

Klimapositive Kraftstoffe durch CCS an Biogasanlagen

Mit einem Verbrennungsmotor unterwegs sein und dabei der Atmosphäre CO₂ entziehen – das klingt wie die Quadratur des Kreises. Das scheinbar Unmögliche möglich macht jedoch der nachhaltige Kraftstoff Biomethan, bei dessen Erzeugung Carbon Capture and Storage (CCS)-Technologie zum Einsatz kommen kann. Das Potenzial ist groß. Damit könnten in der EU bis zu 150 Mio. t CO₂ jährlich der Atmosphäre entzogen werden. Diese negativen Emissionen sind dringend notwendig, um das Ziel eines klimaneutralen Verkehrssektors im Jahr 2045 zu erreichen.



Foto: Landwärme

Bild 1: Landwärme-Biomethananlage im bayerischen Reimlingen: Hier soll eine CO₂-Verflüssigungsanlage entstehen, mit der Negativemissionen erlangt werden sollen

Die Basis für den Kraftstoff bildet ein seit vielen Jahren etabliertes Verfahren zur Erzeugung von Biogas: Organische Rest- und Abfallstoffe wie die Biotonne oder Gülle werden in der Biogasanlage vergoren (**Bild 1**). Diese eingesetzten biogenen Rohstoffe haben in ihrem natürlichen Wachstumsprozess mittels Fotosynthese CO₂ aus der Luft gebunden, die bei der Vergärung wieder freierwerden. Das entstehende Biogas besteht zu etwa gleichen Teilen aus CO₂ und Methan. Bei der weiteren Verarbeitung von Biogas zu Biomethan werden diese beiden Komponenten voneinander getrennt: Es entstehen der Kraftstoff Biomethan – und ein reiner CO₂-Strom. Das gewonnene biogene CO₂ lässt sich nun weiter nutzen (Carbon Capture and Usage = CCU) oder langfristig speichern (Carbon Capture and Storage = CCS).

CO₂ langfristig der Atmosphäre entziehen

Dass Carbon Removal zwingend erforderlich ist, ist inzwischen wissenschaftlicher Konsens. Der Weltklimarat (IPCC) betont die Notwendigkeit von Negativemissionen seit Jahren und fordert stärkere Ambitionen im Kampf gegen den Klimawandel. Das Carbon-Capture-Verfahren an Biomethananlagen ist besonders kosteneffizient, da es ohnehin Teil des Prozesses ist.

In verflüssigter Form kann das CO₂ beispielsweise in der Lebensmittelindustrie oder für technische Anwendungen wie Feuerlöcher weiterverwendet werden. Das Kohlenstoffdioxid lässt sich aber auch in Beton oder unterirdischen Lagerstätten speichern (CCS). Der Münchner Biomethanversorger Landwärme hat zusammen mit der Mannheimer MVV und dem Schweizer neustark ein erstes entsprechendes Projekt umgesetzt. Hier wird in der Bioabfallvergärungsanlage Dresden-Klotzsche anfallendes CO₂ abtransportiert, in Abbruchbeton eingespeichert und somit dauerhaft der Atmosphäre entzogen – damit ist das erzeugte Biomethan klimapositiv.

Biomethan: Kraftstoff mit viel Potenzial

Der Geschäftsführer der Landwärme, Zoltan Elek, erklärt den zunehmenden Bedarf an Biomethan als klimapositiven Kraftstoff: „Eine umfassende Elektrifizierung aller Verkehrssektoren, also auch von Luft- und Schifffahrt, ist nach derzeitigem Stand der Entwicklung kaum möglich. Biomethan kann hier einspringen.“ Darüber hinaus wird Klimaneutralität nicht ausreichen – wir müssen Technologien fördern, die aktiv CO₂ aus der Atmosphäre ziehen. „Unter Einsatz von CCS gewonnenes Kraftstoffbiomethan kann dies leisten. Um den Beitrag voll auszuschöpfen, muss Biomethan politisch mehr gefördert werden: Insbesondere das Sorgenkind Verkehrssektor kann davon profitieren.“

Als fortschrittlicher Kraftstoff ist Biomethan ohnehin bereits eine sehr attraktive Erfüllungsoption für die Treibhausgasreduzierungsquote (THG-Quote) im Verkehr. Als Bio-CNG oder in verflüssigter Form als Bio-LNG ersetzt es Diesel als Antrieb im Schwerlastverkehr (**Bild 2**) und reduziert dort Emissionen, wo der Elektroantrieb nicht möglich und Wasserstoff noch nicht verfügbar ist. Die Verbindung mit CCS oder CCU verbessert die Klimabilanz noch einmal deutlich.

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) schreibt in ihrem Hintergrundpapier „Quote zur Treibhausgasreduzierung bei Kraftstoffen“: „Um die Klimaneutralität bis 2045 im Verkehrssektor in Deutschland zu erreichen, bedarf es faktisch der Reduzierung des Endenergieverbrauchs auf das Niveau der 1960er Jahre bei gleichzeitiger Transformation des erforderlichen Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energien.“ Die Expert*innen sehen daher das Erreichen der Emissionsgren-

Foto: Scania



Bild 2: Biogas-Lkw

zen gemäß Klimaschutzgesetz im Verkehrssektor vor allem in den kommenden Jahren mit besonderen Herausforderungen verbunden. „Ein massiver Ausbau der Produktionskapazitäten für fortschrittliche Biokraftstoffe und strombasierte Kraftstoffe ist zwingend erforderlich. (...) Selbst bei ambitionierter Elektrifizierung und Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs kann das Gesamtbudget nur mit großen Mengen alternativer Kraftstoffe gehalten werden.“ Biomethan als Kraftstoff, der mit Hilfe der CCS-Technologie gewonnen wird, bietet hier einen richtungsweisenden Lösungsansatz.

