



Hydrothermale Karbonisierung

Blumenkohle

Markus Antonietti, Direktor am Potsdamer Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, hat ein Verfahren entwickelt, mit dem sich pflanzliche Biomasse ohne Umwege und komplizierte Zwischenschritte vollständig in Kohlenstoff und Wasser umarbeiten lässt. Hydrothermale Karbonisierung könnte die Grundlage für eine nachhaltige und umweltneutrale Energiewirtschaft liefern, berichtet das Wissenschaftsmagazin MaxPlanckForschung¹⁾.

Stroh, feuchtes Gras, verwelkte Blumen oder Laub über Nacht in Kohle umzuwandeln – das erinnert an den Stein der Weisen, mit dem die Alchemisten des Mittelalters mindere Stoffe zu Gold machen wollten. Doch es funktioniert tatsächlich. Der Kohlenmeiler, den Markus Antonietti konstruiert hat, funktioniert im Prinzip wie ein Dampfkochtopf. Und sein Kochrezept für Kohle ist verblüffend einfach: Das Druckgefäß wird mit beliebigen pflanzlichen Produkten gefüllt, also etwa mit Laub, Stroh, Grünabfällen, Holzstückchen oder Pinienzapfen. Dazu kommen noch Wasser und ein Katalysator. Unter Druck und Luftabschluss auf 180 °C erhitzt, enthält er nach zwölf Stunden eine schwarze Brühe – feinst verteilte kugelförmige Kohlepartikel in Wasser.

» Bisher hatte sich niemand darüber Gedanken gemacht, was bei der Entstehung von Kohle wirklich geschieht.«

Produktion von Benzin oder Dieselöl in Ctl-Anlagen (Coal to Liquid) oder anderen Chemikalien dienen. Da die hydrothermale Karbonisierung nicht schlagartig abläuft, lassen sich während des Prozesses außerdem interessante Zwischenprodukte gewinnen: Schon nach wenigen Minuten findet man in dem Druckgefäß eine Vorstufe von Erdöl, und während einer späteren Phase bildet sich reiner Humus.

Bestechend ist die Tatsache, dass all diese Umwandlungen ohne jeglichen Verlust an Kohlenstoff erfolgen, das Verfahren demnach mit 100%iger Kohlenstoff-Effizienz arbeitet. Und dazu kommt noch, dass der Karbonisierungsprozess exotherm abläuft, also selbst Energie liefert. Er ist damit allen anderen Methoden, aus Biomasse Energie zu ziehen, weit überlegen und könnte den Weg zu einer absolut umweltneutralen Energiewirtschaft eröffnen.

Was in Antoniettis Apparatur geschieht, die Bildung von Braunkohle, läuft auch in der Natur ab, dort allerdings ungleich langsamer, im Verlauf von Jahrmillionen. Jeder lernt das schon in der Grundschule. „Aber niemand hat sich bisher ernsthaft darüber Gedanken gemacht, wie das wirklich geschieht“, wundert sich der Chemiker. Den Prozess zu kopieren, erforderte zunächst, ihn im Kern zu

verstehen – auf molekularer Ebene, wie der Max-Planck-Direktor erläutert: „Pflanzliche Biomasse besteht letztlich aus Kohlenhydraten, aus Zuckerbausteinen, die sehr viel Energie enthalten. Es musste also gelingen, diese Zuckermoleküle in Kohlenstoff und Wasser zu zerlegen – in einem chemischen Prozess, der dann nicht nur Kohlenstoff als Energieträger liefert, sondern bei dem auch noch die in den Zuckermolekülen steckende Energie frei wird.“

Und weil dieser Prozess um einiges rascher als in der Natur ablaufen sollte, bedurfte es eines Katalysators, der die Aufspaltung der Zuckermoleküle in Kohlenstoff und Wasser um ein Vielfaches beschleunigte. In ihm steckt das eigentliche Geheimnis der Potsdamer Kohle. Weniger spektakulär als die Entdeckung ist die Substanz: Zitronensäure ist das Beschleunigungsmittel.

Welche Bedeutung Antoniettis Verfahren für eine nachhaltige und umweltneutrale Energiewirtschaft hat, lässt sich an wenigen Zahlen festmachen. Stellt man wie heute aus Ölfrüchten Biodiesel her, stehen letztlich rund 1300 l/ha Kraftstoff zur Verfügung. Um den Faktor 2,5 bis 3,5 ergiebiger ist die Umwandlung

¹⁾ Ausgabe 2-2006. MaxPlanckForschung erscheint viermal im Jahr. Der Bezug ist kostenfrei und kann über ein Webformular auf www.mpg.de abonniert werden.

²⁾ Projektthema für nanochemische Konzepte einer nachhaltigen Energieversorgung.

der Biomasse in Methangas. Aber: „Würde man schnell wachsende Pflanzen durch hydrothermale Karbonisierung umwandeln, könnte man 14 000 Liter Sprit erzielen“, erläutert Antonietti. Kohle im Großmaßstab aus minderwertiger Biomasse zu produzieren, würde sich rechnen, so der Forscher. „Ingenieurwissenschaftliche Unterstützung vorausgesetzt, könnte man das Verfahren in zwei bis fünf Jahren etabliert haben. Es ist ganz einfach, es muss nur der Wille da sein.“

Grundlagenforscher Antonietti sieht seine Entdeckung aber nicht vornehmlich im Kontext einer Substitution 1 : 1 der heute überwiegend genutzten fossilen Energieträger. Kohle aus dem Kochtopf ist ein Ergebnis des transinstitutionellen Verbunds Enerchem²⁾, in dem fünf Max-Planck-Institute fachübergreifend große und gesellschaftlich bedeutsame Probleme angehen, beispielsweise eine nachhaltige Energieversorgung. Dazu gehört auch die Verwendung von Biomasse, von der es zwar grundsätzlich genügend auf der Welt gibt, ihre Verwendung aber bei Produktion, Transport und Nutzung modernisiert und effizienter gestaltet werden muss.

» Das Verfahren ist allen anderen Methoden, aus Biomasse Energie zu ziehen, weit überlegen. «

Genauso dringlich wie die Ressourcenschonung ist es, den CO₂-Eintrag in die Atmosphäre zu verringern. Hydrothermale Karbonisierung könnte dabei als CO₂-Senke fungieren: Mit künstlich erzeugtem Mutterboden ließen sich beispielsweise erodierte Flächen in Südspanien oder in den Tropen mit sehr hoher Kohlenstoffeffizienz wieder begrünen, was große Mengen Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden würde.

Biokohle könnte sogar aus Kleingärtnern Energiewirte machen, schwärmt Antonietti: Statt jedes Jahr einen Kubikmeter Grünabfälle auf dem Komposthaufen verrotten zu lassen, könnte man sie auch gegen einen Tankgutschein von beispielsweise 200 l bei einer lokalen Fabrik zur Verkohlung abgeben. ■

JV, Quelle: MaxPlanckForschung 2-2006



Bild: Deutsche Steinkohle AG

Bergwerk Auguste Victoria/Blumenthal. Arbeitsplatz für 4500 Menschen. Jährlich werden 3,3 Mio. Tonnen Steinkohle (gut 13 % der deutschen Förderung) in über 1000 m Tiefe abgebaut. Die gleiche Menge Kohle ließe sich durch Hydrothermale Karbonisierung aus schnell wachsenden Energiepflanzen von rund 0,25 Mio. ha Ackerfläche gewinnen. 2006 wurden in Deutschland auf 1,1 Mio. ha Ackerfläche Raps für Biodiesel angebaut.