



CO₂-neutraler Sprit für normale Motoren aus der gewohnten Zapfsäule: Das versprechen sogenannte E-Fuels. Doch sie haben (noch) gravierende Nachteile.

Foto: Marjan Murat, dpa

Was wollen die Politiker?

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den CO₂-Ausstoß in Deutschland bis 2030 um mindestens 40 Prozent zu senken. Dazu soll der Verkehrssektor einen großen Beitrag leisten. Bislang werden als Lösung für den Individualverkehr Elektroautos favorisiert. Deswegen wird der Kauf eines E-Autos mit einer Prämie von bis zu 4000 Euro subventioniert. Steuergelder gibt es auch für den Ausbau der Ladeinfrastruktur und die Forschung. Synthetische Kraftstoffe – sogenannte E-Fuels – spielten bislang eine untergeordnete Rolle. Nun hat das Bundesumweltministerium in dieser Woche einen Aktionsplan für den Einsatz von strombasierten Brennstoffen vorgelegt. Es will die Vernetzung der wichtigen Akteure vorantreiben, Modellprojekte fördern, ein Kompetenzzentrum in der Lausitz errichten und die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet fördern.

joho

Was ist mit der Brennstoffzelle?

Wasserstoff gilt seit langem als eine mögliche Alternative zu erdölbasierten Brennstoffen. Seit Jahrzehnten testen die meisten Autohersteller Wasserstoffantriebe, einige Modelle sind auch bereits am Markt. Wasserstofffahrzeuge werden wie E-Autos von einem Elektromotor angetrieben.

Der bezieht seine Energie aber nicht aus einer Batterie, sondern aus einer Brennstoffzelle, in der die Elektrolyse umgekehrt wird. Dabei reagieren Wasserstoff und Sauerstoff aus der Luft und setzen dabei elektrische Energie und Wärme frei. Wasserstoff kann auch in etwas modifizierten Ottomotoren als Kraftstoff verwendet werden.

Der Nachteil von Brennstoffzellen-Autos gegenüber E-Mobilen ist der Nutzungsgrad der eingesetzten Energie. Denn um den Wasserstoff mittels Elektrolyse zu produzieren, ist sehr viel Strom nötig. Ökologisch sinnvoll ist das – wie bei E-Fuels – nur, wenn der Strom aus regenerativen Energien stammt.

Zudem muss der Wasserstoff entweder unter extrem hohem Druck oder bei extrem niedrigen Temperaturen (minus 253 Grad) gelagert werden. An Alternativen, den Wasserstoff für die Lagerung zu binden, arbeitet unter anderem die fränkische Firma Hydrogenious.

joho

Energieexperte Jürgen Karl zu E-Fuels:

Sprit aus Strom und Wasser

NÜRNBERG – Bei der Suche nach CO₂-armen oder -freien Energiealternativen zu Benzin und Diesel spielten synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) bislang kaum eine Rolle. Über die Vorteile von E-Fuels, über ihre Einsatzgebiete und Chancen sprach die NZ mit Jürgen Karl, Professor für Energieverfahrenstechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

NZ: Warum führen E-Fuels in der ganzen Diskussion um Alternativen zu Erdölprodukten bislang ein Schattendasein?

Jürgen Karl: Wir dürfen nicht vergessen, dass E-Fuels erst seit kurzem diskutiert werden. Das „E“ der E-Fuels steht ja für „electricity“, also Strom. Strom war in der Vergangenheit einfach zu teuer, um daraus Kraftstoff, also Benzin fürs Autofahren oder Kerosin fürs Fliegen herzustellen. Das hat sich mit der Energiewende geändert. Photovoltaik- und Windstrom sind an guten Standorten heute so billig, dass E-Fuels wirtschaftlich attraktiv werden. Solarstrom kann heute in Brasilien oder Australien für unter zwei Cent pro Kilowattstunde erzeugt werden. Für einen Liter E-Fuel brauchen wir etwa 30 kWh Strom, das kostet dann etwa 60 Cent pro Liter synthetisches Benzin in der Herstellung. Auch wenn Rohöl noch bedeutend billiger ist, stimmt zumindest die Größenordnung. In Australien entstehen heute gigantische Solarparks, um erneuerbare Energien für die Ballungszentren Japans und Chinas zu erzeugen. Für den Transport dorthin brauchen wir E-Fuels.

