

energie+ | DAS MITTELSTAND | MAGAZIN

2—2023

Achtung, Grünstromlücke!

Neue Studie: Experten warnen vor Unterdeckung an gesicherter erneuerbarer Leistung

Pragmatismus statt Bürokratie

Die USA zeigen, wie der Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft funktionieren kann

„Die Energiewende gehört diversifiziert“

BAUPHYSIKERIN LAMIA MESSARI-BECKER ERKLÄRT, WARUM BEI DER CO₂-VERMEIDUNG IM WÄRMEMARKT ALLE ZIELFÜHRENDE OPTIONEN AUF DEN TISCH MÜSSEN UND KLIMASCHUTZ EINE KOOPERATIVE AUFGABE IST



„Für die Erreichung von Klimaneutralität im Verkehr spielen klimafreundliche Kraftstoffe (insbesondere E-Fuels) eine wichtige Rolle. Ein Hochlauf der Produktion und Nutzung wird daher bereits kurzfristig angereizt. Dafür werden rechtliche und administrative Regelungen, die aktuell einer Ausweitung der Nutzung entgegenstehen, beseitigt. E-Fuels können zukünftig an Tankstellen verkauft werden.“

Die Parteichefs der Koalitionsparteien (v. l.) Christian Lindner (FDP), Ricarda Lang (Grüne) und Lars Klingbeil (SPD) verkünden im Bundestag nach dem Koalitionsausschuss den Kompromiss beim Klimaschutz und in der Verkehrspolitik, Süddeutsche Zeitung vom 28. März

Vielfalt statt Einfalt

Diversität ist einer der stärksten gesellschaftlichen Trends unserer Zeit und weit mehr als ein Schlagwort oder ein Spleen „woker“ Gutmenschen. Wir brauchen sie auch in der Energieversorgung.

**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



energie+Mittelstand gibt es auch als PDF. Auf der Website www.uniti.de/kommunikation/publikationen/magazine/energie-mittelstand finden Sie alle Inhalte unseres Magazins ansprechend aufbereitet für PC-, Notebook-, Tablet- oder Smartphone-Nutzer.

Jeder moderne Manager weiß, dass gemischte Teams die besten Ergebnisse bringen. Kaum ein Start-up hierzulande oder in den USA, in dem nicht junge Zuwanderer einen wesentlichen Beitrag leisten, mit neuen Sichtweisen aus ihrer Kultur, Bildung oder Erfahrung den Erfolg erst ermöglichen. Auch in der Natur regiert die Vielfalt: Millionen verschiedener Spezies bevölkern unseren Planeten, allein 350.000 Käferarten. Wenn diese Fülle nicht so wichtig für das Überleben des gesamten Ökosystems wäre, „dann würde ja ein Baum, ein Strauch und ein Tier genügen“, wie UNITI-Hauptgeschäftsführer Elmar Kühn gerne sagt. In der Landwirtschaft sind Monokulturen schon lange verpönt, denn sie gefährden den Reichtum an Lebewesen in Feld und Flur und laugen den Boden aus.

Und Putins Überfall auf die Ukraine hat uns vor Augen geführt, wie gefährlich die Abhängigkeit von nur einem großen Lieferanten werden kann. Nun blickt Deutschland zitternd auf Chinas Quasi-Monopol bei kritischen Rohstoffen, das es durch Förderung im Inland und ökonomische Beschlagnahme von Vorräten in Afrika geschaffen hat. Nur in der heimischen Energieerzeugung wollen (oder sollen?) wir plötzlich von der Vielfalt nichts mehr wissen. Da soll alle Macht vom Volt ausgehen, sollen Industrie, Heizungen und Autos künftig nur mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden. Die Untersuchung von Frontier Economics (siehe Seite 6), die alle wesentlichen Studien der vergangenen Jahre auswertet und zusammenfasst, zeigt: Das könnte klappen – wenn in den kommenden 20 Jahren (!) jedes Jahr (!) alles (!) optimal (!) läuft. Und optimal hieße, mindestens doppelt so gut



Henning Krumrey, Fachjournalist für Politik und Wirtschaft und Vorsitzender des Redaktionsbeirats e+M.

wie in den vergangenen 20 Jahren: doppelt so schneller Ausbau der Erneuerbaren hierzulande; doppelt so rasche Wärmesanie rung von Bestandsgebäuden; doppelt so starke Einsparungen wie bisher. Aber jeder Techniker und Ökonom weiß: Die einfachen Erfolge wurden bereits eingefahren, jeder weitere Schritt wird immer schwieriger. Nur Einfaltspinsel und -pinselinen glauben, dass der Tausch einer Abhängigkeit gegen eine andere die Lösung ist.

So viel Grünstrom, der dann ja auch direkt eingesetzt werden muss, weil es bislang keine Speicher in großem Umfang gibt, kann Deutschland gar nicht herstellen. Deshalb ist es sinnvoll, auch auf andere Energieträger zu setzen, beispielsweise auf flüssige, CO₂-neutrale Kraftstoffe. Sie können aus zahlreichen Weltregionen beschafft werden, in denen Ökostrom dank Starkwind und Dauersonne viel günstiger ist als hierzulande. So ließe sich in diesem Treibstoff Energie ohne fossiles CO₂ zu vertretbaren Kosten nach Deutschland holen.

Die Frontiers-Studie zeigt also, dass es mit der Energiewende genau so ist wie in der Natur, im modernen Management und bei der Rohstoffversorgung: Vielfalt triumphiert über Einfalt. ■

Ihr Henning Krumrey



Schwerpunkt
Achtung, Grünstromlücke!

Während der Ausstieg aus Atomstrom bereits erfolgt ist und der aus Kohle noch erfolgen soll, sorgen immer mehr E-Mobile und Wärmepumpen künftig für einen noch höheren Bedarf an Elektrizität. Eine Studie warnt vor dem Risiko einer Unterdeckung an gesicherter grüner Energie. Zeit für ein resilientes Energiesystem, das auch auf Energieimporte setzt.

- 5 · **Hingeguckt** *Nutznießer der Energiewende*
- 6 · **Schwerpunkt** *Drohende Grünstromlücke*
- 11 · **Zur Sache** *Mangelwirtschaft voraus*
- 12 · **Zur Sache** *Pragmatismus statt Bürokratie*
- 16 · **Interview** *Kolbenmotor-Vordenker Koch*
- 19 · **Zur Sache** *Die e+M-Zahl*
- 20 · **Interview** *Bauphysikerin Messari-Becker*
- 23 · **Kompakt** *Neues aus der Welt der Energie*
- 24 · **Report** *Blick in die Praxis*
- 26 · **Klartext** *Die Energie-Kolumne*
- 27 · **60 Sekunden über ...** *Deutschlands CO₂-Produktivität*

16

Ideenreicher Hochschullehrer
Thomas Koch, Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), ist davon überzeugt, dass grüne synthetische Kraftstoffe bezahlbar und eine sinnvolle Ergänzung für die Energiewende im Verkehr sind.



24
Ambitioniertes Demonstrationsprojekt
Der Hamburger Hafen wird mit „Next Gate“ zum Produktionsstandort für E-Fuels und chemisch-pharmazeutische Vorprodukte.

Mit billigem Kohlestrom - China dominiert den E-Mobil-Markt
Aufbau eines resilienten Energiesystems ist dringend nötig
Knappe Rohstoffe gefährden Ampel-Pläne zur E-Mobilität
Abgehängt - Deutschland und die Wasserstoffwirtschaft
E-Fuels: „Herstellungskosten von 80 Cent je Liter“
6 neue Windräder pro Tag, um 115 Gigawatt zu erreichen
„Die Energiewende gehört diversifiziert“
Altes Fett ersetzt mineralischen Diesel
„Next Gate“ – E-Fuels-Produktion im Hamburger Hafen
Professor Haucap über grüne Wertschöpfungsverluste
Kein Land nutzt seine Emissionen ergiebiger

IMPRESSUM

HERAUSGEBER UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e. V., Jägerstraße 6, 10117 Berlin, Elmar Kühn (V.i.S.d.P.) **REDAKTIONSBEIRAT** Henning Krumrey (Vorsitz), Elmar Kühn, Dirk Arne Kuhrt, Dominik Hellriegel, Alexander Vorbau **CHEFREDAKTEUR** Florian Flicke **REDAKTIONSLEITUNG** Gerhard Walter **REDAKTION** Frank Burger, Wolfgang Kempkens, Peter Kleinort, Iris Quirin, Kristina Simons, Alexander Vorbau, Sebastian Wolking **ART DIREKTION** Svenja Christiansen, **BILDREDAKTION** Karin Aenser **VERLAG UND REDAKTIONSANSCHRIFT** Solutions by HANDELSBLATT MEDIA GROUP GmbH, Toulouser Allee 27, 40211 Düsseldorf, Tel. 0211/542 27-700, Fax 0211/542 27-722, www.solutions-hmg.com **VERLAGSGESCHÄFTSFÜHRUNG** Jan Leiskau, Dr. Christian Sellmann **DRUCK** Strube Druck & Medien OHG, 34587 Felsberg **LITHO** TiMe GmbH **ADRESSÄNDERUNGEN** Geschäftsstelle UNITI, Tel. 030/75 5414-300, Fax 030/75 5414-366, E-Mail: info@uniti.de **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.



Nutznießer der Antriebswende in Europa ist vor allem die chinesische Automobilindustrie. So möchte die EU am liebsten den Verbrennungsmotor verbieten – eine Technologie, in der Deutschland bislang weltweit führend ist – und setzt für die Mobilität der Zukunft vor allem auf batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge (BEV). Aber: In der BEV-Produktion sind chinesische Unternehmen führend, da sie Zugriff auf alle relevanten Rohstoffe haben. Außerdem kontrolliert China alle Wertschöpfungsstufen bei der Akkuproduktion. Über die vergangenen Jahre eingefädelt Handelsverträge mit Ländern in Afrika und Asien sichern dem roten Riesenreich einen exklusiven Zugriff auf große Anteile Kobalts, Lithiums und seltener Erden auf dem Weltmarkt – Rohstoffe, die für die E-Mobilität benötigt werden. Seitens der USA und der EU verhängte Handelsbeschränkungen gegen China bremsen die Produktion kaum aus. Im Gegenteil: Durch seine Marktführerschaft kann China vielmehr seinerseits die Bedingungen für den Export in westliche Länder diktieren. Erschwerend kommt hinzu: Die Produktion von Akkus und E-Autos erfolgt in China mit billigem Kohlestrom und zu einer schlechten CO₂-Bilanz. Während in Europa infolge der Abkehr von fossilen Energieträgern die Strompreise explodieren, verzichtet China nicht auf seinen wichtigsten fossilen Energieträger. Die vorgeblich klimafreundliche Elektromobilität wird so zur Mogelpackung für das globale Klima. Leidtragende ist auch die deutsche Automobilindustrie, die in der Folge hierzulande Arbeitsplätze und Wertschöpfung verlieren wird.

Experten warnen vor

MÖGLICHER GRÜNSTROMLÜCKE IN DEUTSCHLAND



Im Schneckentempo kriecht die Energiewende voran. Dabei drängt die Zeit. Während der Ausstieg aus Atomstrom bereits erfolgt ist und der aus Kohle noch erfolgen soll, werden etwa Elektroautos und Wärmepumpen für einen zukünftig noch höheren Bedarf an elektrischem Strom sorgen. Dass ihn die heimischen erneuerbaren Energien werden decken können, ist selbst bei einem Ausbautempo im Turbomodus fraglich. Eine aktuelle Studie des Beratungsunternehmens Frontier Economics warnt vor dem Risiko einer großen, weitreichenden Unterdeckung an gesicherter erneuerbarer Leistung.

