

**Frankfurter Allgemeine Zeitung, Mittwoch, 12. 07. 2006**

## **Wenn die Plastikflasche vom Acker kommt**

Bessere Verwertung von Kohlenhydraten - Die chemische Industrie gewinnt ihre Ausgangsstoffe verstärkt aus Pflanzenresten/Von Uta Bilow

Ob schon in einigen Dutzend Jahren oder doch erst viel später - irgendwann werden die weltweiten Öl- und Gasvorräte auf der Erde erschöpft sein. Vermehrt suchen Energie- und Umweltexperten weltweit nach neuen Wegen, die Versorgung mit Energie und Treibstoffen auch künftig sicherzustellen. Auch die chemische Industrie hat teilweise begonnen, sich nach Ersatz für die fossilen Ressourcen umzusehen, liegt doch ihr Anteil am weltweiten Rohölverbrauch bei immerhin zehn Prozent. Etwa die Hälfte davon wird in Olefine und Aromaten verwandelt, die wiederum Ausgangsstoffe für zahlreiche Produkte sind - von Arzneien über Kunststoffe bis hin zu Farben und Lacken.

Ein möglicher Ersatz für die fossilen Ressourcen könnten nachwachsende Rohstoffe sein. Zwar hat im vergangenen Jahr der damals amtierende Präsident des Verbands der Chemischen Industrie, Jürgen Hambrecht, noch verlautbart, es sei "realitätsfern, wenn man glaube, Biomasse könnte die Petrochemie in absehbarer Zukunft weitgehend oder gar vollständig ersetzen". Erkundet man das Terrain jedoch genauer, so findet man schnell Indizien dafür, daß die Umstellung auf nachwachsende Rohstoffe in einigen Bereichen durchaus bald gelingen könnte. Schließlich speichern Ackerpflanzen in ihren Früchten, Stengeln und Blättern große Mengen an Kohlenhydraten, die wertvolle Ausgangsstoffe für die chemische Industrie darstellen. Aus den darin enthaltenen Fruktose-Molekülen läßt sich eine aromatische Verbindung gewinnen, die ihrerseits zu einem wichtigen Grundbaustein in der chemischen Produktion werden könnte: Hydroxymethylfurfural, kurz HMF. Der zu den Aldehyden zählende Stoff entsteht, wenn man Fruktose auf chemischem Wege Wasser entzieht.

HMF ist für viele Chemiker deshalb eine Schlüsselverbindung, weil sie sich durch gängige Umsetzungen in eine Vielzahl verschiedener Substanzklassen weiterverarbeiten läßt. Endprodukte sind zum Beispiel Kunststoffe wie Polyamide oder Polyester, die mit dem Polymer Polyethylenterephthalat (Pet) verwandt sind, welches in großen Mengen für Getränkeflaschen und als Faser für Funktionsbekleidung produziert wird. Daß die chemische Industrie sich bislang kaum mit HMF befaßt hat, liegt vor allem daran, daß es derzeit noch an einem technischen Prozeß mangelt, der die Herstellung dieser Substanz erschwinglich macht. Das könnte sich aber bald ändern.

Forschern von der University of Wisconsin in Madison ist es nun gelungen, die Ausbeute bei der Herstellung von HMF aus Kohlenhydraten deutlich zu erhöhen. Wie James Dumesic, Yuriy Roman-Leshkov und Juben Chheda in der Zeitschrift "Science" (Bd.312, S.1933) berichten, lösten sie die Fruktose zunächst in Wasser und gaben dann eine Säure als Katalysator zu. Dem Gemisch setzten sie ein organisches Lösungsmittel hinzu, das aufgrund seiner geringeren Dichte auf dem Wasser schwamm. Die aus der Fruktose stammenden HMF-Moleküle reicherten sich während der Reaktion in dem organischen Lösungsmittel an, da sie sich darin besser lösten als im Wasser. Indem die Forscher wäßrige und organische Phase voneinander trennten, konnten sie das HMF auf einfache Weise isolieren.

