



BOISVELLY / BILDERBERG

Rohstoffe Holz (in Finnland), Stroh (in Thüringen): In der nachwachsenden Biomasse steckt zehnmal mehr Energie, als die Menschheit

ENERGIE

Gemüse im Tank

Ein sächsischer Visionär hat ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Holz in Dieselkraftstoff verwandeln lässt. Shell gewinnt derweil Alkohol aus Stroh als Benzinersatz. Die Ökosprit-Offensive eröffnet ein neues Szenario postfossiler Mobilität: Wird sich das Wasserstoffauto erübrigen?

Es ist Dieselkraftstoff, doch er stinkt nicht wie Heizöl, er duftet wie Fruchtsaft. In kleinen Mengen ist er angeblich sogar trinkbar, wenngleich der Hersteller das nicht empfiehlt.

„SunDiesel“ nennt sich die klare Flüssigkeit, die einer Forschungsraffinerie im sächsischen Freiberg entspringt. Gewonnen wird sie nicht aus Rohöl, sondern aus Pflanzenresten.



JORG GLÄSCHER

Pflanzendiesel-Pionier Wolf
Erdölherzeugung im Zeitraffer

Der Betreiber der Anlage nennt sich „Choren Industries“*. Der Plural erscheint etwas hochtrabend für eine 100-Mann-Firma und ist wohl eher Ausdruck einer Vision: Von 2010 an sollen fünf Großanlagen in Deutschland insgesamt eine Million Tonnen Diesel pro Jahr aus Biomasse erzeugen.

Kann Gemüsesuppe das schwarze Gold ersetzen?

In der Autoindustrie jedenfalls scheint man die Idee nicht für ganz abwegig zu halten. Volkswagen und Mercedes betanken bereits Versuchsfahrzeuge mit dem Ökogebräu – mit eindrucksvollem Ergebnis: Die Motoren leisteten fast dasselbe wie mit Tankstellen-Diesel, die Abgase jedoch waren erheblich sauberer. Der Ausstoß von Rußpartikeln und Stickoxiden sank durch die Kraftstoffumstellung um 30 bis 40 Prozent, wie Herbert Kohler, Forschungsdirektor bei DaimlerChrysler, berichtet.

Die inzwischen geschlossene Entwicklungspartnerschaft mit den zwei größten

deutschen Autokonzernen ist womöglich der entscheidende Etappensieg für ein alternatives Kraftstoffkonzept, an das vor wenigen Jahren noch kaum jemand glaubte. Damals, als der Ingenieur Bodo Wolf in Freiberg das Choren-Verfahren entwickelte, beherrschte noch die Vision vom baldigen Anbruch des Wasserstoffzeitalters die Forschungsabteilungen der Industrie.

Der gelernte Steinkohlenhauer hatte auf dem zweiten Bildungsweg studiert und sich dann auf Kohleveredelung spezialisiert. Nach dem Kollaps der DDR errichtete er mit Fördergeldern des Landes Sachsen eine provisorische Bio-Raffinerie.

Wolfs Vision: Die Anlage sollte die Entstehung fossiler Rohstoffe im Zeitraffer nachvollziehen. Denn letztlich, so seine Überlegung, ist das gesamte Energie-Futter des Industriezeitalters organischen Ursprungs: Algen, Meeresgetier, ganze Wälder verwandelten sich binnen Jahrtausenden unter der Erde in Öl, Erdgas oder Kohle.

Zuvor hatten alle Versuche, diesen Prozess abzukürzen und aus Pflanzen direkt erdölähnliche Rohstoffe zu gewinnen, zu eher dürftigen Ergebnissen geführt. Das

* Das Kunstwort Choren setzt sich zusammen aus den Kürzeln der Elemente Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O), ergänzt um die ersten Buchstaben des Wortes „renewable“, englisch für „erneuerbar“.



JENS MEYER / AP

verbraucht

bekannteste Beispiel ist Rapsöl, dessen Ertrag bei weitem zu gering ist, um nennenswert Ersatz für Rohöl zu schaffen.

