

# energie+

Das Debattenmagazin der UNITI

# MITTELSTAND

2-2020  
2,50 EUR

## Karlsruher Modellversuch

Klimafreundliche Kraftstoffe  
herstellen und Ökostrom speichern

## Weg von der Froschperspektive!

Gesamtbilanzierungen sind  
entscheidend beim Klimaschutz

# Das Öl von morgen

FORSCHUNGSMINISTERIN ANJA KARLICZEK ÜBER DAS  
BOOMPOTENZIAL VON GRÜNEM WASSERSTOFF





*„Nur ganzheitliche Sichtweisen  
können die Realität abbilden.  
Das gilt auch bei der Bewertung  
von Antriebssystemen  
in der Mobilität und ihren  
Auswirkungen auf das Klima.“*

# Die richtige Technologie? Der ganzheitliche Blick entscheidet!



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

**IHRE  
MEINUNG  
IST UNS  
WICHTIG!**

**SCHREIBEN SIE UNS**

Ob Kritik, Anregung oder  
Themenidee – wir haben ein  
offenes Ohr für Sie. E-Mail an  
[info@uniti.de](mailto:info@uniti.de)



energie+Mittelstand gibt es  
auch in digitaler Form. Auf der Website  
[www.energieundmittelstand.de](http://www.energieundmittelstand.de) finden Sie  
alle Inhalte unseres Magazins  
ansprechend aufbereitet für Notebook-,  
Tablet- oder Smartphone-Nutzer.  
Klicken Sie doch einfach mal rein!

Gerade erst haben das Bundesumwelt- und das Bundeswirtschaftsministerium zwei Studien über den Stand des Erreichens der Klimaziele 2030 vorgestellt. Ergebnis: Trotz großer Anstrengungen werden die Klimaziele um rund 46 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> verfehlt – Corona-Effekt unberücksichtigt. Gerade im Verkehrssektor ist es seit 1990 kaum zu substantziellen CO<sub>2</sub>-Reduktionen gekommen.

Deshalb werden politische Forderungen nach mehr Klimaschutz im Verkehr lauter. Mit Blick auf den bisherigen Verlauf wohl zu Recht. Damit verbunden verstärken sich die politischen Forderungen nach mehr Elektromobilität auf der Straße – auch zu Recht?

Die Verbraucher setzen heute trotz hoher Förderung der E-Autos weiter auf Benziner, Diesel und Hybride – sie machten 2019 knapp 98 Prozent der Pkw-Neuzulassungen aus. Trotz üppiger finanzieller Unterstützung der E-Mobilität durch den Staat. Woran kann das liegen? An der dünnen Ladeinfrastruktur? An den geringen Reichweiten der E-Fahrzeuge? Vielleicht aber auch daran, dass E-Autos nicht per se besser für das Klima sind als Verbrenner?

Eine neue Studie von *Frontier Economics* geht der Klimabilanz von batterieelektrischen Fahrzeugen und den verbrennungsmotorischen Antrieben

auf den Grund. Über den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge. Das Ergebnis? Es kommt drauf an! Mehrere Faktoren sind entscheidend: Strom- und Energiemärkte, Lebensfahrleistungen, Batteriegrößen, Nutzungsdauer und andere. Sie alle bestimmen am Ende die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz der Antriebstechnologie. Zuallererst zeigt sich: Batteriebetriebene Fahrzeuge sind keineswegs emissionsfrei. Im Gegenteil: Verbrennungsmotor und Batterieantrieb liegen heute bei vielen praxisüblichen Annahmen dicht beieinander. Auch in Zukunft – mit zunehmenden erneuerbaren Anteilen beim Strom und bei flüssigen synthetischen Kraftstoffen. Das Klimaargument jedenfalls ist nachweislich kein belastbares Argument für einen Technologiezwang allein in eine Richtung.

Ich bin der Überzeugung: Realer Klimaschutz im Verkehrssektor geht nur mit ganzheitlicher Sichtweise. Jede Technologie, die dieser Diagnose standhält, ist eine vielversprechende Lösungsoption für den gesamten Transport und Verkehr auf diesem Planeten. Daher fordere ich die Bundesregierung auf: Öffnen Sie die Regularien für alle Technologien, die klimazielformkonform sind! Ermöglichen Sie damit auch den flächendeckenden Einsatz von E-Fuels! Dann klappt es auch mit dem Schutz des Klimas. ■





6

**Schwerpunkt  
CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz**

Eine neue Studie deckt auf: Nur der Blick auf den gesamten Lebenszyklus von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor oder Batterieantrieb erlaubt Aussagen zum tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

18

**Gewaltige Herausforderung**

Die deutsche Industrie muss bis 2050 klimaneutral werden. Um das zu schaffen, setzen Unternehmen auf bahnbrechende technische Innovationen.



24

**Erfolgreiche Teamarbeit**

Klimafreundliche Kraftstoffe herstellen und überschüssigen Ökostrom speichern – vier Projektpartner forschen in Karlsruhe an der Zukunft.

5 .	<b>Hingeguckt</b>	<i>Klick mit großer Wirkung</i>	Wie stark Streaming dem Klima schadet
6 .	<b><u>Schwerpunkt</u></b>	<i>Studie zur CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz</i>	<b>Kompletten Lebenszyklus von Fahrzeugen aufschlüsseln</b>
12 .	<b>Zur Sache</b>	<i>Überlebensfrage der Industrie</i>	Zeit für eine nachhaltige Energieträger-Strategie
15 .	<b>Zur Sache</b>	<i>Die e+M-Zahl</i>	Klimaschutzvorreiter Deutschland
16 .	<b>Interview</b>	<i>Forschungsministerin Karliczek</i>	Treiber der Wasserstofftechnologie
18 .	<b>Zur Sache</b>	<i>Klimaziele und Gebäude</i>	PtX-Anrechenbarkeit geboten
20 .	<b>Interview</b>	<i>Wirtschaftsminister Steinbach</i>	PtX-Reallabor in der Lausitz
22 .	<b>Kompakt</b>	<i>Zentrum für PtX-Forschung</i>	Neues aus der Welt der Energie
23 .	<b>Klartext</b>	<i>Die Energie-Kolumne</i>	Henning Krumrey über H <sub>2</sub> und PtX
24 .	<b>Report</b>	<i>Blick in die Forschung</i>	Vier Technologien, ein Ziel
27 .	<b>60 Sekunden über ...</b>	<i>Urlaub mit dem Elektromobil</i>	Schwachstelle Ladesäulennetz

**IMPRESSUM**

**HERAUSGEBER** UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e.V., Jägerstraße 6, 10117 Berlin, Elmar Kühn (V. i. S. d. P.) **REDAKTIONSBEIRAT** Elmar Kühn, Dirk Arne Kuhr, Annika Metze, Heiko Reckert **CHEFREDAKTEUR** Florian Flicke **REDAKTIONSLEITUNG** Gerhard Walter **REDAKTION** Wolfgang Kempkens, Dirk Arne Kuhr, Kristina Simons, Florian Sievers **ART DIREKTION** Periodical.de **BILDREDAKTION** Karin Aneser **VERLAG UND REDAKTIONSANSCHRIFT** planet c GmbH, ein Unternehmen der HANDELSBLATT Media Group, Toulouser Allee 27, 40211 Düsseldorf, Tel. 0211/54227-700, Fax 0211/54227-722, www.planetc.co **VERLAGSGESCHÄFTSFÜHRUNG** Andrea Wasmuth (Vorsitzende), Jan Leiskau **ANZEIGENLEITUNG** David Weigelt, Tel. 030/755414-540 **DRUCK** Strube Druck & Medien OHG, 34587 Felsberg **LITHO** TiMe GmbH **ADRESSÄNDERUNGEN** David Weigelt, Tel. 030/755414-540, 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.



Klick mit großer Wirkung? Lieblingsserien, Sportevents oder Bands auf HD streamen, Likes setzen, Daten in der Cloud abspeichern oder Fotos auf einem Social-Media-Kanal hochladen – all das benötigt Energie und verursacht damit auch Kohlendioxidemissionen. Dieser Thematik widmete sich eine im Juli 2019 veröffentlichte Studie des französischen Thinktanks *The Shift Project*. Demnach verursachten die digitalen Internetausflüge weltweit so viele Treibhausgasemissionen, dass diese sogar über denen des zivilen Luftverkehrs liegen. In einer anderen Untersuchung kommt die britische Klimainformationsseite *Carbon Brief* unter Auswertung von Daten der Internationalen Energieagentur IEA zum Ergebnis: Das Streaming von Videos erzeuge weit geringere Kohlendioxidemissionen und sei sogar eine relativ emissionsarme Freizeitaktivität, auch weil Datenzentren, Netzwerke und Geräte deutliche Verbesserungen in der Energieeffizienz erzielt hätten. Mit zunehmender Digitalisierung bleibt dieses Thema im Blick. Unabhängig davon wäre Sport an der frischen Luft eine gute Freizeitalternative zum Video-Streaming, denn hier kommt lediglich die körpereigene „Bioenergie“ zum Einsatz. —



Batteriebetriebene Pkw gelten als „emissionsfrei“ – dabei haben sie meist schon große CO<sub>2</sub>-Ladungen auf ihrem Konto, bevor sie auch nur den ersten Kilometer gefahren sind. Eine neue Studie von Frontier Economics zeigt: Ob nun Verbrenner oder Batterieantriebe im Vorteil sind, kommt ganz auf die Nutzung, aber auch auf weitere wichtige Einflussparameter an.

TEXT Florian Sievers

**S**chornstein neben Schornstein – in den meist dicht besiedelten östlichen Zentralprovinzen Chinas produzieren heute zahlreiche Kohlekraftwerke Strom für die Bevölkerung und die Industrie. Mehr als 1.000 Gigawatt an Kohlekapazität – hierzulande sind es lediglich rund 45 Gigawatt – sind in dem ostasiatischen Flächenstaat verbaut. Das ist die Hälfte der weltweit installierten Leistung. Mitten zwischen den Kohlekraftwerken Ostchinas residiert der weltweit größte Hersteller für E-Auto-Akkus, der börsennotierte CATL-Konzern. Mit BYD stammt zudem ein weiterer der fünf globalen Marktführer für Antriebsbatterien aus dem Reich der Mitte. Die energiefressenden Produktionsstraßen der beiden Riesen hängen an einem Stromnetz, das zu rund 60 Prozent Kohlestrom liefert. Die anderen großen Akkuhersteller sitzen in Japan und Südkorea – und damit in Ländern, die ebenfalls einen größeren Teil ihres Stroms durch CO<sub>2</sub>-intensive Produktionsmethoden erzeugen.

Schon die Produktion der meisten E-Auto-Batterien setzt also global gesehen große Mengen an CO<sub>2</sub> frei. Autos mit batterieelektrischem Antrieb starten darum im Vergleich zum Verbrennungsmotor von vornherein mit einer erheblichen Emissionslast, bevor sie auch nur den ersten Kilometer gefahren sind. Das ist eines der zentralen Ergebnisse der Studie „Die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz für Antriebstechnologien im Individualverkehr heute

# VON DER FROSCH-

Die Marktführer sitzen im Reich der Mitte



**Ganzheitlicher Blick:** Nur die unmittelbare Fahrzeugnutzung, zum Beispiel in Europa, bildet nicht die tatsächliche CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz ab – auch etwa in China bei der Produktion von Akkus für E-Fahrzeuge anfallende Emissionen müssen im Interesse des Klimaschutzes bilanziert werden.

# HIN ZUR VOGEL- PERSPEKTIVE



„Wir haben die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet.“

Dr. Jens Perner,  
Leiter der Studie bei Frontier Economics

Globale und ganzheitliche Betrachtung

und in Zukunft“, die das Beratungsunternehmen Frontier Economics kürzlich veröffentlicht hat. Für die Studie haben die Experten batteriebetriebene Fahrzeuge und Autos mit Verbrennungsmotoren mittels LCA-Methode miteinander verglichen. LCA – das steht für Life Cycle Assessment, also Lebenszyklusanalyse.

