

Wissen

Heisse Luft um Wasserstoff

Abstimmung über CO₂-Gesetz SVP und Erdölindustrie wollen die Lösung für unsere Energieversorgung gefunden haben. Wissenschaftler reagieren heftig: Das sei unfundiert, haltlos und unrealistisch.

Martin Läubli

Er ist omnipräsent: Nationalrat Christian Imark ist SVP-Kampagnenleiter und bekämpft mit allen Mitteln das revidierte CO₂-Gesetz, über das am 13. Juni an der Urne abgestimmt wird. Der Höhepunkt seiner bisherigen Arbeit ist sein 10-Punkte-Plan, mit dem die Schweiz die Energiewende «ohne neue Verbote und Bevormundung» schaffen soll. Eine «schnellere klimafreundliche Zukunft» verspricht er. Seine Lösung: Brennstoffzellen, Verbrennungsmotoren und -heizungen, die mit Wasserstoff betrieben werden.

Das Gas wird durch Elektrolyse produziert. Das heisst: Mithilfe von elektrischem Strom wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Der Strom stammt aus überschüssiger erneuerbarer Energie – vorzugsweise Sonnenenergie, die vor allem im Sommer anfällt, wenn die Sonne am höchsten steht und die Fotovoltaikanlagen mehr Strom produzieren, als verbraucht wird.

Experten sehen in diesem Fall eine Option, die überschüssige Elektrizität chemisch in Form von Wasserstoff zu speichern. Für eine längere Speicherung würde das Gas mit CO₂ zu Methan oder Methanol synthetisiert. Der Einsatz dieser synthetischen Kraftstoffe ist vielfältig: Sie könnten als Treibstoff für Verbrennungsmotoren oder Brennstoff in herkömmlichen Heizungen eingesetzt werden. So der Plan von Christian Imark.

Das Gas in Zukunft für die Schweizer Energieversorgung eine Rolle spielen wird, darüber sind sich die Energiefachleute einig. Konsens besteht auch darin, überschüssigen Strom gescheiter zu speichern, als bei einem Überangebot an Strom Fotovoltaik- oder Windanlagen vom Netz zu nehmen. «Die Vorstellung jedoch, man könne das CO₂-Problem primär durch Wasserstoff lösen, ohne die Frage der Energiequelle zu lösen, ist weder fundiert noch umfassend», sagt Christian Bach, Autoingenieur und Wasserstoffexperte an der Empa in Dübendorf.

Abhängigkeit vom Ausland

Weniger diplomatisch äussert sich Jürg Rohrer, Leiter der Forschungsgruppe Erneuerbare Energie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil: «Wer solche Vorschläge macht, muss sich den Vorwurf gefallen lassen, er wolle bewusst die fossile Industrie unterstützen.»

Beide Wissenschaftler beschäftigen sich seit Jahren mit dem Potenzial von Wasserstoff für die Energieversorgung. Ihre Berechnungen zeigen eindeutig: So viel erneuerbare Energie lässt sich in der Schweiz nicht annähernd herstellen, um den Plan Imark umzusetzen.

«Der Strombedarf würde gegenüber heute etwa auf das Fünffache steigen», sagt Jürg Rohrer von der ZHAW. Er macht dazu ein Beispiel, um die Grössenordnung zu verdeutlichen: Will man eine Versorgung mit Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen erreichen, dann



Energie der Zukunft? Experten winken ab: Auto an einer Wasserstofftankstelle im deutschen Ruhrgebiet. Foto: Rupert Oberhäuser (Keystone)

«Synthetische Kraftstoffe sind zu wertvoll und knapp, um in Heizungen oder Autos verbrannt zu werden.»

Christian Bauer
Paul-Scherrer-Institut

müssten zu den vom Bund errechneten Fotovoltaikanlagen weitere Fotovoltaik-Flächen entstehen mit einer Grösse von 1650 Quadratkilometern – und das ausserhalb von den Gebäudedächern und -fassaden, auf denen das grösste Potenzial für Solarenergie gesehen wird. «Das ist schlicht unrealistisch, die Schweiz würde sich deshalb in grossem Masse von unsicheren Strom- und Gasimporten abhängig machen», sagt Rohrer.

