

energie+ | DAS MITTELSTAND | MAGAZIN

1-2025

Fit für die Zukunft?

Deutschlands
Wasserstoffstrategie am
Scheideweg

Stets bezahlbar

Neue Studie zeigt
mögliche Kostenentwicklung
von E-Fuels

„Ohne Importe wird es
nicht gehen“

THORSTEN HERDAN, CHEF DES E-FUELS-HERSTELLERS HIF EMEA,
ERKLÄRT, WELCHE WEICHEN JETZT GESTELLT WERDEN MÜSSEN, UM DIE EU
AN DIE SPITZE EINER GLOBALEN WASSERSTOFFWIRTSCHAFT ZU BRINGEN.



„2035 würde es zum ‚Havanna-Effekt‘ kommen. Neuzulassungen von Verbrennern wären plötzlich verboten. Aber Teile der Flotte in Deutschland würden immer noch 40 Millionen bestehende Verbrenner sein. Viele Besitzerinnen und Besitzer werden in dem Wissen, dass sie keinen neuen Verbrenner mehr bekommen, ihr Auto pflegen und bis zum Sankt-Nimmerleins-Tag weiterfahren. Für das Klima ist das schlimmer als die Weiterzulassung neuer Verbrenner. Es wäre viel besser, auf unsinnige Verbote zu verzichten und stattdessen mehr Kapazitäten in Möglichkeiten zu stecken, jene Verbrenner klimafreundlicher zu betreiben.“

Ifo-Präsident Clemens Fuest im „Handelsblatt“
vom 31. Oktober 2024

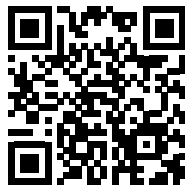
Altlasten-Sanierung

Mit dem geänderten Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung einen wesentlichen Konstruktionsfehler der deutschen Klimapolitik beseitigt: Endlich können Kosten und Effizienz stärker berücksichtigt werden.

**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.energie-und-mittelstand.de finden Sie alle Inhalte unseres Magazins ansprechend aufbereitet für PC-, Notebook-, Tablet- oder Smartphone-Nutzer.

Während Altkanzlerin Angela Merkel im Sommer die Korrekturfahnen ihrer Autobiografie prüfte, reparierten Bundestag und Bundesrat zum zweiten Mal das Klimaschutzgesetz, das Merkels Große Koalition 2019 in Kraft gesetzt und 2021 nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts zum ersten Mal geändert hatte. Die beiden ersten Fassungen schrieben für jeden Sektor vor, wie viel CO₂ dort jeweils eingespart werden musste. Verfehlte ein Bereich das Ziel, musste das zuständige Ministerium ein Minderungsprogramm vorlegen, meist bestehend aus Paragrafen und Steuergeldern.

Das Gesetz perfektionierte den Konstruktionsfehler der deutschen Klimapolitik: Nie ging es danach, wie sich schnell und zu möglichst geringen Kosten das völlig richtige Ziel erreichen ließe, die Treibhausgasemissionen zu senken oder erneuerbare Energie zu produzieren. Stattdessen erzwangen die gesetzlichen Vorgaben teure Maßnahmen mit mittlerem Nutzen. Klimaschutz – kostete es, was es wollte (und notfalls eben Arbeitsplätze oder den Industriestandort).

So darf beispielsweise die Stahl-Holding-Saar (SHS) für ihre Transformation zu grünen Produkten nicht einmal übergangsweise Wasserstoff einsetzen, der relativ preisgünstig mit französischem Atomstrom hergestellt werden könnte. Der Förderbescheid aus dem Bundeswirtschaftsministerium zwingt das Unternehmen, den Rohstoff teurer einzukaufen. Der Webfehler hat auch eine europäische Dimension, denn die EU folgt demselben Fehlschluss. Ihre Klimaziele schreiben vor, dass Europa die Emissionen daheim vermeiden muss. Wenn wir außerhalb helfen, ist das nett – aber es zählt nicht als unser Klimabeitrag. Was heißt das konkret? Der Weltklimarat hat errechnet, dass sich die Hälfte aller Emissionen weltweit einsparen lässt zu Kosten unter 100 Euro pro Tonne. In Deutschland sind wir mittlerweile bei 600 bis 800 Euro. Wie viel mehr könnten wir für den Klimaschutz tun, wie viel schneller könnten wir den Ausstoß weltweit verringern, wenn wir solche unsinnigen Begrenzungen aufheben. Durch den europäischen Emissionshandel können zudem die Nachbarn hierzulande eingesparte Emissionen ungehindert in die Atmosphäre blasen.



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

Hier brachte die Ampelkoalition Fortschritt, denn mit der Novelle aus dem Frühjahr 2024 muss nicht jeder Sektor sein Minderungsziel schaffen, sondern es zählt die Gesamtbilanz. Entsprechend muss die zusätzliche Anstrengung nicht mehr zwingend im Sektor mit verfehlter Bilanz erfolgen, sondern die Regierung legt gemeinsam fest, wo sie nachsteuern will. Idealerweise dort, wo dies am einfachsten, schnellsten oder kostengünstigsten geht.

Das ist nicht nur ökonomisch sinnvoll, sondern auch naturwissenschaftlich. Denn dem Klima ist es herzlich egal, ob die schädlichen Treibhausgase (vor allem CO₂ und Methan) aus einem Auspuff kommen, einem Zementwerk entweichen oder einem Rinderhintern. Unsere Verantwortung für die Welt ist zu zeigen, wie sich Klimaschutz, Industriestandort und Wohlstand verbinden lassen. Derzeit beweisen wir in der Energieversorgung das Gegenteil: höchste Strompreise, sinkende Versorgungssicherheit, keineswegs optimale CO₂-Bilanz. Wir müssen unsere Energie- und Klimapolitik marktwirtschaftlich umbauen. Wir helfen der Welt nicht, wenn wir mit wehenden grünen Fahnen untergehen. ■

Ihr Henning Krumrey



6

Schwerpunkt

Auf der Suche nach dem Turbo

Fehlende Infrastruktur, unklare Zuständigkeiten und die langsame Anpassung an internationale Märkte haben Deutschland im Streben um eine Vorreiterrolle im globalen Wasserstoffmarkt weit zurückgeworfen. Der Aufbau einer Wirtschaft rund um Wasserstoff und seine Derivate wie grüne Kraft- und Brennstoffe kann nur vorankommen, wenn es eine geeignete Regulierung für den Import von grünen Molekülen gibt.

14

So klappt es mit dem Markthochlauf

Eine neue Studie von Frontier Economics hat berechnet: Die Produktionskosten für synthetische grüne Kraftstoffe verringern sich in Zukunft deutlich – technologischer Fortschritt und Skalierung machen's möglich.



26

Pragmatische Molekülwende

Auf dem Gelände des stillgelegten Kohlekraftwerks in Hamburg-Moorburg laufen derzeit die Bauarbeiten für zwei wegweisende Projekte, die Hamburg zum Drehkreuz für grünen Wasserstoff und seine Derivate machen.

5	·	Hingeguckt	<i>CO₂-neutrales Fliegen</i>
6	·	Schwerpunkt	<i>Wasserstoff und andere Moleküle</i>
10	·	Interview	<i>en2x-Vordenker Küchen</i>
14	·	Zur Sache	<i>Neue Frontier-Economics-Studie</i>
16	·	Interview	<i>E-Fuels-Importeur Herdan</i>
20	·	Zur Sache	<i>Preisexplosion an der Ladesäule</i>
21	·	Zur Sache	<i>Die e+M-Zahl</i>
22	·	Zur Sache	<i>Klimaschutz 2.0</i>
24	·	Interview	<i>FDP-Klimaexperte Köhler</i>
25	·	Kompakt	<i>Neues aus der Welt der Energie</i>
26	·	Report	<i>Blick in die Praxis</i>
28	·	Klartext	<i>Die Energie-Kolumne</i>
29	·	60 Sekunden über . . .	<i>das drohende Ladechaos beim E-Lkw</i>

Schweizer Start-up produziert am Niederrhein grünes Kerosin
Dringend nötig: eine Strategie für Deutschlands H₂-Zukunft
 „Auch die Moleküle müssen klimaneutral werden“
 Szenarien für den Markthochlauf von E-Fuels
 „Wir sind vorbereitet, grüne Kraftstoffe zu liefern“
 Hohe Stromkosten forcieren Rückkehr zum Verbrenner
 2037: E-Fuels können mineralisches Benzin komplett ersetzen
 Weshalb das neue Gesetz besser ist als sein Vorgänger
 „CO₂ dort reduzieren, wo es am kostengünstigsten ist“
 Oberleitungs-Flop: Aus für die E-Autobahn
 Hamburg wird zum Hotspot für grünen Wasserstoff
 Professor Justus Haucap über eine nötige EU-Industriepolitik
 Warum die Elektrifizierung der Logistikbranche scheitern wird

IMPRESSUM

HERAUSGEBER UNITI Bundesverband EnergieMittelstand e.V., Jägerstraße 6, 10117 Berlin, Elmar Kühn (V.i. S. d. P.) **REDAKTIONSBEIRAT** Henning Krumrey (Vorsitz), Elmar Kühn, Dirk Arne Kuhr, Dominik Hellriegel, Alexander Vorbau **CHEFREDAKTEUR** Florian Flicke **REDAKTIONSLEITUNG** Gerhard Walter **REDAKTION** Frank Burger, Justus Haucap, Wolfgang Kempkens, Peter Kleinort, Katharina Siemer, Kristina Simons, Alexander Vorbau, Sebastian Wolking **ART DIREKTION** Svenja Christiansen **BILDREDAKTION** Karin Aneser **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 **DRUCK** Strube Druck & Medien OHG, 34587 Felsberg **LITHO** dosoar 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.



In Jülich, östlich von Aachen, startet gerade ein Pilot- und Demonstrationsprojekt, das Vorbild für den Klimaschutz in der Luftfahrt, aber auch den Verkehr insgesamt werden könnte: Das Schweizer Start-up Synhelion hat die weltweit erste industrielle Anlage zur Produktion von CO₂-neutralen Flugzeugtreibstoff in Betrieb genommen. **Das Projekt mit dem Namen „Dawn“ (deutsch: Tagesanbruch) nutzt eine innovative Technologie, die ausschließlich auf Solarenergie setzt und aus Sonnenlicht sowie Biogas grünes Kerosin herstellt. Etwa 150 großflächige Spiegel sind auf einer Wiese in einem Halbrund um einen imposanten 20 Meter hohen Solarturm angeordnet. Die sogenannten Heliostaten bündeln das Sonnenlicht auf einen zentralen Punkt und erzeugen auf diese Weise Temperaturen von bis zu 1500 Grad Celsius – genug, um aus Kohlenstoffdioxid und Wasser grüne synthetische Kraftstoffe herzustellen.** Das Projekt ist eine wichtige Grundlage für die Planung von Großprojekten an deutlich sonnenreicheren Standorten: Ab 2025 soll in Spanien die erste kommerzielle Produktionsanlage entstehen. Diese soll dann erstmals 1.000 Tonnen Treibstoff pro Jahr produzieren können. Besonders vor dem Hintergrund neuer EU-Vorgaben zur Nutzung nachhaltiger Flugkraftstoffe gewinnt die Synhelion-Technologie an Bedeutung. So haben sowohl die EU als auch Deutschland verbindliche Quoten für den Einsatz strombasierter synthetischer Kraftstoffe festgelegt, um die CO₂-Emissionen im Luftverkehr zu reduzieren. Mit der Anlage wird in einem ersten Schritt synthetisches Crude gewonnen, das dann in konventionellen Raffinerien zu E-Diesel oder E-Benzin für Autos oder zu E-Kerosin für Flugzeuge weiterverarbeitet werden kann. Dank der Gewinnung und der möglichen Vermarktung verschiedener Kraftstoffprodukte vergünstigt sich damit auch das Kerosin. —

Wasserstoff und andere grüne Moleküle

Eine Strategie macht noch keine Importe

Im Jahr 2020 blickte die deutsche Wasserstoffstrategie vor allem auf Wasserstoff „made in Germany“ und dessen Direktanwendung. 2023 wurde in einer Fortschreibung eine Importstrategie für Wasserstoff und auch für Wasserstoffderivate angekündigt, die erst im Juli 2024 von der Bundesregierung vorgestellt wurde. Nun stellt sich für Investoren, Unternehmen aus der Wasserstoffwirtschaft und deren potenzielle Abnehmer die Frage: Wie schnell ist ein Hochlauf importierter Wasserstoffprodukte, wozu auch E-Fuels zählen, zu realisieren?



„Wir müssen die grüne Brille absetzen und auch alle anderen Wasserstoffarten zulassen.“

Christian Kullmann, Vorstandsvorsitzender der Evonik AG, einem weltweit führenden Unternehmen der Spezialchemie

Die Infrastruktur für Wasserstoffderivate muss zeitnah ausgebaut werden.

Im Südwesten des afrikanischen Kontinents leuchtet ein Hoffnungsschimmer. Anfang Oktober unterzeichneten mehrere Anteilseigner, darunter der angolische Ölkonzern Sonangol und die deutschen Unternehmen Conjuncta und Gauff Engineering, ein mehr als eine Milliarde Euro schweres Investitionsvorhaben. **Noch in dieser Dekade soll in Angola eine Elektrolyseanlage mit einer Kapazität von bis zu 600 Megawatt errichtet werden und mithilfe von Wasserkraft grünen Wasserstoff produzieren. Dieser wird den Plänen zufolge zu Ammoniak weiterverarbeitet und dann aus dem südlichen Afrika nach Mitteleuropa verschifft. Derartige Projektvorhaben finden sich bereits vermehrt in der Presse – jedoch ebenso Meldungen, wonach Wasserstoffprojekte in Europa aus Gründen der Marktperspektive derzeit nicht realisiert werden können.**

Um dennoch den absehbar steigenden Bedarf nach „grünen“ Molekülen zu decken – schließlich machen Moleküle 75 bis 80 Prozent des Primärenergieverbrauchs hierzulande aus –, sind Importe klimafreundlicher Ersatzprodukte wie Wasserstoff und seiner gasförmigen und flüssigen Derivate unerlässlich. Diese Meinung herrschte nicht immer vor, aber mittlerweile sind sich Politik, Wissenschaft und Wirtschaft einig, dass trotz aller Elektrifizierungsabsichten und Effizienzmaßnahmen der Industriestandort und die Mobilität in Deutschland auch in Zukunft auf Moleküle angewiesen sein werden, und das in erheblichem Ausmaß. In Berlin und in der bundesweiten Presse kursiert daher das Schlagwort der „Molekülwende“ deutlich vernehmbar. Die Mitte 2024 beschlossene Importstrategie für Wasserstoff und auf Wasserstoff basierende Folgeprodukte hat daran ihren Anteil.