„Wir haben dabei die Froschperspektive verlassen, die lediglich die Fahrzeugnutzung ins Auge fasst, und stattdessen aus der Vogelperspektive die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet“, erklärt Dr. Jens Perner, Leiter der Studie bei Frontier Economics. Nur mit diesem Ansatz lasse sich schließlich die gesamte Klimabilanz von Autos bewerten. Zum Lebenszyklus gehören dabei sämtliche Emissionen, die an den unterschiedlichen Stationen im Leben eines Pkw anfallen – neben der Nutzungsphase sind das die Fahrzeugproduktion samt Zulieferung, die Herstellung der Antriebsenergie und die Entsorgung beziehungsweise das Recycling. Dieser ganzheitliche Blick ist dabei nicht auf Deutschland oder die EU beschränkt. Es werden auch globale Aspekte betrachtet, wie die Emissionen, die in Zulieferländern wie China entstehen.

In der Frontier-Studie stellen Jens Perner und seine Co-Autorin Theresa Steinfort fest: „In der allgemeinen aktuellen Debatte gelten batterieelektrische Fahrzeuge häufig als CO<sub>2</sub>-emissionsfrei, da direkt am Fahr-

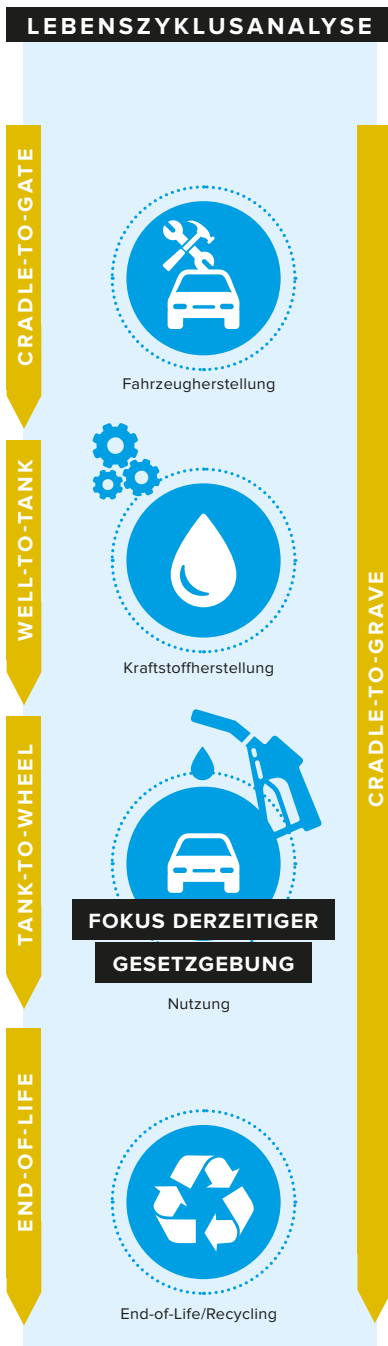




## „Es gibt über den Lebenszyklus gesehen keine klar überlegene Technologie.“

Theresa Steinfurt,  
Co-Autorin

individuelle Anforderungen nicht vergleichbar



zeug während der Nutzung keine CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugt werden.“ **Ziehe man jedoch den gesamten Lebenszyklus in Betracht, verursachten E-Autos beträchtliche Emissionen. Sie würden allerdings auf die Produktion der Batterien sowie des Antriebsstroms verlagert.** Und vor allem Ersteres findet fast ausschließlich unter nicht eben idealen Bedingungen im Ausland statt.

### „Keine klar überlegene Technologie“

Nach den Frontier-Berechnungen beträgt die CO<sub>2</sub>-Bilanz am Beispiel eines Mittelklasse-E-Autos über den kompletten Lebenszyklus hinweg 191 Gramm pro Kilometer. Davon entfällt mehr als ein Viertel auf die Batterieproduktion – wenn man von einer Produktion in Europa ausgeht, die in der Praxis jedoch heute kaum zu finden ist. Geht man, wesentlich realitätsnaher, vom chinesischen Strommix aus, dann steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 223 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer, wovon fast ein Drittel auf die Batterieprodukti-

on entfällt. Um diesen Nachteil im Vergleich zu Autos mit Verbrennungsmotoren wieder wettzumachen, muss ein E-Auto erst mal viele Zigtausend Kilometer fahren, und zwar mit möglichst CO<sub>2</sub>-armem Strom.

**Insgesamt rangieren die Gesamtemissionen von Verbrennern und E-Autos der Frontier-Studie zufolge in vielen Fällen auf ähnlichem Niveau: Den 191 Gramm CO<sub>2</sub>/km des Mittelklasse-Stromers stehen bei identischen Grundannahmen 198 Gramm CO<sub>2</sub>/km eines Diesel-Verbrenners gegenüber.** „Es gibt über den Lebenszyklus gesehen keine klar überlegene Technologie“, sagt Studien-Mitautorin Steinfurt. Vielmehr komme es im Einzelfall auf zahlreiche unterschiedliche Einflussfaktoren an. Dazu gehören neben dem Strom- und Energiemix der Herstellungs- und Betriebsländer auch die Größe, Reichweite und Lebensfahrleistung des Fahrzeugs. „Die Anforderungen an ein Fahrzeug, das tendenziell häufig, innerstädtisch und von Einzelpersonen gefahren wird, unterscheiden sich von denen an ein Fahrzeug, das tendenziell für längere Überlandfahrten, nur gelegentlich und von Familien genutzt wird“, sagt Steinfurt. „Jahresfahrleistung sowie Distanz- und Größenanforderungen sind nicht miteinander vergleichbar.“

Modellhaft lässt sich allerdings für jede Fahrzeuggröße ein Break-even-Punkt errechnen, an dem die CO<sub>2</sub>-Emissionen gleichziehen. Diesen Punkt erreichen Fahrzeuge in der Praxis allerdings nur dann, wenn sie in ihrem Produktlebenszyklus überhaupt ausreichend viele Kilometer zurücklegen. **So spart das E-Auto bei dem Beispiel der Mittelklasse überhaupt erst ab 123.000 Kilometern Fahrleistung CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu Verbrennern mit konventionellen Kraftstoffen ein. Bei einer angenommenen Batterieproduktion in China kommen rechnerisch nochmals neun Tonnen CO<sub>2</sub> hinzu. Diese Emissionsmenge fällt bei einem Mittelklasse-Diesel über volle 56.000 Kilometer Fahrleistung an. Dabei ist der Stromer noch nicht einmal losgefahren.**

Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) 2019 in einer Studie für Agora Verkehrswende bei Fahrzeugen mit größerem Akku, die ausschließlich auf der Autobahn für Langstrecken genutzt werden: Sie brin-

Quelle: Frontier Economics



## INTERVIEW

Professor Dr. Andreas Pinkwart (FDP), Wirtschaftsminister in Nordrhein-Westfalen, über die Herausforderungen der Energiewende im Mobilitätssektor und die Bedeutung unterschiedlicher Antriebsformen.

**Herr Pinkwart,** das deutsche Klimaschutzziel ist sehr ehrgeizig: Mitte des Jahrhunderts muss die Klimaneutralität stehen. Wie lässt sich diese ambitionierte Absichtserklärung für den Mobilitätssektor umsetzen? — Die Landesregierung möchte Nordrhein-Westfalen zu einem treibhausgasneutralen und zukunftsfähigen Wirtschaftsstandort entwickeln. Um die Klimaziele im Mobilitätssektor zu erreichen, setzen wir auf batterie- und wasserstoffbasierte Elektromobilität sowie synthetische Kraftstoffe. Das Potenzial dieser innovativen Technologien ist noch lange nicht erreicht, sodass sie zukünftig technisch und ökonomisch noch deutlich attraktiver werden. Um die klimagerechte Mobilität voranzubringen, unterstützt das Land die Forschung und Markteinführung der Technologien.

**? Die Bundesregierung setzt im überragenden Maße auf die Förderung batterieelektrischer Antriebe. Ist das der richtige Weg?** — Elektromobilität leistet einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele: Zurzeit ist sie die effizienteste und kostengünstigste Technologie und bietet daher einen guten Einstieg in die klimagerechte Mobilität. Das wird aber nicht die einzige Lösung sein. Wir begrüßen daher, dass die Bundesregierung auch das Thema Wasserstoff voranbringen möchte und eine Nationale Wasserstoffstrategie erarbeitet, die die Klima-, Energie-, Industrie- und Innovationspolitik verzahnen soll. Die wasserstoffbasierte Mobilität ist eine wichtige Alternative zur Elektromobilität, vor allem für Anwendungen, die auch zukünftig auf gasförmige oder flüssige Kraftstoffe angewiesen sind.

**? Vor diesem Hintergrund müsste die technologieoffene Entwicklung verschiedener Antriebsformen doch eine sinnvolle Option sein?** — Die Landesregierung setzt auf einen technologieoffenen Ansatz, um die Klimaziele zu erreichen. Um den Ausbau der Wasserstofftechnologie zu fördern, hat das Wirtschaftsministerium zum Beispiel den Wettbewerb „Modellkommune/ Modellregion Wasserstoffmobilität NRW“ ausgeschrieben. Hier werden Strategien zur Produktion, Verteilung, Speicherung und Anwendung von Was-

serstoff im Mobilitätsbereich entwickelt. Im Sommer 2020 wird das beste Konzept ausgezeichnet. Außerdem unterstützen wir über verschiedene Förder- und Kreditprogramme Investitionen in Brennstoffzellenfahrzeuge und die dazugehörige Infrastruktur.

**? Welche Rolle spielt bei diesen Überlegungen der Einsatz von synthetischen Kraft- und Brennstoffen für den Klimaschutz?** — Je nach Anwendung sind unterschiedliche Technologien sinnvoll. Während Elektromobilität sich bei kurzen bis mittleren Strecken anbietet, überwiegen die Vorteile des Wasserstoffantriebs bei längeren Strecken. Synthetische Kraftstoffe können vor allem im Flug-, Schwerlast- und Schiffsverkehr vorteilhaft sein.

**? Wie lassen sich trotz der Energie- und Antriebswende und der damit verbundenen Umbrüche Betriebe und Arbeitsplätze in NRW sichern?** — Nordrhein-Westfalen zählt zu den bedeutendsten Automobilstandorten Deutschlands: Über 800 Automotive-Unternehmen beschäftigen hier mehr als 200.000 Menschen. Rund ein Drittel der deutschen Automobilzulieferer sitzt in unserem Land. Der Transformationsprozess der Automobilindustrie betrifft Nordrhein-Westfalen daher in ganz besonderem Maße. Der notwendige Wandel bringt aber auch große Chancen mit sich: Zahlreiche Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette alternativer Antriebe – Produzenten von E-Fahrzeugen, Hersteller für Ladeinfrastruktur oder Anbieter von Mobilitäts-Dienstleistungen – sind hier bereits aktiv und zeigen, dass die nordrhein-westfälische Automobilindustrie gut gewappnet für die Mobilitätswende ist. —

