



Großer Wurf: 2012 soll die bioliq-Pilotanlage am Campus Nord in Betrieb gehen. Dann werden Nicolaus Dahmen und seine Mitarbeiter Biosprit aus Pflanzenresten erzeugen.

# Sprit aus STROH

Am KIT-Institut für Technische Chemie proben Forscher ein Kunststück: Sie wollen pflanzlichen Abfall aller Art in jeden gewünschten Kraftstoff oder in beliebige Basischemikalien verwandeln.



von Thorwald Ewe

**Klarer geht's nicht** – Kraftstoff aus Biomasse ist offensichtlich politisch gewollt: „In den kommenden Jahren werden Biokraftstoffe die wichtigste Alternative zu den Otto- und Dieselmotoren im Verkehrssektor sein“, verkündete der EU-Energiekommissar Günther Oettinger im Juni 2010 auf einer Pressekonferenz in Brüssel. Bundesumweltminister Norbert Röttgen pflichtete ihm bei: „Nur wenn wir Biomasse verstärkt als Energieträger nutzen, werden wir in Europa die Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien erreichen.“ Im „Nationalen Biomasse-Aktionsplan“ – 2009 von der Bundesregierung beschlossen – brüten Arbeitskreise über Strategien, den Anteil der Bioenergie (derzeit: etwa fünf Prozent des deutschen Primärenergiebedarfs) bis 2020 zu verdoppeln.

#### Biokraftstoff nach Maß

Ein Forscherteam am Institut für Technische Chemie des KIT hat sich zum Ziel gesetzt, das Potenzial der Biomasse auf besonders effiziente Art und Weise auszuschöpfen: durch ein hier entwickeltes Verfahren namens „bioliq“. Das Kürzel ist eine Zusammenziehung aus dem englischen „biomass to liquid“, „Umwandlung von Biomasse in flüssige (verwertbare) Form“. Aber das ist eine glatte Untertreibung. „Unser Verfahren kann mehr, es ist außerordentlich flexibel“, erklärt Institutsleiter Eckhard Dinjus. „Wir können nach Bedarf die verschiedensten flüssigen Kraftstoffe herstellen, aber auch ein breites Spektrum von diversen chemi-

#### Neben Stroh lassen sich zum Beispiel auch Sägemehl und Pappe verwerten.

schen Grundstoffen – beispielsweise die Gase Ethylen und Propylen.“ Als Rohstoff verdaut eine bioliq-Anlage so gut wie alles, was hinreichend trocken (weniger als 15 Prozent Wassergehalt) und pflanzlicher Herkunft ist – Standardbeispiel: das Stroh von Getreidehalmen. „Aus ungefähr sieben Tonnen Stroh lässt sich eine Tonne Synthesekraftstoff erzeugen“, sagt Dinjus. Eine Behauptung, die die Karlsruher Wissenschaftler zunächst auf Berechnungen sowie auf Versuche im Labor- und Technikumsmaßstab gründen – aber für die sie in Bälde den Beweis antreten können.

Bereits seit 2008 läuft der erste Teil ihrer bioliq-Pilotanlage auf dem KIT-Campus Nord im Probebetrieb. Bis zu 500 Kilogramm Biomasse pro Stunde durchlaufen hier einen sogenannten Doppelschnecken-Mischreaktor: Ohne Luftkontakt wird zum Beispiel trockenes, gehäckseltes Stroh mit 500 Grad Celsius heißem Sand vermischt. Unter freiem Himmel würde die Biomasse sofort in Flammen aufgehen – aber da Luftsauerstoff keinen Zutritt zum Reaktor hat, findet ein anderer chemischer Prozess statt: eine „Pyrolyse“. Die Hitze verschmort die Kohlenstoffketten der Biomasse in ein flüssiges Öl und festen Koks. Der wird zu einer optimalen Partikelgröße vermahlen und dem

Öl zugemischt. Das Produkt heißt „bioliqSynCrude“, ist dunkelbraun bis schwarz und riecht durchdringend nach Räucherkerze. „Bioslurry“ nennen die Karlsruher Wissenschaftler die dunkle Brühe im Hausjargon – das englische Wort „slurry“ bezeichnet eine Aufschlammung von Feststoffpartikeln in einer Flüssigkeit. Der zweite Anlagenteil ist derzeit mitten im Aufbau. Es ist ein „Flugstromvergaser“.

#### Gase aus dem Hexenkessel

Der Bioslurry aus Anlagenteil Nummer eins wird demnächst hier eingespritzt und bei mehr als 1200 Grad Celsius zu einem energiereichen Gasgemisch umgesetzt. Störende Begleiter wie Staub- und Salzpartikel, Schwefel-, Chlor- und Stickstoffverbindungen werden in einer angeschlossenen Gasreinigungsanlage entfernt. Was dabei übrig bleibt, ist „Synthesegas“: Kohlenmonoxid (CO) plus Wasserstoff (H<sub>2</sub>) – die chemische Basis für alles Weitere.

