

Eine Ökoeffizienzbetrachtung.

Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wird derzeit intensiv beforscht. Vor ihrer Nutzung müssen Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und soziale Auswirkungen über den ganzen Lebenszyklus inklusive deren Herstellungs- und Entsorgungsverfahren untersucht werden. Fällt dies nicht positiv aus, gibt es auch Wege ganz ohne Biomasse. Denn innovative petrochemische Kunststoffprodukte sparen schon heute enorme Mengen an Energie und somit auch CO₂. Und das Potenzial ist noch lange nicht ausgeschöpft.



Laut Schätzungen beträgt die für Biokunststoffe notwendige Menge Mais – in Form von Stärke und PLA (Polymilchsäure) – weniger als 0,1 % der weltweit angebauten Menge an Mais

Sinn oder Unsinn von Bio

**VALENTINE REIMER
ANDREAS KÜNDEL
SABINE PHILIPP**

Langfristig können erneuerbare Energien und Biomasse die begrenzten fossilen Energieträger und Rohstoffe in einem gewissen Umfang ersetzen bzw. ergänzen. Vor diesem Hintergrund wird den nachwachsenden Rohstoffen in Zukunft immer größere Bedeutung zukommen. Sie sind als Einsatzmaterialien jedoch nicht per se gut, so wenig wie Erdöl als Einsatzstoff per se schlecht ist. Die Menge an Öl, Gas und Kohle auf der Erde ist begrenzt, aber auch nachwachsende Rohstoffe liegen nicht in unbegrenzter Menge vor. Denn einerseits müssen sie nachwachsen und darüber hinaus unterliegen sie einem mehrfachen Wettbewerb: Weizen, Mais (Titelbild), Zuckerrohr und Reis sind zuallererst Nahrungsmittel. Sie werden aber auch für die Strom- und Wärmegewinnung genutzt. Sie dienen zur Herstellung von Biokraftstoffen und sind Rohstoffe für die chemische Indus-

trie. Die BASF nutzt Biorohstoffe bereits seit Langem, z. B. für die Herstellung von Farben und Lacken aus Naturharzen und Ölen, von Vitamin B2 aus Pflanzenölen, von Aminen und Acrylaten aus Melasse und Rohrzucker. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wird intensiv beforscht. Das Unternehmen nutzt die Materialien aber nur dort verstärkt, wo es ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist. Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen am Einkaufsvolumen der BASF liegt derzeit bei weniger als 5 %.

Es geht auch ohne Bio

Bei den verschiedenen Möglichkeiten, nachwachsende Rohstoffe zu nutzen, müssen dieselben Kriterien zu Rate gezogen werden, wie bisher auch: Im Rahmen sogenannter LCAs (Life Cycle Assessments) müssen Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und soziale Auswirkungen über den ganzen Lebenszyklus von Produkten inklusive deren Herstellungs- und Entsorgungsverfahren unter-

sucht werden. Es zeigt sich dabei immer wieder, dass ein Produkt auf Basis von Biomasse nicht per se ökoeffizienter ist als Produkte auf petrochemischer Basis. Es ist daher in jedem Fall eine Einzelbetrachtung nötig: Ist der Zugang zu nachwachsenden Rohstoffen einfach, d. h. bei kurzen Transportwegen, nicht zu hohem Wasserverbrauch oder Düngemittelbedarf, dann kann die stoffliche Nutzung der Biomasse ökologisch vorteilhaft sein. Wenn jedoch für den Pflanzenanbau große Wälder abgeholzt oder energieaufwendige Verfahren zur Verfeinerung der

i	Hersteller
<p>BASF SE KT/KC – E100 D-67056 Ludwigshafen Tel. +49 (0) 6 21/60-43348 Fax +49 (0) 6 21/60-49497 www.basf.de/kunststoffe</p>	

© KU104341

Biomasse eingesetzt werden, dann kann sich der ökologische Effekt leicht umkehren.