TEXT Sebastian Wolking

Klare Botschaft: „Bei der Energiewende stehen wir noch am Anfang“, sagt Theresa Steinfort, Managerin des Beratungsunternehmens Frontier Economics in Köln. „Wir haben noch einen weiten Weg vor uns.“ Wie hart und steinig er wird, zeigt die aktuelle Studie „Verfügbarkeit und zielführender Einsatz von in Deutschland hergestelltem erneuerbaren Strom“ ihres Arbeitgebers im Auftrag von UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen. Tenor: großes Unheil voraus, strategischer Weitblick erforderlich. Verbrauchern und Unternehmen in Deutschland droht je nach Angebots- und Nachfrageszenario eine klaffende Stromlücke – und das ist das Erschreckende an der Prophezeiung – sogar dann, wenn der Ausbau erneuerbarer Stromerzeugungskapazitäten zügig Fahrt aufnimmt. In den kommenden Jahren und Jahrzehnten wird der Strombedarf in Deutschland erheblich steigen, daran gibt es keinen Zweifel. Forschungsinstitute haben diverse Szenarien errechnet, nach denen der heutige Stromverbrauch von knapp 600 Terawattstunden (TWh) pro Jahr bis zum Jahr 2045 auf 800 bis 1.450 Terawattstunden jährlich ansteigen könnte. Vorboten dieser Entwicklung sind die politischen Initiativen rund um die Elektrifizierung, sei es im Verkehr oder im Heizungsbereich – zwei Themenfelder, die die Öffentlichkeit stark bewegen. Die von der Politik gepushten Elektroautos und Wärmepumpen werden den Strombedarf steigen lassen, aber auch die Industrie braucht Elektrizität, um

ihre Anlagen ohne fossile Energien betreiben zu können. Allein im Verkehrssektor wird der Strombedarf im Jahr 2045 den einschlägigen Prognosen zufolge auf bis zu 246 Terawattstunden jährlich ansteigen. Heute liegt er bei zwölf Terawattstunden. Die Industrie benötigt 2045 bis zu 539 TWh Strom, heute verbraucht sie 218 TWh. Auf bis zu 444 TWh beziffern die Prognosen den Strombedarf der Haushalte sowie des Sektors Handel, Gewerbe, Dienstleistungen im Jahr 2045. Aktuell beträgt er 127 TWh. Es ist das politisch erklärte Ziel, dass bis 2045 der gesamte Strombedarf ausschließlich aus erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne gedeckt werden soll. Die sogenannte Stromwende muss also bereits vorhandene und zukünftige Strombedarfe abdecken können.

„Steigerung der EE-Ausbauraten nicht ausreichend“

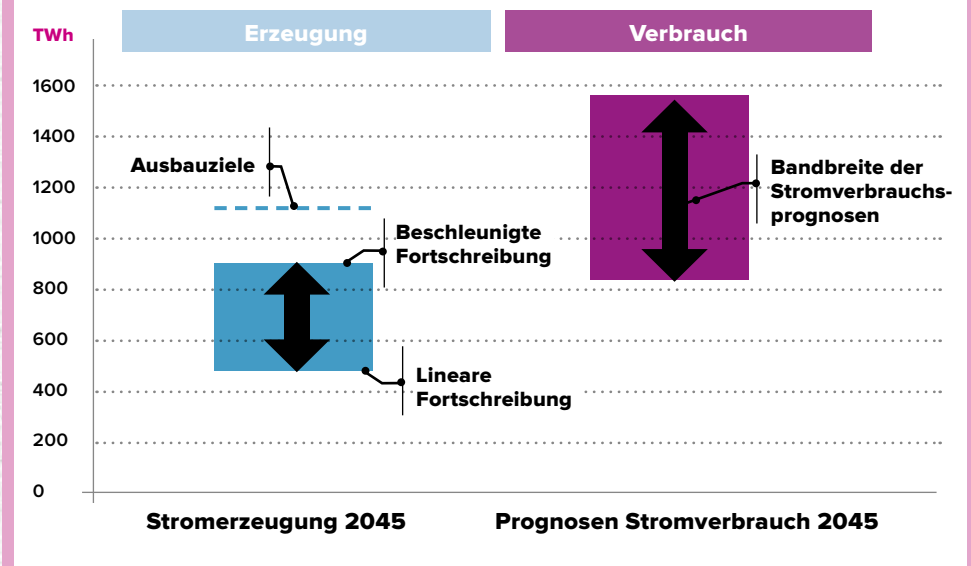
Im Jahr 2021 wurden aber nur 41 Prozent des Strombedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt, vom Endenergieverbrauch decken die Erneuerbaren sogar nur ein Achtel ab. Soll das Land bis 2045 wirklich Klimaneutralität erreichen, so wie es das Klimaschutzgesetz vorsieht, dann muss nicht nur die große gegenwärtige Lücke geschlossen, sondern auch eine drohende sich rasant öffnende zukünftige Kluft zwischen Angebot und Bedarf vermieden werden. Fortan müssen also weitaus mehr Windkraft- und Photovoltaikanlagen errichtet und das gemächliche Ausbautempo muss in Windeseile forciert werden. Wird →

nämlich das Ausbautempo beibehalten, das von 2001 bis 2021 angeschlagen wurde, dann erreicht Deutschland im Jahr 2045 ein Stromangebot aus erneuerbaren Energien von rund 530 Terawattstunden per annum – eine durchaus beeindruckende Menge, aber dennoch nicht annähernd genug, um den Bedarf zu decken. „Wenn man von einem moderaten Tempo beim Ausbau der Anlagen ausgeht, dann wird der Stromverbrauch nicht gedeckt bleiben können. In dem Fall droht eine Stromlücke“, sagt Studienautorin Theresa Steinfort. Und sogar im Falle eines festen Tritts aufs Gaspedal, bei dem sich das Ausbautempo fortlaufend beschleunigt, kommt Frontier Economics auf ein Stromangebot von 880 Terawattstunden im Jahr 2045 – das ist wohl immer noch (deutlich) zu wenig. Denn selbst die Prognosen, die am untersten Rand der Schätzungen liegen, beziffern den voraussichtlichen Strombedarf in Deutschland im Jahr 2045 auf etwas mehr als 800 Terawattstunden jährlich. Neuere Prognosen, so auch die von der Bundesnetzagentur, kommen auf einen Gesamtstrombedarf von 1.000 bis 1.300 TWh im Jahr 2045. Selbst ein Strombedarf von mehr als 1.500 TWh erscheint möglich und realistisch.

„Unter dem Strich bedeutet dies, dass allein eine Steigerung der EE-Ausbauraten, wie sie in der Vergangenheit erreicht wurde, nicht ausreichend ist, um die EE-Ausbauziele der Bundesregierung zu erreichen“, so heißt es in der Studie. Die Energiewende ist nicht einmal mehr zu schaffen, so ließe sich das Dilemma zuspitzen, baute man die Erneuerbaren in Überschallgeschwindigkeit aus.

Eine Aufgabe, die mit „kolossal“ nur unzureichend umschrieben ist. Denn die Widerstände sind groß und zahlreich. Zu den Hindernissen zählen lange Planungs- und Genehmigungsverfahren von Windparks, Klagen von Anwohnern, Bedenken von Naturschützern, Bauteile, die nicht geliefert werden, und Fachkräfte, die nicht vorhanden sind, sowie Stromtrassen, die nur unter zeitlicher Verzögerung oder gar nicht errichtet werden. Unter den Tisch fällt in der öffentlichen Debatte üblicherweise die hohe Bevölkerungsdichte in Deutschland. Zum Jahresende 2022 lebten hierzulande nach Angaben des Statistischen Bundesamts 84,3 Millionen Men-

DROHENDE ENERGETISCHE LÜCKE ZWISCHEN STROMERZEUGUNG UND VERBRAUCH IM JAHR 2045



Achtung! Stromlücke:

Eine Steigerung der EE-Ausbauraten, wie sie in der Vergangenheit umgesetzt wurde, reicht nicht aus, um die EE-Ausbauziele der Bundesregierung zu erreichen.

schon – so viele wie noch nie, Tendenz weiter steigend. Sie alle brauchen Platz – und genügend Abstand zu den sich drehenden Rotorblättern. Auch die EU-Kommission machte bereits darauf aufmerksam, dass Windparks an Land und auf See mit verschiedensten Interessengruppen um begrenzten Raum konkurrieren, mit Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Tourismus, Verkehr und Militär. „Es ist derzeit unklar, welche Potenziale an erneuerbaren Energien in Deutschland zur Stromerzeugung langfristig unter realistischen Bedingungen erschlossen werden können“, heißt es daher in der Studie von Frontier Economics. Immerhin gingen von Januar bis Ende März 2023 bundesweit 117 neue Windräder mit einer Gesamtleistung von 546 Megawatt in Betrieb – 17 Prozent mehr als im Vorjahresquartal. Das ergab eine vorläufige Auswertung der Fachagentur Windenergie an Land. Eine erfreuliche Entwicklung, aber nie und nimmer ausreichend. „In der heutigen Debatte ist es so, dass häufig der Eindruck entsteht, dass er-

neuerbarer Strom in unbegrenzter Menge mehr oder weniger auch in Deutschland verfügbar gemacht werden kann“, sagt Jens Perner, Associate Director von Frontier Economics in Köln und ebenfalls Autor der aktuellen Studie. „Dem ist nicht so.“

„Strom dort einsetzen, wo er den größten Nutzen stiftet“

„Es gibt noch eine zweite Herausforderung – und das ist die Leistung“, sagt Perner. „Denn Strom muss dann bereitgestellt werden, wenn er tatsächlich auch benötigt wird. Bedarfsdeckung muss in jeder Minute, in jeder Sekunde sichergestellt werden.“ Strom aber ist nur sehr aufwendig speicherbar, moderne Speichertechnologien sind sündhaft teuer oder noch in der Entwicklung. Der Begriff „Dunkelflaute“ könnte daher in kurzer Zeit zum Stammgast im bundesdeutschen Alltagsvokabular werden. Dunkelflaute herrscht, wenn weder die Sonne scheint noch der Wind weht und darum kaum oder gar kein erneuerbarer Strom produziert werden kann und auch kein Ersatz zur Verfügung steht, weil es nicht möglich ist, den zuvor produzierten Grünstrom vorzuhalten. In diesem Fall würden Fabriken stillstehen, Wohnungen kalt und Au-

tos in der Garage bleiben. Laut Studie könnte die Spitzenlast in Kälteperioden im Winter bis 2045 auf bis zu 200 Gigawatt ansteigen. Zum Vergleich: 2019 lag die Spitzenlast noch bei 78 Gigawatt, konnte durch die gesicherte Kraftwerksleitung aus Kohle-, Gas- und Kernkraftwerken aber vollständig gedeckt werden. Die gesicherte Leistung aus Kernkraft ist bereits weggefallen, die aus der fossilen Kohle ist ebenfalls bald Geschichte; die Energie aus Sonne und Wind hingegen ist fluktuierend, also stark schwankend, und daher an dunklen, kalten, windstillen Wintertagen kein Ersatz. „Es sind durchaus Szenarien wahrscheinlich, in denen Strom tatsächlich knapp sein wird“, meint Jens Perner. Das Risiko, dass ein Stromsystem, das vorrangig auf Solar- und Windkraft basiert, mittel- bis langfristig an seine Grenzen stößt, ist laut Frontier Economics „beträchtlich“. Perner schätzt die Wahrscheinlichkeit auf „mindestens 50 Prozent“, dass es im Jahr 2045 zu einer Unterdeckung an gesicherter Leistung kommt – und die Netzbetreiber Stromlücken zu kompensieren haben.

Eine prekäre Situation, auf die das Land geradewegs hinzuläuft, die aber mit



„Strom muss bereitgestellt werden, wenn er benötigt wird.“

Dr. Jens Perner,
Leiter der Studie bei Frontier Economics

den richtigen Weichenstellungen noch zu verhindern ist. „Man muss schauen, dass der Strom dort eingesetzt wird, wo er den größten Nutzen stiftet“, sagt Theresa Steinfurt. Dies sind in erster Linie Anwendungen, die ohne Elektrizität schlichtweg nicht möglich sind, Leuchtmittel etwa oder der Bahnbetrieb. Dann Anwendungen, bei de-

nen es keine realistische Alternative zum Stromeinsatz gibt, Elektrolichtbögen in der Stahlindustrie zum Beispiel, Batteriefabriken und Rechenzentren, aber auch Wärmepumpen in Neubauten oder elektrische Kleinfahrzeuge im Straßenverkehr. In anderen Sektoren jedoch gibt es Alternativen. Wenn nur ein Teil der Pkw und Lkw importierte synthetische Kraftstoffe tankt, möglichst viele Industriebetriebe auf grünen Wasserstoff zurückgreifen und bestehende Heizsysteme auch mit erneuerbaren Flüssigbrennstoffen oder grünem Wasserstoff weiterbetrieben würden, dann sinkt die Spitzenlast, mit der in gar nicht allzu ferner Zukunft zu rechnen ist – und damit die Gefahr von Unterdeckung und Stromlücken. Für manche Sektoren ist Strom bis auf Weiteres ohnehin keine Option, für den Flugverkehr, weite Teile des Schiffsverkehrs, den Fernschwerlastverkehr und verschiedene Industrieanwendungen wie etwa in der Chemieindustrie.