Klimaschutz verbessern und Treibhausgas-minderungsquote anheben

Lösungen sind auch dringend erforderlich, denn der Verkehr stößt zu viele Treibhausgase aus. Im Jahr 2022 entfielen auf den Verkehrssektor 20 % der deutschen Gesamtemissionen. Laut Umweltbundesamt (UBA) verfehlt Deutschland in diesem Sektor seine Klimaziele: Im Jahr 2030 werden die Emissionen 126 Mio. t CO₂ Äquivalente (CO₂-eq) betragen, womit sie um 42 Mio. t CO₂-eq über den ursprünglich angestrebten Emissionen liegen, prognostiziert das UBA. Deshalb, so fordert Zoltan Elek, muss der Einsatz besonders nachhaltiger Kraftstoffe wie Biomethan gesteigert werden. „Der wichtigste Hebel dafür ist die Anhebung der Treibhausgas-minderungsquote. Die Höhe des Anteils von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor hängt maßgeblich von der Höhe der THG-Quote ab. Insbesondere Energieträger, die aktiv CO₂ aus der Atmosphäre entziehen, wie beispielsweise Biomethan mit angeschlossener Carbon Capture and Storage-Technologie, würden durch eine höhere THG-Quote mehr angereizt.“

Im Jahr 2023 beträgt die THG-Quote 8 %. Bis zum Jahr 2030 ist ein sukzessiver Anstieg auf eine Treibhausgas-minderung von 25 % festgeschrieben. Elek hält das für unzulänglich und fordert mehr Ambition: „Der jährliche Anstieg der THG-Quote muss sich insbesondere kurzfristig verdoppeln und der Mindestanteil für fortschrittliche Kraftstoffe auf 5,5 % bis 2030 erhöht werden, um das Emissionslevel des Verkehrssektors schneller zu senken. Außerdem schreiben wir das Jahr 2023 und das Jahr 2030 ist nicht mehr weit weg. Wir müssen dringend den Emissionsminderungspfad über 2030 hinaus festle-

LANDWÄRME

Landwärme ist einer von Europas führenden Biomethan-versorgern an den vier Standorten München, Berlin, Dortmund und Budapest. Das Unternehmen beliefert hunderte Energieversorgungsunternehmen und Stadtwerke mit Biomethan für den Strom-, Wärme- und Verkehrssektor. Zudem unterstützt es die Kundschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette bei der Biomethan-erzeugung, -zertifizierung, -transport, Vergütungsansprüchen, der Verflüssigung zu Bio-LNG, biogenem CO₂, oder Treibhausgasquoten.

gen. Die Industrie braucht Planungssicherheit, um den Anteil erneuerbarer Energien bereitzustellen. Das Klima auch,“ ist Elek überzeugt.

Landwärme

www.landwaerme.de

Kontakt

Dagmar Düring

dagmar.during@landwaerme.de

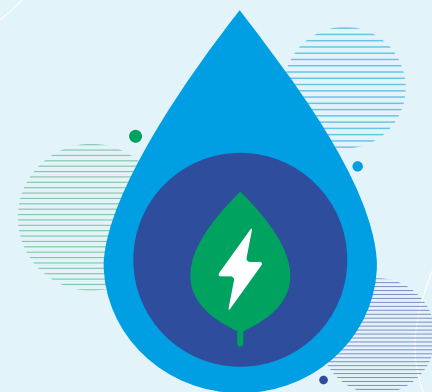
Under the High Patronage of
Mr EMMANUEL MACRON
President of the French Republic

Hyvolution PARIS

A WORLD OF HYDROGEN

30TH, 31TH JANUARY & 1ST FEBRUARY 2024

PARIS EXPO • PORTE DE VERSAILLES • FRANCE



REQUEST YOUR FREE BADGE FROM NOVEMBER
WITH CODE **JPGEN**
PARIS.HYVOLUTION.COM

Direct Air Capture Verfahren überzeugt im ZSW-Forschungsbetrieb

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) hat eine wichtige Etappe in der Entwicklung seiner Direct Air Capture (DAC)-Technologie erreicht. Der in Stuttgart entwickelte Prototyp läuft seit über 10.000 Stunden zuverlässig im Demonstrationsbetrieb (Bild 1 und 2).

„Für eine zügige Transformation hin zu einem nachhaltigen Energiesystem brauchen wir neue Technologien, die ihre Funktionsfähigkeit nachgewiesen haben und die wir schnell in den großtechnischen Maßstab überführen können. Mit 10.000 Stunden Betriebserfahrung zeigen wir nun, dass unsere DAC-Technologie zuverlässig funktioniert und wir den nächsten Skalierungsschritt gehen können“, erklärt Dr. Marc-Simon Löffler, Leiter des Fachgebiets Regenerative Energieträger und Verfahren am ZSW.

Mit Hilfe von DAC wird Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus der Atmosphäre entnommen und kann anschließend beispielsweise für die klimaneutrale Herstellung von synthetischen Kraftstoffen für Fahrzeuge und Flugzeuge oder auch als Rohstoff in der chemischen Industrie genutzt werden.

Vorteile der DAC-Technologie

„Unsere Technologie ist äußerst robust, effizient und sehr gut skalierbar. Zudem kann Abwärme aus angrenzenden Prozessen sinnvoll für die CO₂-Gewinnung genutzt werden“, erläutert der Wissenschaftler. Das CO₂ aus der Atmosphäre wird in einem Wäscher an hochmolekularem Polyethylenimin gebunden und in einem nachfolgenden Prozessschritt bei Temperaturen von etwa 100 °C wieder abgelöst und aufkonzentriert.

Der Stromverbrauch der DAC-Anlage ist gering: er liegt bei rund 1 kWh/kg Kohlenstoffdioxid, da ein Großteil des Energie-

bedarfs für die CO₂-Abtrennung mit Hilfe von Wärmeenergie wie beispielsweise aus der Abwärme von Wasserelektrolyseuren oder Kraftstoffsynthesen gedeckt werden kann. Das vom ZSW entwickelte Verfahren erreicht zudem eine gleichbleibend hohe CO₂-Qualität.

Das ZSW bereitet seine DAC-Technologie nun für die industrielle Anwendung vor. Ab 2025 soll eine skalierte Anlage mit einer Erzeugungskapazität von rund 1.000 t CO₂ pro Jahr in Realumgebung betrieben werden. Dies ist ein erster Schritt hin zu sehr großen DAC-Anlagen, mit denen die Herstellkosten von klimaneutralem CO₂ auf weniger als 100 €/t gesenkt werden können. Damit lassen sich dann auch Folgeprodukte wie klimaneutrale synthetische Kraftstoffe zu wettbewerbsfähigen Kosten herstellen.

