

An aerial photograph of a solar tower power plant. The image shows a dense field of blue, octagonal heliostats (mirrors) arranged in a grid pattern. Each heliostat is mounted on a central tower and has a network of white lines radiating from its center to its corners. The heliostats are set against a dark, forested background. The overall scene is captured from a high angle, looking down at the solar field.

# AVENUE

Ausgabe 1 | 2025

## Power-to-X: Vision trifft Realität

Die Power-to-X Days zeigen: Die Technologien sind bereit, doch der Weg in die breite Anwendung bleibt herausfordernd. Dieses Magazin beleuchtet Potenziale, Hürden und die Frage, wie Visionen Realität werden.



# Technologie der Zukunft – oder Zukunft in Dauerschleife?

3

Roland Bilang, Geschäftsführer Avenergy Suisse

Ist Power-to-X eine Technologie der Zukunft – oder eine, welche die Zukunft stets vor sich hat? Diese Frage steht sinnbildlich für viele technologische Entwicklungen, die zwischen Hoffnungsträger und Hype pendeln. Im Fall von Power-to-X dürfte sich die Antwort in den kommenden Jahren konkretisieren.

Im November 2024 haben Avenergy Suisse und Swissmem gemeinsam mit SPIN die ersten P2X Days lanciert. Unter dem Motto «Energie für gute Lösungen» wurde ein Forum geschaffen, das Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung zusammenbrachte – mit dem Ziel, den Status quo dieser «Zukunftstechnologie» zu analysieren und die zukünftige Rolle dieser auszuloten.

Die Erwartungen sind hoch. Die Schweiz hat sich Klimaneutralität bis 2050 zum Ziel gesetzt. Damit rücken Technologien wie P2X ins Zentrum der Diskussion: Synthetische, mit erneuerbarem Strom erzeugte Energieträger

sollen fossile Alternativen ersetzen – in der Industrie, im Verkehr und darüber hinaus. Forschung und Entwicklung schreiten voran, und die Industrie signalisiert Bereitschaft, in Produktion und Infrastruktur zu investieren.

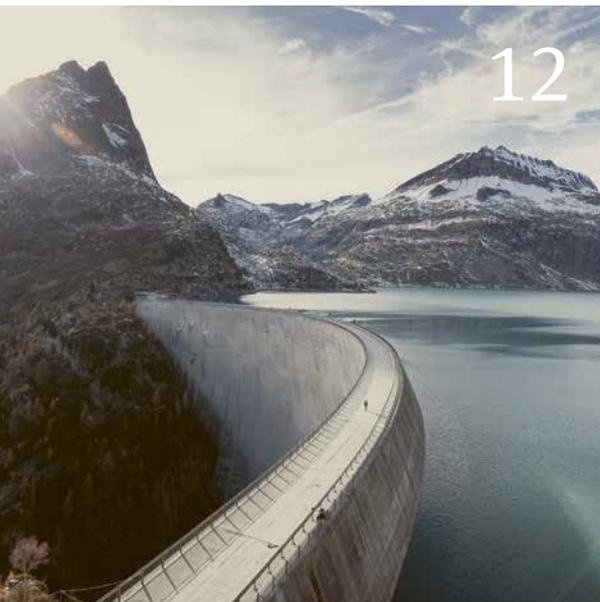
Doch zwischen Vision und Umsetzung klafft oft eine Lücke. P2X steht exemplarisch für die Herausforderung, technologische Machbarkeit, wirtschaftliche Skalierbarkeit und politische Rahmenbedingungen in Einklang zu bringen. Gleichzeitig zeigt sich: Wenn die Energiewende gelingen soll, führt an sektorenübergreifenden Lösungen wie P2X kaum ein Weg vorbei.

Die vorliegende Sonderausgabe von «Avenue» fasst zentrale Erkenntnisse und Impulse der P2X Days zusammen. Sie bietet einen kompakten Überblick über den aktuellen Diskussionsstand – und liefert hoffentlich neue Denkanstöße für alle Interessierten.

Wir wünschen Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

## Impressum

Auflage D 1700 / F 800. **Redaktion** Avenergy Suisse. **Autoren** diverse. **Bilder** diverse. **Cover** SYNHELION AG. **Infografik** Avenergy Suisse. **Gestaltung / Konzept** Berta Kommunikationsplan / Klar. **Kontakt** Avenergy Suisse, Spitalgasse 5, 8001 Zürich, T 044 218 50 10, [info@avenergy.ch](mailto:info@avenergy.ch), [avenergy.ch](http://avenergy.ch) Gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier



## 12 Die Schweiz hat jetzt eine Wasserstoffstrategie. Und jetzt?

Im Dezember 2024 hat der Bundesrat die Wasserstoffstrategie für die Schweiz verabschiedet – ein erster Schritt, um den Klimazielen des Landes näherzukommen.



## 20 Power-to-X-Technologien sind der Schlüssel zur Energiewende

Mit Power-to-X lässt sich überschüssiger Strom speichern und als nachhaltiger Treibstoff nutzen – eine Chance für Klimaschutz und Industrie.

## 24 «Unsere Vision war immer, Wasserstoff breit nutzbar zu machen.»

Martin Osterwalder, Co-CEO der Osterwalder Gruppe, erklärt im Interview, warum Power-to-X-Technologien für die Schweiz unverzichtbar sind.



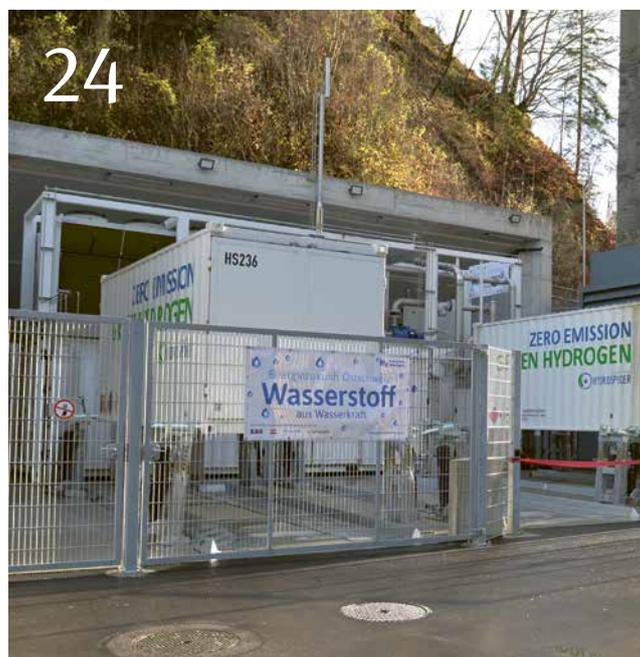
## 6 Power-to-X im Realitätscheck

An den Power-to-X Days diskutierten Daniel Hofer (Avenergy Suisse), Martin Hirzel (Swissmem) und Patrik Meli (SPIN) mit Stephan Klapproth über die Rolle der Industrie, notwendige Rahmenbedingungen und den Weg vom Reden zum Handeln.



## 16 Wasserstoff für die Schweiz – Anschluss gesucht

Die Schweiz hat eine nationale Wasserstoffstrategie – doch entscheidend wird sein, ob die Anbindung an das europäische Netz gelingt.





30

### 30 Tech schafft Tempo

Die Schweizer Techbranche treibt die Energiewende voran – doch ohne innovationsfreundliche Rahmenbedingungen bleibt vieles Theorie.



33

### 33 Kompressoren als Schlüsseltechnologie für die Energiewende

Veronika Schelling von Burckhardt Compression erklärt, wie Kompressoren die effiziente Speicherung und den Transport erneuerbarer Energie ermöglichen.



36

### «Im nächsten Jahr kommen acht Wasserstoff-Postautos dazu.»

Im Interview erklärt Reto Huber, Geschäftsführer Postautobetrieb von Voegtlin-Meyer, wie Wasserstofffahrzeuge erfolgreich in den Betrieb integriert wurden.



44

### 44 Dekarbonisierung von Hochtemperaturprozessen: ein innovativer Ansatz

Andreas Bittig, Geschäftsführer des Vereins zur Dekarbonisierung der Industrie, erklärt, wie die Methan-Pyrolyse zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in Hochtemperaturprozessen beitragen kann.



40

### 40 Den Luftverkehr transformieren

Synhelion will mit seiner innovativen Sun-to-Liquid-Technologie den Luftverkehr auf nachhaltige Treibstoffe umstellen.

# 6 Pragmatismus statt Ideologie: Zentral sind wirtschaftliche Umsetzungen

Daniel Hofer, Präsident von Avenergy Suisse, Martin Hirzel, Präsident von Swissmem und Patrik Meli, Co-Präsident von Swiss Power-to-X Collaborative Innovation Network (SPIN), haben sich anlässlich der Power-to-X Days mit Moderator Stephan Klapproth darüber unterhalten, welche Rolle Power-to-X in der Zukunft spielen kann und wo es noch Hürden zu überwinden gilt.

**Stephan Klapproth:** Martin Hirzel, Sie sind Präsident des führenden Verbands der Schweizer Tech-Industrie Swissmem. Warum interessiert sich der wichtigste Industrieverband des Landes für das Thema Power-to-X?

**Martin Hirzel:** Diese Frage kann ich gerne beantworten. Die Schweizer Industrie sieht Power-to-X als eine grosse Chance. Unsere Verbandsmitglieder sind alle Energieverbraucher. Was die hiesige Industrie deshalb zwingend braucht, ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen. Und wir wollen, dass dieser Strom klimaneutral produziert wird. Das fordern unsere Kundinnen und Kunden, das erwartet die Gesellschaft und das wollen letztlich auch

unsere Mitgliedsfirmen. Leider scheint die Energieversorgungssicherheit nicht mehr garantiert zu sein.

Wir wissen aber auch, dass der Stromverbrauch in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren weiter stark steigen wird. Gleichzeitig wollen wir aus Klimaschutzgründen aus fossilen Energien aussteigen. Da weiterhin ein Neubauverbot für Kernkraftwerke besteht, werden wir mittelfristig auf eine weitere wichtige, klimaneutrale Energiequelle verzichten müssen.

Angesichts dieser Ausgangslage plädiere ich für einen Eintritt in die Wasserstoffwelt. Wenn Wasserstoff dazu beitragen kann, die Energieversorgungssicherheit zu gewährleisten, dann hilft uns das als grosse Energieverbraucher.