„Aus strategischen Gründen sollten ergänzende Energieangebote neben der Elektrifizierung verfügbar gemacht werden, um das System robuster, resili- →

KATEGORIEN DER ANWENDUNGSBEREICHE, DIE ZUKÜNFTIG DEFOSSILISIERT WERDEN MÜSSEN

KATEGORIEN	STATUS QUO	DEFOSSILISIERUNGS- STROM ALS GÜNSTIGSTE	
		OPTIONEN	OPTION?
<p>1</p> <p>Konventioneller Stromsektor keine realistischen Alternativen wie z.B. bei der Beleuchtung</p>	<p>Strom, davon... 41 % aus EE*, 59 % aus fossilen Energieträgern</p>	<p>Erneuerbarer Strom</p>	
<p>2</p> <p>Neue Stromanwendungen z.B. Batterieherstellung und H₂-Erzeugung</p>		<p>Erneuerbarer Strom</p>	
<p>3</p> <p>Grundsätzlich elektrifizierbare Bereiche Strom ist möglich und relativ günstig vgl. mit Alternativen</p>	<p>Gas- und Flüssigkraftstoffe – zum Großteil fossile Energieträgern: Mineralöl Erdgas</p>	<p>Erneuerbarer Strom E-Fuel Grüner H₂</p>	
<p>4</p> <p>Anwendung, die nur schwer elektrifiziert werden kann</p>		<p>E-Fuel Grüner H₂</p>	

Foto: Frontier Economics; Icons: FlatIcon



Gegenstisches Szenario:

Das Risiko einer weitreichenden Unterdeckung an gesicherter erneuerbarer Leistung bedroht Arbeitsplätze, Wirtschaftskraft und Wohlstand in Deutschland. Ein Albtraum-Szenario, das als Antwort ein resilientes Energiesystem benötigt, das auch auf Energieimporte setzt.

enter und für verschiedene Zukunftsszenarien fit zu machen“, sagt Theresa Steinfort. „Alternative Kraftstoffe und Brennstoffe, importiert aus global ertragreichen Energie- regionen, ebenso Wasserstoff sind zwingend erforderlich, falls der Strom nicht ausreichend zur Verfügung steht“, so Jens Perner. So sei mit erheblichen volkswirtschaftlichen Mehrkosten zu rechnen, wenn etwa E-Fuels in den Flottengrenzwerten der Hersteller nicht anerkannt würden oder Haushalten der Einbau von Brennwertthermen verboten wäre, welche mit Grüngas oder synthetischem Heizöl betrieben werden könnten. Die richtige Energiestrategie für Deutschland müsse laut Studie „technologieoffen sein und flexibel auf mögliche Herausforderungen und Limitierungen reagieren können“. Fester Bestandteil der Energiewende sollte der Import von strombasierten PtX-Energieträgern sein, also von grünem Wasserstoff, grünem Ammoniak, grünem Kerosin und anderen E-Fuels. Das Interesse an einer Partnerschaft sei in zahlreichen Ländern und auf allen Kontinenten vorhanden, meint Jens Perner. Eine Vielfalt an Bezugsländern verringert überdies das Risiko, übermäßig von einem Partner abhängig zu werden. Die unheilvolle Periode der Abhängigkeit von russischem Gas möchte vermutlich niemand durch eine neuerliche Abhängigkeit aufleben lassen.

Die Zukunftsfähigkeit von Europas größter Volkswirtschaft steht auf dem Spiel

Als richtigen Schritt bewerten die Experten die Einigung innerhalb der Europäischen Union, ab 2035 keine Neuwagen mehr zuzulassen, die mit Benzin oder Diesel fahren, dafür aber solche, die ausschließlich mit E-Fuels betankt werden. Dafür will die EU eine neue Fahrzeugkategorie schaffen und in die Flottengrenzwert-Regulierung einbeziehen. „Ganz grundsätzlich geht es in die richtige Richtung, weil hier eben unterschieden wird zwischen den grünen Molekülen und den



„Bei der Energiewende stehen wir noch am Anfang.“

Theresa Steinfort, Co-Autorin der Studie bei Frontier Economics

fossilen Molekülen“, so Steinfort. Denn es ergebe keinen Sinn, ein Elektroauto grundsätzlich als grün zu bewerten, obwohl es mit einem Strommix aus erneuerbaren und fossilen Quellen fährt, und einen Verbrenner grundsätzlich als fossil zu bewerten, obwohl er nachweislich mit synthetischen Kraftstoffen unterwegs ist. „Wünschenswert wäre, dass diese Unterscheidung auch im Stromsektor gemacht wird, sodass unterschieden wird zwischen einem kohlestrombetriebenen Auto und einem grünstrombetriebenen Auto“, ergänzt Steinfort.

Die Entscheidungen, die heute getroffen werden, bestimmen über die Zukunftsfähigkeit und Wettbewerbspositionierung der deutschen Volkswirtschaft. Bleibt grüne Energie dauerhaft knapp, so gibt Frontier Economics zu bedenken, ist im internationalen Vergleich mit einem hohen Energiepreinsniveau in Deutschland zu rech-

nen. Den erneuerbaren Strom würden dann diejenigen Bereiche bekommen, in denen die höchste Zahlungsbereitschaft vorherrscht: Und dabei kann die Industrie nicht mit dem Verkehr oder den Haushalten mithalten. Mit der Folge, dass Industrieunternehmen ihre Produktion ins Ausland verlagern und für viele Verbraucher Grünstrom erheblich teurer würde. „Es wäre mit weitreichenden negativen Auswirkungen auf den Industriestandort Deutschland zu rechnen“, prognostiziert die Studie. Erste Tendenzen sind schon heute sichtbar. Chemie-Gigant BASF plant massive Einsparungen in Ludwigshafen auf der einen Seite und Milliardeninvestitionen in China auf der anderen. Automobilzulieferer Schaeffler kündigte an, die nächsten Werke eher in Amerika bauen zu wollen und dass Europa der große Verlierer der Umverteilung werden dürfte. „Es wäre schon wichtig, Rahmenbedingungen zu schaffen, damit Unternehmen in Deutschland Technologie entwickeln und die Produktion auch hier skalieren“, sagte die Wirtschaftsweisse Veronika Grimm Anfang Mai zur *Augsburger Allgemeinen*. „Mit Verboten zu agieren, die eventuell zukünftige Regierungen wieder aufheben oder abändern, ist eine riskante Strategie.“ Noch ist ausreichend Strom vorhanden. Doch Jens Perner hat eine düstere Vorahnung: „Ich bin skeptisch, dass es 2045 reichen wird.“



Die Studie „Verfügbarkeit und zielführender Einsatz von in Deutschland hergestelltem erneuerbarem Strom“ steht unter www.uniti.de zum Download bereit.

Foto: Frontier Economics; Getty Images

Die politische Protektion des E-Motors als Antrieb der Zukunft hat Ende März einen Dämpfer bekommen: In der EU sollen, anders als im Oktober 2022 beschlossen, Verbrenner auch nach 2035 neu zugelassen werden können – sofern sie mit CO₂-neutralen E-Fuels betrieben werden. Diesen Kompromiss haben EU-Kommission und Bundesregierung ausgehandelt.

Ob die Entscheidung einen nennenswerten Effekt auf die Verbreitungsgeschwindigkeit der E-Mobilität haben wird, lässt sich heute noch nicht sagen – sicher hingegen ist, dass ihr ein viel größeres Hindernis im Wege stehen könnte: ein Mangel an Rohstoffen für die Produktion von Batterien sowie an grünem Ladestrom.

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) hat in einem internen Papier, aus dem die *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (FAZ) jüngst zitierte, die Menge an kritischen Rohstoffen berechnet, die für die Herstellung der 15 Millionen batterieelektrischen Fahrzeuge (BEV) nötig wären, die nach den Regierungsplänen bis 2030 hierzulande

unterwegs sein sollen. Ende 2022 waren es erst rund eine Million.

Im Fokus stehen dabei die Metalle Lithium und Kobalt, Bestandteile jeder Batterie. Dem BMDV zufolge liegt der Bedarf für die hierzulande angestrebte Flotte bei 90.000 Tonnen Lithium und 120.000 Tonnen Kobalt, die jährliche globale Fördermenge beträgt derzeit 105.000 Tonnen Lithium sowie 165.000 Tonnen Kobalt.

Also alles machbar? Weit gefehlt, denn die Nachfrage nach BEV wächst viel schneller als noch vor Kurzem angenommen: 2021 prognostizierte die Internationale Energieagentur einen Bestand von rund 130 Millionen BEV weltweit bis 2030 – mittlerweile erwarten die Verkehrsexpertinnen und Verkehrsexperten der Ratingagentur Standard & Poor's, dass allein in diesem Zeitraum 220 Millionen Fahrzeuge neu gebaut werden. Damit wird es eng bei den Materialien: Laut FAZ nahm 2022 die Herstellung von acht Millionen BEV 46 Prozent der weltweiten Lithium-Produktion in Anspruch sowie 39 Prozent der Kobalt-Produktion – der vorhergesagte Bau von

BEV in den nächsten acht Jahren jedoch konsumiert 157 Prozent des verfügbaren Lithiums und 133 Prozent des Kobalts, jeweils bezogen auf die Weltproduktion 2021. Verschärfend hinzu kommen Quasi-Monopole bei den Lieferländern: Lithium stammt derzeit zu 60 Prozent aus China, Kobalt zu 73 Prozent aus dem Kongo, beide überdies Staaten mit durchaus kontrovers diskutierten politischen Verhältnissen.

Und wie immer stellt sich die Frage: Wird es überhaupt genügend nachhaltig erzeugten Strom geben? Das BMDV hat berechnet, dass für avisierten 15 Millionen BEV zusätzlich 45 Terawattstunden Strom nötig sein werden, fast acht Prozent des gesamten Stromverbrauchs hierzulande 2021. Würden langfristig alle knapp 50 Millionen PKW und leichten Nutzfahrzeuge, die heute in Deutschland zugelassen sind, mit E-Motor angetrieben, bräuchte es dafür sogar 150 Terawattstunden mehr – angesichts des begrenzten Ausbaupotenzials der Erneuerbaren Energien in Deutschland eine hohe Hürde für die Herrschaft des E-Motors. —

Mangelwirtschaft voraus

TEXT Frank Burger

Die Rohstoffe für die weltweite Produktion von Elektrofahrzeugen könnten bald knapp werden – womit auch der Plan Deutschlands weiter ins Wanken geriete, bis 2030 15 Millionen Stromer auf die Straße zu bringen.

TEXT Iris Quirin

Die USA preschen mit ihrem „Inflation Reduction Act“ (IRA) beim Ausbau der auf Wasserstoff basierenden Erneuerbaren Energien vor. Wird die deutsche und europäische Wasserstoffwirtschaft damit zwangsläufig abgehängt?



VERPASST DEUTSCHLAND DEN GRÜNEN ANSCHLUSS?

Die aktuelle Weltpolitik mit ihren Folgen für die Energieversorgung macht deutlich: Nicht nur für das Erreichen der Klimaziele, sondern auch für eine verlässliche Energieversorgung müssen sich Deutschland und Europa unabhängig von fossilen Energieträgern wie Erdgas, Öl oder Kohle aus Drittländern machen. Bisher jedenfalls sind fossile Energien die Basis für die sichere weltweite Energieversorgung. Nun soll Wasserstoff zum neuen verlässlichen Energielieferanten werden. Als Energieträger der Zukunft bietet Wasserstoff dabei gleich mehrere Vorteile: Er ist flexibel einsetzbar und vor allem in Form flüssiger Derivate leicht zu transportieren. Wird Wasserstoff mithilfe Erneuerbarer Energien wie Wind und Sonne hergestellt, ist er zudem klimaneutral.

Die Bundesregierung hatte bereits im Jahr 2020 die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) beschlossen, die ein Aktionsprogramm mit Maßnahmen für den Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft enthält und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft stärken soll. Inzwischen sind zahlreiche Leitprojekte gestartet, wie zum Beispiel „H₂Meer“ mit dem Ziel, grünen Wasserstoff aus Meerwasser herzustellen, oder „H₂Giga“, eine Technologie zur Wasserstoffproduktion durch die sogenannte Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse (PEM-Elektrolyse).



Blick nach vorne

Im Sommer 2022 verabschiedete die US-Regierung unter Präsident Joe Biden den „Inflation Reduction Act“ als wesentliches Element der Erneuerbare-Energien-Politik.



Diese und weitere Projekte belegen: Deutsche Forscher und deutsche Unternehmen gehören zur Weltspitze bei Wasserstofftechnologien. Dazu kommt ihr Know-how beim Aufbau komplexer Industrieanlagen.