Parallel arbeitet das ZSW daran, die Industrie in dieses Thema einzubinden. „DAC steht nicht nur für die Gewinnung von CO₂ aus der Luft, sondern auch für ein großes Wertschöpfungspotenzial für Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau und der Zulieferindustrie. Auf diese Potenziale möchten wir im Projekt ‚Direct Air Capture made in Baden-Württemberg‘ Unternehmen aus Baden-Württemberg im Rahmen eines Industriedialogs aufmerksam machen“ so Marc-Simon Löffler. In dem Projekt werden unter anderem auch die ökonomischen Möglichkeiten der baden-württembergischen Industrie durch die Produktion von DAC-Anlagen und -Komponenten ermittelt. Das Verkehrsministerium Baden-Württemberg fördert das Projekt „DAC-BW“ mit 1,39 Mio. €. Ein in dem Projekt betriebener DAC-Technologiedemonstrator wird vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg gefördert.

DAC-BW

www.dac-bw.de

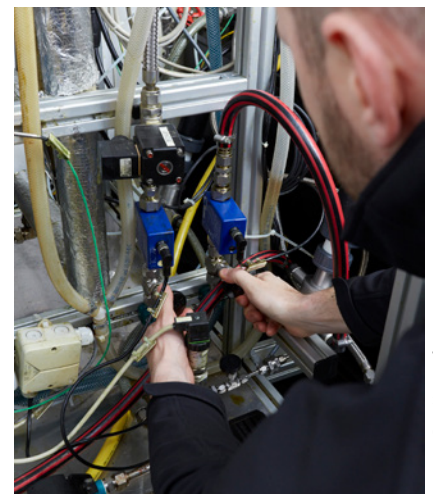


Foto: ZSW/David Arzt

Bild 1 und 2: Die DAC-Anlage läuft zuverlässig im Testbetrieb

„Wir müssen verschiedene Verfahren einsetzen, um das Gesamtproblem zu lösen“

gwf Gas + Energie im Interview mit Dr. Wolfgang Kirchner und Dipl.-Ing. Hans-Walter Kirchner, die mit ihrem Verfahren der „Biogas-CO₂-Methanol-Wäsche“ zur Umweltentlastung beitragen wollen und dafür nach neuen Absatzmöglichkeiten suchen.

gwf: Eigentlich könnten Sie schon ihren Ruhestand genießen. Stattdessen haben Sie 2020 gemeinsam das Unternehmen Kirchner Energietechnik gegründet. Wie kam es dazu?

Hans-Walter Kirchner: Wir wollten unsere Erfahrungen und Expertise unbedingt einsetzen, um etwas nützliches zur Umweltentlastung und gegen den Klimawandel beizutragen. In unserem Unternehmen Kirchner Energietechnik versuchen wir verschiedene Forschungs- und Entwicklungsverfahren zu optimieren und anzupassen. Dabei werden wir vom BMBF gefördert und erhalten auch wissenschaftliche Unterstützung durch die Technische Universität in Dresden.

Wolfgang Kirchner: Insbesondere haben wir die uns zur Verfügung stehenden Verfahren dahingehend verbessert, dass kein CO₂ aus Gasgemischen in die Atmosphäre geblasen, sondern stofflich genutzt oder unterirdisch eingelagert wird.

gwf: Haben Sie auch früher schon in diesem Bereich gearbeitet?

Hans-Walter Kirchner: Ich bin ausgebildeter Diplomingenieur und habe in meiner aktiven Zeit einige große Ingenieurbüros im Bereich der Energietechnik geleitet. Dabei habe ich mich durchgehend auch mit Biogas und verschiedenen Brenntechniken beschäftigt.

Wolfgang Kirchner: Ich bin Physiker und war in meiner aktiven Zeit selbstständig tätig im Bereich Prozessoptimierung und Automation.

gwf: Was haben Sie bis jetzt erreicht?

Hans-Walter Kirchner: Wir haben ein neues Verfahren zur Abscheidung und Speicherung von flüssigem CO₂ aus Biogas entwickelt und dieses Verfahren für die Nutzung als E-Fuels erweitert. Mit unserem neuen Förderantrag sieht es vielversprechend aus und nebenbei sind wir mit verschiedenen Unternehmen im Gespräch, um eine Pilotanlage zu errichten.

Wolfgang Kirchner: Wir suchen Betreiber von Biogasanlagen, die z. B. aus der EEG-Förderung herausfallen und risikobereit sind, etwas Neues zu versuchen sowie Partner aus dem Bereich Biogasanlagenbau.

gwf: Das abgeschiedene CO₂ soll gespeichert oder für die Produktion von E-Fuels verwendet werden?