Für eine richtige Bewertung müssen Aspekte wie Energie- und Wasserverbrauch, Treibhausgasentwicklung und Emission ins Wasser, z. B. durch Überdüngung, sowie der Flächenbedarf beim Anbau betrachtet werden. Auf der ökonomischen Seite stehen dem Ölpreis die Kosten für den Anbau und die Verfeinerung der Biomasse gegenüber. Kunststofffachleute wissen, dass es zum Einsparen von fossiler Energie und zur Reduktion von CO₂-Emissionen auch Wege ganz ohne Biomasse gibt. Der Einsatz von innovativen petrochemischen Kunststoffprodukten spart bei effizienter Gebäudedämmung, beim Fahrzeugleichtbau und in der Verpackung von zu transportierenden Gütern heute schon enorme Mengen an Energie und bietet hier noch hohes Potenzial (Bild 1). Eine Studie der Gesellschaft für Umfassende Analysen (GUA) kommt zu dem Ergebnis [1], dass der völlige Verzicht auf Kunststoff allein in Westeuropa zu einem um 26 % höheren Energieverbrauch und um 56 % höhere Treibhausgasemissionen führen würde. Nach Meinung vieler Beteiligten sind in diesem komplexen Arbeitsgebiet Quotenregelungen für Bio-Materialien daher eher kontraproduktiv.

Biokunststoff versus Welternährung

Global betrachtet würde sehr viel mehr Ackerland notwendig sein, als momentan vorhanden ist, um den Kraftstoffbedarf in Deutschland oder in der EU aus Biomasse zu decken. Der sehr viel geringere Bedarf an Biomasse für die zu erwartenden Biokunststoffmengen ist allerdings ohne Probleme zu bedienen. Dies bedeutet auch, dass die Biokunststoffe nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion treten: Nach Schätzungen der BASF beträgt der aktuelle weltweite Verbrauch an Biokunststoffen maximal 80 000 t. Anderen Schätzungen zufolge sind es 200 000 t. Selbst mit dieser höheren Verbrauchszahl würde die notwendige Menge an Mais – in Form von Stärke und PLA (Polymilchsäure) – für Biokunststoffe weniger als 0,1 % der weltweit angebauten Menge an Mais betragen – die etwa bei 700 Mio. t liegt.

Bioabbaubar versus biobasiert

Durch das steigende Interesse an nachwachsenden Rohstoffen und dem allgegenwärtigen Begriff „Bio“ hat sich ein Missverständnis entwickelt, das oft zu Verwechslungen führt. Dabei kann man sich leicht klarmachen, dass die Eigenschaften bioabbaubar und biobasiert nichts miteinander zu tun haben müssen (Bild 2). „Biobasiert“ gibt Auskunft darüber, wo das Material herkommt, ob von nachwachsenden oder fossilen Rohstoffen. Das Thema Bioabbaubarkeit hingegen beschreibt, wo das Material am Ende seines Lebenswegs hingeht. Und da das Woher und das Wohin nicht gekoppelt sein müssen, kann es sein, dass ein biobasiertes Kunststoffteil in der Müllverbrennungsanlage oder im Hochofen entsorgt wird, während eine nach DIN EN 13432 bioabbaubare Tüte, die sich aus klassischer Petrochemie ableitet, in der Kompostieranlage ihr Ende findet.

Zweierlei biobasiert

Die Herstellung von Kunststoffen aus biobasierten Polymeren ist ein junges Arbeitsgebiet und bedarf noch intensiver Forschung und Entwicklung. Die heute gängigen biobasierten Polymere sind PLA und PHB (Polyhydroxybutyrate). PLA wird ►

durch Polykondensation aus Milchsäure hergestellt, die ihrerseits durch die Fermentation von Stärke entsteht. PHB sind Polyester, die von Mikroorganismen aus Zucker gebildet werden. Die Eigenschaften und Leistungsfähigkeit beider Polymere sind im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen eingeschränkt. Einen anderen Weg geht man, wenn nicht das Polymer aus der Natur gewonnen wird, sondern seine chemischen Bausteine, die sonst aus der Petrochemie stammen. Kunststoffe, die daraus gewonnen werden, bieten dieselbe Leistungsfähigkeit wie die analogen fossilbasierten. Ein Vertreter dieser Gruppe, bei der aus biobasierten Bausteinen das exakt gleiche Material entsteht, ist PE (Polyethylen): Der Einsatzstoff Ethanol kann aus Zuckerrohr gewonnen werden, sodass man das entstehende Produkt auch als biobasiertes PE bezeichnen kann.