NZ: Dennoch reden alle über batteriebetriebene Autos und Brennstoffzellen. Was sind die Vor- und Nachteile von E-Fuels?

Karl: Der große Vorteil ist natürlich, dass die existierende Tankstellen-Infrastruktur weiter genutzt werden kann. Man muss kein Wasserstoff-Tankstellennetz aufbauen, hat keine Nachteile in der Reichweite und ist dennoch weitgehend CO₂-neutral. E-Fuels sind ja synthetische Treibstoffe, wie wir sie schon heute tanken. Man diskutiert sehr unterschiedliche Varianten mit klangvollen Bezeichnungen und Abkürzungen – wie Methanol, Power-to-Gas, Fischer-Tropsch-Diesel, DME oder OME. Im Grunde sprechen wir aber über etablierte Technologien, mit denen synthetische Treibstoffe schon heute in riesigen Maßstäben aus fossilem Erdgas oder Kohle synthetisiert werden.

Neu ist, dass der Wasserstoff für die Synthese nicht aus Erdgas oder Kohle, sondern mit der Elektrolyse von Wasser aus erneuerbarem Strom hergestellt wird.

NZ: In welchen Bereichen wäre der Einsatz solcher Kraftstoffe sinnvoll, wo nicht?

Karl: Immer dort, wo die begrenzte Kapazität von Batterien zum Problem wird. Auf der Langstrecke, im Schwerlasttransport, im Flug- und im Schiffsverkehr. Im Individualverkehr sind Elektroautos schon heute alltagstauglich. Die Reichweiten werden weiter steigen, die Preise werden weiter sinken. Und viel mehr Spaß machen Elektroautos ohnehin. Trotzdem ist es natürlich sinnvoll, auch für den Individualverkehr fossiles Benzin und Diesel nach und nach durch E-Fuels zu ersetzen. Genau wie man das seit Ende der neunziger Jah-

re durch Individualverkehr schnellstmöglich zu senken.

Karl: Ich denke, das Wichtigste wäre, dass jeder Politiker endlich akzeptiert, dass die Mobilität in Zukunft eine andere sein wird als heute. Wir befinden uns in der Phase eines rasanten technologischen Wandels weltweit. Deutschland hat es in der Vergangenheit immer geschafft, sich durch seine technologische Vorreiterrolle in Zukunftstechnologien am Weltmarkt zu etablieren. Beispiele dafür gibt es so viele: die Umwelttechnik für den Anlagenbau, Emissionsminderungs-Technologien für die Energiewirtschaft oder zuletzt auch die erneuerbaren Energien.

Immer dann, wenn der Gesetzgeber einen Trend vorschrieb, forcierte das Innovation, Arbeitsplätze und weltweite Umsätze in Wachstumsmärkten. Ich rate jedem Politiker, den Nachsatz „aber nicht im nationalen Alleingang“ aus seinem Wahlkampf-Vokabular zu streichen. Nationale Alleingänge haben Deutschland noch nie geschadet, wenn's um Zukunftstechnologien und Innovation ging. Im Gegenteil. Und wenn dann Elektromobilität und E-Fuels nicht mehr nur schlechtgeredet werden, könnte die Wende im Mobilitätssektor ähnlich schnell gehen wie zuletzt im Stromsektor.

NZ: Wäre etwa ein befristeter Steuerverzicht auf synthetische Kraftstoffe ein Ansatz, um die Verbreitung zu beschleunigen?

Karl: Natürlich wäre das ein idealer Weg. Nur bitte nicht befristet. Der rasante Boom der Biokraftstoffe in den Jahren 2004 bis 2007 wurde im Jahr 2008 durch die Aufhebung der Steuerbefreiung komplett ausgebremst. Viele interessante technische Entwicklungen und Innovationen blieben dadurch auf der Strecke. Es gibt neben Steuerbefreiungen natürlich noch viel mehr Möglichkeiten, um mit überschaubarer Anschubfinanzierung echte Innovation auf den Weg zu bringen. Im Stromsektor ist das mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vorbildlich gelungen. Der enorme Boom der erneuerbaren Energien in China, USA und weltweit ist allein dem deutschen EEG zu verdanken. Leider hat sich die Politik zuletzt eher bemüht, Innovation und klimafreundliche Technologien auszubremsen, anstatt sie zu fördern. Dass muss sich auch für E-Fuels ganz schnell wieder ändern.

