

# Von Kohlenstoff zu Kohlenhydraten

Seit dem letzten Jahr steigt die Nachfrage nach Biokunststoffen. Viele Unternehmen versuchen, mit der Verwendung nachwachsender Rohstoffe der Preisspirale fossiler Ressourcen zu entkommen und gleichzeitig einen Beitrag gegen den Klimawandel zu leisten. Jedoch birgt dieses zukunftssträchtige Konzept angesichts des noch jungen Marktes auch Risiken. Um Chancen und Risiken von Biokunststoffen zu evaluieren, hat der Lehrstuhl für Nachhaltigkeit und Technologie der ETH Zürich kürzlich eine empirische Studie mit Kunststoff verarbeitenden Unternehmen in der Schweiz und Deutschland durchgeführt. Einerseits führt die Studie aus, welche Bedeutung Biokunststoffen mittlerweile in der Industrie beigemessen wird. Andererseits zeigt sie auf, welche Faktoren den breiten Einsatz von Biokunststoffen noch verhindern.

Die Maispflanze als Rohstoffquelle für Biokunststoffe.

VON AVRATH CHADHA UND  
VOLKER H. HOFFMANN

Die Abhängigkeit der Weltwirtschaft vom Erdöl gehört zu den grössten ökonomischen Herausforderungen der nächsten Jahre und Jahrzehnte. Zum einen ist die Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe begrenzt und daher müssen früher oder später Substitute entwickelt und verwendet werden. Zum anderen führt die Verbrennung fossiler Rohstoffe zur Emission von Treibhausgasen, deren Ausstoss durch Regularien wie das Kyoto-Protokoll beschränkt werden. Beide genannten Aspekte werden auch als «Carbon Constraints» bezeichnet, da die zukünftig zu erwartende geringere Verwendung von Kohlenstoff («carbon») die gewohnte Funktionsweise unserer Gesellschaft beeinflussen und einschränken («constrain») wird.

Es ist absehbar, dass viele Unternehmen von solchen Carbon Cons-

traints beeinträchtigt werden, wenn die bereits jetzt hohen Preise für fossile Rohstoffe zukünftig noch weiter ansteigen. Als Konsequenz müssen diese Unternehmen weniger ressourcenintensive Technologien einsetzen, um in einem immer härter werdenden globalen Wettbewerb zu bestehen.

## Der Markt für Biokunststoffe wächst

Insbesondere die Kunststoff verarbeitende Industrie steht vor der Herausforderung, wie sie auf die fossile Ressourcenknappheit reagieren soll: Da die meisten Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen synthetisiert werden, ist deren Knappheit ein weit verbreitetes Thema sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Hinsicht. Weltweit wurden daher bereits zahlreiche Forschungsaktivitäten für so genannte Biokunststoffe initiiert, die mittlerweile über ein breites Spektrum von Anwendungen verfügen. Biokunststoffe können zum einen synthetische Polymere sein, in der Regel Polyester, die biologisch abbaubar sind. Diese Gruppe von Polymeren ist schon seit einigen Jahren verfügbar, wird aber zum grössten Teil aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Produkte aus diesen Bio-

kunststoffen kommen hauptsächlich in Segmenten zum Einsatz, bei denen die Kompostierbarkeit einen wesentlichen Vorteil bringt. Zu diesen Segmenten gehören beispielsweise Sammelsäcke für Kompost, Mulchfolien oder Gartenartikel.

Zum anderen versteht man unter Biokunststoffen auch Polymere, zumeist aus Cellulosederivaten oder Polylactid, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden und deren Verwendung die Abhängigkeit vom Erdöl verringert. Diese Biokunststoffe sind zum Teil ebenfalls biologisch abbaubar. Insbesondere Biokunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen haben im letzten Jahr ein starkes Marktwachstum gezeigt. Der Aspekt der nachwachsenden Rohstoffbasis steht bei vielen Forschungsaktivitäten und Marktanwendungen vermehrt im Vordergrund. Technische Anwendungen im Automobilbereich oder Anwendungen für die Verpackungsindustrie gewinnen immer mehr an Bedeutung für diese Materialien.

Tabelle 1 zeigt exemplarisch die aktuellen und prognostizierten Grössenordnungen des Biokunststoffmarktes für Deutschland. In fast allen Segmenten sind in den nächsten Jahren zweistellige Zuwachsraten zu erwarten.