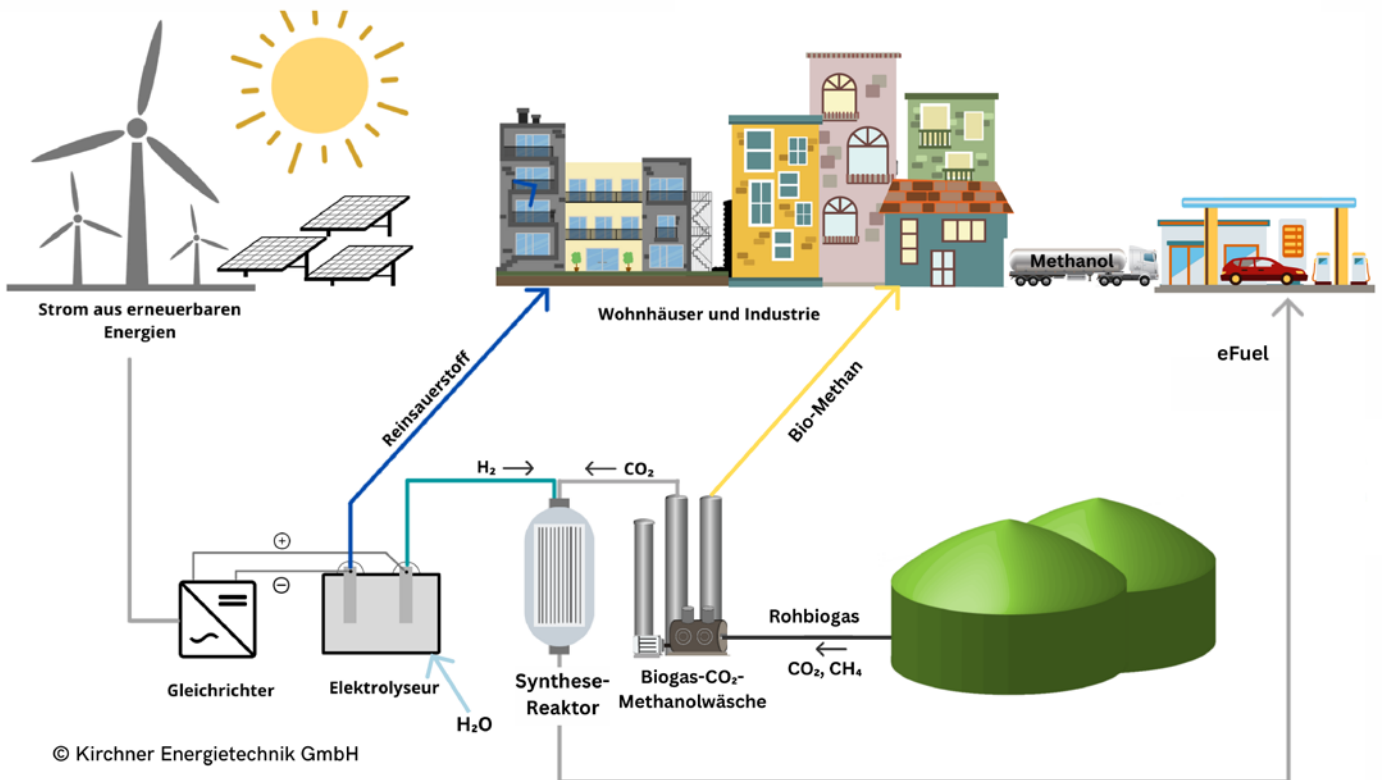
Hans-Walter Kirchner: Ja, zuerst haben wir eher auf die CCS-Technik gesetzt, aber nachdem wir das Verfahren zur flüssigen CO₂-Abscheidung vor einem halben Jahr verbessern konnten, möchten wir das CO₂ in erster Linie für die E-Fuels-Produktion einsetzen.



DIPL.-ING. HANS-WALTER KIRCHNER



DR. WOLFGANG KIRCHNER



Produktion von E-Fuel und Bio-Methan in Biogasanlagen

gwf: Sehen Sie für E-Fuels eine realistische Zukunftschance? Momentan scheint ja alles auf E-Mobilität ausgerichtet zu sein.

Wolfgang Kirchner: Die elektrische Energie wird aber nicht für die vielen Autos reichen. Konkret wollen wir aus dem abgeschiedenen CO_2 Methanol herstellen. Methanol ist ein wichtiger Grundstoff der chemischen Industrie und eben auch ein hervorragender Kraftstoff für Ottomotoren.

Hans-Walter Kirchner: Methanol ist insbesondere auch als Kraftstoff für LKW im Gespräch, da der Elektromobilität in diesem Größenbereich Kapazitätsgrenzen gesetzt sind.

gwf: Warum setzten Sie auf Kraftstoffe und liefern das Methanol nicht direkt an die chemische Industrie?

Hans-Walter Kirchner: Mit einer Durchschnitts-Biogasanlage von 300 m^3 erhalten wir ca. 1.000 t Methanol/Jahr. Mit diesen Mengen liegen wir unterhalb des Industrie-Standards.

Wolfgang Kirchner: Um den Absatz müssen wir uns ohnehin keine Sorgen machen. Wir wollen das Methanol aus dem Biogas produzieren, um das CO_2 nicht in die Luft zu pusten. Wofür es verwendet wird, ist eine Frage des Marktes.

gwf: Wie funktioniert Ihr Verfahren der Biogasaufbereitung zu Methanol?

Hans-Walter Kirchner: Das Rohbiogas wird erst entschwefelt und auf einen Druck von 15 bar verdichtet und dann auf ca. -40 °C abgekühlt, denn bei dieser Temperatur hat Methanol das beste Absorptionsvermögen für CO_2 und der größte Teil des CO_2 wird herausgewaschen.

gwf: Ist das nicht sehr energieaufwändig?

Hans-Walter Kirchner: Das könnten man denken, aber den Energieaufwand für die Runterkühlung kann man über Wärmetauscher wieder nutzbar machen. Letztendlich wird nur die Verdichtungsenergie für das Rohbiogas aufgewendet, diese liegt energetisch allerdings etwas höher als bei anderen Verfahren.

Wolfgang Kirchner: Wir haben aber einen Vergleich gemacht: das Verfahren ist in der Summe nicht energieaufwändiger als andere und gleichzeitig liegt das CO_2 in einer höheren Reinheit vor.

Der wichtige Punkt auch für die Methanolproduktion ist aber, dass das CO_2 in unserem Verfahren flüssig abgeschieden wird und deshalb so gut zu transportieren ist.

gwf: Welchen Vorteil hat Methanol als Kraftstoff?

Hans-Walter Kirchner: Methanol kann einfach wie Benzin getankt werden. Ein Vorteil ist auch, dass es problemlos bis zu 25% den üblichen Super-Kraftstoffen beigemischt werden kann. Außerdem ist Methanol auch über eine Brennstoffzelle für den Antrieb einsetzbar.

gwf: Wie sieht es mit einem Tankstellennetz für Methanol aus?

Hans-Walter Kirchner: Momentan gibt es nur ein Tankstellennetz in China. Einzelne Spediteure oder auch Stadtwerke verwenden Methanol lokal, z. B. für Lkw oder die Müllabfuhr, aber es gibt bei uns kein flächendeckendes Tankstellennetz.

Wolfgang Kirchner: Dabei sind die bestehenden Tankstellen dafür bestens geeignet, denn für den Tankstellenbetrieb ist es

unerheblich, ob man mit Benzin oder Methanol handelt. Man muss nicht einmal die Sicherheitstechnik ändern, wie z. B. für H₂-Tankstellen.

gwf: Können Sie das CO₂ als Rohstoff mit Ihrem Verfahren auch aus anderen Anlagen gewinnen?

Hans-Walter Kirchner: Ja, z. B. aus Abgasanlagen der BHKW, wobei der Gewinn aus Biogas wesentlich effektiver ist. Biogas enthält mindestens 30-40 % CO₂, während der CO₂-Gehalt im Abgas von BHKW nur bei 10-15 % liegt.