**Klapproth:** Wenn ich Ihr Statement in einer Schlagzeile zusammenfassen müsste, würde sie in etwa so lauten: «Swissmem-Präsident Hirzel fordert nach zwei Austritten einen Eintritt.» Kann man das so drucken?

**Hirzel:** Ja, gerne. Das kann genauso geschrieben werden.

**Klapproth:** Daniel Hofer – warum ist das Thema Power-to-X für Avenergy von Relevanz? Sie vertreten mit Ihrem Verband ja schwergewichtig fossile Energieträger.

**Daniel Hofer:** Wir glauben, dass Wasserstoff in Zukunft eine ähnliche Funktion haben kann wie heute Kohlenwasserstoffe, also Erdöl, Erdgas und Kohle. Das gilt für den gesamten Energie-



Angeregte Diskussion auf dem Podium der Power-To-X-Days. Quelle: Avenergy Suisse

**Daniel Hofer** ist Jurist und Unternehmer. Seit 2016 ist er Präsident von Avenergy Suisse, dem schweizerischen Interessenverband der Importeure und Hersteller von ölbasiereten Brenn- und Treibstoffen. Als Präsident der Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK beschäftigt er sich intensiv mit Projekten zur Minimierung des CO<sub>2</sub>-Eintrags in die Atmosphäre.

**Martin Hirzel** ist seit Januar 2021 Präsident von Swissmem. Er ist Mitglied des Verwaltungsrats der Bucher Industries AG, der Dätwyler Holding AG sowie drei privat gehaltenen KMUs. Zudem ist er Vorsitzender des Regionalen Wirtschaftsbeirats der Schweizerischen Nationalbank und präsidiert den Beirat der ZHAW School of Management & Law.

**Patrik Meli** ist Managing Director bei MAN Energy Solutions Schweiz AG. Seit 2022 ist er Co-Präsident von Swiss Power-to-X Collaborative Innovation Network (SPIN). Die Mission von SPIN ist es, den Austausch zwischen den Akteuren – aus Forschung, Industrie, Politik und Zivilgesellschaft – zu fördern und die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für Power-to-X zu erleichtern.

**Stephan Klapproth** ist Moderator und Referent. Nach 22 Jahren als Frontmann des Informationsmagazins *10 vor 10* des Schweizer Fernsehens SRF gehört Stephan Klapproth zu den erfahrensten Nachrichtenmoderatoren.

Herzlich Willkommen am Congress DAY

## Power-to-X Schub geben

Daniel Hofer  
Präsident Avenergy Suisse

Martin Hirzel  
Präsident Swissmem

Patrik Meli  
Co-Präsident SPIN



«Weniger Ideologie, mehr Pragmatismus» war eine der Forderungen auf dem Podium. Quelle: Avenergy Suisse

bereich, aber auch für die Materialwirtschaft. Gerade in der Chemieindustrie werden fossile Brenn- und Treibstoffe heute intensiv genutzt.

Wenn man diese durch nicht-fossilen Wasserstoff ersetzen will, bleibt nur die Möglichkeit, ihn mit Strom herzustellen. Das bedeutet aber auch, dass Energieträger wie Wasserstoff, ähnlich wie heute Erdöl und Gas, transportiert, gelagert und verteilt werden müssen. Genau hier liegt die Expertise der Unternehmen, die bei Avenergy Mitglied sind. Deshalb ist Wasserstoff ein zentrales Thema für uns.

**Klapproth: Wofür steht SPIN, Patrik Meli? Und was haben Sie mit dem Thema Power-to-X zu tun?**

**Patrik Meli:** SPIN steht für Swiss Power-to-X Collaborative Innovation Network. Als Netzwerk haben wir drei Co-Präsidenten, weil wir verschiedene Perspektiven einbringen wollen. Mit GLP-Nationalrat Martin Bäumle bringen wir die politische Dimension ein, mit Professor Markus Friedl von der Ostschweizer Fachhochschule die akademische Forschung und mit mir die industrielle Praxis. Nur im Zusammenspiel dieser drei Bereiche schaffen wir den Übergang zu einer klimaneutralen Energieversorgung.

Die Technologien sind da, nun geht es darum, sie auch anzuwenden. Die Industrie kann dabei viel beitragen, aber ohne Hochschulen sowie politische und regulatorische Unterstützung geht es nicht. Ebenso wich-

tig ist die Rolle der Finanzwelt, denn ohne Investoren lässt sich Power-to-X nicht skalieren.

**Klapproth: Meine Schlagzeile wäre: «Der Co-Präsident von SPIN fordert mehr Vernetzung und Kapital.»**

**Meli:** Ja, Vernetzung und Kapital sind zentral – aber entscheidend ist, dass wir jetzt ins Machen kommen.

**Klapproth: Martin Hirzel, was erwarten Sie von einer Veranstaltung wie den heute hier stattfindenden Power-to-X Days?**

**Hirzel:** Die Power-to-X Days bieten die Plattform, über konkrete wirtschaftliche Umsetzungen zu diskutieren. Technologisch funktioniert Power-to-X bereits. Die Frage ist, wo die

Geschäftschancen liegen. Swissmem sieht sich hier in zwei Rollen: Einerseits als Energieverbraucher, wie eingangs erklärt – andererseits als Innovator. Power-to-X umfasst unterschiedliche Technologien, von Power-to-Heat über Power-to-Gas bis Power-to-Liquid. Die Industrieunternehmen in der Schweiz haben in all diesen Bereichen Potenzial.

**Klapproth: Daniel Hofer, haben Sie spezifische Erwartungen an die heutige Tagung?**

**Hofer:** Der Austausch mit allen interessierten Kreisen auf Augenhöhe ist entscheidend. Nur gemeinsam können wir Wasserstoff in die Energiewirtschaft integrieren. Das ist in meinen Augen eines der wichtigsten Ziele dieser Veranstaltung.

**Klapproth: Was haben Sie für Wünsche in Bezug auf die Veranstaltung, Patrik Meli?**

**Meli:** Mehr Vernetzung zwischen den verschiedenen Playern. Besonders wichtig scheint mir dabei der Zugang zum und die Zusammenarbeit mit dem Finanzsektor. Die Transition erfordert hohe Investitionen, deshalb müssen wir verstärkt aufzeigen, dass es praktikable Lösungen gibt.

**Klapproth: Warum liegt der Fokus heute auf Wasserstoff und nicht auf Kohlenstoff?**

**Hirzel:** Nach meinem Verständnis benötigt man CO<sub>2</sub>, um mit Wasserstoff synthetische Brenn- und Treibstoffe herzustellen. Dieses CO<sub>2</sub> kann mit Technologien von Swissmem-Mitgliedern entweder direkt an der Quelle abgeschieden oder aus der Luft gefiltert werden – etwa mit den Lösungen von Climeworks oder Komponenten von Sulzer und Burckhardt Compression.

Wir verfügen über Technologien, um CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu gewinnen und für Power-to-X-Prozesse zu nutzen.

**Hofer:** Die Frage ist absolut berechtigt. Wenn man Treibstoffe wie Sustainable Aviation Fuels herstellen möchte, braucht es neben Wasserstoff auch Kohlenstoffatome. Dieses Thema wird in der Diskussion oft vernachlässigt. Vielen ist auch nicht bewusst, welche Kosten hier entstehen.

Es geht letztlich um regulatorische Rahmenbedingungen. Beispielsweise könnte man erlauben, CO<sub>2</sub> an emissionsreichen Standorten wie Kohlekraftwerken oder Stahlwerken effizient abzuscheiden und für die Produktion synthetischer Treibstoffe weiterzuverwenden. Dadurch würde der CO<sub>2</sub>-Ausstoss zumindest halbiert – auch wenn er nicht auf null reduziert wird. Das würde die Attraktivität solcher Projekte für Investoren steigern und marktwirtschaftliche Prozesse anregen. Leider fehlt für dieses Ver-

ständnis oft die Sensibilität in den Bundesämtern und im Parlament.

**Klapproth: Lohnt es sich für die Schweiz und Europa tatsächlich, in den Wasserstoffmarkt zu investieren, wenn China auf dem besten Weg ist, die Technologie zu dominieren?**

**Meli:** Absolut – das lohnt sich auf jeden Fall! Entscheidend ist, dass wir gezielt investieren und die richtigen Rahmenbedingungen schaffen. Ein zentraler Erfolgsfaktor wird der Anschluss an den «European Hydrogen Backbone» sein. Der Zugang zu einem europäischen Wasserstoffmarkt bringt der Schweiz mehr Versorgungssicherheit und die Chance, eigene industrielle Abnehmer oder Produktionskapazitäten einzubinden.

## «Technologisch funktioniert Power-to-X bereits. Die Frage ist, wo die Geschäftschancen liegen.»

M. Hirzel



**Klapproth: Besteht nicht die Gefahr, dass wir von China abgehängt werden?**

**Hirzel:** Zunächst einmal sehe ich China in erster Linie als Kunde und Geschäftspartner. Unsere Innovationen brauchen Exportmärkte – sei es in China, den USA oder der EU. Der Schweizer Binnenmarkt allein ist zu klein, um Investitionen und Innovationen zu rechtfertigen. Deshalb ist unser Ansatz: «Made in Switzerland» oder besser noch «Innovated in Switzerland» – und dann international vermarkten.

**Hofer:** Die EU hat im Gegensatz zur Schweiz schon viel länger eine Wasserstoffstrategie. In dieser Hinsicht sind sie uns einen Schritt voraus. Es gibt Unternehmen, die gezielt in diesen Bereich investieren. Ob sich das langfristig auszahlt, wird der Wettbewerb zeigen. Aber zumindest stellt sich die EU aktiv dieser Herausforderung. Es gibt bereits europäische Unternehmen, die Elektrolyseure entwickeln und bauen, um zu zeigen, dass dies auch in Europa kosteneffizient möglich ist.

bieten Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft. Natürlich sollten wir offen für neue Technologien bleiben.

**Meli:** Die Frage, welche Technologie «die beste» ist, führt oft nicht weiter. Gibt es denn die eine perfekte Lösung? Wohl kaum. Was wir brauchen ist ein breiter Mix: Windkraft, Solarenergie, Effizienzsteigerungen. Jedes CO<sub>2</sub>, das wir nicht emittieren, müssen wir auch nicht wieder einfangen. Gleichzeitig sind Technologien wie Direct Air Capture oder CO<sub>2</sub>-Speicherung notwendig, um die Erderwärmung wirksam zu reduzieren.