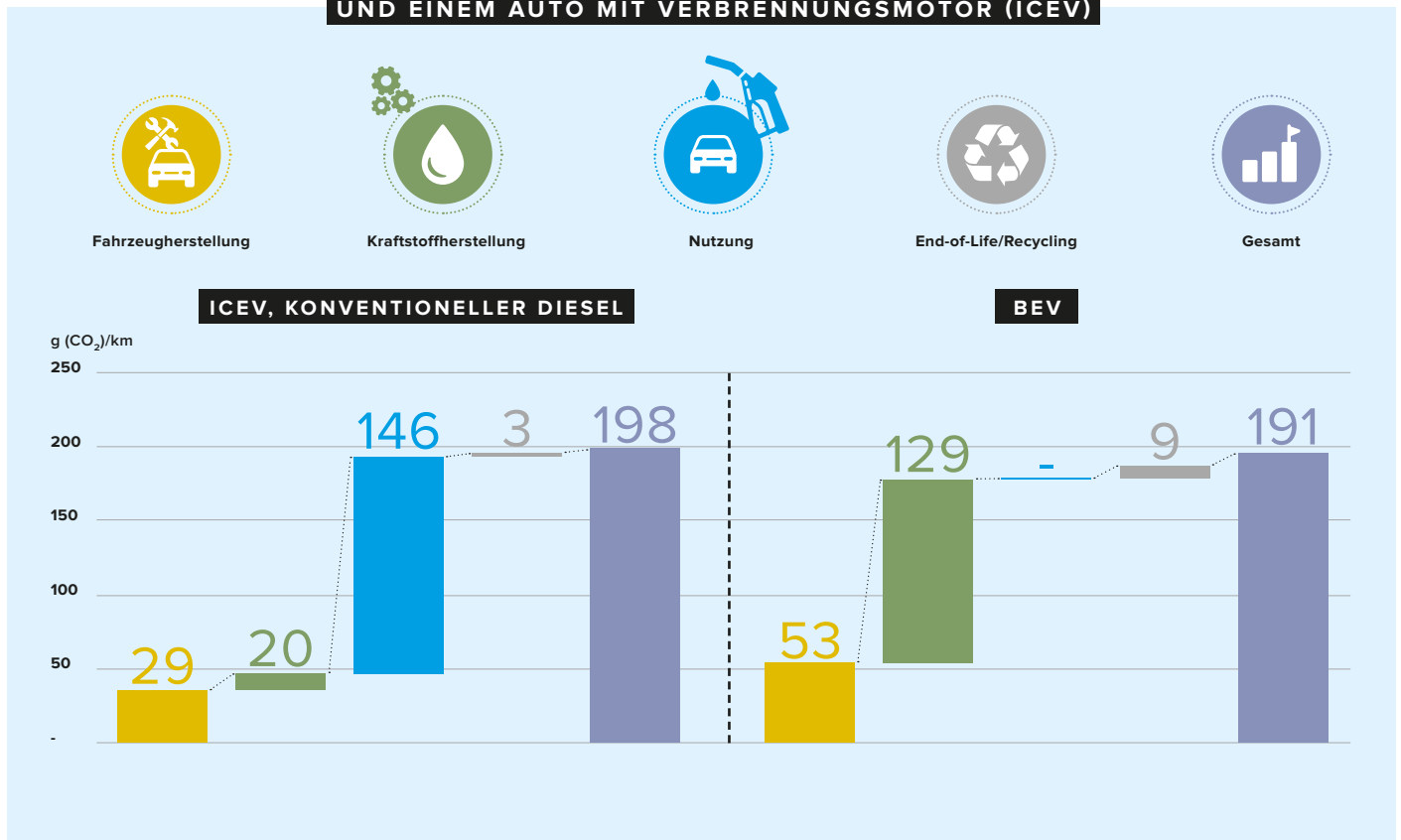
„DIE LANDESREGIERUNG SETZT  
AUF EINEN TECHNOLOGIEOFFENEN  
ANSATZ“

INTERVIEW Gerhard Walter





**UNTERSCHIEDE DER CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN ZWISCHEN EINEM MITTELKLASSEFAHRZEUG MIT BATTERIEELEKTRISCHEM ANTRIEB (BEV) UND EINEM AUTO MIT VERBRENNUNGSMOTOR (ICEV)**



Quelle: Frontier Economics, Studie „Die Gesamtbilanz für Antriebstechnologien im Individualverkehr heute und in Zukunft“, Seite 31

Hinweis: Fahrzeugtyp: Mittelklasse; Jahr der Anschaffung: 2020; Nutzungsdauer: 10 Jahre; Jahresleistung: 15.000 km; Kraftstoff: Diesel; Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario); Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario); Dynamisch

gen erst nach 150.000 Kilometern etwas für den Klimaschutz. Nach 200.000 Kilometern zeichnet sich, verglichen mit einem Diesel, der nur auf der Autobahn fährt, gerade mal ein Vorteil von 7 Prozent ab. E-SUVs erreichen Frontier Economics zufolge sogar bei einem realistischen Set der Einflussgrößen niemals den Break-even-Punkt: Vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sind bis zum Ende der Gesamtfahrleistung in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen im Vorteil.

Insgesamt zeigen die Rechenbeispiele: Batteriebetriebene Fahrzeuge fahren in den kleineren Leistungsklassen, wie der Kompaktklasse, ihren CO<sub>2</sub>-Rucksack bereits nach einigen Zigtausend Kilometern ein. Ist der Anspruch an Motorisierung und Leistung größer, verschiebt

sich der Break-even-Punkt mitunter sehr weit mit der Gesamtfahrleistung. Das Recycling von E-Autos ist zudem deutlich energieintensiver als das von Verbrennern. Das Batteriemodul ist komplex aufgebaut und nur unter hohem Energieaufwand in seine Einzelteile zerlegbar. Nicht einberechnet sind zudem die Auswirkungen durch die umweltbelastende Rohstoffgewinnung für Elektroautos, beispielsweise Kobalt aus Afrika und Lithium aus den Salzwüsten Boliviens.

**Politik muss für offene Rahmenbedingungen sorgen**

„Beide Antriebsarten, Batterie und Verbrennungsmotor, haben ihre Stärken und Schwächen“, fasst der Frontier-Studienautor Perner zusammen. Das Nebeneinander verschiedener Antriebsformen

sei berechtigt und funktioniere. Allerdings müsse die Politik auch für entsprechende Rahmenbedingungen sorgen, die den gesamten Lebenszyklus von Fahrzeugen im Auge haben, Verkehrs- und Klimapolitik global denken und vor allem offen sind gegenüber beiden Technologien. Nur so könnten beide Antriebsarten ihre jeweiligen Stärken ausspielen. „2050 ist es möglich, dass beide Antriebstechnologien bezahlbar und klimaneutral sind“, sagt Perner.

Unternehmen setzen bei ihren Planungen schon heute auf einen offenen Technologiemix. Ein Beispiel dafür ist der Stuttgarter Mahle-Konzern, mit 80.000 Mitarbeitern einer der größten Automobilzulieferer der Welt. Dipl.-Ing. Jörg Rückauf, Leiter Produktentwicklung Filtration & Motorperipherie, sagte im





## „Das zeigt deutlich, dass auch in Zukunft der Verbrennungsmotor dominiert.“

Dipl.-Ing. Jörg Rückauf,  
Leiter Produktentwicklung  
Filtration & Motorperipherie beim Mahle-Konzern

Frühjahr 2019 beim Motorenkongress der Autofachzeitschrift „ATZ“, man brauche beide Antriebstechniken, um beim Klimaschutz voranzukommen – nämlich „hocheffiziente Verbrenner, idealerweise betrieben mit klimaneutralen Kraftstoffen“, aber auch Elektroautos, betrieben mit Strom aus erneuerbaren Energien. Für 2030 erwarte man Rückauf zufolge weltweit 107 Millionen neu zugelassene Pkw, davon zwei Drittel mit Verbrennungsmotoren und ein Drittel mit alternativen Antrieben. „Das zeigt deutlich, dass auch in Zukunft der Verbrennungsmotor dominiert“, so Rückauf.

Der CO<sub>2</sub>-Abdruck all dieser neuen Verbrennungsmotoren muss, auch in Schwellen- und Entwicklungsländern, künftig deutlich kleiner werden. Dies lässt sich der Frontier-Economics-Studie zufolge effizient vor allem über synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) erreichen. Ihr großer Vorteil: Sie lassen sich aus erneuerbaren Energien herstellen und sind damit tatsächlich neutral in der Klimabilanz. „Synthetische Kraftstoffe bieten sich als mittelfristige Maßnahme an, da sie im Fahrzeugbestand ohne technische Anpassungen eingesetzt werden können – sowohl in Europa als auch in Teilen der Welt, in denen der flächendeckende Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen wegen fehlender Infrastruktur noch weit entfernt ist“, so die Studie. Nicht nur seien die Handhabung und die Nutzung von

E-Fuels gewohnt einfach. Ihr Einsatz werde sich beispielsweise im Luft-, See- und Schwerlastverkehr auch als nahezu unverzichtbar erweisen. Aber auch der Pkw-Sektor kann sowohl im Bestand als auch bei Neuwagen durch E-Fuels klimaneutral gestellt werden.

Das sieht auch Professor Dr.-Ing. Peter Gutzmer so, bis Oktober 2019 Technikvorstand und stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Zulieferers Schaeffler: „Wir werden den Einsatz von CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffen für die Bestandsflotte benötigen, wenn wir die ambitionierten Klimaziele erreichen wollen“, sagte er in einem Interview mit der Branchen-Website „Automobil Industrie“. „Der Verbrennungsmotor wird noch viele Jahre eine wesentliche Rolle für die individuelle Mobilität spielen.“



### BERECHNUNGSTOOL: BILANZ AUF KNOPFDRECK

Begleitend zu der Studie „Die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz für Antriebstechnologien im Individualverkehr heute und in Zukunft“ hat das Beratungsunternehmen Frontier Economics ein Berechnungstool erstellt, mit dem Nutzer die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Fahrzeugen auf Basis eigener Annahmen für sämtliche Einflussparameter und Szenarien selber ermitteln können. Das Tool ist dabei leicht verständlich und nutzerfreundlich aufgebaut: In einem Control Panel kann jeder Anwender eine Auswahl der wichtigsten Treiber für die CO<sub>2</sub>-Emissionen angeben und variieren – beispielsweise Fahrzeugtyp, Jahresfahrleistung oder verschiedene Entwicklungsszenarien für den Strom- und Energiemix. Auf Basis dieser Informationen zeigt das Tool per Knopfdruck die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanzen der Fahrzeugtechnologien an. Dabei lassen sich auch Einflussfaktoren berechnen wie beispielsweise bei Ladestrom ein zunehmender Anteil erneuerbarer Energie oder bei Verbrennungsmotoren die zunehmende Beimischung von E-Fuels aus Ökostrom. Alle der Berechnung zugrundeliegenden Annahmen, Quellen und Formeln sind transparent dargestellt.

Das Excel-Tool steht unter [www.uniti.de](http://www.uniti.de) neben der Studie zum Download bereit.



#### Ambitioniertes Ziel:

Die Bundesregierung hat beschlossen: Bis 2030 soll der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Vergleich zu 1990 um 55 Prozent gesenkt werden. Um die Klimaziele verlässlich zu erreichen, wird auch der Einsatz von strombasierten CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffen im Pkw-Sektor nötig sein.





# KURZ VOR DEM SPRUNG

TEXT Florian Sievers

Die deutsche Industrie steht vor riesigen Herausforderungen. Sie muss bis 2050 quasi klimaneutral werden. Um das zu schaffen, setzen vor allem energieintensive Branchen wie Stahl oder Zement auf bahnbrechende technische Innovationen.





Foto: Salzgitter AG

←

**Stahlproduktion 2.0:**

Coils, auf Spulen aufgewickelte Metallbänder, in einem Lager der Salzgitter AG. Mithilfe von grünem Wasserstoff soll innerhalb der nächsten Jahrzehnte die Kohle in der Stahlproduktion klimaneutral ersetzt werden.

**A**uf dem Gelände der Salzgitter Flachstahl GmbH könnte die Zukunft der Stahlproduktion bereits begonnen haben. **Dort ist seit 2019 das Pilotprojekt „GrInHy 2.0“ in Betrieb. Das Kürzel steht für „Green Industrial Hydrogen“, denn die Anlage im niedersächsischen Salzgitter erzeugt mit Dampf aus der Stahlherstellung sowie mithilfe erneuerbarer Energie reinen Wasserstoff. Diesen könnte das Unternehmen bald in großen Mengen brauchen, um bei der Stahlherstellung die CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträger Kohle und Koks zu ersetzen. Der Salzgitter-Konzern stellt darum 5,5 Millionen Euro für die Pilotanlage bereit.** Bis 2022 soll GrInHy 2.0, weltweit die größte Anlage ihrer Art, mehr als 100 Tonnen grünen Wasserstoff produzieren.

