

energie +

Das Debattenmagazin der UNITI

MITTELSTAND

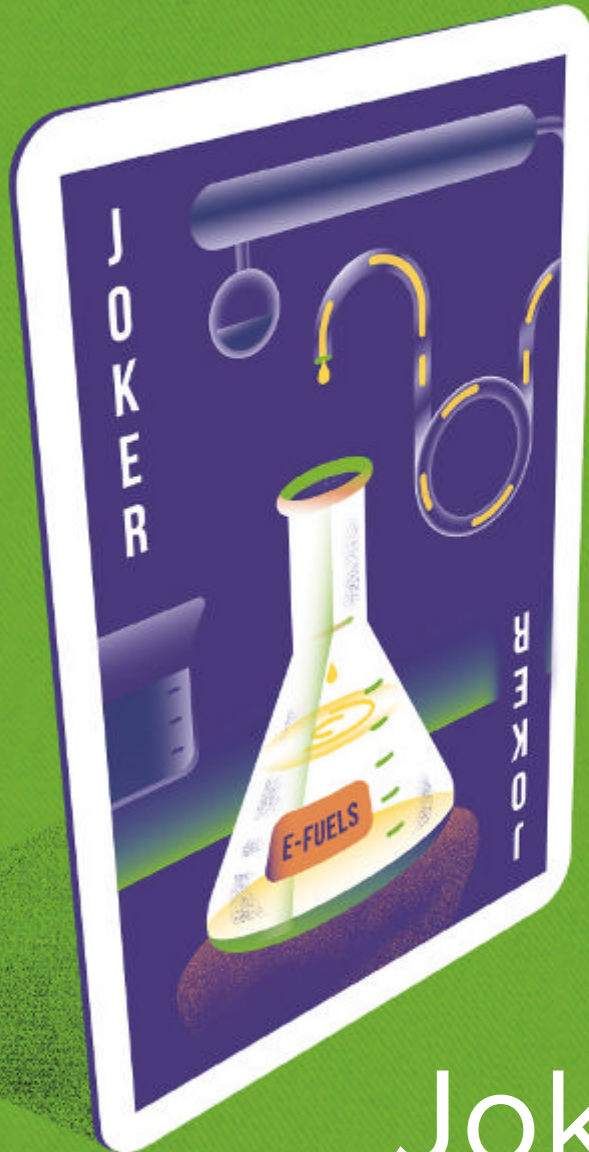
3—2017
2,50 EUR

Top-Thema

Wie E-Fuels Forschung
und Technik bewegen

Energie als Schlüssel

Der Entwicklungsminister
im Exklusivinterview



E-FUELS

Joker der Energiewende

WIE DEUTSCHLAND SEINE KLIMAZIELE
DOCH NOCH ERREICHEN KANN



„Deutsche Forscher tüfteln längst an den Energieträgern der Zukunft und suchen akribisch nach praxistauglichen Lösungen, wirtschaftliche Vernunft und die Pariser Klimaziele in Einklang zu bringen.“



Udo Weber,
Vorstandsvorsitzender von
UNITI Bundesverband
mittelständischer Mineralöl-
unternehmen e.V.

Die Karten werden neu gemischt



SCHREIBEN SIE UNS

Ob Kritik, Anregung oder Themenidee – wir haben ein offenes Ohr für Sie. E-Mail an dialog@uniti.de



Erfahren Sie mehr über UNITI. Um das Internetvideo auf Ihrem Handy oder Tablet anschauen zu können, benötigen Sie eine QR-Reader-Applikation. Scannen Sie das oben stehende Symbol mit Ihrer Handycamera und es öffnet sich automatisch der Multimedia-Inhalt.

Der neue Bundestag ist gewählt, der Wahlkampf vorüber. Endlich, möchte man sagen. Nun kann wieder ideologiefrei über eine zukunftsfeste Energiepolitik geredet werden – ohne Verzagtheit, borniertes Wortgeklingel und die oft seltsam anmutende Verteufelung einzelner Technologien. Das hoffe ich zumindest.

Dabei wird es vor allem darauf ankommen, Seitenblicke zu wagen. Was dort, oft noch im Kleinen und Verborgenen gedeiht, kann sich sehen lassen: Deutsche Forscher tüfteln längst an den Energieträgern der Zukunft und suchen akribisch nach praxistauglichen Lösungen, wirtschaftliche Vernunft und die Pariser Klimaziele in Einklang zu bringen. Ein Begriff, den man sich dabei unbedingt merken sollte: E-Fuels.

E-Fuels? Das sind regenerativ erzeugte, CO₂-neutrale flüssige Kraft- und Brennstoffe. Eigentlich ein alter Hut, denn das Herstellungsverfahren wurde Mitte der 1920er-Jahre entwickelt. Wer sich mit diesen Energieträgern näher und vorurteilsfrei beschäftigt, wird erkennen, dass diese Technologie gegenüber anderen Visionen ungemeine Vorteile hat: Schon heute können E-Fuels unter Nutzung der bestehenden Infrastruktur sowie der heu-

tigen Motoren- und Heiztechnologie genutzt werden. Dabei sind sie speicherbar und eignen sich für alle Verkehrsmittel: Fahrzeuge, Flugzeuge, Schiffe. E-Fuels sind die einzige Alternative, die in Reinform und beigemischt eingesetzt werden kann. Sie sind somit Brücken- und Zieltechnologie zugleich. Eine teure Entsorgungsproblematik wie bei Batterien für Elektrofahrzeuge besteht auch nicht. Warum nicht einmal in diese Richtung denken? Mir gefällt das jedenfalls besser als ideologisch geprägte Verbotsdiskussionen. Denn mal ehrlich: Soll so tatsächlich Deutschlands Energieversorgung der Zukunft aussehen?

Also stellen wir uns lieber vor: Ein engmaschiges Tankstellennetz statt lahmer Ladesäulen. Der eigene Heizöltank statt der Abhängigkeit vom Preisdiktat der Stadtwerke. Deutschlands Motorenbauer an der Spitze der Welt statt abgehängt. Das alles könnte die Zukunft sein, wenn Deutschland mutig vorangeht und die Markteinführung entsprechender Technologien unterstützt, die die rechtzeitige Verfügbarkeit absichern und die Entwicklung globaler Märkte anstoßen. Also Zeit, die Karten neu zu mischen und diesen Trumpf auszuspielen: E-Fuels. E-Fuels! ■

Titelillustration: Jens Amende; Foto: UNITI/Bernhart Link



6

Schwerpunkt
Das bessere
Blatt

Deutschland muss Farbe bekennen,
will das Land seine Energieziele erreichen.
Zeit, die richtige Karte zu spielen ...



14

„Motor der Mobilität“

27 Professoren aus Deutschland,
Österreich und der Schweiz
fordern eine objektive Beurteilung
des Verbrennungsmotors.

18

Neue Energie

Ein Blick auf die Forschung
und Entwicklung
synthetischer Kraft- und
Brennstoffe.



5 .	Hingeguckt	<i>Einfach mal abtauchen</i>
6 .	<u>Schwerpunkt</u>	<i>Joker der Energiewende</i>
9 .	<u>Schwerpunkt</u>	<i>Interview mit Prof. Robert Schlögl</i>
12 .	Klartext	<i>Die Energie-Kolumne</i>
13 .	Interview	<i>Entwicklungsminister Gerd Müller</i>
14 .	Debatte	<i>Zur Zukunft des Verbrenners</i>
18 .	Streifzug	<i>E-Fuels im Fokus</i>
26 .	Kompakt	<i>Chaos an der Ladesäule</i>
28 .	Zur Sache	<i>Diskussion um Diesel</i>
30 .	Glosse	<i>Minister auf Abwegen</i>
31 .	60 Sekunden über ...	<i>synthetische Kraft- und Brennstoffe</i>

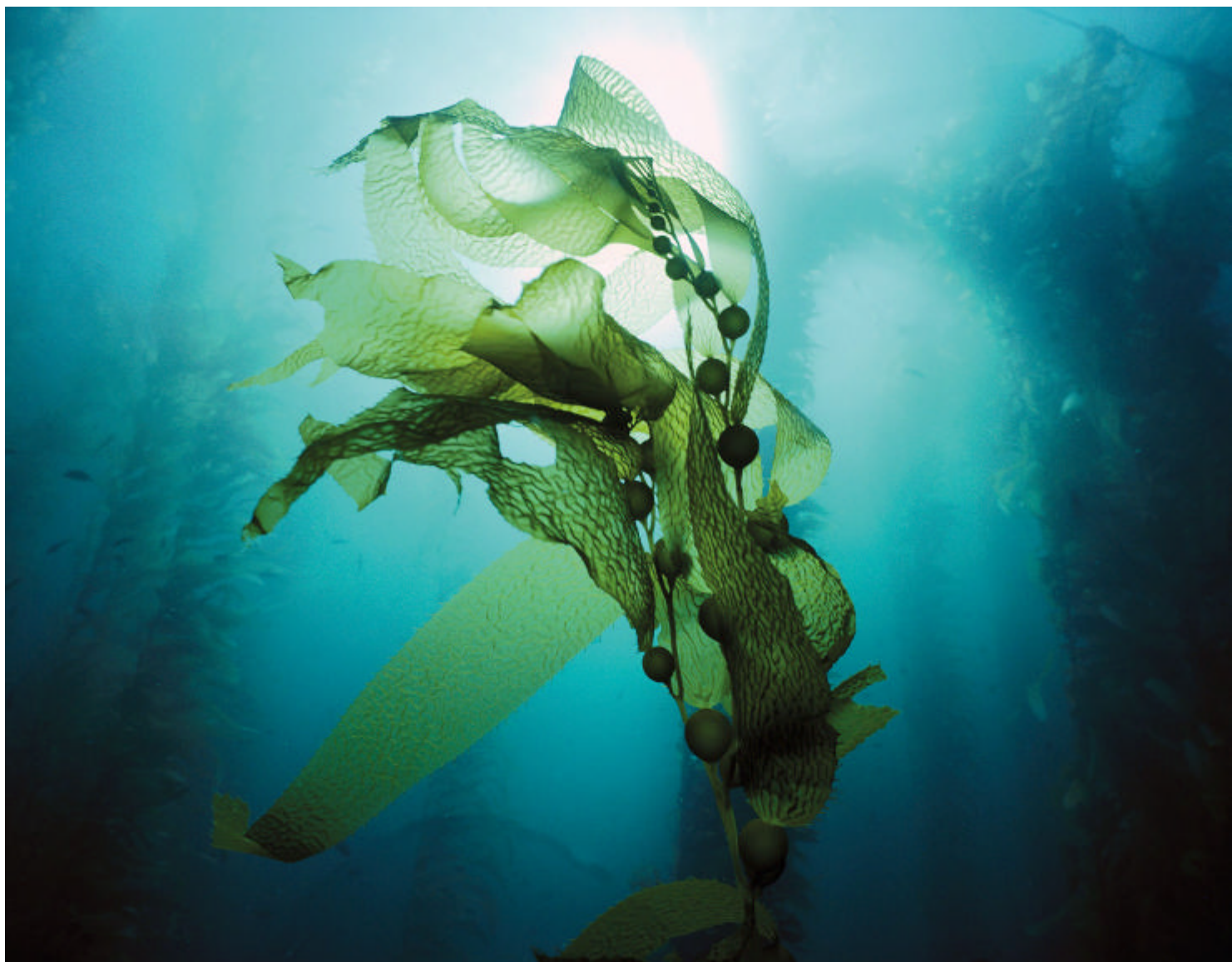
Synthetischer Sprit aus Algen
Zeit für den „Game Changer“
„Wir können E-Fuels überall herstellen“
Henning Krumrey über Denkfaulheit
„E-Fuels können einen Beitrag leisten“
Professoren fordern Fakten statt Emotionen
Einblicke in die Forschung und Entwicklung
Neues aus der Welt der Energie
Experten zweifeln am Grenzwert
Aufs falsche Gefährt gesetzt
Ein Kniff, der ordentlich Kohlendioxid spart

IMPRESSUM

HERAUSGEBER UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e.V., Jägerstraße 6, 10117 Berlin, Elmar Kühn (V. i. S. d. P.) **CHEF VOM DIENST** Dr. Robert Borsch
CHEFREDAKTEUR Florian Flicke **REDAKTIONSLEITUNG** Björn Larsen **REDAKTION** Alexandra Jegers, Wolfgang Kempkens, Henning Krumrey, Josephine Pabst
ART DIREKTION Periodical.de **BILDREDAKTION** Karin Aneser **VERLAG UND REDAKTIONSANSCHRIFT** planet c GmbH, ein Unternehmen der Verlagsgruppe Handelsblatt,
Kasernenstraße 69, 40213 Düsseldorf, Tel. 0211/54227-700, Fax 0211/54227-722, www.planetc.co **VERLAGSGESCHÄFTSFÜHRUNG** Andrea Wasmuth (Vorsitzende),
Thorsten Giersch, Holger Löwe **PROJEKTLEITUNG** Jana Teimann **ANZEIGENLEITUNG** Dr. Robert Borsch, Tel. 030/755414-416 **DRUCK** Strube Druck & Medien OHG,
34587 Felsberg **LITHO** TiMe GmbH **ADRESSÄNDERUNGEN** Dr. Robert Borsch, Tel. 030/755414-416, Fax 030/755414-366 **ISSN 2195-4445** Der Inhalt der Beiträge gibt nicht
in jedem Fall die Meinung des Herausgebers wieder. Alle Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Änderungen behalten wir uns vor.



