

# AVENUE SPECIAL

Ausgabe Herbst 2023

An illustration of a person's head and arms in profile, drinking from a book. The person has dark hair and is wearing a blue shirt. The book is blue with white text on the cover. The background is a teal color with a large, light teal circular shape behind the person's head.

Insights  
Powerfuel Days 2023

Mehr Energie für  
die Schweiz

Wasserstoff und Power-to-X

 **AVENERGY  
SUISSE**  
Energie für Mobilität und Gebäude

## IMPRESSUM

AVENUE SPECIAL: 1. Ausgabe in deutscher und französischer Sprache.  
Auflage: 40'000 Exemplare, davon 31'000 in Deutsch und 9'000 in Französisch

## REDAKTION

Quade & Partner AG  
Hardturmstrasse 76  
8005 Zürich  
info@quz.swiss  
www.quz.swiss  
+41 (0)43 204 18 18

## REDAKTIONSTEAM

Roland Bilang  
Elmar Schäfer  
Nadine Müller  
Gabriel Vilajic

## GESTALTUNG

Quade & Partner AG

## COVER/ILLUSTRATIONEN

Federica Villa

## KONTAKT

Avenergy Suisse  
Spitalgasse 5  
8001 Zürich  
+41 (0)44 218 50 10  
info@avenergy.ch  
www.avenergy.ch  
twitter@avenergysuisse

## DRUCK/VERSAND

DAZ - Druckerei Albisrieden AG  
Albisriedenstrasse 252a  
8047 Zürich



© 2023, Quade & Partner AG Zürich, alle Rechte vorbehalten.

Die Verwendung von Texten, Bildern, Grafiken und anderen Inhalten dieses Magazins ist ohne schriftliche Genehmigung der Quade & Partner AG untersagt. Alle Rechte an den Inhalten dieses Magazins, einschliesslich aber nicht beschränkt auf Texte, Bilder, Grafiken und Layout, sind urheberrechtlich geschützt und unterliegen dem Schutz des Urheberrechtes und anderer Gesetze zum Schutz des geistigen Eigentums.

Für Anfragen zur Verwendung von Inhalten, Vervielfältigungen oder anderen urheberrechtlichen Fragen, wenden Sie sich bitte an:

Quade & Partner AG  
Hardturmstrasse 76  
8005 Zürich  
Tel. +41 43 204 18 14  
gabriel.vilajic@quz.swiss



## Wasserstoff: The next big thing?!

### Liebe Leserinnen und Leser

Es freut uns sehr, dass Sie diese Spezialausgabe der Avenue in Ihren Händen halten. Sie ist entstanden aus der Kooperation zwischen Avenergy Suisse und der Quade & Partner AG als Veranstalter der Powerfuel Days im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern.

Der Inhalt dieses Magazins spiegelt sämtliche Kernaussagen der 32 Fachleute wider, welche im Mai 2023 während zweier Tage zu den Themen Wasserstoff und E-Fuels respektive Power-to-X-Lösungen das Wort ergriffen haben. Auch die Podiumsdiskussionen mit ihren Erkenntnissen zu den aktuellen Entwicklungen in Europa werden Sie in dieser Ausgabe nochmals verfolgen können.

Während in unseren Nachbarländern diese Themen bereits stark gefördert werden, schieben wir in der Schweiz diese wichtigen Zukunftsthemen mit unseren eigenen unternehmerischen Fähigkeiten an, und dafür gehen die Firmen ein hohes Risiko ein. Der Politik und Verwaltung empfehlen die vielen Beiträ-

genden an den Powerfuel Days einen Blick über die Landesgrenze.

Wir danken an dieser Stelle noch einmal allen Referentinnen und Referenten für ihre Teilnahme und die hohe Qualität ihrer Referate. Zu hoffen ist, dass sich in den nächsten Monaten viele Entscheide und Entwicklungen auf das Gesagte in Luzern beziehen werden und die Powerfuel Days als ein Leitfaden für den weiteren Weg der Technologie dienen mögen.

Uns alle eint die Überzeugung, dass wir für die Versorgungssicherheit und die gesetzten Klimaziele alternative Energiesysteme brauchen werden. Es ist höchste Zeit, dass auch Bundesbern aktiv wird, damit die Schweiz beim Wasserstoff nicht von Europa abgehängt wird.

Wir wünschen Ihnen eine erhellende Lektüre.

Dr. Roland Bilang,  
Geschäftsführer, Avenergy Suisse

Elmar Schäfer,  
Founder Powerfuel Days,  
Quade & Partner AG

- 2 Impressum
- 3 Editorial
- 6 Kurz & Knapp
- 7 Im Interview mit Peter Sauber

## Die Energiesituation und Rolle des Wasserstoffs in der Schweiz

---

- 8 Wasserstoff statt heisser Luft
- 10 Handlungsbedarf und Chancen
- 12 Energiezukunft 2050
- 13 Paneldiskussion: Die Verbandsspitzen der Energiewirtschaft
- 14 Die Dekarbonisierungsreise der Migros im Güterverkehr
- 15 Resilienz durch Diversität – Überlegungen zur Energieversorgung der Schweiz

## Wasserstoff für die Schweiz

---

- 16 Wasserstoff: Der Weg zu einer stabilen Versorgung
- 18 Vom mittelständischen Mineralölhändler zum modernen Energiedienstleister
- 19 Zukunftsperspektive Wasserstoff – Jetzt die Transformation gestalten
- 20 Entwicklungstrends in der Wasserelektrolyse

## Die Schweiz und ihre Nachbarn

---

- 22 Die Rolle des Bundes
- 23 Überblick über die Wasserstoffaktivitäten in Baden-Württemberg
- 24 Wasserstoffmobilität in Deutschland – Strategie und Konzepte
- 25 Wasserstofftechnologie in Österreich: Ambitionen, Status und Ausblick

## Zusammenarbeit über die Grenzen

---

- 27 Paneldiskussion

## Interview

---

- 28 Im Interview mit Martin Osterwalder

## Status Quo

---

- 30 Die Kantone kritisieren den Bundesrat

## Wasserstoff International

---

- 31 Hat die EU-Strategie das Potenzial zum Aufbau eines europäischen Wasserstoffmarktes?
- 32 Weltweit aufstrebende Wasserstoffwirtschaft – Länderanalyse und Perspektiven
- 33 Solwin Booster: Beschleunigung des Hochlaufs von Wasserstoffimporten
- 34 Wasserstoff mit negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Dekarbonisierung industrieller Hochtemperaturprozesse

## Wichtige Infrastruktur

---

- 35 H<sub>2</sub>-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr – Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven
- 36 Schweizer LowCost-Wasserstofftankstelle
- 37 Leitungsgebundener H<sub>2</sub>-Transport in der Schweiz: Status und Ausblick

## Wasserstoff für den Güterverkehr

---

- 39 Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge: Technologievergleich, Kosten und Entwicklungsmöglichkeiten
- 40 H<sub>2</sub> Mobilität Schweiz: Wo stehen wir heute?
- 41 Quantron's 360° Ecosystem

## Grenzenlose Anwendungsbereiche für den Wasserstoff

---

- 42 Leichte Nutzfahrzeuge mit Wasserstoff und Brennstoffzelle
- 43 Klimaneutrale Gebäude: Welche Rolle spielt Wasserstoff?
- 44 Flugzeug-Brennstoffzellensysteme

## Synfuels Forum – Rahmenbedingungen, Produktion und Flugverkehr

---

- 46 Zurück in die Zukunft mit eFuels-only Fahrzeugen?
- 47 Technologie-Skalierung und Markthochlauf für nachhaltige Kraftstoffe
- 48 Bericht aus Brüssel: Politische Rahmenbedingungen für E-Fuels in der EU
- 49 Power-to-X: Versorgungssicherheit dank lokaler Produktion
- 50 Solartreibstoffe für CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität
- 51 Was kann von synthetischen nachhaltigen Flugtreibstoffen erwartet werden?
- 52 Paneldiskussion: Was können Synfuels im Flugverkehr leisten?

- 
- 53 Schlusswort

## DIE POWERFUEL DAYS 2023



### Powerfuel Conference

Die Konferenz vereinte Regierungsvertreter, Experten und Fachpersonen, Forscher, Unternehmen und Start-ups aus der Schweiz und Europa, um die neuesten Entwicklungen im Bereich alternativer Energiesysteme zu erkunden. Von den Rahmenbedingungen über die Produktion und Speicherung bis hin zur Nutzung in der Industrie, dem Energiesektor und der Mobilität – sämtliche Themenbereiche wurden abgedeckt.

### Powerfuel Trade Fair



Die begleitende Fachmesse versammelte führende Unternehmen und Start-ups, um die eindrucksvollen Möglichkeiten dieser Technologien aufzuzeigen – ein unvergleichbares Forum für Austausch, Wissenstransfer und Zusammenarbeit.

### Powerfuel Public Fair

Die Publikumsausstellung lud Familien, Schüler, Neugierige und Technologiebegeisterte jeden Alters ein, um die Potenziale von Wasserstoff und E-Fuels hautnah erleben zu können – mit Probefahrten, interaktiven Simulationen sowie neuen Berufsbildern im Bereich der erneuerbaren Energien.

Die Powerfuel Days 2023 wurden Ihnen präsentiert von:



## 20 Jahre Wasserstoff und Brennstoffzelle

Stuttgart: die Heimat renommierter Unternehmen wie Daimler, Porsche und Bosch. Die Stadt nimmt jedoch auch einen bedeutenden Platz auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ein. Hier findet seit mehr als 20 Jahren die internationale Fachveranstaltung «f-cell» (jetzt «hy-fcell») statt. Diese zweitägige Veranstaltung bietet einen umfassenden Überblick über internationale Märkte, Branchen und technologische Entwicklungen im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen und unterstützt die regionalen Aktivitäten.



### IM INTERVIEW mit Peter Sauber

Geschäftsführer, Peter Sauber Messen und Kongresse GmbH

■ Durchgeführt von Gabriel Vilajic

### Herr Sauber, können Sie uns etwas über die Entstehungsgeschichte der f-cell erzählen?

Natürlich. Die f-cell wurde im Jahr 2001 von mir in Stuttgart ins Leben gerufen. Sie zählt zu den ältesten internationalen Fachveranstaltungen in der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche und gilt als eine der bedeutendsten weltweit. Die f-cell spielt eine entscheidende Rolle bei der Informationsvermittlung über internationale Märkte und technologische Fortschritte.

### Wie kam es zur Gründung der f-cell?

Als ich die f-cell gegründet habe, war das Thema Brennstoffzelle für mich noch Neuland. Der Startpunkt war die Gründung des Clusters Brennstoffzelle der

Region Stuttgart. Die f-cell entwickelte sich zu einem Kongress mit begleitender Messe, die neben dem Messe-orientierten Gemeinschaftsstand «Hydrogen + Fuel Cells» auf der Hannover Messe stattfand.

### Wie hat sich die Branche in den letzten zwei Jahrzehnten verändert?

Die Branche hat sich ständig gewandelt. Anfangs lag der Schwerpunkt hauptsächlich auf der Mobilität und den stationären Anwendungen. Die damals angedachten portablen Anwendungen, beispielsweise die Brennstoffzelle für Laptops, wurden jedoch bald von der fortschreitenden Batterietechnologie überholt. Das volle Potenzial des Wasserstoffs wird sich im Kontext der Energiewende und des Klimawandels zeigen, sowohl als kurz- als auch langfristiges Speicherelement für viele Anwendungen.

### Wie sehen Sie die Zukunft der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche?

Ich bin überzeugt, dass der derzeitige Aufschwung von Dauer sein wird. Vor zehn Jahren kamen die Hauptakteure hauptsächlich aus den USA, Kanada, Japan, Korea und Deutschland. Heute beschäftigt sich nahezu jedes Land mit dem Thema Wasserstoff, und die geplanten Budgets und Investitionen erreichen eine völlig neue Dimension. ■



Roland Bilang, Geschäftsführer von Avenergy Suisse

## Wasserstoff statt heisser Luft

Avenergy Suisse zieht Bilanz der letzten zwölf Monate und kommt zum Schluss: Trotz eines schwierigen Jahres haben sich einige positive Entwicklungen im Bereich Wasserstoff ergeben. Aber wo Licht ist, ist bekanntermassen auch Schatten.

Im Vergleich zu 2022 hat sich sowohl in der Wasserstoffproduktion als auch bei den Wasserstofftankstellen einiges getan. In den vergangenen fünf Jahren hat die Mineralölbranche 17 Wasserstofftankstellen realisiert, vier weitere sollen noch im Jahr 2023 folgen. Die Schweiz verfügt nun im Verhältnis zur Fläche des Landes über die dichteste Abdeckung in Europa. Zumindest nördlich der Alpen ist damit die Versorgung der wachsenden Zahl an Brennstoffzellenfahrzeugen gewährleistet. Im vergangenen Jahr wurden zudem die ersten Wasserstoffproduktionsanlagen in Betrieb genommen, an

denen Avenergy-Mitglieder beteiligt sind.

### Die Schlüsselrolle von Wasserstoff

Die Erkenntnis ist auch in der Politik gereift, dass neben Wasserstoff auch synthetische Treibstoffe (Synfuels) vermehrt thematisiert werden müssen. Dem Wasserstoff fällt dabei als Ausgangsprodukt eine Schlüsselrolle bei der Herstellung der synthetischen Treibstoffe zu, sowohl für gasförmige als auch für flüssige. Wichtig ist, dass die Politik für diese Prozesse jede Form von Wasserstoff als klimaschonend anerkennt, die mit CO<sub>2</sub>-armer Elek-

trizität hergestellt wird – sei dies erneuerbare oder Kernenergie.

### EU-Gesetzgebung: Fallbeil für die Wasserstoffwelt

Andrerseits riskiert die EU gerade, dem Hoffnungsträger Wasserstoff die Luft abzudrehen, noch bevor die Möglichkeiten dieser Technologie in ihrem ganzen Umfang ausgetestet werden konnten. Die bürokratischen Vorgaben Brüssels für die Produktion von grünem Wasserstoff und den daraus in Zukunft hergestellten synthetischen Energieträgern gehorchen der Ideologie statt der technischen Realität. Gemäss den jüngsten Direktiven muss die Herstellung des erneuerbaren Stroms in Zukunft sowohl zeitlich wie geografisch an die Wasserstoffproduktion gekoppelt werden. Dies könnte sich möglicherweise als Bumerang für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft erweisen.

### Wo bleibt Bern?

Es ist erfreulich, dass die Einsicht wächst, eine ener-

gieautarke Schweiz bleibe ein Wunschtraum. Unser Land wird ohne Energieimporte nicht auskommen können – dies gilt für Elektrizität, Erdöl und künftig auch Wasserstoff und Synfuels. Mit diesem Hintergrundwissen ist es allerdings erstaunlich, dass sich der Bund noch nicht zu einer Wasserstoffstrategie durchringen konnte und diese erst im Herbst 2024 vorzustellen gedenkt.