Wenn der Strom zur Elektrolyseproduktion von Wasserstoff wie in Salzgitter aus erneuerbaren Energiequellen stammt, ist das Verfahren CO<sub>2</sub>-neutral. Darum kann grüner Wasserstoff in zahlreichen Industriebranchen eine Schlüsselrolle bei der Dekarbonisierung einnehmen. Neue Verfahren wie das von GrInHy 2.0 sollen dem deutschen Industriesektor dabei helfen, seine Verpflichtungen zum Klimaschutz einzuhalten. Er muss seine Emissionen bis 2030 um fast ein Drittel im Vergleich zu 2018 senken. Bis 2050 soll er sogar quasi klimaneutral produzieren. „Weitermachen wie bisher ist also nicht möglich“, sagt Dr. Sascha Samadi vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Er hat dort die Studie „Klimaneutrale Industrie“ geleitet, die das Institut im Novem-

ber 2019 zusammen mit dem Thinktank Agora Energiewende herausgegeben hat. Die Untersuchung zeigt, wie die Industrieunternehmen die anstehende Herausforderung bewältigen können – sofern die Politik geeignete energie- und industriepolitische Rahmenbedingungen setzt. „Wollen wir bis 2050 tatsächlich Klimaneutralität erreichen, stehen wir allein in den energieintensiven Industrien, deren Beschäftigte wir vertreten, vor einer Aufgabe bislang ungekannten Ausmaßes“, betont Michael Vassiliadis, Vorsitzender der Industriegewerkschaft Bergbau Chemie Energie.

**Steigende Effizienz**

Zwar steigert die deutsche Industrie ihre Effizienz kontinuierlich. Und rein statistisch betrachtet, steht sie wegen des Einbruchs nach der Wiedervereinigung bei Vergleichen mit dem Stand von 1990 recht gut da. Allerdings, prognostizieren die Berater der Boston Consulting Group zusammen mit dem Wirtschaftsfor schungsunternehmen Prognos in einer Studie, könnte die Wirtschaft bis 2050 um 1,2 Prozent jährlich wachsen – was jegliche Einsparungen wieder zunichtemachen würde. Allein über Energieeffizienz wird die Industrie 2050 nicht komplett klimaneutral produzieren.

Nach einer Studie des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) von Anfang 2018 ist bei ambitioniertem Vorgehen grundsätzlich eine Senkung des Klimaausstoßes der Industrie um 80 Prozent bis 2050 möglich. Aber die Industrie kann nicht einfach in den kommenden Jahren alle Emissionen auf null herunterfahren. So bräuchte dem BDI zufolge allein die Chemiebranche 2050 so viel Strom, wie Deutschland insgesamt heute produziert, um vollkommen klimaneutral zu werden.

**Aber die Frage nach der Klimaneutralität entwickelt sich für die deutsche Industrie zur Überlebensfrage: Scheitert sie, drohen nicht nur saftige Strafzahlungen – sondern auch der Verlust der globalen Wettbewerbsfähigkeit.** Vor allem energieintensive Industrie- →



## „Deutschland könnte damit seine Klimaschutzziele einhalten – und das wiederum hätte weltweite Signalwirkung.“

Dr. Sascha Samadi,  
Wuppertal Institut für Klima,  
Umwelt, Energie

zweige wie Stahl, Grundstoffchemie oder Zement, die zusammen für 57 Prozent der industriellen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind, forschen darum an bahnbrechenden neuen Prozessen und Verfahren, um ihre Emissionen zu senken. Diese sogenannten Sprunginnovationen sind notwendig, weil viele Emissionen in den energieintensiven Industriezweigen aufgrund chemisch-physikalischer Gesetze bei den Produktionsprozessen selber anfallen – etwa bei der Stahlproduktion in Hochöfen oder bei der Zementherstellung. Sie lassen sich nicht einfach durch den Wechsel zu klimaneutralen Energieträgern vermeiden.

Die Chancen, dass neue technische Ansätze Lösungen für diese prozessbedingten Innovationen bereitstellen, sind hoch. „Die Technologien und Prozesse für eine klimaneutrale Industrie sind einsatzbereit oder befinden sich derzeit in der Entwicklung und Erprobung“, sagt der Industrieexperte Samadi vom Wuppertal Institut. So will die Chemieindustrie Stoffkreisläufe schließen („Circular Economy“), die Zementindustrie neue Bindemittel einsetzen sowie entstehendes CO<sub>2</sub> auffangen und einlagern („Carbon Capture and Storage“). Vor allem aber könnte klimaneutraler, grüner Wasserstoff eine bedeutende Rolle spielen. Der Studie von Agora Energiewende und Wuppertal Institut zufolge bietet er zahlreiche Vorteile. So können beispielsweise bei der Stahlproduktion Anlagen, die zunächst mit Erdgas, mittel- bis langfristig aber mit Wasserstoff betrieben werden, nach und nach ältere Hochöfen ersetzen. Bei optimaler Technologieentwicklung sind neue Verfahren für die Produktion von grünem Wasserstoff ab 2025 auf breiter Basis verfügbar, schätzen Experten.

### Idealer Zeitpunkt

Das wäre ein idealer Zeitpunkt. In den kommenden Jahren müssen viele Industriezweige in Deutschland ohnehin ihre Anlagen modernisieren, da diese turnusgemäß das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. So wird etwa die Stahlbranche bis 2030 wohl mehr als die Hälfte ihrer Hochöfen austauschen, die Zement-

industrie fast ein Drittel der Zementöfen. Die kapitalintensiven Anlagen haben oft eine Lebensdauer von 50 bis 70 Jahren. „Wenn man die Lebenszyklen der Anlagen betrachtet, dann ist das Zieljahr 2050 gar nicht mehr so weit entfernt“, sagt Industrieexperte Samadi.

Zwar sind die Unternehmen seiner Einschätzung nach durchaus bereit, den Wandel jetzt einzuläuten. Allerdings mangle es noch an Vertrauen in die deutsche und europäische Politik. „Viele Unternehmen stehen in den Startlöchern“, sagt Samadi, „aber die Industrie braucht klare Rahmenbedingungen.“ So warteten etwa die energieintensiven Branchen auf eine parteiübergreifende Zusicherung dafür, dass sie langfristig mit international konkurrenzfähigen Energiekosten rechnen können. Sie wollen außerdem sichergehen, dass sie nicht frühzeitig in die meist teureren klimaneutralen Technologien und Prozesse investieren – und dann im globalen Wettbewerb schlechter dastehen.

Der Studie zufolge bräuchte es für den Wandel zudem eine Quote für grünen Wasserstoff. Und der Staat müsste

die notwendigen Infrastrukturen wie zusätzliche Stromleitungen, Wasserstoff- sowie möglicherweise auch CO<sub>2</sub>-Pipelines zur Verfügung stellen.

Diese Maßnahmen zum Gelingen der industriellen CO<sub>2</sub>-Wende sind dabei ganz im Interesse Deutschlands. Andernfalls müssten Unternehmen Produktionsstätten stilllegen, wenn diese am Ende ihrer Lebensdauer angekommen sind. Und die Firmen würden stattdessen möglicherweise im Ausland neu investieren, wo sie bessere Rahmenbedingungen vorfinden. Damit aber wäre dem globalen Klimaschutz nicht geholfen – Stichwort: Carbon Leakage.

Gelingt der Wandel aber, dann eröffnet er viele neue Chancen und Möglichkeiten. So hat es zwar global gesehen nur vergleichsweise geringe Auswirkungen, ob deutsche Industrieunternehmen hierzulande vollkommen klimaneutral produzieren. Aus Deutschland stammen gerade mal 3 Prozent der globalen Industriemissionen. Über den frühzeitigen Einsatz innovativer neuer Verfahren und Prozesse könnten sich deutsche Unternehmen allerdings als technologische Vorreiter etablieren – und so die globale Entwicklung beeinflussen. „Deutschland könnte damit seine Klimaschutzziele einhalten – und das wiederum hätte weltweite Signalwirkung“, sagt Samadi.

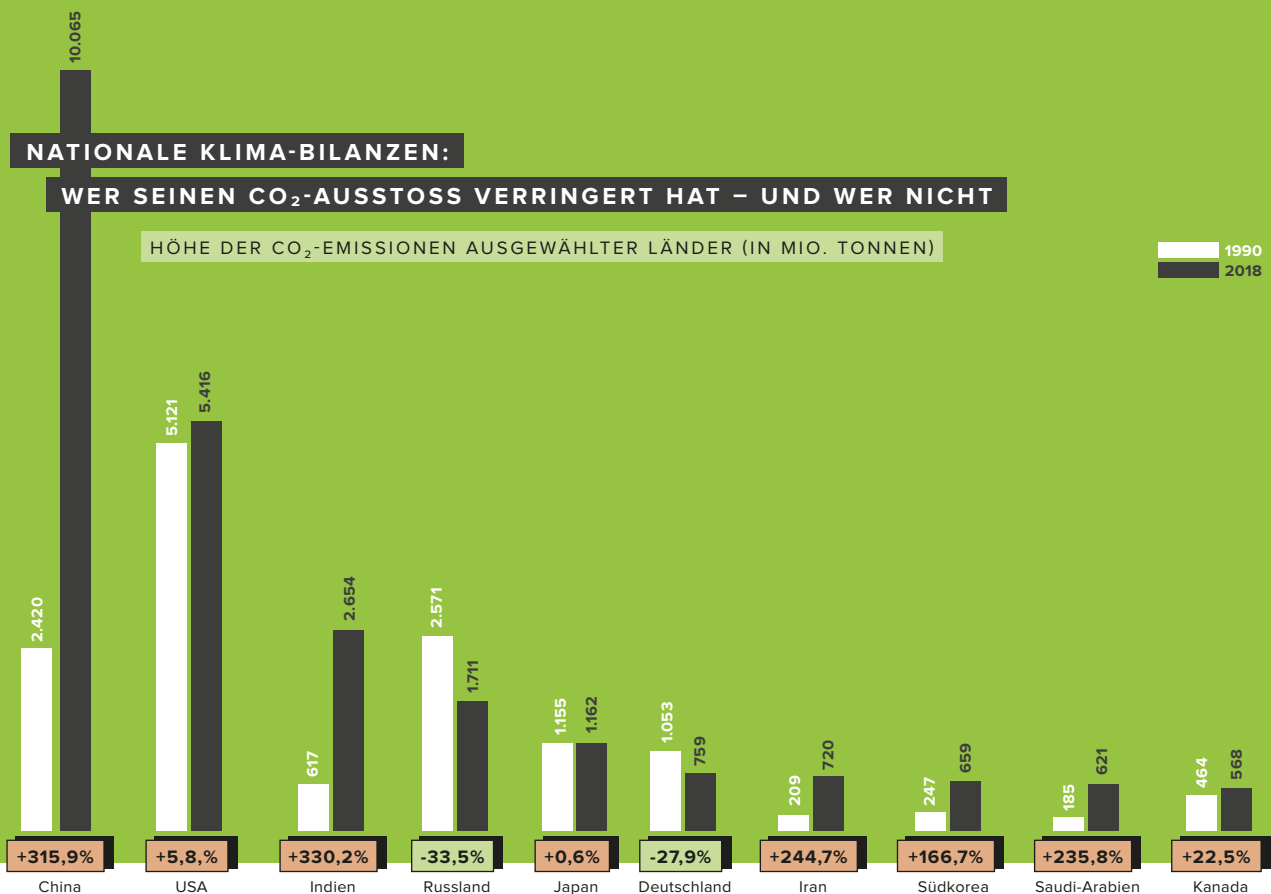
Und nicht nur das: Die neue deutsche Industrietechnologie sowie die damit erzeugten klimaneutralen Grundstoffe dürften sich auch zum Exportschlager entwickeln. „Wenn wir jetzt frühzeitig auf neue Prozesse und Anlagen umstellen, dann entsteht das Know-how dafür in Deutschland und Europa – und damit entstehen gute Möglichkeiten, dieses international zu verkaufen, sobald auch der Rest der Welt ambitionierten Klimaschutz im Industriesektor verfolgt“, sagt Samadi. Hierzulande würden sich dann Cluster zukunftsfähiger Industriestandorte etablieren. „Die deutsche Industrie“, schreiben Samadi und seine Mitautoren in ihrer Studie, „hat jetzt die Chance, mit mutigen Schritten die Grundlage für zukunftsfähige, gut bezahlte Industriearbeitsplätze und eine Technologieführerschaft zu legen.“



# -27,9%

Klimaschutzvorreiter und Effizienzweltmeister Deutschland:

In der Zeit von 1990 bis 2018 hat Deutschland in einem Ländervergleich als eines von zwei Ländern seinen CO<sub>2</sub>-Ausstoß senken können: von 1.053 Millionen Tonnen auf 759 Millionen Tonnen – das ist ein Rückgang um 27,9 Prozent. Im selben Zeitraum steigerte die Bundesrepublik ihr Bruttoinlandsprodukt um 123 Prozent. Übrigens: Auch Russland hat im selben Zeitraum seinen Kohlendioxidausstoß reduziert – hier gibt es ein Minus von 33,5 Prozent. Im Riesenreich liegt die Ursache für den CO<sub>2</sub>-Rückgang allerdings weniger beim Klimaschutz als vielmehr im Zusammenbruch großer Teile der russischen Wirtschaft nach dem Ende des Kommunismus.