Es irrt der Mensch, solange er strebt. Sprach der Herr zu Mephistopheles in Goethes Faust. Der Autor ist über jeden Zweifel erhaben, ein Meister der Tragödie. Als solche könnte sich auch die Energiewende entwickeln, wenn der Blick nur eine Richtung kennt. Zum Glück aber gibt es jene, die ihn schweifen lassen, die Grenzen überwinden, einfach mal abtauchen und dann erkennen, was wirklich möglich ist. In der Forschung, die sich mit neuartigen Kraft- und Brennstoffen beschäftigt, ist zurzeit einiges in Bewegung – zum Beispiel an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg. Dort tüfteln Wissenschaftler eifrig an synthetischem Sprit aus Algen. Auch Kohlenstoff aus alten Reifen, Plastikmüll und Industrieabgasen ist als Rohstoff für Energieträger denkbar. Ist das *des Pudels Kern*? Nun, die Chancen stehen wirklich gut. —



Wenn Deutschland seine Klimaziele und das Pariser Abkommen erfüllen will, muss das Land endlich Farbe bekennen. Die Energiewende braucht einen „Game Changer“ – eine bahnbrechende Technologie. Einblicke in die Forschung zeigen:

Es gibt sie.

TEXT Björn Larsen

Derart deutliche Worte aus dem Mund der Bundeskanzlerin sind selten: „Wir werden Wege finden, wie wir bis 2020 unser 40-Prozent-Ziel einhalten“, sagte Angela Merkel in der ZDF-Sendung „Klartext“ eine gute Woche vor der Bundestagswahl. Dann betonte sie mit Nachdruck: „Das verspreche ich Ihnen!“ Nun ist der Wahlkampf längst vorbei, und dem Bekenntnis zum Klimaschutz, das es in sich hat, müssen schleunigst Taten folgen, will die Kanzlerin Wort halten. Stand heute wird sie das nicht tun. Oder doch?

Das „40-Prozent-Ziel“ bedeutet nicht weniger, als dass die deutschen CO₂-Emissionen bis 2020 im Vergleich mit 1990 um 40 Prozent sinken sollen. In den vergangenen drei Jahrzehnten hat Deutschland 28 Prozent geschafft; in den kommenden drei Jahren sollen es noch einmal zwölf Prozentpunkte sein. Oder anders ausgedrückt: 154 Millionen Tonnen CO₂. Zum Vergleich: Alle Autos, Lastwagen, Flugzeuge und andere Fortbewegungsmittel in unserem Land stoßen im Jahr rund 166 Millionen Tonnen CO₂ aus. Will Merkel also den Verkehr lahmlegen? Sicherlich nicht, selbst wenn der Ein-



DAS BESSERE BLATT

druck entsteht, dass nicht wenige solch einem realitätsfernen Szenario Beifall spenden würden, angesichts einer in Hysterie mündenden Diskussion um etablierte Antriebstechnologien. „Wir werden Verbrennungsmotoren noch Jahrzehnte brauchen“, sagte sie denn auch im TV-Duell mit SPD-Kanzlerkandidat Martin Schulz.

Komplexe Aufgabe

Wie will die Kanzlerin ihr ehrgeiziges Ziel erreichen, das sie so wortgewaltig versprochen hat? Hat sie einen Joker auf der Hand? Klar ist: Sie wird einen brauchen. Denn die Aufgabe gestaltet sich tatsächlich äußerst komplex, wie ein Blick auf die Entwicklung von Bevölkerung, Wohnen und Verkehr zeigt.

Deutschland wächst. Im Jahr 2035 werden mehr als 83,1 Millionen Menschen in der Bundesrepublik leben, rund eine Million mehr als vor zwei Jahren. Das geht aus einer aktuellen Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln (IW) hervor. Besonders Großstädte würden, prognostizieren die IW-Experten, in den kommenden Jahren weiterwachsen. Ihre Kapazitäten sind freilich begrenzt.

Schon jetzt warnen Kollegen aus dem gleichen Haus, dass der jetzige Bauboom den Bedürfnissen vieler Menschen nicht gerecht werde. Während die Städte mit Arbeitsplätzen und Freizeitangeboten immer attraktiver werden, entstehen auf dem knappen Bauland vor allem kleine Apartments zu vergleichsweise horrenden Preisen. Von Studenten einmal abgesehen, die sich diese Mieten nicht mehr leisten können, finden Familien dort kaum einen Platz, um möglichst nah an ihren Arbeitsstätten zu wohnen. Einfamilienhäuser werden auf dem Land gebaut.

Wo Familien aufgrund derartiger Marktverhältnisse in die Peripherie ausweichen müssen, steigt logischerweise die Zahl derer, die auf dem Weg zur Arbeit Strecke machen müssen. Die Verkehrsströme schwellen an. Laut einer Auswertung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung ist der Anteil der Beschäftigten, die von ihrem Wohnort aus

Ehrgeiziges Ziel oder
leeres Versprechen?

Neuzulassungen werden
immer effizienter

Pendlerquote
steigt stetig

in eine andere Stadt oder Gemeinde pendeln, seit der Jahrtausendwende von 53 auf 60 Prozent gestiegen. Zwei Drittel der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Frankfurt am Main, Düsseldorf oder Stuttgart arbeiten, wohnen gegenwärtig außerhalb der Stadtgrenzen. Die Stadt mit den meisten Arbeitnehmern, die jenseits der Stadtgrenzen zu Hause sind, war im vergangenen Jahr München – 365.000 Menschen pendelten dort.

Nach Berechnungen des Statistischen Bundesamts gibt es unter Pendlern bei der Wahl des Verkehrsmittels eine klare Nummer eins: das Auto. Zwei von drei Erwerbstätigen legen den Weg zur Arbeit mit dem Pkw zurück. Jeder Vierte hat einen Arbeitsweg von mehr als einer halben Stunde. Und auch diese Zahl steigt. 1991 war es noch jeder Fünfte. Es werden also eher mehr als weniger.

Dabei achten Deutschlands Autofahrer durchaus aufs Klima. Der Monitoring-Bericht der Deutschen Energie-Agentur (dena) über Pkw-Neuzulassungen zeigt: Die Deutschen kaufen immer mehr Neuwagen. Drei Viertel der 3,3 Millionen Neuzulassungen im vergangenen Jahr haben eine der grünen Effizienzklassen A+, A oder B – in der oberen Mittelklasse sind es 95 Prozent. „Es ist erfreulich, dass neu zugelassene Pkw in Deutschland immer effizienter werden“, sagt dena-Chef Andreas Kuhlmann. „Die Automobilindustrie ist nicht nur eine zentrale Säule des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Sie hat auch ein erhebliches Innovationspotenzial. In der kommenden Legislaturperiode wird es darauf ankommen, diesem Innovationspotenzial mit Blick auf die klimapolitischen Ziele eine eindeutige und mutige Richtung zu geben.“

Keine Mehrheit für Quoten

Die Betonung liegt auf Mut: Die Verkehrspolitik braucht einen abermaligen Kurswechsel. Mit „Strom-Illusionen“, wie die „Wirtschaftwoche“ Mitte August dieses Jahres titelte, wird das kaum gelingen. Jenseits von CO₂-Bilanzen, die für Elektroautos wahrlich kein Ruhmesblatt sind – sie fahren nun mal mit Kohlestrom –, erfüllen Stromer auch für Pendler, die auf ihr Auto angewiesen sind, nicht die →

„Synthetische Kraftstoffe bieten große Chancen für eine emissionsärmere Mobilität.“

Christian Lindner,
Vorsitzender der FDP

E-Fuels sind CO₂-neutral

einfachsten Bedingungen: eine für die Lebenswirklichkeit notwendige Reichweite und die Möglichkeit, für eben diese an genügend Orten tanken zu können.

So überrascht es kaum, dass laut einer repräsentativen Umfrage des internationalen Meinungsforschungsinstituts YouGov jeder Zweite eine europaweite Quote für Elektroautos ablehnt. Die Kaufprämie von maximal 4.000 Euro, die seit Juli 2016 beantragt werden kann, haben bisher rund 27.000 Bürger abgerufen – und sie damit faktisch verschmäht. Theoretisch könnten aus dem Topf bis zu 300.000 Fahrzeugkäufe subventioniert werden. Zum Glück nur theoretisch, dürfte mancher denken. Denn die Energiewirtschaft in den Autoländern Bayern und Baden-Württemberg hat kürzlich gewarnt: Das Stromnetz ist nach Brancheneinschätzungen nicht auf die erwartete Verbreitung von Elektroautos und Wärmepumpen vorbereitet.

Es müssen also neue Lösungen her. Das betonte auch Christian Lindner in seinem Gastbeitrag in der „Frankfurter Allgemeine Zeitung“ (FAZ) vom 7. August. Eine gesetzlich vorgeschriebene

Quote für E-Autos sei nicht geeignet, Mobilität, Klima- und Gesundheitsschutz gleichermaßen zu sichern, urteilt der Vorsitzende der FDP: „Wissenschaftler warnen schon heute davor, dass die Umstellung auf strombasierte Mobilität die teuerste aller Optionen sein könnte. Alternative Antriebe wie die Brennstoffzelle, aber auch synthetische Kraftstoffe bieten ebenso große Chancen für eine emissionsärmere Mobilität.“

In der Tat haben besonders Letztere das Potenzial, der Energiewende einen ordentlichen Schub zu geben. E-Fuels sind CO₂-neutral (siehe auch „60 Sekunden“ auf S. 31). Überdies, das zeigen Einblicke in die Forschung und Entwicklung (mehr dazu ab S. 18), können mit ihnen gleich mehrere Probleme gelöst werden. Sie sind speicherbar, transportfähig, mit den etablierten Technologien sowie innerhalb der bestehenden Infrastruktur nutzbar. „Man könnte so herrlich die Tankstellen weiternutzen“, schwärmte die Bundesforschungsministerin Johanna Wanka (CDU).

Konsequente Weiterentwicklung

An der norwegischen Südküste baut zurzeit eine Gruppe von Unternehmen um die Nordic Blue Crude AS eine Anlage, die mit einer elektrischen Leistung von 20 Megawatt jährlich 8.000 Tonnen Blue Crude produzieren soll. Das ist ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen, aus dem sich rund 3.000 verschiedene Produkte herstellen lassen, die bisher auf Erdöl basieren. Die Technik steuert das deutsche Unternehmen Sunfire bei.

Neben Verbrennungsmotoren ließen sich mit E-Fuels auch andere Anwendungen wie Ölheizungen technisch und wirtschaftlich günstig in ein treibhausgasneutrales Zeitalter überführen – und das ist entscheidend. Schließlich wird im Pariser Klimaschutzabkommen für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts eine globale Treibhausgasneutralität angestrebt. Dazu ist eine erhebliche Reduktion der weltweiten CO₂-Emissionen erforderlich. Deutschland kann ohne Zweifel einen wichtigen Beitrag leisten – durch die konsequente Weiterentwicklung flüssiger Energieträger. ■



„OME ist wie Wasser.

Es ist biologisch abbaubar

– und ich kann

es in jeden Winkel

der Erde bringen.“

„Jedes Land kann synthetische Kraft- und Brennstoffe herstellen“

INTERVIEW Björn Larsen

Professor Robert Schlögl fordert, die etablierten Antriebstechnologien optimal einzusetzen. In *energie+Mittelstand* erklärt der renommierte Chemiker, mit welchem Treibstoff das gelingen kann.

? Herr Professor Schlögl, welchen Beitrag kann der Verkehrssektor, im Speziellen der zurzeit viel gescholtene Verbrennungsmotor, zum Klimaschutz leisten?

— Da muss ich zwischen zwei Fragen unterscheiden. Wenn wir uns die CO₂-Emissionen anschauen, produziert der Verkehrssektor etwa ein Drittel davon. Wenn man ihn also dekarbonisieren würde, fielen dieses Drittel weg. Jetzt kommt aber der Unterschied: Die aktuelle Diesel-Diskussion hat mit Klimaschutz nichts zu tun – Rußpartikel und Stickstoffoxide sind eine völlig andere Baustelle als CO₂-Emissionen. Denn bezogen auf Letztere ist ein Diesel natürlich das beste Brennvorgang, weil er aus einer bestimmten Menge Energie mehr Bewegungsenergie herausholt als ein Benziner. Deshalb werden alle großen Motoren mit Diesel angetrieben. Für die Partikel- und NO_x-Emissionen gibt es eine einwandfrei funktionierende →

„Wir haben eine Milliarde Autos auf der Welt. Den Bestand zu elektrifizieren, funktioniert nicht.“

de Abgasnachreinigung. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Automobilhersteller aus Gründen, die ich nicht kommentieren will, darauf verzichten, diese Technologie effizient einzusetzen.

? Können Sie das genauer erläutern?

_____ Man könnte dafür sorgen, dass das, was verbaut ist, auch richtig funktioniert. Bei großen Dieselmotoren und Lastkraftwagen geht das bereits. Deswegen ist auch die Behauptung falsch, eine Softwareänderung sei Blödsinn. Natürlich können durch ein Software-Update, verbunden mit der richtigen Menge AdBlue, die Emissionen reduziert werden – sogar deutlicher als um die paar Prozente, die in der Öffentlichkeit diskutiert werden. Der Nutzer müsste halt öfter AdBlue tanken, wie bei einem Omnibus oder Lkw. Jener hat dafür einen extra Tank einfüllen lassen. Es gibt in jeder europäischen Tankstelle AdBlue. Das muss man nur wollen.

? Das heißt: Die Antriebsart ist gar nicht so schlecht, wie sie vielerorts gemacht wird?

