



Plastik – nein danke!?

Kunststoffe unter der Lupe

KARIN ROTH

Riesige Müllstrudel im Meer, Kunststoffteilchen in Seefisch, Chemikalien in Lebensmittelverpackungen – es gibt viele gute Gründe, auf Kunststoff zu verzichten. Doch ist Plastik generell abzulehnen? Und: Sind die Alternativen wirklich ökologischer, gesünder, besser?

„Heutzutage werden ja sogar Bananen in Plastikfolie eingeschweißt, dabei sind die von Natur aus doch perfekt verpackt“, empört sich Vanessa Laumann. Die Chemikerin aus Köln findet Plastik „einfach total unästhetisch“ und lehnt das Material auch aus Umweltgründen ab. Seit sich Laumann Anfang des Jahres mit dem Thema näher beschäftigt hat, versucht sie, Kunststoff so gut es geht zu meiden und bei ihren Einkäufen keinen Plastikberg mehr mit nach Hause zu tragen.

Leichter gesagt als getan, denn Fakt ist: Von der Zahnbürste, über das Smartphone bis hin zum Fleecepullover – die meisten unserer Alltagsgegenstände bestehen aus Kunststoff. Seit rund 100 Jahren gibt es dieses unglaublich vielseitige Material: Dienten anfangs Naturstoffe wie Kautschuk oder Zellulose als Ausgangsprodukte für die Kunststoffherstellung, produziert man heutzutage fast ausschließlich synthetische Kunststoffe auf Basis von Erdöl, Kohle oder Erdgas.

Mittlerweile ist unser Leben ohne Plastik nicht mehr vorstellbar: Wir könnten nicht telefonieren, Emails schreiben und uns mit Bus, Bahn oder Auto fortbewegen. Gelenkprothesen, künstliche Blutgefäße und Spritzen kommen nicht ohne Kunst-

stoff aus. Plastik trägt dazu bei, dass Flugzeuge leichter sind und weniger Kerosin verbrauchen. Und ohne Plastik gäbe es weder energiesparende LED-Lampen noch Windkraftanlagen. Viele gute Gründe, die für das leichte, billige und beliebig formbare Material sprechen.

Aber Kunststoff hat noch eine weitere wichtige Eigenschaft – er ist vor allem: langlebig. Mehrere 100 Jahre kann es nach Schätzungen von Wissenschaftlern dauern, bis das Material wieder zersetzt ist. Gut für Produkte, die wir lange nutzen wollen – weniger gut, wenn Plastik unkontrolliert in die Umwelt gelangt.

So finden sich in unseren Meeren inzwischen Millionen Tonnen Kunststoffteile. Abwässer und Flüsse spülen das Plastik vom Land ins Meer, aber auch Schifffahrt und Fischerei tragen zur Vermüllung der Ozeane bei. Die Folgen: Tiere verheddern sich in den Plastikteilen, verwechseln diese mit Nahrung und verhungern mit verstopften Mägen. Sonne, Salzwasser und Wellen zerlegen den Kunststoff zudem in winzige Teilchen. Forscher fanden heraus, dass sich hier hochgiftige Chemikalien anlagern. Meerestiere fressen die Plastikpartikel mitsamt ihrer gefährlichen Fracht und reichern sie dadurch in der Nahrungskette an.

