgrund dessen der Lebensmittelverschwendung entgegen.¹

Nachteile

Auch wenn Thermoplaste viele Vorteile bieten, sind die Folgen eines gewissenlosen und verschwenderischen Umgangs tragisch.

Besonders die geringen Kosten des Produktes müssen hinterfragt werden, denn gefertigt werden sie aus der endlichen Ressource Erdöl. Hinzu kommen der enorme Energieaufwand und

Wasserverbrauch, der im gesamten Herstellungsprozess entsteht. Für ein Kilo Polyethylen werden beispielsweise 81 Kilojoule und 10 Liter Wasser verwendet.² Auch die Herkunft der Energiequelle ist kritisch zu betrachten. Am Beispiel des größten Plastikproduzenten China³, ist zu sehen, dass seine Energie zum größten Teil aus Kohlekraft bezogen wird.⁴ Zusätzlich verschlechtern lange Transportwege die bereits negative Ökobilanz und man versteht schnell, dass sich der



momentane Marktpreis des Produktes weit unter seinem immanenten Wert befindet. Ein Ausgleich dieses enormen Werteunterschieds kann nur über staatliche Subventionen entstehen. Im Jahr 2013 lag das geschätzte Subventionsvolumen zwischen den Grenzen von 0,78 bis 2,84 Milliarden Euro, bezogen auf die Nichtbesteuerung der stofflichen Nutzung von Rohbenzin in Deutschland.⁵

Das Produkt kann darüber hinaus schwere gesundheitliche Schäden verursachen, wenn unter anderem Weichmacher oder Flammschutzmittel zugesetzt wurden. Diese können in verpackte Lebensmittel übergehen und hormonelles Ungleichgewicht herbeiführen. In Polycarbonat wird ungeraderem Bisphenol A freigesetzt, was häufig mit Entwicklungsstörungen assoziiert wird.⁶ Bedenken muss

man zudem den Aspekt der Millimeter kleinen Plastikpartikel, Mikroplastik, dessen langfristige Folgen auf den Menschen bisher noch nicht bekannt sind, jedoch bei Meeresorganismen Hirntumore, physiologische Störungen und erhöhte Sterberaten verursachen.⁷ Dies beeinflusst Nahrungsketten und Ökosysteme.

Der ineffiziente und unökonomische Gebrauch von Plastik hat zur Folge, dass heutzutage ca. 19 Tausend Plastikteile pro km² den Ozean belasten.⁸ Küstennahe Wirtschaftsregionen der Drittweltländer sind schwer betroffen, denn die Plastikmengen haben negativen Einfluss auf Fischfangerträge und beeinträchtigen den lokalen Tourismus. Die daraus resultierenden Konsequenzen, wie der Mangel an Arbeitsplätzen, Krankheiten aufgrund der Schadstoffverbreitung in Luft und Wasser und die Ausweglosigkeit der Müllbeseitigung, prägen das tägliche Leben der Bewohner.⁹ Neben der menschlichen Spezies sind auch Meeresorganismen betroffen, die sich an den Müllbergen verletzen, verhungern und vergiften. Artenarmut und belastete Nahrungsketten sind gravierende Folgen unseres Umgangs mit Plastik.¹⁰

Recycling bietet sicherlich eine kurzfristige Lösung zur Produktion von neuen Kunststoffen, doch jedes einzelne Recyclingverfahren birgt auch seine Nachteile. Weiterhin entsteht ein hoher Wasser- und Energieaufwand, der mit gewaltigen Kosten verbunden ist und häufig nicht aus nachhaltigen Quellen gewonnen wird. Außerdem sind Thermoplasten aus dünnen Kunststoffketten bestehende



Makromoleküle, die sich nach mehrfacher Verwendung abnutzen. Dies führt dazu, dass auch beim Recyclingprozess neue Kunststoffmoleküle produziert und zugesetzt werden müssen. Auch wenn ein nahezu perfekter Recyclingkreislauf entwickelt wird, bleibt Mikroplastik ein riesiges Problem, dessen zukünftige Auswirkungen noch unbekannte Folgen mit sich bringen werden.

Aus den oben angeführten Gründen müssen unbedingt nachhaltige Alternativen entwickelt und angewandt werden.

