Bohrtürme zu Pflugscharen

Die erste greifbare Alternative zu den fossilen Brennstoffen bietet der Ackerbau. Aus Biomasse lässt sich am leichtesten Ersatz für Benzin, Diesel und Erdgas herstellen. Aussichtsreiche Verfahren sind schon im Einsatz. Die Vision vom Wasserstoffzeitalter hingegen verblasst.

Vor sechs Jahren eröffnete VW die „Autostadt“ in Wolfsburg. Es ist der eindrucksvollste Vergnügungspark, den die PS-Branche jemals um ihr Handelsgut errichtete.

Die Metropole des Motorenkults bietet Kinos, Museen und lehrreiche Spektakel. Das interessanteste – und für das Automobil womöglich bedeutendste – Ausstellungsstück ist ein durchsichtiger Kunststoffkasten. Sein Inhalt: ein Gemüsegarten.

Über einen ferngesteuerten Roboterarm kann der Besucher hier Brunnenkresse aussäen – und acht Wochen später das Ergebnis abholen: ein Tröpfchen Diesel, von der Konzernforschung aus der Salatbeigabe raffiniert.

Zwei Meter, sagt VW, könne ein Traktor damit fahren; das ist kein großer Schritt für eine Landmaschine – doch ein zarter Hoffnungsschimmer für die mobile Gesellschaft, die mit zunehmender Sorge auf die globale Tankuhr blickt.

Pflanzenfett ist dem Motor ebenso willkommen wie Erdöl, das wussten schon die Urväter des Maschinenbaus. „Wie sich herausgestellt hat, können Dieselmotoren ohne jede Schwierigkeit mit Erdnussöl betrieben werden“, erklärte der ingeniöse Erfinder Rudolf Diesel im Jahr 1912. Diesels Zeitgenossen schenkten solchen Fragen kaum Beachtung. Es war schwer vorstellbar, dass das Automobil einmal dazu taugen sollte, ein Ressourcenproblem zu kriegen.

Knapp hundert Jahre später gibt es halb so viele Autos, wie damals Menschen lebten. 800 Millionen Kraftfahrzeuge bilden ein Heer von Spritschluckern und sind mit Abstand der größte Erdölverbraucher der Welt. Gut zehn Millionen Tonnen Öl pro Tag, mehr als die Hälfte der Weltproduktion, werden in Transportmitteln verbrannt. Diese Flotte auf nachhaltige Kost

Rapsanbau (in Schleswig-Holstein)

ORION PRESS / FOTEX

umzustellen wird eine der Herkulesaufgaben der industriellen Zeitenwende sein. Erdnussöl wird da nicht reichen.

Die bisher größte Anstrengung, fossilen Kraftstoff durch ein Pflanzenprodukt zu ersetzen, unternahm die deutsche Rapsölbranche. Im Laufe des vorigen Jahrzehnts mauserte sich die Initiative mittelständischer Einzelkämpfer zu einem veritablen Industriezweig. 1,7 Millionen Tonnen Rapsölmethylester, gewonnen aus dem Samen der gelbblühenden Feldpflanze, wurden 2005 in Deutschland den Autos als Futter verabreicht.

Nur ein einziges Land setzte auf Alkohol im Tank.

Der Biodiesel, so die offizielle Handelsbezeichnung, gelangt teils als Beimischung in den konventionellen Kraftstoff, teils in reiner Form an inzwischen knapp 2000 Zapfstellen zu günstigeren Preisen in die Tanks.

Nirgendwo sonst auf der Welt wurden bisher vergleichbare Mengen Biodiesel hergestellt. Das deutsche Rapsexperiment zeigt damit aber auch die Grenzen ökosauberen Wachstums auf. Gut 1,2 Millionen Hektar, etwa ein Zehntel der gesamten bundesdeutschen Ackerfläche, werden inzwischen vom Rapsanbau belegt. Eine Ausweitung auf etwa anderthalb Millionen Hektar ist aus Expertensicht möglich.

Im günstigsten Fall wären also jährlich zwei Millionen Tonnen Biodiesel aus heimischen Äckern zu gewinnen. Dem steht jedoch ein aktueller Jahresbedarf der deutschen Bevölkerung von 130 Millionen Tonnen Mineralöl entgegen. Der Raps allein kann eine Industriegesellschaft nie und nimmer vom Erdöltropf befreien.

OKAPIA

Zuckerrohrernte: *Hoffnungsschimmer für die mobile Gesellschaft*

Unabhängig von seinem spärlichen Ertrag ist Rapsdiesel ohnehin ein problembehafteter Saft: Für die Düngung der Felder und spätere Verarbeitung der Ernte wird extrem viel Energie verbraucht – und die macht einen Großteil des Einsparpotentials wieder zunichte.

Zudem taugt Biodiesel allenfalls bedingt für den Einsatz in modernen Motoren. Seine chemische Zusammensetzung erschwert eine saubere Verbrennung und Abgasreinigung. Moderne Dieselmotoren mit hochfeinen Einspritzdüsen und Partikelfiltern werden gemeinhin nicht für den Einsatz von Rapsölmethylester freigegeben.