Auch die Zahl der Patente gibt Grund zur Hoffnung, Deutschland zu einem globalen Vorreiter bei grünem Wasserstoff zu machen und langfristig die Marktführerschaft bei Wasserstofftechnologien zu erlangen: So hat Deutschland nach einer aktuellen Studie des Europäischen Patentamts (EPA) und der Internationalen Energieagentur (IEA) mit einem Anteil von elf Prozent die meisten angemeldeten Patente im Bereich Wasserstoff in der gesamten EU. Bei einem Hochlauf der Investitionen in Anlagen zur weltweiten PtX-Produktion könnten in Europa jedes Jahr Anlagen im Wert von 80 Milliarden Euro hergestellt werden. Dies bietet große Chancen für den europäischen Maschinen- und Anlagenbau als aktuell größtem Exporteur solcher Anlagen. Durch die Produktion und den Export der Maschinen könnten außerdem 1,2 Millionen neue Jobs in Europa entstehen. Aktuell sieht es jedoch so aus, dass die deutsche Wasserstoffindustrie nach Zahlen des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW) im Zukunftsmarkt der Elektrolysegeräte für die Wasserstoffwirtschaft gegenüber der Konkurrenz aus China an Boden verliert. Während der Weltmarktanteil deutscher Hersteller vor zehn Jahren noch bei fast 20 Prozent gelegen habe, sei er mittlerweile auf weniger als neun Prozent gesunken, berichtete das Kölner Institut. Chinesische Produzenten hätten ihren Marktanteil dagegen von weniger als 20 auf über 25 Prozent erhöht.

USA lockt mit Subventionen

Während auf EU-Ebene noch darüber debattiert wird, welche Nachhaltigkeitskriterien für die Produktion von Wasserstoff und dessen Derivaten zukünftig gelten sollen, somit eine Regulierungsgrundlage droht und die Industrie mit unwirtschaftlichen Auflagen und komplizierten Genehmigungsverfahren für die Öko-Wasserstoffproduktion überfrachtet werden könnte, haben die USA Nägel mit Köpfen gemacht: Im Sommer 2022 verabschiedete die US-Regierung unter Präsident Joe Biden als wichtigen Baustein seiner Erneuerbare-Energien-Politik den „Inflation



„Wir benötigen mehr Geschwindigkeit, um Wasserstoff statt Richtlinien zu produzieren.“

Timm Kehler,
Verband Zukunft Gas

Reduction Act“ (IRA), der zum Jahreswechsel in Kraft trat. Der IRA enthält umfangreiche Steuerrabatte, welche die Produktion von sauberem Wasserstoff subventionieren. Konkret sieht er Steuergutschriften in Höhe von drei Dollar pro Kilogramm Wasserstoff vor, mit dem die Produktionskosten von Wasserstoff bis 2030 von derzeit 3,81 auf einen Dollar pro Kilogramm reduziert werden sollen.

Die Reaktion der deutschen Industrie folgte prompt: „Ohne eine wirkliche deutsche und vor allem europäische Antwort auf den IRA drohen Deutschland und Europa den Anschluss beim Aufbau der Wasserstoffwirtschaft zu verlieren“, warnt der stellvertretende BDI-Hauptgeschäftsführer Holger Lösch. „Es besteht die Gefahr, dass sich europäische Investitionsvorhaben in Richtung der USA verlagern, wenn zeitnah praxistaugliche Rahmenbedingungen ausbleiben“, mahnt er.

Es geht um viel: Allein für das Jahr 2030 erwartet der von der Bundesregierung ins Leben gerufene Nationale Wasserstoffrat (NWR) einen Bedarf an Grünem Wasserstoff in Höhe von insgesamt 56 bis 93 Terawattstunden (TWh), der überwiegende Teil davon für die Stahlindustrie und den Schwerlastverkehr. Aus eigener Kraft kann das die deutsche Industrie nicht stemmen, es gibt zu wenig Windräder und zu wenig Solaranlagen. Hierzulande fehlt es an Strom aus regenerativen Energien. Die Regierung setzt daher auf internationale Kooperationen und Partnerschaften.

Diskussion um die Frage, was grünen Wasserstoff ausmacht

Der Wasserstoff wird dann als grün bezeichnet, wenn er mithilfe von regenerativem Strom per Elektrolyse von Wasser produziert wird. Als Abfallprodukt entsteht lediglich Sauerstoff, der in die Luft abgeführt wird. Die strengen EU-Auflagen sahen bislang vor, dass der erneuerbare Strom für die Wasserstoffproduktion in derselben Stunde und in derselben Region hergestellt werden muss wie der Wasserstoff, was einen Transport von A nach B unmöglich gemacht hätte.

Mehr Pragmatismus und Geschwindigkeit gefragt

Ein im Zuge der Ressortabstimmung an die Öffentlichkeit gelangter Entwurf zur Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) von Anfang März dieses Jahres beinhaltet unter anderem, das Elektrolyseziel bis 2030 auf zehn Gigawatt zu verdoppeln. „Die Verdoppelung des Elektrolyseziels ist ambitioniert und nur machbar, wenn die regulatorischen und förderpolitischen Rahmenbedingungen während der Hochlaufphase besonders investitionsfreundlich sind“, kritisiert Lösch. Auch vom Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband hagelt es Kritik: „Die Fortschreibung der Nationalen



„Es wäre ratsam, sich in Sachen Pragmatismus eine Scheibe von den USA abzuschneiden.“

Malte Küper,
Institut der Deutschen Wirtschaft (IW)

Wasserstoffstrategie muss der Dimension einer zukünftigen grünen Wasserstoff-Marktwirtschaft gerecht werden und konkrete Maßnahmen für einen investitions-sicheren Markthochlauf der Wasserstoff-energiewirtschaft in allen Sektoren benennen“, fordert der Vorsitzende Werner Diwald.

Unbefriedigend ist aus Sicht der Wirtschaft die noch immer in der Fortschreibung geforderte „Systemdienlichkeit der Anlagen zur Wasserstoffelektrolyse“: Die Anlagen sollen demnach in erster Linie dort entstehen, wo überschüssiger Strom aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung steht. Das soll zur Entlastung der Stromnetze beitragen. „Wir benötigen deutlich mehr Pragmatismus und Geschwindigkeit, um Wasserstoff statt Richtlinien zu produzieren“, erklärt Timm Kehler, Vorstand beim Verband Zukunft Gas. Er fordert, für einen beschleunigten Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in einer Übergangsphase den Strommix aus Erneuerbaren Energien und zu einem bestimmten Anteil auch aus fossilen Energien zu akzeptieren.

Was die EU betrifft, so sollte sie als Antwort auf den IRA nicht der Versuchung eines Subventionswettlaufs verfallen, sondern sich auf den Ausbau der hierigen Standortvorteile konzentrieren, heißt es vom Institut der Deutschen Wirtschaft. „Das bedeutet vor allem, dass konsequent bereits Beschlossenes umgesetzt wird“, erklärt Malte Küper, Referent für Energie und Klimapolitik am Institut der Deutschen Wirtschaft (IW). „Dabei

DIE FARBEN DES WASSERSTOFFS

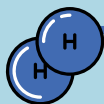
Wasserstoff ist farblos, doch je nach Herstellungspfad trägt er die Namen verschiedener Farben:



Grüner Wasserstoff: Er wird mithilfe von regenerativem Strom per Elektrolyse von Wasser produziert. Als Abfallprodukt entsteht lediglich Sauerstoff, der in die Luft abgeführt wird.



Grauer Wasserstoff: Er wird meist aus fossilem Erdgas hergestellt. Bei einer Tonne Wasserstoff entstehen rund zehn Tonnen CO₂, die in die Atmosphäre abgegeben werden.



Blauer Wasserstoff: Dabei handelt es sich um grauen Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung abgeschieden und gespeichert wird. Die Wasserstoffproduktion ist damit annähernd CO₂-neutral.



Türkiser Wasserstoff: Er entsteht über die thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse). Anstelle von CO₂ entsteht dabei fester Kohlenstoff.

wäre es ratsam, sich in Sachen Zielstrebigkeit und Pragmatismus eine Scheibe von den USA abzuschneiden“, sagt er.

Als Reaktion auf den IRA veröffentlichte die EU am 1. Februar den „Green Deal Industrial Plan“: Er soll die Wettbewerbsfähigkeit sogenannter Net-Zero Industries fördern und den Weg zur Klimaneutralität in Europa unterstützen. Er stützt sich auf bereits bestehende Initiativen wie den im vergangenen Jahr gestarteten „RePowerEU“ für weniger Abhängigkeit von russischem Erdgas. Neu ist der angekündigte „Net-Zero Industry Act“ (NZIA): Damit will die Europäische Kommission bessere Bedingungen für die Produktion von und Investitionen in saubere Technologien in Europa schaffen. Ziel ist, dass die Produktionskapazität für die strategisch wichtigsten Netto-Null-Technologien bis 2030 mindestens 40 Prozent des Bedarfs der Union erreicht. Der NZIA soll einen Rechtsrahmen für eine schnelle Einführung bilden, sodass vereinfachte und beschleunigte Genehmigungsverfahren für Windturbinen, Wärmepumpen, Sonnenkollektoren, erneuerbaren Wasserstoff und CO₂-Speicherung möglich sind. „Angesichts der sowohl in Europa als auch weltweit steigenden Nachfrage müssen wir jetzt handeln, um sicherzustellen, dass unser europäisches Angebot einen möglichst großen Anteil dieser Nachfrage befriedigt“, so EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen in einem offiziellen Statement. Es gelte, den Wettbewerbsvorteil der europäischen Industrie auszubauen und damit hochwertige Arbeitsplätze in Europa zu schaffen.

Ein wichtiger Bestandteil des NZIA ist die Wasserstoffbank (H₂-Bank): „Ihr Ziel ist es, das aktuelle Investitionsdefizit bei der Entwicklung von erneuerbarem Wasserstoff zu beseitigen und dafür zu sorgen, dass die EU ihre weltweite Führungsrolle bei dieser kritischen Technologie behält“, erklärt Frans Timmermans, Exekutiv-Vizepräsident für den europäischen Green Deal. Im

weltweiten Wettlauf um die Klimaneutralität gelte es, der Industrie der Europäischen Union die bestmögliche Wettbewerbsposition zu sichern.

Ende März haben sich EU-Kommission, -Parlament und -Rat auf eine umfassende Neugestaltung der EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED III) geeinigt. Wind- und Solarkraft werden ausgebaut und Genehmigungsverfahren deutlich beschleunigt. Das europäische Ziel für Erneuerbare Energien wird damit von 32,5 auf 42,5 Prozent in 2030 in allen Sektoren angehoben. Weitere 2,5 Prozent sollen durch freiwillige Beiträge der Staaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. Im Verkehr soll eine kombinierte Quote für Advanced Biofuels und E-Fuels (klimaneutrale synthetische Kraftstoffe) kommen. Bereits im Februar haben zwei delegierte Rechtsakte die EU-Kommission passiert: Eine definiert, wann Wasserstoff als grün gelten darf, die andere legt die Berechnungsmethode der Treibhausgase von E-Fuels fest. Damit hat die Branche Rechtssicherheit und kann investieren. Kritisiert wird jedoch die Vorgabe, dass E-Fuels nur aus Ländern mit wirksamen CO₂-Bepreisungsmechanismen in die EU importiert werden dürfen. Das schränke den global entstehenden PtX-Markt unnötig ein, denn wichtige Produktionsländer in Afrika oder Südamerika würden damit ausgeschlossen. Die delegierten Rechtsakte liegen jetzt dem EU-Parlament und dem -Rat vor, die sie jedoch nur annehmen oder ablehnen, aber inhaltlich nicht ändern können.

↑ Gewaltiges Potenzial

Beim Hochlauf der Investitionen in Anlagen zur weltweiten PtX-Produktion könnten in Europa jedes Jahr Anlagen im Wert von 80 Milliarden Euro hergestellt werden.

So hat das Vorpreschen der USA mit dem IRA auf europäischer Ebene einiges in Bewegung gebracht, um die Wasserstoffwirtschaft anzukurbeln, auch wenn es noch Verbesserungspotenzial gibt. Grundsätzlich sollte IRA nicht nur als Gefahr für die deutsche und europäische Wasserstoffwirtschaft gesehen werden, betont IW-Experte Küper: „Der sich abzeichnende Standortwettbewerb um die Produktionskapazitäten für Elektrolyseure stellt für Deutschland gleichermaßen Chance und Risiko dar“, sagt er. „Der IRA ist ein Booster für Wasserstoff, von dem auch Deutschland profitieren wird.“

Anlagenhersteller und Zulieferer werden hierzulande direkt von der hohen Nachfrage entlang der gesamten Wertschöpfungskette profitieren. Außerdem sinken die Kosten der Wasserstoffproduktion durch Lern- und Skaleneffekte nicht nur in den USA, sondern auch in Deutschland und der EU“, verdeutlicht er die Chancen. Im besten Fall gewinnen am Ende alle – Deutschland, Europa und das Klima. ■



INTERVIEW Gerhard Walter

Professor Thomas Koch ist als Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) einer der profiliertesten Kenner für Verbrennungsmotoren und Antriebstechnik. Im Interview erklärt der Ingenieur, warum grüne synthetische Kraftstoffe für den Klimaschutz unerlässlich sind und an welchen Standorten E-Fuels kostengünstig produziert werden können.