Die Entwicklung der Wasserstoffproduktion und der Wasserstofftankstellen in der Schweiz hat zwar gezeigt, dass grosse Projekte auch ohne staatliche Hilfe umgesetzt werden können. Daher ist auch die Frage berechtigt, inwiefern es staatliche Eingriffe und Rahmenbedingungen überhaupt braucht. Denn die Nachteile können nicht übersehen werden: Der Staat entscheidet nur langsam und häufig praxisfern. Um die internationale Anbindung an das europäische Wasserstoffnetz umzusetzen, ist unser Land jedoch auf den Bund angewiesen. Dies wiederum bedeutet, dass die in das Wasserstoffgeschäft involvierte Wirtschaft ihre kommunikative Bringschuld wahrnehmen sollte. ■

- Produktionsanlagen mit Beteiligung Avenergy-Mitglieder, teilweise in Planung
- Produktionsanlagen ohne Beteiligung Avenergy-Mitglieder, teilweise in Planung
- Bestehende Tankstellen
- Geplante Tankstellen



## Handlungsbedarf und Chancen

Wenn uns die Energiekrise eines lehrt, dann ist es die Einsicht, dass die Schweiz ein widerstandsfähiges Energiesystem braucht und sich nicht nur auf einen Energieträger abstützen darf. Dabei wird Wasserstoff eine Rolle spielen müssen. Ebenso, wenn es darum geht, die Klimaziele zu erreichen. Aber während Europa die Förderung des Wasserstoffs vorantreibt, läuft die Schweiz Gefahr, den internationalen Anschluss zu verpassen.

Bislang galt die Stromversorgung unseres Landes als gesichert. Die vergangenen Monate haben jedoch gezeigt, dass diese Sicherheit alles andere als selbstverständlich ist. Die Schweiz braucht ein Energiesystem, das sich auf verschiedene Energieträger und Infrastrukturen abstützt. Dabei werden erneuerbare und klimaneutrale Gase eine wichtige Rolle spielen – dazu gehört auch grüner Wasserstoff. Als vielseitiger Energieträger kann Wasserstoff als Rohstoff wie auch als nachhaltige Energiequelle eingesetzt werden.

Grüner Wasserstoff wird wie Biogas oder synthetisches Methan einen wichtigen Beitrag leisten,

um das Energiesystem zu dekarbonisieren. Er wird Erdgas insbesondere in der Industrie und im Wärmebereich ersetzen und im Schwerverkehr neue Anwendungsmöglichkeiten bieten. Die Industrie, die Gas als Prozessenergie nutzt, wird auch in Zukunft auf Gas angewiesen sein. Auch für Wärmenetze wird es künftig Gas brauchen, um die Leistungsspitzen abzudecken. Das gilt auch für Quartiere oder denkmalgeschützte Gebäude, die nicht mit Fernwärme oder Wärmepumpen beheizt werden können. Hier werden erneuerbare Gase wie grüner Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen.



Daniela Decurtins, Direktorin des Verbands der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)

### Europa schläft nicht

Ein Blick über die Landesgrenzen zeigt, dass unsere Nachbarländer mit einer verbindlichen Wasserstoffstrategie und den darauf abgestimmten Rahmenbedingungen die Grundlage für eine effiziente Transition des Energiesystems schaffen – in der Schweiz fehlt diese Verbindlichkeit einer nationalen Strategie noch weitgehend. 2017 setzte Japan mit einer Wasserstoffstrategie den Startschuss, die EU folgte drei Jahre später. Nebst den Strategien haben sich die europäischen Transportnetzbetreiber im Gasbereich – sei es über Mitteleuropa oder im Osten – zusammengeschlossen, um eine Wasserstoffplanung zu erstellen. Ziel ist es, das heutige Transportnetz auch für Wasserstoff zu nutzen.

### Das EHB-Projekt – Gewährleistung nachhaltiger Energieversorgung

2020 wurde mit dem European Hydrogen Backbone ein Konzept für eine europäische Wasserstofftransportinfrastruktur veröffentlicht. Ziel des Projekts ist es, ein umfassendes Netzwerk von Wasserstoffinfrastrukturen in Europa aufzubauen, ein europaweites Pipelinennetzwerk für den Transport von Wasserstoff über lange Strecken zu schaffen, ähnlich dem bestehenden Erdgasnetz. Die EHB-Initiative wurde von Gastransportnetzbetreibern vorangetrieben. Sie ist eingebettet in die Strategie der Europäischen Union, den Wasserstoffmarkt zu entwickeln und die Wasserstoffinfrastruktur in Europa auszubauen, um die Klimaziele zu erreichen und eine nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten. Der mit der Power-to-Gas-Technologie produzierte Wasserstoff könnte mit CO<sub>2</sub> kombiniert werden, um daraus synthetisches Methan herzustellen, das als erneuerbare Energie in bestehenden Erdgasinfrastrukturen verwendet wird oder als Energiespeicher für Zeiten geringerer erneuerbarer Energieerzeugung dient.

### Was fehlt der Schweiz?

Allein in der Schweiz gibt es ein Gasnetz, das über 20'000 Kilometer lang ist, zudem haben wir eine

Transitgasleitung, die ins europäischen Pipelinesystem eingebunden ist. Die Infrastruktur und Grundlage wären demnach vorhanden, um ein Wasserstoffnetz aufzubauen. In diversen Studien wurden die Sicherheit und Machbarkeit der Wasserstoffein-speisung in das Gasnetz geprüft und für geeignet befunden. Was bremst die Schweiz also?

Im Rahmen einer Umfrage vom Oktober 2022 wurde das Stimmungsbild der Schweizer Wasserstoffwirtschaft erörtert. Rund 60 % der Befragten – überwiegend Energieversorger – schätzten das aktuelle Investitionsklima in der Schweizer Wasserstoffwirtschaft negativ ein. Nur jeder Dritte, der einen Blick in die Zukunft wagt, ist der Meinung, dass die H<sub>2</sub>-Wirtschaft in den nächsten fünf bis zehn Jahren einen «hohen» oder «eher hohen» Beitrag zur Energieversorgung in der Schweiz leisten wird. Langfristig wird aber Wasserstoff von den Befragten als «sehr wichtig» eingeschätzt, um die Klimaziele zu erreichen.

### Die politische Musik spielt woanders

Als Mängel wurden in der Umfrage häufig die fehlenden Rahmenbedingungen und Förderrahmen sowie die fehlende Gesamtsicht auf den Energiesektor angegeben. Zudem wurde auf die Unsicherheit über die Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom sowie die hohen CO<sub>2</sub>-Kosten hingewiesen. Als weiteres grosses Thema wurde ein fehlendes Herkunftsnachweissystem genannt. Stand heute ist, dass der Import von erneuerbarem Gas nicht anerkannt wird, da die staatlichen Rahmenbedingungen fehlen.

Während sich die EU viele Gedanken zum Thema Wasserstoff macht, hinkt die Schweiz hinterher und läuft Gefahr, bei der Planung von Importkorridoren aussen vor gelassen zu werden. Erst kürzlich haben Deutschland, Österreich und Italien ein Agreement abgegeben, dass ein Importkorridor politisch unterstützt werden soll, der völlig an der Schweiz vorbeigeht. Das sollte nun für die Schweiz Weckruf genug sein, damit sie vorwärtsmacht mit dem Entwickeln einer Wasserstoffstrategie. ■

## Energiezukunft 2050

Wie sieht die Energieversorgung der Schweiz bis 2050 aus? Die Ergebnisse einer Studie des VSE machen deutlich: Die Schweiz erreicht ihre Klima- und Energieziele nur mit gigantischen Anstrengungen, einer hohen Akzeptanz für neue Energieinfrastrukturen und einer engen Kooperation mit der EU.

Der VSE hat in Zusammenarbeit mit der Empa die Studie «Energiezukunft 2050» veröffentlicht, deren Resultate zeigen: Der Strombedarf in der Schweiz wird künftig stark zunehmen. Um die Nachfrage decken zu können, müssen die erneuerbaren Energien massiv ausgebaut und die Energieeffizienz erhöht werden. Da die Schweiz von einem eher zentralen Versorgungssystem zu einem dezentralen System wechselt, bedarf es auch eines Um- und Ausbaus des Stromnetzes.

Der VSE geht davon aus, dass die Schweiz nur einen geringen Anteil Wasserstoff selbst produzieren wird. Daher muss dafür gesorgt werden, dass unser Land einen ungehinderten Zugang zu europäischen Wasserstoffmärkten und Infrastrukturen erlangt. Da die Schweiz den Wasserstoff grösstenteils importieren wird, bedingt dies ein Energieabkommen mit der EU. Zu guter Letzt braucht es auch Speichermöglichkeiten für Wasserstoff, um zusätzliche Sicherheiten zu haben. ■

### Erneuerbare Energien auf dem Vormarsch

Die Studie zeigt, dass die Wasserkraft die tragende Säule im schweizerischen Energiesystem bleiben und auch die Fotovoltaik einen grossen Anteil einnehmen wird. Im Winterhalbjahr werden uns auch alpine Fotovoltaikanlagen und Windkraft mit Strom versorgen müssen. Damit die Versorgungssicherheit zu jeder Zeit gewährleistet ist, werden zusätzlich Wasserkraftspeichervorhaltung sowie Back-up-Kraftwerke benötigt.

### Wasserstoff als zentrales Element der Energieversorgung?

Die Bedeutung von Wasserstoff soll ab 2040 merklich ansteigen; Wasserstoff soll dann auch in grossem Stil zur Stromproduktion und Winterversorgung beitragen.



Nadine Brauchli, Bereichsleiterin Energie, Mitglied der Geschäftsleitung, Verband der Schweizerischen Elektrizitätsunternehmen VSE



V.l.n.r.: Dr. Roland Bilang, Daniela Decurtins, Reto Brennwald, Nadine Brauchli

## Die Verbandsspitzen der Energiewirtschaft

Bei der abschliessenden Podiumsdiskussion der Verbandsspitzen von Avenergy Suisse, VSE und VSG kristallisierten sich die unterschiedlichen Themenschwerpunkte heraus. Für Daniela Decurtins handelt es sich bei diesen verschiedenen Positionen aber keinesfalls um eine Politik der Gegensätze, sie sieht die verschiedenen Lösungsansätze sogar als hilfreich an. Bei der Debatte zeigte sich dann auch deutlich, dass die drei Verbandsspitzen sich einig sind, dass sie am gleichen Strang ziehen müssen, um eine Energietransformation herbeizuführen. Für Avenergy Suisse steht beispielsweise weniger die Klimaneutralität im Vordergrund, sondern die Versorgungssicherheit. Der Verband der schweizerischen Mineralölimporteur vertritt die Position, dass es immer flüssige Energieträger brauchen und die Schweiz dezentral Wasserstoff produzieren wird. Dennoch unterstützt

Avenergy Suisse die vom VSG und VSE geforderten Importstrategien.

Einigkeit herrscht auch darüber, dass der Bund rasch konkrete Lösungsvorschläge für einen Umbau der Energieversorgung festlegen muss. Daniela Decurtins erhofft sich und spürt auch bereits gewisse Impulse seitens des Bundesrats Albert Rösti, der Co-Präsident der Parlamentarischen Gruppe Wasserstoff war. Als nächste Schritte sieht Nadine Brauchli die Wichtigkeit eines Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie eine enge Zusammenarbeit mit der EU, um einen Wasserstoffimport zu ermöglichen. ■

## Die Dekarbonisierungsreise der Migros im Güterverkehr

Unser heutiges Strassen- und Schienennetz ist überlastet. Wie könnte das Transportsystem der Schweiz künftig aussehen? Eine Multimodal-Diskussion ist notwendig. Ebenso das Schaffen einer strategischen Entscheidungsgrundlage zur Frage, welche Antriebstechnologien Zukunft haben.

Das Strassen- und Schienennetz ist am Ende ihrer Kapazität – dies widerspiegelt sich in den hohen Stautunden und den zunehmenden Schwierigkeiten, Trassen zu erhalten. Es ist noch nicht absehbar, welcher Transportmodus in Zukunft welche Rolle spielen soll. Die Lösungen sollten effizient, ressourcenschonend, emissionsarm – und bezahlbar sein.

### Ab in den Untergrund

Mit steigender Bevölkerungsanzahl muss die Schweiz Sorge tragen zum Ackerland, um dessen Beitrag an die Versorgungssicherheit des Landes zu sichern. Mit einem Gesetz wurden vom Bund die Voraussetzungen für den unterirdischen Gütertransport geschaffen. Mit dem Projekt Cargo sous terrain soll ein 500 Kilometer langes, unterirdisches Tunnelnetz entstehen, um insbesondere das Strassennetz zu entlasten. Dieses nachhaltige System mindert im Vergleich zu anderen Infrastrukturen Fahrzeug- und Lärmemissionen und benötigt sehr wenig Platz an der Oberfläche.

### Verschiedene Fahrzeugantriebe gezielt einsetzen

Im Strassengüterverkehr verfolgt die Migros eine Multitechnologie-Strategie. In Zusammenarbeit mit der Empa wurde ein IT-System erarbeitet, um die Treibhausgasemissionen einer Lieferstrecke präzise zu berechnen. Diese Cloud-basierte Lösung zeigt auf,

welche Emissionen die Fahrt mit den Energieträgern Diesel, Wasserstoff, Biogas oder Elektrobatte-rie emittiert. Daraus wird erörtert, welche Antriebstechnologie auf welcher Strecke am besten einsetzbar ist. Dabei soll auch der Verbrennungsmotor eine Rolle spielen können, sofern dieser mit erneuerbaren Treibstoffen angetrieben wird. So wären Biogas-Lastwagen bei einer 50 %-igen LSVA-Teilbefreiung eine äusserst interessante Lösung – sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich. ■



Rainer Deutschmann, Direktor Sicherheit und Verkehr, Migros-Genossenschafts-Bund

## Resilienz durch Diversität – Überlegungen zur Energieversorgung der Schweiz

Strom ist knapp und dürfte aufgrund der Elektrifizierung vor allem in den Wintermonaten in der Schweiz knapp bleiben. Wie kann die Energieversorgung trotzdem gewährleistet werden, ohne die Klimaziele zu gefährden?



Dr. Patrick Dümmler, Forschungsleiter und Mitglied des Leitungsgremiums, Avenir Suisse

Um die Energiewende zu schaffen – ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden –, müssen wir die klimaneutrale, inländische Stromproduktion ausbauen und mit unseren europäischen Partnern eine Einigung finden.

### Ausbauen und kooperieren

Um den Ausbau erneuerbarer Energien zu beschleunigen, müssen Bewilligungsverfahren für PV-Anlagen, Windturbinen und Wasserkraft vereinfacht werden. Investoren tragen derzeit wegen der teuren Planung und den langen Wartezeiten ein hohes Risiko. Die Nutzung vorhandener Stromressourcen sollte optimiert werden, durch innovative Verbrauchermodelle mit flexiblen Tarifen zur intelligenten Gerätesteuerung. Die vollständige Strommarktöffnung würde die

Versorger dazu zwingen, solche Modelle anzubieten.

Bereits 2007 wurden mit der EU Gespräche über ein Stromabkommen aufgenommen – bisher ohne Erfolg. Die Konsequenz: In der europäischen Stromlandschaft ist unser Land schrittweise vom prägenden Akteur zum an der Seitenlinie stehenden Beobachter abgestiegen. Da die Schweiz als Drittland von vielen Koordinationsplattformen der EU ausgeschlossen ist, kommt es zu ungeplanten Stromflüssen, die unsere Netzstabilität gefährden. Zusätzlich tritt anfangs 2026 eine EU-Regulierung in Kraft, die nur noch maximal 30 % der grenzüberschreitenden Kapazitäten für Drittstaaten vorsieht. Dies könnte insbesondere in den kritischen Wintermonaten die Importfähigkeit der Schweiz einschränken. Die Folge wäre eine Strommangellage.