Wolfgang Kirchner: Außerdem sind die heute üblichen Motore, die mit Luftüberschuss betrieben werden, für den Einsatz von Methanol als Waschmittel weniger geeignet, weil es sich um eine brennbare Substanz handelt.

gwf: Wie sieht Ihre Berechnung für einen zukünftigen Einsatz des Kraftstoffs Methanol aus Biogas aus?

Wolfgang Kirchner: Wenn wir das abgeschiedene Methan komprimieren und als CNG für Kraftstoff verwenden und das flüssige CO₂ einsetzen, um Methanol zu produzieren, sind wir in der Lage mit einer Biogasproduktion von 300 m³/h ca. 3.000 Kleinfahrzeuge im Jahr zu betreiben. In Deutschland existieren ca. 10.000 Biogasanlagen, d. h. wir könnten ca. 3. Mio. Kleinfahrzeuge betreiben. Bei 50 Mio. zugelassenen Kfz würden davon über 60 % klimaneutral fahren.

gwf: Die politischen Rahmenbedingungen für die Biogasbranche sind verbesserungswürdig. Was erwarten Sie?

Hans-Walter Kirchner: Das ist schwierig zu beurteilen und bleibt abzuwarten. Aber wir sind am Ende des Tages mit unserer Technologie nicht auf Deutschland beschränkt.

Wolfgang Kirchner: Wir Deutschen – auch die Politiker – neigen dazu, nur eine Technologie als Lösung in den Vordergrund zu stellen. Wir haben aber mit der Elektromobilität das Problem, dass wir momentan nicht genug Strom haben, um klimaneutral zu fahren. Wenn die Elektromobile mit Kohlestrom fahren müssen, ist das eigentlich eine Katastrophe, aber darauf läuft es hinaus. Wir müssen verschiedene Verfahren einsetzen, um das Gesamtproblem zu lösen!

gwf: Ist Ihre Technologie bereits einsatzfähig?

Hans-Walter Kirchner: Das Auswaschen von CO₂ mit Methanol ist grundsätzlich eine bewährte Technologie, die technisch-physikalisch funktioniert. Wir müssen sie aber noch mit unserem angepassten Verfahren abstimmen, an den Start bringen und die Funktionen nachweisen.

Wolfgang Kirchner: Wir müssen auf alle Fälle durch die Pilotanlage durch. Der Baubeginn ist hoffentlich noch dieses Jahr, dann starten wir die Anlage im kommenden Jahr.

gwf: Alles Gute für Ihr Projekt!



H2 Forum
Berlin

February 19 - 20, 2024 | Estrel Berlin

20%
ticket
discount

with code:
H2F24COOP

✓ 550+ Attendees on-site
✓ 1,500+ online

✓ 70+ C-suite Speakers
✓ 60+ Exhibitors

for more visit our website:
www.h2-forum.eu





Foto: Stadtwerke Duisburg

Luftbildaufnahme des Geländes der Stadtwerke. Auf der Freifläche oben links im Bild soll die Wärmepumpenanlage errichtet werden

Großwärmepumpe in iKWK-Anlage liefert Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmenetzes

Zeppelin Power Systems rüstet Stadtwerke Duisburg mit Großwärmepumpe aus

Zeppelin Power Systems verantwortet in einem der größten iKWK-Projekte die gesamte Planung und Umsetzung einer Großwärmepumpenanlage – angefangen beim Tief- und Hoch- bis hin zum Anlagenbau. Im Zuge einer öffentlichen iKWK-Ausschreibung (innovative Kraft-Wärme-Kopplung) hatten die Stadtwerke Duisburg Förderzuschläge für eine 9 MW (elektr.) Stromerzeugungsanlage ersteigert. Damit ist sie die größte an eine Kläranlage gekoppelte iKWK-Anlage in ganz Deutschland. Sie entzieht dem Abwasser aus der Kläranlage der Wirtschaftsbetriebe Duisburg (WDB) regenerative Wärme und macht diese für das Fernwärmenetz nutzbar. Im Frühjahr 2025 soll die Anlage in Betrieb genommen werden.

Dekarbonisierung der Wärmenetze durch Einsatz von Wärmepumpen

Die Wärmeerzeugung aus der iKWK-Anlage entspricht dem Wärmebedarf von 4.000 angeschlossenen Haushalten im bestehenden Fernwärmenetz. Da es sich um eine innovative KWK-Anlage handelt, müssen mindestens 35 % der Referenzwärme, bezogen auf die Gesamtleistung der Anlage, aus regenerativen Quellen stammen. Diese Referenzwärme wird aus dem Abwasser der Kläranlage der Wirtschaftsbetriebe Duisburg gewonnen.

Der Wärmepumpe stehen pro Stunde bis zu 520 m³ geklärtes Abwasser als Wärmequelle zur Verfügung – abhängig von der Jahreszeit mit einer Temperatur zwischen 8 und 25 °C. Das Abwasser wird hierbei um bis zu 5 Kelvin abgekühlt. Je nach Betriebsfall entspricht dies ca. 3 MW thermischer Leistung, die regenerativ zur Verfügung steht. Die Wärmepumpenanlage stellt dann dem Fernwärmenetz eine Heizleistung von ca. 4 MW_{th} mit einer Vorlauftemperatur von >75 °C bereit. Die elektrische Antriebsenergie (ca. 1 MW_{el}) der Wärmepumpen

fließt dabei nahezu verlustfrei in die Gesamtheizleistung mit ein. Durch das Entziehen der Wärme aus dem gereinigten Wasser der Kläranlage fließt kühleres Wasser in den Rhein und wirkt dem zusätzlichen Aufwärmen des Flusses entgegen. Die Anlage ist somit ein Gewinn für die emissionsarme Wärmeerzeugung und leistet einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze.

„Wärmepumpenanlagen werden in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung von Nah- und Fernwärmenetzen spielen. Wir freuen uns sehr, gemeinsam mit den Stadtwerken Duisburg eine Referenzanlage dieser Größe realisieren zu dürfen. Der Bau von Wärmepumpenanlagen wird zukünftig eine immer größere Bedeutung in unserem Geschäftsbereich einnehmen“, sagt Daniel Schäfer, Vertriebsingenieur und Projektleiter bei Zeppelin Power Systems.

Zeppelin Power Systems GmbH
www.zeppelin-powersystems.com

Digitaler Zwilling optimiert Prozesse im Heizkraftwerk

Mit der optimalen Regelung von Heizkraftwerken lassen sich Energie und CO₂-Emissionen einsparen. In einem Pilotprojekt mit der RheinEnergie AG loten Forschende des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern dieses Potenzial mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) aus.