Professor Thomas Koch ist seit 2013 Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und verantwortlich für die verbrennungsmotorischen Belange in den Bereichen Forschung, Lehre und Innovation. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit ist es, die CO₂-Bilanz von Verbrennungsmotoren kontinuierlich zu verbessern. Dazu gehört auch, die begriffliche Definition zu erweitern. So werden in Baden-Württemberg CO₂-neutrale Kraftstoffe reFuels genannt – eine Bezeichnung, die E-Fuels und modernste Bio-Fuels der zweiten und dritten Generation zusammenfasst.

Herr Koch, wie bewerten Sie die Entscheidung der EU, dass Pkw mit Verbrennungsmotor ab 2035 neu zugelassen werden können, wenn sie grüne synthetische Kraftstoffe tanken??

— Eine gute und richtige Entscheidung, die mehrere Ebenen umfasst, die einzeln zu betrachten sind. Zunächst einmal muss man sich erstens klarmachen, dass CO₂-Einsparung bei individueller Mobilität nicht nur über Elektromobilität, sondern auch über CO₂-neutrale Kohlenwasserstoffe möglich ist. Diese sind notwendig, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren, und stellen eine Ergänzung zur Elektromobilität dar. Zweitens ist diese Diskussion in Europa sehr präsent, während sie in China und den USA keine so große Rolle spielt. In diesen Ländern werden moderne Verbrennungsmotoren als Hybrid-Antriebe gefördert und sind Teil der Zukunftsstra-

tegie. Europa ist hier also in gewisser Weise isoliert.

Drittens ist es wichtig zu betonen, dass die Tür für die Verbrennungsmotoren weiterhin offen ist und sie auch in Zukunft eine wichtige Säule der Mobilität sind.

Und viertens ist das europäische Regelwerk derzeit sehr verworren und klimafeindlich aufgestellt. Es ist notwendig, dass in der nächsten Legislaturperiode eine vernünftige regulatorische Basis geschaffen wird, die den fossilen Anteil in allen Kraftstoffen bis 2035 auf null Prozent reduziert. Erst dann kann der Kunde entscheiden, ob er mit CO₂-neutralem Kraftstoff oder mit elektrischem Antrieb fahren möchte.

? Mit grünstrombasierten E-Fuels könnten Verbrennungsmotoren CO₂-neutral betrieben werden. Kritiker

„Herstellungskosten von 80 Cent je Liter“

bringen gegen E-Fuels Einwände bezüglich Herstellungskosten sowie Energieeffizienz vor. Können Sie uns diese Punkte erläutern und einordnen?

Die Behauptung, dass die Herstellung von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten nicht wirtschaftlich sei, ist ein Mythos. Richtig ist, dass für die Herstellung von grünen synthetischen Kraftstoffen elektrische Energie benötigt wird und der Preis für diese Energie eine große Rolle spielt. In Saudi-Arabien beispielsweise kostet die Kilowattstunde Strom aus Sonne heute schon unter einem Cent – was bedeutet, dass die Herstellungskosten für einen Liter E-Fuels bei etwa 80 Cent liegen. Das ist eine Größenordnung, mit der man leben kann und die weit weg ist von den angeblichen 3 bis 5 Euro, die immer wieder genannt werden und nur für hiesige teure Stromkosten gelten. Schon bei einem Preis von circa 2 Cent pro Kilowattstunde können die Herstellungskosten für grünen, CO₂-neutralen Kraftstoff langfristig unter einem Euro pro Liter liegen.

? Für den Gesetzgeber zählen in der aktuellen Regulatorik nur die CO₂-Emissionen bei der Nutzung der Fahrzeuge. E-Mobile gelten damit auf dem Papier – unabhängig davon, ob der Ladestrom aus fossilen Quellen oder nicht stammt – immer als CO₂-neutral. Wie sieht die tatsächliche CO₂-Bilanz eines E-Autos aus, das mit dem derzeitigen Strommix in Deutschland betrieben wird?

Wir haben das an unserem Institut anhand des ersten Halbjahres 2022 analysiert – und kamen auf etwa 175 bis 185 Gramm CO₂ pro Kilometer, wenn das Elektrofahrzeug auf Basis des deutschen

Strommixes in Echtzeit betrachtet wird. Ein vergleichbares Dieselfahrzeug liegt übrigens bei 153 Gramm CO₂ pro Kilometer und hat auch noch das Potenzial, etwa durch HVO-Kraftstoffe – Hydrotreated Vegetable Oil, also hydrierte Pflanzenöle – eine noch bessere Klimabilanz zu erzielen. Diese modernen Biokraftstoffe, die aus Abfällen wie altem Fett oder biogenen Abfällen gewonnen werden, lassen sich mit einer sehr guten Energieeffizienz behandeln und verwerten.

? Die EU befasst sich aktuell des Weiteren mit den zukünftigen Antrieben für schwere Nutzfahrzeuge. Auch hier soll ersten Vorschlägen der EU-Kommission zufolge der Weg in Richtung „all electric“ per Batterie und Wasserstoff gehen. Mit Blick auf die Nutzungsanforderungen und die erforderliche Lade- und Tankinfrastruktur: Ist der Schwerlastverkehr ausschließlich batterieelektrisch und mit Wasserstoff gestaltbar?

Derzeit ist es so, dass die Zero Emission-Strategie der EU für das Jahr 2040 sowohl für Batteriefahrzeuge als auch für Brennstoffzellenfahrzeuge und Wasserstoffmotoren gilt. Dies ist bereits eine Sensation. Nun müssten nur noch Kohlenwasserstoffe, die in der Gesamtbilanz CO₂-neutral sind, für die Zero Emission-Strategie akzeptiert werden. Das ist ein in die Zukunft gerichtetes Potenzial, das nur darauf wartet, endlich von der Politik genutzt zu werden.

? Der Bundestag hat kürzlich die Bundesregierung aufgefordert, den Weg für reinen nachhaltigen Biodiesel (HVO100) an den Tankstellen freizu-

machen. Welche Beiträge sowohl für die bezahlbare Mobilität als auch fürs Klima könnte dieser grüne Biodiesel liefern?

Grüner Biodiesel könnte einen großen Beitrag zum Klimaschutz in Europa leisten. Der Kraftstoff ist etwa 10 bis 15 Cent teurer als fossiler Diesel und eignet sich hervorragend für den Antrieb von Fahrzeugen. Moderne Biokraftstoffe funktionieren genauso wie fossile Kraftstoffe; der Motor merkt keinen Unterschied. Produktion und Verkauf dieser grünen Biokraftstoffe lassen sich schnell skalieren und können je nach Szenario 30 bis 40 Prozent der Fahrzeuge aus dem Bestand versorgen. Der verbliebene Rest ließe sich CO₂-neutral und aufgrund der noch größeren Anlageninvestition zeitversetzt zudem mit E-Fuels antreiben. Die Mischbarkeit der verschiedenen re-Fuels-Typen ist sichergestellt.

? Klingt vielversprechend, dennoch gibt es Bedenken, dass der Motor diese CO₂-neutralen Kraftstoffe nicht aushält. Was halten Sie von solchen Einschätzungen?

Es gibt eine Menge Technologiebashing und Falschaussagen von denen, die einfach keine Moleküle als Energieträger wollen. ADAC-Testfahrten haben gezeigt, dass weder Motoren noch Dichtungen davon betroffen sind. Es ist der mutwillige Versuch, diese Technologie schlechtzureden, weil sie politisch nicht gewünscht ist. Der grüne Kraftstoff befindet sich innerhalb der Spezifikation, ist also per Definition geeignet. Und auch Kraftstoffe, die leicht außerhalb der Spezifikation liegen, sind für fast alle Anwendungen hervorragend geeignet. →

Was müsste sich in der Politik ändern, um die Technologie schneller voranzutreiben?

Es bräuchte mehr Ingenieure in der Politik, denn das ist ein riesiges Manko in Berlin. Die Technologie-Verhinderungs-Politik gibt es schon seit vielen Jahren und es dauert viel zu lange, bis sich etwas entwickelt. Es gibt vernünftige Leute bei allen Parteien, die sich damit seriös beschäftigen. Die müssen sich jetzt zusammenschließen.

? Europa und Deutschland setzen regulatorisch bei der Energiewende im Verkehr und für das Erreichen der Klimaziele auf Verbote, wie das des Verbrennungsmotors, statt auf Technologieoffenheit. Welche Ansätze verfolgen Gesetzgeber diesbezüglich in anderen Regionen der Welt und wie blickt man außerhalb Europas auf den Verbrennungsmotor und dessen Zukunft?

China möchte Weltmarktführer in der Elektromobilität und bei modernsten Hybrid- und Verbrennungsmotorantrieben werden. Die USA fördern den Aufbau neuer Fabriken für Verbrennungsmotoren und sind technologieoffen. Europa hingegen setzt auf Verbote und schränkt so die Technologieoffenheit ein. Diese Politik wird über kurz oder lang die Volkswirtschaft massiv schädigen und Know-how-Verluste zur Folge haben.

? Wie sieht es denn mit der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Automobilhersteller aus?

Die deutschen Hersteller sind noch weltweit führend bei der Verbrennertechnik, aber der Vorsprung ist weitestgehend aufgebraucht. Ein Verbot in Europa würde zu einem massiven Arbeitsplatzverlust und Verlust an Wertschöpfung führen. Die chinesischen Automobilhersteller legen seit Jahren einen Fokus auf den höchsten Wirkungsgrad bei der Motorenentwicklung, was unsere Hersteller weitgehend unvorbereitet trifft. Es droht der Verlust des Technologievorsprungs, den Deutschland über Jahrzehnte aufgebaut hat.

? Wie sehen Sie die Chancen, dass Deutschland oder Europa in der Elektromobilität eine ähnliche Position er-

„Deshalb sind synthetische Kraftstoffe eine sinnvolle Ergänzung für die Verkehrswende.“

reichen wie bei der Verbrennertechnik? Wie lange würde es dauern?

Die Elektromobilität hat sehr große Schwächen bei der Material- und Prozessabhängigkeit, generell bei der Resilienz, dem Ausbau der Infrastruktur und der Wettbewerbsführerschaft sowie der flächendeckenden Verfügbarkeit des Energieträgers. Dass Deutschland und Europa bei der E-Mobilität eine technologisch ähnlich führende Position wie bei der Verbrennertechnik erreichen, sehe ich langfristig nicht. Und trotzdem wird diese Technologie hemmungslos als einzige Lösung proklamiert.

? In Deutschland und Europa geraten Forschung und Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors zunehmend in die Defensive. Wie sieht es diesbezüglich in anderen Ländern aus, und werden uns andere Länder perspektivisch mit modernen, effizienten Motoren überholen?

Japan, China und Amerika betreiben interessante Forschungen. Bis 2035 plant China, den Wirkungsgrad seiner Motoren auf über 53 Prozent zu steigern und hat uns bereits bei Nutzfahrzeug-Dieselmotoren eingeholt. In Europa hingegen hat man entschieden, dass diese Technologie keine Zukunft habe. Nun haben sich in den letzten Wochen zahlreiche Länder in Europa klar zur verbrennungsmotorischen Energiewandlung positioniert, eben neben der Elektromobilität. Vielleicht gibt es ja noch den Impuls, die Verbrennungsmotoren klimafreundlicher und effizienter zu gestalten und weiterzuentwickeln. Es ist heftig, dass weite

Teile der EU-Kommission eine Technologieführerschaft kampflos aufgeben wollen. Dabei wäre es dringend nötig, Projekte mit einem hohen Wirkungsgrad von über 45 Prozent bei Verbrennungsmotoren bei Pkw zu fördern, so wie es der chinesische Staat macht. Aber das ist in Europa offensichtlich nicht gewünscht.

? Als Hochschullehrer bekommen Sie sicherlich mit, dass sich immer weniger Studenten für die Verbrennertechnik interessieren. Was raten Sie ihnen?

