

„Grüne Kunststoffe“ als Ersatz für die Erdölchemie

PURer Klimaschutz

16
Nachwachsende Rohstoffe



Effektiver Klimaschutz steht ganz oben auf der Prioritätenliste von Wissenschaftlern weltweit. Auch Forscher von Bayer MaterialScience arbeiten daran und suchen zum Beispiel nach Alternativen zur Petrochemie. Ihre Idee: nachwachsende Rohstoffe als biologische Basis für hochwertige Kunststoffe. Aus Pflanzenölen oder -abfällen beispielsweise aus der Papier- und Biodieselproduktion wollen sie „Bio-Matratzen“, Autositze und „grüne Schuhsohlen“ herstellen.



Trendscouts sind ihrer Zeit immer einen Schritt voraus. Sie wissen heute bereits, was morgen angesagt ist. Ein solcher Trendforscher ist Dr. Ralf Weberskirch von Bayer MaterialScience: Der Chemiker kundschaftet die Welt der nachwachsenden Rohstoffe aus. Er sucht nach pflanzlichen Substanzen, die künftig die Basis von Polyurethanen oder Polycarbonaten bilden könnten – den beiden großen Kunststoffklassen, die Bayer MaterialScience herstellt. Bislang bilden Erdölbestandteile die Basis der meisten Kunststoffe. Doch der fossile Grundstoff wird in Zukunft immer knapper und teurer werden. „Nachwachsende Rohstoffe bieten da eine prima Alternative, unsere Rohstoffbasis zu verbreitern“, sagt Weberskirch. Und auch immer mehr Kunden sind an Produkten auf pflanzlicher Basis interessiert. Ob Fußbodenbeläge, Kühlschränke, Turnschuhe oder Schaum-

stoff-Matratzen: Ein biologischer Ursprung verleiht jedem Produkt einen Hauch natürlicher Identität.

Weberskirch und seine Kollegen stehen aber vor einer großen Herausforderung. Denn pflanzliche Ausgangsstoffe wie Zuckermoleküle und Pflanzenöle unterscheiden sich deutlich von typischen petrochemischen Grundbausteinen für Polymere. Und die fertigen Werkstoffe besitzen deshalb zum Teil auch veränderte Eigenschaften.

Nachwachsende Rohstoffe für Molekülketten der Polyole

„Die Folgemoleküle sind ähnlich, aber nicht identisch“, erläutert Weberskirch. An Universitäten und Forschungsinstituten untersuchen Materialexperten im Auftrag von Bayer MaterialScience, wie sich Festigkeit, Wasserdurchlässigkeit oder UV-Beständigkeit von „grünen“

Klima im Fokus: Die Foto-Kollage zum Bayer Climate Program illustriert das EcoCommercial Building (Foto li., o. li.), den Bayer Climate Check für Produktionsanlagen (o. re.), stressresistente Pflanzen (u. li.) und Beiträge zur Nutzung von Rapspflanzen für Biokraftstoffe. Nachwachsende Rohstoffe als Basis für Bayer-Kunststoffe tragen ebenfalls zum Klimaschutz bei (Foto re.). Die „grünen“ Polymere finden bereits Verwendung in Fußbodenbelägen, Kühlschränken und potenziell für Kunststoffsohlen eines Sportschuhs, die Dr. Hartmut Nefzger und Dr. Henricus Peerlings (v. li.) begutachten.



Polymeren auf das gleich hohe Niveau bringen lassen wie bei klassischen Kunststoffen.

Zurzeit liegt der Fokus des Forschers auf Polyurethanen – kurz PUR. Bei dessen Herstellung reagieren zwei Molekülarten miteinander: sogenannte Polyole und Polyisocyanate. Je nach Grundbaustein lassen sich lineare Ketten oder auch stark vernetzte Polymere herstellen. „Vor allem bei den Polyolen bieten sich Ansatzpunkte für den verstärkten Einbau von nachwachsenden Rohstoffen“, sagt Weberskirch. Er weist auch darauf hin, dass pflanzliche Ausgangsprodukte wie Glycerin oder Zucker bereits seit Langem eine wichtige Rolle in der Polyurethan-Chemie spielen.