### Technologieneutrale Regulierung gefordert

In Zukunft sollte auf einen möglichst breiten Mix an klimaneutralen Erzeugungstechnologien abgestellt werden. Die politisch bestimmte Subventionierung einer Technologie benachteiligt andere, vielleicht gar vielversprechendere Ansätze. Es ist deshalb darauf zu achten, dass die Energie- und die Klimapolitik technologieneutral sind. Ausserdem sollten die ergriffenen Massnahmen die Kostenwahrheit fördern sowie die Treibhausgase effektiv und effizient reduzieren. Dies ist heute noch kaum der Fall. ■



Dr. Ing. Hans Michael Kellner, CEO, Messer Schweiz AG

## Wasserstoff: Der Weg zu einer stabilen Versorgung

Die Schweiz braucht immer mehr regenerative Energie: um den Ausstieg aus der Kernenergie zu kompensieren, das stetige Wachstum zu bedienen und weiteren Strom für Elektrofahrzeuge bereitzustellen. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar und bietet zahlreiche Möglichkeiten, den Weg für eine stabile Energieversorgung zu ebnen. Aber auch die Wasserstoffversorgung muss stabil gestaltet werden.

Wir stehen vor keiner leichten Aufgabe, wenn es darum geht, Ergänzungen zur bisherigen Stromversorgung zu finden: Die Fotovoltaik und Windenergie liefern über den Tag und das Jahr hinweg nur unregelmässig und unterschiedlich intensiv Energie, und für Wasserkraftwerke sind neue Standorte kaum verfügbar.

### Überschussstrom endlich nutzen

In Bezug auf Wasserstoff wird häufig die Diskussion über die geringen Wirkungsgrade aufgenommen, ein ungenutzter Strom weist jedoch den Wirkungsgrad null auf. Entscheidend ist die Ausbeute der angebotenen regenerativen Energie. Laufwasser-

werke produzieren durch ihren kontinuierlichen Betrieb vor allem nachts Überschussstrom, der 10 bis 15 % ihrer Gesamtstromproduktion ausmacht und verloren geht. Mit der Herstellung von Wasserstoff mittels Elektrolyse – dem Spalten von Wasser in seine Bestandteile – könnte man den Überschussstrom der Wasserkraftwerke nutzbar machen.

### Die richtige Speicherung

Der mit der Elektrolyse erzeugte Wasserstoff muss kontinuierlich abgenommen werden. Hier entsteht das erste Problem: Wohin mit den grossen Wasserstoffmengen? Der Wasserstoff kann bis zu einem gewissen Anteil ins bestehende Erdgasnetz eingespeist werden. Er ersetzt somit einen Teil des fossilen Erdgases und reduziert somit den CO<sub>2</sub>-Ausstoss. In Deutschland können heute 80 % der Erdgasleitungen mit 100 % Wasserstoff genutzt werden.

Wasserstoff kann direkt als Heiz- oder Brenngas eingesetzt werden und somit fossile Brennstoffe ersetzen.

Der Wasserstoff kann letztlich auch zur Rückverstromung genutzt werden. Dafür muss er gespeichert

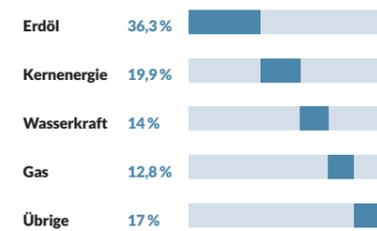
werden, damit er zu einem späteren Zeitpunkt bei Bedarf über eine Brennstoffzelle zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

### Zukünftige Liefermöglichkeiten

Wasserstoff spielt im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-freie Mobilität eine immer zentralere Rolle. In Europa wurden bereits zahlreiche Wasserstofftankstellen installiert. Der Transport zu deren Versorgung weist jedoch noch einige Hürden auf: Bei der konventionellen Versorgung wird der Wasserstoff in einem LKW-Transporter transportiert, der eine Kapazität für nur 56 PW-Tankfüllungen aufweist – was im Hinblick auf die gewünschte Umstellung auf Brennstoffzellenfahrzeuge wegen des extremen Verkehrsaufkommens durch Trailer für die Zukunft unrealistisch ist. Die Versorgung in grösseren Mengen könnte mit einem Transport in einer Wasserstoffpipeline im bestehenden Erdgasnetz mit anschliessender Extraktion oder durch Vor-Ort-Erzeugung sichergestellt werden. Dadurch würde das Stau- und Gefahrenpotenzial auf der Strasse erheblich gesenkt. ■

## VERBRAUCH

Der Bruttoenergieverbrauch in der Schweiz setzt sich wie folgt zusammen:

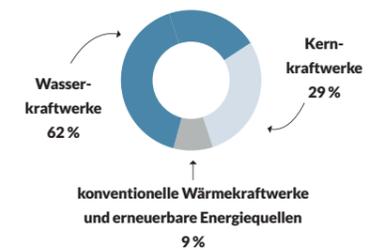


Mit den Massnahmen des Schweizer Energiegesetzes, das 2018 in Kraft trat, werden folgende Ziele angestrebt:

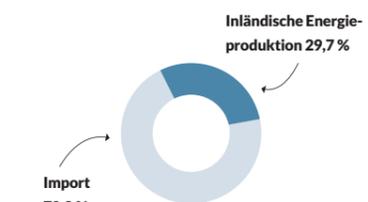
- ↓ Senkung des Energieverbrauchs pro Person gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um 43 % bis 2035
- 🌿 Ausbau der erneuerbaren Energien
- 📊 schrittweiser Ausstieg aus der Kernenergie

## PRODUKTION

An der Stromproduktion in der Schweiz beteiligt sind hauptsächlich:



## HERKUNFT



© EDA, PRS 2022 / Quellen: Bundesamt für Energie, Bundesamt für Statistik – Zahlenangaben für 2021 / Weitere Informationen unter [aboutswitzerland.org](http://aboutswitzerland.org)

## Vom mittelständischen Mineralölhändler zum modernen **Energiedienstleister**

Für eine nachhaltigere Energieversorgung gibt es nicht die eine Lösung. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn man die verschiedenen Energieträger miteinander kombiniert. Dabei hat Wasserstoff ein grosses Potenzial, um zukunftssträchtige Lösungen voranzutreiben.



Alain Schwald, Leiter Arbeitsgruppe Neue Energien, AVIA / Schätzle AG

Die eigenständigen und unabhängigen AVIA Firmen in Europa arbeiten mit Hochdruck daran, nachhaltige und innovative Lösungen anzubieten, die erneuerbar und sauber sind. In der Schweiz ist die Umsetzung neuer Technologien oftmals eine Herausforderung, da diese durch langwierige Bewilligungsverfahren blockiert werden. Zudem ist es aus Sicht der AVIA nicht zielführend, die verschiedenen Energieträger gegeneinander auszuspielen – die Energiewende kann nur gelingen, wenn man verschiedene Technologien miteinander kombiniert.

### Der Treibstoff der Zukunft

Nebst Elektromobilität, Solarenergie und Windkraft sieht die AVIA Wasserstoff als zentralen Energieträ-

ger der Zukunft. Im Jahr 2020 wurde die erste Wasserstofftankstelle der AVIA in der Schweiz eröffnet, seither sind einige Standorte dazugekommen – unter anderem wurde auch eine Wasserstofftankstelle nur für LKWs in Betrieb genommen, wo erstmals zwei Brennstoffzellen-LKWs gleichzeitig tanken können. Heute ist die AVIA mit sechs Wasserstofftankstellen die grösste Anbieterin in der Schweiz.

### Wasserstoff als unterstützende Kraft

Wasserstoff lässt sich vielfältig einsetzen und bietet sich besonders in Kombination mit anderen Energieträgern an. So wurde beispielsweise ein mobiler, wasserstoffbetriebener Schnellader für Batterie-Elektrofahrzeuge errichtet, der das Stromnetz entlastet – und dies komplett CO<sub>2</sub>-frei. Zudem investiert die AVIA mit dem Bau verschiedener Elektrolyseanlagen in die Produktion von grünem Wasserstoff. Der hergestellte Wasserstoff wird für die Stromproduktion genutzt und die bei der Elektrolyse erzeugte Abwärme liefert Energie für ein regionales Fernwärmenetz. Des Weiteren sind Windkraftanlagen in Kombination mit einer Elektrolyseanlage in Planung. ■

## **Zukunftsperspektive** Wasserstoff – Jetzt die Transformation gestalten

Die Energiewende wird ohne signifikanten Einsatz von Wasserstoff in allen Sektoren nicht zu meistern sein.

Auf dem Weg zu einer klimaneutralen Zukunft strebt terranets bw in Baden-Württemberg als erstes den Wechsel von Kohle auf Erdgas an. Gerade bei den Kraftwerken können so bis zu 60 % CO<sub>2</sub> eingespart werden. In einem zweiten Schritt soll die Umstellung der Gasleitungen auf Wasserstoff erfolgen. Zudem soll auch der Wärmemarkt mithilfe von Wasserstoff ausgebaut werden, da die Erreichung der Klimaziele rein elektrisch nicht bewerkstelligt werden kann.

### Schritt für Schritt zur Transformation

Das Ziel sollte sein, die bestehende Infrastruktur zu nutzen und so viele Erdgasleitungen wie möglich auf Wasserstoff zu transformieren. Diese Umstellung kann nur gelingen, wenn gezielt und Stück für Stück substituiert wird. Wenn ein Kraftwerk an der Leitung ist, gestaltet sich der Wechsel einfacher, bei Verteilnetzbetreibern hingegen muss für eine Übergangszeit eine Doppelstruktur für Wasserstoff und Erdgas zur Verfügung stehen. Für eine grossflächige Verteilung im Land müssen die Verteilnetzbetreiber ebenfalls auf Wasserstoff umstellen. Da Produktion, Abnahme und Infrastruktur zeitgleich aufgebaut werden müssen, sind zudem eine Zusammenarbeit und maximale Transparenz zwischen Politik, Öffentlichkeit, Wirtschaft und Netzbetreibern unerlässlich.

### Chancen für die Schweiz

Für den European Hydrogene Backbone haben sich die grossen Fernnetzbetreiber Europas zusammengeschlossen und Wasserstoffkorridore nach Zentraleuropa entwickelt – und die Schweiz aussen vorgelassen. Welche Möglichkeiten hat die Schweiz nun für eine Wasserstoffversorgung? Gemäss Überlegungen von terranets bw wären die doppelsträngigen Gasleitungen dazu prädestiniert, eine der Leitungen für Wasserstoff zu nutzen. Darüber hinaus wäre ein Einstieg in das grenzübergreifende Projekt RHYn eine Option, die ein Transportnetz für Wasserstoff von Frankreich und Deutschland bis nach Basel in die Schweiz vorsieht. ■



Christoph Luschnat, Leiter Energiepolitik und Wasserstoffkoordination, terranets bw GmbH

## Entwicklungstrends in der Wasserelektrolyse

Die Energietransformation wird nicht möglich sein ohne stoffliche Energieträger. Hat die Wasserelektrolyse zur Wasserstoffproduktion das Potenzial, Europa zu einer Gigawatt-Industrie zu führen?

Es gibt verschiedene Wasserelektrolyseverfahren – für die Erreichung der Klimaziele werden voraussichtlich vor allem die alkalische und die Protonen-Austauschmembran-Elektrolyse (PEM) eine Rolle spielen. Die Hochtemperatur-Elektrolyse hat deutlich höhere elektrische Wirkungsgrade, ist jedoch in ihrer Entwicklung noch nicht so weit, dass sie grosskalibrig in den nächsten Jahren eine Rolle spielen wird.

### Voraussetzungen für die Wasserstoffproduktion in Europa

Aus technischer Sicht bestehen für Europa grundsätzlich keine Hindernisse, Elektrolyseure in grossen Stückzahlen aufzubauen. Schwieriger wird es bei den Ressourcen: Europa verfügt nur über wenig Ressourcen wie Nickel, Edelmetalle und Titan, die für die verschiedenen Elektrolyseverfahren benötigt werden. Europa konkurriert hier mit der asiatischen und der nordamerikanischen Region, daher können die Klimaziele ohne Import dieser Rohstoffe nicht erreicht werden.

Als positives Beispiel für den Aufbau einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft kann das Hydrogen Hub im Port of Rotterdam hervorgehoben werden, bei dem der Aufbau grosser Elektrolysekapazitäten aufgrund der passenden Randbedingungen noch vor 2030 erfolgen kann. Ein erfolgreicher Marktaufbau wird jedoch nur mit geeigneten Rahmenbedingungen wie der Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien und eines passenden Marktrahmens inklusive Geschäftsmodellen für grünen Wasserstoff funktionieren.

### Sind die Klimaziele erreichbar?

Europa hat sich für die Erreichung der Klimaziele sehr ambitionöse Ziele gesetzt. Gemäss einer Metastudie aus dem Jahr 2021 wird der Jahresbedarf an Wasserstoff in Europa auf 70 bis 100 Millionen Tonnen geschätzt. Allein für eine Million Tonnen Wasserstoff werden etwa zwölf Gigawatt an Elektrolyseuren benötigt. Die aktuell grösste Anlage Europas, die bisher in Betrieb (in Dänemark) genommen wurde, hat allerdings nur eine Leistung von 20 Megawatt, sodass noch grosse Anstrengungen für die Erreichung der Klimaschutzziele unternommen werden müssen. Mit der Geschwindigkeit, mit der in Europa derzeit Elektrolyseure aufgebaut werden, ist Europa jedoch auf dem besten Weg, eine Gigawatt-Industrie zu etablieren. ■



Tom Smolinka, Abteilungsleiter Chemische Energiespeicherung, Fraunhofer ISE



Die Schweiz und ihre Nachbarn



Dr. Markus Bareit,  
Fachspezialist Energieversorgung und Monitoring,  
Bundesamt für Energie

## Die Rolle des Bundes

Wasserstoff wurde bereits vor über 100 Jahren entdeckt – heute ist er als Energieträger brandaktuell. Auch in der Schweiz wird Wasserstoff zur Erreichung der Klimaziele von Bedeutung sein. Welche Massnahmen sind in Planung?

Wasserstoff aus erneuerbaren Energien leistet einen wichtigen Beitrag für das Netto-Null-Ziel. Die heutige Versorgungssicherheit basiert vor allem auf fossilen Energieträgern, und Wasserstoff kann neben Energieeffizienz und dem Ausbau der erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung des Energiesystems spielen.

### Wie könnte die Zukunft der Schweiz aussehen?

Um den Bedarf an Wasserstoff decken zu können, wird die Schweiz langfristig neben der inländischen Produktion voraussichtlich auch auf Importe angewiesen sein. Deshalb ist eine Anschlussmöglichkeit an den Norden und Süden wichtig. Dazu wäre ein Ausbau und eine Umrüstung der bestehenden Erdgas-Transitleitung nötig. Die Wasserstoffproduktion ist sehr energieintensiv und entsprechend knapp und teurer. Wasserstoff soll deshalb vor allem dort zum Einsatz kommen, wo es ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist.

### Aktuelle Massnahmen

Der Bund unterstützt Forschungs- sowie Pilot- und Demonstrationsprojekte, um die Wasserstofftechnologien voranzubringen. Zudem gibt es verschiedene politische Vorstösse zu den Themen Wasserstoff und Power-to-Gas. Hervorzuheben gilt es vor allem ein Postulat, das eine Auslegeordnung im Bereich Wasserstoff verlangt und im November vom Bundesrat verabschiedet wird. Zudem gibt es zwei Motionen, welche eine Wasserstoffstrategie für die Schweiz verlangen. Die Wasserstoffstrategie soll auch soziale und ökologische Kriterien sowie eine Importstrategie vorsehen und bis im zweiten Halbjahr 2024 ausgearbeitet werden. Bereits im Juli 2023 wurde ausserdem der Geltungsbereich der Rohrleitungsverordnung auf Wasserstoff ausgeweitet, und bis 2025 soll ein Register erstellt werden, das den Herkunftsnachweis von Wasserstoff aufführt. ■

## Überblick über die Wasserstoffaktivitäten in Baden-Württemberg

Das Bundesland Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, die Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen. Dabei leistet die Plattform H2BW als zentrale Anlaufstelle für Wirtschaft, Wissenschaft und öffentliche Hand im Bereich Wasserstoff einen wichtigen Beitrag.