Zellulose als Alternative

Zellulose ist ein bereits bekanntes und genutztes Material in der Bioplastikindustrie. Hierzu werden ihre Ester und Derivate verwendet und zu Zellulose Acetat und Zelluloiden gefertigt. Zurzeit erweist sich Zellulose als gutes Additiv in stärkebasierten Kunststoffen, da sie ihre mechanischen Eigenschaften improvisiert und diversifiziert. Aus Zellulose gewonnenes Bioplastik sticht durch seine thermoplastischen Charakteristika stark hervor, ist multiresistent und kompostierbar.¹¹ Beim Vergleich von Zellulose mit Stärke fällt auf, dass Sie in einigen Aspekten überlegen ist: Sie konkurriert nicht mit Nahrungsquellen, wie beispielsweise Mais, Kartoffeln und Weizen,¹² kann aus nachhaltiger Forstwirtschaft bezogen werden und benötigt keine Dünge- und Pflanzenschutzmittel.

Doch auch wenn Zellulose ein vielversprechender Ausgangsstoff ist, sind Gewinnungs- und Verarbeitungskosten noch hoch. Wie kann also der Preis von Zellulose gesenkt werden.

Hot Pressing

Direkte Nutzung von Zellulose Zellstoff kann verhindern, dass überflüssige Produktionsschritte den finanziellen Kurs erhöhen. Hierzu könnte das sogenannte „Hot Pressing“ einen Lösungsansatz bieten. 2013 entwickelte eine Gruppe an Forschern der Shanghai Universität eine Methode, bei der Zellulose Hydrogel in einem Heißpressverfahren modifiziert wird. Das daraus resultierende Material erwies sich als besonders reißfest, flexibel und temperaturresistent und die teure Herstellung von Estern oder Derivaten konnte umgangen werden.¹³



Meeresalgen

Einige Grünalgenarten enthalten große Mengen an Zellulose und gleichen in ihrer Struktur üblichen Landpflanzen sowie Bäumen. Der hochkristalline Gehalt an Zellulose Mikrofibrillen liegt in bestimmte Arten bei sogar 20-30% an Massenanteil, wenn nicht höher. Besonders im Meer vorkommende Grünalgengattungen, zu denen *Boergesenia*, *Cladophora* und *Valonia* gehören, bieten für die Gewinnung von Zellulose für Bioplastik Forschungsansätze.¹⁴

Algengewinnung durch Nutzung anthropogener Eutrophierung

Anthropogene Eutrophierung sollte mittlerweile jedem ein Begriff sein, denn seit Jahren wird von neuen Ozean Todeszonen¹⁵ und auch lokalen umgekippten Gewässern berichtet. Sie ist ein nationales

sowie internationales Problem, denn die enorme Anreicherung von Gewässern mit Phosphaten, Nitraten und anderen organischen Materialien, beeinflusst oder zerstört ganze Ökosysteme weltweit und begünstigt Spezieszsterben.

Seit dem Verbot phosphathaltiger Waschmittel im Jahre 1986, liegt das Hauptproblem bei landwirtschaftlich genutzten Flächen.¹⁶ Der Dünger in angereicherten Böden gelangt in Grundwassersysteme und über Oberflächenabschwämmungen und Niederschlag auch in Gewässer. Die Folge des Nährstoffreichtums ist die schnelle und starke Zunahme von Algen, vorwiegend Grünalgen, sowie Cyanobakterien und einigen anderen Pflanzenarten.

Es entsteht ein scheinbar auswegloser Zyklus: Die dichten Algenmassen an der Wasseroberfläche mindern die Lichtverhältnisse im Gewässer und hindern wichtige Pflanzenarten an existenzieller Photosynthese. Sobald die Algenblüte und Pflanzen absterben, nimmt die Menge an Destruenten zu, welche besonders viel Sauerstoff verbrauchen und exorbitante Mengen an Phosphaten und Stickstoffverbindungen freisetzen. Die Sauerstoffkonzentration im Gewässer fällt. Aufgrund dessen sterben unzählige Mengen an komplexeren Organismen und ihre organischen Reste sinken zugrunde, was wiederum die Zunahme an Destruenten fördert, welche noch mehr Nährstoffe freisetzen und den Sauerstoffgehalt erneut reduzieren.^{17, 18}

Diesen Prozess kann sich der Mensch zunutze machen, indem er die hohe Wachstumsgeschwindigkeit von Algenpopulationen zur Gewinnung von Zellulose, Alginaten, Agar-Agar und Biodiesel verwendet. Aus Braun- und Rotalgenarten gewonnenes Alginat sowie Agar-Agar, werden heutzutage zur Bioplastikherstellung gebraucht und sind ein vielversprechender ressourcenschonender Rohstoff.¹⁹

Bei positiver Betrachtung könnte der Mensch somit gegen zwei erhebliche ökologische Problematiken vorgehen und Zelluloseverpackungen günstig herstellen.