Laut einem Impulspapier des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI gehört Deutschland neben Belgien und den Niederlanden, Japan und Südkorea zu denjenigen Ländern auf dem Globus, die einen hohen Importbedarf für Wasserstoff erwarten lassen. Die Zahl an potenziellen Exportländern ist global hoch, wie bereits im Jahr 2021 das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE im Rahmen des von der Bundesregierung geförderten „PtX Global Atlas“ aufgezeigt hat. Die Forscher kommen in ihrer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass sich außerhalb Europas langfristig insgesamt etwa 109.000 Terawattstunden flüssiger grüner Wasserstoff beziehungsweise 87.000 Terawattstunden synthetische Kraft- und Brennstoffe (PtL) herstellen lassen. „Bei den Wasserstoffimporten muss Offenheit bei Produkten und Geografie gelten“, fordert der Bundesverband der

Auch in Zukunft ist Deutschland auf den Import von Molekülen angewiesen.

Energie- und Wasserwirtschaft. „Wasserstoffimporte dürfen politisch nicht mit anderen Zielen überfrachtet werden.“

Die von der Ampel geführte Bundesregierung ging in ihrer Strategie von einem Bedarf an Wasserstoff und Derivaten von 95 bis 130 Terawattstunden im Jahr 2030 aus und dabei von einem Importanteil von 50 bis 70 Prozent. 2025 soll der Bedarf bereits deutlich höher bei 360 bis 500 Terawattstunden für Wasserstoff sowie 200 Terawattstunden für Wasserstoffderivate liegen. Gremien wie der Nationale Wasserstoffrat, der von der Bundesregierung als unabhängiges, überparteiliches Beratungsgremium zur Wasserstoffthematik eingesetzt wurde, gehen von noch deutlich höheren Bedarfen in den Jahren 2030 und 2045 aus. Konkret werden in der Strategie als Derivate verschiedene gasförmige und flüssige Produkte genannt, wie „synthetisches Methan, Ammoniak, Methanol, Kerosin und weitere synthetische Kraftstoffe“. Zu Letzteren gehören auch die in der Strategie aufgeführten E-Fuels, die u. a. auf Wasserstoff und Strom basieren. Dass die Infrastruktur zeitnah ausgebaut werden →



Solides Fundament:

Für den Transport von Wasserstoff und seinen Derivaten aus Ländern mit großem Solar- und Windenergiepotenzial nach Deutschland und Europa sind Pipelines die vielversprechendste Option – insbesondere dann, wenn die vorhandene Infrastruktur genutzt wird.



muss, sodass die Importstrategie nicht auf tönernen Füßen, sondern auf festen Stützpfählen steht, wurde von der Politik in Deutschland mittlerweile erkannt. So sollen laut Strategie, parallel zum Aufbau einer Importinfrastruktur für Pipeline- und Schiffstransporte zum Beispiel über LNG-Terminals, Förderinstrumente und Anreizsysteme geschaffen sowie Energiepartnerschaften mit einer breit aufgestellten Phalanx an Staaten geschlossen werden. „Eine Erfordernis im Hinblick auf Rechtssicherheit und Orientierung für FuE und Investitionen in alternative Kraftstoffe ist die Klärung der Methodik für emissionsneutrale Kraftstoffe, die noch fehlt“, so dazu der viel zitierte Draghi-Bericht zur Zukunft der Wettbewerbsfähigkeit der EU aus dem September 2024.

Auch dank der H₂-Strategie der EU und mittlerweile dreier nationaler Strategien hat es Wasserstoff erneut in den Fokus der politischen, wirtschaftlichen und medialen Aufmerksamkeit geschafft. Die Bundesregierung zeigt sich in der Gründung von mittlerweile 33 Wasserstoffpartnerschaften recht aktiv, jedoch fehlt es an konkreten Umsetzungsschritten von Vorhaben. Papiere mit guten Absichten sind geduldig. Die Wasserstoffwirtschaft ist es nicht. Denn von den europäischen Ländern, die als natürliche Kooperations- und Handelspartner dienen, verfügt trotz ehrgeiziger Ankündigungen bis heute keines über substanzielle Projekte zur Wasserstoffherzeugung. Das Wuppertal-Institut hat ausgerechnet, dass aktuell Anlagen mit



„Was fehlt, sind frische Impulse, die den globalen Handel mit Wasserstoff beflügeln könnten.“

Hartmut Rau, stellvertretender Hauptgeschäftsführer des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)

lediglich 2,5 Gigawatt installiert, im Bau befindlich oder mit einer finalen Investitionsentscheidung hinterlegt sind. Das entspricht gerade einmal sechs Prozent des EU-Zielwerts für 2030. Nach den Berechnungen der Boston Consulting Group haben nicht einmal zwei Prozent der für 2030 in Europa angekündigten Produktionskapazitäten den Planungsstand überschritten. Für innereuropäische Importe nach Deutschland fehle die Perspektive, so das Wuppertal-Institut warnend. Exemplarisch dafür steht, dass auch die geplante Wasserstoff-Pipeline von Dänemark nach Deutschland, deren Bau für 2028 avisiert war, nun erst 2031 gebaut werden könne. Auch die Importstrategie der Deutschen ändert daran wenig. „Der Importstrategie fehlt es an Entschlossenheit“, beklagt etwa Timm Kehler, Vorstand des Interessenverbands Zukunft Gas, in einem Gastkommentar für das Fachportal Energate. „Was der Strategie fehlt, sind neue Maßnahmen, frische Impulse oder gar Meilensteine, die den globalen Handel mit Wasserstoff beflügeln könnten. Damit fehlt der konkrete Fahrplan für die Zukunft“, sagt Hartmut Rau, stellvertretender Hauptgeschäftsführer des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA). Und ergänzt: „Insbesondere fehlen Ideen dazu, wie die bestehende Handelsbarriere, die durch die EU-Regulatorik errichtet wird, zu beseitigen wäre. Derzeit können kohlenstoffhaltige Wasserstoffderivate de facto nicht in die EU eingeführt werden. Wie soll Deutschland zum Wasserstoff-Hub werden, wenn die Einfuhr der wichtigsten Importträger für H₂ auf Sicht nicht möglich ist?“ Tatsächlich warnt auch der Nationale Wasserstoffrat in einer Stellungnahme vor dem regulatorischen Umfeld, das in „seiner Komplexität und Kompliziertheit für die Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette nicht einfach zu durchdringen“ sei. **Insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen stelle dies eine Markteintrittsbarriere dar und schränke die internationale Anschlussfähigkeit ein. Eine zu restriktive Regulierung habe gerade zu Beginn des sich entwickelnden Wasserstoffmarktes eine „prohibitive Wirkung auf dringend benötigte Wasserstoffprojekte“.** Auch Thorsten Herdan, CEO beim E-Fuels-Hersteller HIF EMEA, sieht in den strikten regulatori-



schen Vorgaben einen Hauptgrund dafür, dass langfristige Abnahmeverträge für synthetisch hergestellte, auf Wasserstoff basierende Kraftstoffe in Europa bisher Mangelware seien, E-Kerosin oder E-Methanol de facto nicht von außerhalb in die Europäische Union eingeführt werden könnten (siehe Interview auf Seite 16 – 19). Seine Einschätzung deckt sich mit einer branchenübergreifenden Umfrage unter Marktteilnehmern, in der die befragten Unternehmen übermäßige Regulierung als größtes regulatorisches Hindernis für den Hochlauf des Wasserstoffmarktes nannten.

Technologieoffenheit auch für Wasserstoffimporte

In der Importstrategie der Bundesregierung taucht das Adjektiv „technologieoffen“ auf 35 Seiten nur ein einziges Mal auf. Der Fokus der Strategie liegt klar auf dem Import und der Verwendung von „grünem“ Wasserstoff, der nur auf Grundlage erneuerbarer Energiequellen wie Wind und Sonne gewonnen werden soll. Doch ist Technologieoffenheit im Sinne einer Produktionsflexibilität für Wasserstoff nach Ansicht vieler Fachleute der Schlüssel, damit aus dem Markthochlauf kein Rohrkrepiere wird — und das nicht erst seit gestern. „Wenn wir unseren CO₂-Footprint reduzieren wollen, spricht nichts dagegen, blauen Wasserstoff beizumischen, denn das hilft, auch den Weg zu grünem Wasserstoff schneller zu erreichen“, sagte Andreas Schierenbeck, damaliger Uniper-Chef, schon vor drei Jahren auf dem Handelsblatt Energie-Gipfel. Noch deutlicher wurde Christian Kullmann, Vorstandsvorsitzender von Evonik, auf der gleichen Veranstaltung: „Wir müssen hier die grüne Brille absetzen und auch alle anderen

Fotos: Plan Shooting 2 / Imazins/Getty Images, Thierry Monasse/Getty Images, VDMA Flaticon



Tiefgehende Analyse:

Anfang September 2024 präsentierte der ehemalige EZB-Präsident Mario Draghi EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen den Draghi-Bericht zur Zukunft der Wettbewerbsfähigkeit der EU. Tenor: Um die Klimaschutzziele tatsächlich zu erreichen, müsse auf alle verfügbaren Technologien zurückgegriffen werden.

Wasserstoffarten zulassen.“ Kurz darauf kam die Bundestagswahl und alles ganz anders. Doch die Forderungen von damals sind aktueller denn je. So pocht etwa die Wirtschaftsvereinigung Stahl derzeit lautstark darauf, den Übergang flexibler zu gestalten und andere Erzeugungsarten wie blauen oder türkisen Wasserstoff zu nutzen. Nur so gelinge der Übergang in eine emissionsarme Zukunft geschmeidiger und schneller und sei mit weniger wirtschaftlichen Schmerzen verbunden. Hoffnungen macht den Wirtschaftsvertretern, dass sich ihre Tonalage jener der Politik anzugleichen scheint. **Der Draghi-Bericht stößt ins gleiche Horn, indem er regulatorische Kohärenz, Vorhersehbarkeit und Technologieoffenheit betont. Um das Erreichen der Klimaschutzziele zu beschleunigen, müsse man auf alle verfügbaren Technologien zurückgreifen, so der Report des Wirtschaftswissenschaftlers und ehemaligen EZB-Präsidenten.** Prinzipiell stelle die Verstrickung in Details – dazu zähle etwa die Frage, wie grü-

ner Wasserstoff konkret zu definieren sei – ein Hindernis für den Markthochlauf dar, meinen die Unternehmensberater von Roland Berger, die eine Studie zum Wasserstoffmarkt vorlegten. „Die zentrale Aufgabe für den Rest dieses Jahrzehnts ist es, strukturelle Rahmenbedingungen zu schaffen, denn isolierte Anreize und Regulierungen führen zu isolierten Projekten“, mahnt Yvonne Ruf, Partnerin bei Roland Berger. „Kurzfristig mögliche Maßnahmen sollten priorisiert betrachtet werden, um rasch in praktisches Handeln zu kommen“, so auch der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft in einem Positionspapier zur Wasserstoff-Importstrategie. Denn „solange Wasserstoff kostenintensiv ist, die Preisentwicklung unsicher bleibt und es auf der Nachfrageseite noch nicht ausreichend Leitmärkte für klimafreundliche Produkte gibt, werden potenzielle Wasserstoffabnehmer nicht bereit sein, langjährige Abnahmeverträge zu schließen“, analysiert die Lobbyorganisation Agora Energiewende in einer Publikation. Eine Mischung aus Quoten, Garantien und Förderung könne hier weiterhelfen. „Nicht zu unterschätzen sind in diesem Zusammenhang einheitliche und praktikable Nachhaltigkeitsstandards, die bürokratiearm und praxisnah ausgestaltet sind“, meint dann auch der Mittelstandsverbund, der rund 230.000 mittelständische Unternehmen repräsentiert. **„Der Mittelstand braucht keine weiteren Hürden, sondern mehr Möglichkeiten.“**

Andere Länder drücken aufs Tempo

Lernen kann die Politik auch durch einen Blick ins Ausland. In den USA sieht eine zentrale Bestimmung des Inflation Reduction Act, von Trump-Nachfolger und Trump-Vorgänger Joe Biden auf den Weg gebracht, einen steuerlichen Zuschuss für Wasserstoff vor, sofern er mit erneuerbaren Energien hergestellt wurde. Das Gesetz schafft dadurch Anreize für saubere Energieprodukte wie grünen Wasserstoff, übrigens auch für Endverbraucher. Ein Vorreiter bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen ist Japan, das stark auf Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEVs) setzt und ähnlich wie Südkorea ein engmaschiges Netz an Wasserstofftankstellen aufbaut. Und auch China drückt aufs Tempo, fördert den Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur. ■

DIE VIELSEITIGKEIT MÖGLICHER ANWENDUNGEN VON H₂

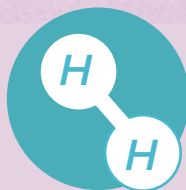
1. PRODUKTION



GRÜNE STROMERZEUGUNG



ELEKTROLYSE
Wasser wird mithilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.