Die Berichterstattung der letzten Jahre hat das Vertrauen in die Technologie erschüttert, und die Zukunftsangst ist omnipräsent. Aber Unternehmen suchen immer noch Experten auf diesem Gebiet, und es gibt hochmotivierte und zielstrebige Studenten, die sich damit vertieft auseinandersetzen. Allerdings gibt es auch Schwierigkeiten im Bereich des Nachwuchses. Der Bedarf an Ingenieuren wird steigen, wenn die Motoren optimiert und weiterentwickelt werden müssen, insbesondere wenn sich ab 2035 das Zulassen von Verbrennungsmotoren ändert.



Gewaltiges Potenzial:

Professor Thomas Koch ist davon überzeugt, dass grüne synthetische Kraftstoffe für den Klimaschutz unerlässlich sind.



NEUE WINDRÄDER

► müssten hierzulande bis 2029 gebaut werden, um das von der Bundesregierung gesetzte Ziel von 115 Gigawatt an Windkraftkapazität zu erreichen. Das wären jährlich knapp 2.200 Anlagen. Dieses Ausbautempo wäre nötig, um bis 2030 den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 80 Prozent zu steigern. Das jüngst auch von Bundeskanzler Olaf Scholz bekräftigte Ausbauziel bedeutet aber auch, dass rechnerisch auf jeden Tag ohne neu gebaute Windräder ein Tag mit zehn neuen Anlagen folgen müsste.

Mehr als 20 Jahre hat es gedauert, bis sich in Deutschland Windräder an Land mit einer Gesamtleistung von 56 Gigawatt drehten. Innerhalb von nur sieben Jahren müsste nun noch einmal mehr als die gleiche Menge installiert werden, nämlich 59 Gigawatt. Das ist kaum zu schaffen, wie eine Auswertung nahelegt, die das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln (EWI) erstellt hat. Es droht eine Lücke in der Stromversorgung. Laut EWI müssten von 2023 bis Ende 2029 täglich 5,8 Windräder mit einer durchschnittlichen Leistung von je 4,2 Megawatt hinzukommen.

Im bisherigen Boomjahr 2017 wurden 5,3 Gigawatt an Windkraftkapazität neu installiert. Im Mittel der Jahre 2010 bis 2021 wurden pro Tag rund 3,5 Windenergieanlagen errichtet, mit einer Nennleistung von im Schnitt lediglich 2,8 Megawatt.

Ohne ausreichend bezahlbaren Ökostrom könnte auch die Industrie abwandern. Laut einer Umfrage der Wirt-

schaftsinitiative Sun & Wind Belt unter 249 Industriefirmen, die dem Handelsblatt vorliegt, empfinden 70 Prozent genug Strom aus erneuerbaren Quellen als wichtigen Standortfaktor.

Die besten Standorte für Windkraftanlagen sind in Deutschland ohnehin vergeben. Die jüngsten gesetzlichen Änderungen, die Windräder auch dort zulassen, wo sie bisher verboten waren, werden die Kosten für Erschließung und Bau und auch für den produzierten Strom in die Höhe treiben. Deutschland hat eine Fläche von knapp 360.000 Quadratkilometern. Es gibt auf dieser Fläche aber vergleichsweise viele Menschen und Dörfer und Städte, in denen keine Windräder gebaut werden können. Und es gibt sehr viele Menschen, die finden, dass Windkraft zwar eine gute Sache ist, nur eben nicht ausgerechnet in ihrer Nähe. Und es gibt Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Bürgerinitiativen, Genehmigungsverfahren, Anhörungen, die die Verfahren kompliziert und teuer machen. Und es gibt eine Industrie, die all diese Windräder erst produzieren und dann über Autobahnen und Landstraßen zu ihrem Bestimmungsort transportieren muss. Was ja auch erst wieder einer Genehmigung bedarf ... ◀

PRO TAG

„Die Energiewende gehört diversifiziert“

Wenn es um Klimaneutralität im Gebäudesektor geht, müssen alle Optionen auf den Tisch – davon ist Lamia Messari-Becker, Professorin für Bauphysik an der Universität Siegen, überzeugt. Im Interview erklärt die Ingenieurin, warum auch Wasserstoff und seine Derivate für den Gebäudebestand wichtig sein können.

INTERVIEW Gerhard Walter

Frau Messari-Becker, Sie setzen sich für mehr Ressourcenschonung und Ressourcenkreisläufe sowie für mehr Optionen auf dem Weg zur Klimaneutralität, insbesondere auch im Gebäudesektor, ein. Warum? _____ Bauen steht für circa 50 Prozent des Ressourcenverbrauchs. Für eine rohstoffarme Industrienation ist es eine ökonomische Notwendigkeit, Rohstoffe sehr sparsam einzusetzen und diese stets im Kreislauf zu halten. Zugleich ist der Gebäudesektor für ein Drittel der CO₂-Emissionen verantwortlich. Insbesondere im Gebäudebestand muss mehr passieren.

? Passen dazu die aktuellen politischen Pläne und das Vorhaben des Gebäudeenergiegesetzes? Wo besteht Nachbesserungsbedarf?

_____ Das Gebäudeenergiegesetz GEG wird voraussichtlich technologieneutral sein, aber die Förderung behandelt die Optionen schon unterschiedlich. Und für eine erfolgreiche Umsetzung brauchen wir eine gewisse Parallelität der Maßnahmen. Konkret heißt das, wir brauchen parallel auch kommunale Wärmepläne und Quartiersansätze und den Ausbau erneuerbarer Wärme sowie einen Geothermie/Bioenergie-Hochlauf und so weiter. Sonst werden die Ziele nicht erreicht und bleiben dort, wo sie sind – nämlich auf dem Papier.



? Wie praktikabel ist die Festlegung auf den ab 2024 vorgesehenen Pflichtanteil von mindestens 65 Prozent Erneuerbare Energien beim Neubau und bei der Heizungssanierung?

Im Neubau lassen sich inzwischen sogar Energieplusgebäude errichten, die mehr Energie produzieren, als sie selbst benötigen. Die wahre Herausforderung liegt tatsächlich im Bestand. Und hier braucht es Optionen: Für die einen ist es die Wärmepumpe, für andere sind es Fernwärme, kommunale Wärmepläne oder Quartierslösungen, wieder andere fahren gut mit Biogas oder Biomasse, wasserstofffähigen Heizungen oder autarken oder notfalls hybriden Lösungen.

? Der große Hebel liegt im Gebäudebestand. Ist hier die Priorität auf Wärmepumpen und Direktstromheizungen sinnvoll unter Berücksichtigung des Gebäudebestands in Deutschland?

Ich halte diesen Ansatz für sehr einseitig und nicht zielführend. Wir haben im Gebäudebestand sehr unterschiedliche energetische Qualitäten je Baualter, unterschiedliche technische Voraussetzungen, und es gibt unterschiedliche regionale Gegebenheiten. Wir brauchen daher mehrere Optionen, um die gesamte Palette der Gebäude zu adressieren, um in die Breite zu kommen und möglichst alle Menschen mitzunehmen. Es gibt nicht die eine Lösung, die für alle gut funktioniert.

? Ob Wärmemarkt, Verkehr, Industrie und Haushalte, in vielen Bereichen setzt der Gesetzgeber mit seiner Regulatorik auf Direktstromlösungen. Kann das aus Ihrer Sicht gut gehen, oder sehen Sie Gefahren darin? Brauchen wir mehr Technologieoffenheit?

Dass alle Sektoren per Strom aus Wind und Photovoltaik und ohne große Speicherkapazitäten versorgt werden können, ist Wunschdenken und für eine Industrienation nicht haltbar. Die Energiewende gehört diversifiziert. Nötig ist auch eine echte Wärmewende. Zu Wind- und Sonnenstrom müssen also weitere erneuerbare Energiequellen kommen, etwa Geothermie, die grundlastfähig ist, Solarthermie und Bioenergie. Und wir brauchen Speicherkapazitäten, wenn gerade Wind- und PV-Parks nicht liefern können. Effizienz ist auch über Abwärmenutzung, Dämmung, Technologien der Wärmerückgewinnung, Digitalisierung und Kraft-Wärme-Kopplung zu erzielen. Und es wird nicht reichen, nur am Einzelgebäude zu agieren. →

Lamia Messari-Becker

ist seit 2013 Professorin für Gebäudetechnologie und Bauphysik an der Universität Siegen. Von 2016 bis 2020 war sie Mitglied des Sachverständigenrats für Umweltfragen der Bundesregierung (SRU) und vertrat dort die Bereiche Bauingenieurwesen und nachhaltige Stadtentwicklung. Bis 2022 gehörte Messari-Becker zum Expertenkreis Zukunft Bau. Sie setzte sich für die Schaffung eines Bundesbauministeriums ein. Die Bauingenieurin schlug der Bundesregierung unter anderem einen digitalen Materialpass, Quartierslösungen für mehr Klimaschutz sowie einen lebenszyklusbasierten Ressourcenausweis für Gebäude vor. Von 2009 bis 2014 arbeitete sie bei einem internationalen Planungsbüro und verantwortete dort die Planungsreiche Bauphysik und Nachhaltigkeit. Messari-Becker ist Mitglied im Club of Rome International.

„Die Zukunft gehört einer klimafreundlichen und sicheren Energieversorgung. Wenn die CO₂-Vermeidung das Ziel ist, dann gehören alle zielführenden Optionen auf den Tisch.“



? Inwiefern?

— Gegenüber Sanierungen bestehen viele Hemmnisse, etwa demografische und finanzielle Aspekte, lange Erneuerungszyklen, technische Unwägbarkeiten. Erweitern wir den Blick um das Quartier, erschließen wir ein größeres Handlungsfeld, in dem Projekte umweltfreundlicher, kostengünstiger und sozial gerechter realisiert werden können. Die Politik sollte Quartiersansätze etablieren und fördern. Als Mitglied im Sachverständigenrat für Umweltfragen habe ich dazu einiges empfohlen.

? Der Entwurf zum GEG stellt in Aussicht, dass bei Heizungsmodernisierungen auch grüner Wasserstoff sowie daraus hergestellte Derivate als Erfüllungsoptionen anerkannt werden könnten. Synthetische, grünstrombasierte Gas- und Flüssiggas sind Wasserstoffderivate. Damit könnten auch zukünftig Gas- und Ölheizungen in die Klimaschutzbemühungen einbezogen werden. Sollte der Gesetzgeber die Lösungsoption synthetischer Gas- und Flüssiggas rechtlich ermöglichen?

— Die Zukunft gehört einer klimafreundlichen und sicheren Energieversorgung. Wenn die CO₂-Vermeidung das Ziel ist, dann gehören alle zielführenden

Optionen auf den Tisch. Gelingt es durch globale Energiekooperationen, Wasserstoff und seine Derivate kostengünstig herzustellen, eröffnen sich einige Möglichkeiten. Das setzt voraus, dass man Klimaschutz global und kooperativ denkt und nicht nur die europäische oder gar die einheimische Brille aufsetzt.

? Hätte das auch Vorteile für die Ressourcenschonung? Schließlich wären mit synthetischen Brennstoffen heutige Logistik- und Versorgungsstrukturen mit Gasen und Flüssiggas sehr gut nutzbar.

— Im Gebäudebereich wäre einiges erreicht, wenn man etwa vorhandene Gasnetze weiter nutzt, ertüchtigt und versorgungsseitig für erneuerbare Energien oder grüne Gase oder Fernwärme nutzt. Das setzt beispielsweise voraus, dass etwa grüne Gase für Heizungen nicht ausschließlich nach der Effizienz beurteilt werden, was ich anerkenne, aber doch zu kurz greift. Andere Kosteneinsparungen gehören mit einbezogen, etwa wenn wasserstofffähige Netze und kostengünstige Heizungsumrüstungen den Umstieg erleichtern. Übrigens lassen sich bestehende Gasnetze auch in die kommunalen Wärmepläne integrieren. Und

autarke Lösungen, die PV-Strom am Gebäude im Sommer gewinnen und in Wasserstoff umwandeln, lagern und im Winter für die Heizung nutzen, konkurrieren nun wirklich nicht mit Sektoren, die Wasserstoff dringender brauchen.

? Als Lösungsvariante bei einer Heizungsanierung sind auch Gerätekombinationen von Wärmepumpe und Öl- und Gas-Brennwertheizungen im Gespräch, Stichwort Hybridsysteme. Wie stehen Sie dazu?

— Der Umstieg auf erneuerbare Energien ist wichtig, aber wir werden lange einen Mix haben. Es wird Nischenbereiche geben, etwa wenn Luftwärmepumpen nicht die alleinige Versorgung übernehmen, denken wir nur an historische Bauten mit hohem Heizwärmebedarf. Hier könnten Spitzenlasten an kalten Wintertagen durch eine zusätzliche Back-up-Heizung gedeckt werden. Das wären aber doppelte Systeme, die man nur situativ investieren sollte.