Als Automobilland verfügt Baden-Württemberg über starke Anlagen- und Maschinenbauer sowie Zulieferer, die den Wasserstoff- und Brennstoffzellenmarkt erschliessen können. Das Bundesland hat sich das Ziel gesetzt, die Klimaneutralität bereits bis 2040 zu erreichen. Die Landesregierung hat dementsprechend bereits im März 2020 eine Wasserstoffstrategie entwickelt – als Ergänzung zur europäischen Wasserstoffstrategie und zu den Wasserstoffaktivitäten des Bundes. 2021 wurde die Plattform H2BW als eine Massnahme dieser Roadmap gegründet, um den Wissenstransfer zu fördern und Akteure zu unterstützen.

### Umsetzungen der Roadmap

Im Mai 2023 hat die Landesregierung den «Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg» veröffentlicht, der die Weiterentwicklung der relevanten Handlungsfelder festhält. Dazu gehören unter anderem die Erzeugung und der Import von Wasserstoff und der damit verbundene Infrastrukturausbau für die Mobilität (Schwerlastverkehr), Industrie und Stromerzeugung. Zudem nimmt die Skalierung und serielle Fertigung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien weiterhin eine tragende Rolle ein.



Tabea Ruckh, Referentin Plattform H2BW, e-mobil BW GmbH

### Mit innovativen Projekten zum Ziel

Seit dem Beschluss der Wasserstoff-Roadmap wurden rund 500 Millionen Euro Fördergelder im Land wirksam, die vielfältige Projekte im Bereich Produktion, Skalierung und Anwendung ermöglicht haben. Die Projekte sensibilisieren die Gesellschaft für das Thema Wasserstoff, machen die Technologie beispielsweise mit Brennstoffzellen-Busflotten greifbar und führen Technologien zur Marktreife. Um auch im internationalen Kontext wettbewerbsfähig zu bleiben, beteiligt sich Baden-Württemberg zudem an IPCEI-Projekten (Important Projects of Common European Interest), wobei der Fokus auf den Brennstoffzellentechnologien liegt. ■

## Wasserstoffmobilität in Deutschland – Strategie und Konzepte

Die NOW hat den Auftrag, die Politik zu beraten und Förderprogramme für emissionsfreie Technologien in Deutschland zu koordinieren. Der Fokus liegt auf dem Bereich nachhaltige Mobilität, wobei in die Weiterentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie in Elektromobilität investiert wird.



Annett Wess, Programm Managerin Wasserstoff Europa, NOW GmbH

Mit der Veröffentlichung der nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung ein klares Zeichen gesetzt, dass sie hinter der Wasserstoffentwicklung für die Erreichung der Klimaziele 2030 steht. Die Hauptziele der Strategie umfassen die Wettbewerbsfähigkeit von grünem Wasserstoff, damit sich ein inländischer Markt entwickeln kann. Zudem sind auch internationale Massnahmen enthalten, denn die Energiewende ist nur mit einer länderübergreifenden Zusammenarbeit zu schaffen.

### EU-Massnahmen für die Klimaziele

Für die Erreichung der Klimaziele braucht es regulatorische Rahmen. Diese will die EU unter anderem mit dem «Fit-for-55-Paket» erreichen, das 18 Geset-

zesinitiativen beinhaltet, die den Markt für grüne Energien erheblich voranbringen und transformieren soll. Die AFIR-Verordnung sieht zudem verbindliche Ausbauziele für alle EU-Mitgliedstaaten vor, in denen im Abstand von mindestens 200 Kilometern entlang des TEN-V-Kernnetzes Wasserstofftankstellen errichtet werden sollen. Dieses Netz umfasst alle strategisch wichtigen Strassenrouten Europas – dazu zählt auch die Schweiz. Da die Schweiz bereits über einige Wasserstofftankstellen verfügt, könnte dies ein Anknüpfungspunkt für eine Zusammenarbeit in der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft sein.

### Unterstützende Projekte der NOW

Die Projekte der NOW im Bereich Wasserstoff- und Brennstofftechnologien reichen von der Fahrzeugbeschaffung über die Forschung und Entwicklungsaktivitäten bis hin zum Ausbau einer Tankstelleninfrastruktur. Eines der Kernprogramme ist das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), das Forschung und Entwicklung in dem Bereich fördert und gleichzeitig den Markteintritt ermöglichen soll. ■

## Wasserstofftechnologie in Österreich: Ambitionen, Status und Ausblick

Hydrogen Austria ist ein Wasserstoff-Cluster, der die technologischen und wirtschaftlichen Kompetenzen in Österreich bündelt, um die Wasserstoffwirtschaft im Land und darüber hinaus voranzutreiben. Kürzlich wurde Hydrogen Austria mit der Wasserstoffplattform H2Austria zusammengelegt und firmiert seitdem unter dem Namen Hydrogen Partnership Austria (HyPA).

Im Gegensatz zur Schweiz hat Österreich bereits eine Wasserstoffstrategie entwickelt, musste jedoch längere Zeit bis zur Veröffentlichung im Juni 2022 warten. Die Strategie legt fest, dass die Klimaziele bis 2040 erreicht werden sollen – mit der Wasserstofftechnologie als wesentlichem Bestandteil.

### Was sieht die Wasserstoffstrategie vor?

Ein starker Fokus liegt dabei auf prioritären Verbrauchssektoren wie der Schwerindustrie. Als wesentliche Leitlinien der Transformation des Energiesystems sollen die Energieeffizienz und die Kosteneffektivität berücksichtigt werden. Zudem soll die Gasinfrastruktur schrittweise in eine Wasserstoffinfrastruktur umgestaltet werden. Auf dem Weg zur Umsetzung der Ziele nimmt der HyPA-Cluster (ehemals Hydrogen Austria) eine Vermittlungsrolle ein, um die Probleme der Stakeholder direkt an die Politik weiterzugeben.

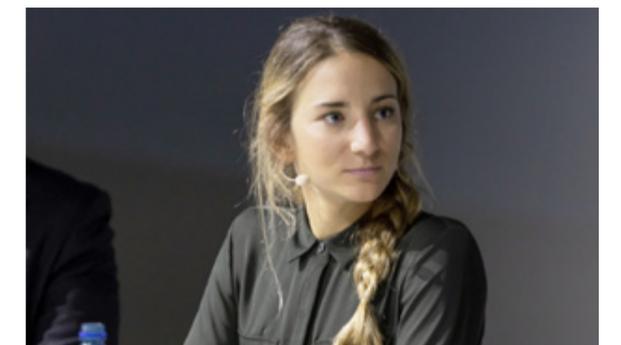
### Ein starkes Netzwerk

HyPA arbeitet eng mit regionalen und überregionalen Akteuren zusammen, um die Wasserstoffwirtschaft voranzutreiben. Das Netzwerk umfasst bereits über 70 Unternehmen und Forschungseinrichtungen, bei denen nationale und internationale Projekte zwischen Wirtschaft und Wissenschaft initiiert werden. Zudem nimmt HyPA einen Bildungsauftrag wahr, um die Ge-

sellschaft über die Wasserstofftechnologie aufzuklären und Fachkräfte auszubilden.

### Projekte und Forschung in Österreich

Österreich beteiligt sich am IPCEI Hy2Tech und Hy2Use mit insgesamt fünf Projekten im Bereich Wasserstoff. Weiters gibt es in Österreich zahlreiche Projekte, welche die gesamte Wertschöpfungskette abbilden. Diese befinden sich in den verschiedensten Stadien der Umsetzung. Die österreichische Forschungslandschaft deckt ebenso die gesamte Wertschöpfungskette ab und kann mit dem HyCentA in Graz ein COMET-Kompetenzzentrum vorweisen. Mehr Informationen zu den Projekten unter: [www.hypa.at](http://www.hypa.at). ■



Magdalena Lindl, Clustermanagerin, Hydrogen Partnership Austria (HyPA)

# Zusammenarbeit über die Grenzen



V.l.n.r.: Christian Bach, Magdalena Lindl, Reto Brennwald, Tabea Ruckh, Annett Wess

## Zusammenarbeit über die Grenzen

In der Podiumsdiskussion beleuchteten Christian Bach, Tabea Ruckh, Annett Wess und Magdalena Lindl die Schwierigkeiten einer Implementierung der Wasserstoffwirtschaft aus Sicht der Schweiz, Deutschlands und Österreichs.

Christian Bach machte deutlich, dass er die grösste Herausforderung der Klimaziele nicht in den Technologien, sondern in der Bürokratie, den Lücken im Gesetzesbereich und der Umsetzungsschwierigkeit der Schweiz sieht. Als Kernproblem wies er auf einen fehlenden Mechanismus hin, wie mit überbestimmten oder fehlenden gesetzlichen Vorgaben umzugehen ist.

Annett Wess teilte die Meinung, dass die Genehmigungsverfahren auch in Deutschland beschleunigt werden müssen. Die NOW hat einen nationalen Genehmigungsleitfaden für Wasserstofftankstellen

erarbeitet, um unter anderem auch den Infrastrukturausbau schneller voranzubringen.

In Baden-Württemberg wird der Ansatz verfolgt, Weiterbildungen in der Wasserstofftechnologie für die Behörden und die Projektleiter anzubieten, um das Projekttempo zu erhöhen. Tabea Ruckh vertritt die Ansicht, dass bei den Regierungspräsidien nicht der mangelnde Umsetzungswille, sondern in erster Linie das fehlende Wissen die Prozesse verlangsamt.

Magdalena Lindl betrachtet die fehlende Förderlandschaft in Österreich als eines der grössten Hindernisse. Überdies machte sie darauf aufmerksam, dass verschiedene Technologien miteinander kombiniert und die Kräfte gebündelt werden müssten – auch über die Grenzen hinweg. ■

## Stabwechsel

Am 17. Mai 2023, dem zweiten Tag der Powerfuel Conference in Luzern, wurde Martin Osterwalder, Co-CEO der Osterwalder St. Gallen AG, an der Generalversammlung des Fördervereins H2 Mobilität Schweiz in Luzern zum neuen Präsidenten gewählt.



### IM INTERVIEW mit Martin Osterwalder

■ Durchgeführt von Gabriel Vilajic

**Gratulation zu Ihrer neuen Herausforderung als Präsident des Fördervereins H2 Mobilität Schweiz. Sie sind nun seit einigen Monaten im Amt. Was beschäftigt Sie am meisten?**

Am meisten beschäftigen mich die Energiepreise. Als wir mit dem Projekt gestartet sind, waren die Preise auf einem Niveau von rund CHF 40/MWh! Heute sind wir immer noch dreimal so hoch. Auf diesem Niveau ist es natürlich schwierig, das System zu skalieren.

Wir sind ebenfalls mit der Anbindung (Ausweitung des Netzes, Anbindung an ausländische Netze,

Pipelines etc.) noch nicht so weit wie andere Länder, da gewisse Gesetze noch nicht angepasst und die Bewilligungsverfahren noch viel zu kompliziert sind.

**Was sind die derzeitigen Projekte des Fördervereins H2 Mobilität und welche Ziele haben Sie sich für die nächsten Jahre gesetzt?**

Aktuell sind 17 Wasserstofftankstellen in Betrieb, die die Schweiz von Ost nach West abdecken – weitere sind in Planung, um auch die Südkantone abzudecken. Weitere und allenfalls grössere Wasserstoffproduktionsanlagen sollen ebenfalls entstehen. Des Weiteren wäre es natürlich wünschenswert, dass wir das System mit weiteren H<sub>2</sub>-LKW bestücken könnten.

**Können Sie unseren Leserinnen und Lesern erklären, was Wasserstoff als Energieträger so besonders macht?**

Wasserstoff ist überall in der Atmosphäre zu finden – leider nur in gebundener Form. Mit Energie kann ich ihn jedoch fast unbegrenzt herstellen, d. h. er ist in grossen Mengen vorhanden. Mangel an Wasserstoff wird es demnach nie geben. Überzeugend an der Nutzung des Wasserstoffs als Energieträger ist der emissionsfreie Kreislauf: Einziger Ausstoss ist Wasserdampf und diesen, sprich das Wasser, braucht es wieder zur Herstellung von Wasserstoff.

**In welchen Bereichen sehen Sie die vielversprechendsten Anwendungen für Wasserstoff und wie kann dieser Energieträger dazu beitragen, den Verkehrssektor zu dekarbonisieren?**

Die sinnvollsten Anwendungen sehe ich zurzeit im Schwerverkehr. Hier ist der Nutzen des Einsatzes von Wasserstoff am grössten.

**Welche Hindernisse müssen überwunden werden, um Wasserstoff als weit verbreiteten Energieträger zu etablieren? Wie gehen Sie mit den Bedenken hinsichtlich der Sicherheit und Speicherung von Wasserstoff um?**

Wie schon bei der ersten Frage erwähnt, braucht es auf politischer Ebene noch gewisse Vorstösse und Unterstützungsbereitschaft. In Bezug auf die Sicherheit ist Wasserstoff nicht bedenklicher als fossile Treibstoffe. Da Wasserstoff das leichteste Element ist, weicht er innert kürzester Zeit nach oben in die Atmosphäre aus.

**Welche Auswirkungen wird die Wasserstoffwirtschaft auf die Energiebranche und die Wirtschaft im Allgemeinen haben? Wie können die Kosten für die Wasserstoffproduktion und -infrastruktur langfristig gesenkt werden?**

Wasserstoff könnte durchaus als Energieträger in der Industrie eingesetzt werden. Hierzu bräuchte es allerdings die nötigen Pipelines und grosse Wasserstoffproduktionsanlagen. Bei einem Industrieneubau könnten solche Ideen mit in die Planung einfließen.

Leider sind die Kosten der Wasserstoffproduktion noch immer zu hoch. Beim Einsatz von erneuerbarer Energie, z. B. aus einem Windpark, könnte der Gebrauch von Strom zur Produktion von Wasserstoff erheblich reduziert werden, was eine langfristige Kostenreduktion mit sich bringen würde.

Zudem bräuchte es geeignete Speicher für grosse Wasserstoffmengen. Gewisse Projekte in diese

Richtung sind im Ausland bereits am Laufen.

**Welche Art von politischer Unterstützung und regulatorischen Rahmenbedingungen sind notwendig, um die Wasserstoffindustrie zu fördern?**

Gesetzliche Rahmenbedingungen sind elementar für den weiteren Ausbau der Wasserstoffindustrie. Wasserstoff als Energieträger muss auf die gleiche Ebene wie Erdgas oder Strom bugsiert werden.

**Wie wichtig ist die internationale Zusammenarbeit, um eine Wasserstoffwirtschaft aufzubauen, und welche geopolitischen Faktoren spielen eine Rolle?**

Eine internationale Zusammenarbeit ist meiner Meinung nach unabdingbar. Geopolitische Faktoren spielen eine grosse Rolle in Bezug auf die «Pipelineerstellung über die Grenzen hinweg».

**Wie sehen Sie die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in zehn Jahren?**

Ich bleibe optimistisch, dass in Bezug auf die Wasserstoffwirtschaft noch vieles geschehen wird. Der Schwerverkehr wird in zehn Jahren vermehrt mit Wasserstoff betrieben, und in der Industrie wird Wasserstoff vermehrt eingesetzt sein.