Deshalb erdachte Wolf eine Technik, die nicht nur die Frucht einer Pflanze, sondern das gesamte Gewächs nutzt. In einem patentierten Verfahren jagt er das getrocknete Gestrüpp durch eine Apparatur aus Vergasern, Brennern und Katalysatoren. Am Ende entsteht ein Synthesegas, das sich wiederum in SunDiesel verwandeln lässt (siehe Grafik).

Doch schon bald steckte Wolf in einer Sackgasse: Als die erste Demonstrationsanlage vor vier Jahren vor der Vollendung stand, schien die ökologische Diesel-Brau-

kunst an der Schwelle zur Pleite. Förder- und Privatgelder waren aufgezehrt.

Erst die Begegnung mit einem pensionierten Industriekapitän brachte den ersehnten Auftrieb für Wolfs Sonnensaft. Etwa eine halbe Stunde dauerte das Gespräch mit dem ehemaligen MBB-Chef Hanns Arnt Vogels. Dann stellte Vogels zwei Fragen: „Brauchen Sie Geld? Nehmen Sie mich als Partner?“ Wolf sagte zweimal Ja.

Vogels, Duzfreund von DaimlerChrysler-Chef Jürgen Schrepp, öffnete die großen Türen. Und flugs hatte die Firma einen Verwaltungsrat aus hochsolventen Industrietitanen. Als kaufmännischer Geschäftsführer fungiert inzwischen ein abtrünniger Spitzenmanager der Ölbranche, der britische Ingenieur Tom Blades.

Plötzlich hatte Wolf nicht nur Geld (60 Millionen Euro flossen inzwischen in das Projekt), er wurde auch vorgelassen zu den Entscheidern der Autoindustrie. Nun hält er Vorträge in den Forschungsabteilungen von Mercedes und VW und spricht dort große Sätze wie: „Die Entscheidung, wie umweltfreundlich Ihre Autos sind, fällt künftig nicht unter der Motorhaube, sondern im Tank.“

Die Automanager bissen an. VW-Chef Bernd Pischetsrieder war inzwischen persönlich in Freiberg, wo die zweite, weit größere Anlage noch in diesem Jahr in Betrieb gehen soll. Choren wird dann 15 Millionen Liter SunDiesel pro Jahr produzieren und zum ersten Mal etwas Geld einnehmen.

Rasch soll das Unternehmen dann expandieren. Schon im Jahr 2008 ist im vorpommerschen Lubmin, direkt neben dem abgeschalteten Atomkraftwerk Greifswald, die erste Großraffinerie geplant – finanziert durch einen 400-Millionen-Euro-Fonds: 225 Millionen Liter pro Jahr will

Choren dort aus Holz, Stroh oder anderen pflanzlichen Abfällen gewinnen.

Erfolgsgeschichten wie die des sächsischen Kohlenhauers Wolf geben all jenen Auftrieb, die die Zukunft der Energiewirtschaft auf dem Acker sehen. Denn schon bald werden die Ölscheichs allein den Hunger nach Benzin nicht mehr stillen können. Rasant schreitet die Industrialisierung von Ländern wie China und Indien voran; in den nächsten 50 Jahren, so schätzt der Konzern Shell, wird der Energiebedarf der Welt sich noch einmal verdreifachen, die Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe dagegen hat ihren Zenit fast erreicht (siehe Grafik Seite 196).

Wie aber lässt sich diese Kluft schließen? Was soll die gewaltige Autoflotte der Zukunft tanken?

Enorm ist schon heute die verbrauchte Erdölmenge. Täglich pumpt die Menschheit etwa 11 Millionen Kubikmeter aus der Tiefe; das entspricht etwa dem zweifachen Fassungsvermögen der 147 Meter hohen Cheops-Pyramide. Wie viele Bäume müssten zerraspelt, wie viele Felder abgeerntet werden, um ähnliche – oder zukünftig womöglich gar noch größere Mengen – Treibstoff zu erzeugen?