Die Forscher des Mineralölkonzerns Shell zählen Rapsdiesel zu den pflanzlichen Kraftstoffen der ersten Generation. Bei dieser werden lediglich die Samen oder Knollen der Gewächse genutzt.

„Das Resultat“, erklärt Wolfgang Warnecke, Leiter der weltweiten Kraftstoffentwicklung bei Shell, „ist erstens kein hochwertiger Kraftstoff, zweitens steht seine Gewinnung in unmittelbarer Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Und beides wollen wir nicht haben.“

Shell setzt deshalb verstärkt auf die Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation. Diese werden aus den Pflanzenteilen gewonnen, die in der Landwirtschaft bisher vorwiegend als Abfall anfielen: etwa Stroh von Getreide oder die Stengel von Sonnenblumen. „Bei diesen Verfahren“, sagt Warnecke, „droht keine ethische Schieflage, und die Kohlendioxid-Bilanz ist nahezu neutral.“

Einer der ersten Biokraftstoffe, deren Herstellungsverfahren an der Schwelle stehen, den Sprung von der ersten zur zweiten Generation zu machen, ist eine Substanz, die dem Menschen schon seit Jahrtausenden als Rauschmittel dient: Alkohol.

Nikolaus August Otto befeuerte einen Vorläufer des später nach ihm benannten Ottomotors um 1860 mit diversen Spritttypen, die der Handel anbot. Einer davon war Ethylalkohol, damals weit verbreitet als Brennstoff für Lampen.

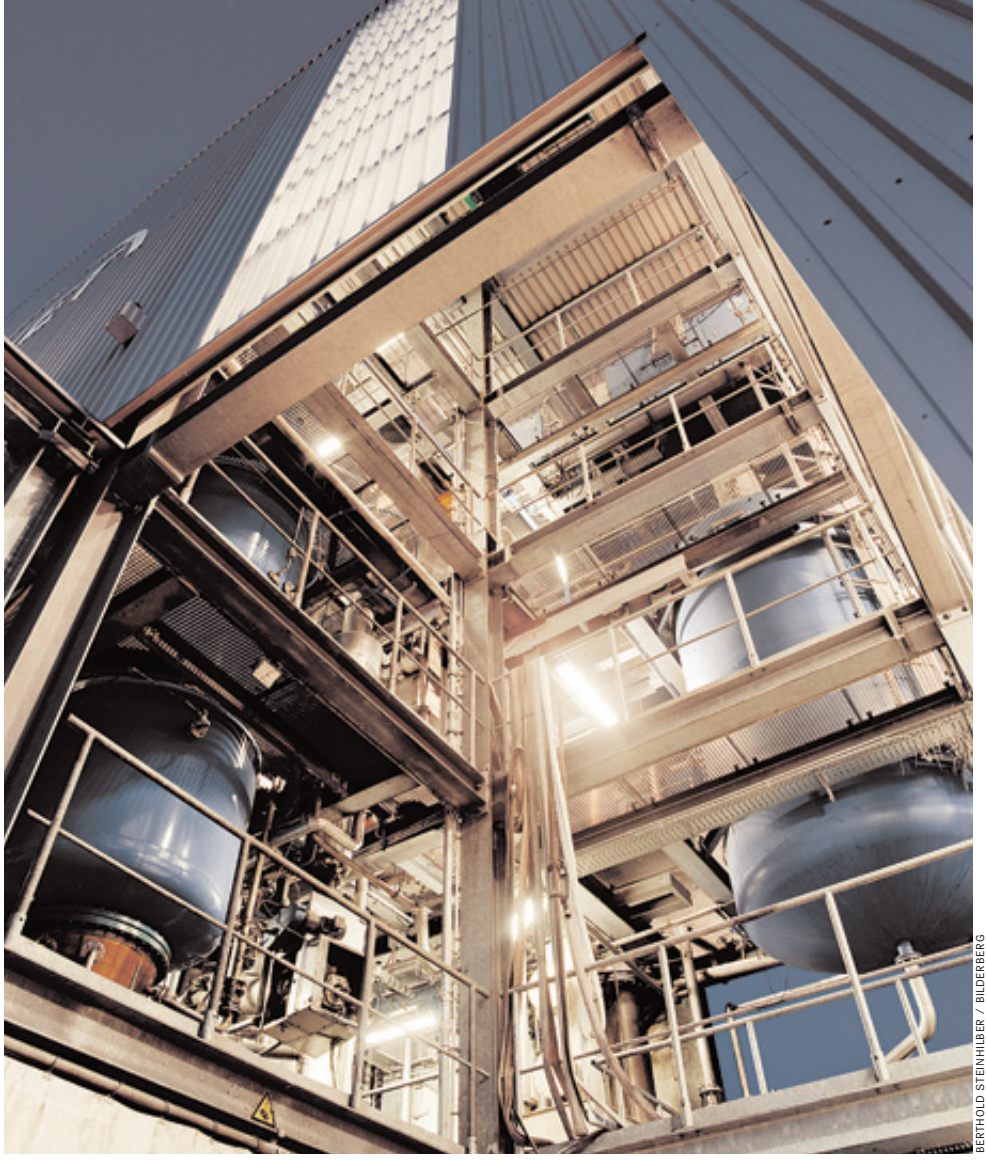
Die amerikanischen Autopioniere Henry Ford und Charles Kettering, damals Forschungschef von General Motors, sahen schon während der dreißiger Jahre ein enormes Potential im Schnapssprit und wollten ihre Autos gern mit dem Gärprodukt amerikanischer Ackerfrüchte füttern.

