



Greentech

Gülle, Algen, Sonnenlicht: Neue Quellen für grünen Wasserstoff

Grüner Wasserstoff ist heiß begehrt – aber Mangelware. Alternative Technologien sollen das künftig ändern und daneben weniger Energie verbrauchen als die strombetriebene Elektrolyse.

Nell Rubröder / Krefeld

Lärmende Kühe, matschiger Boden und der leichte Geruch von Mist in der Luft – was auf den ersten Blick wie ein ganz normaler Bauernhof wirkt, ist in Wirklichkeit ein Vorzeigeprojekt für die Energiewende: Hier im nordrhein-westfälischen Krefeld wird nicht nur Milch produziert, sondern auch Wasserstoff. Das deutschlandweit einzigartige Forschungsprojekt „BioH2Ref“ des Unternehmens BtX erzeugt den Energieträger allerdings nicht wie sonst üblich aus Erdgas, sondern aus der Gülle, die ein paar Meter weiter im Kuhstall Tag für Tag anfällt.

Das Start-up setzt dabei auf die wachsende Nachfrage nach grünem Wasserstoff. Der ist aktuell noch Mangelware. Denn bislang wird er vor allem durch die klassische Elektrolyse gewonnen, bei der Wasser mit Strom in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Für diesen Prozess werden große Mengen an Wind- und Sonnenenergie benötigt. Diese sind nicht nur teuer, sondern in Zeiten, in denen immer mehr Anwendungen auf Strom basieren, auch knapp.

Laut der Nationalen Wasserstoffstrategie kann hierzulande bis 2030 maximal etwa ein Sechstel des prognostizierten Bedarfs an grünem Wasserstoff aus heimischer Produktion ge-

deckt werden. Die drohende Versorgungslücke will die Bundesrepublik bislang durch Importe aus dem Ausland schließen. Die Umsetzung ist allerdings noch in weiter Ferne.

Immer mehr Menschen arbeiten deshalb an alternativen Wegen jenseits der Elektrolyse, um Wasserstoff nachhaltig zu produzieren. Dabei wird nicht nur auf etablierte Technologien zurückgegriffen, sondern es werden auch völlig neue Wege erforscht. Die Ideen sind vielfältig – aber nicht immer eine echte Alternative. Aus diesen drei unterschied-

lichen Quellen könnte treibhausgasneutraler Wasserstoff gewonnen werden.

Vom Feld in den Tank: Wasserstoff aus Biogas

So funktioniert die Technologie: Rund zwei Drittel der in der Landwirtschaft anfallenden Gülle und des Mistes, also der Biomasse, aus der Biogas gewonnen wird, bleiben in Deutschland ungenutzt, schätzt eine Studie der Bioenergieverbände. Das Biogas, das benutzt wird, wird laut dem Fachverband Biogas (FV) aktuell zu circa 90 Prozent

zu Strom und Wärme umgewandelt und zu circa zehn Prozent zu Biometan aufbereitet. Auf diese Weise wurden nach Daten des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWK) 2022 etwa 28,5 Terawattstunden Strom in rund 9900 Biogasanlagen in Deutschland ins Stromnetz eingespeist.

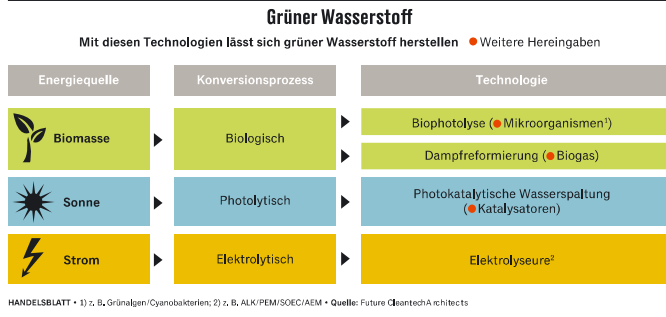
Mit Unterstützung einer 1,3-Milliarden-Euro-Förderung des BMWK will BtX gemeinsam mit der RWTH Aachen nun zeigen, dass Biogas auch zur Herstellung von grünem Wasserstoff verwendet werden kann.



Greentech

Serie „Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“

Von Wellenkraftwerken, CO₂-freiem Zement und Solaranlagen im Weltraum bis zu energiespendenden Algenarten: Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor, wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.