**Was macht Wasserstoffprojekte für Investoren attraktiv und wie sichern Sie die Finanzierung solcher Projekte?**

Das Hauptargument ist, dass Wasserstoff als plausible zukünftige Alternative zu den herkömmlichen Energieträgern betrachtet werden kann. Man muss daran glauben, dass bei diesem Thema noch vieles gehen wird. Investoren mögen spannende Projekte. ■



## Die Kantone kritisieren den Bundesrat

Wasserstoff gilt als einer der Schlüssel für den Klimaschutz, doch die Schweiz droht den Anschluss zu verpassen.

### Historisches Ja

Seit dem Ja zum Klimaschutzgesetz am 18. Juni ist es in der Schweiz offiziell: Bis 2050 soll das Land keine CO<sub>2</sub>-Emissionen mehr produzieren. Die damit verbundenen Herausforderungen sind gewaltig, insbesondere wenn es darum geht, genügend Wasserstoff zu importieren. Wasserstoff, hergestellt aus erneuerbaren Energien, soll in der Industrie und der Energieversorgung fossile Brennstoffe ersetzen.

### Die Kantone schlagen Alarm

In einem Schreiben an den Bundesrat, verfasst von der Konferenz der Energiedirektoren der Kantone (EnDK), werfen sie der Regierung Untätigkeit vor und warnen davor, «noch mehr wertvolle Zeit» bei der Entwicklung einer Wasserstoffinfrastruktur zu verlieren.

Besondere Sorge bereitet den Kantonen die Entwicklung des Wasserstofftransportnetzes in Europa. Es ist inzwischen offensichtlich, dass Europa und die Schweiz in Zukunft auf den Import grosser Mengen Wasserstoff angewiesen sein werden. Die aktuellen

Pläne der Europäischen Union sehen jedoch ein Leitungsnetz vor, das die Schweiz umgeht und stattdessen über Italien, Österreich und Deutschland verläuft.

### Es muss schneller gehen

Die Schweiz verfügt über eine bestehende Erdgasleitung, die zur Wasserstoffversorgung in Europa genutzt werden könnte. Die fehlenden klaren Wasserstoffziele der Schweiz werden von den Kantonen kritisiert, und sie fordern den Bundesrat auf, seine Wasserstoffstrategie schnell zu verabschieden. Die Kantone drängen auch darauf, das Thema Wasserstoff in die laufenden Sondierungsgespräche mit der EU über das Stromabkommen aufzunehmen und eine Absichtserklärung zur Integration in den europäischen Wasserstoffmarkt zu unterzeichnen. ■

Quelle: NZZ-Artikel vom 08.07.2023

## Hat die EU-Strategie das Potenzial zum Aufbau eines europäischen Wasserstoffmarktes?

Der Aufbau eines grünen Wasserstoffmarktes ist für die Erreichung der Klimaziele und die Unterstützung des Energiesystems wesentlich. Mit der Verabschiedung einer Wasserstoffstrategie hat die EU den Startschuss für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft gegeben. Ist die EU mit ihren Massnahmen auf der Überholspur oder in die Defensive geraten?

Die 2020 verabschiedete Wasserstoffstrategie der EU hat das Ziel, parallel zueinander die Produktion und die Nachfrage von Wasserstoff zu erhöhen, eine Infrastruktur zu schaffen sowie den Markt mithilfe von CO<sub>2</sub>-freien Zertifizierungen aufzubereiten.

### Mit konkreten Gesetzgebungen zum Ziel

Die Massnahmen der Wasserstoffstrategie setzen sich aus konkreten Gesetzgebungen zusammen und sind für alle EU-Mitgliedstaaten verpflichtend. Das Fit-for-55-Paket zielt beispielsweise darauf ab, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % zu reduzieren. Nach der gewaltsamen Invasion Russlands in die Ukraine wurde im Jahr 2022 in kürzester Zeit RepowerEU ins Leben gerufen, das die Unabhängigkeit von russischem Gas innerhalb der folgenden sechs Jahre verfolgt. Die Strategie wird durch den gezielten Einsatz von Geldmitteln, klaren Begrenzungen für den Zuspruch sowie Beschleunigungen für Bewilligungsverfahren gestützt.

### Ist die EU auf der Überholspur?

Die EU verfolgt im Vergleich zu den USA einen ganz unterschiedlichen Ansatz, um die Wasserstoffwirt-

schaft voranzutreiben. Die USA profitieren von einer unternehmerischen Gesamteinstellung, bei der schneller in neue Technologien investiert wird. Zudem hat der Fokus auf Wasserstoff-Hubs den Vorteil, dass die nötigen Kompetenzen vor Ort gesammelt werden können. Die EU-Strategie hingegen ist sehr strukturiert und wird durch die gegenseitige Abhängigkeit der Mitgliedstaaten gestärkt. Mit der Planung der benötigten Infrastruktur, wie beispielsweise Wasserstoffpipelines, gezielte Budgetverfügbarkeit sowie beschleunigte Bewilligungsverfahren, hat die EU aus Sicht von Green Hydrogen das grössere Potenzial, einen ganzheitlichen Wasserstoffmarkt aufzubauen. ■



Dr. Christian Weinberger, Strategy Adviser – Green Hydrogen, Hydrogen Advisers

## Weltweit aufstrebende Wasserstoffwirtschaft – Länderanalyse und Perspektiven

Hitzewellen, Dürren, Überflutungen, Eisschmelze, Wirbelstürme – die verheerenden Auswirkungen des Klimawandels sind weitgehend bekannt. Für das Energiesystem der Zukunft wird ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien, der Speicher und der Netze benötigt. Dabei setzen viele Länder auf den Einsatz von Wasserstoff – in der strategischen Planung gibt es jedoch zahlreiche Unterschiede.



Dr. Ulrich Glotzbach, Leiter Themenschwerpunkt Energie, Ressourcen, Nachhaltigkeit, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften hat mit ihrem H2-Kompass 22 Länderstrategien analysiert, wobei Einigkeit über die grosse Menge an benötigtem Wasserstoff herrscht. Die meisten Länder haben sich hohe Ziele gesetzt, die aus der Sicht von acatech in erster Linie neue Denkmuster, internationale Energiepartnerschaften, Pipelineinfrastrukturen sowie die Transformation des Energiesystems erfordern.

### Zentrale Unterschiede im Vergleich

Alle Länderstrategien sehen die Wasserelektrolyse mithilfe von Wasserstoff vor, und ein Grossteil plant

für die Elektrolyse die Nutzung von erneuerbarem Strom. Die Slowakei hat als einziges Land festgelegt, keinen Netzstrom zu verwenden. Länder wie die USA oder Japan gehen davon aus, dass Wasserstoff im PKW-Bereich sehr kurzfristig angewendet werden kann – dagegen ist dieser in Deutschlands Strategie nicht aufgeführt. Die Nutzung von Wasserstoff wird in der Industrie unterschiedlich gewichtet – für die EU spielt Wasserstoff unter anderem in der Stahlindustrie eine zentrale Rolle.

### Ist die globale Wasserstoffwirtschaft erreichbar?

Der H2-Kompass zeigt, dass die Mehrheit der europäischen Länder aufgrund ihrer weniger vorteilhaften Bedingungen für erneuerbare Energien eine Importstrategie verfolgt. Während sich Österreich bis 2030 ein Gigawatt Elektrolyseleistung vorgenommen hat, plant Dänemark im gleichen Zeitraum sogar vier bis sechs Gigawatt installierte Elektrolyseleistung ein. Das Land hat zudem für den Ausbau des Energiesystems ein einzigartiges Projekt in Planung: Auf künstlichen Inseln sollen bis 2030 Windparks erbaut werden. Transportiert wird der vor Ort hergestellte Wasserstoff mithilfe von Pipelines. ■

## Solwin Booster: Beschleunigung des Hochlaufs von Wasserstoffimporten

Wasserstoff ist für die Energiezukunft für fast alle Industrien unentbehrlich. Die Klimaneutralität kann nur gelingen, wenn ein grossflächiger Umstieg auf eine Wasserstoffwirtschaft stattfindet.



Matthias Braun, Senior Adviser, Aramco Research Center Paris

Als grösstes Energieunternehmen der Welt hat sich Aramco zum Ziel gesetzt, auf grünen Wasserstoff zu fokussieren. Für die Herstellung verfolgt das Unternehmen in erster Linie den klimaneutralen Weg mit Sonnen- und Windenergie. Mit der Planung der Kunststadt Neom in Saudi-Arabien, wo Wasserstoff- und E-Fuel-Projekte aufgesetzt werden sollen, setzt Aramco ein wichtiges Zeichen im Bereich der Nachhaltigkeit.

### Der Wandel in der Mobilität

Aramco wird weiterhin den Ansatz von Verbrennungsmotoren verfolgen. Im Vergleich zu den aktuell rund 1,7 Milliarden Verbrennerfahrzeugen weltweit und 30 Millionen Batteriefahrzeugen wird ersichtlich, dass eine globale Klimawende nur zu schaffen ist, wenn der Bestand der Batteriefahrzeuge erhöht wird.

Als Automobilland spielt Deutschland in der EU und auch für die Schweiz eine wichtige Rolle. Es ist bereits heute eine Realität, dass Unternehmen in Länder mit Batteriewerken wie die USA abwandern. Für die stetig wachsende Weltbevölkerung braucht es ausserdem weitere, bezahlbare Lösungen, beispielsweise Wasserstoffverbrenner und Brennstoffzellenfahrzeuge.

### Die nächsten Schritte

Für eine Wasserstoffwirtschaft kann Europa sich die amerikanische Herangehensweise zum Vorbild nehmen: Während in Europa noch grösstenteils viel Zeit mit Vorschriften und Regularien verloren geht, nehmen die USA eine handelnde Rolle ein und legen den Fokus auf die Arbeitsplätze statt auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung. Zudem sind Wasserstoffimporte für die benötigte Menge von grösster Wichtigkeit. Nebst dem grünen Wasserstoff soll auch die Weiterentwicklung der Verbrennertechnologie mit synthetischen Treibstoffen eine Rolle spielen.

### Das Energiesystem der Zukunft

Aus der Sicht von Aramco muss zudem das Öl gefördert und mehr mit der Tec-Industrie zusammengearbeitet werden, um den ganzen Bedarf an Energie sowie die Verteilung vervollständigen zu können. Zudem bedarf es verlässlicher Infrastrukturen und kostengünstiger Energiepreise. ■

## Wasserstoff mit negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Dekarbonisierung industrieller **Hochtemperaturprozesse**

Industrielle Hochtemperaturprozesse kommen hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen zunehmend in den Fokus. Mit pyrolytisch aus Methan erzeugtem Wasserstoff können diese Emissionen deutlich reduziert werden – bei der Verwendung von erneuerbarem Methan sogar auf negative Emissionswerte. Negative Emissionen sind notwendig, um das Netto-Null-Ziel zu erreichen.

Die Klimaziele setzen sich aus zwei Anforderungen zusammen: erstens die vollständige Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Netto-Null und zweitens die Umsetzung bis 2050. Diese Ziele beinhalten neben der vollständigen Reduktion der Emissionen zusätzlich die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre, um unvermeidbare Emissionen zu kompensieren. In der Schweiz stellen die industriellen Hochtemperaturprozesse – beispielsweise in der Metallverarbeitung – die drittgrösste Energieverbrauchergruppe dar. Ein grosser Teil dieser Hochtemperaturprozesse basieren auf Erdgas oder Erdöl und verursachen entsprechend hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### Netto-Null bis 2050 – eine Utopie?

Erst wenn die Schweiz zusätzlich zum vollständigen Verzicht auf fossile Energieträger auch Massnahmen zur Erreichung negativer Emissionen im grossen Stil umsetzt, wird das Netto-Null-Ziel erreichbar. Da die Substitution von fossiler Energie durch erneuerbare nicht schnell genug vorwärtskommt, werden negative Emissionen voraussichtlich an Bedeutung gewinnen.

### Aufbau eines Wasserstoff- und Kohlenstoffmarktes

Aus Sicht der Empa bringt das Pyrolyseverfahren zur Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbarem Methan gleich zwei grundlegende Vorteile mit sich: Der Ansatz führt zu Wasserstoff mit negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen, da einerseits der Atmosphäre für die Herstellung des Methans mehr Kohlenstoff entnommen als anschliessend wieder ausgestossen wird und da andererseits der dabei entstandene feste Kohlenstoff als neuer Rohstoff für die Verwendung in der Bau- oder in der Landwirtschaft weiterentwickelt werden kann. Somit lässt sich der Wasserstoff für die Dekarbonisierung industrieller Prozesse sowie der Kohlenstoff in geeigneter Form auf den Markt bringen. ■



Christian Bach, Abteilungsleiter Fahrzeugantriebssysteme, Empa

## **H<sub>2</sub>-Infrastruktur** für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr – Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven

Weltweit investieren Nutzfahrzeughersteller derzeit in die Serienherstellung von Nutzfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieben. Der Markthochlauf findet statt – es bedarf jedoch einer Ausweitung der Wasserstofftankstelleninfrastruktur.

In Deutschland soll die Klimaneutralität bis 2045 umgesetzt werden, als Zwischenziel muss bis zum Jahr 2030 im Transportbereich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 65 % erreicht werden: von 144 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 85 Millionen Tonnen – was mehr als einer Halbierung entspricht. Dabei macht der Schwerlastverkehr 50 % der Gesamtemissionen im Strassengütertransport aus.

### Betankungsoptionen für grössere Reichweiten

Aktuell werden die Nutzfahrzeuge überwiegend mit 350 bar Druckwasserstoff betankt und sind auf eine Reichweite von ca. 400 Kilometer begrenzt – bedingt durch den verfügbaren Bauraum und die Energiedichte. Der Schwerlastverkehr fordert jedoch eine Reichweite von 1000 Kilometern, was nur durch mehr Wasserstoff an Bord zu erreichen ist. Zukünftige H<sub>2</sub>-Tankstellen für LKWs benötigen mehrere Tonnen Wasserstoff pro Tag, der Bedarf ist abhängig vom Standort. Für sehr hohe Abnahmemengen ist die Anbindung an ein Pipelinetransportnetz eine realistische Option.

### Erweiterte Tankstellenkonzepte

Um eine Betankungsleistung von mehreren Tonnen pro Tag zu erreichen, werden erheblich grössere



Dr. Volker Banhardt, Senior Manager Industrienetzwerk, e-mobil BW GmbH

Wasserstoff-Speicherkapazitäten und -Verdichtungsleistungen an den Tankstellen erforderlich. Aktuell sind dazu zwei Optionen in der Diskussion: Die Option 700 bar Druckwasserstoff ist relativ gut untersucht und nahezu serienreif entwickelt. Bei der Betankung mit Flüssigwasserstoff gibt es dagegen noch mehrere technische Fragen zu klären. Für die angestrebten grossen Mengen bietet flüssiger Wasserstoff aufgrund der höheren Speicherdichte durchaus Vorteile und sollte ggf. zur Serienreife geführt werden. Es ist aber zu beachten, dass die Bereitstellungskapazität für Flüssigwasserstoff momentan europaweit stark limitiert ist. Auch bei den aktuellen Betankungsprotokollen für grosse Reichweiten mit dem Ziel 15 Minuten Betankungszeit ist noch Entwicklungsarbeit zu leisten. ■

## Schweizer LowCost-Wasserstofftankstelle

Das IET erarbeitet mit ihren Partnern ein kostengünstiges Wasserstofftankstellenkonzept. Das innovative Projekt soll die Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz vorantreiben.