In einem flammenden Appell setzte sich auch Francis Garvan, damals Präsident der Chemical Foundation, für Alkoholsprit ein: „Es heißt, wir haben ausländisches Öl“, erklärte Garvan 1936 während einer Konferenz im Ford-Heimatort Dearborn bei Detroit. „Es liegt in Persien und in Russland. Glauben Sie, damit können Sie Ihre Kinder verteidigen?“

Doch die Alkohollobby konnte sich nicht durchsetzen. Zu rasch wurden immer größere Ölfelder entdeckt – vor allem in Arabien. Der fossile Kraftstoff erwies sich als die billigere Wahl – und die westlichen Industrienationen marschierten stramm in die totale Abhängigkeit von Importen.

Nur ein einziges Land ging einen Sonderweg und setzte offensiv auf Alkohol im Tank: Brasilien. Etwa 40 Prozent seines Kraftstoffbedarfs deckt das südamerikanische Land heute mit Bioethanol, einer Form von Alkohol.

Das tropische Klima lässt dort Zuckerrohr als Rohstoff für die Ethanol-Gewinnung in gigantischen Mengen emporsprießen – was nicht unbedingt ein Segen für die örtliche Umwelt ist. Millionen Hektar Urwald mussten bereits den Plantagen für Autofutter weichen.



BERTHOLD STEINHILBER / BILDERBERG

Choren-Raffinerie für Pflanzendiesel (in Freiberg): *Fiskalische Begehrlichkeiten*

In Europa und Nordamerika gewinnt man Ethanol vorwiegend aus Feldfrüchten wie Weizen, Roggen oder Mais. In Deutschland haben Firmen wie Südzucker inzwischen Schnapsraffinerien in Betrieb genommen. All diese Unternehmen arbeiten noch mit Herstellungsmethoden der ersten Generation. Die Erträge würden niemals reichen, um nennenswerten Ersatz für Benzin zu schaffen. Erst seit wenigen Jahren arbeiten Forscher an leistungsfähigen Verfahren zur Umwandlung von Stroh und Holz in Ethanol.

Anlagen dieser Art befinden sich noch im Forschungsstadium, teilweise mit Unterstützung der Ölmultis. Shell hat sich in Kanada an dem Ethanol-Produzenten Iogen beteiligt, einem der Pioniere dieser jungen Branche.

Politiker und Ingenieure aller Industrieländer sind inzwischen gleichermaßen von der Idee berauscht, Autos mit Alkohol anzutreiben, der im Grunde aus Abfällen hergestellt wird. In Schweden soll Bioethanol sogar das Schlüsselelixier sein, mit dem sich das Nordland vom Jahr 2020 an vollkommen vom Erdöl unabhängig machen will.

Auch die Regierung der Vereinigten Staaten sieht im Bioethanol jenen Kraftstoff der Zukunft, mit dem der ultimative energetische Befreiungsschlag gelingen soll. US-Präsident George W. Bush erklärte erst kürzlich: „Wir wollen, dass die Leute mit Treibstoff fahren, der in Amerika wächst."

Zu den großen Vorzügen des Alkohols zählt seine Ähnlichkeit mit Benzin. Bis zu fünf Prozent lassen sich dem konventionellen Sprit beimischen, ohne dass am Motor des Fahrzeugs etwas verändert werden muss.

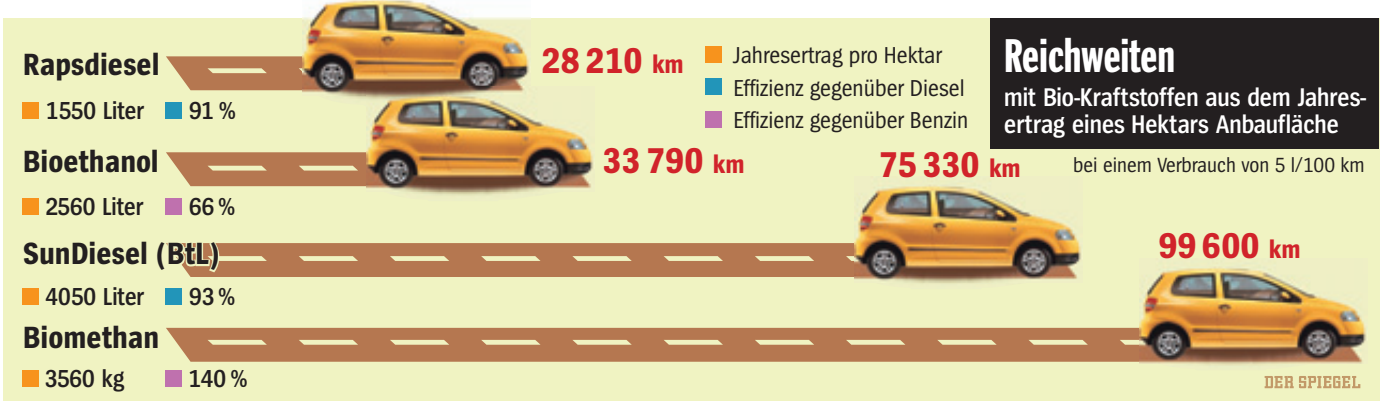
In Europa verfügbar sind derzeit Mischverhältnisse mit bis zu 85 Prozent Alkoholanteil. Ford und die schwedischen Hersteller Volvo und Saab bieten bereits Modelle an, deren Motoren den neuen Kraftstoff namens E85 vertragen. Die Veränderungen an der Motorsteuerung sind trivial, der Aufpreis beträgt nur einige hundert Euro.