Die Technik funktioniert so: Der Bauer, auf dessen Hof der Container steht, sammelt Gülle und Mist aus seinen Ställen. Sie werden im nächsten Schritt in einem weiteren Tank zu Biogas umgewandelt. Das Biogas wird dann in die gleich nebenan stehende Pilotanlage von BtX geleitet, wo unter Druck und hohen Temperaturen die im Gas enthaltenen Kohlenwasserstoffe in Methan, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid und schließlich in Wasserstoff umgewandelt werden.

„Was wir machen, ist im Grunde nichts anderes als das, was in großen Chemieparks schon lange über den Prozess der Dampferformierung passiert“, beschreibt Leon Müller-Noell, Versuchsingenieur bei BtX, das Verfahren. „Nur benutzen wir Biogas statt Erdgas“, fügt er hinzu. Insgesamt hat das Verfahren einen Wirkungsgrad von etwa 60 bis 70 Prozent – im Vergleich zur Erdgasreformierung zehn Prozent schlechter. „Biogas hat einen höheren Anteil an CO₂, das durch den Prozess geleitet werden muss – das führt zu Verlusten“, erklärt Forschungsmitarbeiter Christopher Wünnig von der RWTH Aachen.

Perspektiven für die Zukunft: Das Verfahren hat laut Müller-Noell zwei große Vorteile gegenüber anderen Technologien: Zum einen müssten bestehende Biogasanlagen nur mit der BtX-Technologie nachgerüstet werden, was die Umsetzung schnell und kostengünstig mache, zum anderen könne das Verfahren sogar helfen, Klimagas zu vermeiden – denn wenn Biomasse zu lange lagert, entweicht CO₂ in die Atmosphäre.

Jürgen Peterseim, Global Lead Experte zum Thema Wasserstoff bei der Unternehmensberatung PwC, findet die Idee, Biogas zur Wasserstoffproduktion zu nutzen, grundsätzlich spannend. Allerdings stellt sich für den Experten die Frage, ob das Verfahren der effizienteste Nutzungsweg ist: „Biogas lässt sich bereits wunderbar als Energieträger nutzen. Warum also den zusätzlichen Schritt gehen, es in Was-

serstoff umzuwandeln?“ Laut Peterseim kann man das Biogas genauso gut zu Biomethan aufreinen, das beispielsweise in der Stahlbranche benötigt werde. Auch Magnolia Tovar, Chemieingenieurin von der Denkfabrik Future Cleantech Architects (FCA), betrachtet die Methode skeptisch. „In Zukunft werden viele Sektoren um Biomasse konkurrieren“, sagt die Forscherin. Mit Blick auf die Klimaziele sei es daher fraglich, ob die Nutzung des Energieträgers zur Wasserstoffproduktion langfristig sinnvoll sei.

Diese Aspekte hat auch BtX im Blick und will sich auf die lokale Versorgung von Wasserstoffbussen etwa in ländlichen Regionen fokussieren. Etwa 100 Kilogramm Wasserstoff könnte die Anlage pro Tag produzieren – genug, sagt Forscher Wünnig, um vier Busse dauerhaft zu versorgen und die Anlage wirtschaftlich zu betreiben.

Kleine Wunder: Wasserstoff aus Algen und Bakterien

So funktioniert die Technologie: Auch die Methode der Biophotolyse greift auf Grundbausteine der Biologie zurück. Allerdings nicht aus dem Boden, sondern aus den geringen Mengen Wasserstoff, die uns in der Atmosphäre umgeben – und die zu einem großen Teil von Mikroorganismen stammen, die mithilfe der sogenannten Hydrogenase über ihren Stoffwechsel aus Sonnenlicht grünen Wasserstoff erzeugen können. Dazu sind zum Beispiel Cyanobakterien und einige Grünalgen (Chlorophyceae) in der Lage. Diese finden sich seit Millionen von Jahren in Flüssen, heißen Quellen oder sogar unter dem Eis in der Antarktis.

Die konkrete Vision ist, in einem Photobioreaktor, also einer Art Gewächshaus, die Mikroorganismen in größeren Mengen in Süß- oder Salzwasser zu kultivieren und den Wasserstoff, der dabei durch den Stoffwechsel entsteht, abzufangen und zu speichern. Der große Vorteil dieses Verfahrens: Im Wesentlichen brauchen die Mikroorganismen nur Sonnenlicht, CO₂ und Wasser mit einigen Nährstoffen, um zu wachsen.