Ein anderes Beispiel. Im 10-Punkte-Plan wird suggeriert, Erdgas könne vollständig durch Wasserstoff ersetzt werden: «Der hohe Energieinhalt ist eine echte Alternative zu Erdgas.» Jürg Rohrer hat ausgerechnet, was das für die Wasserstoffproduktion bedeuten würde: Die Schweiz hat 2019 netto gut 34 Terawattstunden Erdgas importiert. Würde man anstelle dieser Energiequelle Wasserstoff produzieren, bräuchte es zusätzlich 50 bis 60 Terawattstunden erneuerbaren Strom. Das entspricht fast der gesamten jährlichen Stromproduktion der Schweiz.

Auch bei der Mobilität soll die Wasserstoffwirtschaft im Vordergrund stehen. Um die Dimen-

sion zu veranschaulichen: Wenn alle Autos, Liefer- und Lastwagen bis 2030 auf Wasserstoff und Brennstoffzellen umgestellt würden, würde der Strombedarf um 50 Terawattstunden steigen. Wären die Autos hypothetisch mit einem Motor unterwegs, der synthetisches Gas verbrennt, müsste man zusätzlich die doppelte heutige Stromproduktion erzeugen. Die effizienteste technische Lösung bleibt die elektrische. Eine elektrifizierte Mobilität führt gemäss Rohrer zu einem Mehrstrombedarf von 18 bis 20 Terawattstunden.

Ein internationales Forscherteam mit Beteiligung des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) bestätigt diese Dimensionen im Fachmagazin «Nature Climate Change»: Wenn wasserstoffbasierte Kraftstoffe anstelle von direkter Elektrifizierung etwa durch E-Autos und Wärmepumpen verwendet werden, steigt die erforderliche Menge an Strom um das Zweifels- bis Vierzehnfache. «Synthetische Kraftstoffe sind viel zu wertvoll und knapp, um in Personwagen oder Heizungen verbrannt zu werden. Hier gibt es mit direkter Elektrifizierung viel bessere Alternativen», sagt Mitautor Christian Bauer vom PSI.

Einsatz ist beschränkt

Die Wissenschaftler empfehlen deshalb, Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe prioritär dort einzusetzen, wo eine Elektrifizierung kaum möglich sein wird. Der Anteil der Energie in dieser Sparte macht laut Autoren in den Industriestaaten ein Fünftel aus. Dazu gehören die Stahl- und Chemieindustrie, wo Hochtemperaturprozesse gefragt sind, und die Langdistanzfliegerei sowie die Schifffahrt, in der die Batterietechnologie an ihre Grenzen stösst.

Dazu kommen die Kosten. Um eine Tonne CO₂ zu vermeiden, so berechnen die Forschenden, müssten heute etwa 878 Franken für flüssige oder 1317 Franken für gasförmige synthetische Kraftstoffe bezahlt werden – und zwar selbst dann, wenn Wasserstoff mit 100 Prozent kostengünstiger und überschüssiger erneuerbarer Energie produziert wird. Mit dem technologischen Fortschritt und einer im grossen Stil erhöhten Nachfrage könnten die Vermeidungskosten bis ins Jahr 2050 auf etwa 22 beziehungsweise 296 Franken sinken.

Weiter befürchten die Autoren einen Lock-in-Effekt. Das heisst:

Wer auf einen grossflächigen Einsatz von Wasserstoff setzt, riskiert eine verlängerte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Denn Wasserstoff wird noch nicht in grossem Stil aus überschüssiger erneuerbarer Energie hergestellt. Schon gar nicht die Synthese zu Kraftstoffen wie Methan. In den neuen Energieperspektiven 2050+ des Bundes heisst es: Synthetische Brennstoffe und Wasserstoff würden erst ab 2045 eine bedeutendere Rolle spielen. «Es muss zuerst auch noch eine Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut werden», sagt ZHAW-Forscher Jürg Rohrer.