GRÜNER WASSERSTOFF

2. TRANSPORT



3. NUTZUNG



DIREKTNUTZUNG IN FORM VON STROM UND WÄRME
Grüner Strom, Wärme, Brennstoffzellen-Antriebe



DERIVATNUTZUNG IN FORM SYNTHETISCHER KRAFT- UND BRENNSTOFFE

E-Fuels, E-Kerosin, E-Methanol, E-Methan



ALS DIREKTNUTZUNG ODER ALS DERIVAT IN DER INDUSTRIE

Chemikalien, Kunststoffe, Stahl

Weg des Wasserstoffs: Mit der Kraft aus Wind, Sonne, Biomasse oder Wasser wird erneuerbare Energie erzeugt. Diese wird genutzt, um mithilfe der Elektrolyse Wasserstoff zu gewinnen, der dann als Roh-, Kraft- oder Brennstoff direkt oder nach einem weiteren Zwischenschritt (Synthese) als Wasserstoffderivat in verschiedenen Branchen genutzt werden kann.

Quelle: Projektträger Jülich im Auftrag des BMBF

„Auch die Moleküle müssen klimaneutral werden“

INTERVIEW Gerhard Walter

Damit die Energiewende tatsächlich gelingen kann, ist der Aufbau eines globalen Markts für grüne Moleküle unerlässlich. Im Interview erklärt Professor Dr.-Ing. Christian Küchen vom en2x – Wirtschaftsverband Fuels und Energie, warum Deutschland dabei eine aktive Rolle spielen muss – und welche Lernkurven auf die First Mover warten.

Herr Küchen, Moleküle, meist fossilen Ursprungs, decken derzeit rund 80 Prozent des Energiebedarfs in Deutschland. Die Politik in Deutschland setzt zum Erreichen der Klimaziele in mehreren Sektoren vor allem auf Elektrifizierung und damit auf hierzulande verfügbare grüne Elektronen ausschließlich aus Wind und Sonne. Kann die Energiewende so gelingen?

Allen Experten ist klar, dass die verstärkte Elektrifizierung einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele leisten wird. Das betrifft die Wärmeerzeugung, wo der Einbau von Wärmepumpen eine wachsende Bedeutung erhält. Das betrifft die Mobilität, wo elektrische Antriebe in steigender Zahl eingesetzt werden. Und es betrifft auch die Industrie, wo elektrifizierte Prozesse eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Zugleich wissen wir jedoch von Ländern wie zum Beispiel Schweden, wo die Wärmeerzeugung schon weitgehend auf Fernwärme und Wärmepumpen umgestellt wurde, dass der Strombedarf nur ungefähr einem Drittel des gesamten Endenergiebedarfs entspricht. Auch dort werden immer noch weit über 60 Prozent des Bedarfs

durch Moleküle gedeckt. Dies zeigt, dass neben der Stromwende hin zu „grünen Elektronen“ auch die Moleküle klimaneutral werden müssen. Momentan haben wir nur eine Stromwende, keine Energiewende. Die Energiewende muss beides beinhalten: Stromwende und Molekülwende.

„Die Energiewende muss beides beinhalten: Stromwende und Molekülwende.“

? Im ersten Halbjahr 2024 kamen über 60 Prozent des hierzulande erzeugten Stroms aus erneuerbaren Quellen. Zur Deckung des Endenergiebedarfs in Deutschland trägt Strom jedoch nur rund ein Fünftel bei. Wird das Potenzial von Grünstrom für die Energiewende überschätzt?

Es ist unstrittig, dass der Strombedarf zunehmen wird, und insofern ist es auch richtig, das Angebot an erneuerbar

erzeugtem Strom zu vergrößern. Dafür ist auch ein großes Potenzial vorhanden. Allerdings bleibt die Herausforderung, den Strom immer an dem Ort und zu dem Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen, wo dieser auch benötigt wird. In einem auf erneuerbarem, aber fluktuierendem Strom, wie Sonnen- und Windkraft, basierenden Energiesystem wird es darum immer wichtiger werden, Strom auch zu speichern. Für gewisse Mengen und kurze Zeit ist das mittels Batterien machbar. Wir werden uns aber auch um die Zeiten kümmern müssen, in denen erneuerbarer Strom nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht, weil der Himmel dicht bedeckt ist und der Wind nicht weht – und dies kann durchaus auch für eine Woche oder mehr der Fall sein. In solchen Fällen werden wir auch im Stromsektor auf gespeicherte Energie in Form von Molekülen zurückgreifen müssen. Kurzum: Der Grünstrom ist ein wesentlicher Baustein der Energiewende. Wir werden ihn jedoch für viele Anwendungen, und auch für eine sichere Stromversorgung, in gut speicherbare molekülbasierte Energieträger umwandeln müssen, um dann sowohl gespeicherten Strom als auch erneuerbare Energien für andere Anwendungen zur Verfügung zu haben.

Prof. Dr.-Ing. Christian Küchen ist seit November 2021 Hauptgeschäftsführer des en2x – Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. in Berlin. Der gebürtige Hamburger studierte Verfahrenstechnik und wurde im Fachgebiet Chemische Reaktionstechnik an der Technischen Universität Clausthal zum Dr.-Ing. promoviert. Christian Küchen war unter anderem Sprecher der Geschäftsführung des Instituts für Wärme und Oeltechnik (IWO) und Hauptgeschäftsführer des Mineralölwirtschaftsverbands (MWV) in Berlin. Seit Juni 2004 ist Küchen zudem Honorarprofessor an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen.



lich zur bestehenden Wasserstoffstrategie der Bundesregierung, eine umfassende Kohlenstoffstrategie aufzustellen, welche die drei wesentlichen alternativen Kohlenstoffquellen – Biomasse, direkte CO₂-Nutzung und Recyclingströme – einschließt und nachhaltige Kohlenstoffkreisläufe ermöglicht.

? Wo sollen die grünen Moleküle herkommen?

Welche Anteile der benötigten Moleküle in Deutschland hergestellt und welche Anteile importiert werden, lässt sich nicht genau vorhersagen. Zu beachten ist jedoch: Deutschland importiert derzeit rund 70 Prozent der genutzten Energie und wird ein Energieimportland bleiben. Umso wichtiger ist der Aufbau eines globalen Marktes für grüne Moleküle. Deutschland muss dabei eine aktive Rolle übernehmen und strategische Energiepartnerschaften mit Ländern schließen, die über großes Potenzial für die Produktion von erneuerbaren Molekülen verfügen, und gemeinsam mit diesen verlässliche Importstrukturen aufbauen. Dazu gehört, neben dem Anschluss an ein europäisches Pipelinennetz für Wasserstoffe und CO₂, auch der Ausbau der Seehäfen für den Schifftransport grüner Moleküle. Nur grüne Moleküle ermöglichen den Transport erneuerbarer Energie über längere Strecken. So können

? In der öffentlichen Debatte ist oft von einer „Dekarbonisierung“ die Rede. Sollte man nicht besser von „Defossilisierung“ sprechen, denn der mit dem Begriff Dekarbonisierung assoziierte generelle Ausstieg aus Kohlenstoff, der als Grundstoff etwa für die Chemieindustrie, aber auch für erneuerbare Energieträger unverzichtbar ist, kann doch nicht ernsthaft angestrebt werden?

Ja, für sehr viele Anwendungen werden wir auch langfristig Kohlenstoff und insbesondere Kohlenwasserstoffe benötigen. Das ist auch in energetischen Anwendungen der Fall, zum Beispiel in der Luftfahrt: Für Langstreckenflüge ist eine hohe Energiedichte erforderlich, die insbesondere in Kohlenwasserstoffen steckt. Sie bleiben dort unverzichtbar. Wie Sie bereits richtig feststellen, ist das zudem überall dort der Fall, wo eine stoffliche Nutzung vorliegt, also in Kunststoffen, Pharmazeutika und zahlreichen All-

tagsprodukten. Das sind und bleiben Kohlenwasserstoffe, und insofern sollte richtigerweise von Defossilisierung gesprochen werden. Man wird jedoch längerfristig auch noch fossilen Kohlenstoff einsetzen, nämlich dort, wo er nicht in Form von CO₂ emittiert wird und somit kein Treibhausgas darstellt. Wir werden künftig eine Mischung haben: Die Reduktion des Bedarfs an Kohlenwasserstoffen, etwa durch Elektrifizierung und Effizienzsteigerungen, aber auch Bereiche, in denen wir weiter auf Kohlenwasserstoffe zurückgreifen müssen, weil deren stoffliche Eigenschaften beziehungsweise ihre hohe Energiedichte benötigt werden. Die Molekülwende darf nicht allein auf Wasserstoff reduziert werden. Die Frage, wie wir den Kohlenstoffbedarf unserer Wirtschaft künftig decken können, ist ebenfalls zu klären. Allein die chemische Industrie in Deutschland verarbeitet etwa 21 Millionen Tonnen Kohlenstoff jährlich. Nötig ist darum, zusätz-

Wind- und Solarstrom wie auch Bioenergie auch aus weit entfernten Ländern für uns nutzbar gemacht werden. Zwar bringt die notwendige Umwandlung des Stroms Energieverluste mit sich, diese werden durch die höheren Erträge der einzelnen Anlagen aber zumindest teilweise ausgeglichen. Zudem wäre ohne Umwandlung ein Export der erzeugten Energie gar nicht möglich.

? Der Hochlauf der E-Mobilität ist schwer ins Stocken geraten, im Wärmemarkt erlebt die Ölheizung derzeit in der Gunst der Verbraucher ein kleines Comeback. Ergibt sich daraus nicht für Politik und Wirtschaft die Notwendigkeit, den möglichst schnellen Hochlauf erneuerbarer Kraft- und Brennstoffe und deren Import voranzutreiben, wenn Deutschland seine ambitionierten Klimaziele schaffen möchte?

— Zum Erreichen der Klimaziele ist es erforderlich, dass Alternativen zur Elektrifizierung zur Verfügung stehen, sodass die Kundschaft die Möglichkeit hat, zwischen verschiedenen klimaschonenden Lösungen zu wählen. Insofern muss auch für die bislang fossilen Energieträger im Wärmemarkt und in der Mobilität ein klarer Plan entwickelt werden, wie diese perspektivisch klimaneutral werden. Zum einen ist das zunächst für den Klimaschutz im Gebäude- und Fahrzeugbestand erforderlich, zum anderen hätte die Kundschaft dann auch wirklich eine Wahl zwischen einem E-Auto und einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und erneuerbarem Kraftstoff beziehungsweise zwischen einer Wärmepumpe oder einer Öl- bzw. Gasheizung mit erneuerbaren Energieträgern. **Momentan gibt es solche Wahlmöglichkeiten nicht. Heute wird eine Ölheizung überwiegend fossil betrieben, und auch der Strom für die Wärmepumpe ist nicht rein erneuerbar. Im Hinblick auf die Stromwende gibt es einen politischen Plan. Für die Molekülwende steht ein solcher noch aus.**

? International haben E-Fuels-Hersteller gerade Schwierigkeiten, die Finanzierung für Produktionsprojekte zu realisieren, selbst H2 Global fand keine Bieter für E-Kerosin. Gleichzei-

tig sehen sich die Luftverkehrsunternehmen außerstande, die Mengenquote für solches Kerosin erfüllen zu können. Was läuft hier schief?

— Im Gespräch mit potenziellen Investoren sind immer wieder zwei Aspekte herauszuhören. Erstens gibt es ein hohes regulatorisches Risiko. Zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung müssen nämlich die Bedingungen klar sein, die über die nächsten 20 Jahre hinweg für die aufzubauende Anlage gelten. Das können Quoten sein, das betrifft jedoch zum Beispiel auch Fragen nach der Herkunft des Kohlenstoffs und des Stroms. Zweitens stellt sich bei neueren Technologien die noch größere Heraus-

forderung, dass es keinen Marktpreis gibt und nicht genau bekannt ist, was die künftigen Kunden langfristig zu zahlen bereit wären. **Insofern werden Quoten und Vorgaben der Aufgabe, für klare Investitionsbedingungen zu sorgen, allein nicht gerecht. Hinzu kommt der Nachteil, den Erstinvestoren bei neuen Technologien haben, der sogenannte First-Mover-Disadvantage: Häufig müssen noch Lernkurven durchlaufen werden, die dazu führen, dass die First Mover teurer produzieren, als es dann bei späteren Anlagen der Fall ist, die auf diese Erfahrungen zurückgreifen können. Auch diesem Nachteil wird die derzeitige Regulatorik ebenfalls nicht gerecht. Insofern sind jetzt andere Modelle gefragt,**

„Zum Erreichen der Klimaziele ist es erforderlich, dass Alternativen zur Elektrifizierung zur Verfügung stehen.“



um die Risiken der ersten Projekte zu reduzieren. Ausschreibungen kombiniert mit De-Risking-Instrumenten können dabei ein Mittel sein. Allerdings waren die bislang erfolgten Ausschreibungen, wie sie von der H2Global-Stiftung durchgeführt wurden, offensichtlich zu klein und zu kurzfristig. Und die notwendige regulatorische Klarheit ist momentan einfach noch nicht gegeben.

? In Debatten wird oft angeführt, dass E-Fuels zwar im Verkehr sinnvoll seien, aber nur wenig zur Verfügung stünden und daher nur in bestimmten Anwendungsbereichen wie dem Flug- oder Schiffsverkehr genutzt werden sollen, man sie also zuteilen müsse. Was halten Sie von so einer Argumentation?

Die Kernherausforderung besteht darin, dass zunächst überhaupt ein Angebot an E-Fuels geschaffen werden muss. Das heißt, es müssen jetzt Investitionsentscheidungen für den Bau industrieller Produktionsanlagen getroffen werden. Wir sollten nicht zuteilen, was gar nicht vorhanden ist, sondern zunächst dafür sorgen, dass in die Produktion investiert wird. Wenn jedoch von vornherein die Einsatzgebiete eingeschränkt werden, steigt wiederum das Risiko der Investoren. Eine Vielzahl potenzieller Abnehmer und Märkte wirkt dagegen risikomindernd und hilft dabei, dass die notwendigen Investitionen auch getätigt werden.

? Die Versorgungssicherheit für Unternehmen und Verbraucher mit bezahlbarer Energie, die Klima und Umwelt schützt, ist das Zieldreieck der Energiewende. Moleküle sind gegenüber Elektronen etwa bei der Speicherbarkeit und bezüglich der Logistik deutlich im Vorteil, was folgt daraus aus Ihrer Sicht?