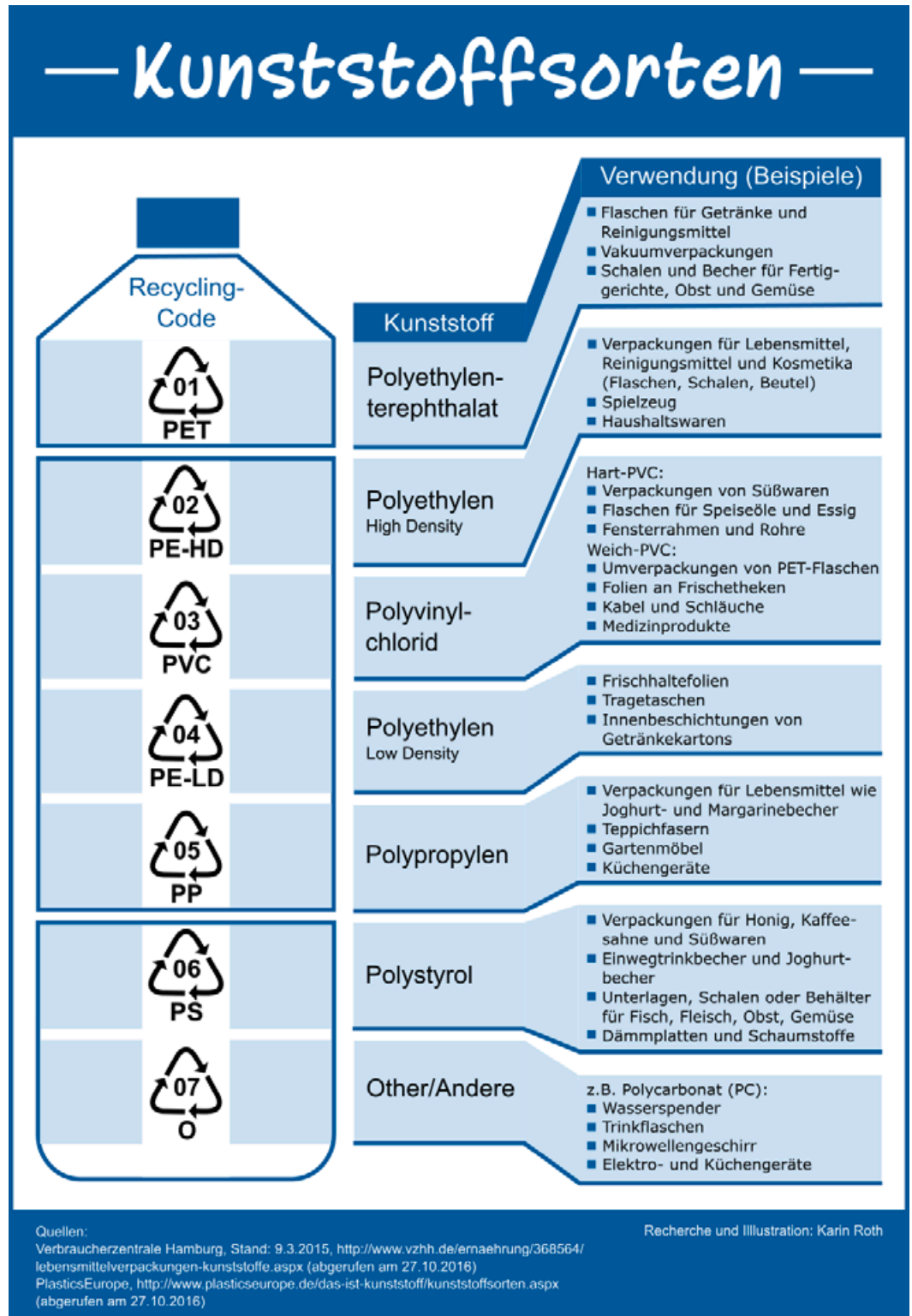
Gleichzeitig ist für Nachschub gesorgt: Nach Angaben von PlasticsEurope, dem Verband der europäischen Kunststoffhersteller, beträgt die weltweite Plastikproduktion rund 300 Millionen Tonnen pro Jahr. In Deutschland ist das größte Einsatzgebiet – noch vor Bauprodukten und der Fahrzeugindustrie – der Verpackungsmarkt, allen voran Verpackungen für Lebensmittel.

