

Sprit aus Wald und Wiese

*Wie Wissenschaftler in Zukunft aus Pflanzen
 preiswerten Biotreibstoff herstellen wollen*

Von **Constanze Böttcher**

Im Grimm'schen Märchen war es das Rumpelstilzchen: ein hutzeliges Männchen, das der armen Müllerstochter half, aus Stroh Gold zu spinnen. Und so nicht nur ihr Leben rettete, sondern sie auch zur Frau des Königs machte.

Wenn Forscher heute Stroh in Ethanol verwandeln, dann nutzen sie dafür chemische Verfahren, Pilze oder Bakterien. Der Alkohol landet schließlich als Biotreibstoff im Autotank. Der Vorteil: Beim Herstellen und Verbrennen des pflanzlichen Ethanols entsteht nur so viel vom Treibhausgas Kohlendioxid, wie die Pflanzen zu Lebzeiten aus der Luft aufgenommen haben. Das freut die Klimaschützer.

Wissenschaftler werkeln daher an besonders effizienten Verfahren, um pflanzliches Ethanol zu gewinnen. Pflanzen bestehen zu mehr als der Hälfte aus Lignozellulose. „Diese Substanz wird ein wichtiger Rohstoff der Zukunft werden“, urteilt Norbert Schmitz vom Meo Consulting Team. Vergangene Woche stellte der Bioethanolexperte in Bonn eine neue Studie vor. Fazit: Ethanol als Kraftstoff kann ökologisch und ökonomisch sinnvoll sein.

„Aus finanzieller Sicht wird die Ethanolproduktion derzeit attraktiver, da Rohöl immer teurer und Zellulose immer billiger wird“, erläutert Jack Saddler von der Internationalen Energieagentur. Zurzeit kostet es etwas mehr als 30 Cent, einen Liter Normalbenzin herzustellen. Noch sei europäisches oder deutsches Bioethanol

aber ohne finanzielle Unterstützung nicht wettbewerbsfähig, sagt Jan Henke vom Kieler Institut für Weltwirtschaftsforschung. Für 50 Cent pro Liter produzieren Europäer den Pflanzensprit. Brasilien, weltweit größten Hersteller, produziert mit 20 Cent pro Liter Bioethanol deutlich billiger.

Biokraftstoffe sollen bis zum Jahr 2010 fast sechs Prozent aller Treibstoffe ausmachen, fordert eine EU-Richtlinie. Bioethanol ist eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen. Schon heute wird Ethanol in einigen EU-Ländern sowie in Brasilien, Schweden, Kanada und den USA dem Normalbenzin beigemischt.

Bisher verarbeiten Bioethanolfabriken hauptsächlich Zucker und Stärke aus Zuckerrohr, Zuckerrüben, Mais oder Getreide. Die Produktion von Ethanol beispielsweise aus Mais habe jedoch den Nachteil, dass mehr Kohlendioxid entstehe als der Gebrauch einspart, sagt der Energieexperte Saddler. Bei dem neuen Rohstoff Lignozellulose sei dies genau umgekehrt. Vor allem aber ist er billiger als Getreide und Mais: Überall auf der Welt gibt es Stroh und Mähgut, auch Holz von schnell wachsenden Bäumen wie Pappeln oder Weiden ist reichlich vorhanden. Der ganze Baum kann dann als Rohstofflieferant dienen.

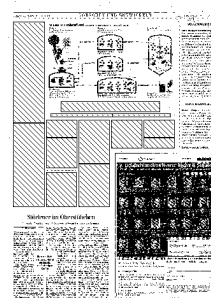
Allerdings lassen sich Stroh und Holz nicht ohne weiteres zu Ethanol vergären. Die pflanzlichen Hauptbestandteile Zellulose und Hemizellulose sind zwar aus einfachen Zuckern aufgebaut. Sie bilden aber komplizierte Riesenmoleküle, die schwer zu knacken sind.