Rein theoretisch, sagt Professor Konrad Scheffer vom Institut für Nutzpflanzenkunde der Universität Kassel/Witzenhausen, sei das durchaus möglich: „Der Energiegehalt der Vegetation, die jährlich auf der Erde nachwächst, übersteigt den aktuellen Bedarf um den Faktor acht bis zehn.“

Scheffer zählt zu den Protagonisten einer Bewegung, die große Hoffnung in den Kraftstoff vom Acker setzt und zunehmend auch von der Regierung unterstützt wird: „Jeweils circa zehn Prozent an Strom, Wärme und Kraftstoff für Pkw könnten bis 2020 allein aus Biomasse

Holz zu Öl

Prinzip der Diesel-Gewinnung aus Biomasse nach dem Carbo-V-Verfahren von Choren

1 Niedrigtemperatur-Vergaser

Bei 400 bis 500 Grad wird die Biomasse in Schwelgas verwandelt. Der zurückbleibende Holzkohlestaub wird später in die Brennkammer eingeblasen.

2 Brennkammer

Bei Temperaturen oberhalb von 1300 Grad verbrennt das teerhaltige Schwelgas.

3 Rekuperator

Das Rohgas wird gekühlt.

4 Partikelfilter

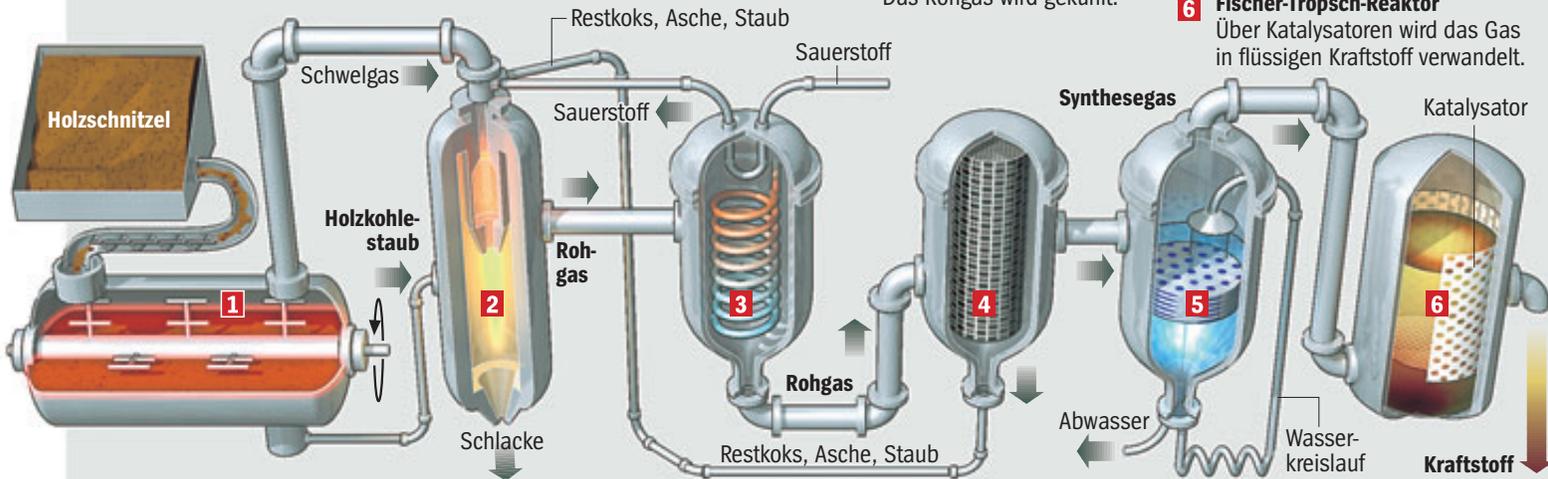
Das Rohgas wird entstaubt.

5 Gasreinigung

Schadstoffe wie Chlor und Schwefel werden beseitigt.

6 Fischer-Tropsch-Reaktor

Über Katalysatoren wird das Gas in flüssigen Kraftstoff verwandelt.