_____ Der Verbrennungsmotor ist mit Sicherheit das günstigste Verfahren. Wir sprechen hier über fast 100 Jahre Optimierungsarbeit, die in diese Antriebstechnologie geflossen sind. Der Motor kann nichts dafür, dass er falsch betrieben wird. Zudem schlummern in ihm noch weitere Verbesserungspotenziale: etwa durch die Verwendung optimalen Kraftstoffs. Anders als die Technik, ist nämlich der Kraftstoff in 100 Jahren nicht wesentlich verändert worden. Die Herstellung hat sich zwar verändert, aber die makroskopischen Stoffparameter sind einmal festgelegt worden und dann nicht mehr wesentlich verändert worden.

? Sie sagen „optimaler Kraftstoff“. Wie sieht dieser für Sie aus?

_____ Ich teile nicht die Meinung, dass die künftige

Kraftstoffquelle biologischer Natur ist. Wir wissen heute, dass es eine ganze Klasse von Molekülen gibt, die sogenannten C1-Brennstoffe, die aus chemischen Gründen keine Partikel emittieren – und zwar gar keine. Man muss jedoch einen intrinsischen Preis zahlen: Die Energiedichte ist nicht so hoch wie die von Diesel. Man braucht etwa 1,7-mal mehr Liter pro 100 Kilometer. Aber das ist verglichen mit einer Batterie immer noch lächerlich. Dann ist der Tank halt eineinhalbmal so groß. Naja, ist das schlimm?

? Eigentlich nicht.

_____ Wir müssen bedenken: Wir sprechen über eine völlig ungiftige Substanz. Die Reinsubstanz, die dafür verwendet wird, riecht nach nichts, verbrennt völlig farblos und kann keine Explosionen erzeugen. Diesen Stoff macht man aus Methanol. Das Endprodukt heißt Oxymethylenether, kurz: OME. Klingt fürchterlich, ist in der Herstellung aber ganz einfach und hat viele Vorteile.

? Welche genau?

_____ OME ist wie Wasser. Selbst wenn es ausläuft, schadet es der Umwelt nicht, weil es biologisch abbaubar ist. Wenn zum Beispiel ein Tankerschiff mit OME lecken würde, wäre es egal. Zudem kann ich es in jeden Winkel der Erde bringen und überall auf der Welt herstellen. Jedes Land kann das tun.

? Klingt nach großer Konkurrenz für den viel gepriesenen Elektroantrieb.

_____ Ein Elektroantrieb ist schon eine gute Idee. Das gilt auch für ein batteriebetriebenes Elektrofahrzeug als Pkw im Stadtverkehr. Aber es gibt eben erhebliche Mengen von Verkehrsleistungen, die nicht so gestaltet sind. Alles, was weitere Strecken zurücklegen muss, was mit Lasten zu tun hat und wofür viel Kraft nötig ist. Stellen Sie sich eine Baumaschine vor: Diese wird niemals mit einer Batterie fahren. Das geht nicht. Gleiches gilt für einen Bagger oder ein Flugzeug. Deswegen kann man nicht sagen, der Verbrennungsmotor hat ausgedient. Die Frage ist vielmehr: Wollen wir uns verschiedene konkurrierende Antriebssysteme leisten oder können wir nicht etwas Gemeinsames machen?

? Wie lautet Ihre Antwort auf diese Frage?

_____ Man kann ohne weiteres einen Elektromotor nehmen, dessen kleine Batterie für 30, 40, 50 Kilometer reicht und der mit einem sogenannten Fuel-Prozessor kombiniert wird. Dieser wird mit flüssigem Kraftstoff angetrieben und lädt die Batterie nach. Das ist kein normaler Hybrid, der praktisch aus zwei Antrieben, einem mechanischen

und einem elektrischen, besteht. Das ist nämlich sehr aufwendig. Der Fuel-Prozessor ist die richtige Lösung. Er benötigt auch kein Getriebe.

? Und der Fuel-Prozessor könnte auch mit OME betrieben werden?

— Ja, aber auch mit herkömmlichem Kraftstoff. Er ist sozusagen ein Alles-Kraftstoff-Fresser, der mit Diesel, Benzin und synthetischem Kraftstoff läuft. Das gibt es auch schon in Groß. Zum Beispiel muss ein Panzer mit jedem Kraftstoff fahren können. Ich sage natürlich nicht, alle Autos sollen wie Panzer fahren. Worauf ich hinauswill: Das Problem ist technisch schon gelöst.

? Schon vorhanden ist ebenfalls ein großer Bestand an Autos.

— Das ist ein wichtiger Faktor. Wir haben eine Milliarde Autos auf der Welt. Also, in Deutschland 55 Millionen. Und es werden weltweit jede Sekunde 2,5 Verbrennungsmotoren gebaut. Diesen Bestand zu elektrifizieren, ist allein in der Theorie eine relativ sportliche Angelegenheit. In der Praxis funktioniert es nicht, weil wir viele Mobilitätsanwendungen haben, für die der Elektroantrieb keinen Sinn ergibt. Hinzu kommen weitere Faktoren: Wir machen Autos zwar immer effizienter und sauberer, aber wir fahren auch immer mehr. Das ist ein Nullsummenspiel. Und dann kommen Sie natürlich sehr schnell zu der Frage: Warum benutzen wir nicht häufiger Busse und Bahnen, oder warum haben wir nicht eine andere Mietstruktur und was weiß ich nicht alles? Das wird dann gesellschaftspolitisch. Das muss gründlich durchdacht werden. Aber das ist keine Frage für den Chemiker. Der Chemiker allein stellt fest, dass die schlichte Idee, wir machen jetzt E-Mobilität und das löst das Klimaproblem des Verkehrssektors, einfach falsch ist.

? Sinnvoller wäre ...

— ... wenn man wirklich schnell etwas erreichen will?

? Ja.

— Die schnellste Methode ist, die heutige Technik sinnvoll einzusetzen. Die zweitschnellste Methode sind alternative Kraftstoffe. Und die drittschnellste Methode ist: Hybridautos bauen. Wenn wir in dieser Reihenfolge beginnen, kommen wir auf einen Transformationspfad. Dann wird vielleicht in 20 Jahren ein signifikanter Anteil im Verkehr nicht mehr von fossilen Energieträgern betrieben. Aber alles andere ist unrealistisch. Ausstiegsszenarien und Prognosen, dass es im Jahr 2035 oder 2040 keine Verbrennungsmotoren mehr gibt, sind lächerlich. Wer baut denn

die Batteriefabriken, die dafür benötigt würden? Ein paar Batterien für Handys können in einer großen Fabrik hergestellt werden. Für 30 Millionen Autos reicht das sicherlich nicht. Und wir haben bereits eine riesige Infrastruktur, die uns mobil hält.

? Diese könnten wir mit OME weinternutzen?

— OME ist dafür wunderbar. Es kann in den vorhandenen Tank eingefüllt werden. Es greift den Gummi von der Tankstellensäule nicht an. Das ist zumindest alles an Forschungsgeräten ausprobiert worden. Es ist eine der wichtigen Aufgaben der Wissenschaft, in den kommenden zwei, drei Jahren genügend sauberes OME herzustellen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kraftstoffen, die ein Gemisch sind, funktioniert OME nämlich nur als völlige Reinsubstanz. Es wird also eine neue Art von Spezifikationen für einen Kraftstoff geben. Das muss genormt werden. Dann müssen wir noch die Feldtauglichkeit dieser Stoffe erproben: Etwa, ob da nicht irgendwo eine Schraube ist, die möglicherweise mit OME korrodiert, weil wir das Korrosionsverhalten gegen alle Metalllegierungen dieser Welt nicht kennen. Aber das ist kein Stolperstein. Das müssten wir bei allen anderen Technologien auch überprüfen.

? Was halten Sie von Mobilitätslösungen wie Oberleitungen für Lkw, die zurzeit auf einer Teststrecke in Brandenburg erprobt werden?

— Das ist völliger Blödsinn. Wissenschaftlich heißt das Pfadabhängigkeit. Sie können nicht so viel in die Infrastruktur investieren. Das spart vielleicht ein Prozent CO₂ ein, kostet aber Milliarden. Da frage ich mich: Wie effizient wollen wir eigentlich sein? So eine Technik kann man doch nicht in Europa einsetzen! Es funktioniert vielleicht in Hamburg oder Stuttgart, wenn man will. Aber dann sind diese Fahrzeuge hochspeziell und fahren bloß dort. Da ist es doch sinnvoller, dass nur kleinere Lkw in die Städte fahren – mit synthetischen Kraftstoffen oder von mir aus auch elektrisch betrieben. Über Land fahren muss man ohnehin mit synthetischem Kraftstoff.

Werden synthetische Kraftstoffe am Ende teurer sein als herkömmliche?

— Wenn synthetische Kraftstoffe etabliert sind, kosten sie gleich viel. 70 Prozent der Kraftstoffkosten sind Steuern. Der Benzinpreis ist ein politischer Preis und keiner, der durch die Technik bestimmt wird. In dieser Marge bleibt auch ein synthetischer Kraftstoff. ■



ZUR PERSON

Professor Robert Schlögl ist seit 1994 Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft und zusätzlich seit 2011 Gründungsdirektor des Max-Planck-Instituts für Chemische Energiekonversion. Seine Forschungsschwerpunkte liegen unter anderem auf der Materialforschung zur chemischen Energieumwandlung sowie auf Konzepten zur nachhaltigen Energieversorgung und -speicherung. Der international renommierte Chemieprofessor hat eine Initiative mit dem programmatischen Titel „Nachhaltige Mobilität durch synthetische Kraftstoffe“ ins Leben gerufen. Zu dieser zählen Unternehmen aus der Auto-, der Zuliefer- und der chemischen Industrie. Schlögl rechnet fest mit einer Finanzierung durch die Bundesregierung.

MEIN STROM IST MAIN STREAM

VON DER DENKFAULHEIT EINER EINSTIGEN INGENIEURSNATION

Die naturwissenschaftlichen Nobelpreise sind mal wieder an uns vorbeigegangen. Die beiden deutschstämmigen Sieger dieses Jahres verließen früh ihr Geburtsland. Die Eltern des einen flohen mit dem kleinen Sohn vor den Nazis, der andere kehrte Mitte der siebziger Jahre nach Abschluss seines Studiums der Heimat den Rücken. Ja, in den vergangenen zwei Dekaden war die Ausbeute für deutsche Wissenschaftler wieder etwas besser als in den achtziger und neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Aber die meisten der hochdekorierten Koryphäen lehrten und forschten eben nicht an deutschen Universitäten, sondern in den USA. Weil es dort freier (und unbürokratischer) zugeht als hierzulande.

In Deutschland gilt es dagegen vor allem, einer aktuellen Mode zu folgen – sei es in der Politik, der Wirtschaft oder in der Wissenschaft. Das Land der Ingenieure traut sich nicht mehr – und es traut sich nichts mehr zu. Beispiel Mobilität: Seit ein paar Jahren sind sich scheinbar alle einig, dass nur das batteriegetriebene Elektroauto die Zukunft ist. Alle anderen Antriebe sind des Teufels. Sie funktionieren angeblich nicht richtig (Brennstoffzelle), sind zu gefährlich (Gasmobilität) oder zu schmutzig (Hightech-Diesel). Denn Stromer mit Akku gelten allgemein als sauber; Laien feiern sie gar gern als „Null-Emissionsautos“, weil sie keinen Auspuff haben. Klar, in der Innenstadt gibt es mit ihnen keinen Mief, wohl aber am Kraftwerk, wo der Strom für sie genauso herkömmlich hergestellt wird wie für die Nachttischlampe oder die Drehmaschine. Und selbst wenn der Saft allein aus erneuerbaren Energien käme: Schon die Herstellung

(und spätere Entsorgung) der Batterien ist kein Kinderspiel.

Derzeit sind die Stromer einfach en vogue. Die Akku-Karre ist noch nicht verfügbar? Egal! Die erneuerbaren Quellen reichen für die Speisung der erträumten Million Fahrzeuge nicht aus? Egal! Das Stromnetz könnte die erforderlichen Lasten flächendeckender Lade-Wünsche für eine Elektroflotte gar nicht verkraften? Auch egal. Wer etwas anderes möchte oder macht als batterieelektrische Autos, ist sofort ein Außenseiter, ein Wirrkopf oder gar Büttel einer kleinen Lobby. Querdenken und forschen – nämlich forschen in alle Richtungen – ist nicht erwünscht, sondern suspekt.

Die öffentliche Eingleisigkeit, die viele politische Debatten der vergangenen Jahre geprägt hat, hat auch die Wissenschaft erfasst. Wer sich für grüne Gentechnik interessiert, experimentiert lieber in den USA oder geht in die Niederlande. Die Forschung an menschlichen Zellen ist in Israel deutlich einfacher. In Kanada stellt das Unternehmen Enerkem Biokraftstoff aus Kunststoffabfällen her. Anderswo ist das Risiko viel geringer, in den Medien oder im Plenarsaal an den Pranger gestellt zu werden.

Es ist diese Mischung aus Zukunftsangst, Technikfeindlichkeit und Aufregungskultur, die Forschung und Entwicklung zunehmend einengt. Eine Art Political Correctness für die Wissenschaft, die auch auf die Wirtschaft durchschlägt. Technologieoffenheit ist schön gesagt, aber im Zweifelsfall entscheiden sich auch Unternehmen lieber für die Lösung, die weniger aneckt. Die Angst vor der Öffentlichkeit und dem nächsten Quartalsstichtag begrenzt die Risikofreude. So sehr, dass die Entschei-

dung von Bayer, den Gentechnik-Riesen Monsanto zu schlucken, stauendes Kopfschütteln auslöste.