In Südamerika fahren Autos sogar mit reinem Ethanol. Allerdings steigt mit dem Alkoholanteil im Tank auch der Verbrauch des Motors; denn im Schnaps stecken nur etwa zwei Drittel des Energiegehalts von Benzin.

Noch sind die heimischen Ethanol-Produzenten zarte Pflanzen im weltweiten Kraftstoffgeschäft. Während Brasilien bereits zehn Millionen Tonnen Bioethanol pro Jahr herstellt, bringen es die drei Anlagen in Deutschland gerade mal auf etwa eine halbe Million Tonnen. „Die größte Herausforderung", sagt Shell-Forscher Wolfgang Lüke, „wird darin bestehen, wirklich nennenswerten Ersatz zu schaffen."

Welches Potential aber hat der alkoholische Hoffnungsträger wirklich? Nach Berechnungen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), dem Kompetenzzentrum des deutschen Landwirtschaftsministeriums in Sachen Biosprit, lassen sich aus dem Kornertrag eines Hektars heimischer Getreideäcker 2500 Liter Ethanol gewinnen. Ein Liter ersetzt 0,66 Liter Ottokraftstoff. Bleibt also eine reale Substitution von 1650 Litern.

Weit größere Hoffnungen nährt eine Technologie, die sich noch im Entwicklungsstadium befindet: Sie heißt „SunDiesel" und wird derzeit im sächsischen Freiberg erprobt.



Dort ersann der gelernte Steinkohlehauer und auf dem zweiten Bildungsweg zum Ingenieur veredelte Visionär Bodo Wolf eine Methode, die aus Holz und anderen organischen Substanzen die Entstehung der fossilen Rohstoffe im Zeitraffer nachvollziehen soll.

Die Schlüsselerkenntnis, auf deren Grundlage er schon zu DDR-Zeiten sein Verfahren ausbrütete, manifestiert sich in einer simplen Wahrheit: „Öl, Gas und Kohle – das ist alles Sonnenenergie."

Das gesamte Kraftfutter des Industriezeitalters ist das Resultat blühenden Lebens der Urzeit, das infolge tektonischen Ungemachs zügig unter der Erde verschwand, ehe es an der Luft vermodern konnte: Wälder wurden zu Kohleflözen, trockengefallene Lagunen voller Algen und Meeresgetier zu Öl- und Gasfeldern. Unter enormem Druck und hohen Temperaturen bildeten sich aus den Kohlenwasserstoffen der früheren Lebewesen die festen, flüssigen und gasförmigen Energieträger.

Wolf hat eine Methode entwickelt, genau diesen Prozess nachzuahmen und dabei gewaltig zu beschleunigen. Was die Natur in Jahrmillionen bewerkstelligte, erledigt das von Wolf patentierte „Carbo-V-Verfahren" in wenigen Stunden: Holz, Stroh und jede andere Form getrockneter organischer Substanzen wird in einer Apparatur von Brennern und Katalysatoren in ein Synthesegas verwandelt. Aus diesem gewinnt ein Fischer-Tropsch-Reaktor, wie auch bei der schon länger praktizierten Kohle- und Erdgasverflüssigung, Dieselkraftstoff (siehe Grafik Seite 120).

Das von Wolf gegründete Unternehmen nennt sich Choren. Die ersten drei Buchstaben stehen für Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) – die Grundbausteine organischen Lebens und jeglicher konventioneller Energie; die letzten drei Buchstaben stehen für „renewable", also erneuerbar.

Der Gründer ist inzwischen im Ruhestand. Um sein Erbe ranken sich hochmögende Industriekonzerne. DaimlerChrysler und Volkswagen fungieren schon seit drei Jahren als Entwicklungspartner. Im vergangenen Sommer beteiligte sich Shell an Choren.

Die Erwartungen sind enorm, obgleich die Freiberger Dieselbraukunst von der Feuertaufe des ersten kommerziellen Einsatzes noch ein gutes Stück entfernt ist. Bisher läuft lediglich eine kleine Forschungsanlage. Erst im kommenden Jahr, weit später als anfangs geplant, soll die zweite, weit größere Apparatur in Betrieb gehen und 15 000 Tonnen SunDiesel pro Jahr produzieren. Noch später soll die erste Großraffinerie im vorpommerschen Lubmin auf einen Jahresausstoß von 200 000 Tonnen kommen.

Der gefährlichste Widersacher auf dem Weg dahin ist möglicherweise der Staat.