Im Mai 2010 war Baubeginn für die dritte Stufe der bioliq-Anlage: die Kraftstoffsynthese. Mit jahrzehntelang bewährten Verfahren – etwa mit der in den 1930er-Jahren entwickelten Fischer-Tropsch-Synthese – werden sich hier beliebige Kohlenwasserstoff-Mixturen, Methanol, Dimethylether und darauf aufbauend vieles andere synthetisch herstellen lassen. „Die komplette Pilotanlage wird bis Ende 2011 fertig sein und 2012 in Betrieb gehen“, umreißt bioliq-Projektleiter Nicolaus Dahmen den Zeitplan. „Erst mit

V. Steger für biow (6)



Wertvoller Schmutz: KIT-Chemiker Ralph Stahl demonstriert, was nach einer Pyrolyse von Biomasse im Sammelbehälter landet – Koks. Das feine Kohlenstoff-Pulver wird mit einem öligen Kondensat zu „Bioslurry“ vermischt. Sowohl das flüssige Öl als auch der feste Koks entstehen beim Verschmoren von pflanzlichem Kohlenstoff per Pyrolyse. Pro Stunde kann die Karlsruher Pilotanlage bis zu eine halbe Tonne Biomasse verarbeiten.

Abschluss der letzten Bauphase können wir die ganze Prozesskette vom Strohballen bis zur Zapfsäule demonstrieren. In einem späteren Schritt werden wir auch endlich die enorme Breite der Produktpalette zeigen, die sich mit bioliq herstellen lässt“, freut sich Dahmen, „bis hin zu neuartigen Designerkraftstoffen für ‚Diesotto‘-Motoren oder Bio-Kerosin für Flugzeuge.“

**Keine Nahrungsmittel in den Tank**

Dass mit den Choren Industries im sächsischen Freiberg bereits ein Anbieter am Markt ist, der seit 2009 aus Holzhackschnitzen Biokraftstoff („SunDiesel“) erzeugt, bekümmert Dahmen und seine KIT-Kollegen nicht. „Choren und wir sind sehr unterschiedlich“, sagt der bioliq-Projektleiter. Zum Beispiel: „Holz ist nicht unser Ding, wir wollen keinesfalls mit dem Heizungsmarkt – Stichwort Pellet-Öfen – und mit der Papierindustrie um deren Rohstoff wetteifern. Wir wollen außerdem jede Konkurrenz zwischen Tank und Teller ausschließen. Wir nehmen ausschließlich Reststoffe, mit denen

kein Mensch etwas anfangen kann.“ Choren indes könnte mit Stroh und anderem leichtem Pflanzenmaterial nicht wirtschaftlich arbeiten: Das Problem der Umwandlung im großen Stil ist, dass der Transport von Biomasse zu großen Anlagen sich nicht lohnt. „Große Volumina, kleiner Energieinhalt – das ist nicht wirtschaftlich“, sagt Dahmen.

Das bioliq-Verfahren ist von vornherein anders konstruiert: Sobald es einmal über die Pilotphase hinausgediehen ist und über die Vergabe von Lizenzen durch Partner im Markt installiert wird, soll zwar eine einzige, sehr große Vergasungs- und Synthese-Anlage im Zentrum des Systems stehen. Doch die wird von einem dezentralen Netz von 40 bis 50 Pyrolyse-Einheiten umgeben sein, deren jede lediglich aus einem 25-Kilometer-Radius Stroh und andere Pflanzenabfälle heranschafft und zu Bioslurry verarbeitet.

Der Bioslurry hat mit 20 bis 25 Megajoule pro Kilogramm etwa die Energiedichte von Braunkohle, und was noch wichtiger ist: Er ist 15 Mal so dicht wie Stroh. Ein einziger Bioslurry-Transport schafft also genauso viel

Energierohstoff zur zentralen Vergasungsanlage wie 15 Lastwagen voll Stroh. „Deshalb lohnt sich der Zwischenschritt über die Pyrolyse zum Bioslurry“, versichert Dahmen, „und das bei jedem beliebigen hinreichend trockenen Material, ob Zuckerrohr oder Reisstroh. Unser Slurry könnte weltweit die Handelsform für Rest-Biomasse werden.“

**Verzicht auf den Verdichter**

Doch bei diesem logistischen Vorteil haben die bioliq-Vordenker es nicht bewenden lassen. Auch die chemisch-technischen Prozessschritte sind optimiert worden. So findet die Synthesegas-Erzeugung bereits bei den 30 bis 80 Bar Hochdruck statt, die von der nachfolgenden Synthese-Anlage für die Kraftstoffproduktion benötigt werden. Man muss vor dem Syntheseschritt nicht mehr – wie bisher üblich – das Synthesegas verdichten. Das klingt banal, ist aber eine erstklassige technische Innovation der Karlsruher. Und: Die Reinigung des rohen Synthesegases läuft hier in einem neuen Verfahren bei 500 Grad Celsius ab, was das bisher nötige energieauf-