**Klapproth: Ist es nicht eine Illusion zu glauben, dass der Wasserstoffmarkt ohne staatliche Unterstützung starten kann?**

**Meli:** Tatsächlich ist das eine grosse Herausforderung. Herkömmliche Energieträger sind nach wie vor günstig, weltweit etabliert und verfügen über eine funktionierende Infrastruktur. Wenn man eine Veränderung will, braucht es klare politische Rahmenbe-

## «Der Austausch mit allen interessierten Kreisen auf Augenhöhe ist entscheidend.»

D. Hofer

**Klapproth: Warum konzentriert sich die Schweiz nicht stärker auf Technologien zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung, anstatt sich mit Carbon Capture potenziell dem Vorwurf des Greenwashings auszusetzen?**

**Hirzel:** Das tun wir doch längst! Woher kommen sonst all die klimaneutralen Energieproduktionen, Übertragungstechnologien und Speicherlösungen? Woher kommen energieeffizientere Motoren, Maschinen und Prozesse? Genau das ist unser Geschäftsmodell. Unsere Werkzeug- und Textilmaschinen verbrauchen weniger Energie als die der Konkurrenz – das ist unser Marktvorteil. Wir

dingungen – sei es in Form regulatorischer Anpassungen oder technologischer Vorgaben.

**Klapproth: Wie beurteilen Sie eigentlich die Wahl von Donald Trump zum amerikanischen Präsidenten? Ist das nicht eher positiv für die Branche, weil sein enger Vertrauter Elon Musk auf Technologie und Innovation statt Regulierung setzt?**

**Hirzel:** Technologie spielt eine entscheidende Rolle, wenn es um Transformation geht. Dafür braucht es möglichst freie Rahmenbedingungen, um Innovationen zu ermöglichen. Aktuell





Gut besuchte Power-to-X Days in Schlieren. Quelle: Avenergy Suisse

stellen die benötigten Rahmenbedingungen noch eine Herausforderung dar, weil es für langfristige Projekte an Investitionssicherheit fehlt – insbesondere dort, wo stark reguliert wird. Hier können wir Europäer einiges von den Amerikanern lernen. Sie gehen pragmatischer an ihre Ziele heran, weniger ideologisch, mit einem offenen Blick. Unabhängig davon, wer in den USA Präsident ist, sollten wir diese Herangehensweise verstärkt übernehmen.

**Meli:** Ich sehe das ganz ähnlich. Wichtig ist eine klare politische Linie, an der sich Unternehmen und Wissenschaft orientieren können. Fehlt diese, entsteht Planungsunsicherheit – und das erschwert Investitionen ebenso wie langfristige Entwicklungen.

**Klapproth: Das Schlimmste wäre also, gar nicht zu entscheiden. Aber besteht nicht auch die Gefahr einer falschen Entscheidung?**

**Hirzel:** Ich denke, dass die Trump-Administration sich generell offener gegenüber Technologien zeigt als die Demokraten. Dennoch muss ich als Vertreter der Exportwirtschaft sagen, dass beide politischen Lager in Amerika nicht immer ideal agieren. Beide stehen für Zölle, Strafzölle, Subventionen und Sanktionen – all das schadet einer offenen Volkswirtschaft wie der Schweiz, die stark vom Export abhängig ist.

**Klapproth: Wenn Sie für einen Tag die Schweiz regieren könnten – was würden Sie sofort verordnen?**

**Hirzel:** Wir als Schweizer Tech-Industrie fordern Technologieoffenheit, Freihandel und wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die es ermöglichen, auch in Zukunft profitabel in der Schweiz zu produzieren.

**Klapproth: Und was würden Sie fordern?**

**Meli:** Dass wir vom Reden ins Handeln kommen und konkrete Massnahmen umsetzen.

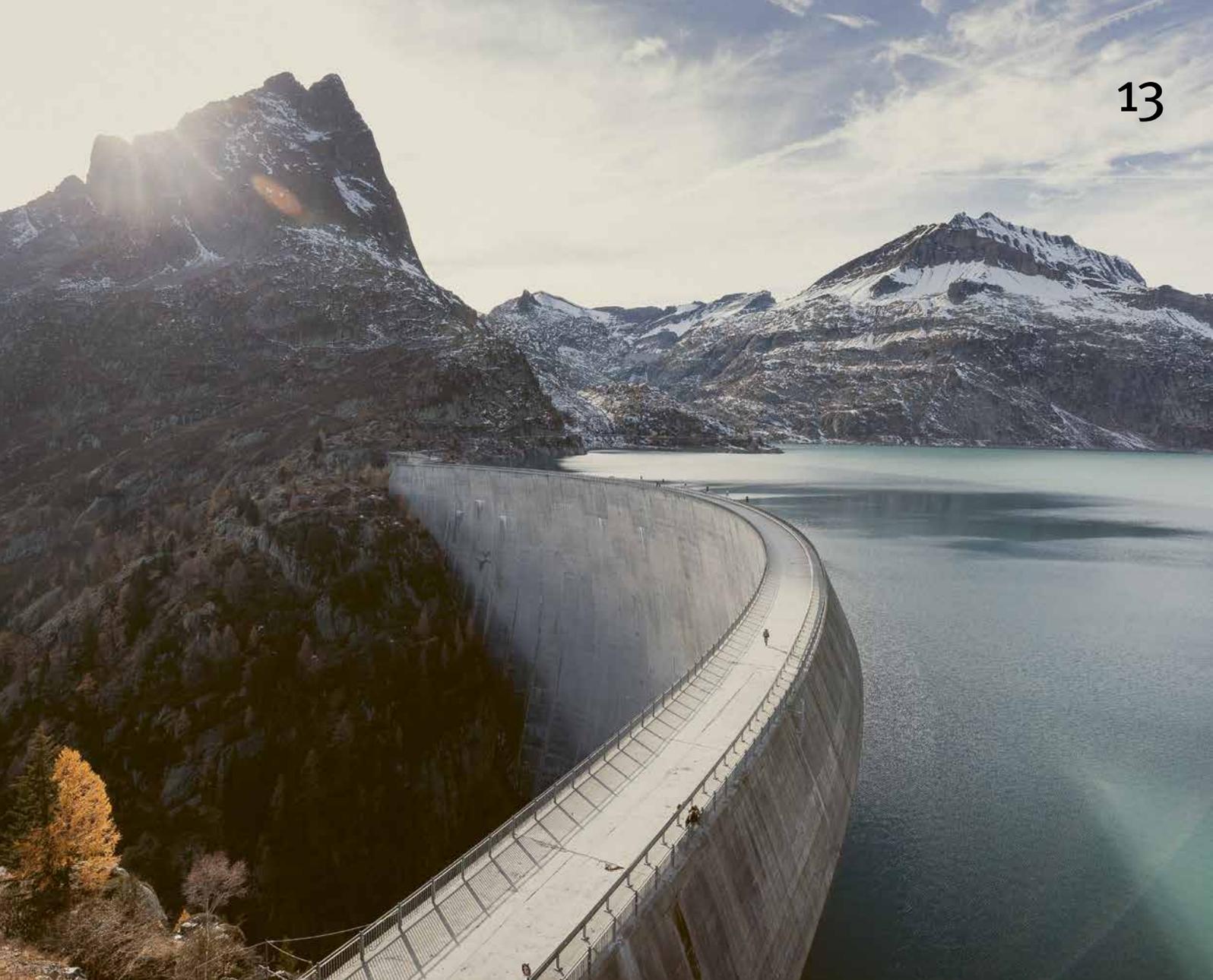
**Klapproth: Und Sie?**

**Hofer:** Weniger Ideologie, mehr Pragmatismus.

**Klapproth:** Vielen Dank für das spannende Gespräch.

# Die Schweizer Wasserstoffstrategie: Der Weg in die klimaneutrale Zukunft?

Im Dezember 2024 hat der Bundesrat die Wasserstoffstrategie für die Schweiz verabschiedet – ein wichtiger Schritt, um den Klimazielen des Landes näher zu kommen. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um 50% (im Vergleich zu 1990) sinken, und bis 2050 will die Schweiz klimaneutral sein. Wasserstoff und sogenannte Power-to-X (P2X)-Derivate können dabei eine zentrale Rolle spielen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Strategie, ihre Ziele und die Massnahmen, die die Schweiz auf den Weg in eine nachhaltige Energiezukunft bringen sollen.



Emosson Staudamm, Schweiz. Quelle: iStock

Von Avenegy Suisse

Wasserstoff ist ein vielseitiger Energieträger, der fossile Brennstoffe in Bereichen ersetzen kann, die schwer zu dekarbonisieren sind – etwa in der Industrie, im Schwerverkehr oder in der Schifffahrt. In der Schweiz, wo erneuerbare Energien wie Wasserkraft bereits einen grossen Anteil am Strommix haben, bietet Wasserstoff die Möglichkeit, überschüssigen Strom zu speichern und flexibel einzusetzen. So kann er dazu beitragen, die Energieversorgung sicherer zu machen.

Die Wasserstoffstrategie des Bundes ist Teil der Energiestrategie 2050, die darauf abzielt, die Schweiz bis

2050 klimaneutral zu machen. Wasserstoff soll erneuerbaren Strom in alle Sektoren bringen – von der Industrie über den Verkehr bis zur Wärmeversorgung. Dabei macht der Bundesrat klar: Wasserstoff ist kein Allheilmittel. Er soll gezielt dort eingesetzt werden, wo er wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist, zum Beispiel bei der Hochtemperaturprozesswärme in der Industrie oder in der Schifffahrt.

#### **CO<sub>2</sub>-neutraler Wasserstoff: der Fokus der Schweiz**

Die Strategie setzt auf CO<sub>2</sub>-neutralen Wasserstoff, also Wasserstoff, der mit erneuerbaren Energien wie Solar-, Wind- oder Wasserkraft hergestellt

wird – oft als «grüner Wasserstoff» bezeichnet. Auch Wasserstoff aus Kernenergie gilt in der Schweiz als CO<sub>2</sub>-neutral. Der Bundesrat erwartet, dass die Kosten für grünen Wasserstoff in den nächsten zehn Jahren sinken werden, dank globaler Marktentwicklungen und technologischer Fortschritte. Schon jetzt gibt es Pläne, überschüssigen Strom aus erneuerbaren Quellen in Wasserstoff umzuwandeln, etwa wenn die Strompreise niedrig sind. So könnten Abregelungen bei der Stromproduktion vermieden und die Versorgung im Winter gestärkt werden.