Bioethanol-Anlage der Südzucker AG (in Zeitz): *Zarte Pflanze im weltweiten Kraftstoffgeschäft*

MARTIN GEENE / VARIO-IMAGES

Die wachsende Produktion von Biokraftstoffen hat inzwischen fiskalische Begehrlichkeiten geweckt. Finanzminister Peer Steinbrück (SPD) will Biokraftstoffe bald, ähnlich wie Mineralöl, besteuern lassen. Dieser Kostendruck könnte dazu führen, dass die unergiebige Billiglösung Rapsöl überlebt, während aussichtsreichere Techniken, die noch in der Forschung stecken, auf dem Weg zur Marktreife verhungern.

Europas Autoindustrie setzt dennoch enorme Hoffnungen in SunDiesel. Dieselmotoren sind wegen ihrer enormen Sparsamkeit die zentrale Trumpfkarte der Branche, allerdings haftet ihnen noch immer der Makel schlechter Abgasqualität an. Das Rußpartikelproblem ist durch Filtertechniken inzwischen gelöst. Was bleibt, ist der höhere Stickoxidausstoß, der sich nur mit weiteren Investitionen, etwa in Harnstoffkatalysatoren, bändigen lässt.

Der neue Kraftstoff könnte Abhilfe bringen: SunDiesel ist wesentlich sauberer als die etablierte Variante auf Erdölbasis, vollkommen ungiftig und frei von Aromaten. Ohne weitere Nachbehandlung der Abgase würde sein Einsatz den Schadstoffausstoß erheblich senken.

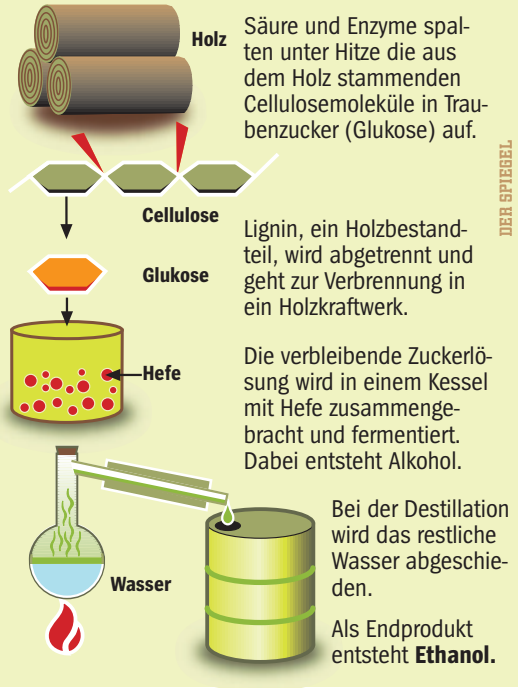
Zudem verspricht Kraftstoff von der Choren-Sorte, auch BtL („Biomass to Liquid“) genannt, eine phantastische Effizienz, wenngleich der Beweis dafür im kommerziellen Einsatz noch nicht erbracht wurde. Die FNR-Experten schätzen die jährliche Ausbeute pro Hektar auf etwa 4000 Liter SunDiesel – das wäre fast der dreifache Ertrag von Rapsöl und etwa der anderthalbfache von Ethanol.

Doch es lässt sich sogar noch mehr aus Biomasse herausholen. Der Rohstoff Holz ist ein erstklassiger Energielieferant, vor allem, wenn er nicht Autos mobil macht, sondern Strom und Wärme liefert.

Thomas Nussbauer, Ressourcenexperte und Dozent an der ETH Zürich, erteilt dem baumbasierten Biokraftstoff für den Straßenverkehr eine klare Absage. In einem Aufsatz für das Holz-Zentralblatt plädiert er nachdrücklich dafür, Baumreste in den Ofen und nicht in den Tank zu stecken. Bei der Wärmeerzeugung lasse sich Holz ebenso effizient nutzen wie fossile Brennstoffe. Bei der Umsetzung in Kraftstoff blieben dagegen bestenfalls drei Viertel des Energiegehalts übrig.

Michael Deutmeyer, verantwortlich für das Biomasse-Management bei Choren, stellt die Richtigkeit dieser Rechnung nicht in Frage. Dennoch verfehle diese die eigentliche Problemstellung. Im Bereich der Wärme- und Stromproduktion gebe es heute schon zahlreiche Möglichkeiten, sich von fossilen Energieträgern zu befreien: „Geo- und Solarthermie, bessere Isolation, Wind- und Wasserkraft bilden ein breites Spektrum einsatzreifer Techniken. Beim Verkehr gibt es dagegen außer den Biokraftstoffen noch keine wirksame Alternative zu fossilen Energieträgern.“ Auf Gedeih und Verderb hängt das Auto noch immer am Erdöltropf. Versuche, es mit Strom anzutreiben, sind nachhaltig gescheitert.

Bioethanol Alkoholgewinnung aus Holz



Auch die aktuellen Verbesserungen der Batterietechnik für Hybridfahrzeuge lassen kaum hoffen, dass gebrauchstüchtige Elektromobile in absehbarer Zeit serienreif sein könnten. Ein Tank voller Sprit, der für Hunderte von Kilometern reicht und sich in wenigen Minuten nachfüllen lässt, ist bislang durch nichts zu ersetzen.