Kostensenkung mithilfe einer intelligenten Verpackung

Auch die Verpackung selbst, kann mithilfe intelligentem Designs Kosten einsparen, da nur eine Hälfte der Verpackung tatsächlich transparent sein muss. Dies wird am Beispiel der pflanzlichen Käsealternative „Grün Kraft“ der Firma Bauer deutlich.²⁰ Hier besteht die Unterseite aus einem blickdichten Thermoplast und kann genauso gut mit Pappe oder festeres Papier ersetzt werden. Anschließend wird das Material in eine schalenähnliche Form gebracht und mit einer biologisch abbaubaren Barrierebeschichtung versehen, durch die es geeignete Eigenschaften, wie den Schutz vor Bakterien und Keimen und Fettresistenz, erhält.²¹

Hanf statt Pappe

An Stelle von Papier oder Pappe kann langfristig über die Nutzung von Hanfpapier als Alternative nachgedacht werden. Es kann mit dem fünffachen Ertrag pro Fläche im Vergleich zur traditionellen Papierherstellung gerechnet werden,²² was eine größere Verfügbarkeit von Zellulose für Bioplastik ermöglichen könnte. Hinzu kommt, dass sich der Anbau aus ökologischer Sicht als besonders sinnvoll erweist, da Nutzhanf ohne Tetrahydrocannabinol, kurz THC, gezüchtet wurde und für die Herstellung von wertvollen Hanfsamen geeignet ist. Aus ihnen können unter anderem Omega-3 Fettsäuren, Gamma-Linolensäure und alle essentiellen Aminosäuren gewonnen werden.²³ Vorteilhaft stellt sich auch der pestizidfreie Anbau des Hanfes dar. Das Nebenprodukt Cannabidiol, CBD, ist für die Pharmaindustrie von Interesse und bietet für die Produktion von Arzneimitteln moderne Forschungsmöglichkeiten.²⁴

Die kommerzielle Nutzung von Hanf ist aufgrund der vielen Umstrittenheiten in der Historie jedoch zurzeit noch sehr unrealistisch, weshalb es vorerst sinnvoll ist, recyceltes Papier oder Pappe einzusetzen, um eine Polarisierung der Gesellschaft zu vermeiden

Kleber

Der untere Teil der Verpackung wird nun mit der dünnen Oberschicht aus Zelluloseplastik verklebt. Chitosan, ein biologisch abbaubarer Kleber, könnte langfristig eine gute Alternative für herkömmlichen Kleber sein, denn er kann günstig und nachhaltig produziert werden. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn er aus Zygomycetes, den sogenannten Jochpilzen, gewonnen wird, da sie sich gerne in Abfallprodukten ansiedeln. Als Kleberalternative werden bereits die Jochpilze *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* und *Plerotus sajor-caju* verwendet. Die große Schwierigkeit hierbei ist jedoch, dass die Hauptquelle von Chitosan Krustentiere sind, die aufgrund einer stetig wachsenden Nachfrage ausgebeutet werden. Die bei der Verarbeitung aus Schalenabfällen entstehenden Ausflüsse sind schädlich und sprechen gegen die Nutzung des Ausgangsprodukts. Bis zu dem Zeitpunkt zu dem Chitosankleber kommerziell nutzbar ist, bietet sich ein stärkebasierter Kleber an.^{25,26}



Etiketten

Viele Start-Ups und Unternehmen stellen bereits eine Vielzahl von biologisch abbaubaren und nachhaltigen Etiketten her, die leicht durch einen Websearch zu finden sind.²⁷ Passend zu dem, sind auch ressourcenschonende Druckfarben mit gleichen Eigenschaften erhältlich und werden aus Sojaöl, Sonnenblumenöl oder Rapsöl hergestellt.²⁸

Herausforderungen und Chancen

Jede Veränderung bringt Konsequenzen und Chancen mit sich. Die Herausforderungen einer industriellen Transformation sind umfangreich und müssen im Rahmen der nachfolgenden Generationen betrachtet werden.