### Avrath Chadha

Dipl. Ing., MBA, Doktorand/Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Nachhaltigkeit und Technologie, Departement für Management, Technologie und Ökonomie, ETH Zürich.

### Prof. Dr. Volker H. Hoffmann

Lehrstuhl für Nachhaltigkeit und Technologie, Departement für Management, Technologie und Ökonomie, ETH Zürich.

Für die meisten Biokunststoffe stehen kostengünstige Produktionsbedingungen in industriellen Gröszenordnungen noch aus. Dabei sind neue biotechnologische Verfahren die Hoffnungsträger. Sobald die Produktion im industriellen Massstab abläuft, ist zu erwarten, dass die Kosten für die meisten Biokunststoffe fallen und die Preise sich denen petrobasierter Kunststoffe angleichen. Allerdings hängt die Markteinführung von Biokunststoffen nicht nur vom technologischen Fortschritt, sondern auch von strategischen Managemententscheidungen in den beteiligten Firmen ab. Einige Vorreiterunternehmen sind bereits auf dem Markt, während andere den Markt eher abwartend beobachten.

Der Lehrstuhl für Nachhaltigkeit und Technologie der ETH Zürich hat in einer Studie die Gründe für den unterschiedlichen Markteintritt der Unternehmen untersucht. Dazu wurden von März bis September 2007 zehn Fallstudien mit Unternehmen der Kunststoff verarbeitenden Industrie aus der Schweiz und Deutschland durchgeführt. Der Fokus der Studie lag auf Biokunststoffen, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, und es wurden sowohl Rohstoffhersteller (4 Unternehmen) als auch Verarbeiter (6 Unternehmen) aus der Verpackungs-, Medizinal- und Automobilindustrie

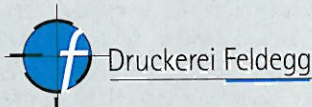
untersucht. Die Grösse der befragten Unternehmen reichte vom typischen Schweizer KMU mit 100 Beschäftigten bis zum grossen international agierenden Chemieunternehmen mit 100 000 Mitarbeitenden. Um alle relevanten Aspekte in den Fallstudien abzudecken, wurden in den einzelnen Unternehmen jeweils Interviews mit Mitarbeitenden aus dem strategischen Management, der Forschung und Entwicklung, dem Marketing sowie der Umweltabteilung durchgeführt. Die folgende Zusammenfassung beschreibt die Gründe der Unternehmen, sich mit Biokunststoffen zu beschäftigen, ihre unternehmerischen Strategien dazu und Faktoren, die das weitere Marktwachstum fördern werden.

### Gründe für den vermehrten Einsatz

Sowohl die befragten Rohstoffhersteller als auch die Verarbeiter sehen die Ressourcenverknappung und die damit einhergehende Verteuerung von Rohöl als eine ihrer grössten strategischen Herausforderungen. Ein Grund hierfür ist die grosse Konkurrenz durch petrobasierte Kunststoffe auf dem extrem preisgetriebenen Kunststoffmarkt. Daher können erhöhte Rohstoffpreise, wenn überhaupt, nur zeitversetzt an Kunden weitergege-

ben werden. Alle untersuchten Unternehmen versuchen daher, durch geschickte Beschaffungsstrategie etwa eine langfristige Lieferantbindung ihre fossile Rohstoffbasis sichern. Parallel zu dieser Strategie scannen vor allem die Rohstoffhersteller permanent den Markt nach Alternativen zu ölbasierten Rohstoffen. Sie fokussieren ihre Forschung auf Biokunststoffe. Interessanterweise ist aber die Verknappung von Rohöl nicht alle untersuchten Unternehmen auslöser, sich mit Biokunststoffen befassen. Zu weiteren Motiven für ihre Beschäftigung mit Biokunststoffen befragt, nannten die meisten Unternehmen die steigende Nachfrage der Kunden. Dies gilt sowohl für die Rohstoffhersteller, die vermehrt von Verarbeitern nach Biokunststoffen angefragt werden, als auch für Verarbeiter selber, die eine wachsende Nachfrage von Brand Owners und Endkonsumenten verzeichnen können.