Allerdings muss der Tankinhalt nicht unbedingt flüssig sein: Die bisher beste Alternative zu fossilem Benzin und Dieselkraftstoff ist gasförmig. Sie kommt ebenfalls vom Acker und wird mit einer ebenso simplen wie bewährten Methode schon heute hergestellt.

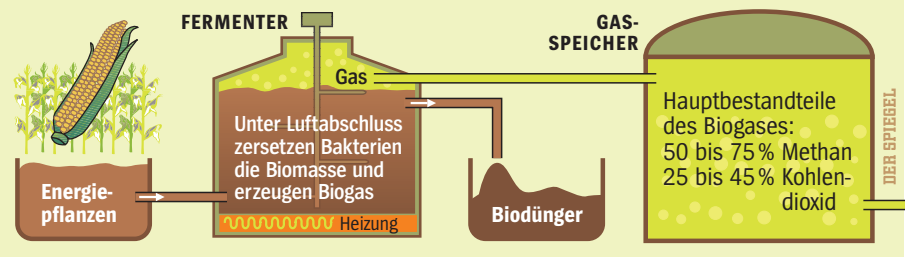
Methan aus vergorener Biomasse hat nach den Berechnungen der FNR-Experten derzeit das größte Potential. Pro Hektar und Jahr lassen sich aus Energiemais 3560 Kilogramm Methan gewinnen. Die könnten wiederum fast 5000 Liter Benzin ersetzen – Weltrekord.

Das Verfahren gleicht äußerlich dem der Herstellung von Ethanol und ist wie dieses weit simpler als die hochkomplexe BtL-Prozedur: Das Erntegut muss nicht getrocknet werden, sondern verwandelt sich in einem großen Bottich von feuchter Pampe in den begehrten Kraftstoff (siehe Grafik unten).

Die Anlagenbauer haben sich das Prinzip des Verdauungssystems von Rindern und anderen Grasfressern zu eigen gemacht – mit allen bewährten Vorteilen des natürlichen Kreislaufs von Wachstum, Fressen, Ausscheiden und Wiederverwertung als Dünger. Biogasanlagen verarbeiten ein breites Spektrum von Pflanzensorten und erlauben somit einen bodenschonenden Variantenreichtum. Und sie produzieren ihren eigenen Dünger: Die Reste lassen sich wie Kuhdung zurück auf die Felder streuen.

Die Biogasbranche hat sich bislang vorwiegend auf Stromerzeugung verlegt. Direkt auf den Gehöften treibt das gewonnene Gas über Verbrennungsmotoren Generatoren an, die Strom ins Netz speisen. Die mittlere Ausbeute ist zwar, gemessen am Landverbrauch, weit geringer als etwa

Biomethan Gasgewinnung aus Energiemais



bei Windrädern oder Solarkraftwerken. Dafür haben die Energiebauernhöfe einen Vorteil, den die Netzbetreiber sehr schätzen: Sie liefern konstant Strom, auch bei Nacht und bei Flaute.

In den kleinen Blockheizkraftwerken macht das gewonnene Biomethan also nichts anderes, als es auch im Automobil tun würde: Es treibt Motoren an. Auch für den Betrieb von Erdgasautos taugt es hervorragend.

Doch bisher zögert die Branche, den gewonnenen Treibstoff der Mobilität zu spenden. Nur vereinzelt wurden Biogastankstellen, etwa in Deutschland und Schweden, eröffnet. Es mangelt an Abnehmern. Schon die Verfeuerung des fossilen Brennstoffs Erdgas kommt kaum voran. Seit Jahren kämpfen die Gasversorger und Hersteller von Erdgasautos (federführend sind Opel, Volvo und Fiat) mit spärlichem Erfolg um Akzeptanz. Teure Umbauten an Fahrzeugen und Infrastruktur bremsen das Vorhaben.

Eine Erdgaszapfstelle kostet mit dem nötigen Druckspeicher etwa 200 000 Euro – etwa das Vierfache von Benzin- oder Dieselstationen. Die Autohersteller verlangen für ihre Erdgasmobile Aufpreise von 2000 bis 4000 Euro. Die Ausrüstung mit Drucktanks fordert ihren Preis.

Außerdem haben nur sehr wenige der bisher angebotenen Erdgasfahrzeuge akzeptable Reichweiten. Das Verstauen ausreichender Druckflaschen ist in den meisten Fahrzeugen noch immer technisch unmöglich. So blieb der Durchbruch des steuerlich geförderten und deshalb extrem billigen Alternativkraftstoffs bis heute aus. In Deutschland, wo mit großem Optimismus inzwischen über 650 Zapfstellen für den flüchtigen Brennstoff errichtet wurden, sind gerade mal 30 000 Erdgas-Pkw zugelassen.

So streiten sich auch bei den Mineralölkonzernen die Experten über die Erfolgsaussichten dieser Alternative: Die BP-Tochter Aral fördert beharrlich den Ausbau des Gastankstellennetzes – gerade wegen des enormen regenerativen Potentials von Biogas. Die Shell-Experten sehen in der Initiative dagegen nur eine Nischenlösung etwa für Flottenbetreiber und favorisieren die Umwandlung von Erdgas in Flüssigkraftstoff.