Zu dieser Gattung gehören auch die BASF-Produkte Ultramid Balance, ein PA 6 10 auf Basis von Sebacinsäure, das aus Rizinusöl gewonnen wird, und Lupranol Balance, ein Polyol für die Polyurethanherstellung, ebenfalls auf Basis von Rizinusöl. Im Falle solcher Spezialprodukte kann die Verwendung von Komponenten aus nachwachsenden Rohstoffen sinnvoll sein, und zwar nicht in erster Linie, weil sie aus der Natur kommen, sondern weil sie ein Produkt mit besonderen Eigenschaften ermöglichen. Bei PA 6 10 ist dies eine im Verhältnis zu PA 6 deutlich geringere Wasseraufnahme: Sie prädestiniert dieses Produkt für neue Anwendungen. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen muss nach Meinung

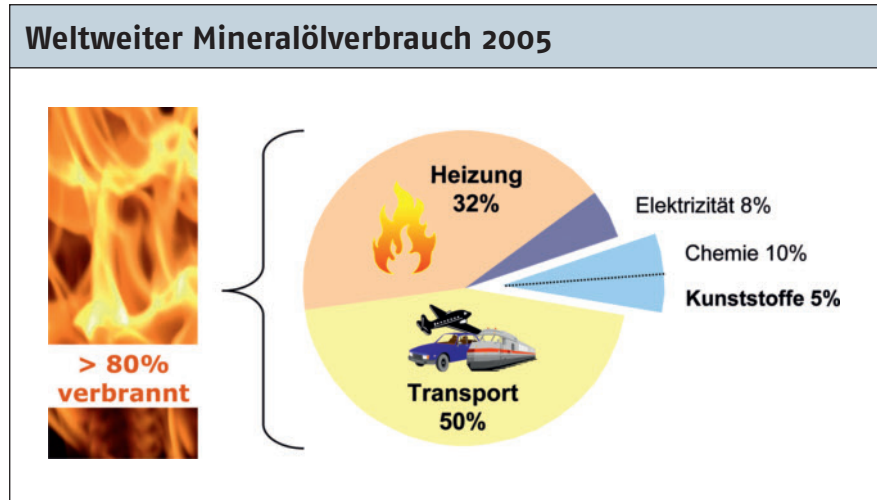


Bild 1. Mehr als 80 % des weltweit verbrauchten Erdöls wird „verbrannt“: beim Heizen und beim Fahren; nur ein kleiner Teil der fossilen Ressource Öl wird für die Herstellung von Kunststoffen genutzt (Quelle: ExxonMobil, Wintershall)

der BASF zu einer Kombination aus Ökoeffizienz und verbesserter Leistungsfähigkeit von polymeren Werkstoffen führen. Um die exzellenten von den ungeeigneten Anwendungen biobasierter/bioabbaubarer Kunststoffe zu unterscheiden, ist daher die Ökoeffizienz-Analyse, eine von der BASF mitentwickelte Art der LCA, das Mittel der Wahl. Mit ihrer Hilfe lassen sich mehrere Produkt- und Verfahrensalternativen unter Berücksichtigung des gesamten Lebenswegs vergleichen – einschließlich der bei Herstellung, Transport, Gebrauch und Entsorgung auftretenden Energieflüsse, Umweltauswirkungen, sozialen Auswirkungen und Kosten. Sie muss für jede einzelne Anwendung durchgeführt werden und kann nicht ohne exakte Rechnung von einer Anwendung auf

eine andere, von einer Tragetasche auf eine Ackerfolie oder eine Hamburgerschale übertragen werden.