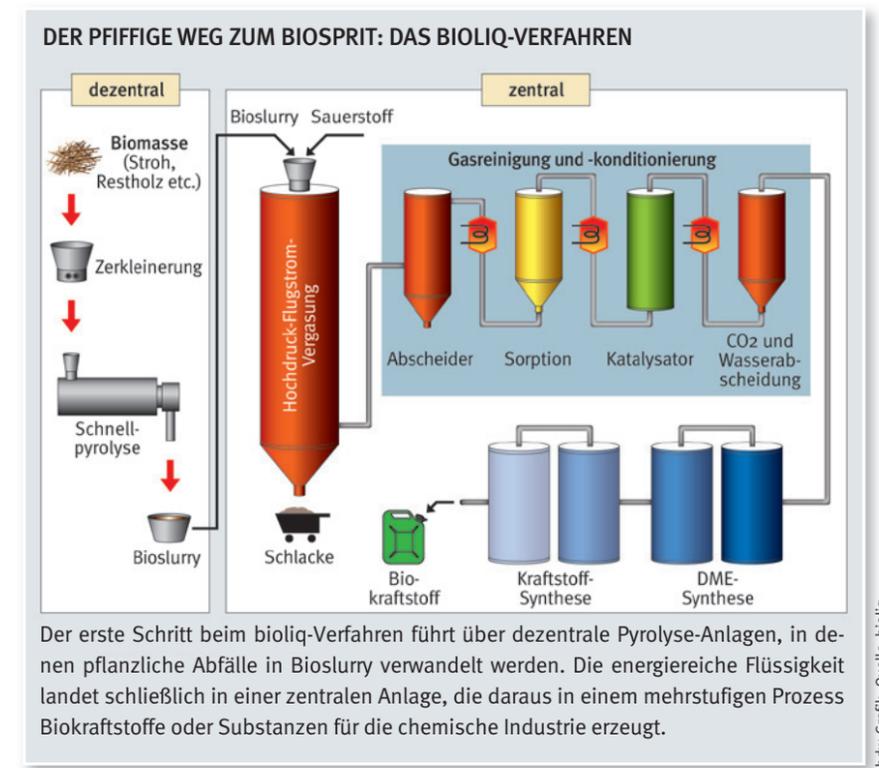
Ertragreiche Experimente: Die Wissenschaftler am KIT haben das trickreiche Verfahren zur Umwandlung von Biomasse zunächst in einer Laboranlage entwickelt und praxisreif gemacht.

wendige Kühlen des Gasgemisches erspart. Dieses innovative Gesamtpaket hat nicht nur die fördernden Landwirtschaftsministerien von Bund und Baden-Württemberg sowie die EU-Kommission überzeugt, sondern auch den Großanlagenbauer Lurgi, der die erste bioliq-Anlagenstufe hochgezogen hat. Beim Endausbau sind auch die Jenaer MUT Advanced Heating und die Chemieanlagenbau Chemnitz mit im Boot. bioliq soll die Landwirte noch stärker als bisher zu Energiewirten machen. Und die Industriepartner hoffen auf eine lukrative Kommerzialisierung.

Nach den Berechnungen der Karlsruher Wissenschaftler würde ein Liter ihres Biokraftstoffs derzeit rund einen Euro kosten – das wäre doppelt so teuer wie der aus Erdöl gewonnene Spirit und daher nicht konkurrenzfähig. Aber das stört Nicolaus Dahmen nicht: „Die Kraftwerke würden sich schon heute über unseren Bioslurry freuen. Den könnten sie nämlich einfach zu ihrer Kohle in den Brennraum einsprühen und die enthaltene Energie gewinnen, ohne dass sie dafür teure CO<sub>2</sub>-Zertifikate kaufen müssten.“



Schwarzes Gold aus trockenen Halmen: Zäh wie Honig ist der Bioslurry, der bei der Pyrolyse von Stroh oder Holzabfällen entsteht. Der Clou der sämigen Brühe: Mit ihr lässt sich die dezentral aus Pflanzenmaterialien extrahierte Energie bequem zu einer zentralen Syntheseanlage transportieren – wo sich daraus etwa Dieselmotoren, Kerosin oder Grundstoffe für die chemische Industrie gewinnen lassen.



Der erste Schritt beim bioliq-Verfahren führt über dezentrale Pyrolyse-Anlagen, in denen pflanzliche Abfälle in Bioslurry verwandelt werden. Die energiereiche Flüssigkeit landet schließlich in einer zentralen Anlage, die daraus in einem mehrstufigen Prozess Biokraftstoffe oder Substanzen für die chemische Industrie erzeugt.