Silvan Schmid, Projektleiter Wasserstoff & PtX,  
OST – Ostschweizer Fachhochschule

Das IET Institut für Energietechnik der Ostschweizer Fachhochschule bietet für ihre Kunden und Partner interdisziplinäre und übergreifende Forschung und Dienstleistung an – vom Bereich elektrische Energietechnik über Windkraft bis hin zu Power-to-X. Neben diversen anderen Projekten entwickelt das IET im Rahmen eines Innosuisse-Projektes gemeinsam mit seinen Partnern eine Schweizer LowCost-Wasserstofftankstelle.

### Die Vision

Der Prototyp der Swiss LowCost Hydrogen Refuelling Station setzt sich – stark vereinfacht betrachtet – aus einem 20-Fuss-Container mit zwei Kompressoren und Speicherflaschen auf dem Dach sowie entsprechenden Kühlaggregate zusammen. Die Versorgung mit Wasserstoff wird über Trailersysteme erfolgen. Der Prototyp der kompakten Wasserstofftankstelle bildet die Basis für ein modular aufgebautes Konzept, das drei Serienmodule umfasst und so an

die jeweiligen Kundenbedürfnisse angepasst werden kann: ein Basismodul zur Betankung von Bussen und LKWs mit 350-bar-Tanksystem, ein Zusatzmodul für 350 bar zur Verkürzung der Betankungszeiten sowie ein Zusatzmodul zur Betankung von PKWs mit 700-bar-Tanksystem. Damit sollen etwa sechs bis acht LKWs und bis zu sechs PKWs in 12 Stunden betankt werden können.

### Vorgehen und Ausblick

Im Hinblick auf möglichst tiefe Kosten wurden die Komponentenevaluation und das Anlagendesign auf der Grundlage von Erkenntnissen aus einem eigens entwickelten Tool zur Simulation von Wasserstofftankstellen und ihren Betankungsvorgängen erstellt. Des Weiteren konnte mit der Simulation schon im Vorfeld das zu erwartende thermische Verhalten einiger Schlüsselkomponenten abgeschätzt werden, worauf nun in der Umsetzung entsprechend reagiert wurde. Aktuell befindet sich der Prototyp in der Bauphase. Danach folgt eine geordnete Inbetriebnahme. Der Projektabschluss ist für Frühling 2024 geplant, und der Feldtest erfolgt im Anschluss. ■

## Leitungsgebundener H<sub>2</sub>-Transport in der Schweiz: Status und Ausblick

Die Gasinfrastruktur kann mit dem Einsatz von klimaneutralen Gasen und Wasserstoff einen wichtigen Beitrag zur Klimaneutralität leisten. Ist die Transformation des Schweizer Gasnetzes umsetzbar?



Dr.-Ing. Bettina Bordenet, Fachspezialistin Erneuerbare Gase,  
Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW

Der SVGW ist hauptsächlich tätig als Regelwerksetzer im Bereich Gas, Wasser und Fernwärme und sieht den Energieträger Wasserstoff als Schlüsselement im künftigen Energiesystem. Zum 1. April 2023 wurde das Regelwerk H1000 veröffentlicht, das eine Empfehlung zu Planung, Bau und Betrieb von Wasserstoffrohrleitungen beinhaltet.

### Umwidmung bestehender Rohrleitungen

Im Vergleich zu Methan verfügt Wasserstoff nur über einen Drittel des Energiegehaltes. Aufgrund seiner kleineren Dichte kann Wasserstoff jedoch mit höherer Geschwindigkeit durch die Leitungen strömen und erzeugt einen geringeren Druckverlust. Ein kompletter Wechsel von Erdgas auf Wasserstoff

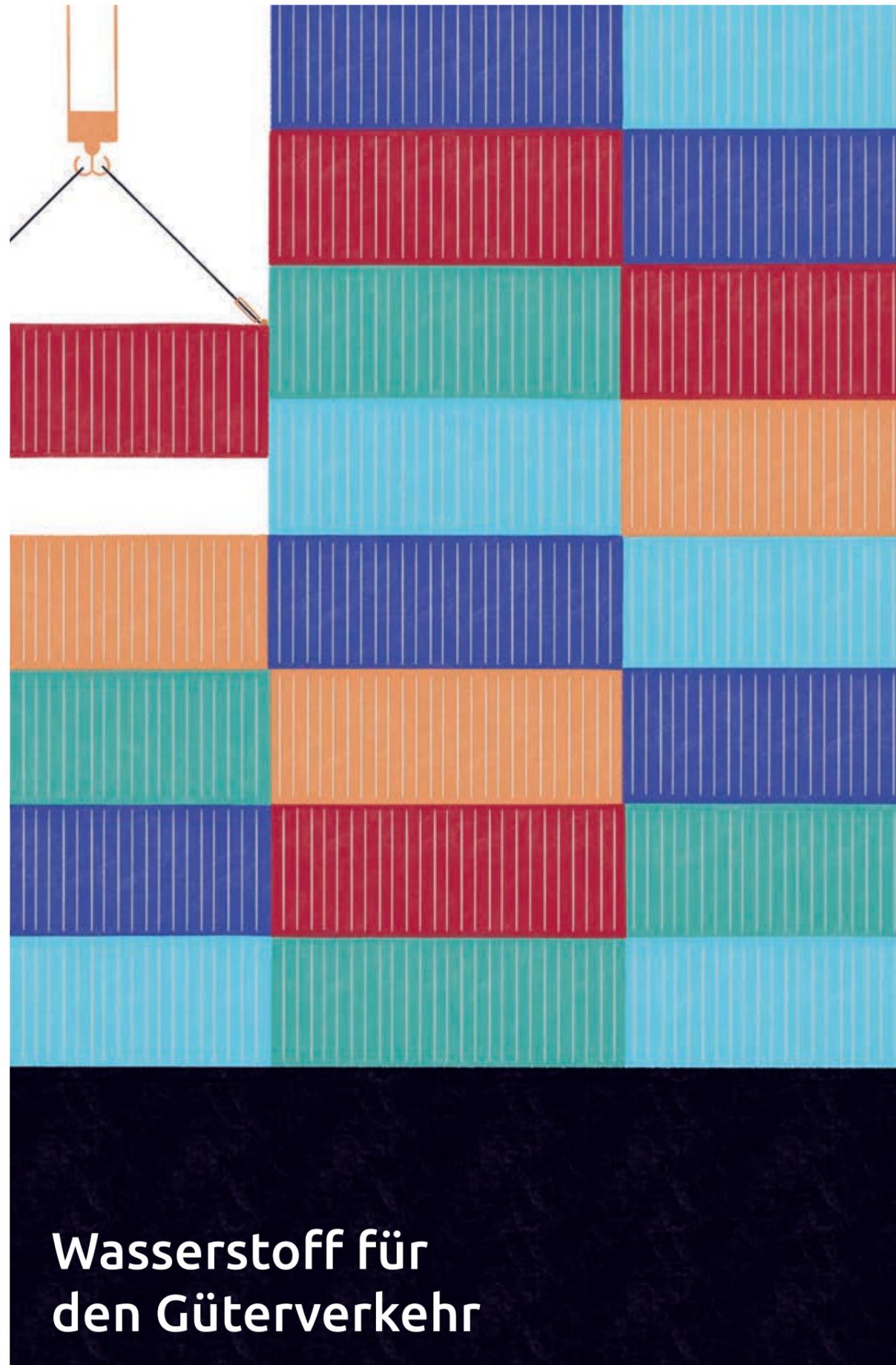
würde 85 bis 90 % der energetischen Transportkapazität bei gleichem Druck und Durchmesser erzielen.

### Transformation des Schweizer Gasnetzes

Gemäss einer Studie des Energieunternehmens Energie 360° besteht das Schweizer Gasnetz aus 55 % Kunststoffleitungen, 35 % Stahlleitungen und einem Restanteil an Duktillgussleitungen. Während die 10 % Duktillgussleitungen nicht für Wasserstoff genutzt werden könnten, sind die 90 % Kunststoff- und Stahlleitungen zu 100 % wasserstofftauglich. Demnach kann die bestehende Infrastruktur in der Schweiz grösstenteils genutzt werden. Der SVGW ist der Meinung, dass die kostengünstige Transformation den Einsatz von erneuerbaren Gasen als auch Wasserstoff beinhaltet.

### Auf dem richtigen Weg

Die Schweiz verfügt über lokale Wasserstoffinfrastrukturen und erste Projekte für Wasserstoffrohrleitungen. Diese Rohrleitungsanlagen haben das Potenzial, nebst dem Mobilitätssektor auch weitere Industrien zu versorgen. Mit einem Anschluss an das European Hydrogen Backbone könnten die Anlagen zudem in eine nationale und europäische Wasserstoffinfrastruktur eingebettet werden. ■



## Wasserstoff für den Güterverkehr

## Wasserstoff für **schwere Nutzfahrzeuge**: Technologievergleich, Kosten und Entwicklungsmöglichkeiten

Im aktuellen Markt belaufen sich etwa 80 % des Transportvolumens in der EU auf den Langstrecken- und Schwerlasttransport. Die hohen Fahr- und Transportleistungen ergeben einen grossen Markt für potenzielle Brennstoffzellenfahrzeuge.

Im regionalen Verteilerverkehr liegt die jährliche LKW-Fahrleistung bei rund 80'000 Kilometern pro Fahrzeug, im Langstreckenverkehr wird für das Jahr 2030 mit etwa 120'000 Kilometern gerechnet. Obwohl die batterieelektrische Technologie einen geringeren Energieverbrauch aufweist, erreichen Wasserstoffbrennzellen-LKWs eine längere Reichweite pro Tankfüllung. Somit ist die batterieelektrisch betriebene Technologie besser zur Dekarbonisierung von kleineren Fahrzeugen geeignet, während Brennstoffzellenfahrzeuge für die Langstrecken- und Schwerlasttransporte eingesetzt werden sollten.

### Grosses Potenzial der Brennstoffzellentechnologie

Bereits heute werden einige Projekte im Bereich Brennstoffzellenfahrzeuge umgesetzt, und in den kommenden Jahren ist ein Hochlauf geplant. Neben den konventionellen Kauf- und Nutzungsmodellen sind auch bereits Pay-per-Use-Modelle verfügbar. Gemäss einer Studie von ICCT sind wasserstoffbetriebene Schwerlast-LKWs zurzeit noch deutlich teurer in den Gesamtkosten als konventionelle Dieselfahrzeuge; mit fortschreitender Technologiereife soll jedoch ca. 2030 eine Kostenparität zwischen Diesel und Wasserstoff erreicht werden.

### H2Haul - Ein wichtiges Projekt zur Markteinführung

In Zusammenarbeit mit zwei grossen europäischen LKW-Herstellern, IVECO und VDL, werden im Rahmen des H2Haul-Projekts 16 Schwerlast-Langstrecken-LKWs hergestellt und in Belgien, Frankreich, Deutschland und der Schweiz betrieben. In der Schweiz sind vier Fahrzeuge geplant, die eine Reichweite von 60'000 bis 85'000 Kilometern pro Jahr erreichen sollen. Neben den Fahrzeugen werden an jedem Standort auch die Wasserstofftankstellen aufgebaut. Das Projekt soll die Markteinführung von LKWs mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb in Europa vorantreiben. ■



Markus Schwenk, Senior Consultant, Sphera Solutions GmbH

## H2 Mobilität Schweiz: Wo stehen wir?

Der Förderverein H2 Mobilität Schweiz arbeitet nach einem Drei-Säulen-Prinzip, das ein flächendeckendes Wasserstoff-tankstellennetz, Produktionsanlagen für grünen Wasserstoff sowie Lastwagen umfasst. Dieses Wasserstoffökosystem leistet mit dem emissionsfreien Kreislauf einen wesentlichen Beitrag zu den CO<sub>2</sub>-Zielen im Strassenverkehr.



Martin Osterwalder, Co-CEO, Osterwalder St. Gallen AG

Derzeit sind 17 Wasserstofftankstellen in Betrieb, die die Schweiz von Ost nach West abdecken – weitere sind in Planung, um auch die Südkantone abzudecken. Bisher wurden rund 700'000 Kilogramm grüner Wasserstoff betankt, und auf einer gefahrenen Strecke von 7 Millionen Kilometern konnten 8 Millionen Kilogramm CO<sub>2</sub> eingespart werden. Der alternative Treibstoff wird in zwei Anlagen mithilfe von Wasserkraft hergestellt – einerseits in Niedergösgen und andererseits in Kubel.

### Bisherige Learnings

In den Jahren 2020 und 2021 war das Verhältnis von Verbrauch der Lastwagen und Wasserstoffproduktion nicht im Gleichgewicht: Die Produktionsanlage konnte nicht mehr so viel Wasserstoff wie benötigt

produzieren. Die Kunst des Drei-Säulen-Prinzips besteht also darin, die drei Säulen parallel hochzuführen. Des Weiteren wurde festgestellt, dass eine Tankstelle an einem Ort oft nicht ausreicht. Um dem Wasserstoffmangel oder technischen Problemen entgegenzuwirken, werden mittlerweile mehrere Tankstellen in der Nähe einer Produktionsanlage errichtet.

### Der Weg zur Wasserstoffmobilität

Für eine erfolgreiche emissionsfreie Mobilität sind komplizierte Bewilligungsverfahren sowie die Logistik eine Herausforderung. Momentan wird der Wasserstoff mit Hydrospider-Containern zur Tankstelle transportiert – für die zukünftig benötigte Menge muss jedoch eine Verteilung über ein Pipelinesystem oder das Erdgasnetz erfolgen. Weitere wichtige Grundlagen sind politische Rahmenbedingungen, eine sektorübergreifende Gesetzgebung sowie die Anbindung ans European Hydrogene Backbone. Zudem müssen die Gesamtbetriebskosten der Fahrzeuge gesenkt werden, sodass kein Nachteil beim Einsatz von Wasserstofffahrzeugen entsteht, sowie neue bedürfnisgerechte Preismodelle eingeführt werden. ■

## Quantron's 360° Ecosystem

Momentan findet eine Transformation in der Nutzfahrzeugbranche und im Bereich Infrastruktur statt. Um die Energie-revolution voranzutreiben, sind neue Ansätze erforderlich.

Quantron ist ein Plattformanbieter für nachhaltige Transportlösungen, die auf eine digitale Plattform setzen. Sie bieten ganzheitliche, kundenorientierte Lösungen für den emissionsfreien Transport mit Strom und Wasserstoff im Pay-per-Use-Modell. Quantron baut starke Partnerschaften auf und hat über 30 Unternehmen in der Clean Transportation Alliance vereint, die Technologie und Services für Quantron-as-a-Service bereitstellen. Als Orchestrator bündelt Quantron kundenspezifische Leistungen und Technologien in individuellen Angeboten.

### Es gibt nicht die eine Lösung

Europa verfolgt ambitionierte Ziele: Bis 2030 sollen ca. eine Million Fahrzeuge mit alternativen Antrieben auf Europas Strassen fahren. Die Produktionskapazitäten, insbesondere für die Lade- und Wasserstoffinfrastruktur, müssen erst noch geschaffen werden. Um eine schnelle Transformation hin zu klimaneutraler Mobilität zu erreichen, braucht es jede Technologie, welche das Ziel erreicht, das bedeutet batterieelektrische und Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge.