Herausforderungen

Der Bau von industriellen Kompostanlagen, die für biologisch abbaubare Verpackungen notwendig sind, ist kostenintensiv. Außerdem produziert Bioplastik große Mengen an organischen Abfällen und zersetzt sich nur unter bestimmten Bedingungen, die je nach Rohstoff variieren. Damit eine vollständige Zersetzung erfolgen kann, müssen unter anderem hohe Temperaturen (über 60 Grad Celsius) gegeben sein, die bei normaler Kompostierung nicht erreicht werden können.²⁹

Mineralbasierter Plastik ist und bleibt weiterhin im Umlauf, denn die Herstellung und Verwendung findet weltweit statt. Zusätzlich wurden bereits riesige Mengen an Plastik produziert, die zu Mikroplastikpartikeln werden, aber sich nicht vollständig zersetzen können.³⁰ Hinzu kommt, dass die Produktion und das Recycling von Plastik energie- und wasserintensiv sind und die Umwelt und das

Klima schädigen. Bioplastik und seine Komponenten benötigen ebenfalls viel Energie und Wasser zu ihrer Gewinnung und Herstellung, wozu ressourcenschonende Verfahren entwickelt werden müssen.

Die maschinellen Herstellungsprozesse in der Kunststoffindustrie müssen verändert und an den Wandel angepasst werden. Dies wird viel Zeit in Anspruch nehmen und mit hohen Forschungs- und Entwicklungskosten verbunden sein. Des Weiteren ist die wissenschaftliche und technische Entwicklung arbeitsintensiv und aufwendig und muss finanziert werden.

Da die Nutzung von Plastik alltäglich ist, müssen Konsumenten sowie staatliche Institutionen von neuen Rohstoffen und alternativen Verpackungsmöglichkeiten überzeugt werden. Das erweist sich als besonders schwierig, wenn die Verwendung von Bioplastik höhere Marktpreise für Lebensmittel und Pflegeprodukte verursacht.

Ein konsequenter Wandel führt zu mikro- und makroökonomischen Veränderungen, die sich negativ in nationalen Produktionsketten und internationalen Handelsbeziehungen äußern können.

Chancen

Die Nutzung von Bioplastik führt zu ökonomischen Vorteilen. Algen z.B. können lokal und international geerntet werden und bieten Drittweltländern, in denen anthropogene Eutrophierung eine große Problematik darstellt, neue Chancen: es werden Arbeitsplätze und Handelsbeziehungen geschaffen, der Wohlstand steigt und die Lebensumstände verbessern sich.

Zelluloseverpackungen, die nach dem beschriebenen Verfahren hergestellt werden, können für eine Vielzahl von Produkten verwendet werden. Mithilfe eines intelligenten Produktionsverfahrens von alternativen Verpackungen, wie dem Hot Pressing, werden enormen Mengen an Energie und Wasser eingespart, die sonst bei der Produktion von Plastik anfallen würden.

Die Mengen an Plastikmüll, die in die Ozeane und unsere Natur gelangen, werden signifikant reduziert und das bereits existente Plastik kann wiederverwendet und da eingesetzt werden, wo es benötigt wird. Aufgrund der Reduzierung von Plastikmüll werden sich Ökosysteme regenerieren und die Artenvielfalt in Flora und Fauna zunehmen. Wir können unseren nachfolgenden Generationen eine intakte Umwelt hinterlassen und die Schönheit dieser Welt teilen.

Organischen Materialreste und Algen können zur Herstellung von Biogas und Biokraftstoffen verwendet werden und zu sinkenden Biokraftstoffpreisen führen. Außerdem bietet die Kompostierung von Bioabfällen eine gute Alternative zu herkömmlichen Düngemitteln und kann für die Agrarwirtschaft von großer Bedeutung sein.³¹ Wenn der Eutrophierungszyklus unterbrochen wird, steigt der Sauerstoffgehalt in Gewässern und die Artenvielfalt wird zunehmen, was sich positiv im Lebensstandard betroffener Bevölkerungen äußern wird.