INTERVIEW Gerhard Walter

Bundesforschungsministerin Anja Karliczek über die Bedeutung von grünem Wasserstoff für eine erfolgreiche Energiewende und die damit verbundenen Chancen deutscher Unternehmen.



#### Anja Karliczek

ist seit März 2018 Bundesministerin für Bildung und Forschung. Im Januar 2017 wurde sie zur Parlamentarischen Geschäftsführerin der CDU/CSU-Bundestagsfraktion gewählt. Die CDU-Politikerin ist verheiratet und Mutter von drei Kindern. Bei den Bundestagswahlen 2013 und 2017 holte sie im Wahlkreis Steinfurt III das Direktmandat.

**Frau Karliczek, im „Spiegel“ äußerten Sie sich zu den Potenzialen grünen Wasserstoffs für Deutschlands Energiewende. Welche Reaktionen gab es auf Ihre Pläne?**

— Ich habe mich sehr gefreut, dass es so viele positive Reaktionen und innovative Ideen aus der Industrie, der Wissenschaft, aber gerade auch von Bürgerinnen und Bürgern gab. Grüner Wasserstoff ist für mich in der Tat der Energieträger der Zukunft. Er wird klimafreundlich aus Wind- und Sonnenenergie erzeugt. Grüner Wasserstoff ist aber nicht nur ein klimafreundlicher Energieträger, er kann sogar in der Industrie eingesetzt werden, um CO<sub>2</sub>-

Emissionen unschädlich zu machen. Damit hat er das Potenzial, die Energiewende wirklich ins Ziel zu bringen. Das wird weltweit gesehen. Nicht zuletzt wegen unserer zentralen Lage in Europa und wegen unserer starken Industrie wird genau hingeschaut, wie wir uns zu dieser Zukunftstechnologie positionieren.

**? Fühlen Sie sich durch EU-Kommissions-Vizepräsident Frans Timmermans bestätigt, der erklärte, die europäische Wirtschaft zu einem weltweiten Vorreiter im Bereich Wasserstoff ausbauen zu wollen?**

— Absolut. Damit Europa bis 2050 klimaneutral wird, müssen wir kli-

mafremde Lösungen vor allem für die CO<sub>2</sub>-intensiven Industrien der Stahl- oder Chemieproduktion finden. Diese Herausforderung sehe ich – wie Herr Timmermans – als wirtschaftliche Chance für Europa. Der Grüne Wasserstoff kann der Game Changer sein. Und daher ist es wichtig, dass Deutschland Treiber und Trendsetter dieser Technologie wird. Schließlich sind wir Innovationsland und wollen es auch bleiben.

**? Sie erklärten, dass Deutschland als Industrienation auch noch in 50 Jahren Energieimporteur bleiben wird. Warum ist die Vorstellung von der Energieautarkie für unsere**



# „Deutschland muss Treiber und Trendsetter der Wasserstofftechnologie werden.“

## Volkswirtschaft zu kurz gegriffen?

— Wir führen schon heute gut 80 Prozent unserer Energie aus dem Ausland ein. Und es ist klar, dass sich Deutschland auch in den nächsten 50 Jahren nicht selbst mit Energie versorgen können. Rund 25 Prozent unseres Bedarfs werden wir nach Berechnungen von Experten aus heimischen Wind- und Solaranlagen gewinnen. Aber das reicht nicht. Meine Idee ist, unseren Energiebedarf bis 2050 zu mehr als 50 Prozent aus importiertem, nachhaltig erzeugtem Wasserstoff zu decken.

**? Der Ausbau von Windkraftanlagen an Land ist in Deutschland im vergangenen Jahr nahezu zum Erliegen gekommen. Hierzulande ist die Akzeptanz für diese Technologie bei der Bevölkerung offensichtlich an ihre Grenzen gestoßen. Welche Standorte bieten sich weltweit für die Produktion grünen Wasserstoffs besonders an?**

— Um Grünen Wasserstoff effizient produzieren zu können, brauchen Sie viel Fläche, Wind und Sonne. Auch stabile politische Verhältnisse sind wichtig. Wir sind mit Australien im Gespräch und vor allem mit afrikanischen Staaten. Afrika hat in weiten Bereichen sehr viele Tagesstunden mit direkter, intensiver Sonnenlichteinstrahlung. Zu Afrika arbeitet mein Haus gerade einen Potenzialatlas, der uns günstige und stabile Regionen aufzeigt.

**? Der Aufbau von Wasserstoffherstellungskapazitäten stellt für Entwicklungs- und Schwellenländer eine immense wirtschaftliche Chance dar, gleichzeitig ist der Aufbau einer neuen Infrastruktur eine große Herausforderung. Wie können die deutsche Forschungslandschaft und unser weltweit führender Maschinen- und Anlagenbau diese Länder unterstützen?**

— Was wir brauchen, ist ein Kreislauf, in dem alle Beteiligten profitieren. Meine Idee ist, dass Deutschland die Technik verkauft, also Windräder, Meerwasserentsalzungsanlagen und Elektrolyseure. Unsere Partner in Afrika verkaufen uns im Gegenzug die Energie, die sie mithilfe deutscher Umweltechnik her-

„Meine Idee ist, unseren Energiebedarf bis 2050 zu mehr als 50 Prozent aus importiertem, nachhaltig erzeugtem Wasserstoff zu decken.“

stellen. In der Vergangenheit haben wir in rund 20 Ländern im westlichen und südlichen Afrika, wie zum Beispiel Ghana, Forschungseinrichtungen aufgebaut. Wir sind dort als verlässliche Partner hoch angesehen, weil wir auf Augenhöhe mit den Ländern zusammenarbeiten und auch Wertschöpfungsketten mit deutschen Unternehmen aufbauen. Und wenn in Afrika ein stabiles Wirtschaftssystem entsteht – auch dank der Wasserstoffindustrie –, dann wird der Kontinent insgesamt stabiler. Das ist doch im deutschen Interesse.

**? Inwiefern schaffen wir damit weltweit auch neue Absatzmärkte für unsere leistungsstarken Technologien „Made in Germany“?**

— Wenn wir den Schritt in die Wasserstoffwirtschaft erfolgreich meistern, können wir die Technologie in viele Länder exportieren und so außerdem weltweit viel für die Klimawende tun. Wir haben das Know-how und die Fachkräfte für große Industrieanlagen. Unser Ziel muss sein, dass Deutschland bei der Wasserstofftechnologie Weltmarktführer wird. Aber wir müssen sehr schnell sein. Länder wie Frankreich, Norwegen, Japan, die USA und Kanada sowie vor allem China befassen sich intensiv mit der Wasserstofftechnologie.

**? Über Synthesenanlagen kann der grüne Wasserstoff direkt am Erzeugungsort in klimaneutrale flüssige Kraft- und Brennstoffe umgewandelt werden. Damit ließe sich erneuerbarer Strom sehr einfach speichern und weltweit transportieren. Wird grüner Wasserstoff damit zum Schlüssel für den Kampf gegen den Klimawandel?**

— In Zeiten des Klimawandels ist der Grüne Wasserstoff für mich ganz klar der Energieträger der Zukunft. Sie können ihn auch als das Öl von morgen bezeichnen – allerdings ohne die schädlichen Folgen. Wasserstoff kann überall verwandt werden, etwa auch als Autoantrieb oder zum Heizen. Das Potenzial ist also enorm. Darum lohnt sich auch jeder Euro, den wir in die Erforschung der Technologien stecken, zum Beispiel die zusätzlichen 310 Millionen Euro, die wir allein im Energie- und Klimafonds bis 2023 hierfür vorgesehen haben. Der grüne Wasserstoff kann die Energiewende ins Ziel bringen. ■

# Anrechenbarkeit für klimaneutrale PtX öffnen

TEXT Dirk Arne Kuhrt

Die Klimaziele bis 2050 stehen fest und sie sind ambitioniert. Für das Jahr 2030 werden sie erstmalig für jeden Sektor konkretisiert. Im Gebäudereich ist bereits einiges geschafft worden, bis zur Klimaneutralität 2050 bleibt noch vieles zu tun. Die Gretchenfrage ist nun: Wie geht es am besten weiter?

In vielen Jahrzehnten hat sich – national und international – eine Energieversorgungsstruktur herausgebildet, die in hohem Maße auf die fossilen Energieträger Kohle, Gas und Öl setzt. Das hatte gute Gründe, unter anderem die technische Verlässlichkeit bei deren Anwendung, Versorgungssicherheit, wirtschaftliche Vertretbarkeit, im Vergleich zur Kernkraftnutzung vielleicht auch noch die geringere Gefahrneigung. Mit der Festlegung der Klimaziele passen diese fossilen Energieträger nicht mehr in die künftige Welt. Klimaneutrale Energien werden zukünftig die Energieerzeugung, -versorgung und -nutzung zunehmend prägen. Entscheidend ist,

ob die politischen Regularien dazu passen. Hier gibt es Handlungsbedarf.

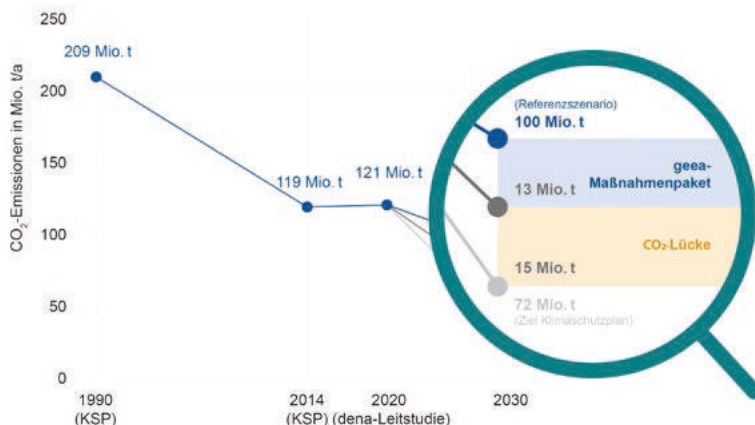
## Gebäudesektor: Einiges erreicht und vieles zu tun

Im Vergleich zu 1990 konnte im Gebäudesektor bis heute ein Emissionsrückgang von über 40 Prozent verzeichnet werden, zu dem vieles beitrug, wie Gebäudesanierungen, Heizungsmodernisierungen, zunehmende Einkopplung erneuerbarer Energien, Neubauten mit besserer energetischer Qualität etc. Es wurde hier also einiges erreicht. Natürlich hätte es auch mehr sein können, weshalb breite Kreise der Wirtschaft viele Jahre und immer wieder eine technolo-

gieoffene steuerliche Förderung forderten. Für 2030 ist nun die weitere Emissionsreduktion bis auf 72 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> festgelegt. Eine Projektion der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea) zeigt: Dieser Wert scheint nicht unerreichbar, obgleich er große Anstrengungen erfordern wird. Wie kann das gelingen? Die geea hat dazu in Zusammenarbeit mit zwei namhaften wissenschaftlichen Institutionen ein Maßnahmenpaket in die Diskussion gebracht.

**Steuerliche Sanierungsförderung, CO<sub>2</sub>-Bepreisung, PtX-Brennstoffe**  
Interessant dabei: Von den 14 Maßnahmen können finanzielle Anreize, wie die

## CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IM GEBÄUDESEKTOR



Auch wenn das geea-Maßnahmenpaket in vollem Umfang umgesetzt wird, fehlen weitere 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, die über zusätzliche Maßnahmen eingespart werden müssen!