Autositze und Matratzen aus Wunderbaum-Samen

Damit die „grünen“ Polymere ihrem Namen auch gerecht werden und bei der Produktion weniger Ressourcen verbrauchen als erdölbasierte Kunststoffe, müssen die pflanzlichen Substanzen möglichst unverändert in den

Prozess eingespeist werden. Denn die ansonsten gute Ökobilanz der biobasierten Kunststoffe könne durch eine aufwendige chemische Vorbehandlung schnell aufgezehrt werden, so Dr. Klaus Lorenz, Forscher in der Polyether-Verfahrensentwicklung bei Bayer MaterialScience. Daher sind die Wissenschaftler ständig auf der Suche nach geeigneten pflanzlichen Rohstoffen und neuen Prozessen.

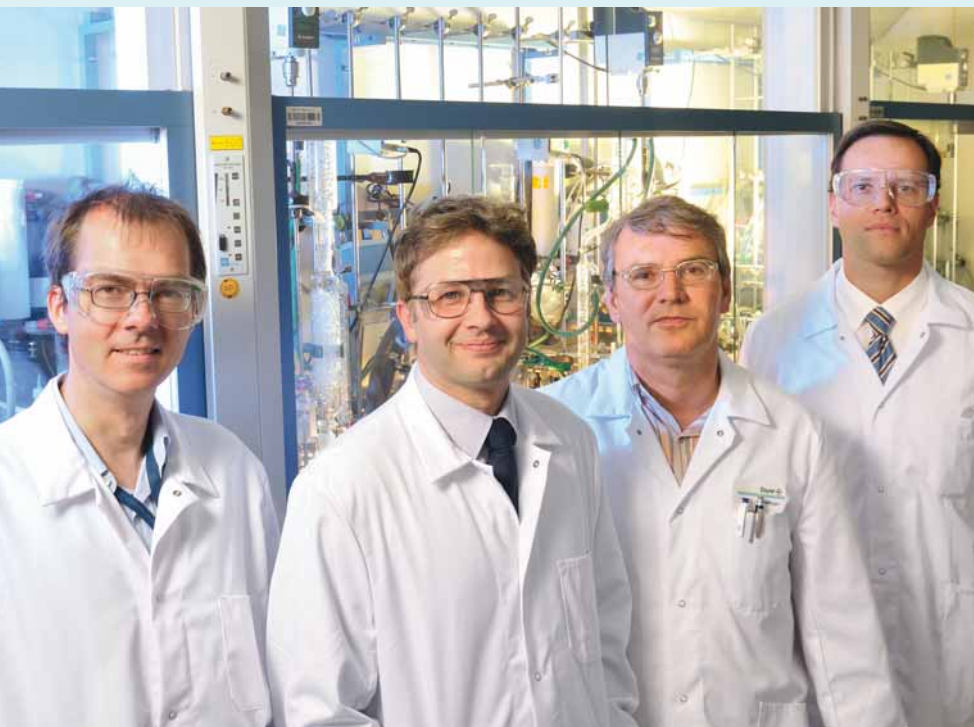
Bislang eignete sich neben Zucker und Glycerin insbesondere Rizinusöl als Grundstoff für die Polyurethan-Produktion, weil dieses Pflanzenöl geeignete chemische Eigenschaften schon von der Natur aus mitbringt. Schon seit einiger Zeit setzt Bayer das aus dem Samen des Wunderbaums (lat.: *Ricinus communis*) gewonnene Öl zur Herstellung von Polyurethanen für Autositze, Fußböden oder hochwertige Matratzen ein. Doch jetzt haben Lorenz und seine Kollegen einen innovativen Prozess entwickelt, mit dem sich auch andere Pflanzenöle wie Raps- oder Sojaöl ohne weitere Behandlung zu Polyolen mit maßgeschneiderten Eigenschaften verarbeiten lassen. Die fertigen