Neben Wasserstoff spielen auch Power-to-X (P2X)-Derivate eine wichtige Rolle. Das sind synthetische Ener-

gieträger wie Methan oder Methanol, die aus Wasserstoff hergestellt werden. Sie können in bestehende Infrastrukturen wie Gasleitungen oder Tanks integriert werden, sind aber energieintensiv in der Herstellung. Deshalb betont die Strategie, dass der Kohlenstoff für diese Derivate aus nachhaltigen Quellen wie Biomasse oder direkt aus der Luft stammen soll, um die Klimaziele nicht zu gefährden.

Gemäss der Strategie soll Wasserstoff 2035 an grossen Stromerzeugungsanlagen oder direkt bei Grossverbrauchern wie Industrieunternehmen produziert werden. So genannte Wasserstoff-Hubs sollen entstehen – Cluster, in denen Energieversorger und Industrie zusammenarbeiten, um Wasserstoff zu erzeugen, zu nutzen oder weiterzuleiten. Idealerweise gibt es dort auch Speicher, um den Wasserstoff saisonal zu lagern. Ausgehend von diesen Hubs soll ein Kernnetz entstehen, das Wasserstoff per Rohrleitung, Strasse oder Schiene verteilt.

In der Industrie wird Wasserstoff dann als Rohstoff oder zur Erzeugung von Hochtemperaturprozesswärme genutzt, etwa in der Stahl- oder Chemieproduktion. Er soll fossile Treibstoffe in der Luftfahrt und im Schiffsverkehr ersetzen, während im Schwerverkehr auf der Strasse wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge zum Einsatz kommen. Thermische Netze könnten durch Kraftwerke unterstützt werden, die bei Spitzenlast mit Wasserstoff oder P2X-Derivaten betrieben werden.

#### **Anbindung an Europa: Importe als Schlüssel**

Die Schweiz ist ein kleines Land mit begrenzten Möglichkeiten, Wasserstoff in grossem Stil selbst zu produzieren. Deshalb setzt die Strategie auf den Import von Wasserstoff, vor allem ab Mitte der 2030er-Jahre. Dafür ist die Anbindung an das europäische Wasserstofftransportnetz entscheidend.

Ein zentrales Projekt ist die Umrüstung der Transitgasleitung, die von Frankreich und Deutschland durch die Schweiz nach Italien führt. Diese Leitung soll wasserstofftauglich werden und die Schweiz mit dem European Hydrogen Backbone verbinden – einem geplanten europaweiten Wasserstoffnetz, das bis 2040 stehen soll.

Der Bundesrat will sicherstellen, dass die Schweiz nicht den Anschluss verliert. Dafür führt er Gespräche mit Nachbarstaaten und der EU, um die Interessen der Schweiz einzubringen. Ab 2035 sollen Schweizer Unternehmen Wasserstoff direkt aus Europa oder über europäische Handelsplätze beziehen können. Auch die Diversifizierung der Importkanäle ist ein Thema: Der Bund plant Kooperationen mit Ländern ausserhalb Europas, etwa durch Memoranda of Understanding, um Abhängigkeiten zu minimieren. Gleichzeitig soll die Schweiz Zugang zu Speicherkapazitäten in Nachbarländern sichern, da grosse Wasserstoffspeicher im Inland fehlen.

#### **Forschung und Innovation: Die Schweiz will vorne mitspielen**

Die Schweiz möchte nicht nur Wasserstoff nutzen, sondern auch bei der Technologieentwicklung eine führende Rolle übernehmen. Forschung und Innovation stehen deshalb im Fokus der Strategie. Universitäten, der ETH-Bereich und Fachhochschulen sollen weiterhin unterstützt werden, um Wasserstofftechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Produktion über den Transport bis zur Anwendung – zu entwickeln. Der Bundesrat sieht hier ein grosses Exportpotenzial: Schweizer Wasserstofftechnologien könnten weltweit gefragt sein und den Wirtschaftsstandort stärken. Kantone und die Energiebranche sollen wo möglich die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften fördern, um dem drohenden Fachkräftemangel entgegenzuwirken.



#### **Massnahmen des Bundesrats: Förderung und Infrastruktur**

Der Bundesrat hat eine Reihe von Massnahmen vorgeschlagen, um den Wasserstoffmarkt in der Schweiz aufzubauen. Hier ein Überblick:

- Monitoring und Bedarfsabschätzung: Der Bedarf an Wasserstoff soll regelmässig überprüft werden, etwa durch die Aktualisierung der Energieperspektiven 2050+. Schätzungen zufolge könnte die Nachfrage bis 2050 auf 3,6 bis 10 TWh steigen.
- Förderung der Produktion: Ab 2025 will der Bund die Produktion und Speicherung von Wasserstoff und P2X-Derivaten fördern, etwa durch Finanzhilfen für Unternehmen, die ihre Emissionen reduzieren. Diese



Wasserstofftankstellen sind in der Schweiz noch rar. Dies könnte sich bald schon ändern. Quelle: iStock

Förderung ist bis 2030 befristet und im Klimaschutzgesetz verankert.

- Infrastruktur: Der Bund prüft finanzielle Absicherungen für den Umbau der Transitgasleitung und den Anschluss an das europäische Netz. Auch Wasserstofftankstellen entlang der Nationalstrassen sollen gefördert werden.
- Runder Tisch zu Speichern: Ein Runder Tisch soll klären, wie Wasserstoff und P2X-Derivate zur saisonalen Energiespeicherung beitragen können, etwa durch Kavernen oder die Umnutzung bestehender Tanklager.
- Internationale Kooperation: Der Bund will strategische Partnerschaften mit Drittstaaten schliessen und die Schweiz an internationale Wasserstoffmärkte anbinden.

### **Geopolitische Hürden und fehlende Wettbewerbsfähigkeit**

Wasserstoff bringt viele Vorteile, aber auch Herausforderungen mit sich. Seine Herstellung ist energieintensiv, und er ist flüchtig – unter bestimmten Umständen sogar explosiv. Das erfordert strenge Sicherheitsvorkehrungen und Investitionen in die Infrastruktur. Zudem hat Wasserstoff eine geringe volumetrische Energiedichte, was ihn für Anwendungen wie den Langstreckenflugverkehr weniger geeignet macht. Hier kommen P2X-Derivate ins Spiel, die aber wiederum teurer in der Herstellung sind.

Ein weiteres Thema ist die Abhängigkeit von Importen. Während die Schweiz zunächst auf Eigenproduktion setzt, wird sie ab Mitte der 2030er-Jahre auf Importe angewiesen sein.

Das birgt geopolitische Risiken, die der Bundesrat durch Diversifizierung und Nachhaltigkeitsstandards minimieren will. Und schliesslich: Wasserstoff ist heute noch nicht wettbewerbsfähig gegenüber fossilen Energieträgern. Der Bund setzt darauf, dass die Kosten sinken, und unterstützt den Marktaufbau mit gezielten Massnahmen.

All das zeigt: Der Bundesrat sieht die Potenziale des Wasserstoffs für die Schweizer Industrie. Gleichzeitig gibt es auf dem Weg zu einer breiteren Anwendung noch einige Hürden zu nehmen.

# Alle Optionen offen halten

Vier Jahre nach der EU und Deutschland verfügt nun auch die Schweiz über eine Wasserstoffstrategie. Entscheidend für einen Markthochlauf wird sein, ob die Anbindung an das europäische Wasserstoffnetz gelingt.

Von Daniela Decurtins, Direktorin beim Verband der Schweizerischen Gasindustrie

Im April 2024 fand erstmals nach 2019 wieder ein Weltenergiekongress statt. 5000 Delegierte aus der ganzen Welt fanden sich in Rotterdam ein und diskutierten unter dem Motto «Redesigning Energy for People and Planet» verschiedenste Fragen sowie Lösungsansätze. Beim letzten Kongress vor fünf Jahren in Abu Dhabi waren noch die Klimaziele im Vordergrund gestanden, und es herrschte geradezu euphorische Gründerstimmung. Diese machte in Rotterdam Realitätssinn und Pragmatismus Platz.

Sowohl die Folgen des Angriffs Russlands auf die Ukraine als auch die Lieferkettenengpässe haben das kollektive Bewusstsein geschärft. Zum einen hinsichtlich der hohen Bedeutung von Resilienz, der Widerstandsfähigkeit gegen äussere Schocks, zum anderen auch in Bezug auf die Wichtigkeit einer sicheren und wirtschaftlichen Energie-

versorgung für Volkswirtschaften. Bei der Transformation zu einer klimaneutralen Energieversorgung kommt es entsprechend darauf an, die alten Abhängigkeiten nicht durch neue zu ersetzen und den Transformationspfad abzusichern – eine der zentralen Erkenntnisse in Rotterdam. Dies gelingt, indem man sich nicht einseitig nur auf Strom, sondern auf verschiedene Energieträger und Infrastrukturen abstützt. Die Energieversorgung muss als Gesamtsystem begriffen und entwickelt werden, sowohl unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit als auch der Wirtschaftlichkeit.

## Der neue Pragmatismus

Die wichtigsten Erkenntnisse in Rotterdam können wie folgt zusammengefasst werden:

- Es gibt keine One-size-fits-all-Lösung für die Transformation der Energieversorgung. Der Pfad hängt von den individuellen Ausgangslagen der Länder und Regionen ab.



Verdichterstation Ruswil: Sie ist die Betriebszentrale des Gastransportsystems in der Schweiz und das Herzstück der Transitleitung. Quelle: Verband der Schweizerischen Gasindustrie

- Internationale Kooperationen sind der Schlüssel, um neue Technologien und Märkte zu entwickeln. Viele Investitionen werden notwendig; bestehende Infrastrukturen sollten möglichst genutzt werden.
- Neben erneuerbaren Elektronen werden Wasserstoff, Methanol, Ammoniak, SAF und E-Fuels an Bedeutung gewinnen.
- Es braucht klare und stabile rechtliche Rahmenbedingungen (teilweise in Kombination mit Anreizsystemen).

Entsprechend werden künftig Biomechan, synthetische flüssige und gasförmige Energieträger, die mittels Elektrolyse aus erneuerbarem Strom hergestellt werden können, aber auch Wasserstoff anstelle von Erdgas eine wichtige Rolle spielen. Diese klimafreundlichen Gase werden einerseits aus heimischer Produktion stammen, andererseits zu erheblichen Anteilen importiert werden müssen.