Dem Thema Versorgungssicherheit wird erst in jüngster Zeit wieder mehr Aufmerksamkeit zuteil. Zu Recht, denn in Krisen und Katastrophenfällen werden wir auch langfristig auf sehr flexibel einsetzbare, gut speicherbare und leicht transportierbare Energieträger angewiesen sein. Insofern ist es schon aufgrund einer notwendigen Resilienz erforderlich, über ein Energiesystem zu verfü-

„Viele Instrumente müssen darauf ausgerichtet werden, dass Investitionen in den Hochlauf der Produktion von fortschrittlichen Biokraftstoffen und E-Fuels erfolgen können.“

gen, das neben der Stromnutzung auch eine wichtige Rolle für molekülbasierte Energieträger vorsieht. Zur Einhaltung des energiepolitischen Zieldreiecks ist es unerlässlich, dass es langfristig auch eine substanzielle Menge flüssiger Energieträger geben wird.

? Die europäische, aber auch die nationale Gesetzgebung setzt im Straßenverkehr vor allem auf Elektrifizierung, während der Produktions- und Markthochlauf von erneuerbaren Kraftstoffen und deren Importe regulativ nicht vorangetrieben, manche sagen auch: ausgebremst, werden. Welchen Handlungsbedarf sehen Sie seitens der Politik, und welche Maßnahmen sind konkret erforderlich, damit die Mineralölindustrie einen Beitrag im Kraftstoffsektor leisten kann?

Viele Instrumente müssen darauf ausgerichtet werden, dass Investitionen in den Hochlauf der Produktion von fortschrittlichen Biokraftstoffen und E-Fuels erfolgen können. Das heißt zum einen, dass das Prinzip der Quoten langfristig ambitioniert und verlässlich weiterentwickelt werden sollte und nicht kurzfristig tagespolitisch angepasst werden darf.

Zum anderen müssen weitere Instrumente ausgebildet werden, da Quoten allein nicht ausreichen, um die Risiken bei neuen Technologien abzufedern, und auch nicht dafür sorgen, dass Mengen über das vorgegebene Minimum hinaus in den Markt kommen. Insofern ist ein verlässlicher Pfad in Sachen CO₂-Bepreisung sinnvoll. Ein Schlüssel dazu ist vor allem eine entsprechende Reform der Energiebesteuerung. Bei neuen Technologien wie E-Fuels muss zusätzlich der First-Mover-

Disadvantage berücksichtigt und adressiert werden. Zum Beispiel durch langfristig verlässlich finanzierte Ausschreibungen. Zu prüfen ist auch, ob eine haushaltsunabhängige Finanzierung – so wie sie für die Luftfahrt gerade in Form einer Ticket-Umlage diskutiert wird – ermöglicht werden kann, sodass Investoren die Möglichkeit erhalten, dass langfristig nicht nur eine gewisse Nachfrage besteht, sondern auch ein auskömmlicher Preis für diese Produkte bezahlt wird. Das wäre ein Schlüssel dafür, dass die notwendigen Investitionen erfolgen.

? Welche Rolle spielen erneuerbare Kraftstoffe in den strategischen Planungen der von Ihrem Verband vertretenen Mineralölkonzerne, und wie steht man zu Investitionen in deren Produktionshochlauf?

Aus rechtlichen Gründen dürfen wir im Verband über nicht öffentliche Pläne unserer Mitglieder nicht reden. Insofern sind uns zu solchen Plänen auch keine Informationen bekannt. Klar ist, dass erhebliche Investitionen notwendig sind, um die Klimaziele, sowohl im Bereich der Stromproduktion als auch hinsichtlich grüner Moleküle, zu erreichen. Selbstverständlich erkennen unsere Mitgliedsunternehmen und wir eine große Notwendigkeit, dass diese Investitionen getätigt werden. Doch in vielen Fällen sind die Rahmenbedingungen dafür eben noch nicht gegeben. Quoten allein reichen nicht. Sollte politisch und regulatorisch, wie angesprochen, eine neue Weichenstellung erfolgen, so bin ich zuversichtlich, dass wir dann auch deutlich mehr Investitionen in den Produktionshochlauf sehen werden. ■

→
Die Studie „Szenarien für den Markthochlauf von E-Fuels im Straßenverkehr“ steht unter www.uniti.de zum Download bereit.



Die EU hat vor zwei Jahren beschlossen, ab 2035 den Verkauf neuer Pkw mit Verbrennungsmotor de facto zu verbieten. Doch die politisch einseitige Fixierung auf die Elektromobilität als Königsweg der Energiewende im Verkehr war rund um die EU-Parlamentswahl wieder weit nach oben auf der EU-Agenda gerückt, und die Debatte um eine technologieoffenere Perspektive reißt seitdem nicht ab. Schließlich geht es darum, CO₂-Emissionen sinnvoll zu reduzieren und die Defossilisierung des Verkehrssektors tatsächlich voranzutreiben, beispielsweise durch den Einsatz grüner, CO₂-neutraler Kraftstoffe, die mineralisches Benzin und mineralischen Diesel komplett ersetzen können (siehe Kasten). Zwar sind die Produktionskapazitäten derzeit noch begrenzt und die Herstellungskosten von grünem Rohöl bzw. grünen Kraftstoffen damit vergleichsweise hoch, aber eine neue Untersuchung zeigt, dass sich diese Herausforderungen bewältigen lassen.

Laut der Studie „Szenarien für den Markthochlauf von E-Fuels im Straßenverkehr“ des Wirtschaftsberatungsunternehmens Frontier Economics können die Produktionskosten für die

grünen synthetischen Kraftstoffe mittel- und langfristig signifikant sinken – unter bestimmten Voraussetzungen. Hierbei fokussieren die Verfasser vor allem auf Standortfaktoren sowie auf politische und regulatorische Maßnahmen. Im Ergebnis, so die Studie, könnten E-Fuels herkömmliches Benzin und Diesel in absehbarer Zeit vollständig ersetzen. Und zwar zu Preisen für den Endverbraucher an der Tankstelle, die sich im Rahmen der heutigen Kraftstoffkosten bewegen.

„Momentan befinden wir uns in einer Frühphase der Entwicklung großvolumiger Anlagen zur Produktion von E-Fuels, daher sind die Herstellungskosten noch relativ hoch“, sagt Jens Perner, Director im Kölner Büro von Frontier Economics und Co-Autor der Studie. „Doch mit zunehmender Erfahrung und durch technologischen Fortschritt wird es zu Kostendegressionseffekten kommen, das hat man auch bei anderen Energietechnologien wie Windkraft und Photovoltaik beobachtet.“

Ein wesentlicher Faktor für die Herstellungskosten von E-Fuels ist der Preis für die Produktion des benötigten grünen Stroms – er ist besonders günstig an Standorten mit großem Potenzial für Wind- und Sonnenenergie. Die Studie geht davon aus, dass entsprechende Standorte außerhalb Europas – etwa im Nahen Osten, Nordafrika oder Australien – ein Produktionspotenzial für E-Fuels von 87.000 TWh/Jahr haben und damit den globalen Endenergieverbrauch an fossilen Energieträgern im Jahr 2021 übertreffen, der bei 76.000 TWh lag. Die Kosten für den Transport der E-Fuels nach Europa fielen wegen der einfachen Verschiffung des Kraftstoffs und der vorhandenen Infrastruktur weniger ins Gewicht, so Frontier Economics.

Langfristig könnten nach Berechnungen der Studienautoren die Produktionskosten (inkl. Transport nach Deutschland) bei optimalen Rahmenbedingungen bis auf 0,99 Euro für einen Liter E-Benzin sowie auf 1,09 Euro für einen Liter E-Diesel absinken – was akzeptable Tankpreise für den Endverbraucher nach sich zöge: Sie lägen bei 1,37 Euro für E-Benzin und 1,59 für E-Diesel. Dabei gilt der Grundsatz: Eine zunehmende Beimischung im Mengenmarkthochlauf in Kombination mit der Kostendegression durch wirkende Ska-

E-Fuels sind an der Tankstelle stets bezahlbar

Eine aktuelle Studie des Beratungsunternehmens Frontier Economics zeigt: Grüne synthetische Kraftstoffe lassen sich wirtschaftlich herstellen und lassen bei steigendem Beimischungsanteil im Kraftstoffmix nur geringe Preisänderungen an der Tankstelle erwarten. Voraussetzung ist allerdings, dass die politischen Rahmenbedingungen stimmen.

TEXT Frank Burger

Die grünere Alternative

Die Begriffe E-Fuels, Power-to-Liquid und synthetische Flüssigkraftstoffe werden meist synonym verwendet. Es handelt sich dabei um erneuerbare flüssige Kraftstoffe, zu deren Produktion Wasser, CO₂ und Strom aus regenerativen Energiequellen wie Wind, Sonne oder Wasser nötig sind. E-Fuels tragen zur Defossilisierung des Verkehrs bei, denn sie können in allen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor als Alternative zu herkömmlichen fossilen Kraftstoffen eingesetzt werden – in Reinform oder als Beimischung in konventionellem Benzin oder Diesel.

leneffekte der industriellen Produktion führt für den Kraftstoffkunden zu stets bezahlbaren Flüssigkraftstoffen. Erfreulicherweise zeigt eine kürzlich aktualisierte Fassung der Studie, dass bereits früher als erwartet niedrigere Endverbraucherpreise an der Tankstelle möglich sind. Die Aktualisierung war notwendig, weil sich die Datengrundlage aufgrund neuer Drittstudien erheblich verändert hat. Laut der Studie könnte der Preis für E-Benzin bereits im Jahr 2040 bei 1,41 Euro pro Liter liegen, während E-Diesel 1,60 Euro kosten würde. In einem Modell, das die Studie als technisches Idealszenario berücksichtigt, zeigt sich, dass synthetische Kraftstoffe ihre herkömmlichen Pendanten bereits vor 2045 ersetzen können.

Allerdings muss der Markthochlauf der E-Fuels-Produktion durch flankierende Maßnahmen unterstützt werden. Die Studie empfiehlt zum einen eine Reform der europäischen Energiesteuerrichtlinie, damit Kraftstoffe künftig gemäß ihrer Umweltverträglichkeit beziehungsweise ihrer Klimawirkung besteuert werden – für E-Fuels, die keinen CO₂-Fußabdruck hinterlassen, dem Klima also nicht schaden, sollte ein verringerter Steuersatz gelten. Zum anderen braucht es laut der Untersuchung von Frontier Economics den politischen Willen zur Schaffung passender Rahmenbedingungen: „Die Grundlage für den Markthochlauf grüner synthetischer Kraftstoffe sind Investitionen in den Aufbau industrieller Anlagen zur Herstellung dieser Produkte“, sagt Jens Perner. „Investoren brauchen Sicherheiten und potenzielle Abnehmer. Deshalb muss die Politik Anreize zur Nutzung von CO₂-neutralen Kraftstoffen schaffen.“

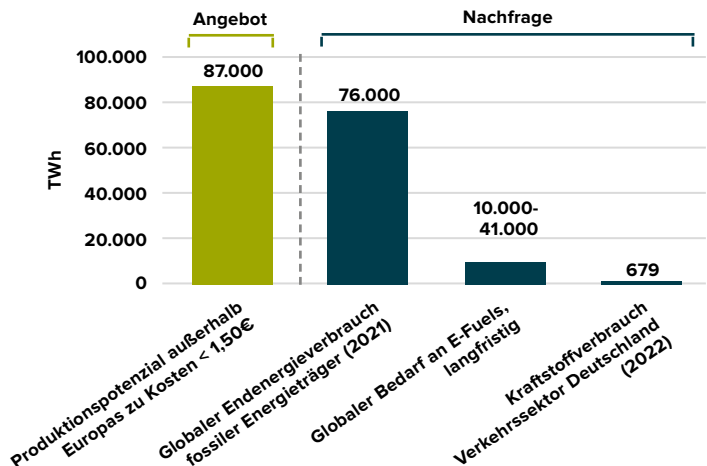
E-Fuels – Basis für CO₂-Neutralität im Verkehr der Zukunft

Übrigens: immer mehr Automobilhersteller setzen derzeit wieder auf den Verbrennungsmotor, der mithilfe grüner synthetischer Kraftstoffe CO₂-neutral eingesetzt werden oder seine Kohlenstoffdioxidemissionen während der Fahrt dank HVO um über 90 Prozent verringern kann. So will beispielsweise der tschechische Autohersteller Škoda auch nach dem Jahr 2035 Autos mit Verbrennungsmotor bauen. Und auch BMW und Mercedes rechnen mit einem signifikanten Bedarf für Benzin-, Diesel- und Hybridantriebe. Nicht nur für die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor im Bestand, sondern auch für zukünftige Neufahr-

zeuge sind E-Fuels die richtige Wahl auf dem Weg zur CO₂-Neutralität im Verkehr.

Ein Verbot neuer Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor wäre aus Klimaschutzsicht nicht nur unnötig, sondern sogar schädlich, da es ein falsches Investitionssignal senden würde. Würde dieses Verbot im Straßenverkehr – dem größten Kraftstoffabnehmermarkt – bestehen bleiben, gäbe es für Investoren und Unternehmen zu wenig Anreize, in die Produktion von E-Fuels zu investieren. In der Folge würden Hunderte Millionen Bestandsfahrzeuge in der EU über viele Jahrzehnte weiterhin mit fossilen Kraftstoffen betrieben.

Angebots- und Nachfragepotenzial von E-Fuels:



Herr Herdan, das Thema Wasserstoff prägt Ihre berufliche Karriere: Bevor Sie 2022 CEO für Europa, den Nahen Osten und Afrika des E-Fuels-Pioniers HIF wurden, sind Sie im Bundeswirtschaftsministerium tätig gewesen und haben dort unter anderem federführend die 2020 verabschiedete „Nationale Wasserstoffstrategie“ erarbeitet. Weshalb sind Wasserstoff und Wasserstoffderivate wie CO₂-neutrale, strombasierte Kraftstoffe für Deutschland und Europa aus Ihrer Sicht unverzichtbar?

Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu werden. Dafür brauchen wir einen breiten Mix aus grünen Technologien und Energieträgern. Wasserstoff und Wasserstoffderivate sind dabei ein wichtiger Baustein. Vor allem in Sektoren, in denen eine direkte Elektrifizierung nicht möglich oder wirtschaftlich nicht sinnvoll ist, führt an ihnen kein Weg vorbei. Ich denke hier vor allem an den Flug- und Schiffsverkehr, aber auch an den Schwerlastverkehr. Biokraftstoffe sind eine hervorragende Einstiegsalternative, mittel- und langfristig aber nicht ausreichend, da die Menge an nachhaltigen biogenen Abfällen und Reststoffen begrenzt ist. Wasserstoffderivate wie E-Methanol, E-Benzin, E-Diesel und E-Kerosin haben zudem den Vorteil, dass sie die vorhandene Infrastruktur und Antriebssysteme nutzen können. Darüber hinaus können sie sehr einfach über lange Distanzen kostengünstig transportiert werden. Die hohe Nachfrage in Europa sorgt damit für die Erschließung der großen Potenziale erneuerbarer Energien in vielen Regionen der Welt. Diese Potenziale blieben andernfalls ungenutzt.

? Die „Nationale Wasserstoffstrategie“ hatte 2020 das Ziel ausgegeben, dem Aufbau einer kompletten H₂-Wertschöpfungskette in Deutschland

den Weg zu ebnen. Letztes Jahr wurde die „Nationale Wasserstoffstrategie“ aktualisiert und im Juli 2024 vom Bundeskabinett um eine „Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate“ ergänzt. Steckt hinter der zunehmenden Globalisierung des Ansatzes sowie der Aufnahme von Derivaten in die deutsche Strategie der Erkenntnisgewinn der Politik, dass es allein mit Wasserstoff made in Germany nicht geht?

Bereits in der Wasserstoffstrategie 2020 haben wir Deutschland in der Rolle eines Energieimporteurs gesehen. Die Nachfolgestrategien sind eine logische Fortschreibung dessen. Denn tatsächlich wird immer deutlicher: Die Produktion von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten in der EU wird nicht ausreichen, um den großen Bedarf decken zu können. Ohne Importe wird es daher nicht gehen. Zudem sind in anderen Regionen der Welt die Potenziale

erneuerbarer Energien deutlich größer. Dort weht der Wind schlicht stärker und beständiger und die Sonne scheint häufiger. Gleichzeitig ist die Nachfrage vor Ort nur sehr gering. Es wäre töricht, diese Potenziale ungenutzt zu lassen. Daher ist es eine Win-win-Situation: **Europa braucht erneuerbare Energien, und viele Länder können erneuerbare Energien (auch) für Europa zur Verfügung stellen. Es liegt also auf der Hand, neue Energiehandelspartnerschaften zu etablieren. Diese helfen nicht nur, den Energiebedarf in Europa zu decken, sondern auch, durch neu geschaffene Industrien Wohlstand für die Erzeugerländer zu sichern. Gleichzeitig werden Europas Energieimporte diversifiziert und die Resilienz gesteigert.**

? Wie bewerten Sie das derzeitige nationale und europäische Regulierungsumfeld rund um die Wasserstoff- und Derivatproduktion?

„Ohne Importe wird es nicht gehen“

INTERVIEW Gerhard Walter

Der Erfolg der europäischen Klimapolitik hängt davon ab, wie attraktiv die EU für Importeure von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten wie E-Methanol, E-Benzin, E-Diesel oder E-Kerosin wird. Doch unnötig strenge und komplexe Regularien lassen Europa im globalen Wettbewerb massiv zurückfallen. Thorsten Herdan, CEO des E-Fuels-Unternehmens HIF Europe, Middle East and Africa (EMEA), erklärt, welche Weichen jetzt gestellt werden müssen, um die EU an die Spitze der Wasserstoffwirtschaft zu bringen.

Das Regelungsumfeld ist komplex, unnötig streng und verteuert die Herstellung und den Bezug von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten. Beispiel: die EU-Kriterien für die Einstufung dieser Energieträger als sogenannte erneuerbare Brennstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBO). Diese schreiben vor, dass der Strom zur Herstellung strombasierter Gase nur aus neu errichteten Erneuerbare-Energien-Anlagen stammen darf. Außerdem muss der Elektrolyseur den Strom in derselben Stunde verbrauchen, in der er erzeugt wurde. Wenn man diese Regelung auf ein Elektroauto übertragen würde, dürfte man nur bei einer neu zugebauten Wind- oder Solaranlage tanken, die keine Grünstromförderung erhält. Die „Strom-Tankstelle“ muss man bei Autokauf festlegen und darf für die komplette Laufzeit auch nur dort tanken. Sollte mal zwei Wochen kein Wind wehen oder die Sonne nicht scheinen, bleibt das Auto eben stehen. Diese

Anforderungen an grünen Wasserstoff und -derivate erhöhen die Produktionskosten erheblich, ohne dass die grüne Eigenschaft mit einem Mehrwert am Markt einhergeht. Auch führt eine Förderung von erneuerbarem Strom automatisch zum Verlust der Grünstromeigenschaft. Wenn die USA also mit dem Inflation Reduction Act erneuerbaren Strom fördern, so sind der damit erzeugte Wasserstoff und das Wasserstoffderivat bei uns grau.

? Zahlreiche Projekte weltweit zur Herstellung grünen Wasserstoffs und von Wasserstoffderivaten sind angekündigt. Was oft fehlt, ist der Startschuss zur Umsetzung und zum Bau der Anlagen, der dann oft noch Jahre benötigt. Warum kommt die weltweite Wasserstoffindustrie nicht so recht in Gang?

Den Projektentwicklern fehlt die Sicherheit, dass ihre Produkte auch tatsächlich abgenommen werden. Potenziel-

le Abnehmer, gerade in der EU, sind aktuell sehr zögerlich. Für sie ist nämlich entscheidend, dass die Energieträger als grün anerkannt und auf ihre Klimabilanz angerechnet werden – und zwar nicht nur heute, sondern auch in zehn oder zwanzig Jahren. Doch genau diese regulatorische Sicherheit fehlt derzeit. Daher gibt es nur sehr schleppend langfristige Abnahmeverträge, die für eine Projektfinanzierung und damit für die Investitionen unabdingbar sind.

? Obwohl Politik und Wirtschaft in Europa laut nach grünem Wasserstoff rufen, verhindern viele europäische Regelungen den Import in die EU. Welche politischen Rahmenbedingungen sind erforderlich, damit Deutschland und die EU für die Exporteure grünen Wasserstoffs und von dessen Derivaten zu attraktiven Partnern werden? →

Thorsten Herdan

ist seit Mai 2022 CEO der HIF EMEA (Europe, Middle East and Africa), des Tochterunternehmens des chilenischen E-Fuels-Unternehmens HIF (Highly Innovative Fuels), dessen Kernkompetenz die Herstellung und der Vertrieb grüner synthetischer Kraftstoffe im industriellen Maßstab ist. Ziel ist es dabei, der erste internationale E-Fuels-Anbieter im industriellen Maßstab für Transport, Luft- und Schifffahrt sowie für Offroad-Anwendungen und die chemische Industrie zu werden. Thorsten Herdan arbeitete bis Ende Januar 2022 im Bundeswirtschaftsministerium und leitete dort seit 2014 die Abteilung „Energiepolitik – Wärme und Effizienz“. Zuvor war Herdan unter anderem als Geschäftsführer für den Verband der Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) tätig, wo er sich besonders mit dem Thema Windkraft befasste.



Der aktuelle Rechtsrahmen ist häufig ein Showstopper für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten. Insbesondere die angesprochene Unsicherheit bezüglich der Einstufung als grüner Energieträger ist ein Problem. Ich gebe Ihnen drei Beispiele. Erstens, der fehlende Bestandsschutz: Dieser führt dazu, dass zum Zeitpunkt der finalen Investitionsentscheidung für eine Anlage nicht klar ist, ob für die darin erzeugten Produkte auch in zehn oder zwanzig Jahren noch die gleichen Zertifizierungskriterien gelten oder gänzlich neue Kriterien, die dann nicht mehr erfüllt werden können. Im letzteren Fall ginge die grüne Eigenschaft verloren – ein „worst case“ für Investoren. Zweitens, das schon vorher von mir angesprochene Problem mit der Förderung erneuerbaren Stroms. **Dieses führt dazu, dass grüner Wasserstoff zum Beispiel aus den USA in der EU nicht als solcher anerkannt wird, weil der für die Wasserstoffproduktion notwendige erneuerbare Strom steuerlich gefördert wurde und die dortigen Energiemarktregeln von denen in der EU abweichen.** Drittens, die praxisfernen Vorgaben zur Zertifizierung des verwendeten CO₂, das aus nachhaltigen biogenen Quellen oder Industrieprozessen stammen muss. All diese Hemmnisse muss die neue Europäische Kommission so schnell wie möglich aus dem Weg räumen.

„Wir brauchen in der EU mehr Mut, Dinge einfach mal umzusetzen.“

? Wie bewerten Sie die aktuelle EU-Politik im Vergleich zu anderen wichtigen Volkswirtschaften wie etwa der USA oder Chinas, wenn es um den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft geht? Was könnte die EU strategisch und regulatorisch diesbezüglich lernen?

Ich habe den Eindruck, dass die Diskussionen in der EU oft sehr aufgeladen und ideologisch geführt werden, anstatt sich nüchtern mit den Vor- und Nachteilen einer Technologie auseinanderzusetzen. Beispiel E-Fuels: Sie sind einer von vielen wichtigen Bausteinen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Wir brauchen in der EU mehr Mut, Dinge einfach mal umzusetzen, statt ewig über das Für und Wider zu debattieren, bis dann doch endlich ein Haar in der Suppe gefunden wurde. **Früher war das in der EU anders. Ich erinnere nur an das Erneuerbare-Energien-Gesetz, das den Hochlauf**

Gewaltiges Potenzial:

Thorsten Herdan informiert regelmäßig Projektentwickler, Führungskräfte aus der Industrie und politische Entscheider über die globalen Chancen von Wasserstoff und seinen Derivaten wie synthetischen CO₂-neutralen Kraftstoffen. Seine Botschaft: E-Fuels machen Sinn, wenn sie an Orten produziert werden, an denen regenerative Energie im Überfluss vorhanden ist und nicht anderweitig genutzt wird.

der erneuerbaren Energien auf der ganzen Welt massiv beschleunigt hat. Diesen früheren Pragmatismus der EU haben nun andere Länder übernommen, etwa die USA mit dem Inflation Reduction Act. Dieser ermöglicht eine Förderung von 3 \$/KG produziertem grünem Wasserstoff. Das hilft massiv, den Ausbau zu beschleunigen. Ich möchte aber auch nicht verhehlen, dass in den USA nicht alles Gold ist, was glänzt. Beispielsweise sind die Guidelines für eben diese Förderung noch nicht verabschiedet, und viele Projektentwickler – so auch wir – warten sehnsüchtig auf diese Veröffentlichung, um endlich die finale Investitionsentscheidung treffen zu können.

? Droht der EU, dass sie beim Thema wasserstoffbasierte Energieträger international abgehängt wird?

Absolut. Das trifft dann nicht nur die europäische Industrie, sondern auch die Politik und natürlich die Gesellschaft hierzulande. Es braucht nicht nur Ziele, sondern auch einen geeigneten Rechtsrahmen, um diese Ziele zu erreichen. Und daran hapert es aktuell. Die Bedingungen für die Produktion, aber auch für die Abnahme von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten sind alles andere als attraktiv. Vor allem beim Import müssen dringend die richtigen regulatorischen Weichen gestellt werden – sonst stehen wir Europäer am Ende mit leeren Händen da. Denn diese Energieträger sind noch knapp und auch in anderen Ländern begehrt. Europa befindet sich in einem internationalen Wettbewerb um knappe Ressourcen. Wie dieser mit den derzeitigen hochkomplexen Auflagen gewonnen werden soll, ist mir schleierhaft. Im Wettbewerb gewinnt man nur mit einfachen und unbürokratischen Rahmenbedingungen.

? Was ist Ihre Einschätzung: Welche E-Fuels-Mengen sind global produzierbar unter der Annahme optimaler regulatorischer Rahmenbedingungen?

Dazu müsste erst mal definiert werden, was wir unter „optimalen regulatorischen Rahmenbedingungen“ verstehen. Unter dem Motto „Weniger ist mehr“ kann die EU leicht bessere Rahmenbedingungen herstellen – und dann ist alles denkbar. Natürlich gibt es limitierende Faktoren wie die Beschaffung des für die Herstellung

von E-Fuels notwendigen CO₂. Das sehe ich aber als vorübergehendes Problem. Besonders, wenn der EU-Gesetzgeber versteht, dass international zertifizierte biogene und unvermeidbare industrielle CO₂-Emissionen nutzbar sein müssen. Das würde den Hochlauf der E-Fuels massiv beschleunigen und das CO₂, das heute in die Atmosphäre entlassen wird, nutzbar machen. Gleichzeitig werden die Produktionsverfahren durch die Skalierung in die Modularisierung immer effizienter und damit auch günstiger. Ich gehe davon aus, dass die Industrie langfristig in der Lage sein wird, den Bedarf von Sektoren wie der Luftfahrt und der Schifffahrt zu decken.

? Ihr Unternehmen baut gemeinsam mit Porsche und Siemens Energy die E-Fuels-Pilotanlage Haru Oni in Chile auf. Wie ist hier der aktuelle Stand, und auf welche Herausforderungen sind Sie dabei aber auch bei anderen Projekten gegebenenfalls gestoßen?