Mit jedem Einkauf schleppen wir jede Menge Plastik in Form von Tüten, Folien, Flaschen oder Bechern mit nach Hause. Dort wandern die meisten Verpackungen direkt in den Mülleimer. Fast zwei Drittel unserer Kunststoffabfälle machen Verpackungen aus: Laut Umweltbundesamt entsorgten die Deutschen 2014 rund 2,9 Millionen Tonnen Plastikverpackungen. Der größte Teil dient der Energiegewinnung und wird verbrannt, etwa 40 Prozent verwertet man stofflich wieder. In anderen Ländern ist die Recyclingquote viel geringer, das Plastik landet meist auf Deponien.

Gesundheitsgefahren nicht auszuschließen

Flexibel oder fest, säure-, öl- oder temperaturbeständig – Kunststoffe sollen je nach Einsatzzweck verschiedene Eigenschaften erfüllen (Abb. 1). Dafür verwenden die Hersteller bestimmte Chemikalien, sogenannte Additive. Diese Stoffe verbleiben oftmals nicht im Kunststoff, sondern wandern in ihre Umgebung. Wo Kunststoffe mit Lebensmitteln in Kontakt kommen – in Form von Einwegverpackungen, Plastikdosen oder Küchenutensilien – ist dies besonders kritisch: Die Additive können sich über die Nahrung im menschlichen Organismus anreichern.

Abbildung 1



Die Verpackung denkt mit: Intelligente und aktive Lebensmittelverpackungen

Die Anforderungen an Lebensmittelverpackungen sind hoch: Die Nahrung soll lange haltbar bleiben, nicht verderben, mit wenig oder ohne Konservierungsmittel auskommen und keine Vitamine oder Aromen verlieren. Wo „normale“ Verpackungen an ihre Grenzen stoßen, kommen sogenannte intelligente und aktive Lebensmittelverpackungen zum Einsatz.

Intelligente Verpackungen überwachen den Zustand verpackter Lebensmittel und liefern Informationen beispielsweise über Transportbedingungen oder Frischezustand. Zeit-Temperatur-Indikatoren zeichnen den Lebensweg eines Produktes auf: Damit lässt sich unter anderem die Kühlkette eines Lebensmittels nachverfolgen. Frischeindikatoren, die ihre Farbe ändern, wenn die Nahrung nicht mehr genießbar ist, sind in Deutschland noch in der Entwicklungsphase. Anders in Ländern wie den USA, Schweden oder Frankreich: Hier finden solche Indikatoren schon Verwendung.

Aktive Verpackungen sind dagegen auch hierzulande weit verbreitet: Um Haltbarkeit und Qualität des verpackten Lebensmittels zu optimieren, hemmen aktive Verpackungen Keime, absorbieren Sauerstoff oder regulieren Feuchtigkeit, Aroma und Licht. Sie geben entweder Substanzen wie Konservierungsmittel an die Nahrung ab oder entziehen dem Lebensmittel mit Hilfe sogenannter Absorber bestimmte Bestandteile wie Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Ethylen (ein Reifegas von Obst und Gemüse).

Bei Fleisch und Wurst setzt die Industrie gleich mehrere aktive Verpackungssysteme ein: In der Verpackung enthaltene Konservierungsmittel wie Benzoesäure oder Sorbinsäure wandern an die Oberfläche des Lebensmittels und schützen so vor mikrobiellen Verderb. Die Feuchtigkeit bei verpacktem Frischfleisch regulieren Saugeinlagen, die den Fleischsaft mit Hilfe von Polyacrylat-Kunststoffen aufnehmen. Bei Obst und Gemüse sorgen Ethylen-Absorber wie Kaliumpermanganat oder Aktivkohle in der Verpackung für ein „Auffangen“ des Gases und unterbrechen damit den Reifeprozess. Getränkehersteller verwenden PET-Flaschen mit Acetaldehyd-Blockern: Dadurch bleibt die geschmacksverändernde Chemikalie im Kunststoff gebunden.

Ein Manko aus Sicht der Verbraucherschützer: Die Bestandteile aktiver Verpackungen müssen zwar gesetzlich zugelassen sein, es besteht aber keine Kennzeichnungspflicht. So ist für den Verbraucher meist nicht erkennbar, welche (Zusatz-)Stoffe in der Verpackung eingesetzt werden.