Bioabbaubarkeit im Fokus

Vor etwa zehn Jahren brachte die BASF als eines der ersten Unternehmen einen Kunststoff auf den Markt, der wie konventionelle Kunststoffe auch aus fossilen Rohstoffen entsteht, jedoch vollständig bioabbaubar ist. Bioabbaubar heißt, dass das Material von lebenden Mikroorganismen verstoffwechselt werden kann. Unter Kompostbedingungen, am besten in einer industriellen Kompostieranlage mit optimierten Bedingungen – hohe Temperatur, hohe Feuchtigkeit, definierter Sauerstoffgehalt (DIN EN 13432) – wird das Material von Pilzen oder Bakterien komplett zu Wasser und CO₂ abgebaut (Bilder 3 und 4). Für diesen Kunststoff, Handelsname Ecoflex, dessen Eigenschaftsprofil dem von klassischem Polyethylen sehr nahe kommt, gibt es also im Gegensatz zu PE oder PP (Polypropylen) eine besondere Möglichkeit, ihn nach der Gebrauchsphase zu entsorgen: die Kompostieranlage. Dies ist ein zentraler Unterschied zu den genannten Verpackungswerkstoffen, jedoch nicht der einzige: Ecoflex bietet als hochwertiger Werkstoff darüber hinaus besondere Barriereigenschaften, z. B. seine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit, die ihn für Obst- und Gemüseverpackungen prädestiniert, wo er die Schimmelneigung verringern hilft. Daher müssen seine Barriereigenschaften und vor allem seine Kompostierbarkeit (und Vergärbarkeit) bei der Beurteilung seines optimalen Einsatzes auch im Fokus stehen: In welchen

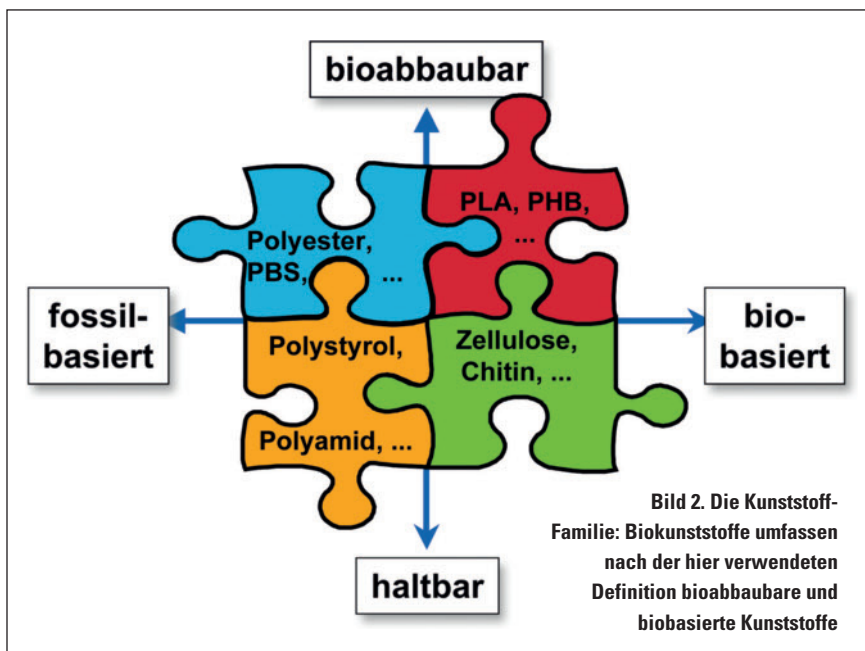


Bild 2. Die Kunststoff-Familie: Biokunststoffe umfassen nach der hier verwendeten Definition bioabbaubare und biobasierte Kunststoffe

Anwendungen ist es von Vorteil, dass ein reißfester, wasserfester, durchstoßfester, bedruckbarer und wasserdampfdurchlässiger Kunststoff kompostierbar ist? Von Vorteil ist es in Tragetaschen, die am Ende ihrer – am besten mehrfachen – Verwendung als Bioabfallbeutel dienen, in Ackerfolien, die nach Gebrauch untergepflügt werden können und in Lebensmittelverpackungen, die mitsamt der Essensreste in die Biotonne geworfen werden. Hier handelt es sich um – stark wachsende – Nischenmärkte, und ein Kunststoff, der solche Anwendungsnischen besetzen kann, bietet gegenüber PE und PP einen Zusatznutzen.