### **Schweiz wartet ab**

Regierungen weltweit setzen dabei insbesondere auf Wasserstoff zur Erreichung der Klimaziele. So veröffentlichte Japan bereits 2017 eine Strategie, 2020 folgten die EU und Deutschland. Die Strategien umfassen in der Regel Förderprogramme und verschiedenste Anreize – von der Produktion bis zum Verbrauch –, um den Markthochlauf in den jeweiligen Ländern zu unterstützen. Seit Dezember 2024 verfügt nun auch die Schweiz über eine Wasserstoffstrategie. Diese zeigt Perspektiven eines möglichen Wasserstoffmarkts in der Schweiz auf. Sie widerspiegelt aber auch das Ringen des Bundes mit der Frage, ob sich der «neue» Energieträger überhaupt etablieren kann, ohne dass massiv gefördert würde, sowie der Unsicherheit, ob er künftig zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar sein wird. Insofern ist die Strategie ein Schritt in die richtige Richtung, es besteht aber weiter Klärungsbedarf zu verschiedenen Rahmenbedingungen.

Man wird den Eindruck nicht los, dass der Bund abwartet. Das ist zwar nachvollziehbar. Es darf dann aber nicht die Erwartung bestehen, dass die Branche in der Schweiz aktuell stark in Wasserstoff investiert.

#### **Anbindung an internationale Importrouten ist zentral**

Aus Sicht der Schweizer Gasbranche steht eine Anbindung an die internationalen Importrouten und damit an das europäische Wasserstoffleitungsnetz im Vordergrund. So soll der Zugang zu günstigen Wasserstoffquellen gesichert werden. Gleichzeitig kann die Schweiz ihre Position in Europa stärken. Dem Anschluss misst auch der Bund in seiner Strategie erfreulicherweise die gebührende Bedeutung zu. Der SouthH2 Corridor ist dabei speziell im Fokus. Das Projekt zielt darauf ab, erneuerbaren Wasserstoff von Nordafrika nach Europa zu transportieren. Die 3300 km lange Pipeline soll Nordafrika mit Italien, Österreich und Deutschland verbinden. Sie wird politisch von mehreren Regierungen unterstützt, um eine kostengünstige und nachhaltige Wasserstoffversorgung sicherzustellen. Die Schweiz drohte hier lange den Anschluss zu verpassen, obwohl die Schweiz mit der Transitgasleitung über die direkteste Verbindung von Italien nach Deutschland verfügt. Inzwischen nimmt die Schweiz aber an den Gesprächen im Beobachterstatus teil.

#### **Es braucht einen übergreifenden Dialog**

Ob der Markthochlauf in Europa gelingt, bleibt weiter unsicher. Es hängt alles davon ab, wie ernst es Europa mit der Netto-Null-Zielsetzung ist und auch einen Rahmen insbesondere für Industrie und Gewerbe schafft, damit diese



**«Aus Sicht der Schweizer Gasbranche ist der Anschluss an das europäische Wasserstoffnetz zentral, um Marktintegration und Zugang zu wettbewerbsfähigem Wasserstoff zu ermöglichen.»**

**Daniela Decurtins**

**Daniela Decurtins** ist Direktorin des Verbands der Schweizerischen Gasindustrie. Sie ist zudem Mitglied verschiedener Vorstände der Energiewirtschaft und wirkt in zahlreichen Forschungsprojekten (SWEET, Innosuisse, Schweizerischer Nationalfonds etc.) und deren Beiräten mit. Von 1995 bis 2012 war sie beim Tages-Anzeiger tätig, die letzten zehn Jahre war sie stellvertretende Chefredaktorin und dabei für Strategieprojekte zuständig.



Die sogenannte Verdichterstation in Ruswil.  
Quelle: Verband der Schweizerischen Gasindustrie



Stollensystem der Transitleitung im Grimsel: Herzstück im europäischen Gastransportnetz. Quelle: Verband der Schweizerischen Gasindustrie

ihre Prozesse wirtschaftlich defossilisieren können. Momentan ist allerdings, unter anderem auch aufgrund der geopolitischen Umwälzungen, Sand ins Getriebe geraten. Nur 4% der für 2030 angekündigten globalen Wasserstoffproduktion haben eine Investitionsfreigabe erhalten. Die Industrie schliesst aktuell keine substanziellen Abnahmeverpflichtungen ab, weil die Preise und Auslieferungsdaten schwer abschätzbar sind. Entsprechend macht sich neben einer grundsätzlich optimistischen Stimmungslage nach dem Start Deutschlands, das Kernnetz umzusetzen, auch Frustration breit.

Für die Schweiz geht es darum, Optionen offenzuhalten. Was ist es ihr wert, die Klimaziele zu erreichen? Die Rede ist von 1 bis 2 Milliarden Franken, wenn es darum geht, die Transitleitung für den Transport von Wasserstoff aufzurüsten, indem stückweise eine zweite Leitung gebaut wird. Das sind Beträge, die mit früheren Investitionen in den Bau von Pumpspeicherwasserkraftwerken vergleichbar sind. Die Privatwirtschaft, der die Transitleitung unter anderem gehört, wird die Risiken nicht allein tragen können. Da Wasserstoff mit hohen Unsicherheiten verbunden ist, braucht es Mut, staatliche Unterstützung und langfristige Perspektiven für die entsprechenden Schritte.

Zentral wird es sein, einen gesellschaftlichen Grundkonsens zu erzielen, als Ergebnis eines Dialogs: mit Kunden, Akteuren aus der Energie- und Klimapolitik und der Verwaltung sowie weiteren Akteuren der Energiewirtschaft, insbesondere auch dem Stromsektor. In einem zweiten Schritt ist schliesslich sicherzustellen, dass der importierte Wasserstoff dann auch zu den Kunden gelangt. Die Arbeit geht der Schweizer Gaswirtschaft nicht aus.

# Chancen der Power-to-X- Technologien nicht verpassen!

Der globale Energiebedarf beläuft sich auf rund 150 000 TWh pro Jahr. Die jährliche Einstrahlung der Sonne ist mindestens 10 000-mal grösser. Wir erhalten damit jedes Jahr gratis genügend erneuerbare Energie für alle Menschen auf der Erde. Die Herausforderungen sind in der fluktuierenden und ungleichen Verteilung der Einstrahlung, welche bei der Wandlung, bei der Speicherung, beim Transport und bei der Nutzung gelöst werden müssen. Denn ohne ausreichende Energie ist unser hoher Wohlstand mit guter Lebensqualität nicht haltbar. Dies zeigt beispielsweise der Index der menschlichen Entwicklung der Vereinten Nationen sehr klar.

Von Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Professor em. für Photonics an der ETH Zürich und der EPFL Lausanne, Executive Committee Member SATW (Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften)

In den letzten Jahrzehnten konnten wir unsere Wirtschaft dank günstigen fossilen Treib- und Brennstoffen und innovativen Technologien prächtig voranbringen, allerdings zum Preis einer globalen Klimaerwärmung, wie uns Wissenschaftler in der IPCC seit 30 Jahren kohärent darlegen. Die globale Herausforderung besteht also darin, ein ökologisches und sozial gerechtes Leben für bald über zehn Milliarden Menschen zu ermöglichen, ohne die existierenden Ressourcen und das Klima zu strapazieren. Um ein resilientes und nachhaltiges Energiesystem zu erhalten, sind Konzepte, welche in geschlos-

senen Kreisläufen ablaufen, anzustreben. Wobei die Rahmenbedingungen der zuverlässigen Versorgungssicherheit bei hoher Umweltverträglichkeit (sprich CO<sub>2</sub>-neutral) und gerechtem, bezahlbarem Zugang für alle zu beachten sind. Dieses sogenannte Energie-Trilemma erfordert innovative Lösungen und ein Umdenken in der Energieversorgung. Es ist ein Generationenproblem, das wir nur zusammen bewältigen können.

## **Viel mehr Strom wird in Zukunft vonnöten sein**

Gerade für die Schweiz mit ihrer Industrie besteht hier eine enorme Chance, denn es existieren bereits verschiedene technische Lösungen für erneuerbare Energiekonzepte, wobei die industrielle Skalierung noch Probleme bereitet,



STARLIGHT Tanker auf dem Rhein in Basel. Quelle: iStock

aber auch Opportunitäten bietet. Eine ganzheitliche, systemische Bewertung ist unerlässlich, um die Herausforderungen des Schweizer Energiesystems erfolgreich zu meistern. Wie verschiedene Modelle zeigen, ist ein Umbau des Energiesystems längerfristig die günstigste Lösung, wobei die weitere Effizienzsteigerung und internationale Anbindung an die EU zu beachten sind. Gemäss den Energieszenarien 2050 des Bundes brauchen wir zusätzlich rund 90 TWh an erneuerbarer Energie, um die fossilen Produkte zu ersetzen. Das ist ein grosser Schritt, wenn man bedenkt, dass wir insgesamt etwa 200 TWh pro Jahr brauchen werden. In der Zukunft wird viel mehr elektrischer Strom benötigt, vor allem, um die individuelle Mobilität und die Wärmepumpen zu betreiben. Durch den forcierten

Ausbau der Photovoltaik können wir zwischen 15 und 24 TWh erreichen. Der Ausbau der Windkraft könnte ebenfalls wesentlich mehr beitragen, vorausgesetzt, dass sich die Akzeptanz erhöhen lässt. Leider fällt dieser Strom nicht planbar an, wenn wir ihn brauchen. Die täglichen, aber vor allem jahreszeitlichen Schwankungen führen dazu, dass wir den Strom speichern müssen.

Schon jetzt spricht man von einer Abriegelung im Sommer, wenn durch die Photovoltaik zu viel Strom produziert wird und der Überschuss zu negativen Strompreisen führt. Die Möglichkeiten der lokalen Speicherung für alle sind begrenzt. Unsere Netze sind nicht für fluktuierende, dezentrale Produktion konzipiert. Es erwarten uns hohe Investitionskosten. In dieser Optimierung ist es äusserst sinnvoll, den



Gotthard-Eisenbahntunnel bei Göschenen. Quelle: iStock

Fächer der Optionen etwas zu erweitern. Wir müssen daran arbeiten, den günstigen Strom in einer chemischen Bindung zu speichern, denn für die Mobilität und auch für industrielle Prozesse brauchen wir Treib- und Brennstoffe. Denken wir an die anstehenden Aufgaben, für die weltweit täglich rund 200 000 Flüge einen synthetischen Treibstoff herzustellen, oder an den Schwerverkehr und an die Schifffahrt mit ihrem enormen Bedarf an kostengünstigen fossilen Treibstoffen.