„Die größten Fehler, die wir bei der Suche nach Alternativen machen können, sind voreilige Experimente mit der Infrastruktur“, warnt Shell-Forscher Wolfgang Lüke. Aussicht auf unmittelbaren Erfolg haben aus seiner Sicht nur alternative Spritsorten, die sich den konventionellen Kraftstoffen beimischen lassen. Ethanol und SunDiesel erfüllen genau diese Forderung.

Die Energiesäfte des postfossilen Zeitalters, prophezeit der Shell-Experte, werden in langsam zunehmender Menge in bestehende Kraftstoffe hineinfließen und die Erdöl-Ära Tröpfchen für Tröpfchen dem Ende zuführen. Ein komfortabler Prozess, der unauffällig begonnen hat und von dem der Verbraucher (abgesehen von meist fruchtlosen Polit-Debatten) gar nichts mitbekommt.

Andererseits erscheint es ratsam, die Geschwindigkeit dieses Prozesses nicht zu überschätzen. Dünnbesiedelte Länder wie das nach Ölabstinenz trachtende Schweden oder auch der jäh von Problembewusstsein durchdrungene Öljunkie USA verfügen zwar durchaus über landwirtschaftliche Nutzflächen, die eine Industrienation mit dem Energieträger Biomasse zumindest zu großen Teilen ernähren könnten. In Mitteleuropa hingegen ist diese vegetarische Vollversorgung der Automobile nicht annähernd möglich.

Laut FNR-Prognose stehen im Jahr 2020 knapp 3,5 Millionen Hektar deutscher Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen bereit. Bei optimistischer Einschätzung der technischen Entwicklung ließe sich auf diesem Boden ein Vier-

Biogasproduktion (in Bayern), Mischwald: *Für die Energiegewinnung*

SunDiesel

„Biomass to Liquid“ (BtL) – Herstellung synthetischen Kraftstoffs aus Biomasse am Beispiel des Choren-Verfahrens

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

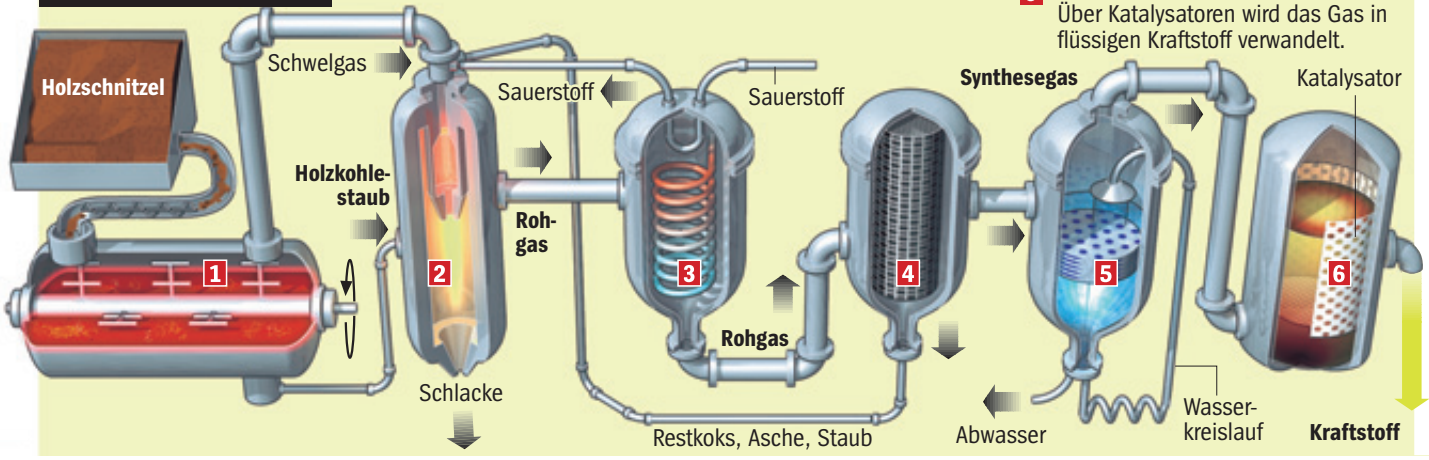
2 Brennkammer
Bei Temperaturen oberhalb von 1400 Grad verbrennt das teerhaltige Schwelgas.

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

VOLKER LISTL / ARGUM (L.); BILDAGENTUR WALDHAEUSL (R.)

haben sich die Anlagenbauer das Prinzip des Verdauungssystems der Rinder zu eigen gemacht

tel des im deutschen Straßenverkehr benötigten Kraftstoffs herstellen.

Weltweit jedoch, sagt FNR-Experte Birger Kerckow, „ist das Biomasse-Potential enorm“. Tatsächlich übersteige der Energiegehalt der Vegetation, die laufend auf der Erde nachwächst, den aktuellen Bedarf der Menschheit um den Faktor acht bis zehn, lehrt Konrad Scheffer, Professor am Institut für Nutzpflanzenkunde der Universität Kassel/Witzenhausen.