Nicolas Kandziora, Projektingenieur „Gebäudeautomation“ bei der RheinEnergie, wurde Mitte Februar 2023 bei der Messe „Elektrotechnik“ in Dortmund auf die Pfälzer Mathematiker:innen aufmerksam. „Ich hörte den Vortrag von Dr. Benjamin Adrian über „Künstliche Intelligenz im Schaltschrank“, der sich mit Zustandsüberwachung in Echtzeit, vorausschauender Instandhaltung und optimiertem Energieverbrauch beschäftigte.“ Im anschließenden Gespräch wurde schnell klar, dass die vorgestellten Methoden auch für den Kölner Energieversorger interessant sind. Bis zum ersten Treffen dauerte es nur wenige Wochen; dann wurde ein gemeinsames Projekt vereinbart.

Zustandsüberwachung in Echtzeit, vorausschauende Instandhaltung und digital optimierter Energieeinsatz: KI-gestützte Technologien für den Anlagenbetrieb helfen, den Energiebedarf vorrausschauend zu planen und optimal zu steuern. Für die RheinEnergie ist das wichtig, um den Kundinnen und Kunden eine effiziente, emissionsarme und kostensparende Energieversorgung anbieten zu können.

Primärenergie einsparen

Im Pilotprojekt mit dem Fraunhofer ITWM geht es daher zunächst darum, innerhalb der Wärmeerzeugungsanlage die Stellschrauben zu identifizieren, die Optimierungspotenzial aufweisen. „Dafür schauen wir uns die historischen Datensätze des Heizkraftwerks und seine ortstypischen Spezifikationen an. Mit diesen Informationen erstellen wir dann einen Digitalen Zwilling der Anlage“, erläutert Dr. Christian Salzig, Teamleiter »Digitale Zwillinge und Prädiktive Regelung« am Fraunhofer ITWM. „In der zweiten Projektphase implementieren wir den entwickelten Algorithmus in die simulierte Anlage und validieren die Ergebnisse.“

Danach geht es von der virtuellen in die reale Welt, das heißt in den Schaltschrank. Dort wird über das Steuerungssystem die erforderliche Aktion ausgeführt und direkt in die Praxis umgesetzt.

Wärme-Optimierung in zwei Stufen

Im ersten Schritt wird die Wärmeenergie im Sekundärkreislauf an den aktuellen und prognostizierten



Foto: © RheinEnergie AG / Joachim Rieger

Biogasanlage am Randkanal-Nord, Motor des Blockheizkraftwerks (BHKW)

Bedarf der Verbrauchenden angepasst. Dabei wird sichergestellt, dass das Wasser im Wärmekreislauf nicht zu kalt und auch nicht zu warm ist, um Energieverluste zu vermeiden.

Danach optimieren die Forschenden des Fraunhofer ITWM den Primärkreislauf, also die Anlagentechnik. Hierzu zählen unter anderem gasbefeuerte Kessel. Diese regeln den Kesselbetrieb so, dass die im ersten Schritt als notwendig identifizierte Wärmeenergie möglichst effizient und passgenau zur Verfügung steht.

Das Team um Dr. Christian Salzig unterstützt die RheinEnergie ganzheitlich, von der Entwicklung der Methoden bis zur Integration von Hard- und Software im Schaltschrank.



**Gas, Wasser,
Fernwärme, Abwasser,
Dampf, Strom**

Vollständige Funktionalität unter WINDOWS, Projektverwaltung, Hintergrundbilder (DXF, BMP, TIF, etc.), Datenübernahme (ODBC, SQL), Online-Hilfe, umfangreiche GIS-/CAD-Schnittstellen, Online-Karten aus Internet.

Stationäre und dynamische Simulation, Topologieprüfung (Teilnetze), Abnahmeverteilung aus der Jahresverbrauchsabrechnung, Mischung von Inhaltsstoffen, Verbrauchsprognose, Feuerlöschmengen, Fernwärme mit Schwachlast und Kondensation, Durchmesseroptimierung, Höheninterpolation, Speicherung von Rechenfällen

INGENIEURBÜRO FISCHER—UHRIG

WÜRTTEMBERGALLEE 27 14052 BERLIN
TELEFON: 030 — 300 993 90 FAX: 030 — 30 82 42 12
INTERNET: WWW.STAFU.DE

Einweihung der Primagas-Testanlagen für erneuerbaren DME

Foto: PRIMAGAS



Bild 1: V.l.n.r.: Dr. Tillmann von Schroeter, Geschäftsführer Vaillant Deutschland GmbH; Carsten Hahn, Beigeordneter der Stadt Wilsdruff; Stephan Klosterkamp, Geschäftsführer Primagas Energie GmbH; Ministerpräsident Michael Kretschmer



Foto: PRIMAGAS

Bild 2: In den Testanlagen prüft Primagas die technischen Voraussetzungen für den Einsatz von regenerativem DME, denn erneuerbarer DME spart im Vergleich zu fossilen Brennstoffen bis zu 85 % CO₂ ein

Am 21. September, ist der Startschuss für ein innovatives Energieprojekt im sächsischen Kesselsdorf gefallen. Primagas weihte zusammen mit Ministerpräsident Michael Kretschmer und weiteren Gästen aus der Branche offiziell drei Testanlagen für erneuerbaren Dimethylether (DME) ein (Bild 1). Das Gas soll im Zuge des neuen GEG schon bald als eine weitere regenerative Energielösung als Beitrag zur Wärmewende verfügbar sein. Im Fokus des Testbetriebs steht die Prüfung der technischen Voraussetzungen für eine Nutzung von erneuerbarem DME in Standard-Flüssiggasanlagen für Neu- und Bestandsgebäude.

„Wenn wir gemeinsam das Ziel der Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045 erreichen wollen, müssen wir den Anteil erneuerbarer Energien binnen 22 Jahren von aktuell 17 auf 100 % steigern – eine Lücke von 83 %. Und das gelingt nur, wenn eine breite Palette an Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung steht. Unser regenerativer Futuria DME ist eine sinnvolle Option gerade für ländliche Regionen, die keinen Anschluss an die Netzversorgung haben. Hier in Kesselsdorf wollen wir den Einsatz des alternativen Energieträgers über verschiedene Tests bis zur Marktreife führen.“ so Stephan Klosterkamp, Geschäftsführer von Primagas bei der Einweihung.