Schaumstoffe, die unter anderem zur Gebäudeisolierung verwendet werden, enthalten einen Anteil von zehn bis 15 Prozent an nachwachsenden Rohstoffen. Damit gelten sie beispielsweise nach den Kriterien der US-Regierung als „biobasiert“. Die „grünen“ Hartschaumstoffe haben zum Teil sogar bessere Materialeigenschaften als konventionelle Produkte: Die Pflanzenöle verbessern nämlich die Verträglichkeit mit dem Treibmittel Pentan, das zum Aufschäumen der Kunststoffe dient.

Polyurethane: Zucker und Cellulose statt Öl

Dank der Aktivitäten von Weberskirch und seinen Kollegen sind die Bayer-Forscher bei einer speziellen Sorte von Polyolen der allgemeinen Entwicklung sogar einen Schritt voraus: Der Chemiker fand heraus, dass zwei Basisstoffe für die sogenannten Polyester-Polyole demnächst in größeren Mengen biotechnologisch verfügbar sein werden. Zum einen handelt es sich um die Substanz 1,3-Propandiol, die in Bioreaktoren

Polymer-Forscher bei Bayer MaterialScience: Dr. Henricus Peerlings, Dr. Hartmut Nefzger, Dr. Ralf Weberskirch und Dr. Klaus Lorenz (v. re.), der einen Prozess entwickelte, mit dem Raps- und Sojaöl ohne weitere Behandlung zu Polyolen mit maßgeschneiderten Eigenschaften verarbeitet werden können. Die Schaumstoffe sind unter anderem in Wärmedämmplatten in Fußböden (Foto Mitte) und als Isolierung ganzer Gebäude ähnlich wie beim Ultra-Niedrigenergiehaus in München (re.) zu finden.



aus Glycerin – einem Abfallprodukt der Biodiesel-Produktion – oder Maisstärke gewonnen wird. Zum anderen geht es um Bernsteinsäure, einen Stoff, den Bakterien aus Zucker oder Cellulose produzieren und der als sogenannte Plattformchemikalie zur Herstellung einer Vielzahl von Ausgangsstoffen für Kunststoffe dienen kann. Auch in Polyurethanen ließe sich Bernsteinsäure einbauen und könnte so die Adipinsäure ersetzen, die auf Erdöl basiert. Weberskirch: „Beide unterscheiden sich nur durch zwei Methylengruppen voneinander.“ Kunststoffexperten um Dr. Hartmut Nefzger und Dr. Henricus Peerlings aus der Produktforschung von Bayer MaterialScience experimentieren zurzeit noch mit petrochemisch gewonnener Bernsteinsäure, um die Materialeigenschaften des fertigen Polyurethans zu optimieren. Wenn die Bio-Bernsteinsäure demnächst auf dem Markt erhältlich ist, kann Bayer MaterialScience gleich mit der Produktion loslegen. Interessenten für das Bio-Polyurethan gibt es bereits: „Führende Sportschuhproduzenten haben vor, da-

raus biobasierte Schuhsohlen herzustellen“, sagen Nefzger und Peerlings.

Aber „grüne“ Polyole sind wahrscheinlich nur der Anfang eines umwälzenden Trends. Bayer MaterialScience möchte auf diesem Gebiet mit interessierten Kunden zusammenarbeiten. Bislang lassen sich allerdings einige petrochemische Grundstoffe noch nicht durch nachwachsende Rohstoffe ersetzen, vor allem aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol und Phenol.

