

## Pack die Alge in den Tank

Der umweltfreundliche Treibstoff der Zukunft entsteht aus Bakterien - in einem Berliner Hinterhof / Von Christian Schwägerl

17. Dezember 2004

Wer an der blau schimmernden Tankstelle am Berliner Messedamm zur nächstbesten freien Zapfsäule fährt, muß darauf vorbereitet sein, unvermittelt in die Zukunft katapultiert zu werden. Der Zapfhahn glänzt unverschmiert in Chrom, der Preis ist in Kilogramm ausgewiesen, der Treibstoff blubbert nicht, sondern wird dem Auto mit Hochdruck förmlich injiziert. Weder Diesel noch Super ist an dieser Zapfsäule im Angebot, sondern nur H<sub>2</sub>, Wasserstoff. Diese größte Wasserstofftankstelle der Welt wurde im November eröffnet. Sie symbolisiert einen tiefgreifenden wissenschaftlichen wie kulturellen Wandel. Umweltschützer, Energiekonzernchefs, Geopolitiker, Terrorismusfachleute und Naturwissenschaftler sind sich einig, daß die Menschheit in den kommenden Jahrzehnten ihre Energieversorgung von fossilen auf regenerative Brennstoffe, darunter Wasserstoff, umstellen muß. Wie am Messedamm soll es 2020 vielerorts, und 2050 überall aussehen.

Wasserstoff ist das Symbol dafür, daß die Welt anders sein könnte als sie heute ist. Das will etwas heißen. Der saubere Wasserstoff, der völlig rückstandsfrei mit Sauerstoff zu Wasser verbrennt und dabei Energie freisetzt, läßt es steinzeitlich-idiotisch erscheinen, die über Jahrmillionen gespeicherte Sonnenenergie fossiler Brennstoffe auszugraben und in Umlauf zu bringen. Solange die Vorräte von Öl, Kohle und Gas reichen, entstehen Treibhausgase, die das Klima und damit den ganzen Planeten destabilisieren können. Gehen sie zur Neige, drohen Verteilungskämpfe ungeahnten Ausmaßes.

Der Weltklimagipfel in Buenos Aires, zu dessen Finale nun neunzig Umweltminister zusammengekommen sind, ist wieder einmal ein einziger Appell zum Umbau der Energieversorgung. Wissenschaftliche Befunde stehen zur Debatte, die den Ausstoß von rund sieben Milliarden Tonnen Kohlenstoff pro Jahr schon jetzt mit Dürren, Meereseerwärmung und erheblichen Störungen von Tier- und Pflanzenpopulationen in Verbindung bringen. Mahnende Nachrichten darüber, wie leicht flammbar eine Welt

verknappter Energiereserven sein wird, gibt es in diesen Monaten viele: Als klar wird, daß das boomende China sich in großem Stil mit Ölreserven eindeckt, schießt der Preis pro Barrel auf über fünfzig Dollar. Irakische Aufständische nutzen die Angst vor Engpässen und zerstören Ölpipelines. Der deutsche Bundeskanzler reist binnen weniger Wochen nach Norwegen, Tunesien und Rußland, um Nachschub von Gas und Öl sicherzustellen. Der amerikanische Präsident Bush beauftragt seinen neuen Energieminister als erstes damit, die Naturreservate Alaskas für die Ölbohrung zu öffnen.

Wasserstoff ist das kleinste, einfachste und häufigste Element des Universums. Er schafft für Politiker eine einfache Vision in einer sich mit Konflikten, Komplexität und Komplikationen anreichernden Welt. Die Regierungen der großen Industriestaaten haben ihre gefährliche Abhängigkeit von Erdöl, Erdgas und Kohle zumindest erkannt. Vor einem Jahr gründeten sie in Washington die "Internationale Partnerschaft für die Wasserstoffwirtschaft". Neben Amerika, der EU und Japan gehören der Partnerschaft auch China und Indien an. Ziel ist es, Wasserstoff als Energieträger aufzubauen, seine sichere Speicherung zu gewährleisten und die Infrastruktur der Verteilung und Nutzung zu entwickeln. Dazu sind viele wissenschaftliche, technische und unternehmerische Fragen zu lösen. Die wichtigste lautet: Wo soll der viele Wasserstoff bitte schön herkommen?