Drei verschiedene Mischungen im Praxistest

Erneuerbarer DME wird aus Synthesegas gewonnen, das regenerativ aus Biomasse hergestellt wird. Über den Testbetrieb in Kesselsdorf will Primagas die technischen Voraussetzungen

für den flächendeckenden Einsatz ab 2026 in Standard-Flüssiggasanlagen schaffen. Dazu werden drei Heizungsanlagen inklusive Tank und Gastherme mit verschiedenen Flüssiggas- und Futuria DME-Mischungsverhältnissen befüllt. Eine Testanlage wird mit 80 % Flüssiggas und 20 % regenerativem DME betrieben. Eine zweite prüft den Einsatz von 65 % erneuerbarem DME mit 35 % konventionellem Flüssiggas. Die dritte Testanlage wird zu 100 % mit regenerativem DME versorgt (Bild 2).

So will Primagas herausfinden, ob und inwieweit technische Komponenten wie Regler, Ventile und Leitungen für einen reibungslosen, anteiligen, mehrheitlichen oder vollständigen Betrieb mit erneuerbarem DME angepasst werden müssen. Der Grund: Futuria DME und Flüssiggas sind chemisch sehr ähnlich, aber nicht identisch und wirken sich unterschiedlich auf Materialien aus. Ende 2024 sollen die Testergebnisse vorliegen. Die Tests werden über den gesamten Zeitraum durch ein renommiertes deutsches Prüfinstitut begleitet und nach gesetzlichen Vorgaben zertifiziert.

Bereits 2020 wurde biogenes Flüssiggas in das Gebäudeenergiegesetz (GEG) aufgenommen – eine Bestätigung, dass biogenes Flüssiggas die Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien erfüllt. Und auch die Novelle des GEG berücksichtigt biogenes Flüssiggas als Erfüllungsoption.

Primagas

www.primagas.de/testanlagen

Neue Maßstäbe für nachhaltige Biogasanlagen

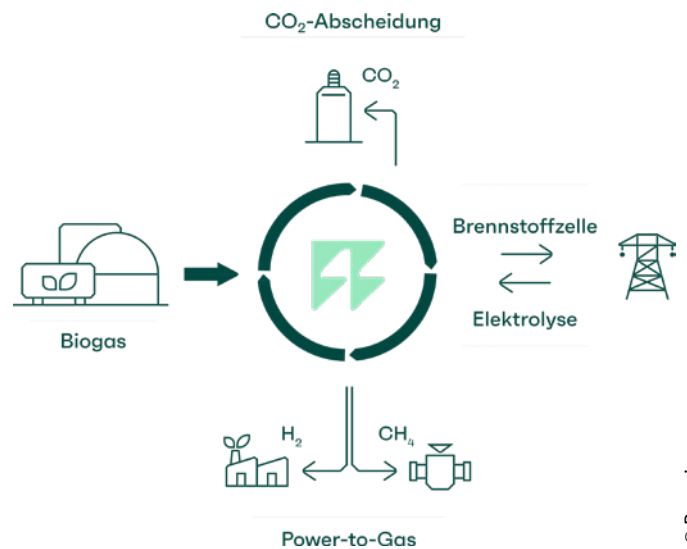
Bilfinger und das Münchner Cleantech-Startup Reverion haben eine Absichtserklärung für eine Zusammenarbeit im Bereich nachhaltiger Biogasanlagen unterzeichnet. Die strategische Kooperation zielt darauf ab, die innovative Technologie von Reverion – ein modulares Kraftwerk auf Basis von Brennstoffzellen zur effizienten Stromerzeugung und Energiespeicherung – in den Markt einzuführen und industriell zu skalieren.

Die von Reverion entwickelte und patentierte Technologie ermöglicht als Komplettlösung neben einer effizienten Stromerzeugung aus Biogas mit einem besonders hohen elektrischen Wirkungsgrad auch die Erzeugung und Speicherung grünen Wasserstoffs oder synthetischen Erdgas sowie eine kosteneffiziente Abtrennung von reinem, lagerfähigem CO₂. Nach Abschluss der Pilotierungsphase soll Bilfinger das Spin-off der Technischen Universität München bei der Umrüstung bestehender Biogasanlagen auf die neue Technologie mit einer Kombination aus umfassenden Industrieservices verschiedener Gewerke unterstützen.

Volatile erneuerbare Energien erfordern Technologien, die das Stromnetz ausgleichen und Energie speichern können. Biogas ist bereits heute ein wichtiger Bestandteil der Energiewende und die einzige erneuerbare Energiequelle, die sowohl eine sichere Grundlast als auch Regelenergie für die fluktuierende Einspeisung aus Wind und Photovoltaik bereitstellen kann. Konventionelle Biogas-Blockheizkraftwerke (BHKW) arbeiten jedoch in der Regel mit Gasmotoren, die einen Wirkungsgrad von maximal 40 % aufweisen, keine Speichermöglichkeit bieten und jährlich mehrere Millionen t CO₂ ausstoßen. Moderne Brennstoffzellensysteme erreichen mit 50-60 % einen höheren Wirkungsgrad, aber durch deutlich höhere Kosten noch keinen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber den Gasmotoren.

Die Skid-basierten Kraftwerke von Reverion hingegen sind so konzipiert, dass der elektrische Wirkungsgrad auf bis zu 80 % steigt. Darüber hinaus können die Kraftwerke im reversiblen Betrieb „rückwärts“ laufen, d. h. bei einem zeitweiligen Überschuss an Wind- und Sonnenstrom im Elektrolysemodus grünen Wasserstoff oder ein erneuerbares Erdgassubstitut erzeugen und speichern. Diese Mehrfachnutzung schafft ein hohes Maß an Flexibilität und erstmals wirtschaftliche Überlegenheit trotz höherer Investitionskosten. Durch die Abtrennung von reinem CO₂ oder durch die Umwandlung in Erdgassubstitut wird der Gesamtprozess drastisch kohlenstoffnegativ und ermöglicht eine kostengünstige Entfernung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre.