Quelle: Klimaschutzplan 2050 (KSP), dena, geea

**geea**  
Die Allianz für  
Gebäude-Energie-Effizienz

**dena**  
Deutsche Energie-Agentur





„Die Zielerreichung ist möglich, am effizientesten und kostengünstigsten auf einem technologieoffenen Pfad.“

Andreas Kuhlmann,  
Vorsitzender der dena-Geschäftsführung und  
Sprecher der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea)

PTX = AUF  
ERNEUERBAREM  
STROM  
BASIERENDE  
FLÜSSIGE UND  
GASFÖRMIGE  
ENERGIETRÄGER

steuerliche Sanierungsförderung, flankiert von qualifizierter Kundeninformation einen großen Beitrag leisten. Das Ordnungsrecht dagegen wird nicht als zentrales Mittel angesehen, jedoch für bereits bestehende Regelungen ist ein besserer Vollzug ratsam. Aber auch mit diesem Paket verbleibt noch eine „CO<sub>2</sub>-Lücke“ bis 2030. Die gute Nachricht: Sie kann geschlossen werden – zum Beispiel mit der „Beschleunigung der Markteinführung von PtX-Brennstoffen“, der „Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung“ beziehungsweise eines THG-Zertifikatehandels und weiteren Maßnahmen. Die beschleunigte Markteinführung von PtX, an erster Stelle genannt, kann nach Ansicht der Experten auch bereits vor 2030 emissionsmindernde Effekte auslösen. Voraussetzung sei allerdings die Einleitung des internationalen PtX-Markthochlaufs.

#### Hohe Konzentration auf den internationalen PtX-Markthochlauf

Daraus kann sich nur eine Konsequenz für die Politik ergeben: mit hoher Konzentration schnellstmöglich den internationalen Markthochlauf von PtX ermöglichen. PtX, in großen Mengen in sonnen- und windreichen Regionen herstellbar und von dort sehr gut importierbar, können verlässlich und wirtschaftlich in die Klimaneutralität führen. Und: Mit Beimischung zu konventionellen flüssigen und gasförmigen Brennstoffen könnten sich erste Effekte, dann auch im Gebäudebereich, zügig einstellen.

#### Notwendige Voraussetzung:

##### Anrechenbarkeit für PtX

Der zunehmende Einsatz von PtX in energetisch effizienten Gebäuden und modernen Heizungen könnte also ein breitenpraktikabler klimaneutraler Lösungsweg sein. Einzig und allein die Anrechenbarkeit von PtX, ob flüssig oder gasförmig, ist noch im Gebäudeenergiegesetz (kurz GEG) unterzubringen. Da das GEG derzeit noch verhandelt wird, hat die Politik es jetzt in der Hand, die Tür für die effiziente Anwendung von PtX im Gebäudebereich zu öffnen und damit dem klimaneutralen Gebäudesektor einen großen Schritt näher zu kommen. Zudem würde erst ein möglichst breites Angebot klimazielkonformer Technologien den Verbrauchern ermöglichen, sich optimal von den künftigen CO<sub>2</sub>-Preiskosten „befreien“ zu können – hier wird auch die sozialpolitische Relevanz einer PtX-Anrechenbarkeit erkennbar. ■



Die Studie der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz steht unter [www.dena.de](http://www.dena.de) zum Download bereit.

### DREI SÄULEN DER ENERGIEWENDE IN GEBÄUDEN



Förderung



Beratung und  
Kommunikation



Ordnungsrecht



Quelle: dena, geea



#### CO<sub>2</sub> Reduktion: Förderung wichtigster Baustein

Mit dem geea-Maßnahmenpaket lassen sich bis 2030 in Gebäuden zusätzlich ca. 13 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen. Wichtigste Komponente: ein Ausbau der Förderung.

geea  
Die Allianz für  
Gebäude-Energie-Effizienz

dena  
Deutsche Energie-Agentur

INTERVIEW Gerhard Walter

Als Standort für die Wasserstofftechnologie ruhen große Hoffnungen auf der einstigen Kohlehochburg Lausitz. Im Interview berichtet Brandenburgs Wirtschaftsminister Jörg Steinbach (SPD), warum E-Fuels künftig eine deutlich größere Rolle bei der Energiewende einnehmen werden.

# Blaupause für die Transformation

## Jörg Steinbach

ist Minister für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg. Der Sozialdemokrat und promovierte Chemieingenieur war unter anderem in leitender Funktion bei der Schering AG sowie als Präsident der TU Berlin und als Gründungspräsident der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg tätig. Steinbach ist verheiratet und Vater von drei Kindern.

**Herr Steinbach,** im Zuge der Energiewende und des damit verbundenen Kohleausstiegs steht die Lausitz vor großen strukturellen Herausforderungen. Gerade dort soll jetzt ein neues Speicherkraftwerk auf Wasserstoffbasis entstehen und zukunftssichere Arbeitsplätze schaffen. Welchen Stellenwert hat das Vorhaben für die Region?

— Das „Referenzkraftwerk Lausitz“ ist ein Energieforschungsprojekt, das vom Bundeswirtschaftsministerium als ein „Reallabor der Energiewende“ ausgewählt wurde und gefördert wird. Mit dem Referenzkraftwerk soll demonstriert werden, wie die verschiedenen Dienstleistungen und Produkte eines fossilen Kraftwerks – zum Beispiel Regelenergie, Spannungshaltung oder Frequenzhaltung – auf Basis von erneuerbaren Energien bereitgestellt werden können. Ein wichtiges Modul dieses Kraftwerks ist die Speicherung von erneuerbarem Strom in chemischer Form – als Wasserstoff. Das Vorhaben hat erhebliche Bedeutung für die Region, weil





## „Wir müssen schnell einen Heimatmarkt für Wasserstofftechnologien aufbauen, um eine Markt- und Technologieführerschaft zu erreichen.“

es exemplarisch die Zukunft von Kraftwerksstandorten in einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung aufzeigen soll. Es ist zwar ein Demonstrationsprojekt, aber gezielt so angelegt, dass es skalierbar ist und damit eine Blaupause darstellt für die Transformation der Kraftwerksstandorte der brandenburgischen und sächsischen Lausitz und darüber hinaus.

### ? Warum bietet sich gerade die Lausitz als Standort zur Erzeugung von grünem Wasserstoff und für Power-to-X-Technologien an?

Da sind zum einen die vorhandene exzellente Infrastruktur aus Energienetzen für Strom und Gas, das vorhandene Know-how und die hochqualifizierten Facharbeiter aus dem Energiesektor. Und da sind zum anderen der schon heute hohe Anteil an erneuerbaren Energien und das vorhandene zusätzliche Potenzial beispielsweise für die Photovoltaik. Schließlich gibt es mit Schwarzheide oder Eisenhüttenstadt große Industriestandorte, die künftig einen erheblichen Bedarf an grünem Wasserstoff haben werden. Auch die Raffinerie in Schwedt zählt dazu. Aber, was in der Diskussion immer wieder betont werden muss: Das Thema „grüner“ Wasserstoff ist zuallererst ein industriepolitisches! Wir müssen schnell einen Heimatmarkt für Wasserstofftechnologien aufbauen, um eine Markt- und Technologieführerschaft zu erreichen. Ziel ist es dabei, den Brandenburger Überschussstrom, der aufgrund mangelnden Netzausbaus nicht in Regionen mit Bedarf übertragen werden kann, einer Wertschöpfung zuzuführen – Stichwort Sektorkopplung.

### ? Das bringt uns zur Nationalen Wasserstoffstrategie, an der die Bundesregierung gerade arbeitet. Welche Erwartungen haben Sie an die Strategie?

Meine Erwartungen könnten höher nicht sein. Mit der Wasserstoffstrategie muss die Bundesregierung die jahrelange Fixierung auf den Energieträger Strom beenden und die Weichen für die Energiewende so stellen, dass auch der Energiebedarf der anderen Sektoren – Wärme, Industrie und Mobilität – tat-

sächlich sukzessive mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann. Die Energiewende wird nur mit einem Mix der Energieträger funktionieren, nicht mit Strom alleine. Wir brauchen Elektronen UND Moleküle. Die Strategie muss kurzfristig umzusetzende Schritte aufzeigen, mit denen der schnelle Aufbau eines Heimatmarktes für Wasserstofftechnologien gelingen kann. Wichtigste Voraussetzung dafür ist eine Marktnachfrage nach grünem Wasserstoff, für die die „grüne“ Eigenschaft einen Wert bekommen muss, weil er den Preiswettbewerb mit konventionellem, grauem Wasserstoff sonst nicht gewinnen kann.

### ? Der Verkehrssektor wird auf lange Sicht auf flüssige Energieträger angewiesen sein. Welche Rolle spielt die Produktion von synthetischen klimaneutralen Kraftstoffen mittels grünem Wasserstoff?

Sie wird meines Erachtens eine deutlich größere Rolle spielen, als viele im Moment glauben. Die Diskussion hierüber kreist leider immer noch viel zu sehr um das Thema Wirkungsgrad. Dabei wird seltsamerweise immer davon ausgegangen, dass wir die komplette Menge der benötigten synthetischen Kraftstoffe, der sogenannten E-Fuels, in Deutschland produzieren, mit dem hierzulande begrenzten Potenzial erneuerbarer Stromerzeugung. Durch diese Brille betrachtet, wird dann Strom aus erneuerbaren Energien zu einem knappen, kostbaren Gut, welches so effizient wie möglich verwendet werden muss. Auch die untauglichen Vorschläge, die Ver-

wendung von grünem Wasserstoff gezielt zu steuern beziehungsweise an bestimmten Stellen wie dem Straßenverkehr auszuschließen, basieren auf dieser Sichtweise. Die hohen CO<sub>2</sub>-Kosten im Straßenverkehr sind aber der größte Hebel für einen marktbasierten Hochlauf von Wasserstofftechnologien – den müssen wir nutzen! Was hier immer noch übersehen wird, ist, dass es Gegenden auf der Welt gibt, in denen die Produktion einer Kilowattstunde Solarstrom schon heute weniger als 1,5 US-Cent kostet. Bei diesen Kosten spielt der Wirkungsgrad schlicht keine Rolle mehr.

Strom wird zu einer Primärenergie wie Rohöl. Die Umwandlung in chemische Energieträger wie Wasserstoff oder Methanol ist dann die einzige Möglichkeit, erneuerbare Energien zu speichern und über lange Strecken zu transportieren, und damit die Voraussetzung für einen internationalen Markt für erneuerbare Energieträger.

### ? Studien zeigen, dass der Bedarf für Elektrolyse-Technologie weltweit rasant zunehmen wird. Entscheidet sich möglicherweise in der Lausitz, ob und in welchem Umfang diese Technologie zu einem wichtigen Exportschlagern wird?