Dabei kommt es auf die Vielfalt der Ideen an, auf den richtigen Mix an Zukunftskonzepten und Lösungen. Natürlich werden wir künftig auch mit batteriebetriebenen Autos unterwegs sein. Aber bis es so weit

„Derzeit sind die Stromer einfach en vogue. Die Akku-Karre ist noch nicht verfügbar? Egal!“

ist, werden wir auch E-Fuels brauchen, empfiehlt auch das renommierte Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE – es muss dann bloß jemand auch umsetzen, denn ab 2025 wird die Nachfrage rapide wachsen. Mag sein, dass es für Pkw nur eine Übergangslösung ist, aber im Schwerlast- und Schiffsverkehr führt nichts an den synthetischen Kraftstoffen aus Kohlenstoff und Erneuerbaren-Strom vorbei.

Artikel 5 des Grundgesetzes verbürgt die Freiheit der Wissenschaft. Jetzt müssen wir nur noch den Kopf dafür freibekommen. ■



HENNING KRUMREY,
Jahrgang 1962, studierte Volkswirtschaft und Politikwissenschaft in Berlin und Köln und absolvierte die Kölner Journalistenschule. Energieexperte Krumrey war unter anderem stellvertretender Chefredakteur der „Wirtschaftswoche“.

„E-Fuels können einen Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung leisten“

INTERVIEW Björn Larsen

Bundesentwicklungsminister

Gerd Müller erläutert im Interview, wie wichtig es ist, auch in den entlegensten Regionen einen kostengünstigen und schnellen Zugang zu Energie zu haben.

Herr Müller, die Weltbevölkerung wächst. Allein in Afrika kommen jedes Jahr 25 Millionen Menschen hinzu. Wie können wir den wachsenden Energiehunger dieser Menschen stillen?

— Wir brauchen moderne und klimafreundliche Energie. Es reicht nicht, die Netzinfrastruktur auszubauen. Wir müssen vor allem auch dezentrale erneuerbare Energiesysteme vorantreiben. Mein Ministerium ist hier besonders aktiv und hat im Rahmen unseres Marshallplans mit Afrika die Initiative „Grüne Bürgerenergie für Afrika – dezentral, bürgernah, erneuerbar“ entwickelt, die genau an dieser Stelle ansetzt. Zusammen mit Genossenschaften, Kommunen und der Privatwirtschaft bringen wir grüne Energie in die ländlichen Regionen Afrikas. **Energie ist der Schlüssel zu Entwicklungsperspektiven, denn Chancen von kleinen und mittelständischen Unternehmen hängen direkt vom Zugang zu Energie ab.**

? Ist es sinnvoll, die Energiewende in Ländern voranzutreiben, die aufgrund ihrer geografischen Lage besser für die Gewinnung erneuerbarer Energien geeignet sind?

— Erneuerbare Energien bieten eine wettbewerbsfähige, nachhaltige Alternative und können auch in den entlegensten Regionen kostengünstig und schnell Zugang zu bedarfsgerechter Energie schaffen. Deshalb unterstützen wir Partnerländer wie beispielsweise Marokko oder Indien gerade dort, wo sie aufgrund der geografischen Lage ihr großes, bisher je-



doch oftmals ungenutztes Potenzial an erneuerbaren Energien noch nicht ausschöpfen. Nur so können wir Klimaschutz sichern und die Ziele für nachhaltige Entwicklung erreichen.

? Wie praktikabel sind alternative Antriebe wie Elektromobilität und Oberleitungen für Kraftfahrzeuge in Entwicklungsländern?

— Solche Ansätze können für Schwellen- und Entwicklungsländer eine gute Möglichkeit sein, die Luftverschmutzung in den Städten zu reduzieren. Daher unterstützt das Entwicklungsministerium auch entsprechende Projekte in Indien

und Brasilien. **Alternative Antriebe allein können aber nicht die Verkehrsprobleme in den rasant wachsenden Metropolen lösen: Wir brauchen ganzheitliche Ansätze, die Verkehr vermeiden, verlagern und verbessern.** Dafür setzt sich mein Ministerium ein, beispielsweise durch unsere Initiative für transformative urbane Mobilität. Ziel der Initiative ist es, in Zusammenarbeit mit deutschen Unternehmen Entwicklungs- und Schwellenländern technisches Know-how und Mobilitätslösungen zur Verfügung zu stellen und in eine globale Verkehrswende zu investieren.

? Was halten Sie von der Idee, dass zum Beispiel in Afrika klimaneutrale synthetische Kraftstoffe auf der Basis von erneuerbaren Energien, sogenannte E-Fuels, hergestellt werden?

— Wenn diese Kraftstoffe mit erneuerbarer Energie produziert und Umwelt- und Sozialstandards eingehalten werden, können sie einen Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung leisten, vor allem im Schiffsverkehr. Es gibt jedoch deutlich energieeffizientere Antriebsvarianten, ich denke da vor allem an die eben erwähnte Elektromobilität. Und für E-Mobilität sehen wir in Afrika große Potenziale: Vor allem in Städten kann – wie beim Handy statt einem Festnetzanschluss – einfach ein Entwicklungsschritt übersprungen und gleich die neueste Technologie eingeführt werden.

? Mit CO₂-Kompensationsprojekten wie dem Zertifikatehandel oder Aufforstungen kann der Wohlstand in Entwicklungsländern gesteigert werden. Was leisten solche Maßnahmen darüber hinaus für den globalen Klimaschutz und die Migrationsfrage?

— Den grünen Lungen unserer Erde, den Tropenwäldern also – beispielsweise im Amazonas-Becken, im Kongo-Becken oder in Indonesien – kommt eine zentrale Rolle bei der Stabilisierung des Weltklimas zu. **Indem wir den Wald schützen, schaffen wir Einkommens- und Beschäftigungsmöglichkeiten für die Bevölkerung.** In Madagaskar beispielsweise fördert das Ministerium die Wiederbewaldung und eine effiziente Nutzung von Energieholz. Das bewahrt die Wälder vor Raubbau und sichert 3.000 Kleinbauern den Lebensunterhalt und eine Lebensperspektive vor Ort. ■

JETZT SPRICHT DIE WISSEN- SCHAFT!

ILLUSTRATIONEN Julian Rentsch

27 Professoren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz verfolgen die Diskussion um Verbrennungsmotoren mit großer Sorge. Sie kritisieren die voreingenommene und emotionale Berichterstattung und fordern eine nüchterne, faktenbasierte Information.

Dazu haben sie ein
Positionspapier
verfasst, das auf
aktuellen
wissenschaftlichen
Erkenntnissen
beruht.



Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner

Vorsitzender des Vorstandes der
Wissenschaftlichen Gesellschaft für Kraftfahrzeug-
und Motorentechnik (WKM)
Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Fahrzeugtechnik

DREI KERNAUSSAGEN ZUR ZUKUNFT DES VERBRENNUNGSMOTORS:

„Der Verbrennungsmotor war und ist Motor der Mobilität, des Güterverkehrs und der mobilen Arbeitsmaschinen. Diese Rolle wird durch elektrische Antriebe ergänzt, jedoch nicht ersetzt. Eine technologieoffene Weiterentwicklung von Antriebssystemen ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Klimapolitik in einer prosperierenden Gesellschaft. Verbote bewirken das Gegenteil.“

Die Elite setzt ihr
Zeichen!

Sie haben
unterschrieben:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
Leiter des Instituts für Kraftfahrzeuge
RWTH Aachen Universität

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger
Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen
RWTH Aachen Universität

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Roland Baar
Institut für Land- und Seeverkehr
Technische Universität Berlin

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eilts
Institutsleitung
Institut für Verbrennungskraftmaschinen
Technische Universität Braunschweig

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ferit Küçükay
Leiter des Instituts für Fahrzeugtechnik
Technische Universität Braunschweig

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl-Ludwig Krieger
Institutsleitung Fachgebiet
Elektronische Fahrzeug- und Mobilitätssysteme
Universität Bremen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. techn. Christian Beidl
Institut für Verbrennungskraftmaschinen
und Fahrzeugantriebe
Technische Universität Darmstadt

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernard Bäker
Dekan Fakultät Verkehrswissenschaften
Technische Universität Dresden

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günther Prokop
Lehrstuhl Kraftfahrzeugtechnik
Technische Universität Dresden

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Eichlseder
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und
Thermodynamik, Graz

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Thiemann
Institut für Fahrzeugtechnik und
Antriebssystemtechnik (IFAS)
Helmut-Schmidt-Universität/Universität
der Bundeswehr Hamburg

Univ.-Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker
Institut für Technische Verbrennung
Leibniz Universität Hannover

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Augsburg
Leiter Fachgebiet Kraftfahrzeugtechnik
Technische Universität Ilmenau





Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jochen Wiedemann

Stellvertretender Vorstand der WKM
Universität Stuttgart
Institut für Verbrennungsmotoren und
Kraftfahrwesen (IVK)

„Aufgrund sehr geringer verbrennungsmotorischer Beiträge wird das Thema Emissionen und vor allem Immissionen in Zukunft kein Argument gegen den Diesel- oder Benzinmotor sein! Bereits der heutige Technologiestand stellt sicher, dass Immissionsgrenzwerte ausnahmslos eingehalten werden können. Rückblickend festgestellte Schwachstellen sind nicht mehr zukunftsrelevant. Auf Basis intensiver Forschung sind vollständig umweltneutrale verbrennungsmotorische Antriebe darstellbar.“

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin

Schatzmeister des Vorstandes der WKM
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Fahrzeugsystemtechnik



„Der besondere Vorteil des Verbrennungsmotors liegt in der effizienten und flexiblen Nutzung von Kraftstoffen mit hoher Energiedichte und exzellenten Lagerungs- und Verteilungsmöglichkeiten. Mit dieser grundsätzlichen Eigenschaft hat sich der Verbrennungsmotor ständig neu erfunden und ermöglicht bei Betrachtung des Gesamtsystems niedrigere CO₂-Emissionen als alternative Technologien. Das Potenzial, auch nichtfossile und damit CO₂-neutrale Kraftstoffe flexibel nutzen zu können, ist ein weiterer Garant für eine langfristige, nachhaltige Zukunftstechnologie.“



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber

Schriftführer des Vorstandes der WKM
Institut für Mobile Systeme
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss
Institut für Verbrennungsmotoren und
Kraftfahrwesen (IVK)
Universität Stuttgart

Univ.-Prof. Dr. techn. Bernhard Geringer
Institut für Fahrzeugantriebe und
Automobiltechnik
Technische Universität Wien

Prof. Dr. sc. techn. Konstantinos Boulouchos
Laboratorium für Aerothermochemie und
Verbrennungssysteme, ETH Zürich



DIE EXPERTEN

Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik e.V. (WKM) ist die Vereinigung von Professoren deutscher, österreichischer und schweizerischer Universitäten, die als Institutsleiter oder als Leiter von Fachgebieten oder Lehrstühlen auf dem Gebiet der Kraftfahrzeug- und/oder Motorentechnik tätig sind oder waren.

Zweck der WKM ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung, von wissenschaftlicher Lehre sowie Studium und Heranbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf dem Gebiet der Kraftfahrzeug- und Motorentechnik.

Anlässlich der andauernden, intensiven Diskussion über dieselmotorische und ottomotorische Emissionsfragestellungen hat die WKM ein Positionspapier „Die Zukunft des Verbrennungsmotors / Bewertung der dieselmotorischen Situation“ ausgearbeitet, um auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse eine Bewertung des Sachverhalts der interessierten Öffentlichkeit zukommen zu lassen.

Neue Energie

E-Fuels

EIN STREIFZUG
DURCH
FORSCHUNG UND
ENTWICKLUNG

Die größte Forschungsinitiative zur Energiewende soll den Blick auf die Welt verändern und dabei helfen, die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen. Renommiertere Wissenschaftler wollen erneuerbare Energien nutzen, um neuartige Kraft- und Brennstoffe herzustellen, die besser und effizienter sind als alles, was bis dato existiert.

TEXT Josephine Pabst

Nikolaus Kopernikus gilt als Urvater eines neuen Weltbildes und als Vordenker. Im 16. Jahrhundert erkannte er, dass die Erde sich um die Sonne dreht, nicht umgekehrt – und begründete so das heliozentrische Weltbild. Wer den Namen des berühmten Astronomen heute für sein Vorhaben beansprucht, möchte also gerne den Blick auf die Welt verändern, nicht mehr und nicht weniger.

Dieses ehrgeizige Ziel verfolgen auch die Kopernikus-Projekte, die größte Forschungsinitiative zur Energiewende. Innerhalb von zehn Jahren sollen sie helfen, die Energiewende tatsächlich einzuleiten und die Ziele der Bundesregierung zu erreichen. 230 Institutionen sind an den Projekten beteiligt, das Bundesforschungsministerium stellt insgesamt 400 Millionen Euro zur Verfügung. Die Forscher beschäftigen sich mit vier Themen: Sie arbeiten daran, neue Netzstrukturen zu schaffen, Industrieprozesse nachhaltig zu gestalten, neue Energiesysteme in der Gesellschaft zu verankern und Technologien zu entwickeln, die aus erneuerbaren Energien gewonnenen Strom chemisch speichern, sodass dieser als Energie flexibel wieder abrufbar ist, sogenanntes Power-to-X. Die Dimensionen zeigen, wie groß die Hoffnungen sind, die in dem Projekt stecken – und wie groß die Erwartungen.