DER SPIEGEL



THERY ESCH / PARIS MATCH / GAMMA / STUDIO X

Ausgebeutetes Ölfeld am Kaspischen Meer: Bohrtürme zu Pflugscharen?

erzeugt werden“, meint auch Umweltminister Jürgen Trittin.

Im Auftrag des Landwirtschaftsministeriums errechnete die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) ein Szenario für 2030. Bis dahin, so die Einschätzung, könne die Deckung des deutschen Energiebedarfs durch Biomasse schon auf 17,4 Prozent angewachsen sein. 4,4 Millionen Hektar, mehr als ein Drittel des gesamten deutschen Ackerlands, müssten dafür zum Anbau von Energiepflanzen herhalten. Um den Nahrungsmittelbedarf zu decken, beteuert die FNR, reiche die restliche Fläche völlig aus.

Noch weitaus größer ist das Potenzial außerhalb der Grenzen dicht besiedelter Industrieländer. Ein Land wie die Ukraine etwa, schätzt Nutzpflanzen-Experte Scheffer, könnte Deutschland komplett mit pflanzlicher Energie versorgen. Begeistert angesichts solcher Aussichten kürte Landwirtschaftsministerin Renate Künast die Bauern bereits zu den „Ölscheichs von morgen“.

Bohrtürme zu Pflugscharen? Noch sind die Ölkonzerne eher reserviert. Lieber konzentrieren sie sich darauf, zunächst die fossilen Vorkommen trickreicher auszu-beuten, vor allem das Erdgas. So werden Shell, Exxon und andere Riesen der Branche künftig im Königreich Katar an einer der größten Erdgasquellen Arabiens einen synthetischen Dieselmotorkraftstoff herstellen, der nahezu die gleichen chemischen Eigenschaften hat wie der pflanzliche Sun-Diesel. Die Shell-Raffinerie ist kurz vor der Fertigstellung und für eine Jahresproduktion von drei Millionen Tonnen ausgelegt,

entsprechend nahezu einem Zehntel des jährlichen Dieserverbrauchs in Deutschland.

Trotzdem: Auch beim Multi mit der Muschel ist inzwischen das Interesse am Kraftstoff vom Acker erwacht – allerdings setzt das Unternehmen dabei auf eine andere Variante: Schneller und einfacher als SunDiesel lasse sich Bio-Ethanol aus pflanzlichen Abfällen gewinnen. In Brasilien wird dieser „Schnaps-Sprit“ schon seit Jahrzehnten aus Zuckerrohr destilliert. Als Rohstoffe eignen sich aber auch Zuckerrüben oder Getreide. Shell kooperiert derzeit mit dem kanadischen Kleinunternehmen Iogen, das Ethanol aus Stroh herstellt.

Zwar ist Bio-Alkohol kein besonders hochwertiger Kraftstoff. Um ihn verbrennen zu können, müssten die Motoren umgerüstet werden, und der Verbrauch würde sich gegenüber dem von Benzin verdoppeln. Nur in kleinen Mengen lässt sich Bio-Ethanol normalem Benzin beimischen, ohne dass die Qualität spürbar leidet.

Auch in Sachen Ausbeute steht der Schnaps-Sprit eher mäßig da: Die FNR unterzogen Rapsöl, Ethanol und SunDiesel einer Potenzialanalyse. Aus einem Hektar Ackerfläche lassen sich demnach jährlich 1300 Liter Rapsöl gewinnen

nen. Bei Bio-Ethanol kommt die Studie auf 2500 Liter, die allerdings nur dem Energiegehalt von 1653 Liter Benzin entsprechen. Den Ertrag von SunDiesel schätzt die Studie dagegen auf 3325 Liter. Denn nur bei dieser Methode wird die gesamte Pflanze verwertet.