Wasserstoff kann man weder abbauen noch aus irgendwelchen Tiefen hochpumpen noch aus dem Universum fischen. Er ist keine Energiequelle im eigentlichen Sinn, sondern eher ein Energieträger. Man gewinnt ihn technisch, indem man Methangas verarbeitet oder zum Beispiel Wasser spaltet - in Wasserstoff und Sauerstoff. Wer sich aber hemdsärmelig daran versucht, muß den chemisch-physikalischen Gesetzen folgend das Wasser auf einige tausend Grad erhitzen und braucht dazu viel Energie: Weit mehr, als er anschließend in Form von Wasserstoff erhält. Das läßt jeden Wasserstoffmacher plötzlich als Energieverschwender und die große Vision als sehr wacklig erscheinen.

Präsident Bush hat zur Wasserstoffproduktion Pläne vorgelegt, fünfzig neue Atomkraftwerke, eine ähnliche Zahl neuartiger Kohlekraftwerke oder gar Fusionsreaktoren zu bauen. Dann hätte man einen sauberen Energieträger, aber keine saubere Energie. Autofirmen könnten für ihre Brennstoffzellenrenner werben, die nur Wasserdampf ausstoßen, doch fielen Kohlendioxyd oder radioaktive Abfälle eben woanders an. Fusionsreaktoren wären wohl großartig. Doch seit Jahrzehnten sagen Forscher, in jeweils "einigen Jahrzehnten" seien diese Quellen ewiger und endloser Energie einsatzbereit.

Die isländische Regierung, die ihr Land zum Pilotprojekt der Wasserstoffnutzung machen will, setzt auf Erdwärme und Wasserkraft. In der Karahnjúkar-Schlucht soll ein Stausee entstehen, der die mechanische Wasserkraft in Strom verwandelt und zur Produktion von Aluminium und von Wasserstoff nutzbar macht. Die ökologische Sensibilität mancher Isländer und sehr vieler Europäer, die auf "Island" den Wunsch einer heilen Wildnis projizieren, hat auch dagegen Proteste hervorgerufen.

Nicht jedes Land kann freilich auf Wasserkraft zurückgreifen. Ist die ganze Wasserstoff-Vision vielleicht nur eine kollektive Halluzination, der Traum eines Drogensüchtigen von einem nebenwirkungsfreien, am Ende sogar noch gesunden Kick, die perfekte Ausrede, um nicht heute verzichten zu müssen, weil es ja morgen diese neue, wunderbare Technologie gibt? Nur wenn sich Wasserstoff in riesigen Mengen umweltfreundlich gewinnen läßt, wäre dem nicht so. Die Antwort ist offen.

In einem Berliner Hinterhof, genauer gesagt im Institut für Biologie der Humboldt-Universität, sind Forscher dabei, sie zu suchen. Vorsichtig öffnet die Mikrobiologin Bärbel Friedrich die Türe zu einem fensterlosen Raum, in dem in Dutzenden von Glaskolben eine bräunliche Bakterienbrühe schwimmt. Das sind unsere Knallgasbakterien, sagt Friedrich leise, so, als würde etwas mehr Lautstärke die Bakterien reizen. Die Forscherin würde nie behaupten, den Schlüssel zur Energieversorgung der Zukunft zu haben. Doch mit ihrer zwölfköpfigen Arbeitsgruppe erforscht sie einen Stoff, auf dem manche schon die "Opec der Zukunft" wachsen sehen. Ziel ist es, Sonnenenergie in Wasserstoffenergie zu verwandeln.

Dabei setzt Friedrich auf die Erfindungskraft der Natur. Schon ganz zu Beginn der biologischen Evolution entstanden Reaktionen und Moleküle, bei denen Wasserstoff produziert wird. Spezielle Eiweiße, die auf den Namen Hydrogenasen getauft wurden, sind Meister der Wasserstoffbeherrschung, sie können ihn entstehen lassen oder aber in positiv und negativ geladene Teilchen zerlegen. Bestimmte Grünalgen und Bakterien greifen auch heute noch auf Hydrogenasen zurück, wenn Extrembedingungen herrschen und andere Energiequellen versiegen. Je nach biochemischer Großwetterlage setzen diese Lebewesen Wasserstoff frei oder verwenden ihn als Energiequelle. Mit Hilfe der Hydrogenasen könnte industriell "grüner Wasserstoff" produziert werden, sagt Friedrich. Das ist bildlich gemeint.