Quellen: Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen: Alles rund um Verpackungen, 29.02.2016. <http://www.verbraucherzentrale.nrw/verpackungen> (abgerufen am: 01.02.2017)
Sängerlaub S, Müller K, Rieblinger K: Aktive Verpackungen. BDVI-Seminar, 29.09.2010. http://www.bdvi.org/fileadmin/pool/Seminar_Verpackung/Aktive-Verpackungen_Saengerlaub_FraunhoferIVV.pdf (abgerufen am: 01.02.2017)

So können aus Ein- oder Mehrwegflaschen, die aus dem Kunststoff Polyethylenterephthalat (PET) bestehen, Antimonverbindungen in das Getränk übergehen. Das Bundesamt für Risikoforschung bescheinigt Antimon allerdings nur eine „sehr geringe hormonelle Wirksamkeit“ und sieht bei den nachgewiesenen Mengen keine Gefahr für den Verbraucher.

Doch es gibt noch einen anderen Aspekt: „Lebensmittelverpackungen haben immer auch eine sensorische Komponente“, sagt Thomas Simat, Professor für Lebensmittelkunde und Bedarfsgegenstände an der Technischen Universität Dresden. So verändern bestimmte Substanzen Geschmack oder Geruch der Nahrung. Bei PET-Flaschen kann die Chemikalie Acetaldehyd, die durch technische Produktionsmängel entsteht, den Geschmack des Getränks beeinträchtigen.

Eine ganze Gruppe von Additiven bilden die Weichmacher, sogenannte Phthalate. Sie sorgen dafür, dass starre Kunststoffe wie Polyvinylchlorid (PVC) elastisch werden. Im menschlichen Organismus können Phthalate durch Veränderung des Hormonsystems die Gesundheit schädigen oder die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen. „Lebensmittel sind der Haupteintragspfad für Phthalate beim Menschen“, erklärt die Chemikerin Kerstin Etzenbach-Effers von der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen. Aus der Verpackung können die chemisch nicht fest gebundenen Phthalate in unsere Nahrung wandern. Der Einsatz von Weich-PVC in Lebensmittelverpackungen ist zwar insgesamt rückläufig, aber bereits im Produktionsprozess können beispielsweise durch PVC-Schläuche Weichmacher in die Lebensmittel gelangen.

Kunststoffe aus Polycarbonat (PC) kommen bei der Herstellung nicht ohne die Chemikalie Bisphenol A (BPA) aus, die im Verdacht steht, krebserregend zu sein und unfruchtbar zu machen. Vor allem Wärme setzt BPA wieder frei. Ungünstig, da Hersteller Polycarbonat unter anderem für Mikrowellengeschirr verwenden.

Ein großes Thema sind die unzähligen unbeabsichtigt eingebrachten Stoffe, sogenannte NIAS (Non Intentionally Added Substances). Diese Verunreinigungen von Rohstoffen oder Abbauprodukte von Kunststoffzusätzen können untereinander oder mit dem Lebensmittel reagieren. Hier sehen Verbraucherschützer und Wissenschaftler dringenden Forschungsbedarf.

Pappe statt Plastik – auch keine Lösung

Wer jetzt zum Müsli im Pappkarton statt in der Plastiktüte greift, handelt sich unter Umständen eine andere Gefahr ein. „In Verpackungen aus Recyclingkarton finden sich häufig große Mengen an gesundheitsschädlichen Mineralölen“, sagt Professor Simat. Sein Labor an der TU Dresden hat diese und viele weitere kritische Chemikalien in zum Teil bedenklich hoher Konzentration nachgewiesen – sowohl im Verpackungsmaterial als auch in den verpackten Lebensmitteln. Die Mineralöle stammen aus Druckfarben, die man beispielsweise in Zeitungspapier einsetzt – ein Ausgangsstoff für die Recyclingpappe. Vor allem wenn Lebensmittel länger in der Kartonverpackung lagern, kann viel Mineralöl in die Nahrung übergehen. Wäre Karton aus frischem Zellstoff eine Alternative? „Das ist aus ökologischen Gründen ab-