Vielleicht nicht in der Lausitz alleine, aber auch in der Lausitz. Wir haben im vergangenen Jahr eine Potenzialstudie in Auftrag gegeben. Wir wollten wissen, welches Arbeitskräftepotenzial in Wasserstofftechnologien für Brandenburg steckt. Ergebnis: Wenn es uns gelingt, die Produktion von nur 10 Prozent der Elektrolysekapazität nach Brandenburg zu holen, die die großen Klimastudien in Deutschland für zwingend notwendig halten, könnten alleine daraus – nur aus dem Anlagenbau – rund 7.000 neue Arbeitsplätze entstehen. Das zeigt deutlich, wie sinnvoll und wichtig es ist, sich als Wirtschaftsminister intensiv um dieses Zukunftsthema zu kümmern. Aber die Voraussetzung dafür ist jetzt tatsächlich das Schaffen der Rahmenbedingungen, auf die so viele Akteure, die bereits in den Startlöchern stehen, sehnsüchtig warten. Und da ist jetzt vor allem die Bundesregierung am Zug. ■

## DEUTSCHLAND SOLL ZENTRUM FÜR PTX-FORSCHUNG WERDEN

Bekanntnis in Madrid: Bundesumweltministerin Svenja Schulze (SPD) hat auf der UN-Klimakonferenz im Dezember vergangenen Jahres angekündigt, ein Power-to-X-Sekretariat mit Sitz in Berlin einzurichten. Mit dieser Initiative soll Deutschland zum Zentrum für nachhaltige synthetische Kraft- und Brennstoffe aus Ökostrom werden. Aufgaben des Sekretariats werden die Förderung des internationalen Wissensaustauschs rund um Power-to-X-Technologien sowie der

Anschub industrieller Verfahren sein. „Wir brauchen eine weltweite Strategie für die Herstellung synthetischer Brenn-, Kraft- und Grundstoffe aus Ökostrom. Diese können perspektivisch national wie international einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und für den Aufbau einer klimaneutralen Wirtschaft leisten“, sagt die Bundesumweltministerin. Für die Produktion kämen vor allem Länder mit besonders viel Sonnen- und Windstrompotenzial infrage. ■



### DROHENDE MASSENENTLASSUNGEN

BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG IN DER DEUTSCHEN AUTOINDUSTRIE BEI NEUZULASSUNGEN VON ZEHN MILLIONEN ELEKTROFAHRZEUGEN BIS 2030

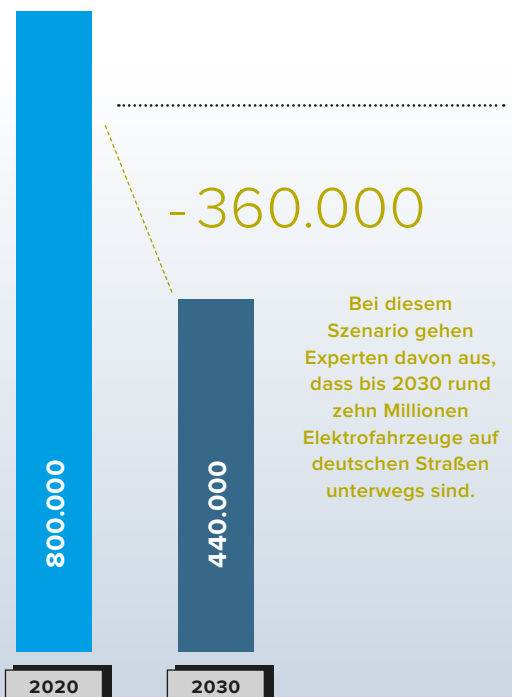
Durch den von der Politik erzwungenen Wechsel auf Elektromobilität droht der deutschen Automobilindustrie ein beschäftigungspolitisches Debakel.

So geht der Verband der Automobilindustrie davon aus, dass in den kommenden zehn Jahren etwa 70.000 Stellen wegfallen. Die nichtstaatliche Umwelt- und Naturschutzorganisation BUND rechnet sogar damit, dass rund 360.000 der heutigen 800.000 Arbeitsplätze dem Umstieg auf die E-Mobilität weichen müssen. Betroffen wären nicht nur Geringqualifizierte, sondern auch Fachkräfte. Der Grund: Der Zusammenbau von Elektroautos ist weniger arbeitsintensiv und benötigt weniger Know-how als der von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Allerdings ist noch völlig unklar, ob das E-Auto bei den Kunden ankommt. Derzeit fährt ein Promille aller Autos in Deutschland mit Elektroantrieb. ■

## LEISTUNGSANSTIEG BEI ELEKTROLYSEUREN



Grüner Wasserstoff gilt zunehmend als wichtiges Element der Energiewende. Der mithilfe von Strom aus erneuerbaren Quellen auf dem Wege der Elektrolyse erzeugte Energieträger ist klimaneutral und kann direkt eingesetzt werden, etwa für den Betrieb von Brennstoffzellen. Oder er kann weiterverarbeitet werden zu flüssigen synthetischen Kraft- und Brennstoffen. Derzeit wird der mit einer Leistung von zehn Megawatt größte Elektrolyseur der Welt auf dem Gelände der Shell-Raffinerie in Wesseling bei Köln gebaut. Technologiepartner ist das britische Unternehmen ITM Power, das zusammen mit dem deutschen Edelgasspezialisten Linde in diesem Jahr auch mit dem Bau einer Fabrik in Sheffield beginnen will, die jährlich Elektrolyseanlagen mit einer Gesamtleistung von einem Gigawatt produzieren soll. Schon im Sommer 2020 könnte dort die Produktion starten. Calum McConnell, Managing Director bei ITM Power: „Wir brauchen eine Industrialisierung.“ Nur dann könne es gelingen, grünen Wasserstoff konkurrenzfähig zu machen. ■



Quelle: BUND, Handelsblatt



# VON DENKERN UND DACKELN

DIE DEUTSCHE ENERGIEPOLITIK BLICKT EINSEITIG AUF DIE DIREKTANWENDUNGEN BEIM WASSERSTOFF. SPEICHERMÖGLICHKEITEN ODER DIE NUTZUNG VON H<sub>2</sub> ALS ZWISCHENPRODUKT ETWA FÜR DIE HERSTELLUNG VON E-FUELS BLEIBEN AUSSER ACHT. EIN FEHLER.

**K**onjunktur entwickelt sich in Wellen, in kurzen (drei bis sieben Jahre) und in langen (bis 30 Jahre). Nicht anders verhält es sich mit der energiepolitischen Diskussion in Deutschland. Die langen Zeitläufe brachten nach der Kohle das Erdöl, später die Kernkraft hervor. Dann begann der Vormarsch der Erneuerbaren. Die schnelleren Zyklen spielen sich nun aktuell innerhalb der grünen Energie ab, insbesondere im Verkehrssektor. Der Gasmobilität – wahrweise mit Autogas oder CNG – folgte ein kurzer Wasserstoff-Hype, ehe das batteriegetriebene Elektroauto als vermeintliches Nonplusultra gefeiert wurde. Seit rund fünf Jahren haben die Akkus Hochkonjunktur in der politischen Debatte.

*Doch es läuft wie gewohnt: Die Politik gibt die Technik vor, die Automobilhersteller dackeln hinterdrein ...*

Doch seit einigen Monaten läuft es wieder anders. Inzwischen hat sich herumgesprochen, dass es so einfach nicht ist. Denn die Akkukutschen sind nicht sauber – weder angesichts des aktuellen Strommixes noch mit Blick auf Herstellung und Recycling der Speicher. Plötzlich kommt Wasserstoff wieder in den Blick: Zunächst für Lkw, Luft- und Schifffahrt, wo die Batterietechnik unstrittig nicht geeignet ist. Prompt legt das Wirtschaftsministerium eine „Nationale Wasserstoffstrategie“ vor und BMW kündigt den Markteintritt

neuer Wasserstoff-Pkw für 2022 an. Und das, obwohl es erst 82 öffentliche Wasserstofftankstellen hierzulande gibt (und fast 14.500 mit herkömmlichem Treibstoff).

Doch so wie sich Konjunkturen wiederholen, wiederholen sich auch die Fehler in der Debatte. Denn wieder entscheidet die Regierung, mit welcher Technik die Wirtschaft voranzukommen hat. Der Schwerpunkt liegt auf der Direktverwendung des Wasserstoffs, nicht so sehr auf der Speichermöglichkeit oder der Nutzung als Zwischenprodukt für die Herstellung von E-Fuels.

Der neue Aktionismus ist Ausweis des generellen Problems der deutschen Energiepolitik: Stets beschränkt sie sich auf Teilsichten, nie richtet sie den Blick auf das große Ganze. Es fehlt seit Jahrzehnten ein umfassendes Konzept, das jedem Energieträger einen Platz in vernünftigem Einsatz und realistischer Menge lässt. Das hat vor allem zwei Gründe: ideologische Fixierung und staatliche Verordnung. Denn statt Ergebnisse und Leistungen vorzugeben und den Ingenieuren und Kaufleuten die Realisierung aufzulegen – und damit zu überlassen –, geben Regierung und Parlament die vermeintlich richtige Lösung vor. Das kann erstens schiefgehen (eine Physikerin im Kanzleramt ersetzt kein Parlament ohne Naturwissenschaftler und Unternehmer) und wird zweitens garantiert kostspielig.

So schwappt auch die neue Diskussionswelle über jene Energieträger hinweg, die am einfachsten einzuführen wären. E-Fuels, also mit Strom erzeugte grüne Kraftstoff-

fe, sind zwar noch teurer als Erdöl-Sprit, verfügen aber im Vergleich zur Batterie und zu direkt verwendetem Wasserstoff über einen praktischen wie finanziellen Vorteil: Sie können mit der vorhandenen Infrastruktur, sprich: dem dichten Tankstellennetz in ganz Europa, leicht auf die Straße gebracht werden. Keine Ladesäulen sind nötig, Produktion und Nutzung sind ungefährlich.

Doch es läuft wie gewohnt: Die Politik gibt die Technik vor, die Automobilhersteller dackeln hinterdrein – teils mangels eigener Vorstellungen, teils aus Angst, bei den Regierenden in Ungnade zu fallen.

Um nicht missverstanden zu werden: Das Primat der Politik ist in der Demokratie unantastbar. Nur: Die Prioritäten sind falsch. Denn das gesellschaftliche Ziel ist ja nicht das Akku-Auto, sondern die umweltverträgliche Mobilität. Dieses Ziel soll, ja muss der Staat vorgeben. Ist der Rahmen richtig gesetzt, liefern Wissenschaft und Wirtschaft das gewünschte Ergebnis zum günstigsten Preis. ■



HENNING KRÜMREY, Jahrgang 1962, studierte Volkswirtschaft und Politikwissenschaft in Berlin und Köln und absolvierte die Kölner Journalistenschule. Energieexperte Krümrey war unter anderem stellvertretender Chefredakteur der *Wirtschaftswoche*.



# VIER TECHNOLOGIEN, EIN ZIEL

TEXT Kristina Simons

Klimafreundliche Kraftstoffe herstellen und überschüssigen Ökostrom speichern – genau das schafft eine Versuchsanlage am Karlsruher Institut für Technologie. Sie wurde in Teamarbeit von vier Projektpartnern entwickelt.

→  
**Klimaneutraler  
Energieträger:**  
Probenentnahme von  
synthetischem Kraftstoff  
aus einer Anlage am  
Institut für Mikroverfah-  
renstechnik am  
Karlsruher Institut für  
Technologie (KIT). In vier  
Prozessschritten wird  
aus Luft und Ökostrom  
CO<sub>2</sub>-neutraler  
Kraftstoff erzeugt.





„PtL-Kraftstoffe könnten schnell eingeführt werden und so einen wichtigen Beitrag zur notwendigen raschen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Transportsektor leisten.“

Roland Dittmeyer,  
Leiter des Instituts für  
Mikroverfahrenstechnik am KIT  
und Koordinator eines  
Forschungsclusters im P2X-Projekt

Ausgangsmaterialien, um ihre Produktpalette CO<sub>2</sub>-frei herstellen zu können. „Hier steht unter anderem Methanol über die PtL-Route zur Diskussion“, sagt Dittmeyer. „Drittens lassen sich PtL-Kraftstoffe in bereits vorhandenen Fahrzeugen direkt nutzen.“ Auch die Infrastruktur für Lagerung und Verteilung ist schon etabliert. „Sie könnten also schnell eingeführt werden und so einen wichtigen Beitrag zur notwendigen raschen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Transportsektor leisten.“

Voraussetzung dafür sei allerdings kostengünstiger CO<sub>2</sub>-freier erneuerbarer Strom in großen Mengen. Dass es diesen aktuell nicht in genügendem Maße gibt, stellt die größte Hürde für die breite Umsetzung von PtL-Technologien dar. „Hier muss mehr investiert werden“, fordert Dittmeyer. Grundsätzlich können synthetische Kraft- und Brennstoffe zwar auch aus Biomasse oder Abfallstoffen



**D**er Verkehrssektor ist mit einem Anteil von 19 Prozent der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Klimafreundliche Kraftstoffe sind deshalb ein wichtiger Faktor für die Energiewende. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat nun mit den drei Partnern Climeworks, Sunfire und Ineratec im Rahmen des Kopernikus-Projekts P2X eine Power-to-Liquid (PtL)-Versuchsanlage entwickelt, die aus Luft und Ökostrom in vier chemischen Prozessschritten CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoff erzeugt. Die kompakte Anlage passt in einen Schiffcontainer auf dem Gelände des KIT. Im November 2019 konnten die Forscher hier das erste 200-Liter-Fass abfüllen. Die Technologie hat zudem das Potenzial, ungenutzten Ökostrom in chemischen Energieträgern zu speichern und so als eine Art flüssige Batterie zu fungieren.