Weltweit hat ein Boom der Bio-Wasserstoff-Forschung eingesetzt. Das amerikanische Energieministerium genehmigte im November Forschungsprojekte im Umfang von 75 Millionen Dollar, Japan investiert kräftig, und die deutsche Forschungsministerin Edelgard Bulmahn zeigt großes Interesse an der Technologie. Es gibt mehrere technische Ansätze. An der Berliner Pilot-Tankstelle zum Beispiel nutzt man Strom, der aus Windkraft- oder Solaranlagen ins Netz gespeist wird, zur Wasserspaltung. Die Verluste bei der Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff sind aber riesig, die Kosten entsprechend hoch. Andere Forscher setzen darauf, die Sonnenenergie in Form von züchterisch oder gentechnisch optimierten Pflanzen einzufangen. Dann sollen die Pflanzen als Biomasse verbrannt werden und die nötige Energie für die Wasserstoffherstellung liefern. Doch auch hier ist die energetische Bilanz noch offen. Die Pflanzen müssen angebaut, gedüngt, geerntet, transportiert werden. Der Energiehaushalt der Natur kennt klare Regeln und keine Tricks.

Wie aber wäre es, Wasserstoff direkt aus Sonnenenergie herzustellen? Schon werden riesige Fabriken konzipiert, in denen in ebenso riesigen Tanks photosynthetisierende Algen oder Bakterien den Wasserstoff absondern. Man wird diese Produzenten füttern müssen, doch kämen dafür Abwässer in Frage, deren Energiegehalt gewaltig ist. Auf dem Gelände einer Firma in Chemnitz steht bereits ein 200-Liter-Tank mit wasserstoffproduzierenden Grünalgen, den Thomas Happe von der Ruhr-Universität Bochum entwickelt hat.

Die deutschen Spezialisten für Bio-Wasserstoff schließen sich gerade zusammen. Wolfgang Lubitz vom Max-Planck-Institut für bioanorganische Chemie in Mülheim steuert das Wissen bei, wie Hydrogenasen räumlich genau aufgebaut sind und wie sie Wasserstoff produzieren. So lassen sich optimierte Moleküle konstruieren. Hydrogenasen, die in Grünalgen vorkommen, haben nämlich einen entscheidenden Nachteil: Sie sind gegen Sauerstoff sehr empfindlich, was ihre Produktivität hemmt. Bärbel Friedrichs Bakterien dagegen verfügen über robuste Eiweiße, denen der allgegenwärtige Sauerstoff wenig ausmacht. Nun geht es darum, die Kräfte verschiedener Organismen zu bündeln. Friedrich ist überzeugt, daß mit einigen biotechnischen Kniffen Hydrogenasen entstehen könnten, die Wasserstoff effizient und verlässlich herstellen. Der nächste Schritt, sagt sie, wäre eine vollends künstliche Photosynthese, die sich der Prinzipien der Natur bedient, sie aber in technischen Systemen zum Einsatz bringt.

Schon heute gibt es wasserstoffproduzierende Solarzellen, deren Entwicklung von der Biologie zumindest inspiriert wurde. Michael Grätzel vom Schweizer Bundesinstitut für Technologie in Lausanne hält es für machbar, ein Drittel der Fläche von Texas mit diesen Solarzellen zu bedecken und damit den Energiebedarf der Welt zu decken. Grätzel fordert von der Autoindustrie, Fahrzeuge zu entwickeln, deren Dach mit solchen Solarzellen bedeckt ist. So könnten Autos sich selbst mit Energie versorgen, Ein japanischer Großkonzern will für die Expo 2005 in Aichi ein Modellhaus mit diesen Solarzellen bauen. Stenbjörn Styring von der schwedischen Universität Lund führt ein EU-weites Konsortium von Forschern an, deren Ziel es ist, Wasser mit Hilfe von Sonnenlicht an künstlichen Membranen zu spalten. Die neue Generation von Solarzellen wird in primitiven Versionen erprobt. In Nevada wird eine Tankstelle gebaut, die ihren Treibstoff aus Wasser und Licht herstellt.

Die Umrüstung der Weltwirtschaft von fossilen auf regenerative Energieträger ist das größte Ingenieurvorhaben aller Zeiten. Gelingt es, der Natur die Wasserstoffsynthese abzukupfern, werden die Menschen der Zukunft auf die heutige Masse der primitiven Ölnutzer herabblicken, die Pioniere des Bio-Wasserstoffs aber verehren.

Text: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 17.12.2004, Nr. 295 / Seite 38

© F.A.Z. Electronic Media GmbH 2001 - 2006  
Dies ist ein Ausdruck aus [www.faz.net](http://www.faz.net)