Um die komplexen Gebilde in Zucker zu zerlegen, verwenden

Forscher des Unternehmens Etek im schwedischen Örnköldsvik verdünnte Schwefelsäure. Als Rohstoff dienen Sägespäne. Säure, erhöhter Druck und Temperaturen um 200 Grad Celsius lösen erst Hemizellulose und in einem zweiten Schritt Zellulose heraus und spalten sie. Den bei dieser Hydrolyse entstandenen Zuckersaft können Hefen zu Alkohol vergären. 200 bis 300 Liter Ethanol wollen die Wissenschaftler auf diese Weise aus einer Tonne getrocknetem Holz herausquetschen – bisher allerdings nur zu Forschungszwecken.

„Die Etek-Anlage ist sehr gut“, urteilt Saddler. Er glaubt jedoch, dass sich langfristig eine andere Methode durchsetzen wird. Mit Hilfe von Enzymen lässt sich mehr Zellulose in Zucker umwandeln als mit Säure. „Enzyme sind effizienter und es ist viel billiger geworden, sie herzustellen“, fasst Saddler die Entwicklung der vergangenen Jahre zusammen. Das kanadische Unternehmen Iogen setzt daher auf Enzyme des Pilzes *Trichoderma reesei*. Diese können Lignozellulose spalten.

In der Iogen-Anlage wandern die Halme zunächst in eine Häckselmaschine und werden dann mit



heißem Dampf behandelt. Um die Hemizellulose auseinander zu nehmen, fügen die Kanadier ebenfalls verdünnte Säure hinzu. Den Rest besorgen die Pilzeiweiße: Wie Speichel im Mund weichen sie die Strohmasse ein und lösen den Zucker heraus. Diese Hydrolyse dauert etwa zwei bis sieben Tage. Danach fermentiert eine Schar von Hefen den Sirupbrei zu Alkohol. Dieser muss dann nur noch destilliert werden. Die Ausbeute: 300 Liter Ethanol pro Tonne Stroh.

Wolfgang Schwarz von der Technischen Uni München sieht noch ganz andere Möglichkeiten: „Wir arbeiten an Bakterienenzymen, die das Gleiche besser können“. Die bakteriellen Eiweiße könnten Zel-

lulose schon innerhalb von 24 Stunden abbauen. Für die industrielle Produktion sei dieser Ansatz bisher zwar noch nicht geeignet. „Was wir aber anstreben, ist, Verzuckerung und Vergärung in einem Prozess zusammenzufassen“, sagt Schwarz. Zwei Arten eines Bodenbakteriums sollen nicht nur Lignozellulose abbauen, sondern den entstandenen Zucker gleich fermentieren. Während die eine Mikrobe den Traubenzucker aus der Zellulose vergärt, arbeitet die andere an den Zuckern aus der Hemizellulose. Diese sind nämlich anders aufgebaut und lassen sich von einigen Hefepilzen nicht ohne weiteres in Alkohol verwandeln.

Bei der Entwicklung der Bakterien sind vor allem US-Forscher

umtriebig: In Florida hat ein Forscher bereits ein Patent auf ein Bakterium angemeldet, das Ethanol aus verschiedensten Zuckern herstellen kann.

Power im Tank

Treibstoff Ethanol erhöht die Oktanzahl des Benzins, hat aber einen niedrigeren Energiegehalt. Die Motoren verbrauchen deshalb etwas mehr Sprit.

Motor Fast alle neuen Motoren können bis zu 20 Prozent Ethanol im Benzin verkraften. Kommt ausschließlich Alkohol in den Tank, muss der Motor besonders korrosionsbeständig sein.

Auto „Flexible Fuel Vehicles“ können mit reinem Ethanol, Benzin oder einer Mischung aus beidem fahren.

Wie aus Holz Treibstoff wird

Rohstoffe
Holz, Stroh und Pflanzenreste bestehen zum Großteil aus Zellulose.

Hydrolyse
Zellulose kann auf verschiedene Weise in Zucker zerlegt werden:

Fermentation
Hefen vergären den Zucker zu Alkohol.