Ein weiterer Grund für den Markteintritt von Unternehmen, sowohl Rohstoffhersteller als auch Verarbeiter, in den noch jungen Markt für Biokunststoffe einzusteigen, sind die Aktivitäten der Wettbewerber. Rohstoffhersteller sehen Biokunststoffe als Differenzierungsmerkmal gegenüber ihren Konkurrenten. So haben zum Beispiel in den letzten Jahren immer mehr F



Druckerei Feldegg

**Einzigartig: Klimaneutral Drucken!**

Weil nicht alle Emissionen vermieden werden können, wurde der Mechanismus der Klimaneutralität eingeführt, um auch bei unvermeidbaren Emissionen, z.B. Geschäftsreisen, Produktion oder Beschaffung, eine Handlungsoption zum Klimaschutz zu haben.



**Klimaneutrale Druckerzeugnisse sind eine Chance.  
In der Kommunikation eine vorbildliche Botschaft.  
Aber auch ein Zeichen für Innovation, Engagement. Und  
klimaneutrale Druckerzeugnisse sind glaubwürdig.**

Die Druckerei Feldegg setzt auf den ClimatePartner Prozess für Druckerzeugnisse, der nicht nur die benötigte Energie, sondern auch die eingesetzten Materialien berücksichtigt und somit einen hohen Qualitätsstandard bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sichert.

Das inhabergeführte, zürcherische Familienunternehmen profiliert sich mit seinem Team als wegweisendes, regionales grafisches Zentrum für eine möglichst umweltgerechte Produktion exklusiver Drucksachen mit umfassendem Service. Nicht nur mit wasserlosem Druck sind wir technisch führend in der Region.

Druckerei Feldegg AG  
Forchstrasse 179 · CH 8125 Zollikerberg  
Telefon +41 44 396 65 65  
Telefax +41 44 396 65 00  
info@feldegg.ch · www.feldegg.ch

	VERPACKUNGEN	MULCHFOLIEN/ GARTENARTIKEL	KONSUMGÜTER- INDUSTRIE	AUTOMOBIL- INDUSTRIE
Gesamtmarkt- grösse 2005	3,5 Mio. t Kunststoff- verpackungen  1,8 Mio. t kurzlebige Produkte	0,23 Mio. t Kunststoffe für Folien und Gartenartikel	1,8–2,7 Mio. t Kunststoffe für Konsumgüter	0,8 Mio. t Kunststoffe in Fahrzeugen
Biokunststoffe Marktgrösse in t				
2005:	< 15 000	< 100	< 100	< 10
2010:	110 000	3 500	24 000	48 000
2020:	520 000	13 000	290 000	230 000
Marktwachstum Biokunststoffe in % p.a.				
2005–10:	> 30	> 70	> 160	> 380
2010–20:	ca. 16	ca. 15	ca. 29	ca. 17

**Tabelle 1: Marktpotenzial von Biokunststoffen in Deutschland (Quelle: Studie Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe).**

stoffhersteller neben petrobasierten Kunststoffen auch Biokunststoffe in ihr Produktportfolio aufgenommen. Einige dieser Kunststoffe sind komplett neu, andere wiederum sind Modifikationen bestehender Werkstoffe, die nun «erneuerbar» sind. Markt- und Technologieführerschaft bei Biokunststoffen werden insbesondere von den grossen internationalen Rohstoffherstellern als auch von den Verarbeitern aus der Automobilindustrie als Kernziel angesehen und auch firmenintern dementsprechend formuliert. Alle Rohstoffhersteller sehen auch das «grüne Image» für ihr Unternehmen als positiven, aber schwer quantifizierbaren Nebeneffekt.

### Unterschiedliche Strategien

Bei den meisten der befragten Unternehmen ist das Thema Biokunststoffe stark durch die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen vorangetrieben worden. Speziell die Rohstoffindustrie betreibt kosten- und zeitintensive Forschung zu Biokunststoffen. Viele Unternehmen arbeiten seit Jahren an diesen neuen Werkstoffen, jedoch wurden viele dieser Forschungsvorhaben in der Vergangenheit entweder aus ökonomischen oder auch aus verfahrenstechnischen Gründen wieder eingestellt. Allerdings hat nur die Hälfte der untersuchten Unternehmen angegeben, eine klar definierte Unternehmensstrategie für Biokunststoffe zu besitzen und diese auch proaktiv zu verfolgen. Drei interessante Beispiele illustrieren, wie Unternehmen aus verschiedenen Branchen sich dem Thema Biokunststoffe derzeit widmen:

**Beispiel 1:** Bei einem grossen deutschen Unternehmen aus der Automobilbranche gab es grundsätzlich schon seit 20 Jahren Forschungsaktivitäten

im Bereich nachwachsender Rohstoffe, vor allem zu Naturfasern. Die Ankündigung eines ausländischen Konkurrenten, enorm in die Forschung für Biokunststoffe zu investieren, sowie die aufkommende Klimadebatte Anfang 2007 haben dazu geführt, dass das Unternehmen seine Forschungsaktivitäten ausgeweitet hat. Es gründete eigens dafür eine Arbeitsgruppe im Unternehmen, welche die verschiedenen Bereiche wie Materialforschung, Anwendungstechnik, Vertrieb und Marketing koordinierte. Daneben war ein wichtiger Erfolgsfaktor für dieses Projekt, dass die Arbeitsgruppe unabhängig und damit zeitnah Entscheide fällen konnte.

**Beispiel 2:** Bei einem grossen internationalen Technologiekonzern wurden die Mitarbeitenden in der Forschung und Entwicklung schon seit einigen Jahren dazu angeregt, sich «inoffiziell» mit dem Thema Biokunststoffe zu befassen. In diesem Unternehmen war es schon lange Tradition, dass die Forschungsabteilungen dafür 10 Prozent ihrer Arbeitszeit zur freien Verfügung hatten. Als das Management vor geraumer Zeit beschlossen hat, Produkte aus Biokunststoffen auf den Markt zu bringen, gab es schon konkrete Aktivitäten im Konzern zu Biokunststoffen. So konnte dieses Unternehmen auf bereits bestehendes firmeninternes Know-how zurückgreifen und vor den Wettbewerbern auf dem Markt sein.

**Beispiel 3:** Ein grosser Rohstoffhersteller sieht strategische Partnerschaften, sowohl horizontal als auch vertikal, mit anderen Unternehmen als Schlüsselfaktor, um vom Marktwachstum von Biokunststoffen zu profitieren. Das Unternehmen hält zum Beispiel speziell Entwicklungskooperationen

mit Kunden für erfolgsversprechend. Es geht aber auch Kollaborationen mit kleinen Biotechnologieunternehmen ein, da diese oft spezifisches verfahrenstechnisches Know-how besitzen.

### Einflussfaktoren für die weitere Marktentwicklung

Es gibt viel versprechende Anzeichen, dass Biokunststoffe ihre Marktische in den nächsten Jahren verlassen werden. Wenn aufgrund knapper werdender Ressourcen die Preise für petrobasierte Kunststoffe in Zukunft weiter ansteigen, bieten sich Biokunststoffe als alternative Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe an.

Allerdings müssen sich Biokunststoffe vor allem in Hinblick auf Preis, den alle befragten Unternehmen als bislang grösstes Hemmnis ansehen, und Verarbeitungseigenschaften verbessern. Letzteres gilt insbesondere für die hohen Anforderungen der Automobilindustrie. Ferner muss die Verfügbarkeit von Biokunststoffen auf dem Markt stark zunehmen, da zurzeit nur einige Anbieter mit noch relativ geringen Produktionskapazitäten auf dem Markt sind. Dazu sehen viele Verarbeiter die Rohstoffindustrie in der Verantwortung, Biokunststoffen durch einen Technologiepush zum kommerziellen Erfolg zu verhelfen. Da aber Produkte aus Biokunststoffen derzeit noch Nischenmärkte besetzen, bedeuten hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung für Rohstoffhersteller wie für Verarbeiter ein erhebliches Risiko. Daher sollten Unternehmen zunächst versuchen, in kleinen Nischenmärkten mit Premiumprodukten Gewinne zu realisieren. Mit steigender Nachfrage nach Biokunststoffen ist zu erwarten, dass auch die Produktionskosten und damit die Preise sinken werden.

Zwar fliesst Kapital nicht ungebremst in diese noch relativ junge Industrie, aber Unternehmen scheinen durchaus bereit zu sein zu investieren: In der Kunststoff verarbeitenden Industrie ist das Bewusstsein für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen nicht mehr nur ein Lippenbekenntnis, sondern hat den Markt erreicht. Innovative Unternehmen können Biokunststoffe als Chance wahrnehmen und sich als führende Player auf diesem wachsenden Markt etablieren. Von einem Nachfrageboom wird man jedoch erst sprechen können, wenn ein Teil der Kunden seine Verunsicherung in Bezug auf Verfügbarkeit von Biokunststoffen und technische Performance verlieren wird. ●