Die Chemiker um Dumesic haben in umfangreichen Versuchsreihen zudem herausgefunden, daß bestimmte Zusätze die Ausbeute der Reaktion noch erhöhen und gleichzeitig die Bildung unerwünschter Nebenprodukte unterdrücken. So konnten sie schließlich erreichen, daß der gelöste Fruchtzucker zu mehr als 80 Prozent in HMF umgewandelt wurde. Allerdings wird durch die zusätzlichen Substanzen die Aufarbeitung des Produktes erschwert, so daß das Verfahren für die großtechnische Gewinnung von HMF noch nicht geeignet sein dürfte. Dennoch sieht Jürgen Metzger von der Universität Oldenburg in der Arbeit von Dumesic und seinen Kollegen einen wichtigen Schritt. Für den Experten für "grüne" Chemie ist HMF das "nachhaltige Pendant" der

Terephthalsäure - ein wichtiger Ausgangsstoff für Polyester - und deshalb ein chemischer Baustein mit ungeheurem Potential, das unbedingt genutzt werden müsse. Gegenwärtig seien die bekannten Verfahren zwar noch nicht konkurrenzfähig, mit steigenden Ölpreisen könnte sich das aber schnell ändern.

Die Umwandlung von Zuckern in den Grundbaustein HMF wird seit zwanzig Jahren intensiv erforscht. Ob mit Mikrowellen, überkritischen Fluiden oder diversen Katalysatoren - viele Verfahren sind seither erprobt worden. Bei der Firma Südzucker zum Beispiel schlummert seit anderthalb Jahrzehnten ein Patent für ein HMF-Produktionsverfahren in der Schublade. "Das Produkt ist wegen der hohen Kosten damals nicht im erhofften Maß vom Markt angenommen worden", resümiert Ali Reza Haji Begli von Südzucker.

Eine Neubewertung des Patents dürfte nicht mehr lange auf sich warten lassen, ist in jüngster Zeit doch das Interesse der chemischen Industrie an Kohlenhydraten deutlich gestiegen. Die Firma DuPont etwa hat einen Weg aufgetan, Glukose in 1,3-Propandiol - einen Baustein für Polymere - zu verwandeln. Das Unternehmen CargillDow hat vor wenigen Jahren in Nebraska eine Anlage in Betrieb genommen, die aus Maisstärke Milchsäure erzeugt. Diese wird weiter zu dem Kunststoff Polymilchsäure verarbeitet, aus dem sich Fasern, Folien und Flaschen fertigen lassen. Und bei BASF in Ludwigshafen stellt man über einen biotechnologischen Prozeß Zitronensäure aus Glukose her. Dort erkundet man, ob neben anderen Rohstoffen nicht auch Zucker als zusätzliche Rohstoffquelle genutzt werden können.

Für die chemische Industrie ist die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im Grunde kein neues Thema. Bei der Herstellung von Medikamenten, Wasch- und Schmiermitteln werden traditionell pflanzliche Ausgangsstoffe genutzt. Den Löwenanteil darunter machen allerdings Öle und Fette aus. Die ungemein breite Basis an Stoffen, die regenerative Ressourcen bieten, wird indes nur zögerlich ausgeschöpft. Dabei stellen gerade die Zucker mit ihren hochfunktionalisierten Strukturen - die Kohlenstoffgerüste sind mit zahlreichen Hydroxylgruppen ausgestattet - eine interessante Rohstoffquelle dar. Die klassische Petrochemie liefert dagegen lediglich reine Kohlenwasserstoffe, denen jegliche Funktionalität fehlt. Will man daraus Basischemikalien wie Äthanol, Anilin oder Acetaldehyd erhalten, müssen in teilweise aufwendigen Reaktionen Sauerstoff- oder Stickstoffatome eingebracht werden. Greift man dagegen auf Zuckermoleküle als Rohstoffe zurück, kann man sich diesen Aufwand sparen, weil die entsprechenden Baugruppen oder ihre Vorläufer bereits vorhanden sind.

Die Forscher aus Madison haben im vergangenen Jahr schon ein Verfahren vorgestellt, dank dessen sich aus Cellulose, Stärke oder Zucker hochreiner Diesel gewinnen läßt. Dabei müssen allerdings in einem abschließenden Schritt sämtliche Sauerstoffatome entfernt werden. Unter dem Gesichtspunkt, daß die chemische Industrie als Zwischenprodukte gerade oxydierte Verbindungen wie Alkohole, Aldehyde oder Säuren benötigt, erscheint es indes vorteilhafter, Kohlenhydrate zu chemischen Grundbausteinen anstatt zu Treibstoff zu verarbeiten. Die Politik forciert derzeit die Umwandlung von Biomasse in Kraftstoffe. Dazu zählen Biodiesel, Bioäthanol und sogenannte BtL-Treibstoffe, die sich bereits zu einer ernstzunehmenden Konkurrenz auf dem Kraftstoffmarkt entwickelt haben. Die chemische Industrie sollte dringend darauf achten, daß sie nicht am Ende mit leeren Händen dasteht, wenn die Rohölquellen eines Tages vollends versiegen.