Die HIF-Haru-Oni-E-Fuels-Anlage produziert seit Ende 2022 E-Benzin für Porsche, den das Unternehmen unter anderem im Porsche Mobile 1 Supercup nutzt. Damit zeigen wir, dass unser E-Benzin als „Drop-in-Fuel“ ohne jedwede Änderung am Motor oder der Infrastruktur nutzbar ist. Und: Die Rundenzeiten werden auch nicht langsamer! Daneben nutzt das chilenische Gasunternehmen GASCO das e-liquified Gas von Haru Oni, und erst kürzlich haben wir mit dem chilenischen Kreuzfahrtunternehmen Antarctica21 die Lieferung von E-Benzin für deren Zodiacs bekanntgegeben, die bei den Antarktis-Expeditionen zum Einsatz kommen. **Wir haben unter Beweis gestellt, dass E-Fuels eine echte Lösung im Kampf gegen den Klimawandel sind. Jetzt müssen wir E-Fuels-Anlagen in kommerzieller Größe entwickeln, um die Produktion hochzufahren.**

? Wie sehen Sie die derzeitige Situation bezogen auf Entscheidungen der Mineralölindustrie, in synthetische Kraftstoffprojekte zu investieren?

Die Mineralölunternehmen sind ein extrem wichtiger Partner, wenn es um den Hochlauf von E-Fuels geht. Zurzeit sehen wir die japanischen Mineralölunternehmen als Treiber weltweit. Dies manifestiert sich auch in der Tatsache, dass Idemitsu seit Mai dieses Jahres in unser

„Wir sind vorbereitet, den deutschen Autokunden E-Fuels zu liefern.“

Unternehmen investiert hat. Aber auch das chilenische Mineralölunternehmen ENAP hat große Pläne für den Hochlauf der E-Fuels in Chile. Natürlich sprechen wir mit allen Mineralölunternehmen, um herauszufinden, wer den Takt angibt.

? Was sagen Sie zur politischen Diskussion in Europa, dass Neufahrzeuge mit Verbrennungsmotor ab 2035 nicht mehr verkauft werden dürfen? Was bedeutet das geplante Verbrenner-Aus für Ihr Geschäftsmodell?

Leider ist dies mehr als eine politische Diskussion. Das Verbrenner-Aus bis 2035 ist bereits geltendes europäisches Recht und sollte abgeschafft werden. Der Gesetzgeber hat die Aufgabe, die Emissionsgrenzwerte zu regeln, nicht aber die Technologie zur Erreichung dieser Grenzwerte. Wir sehen schon jetzt starke Abwanderungen unserer Motorenindustrie, unserer Motorenforschung und der gesamten Wertschöpfungskette nach China, wo es ein solches Verbrennerverbot nicht gibt. Das ist industriepolitischer Wahnsinn „made in Europe“! Für unser Geschäftsmodell ist das Verbot auch nicht hilfreich, auch wenn wir mit der Schifffahrt und Luftfahrt große Nachfragesektoren haben. Letztlich muss der Kunde entscheiden, welche Technologie er für die Einhaltung der CO₂-Emissionsgrenzwerte nutzen will. Wir sind vorbereitet, den deutschen Autokunden E-Fuels zu liefern.

Dies geht aber nur, wenn das Verbrennerverbot schnellstens gekippt wird.

? Welche Rolle werden synthetische Kraftstoffe in den kommenden zehn Jahren einnehmen?

Synthetische Kraftstoffe werden weiter sehr stark wachsen. In der Luftfahrt, in der Schifffahrt, aber auch in der Mobilität. Ich sehe eine ähnliche Entwicklung wie beim Ausbau der erneuerbaren Energien, die noch vor zwanzig Jahren als viel zu teuer und als nicht ansatzweise ausreichend verspottet wurden.

? Ab wann können Autofahrer an den Tankstellen in der EU synthetische Kraftstoffe kaufen? Und wie viel kostet dann ein Liter E-Fuel?

Solange das Verbrennerverbot besteht, wird es sicher keine synthetischen Kraftstoffe an Tankstellen zu kaufen geben. Und die Kosten werden stark von den europäischen Rahmenbedingungen abhängen. Aktuell führen diese leider dazu, dass die Kosten durch die Decke gehen. ■



Optimale Bedingungen:

Die E-Fuels-Produktionsanlage Haru Oni in Chile befindet sich in einer Region mit dem günstigsten Windstrom weltweit. Seit 2022 wird dort, in Patagonien, synthetischer grüner Kraftstoff hergestellt – und bewiesen, dass die Technologie im industriellen Maßstab funktioniert.



Wer zu Hause keine Lade-station fürs E-Mobil hat oder weite Strecken fahren muss, ist auf öffentlich zugängliche Ladesäulen angewiesen. Dort aber ist das Aufladen zum Teil extrem teuer. Damit entwickelt sich die angeblich kostengünstige Alternative zum Verbrennungsmotor zum finanziellen Drahtseil-akt für Verbraucher.

TEXT Katharina Siemer

Die Strompreise hierzulande sind in den letzten Jahren massiv gestiegen. Das ist auch an den Lade-stationen spürbar. Fast alle Anbieter haben ihre Preise deutlich angehoben – einige sogar um fast ein Drittel im Vergleich zu vor zwei Jahren. Unter 50 Cent je Kilowattstunde (kWh) geht selbst fürs Normalladen kaum mehr was, der Durchschnitt liegt bei 55 Cent. Fürs Schnellladen werden im Durchschnitt pro kWh bis zu 75 Cent fällig, wie ein aktueller ADAC-Ladesäulencheck zeigt. Laut Webportal inside digital verlangen einige Anbieter sogar 99 Cent pro kWh. Und das, obwohl Haushaltsstrom im selben Zeitraum günstiger geworden ist, die kWh kostet aktuell rund 25 Cent. Laut Grünstromanbieter Lichtblick sind die Preise für das Ad-hoc-Laden zudem deutlich teurer als für vertragsbasierte Tarife, die Verbraucher direkt mit den Anbietern abschließen. Zusätzlich zu den Stromkosten erheben manche Anbieter noch eine Grundgebühr, andere nicht. Zudem wird oft ein Aufschlag fällig, wenn ein E-Mobil länger als vier Stunden an der Ladesäule steht. „Blockiergebühr“ nennt sich das. Hinzu kommen teils kräftige Auf-

schläge fürs Lade-Roaming, wenn also Lade-stationen verschiedener Betreiber genutzt werden, etwa bei langen Fahrten.

Das intransparente Preissystem und die gestiegenen Kosten haben – zusätzlich zum Wegfall der staatlichen Kaufprämie Ende 2023 – mit dazu geführt, dass 2024 etwa 40 Prozent weniger Menschen von einem Verbrenner auf ein Elektrofahrzeug umgestiegen sind als im Jahr davor. Die Zahl stammt aus dem „E-Barometer“ des Versicherers HUK Coburg. Bemerkenswert ist zudem, dass in den ersten neun Monaten 34 Prozent der Autofahrer bei einem Fahrzeugwechsel vom E-Auto zurück auf einen Verbrenner gewechselt sind. Insgesamt liegt der Anteil privater E-Autos am kompletten Fahrzeugbestand bei weniger als drei Prozent.

Vergleich der Kosten pro 100 Kilometer

Mit Benzin oder Diesel zu fahren ist derzeit oft günstiger als mit Strom von öffentlichen Ladesäulen, zumal wenn dieser Ladestrom ohne Tarifbindung ad hoc geladen wird. Für eine Strecke von 100 Kilometern fallen bei einem Elektrofahrzeug mit einem Stromverbrauch von 20 kWh durchschnittliche Kosten von 11 Euro (normales Laden) beziehungsweise 15 Euro (Schnellladen) an. Wird der Strom der teuersten Ladesäule genutzt, schraubt sich der Preis für die 100-Kilometer-Fahrt auf 19,80 Euro hoch. Super E 10 kostete Mitte Dezember 2024 im Schnitt 1,66 Euro, Diesel 1,59 Euro pro Liter. Ein Benziner-Pkw verbraucht pro 100 km durchschnittlich 7,7 Liter und kommt damit auf Kosten von 12,80 Euro. Ein Diesel-Pkw verfährt auf 100 km im Schnitt 7 Liter, macht 11,18 Euro. Etwas kostspieliger wird es für Dieselfahrer, wenn sie den grünen Dieseldieselkraftstoff HVO100 tanken. HVO steht für Hydrotreated Vegetable Oil, der Kraftstoff besteht aus biogenen Abfallstoffen wie alten Speiseölen oder Fettresten und ist seit seiner Zulassung Ende Mai 2024 an immer mehr Tankstellen verfügbar. HVO100 spart im Vergleich zu fossilem Diesel bis zu 90 Prozent CO₂-Emissionen ein und ist von der CO₂-Abgabe befreit. Allerdings sind die Herstellungskosten geringfügig höher. Der Liter kostet zwischen 1,60 und 1,66 Euro, eine Strecke von 100 km also zwischen 11,20 und 11,62 Euro. Zusammen mit E-Fuels – synthetischen grünen Kraftstoffen, die aus erneuerbaren Energien hergestellt werden – kann HVO dabei helfen, grüne Mobilität nicht nur möglich, sondern auch bezahlbar zu machen. ■

Verwirrende Abrechnungssysteme und

GEWALTIGE PREIS- UNTERSCHIEDE

2037

► ... ist das Jahr, in dem E-Fuels mineralisches Benzin europaweit vollständig ersetzen könnten; bis zum Jahr 2043 ließe sich auch mineralischer Diesel komplett durch grüne synthetische Kraftstoffe substituieren. Das zeigt ein Modell, das die jüngst veröffentlichte Studie „Szenarien für den Markthochlauf von E-Fuels im Straßenverkehr“ des Beratungsunternehmens Frontier Economics als technisches Idealszenario berücksichtigt. Die Experten haben in einer Meta-studie verschiedene Drittstudien analysiert, die sich unter anderem mit der langfristigen Entwicklung der Produktionskosten von E-Fuels auseinandersetzen. Dazu zählen Analysen vom Freiburger Öko-Institut, vom Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, und eine gemeinsam vom Europäischen Raffinerieverband Concawe und dem Energiekonzern Aramco herausgegebene Studie sowie die Untersuchung von Agora & Frontier Economics. Zudem wurde eine Kraftstoffstudie der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen berücksichtigt. Diese zeigt, dass es aus technischer Sicht möglich wäre, ausreichende Produktionskapazitäten bereitzustellen, um fossiles Benzin in Deutschland vollständig durch E-Benzin zu ersetzen –

vorausgesetzt, der Produktionshochlauf wird durch geeignete politische Rahmenbedingungen unterstützt.

Die Herstellungskosten – einschließlich Transportkosten nach Deutschland – für einen Liter grünes E-Benzin könnten sich bei rund 0,99 Euro und für grünen E-Diesel bei etwa 1,09 Euro einpendeln. Durch eine ansteigende Beimischung grüner Kraftstoffe bei gleichzeitig sinkenden Produktionskosten wären die Kraftstoffe für den Endkunden während des gesamten Markthochlaufs stets bezahlbar. Da die Produktion der CO₂-neutralen synthetischen Kraftstoffe nicht nur Wasser und Kohlenstoffdioxid, sondern auch Strom aus erneuerbaren Energien benötigt, wird der Standort zu einem entscheidenden Faktor: Je günstiger die Bedingungen für die Stromerzeugung durch Wind- oder Solarenergie, desto niedriger fallen die Herstellungskosten aus. Deutschland, mit eher begrenztem Potenzial, ist hierfür wenig geeignet. Weltweit gibt es jedoch zahlreiche Alternativen – etwa in Südamerika, Nordafrika oder Australien, wo Wind- und Sonnenenergie in großem Maßstab genutzt werden könnten, um etwa den europäischen Markt künftig mit CO₂-neutralen Kraftstoffen für Verbrennungsmotoren zu versorgen. ◀



BIS

2043

Mit dem neuen Klimaschutzgesetz schlägt Deutschland einen praxistauglicheren und erfolgversprechenderen Kurs in der Klimapolitik ein. Mehr Flexibilität, klare Vorgaben und langfristiges Denken sollen den Weg zur Defossilisierung ebnen und nachhaltige Investitionen fördern.

TEXT Peter Kleinort

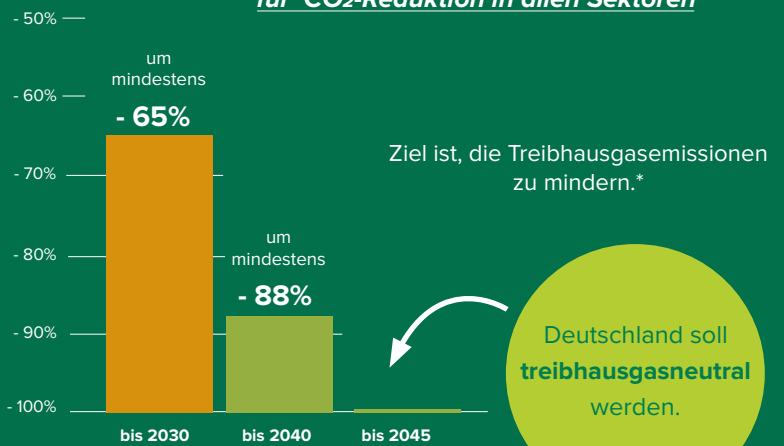
Klimaschutz 2.0

Der Neustart für Deutschlands Klimapolitik

Das neue Klimaschutzgesetz, abgekürzt KSG, verspricht neue Ansätze für Deutschlands Ambitionen beim Schutz des Klimas. Angesichts wachsender Kritik an der bisherigen starren Regelung, die zu unflexibel und schwerfällig erschien, bietet das 2024 aktualisierte Gesetz nun eine dynamische Balance zwischen ökologischer Verantwortung und wirtschaftlichem Realismus. **Die Überwachung der Klimaziele wird jetzt mehrjährig und sektorübergreifend organisiert** – ein Modell, das Unternehmen und Akteure mehr Handlungsspielraum und langfristige Planbarkeit ermöglicht, während die Klimaziele selbst unverändert bleiben.