? Wie sehen Sie die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Pläne, gerade mit Blick auf Kosten für die Verbraucher, auf Versorgungssicherheit und auf Fachkräftekapazitäten?

— Die Kosten der Energiewende und des Klimaschutzes dürfen nicht auf die Verbraucher so abgewälzt werden, sonst verlieren wir an Akzeptanz. Die fehlenden Fachkräfte- und Einbaukapazitäten lassen sich auch für viel Geld nicht so schnell aufbauen. Der Einbau von Wärmepumpen benötigt doppelt so viel Zeit wie konventionelle Technik. 30 Prozent Anteil der Wärmepumpen im Gebäudebestand (anstatt heute drei Prozent) wäre eine völlig andere Situation für die Stromnetze, zumal Gebäude (Peak-Markt) die Heizleistung in nur wenigen Wochen abrufen. Wir müssen also die Stromnetze mitdenken, ausbauen und ertüchtigen. Und bei Wärmenetzen besteht ein hoher Nachholbedarf. All das wird eine große Aufgabe sein. Wenn wir nicht alle sinnvollen Optionen nutzen und nur einzelne Lösungen forcieren, kann das für alle, Bürger und Staat, sehr teuer werden bei geringer Klimaschutzwirkung. Das kann nicht im Sinne des Klimaschutzes sein. ■

BERLIN FÖRDMERT E-FUELS:

E-FUELS WICHTIG FÜR DIE ENERGIEWENDE IM VERKEHR . . .



Bislang standen Teile der Bundesregierung dem Einsatz von E-Fuels skeptisch gegenüber – und das, obwohl der grüne synthetische Kraftstoff die rund 48 Millionen Pkw und vier Millionen Lkw mit Verbrennungsmotoren hierzulande sofort auf einen CO₂-neutralen Kurs bringen könnte. Doch von der FDP getrieben setzte die Bundesregierung jetzt bei der Europäischen Kommission durch, dass auch nach 2035 Autos mit Verbrennungsmotor neu zugelassen werden dürfen,

sofern sie ausschließlich mit CO₂-neutralem synthetischem Kraftstoff betankt werden. So sieht eine Zeitenwende aus, die bereits vor der Entscheidung der EU-Kommission dezent zu spüren war: Christian Kühn, Parlamentarischer Staatssekretär im grün geführten Bundesumweltministerium (BMUV), überreichte dem Karlsruher Unternehmen INERATEC jüngst einen Förderbescheid über sechs Millionen Euro für die Errichtung einer großtechnischen Anlage zur Herstellung von E-Fuels im Industriepark Höchst. „Wirtschaft und Gesellschaft müssen schnellstmöglich klimaneutral werden. Damit diese Transformation gelingt, sind sowohl gute Klima- als auch gute Industriepolitik notwendig. Grüner Wasserstoff und nachhaltig produzierte synthetische Kraftstoffe sind dabei unverzichtbar“, verlautet es offiziell aus dem Ministerium. „Ihr Markthochlauf muss deshalb zügig geschehen.“ Das Projekt sei ein wichtiger Beitrag für den Klimaschutz und den Wirtschaftsstandort Deutschland. Und weiter steht in der Pressemitteilung des BMUV: „Im Power-to-Liquid Prozess werden anschließend aus den Ausgangsstoffen H₂ und CO₂ Kraftstoffe sowie Chemikalien produziert. Diese können in Form von nachhaltigem Kerosin, klimaneutralem Benzin oder sauberem Diesel die Kraftstoffe fossiler Herkunft ersetzen.“

..... Klimaschutz

BATTERIEWAHSINN – NEIN DANKE!



„Dieser Batteriewahnsinn führt uns nicht zum Ziel“, sagt Gerrit Marx, der Chef des Lastwagen-Herstellers Iveco mit Gesellschaftssitz in Amsterdam und Hauptverwaltung in Turin. In Ulm betreibt Iveco eine Pilotproduktion für alternative Antriebe. Batterien spielen hier eine untergeordnete Rolle, weil die Ladezeiten „extrem lang“ und die Fahrzeuge extrem teuer

werden. Ladezeiten von mehr als drei Stunden seien keinem Speditoren zuzumuten, so Marx. Um Lastwagen sofort klimaneutral zu betreiben, schlägt Gerrit Marx den Einsatz von Biomethan vor. Damit ließen sich sechs bis acht Prozent des Schwerlastverkehrs abwickeln. Bei der Verbrennung wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie bei der Herstellung etwa in Biogasanlagen verbraucht wird. „Lassen Sie die Wissenschaft an den Tisch, und sehen wir nicht nur absolutistisch auf den Auspuff“, sagt Marx. Iveco bietet seinen Kunden bereits das Lkw-Modell S-WAY an, das mit Biomethan betrieben werden kann – und somit eine sofort einsatzbereite Lösung zur Defossilisierung des Straßengüterverkehrs ermöglicht.

Umfrage: E-Mobilität ist nicht erwünscht

Die Deutschen haben ein höchst zwiespältiges Verhältnis zur Elektromobilität. Laut einer Umfrage des Marktforschungsinstituts Allensbach im Auftrag der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) ist die Mehrheit der Deutschen zwar davon überzeugt, dass sich die E-Mobilität in den nächsten zehn Jahren durchsetzen wird – doch nur 22 Prozent halten das für wünschenswert. Mit 23 Prozent ist der Kreis derer, die ein Elektroauto kaufen würden, kaum größer. Hauptvorbehalte sind der hohe Kaufpreis, zu wenig Ladestationen, teurer Strom sowie Zweifel an der Klimabilanz. Elektroautos gelten

von Kohlenstoffdioxid, obwohl es zum Teil viele Zehntausend Kilometer dauert, bis der CO₂-Rucksack, mit dem sie aufgrund der CO₂-intensiven Akkuproduktion starten, „abgearbeitet“ ist. Für mehr Klimaschutz im Verkehr setzen die Deutschen laut Umfrage vor allem auf den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs, schadstoffarme Antriebe und auf alternative Kraftstoffe wie Wasserstoff. Acatech-Präsident Jan Wörner sagt, die Umfrage zeige, dass viele Menschen klimaschonenden Verkehr wollten, aber alltagstaugliche Lösungen bräuchten. „Sie müssen gehört, gefragt und in die Gestaltung vor Ort zentral einbezogen sein.“



ALTES FETT ERSETZT

MINERALISCHEN DIESEL

Ein wichtiger Schritt der Politik für die „Kraftstoffwende“ und ein wichtiges Signal an den Kraftstoffmarkt: Zukünftig sollen sogenannte HVO (Hydrotreated Vegetable Oils/hydrierte Pflanzenöle) in Reinform an öffentlichen Tankstellen verkauft werden können. Der Bundestag hat der Bundesregierung einen entsprechenden Auftrag zur Umsetzung erteilt. Moderne Dieselfahrzeuge können bedenkenlos mit dem grünen Kraftstoff betrieben werden. Und auch diejenigen, die den einstigen Biodiesel verteuerten, weil er aus Nahrungs- und Futterpflanzen hergestellt wurde, dürften keine Einwände gegen HVO haben. Denn diese werden aus altem Frittierfett, tierischen Abfallfetten und Rückständen aus der Pflanzenölverarbeitung hergestellt – eine „Tank-Teller-Konkurrenz“ gibt es hier nicht. Der ADAC hat den Treibstoff in Langzeitversuchen getestet. Fazit: Die Autos laufen einwandfrei. In zahlreichen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ist HVO100, wie der grüne Kraftstoff an den Tankstellen heißt, schon lange zugelassen. In Deutschland darf HVO bisher nur als Beimischung zu mineralischem Diesel verkauft werden. Der weltweit führende HVO100 Produzent ist das finnische Unternehmen Neste. Nach dessen Angaben sinken die CO₂-Emissionen bei Fahrzeugen, die diesen Kraftstoff nutzen, um 90 Prozent. Mit HVO100 ist die Klimabilanz eines Dieselfahrzeugs deutlich besser als die eines mit fossilem Diesel angetriebenen Fahrzeugs – und je nach Verbrauch auch besser als die eines mit deutschem Strommix betriebenen Elektroautos.

Der Hamburger Hafen wird zum neuen Produktionsstandort für grüne synthetische Kraftstoffe und chemisch-pharmazeutische Vorprodukte. Unter dem Namen „NextGate“ haben die Unternehmen Mabanaft und H&R eine Demonstrationsanlage für Power-to-Liquids (PtL) eingeweiht.

TEXT Kristina Simons



E-FUELS AUS DEM HAMBURGER HAFEN

Synthetische Kraft- und Grundstoffe erhalten in den kommenden Jahren eine immer größere Bedeutung für Industrie, Logistik und Mobilität“, sagte Hamburgs Erster Bürgermeister Peter Tschentscher zur Einweihung der Demonstrationsanlage im vergangenen Herbst. Auf Basis von grünem Wasserstoff wollen das Energieunternehmen Mabanaft und der Spezialchemie-Spezialist H&R synthesebasierte Alternativen zu fossilen Rohstoffen gewinnen und die nachhaltige Defossilisierung ihrer Industriesektoren voranbringen. Dafür haben sie 2021 das Joint Venture P2X-Europe gegründet. Die NextGate-Anlage am Produktionsstandort der Ölwerke Schindler im Hamburger Hafen soll im Jahr rund 200 Tonnen E-Fuels für den Straßen- und Schienenverkehr produzieren. Diese lassen sich problemlos in konvention-

nellen Verbrennungsmotoren nutzen und können hier klimaschädliche Kraftstoffe ersetzen. Zusätzlich soll die Anlage rund 150 Tonnen Wachse für die Kosmetik-, Pharma- und Lebensmittelindustrie herstellen – auch in diesen Branchen steigt die Nachfrage nach nachhaltigen Grundstoffen rasant.

Ergänzung zu elektrischen Antrieben

Der grüne Wasserstoff stammt aus der fünf Megawatt starken Wasserstoff-Elektrolyseanlage, die H&R seit 2017 an ihrem Standort im Hamburger Hafen betreibt. **Das Unternehmen benötigt ihn dort für die Herstellung von Spezialprodukten, die zum Beispiel als Paraffine, Weiß- oder Prozessöle für die Weiterverarbeitung in Käserinden, Lippenstiften, Druckfarben oder Autoreifen genutzt werden.** Ein Teil des erzeugten

Wasserstoffs soll nun für die PtL-Produktion in der NextGate-Anlage verwendet werden. Zusammen mit biogenem, also bei der Verbrennung von Biomasse entstehendem CO₂, wird er zunächst zu Synthesegas verarbeitet. Im Anschluss werden daraus synthetische Kohlenwasserstoffe gewonnen. Die PtL-Synthesetechnologie stammt vom Karlsruher Technologieunternehmen INERATEC, einem Spin-off des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

„Wir müssen die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen verringern“, betont Volker Ebeling, Senior Vice President New Energy, Chemicals & Gas bei Mabanaft. „Gleichzeitig benötigen wir für viele Aspekte unseres gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Alltags auch klimafreundliche Alternativen zu bislang noch fossilen flüssigen Kraftstoffen, die



Einsatz für synthetische Kraftstoffe:

Detlev Wösten, Chief Sustainability Officer der H&R, Hamburgs Erster Bürgermeister Peter Tschentscher, Niels H. Hansen, CEO der H&R, und Volker Ebeling, Senior Vice President New Energy, Chemicals & Gas bei Mabanaft (v. l.).