Für die Transition unseres Energiesystems sind wir auf erneuerbare Energieträger angewiesen, die speicherbar (Jahreszeiten) und transportierbar sind, aber auch die bestehende Infrastruktur möglichst sinnvoll nutzen. Dazu gehören synthetische Kraftstoffe aus geschlossenen Kreisläufen.

Berechnungen aus den Energieperspektiven des Bundes 2050+ zeigen, dass sich der Bedarf an nachhaltigen Kraftstoffen in der Schweiz im Bereich von 30–60 TWh pro Jahr bewegt. Wir sprechen von Power-to-X-Konzepten, da es eine Vielfalt von Lösungen brauchen wird. X steht für Gase ( $H_2$ ,  $NH_3$ , Methan, ...), aber auch für flüssige Energieträger (Methanol, Ethanol, und höhere Kohlenwasserstoffverbindungen) und zusätzlich für die Nutzung der Prozesswärme für Heizungen. Wegen der anfangs erwähnten ungleichen Verteilung der örtlichen und jahreszeitlichen Sonneneinstrahlung wird es unumgänglich sein, Importe in beträchtlichem Ausmass miteinzuschliessen.

### **Einmalige Chance für die Schweizer Wirtschaft**

Eine derartige technische und logistische Diversifizierung mag komplex erscheinen, sie erhöht jedoch die Resilienz dank ihrer Vielfalt. Heute sind systemische Lösungen durch die Kontrolle (Internet of Things mit Sensoren) und die Optimierung der vielschichtigen Daten dank zusätzlicher künstlicher Intelligenz ein Gebot der Stunde, um ein erneuerbares, effizientes und resilientes Energiesystem zu realisieren. Es besteht eine einmalige Chance für unsere Wirtschaft, weil wir grosse Erfahrung darin haben, komplexe systemische Lösungen auszuarbeiten und international für den Export zu skalieren. Die innovative, technische Diversifizierung mit klassischer Wasserkraft und Wärme-Kraft-Kopplung, aber auch



Ich bin überrascht, dass wir diese Chancen bisher kaum angepackt haben und dass ich von Investoren und internationalen Playern vernehme, dass es im Ausland einfacher ist, in Power-to-X-Lösungen zu investieren. Die bürokratischen Einschränkungen und das Investitionsklima seien bei uns zu einschränkend. Sind wir so sehr gesättigt, dass wir diese Möglichkeiten nicht sehen?

Ein Beispiel aus der Schweizer Geschichte soll uns zeigen, dass es sich lohnt, in die Zukunft zu investieren: Als im Jahre 1882 der Gotthard-Eisenbahntunnel eröffnet wurde, war bald klar, dass es auch eine Elektrifizierung der Bahnen, weg von der Kohle braucht. Die erste elektrifizierte Eisenbahnstrecke in der Schweiz war 1888 die Tramway Vevey-Montreux-Chillon. Bereits 1924 war die Elektrifizierung der Gotthardstrecke abgeschlossen. Natürlich war der primäre Treiber, die Abhängigkeit von der ausländischen

Kohle durch die eigene Wasserkraft zu ersetzen. Nachträglich stellte sich heraus, dass sich die hervorragenden Innovationen der lokalen Industrie im Lokomotivbau auch für die Exportwirtschaft zu einem Wohlstandstreiber entwickeln konnten. Der innovative Mut hat sich trotz der wirtschaftlichen Not während des Ersten Weltkriegs längerfristig ausgezahlt.

Das Energiesystem der Zukunft braucht rasch eine Vielzahl von Lösungen (inklusive «Negativemissionstechnologien») und ist damit eine einmalige Chance für unsere Gesellschaft. Es braucht den politischen und gesellschaftlichen Willen, Innovationen voranzutreiben. Packen wir dies jetzt zusammen an!



«Die Transition des Energiesystems ist ein Generationenprojekt, das wir gemeinsam lösen müssen.»

Prof. Dr. Gian-Luca Bona

Batterien bis hin zu Wasserstoff und synthetischen Treibstoffen kombiniert mit der Diversifizierung der Importkanäle und der technologischen Möglichkeiten zählt zu unseren Stärken. Dank unseren Universitäten, Forschungsinstituten und innovativen Start-ups wurden hervorragende technische Lösungspfade vorgezeichnet, welche durch industrielle Skalierung und mit den notwendigen Investitionen unseren Wirtschaftsstandort nachhaltig stärken können.

Prof. Dr. Gian-Luca Bona war von 2009 bis Mai 2022 Direktor der Empa und Professor für Photonics an der ETH Zürich und der EPFL Lausanne. Von 2019 bis Mai 2022 war er als Vertreter der vier Forschungsinstitutionen des ETH-Bereichs Mitglied des ETH-Rates. In seiner langen Karriere in der Forschung in Akademie und Industrie hat sich Gian-Luca Bona für den effizienten Wissens- und Technologietransfer von nachhaltigen, technologischen Innovationen für die Gesellschaft eingesetzt.

# 24 Power-to-X ist keine Spielerei, sondern ein Schlüssel zur Energiewende

Noch sind Power-to-X-Technologien teuer und die Wasserstoffmobilität kommt nur langsam in Fahrt. Doch für Martin Osterwalder, Unternehmer und Wasserstoffpionier, steht fest: Ohne alternative Energieträger wird die Schweiz ihre Klimaziele nicht erreichen. Im Interview spricht er über die Herausforderungen der Branche, fehlende Fairness in der Politik – und seine Vision von einem vielseitig nutzbaren Wasserstoffmarkt.

Interview von Avenergy Suisse

**Zum Einstieg eine ganz allgemeine Frage: Was bedeutet Power-to-X für Sie? Wo sehen Sie Potenziale, wo stehen wir heute?**

Power-to-X steckt sicherlich noch in den Kinderschuhen – insbesondere, wenn es um das Thema Skalierung geht. Technologisch funktioniert es einwandfrei, es ist marktreif. Die Frage ist jedoch: Funktioniert es auch betriebswirtschaftlich?

**Das klingt nicht sehr optimistisch.**

Ich sehe das nüchtern. Wenn wir das Energiesystem dekarbonisieren wollen – oder müssen –, dann wird es zentral sein, Power-to-X-Technologien

einen festen Platz einzuräumen. Welche Technologien sich letztlich durchsetzen, wird sich zeigen – das hängt stark von den Entwicklungen in der Forschung der kommenden Jahre ab. Klar ist: Wir bewegen uns weg von einem zentralisierten Bandenergiesystem hin zu einem dezentralen, fluktuierenden System. Das stellt uns vor grosse Herausforderungen. Wir müssen mit Zeiten umgehen, in denen Wind und Sonne sehr viel Energie liefern – und mit Phasen, in denen kaum erneuerbare Energie verfügbar ist. Die grosse Frage der Energiestrategie lautet: Wie bringen wir die Energie vom Sommer in den Winter? Da führt kaum ein Weg an Power-to-X vorbei.

**Sie gelten als Wasserstoff-Pionier in der Schweiz. Sie betreiben zwei Wasserstofftankstellen. Wie kommt es, dass jemand, der ursprünglich aus dem Handel mit fossilen Energieträgern kommt, sich hier so früh engagiert hat?**

Das hat viel mit unserer DNA als Familienunternehmen zu tun. Die Osterwalder Gruppe wurde 1855 gegründet. Heute sind wir die sechste Generation, die im Unternehmen tätig ist. Man denkt da automatisch langfristig und fragt sich: Wie bleibt das Unternehmen zukunftsfähig?

Uns war schon früh klar: Der fossile Energieträger ist endlich. Der Wandel wird kommen – wir wissen nur nicht genau, wann. Deshalb haben



Wasserstoff-Produktionsanlage in St. Gallen. Quelle: Osterwalder Gruppe



«Unsere Vision war immer, Wasserstoff breit nutzbar zu machen.»

Martin Osterwalder

Martin Osterwalder ist Verwaltungsrat und Co-CEO der Osterwalder Gruppe. Der eidgenössisch diplomierte Wirtschaftsprüfer ist unter anderem Präsident des Fördervereins H<sub>2</sub> Mobilität Schweiz. Die Osterwalder Gruppe ist ein traditionsreiches Schweizer Familienunternehmen mit Sitz in St. Gallen, das seit 1855 besteht. Heute ist sie in den Bereichen Energie (u. a. AVIA Tankstellen, Heizöl, Schmierstoffe, Wasserstoffmobilität, E-Mobilität), Gebäudetechnik, Immobilien und Kanalreinigung tätig.

wir den strategischen Entschluss gefasst, frühzeitig in diese Richtung zu investieren. Energie wird es immer brauchen – und wir verfügen über das Know-how, sie zu verteilen. Diese Kompetenz lässt sich gut auf neue Technologien übertragen. Zudem glauben wir nicht, dass E-Mobilität alle Anforderungen abdecken wird. Wir sind überzeugt, dass es zusätzliche Technologien braucht. Wasserstoff wird sich da auf mittlere Sicht seinen Platz erkämpfen – wie gross dieser sein wird, wird sich zeigen.

**Welche Erfahrungen machen Sie mit Ihren beiden Wasserstofftankstellen? Die Fahrzeugflotte ist ja noch eher klein.**

Das stimmt. Wir hatten gehofft, dass die Entwicklung etwas schneller vorangeht – vor allem bei den Nutzfahrzeugen. Die Nachfrage steigt, aber langsamer, als wir erwartet hatten.

**Wie funktioniert eine Wasserstofftankstelle genau?**

Im Prinzip gleich wie eine konventionelle Tankstelle. Vor Ort gibt es einen Wasserstofftank. Der Betankungsvor-



gang dauert etwa gleich lang wie bei Diesel oder Benzin. Der ganze Ablauf ist in den normalen Betrieb integriert – es ist also kein grosser Mehraufwand.