Für die Experten des Ölkonzerns überwiegen trotzdem die Vorteile des Bio-Ethanol: „Die Herstellung nach dem Iogen-Verfahren ist in der Anlagentechnik weit weniger anspruchsvoll als die von SunDiesel und verbraucht weniger Energie“, erklärt Wolfgang Lücke, Direktor im Hamburger Forschungslabor von Shell: „Um SunDiesel zu machen, brauchen Sie Temperaturen von mehr als 1000 Grad, Bio-Ethanol entsteht bei nur etwa 100 Grad, unter Normaldruck in einfachen Behältern.“

Vor allem aber wiegt ein weiterer Nachteil des Choren-Verfahrens schwer: Es funktioniert nur mit trockener Materie. Die Versuchsanlage in Freiberg verdaut deshalb derzeit vorwiegend Altholz und Reste von Sägewerken, die kaum noch Wasser enthalten.

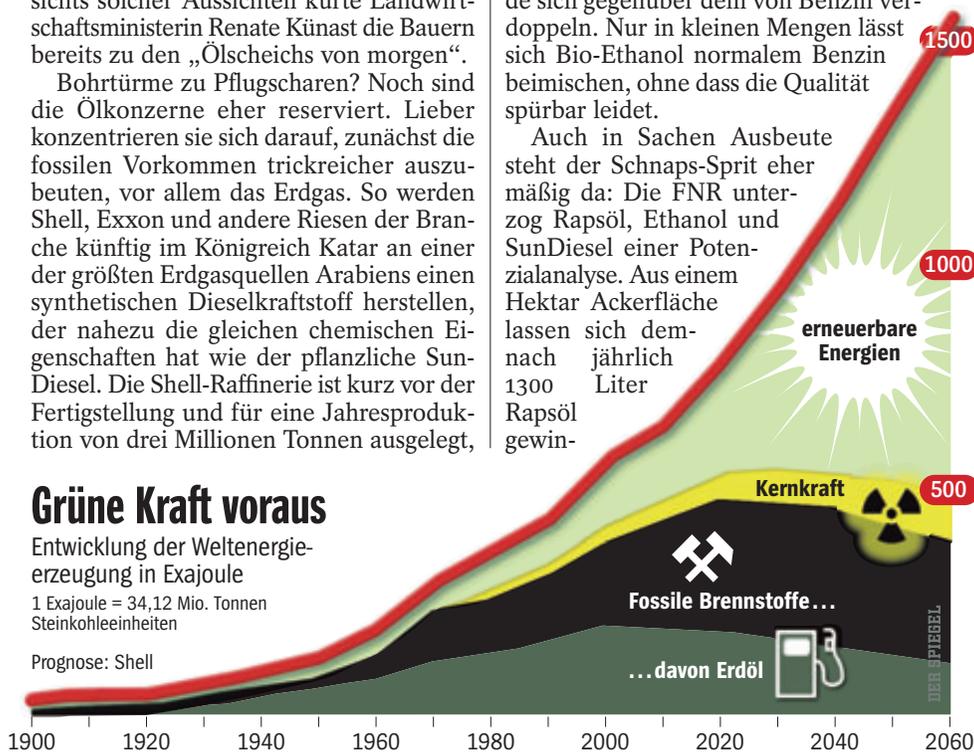
Doch das kann auf Dauer keine ausreichende Rohstoffquelle sein. Die fünf geplanten Großraffinerien sollen zusammen fünf Millionen Tonnen Biomasse im Jahr verschlingen. Woher sollen die kommen? Das Umweltbundesamt sieht in der Biomasse-Logistik noch einen „sehr großen Schwachpunkt“ der gesamten Choren-Strategie.

Schnell und in großen Mengen verfügbar wäre derzeit nur Holz von frisch geschlagenen Bäumen. Es ließe sich bei geeigneter Lagerung binnen weniger Monate hinlänglich trocknen, um es verwerten zu können. Der vermeintliche Ökosprit hat somit das Potenzial zum veritablen Waldkiller.

Schon der voraussichtliche Standort der ersten Anlage an der vorpommerschen Ostseeküste lässt düstere Befürchtungen aufkommen: Holz aus Skandinavien oder Russland kann hier problemlos mit dem Schiff angeliefert werden. Ein Industrieverbund jedoch, der die Naturschätze der Taiga zu Autofutter verhackstückt, ließe sich kaum als Inbegriff einer regenerativen Zukunft verkaufen.