Professor Walter Leitner hält bei dem Mammutprojekt die Fäden in der Hand. Er leitet an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen den Lehrstuhl für Technische Chemie und Petrochemie und beschäftigt sich seit Jahren mit alternativen Rohstoffen. Bei den Kopernikus-Projekten koordiniert er zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich und der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie den Bereich Power-to-X. Ziel des Projekts ist es, Strom aus erneuerbaren Energien in Kraft- und Brennstoffen sowie chemischen Produkten zu nutzen. „Schon jetzt gibt es viele Pilotprojekte, in denen die Speicherung erneuerbarer Energien gelingt“, sagt Leitner. „Wir gehen darüber hinaus. Wir wollen die erneuerbaren Energien nutzen, um neuartige Kraftstoffe herzustellen, die effizienter und besser sind als das, was bisher bekannt ist.“ Power-to-Liquid nennt sich



„Der Verbrennungsmotor ist ein Wunderwerk der Ingenieurskunst. Mit synthetischen Kraftstoffen bleibt er zukunftsfähig.“

Prof. Dr. Rüdiger Eichel,
Leiter des Instituts für Energie- und Klimaforschung am Forschungszentrum Jülich

das Verfahren, das komplett ohne fossile Rohstoffe auskommen soll.

Wenn die Bundesregierung ihre gesetzlichen Klimaschutzziele erreichen will, müssen Strom-, Kraftstoff- und Wärmemarkt miteinander gekoppelt werden, sagen Experten. Genau darum geht es beim Power-to-Liquid-Verfahren: Wind-, Solar- und Biogasanlagen produzieren

Strom. Mit diesem grünen Strom wird Wasser bei der sogenannten Wasserelektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt. Im zweiten Schritt reagiert der so gewonnene Wasserstoff bei der Reverse-Wassergas-Shift-Reaktion mit CO₂ zu Kohlenmonoxid, kurz CO, und Wasser. Die Reaktion ist endotherm, benötigt also viel Energie: Mindestens 700 Grad sind nötig, damit sich das CO₂ zerlegen lässt. Im letzten Schritt wird das so gewonnene Kohlenmonoxid mit weiterem Wasserstoff durch die Fischer-Tropsch-Synthese in synthetische Kraft- und Brennstoffe umgewandelt, zum Beispiel in Benzin oder Diesel.

Je nach Art der Synthese und nach gewünschtem Endprodukt ist noch eine Aufbereitung nötig. Mit diesem Verfahren ist auch die Herstellung von ökologischem Gas möglich, der Prozess nennt sich dann Power-to-Gas. Dabei reagiert der Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse mit Kohlenstoffdioxid und wird in Methangas umgewandelt, das ins Gasnetz eingespeist werden kann.

Auch wenn in der Theorie das Vorgehen schon klar ist, sind noch viele Fragen offen: So diskutieren die Forscher noch, wie sich das Kohlenstoffdioxid, das bei dem Verfahren benötigt wird, möglichst effizient gewinnen lässt. Infrage kommen Abgase von Industrieanlagen, beispielsweise der Stahl- und Zementindustrie, die besonders viel CO₂ produzieren. Theoretisch wäre es auch möglich, CO₂ aus der Luft zu gewinnen. Bisher gibt es noch kein wirtschaftliches Verfahren. „Wir brauchen neue Durchbrüche“, sagt Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Den Wissenschaftlern bleiben gerade einmal zehn Jahre für ein staatliches Förderprogramm, um marktaugliche Lösungen zu präsentieren – und das ist schon ungewöhnlich viel. „Der lange Zeitraum ist ein Novum in der üblichen Förderlandschaft der Bundesregierung“, sagt Rachel. Schon 2025 sollen die ersten großen Anlagen gebaut werden. Ein sportlicher Zeitrahmen, sagt Walter Leitner von der RWTH Aachen: „Wir stehen vor einer riesigen Herausforderung. Zum einen wollen wir die beste-

hende Infrastruktur aus Tankstellen, Raffinerien und Logistik so gut wie möglich nutzen. Andererseits müssen unsere Produktionsanlagen dezentral funktionieren, um neue Schnittstellen zwischen der Energieerzeugung und den Rohstoffquellen aufzubauen.“

Das bedeutet: Überall dort, wo erneuerbarer Strom erzeugt wird, soll er auch direkt genutzt werden, um neue Kraft- und Brennstoffe herzustellen, also beispielsweise direkt vor Ort am Windpark oder der Solaranlage. Nur so lassen sich neuartige Treibstoffe oder ökologisches Gas herstellen, nur so lässt sich der grüne Strom, der in Spitzenzeiten nicht vom Stromnetz aufgenommen werden kann, nachhaltig und langfristig speichern.

Das alles kann aber nur funktionieren, wenn die Wissenschaftler Lösungen erarbeiten, die gesellschaftlich akzeptiert sind. „Auch deshalb arbeiten wir eng mit Nichtregierungsorganisationen zusammen“, sagt Rüdiger Eichel vom Forschungszentrum Jülich. „Dort tauschen wir uns auf hohem fachlichen Niveau aus. Der WWF hat uns beispielsweise eine Chemikerin geschickt, sodass wir auch sehr ins Detail gehen können.“ Außerdem sind viele große Unternehmen mit an Bord, etwa Ford, VW, Siemens und Covestro. Sie sollen dabei helfen, die Lösungen umzusetzen.

Für den Jülicher Forscher ist das Power-to-Liquid-Verfahren keine Übergangslösung, sondern eine Ergänzung für eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft. Es gehe nicht darum, Zeit zu überbrücken, bis die Elektromobilität überall verfügbar ist, sondern darum, neue Mobilitätskonzepte zu schaffen. „Der Verbrennungsmotor ist ein Wunderwerk der Ingenieurskunst“, sagt Eichel. „Das Produkt muss man erst mal übertreffen. Mit synthetischen Kraftstoffen bleibt er zukunftsfähig.“

Was aus seiner Sicht außerdem für synthetische Kraftstoffe spricht: Elektromotoren werden auch in einigen Jahrzehnten nicht in der Lage sein, Verbrennungsmotoren komplett zu ersetzen. Für Lkw, Flugzeuge und Schiffe wären Batterien so groß und schwer, dass sich die Umstellung nicht lohnen würde und auch zukünftig nicht realistisch ist. Die Kopernikus-Projekte sollen Alternativen bieten. ■



Diesel aus Luft und Wasser

Das Dresdner Unternehmen **Sunfire** verwandelt Wasser und Kohlenstoffdioxid in Rohöl. Dadurch könnten in Zukunft mehr als 3.000 Produkte umweltfreundlich hergestellt werden.

TEXT Alexandra Jegers

Erst waren es nur wenige Liter, inzwischen sind es drei Tonnen, und die Markteinführung steht kurz bevor: Drei Ingenieure aus Sachsen haben ein Verfahren zur Herstellung eines synthetischen Kraft- und Brennstoffs entwickelt, der herkömmlichen Kraft- und Brennstoffen schon in wenigen Jahren auf dem Markt Konkurrenz machen könnte. „Blue Crude“ heißt der (Grund-)Stoff, den das Dresdner Unternehmen Sunfire bis ungefähr 2019 zur Marktreife bringen möchte. Das „künstliche Öl“ wird aus Wasser, Kohlenstoffdioxid und Ökostrom gewonnen – und soll damit komplett klimaneutral sein.

INTERVIEW



Jakob Burger von der Technischen Universität München beschäftigt sich seit mehr als zehn Jahren mit alternativen Kraftstoffen und besonders mit Oxymethylenether, kurz OME. Im Interview erklärt er, warum speziell diese Molekülgruppe zukünftig eine große Rolle spielen wird.

INTERVIEW Josephine Pabst

„ES WIRD ZUKÜNFTIG NICHT NUR EINEN KRAFTSTOFF GEBEN“

? Wie ist der Kraftstoff der Zukunft beschaffen? — Zukünftige Kraftstoffe sind nachhaltig, nicht giftig, sie verbrennen schadstofffrei und sind im besten Fall auch noch relativ günstig. Und sie sind bevorzugt flüssig, denn in dieser Form ist die Energiedichte am höchsten. Allerdings glaube ich nicht, dass es zukünftig nur einen Kraftstoff geben wird. Es wird viele Lösungen geben, für den Stadtverkehr, für Lkw, Schiffe und Flugzeuge. Oxymethylenether, kurz OME, werden dabei eine Rolle spielen.

? Was genau sind OME? — Das sind Gruppen chemischer Moleküle, die aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen und die in ihren physikalischen Eigenschaften dem heutigen Dieselmotorkraftstoff ähneln. Wir forschen schon seit mehr als zehn Jahren daran. Die Idee kam ursprünglich aus Kalifornien: Dort hat man versucht, einen alternativen Kraftstoff herzustellen, der rußfrei verbrennt, das ist bei OME der Fall. Damals ging es noch gar nicht primär darum, CO₂ einzusparen.

? Dafür sind OME aber auch geeignet. — Ja, genau. Die Energiewende und der Abgasskandal haben einen Run darauf ausgelöst. Denn OME sind nicht giftig, sie lassen sich mit Dieselmotorkraftstoff mischen und sie können aus verschiedenen Rohstoffen hergestellt werden. Allerdings haben OME auch Nachteile: Man braucht im Vergleich zum fossilen Diesel etwa doppelt so viel Kraftstoff. Daneben gibt es noch offene Punkte, zum Beispiel die Frage einer nachhaltigen Kohlenstoffquelle.

? Lässt sich das CO₂ nicht aus der Luft verwenden? — Technisch ist das möglich. Aber die CO₂-Konzentration in der Luft ist so gering, dass solche Verfahren aufwendig sind und zusätzlich Energie benötigen. Da ist es sinnvoller, CO₂-Abgase der Industrie zu nutzen. Aber was macht man, wenn die Industrie CO₂-neutral produziert? Bis dahin brauchen wir eine langfristige Alternative.

? Wird Mobilität denn zukünftig bezahlbar bleiben? — Ja. Aber alle zukünftigen Lösungen werden teurer sein als die fossilen Kraftstoffe, die wir jetzt benutzen. Das betrifft auch die Elektromobilität, die bisher nur so günstig ist, weil noch fossile elektrische Energie eingesetzt wird. Wenn wir Kraftstoffe nachhaltig herstellen, ist der Aufwand größer als bisher, und das kostet entsprechend mehr.



Der synthetische Kraft- und Brennstoff Blue Crude

produziert im Vergleich mit seinem fossilen Pendant weniger Kohlendioxid. Die Automobil-, Energie- und Luftfahrtbranche zeigen bereits Interesse.

Die Dresdner gewinnen Blue Crude durch das sogenannte Power-to-Liquid-Verfahren (siehe auch S. 31). Forscher der Universität Stuttgart haben die Ökobilanz des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts 2015 untersucht. Die Ergebnisse zeigen: Blue Crude produziert gegenüber fossilen Kraftstoffen 35 bis über 85 Prozent weniger Kohlendioxid.

Sunfire stellte den klaren Kunst-Diesel erstmals im März 2015 her. Dass die Produktion auch im großen Maßstab und im Dauerbetrieb funktioniert, zeigte das Unternehmen im Mai. In einer Pilotanlage hat Sunfire mehr als drei Tonnen Blue Crude hergestellt. Unter anderem die Automobil-, Energie- und Luftfahrtbranche zeigen bereits Interesse an dem Erdölersatz. Laut Sunfire können mit Blue Crude gut 3.000 Produkte hergestellt werden, die bisher auf fossilem Erdöl basieren – vom Turnschuh bis zum Raketentreibstoff. ■



Zucker statt Erdöl

Auf dem Gelände einer Raffinerie in Leuna stellen Wissenschaftler in einem neuen Verfahren **Isobuten** her, als Ausgangsprodukt für Benzin. Zukünftig soll das auch mit Holz möglich sein.

TEXT Josephine Pabst

Isobuten ist so etwas wie ein Alleskönner in der chemischen Industrie. Es ist extrem vielseitig verwendbar und kann auch zu Benzin weiterverarbeitet werden, kommt aber genauso bei der Herstellung von Autoreifen, Kaugummi und Plexiglas zum Einsatz. Das Problem da-

bei: Ohne Erdöl war die Herstellung von Isobuten bisher nicht möglich. In Leuna soll sich das nun ändern. Der Ort liegt 30 Kilometer westlich von Leipzig und ist bekannt für seine Chemieindustrie, für Standorte von Total, Linde und BASF. Auf dem Gelände einer Raffi-

←
Am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse stellen Forscher aus nachwachsenden Rohstoffen Erdölersatz her.

nerie forschen Wissenschaftler des Fraunhofer-Zentrums für Chemisch-Biotechnologische Prozesse gemeinsam mit dem französischen Unternehmen Global Bioenergies an einer neuen Herstellungsmethode für Isobuten. In einer Pilotanlage ist es den Wissenschaftlern gelungen, aus Zucker Isobuten herzustellen, ganz ohne die Zugabe von Erdöl. Das funktioniert so: Der Zucker wird fermentiert und dabei von genetisch veränderten Bakterien zersetzt. Dabei entsteht Isobuten.

Bisher sind vier Kilogramm Zucker nötig, um einen Liter Isobuten herzustellen. Um das synthetische Isobuten im großen Stil zu produzieren, gäbe es nicht genügend Rübenzucker, deshalb dient das Verfahren bisher nur als Ergänzung zur konventionellen Herstellung. Allerdings hat es viel Potenzial: Das synthetische Gas ist schwefel- und benzolfrei und verbrennt deshalb sauberer. Das Herzstück der Anlage in Leuna ist ein 5.000-Liter-Kessel, in dem jährlich bis zu 100 Tonnen Isobuten produziert werden können.