**Sie haben es angedeutet: Die Entwicklung bei Wasserstofffahrzeugen stockt. Warum geht es beim Schwerverkehr nicht schneller voran?**

Das Interesse ist grundsätzlich da – vor allem im kommerziellen Bereich. Aber der Ukrainekrieg hat die Strompreise massiv steigen lassen. Als wir gestartet haben, lag der Strompreis bei 40 Franken pro Megawattstunde. Zwischenzeitlich lag er bei 200, aktuell sind wir bei rund 100 – also deutlich höher, als wir kalkuliert hatten. Das wirkt sich direkt auf die Wasserstoffpreise aus. Die Total Cost of Ownership für Wasserstofffahrzeuge liegt dadurch deutlich über der für Dieselfahrzeuge.

**Gibt es noch andere Hindernisse?**

Ja, auch technologische. Viele Hersteller waren sehr zögerlich, Wasserstofflastwagen auf den Markt zu bringen. Wenn es keine Fahrzeuge gibt, können sie auch nicht eingesetzt werden. Viele haben sich sehr früh auf batteriebetriebene Lösungen konzentriert. Wasser-

stoff hatte das Nachsehen. Wir haben erwartet, dass sich Brennstoffzellen schneller durchsetzen. Heute gehen wir davon aus, dass es 2027/28 wird, bis grosse Hersteller serienreife H<sub>2</sub>-Lastwagen anbieten.

**Was kostet aktuell ein Kilogramm Wasserstoff an der Tankstelle?**

Aktuell rund 17 Franken pro Kilo. Damit kommt man etwa 100 Kilometer weit. Zum Vergleich: Benzin liegt bei 12–13 Franken pro 100 Kilometer. Wasserstoff ist also momentan teurer. Als wir begonnen haben, lagen wir bei etwa 12 Franken – da waren die Kosten vergleichbar.

**Woher beziehen Sie Ihren Wasserstoff?**

Wir produzieren ihn selbst. Gemeinsam mit der SN Erneuerbare Energie AG und der SAK betreiben wir eine Elektrolyseanlage, die in das Hydrospider-System eingebunden ist. Dort werden Container befüllt, die dann an unsere Tankstellen geliefert werden.

**Also keine Pipeline-Lösung?**

Noch nicht – aber wir prüfen derzeit, ob sich so etwas realisieren lässt.

**Wenn Sie auf die kommenden fünf bis zehn Jahre blicken: Wo sehen Sie den Wasserstoffmarkt in der Schweiz?**

Ich bin überzeugt, dass viele Logistik- und Transportunternehmen langfristig nicht rein batterieelektrisch unterwegs sein können – schlicht, weil es Einsatzgebiete gibt, in denen das nicht funktioniert. Ich glaube, dass in zehn Jahren ein wesentlicher Teil der Nutzfahrzeugflotten mit Brennstoffzellen betrieben wird.

Aber Wasserstoff wird nicht nur in der Mobilität gebraucht. Es gibt viele industrielle Anwendungen, z. B. Hochtemperaturprozesse. Auch im stationären Bereich – Stichwort Kraft-Wärme-Kopplung oder Heizungsersatz – sehen wir Potenzial. Wasserstoff wird eine zentrale Rolle bei der Sektorenkopplung spielen.

**Ist die Osterwalder Gruppe auch in diesen Bereichen aktiv? Nutzen Ihre Kunden Wasserstoff auch ausserhalb der Mobilität?**



Wasserstofftankstelle samt Wasserstoff-Lastwagen in St. Gallen. Quelle: Osterwalder Gruppe

Ja, wir haben zwei Industriekunden, die Wasserstoff als Schutzgas einsetzen. Ausserdem haben wir mit der Firma Hälg die EMPA beim Projekt «NEST» unterstützt – ein Gebäude, das mittels Brennstoffzellen mit Strom und Wärme versorgt wird. Die EMPA untersucht dort, wie sich dies auf das Stromnetz auswirkt. Das Gebäude hat auch eine PV-Anlage auf dem Dach – ein klassisches Beispiel für die saisonale Speicherung von Energie.

**Wenn Sie in die Zukunft denken: Liegt der Fokus eher auf stationären Lösungen oder weiterhin auf der Mobilität?**

Beides. Unsere Vision war immer, Wasserstoff breit nutzbar zu machen. Die Mobilität war ein einfacher Einstieg – dort haben wir viel Erfahrung. Aber es war nie die Absicht, uns ausschliesslich darauf zu beschränken.

**Auch die Politik beschäftigt sich mit Wasserstoff – Stichwort Wasserstoffstrategie des Bundes. Wie beurteilen Sie die politischen Bemühungen?**

Eine grosse Herausforderung ist die Gleichbehandlung mit anderen Technologien. Das Bundesamt für Energie

fokussiert sich stark auf Elektromobilität – das sieht man bei den gesetzlichen Rahmenbedingungen und bei der Verteilung von Fördergeldern. Hier kämpfen wir dafür, dass Wasserstoff nicht benachteiligt wird.

**Können Sie ein konkretes Beispiel nennen?**

Beim Herkunftsnachweis beispielsweise. Dort wird Wasserstoff aktuell benachteiligt. Wir fordern keine Sonderstellung, nur faire Bedingungen – vergleichbar mit anderen alternativen Antriebsformen wie die E-Mobilität oder die Nutzung von Biotreibstoffen.

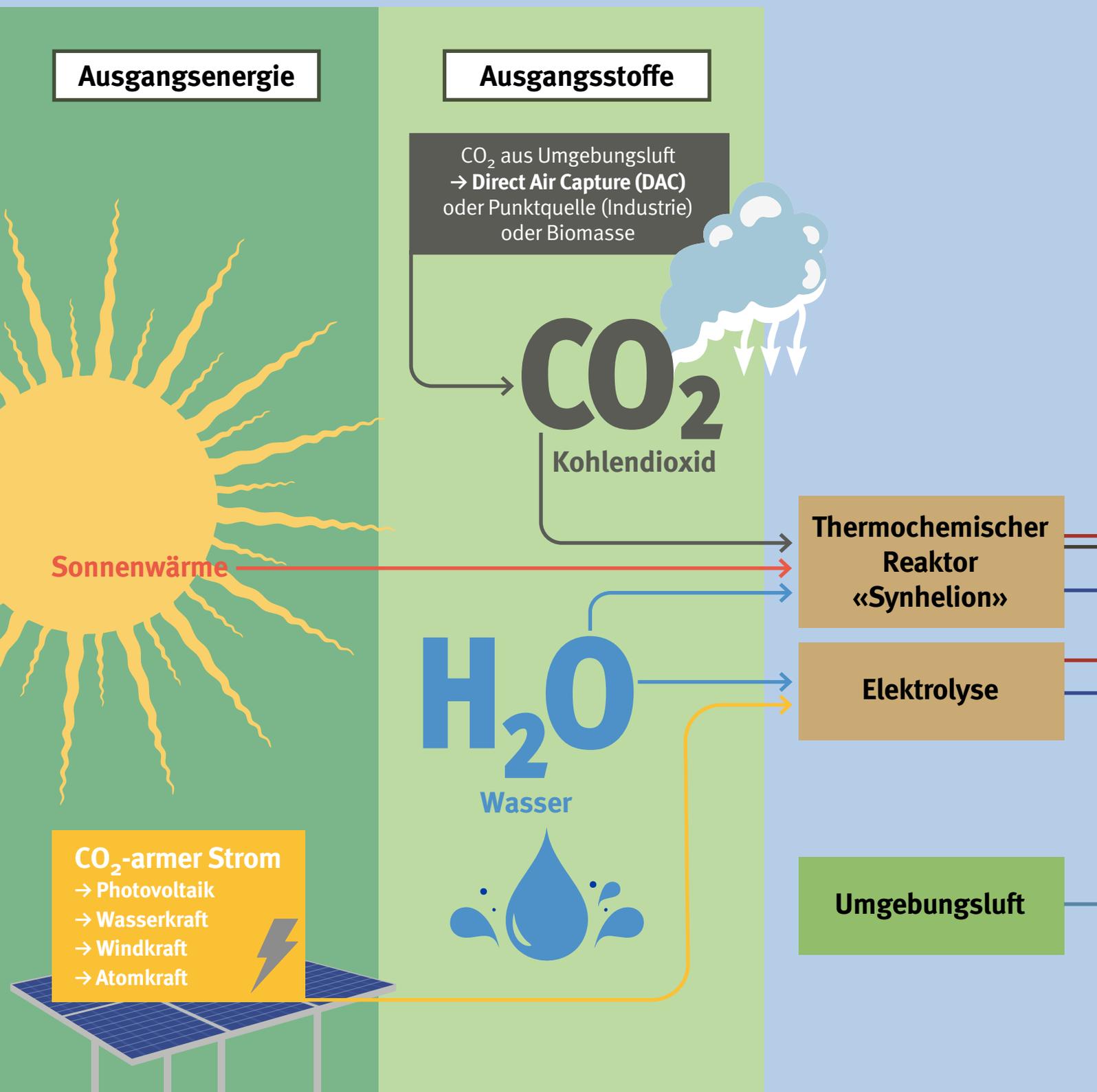
**Wasserstoff vs. Elektromobilität – Konkurrenz oder Ergänzung?**

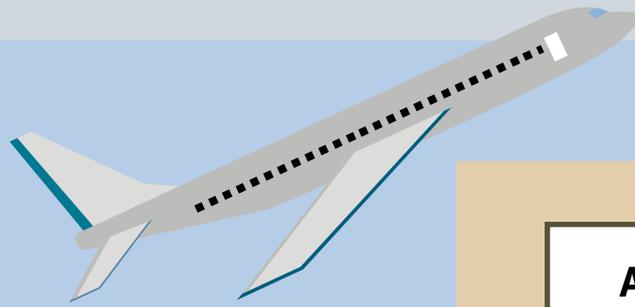
Ganz klar: Ergänzung. Ich bin keineswegs gegen Elektromobilität – im Gegenteil: Mit AVIA VOLT haben wir ein starkes Unternehmen in diesem Bereich aufgebaut. Aber keine Technologie wird alle Anwendungen abdecken. Es geht nicht um ein «Entweder-oder», sondern um ein «Sowohl-als-auch».

# Power-to-X

## Unter P2X versteht man...

...verschiedene Technologien zur Umwandlung von Power (Energie) in einen speicherbaren Energieträger. Im Zusammenhang mit Power-to-X bezeichnet «Power» elektrischen Strom aus erneuerbaren und CO<sub>2</sub>-armen Quellen, oder auch Sonnenwärme. Mit dieser Ausgangsenergie wird aus Wasser über Elektrolyse oder andere Prozesse Wasserstoff hergestellt. Dieser kann direkt als Energieträger eingesetzt werden oder über weitere Prozesse zusammen mit CO<sub>2</sub> aus der Luft oder Stickstoff zu einer Vielzahl von gasförmigen und flüssigen Brenn- und Treibstoffen umgewandelt werden.