### Drei Gründe für PtL

„PtL-Anlagen sind aus drei Gründen eine wichtige Komponente in einem überwiegend oder sogar zu 100 Prozent auf Erneuerbaren beruhenden Energiesystem“, sagt Roland Dittmeyer, Leiter des Instituts für Mikroverfahrenstechnik am KIT und Koordinator eines Forschungsclusters im P2X-Projekt. Erstens seien bestimmte Anwendungen im Transportsektor auf Kraft- und Brennstoffe mit hoher Energiedichte angewiesen. „Kerosin für Langstreckenflüge ist das prominenteste Beispiel. Der Schwerlastverkehr auf der Langstrecke und Schiffe sind weitere Beispiele, die mit Batteriespeicher und elektrischem Antrieb alleine nach heutiger Einschätzung nicht auskommen werden.“ Zweitens benötige die chemische Industrie nicht-fossile kohlenstoffhaltige



Fotos: Patrick Langer/KIT, privat



←

**Großes Potenzial:**

Am KIT überprüfen Lucas Brübach und Barbara Bertin-Mente das Ergebnis der Fischer-Tropsch-Synthese. In der Versuchsanlage wird synthetischer Kraftstoff erzeugt. Das Bundesforschungsministerium unterstützt die Arbeit im Rahmen des Kopernikus-Projekts P2X (Cluster B2).

hergestellt werden. „Das ist auch sinnvoll, wird aber nicht ausreichen, um die insgesamt benötigten Mengen bereitstellen zu können.“

**Vier Schritte zum Kraftstoff**

Und so funktioniert die PtL-Anlage: Im ersten Schritt wird klimaschädliches CO<sub>2</sub> direkt aus der Umgebungsluft gefiltert. Das läuft über eine Technologie namens Direct Air Capture (DAC): Ein spezielles Filtermaterial nimmt die CO<sub>2</sub>-Moleküle wie ein Schwamm auf. Ist der Filter voll, wird er auf 95 Grad erhitzt und die CO<sub>2</sub>-Moleküle lösen sich wieder. Sie werden dann für die Herstellung von Kraftstoff zwischengespeichert. Das DAC-Verfahren wurde vom Schweizer Start-up Climeworks entwickelt, einem Spin-off der ETH Zürich.

Anschließend werden CO<sub>2</sub> und Wasserdampf mithilfe der sogenannten Co-Elektrolyse des Dresdner Technologieunternehmens Sunfire in Wasserstoff und Kohlenmonoxid gespalten. Die Co-Elektrolyse ist ein sehr effizientes Power-

to-X-Verfahren, bei dem aus CO<sub>2</sub>, Wasser und erneuerbarem Strom in einem einzigen Schritt Synthesegas hergestellt wird. Das Verfahren kombiniert zwei Prozesse, die bei bisherigen PtL-Verfahren getrennt ablaufen: die Elektrolyse, bei der Wasserstoff entsteht, und seine Reaktion mit Kohlendioxid, bei der Kohlenmonoxid entsteht.

In der dritten Phase werden aus dem hierbei entstandenen synthetischen Gasgemisch lange Kohlenwasserstoffketten gebildet, die Rohprodukte für Kraftstoffe. Diese Synthese erfolgt in der Fischer-Tropsch-Anlage von Ineratec, einer Ausgründung des KIT. Die Fischer-Tropsch-Synthese ist ein Verfahren zur Herstellung von synthetischen Kraftstoffen oder hochwertigen chemischen Produkten aus Synthesegas. Ineratec hat dafür besonders kompakte Reaktoren entwickelt.

Im vierten und letzten Schritt optimiert schließlich das KIT die Qualität des Kraftstoffs und die Ausbeute. Das funktioniert in einem Prozess namens

Hydrocracken: Dabei werden die festen, langkettigen Kohlenwasserstoffe unter einer Wasserstoffatmosphäre so aufgespalten, dass sie je nach Prozessführung für die Herstellung von Benzin-, Kerosin- und Dieselmotorkraftstoffen genutzt werden können.

**Umwandlung am Ort der Erzeugung**

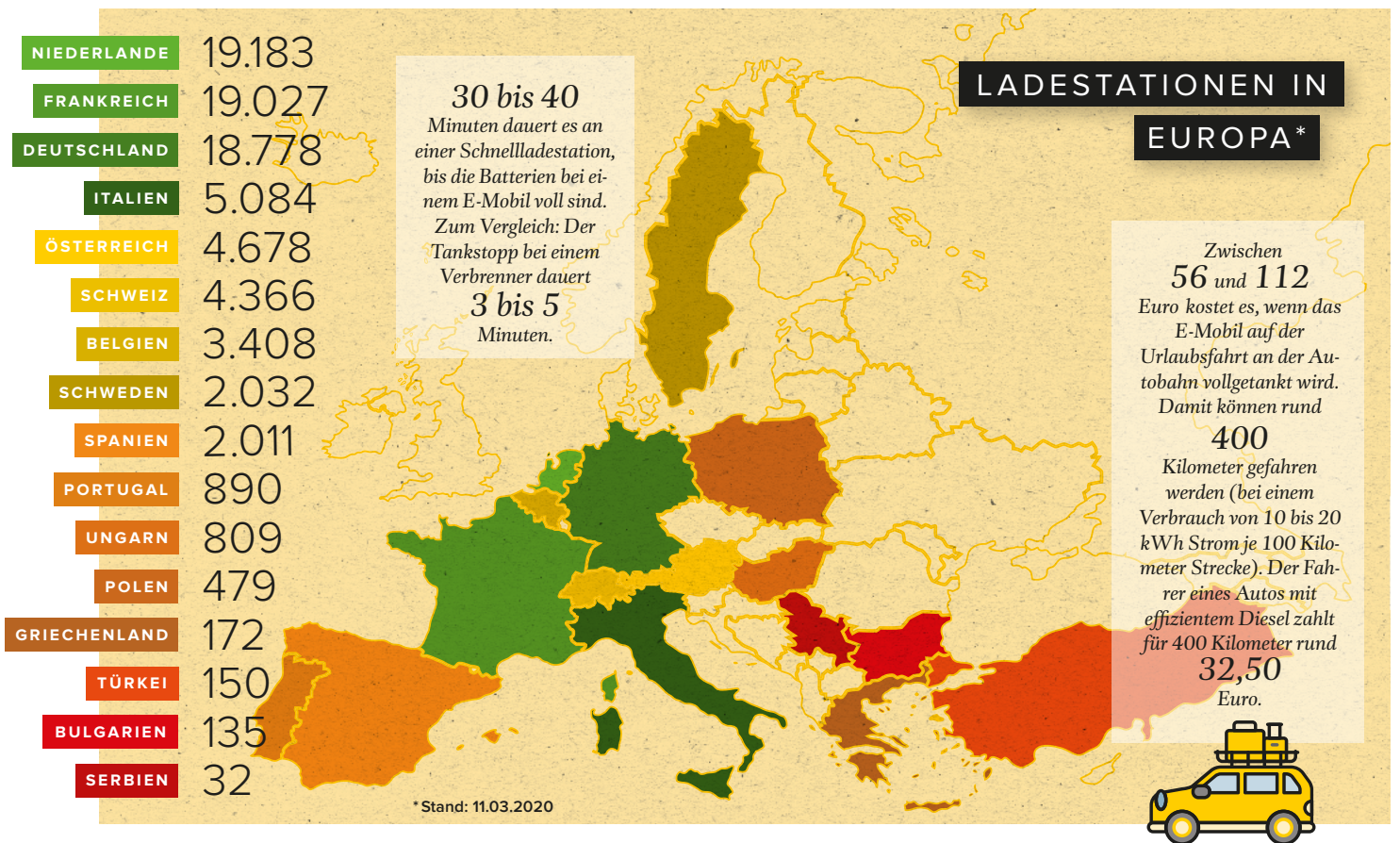
Durch die Kombination der vier Prozessschritte wird das eingesetzte Kohlendioxid optimal ausgenutzt. Zugleich arbeitet die Anlage bei der für kommerzielle Anwendungen angestrebten Kapazität von mindestens einigen Hundert Kilowatt Elektrolyseleistung besonders energieeffizient, da Wärme und Abgase, die während des Prozesses entstehen, sofort intern weiterverwertet werden. Durch den modularen Aufbau lässt sich das Verfahren zudem deutlich einfacher in der Praxis umsetzen als in einer zentralen chemischen Großanlage. Alles, was die kompakte PtL-Anlage zur Kraftstoffproduktion braucht, zieht sie aus der Luft. Sie kann dadurch genau dort installiert werden, wo genügend Solar-, Wind- oder Wasserkraft zur Verfügung stehen. Der erneuerbare Strom wird dann dezentral direkt vor Ort in Kraftstoff umgewandelt. „Für den Einstieg in die PtL-Technologie bergen kleinere Produktionsanlagen zudem ein geringeres Investitionsrisiko“, sagt Dittmeyer. Mithilfe weiterer Module könne die Kapazität relativ einfach erweitert werden. „Auch Lastschwankungen im Betrieb lassen sich mit modularen Anlagen besser beherrschen als mit Einstrang-Großanlagen, da einzelne Module in den Stand-by-Betrieb versetzt werden können.“

Derzeit produziert die Versuchsanlage rund zehn Liter Kraftstoff pro Tag. In der bereits angelaufenen zweiten Phase des Kopernikus-Projekts P2X wird eine Anlage für 200 Liter pro Tag entwickelt. Im Anschluss daran ist eine vorindustrielle Demonstrationsanlage im Megawattbereich geplant, die 1.500 bis 2.000 Liter Kraftstoff am Tag herstellen kann.

Der nächste logische Schritt: Anlagen in Industriemaßstab. ■



## → ... Urlaub mit dem Elektromobil



## Wenn die Spontaneität auf der Strecke bleibt

SEK

- 0 — Die Urlaubsfahrt via Batterieantrieb erfordert eine vorausschauende Planung. Neben der Reichweite des Elektromobils müssen Urlauber auch das verfügbare Ladesäulennetz im Auge haben. So gibt es aktuell laut Onlineportal chargemap.com in den Niederlanden 19.183 Ladestationen, in Frankreich 19.027, in Deutschland 18.778, in Italien 5.084, in Österreich 4.678 und in der Schweiz 4.366. Schwieriger wird es allerdings in Spanien (2.011), Portugal (890), Ungarn (809), Polen (479), Griechenland (172), Bulgarien (135), in der Türkei (150) und in Serbien (32). Dort sind außerhalb großer Städte wenige oder gar keine Ladesäulen für E-Mobile verfügbar. An einer Schnellladestation dauert es 30 bis 40 Minuten, bis die Batterien wieder voll sind. Auf dem Weg in die Ferien könnte der Tankstopp also mit einer Pause kombiniert werden – vorausgesetzt, ein Restaurant oder Gasthof oder eine Toilette befinden sich neben der Säule. Die größte Angst des
- 20 — elektromobilen Urlaubers dürfte aber sein, dass sich der Akku unterwegs entleert und nicht mehr aufgefüllt werden kann. Etwa bei einem Stau. Oder bei Umleitungen. In einem solchen Fall helfen in Deutschland die Gelben Engel vom ADAC weiter. Sie schleppen bis zur nächsten Ladesäule. Automobilclubs außerhalb Deutschlands wären in einem solchen Fall länger im Einsatz: Etwa bei der Tour von Narbonne nach Santa Susanna in Richtung
- 40 — Barcelona. Hier liegen zwischen den Ladesäulen fast 200 Kilometer. ■
- 60 —



# Gehen Sie (mit) **energie**+MITTELSTAND ins Netz!

Analog als Magazin und digital im Web:  
Besuchen Sie das wichtigste Debattenmagazin der  
mittelständischen Mineralölwirtschaft im Netz.

Nutzen Sie unser digitales Magazin-Angebot:

[www.energieundmittelstand.de](http://www.energieundmittelstand.de)



WIR  
FREUEN UNS  
AUF DIE  
DEBATTE.