Eine Verzögerung des Ausstiegs aus der fossilen Energie wäre nicht im Sinn des Pariser Klimaabkommens, dessen Ziel gemäss Klimaforscher nur erreicht werden kann, wenn die Treibhausgasemissionen weltweit in den nächsten zehn Jahren um mindestens die Hälfte reduziert werden. Das gilt auch für die Schweiz, die bis 2030 ihre Emissionen halbieren will.

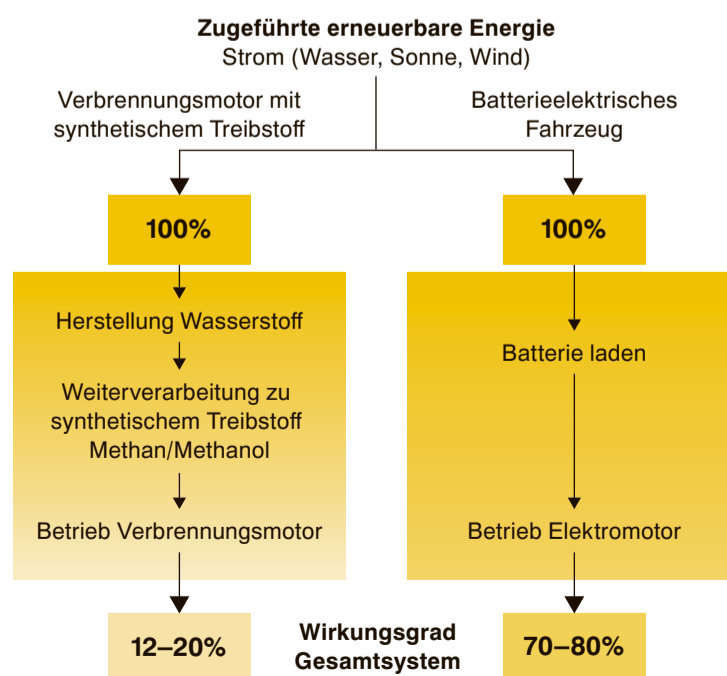
«Das halte ich für zu teuer»

Dennoch: Ohne eine inländische Wasserstoffproduktion gehe es nicht, sagt Empa-Forscher Christian Bach. «Sie ist systemrelevant, da der Zubau von Fotovoltaik ansonsten wohl nicht im gewünschten Ausmass anfällt.» Er begründet das mit der Nachfrage im Sommer: Die Wasserkraft allein werde den Strombedarf der Schweiz schon weitgehend decken. Das bedeute, dass es ohne Wasserstoffproduktion für einen nennenswerten Teil des Fotovoltaikstroms im Sommer gar keine Verwendung gäbe. «Da unsere Nachbarländer auch stark in Fotovoltaik investieren, kann dieser Strom in Zukunft wohl auch nicht exportiert werden», sagt Bach. Denn alle Regionen in Mitteleuropa hätten zum gleichen Zeitpunkt zu viel oder zu wenig Strom.

Beit bleibt noch der Winterstrom. Wasser- und Solarkraft allein können die Nachfrage vermutlich nicht decken, sobald das letzte Kernkraftwerk vom Netz ist. Die Idee ist, im Sommer synthetisiertes Methan zum Beispiel in Blockheizkraftwerken zurückzuzuführen. Christian Bach ist skeptisch: «Die inländische saisonale Stromspeicherung halte ich nicht für realistisch, weil sie zu teuer ist.» Der Import von synthetischem Methan werde sicher immer billiger sein.

Synthetischer Treibstoff: Wenig effizient

Bei der Herstellung synthetischer Treibstoffe und im Verbrennungsmotor geht viel Energie verloren. Deshalb ist ihr Wirkungsgrad* klein.



* Der Wirkungsgrad einer Anlage gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie in nutzbringende Energie umgewandelt wird.

Grafik: mat/Quelle: Transport & Environment