„Um die CO₂-Emissionen zu senken, führt kein Weg an synthetischen Kraftstoffen vorbei.“

Volker Ebeling, Senior Vice President, Mabanaft

Fotos: Arnd Hoffmann/Mabanaft; Mabanaft GmbH & Co. KG; Nikada/Getty Images

direkt und problemlos als Ersatz einsetzbar sind und die bestehende Infrastruktur weiter nutzen.“ Schifffahrt, Luft- und Schwerlastverkehr oder auch Land- und Arbeitsmaschinen ließen sich in absehbarer Zeit nicht elektrifizieren. „Um hier die CO₂-Emissionen zu senken, führt kein Weg an synthetischen Kraftstoffen vorbei. Mithilfe der PtL-Technologie können wir synthetische Kraftstoffe in Form von CO₂-neutralen E-Fuels bieten und so einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung dieser Sektoren leisten.“

Laut Mabanaft wird das NextGate-Projekt derzeit optimiert, um die maximale Anlagenleistung zu erreichen und in einen Dauerbetrieb zu überführen. „Nach derzeitigem Kenntnisstand ist geplant, im Laufe des zweiten Halbjahres 2023 synthetische und klimafreundliche Produkte zu liefern“, so Mabanaft-Sprecherin Annika Persson. Darüber hinaus plant P2X-Europe für die nächsten Jahre weitere kommerzielle PtL-Projekte, um den Markthochlauf von E-Fuels und synthetischen Rohstoffen zu ermöglichen. Bereits im Juli 2022 hat die Joint-Venture-Gesellschaft ein Projekt in Portugal angekündigt, bei dem ab 2026 erneuerbare Power-to-Liquid-Produkte hergestellt werden sollen – perspektivisch 80.000 Tonnen pro Jahr. —

EINSATZ FÜR DIE ENERGIEWENDE

Die Demonstrationsanlage NextGate ist eingebunden in den Verbund Norddeutsches Reallabor (NRL). Mehr als 50 Partner aus unterschiedlichen Erzeugungs- und Verbrauchssektoren, Wissenschaft und Politik erproben darin gemeinsam neue Wege zur Klimaneutralität. Produktions- und Lebensbereiche mit besonders hohem Energieverbrauch insbesondere in der Industrie, aber auch in der Wärmeversorgung und im Mobilitätssektor werden schrittweise defossilisiert und auf erneuerbare Energieträger umgestellt. Ziel ist es, die CO₂-Emissionen in Norddeutschland bis 2035 um 75 Prozent zu reduzieren. Das Großprojekt läuft seit April 2021 und noch bis März 2026. Die beteiligten Partner investieren dafür rund 405 Millionen Euro. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert das NRL mit rund 55 Millionen Euro im Rahmen der „Reallabore der Energiewende“.

KEIN MEHR AN SUBVENTIONEN

DER INFLATION REDUCTION ACT (IRA) MIT SEINEM SUBVENTIONSPROGRAMM FÜR KLIMAFREUNDLICHE INVESTITIONEN IST EINE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE DEUTSCHE UND EUROPÄISCHE WIRTSCHAFT. STATT JETZT EBENFALLS AUF SUBVENTIONEN ZU SETZEN, MÜSSTEN DEUTSCHLAND UND EUROPA IHRE PRODUKTIONSBEDINGUNGEN IN DEN BLICK NEHMEN – UND AUS DEM DORN RÖSCHENSCHLAF ERWACHEN.

Mit dem Inflation Reduction Act (IRA) hat US-Präsident Biden im August 2022 ein umfangreiches industriepolitisches Programm auf den Weg gebracht. Anders als der Name suggeriert, hat das Gesetz jedoch nicht viel mit der Drosselung der auch in den USA grassierenden Inflation zu tun. Vielmehr geht es im Kern um drei Maßnahmenpakete: erstens den (bezahlbaren) Zugang zu Arzneimitteln und anderen Gesundheitsdiensten, zweitens die Förderung von klimafreundlichen Produkten und Investitionen und drittens gewisse Reformen der Unternehmensbesteuerung zur Finanzierung der geplanten Maßnahmen.

Notwendig ist eine Renaissance der Angebotspolitik

In Europa steht der zweite Punkt im Zentrum der öffentlichen Debatte um den IRA. Die geplanten Förderinstrumente umfassen zum einen Subventionen für den Kauf von Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen und Elektroautos, zum anderen Zuschüsse und Steuergutschriften für die Herstellung der genannten Produkte sowie für die Erzeugung von Strom durch erneuerbare Energien oder moderne Kernenergie. Des Weiteren sind Zuschüsse vorgesehen für den Ausbau der Wasserstoffwirtschaft und für Carbon Capture, also die Abscheidung von Kohlenstoff.

Die Mittel dafür werden auf rund 370 Milliarden Dollar taxiert, sind aber im Grund unbegrenzt.

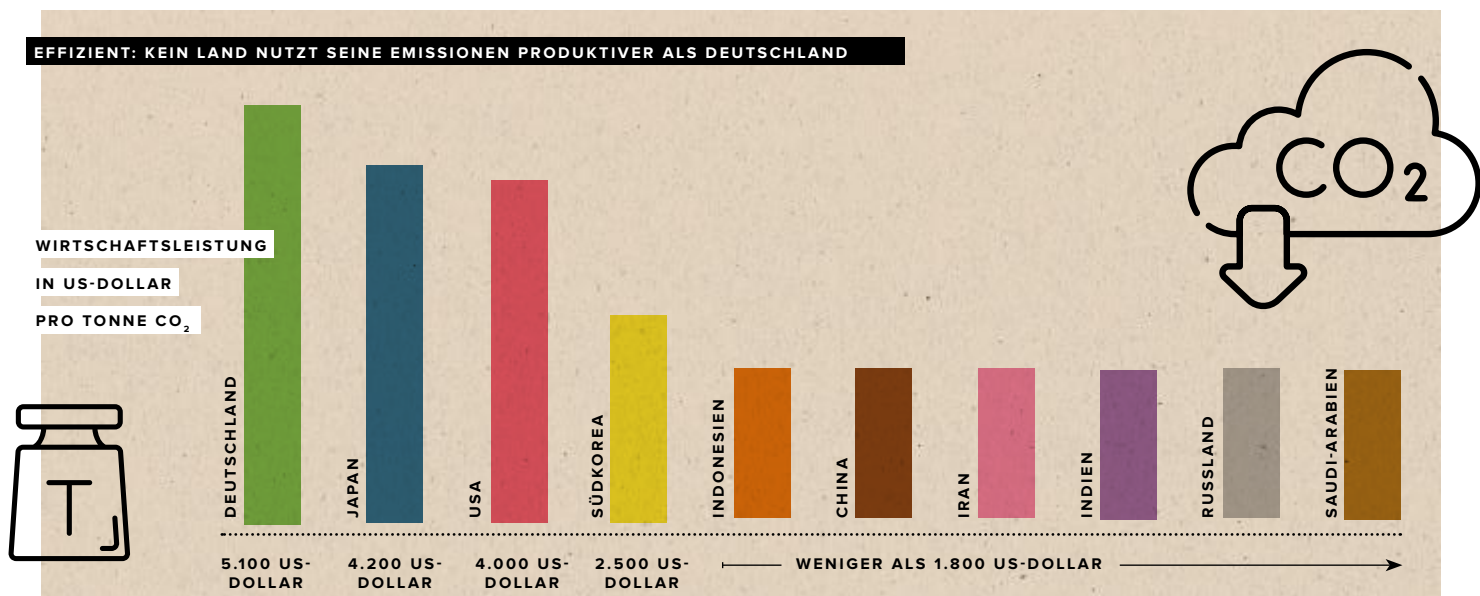
Kritisch für Europa sind weniger die Maßnahmen als solche als vielmehr die protektionistischen Elemente des IRA. So soll etwa die Steuergutschrift in Höhe von 7.500 US-Dollar für die Anschaffung neuer Elektroautos nur dann gewährt werden, wenn eine Endmontage in den USA und eine Verwendung von US-amerikanischen Batterierohstoffen erfolgt. Diese Restriktionen benachteiligen europäische Unternehmen im Wettbewerb und können Unternehmen zudem dazu veranlassen, (weitere) Teile der Produktion in die USA zu verlagern, zumal dort die Energiekosten ohnehin heute schon sehr viel geringer sind als hierzulande.

Dass Europa auf diese Entwicklung reagieren sollte, dürfte klar sein. Die Frage ist nur: Wie? Der Impuls der Europäischen Kommission, ebenfalls mit umfangreichen Subventionsprogrammen zu kontern, ist zwar verständlich, letztlich aber nicht nachhaltig. Vor allem überdecken Subventionen die gravierenden Probleme, die durch die Versäumnisse der vergangenen zehn Jahre am Standort Deutschland nun bestehen. Deutschland ist in Europa führend bei den Energiepreisen, wir haben die höchsten Steuern auf Unternehmensgewinne, die Infrastrukturen – ob für Verkehr oder digitale Dienste – sind in keinem guten Zustand, es herrscht Arbeitskräftemangel, die Rente ist nicht

nachhaltig finanziert und überbordende Regulierung und Bürokratie ersticken zunehmend unternehmerische Aktivitäten. Diese Baustellen können nicht einfach mit einem Mehr an Subventionen ausgeglichen werden. Notwendig ist vielmehr eine Renaissance der Angebotspolitik, die die Produktionsbedingungen am Standort Deutschland wieder in den Blick nimmt. Ein subventionierter Industriestrompreis wird dazu nicht ausreichen. Auch die Themen Steuern, Rente, Arbeitskräfte, Infrastrukturen und Bürokratie sind endlich wieder in den Blick zu nehmen. Die Verteilung vermeintlicher Wohltaten durch die Politik hingegen ist langfristig nicht durchhaltbar. ■



PROFESSOR DR. JUSTUS HAUCAP, Jahrgang 1969, ist Direktor des Düsseldorfer Instituts für Wettbewerbsökonomie (DICE) an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Der Volkswirt war von 2006 bis 2014 Mitglied der Monopolkommission der Bundesregierung, davon vier Jahre deren Vorsitzender (2008–2012).

→ Wirtschaftsleistung aus einer Tonne CO₂... die CO₂-Produktivität Deutschlands

SEK
0 —

Deutschland zählt in absoluten Zahlen zu den größten CO₂-Emittenten der Welt. So fallen auf dem Staatsgebiet der Bundesrepublik zwar nur rund zwei Prozent der jährlichen globalen CO₂-Emissionen an. In der Rangliste der größten Treibhausgas-Emittenten steht Deutschland damit aber auf Platz sieben nach China, den USA, Indien, Russland, Japan und dem Iran. Wichtiger als der Blick auf die absoluten Zahlen ist aber eine relative Einordnung. Denn dass die viertgrößte Volkswirtschaft der Erde als hochentwickelte Industrienation mehr CO₂ emittiert als viele andere, etwa kleinere oder wirtschaftlich weniger entwickelte Länder, ist eine Binsenphrase. Die entscheidende Frage lautet vielmehr: Wie viel Wirtschaftsleistung je Tonne Kohlenstoffdioxid wird in einem Land erzeugt, wie CO₂-intensiv ist also die deutsche Produktivität? Dazu hat das Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa) in Düsseldorf eine Auswertung vorgelegt: In Anlehnung an die Arbeitsproduktivität betrachtet das Institut diese sogenannte CO₂-Produktivität, das heißt, wie viel Wirtschaftsleistung je Tonne Kohlenstoffdioxid in einem Land erzeugt wird. Unter den zehn größten Emittenten erzielt Deutschland dabei das beste Ergebnis: Rechnerisch werden mit jeder Tonne CO₂ 5.100 US-Dollar Bruttoinlandsprodukt erzeugt.

20 —

Japan erreicht mit 4.200 Dollar den zweiten Platz. Dann folgen die USA mit 4.000 und Südkorea mit 2.500 Dollar. Indonesien, China, Iran, Indien, Russland und Saudi-Arabien erreichen weniger als 1800 Dollar je Tonne. Wären die anderen Treibhausgasverursacher in den Top Ten ähnlich CO₂-effizient wie Deutschland, könnte die Gesamtmenge der Emissionen – bei gleicher Wirtschaftsleistung – um 55 Prozent geringer ausfallen. Statt 23,5 Gigatonnen Kohlendioxid hätten sie 2021 zusammen nur 10,5 Gigatonnen emittieren können. Der CO₂-Gesamtausstoß aller Länder dieser Welt wäre unter dieser Annahme um 40 Prozent geringer.

40 —

60 —

eFuel Alliance

Mit eFuels aus dem europäischen Klima-Dilemma

78 % aller Autofahrer wollen CO₂-neutrale eFuels tanken.* eFuels können heute und in Zukunft weltweit klimaneutral genutzt werden. Synthetische Kraftstoffe sind ein Weg aus dem europäischen Energie-Dilemma, können helfen, die Importabhängigkeit von Russland zu verringern, und mit ihnen kommen wir den ambitionierten Klimazielen näher.



Vorteile von eFuels:

- Sie sind in vielen Anwendungsfeldern der Mobilität, aber auch der Industrie anwendbar
- Sie sofort in allen Bestandsfahrzeugen mit Verbrennungsmotor einsetzbar – Verbrenner können langfristig CO₂-neutral betrieben werden
- Bestehende Tankstellen-Infrastruktur kann genutzt werden
- Ein Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor wäre nicht zwingend notwendig
- Ende der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, auch aus Russland
- eFuels können kostengünstig dort hergestellt werden, wo es Sonne und Wind im Überfluss gibt

Die eFuel Alliance ist eine Interessengemeinschaft aus 180 Unternehmen, die sich für die industrielle Produktion von synthetischen Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien einsetzt. Ziel der Initiative ist die Anerkennung von eFuels als wesentlicher Baustein einer europäischen, technologieoffenen Klimaschutzpolitik.

www.efuel-alliance.eu

* forsa-Umfrage von Juni 2022