Bioabbaubar und biobasiert

Der zunehmende Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen bei der Herstellung von Produkten hat für Ecoflex ein weiteres Einsatzfeld eröffnet. Da sich der Kunststoff gut mit Stärke, Zellulose, Lig-

nin, PLA und PHB verträgt, können nun verschiedenste Blends entstehen, die einerseits vollständig bioabbaubar sind, andererseits einen hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen enthalten. Daher bezeichnet die BASF Ecoflex auch als „Enabling Polymer“ oder „Enabler“, was bedeutet, dass der Werkstoff den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen möglich macht. Die meisten nachwachsenden Rohstoffe wie Maisstärke verfügen über keine guten mechanischen Eigenschaften und sind oft weder wasserfest noch reißfest. PLA, die aus Maisstärke hergestellt wird, ist im reinen Zustand spröde und damit schwieriger zu verarbeiten als herkömmliche Kunststoffe.

Um die Biorohstoffe auf Hochleistungsmaschinen effizient verarbeiten und in leistungsstarke Endprodukte umwandeln zu können, die trotzdem bioabbaubar sind, ist eine wirkungsvolle Blendkomponente nötig. Wie Bild 5 zeigt, lassen sich durch Mischungen von Stärke

oder PLA mit Ecoflex verschiedene Steifigkeits/Flexibilitätsprofile einstellen, sodass steife Schalen ebenso zugänglich werden wie flexible Taschen und Folien (Bild 6).

Wozu überhaupt kompostieren?

Der Einsatz von bioabbaubaren Kunststoffen ist dann von besonderem Interesse, wenn die Produkte im Erdreich oder im Bioabfallstrom wirtschaftlichen und/oder ökologischen Nutzen bringen, der über das einfache „verschwinden lassen“ hinausgeht.

Wenn man Bioabfallbeutel aus konventionellem Kunststoff von ihrem Inhalt nicht aufwendig trennen will, bleibt für den gefüllten Bioabfallbeutel nur die Verbrennung. Die ist energetisch gar nicht sinnvoll, denn Bioabfall besteht zu etwa zwei Dritteln aus Wasser. Nutzt man jedoch einen bioabbaubaren Beutel, ist keine Trennung nötig – der Bioabfall kann ▶



Bild 3. Der fossil-basierte, bioabbaubare Kunststoff Ecoflex erfüllt die strengen Anforderungen der wichtigsten internationalen Normen für Bioabbaubarkeit und Kompostierbarkeit: Das Bild zeigt von links nach rechts den Zerfall einer Ecoflex-Folie innerhalb von vier Wochen im 55 °C warmen Kompost

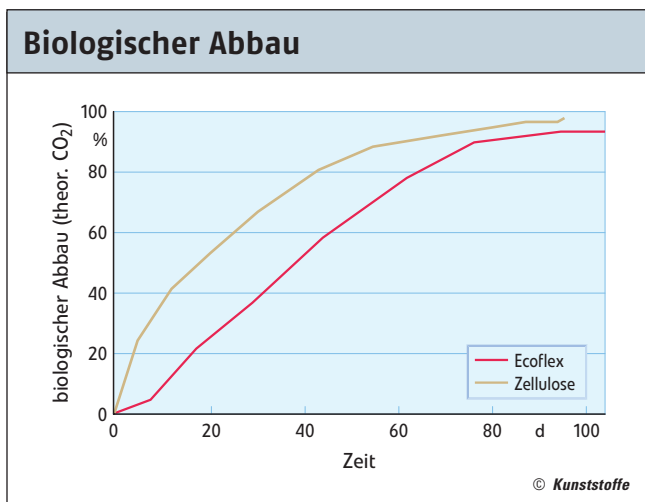


Bild 4. Die Abbaukurve zeigt, dass Ecoflex bereits nach 80 Tagen zu mehr als 90 % umgesetzt ist und damit deutlich schneller vollständig biologisch abgebaut wird als von der Norm EN 13432-Teil 2 verlangt