Ex und hopp – viele Plastikprodukte landen nach nur kurzer Nutzungsdauer im Müll.

zulehnen“, sagt die Verbraucherschützerin Etzenbach-Effers. Außerdem sind Chemiker selbst in Pappe aus Frischfasern fündig geworden: „Mineralöle können aus einer belasteten Transportverpackungen in die eigentlich mineralölfreie Primärverpackung migrieren“, erläutert Simat das Dilemma.

Getränke- oder Konservendosen aus Metall? Auch keine gute Idee: Die Innenwandbeschichtung besteht aus Epoxidharzen. Diese können herstellungsbedingt mit Bisphenol A verunreinigt sein. In Untersuchungen fanden Wissenschaftler BPA auch in der Nahrung.

Verpackungen aus Aluminium sind vor allem aus ökologischen Gründen abzulehnen: Die Herstellung ist sehr energieaufwendig. Zudem kann sich das Schwermetall, das möglicherweise das Nervensystem schädigt, aus der Verpackung lösen. Daher rät die Verbraucherzentrale, insbesondere keine stark säure- oder salzhaltigen Lebensmittel in Aluminium zu verpacken.

Dagegen scheint Glas das perfekte Material zur Aufbewahrung von Lebensmitteln zu sein – Schadstoffe sind hier nicht zu erwarten. Das Problem steckt in den Deckeldichtungen: „In Twist-Off-Schraubverschlüssen wird häufig PVC-Kunststoff eingesetzt, der Phthalate enthält“, sagt Etzenbach-Effers. „Die Weichmacher können auch in die Nahrung gelangen“. Außerdem benötigt Glas viel Energie für Herstellung und Transport. Die Ökobilanz fällt nur dann gut aus, wenn die Transportwege kurz sind und die Produkte mehrfach zum Einsatz kommen. Eine Einweg-Plastikflasche kann daher ökologischer sein als ihr Einweg-Glas-Pendant.

Gesetze immer noch lückenhaft

Der Gesetzgeber zeigt sich bei dem Verpackungsdilemma nur bedingt hilfreich: Zwar ist gesetzlich geregelt, dass Lebensmittelverpackungen keine Stoffe in gesundheitsgefährdenden Mengen an Lebensmittel abgeben dürfen. Aber nicht für alle Verpa-

ckungsmaterialien sind verbindliche Grenzwerte für kritische Chemikalien festgelegt: „Für Papier und Karton gibt es immer noch keine spezifische Regelung“, sagt Thomas Simat. Eine Mineralölverordnung, die eine Positivliste für erlaubte Druckfarben enthält, ist seit Jahren im Entwurfsstadium, obwohl das Mineralöl-Problem von Verpackungen aus Recyclingkarton schon lange bekannt ist. Und das Thema der vielen Reaktions- oder Abbauprodukte in Verpackungsmaterialien klammern die gesetzlichen Regelwerke grundsätzlich aus. Dass zudem innerhalb der EU Uneinigkeit herrscht, wenn es um die Bewertung gesundheitlicher Risiken bestimmter Stoffe geht, zeigt das Beispiel der Chemikalie Bisphenol A:

EU-weit darf BPA nur in Babyflaschen nicht mehr verwendet werden, bei anderen Produkten ist der Zusatzstoff weiterhin erlaubt. Frankreich setzt da lieber auf den vorsorgenden Verbraucherschutz: Anfang 2015 haben die französischen Behörden den Einsatz von BPA in allen Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, verboten. Hiesige Verbraucherschützer hoffen, dass Deutschland diesem Beispiel folgt.