In den Szenarien der Agrarbranche werden Bohrtürme zu Pflugscharen. Die ehemalige grüne Landwirtschaftsministerin Renate Künast kürte die Bauern schon zu den „Ölscheichs von morgen“. Nur um jenes Wundergas, das einige Autokonzerne beharrlich als künftiges Elixier sündenfreier Mobilität beschwören, ist es verdächtig still geworden: Wasserstoff.

Weltweit ist das Biomasse-Potential enorm.

Das leichteste Element des Periodensystems galt den Ingenieuren lange als globaler Kraftquell des postfossilen Zeitalters. Mit Solar- oder Windstrom aus Wasser erzeugt, sollte das knallfreudige Gas ein Energieträger ohne Grenzen werden – blitzsauber und schier unendlich reproduzierbar.

Die Autokonzerne investierten Milliarden in die Entwicklung von Prototypen. Omnibusse und Pkw mit Brennstoffzellen, die Wasserstoff nahezu schadstofffrei und enorm effizient in Fahrstrom umwandeln, juckeln allerorten einher.

Auch Verbrennungsmotoren lassen sich mit Wasserstoff betreiben. BMW entwickelte einen Zwölfzylinder-Rennwagen für diesen Kraftstofftyp und überschritt in einer drolligen Ökorekordfahrt die 300-km/h-Marke. Mercedes wollte bereits im Jahr 2004 Brennstoffzellenautos in den Handel bringen.

Doch davon ist nun keine Rede mehr. Inzwischen nennt DaimlerChrysler das Jahr 2015 – und wird wohl auch diese Zahl wieder korrigieren müssen. Es fehlt nicht an Autos, die den Wasserstoff schlucken könnten – es fehlt am Wasserstoff selbst.

Nirgendwo auf der Welt sind auch nur Ansätze von Vorhaben erkennbar, im industriellen Maßstab aus Ökostrom das ökosaubere Gas zu gewinnen. Sogar Shell, einer der aufgeschlossensten Konzerne der Mineralölbranche, bemüht bei dem Thema den Konjunktiv: „Wasserstoff könnte der endgültige Kraftstoff sein“ steht auf einem der Schaubilder, die Entwicklungsleiter Warnecke zu dem Thema aushändigt.

Die größte Hürde, so der Shell-Mann, sei die Unverträglichkeit mit den bestehenden Kraftstoffen: „Ethanol und BtL mischen wir ganz einfach bei. Mit Wasserstoff müssten wir komplett zu einer neuen Infrastruktur springen.“

Und diese wäre um ein Vielfaches aufwendiger als die für Erdgasautos. Wasserstoff muss entweder zur Verflüssigung auf 253 Grad unter null abgekühlt oder gasförmig auf 700 bar (das Dreieinhalbfache des derzeitigen Erdgasdrucks) verdichtet werden, damit ein Auto mit einer Tankfüllung auf akzeptable Reichweiten kommt. Die bestehende Erdgasinfrastruktur wäre für einen Wasserstoffvertrieb demnach vollkommen untauglich.

Unabhängig von wirtschaftlichen Hindernissen wird auch der reine Umweltnutzen selbst von solchen Fachleuten skeptisch bewertet, die der Erdölbranche nicht nahe stehen. Zur sauberen Wasserstoffgewinnung bedarf es eines schieren Überflusses an Ökostrom. Und den gibt es bisher allenfalls im Geothermie-Paradies Island und dem wasserkraftstrotzenden Paraguay.

So untersuchte das Wuppertal-Institut die Chancen und Risiken eines forcierten Einstiegs in eine Wasserstoffwirtschaft. Dieser, so das ernüchternde Resümee, sei „in den nächsten 30 bis 40 Jahren ökologisch nicht sinnvoll“. Durch direkte Einspeisung ins Netz könne der regenerativ gewonnene Strom weit effektiver eingesetzt werden.

Sollte in der Mitte des 21. Jahrhunderts aber doch noch eine ebenso saubere wie gigantische Produktion von Wasserstoff beginnen, endet dieses Gas womöglich gar nicht direkt im Tank von Brennstoffzellenautos.

Dankbare Abnehmer wären etwa die Produzenten von pflanzlichen Kraftstoffen. Bei der Herstellung des BtL-Diesels herrscht akuter Wasserstoffmangel. Durch eine Einspeisung der reaktionsfreudigen Substanz in den Choren-Prozess ließe sich der Gesamtausstoß der Anlagen nahezu verdoppeln.

Das Ergebnis wäre eine vollkommen regenerative Prozesskette, die dem Vorbild von Jahrmillionen Erdgeschichte folgt: Wasserstoff ist ein ausgesprochen heiratswilliges Element. Nur in Verbindung mit Kohlenstoff bildet es den Grundbaustein organischen Lebens – und der daraus resultierenden Energieressourcen Erdöl und Erdgas.

„Die Natur“, sagt Choren-Gründer Wolf, „lässt den Wasserstoff nirgends in seiner reinen Form vorkommen. Es leuchtet nicht ein, warum die Industrie das anders machen sollte.“ Christian Wüst