Entsprechend beflissen versucht Michael Deutmeyer, bei Choren für das „Biomassemanagement“ zuständig, solche Ängste zu zerstreuen: Schiffsladungen von geschreddertem Waldholz, beteuert der Wirtschaftsingenieur, könnten allenfalls als Notreserve dienen, wenn die Versorgung mit kontrolliert angebautem Material stockt.

Der Raubbau an fernem Gehölzen sei allein wegen des Transportaufwands viel zu teuer. Eine Tonne getrockneter Waldholzschnitzel koste derzeit 60 bis 80 Euro. Nahe gelegene Kurzumtriebsplantagen, die Weiden oder Pappeln züchten, könn-





BEN BEHNKE

Pflanzenschafer, Energiemais: „Kein Bauer baut freiwillig Bäume an“

ten gleichwertiges Material gut 10 Euro günstiger liefern.

Dazu muss es solche Plantagen aber auch geben. Agrar-Professor Scheffer ist skeptisch: „Kein Bauer wird freiwillig Bäume anbauen.“ Die Böden solcher Plantagen seien nach wenigen Jahren ein einziges Wurzelgewirr und ließen sich nur mit großem Aufwand in Ackerland zurückverwandeln. Zudem seien die Erträge eher dürrig.

Scheffer setzt deshalb auf eine andere Strategie: Auf einem Muster-Energiehof in Oberrjesa bei Göttingen lässt er Energiepflanzen wie Mais und Sonnenblumen anbauen, die binnen weniger Monate auf Höhen von bis zu drei Metern empor-schießen.

Zweimal im Jahr, jeweils vor dem Erreichen der Reife, werden die Pflanzen gemäht. Der Jahresertrag liegt derzeit bei 25 Tonnen pro Hektar und soll noch auf 30 Tonnen gesteigert werden.

Doch das Erntegut ist grün und feucht; zur direkten Umwandlung in Sonnediesel taugt es nicht. Deshalb wird die feingehäckselte Silage zu Biogas vergoren und in Strom umgewandelt. Aus den 30 Hektar Erntefläche in Oberrjesa lassen sich so immerhin 200 Einfamilienhäuser versorgen.

Künftig jedoch will Scheffer den Energieertrag seiner Felder noch deutlich steigern: Er strebt eine Zweitnutzung der Biomasse an. Mit einer mechanischen Entwässerungsapparatur, die derzeit entwickelt wird, sollen die festen, nur schwer vergärbaren Bestandteile aus der Silage extrahiert werden. So ließe sich nahezu die gleiche Stromleistung produzieren, und zusätzlich fielen jährlich etwa 15 Tonnen Trockenmasse pro Hektar an Choren ab, ausreichend für die Herstellung von bis zu 3000 Liter Dieselmotorkraftstoff. Die Öko-Allianz aus Oberrjesa und Freiberg würde damit einen klaren Weltrekord an landwirtschaftlicher Energie-Ernte aufstellen.

Und auch bezahlbar könnte der Sonnediesel sein. Choren hat das Ziel, mit der Inbetriebnahme der Großanlage in Lubmin schon in vier Jahren den Liter für 45 bis 50 Cent zu produzieren. Da keine Mineralölsteuer auf den pflanzlichen Treibstoff erhoben wird, würde Choren dann an der Tankstelle mit den fossilen Konkurrenten mindestens gleichziehen.

Nicht nur Diesel, auch Benzin ließe sich mit Wolfs Verfahren herstellen. Der Auf-

35 Milliarden Liter Dieselmotorkraftstoff werden 2004* in Deutschland verbraucht.

89 Prozent der gesamten Ackerlandfläche wären nötig, um diesen Bedarf durch Sun-Diesel zu decken.

8 Prozent des Dieselmotorkraftstoffs könnten durch Nutzung der landwirtschaftlichen Brachflächen gewonnen werden.

*Prognose Mineralölwirtschaftsverband

wand wäre allerdings größer und die Qualität nicht ausreichend. Besser als aus Rohöl lässt sich dagegen aus Biomasse ein Kraftstofftyp gewinnen, der in seiner chemischen Zusammensetzung zwischen Diesel und Benzin liegt.