Lignin: die unerschöpfliche Rohstoffquelle für Biopolymere

Diese Stoffgruppen bilden die Basis des zweiten Polyurethan-Grundbaustoffs, der aromatischen Isocyanate, und der Polycarbonate, der zweiten Stoffklasse, die Bayer MaterialScience produziert. „Im Augenblick gibt es noch kein Verfahren, mit dem wir Aromaten aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen können“, sagt Weberskirch. Doch der weitsichtige Chemiker denkt in größeren Zeiträumen: In einer Machbarkeits-

„Keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln“

Dr. Herbert Vogel ist Professor für Technische Chemie an der TU Darmstadt. „research“ sprach mit ihm über die Herausforderung, durch nachwachsende Rohstoffe die Petrochemie zu ersetzen, und über das Spannungsfeld zwischen Biotreibstoff und Lebensmitteln.



Welchen Vorteil bieten nachwachsende Rohstoffe als Basis von chemischen Produkten für die Umwelt?

Nachwachsende Rohstoffe leisten einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz, weil sie CO₂-neutral sind. Daneben bieten sie auch noch andere Vorteile: Es werden lokal Arbeitsplätze geschaffen, und die Abhängigkeit vom Erdöl verringert sich. Aber man kann nicht von heute auf morgen alles auf Biomasse umstellen.

Biokraftstoffe sind wegen der Konkurrenz zu Lebensmitteln in die Kritik geraten. Entstehen solche Probleme auch, wenn Polymere immer mehr aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden?

Nein. Der Kraftstoffmarkt ist um den Faktor zehn größer als der Chemikalienmarkt. Die chemische Industrie nutzt nur fünf bis sieben Prozent des Erdöls für die stoffliche Verwertung. Der Rest geht in den Verkehr und in die Heizungen. Deswegen stehen Chemieprodukte nicht in Konkurrenz zu Nahrungsmitteln, die Mengen sind einfach zu gering.

Kann man auf Basis nachwachsender Rohstoffe die gleichen Kunststoffe herstellen, die man heute schon benutzt?

Theoretisch wäre natürlich jeder Stoff aus nachwachsenden Rohstoffen herstellbar. Aber das Problem ist der Preis. Es gibt Moleküle, die man sowohl aus Erdöl als auch aus Biomasse mit etwa dem gleichen Aufwand erzeugen kann. Manche Moleküle gewinnt man sinnvollerweise nur aus Erdöl, andere nur aus Biomasse. Es wird Stoffe geben, die man eins zu eins übernehmen kann, zum Beispiel die Acrylate. Acrylsäure produziert man heute aus Erdöl. Man kann sie aber auch aus Glycerin herstellen sowie aus Ölen und Fetten oder aus Kohlehydraten.

Wie unterscheiden sich Bioraffinerien von der Erdölchemie?

Bioraffinerien sind wesentlich komplexer. Erdöl besteht aus Kohlenwasserstoffen, die alle eine ähnliche Struktur aufweisen. Biomasse ist dagegen ein Gemisch hochkomplexer Moleküle beispielsweise aus Kohlehydraten, Proteinen, Ölen und Fetten. Das erfordert schon wesentlich anspruchsvollere Verfahren. Aber die Philosophie wäre die gleiche: Man sammelt die Rohstoffe an einem Ort ein, wandelt sie durch entsprechende chemische Strategien in Flüssigkeiten und Gase um und baut darauf die Produktionskette auf.



Klimaschutz konkret: „Bayer-Klimaprogramm“

Bayer ist für seine Klimaschutz-Leistungen bereits als „Best in Class“ und führendes Unternehmen seiner Branche international anerkannt. Im November 2007 hat der Konzern sein Engagement für das Klima in einem konzernweiten Klimaprogramm gebündelt. Darin setzt sich Bayer nicht nur ambitionierte Ziele für die eigene Produktion, sondern investiert auch gezielt in die Entwicklung klimafreundlicher Produkte und Verfahren. Wegweisende Lösungen für den Klimaschutz und für die Bewältigung der Folgen des Klimawandels stellen die Leuchtturmprojekte dar, die Bayer bereits angestoßen hat:

EcoCommercial Building

- ist als Konzept energieoptimierter Industrie- und Bürogebäude an alle Klimazonen anpassbar
- zielt auf das Null-Emissions-Gebäude ab
- kombiniert Bayer-Materialien mit innovativen Technologien
- dient als offene Wissensplattform dem Dialog zwischen allen interessierten Akteuren der Baubranche

Nachhaltige pflanzliche Energieträger

- reduzieren potenzielle Konflikte zwischen Klimaschutz, Biodiversität und Nahrungsproduktion
- zielen auf Ertragssteigerung ab (z. B. Hybridsaatgut InVigor®)
- nutzen Pflanzenanbau auf Flächen, die nicht für die Nahrungsmittelproduktion verwendet werden können (Forschungsprojekt *Jatropha*)

Entwicklung stresstoleranter Pflanzenkulturen (s. a. „Titelstory“, ab S. 26)

- verbessert Stresstoleranz gegenüber Hitze, Trockenheit, Kälte und Versalzung
- stärkt Pflanzen und Ertrag durch Einsatz der Biotechnologie
- reduziert Auswirkungen von Klimastress durch Einsatz von klassischen Pflanzenschutzwirkstoffen (z. B. Confidor® Stress Shield)

Bayer Climate Check

- ergänzt die Wirtschaftlichkeitsrechnungen um eine umfassende klimarelevante Entscheidungsgrundlage
- beschreibt die systematische Analyse von Produktions- und produktionsnahen Prozessen
- bezieht systematisch die Emissionen der Vorkette ein
- ist vom TÜV Süd zertifiziert

studie lässt er derzeit klären, ob sich Lignin als Grundlage für Bio-Aromaten eignet. Der Stützstoff des Holzes bleibt als Abfallprodukt der Papierindustrie weitgehend ungenutzt. Nach Cellulose ist es das häufigste Biopolymer, es macht etwa 25 bis 30 Prozent der nicht-fossilen organischen Kohlenstoff-Verbindungen auf der Erde aus. Lignin wäre also eine fast unerschöpfliche Rohstoffquelle.

Hohe Investitionen für klimarelevante Forschung

Die Beispiele verdeutlichen den Anspruch des Konzerns: „Bayer nimmt den Klimawandel als ökologische und ökonomische Herausforderung sehr ernst“, betont Dr. Wolfgang Große Entrup, Leiter des Konzernbereichs Environment & Sustainability der Bayer AG

und Chair des Bayer-Klimaprogramms. Schon in der Vergangenheit hat der Konzern die eigenen Treibhausgasemissionen deutlich reduziert: Zwischen 1990 und 2007 konnten die direkten und indirekten Treibhausgasemissionen um 37 Prozent reduziert werden.

Bei diesen Erfolgen will der Konzern aber nicht stehen bleiben, sondern hat sich vielmehr mit einer neuen unternehmensweiten Klimastrategie sehr ambitionierte Ziele gesetzt. So wird Bayer beispielsweise eine Milliarde Euro zwischen 2008 und 2010 in klimarelevante Forschung und Entwicklung sowie konkrete Projekte investieren – von der Entwicklung und Bereitstellung klimaschonender Produkte bis hin zum Bau energiesparender Produktionsanlagen. Die bisherige „Ökologische Bewertung von Neuinvestitionen“ wird um klimabezogene Kriterien erweitert.



www.klima.bayer.de

Hier finden Sie weitere Informationen zum Bayer-Klimaprogramm sowie Podcast-Beiträge rund um das Thema Klima.



www.nachwachsende-rohstoffe.de

Umfassende Informationen zum Thema bietet die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), die auf Initiative der deutschen Bundesregierung ins Leben gerufen wurde.

Leichter und ökologischer: Immer öfter greifen Autoingenieure in den Baukasten von Mutter Natur und verwenden für Sitze oder andere Kunststoffteile Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe.