Das neue Klimaschutzgesetz: flexibler Rahmen für CO₂-Reduktion in allen Sektoren



*im Vergleich zum Jahr 1990

Quelle: Bundesregierung



Vom starren Rahmen zu dynamischen Zielen

Die Schwächen des alten Klimaschutzgesetzes – insbesondere die rigiden sektorspezifischen Jahresziele und die begrenzte Flexibilität – waren in Politik und Wirtschaft stark umstritten. Für Julia Verlinden, Grünen-Fraktionsvize im Deutschen Bundestag, stellt das neue KSG „ein starkes Update“ dar. Denn: Jetzt können die Verantwortlichen vor Ort aktiver auf Marktveränderungen reagieren und klimaschonende Entscheidungen treffen, die zugleich wirtschaftlich tragfähig sind. Für die deutsche Wirtschaft ist das eine willkommene Flexibilisierung im globalen Wettbewerb. Schließlich zählt, dass die Emissionen sinken – unabhängig davon, woher das Kohlenstoffdioxid genau stammt. Mit dem Wegfall der Sektorziele können Investitionen nun zielgerichtet in Bereiche fließen, in denen pro Euro die größte CO₂-Einsparung erzielt wird.

Effizienz trifft Flexibilität: sektorübergreifender Klimaschutz

Herzstück der Reform ist der Übergang zu einer sektorübergreifenden mehrjährigen Bilanzierung. Statt starre Reduktionsziele pro Jahr festzulegen, erhalten Unternehmen und Organisationen größere Spielräume, um gezielt und langfristig in Technologien zur CO₂-Reduktion zu investieren. Professor Bernd Hansjürgens vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung lobt das Konzept als ökonomisch vernünftig, da die CO₂-Vermeidungskosten zwischen den Sektoren stark variieren. Für ihn liegt der Vorteil auf der Hand: „Es ist ein Grundgedanke der Umweltökonomik, dass volkswirtschaftliche Effizienz nur erreicht werden kann, wenn die Vermeidung flexibel erfolgt, also in den Sektoren und an den Orten mit den geringsten Grenzvermeidungskosten. So gesehen stellt das neue Klimaschutzgesetz nicht nur eine Annäherung an die Bedingungen in der Realität dar, es ist auch ökonomisch vernünftig“, so Hansjürgens in der „Zeitschrift für Wirtschaftspolitik“. Bisher jedenfalls seien die Unterschiede in den CO₂-Grenzvermeidungskosten zwischen den verschiedenen Sektoren zu groß gewesen. „Sie reichen von negativen Kosten – in Bereichen, in denen es sich also auch wirtschaftlich noch lohnt, Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasen zu ergreifen – bis

hin zu vielen Hunderten oder sogar Tausenden Euro pro vermiedener Tonne CO₂.“ Die Reform reduziert den regulatorischen Druck auf einzelne Sektoren und erhöht die Innovationskraft der Wirtschaft, da Unternehmen dort aktiv werden können, wo es ökologisch und ökonomisch am sinnvollsten ist. Die Verordnung von Sofortmaßnahmen, damit einzelne Sektoren ihre Klimaziele erreichen, wie etwa die immer mal wieder ins Spiel gebrachten Fahrverbote, werden damit unnötig, was der Wirtschaft mehr Planungssicherheit geben und Verbraucher beruhigen dürfte.

Verantwortung mit Verbindlichkeit

Das Gesetz setzt auf klare Verantwortlichkeiten und striktere Vorgaben, um Planungssicherheit und Durchsetzbarkeit zu gewährleisten. Automatische Korrekturmechanismen greifen bei Zielverfehlungen, während die mehrjährige Bilanzierung neue Anreize für Unternehmen schafft, langfristig in CO₂-senkende Projekte und Kooperationen zu investieren. Die Bündelung von Wissen und Technologien zwischen den Sektoren bietet ein erhebliches Potenzial für die Innovationskraft Deutschlands und stärkt den Klimaschutz zugleich.

Ein Rahmen für die Zukunft

Mit dem neuen KSG zeigt Deutschland, dass Klimaschutz und wirtschaftliche Stabilität kein Widerspruch sein müssen, sondern zusammen für Innovation und Nachhaltigkeit sorgen können. FDP-Klimaexperte Lukas Köhler betont: „Das neue Klimaschutzgesetz schafft die Voraussetzungen für eine marktwirtschaftliche Klimapolitik, bei der die CO₂-Emissionen dort reduziert werden, wo es am effizientesten ist.“ Das Gesetz sendet ein starkes Signal: Deutschland steht zu seinen Klimazielen, ohne die Wirtschaft zu überfordern – Klimaschutz und Wachstum gehen hier Hand in Hand. ■

Das neue Klimaschutzgesetz (KSG) löst sich vom bisherigen planwirtschaftlichen Korsett mit starren Sektorzielen. Federführend bei der KSG-Neufassung war der FDP-Klimaschutzexperte Lukas Köhler. Im Interview erklärt der Parlamentarier, warum die neue Vorschrift die Klimaschutzziele besser erreichen kann.

INTERVIEW Gerhard Walter



„CO₂ dort reduzieren, wo es für Bürger und Unternehmen am kostengünstigsten ist“

Herr Köhler, das neue Klimaschutzgesetz macht Schluss mit jährlichen Sektorzielen und in der Folge wohl auch mit auf kurzfristige Effekte ausgelegten Maßnahmen einzelner Ressorts wie etwa den oftmals diskutierten Fahrverboten. Welche Vorteile sehen Sie im Vergleich zur alten Regelung?

— Mit dem neuen Klimaschutzgesetz haben wir die deutsche Klimapolitik grundlegend reformiert. Durch die Abschaffung der starren Sektorziele befreien wir die Klimapolitik von einem planwirtschaftlichen Korsett, das teure und aktionistische Sofortprogramme erzwingen wollte – ohne Rücksicht auf Effizienz oder Kosten. **Dieses unsinnige Mikromanagement war von Anfang an nicht durchdacht. Stattdessen setzen wir nun stärker auf eine marktwirtschaftliche Steuerung unserer Klimapolitik durch den europäischen Emissionshandel. Das ermöglicht uns, CO₂ dort zu reduzieren, wo es für Bürger und Unternehmen am kostengünstigsten ist. Fahrverbote und andere kostspielige Maßnahmen, die massiv in den Alltag der Menschen eingreifen, drohen damit nicht mehr. Klimaschutz muss und kann wirtschaftlich vernünftig gestaltet werden. Das haben wir mit dieser Reform bewiesen.**

? Nun rückt das Erreichen der Klimaziele insgesamt in den Fokus – unabhängig davon, wo die Emissionen reduziert werden. Wie werden diese Vorgaben tatsächlich eingehalten?

— Das Herzstück unserer Klimapolitik ist der EU-Emissionshandel (ETS), der sicherstellt, dass die Klimaziele nicht nur

in Deutschland, sondern in der gesamten EU garantiert erreicht werden. Der ETS legt eine feste Obergrenze für CO₂-Emissionen fest, die jährlich gesenkt wird. Das Prinzip ist so einfach wie effizient: Emissionen werden immer zuerst dort gesenkt, wo es am kostengünstigsten ist – das macht den Emissionshandel zur wirtschaftlich klügsten Lösung. In den Bereichen Energie und Industrie entfaltet er bereits seit Jahren erfolgreich seine Wirkung. Ab 2027 wird er um die Bereiche Verkehr und Wärme erweitert. Nationale Regulierungen und sektorspezifische Emissionsziele werden damit überflüssig und bewirken keine zusätzlichen CO₂-Einsparungen. Daher haben wir im neuen Klimaschutzgesetz festgeschrieben, dass die nationalen Maßnahmen ab 2028 komplett abgeschafft werden können.

? Die Möglichkeit zur direkten Nachsteuerung bei verfehlten Zielen klingt vielversprechend. Was passiert, wenn Bund oder Länder ihre Klimaziele verfehlen? Wer trägt die Verantwortung?

— Die Verantwortung der Politik ist, den Klimaschutz wirksam zu gestalten. Wir haben uns in der EU sinnvollerweise dazu entschieden, das Pariser Abkommen kollektiv umzusetzen, um die Vorteile des gemeinsamen Wirtschaftsraums zu nutzen und mit einer konsequenten Klimapo-

litik zu verbinden. Nationale Klimaziele sind dadurch überflüssig.

? Die FDP forderte jüngst, das nationale Klimaziel für 2045 zugunsten des EU-Ziels für 2050 aufzugeben. Ist das nicht ein Rückschritt für den Klimaschutz?

— Nein, im Gegenteil: Das deutsche Sonderziel, schon bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen, bringt keinen zusätzlichen Klimaschutz, könnte aber erhebliche Kosten verursachen: **Laut einer Fraunhofer-Studie würde der deutsche Sonderweg bis 2045 die deutsche Wirtschaft etwa eine Billion Euro zusätzlich kosten, ohne dass sich die Gesamtemissionen in Europa verändern.** Das liegt daran, dass die im ETS gehandelten Zertifikate dann einfach in anderen EU-Ländern genutzt werden. Nationale Alleingänge konterkarieren den grenzüberschreitenden Ansatz des Emissionshandels, der darauf abzielt, CO₂ zuerst dort zu sparen, wo es am effizientesten ist. Die Rückkehr zum einheitlichen EU-Ziel der Klimaneutralität bis 2050 stellt sicher, dass Klimaschutz und Wettbewerbsfähigkeit im Einklang stehen, und stärkt Deutschland als Innovationsstandort. Nur so kann Deutschland im internationalen Wettbewerb bestehen und als wirtschaftlich starker Standort effektiv zum globalen Klimaschutz beitragen. —

Deutsche Bahn setzt auf HVO als Ersatz für mineralischen Diesel



Klimafreundlicher Bahnverkehr: Mit dem Einsatz des modernen biogenen Kraftstoffs HVO in ihren Loks hat die Deutsche Bahn (DB) in den vergangenen zwei Jahren positive Erfahrungen gemacht und umgerechnet 75.000 Tonnen CO₂ eingespart. Demnach nutzte der Konzern seit Juli 2022 rund 26 Millionen Liter HVO in seinen Zügen. Allein die Güterverkehrstochter DB Cargo ersetzte im Jahr 2024 rund zehn Millionen Liter mineralischen Diesel durch den modernen biogenen Kraftstoff. Dank HVO liegen die CO₂-Einsparungen im Fahrbetrieb nun bei bis zu 90 Prozent im Vergleich zum Einsatz mit Diesel. Die Bahn sieht in der Nutzung des paraffinischen Kraftstoffs noch weitere Vorteile: Die Geruchsbelastung sinkt, ebenso die Geräuschkentwicklung. Rund 3.500 Fahrzeuge ließ der Konzern 2024 für die Betankung mit HVO zu. Hydro-treated Vegetable Oils basie-

ren etwa auf erneuerbaren Rohstoffen wie Abfällen und Reststoffen, die als Nahrungsmittel nicht geeignet sind. DB-Cargo hat bereits 1.500 Fahrzeuge seiner Flotte für HVO freigegeben. In den kommenden Jahren sollen auch die verbliebenen Dieselfahrzeuge der DB-Bestandsflotte folgen. Dazu gehören Rangierloks im Güterverkehr oder Baufahrzeuge, aber zum Beispiel auch Triebwagen im Regionalverkehr. Insgesamt verfolgt die Bahn einen technologieoffenen Ansatz und setzt deshalb bei Diesel-Bestandsfahrzeugen vor allem auf alternative Kraftstoffe wie HVO, um die CO₂-Emissionen signifikant zu verringern. ■



Fotos: Deutsche Bahn AG / Frank Bartheid - Redaktion & Verlag, picture alliance/dpa/Hendrik Schmidt, picture alliance/dpa/Jonas Walzberg



OBERLEITUNGS-FIASKO: AUS FÜR DIE E-AUTOBAHN

Das ehrgeizige und politisch verordnete E-Autobahn-Projekt für schwere Nutzfahrzeuge auf der A1 zwischen Reinfeld und Lübeck ist gescheitert, die Strommasten werden sang- und klanglos abgebaut. Das Projekt war 2018 mit viel Vorschusslorbeeren gestartet worden, sollte wegweisend für den elektrifizierten Lkw-Verkehr sein. Doch der Test hat nicht das gebracht, was sich die Initiatoren in der Politik erhofft hatten: Die CO₂-Emissionen gingen nur geringfügig zurück, und die Kosten für Bau und Wartung der Oberleitungen samt Strommasten belaufen sich bisher auf insgesamt 30 Millionen Euro. Ganze fünf Fahrzeuge haben die fünf Kilometer lange Strecke im Testbetrieb genutzt. Dabei wurde eine Technik verwendet, die zum Beispiel Straßenbahnen seit 150 Jahren nutzen: Für den Elektrobetrieb fahren die Hybrid-Lkw einen Stromabnehmer aus, über die Oberleitung erhalten sie so den nötigen Strom für den E-Motor. Ist keine Oberleitung da, fahren die Fahrzeuge mit ihrem Dieselaggregat. Insgesamt wurden für ähnliche Projekte in Deutschland, darunter zwei weitere Teststrecken in Baden-Württemberg und Hessen, rund 190 Millionen Euro ausgegeben. Die zweite Teststrecke nahe Rastatt in Baden-Württemberg soll im kommenden Jahr deinstalliert werden, der dritten Teststrecke zwischen Frankfurt und Darmstadt wurde Anfang 2025 der Stecker gezogen. ■

Energiepolitik

Deutschland und Marokko gründen Wasserstoff-Allianz

Im Rahmen einer Allianz für Klima und Energie, die Deutschland und der nordafrikanische Staat Marokko geschlossen haben, beteiligt sich die Bundesrepublik am Bau einer marokkanischen Referenzanlage zur Produktion von jährlich 10.000 Tonnen Wasserstoff. Den dazu benötigten Strom sollen Wind- und Solarkraftwerke liefern. Durch seine Lage am Atlantik verfügt Marokko über zahlreiche Standorte mit hohem Windaufkommen, und die Nähe zur Sahara begünstigt Solarkraftwerke. Der Wasserstoff soll nach Deutschland exportiert und auf vielfältige Weise genutzt werden: zur Herstellung von grünem Stahl, zur Überbrückung wetterbedingter Stromlücken sowie zur Produktion synthetischer Treibstoffe für Straßen- und Schienenfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge. Die Allianz verstärkt die Zusammenarbeit zwischen beiden Ländern, die bereits zur Beteiligung am Bau des weltweit größten solarthermischen Kraftwerks Noor nahe Ouarzazate im Süden Marokkos geführt hat. Es versorgt rund 1,3 Millionen Menschen mit Strom. ■



CO₂-FREIE HAFEN- WIRTSCHAFT



Drehkreuz für grünen Wasserstoff und seine Derivate: Auf dem Gelände des stillgelegten Kohlekraftwerks in Hamburg-Moorburg entsteht eine der größten Elektrolyse-Anlagen Deutschlands. Wichtiges Element der Planungen zum Energie-Hub ist ein Importterminal für grünes Ammoniak.