Künftig soll der Prozess auch ohne Zucker möglich sein, mit Stroh oder Holzhackschnitzeln als Ausgangsprodukt. Dafür spalten die Forscher das Holz in seine Bestandteile auf und extrahieren die enthaltene Zellulose, den Holzzucker, der sich genauso wie herkömmlicher Zucker zu Isobuten weiterverarbeiten lässt. Das Verfahren hätte gleichzeitig den Vorteil, dass herkömmlicher Zucker der Nahrungsmittelindustrie nicht verloren geht – und ist deshalb ein Hoffnungsträger für die Energiewende. ■

Sonne in den Tank

Forscher der Technischen Universität Darmstadt haben einen Kraftstoff entwickelt, für dessen Herstellung man nichts anderes benötigt als Luft, Wasser – und Strom.

TEXT Alexandra Jegers

Wissenschaftler der Technischen Universität Darmstadt forschen an einer Alternative zu fossilen Kraftstoffen für herkömmliche Motoren. Als vielversprechend haben sich sogenannte Oxymethylenether erwiesen, kurz OME. Das erste Auto mit dem sauberen Sprit ist bereits auf den Straßen unterwegs. „Weil das benötigte CO₂ aus der Umgebungsluft abgezweigt wird, ergibt sich zusammen mit der Verbrennung im Motor ein geschlossener CO₂-Kreislauf“, sagt Bernd Lenzen, Oberingenieur am Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen der Technischen Universität Darmstadt.

Die Forscher aus Darmstadt haben einen Volvo XC60 so umgerüstet, dass er mit OME im Tank gefahren werden kann. Die mechanische Umrüstung beschreibt Lenzen als erstaunlich einfach: Die Forscher haben lediglich Dichtungen verstärkt sowie im Motorraum ein neues Steuergerät eingebaut. Die größte Herausforderung war die Anpassung des Einspritzmanagements. „Die Energiedichte von OME beträgt nur etwa 50 Prozent eines Dieselmotors, dementsprechend muss für die gleiche Leistung die doppelte Menge eingespritzt werden“, sagt Lenzen. Der Verbrauch steigt entsprechend.

Weil OME nahezu keinen Ruß erzeugt, kann der Tank fast vollständig befüllt werden. Die ersten Testergebnisse auf der Straße sind vielversprechend: Die Durchschnittswerte für die Partikelzahl sinken mit dem Darmstädter OME-Fahrzeug um mehr als 40 Prozent. „Wir stehen allerdings erst am Anfang“, sagt Lenzen. Die Ergebnisse auf dem Prüfstand deuten darauf hin, dass Fahrzeuge mit OME in Zukunft sogar vollständig CO₂-neutral betrieben werden könnten. ■



Forscher haben einen Volvo so umgerüstet, dass er mit synthetischem Kraftstoff fahren kann. Die ersten Testergebnisse sind vielversprechend.



Zukunft ahoi

Eine Firma aus Köln will die Schifffahrt revolutionieren. Erste Pilotprojekte laufen.

TEXT Alexandra Jegers

Der Kölner Motorenhersteller Deutz hat einen Motor entwickelt, der mit CO₂-neutralen Kraftstoffen läuft und in Zukunft auch in der Schifffahrt zum Einsatz kommen könnte. Das erste CO₂-neutrale Schiff ist bereits auf deutschen Gewässern unterwegs.

Das von Deutz aufgerüstete Seminarschiff ist mit einem Elektrohybrid-Antrieb ausgestattet, betrieben mit Solarkraft. Nur bei schlechtem Wetter sorgt ein Verbrennungsmotor für die notwendige Leistung. Der Motor mit der Kennnummer BF6M 1013 M ist eigens für paraffinische Dieselmotoren entwickelt worden und läuft derzeit mit recyceltem Pflanzenöl sowie Erdgas und Biomasse. In naher Zukunft soll auch der Betrieb mit E-Fuels möglich werden.

Dafür forscht Deutz aktuell an einem Power-to-Liquid-Verfahren, um synthetischen Diesel herzustellen. Der soll sich mit herkömmlichem Diesel beliebig mischen lassen – oder auch eigenständig als Kraftstoff eingesetzt werden. „Bei den E-Fuels sehen wir für den Diesel auch langfristig hohes Potenzial“, sagt Markus Schwaderlapp, Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung bei Deutz. ■

Technologischer Meilenstein

Das Start-up INERATEC hat in einer Pilotanlage aus Ökostrom, Wasser und Luft 200 Liter synthetischen Kraftstoff hergestellt. Die Technik könnte in der Energiewende zum Hoffnungsträger werden.

TEXT Josephine Pabst

Der Moment, in dem zum ersten Mal diese klare Flüssigkeit aus seiner Anlage herausfloss, war für Tim Böltken ganz besonders. Fast zehn Jahre lang hatte er geforscht, hatte gemeinsam mit seinen Studienkollegen neue chemische Anlagen konzipiert und altbekannte Reaktionen weiterentwickelt. Dann, im Sommer dieses Jahres, war der Erfolg endlich sichtbar. Aus der Pilotanlage Soletair auf dem Campus der Technischen Universität Lappeenranta im Süden Finnlands flossen 200 Liter Flüssigkeit, farblos und ungiftig, hergestellt aus Wasser und Luft: synthetischer Kraft- und Brennstoff. Ein Meilenstein. „Das war natürlich schon ein schönes Gefühl“, sagt Böltken.

Tim Böltken ist einer von drei Geschäftsführern des Start-ups INERATEC. Der promovierte Chemieingenieur hat das Unternehmen im Jahr 2014 gemeinsam mit zwei ehemaligen Studienkollegen gegründet. INERATEC stellt spezielle chemische Anlagen her, die Gase in synthetische Kraft- und Treibstoffe wie Benzin, Kerosin oder

Diesel umwandeln. Das System funktioniert mit fossilen Gasen genauso wie mit Gasen, die mithilfe erneuerbarer Energien hergestellt wurden – dadurch wird das Unternehmen zum Hoffnungsträger in der Energiewende. Die INERATEC-Anlagen sind kompakter als bisherige Konstruktionen, sie passen in Schiffscontainer und können deshalb einfach transportiert und fast überall eingesetzt werden. „Wir haben die Technologie enorm verkleinert“, sagt der Gründer. Das ist wichtig, weil für die Energiewende Techniken gefragt sind, mit denen sich Strom aus erneuerbaren Energien dort speichern lässt, wo er hergestellt wird, also direkt am Windpark, an der Photovoltaik- oder Biogasanlage.

Herzstück ist eine kompakte Fischer-Tropsch-Anlage. Die Namensgeber, die beiden deutschen Chemiker Franz Fischer und Hans Tropsch, haben das Verfahren 1925 entwickelt und damals erstmals aus Kohle flüssige Kraftstoffe erzeugt. Bei INERATEC funktioniert das Verfahren auch ohne fossile Rohstoffe. Das Besondere bei der Pilotanlage in Finnland: Das CO₂ stammt direkt aus der Atmosphäre. Dafür steuerten finnische Wissenschaftler eine sogenannte Direct-Air-Capture-Anlage bei, mit deren Hilfe die Wissenschaftler das CO₂ aus der Luft filterten und in die Anlage einspeisten.

Eine Woche brauchte die Pilotanlage, dann hatte sie die ersten 200 Liter des neuen, synthetischen Kraftstoffs erzeugt. Künftig sollen deutlich größere Mengen in kürzerer Zeit möglich sein, ohne dass die Anlagen dafür größer werden: Bis zu 2.000 Liter täglich seien problemlos machbar, sagt der Firmenchef. „Die Technik ist skalierbar. Deshalb sehen wir das auch nicht als Übergangstechnologie, sondern als wichtigen Baustein in der Energiewende.“

↓
Die mobile, dezentral einsetzbare chemische Pilotanlage produziert aus regenerativem Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid Benzin, Diesel und Kerosin.



Der synthetische Kraftstoff, der dabei entsteht, ist so etwas wie Rohdiesel. Im Sommer könnte er bei günstigen Temperaturen auch direkt in den Tank gekippt werden. Ansonsten lässt sich der Kraft- und Brennstoff aufbereiten und weiterverarbeiten, beispielsweise zu Benzin oder zu Kerosin. „Unser Kraftstoff ist drop-in-fähig“, sagt Tim Böltken. „Er lässt sich also in jeder beliebigen Konzentration herkömmlichen Kraftstoffen beimischen und wird dadurch flexibel.“

Der Kraftstoff könnte auch in der Industrie Rohstoffe ersetzen, die bisher aus Erdöl gewonnen werden, also beispielsweise Kunststoffe, Lacke oder Rohstoffe in der Kosmetikindustrie. Damit könnte auch die Industrie deutlich nachhaltiger gestaltet werden, sagt der Firmeninhaber. Etwa zehn Jahre Forschung waren nötig, um bis zu diesem Ergebnis zu kommen. Das junge Unternehmen ist aus dem Karlsruher Institut für Technologie entstanden, kurz KIT. Am Institut wurde die Technik entwickelt, das Unternehmen hat sie dann bis zur Marktreife gebracht.

„Solche Kleinanlagen sind besonders vielversprechende Ansätze bei der Energiewende“, sagt Roland Dittmeyer. Er leitet beim KIT das Institut für Mikroverfahrenstechnik und hat die Gründer jahrelang auf ihrem Weg begleitet. „Diese Anlagen können viel schneller reagieren, sind flexibler als Großanlagen und dezentral einsetzbar.“ Außerdem lassen sich die Systeme schnell hoch- und wieder runterfahren, je nachdem, ob und in welchem Umfang Strom zur Verfügung steht – bei herkömmlichen Großanlagen ist das bisher nicht ohne weiteres möglich.

„Die Technik ist skalierbar. Deshalb sehen wir das nicht als Übergangstechnologie, sondern als wichtigen Baustein in der Energiewende.“

Tim Böltken,
Geschäftsführer von INERATEC



Wie viel genau ein Liter kostet, hängt von verschiedenen Faktoren ab, beispielsweise vom Preis des eingesetzten Stroms, von der Produktivität der Anlage und ihrer Größe. Auch die Elektrolyseanlagen, die benötigt werden, um aus Wasser und Strom Wasserstoff zu gewinnen, wirken sich auf den Preis aus. Hinzu kommen die Kosten für das CO₂: Stammt es aus Industrieabgasen, ist es deutlich günstiger, als wenn es aus der Luft gefiltert werden muss. „Wir haben Fälle durchgerechnet, da kostet der Liter deutlich unter zwei Euro“, sagt Tim Böltken.

In jedem Fall soll Mobilität bezahlbar bleiben. „Wenn jemand 50.000 Euro und mehr für ein Auto ausgibt, spielen Kraftstoffkosten nur noch eine untergeordnete Rolle“, sagt Roland Dittmeyer vom KIT. „Allerdings wird der Gesetzgeber ernsthafte Anreize setzen müssen, um die CO₂-Emissionen im Verkehr zu senken, damit weniger einkommensstarke Menschen nicht ihres Rechts auf individuelle Mobilität beraubt werden.“

Das junge Karlsruher Start-up sieht für seine Technik zumindest großes Potenzial: In einigen Jahren könnte sie nicht nur direkt an große Windparks und Photovoltaikanlagen angeschlossen werden, sondern wäre vielleicht auch für Landwirte erwägenswert, die Biogasanlagen betreiben und dann direkt dort ihren eigenen Kraftstoff herstellen würden. Technisch wäre das keine Herausforderung mehr: Das Pilotprojekt in Finnland hat gezeigt, dass sich Kraftstoff tatsächlich nachhaltig herstellen lässt, ganz ohne den direkten oder indirekten Einsatz fossiler Rohstoffe. ■

↑
Die Geschäftsführer
von INERATEC (v. l.):
Philipp Engelkamp,
Tim Böltken und
Paolo Piermartini

WIRBEL IM ATLANTIK PRODUZIEREN TREIBHAUSGAS



Ein internationales Forscherteam unter Leitung des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel stellte jetzt fest: Extrem sauerstoffarme Wirbel, die von der westafrikanischen Küste westwärts durch den Atlantik wandern, produzieren ein starkes Treibhausgas – nämlich Distickstoffmonoxid, auch Lachgas genannt. Wie die Forscher im Fachjournal „Scientific Reports“ schreiben, sei das Phänomen der Forschung bislang entgangen, weil die Wirbel nur sehr kleinräumig und zusätzlich räumlich sehr variabel sind. „Solche Wirbel sind mit konventionellen Beobachtungsmethoden nur schwer zu erkennen, geschweige denn

detailliert zu untersuchen“, sagt der Erstautor der Studie, Damian Grundle vom Bermuda Institute of Ocean Sciences. Im Jahr 2010 habe ein Wirbel eine vor der Kapverdischen Insel São Vicente im Meer verankerte Beobachtungsstation gestreift und einen ersten Hinweis gegeben. 2014 sei dann mit einem Satelliten ein potenzieller Ozeanwirbel entdeckt worden, aus dessen Zentrum Forscher Proben entnehmen konnten. Diese Daten wurden anschließend ausgewertet. Ergebnis: In 100 Metern Wassertiefe schlummerten die höchsten Lachgaswerte, die jemals im offenen Atlantik gemessen wurden. ■