Zukunftsmusik

Die optimale Lebensmittelverpackung soll vor Verderb und Transportschäden schützen, schadstofffrei sein und darüber hinaus eine gute Ökobilanz aufweisen. Da lassen Biokunststoffe doch hoffen? Leider nein: Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie Mais oder Kartoffeln sind (noch) keine Lösung. Laut einer Studie des Umweltbundesamtes haben Verpackungen aus Biokunststoffen im Vergleich zu gängigen, erdölbasierten Kunststoffen keinen ökologischen Vorteil. Der Maisanbau ist energieintensiv und belastet die Umwelt durch hohe Düngermengen. Die Kompostierung funktioniert nur in speziellen Industrieanlagen, im heimischen Komposthaufen sind die Temperaturen zu gering.


Lebensmittelverpackungen

— Materialien im Vergleich —

Bewertung im Hinblick auf Umwelt und Gesundheit

● eher unkritisch
 ● eher kritisch
 ● besser meiden

Kunststoff



Behälter und Folien aus PE und PP bevorzugen.
Kritische Kunststoffe wie PVC oder Polystyrol meiden.

Verpackungen nicht für andere Zwecke weiterverwenden (z.B. keine leeren Eisverpackungen für das Erwärmen von Speisen in der Mikrowelle nutzen).

Aufwendige Verpackungen meiden (weniger Risiko für Schadstoff-Übergänge aus der Verpackung und weniger Abfall).

Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP)
PE und PP gelten als gesundheitlich relativ unbedenklich. Auch Herstellung und Entsorgung sind vergleichsweise unkritisch.


Polyethylenterephthalat (PET)
PET-Flaschen können Acetaldehyd freisetzen, was den Geschmack des Getränks verändert. Zudem können sie hormonell wirksames Antimon abgeben.

Polyvinylchlorid (PVC)
PVC belastet die Umwelt bei Herstellung und Entsorgung. Bei der Verbrennung können giftige Dioxine entstehen. Weich-PVC enthält große Mengen gesundheitsschädlicher Weichmacher, die sich aus dem Kunststoff lösen.

Polystyrol (PS)
Für die Herstellung von PS werden gesundheitlich problematische Stoffe wie Styrol eingesetzt.

Polycarbonat (PC)
Produkte aus PC können gesundheitsschädliches Bisphenol A (BPA) freisetzen.

Pappe & Papier



Recyclingkarton ist ökologisch vorteilhaft. Aus dem bedruckten Altpapier können allerdings gesundheitsgefährdende Mineralöle in die Lebensmittel übergehen.


Frischer Zellstoff ist ökologisch problematisch. Zudem haben Chemiker auch hier in verpackten Lebensmitteln Mineralöle nachgewiesen (stammen z.B. aus der belasteten Transportverpackung).

Lebensmittel gleich nach dem Einkauf in Behälter aus Glas, Porzellan oder Edelstahl umfüllen.

Verpackungen mit Innenbeutel bevorzugen: Reduziert die Gefahr einer Mineralölbelastung, ist aber ökologisch nachteilig (mehr Abfall).

Verbundkarton
Besteht aus Karton mit einer innenseitigen Beschichtung aus PE oder Aluminium. Gut zu transportieren, aber aufwendig zu recyceln.

Metall




Die Innenwandbeschichtung von Getränke- und Konservendosen besteht aus Epoxidharzen, die herstellungsbedingt mit Bisphenol A verunreinigt sind. BPA kann in die Nahrung übergehen.


Die Herstellung von Aluminium ist sehr energieaufwendig. Zudem kann sich Aluminium aus der Verpackung lösen.

Keine stark säure- oder salzhaltigen Lebensmittel in Aluminium verpacken.

Aluminium



Glas



Mehrwegflaschen kaufen, die regional abgefüllt sind und damit kürzere Transportwege haben.

Einige Hersteller verwenden PVC-freie Deckeldichtungen (blau) im Gegensatz zu weichmacherhaltigen Dichtungen (weiß).

Glas ist schadstofffrei und lässt sich gut recyceln, benötigt aber für Herstellung und Transport viel Energie.

Werden Flaschen mehrfach genutzt und sind die Transportwege kurz, verbessert sich die Ökobilanz.