Perspektiven für die Zukunft: „Bisher wird das Verfahren nur in kleinem Maßstab durchgeführt und ist auf die begrenzte Verfügbarkeit von Mikroorganismen angewiesen“, ordnet Analytikerin Ingrid El Helou von FCA ein. Betrachtet man den technischen Entwicklungsstand, so weist die Biophotolyse einen Technology Readiness Level (TRL) von drei aus. Dies bedeutet, dass gerade einmal ein experimenteller Nachweis des Konzepts erbracht wurde. Für eine tatsächlich wirtschaftliche Produktion muss laut der Forscherin noch einiges passieren: So müssen die Mikroorganismen auch bei hoher Kultivierungsdichte noch genügend Sonnenlicht abbekommen. Sonst werden die beteiligten Enzyme gehemmt – und die Wasserstoffproduktion kann nicht stattfinden.

„Für die Biophotolyse gibt es heute noch keinen kommerziell relevanten Maßstab“, sagt auch Experte Peterseim. So seien bislang riesige Wassertanks nötig, um genügend Algen für eine praxistaugliche Wasserstoffproduktion zu produzieren. Außerdem ist der Wirkungsgrad des Verfahrens sehr gering. Gerade mal zehn Prozent der Sonnenenergie können in Wasserstoff umgewandelt werden. Forscherinnen und Forscher weltweit glauben dennoch weiterhin daran, dass die Biophotolyse den Sprung zur Marktreife schaffen kann.

Licht statt Strom: Wasserstoff aus Sonnenlicht

So funktioniert die Technologie: Ein dritter Weg blickt noch weiter nach oben: zur größten Energiequelle unserer Galaxie, der Sonne. Mit dem Verfahren der photokatalytischen Wasserspaltung (PWS) kann Wasser durch konzentriertes Sonnenlicht direkt in seine Bestandteile zerlegt werden – ohne den Umweg, die Sonnenenergie wie bei der Elektrolyse in Strom umzuwandeln. Japanische Wissenschaftler haben diese Methode bereits vor mehr als 50 Jahren entdeckt. Bis heute ist es jedoch nicht gelungen, die Effizienz des Verfahrens so weit zu steigern, dass Wasserstoff in großen Mengen produziert werden kann.

Dies will nun das australische Start-up Sparc Hydrogen erreichen. Mithilfe einer Spiegelkonstruktion in der australischen Wüste konzentriert das Unternehmen Sonnenlicht auf einen speziellen photokatalytischen Reaktor an der Spitze eines Turms. Dort erhitzt sich Wasser auf 800 bis 1000 Grad und zerfällt in Wasserstoff und Sauerstoff. Damit nutzt das Unternehmen das be-

18 Prozent des deutschen Bedarfs an grünem Wasserstoff können im Jahr 2030 maximal aus heimischer Produktion gedeckt werden.
Quelle: Nationale Wasserstoffstrategie

reits gut erforschte ähnliche Verfahren der solarthermischen Stromerzeugung, mit dem in einigen Ländern bereits grüner Strom erzeugt wird.

Perspektiven für die Zukunft: Laut Alexey Cherevan, der seit zwölf Jahren an der Universität Wien an der Methode forscht, ist einer der größten Nachteile der Technologie im direkten Vergleich mit der Elektrolyse, dass sehr viel Sonnenlicht benötigt wird und der Wirkungsgrad derzeit geringer ist als bei der Elektrolyse. „In wolkereichen Regionen wie Deutschland lohnt sich der Einsatz daher kaum“, sagt der Wissenschaftler. Denn schon Schwankungen von 100 Grad lassen den Prozess zusammenbrechen. Das beschränkt die geeigneten Flächen weitgehend auf den sogenannten Sonnengürtel, zu dem unter anderem Australien gehört.

Dennoch: Sowohl Cherevan als auch PwC-Experte Peterseim gehen davon aus, dass die Technologie in etwa zehn Jahren kommerziell nutzbar sein könnte. „Entscheidend ist letztlich auch, wie stark die Kosten für die Elektrolyse sinken und wie viel Ökostrom tatsächlich zur Verfügung steht“, sagt Peterseim.