Fragen: Josef Hofmann

i Mehr Information in dem Buch von Prof. Jürgen Karl: Klimawende – Das Buch zur Energiewende. Spannende Geschichte(n) und faszinierende Innovationen fürs Klima.



Jürgen Karl ist Professor am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

re schon mit den Bio-Kraftstoffen propagierte. Schließlich werden wir noch eine ganze Weile auch mit konventionellen Verbrennungsmotoren unterwegs sein. E-Fuels sind immer auch ein bisschen BioFuels: Neben Wasserstoff braucht man für die Synthese der Treibstoffe immer auch Kohlenstoff – und den gibt's klimaneutral nur aus Biomasse.

NZ: Wie lange wird es noch dauern, bis die E-Kraftstoffe in nennenswerten Mengen bereitstehen und wovon hängt das ab?

Karl: Die Technik für die Herstellung ist bekannt. An einigen offenen technischen Fragen forschen wir. Zum Beispiel an der Frage, wie wir die existierenden Technologien in kleineren Maßstäben – also dezentral – und zeitlich flexibel umsetzen können. Erneuerbare Energien fallen immer dezentral und unregelmäßig an. Auch zur Elektrolyse gibt's noch einige Hausaufgaben. Aber ich denke, wie die Elektromobilität werden auch die E-Fuels viel schneller kommen, als wir alle denken. Während wir uns in Deutschland nach wie vor nur mühsame Diskussionen leisten, werden diese Technologien in Fernost einfach umgesetzt.

NZ: Was würden Sie der Politik raten, um die Emissionsbelas-

Wie werden E-Fuels hergestellt?

Die Produktion von synthetischen Kraftstoffen ist kompliziert. In einem ersten Schritt wird Wasser unter dem Einsatz von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff getrennt (Elektrolyse). Zusätzlich braucht man für die Synthese Kohlenstoff – entweder aus Biomasse oder im günstigsten Fall aus Kohlendioxid (CO₂). Am Ende des Verfahrens mit dem Namen Power-to-X (PtX – also Strom zu Flüssigkeit) – steht ein flüssiger Kraftstoff. Dass das Verfahren funktioniert, ist unstrittig. Es scheitert aber an den bislang noch hohen Kosten für Strom. Denn der Aufwand ist immens: Um E-Fuel für eine Fahrstrecke von 100 Kilometern zu erzeugen, braucht man das Siebenfache dessen, was ein E-Auto benötigt, das die elektrische Energie direkt verwertet. Auch Autos, die via Brennstoffzelle mit Wasserstoff angetrieben werden, schneiden deutlich besser ab.

joho/dpa

Was sind die Vor- und Nachteile?

Größter Nachteil ist die Ineffizienz und damit der hohe Preis. Er könnte durch politische Unterstützung und eine privilegierte Nutzung von Überkapazitäten bei Ökostromanlagen gesenkt werden.

Die größten Vorteile sind, dass E-Fuels in herkömmlichen Verbrennungsmotoren eingesetzt werden könnten. Das bedeutet, dass der bestehende Fuhrpark in relativ kurzer Zeit deutlich weniger CO₂ ausstoßen würde – selbst dann, wenn man nur einen Teil der Flotte mit E-Fuel betreiben würde. Voraussetzung ist natürlich, dass ausreichend Ökostrom zur Verfügung steht. Dazu müssten die Kapazitäten deutlich erweitert werden.

Außerdem könnte die herkömmliche Infrastruktur – also die Tankstellen – weiter genutzt werden. Zudem könnten E-Fuels überall dort eingesetzt werden, wo Batterie-Antriebe versagen: Auf Langstrecken, in Gebieten ohne Ladeinfrastruktur, im Schwerlastverkehr, als Kerosin-Ersatz in Flugzeugen, in Schiffen und Industrieanlagen. Daher arbeiten bereits Mineralölfirmen, Energieerzeuger und auch die Autoindustrie an der Fortentwicklung der E-Fuels. Die Ingolstädter Audi AG hat sogar bereits seit Jahren eine eigene Anlage zur synthetischen Gasproduktion in Betrieb.

joho/dpa