Nach Abschluss der Pilotierungsphase im Jahr 2023 werden die 100 kW-Systeme in Serienproduktion gehen. Multidisziplinäre Teams aus den Bilfinger-Unternehmenseinheiten Bilfinger Engineering & Maintenance GmbH und Bilfinger Life Science Automation GmbH sollen das Startup gemäß der Absichtserklärung unterstützen.



Reverions System ist eine Biogas-Komplettlösung mit einem reversiblen Systemdesign

© Reverion

Light Inova Green	Inova Green	Bright Inova Green	Dark Inova Green	Strong Yellow Green
Very Light Green	Light Green	Moderate Green	Brilliant Green	Grass Green
Jade Green	Deep Yellowish Green	Fir Green	Very Light Yellowish Green	Lime Green
Very Light Bluish Green	Water Green	Moderate Bluish Green	Turquoise Green	Vivid Bluish Green
Olive Green				

Hitachi Zosen
INOVA

Grün ist nicht gleich Grün

Auch grüne Gase gibt es viele: Biogas, Biomethan, Wasserstoff, SNG, BioLNG. Und wir haben die Technologien für ihre Erzeugung. Unsere Referenzen sprechen für sich.

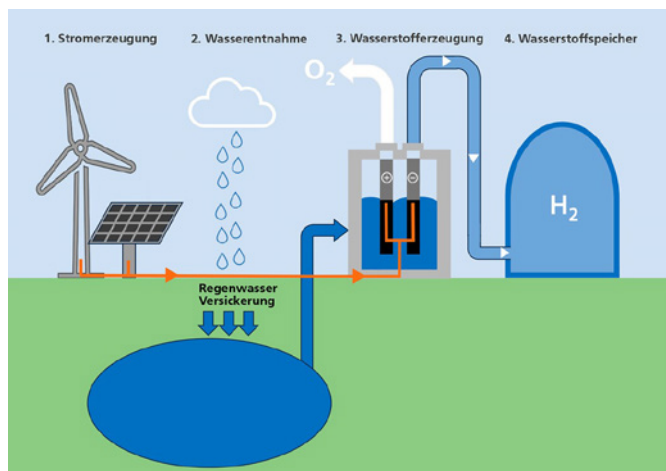


Erfahren Sie mehr!

WHy – Wasserstoff aus methanolhaltigem Abwasser

Ob zur Stabilisierung der Stromnetze, als Energieträger, Rohstoff für die Industrie oder Kraftstoff für den Transportsektor – Wasserstoff gilt als Schlüsseltechnologie der Energiewende. Doch wo kommen die großen Wassermengen her, die für die Produktion regional benötigt werden? Durch die kritische Wassersituation in vielen Regionen birgt das Thema jetzt und in Zukunft großes Konfliktpotenzial. Eine alternative Wasserquelle könnte die Methanolproduktion bieten – mit gleich mehreren Vorteilen.

Regionen bereiten die Pläne jedoch Ungewissheit und Sorge: Für die Herstellung von Wasserstoff werden erhebliche Mengen an Wasser benötigt. In Zeiten des Klimawandels, mit immer längeren Trockenphasen, wird die Wasserversorgung so zum Konfliktthema. Genau da setzen Forschende des Fraunhofer UMSICHT mit dem Projekt „WHy“ (Wastewater to Hydrogen – Methanol) an. Sie untersuchen die nachhaltige Bereitstellung von Wasser für die Wasserstoffherstellung.



Entstehungspfad und Wasserversorgung für grünen Wasserstoff



Grüner Wasserstoff ist ein zentraler Baustein der Energiewende

Die grüne Wasserstoffwirtschaft, also Herstellung, Transport und Nutzung von nachhaltig erzeugtem Wasserstoff, ist ein Element der Energiewende – eine entsprechende Infrastruktur vorausgesetzt. Die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie sieht bis 2030 den Aufbau von 10 GW Elektrolysekapazität vor. Die Fernnetzbetreiber planen die Fertigstellung eines über 11.000 km umfassenden Wasserstoff-Kernnetzes bis 2032, das die großen Wasserstoff-Einspeiser mit allen großen Verbrauchern verbindet¹. Vielen

Keine Konkurrenz zur Trinkwassergewinnung und Bewässerung

Im Verbundprojekt Carbon2Chem[®] entwickelt das Fraunhofer UMSICHT gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft ein Verfahren zur Umsetzung von Hüttengasen aus der Stahlproduktion zu Basischemikalien. Eine dieser Chemikalien ist Methanol, das unter Verwendung von CO₂ aus Hüttengas und Wasserstoff synthetisiert wird. Dessen weltweit produzierte Menge lag 2018 bei 110 Mio. t². Bei der Aufbereitung des durch die Synthese gewonnenen Methanols zu einem hochwertigen Produkt bleibt Abwasser mit Methanolresten im Sumpf der Destillation zurück. Dieses Abwasser steht im Fokus der Fraunhofer-Forschenden. Es eignet sich für die Elektrolyse zur Wasserstoffgewinnung und steht dabei nicht in Konkurrenz mit Trinkwassergewinnung und Bewässerung. „Zudem kann der gewonnene Wasserstoff für die Methanolproduktion wiederverwendet werden. Wir schließen auf diese Weise den Kreis“, erklärt Dr.-Ing. Ilka Gehrke, Leiterin der Abteilung Umwelt und Ressourcennutzung am Fraunhofer UMSICHT.

Laborversuche erfolgreich

Anders als bei der klassischen Wasserelektrolyse wird Wasser bei der sogenannten Methanol-assistierten-Wasserelektrolyse (MAWE) nicht allein zu H₂ und O₂ gespalten, sondern Wasser und Methanol reagieren zu CO₂ und H₂. Die theoretische Gesamtzellspannung ist dabei deutlich geringer. Ilka Gehrke: „Das heißt, die MAWE verbraucht potenziell weniger Energie als eine klassische Wasserelektrolyse. Sie ist damit wirtschaftlicher.“ Die ersten Versuchsreihen im Labormaßstab sind bereits erfolgreich verlaufen. Als nächstes steht die weitere Optimierung der Methanol-assistierten-Wasserelektrolyse und die praktische Umsetzung an.

Fraunhofer Umsicht

www.umsicht.fraunhofer.de/de/projekte/why.html

¹ https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html

² Araya, S. S., Liso, V., Cui, X., Li, N., Zhu, J., & Lennart, S. (2020). A Review of The Methanol Economy: The Fuel Cell Route. *Energies*, 13(3), 596.