Dichtungen von Twist-Off-Deckeln bestehen meist aus PVC. Sie enthalten Weichmacher, die in die Nahrung übergehen können.

Quellen:
Verbraucherzentrale NRW (2016): Alles rund um Verpackungen, 29.03.2016, <http://www.verbraucherzentrale.nrw/verpackungen> (abgerufen am: 27.10.2016).
Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND) e.V.: Achtung Plastik! Chemikalien in Plastik gefährden Umwelt und Gesundheit. Berlin.
Recherche und Illustration: Karin Roth

Aus diesem Grund setzt beispielsweise ein Bio-Lebensmittelhändler bei seinen Verpackungen aus herkömmlichem Kunststoff auf das Motto „Weniger ist mehr“ und versucht durch Optimierung der Verpackungsmaße Rohstoffe einzusparen. Und bei einem Teil der in Glas verpackten Produkte verwendet er PVC- und weichmacherfreie Deckeldichtungen.

Fazit

Der meiste Plastikmüll lässt sich bei Lebensmittelverpackungen einsparen – die Alternativen sind aber sorgsam abzuwägen. Die Verbraucherzentrale empfiehlt, soweit wie möglich unverpackte Lebensmittel zu kaufen. Verpackungen aus Glas sind anderen Materialien vorzuziehen. Daneben ist es ratsam, Mehrwegsysteme zu nutzen, die – idealerweise – regional abgefüllt sein sollten. Aufwändig verpackte Produkte sollte man besser im Laden lassen: Mit einer größeren Kontaktfläche zwischen Lebensmittel und Verpackung steigt das Risiko, dass unerwünschte Stoffe in die Nahrung wandern.

Für alle anderen Produkte aus Kunststoff gilt: Umweltfreundlich wäre, diese lange zu verwenden, fachgerecht zu entsorgen und besonders problematische Kunststoffe wie PVC zu meiden. Die genaue Kunststoffsorte ist für den Verbraucher aber nicht immer klar erkennbar: Der Aufdruck des Recycling-Codes (**Abb. 2**) ist eine freiwillige Angabe der Hersteller.

„Kunststoffprodukte, die mit dem Kürzel PE oder PP versehen sind, gelten als migrationsarm – das heißt, hier gibt es kaum Stoffübergänge in die Lebensmittel“, erklärt Kerstin Etzenbach-Effers. Verpackungen und Gebrauchsgegenstände aus den am häufigsten produzierten Kunststoffen Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) – darunter Joghurtbecher oder Gefrierdosen – hält die Chemikerin deshalb für „gesundheitlich relativ unbedenklich“.

Da ist Vanessa Laumann konsequenter: Sie nutzt für Lebensmittel Behälter aus Glas, Keramik oder Edelstahl. Plastik hat bei ihr keine Chance.



DIE AUTORIN

Karin Roth ist ausgebildete Fachjournalistin und Diplom-Geographin. Sie arbeitet als freie Journalistin, Texterin, Lektorin und Infografikerin für Fach- und Wissenschaftsthemen im Bereich Umwelt und Nachhaltigkeit.

Karin Roth
Wissen in Worten
Goebenstr. 4, 53113 Bonn
kontakt@wissen-in-worten.de
www.wissen-in-worten.de