### Ausbau der Infrastruktur

In einem Joint Venture baut Quantron ein Wasserstofftankstellennetz auf und kann heute europaweit auf eine bestehende Infrastruktur mit 2400 Tankstellen zugreifen. Diese sind noch nicht alle auf Wasserstoff umgerüstet, werden aber bei zunehmender Anzahl von Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeugen auf Wasserstoff umgestellt werden. Der Kunde profitiert vom Ausbau der Tankstellen und

kann auf eine verlässliche Betankungsinfrastruktur zugreifen.

### Brennstoffzellentechnologie statt Dieselantrieb

Mit dem wasserstoffbetriebenen Schwerlast-LKW QHM FCEV AERO hat Quantron zudem aufgezeigt, dass es künftig möglich sein wird, eine Sattelzugmaschine mit Dieselantrieb durch die Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie zu ersetzen, ohne Nutzungseinschränkungen in Kauf nehmen zu müssen. Die Wasserstofftanks sind komplett ins Chassis integriert und führen 54 kg Wasserstoff bei 700 bar mit. Dies ermöglicht eine Reichweite von 700 Kilometern pro Tankfüllung. Mit einer Betankungszeit von nur 15 Minuten sind tägliche Reichweiten von weit über 1000 Kilometern möglich. Die Nachteile eines vergleichbaren batterieelektrischen LKWs wie reduzierte Nutzlast aufgrund des hohen Batteriegewichts und lange Ladezeiten prädestinieren die Brennstoffzellentechnologie für den schweren Fernverkehr beim emissionsfreien Transport. ■



Reto Leutenegger, Managing Director, Quantron AG

## Leichte Nutzfahrzeuge mit Wasserstoff und Brennstoffzelle

Leichte Nutzfahrzeuge gehören dazu, wenn es um die Grundbedürfnisse unserer Gesellschaft geht. Für die Dekarbonisierung kommen wir nebst der batterieelektrischen Technologie nicht ohne den Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeugen aus.

Die batterieelektrischen Fahrzeuge sind auf dem Vormarsch, für die leichten Nutzfahrzeuge wird im Jahr 2030 ein Verkaufsanteil von über 70 Prozent prognostiziert. Ein Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeug bringt ergänzend zur batterieelektrischen Technologie einige entscheidende Vorteile mit sich: die Betankung der Fahrzeuge innerhalb von drei Minuten, eine höhere Reichweite sowie die Unabhängigkeit vom Stromnetz und dessen Kapazitäten.

### So gelingt die Markteinführung

Alle technologischen Hürden wurden über die letzten zwanzig Jahre hinweg bewältigt. Was sind die Herausforderungen für die Markteinführung der Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge? In erster Linie braucht es die grossindustrielle Produktion von grünem Wasserstoff, ein umfassendes Wasserstofftankstellennetz sowie eine Steigerung der Produktionsmengen, um die aktuell noch hohen Systemkosten zu senken. Opel/STELLANTIS hat Deutschland und Frankreich als erste Märkte für leichte Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb definiert, da in beiden Ländern bereits ein erstes Wasserstofftankstellennetz sowie öffentliche Förderprogramme in diesem Bereich bestehen.

### Zukunftsträchtiges Fahrzeugkonzept

Technisch hat Opel/STELLANTIS für die leichten Nutzfahrzeuge mit dem sogenannten Mid-Power-System einen cleveren Ansatz gewählt, der es ermöglicht, dass der Laderaum im Vergleich zum Verbrennungsmotor- oder Batteriefahrzeug komplett erhalten bleibt. Zudem können die Fahrzeuge in drei Minuten betankt werden und verfügen über eine Reichweite von 400 Kilometern, bieten also eine Null-Emissions-Lösung für Kunden, die häufig lange Strecken fahren oder vom Betrieb der Fahrzeuge her auf das klassische Tankstellenmodell angewiesen sind. ■



Dr. Lars Peter Thiesen, Leiter Einführungsstrategie Wasserstoff & Brennstoffzelle, Opel/STELLANTIS

## Klimaneutrale Gebäude: Welche Rolle spielt Wasserstoff?

Für eine Klimaneutralität bis 2050 muss nebst der Steigerung von Energieeffizienz, Anlagenmodernisierung und erneuerbaren Energieträgern die Wasserstofftechnologie in den Gebäuden Einzug halten.



Martin Rauen, Leiter Akademie, Viessmann (Schweiz) AG

Die Schweiz steht bezüglich ihrer Stromproduktion vor einer grossen Herausforderung. Der Wasserkraftanteil liegt bei rund 60 %, erneuerbare Energie aus Fotovoltaik bei knapp 8 %, ein Drittel der Stromproduktion wird aus Kernkraftwerken sowie 2,3 % aus konventionellen Kraftwerken geschöpft. Ein Ausbau der Wasserkraft gestaltet sich aufgrund des fehlenden Wassers schwierig, und die Fotovoltaik schreitet zu wenig schnell voran.

### Dekarbonisierung der Gebäude

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz schreibt vor, dass in einem Gebäude maximal ca. 20 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Quadratmeter Energiebezugsfläche produziert werden darf. Zur Erreichung dieses Ziels und zur Verminderung der Elektrifizierung muss der Ausbau von Wärmepum-

pen – der in der Schweiz bereits heute ca. 80 % des Gesamtmarkts ausmacht – gesteigert werden. Zudem bietet der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger grosses Potenzial.

### Chancen für den Wärmemarkt

Wasserstoff im Wärmemarkt kann zu einer raschen Etablierung der Wasserstoffwirtschaft beitragen. Bereits heute ist es möglich, dem bestehenden Erdgasnetz 20 % Wasserstoff beizufügen. Beim Heizen mit Wasserstoff für die Wärmegewinnung entsteht 100 % Wasserdampf, und es entstehen weniger Emissionen von Treibhausgasen beim Einsatz in den Heizgeräten. Viessmann entwickelt bis 2026 einen Grossteil des Gas-Heizungsprogramms zu 100 % wasserstofffähig weiter und ist an der Planung von SmartQuart-Projekten: klimaneutrale Quartiere, die mit Wasserstoff versorgt werden, für die Mobilität und die Wärmeerzeugung. ■

## Flugzeug-Brennstoffzellensysteme

Welche Anwendungsmöglichkeiten von Brennstoffzellen gibt es im Luftfahrtsektor? Das Institut für Technische Thermodynamik gewährt Einblicke in ihre zukunftssträchtigen Forschungsprojekte.



Dr.-Ing. Christoph Gentner, Gruppenleiter Grundlagen elektrochemische Systeme, Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Das Institut für Technische Thermodynamik mit der Abteilung Energiesystemintegration beschäftigt sich mit Themen wie Wasserstoffproduktion, Flüssigwasserstoff-Speicherung, Auslegungs- und Betriebsfragestellungen für Flugzeuge mit Brennstoffzellenantriebe bis hin zur leistungsmässigen Hochskalierung von Brennstoffzellensysteme in Flugzeugen. Erkenntnisse aus der Forschungs- und Entwicklungsarbeit fliessen in die Research Roadmap Aviation auf EU-Ebene ein.

### Was wird getestet?

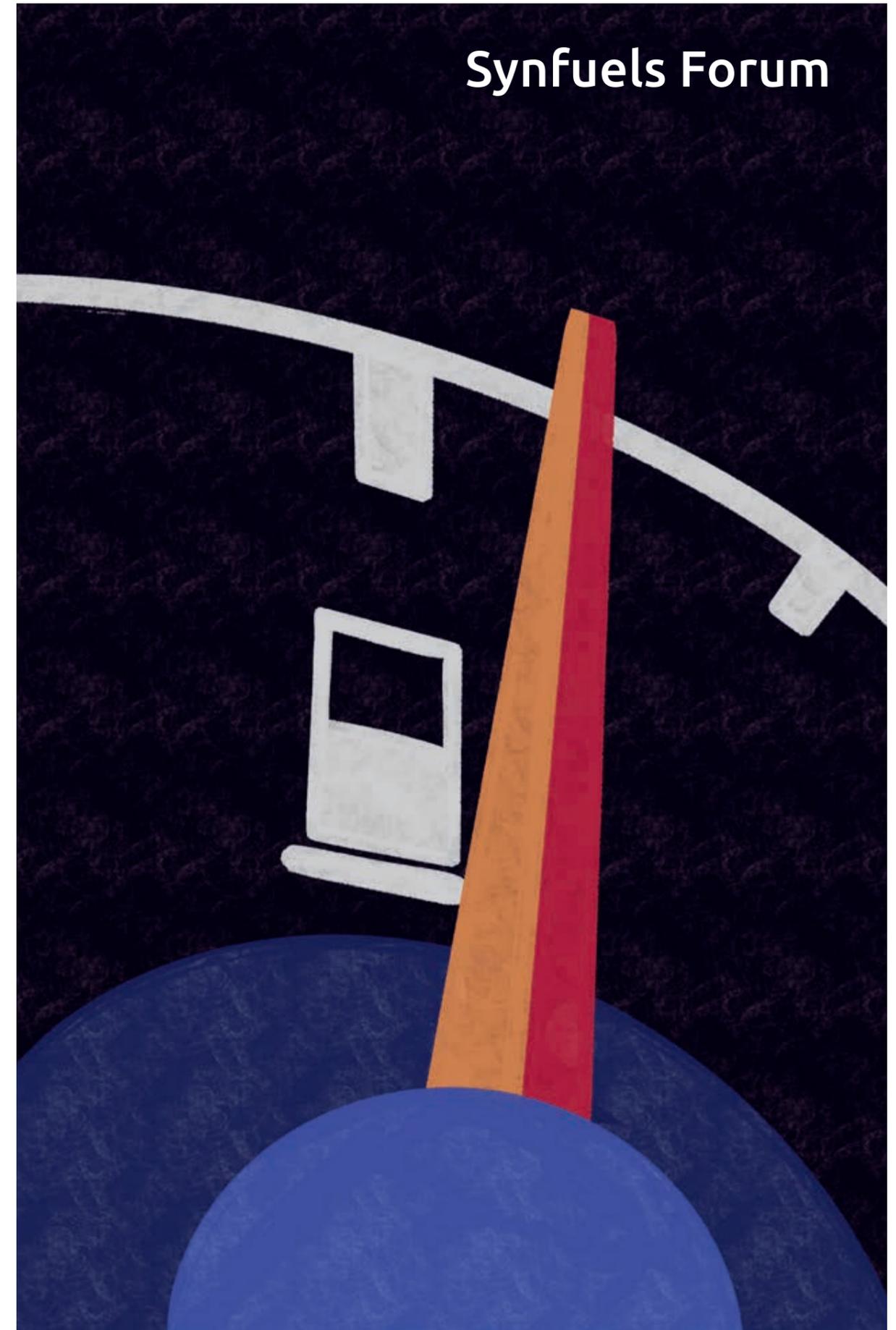
Auf dem Testfeld BALIS bei Stuttgart wird aktuell die erste Generation von Heavy-Duty-Brennstoffzellen analysiert. Damit steht für industrielle Anwendungen eine Testumgebung bereit, auf der aktuelle und zukünftige Wasserstoff-Brennstoffzellensysteme erprobt werden können. Im DLR

Brennstoffzellenlabor in Hamburg werden Kaltlagerungs- und Kaltstartexperimente durchgeführt, da Flugzeuge bei minus 40° C Aussentemperatur startbar sein müssen. Die Tests haben ergeben, dass dies in Zukunft umsetzbar sein wird. Als grosse Neuerung wird aktuell mit Partnern aus Industrie und Forschung ein Flüssigwasserstoff-Speicher, in ein Flugzeuglabor integriert, um den sicheren Umgang mit Flüssigwasserstoff zu erforschen.

### Herausforderungen für die Zukunft

Das für die Brennstoffzelle erforderliche Thermalsystem erzeugt eine Widerstandrückwirkung auf das Flugzeug. Heute werden Niedertemperatur-Brennstoffzellen bei ungefähr 85° C betrieben. Damit der Widerstandsanteil deutlich verringert wird, besteht die Lösung darin, die Temperatur der Brennstoffzelle auf über 100° C zu erhöhen. Weitere Herausforderungen für den erfolgreichen Einsatz in der Luftfahrt werden sein, die Brennstoffzellensysteme, Stacks und Befeuchtungsaggregate leichter zu realisieren. ■

## Synfuels Forum



## Zurück in die Zukunft mit eFuels.only Fahrzeugen

Das Null-Emissions-Ziel sieht ab 2035 keine Fahrzeugzulassung mit CO<sub>2</sub>-Ausstoss vor. Bosch unterstützt das Klimaziel, macht jedoch zusätzlich auf die Wichtigkeit einer CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffproduktion für Bestandsflotten aufmerksam. Diese kann nur ausreichend mit dem Einsatz von E-Fuels aus erneuerbaren Energiequellen erreicht werden.

eFuels.only Fahrzeuge gehören zu einer neuen Fahrzeugkategorie in der EU-Typenzulassung und werden ausschliesslich mit E-Fuels – synthetischen Kraftstoffen – betrieben werden. Ein grosser Vorteil dieses Kraftstoffs besteht darin, dass er als direkter Ersatz für fossile Kraftstoffe dient. Demnach bedarf es weder einer Fahrzeugumrüstung oder Anpassung des Nutzerverhaltens noch einer Anschaffung von Ladeinfrastrukturen oder elektrischen Fahrzeugen.

### Bausteine für eFuels.only Fahrzeuge

Für eine Zukunft mit eFuels.only Fahrzeugen setzt Bosch auf Drop-in Carbon Neutral Fuel, der eins zu eins kompatibel mit dem fossilen Kraftstoff ist. So wird ermöglicht, dass nicht nur neue Fahrzeuge, sondern auch die Bestandsflotte die erneuerbaren Kraftstoffe tanken kann. Damit E-Fuels wirtschaftlich werden, müssen die für den Verbraucher relevanten Energiekosten pro genutzter Kilowattstunde gesenkt werden. Dies erfordert Regulierungsmassnahmen, beispielsweise über CO<sub>2</sub> differenzierte Steuern und Mautgebühren sowie Innovationen bei der Kraftstoffherstellung. Durch eine Kombination von E-Fuels mit anderen Antriebsquellen (z. B. Plug-in-Hybrid) kann der Kraftstoffverbrauch zusätzlich gesenkt werden.

### Erfolg durch Innovation

Für die Sicherstellung der Betankung mit einem CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoff erwägt die EU-Kommission einen Fueling Monitor, der feststellt, wenn die Betankung mit einem fossilen Kraftstoff erfolgt. Ein Fueling Inducement System verhindert dann die Weiterfahrt automatisch. Aus der Sicht von Bosch ist die digitale Übertragung der Kraftstoff-Nachhaltigkeitszertifikate parallel zur physischen Fahrzeugbetankung der einfachste und modernste Ansatz, um die Nutzung von eFuels.only Fahrzeugen voranzutreiben. Eine weitere zielführende Lösung könnten auch Anreizsysteme wie Subventionen oder Steuererleichterungen schaffen – wie sie heute bereits für den Umstieg auf Elektrofahrzeuge existieren. ■



Björn Noack, Project Director Sustainable Mobility Strategy, Robert Bosch



Dr. Christoph Arndt, Projektleiter PtL Kraftstoffe, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## Technologie-Skalierung und Markthochlauf für nachhaltige Kraftstoffe

Für eine umwelt- und klimafreundliche Luftfahrt sind nachhaltige Kraftstoffe zwingend erforderlich – und für die Erreichung der Klimaschutzziele unabdingbar.

In der Luft- und Schifffahrt besteht langfristig keine Alternative zu chemischen Energieträgern, und auch im Verkehr sind die Klimaschutzziele 2030 ohne nachhaltige Kraftstoffe nicht zu erreichen.