ALTE WINDRÄDER WERDEN ZUM PROBLEM

Was passiert eigentlich mit alten Windparks? Viele Anlagen aus den Anfangsjahren der Energiewende nähern sich unaufhaltsam dem Rentenalter. Sie erreichen demnächst das Ende ihrer 20-jährigen Förderzeit nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Das Problem dabei: Es gibt kein taugliches Recycling-Konzept. Wie das „Handelsblatt“ berichtet, lassen sich die gigantischen Rotorblätter der Anlagen kaum wiederverwerten. Es sei bisher kaum möglich, die mit Harz verklebten Glasfaser- oder Carbon-Verbundstoffe zu trennen. Das Material wird also geschreddert, verbrannt – und belastet dabei auch noch die Filter der Öfen. Die mehr als 28.000 Windkraftanlagen, die derzeit bundesweit im Landesinneren sowie in der Nord- und Ostsee im Einsatz sind, empfinden Recyclingunternehmen längst als Bedrohung: „Wir laufen auf ein Riesenproblem zu. Wir kriegen die nicht mehr auseinander“, sagt Michael Schneider, Sprecher von Remondis in Lünen. Die Betreiber von Verbrennungsanlagen nähmen die Stoffe wegen der Belastung der Filter nur ungern und in kleinen Mengen an. ■



Vorzeigeprojekt

VOM ALTÖL ZUM HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFF

Die Puralube Raffinerie 3 GmbH in Elsteraue, Sachsen-Anhalt, arbeitet an einer innovativen Raffinerieanlage. Mit dieser wird es erstmals möglich sein, Gebrauchtöl so aufzubereiten, dass es den Anforderungen an die Gruppe der hochwertigen Basisöle genügt. Konkret bedeutet dies: Durch das neue, deutlich umweltschonendere Verfahren kann das Unternehmen bei der derzeitigen jährlichen Produktionsmenge pro Jahr 54.000 Tonnen CO₂ einsparen. Basisöle sind der Ausgangsstoff zur Herstellung von Schmierstoffen und hauptsächlich auch von Motorenölen. Das nach der Benutzung gesammelte Altöl wird üblicherweise in einem aufwendigen Aufbereitungspro-

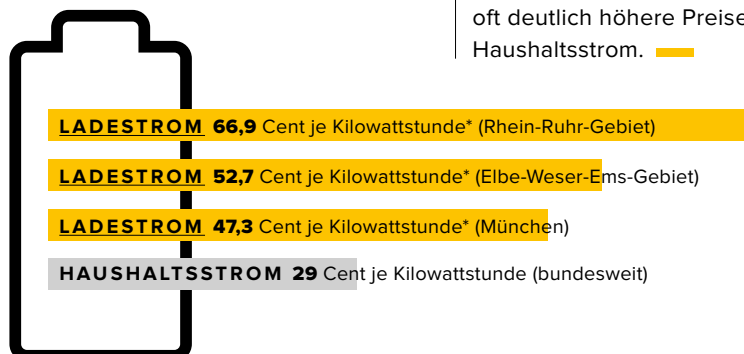
zess wiederhergestellt. Bisher gab es dabei jedoch eine Qualitätslücke: Es wurden ausschließlich mittelwertige Motorenöle produziert. Nun klärt und reinigt ein neu entwickeltes Hochdruck-Hydrierverfahren das Altöl in einem komplexen Prozess. Dabei werden im Vergleich zur Primärproduktion des Mineralöls 60 Prozent Treibhausgase eingespart. Der überschüssige Wasserstoff wird in den Kreislauf zurückgeführt. Das Bundesumweltministerium fördert das Projekt, das Demonstrationscharakter haben soll. Die Puralube Raffinerie 3 GmbH erhält mehr als zwei Millionen Euro aus dem Umweltinnovationsprogramm. ■

Chaotische Zustände

TEURER STROM AUS DER LADESÄULE

Wer eine Strecke von nur 100 Kilometern mit einem Elektroauto zurücklegen will, muss ganz schön tief in die Tasche greifen: Bis zu 25 Euro werden dafür an öffentlichen Ladesäulen hingeklüppelt. Das ergab ein Test, bei dem Marktforscher des Portals Statista im Auftrag des Hamburger Energie- und IT-Unternehmens LichtBlick Ladesäulen der größten Anbieter getestet haben. Neben den extrem hohen „Tankkosten“ deckte der Test noch weitere Fakten auf: Die komplexen Tarifstrukturen sind für Verbraucher kaum zu durchschauen. Bei acht der elf untersuchten Ladesäulen-Betreiber ist zudem kein spontanes Laden

ohne vorherige Anmeldung möglich. „Das Chaos an Deutschlands Ladesäulen ist gewaltig. Intransparente Stromtarife und Zugangshürden schrecken Verbraucher ab“, sagt Gero Lücking, Geschäftsführer Energiewirtschaft von LichtBlick. „Selbst die Experten benötigten für unsere Untersuchung mehrere Tage, um die Tarife und Preise der verschiedenen Betreiber vergleichen zu können. Mit diesem System ist die Verkehrswende zum Scheitern verurteilt.“ Die meisten Ladesäulenbetreiber rechnen nicht nach Verbrauch ab, sondern nach Ladezeit. Umgerechnet auf den Preis pro Kilowattstunde ergeben sich oft deutlich höhere Preise als für Haushaltsstrom. ■



* für eine Tankfüllung für 100 km mit einem Nissan Leaf; Quelle: LichtBlick

UND DANN WAR DA NOCH

KALTER KAFFEE



Kneipengänger mit Linksdrall haben es schon immer geahnt: Diesel gehört nicht in den Tank, sondern in den Rachen. Frei nach dem Thekenmotto: Besser mit dem Gemisch aus Bier und Cola die eigene Leber und die eigenen Hirnzellen schädigen als die Lungen von Kleinkindern, die auf Stuttgarter Verkehrsinseln Fußball spielen. Mit Blick auf die immer kruderen Vorwürfe gegen die Dieseltechnologie mag der Alkoholkonsum beim einen oder anderen Umweltbewegten aber längst das gesunde Maß überschritten haben. Vielleicht hilft es allen Beteiligten, wenn das klebrig-prozentige Kneipengetränk nicht mehr wie heute in manchen Landesteilen „Diesel“, „Drecksack“ oder „Schweinebier“ getauft wird. Sondern wie mancherorts „Kalter Kaffee“. Aus „Raider“ wurde einst auch „Twix“. Und den Schokoriegel gibt es immer noch.

RESERVEN

620.000

ARBEITSPLÄTZE

hängen in der deutschen Industrie direkt oder indirekt an der Herstellung von Verbrennungsmotoren. Das geht aus einer aktuellen Studie des Ifo-Instituts im Auftrag des Verbands der Automobilindustrie (VDA) hervor. Zudem stünden im Fall eines Verbots von Neuwagen mit Verbrennungsmotor 13 Prozent der industriellen Wertschöpfung auf dem Spiel. Das wären rund 48 Milliarden Euro.

Ist das noch GRENZWERTIG?

TEXT Wolfgang Kempkens

Die Hysterie um den Diesel scheint kein Ende zu nehmen. Aber ist diese überhaupt berechtigt? Sind die viel zitierten Grenzwerte wirklich sinnvoll? Experten haben da so ihre Zweifel.

Den Diesel werde es noch „viele Jahre geben“, sagte Bundeskanzlerin Angela Merkel vor der Bundestagswahl. Er werde gebraucht, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Kritiker nannten sie daraufhin „Autokanzlerin“. Jürgen Resch, Bundesgeschäftsführer der Deutschen Umwelthilfe, kommentierte: „Frau Merkel ist einmal mehr den Falschaussagen der von ihr protegierten Konzerne auf den Leim gegangen.“ Ist sie das wirklich? Vieles spricht dagegen.

Die „Süddeutsche Zeitung“ nennt die Deutsche Umwelthilfe, die vor Gericht Fahrverbote für Dieselfahrzeuge durchsetzen will, „eine Art Öko-Firma, die Kampagnen, Klagen und Projekte initiiert, für Rußfilter in Autos, gegen Plastiktüten, oder eben gegen schmutzige Diesel. Und zur Finanzierung auch Umweltsünder per Abmahnung zur Kasse bittet“. Letzteres, so die Zeitung, habe im Jahr 2015 immerhin beinahe 2,5 Millionen Euro eingebracht. Dem kleinen Öko-Verband mit lediglich 273 Mitgliedern und einem schwergewichtigen Namen, der stets Transparenz fordert, haftet auch der Ruf eines Abmahnvereins an. Resch widerspricht dem und redet von Verbraucherschutz.

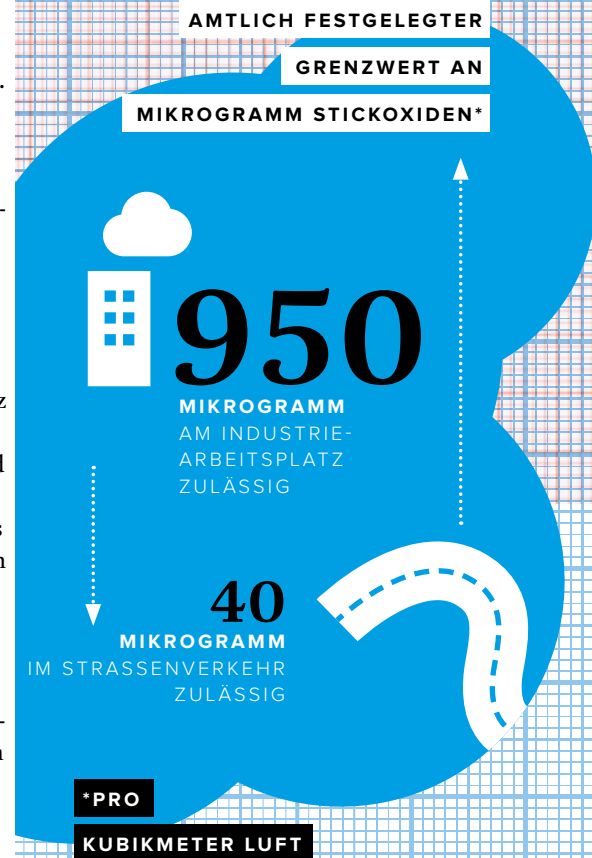
Aber wie äußert sich eigentlich die Wissenschaft? „Fakt ist: Der Diesel hat ein weitaus günstigeres Drehmo-

ment für die Beschleunigung aus dem Stand“, sagt Professor Cornel Stan, Experte für Verbrennungssysteme und Alternative Antriebssysteme an der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Das sei besonders gut für Stadtfahrten, weil der Verkehrsfluss verbessert werde. Außerdem seien der Treibstoffverbrauch und damit die Kohlendioxidemissionen erheblich geringer als bei Benzinfahrzeugen.

Mehr als 300 Messstationen

Bei der Emission von Stickoxiden schneidet der Diesel dagegen nicht ganz so gut ab. An einigen der mehr als 300 Luftmessstationen in Deutschland wird der amtlich festgelegte Grenzwert von 40 Mikrogramm Stickoxiden (NO_x), das ist im Wesentlichen Stickstoffdioxid, an zu vielen Tagen im Jahr überschritten – in Stuttgart etwa oder in Aachen, Düren und München.

Bedeutet das tatsächlich eine Gefahr für die Menschen, die dieser Belastung ausgesetzt sind? „Warum ist am Arbeitsplatz eine mehr als 20-fach höhere Konzentration zugelassen?“, rätselt Arnold Vaatz, Bundestagsabgeordneter aus Dresden und in der 18. Legislaturperiode stellvertretender Vorsitzender der CDU/CSU-Bundestagsfraktion. Die Obergrenze liegt hier bei 950 Mikrogramm pro Kubikmeter. Arbeitnehmer in der Industrie dürfen



diese Luft pro Woche 40 Stunden lang einatmen, und das ein ganzes Arbeitsleben lang. Das Scientific Committee for Occupational Exposure Limits der Europäischen Kommission, die MAK-Kommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales haben den Grenzwert für den Industrie-Arbeitsplatz so festgelegt. In Büroräumen sind 60 Mikrogramm pro Kubikmeter zugelassen.

„Warum sollen Straßen-Stickoxide so gefährlich sein und Arbeitsplatz-Stickoxide nicht?“, fragt Vaatz und gibt sich die Antwort gleich selbst: „Weil es nicht um Gesundheit geht, sondern um den Kampf gegen das Feindbild Auto. Genauer: um das Auto mit Verbrennungsmotor.“

Gefahr lässt sich nicht beziffern

Professor Helmut Greim, emeritierter Toxikologe an der Technischen Universität München, gibt zu bedenken, dass man nicht die Folgen eines einzigen Giftstoffs für die gesundheitlichen Risiken verantwortlich machen könne, wie es derzeit bei den Stickoxiden geschieht. Das sagte er 2016 vor einem Untersuchungsausschuss des Deutschen Bundestages. Man müsse die Gesamtwirkung des Gemischs aus Stickoxiden, Feinstaub, Kohlenmonoxid und Benzol betrachten. Welche Gefahr von NO_x ausgehe, lasse sich nicht beziffern. Die Umweltorganisation BUND macht NO_x dagegen allein in Deutschland für jedes Jahr etwa 10.600 vorzeitige Todesfälle verantwortlich.

Greim wehrt sich auch dagegen, alles über einen Kamm zu scheren. Man müsse immer die Lage der Messstationen berücksichtigen. An Stellen, die kaum von Fußgängern und Radfahrern benutzt werden, an denen auch keine Menschen wohnen, seien Belastungen oberhalb des Grenzwerts weniger gravierend als an stark frequentierten Plätzen. Am „berühmten Neckartor, dem Verkehrsknotenpunkt mit

ÜBERSCHREITUNG DES STICKOXID-GRENZWERTS IN STUNDEN IM JAHR*

2006
853
2014
36

* GEMESSEN AM
VERKEHRSKNOTENPUNKT
NECKARTOR IN STUTTGART

hoher Verkehrsdichte in Stuttgart“, gebe es praktisch keine Anwohner. Im Übrigen ist die Stickoxidbelastung in den vergangenen Jahren vor allem durch Verbesserungen am Dieselmotor drastisch zurückgegangen. „Im Jahr 2006 wurde in Stuttgart am Neckartor in 853 Stunden der zulässige Stickoxid-Grenzwert überschritten. 2014 war das noch in 36 Stunden der Fall“, gibt Thomas Koch, Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie, zu bedenken. Nach Zahlen der Europäischen Umweltagentur sind die Emissionen von 1990 bis 2015 um 60 Prozent zurückgegangen, und das bei drastisch gestiegenem Straßenverkehrsaufkommen.