Fazit

Betrachtet man die Vor- und Nachteile biologisch abbaubarer Materialien, wie Zellulose, wird deutlich, dass es keinen einfachen Lösungsweg gibt. Der Wandel von Plastik zu Bioplastik ist mit Herausforderungen für die gesamte Welt verbunden, muss aber stattfinden, da die Folgen unseres Konsums unübersehbar sind und sich auf alle Lebewesen dieser Welt auswirken. Es mag ein großes Investment sein, doch nachfolgende Generationen werden uns danken.



verfasst von Marzena Mularek, 05.05.2021

Quellenverzeichnis

Literatur:

1. [Mal anders betrachtet: Die Vorteile und der Nutzen von Plastik \(plastikalternative.de\)](http://plastikalternative.de) 04.05.2021
2. [Plastik - Von Herstellung bis Entsorgung ein Problem für Mensch und Natur - lernen mit Serlo!](#) 04.05.2021
3. [What are the Top 5 Countries that Produce the Most Plastic? – I LIVE ECO™](#) 04.05.2021
4. [Save the world with internal combustion engines « JoNova \(joannenova.com.au\)](#) 04.05.2021
5. [2017-01-FOES-Studie-Stoffliche-Nutzung-Rohbenzin.pdf](#) 04.05.2021
6. [Schadstoffe in Plastik: Welche Stoffe eine Gefahr darstellen – BUND e.V.](#) 04.05.2021
7. [Was ist Mikroplastik? Definition, Folgen & Lösungen | CareElite](#) 04.05.2021
8. [Plastic Statistics – Ocean Crusaders](#) 04.05.2021
9. [Fishermen - Plastic Pollution \(weebly.com\)](#) 04.05.2021
10. [How Plastic Pollution Affects Marine Life \(myethicalchoice.com\)](#) 04.05.2021
11. [Bioplastic - Wikipedia](#) 04.05.2021
12. [Microsoft PowerPoint - 3. Kamphues \(dbu.de\)](#) 04.05.2021
13. [A bioplastic with high strength constructed from a cellulose hydrogel by changing the aggregated structure - Journal of Materials Chemistry A \(RSC Publishing\)](#) 04.05.2021
14. [Cellulose from cladophorales green algae: From environmental problem to high-tech composite materials - Mihranyan - 2011 - Journal of Applied Polymer Science - Wiley Online Library](#) 04.05.2021
15. [Causes, Effects and Interesting Solutions to Ocean Dead Zones - Conserve Energy Future \(conserve-energy-future.com\)](#) 04.05.2021
16. [Phosphat im Abwasser: Ursachen, Infos, Abwasseranalysen \(abwasser-analysezentrum.de\)](#) 04.05.2021
17. [Eutrophierung in Biologie | Schülerlexikon | Lernhelfer](#) 04.05.2021
18. [Eutrophierung - Kompaktlexikon der Biologie \(spektrum.de\)](#) 04.05.2021
19. [Agar bioplastic ~ Seaweed Packaging](#) 04.05.2021
20. [Vegane Käse-Alternative | Bauer Natur \(bauer-natur.de\)](#) 04.05.2021
21. [New biodegradable barrier coating for paper and cardboard packaging - bioplastics MAGAZINE](#) 04.05.2021
22. [Naturbettwaren aus Hanf \(dormiente.com\)](#) 04.05.2021
23. [Hemp Seeds: Benefits, Nutrition, Side Effects and Facts \(seedguides.info\)](#) 04.05.2021
24. [CBD Forschung: Neue Studie kommt zu erstaunlichem Schluss - Hanf Informationen \(info-hanf.com\)](#) 05.05.2021
25. [Fungal chitosan: prospects and challenges - ScienceDirect](#) 05.05.2021
26. [Can fungi compete with marine sources for chitosan production? - PubMed \(nih.gov\)](#) 05.05.2021
27. [Biodegradable Paper Stickers - Free US Delivery | Sticker it](#) 05.05.2021
28. [Biodegradable Plastic Bag & Eco Bag in Bangladesh \(biodegradablebd.com\)](#) 05.05.2021
29. [Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe | Umweltbundesamt](#) 05.05.2021
30. [Verrottet Plastik gar nicht oder nur sehr langsam? | Umweltbundesamt](#) 05.05.2021
31. [Kompostierung – Wikipedia](#) 05.05.2021

Quellenverzeichnis

Bild:

1. <https://unsplash.com/photos/ZVgxiKJIMk0>
2. <https://unsplash.com/photos/6xeDIZgoPaw>
3. <https://unsplash.com/photos/Jk1ESCc5i-I>
4. <https://unsplash.com/photos/YxIII1TFdwQ>
5. <https://unsplash.com/photos/4u-CNZazNb8>
6. <https://unsplash.com/s/photos/nature-beautiful>
7. <https://unsplash.com/photos/jFCViYFYcus>