Abbildung 2

Literatur

- Alnatura: Verpackung. <http://www.alnatura.de/de-de/panorama/faq/verpackung> (abgerufen am 01.02.2016).
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR): Fragen und Antworten zu Mineralöl-Übergängen aus Verpackungsmaterialien auf Lebensmittel. FAQ des BfR vom 10. März 2010. http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_mineraloel_uebergaengen_aus_verpackungsmaterialien_auf_lebensmittel-50470.html (abgerufen am 01.02.2016)
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR): Fragen und Antworten zu Phthalat-Weichmachern. FAQ des BfR und des Umweltbundesamts (UBA) vom 7. Mai 2013. http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_phthalat_weichmachern-186796.html (abgerufen am 01.02.2016).
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR): Materialien im Kontakt mit Lebensmitteln. A/2013. 03.07.2013. http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2013/A/materialien_im_kontakt_mit_lebensmitteln-9178.html (abgerufen am 01.02.2016)
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR): Ausgewählte Fragen und Antworten zu PET-Flaschen. Aktualisierte FAQ des BfR vom 10. Februar 2015. http://www.bfr.bund.de/de/ausgewaehlte_fragen_und_antworten_zu_pet_flaschen-10007.html (abgerufen am: 01.02.2016)
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR): Fragen und Antworten zu Bisphenol A in verbrauchernahen Produkten. Aktualisierte FAQ des BfR vom 19. Februar 2015. http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_bisphenol_a_in_verbrauchernahen_produkten-7195.html#topic_193136 (abgerufen am: 01.02.2017)
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Lebensmittelbedarfsgegenstände, 06.07.16. http://www.bmel.de/DE/Ernaehrung/SichereLebensmittel/Lebensmittelbedarfsgegenstaende/Lebensmittelbedarfsgegenstaende_node.html (abgerufen am: 01.02.2016)
- Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND) e. V.: Achtung Plastik! Chemikalien in Plastik gefährden Umwelt und Gesundheit. Berlin (o.J.)
- Chemisches Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart, Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen, Technische Universität Dresden, Professur für Lebensmittelkunde und Bedarfsgegenstände, Kantonales Labor Zürich: Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Studie „Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln“. Fellbach (2012)
- Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2013 – Kurzfassung. Alzenau (2013)
- Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V.: Müllkippe Meer. Plastik und seine tödlichen Folgen. Berlin (2012)
- PlasticsEurope: Plastics – the Facts 2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2015.aspx>(abgerufen am: 01.02.2016)
- PlasticsEurope: Anwendungsgebiete von Kunststoff. <http://www.plasticseurope.de/anwendungsgebiete.aspx> (abgerufen am: 01.02.2016)
- Sängerlaub S, Müller K, Rieblinger K: Aktive Verpackungen. BDVI-Seminar, 29.09.2010. http://www.bdvi.org/fileadmin/pool/Seminar_Verpackung/Aktive-Verpackungen_Saengerlaub_FraunhoferIVV.pdf (abgerufen am: 01.02.2016)
- Umweltbundesamt: Hintergrundpapier: Ökobilanz Getränkeverpackungen für alkoholfreie Getränke und Wein II. Dessau-Roßlau (2002)
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Abfälle im Meer – Ein gravierendes ökologisches, ökonomisches und ästhetisches Problem. Dessau-Roßlau (2010)
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Bisphenol A. Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen. Dessau-Roßlau (2010)
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen. Texte 52/2012. Dessau-Roßlau (2012)
- Umweltbundesamt: Neue Grenzwerte für Massenchemikalie Bisphenol A, 02.03.2015. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/neue-grenzwerte-fuer-massenchemikalie-bisphenol-a> (abgerufen am: 01.02.2016)
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2013. Texte 101/2015. Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt: Verpackungen, 20.09.2016. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/verpackungen> (abgerufen am: 01.02.2016)
- Verbraucherzentrale Hamburg e. V.: Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff. Schön verpackt – um welchen Preis?. Hamburg (2014)
- Verbraucherzentrale Hamburg e. V.: Lebensmittelverpackungen: Kunststoffe, 09.03.2015. <http://www.vzh.de/ernaehrung/368564/lebensmittelverpackungen-kunststoffe.aspx> (abgerufen am: 01.02.2016)
- Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen: Alles rund um Verpackungen, 29.02.2016. <http://www.verbraucherzentrale.nrw/verpackungen> (abgerufen am: 01.02.2016)
- WDR: Quarks & Co: Plastik - Fluch oder Segen?, 29.11.2011. http://www.wdr.de/tv/applications/fernsehen/wissen/quarks/pdf/Q_Plastik.pdf (abgerufen am: 01.02.2017)