„Warum sollen
Straßen-Stickoxide so
gefährlich sein
und Arbeitsplatz-
Stickoxide nicht?“

Arnold Vaatz,
Stellvertretender Vorsitzender
der CDU/CSU-Bundestagsfraktion
in der 18. Wahlperiode

Besitzer von Euro-5- und älteren Euro-6-Dieseln können eventuell kommende Fahrverbote umgehen. Diese Fahrzeuge lassen sich mit einem Generator nachrüsten, der Harnstoff zu Ammoniak verdampft, das direkt in den Abgasstrom gelangt und dort die Stickoxide knackt. Anfangs sorgt eine elektrische Widerstandsheizung für die optimale Temperatur von 400 Grad Celsius. Später beheizt der heiße Abgasstrom den Generator. Damit wird die Zeit überbrückt, in der die Abgase noch nicht heiß genug sind, um Ammoniak zu erzeugen. Entwickelt wurde das System von Twintec, das zur Schweizer Baumot-Gruppe gehört.

Die Fachzeitschrift „Auto Motor und Sport“ hat das System an einem Euro-5-Passat getestet. Mit 49 Milligramm pro Kilometer war er sogar besser als manches Euro-6-Fahrzeug, das strengere Grenzwerte einhalten muss. Ein baugleicher Euro-5-Passat ohne das Twintec-Aggregat stieß mit 431 Milligramm fast zehnmal mehr aus.

Wenig Ethanol würde helfen

Die Nachrüstung kostet für Pkw 1.500 bis 2.000 Euro. Würden alle Fahrzeuge ab Euro 5 nachgerüstet, sanken die Stickoxidemissionen in Deutschland von 36.400 auf 3.640 Tonnen pro Jahr – also um 90 Prozent. Die Reduzierung der Stickoxide würde allerdings mit einem Mehrverbrauch an Kraftstoff erkauft. Schon das Update der Software für die Motorsteuerung lässt ihn um fünf Prozent steigen, meint Antriebs-experte Cornel Stan. Dazu kommt noch ein kleiner Leistungsverlust.

Es ginge auch anders. Wenn dem Dieseltreibstoff ein wenig Ethanol beigemischt würde, sanken die Stickoxidemissionen auch ohne Ammoniak drastisch. Ein Alkoholmolekül enthält, anders als Diesel, ein Sauerstoffatom. Das wird bei der Verbrennung in den Zylindern direkt genutzt. Damit ist weniger Luft nötig, die Stickstoff enthält, aus dem Stickoxide entstehen. ■

TEXT Florian Flicke

Wer wie die grünen Spitzenpolitiker ein baldiges Verbot für Diesel und Benziner fordert, geht am besten mit leuchtendem E-Beispiel voran. Dachte sich auch Nordrhein-Westfalens ehemaliger Umweltminister Johannes Remmel – ohne aber an Reichweiten, Ladestationen oder gar den Steuerzahler zu denken.

TEURES STEHZEUG

Johannes Remmel, zwischen 2010 und 2017 grüner Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen, war früher Fußballer und besitzt den B-Trainerschein. Bei der Wahl seines ministerialen Dienstwagens setzte der Taktikfuchs öffentlichkeitswirksam ganz auf Angriff. Auch um seinen Kollegen in den Ländern und im Bund ein leuchtendes elektrisches Beispiel zu geben und im jährlichen Dienstwagen-Check der Deutschen Umwelthilfe groß herauszukommen: Denn Elektroantriebe setzen sich demnach bei den Dienstwagen der Politiker trotz aller Diesel-Unkenrufe nur sehr langsam durch. Im abgewählten Bundeskabinett ließen sich nur Umweltministerin Barbara Hendricks (SPD) und Verkehrsminister Alexander Dobrindt (CSU) in Hybrid-Pkw chauffieren. 171 von 233 befragten Politikern waren zum Zeitpunkt der Befragung zu Jahresbeginn in Dieselaautos unterwegs. Bei den Regierungschefs der Länder setzte sich nur der grüne Baden-Württemberger Winfried Kretschmann in den Fond einer Hybrid-Limousine.

Mit seiner soliden, aber konventionellen BMW-730d-Limousine stach auch Johannes Remmel im Ranking nicht hervor. Warum nicht das Gute in Form lokaler Nullemissionen mit positiver PR im Jahr des Landtagswahlkampfes verbinden? Remmel wies seinen Stab an, für rund 110.000 Euro einen neuen Dienstwagen zu



Setzte aufs falsche Gefährt:
NRWs Ex-Minister Johannes Remmel

kaufen: den vollelektrischen Rennwagen S90 D von Tesla – ein Auto, über das der Hersteller ganz unbescheiden sagt, es sei „von Grund auf konzipiert, um die sicherste und aufregendste Limousine der Straße zu sein“. Dank „beispielloser Leistung“ beschleunigt das Model S von 0 auf 100 Kilometer pro Stunde „in gerade mal 2,7 Sekunden“.

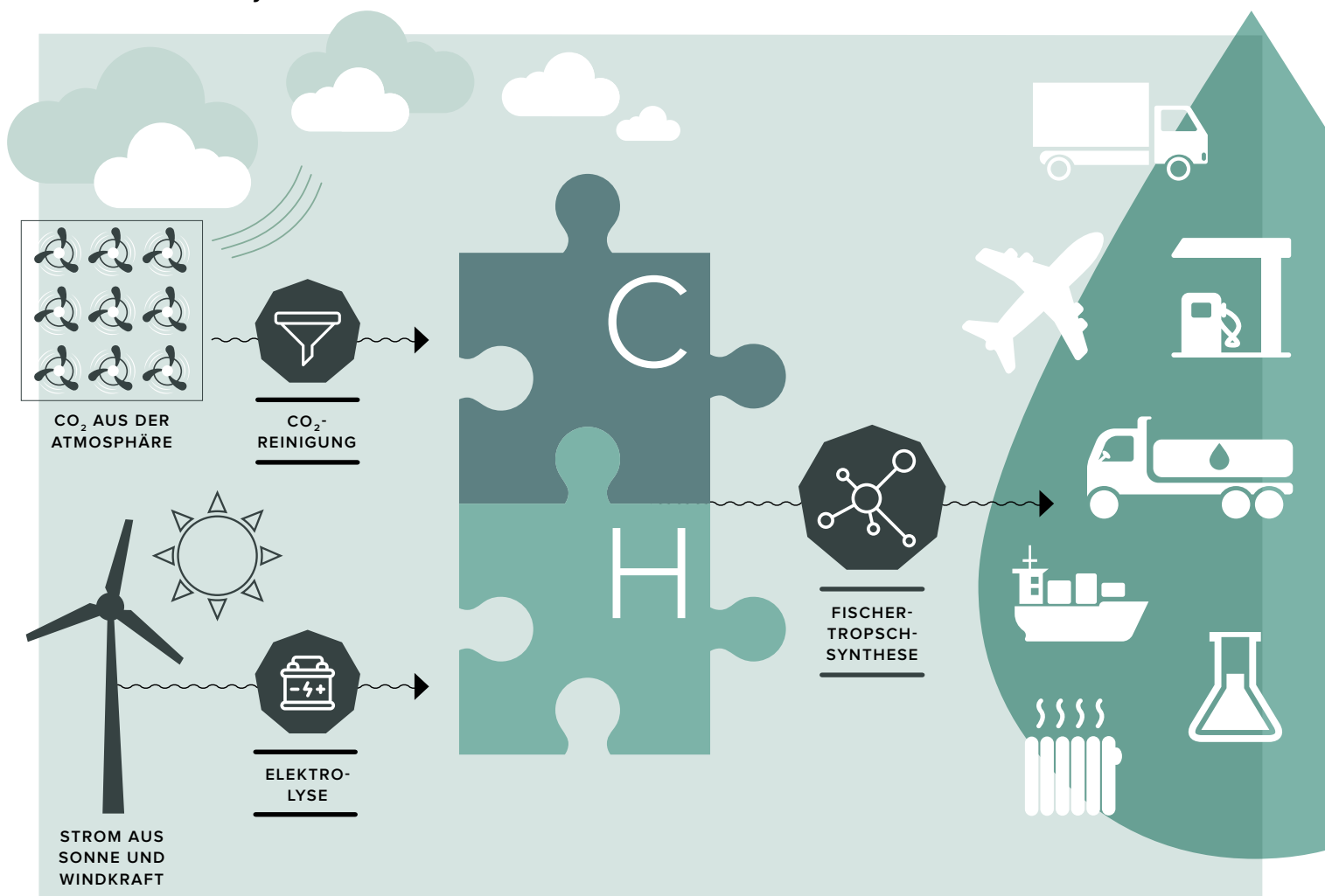
Das Model S ist zudem ausgestattet „mit der Autopilot-Funktionalität, um Ihre Autobahnfahrten nicht nur sicherer, sondern auch stressfreier zu gestalten“. Dabei benötigt diese technische Spielerei kein Minister, der auf der Rückbank bequem hätte telefonieren, arbeiten oder dösen können, während sein Chauffeur über

die Boulevards von Siegen, Düsseldorf oder Ennepetal gleitet. „Hätte, hätte, Fahrradkette“, würde Ex-SPD-Kanzlerkandidat und Ex-NRW-Chef Peer Steinbrück da jetzt wohl einwerfen.

Denn nach nur 43 Fahrten war Schluss mit der elektrischen Liebe. Ein konventioneller Ersatz musste wieder her. Offenbar hatte die Verwaltung den E-Flitzer blind gekauft – ohne Besichtigung oder gar Probefahrt. Der teure Tesla bot zu wenig Komfort und Arbeitsmöglichkeiten. Hinzu kommt: Das Ministerium hatte offenkundig die Dichte an Ladestationen im Flächenstaat NRW deutlich überschätzt. Um nicht in den weiten Flächen Westfalens oder des Niederrheins liegenzubleiben, musste der Stromtank immer für Hin- und Rückfahrt reichen. Das wäre mit den vom Hersteller angegebenen 500 Kilometern fast noch zu machen gewesen. Doch verlässlich konnte Remmels Fahrer nach Medienberichten nur mit rund 300 Kilometern Reichweite kalkulieren – das sind nur magere 150 Kilometer Einsatzradius. Doch warum nicht einfach nachladen, während der Minister Außentermine wahrnimmt? Nicht möglich bei 90 Minuten Ladepause. So viel Zeit hatte Fußballer Remmel früher für zwei Halbzeiten, nicht aber heute als vielbeschäftigter Politiker.

Auch Remmels Nachfolgerin im Amt, Christina Schulze Föcking von der CDU, konnte sich für den unsanft ausgebremsen Sportwagen nicht erwärmen. —

→ synthetische Kraft- und Brennstoffe



S E K

0 — Ein Kniff, der ordentlich Kohlendioxid spart

E-FUELS SIND KLIMASCHONEND, SCHNELL EINSETZBAR UND VIELSEITIG

Ein Verbrenner, der klimaneutral ist? Wer das hört, denkt wahrscheinlich, er müsse sich kneifen. Muss er aber nicht. Denn *das Kneifen* ist laut Duden nur eine Bedeutung des Wortes *Kniff*, der hier eingesetzt und mit *praktische Methode zur Erleichterung einer Aufgabe* deutlich passender beschrieben wird. Die *Aufgabe* ist natürlich die Erfüllung des Pariser Abkommens. Der *Kniff* sind E-Fuels, die bei der Herstellung CO₂ binden: Mit Strom aus Erneuerbaren wird bei der Elektrolyse Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten. Letzterer wird dann an Kohlenstoff gebunden, der aus der Atmosphäre stammt. Aus dieser Verbindung entstehen bei der Fischer-Tropsch-Synthese flüssige Kraft- und Brennstoffe, die einen enormen Beitrag zur Lösung der *Aufgabe* leisten können. Wie groß dieser Beitrag allein im Pkw-Bestand Europas wäre, haben Experten von Bosch errechnet: Bis 2050 könnte der Einsatz von E-Fuels ergänzend zur Elektrifizierung bis zu 2,8 Gigatonnen CO₂ einsparen. Das entspricht in etwa der dreifachen Menge des CO₂-Ausstoßes von Deutschland. Das Potenzial von E-Fuels ist damit aber noch lange nicht erschöpft.

UNITI – Der Mineralölmittelstand

Wir repräsentieren und versorgen in Deutschland*



fast
75 Prozent
... der freien Tankstellen,



50 Prozent
... des Schmierstoffmarktes,



täglich
4,5 Millionen
... Kunden an ihren Tankstellen,



über
40 Prozent
... des Tankstellenmarktes,



42 Prozent
... des Marktes
für Autogas,



20 Millionen
... Menschen mit Wärme,



80 Prozent



... des Marktes für Flüssige
und Feste Brennstoffe.

* Alle Angaben sind Circa-Angaben (Stand Februar 2017)



Der Mineralölmittelstand
im Portrait

Energie bewegt uns



UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e.V. · Jägerstraße 6 · 10117 Berlin
T. (030) 755 414-300 · F. (030) 755 414-366 · info@uniti.de · www.uniti.de