Ein derartiges Raffinat könnte die Autoindustrie bald dringend brauchen. Um die akuten Abgasprobleme des Dieselmotors zu lösen, forschen fast alle großen Konzerne an einem Zwitter-Aggregat aus Diesel und Benzin, das in ferner Zukunft als einziger Verbrennungsmotor übrig bleiben könnte. Die Entwickler sprechen von der „Combined Combustion Engine“, Mercedes salopp vom „Diesotto“. Ein solcher

Motor würde „das Beste aus beiden Welten verheiraten“, sagt DaimlerChrysler-Forscher Kohler, also den Verbrauch des Diesels mit der Abgasqualität des Benziners.

So viele Optionen grüner Kraftstoffe scheinen sich plötzlich zu eröffnen, das sich bereits die Frage stellt, welche Rolle dann noch dem Wasserstoff zukommt. War er nicht immer gepriesen worden als Brennstoff des postfossilen Zeitalters?

Eigenartig still ist es geworden um die große Vision vom Heil bringenden Knallgas. Hätten sich die ersten, optimistischen Mercedes-Prognosen verwirklicht, müssten die Stuttgarter als Pioniere dieser Technik das Brennstoffzellenauto bereits im Handel haben. Doch daraus wurde nichts. Bisher fahren nur vereinzelte Exemplare zu Versuchszwecken herum. Bescheidener geworden, spricht DaimlerChrysler-Forscher Kohler inzwischen von einer breiteren Markteinführung im Jahr 2012.

Deutlich düsterer noch schätzt das Bundesumweltministerium die Aussichten dieser Technik ein: Gerade der Aufschwung des Pflanzensprits verbanne das Wasserstoff-Zeitalter in eine noch fernere Zukunft. „Der Vergleich mit Biokraftstoffen im konventionellen Motor zeigt, dass die mobile Brennstoffzelle bis 2030 kaum wettbewerbsfähig ist“, heißt es in einer kürzlich veröffentlichten Studie.

Vor allem eines war es, was die Ingenieure für den Wasserstoff einnahm: „Der Wirkungsgrad des Brennstoffzellenfahrzeugs ist unschlagbar“, wie Shell-Forscher Lücke erklärt. Schon die Forschungsfahrzeuge bei DaimlerChrysler haben eine bessere Energiebilanz als konventionelle Autos. Auf lange Sicht, so die Einschätzung der Konzern-Forscher, werde die Brennstoffzelle den Kraftstoff etwa doppelt so effizient nutzen wie ein Dieselmotor.

Doch ob sich dieser Sparrekord wirklich bezahlt machen wird, ist ungewiss. Denn gleichgültig ob Brennstoffzelle (eine Technik, die von den meisten Autokonzernen vorangetrieben wird) oder direkte Verbrennung von Wasserstoff im Kolbenmotor (wie es BMW propagiert) – das Problem ist nicht die Konstruktion des Fahrzeugs, sondern die Verfügbarkeit des Kraftstoffs.

Das bei Luftkontakt hochexplosives Gas ist als Transportgut kaum zu bändigen. Zudem ist seine Energiedichte in gasförmigem Zustand mäßig. Um akzeptable Reichweiten zu erzielen, muss Wasserstoff unter extremem Druck oder flüssig bei minus 250 Grad gespeichert werden. Die zweite Methode wird derzeit bevorzugt, doch der Inhalt der Flüssigtanks verflüchtigt sich nach wenigen Wochen von selbst.

Angesichts der Herkulesaufgabe, ein völlig neues Versorgungsnetz für das heikle Gas aufzubauen, spricht zumindest ein sehr schlichtes Argument für den Sprit vom Acker: Er lässt sich an ganz gewöhnlichen Zapfsäulen in ganz normale Tanks füllen.

CHRISTIAN WÜST