TEXT Kristina Simons

Die Hansestadt soll zum Drehkreuz für grünen Wasserstoff werden: Unter dem Namen **Hamburg Green Hydrogen Hub** entsteht ein 100-Megawatt-Elektrolyseur. Im Projekt **Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz** wird die Pipeline für den Transport des klimafreundlichen Gases gebaut.

Vom Kohlestrom zum grünen Wasserstoff: Von 2015 bis 2021 hat das Kohlekraftwerk Moorburg im Hamburger Hafen fossil Strom erzeugt. Nun macht es Platz für einen Großelektrolyseur, der mithilfe von Wind- und Sonnenkraft Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt und die gesamte Hafenwirtschaft defossilisieren soll. Hamburg Green Hydrogen Hub (HGHH) heißt das Projekt.

Der Elektrolyseur stammt aus dem Hause Siemens Energy. Er wird aus sechs Einheiten bestehen, die zusammen eine Leistung von 100 Megawatt (MW) haben. Die Anlage soll pro Jahr rund 10.000 Tonnen grünen Wasserstoffs produzieren und perspektivisch auf 800 MW Leistung erweitert werden. Für das Projekt haben sich die städtischen Hamburger Energiewerke (HENW) und der ebenfalls in Hamburg ansässige Asset-Manager Luxcara zu einem Konsortium zusammengetan. Nach dem Rückbau des Kohlekraftwerks soll es 2025 losgehen mit dem Bau des Elektrolyseurs. Läuft alles nach Plan, wird



Jens Kerstan, Hamburgs Senator für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft. Der Stadtstaat unterstützt das Vorhaben mit 46,2 Millionen Euro, weitere 107,9 Millionen Euro Förderung stammen aus Bundesmitteln. Mitte August 2024 übergab Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck persönlich die IPCEI-Zuwendungsbescheide von Bund und Land. IPCEI steht für „Important Project of Common European Interest“ und bezeichnet strategische Förderprojekte der Europäischen Kommission, die einen wichtigen Beitrag zu Wachstum, Beschäftigung und Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie und Wirtschaft leisten. Im Februar hatte die EU-Kommission grünes Licht gegeben und damit den Weg für die nationale Förderung geebnet.

Einen weiteren IPCEI-Förderbescheid über 95,9 Millionen Euro hatte Bundesminister Habeck für das Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz (HH-WIN) der städtischen Gasnetz Hamburg GmbH dabei. Das zunächst 40 und später 60 Kilometer lange Wasserstoffnetz südlich der Elbe soll an den Elektrolyseur angebunden werden und das grüne Gas transportieren. Ein Großteil der hier ansässigen Industrieunternehmen kann dann damit versorgt werden. „Wir sind stolz, mit dem Wasserstoffnetz HH-WIN bereits ab 2027 einen erheblichen Beitrag für den Klimaschutz am Industriestandort Hamburg zu leisten, und freuen uns, dass sowohl der einspeisende Großelektrolyseur als auch eine Reihe von Projekten unserer Wasserstoffabnehmer bereits zügige Fortschritte erzielen“, sagte Gasnetz-Hamburg-Geschäftsführer Michael Dammann bei der Entgegennahme des Förderbescheids.

Planungssicherheit für Investoren

Die beiden Großprojekte dürften die Freie und Hansestadt einen wichtigen Schritt näher an ihr Ziel bringen, die CO₂-Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um 70 Prozent zu senken und bis 2045 CO₂-neutral zu sein. „Hamburg wird bundes- und europaweit zu einem wichtigen Wasserstoffzentrum, da wir über alle Stufen der Wertschöpfungskette einen integrierten Ansatz haben: Wasserstoffproduktion, Importstrukturen, eine Wasserstoff-Leitungsinfrastruktur und bedeutende

Abnehmer in der Industrie“, betont Umweltsenator Kerstan. Der Hamburg Green Hydrogen Hub zeigt beispielhaft, wie ein ehemaliger Kohlekraftwerksstandort zur Keimzelle für die Dekarbonisierung eines gesamten Industriestandorts werden kann. Dass der Wasserstoffhochlauf in Deutschland insgesamt allerdings derzeit stockt, liegt laut Nationalem Wasserstoffrat unter anderem an einem komplexen und komplizierten regulatorischen Umfeld. Gerade zu Beginn des sich entwickelnden Wasserstoffmarkts schränke eine zu restriktive Regulierung den Lösungsraum ein und habe eine prohibitive Wirkung auf dringend benötigte Wasserstoffprojekte. Für den Auf- und Ausbau der benötigten Infrastrukturen seien neben ausreichend attraktiven Rendite- und Risikoprofilen auch Planungssicherheit und Vertrauen in die Politik für die Marktteilnehmer entscheidend. ■



PEM-ELEKTROLYSE

Der Elektrolyseur des HGHH-Projekts funktioniert nach der Proton-Exchange-Membran (PEM)-Technologie. Hierbei wird eine Protonen-Austauschmembran von Wasser umspült. Mithilfe elektrischer Spannung wandern Protonen durch die Membran. An der Kathode entsteht Wasserstoff, an der Anode Sauerstoff. Die PEM-Elektrolyse ist sehr dynamisch und flexibel, sie eignet sich deshalb besser für den Betrieb mit schwankenden Stromquellen wie Wind und Sonne als die alkalische Elektrolyse.

am Hamburger Hafen ab 2027 kommerziell Wasserstoff produziert.

2023 hatte die Stadt Hamburg dem Energiekonzern Vattenfall das Kohlekraftwerk abgekauft, um an dem strategisch günstigen Standort grünen Wasserstoff zu erzeugen. Es gibt hier bereits eine Hochspannungsleitung und große Industrieunternehmen. Durch den direkten Zugang zum Wasser können hier Tanker festmachen. Teile der bestehenden Infrastruktur und der Anlagen des Kohlekraftwerks lassen sich für den Elektrolyseur weiternutzen, beispielsweise die Apparaturen zur Wasseraufbereitung sowie das Werkstatt- und Lagergebäude. Der Anschluss ans Höchstspannungsnetz, über den der Elektrolyseur mit erneuerbarem Strom versorgt werden soll, wird umgebaut und verlegt.

Förderung durch Bund und Land

„Moorburg ist wegen seiner Lage und Anbindung an Leitungen und Transportwege ein idealer Standort für den Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft“, so

WENIGER BÜROKRATIE, MEHR EINHÖRNER!

DER DRAGHI-BERICHT HAT ES AUF DEN PRUNKT GEBRACHT: DIE URSACHE FÜR EUROPAS SINKENDE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT LIEGT IN DER MANGELNDEN PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG. HÖCHSTE ZEIT FÜR DIE EU, DIE WEICHEN UMZUSTELLEN – UND DIE AUSUFERNDE ÜBERREGULIERUNG ABZUBAUEN.

Die deutsche Wirtschaft ist 2024 geschrumpft. 2025 ist vielleicht mit etwas Wachstum zu rechnen, sofern der private Konsum anspringt. Unsere europäischen Nachbarn stehen zwar etwas besser da, doch die OECD geht auch für den gesamten Euroraum nur von einem Wachstum von 1,3 Prozent aus. Der ehemalige Präsident der Europäischen Zentralbank, Mario Draghi, hat jüngst eine schonungslose Diagnose der strukturellen Wachstumsschwäche geliefert. In den

Nur Innovationen steigern die Produktivität

Vordergrund stellt der Draghi-Bericht die mangelnde Wettbewerbsfähigkeit der EU. Europa ist gegenüber den USA und China in den vergangenen 20 Jahren wirtschaftlich zurückgefallen. Wesentliche Ursache ist laut Draghi unsere mangelnde Produktivitätsentwicklung. Ein wichtiger Faktor zur Steigerung der Produktivität sind Innovationen. Hieran mangelt es in der EU in besonderem Maße. Sowohl in China als auch in den USA werden heute mehr Patente angemeldet als in der gesamten EU. Innovative Unternehmen fehlen in Europa weitgehend. Von den 50 weltweit führenden Technologieunternehmen haben heute lediglich vier ihren Sitz in der EU. Von den erfolgreichsten Start-ups, die seit 2008 in der EU entstanden sind, haben 30 Prozent Europa inzwischen verlassen. In der Liste der soge-

nannten Einhörner – Unternehmen, deren Marktwert bereits eine Milliarde US-Dollar erreicht hat, obwohl sie noch nicht älter als zehn Jahre sind – ist mehr als die Hälfte in den USA beheimatet und nur jeweils zwei Prozent in Deutschland und Frankreich, obwohl auch Europa zahlreiche talentierte junge Menschen hervorbringt. Wie kommt es, dass wir, bildlich gesprochen, unsere PS nicht auf die Straße bringen? Der Draghi-Report gibt Antworten: Die EU macht bei der Vertiefung des Binnenmarkts kaum noch Fortschritte. Dasselbe gilt für Freihandelsabkommen, obwohl Handelspolitik eine wichtige Aufgabe der EU ist. Daher fehlt europäischen Unternehmen oft die Möglichkeit, ihr Geschäftsmodell zu skalieren – es entstehen Wettbewerbsnachteile zu den USA und China. Zwar mangelt es an Wirtschaftswachstum, doch ungebremstes Wachstum gibt es bei Bürokratie und Regulierung. Das macht Unternehmen in Europa das Leben zusätzlich schwer. Ganz plastisch verweist Draghi darauf, dass seit 2019 in den USA etwa 5.500 neue Rechtsakte auf Bundesebene verabschiedet wurden, in der EU hingegen etwa 13.000. Europäischen Unternehmen werden immer weitere Berichts- und Dokumentationspflichten auferlegt, ohne dass überhaupt klar ist, ob diese Berichte überhaupt effektiv zur Erreichung der meist hehren Ziele beitragen – von Effizienz ganz zu schweigen. Mitarbeiter in Behörden und Unternehmen sind mit einem relativ sinnlosen Verfassen, Lesen und Über-

prüfen von Berichten beschäftigt, die die Welt nicht braucht. Zugleich fehlen diese Arbeitskräfte dem Arbeitsmarkt und verstärken so den Arbeitskräftemangel.

Die ausufernde Überregulierung in der EU führt, plakativ ausgedrückt, dazu, dass die EU zunehmend das reguliert, was woanders erfunden wird. Sehr kritisch etwa äußert sich der Draghi-Report in diesem Kontext zur Datenschutzgrundverordnung und zum KI-Gesetz der EU. Die EU-Kommission muss dringendst umsteuern und endlich wieder deregulierend tätig werden, anstatt mit immer umfangreicheren Regulierungen die Wirtschaft letztlich zu ersticken.



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).

→ Warum die Vollelektrifizierung des Straßengüterverkehrs eine enorme Herausforderung sein wird



... über das drohende Lade-Chaos bei E-Lkw

SEK

0 —

Europa, aufgepasst: Der Traum vom elektrifizierten Güterlastverkehr könnte im Stau ersticken – und zwar nicht auf den Straßen, sondern an den Ladestationen. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI zeigt erstmals auf, wie viele Schnellladestationen in Europa dafür tatsächlich benötigt würden. Und kommt zum Schluss: Die Aussicht auf einen vollelektrischen Nutzfahrzeugverkehr steht auf tönernen Füßen. Bis 2030 sollen laut EU-Kommission mehr als 2.000 Schnellladestation für batterieelektrisch angetriebene Lkw in Europa vorhanden sein. Letzter Stand ist, dass es derzeit lediglich knapp 200 sind. Selbst die Schlussfolgerung der Studie, dass es weniger, dafür aber leistungsstärkere Megawatt-Ladepunkte braucht, dürfte an der Realität scheitern: Schon heute reichen in Europa etwa Rastplätze und Autobahnparkplätze für Lkw nicht aus, es fehlt an potenziellen neuen Standorten und Netzanschlüssen sowie an den benötigten gewaltigen grünen Strommengen an solchen Mega-Ladepunkten. Nicht zu vergessen: Die Genehmigung und der Bau neuer Netzanschlüsse dauern gerade in Deutschland oftmals mehrere Monate bis Jahre. Und auch Kauf und Installation von Ladestationen für den eigenen Betriebshof scheitern in der Regel an den extrem hohen Kosten. Nächster Stolperstein: E-Trucks wären nur dann wirklich klimaschonend, wenn sie zu 100 Prozent mit Grünstrom geladen werden könnten. Übrigens: Im aktuellen deutschen Strommix mit 50 Prozent erneuerbarer Energie emittiert ein Diesel-Lkw bei ganzheitlicher Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus, das heißt auch inklusive der Emissionen bei der Herstellung sowie bei der Produktion der Antriebsenergie, nicht mehr Kohlenstoffdioxid als ein E-Lkw – 650 Gramm pro Kilometer. Und wenn dieser Verbrenner-Lkw mit modernem biogenem HVO100 betankt wird, lässt sich dieser Wert nochmals deutlich drücken. —

20 —

40 —

60 —

UNSERE DREI GRUNDSÄTZE

Wir wollen, dass die deutschen, europäischen und weltweiten Klimaziele erreicht werden.

Nicht durch Verbote, Gebote und Mikro-management, sondern durch die Entfesselung aller wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Potenziale.

Der diffamierungsfreie Diskurs über die besten Lösungswege ist dafür die wichtigste Voraussetzung. Für ihn setzen wir uns ein.

Mehr Informationen unter clean-energy-forum.org