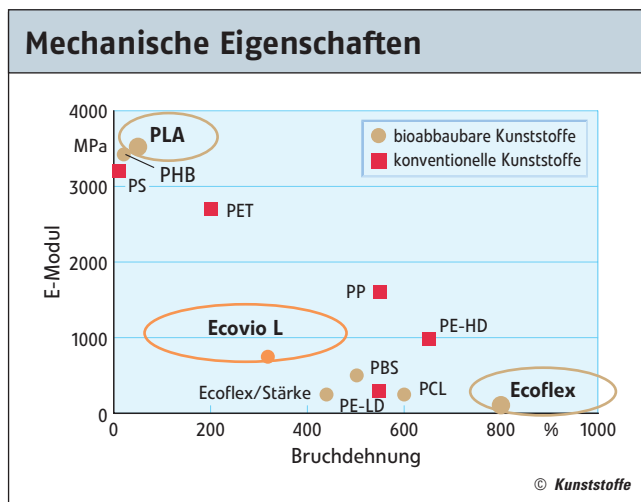


Bild 5. Ecoflex und Ecovio (= Ecoflex/PLA-Blends) decken ein breites Feld an Materialeigenschaften ab: Je nach Ecoflex- bzw. PLA-Anteil wird der Kunststoff steifer (E-Modul) oder flexibler (Bruchdehnung)

samt Beutel einer organischen Verwertung zugefügt werden. Hierbei sind unterschiedliche Wege denkbar: zum einen die Kompostierung, zum anderen die anaerobe Vergärung, bei der die Biomasse in Biogas (Methan) und damit in eine Energiequelle verwandelt wird.

Die Kompostierung ist besonders in einigen südeuropäischen Ländern von Bedeutung, wo die Bodenerosion ein ernstes Problem darstellt. Bioabbaubare Kunststoffe unterstützen durch die saubere Sortierung der organischen Abfälle so die Herstellung von hochwertigem Kompost zur Bodenverbesserung. Damit bieten bioabbaubare Kunststoffe nicht



Bild 6. Folien aus Ecovio sind durch den Anteil an Ecoflex wasserfest und reißfest



Bild 7. Eine bioabbaubare Tasche (links) kann nach dem Einkauf als Bioabfalltüte (rechts) verwendet werden

nur eine kostengünstige Verwertungsmöglichkeit, sondern können zusätzlich einen wichtigen Beitrag zum effizienten Bioabfallmanagement liefern. Einen ähnlichen Beitrag können auch bioabbaubare Tragetaschen leisten: Nach dem Einkauf lassen sie sich für das Sammeln und Entsorgen von Bioabfall verwenden, die Tasche ist doppelt genutzt, als Einkaufstüte und als Bioabfallbeutel (Bild 7).

Fazit

Die Fachwelt aber auch die interessierte Öffentlichkeit und nicht zuletzt die Politik, die durch Subventionen und Quoten richtige oder falsche Signale setzen kann, sollten bei dem komplexen Thema der nachwachsenden Rohstoffe im Allgemeinen und der sogenannten Biokunststoffe im Besonderen eines berücksichtigen:

Nur eine Einzelfallbetrachtung gibt Aufschluss über den effizienten Einsatz von Ressourcen. Weder ist eine Polyethylen-Einkaufstüte per se schlecht, noch eine Gemüseverpackung aus Stärke grundsätzlich gut. ■

LITERATUR

- 1 GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen: The Contribution of Plastic Products to Resource Efficiency. Wien 2005.

DIE AUTOREN

DR. VALENTINE REIMER, geb. 1971, arbeitet in der Fachstelle Kunststoffe und Umwelt der BASF SE, Ludwigshafen.

PROF. DR. ANDREAS KÜNKEL, geb. 1969, ist in der Marktentwicklung Bioabbaubare Kunststoffe im gleichen Unternehmen tätig.

DR. SABINE PHILIPP, geb. 1964, ist für die Fachpressestelle Kunststoffe im gleichen Unternehmen verantwortlich; sabine.philipp@basf.com

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

Bio – Sense or Nonsense

AN ECO-EFFICIENCY EVALUATION. Use of renewable resources is currently being actively researched. Before they can be used, the environmental compatibility, economic aspects and social impact over the entire life cycle, including production and disposal, must be investigated. If the results are not positive, there are alternatives that do not rely on biomass, since innovative petrochemical plastic products are saving enormous amounts of energy and thus lowering CO₂ emissions already today – and the potential is not yet exhausted.

NOTE: You can read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and on our website by entering the document number **PE104341** at **www.kunststoffe-international.com**