### Win-win-Situation

Rund 3 % der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden von der Luftfahrt verursacht. Nicht mitgezählt sind sogenannte Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen, wie beispielsweise Kondensstreifen, die in der Gesamtbilanz zwei- bis dreimal schädlicher als die umweltschädlichen CO<sub>2</sub>-Effekte sind. Nachhaltige Kraftstoffe können dazu beitragen, Treibhaus- und Schadstoffemissionen erheblich zu reduzieren und die Luftqualität an den Flughäfen zu verbessern.

### Hohes Potenzial für PtL-Kraftstoffe

Im aktuellen Markt werden nur Biokraftstoffe eingesetzt, wobei jedoch die Rohstoffverfügbarkeit be-

grenzt ist. Für eine klimafreundliche Zukunft soll die nachhaltige Produktion von Biokraftstoffen, erhöht und gleichzeitig das PtL-SAF für die grossindustrielle Produktion weiterentwickelt werden. Ein Markthochlauf setzt nebst Rohstoffverfügbarkeit auch verlässliche regulatorische Rahmenbedingungen voraus. ■

## Bericht aus Brüssel: Politische Rahmenbedingungen für E-Fuels in der EU

Im Bereich der E-Fuels hat sich in den letzten Jahren nur wenig getan. Die fehlenden Rahmenbedingungen in Europa erschweren die Investitionen erheblich und stehen der Marktnachfrage im Weg.



Dr. Tobias Block, Leiter Strategie und Content, eFuel Alliance Germany

In der EU wird ein strikter All-Electric-Ansatz verfolgt. Im Moment befinden sich über 300 Millionen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor auf unseren Strassen. Um die Klimaziele zu erreichen, braucht es gemäss der eFuel Alliance eine Kombination aus Elektro- und Kraftstofffahrzeugen. Ein wettbewerbsfähiger Markt entsteht nur durch einen Antriebsmix, der die besten Lösungen für die individuellen Technologieeinsätze aufzeigt.

### Ein Kraftstoff mit besonderen Eigenschaften

Ein grosser Vorteil von E-Fuels ist ihre Fähigkeit zur Beimischung. Würden bis 2030 5 % E-Fuels an den Tankstellen beigemischt, macht sich dies kaum in Preisschwankungen bemerkbar. So lassen sich Anfangsinvestitionen für neue Infrastrukturen oder Fahrzeuge vermeiden. Während des Markthoch-

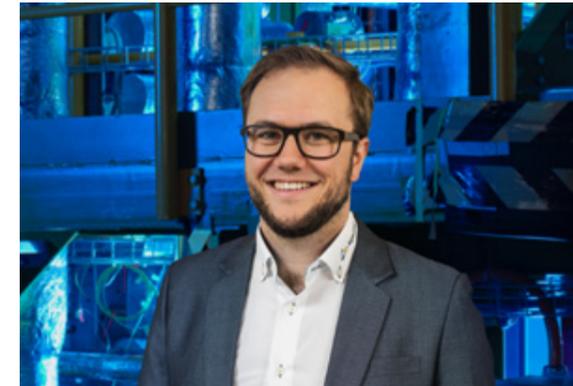
laufs lassen sich die hohen Preise mit einer Massenerstellung von Elektrolyseuren und Synthesenanlagen senken. Andernorts können bislang ungenutzte erneuerbare Energie transportierbar gemacht und nach Europa importiert werden.

### Die politische Zurückhaltung ist spürbar

Mit dem European Green Deal wurden einmalige Chancen für Investitionen in E-Fuels geschaffen – bedauerlicherweise mit zu geringen Regulierungen. Die Renewable Energy Directive sieht eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von 14,5 % vor und legt die E-Fuels- und Biokraftstoff-Quoten für den Verkehrssektor bis 2030 fest. Anstatt der ursprünglichen E-Fuel-Beimischquote von 5,7 % fiel die Entscheidung auf 0,5 % – ein Spiegelbild der Skepsis gegenüber den E-Fuels in der politischen Landschaft Brüssels. Diese Quote deckt die politisch gewünschten Mengen in Luft- und Schifffahrt, führt jedoch zu keiner Ankurbelung der Nachfrage im Strassenverkehr. ■

## Power-to-X: Versorgungssicherheit dank lokaler Produktion

Der weltweite Bedarf an Treib- und Brennstoffen steigt stetig an. Damit der Energiebedarf CO<sub>2</sub>-neutral und zuverlässig gedeckt werden kann, bietet Power-to-X eine vielversprechende Lösung, um synthetische Kraftstoffe herzustellen.



Luca Schmidlin, CTO und Co-Founder, AlphaSYNT GmbH

Die grösste Herausforderung für die Bereitstellung von CO<sub>2</sub>-neutraler Energie stellt die Defossilisierung bei gleichzeitiger Garantie der Versorgungssicherheit mit den erneuerbaren Energieträgern dar.

### Sinnvolle Nutzung von CO<sub>2</sub>

Durch CO<sub>2</sub>-Upcycling mithilfe von Sonne, Wind und Wasser wird CO<sub>2</sub> aus verschiedenen Quellen aufgefangen und als Energieträger weiterverwendet. Erneuerbare Energieträger können durch CO<sub>2</sub>-Upcycling einen wesentlichen Beitrag zu den Klimaschutzziele leisten. In Kombination mit Power-to-Gas und Carbon Capture and Utilization (CCU) wird eine saisonale Speicherung ermöglicht, und durch die lokale Produktion wird die Versorgungssicherheit erhöht. Darüber hinaus können diverse Energienetze miteinander verbunden und so die Fle-

xibilisierung der Netze unterstützt werden. Da der CO<sub>2</sub>-neutrale Energieträger chemisch identisch mit den fossilen Energieträgern ist, können bestehende Infrastrukturen genutzt werden. Dies hat den Vorteil einer raschen Umsetzung (16 bis 24 Monate) und wirkt sich auch positiv auf die Gesamtkosten aus. Power-to-Gas-Anlagen können sukzessive erweitert werden, da sie gut skalierbar sind.

### Die Technologie von AlphaSYNT

Mit der Wirbelschichttechnologie können CO- und CO<sub>2</sub>-reiche Gasströme zu gasförmigen E-Fuels wie synthetischem Methan und/oder flüssigen E-Fuels, z. B. synthetischem Methanol, upgegradet werden. Beide Energieträger haben den Vorteil, dass sie bereits auf dem Markt sind und Regulierungen für sie bestehen.

### Lokale Versorgungssicherheit durch PtG

Das sogenannte Biogas-Upgrading ist ein gutes Beispiel, wie die Versorgungssicherheit lokal durch das Power-to-Gas-Verfahren gesteigert werden kann. Der Biomethanertrag aus bestehender Biomasse kann mit Power-to-Gas um bis zu 60 % erhöht werden. Das Biomethan kann uneingeschränkt ins Erdgasnetz eingespeist sowie von PKWs und LKWs betankt werden. ■

## Solartreibstoffe für CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität

Allein die Luftfahrt verbraucht jährlich rund 300 Millionen Tonnen Treibstoff. Obwohl die Elektrifizierung im Transportbereich einen wichtigen Beitrag für das Klima leisten kann, wird es auch flüssige chemische Energieträger brauchen. Die Herstellung von synthetischen Treibstoffen mit Sonnenwärme hat das Potenzial, den weltweiten Bedarf an Kerosin und anderen Treibstoffen zu decken.



Dr. Philipp Good,  
Chief Technology  
Officer, Synhelion

Synhelion schliesst den CO<sub>2</sub>-Kreislauf und wandelt die Verbrennungsprodukte Kohlenstoff und Wasser mithilfe von Sonnenwärme wieder in Treibstoffe – Solar Fuels – um. So wird vermieden, dass mehr CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre emittiert als entnommen wird.

### Kerosin aus Sonnenwärme

Die Anlage besteht aus einem Spiegelfeld, das dem Sonnenstand folgt und das Licht in einem Punkt bündelt. Hier werden die hohen Temperaturen erzeugt, welche für die Herstellung von Synthesegas – ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid – genutzt werden können. Diese bilden die Bausteine für die Synthese aller gängigen Flüssigtreibstoffe wie Kerosin, Diesel, Benzin oder Methanol. Während die Solarenergie abhängig von Tag- und Nachtzyklen ist, läuft die Chemie kontinuierlich weiter, um möglichst viele Volllaststunden und möglichst geringe Produk-

tionskosten zu erzielen. Ermöglicht wird dies durch die Integration eines Wärmespeichers, der eine kostengünstige Alternative zu Batteriespeichern darstellt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Technologie unabhängig vom Netzausbau ist und somit keine Konkurrenz zur Elektrifizierung darstellt – was wiederum eine Hochskalierung begünstigt.

### Skalierung von Solar Fuels

Synhelion baut derzeit die erste industrielle Demo-Solartreibstoff-Anlage, die 2024 in Betrieb gehen wird und zur Stärkung der Technologie dienen soll. Eine weitere grössere Anlage ist bereits in Planung, die über eine Million Liter Treibstoff pro Jahr produzieren soll. Bis 2040 soll die Technologie weiter skaliert werden, sodass 50 % des europäischen Kerosinverbrauchs mit Sonnenenergie gedeckt werden kann.

### Erneuerbare CO<sub>2</sub>-Quelle

Für eine Produktion von 100% erneuerbarer Treibstoffe wird auch eine erneuerbare CO<sub>2</sub>-Quelle vorausgesetzt. Eine solche ist vorhanden: einerseits durch die Nutzung der Biomasse von Pflanzen, die das CO<sub>2</sub> beim Wachstum gebunden haben, andererseits durch die Nutzung von CO<sub>2</sub>, das mithilfe der Direct Air Carbon Capture-Technologie aus der Luft absorbiert wird. ■

## Was kann von synthetischen nachhaltigen Flugtreibstoffen erwartet werden?

Mit dem stetig zunehmenden Flugverkehr steigen auch die Treibhausgase an. Nachhaltige Treibstoffe sind die wichtigste Lösung für das Netto-Null-Ziel in der Luftfahrt.



Boris Stolz, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

Sustainable Aviation Fuels (SAF) werden aus erneuerbaren Rohstoffen und mit erneuerbarer Energie hergestellt. Das SAF-Potenzial wird durch drei Elemente bestimmt: Skalierbarkeit, Kosten und Umweltwirkung. Biogene SAF aus Altspeseölen (HEFA) können eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von 80 % erzielen. Die dafür benötigten Ressourcen sind jedoch mittelfristig limitiert. Andere biogene Rohstoffe sind aufgrund des hohen Landbedarfs teils problematisch. Synthetische Flugtreibstoffe aus Power-to-Liquid oder Sun-to-Liquid können diese Probleme umgehen und bis zu 99 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren – Stand heute ist die Technologie jedoch noch sehr teuer.

### SAF-Analyse: Mit welcher Technologie zum Ziel?

Um das Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Ziel zu erreichen, muss die weltweite jährliche Produktion von SAF bis 2050

ungefähr 360 Millionen Tonnen erreichen. Aus Sicht des Bundesamtes für Zivilluftfahrt ist dies nur durch die Kombination verschiedener Technologien zu bewerkstelligen. In einem ersten Schritt muss eine Hochskalierung der kosteneffizienten HEFA-Technologie erfolgen. Parallel dazu sollte die Hochskalierung von weiteren Biotreibstoffen und Synfuels vorbereitet werden, auch wenn diese erst nach 2030 namhafte Mengen produzieren kann.

### Entwicklung in der Schweiz

In Europa sind bereits einige SAF-Anlagen in Betrieb oder in Planung, und auch die Schweiz ist im Bereich der Synfuels-Forschung teils weltweit führend. Nichtsdestotrotz verfügt unser Land über wenig lokale Ressourcen und zu wenig Überschussstrom. Rund 70 % der Stromproduktion würde benötigt, um den gesamten Treibstoffbedarf für den Schweizer Luftverkehr zu decken. Aus diesen Gründen werden heute und in Zukunft auch nachhaltige Treibstoffe grösstenteils importiert werden. ■



## Was können Synfuels im Flugverkehr leisten?

Boris Stolz verdeutlichte bei der Podiumsdiskussion, dass die Flüge durch die Beimisch-Pflichten von synthetischen Treibstoffen langsam verteuert werden. Die Kosten werden jährlich um ungefähr 1 % steigen – aus Sicht von Boris Stolz ein vergleichbar kleiner Preis, um die Netto-Null-Ziele zu erreichen.

Es herrschte Einigkeit darüber, dass die Klimaziele ohne EU-Regulierungen im Luftverkehr nicht erreichbar sind, jedoch mehr mit Anreizen statt Strafen gearbeitet werden müsste. Dr. Tobias Block zeigte auf, dass in der EU bereits einige Fördermassnahmen für Synfuels diskutiert werden. Die Einnahmen, die aus dem europäischen Zertifikatenhandel für innereuropäische Flüge entstehen, sollen beispielsweise die Differenzkosten zwischen fossilem

und nachhaltigem Kerosin kompensieren. In zwei delegierten Rechtsakten wird zudem vorgeschrieben, dass die Stromquelle nachweislich erneuerbar und nicht aus Anlagen älter als 36 Monaten stammen darf.

Dr. Philipp Good machte auf die Problematik aufmerksam, dass durch die EU-Regulierung funktionierende Anlagen verfrüht abgeschrieben werden. Luca Schmidlin war ebenfalls der Meinung, dass der Ressourcenkette nicht gedient ist, wenn bestehende, intakte Anlagen durch neue Anlagen am gleichen Standort ersetzt werden. Der Grundansatz ist richtig, jedoch muss das Thema Transition zu nachhaltigen Technologien einem pragmatischen Ansatz folgen. ■

## WIR SAGEN DANKE!

Ein herzlicher Dank geht an all unsere Sponsoringpartner sowie Ausstellerinnen und Aussteller, die die Veranstaltung finanziell unterstützt und ihre neuesten Produkte und Dienstleistungen vorgestellt haben. Ebenso möchten wir uns bei all unseren Referentinnen und Referenten bedanken, die ihr Fachwissen und ihre Erfahrung grosszügig geteilt haben.

Ein besonderer Dank gebührt dem Organisationsteam von Quade & Partner, das unermüdlich daran gearbeitet hat, diese Veranstaltung zu planen, weiterzuentwickeln und reibungslos durchzuführen. Ihr Engagement und Ihre Professionalität haben massgeblich zum Erfolg beigetragen.

Zuletzt, aber keinesfalls mit weniger Nachdruck, möchten wir uns bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bedanken. Ihre aktive Teilnahme, ihre Fragen und ihre Beiträge haben diese Veranstaltung zu einem lebendigen und inspirierenden Forum gemacht.

Vielen Dank an alle Beteiligten für ihre wertvolle Unterstützung und ihre Teilnahme. ■



Save The Date!

Wir freuen uns bereits jetzt auf die Veranstaltung im Mai 2024.

Wasserstoff – Mehr Energie für die Schweiz

**POWERFUEL**®

Conference

27. und 28. Mai 2024  
Verkehrshaus der Schweiz

Wasserstoff- und Power-to-X-Anwendungen  
für eine nachhaltige, saubere und sichere  
Energieversorgung.

powerfuel.ch

Besuchen Sie uns:



Sichern Sie sich jetzt Ihr Ticket für die  
Konferenz und profitieren Sie mit dem  
Code EARLY20 von einem Rabatt in  
Höhe von 20 % bis zum 15.01.2024

Möchten Sie Partner werden?  
Wenden Sie sich an: gabriel.vilajic@quz.swiss

Presenting Partner