## Anwendungsbereiche

Die Vorteile von E-Fuels sind, dass sie fossile Energieträger eins zu eins ersetzen, in der bestehenden Infrastruktur einfach transportiert und lange gespeichert werden können.

**Treibstoff:**  
 → Flugzeuge  
 → Schiffe  
 → ÖV – Busse/Züge  
 → Schwerlasttransporte – LKW  
 → Bau- und Landwirtschaft  
 → Lieferwagen  
 → PKW/Motorrad

**Wärme:**  
 → Industrie Hochtemperatur  
 → Fernwärme/Spitzenlast  
 → Öl- & Gasheizungen Gebäude

**Elektrischer Strom:**  
 → Winterstromlücke  
 → Notkraftwerk  
 → Notstromgeneratoren

**Chemie/Industrie:**  
 → Ersatz von Rohstoffen, die bisher aus fossilen Quellen stammen

## Endprodukte

Die aus P2X entstehenden Endprodukte sind erneuerbare Brenn- und Treibstoffe, welche wegen ihrer Herstellung aus elektrischem Strom E-Fuels genannt werden oder allgemeiner auch RFNBO (für Renewable Fuels of Non-Biological Origin).

### Flüssige Energieträger (P2L), z. B.

- e Diesel
- e Benzin
- e Methanol

### Gasförmige Energieträger (P2G), z. B.

- e Methan (Synthetisches Erdgas)

### Kohlenstofffreie Energieträger, z. B.

- e Wasserstoff
- e Ammoniak

## Zwischenprodukte



Sauerstoff



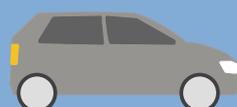
Kohlenstoff

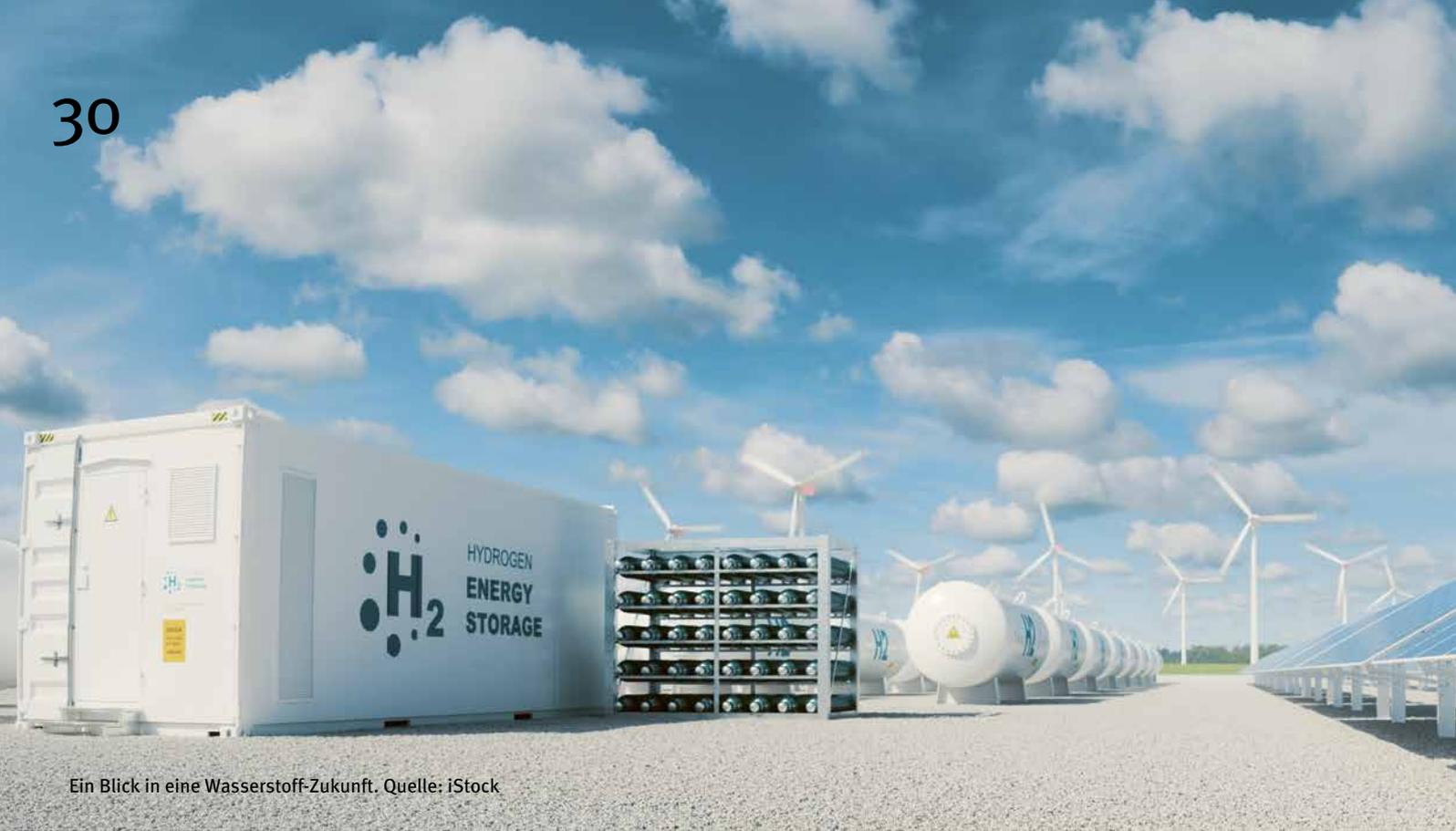


Wasserstoff



Stickstoff





Ein Blick in eine Wasserstoff-Zukunft. Quelle: iStock

# Tech-Industrie: Business Opportunities in der Energiewende

Die Schweizer Tech-Industrie spielt eine Schlüsselrolle bei der Energiewende und der Entwicklung neuer Technologien. Swissmem setzt sich für optimale Rahmenbedingungen ein und fördert innovative Lösungen wie Power-to-X-Technologien. Die P2X Days 2024 zeigen, wie Unternehmen bereits heute neue Geschäftsfelder erschliessen und zur Klimaneutralität beitragen. Das Ziel ist klar: eine nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energieversorgung für die Zukunft.

von Roger Sonderegger, Swissemem

Mit über 1400 Mitgliedsfirmen ist Swissemem die führende Stimme der Schweizer **Tech-Industrie**. Gemeinsam erwirtschaften die Unternehmen der Tech-Industrie einen Gesamtumsatz von mehr als 90 Milliarden CHF, was rund 7% des Bruttoinlandprodukts der Schweiz entspricht. Gut 80% der Wertschöpfung wird exportiert, wobei der grösste Anteil an Waren und Dienstleistungen in die EU geht, gefolgt von den USA und China. Mit Hauptsitz in Zürich sowie Büros in Winterthur und Lausanne engagiert sich der Verband für die wirtschaftliche Stärke und Innovationskraft seiner Mitglieder.

Gut 330 000 Personen sind in der Tech-Industrie beschäftigt und dank dem Innovationsgeist und der globalen Wettbewerbsfähigkeit der Firmen konnte diese Zahl über die letzten Jahre auf diesem Niveau gehalten werden – von einer De-Industrialisierung

kann keine Rede sein. Damit dies so bleibt, setzt sich Swissemem für optimale Rahmenbedingungen vonseiten der Politik und bei den Behörden ein. Auf der anderen Seite sind die Unternehmerinnen und Unternehmer gefordert, wachsam zu sein und ihre Firmen strategisch so weiterzuentwickeln, dass sie langfristig erfolgreich bleiben – ein wichtiges Element ist dabei das Erkennen und Wahrnehmen von **Business Opportunities** in neuen Geschäftsfeldern.

Aufgrund der klimatischen Veränderungen ist die Völkergemeinschaft zur Einsicht gelangt, dass massive Anstrengungen unternommen werden müssen, um den Ausstoss von Treibhausgasen signifikant einzudämmen und einen **Weg Richtung Netto-Null** einzuschlagen. Je nach Land und Volkswirtschaft sind die konkreten Zielsetzungen unterschiedlich, aber schliesslich wird es durch **Technologieoffenheit** und eine aussergewöhnliche **Innovationsfähigkeit** gelingen, diese Ziele zu erreichen.

Neue Energietechnologien sind ein wichtiges Puzzleteil auf dem Weg zu Netto-Null. Dazu gehören auch **Power-to-X-Technologien**, welche die Produktion von Wasserstoff (H<sub>2</sub>) sowie von verwandten Derivaten oder von synthetischen Treibstoffen (SAF – Sustainable Aviation Fuel) ermöglichen. P<sub>2</sub>X-Technologien bieten auch Lösungen für die Speicherung von chemischen Energieträgern sowie für den Transport von erneuerbaren Energien; schliesslich kann das gesamte Energiesystem mittels Sektorkopplung verbunden werden; auch CCUS-Technologien gehören zum System (Carbon Capture and Utilization and/or Storage).

#### Neue Geschäftsfelder erschliessen

In der aktuellen Phase sind noch viele global tätige Unternehmen im Bereich von «Oil & Gas» engagiert und erfolgreich; aus genannten Gründen wird dies nicht ewig so bleiben, so dass die meisten **strategisch ausgerichteten Firmen** auf der Suche nach **neuen Geschäftsmöglichkeiten** sind. Die **Energiewende** und damit verbundene neue Marktbedürfnisse, sei es von privater, öffentlicher oder von gemischt-wirtschaftlicher Seite, verlangen neue Technologien und Anwendungen, was zu neuen Business Opportunities für verschiedene Akteure führt.



## «Neue Energietechnologien sind ein wichtiges Puzzleteil auf dem Weg zu Netto-Null.»

Roger Sonderegger

Roger Sonderegger ist Ressortleiter bei Swissemem und Sekretär Sektor «New Energy Systems». Swissemem unterstützt die Mitgliedsfirmen mit zahlreichen Dienstleistungen und einem grossen politischen Einsatz für optimale Rahmenbedingungen. Zudem bietet Swissemem viele Austausch-Plattformen an, um das eigene Wissen zu erweitern und das Netzwerk zu pflegen. Schliesslich gehört auch die ganze Landschaft der Interessenverbände sowie der Forschung und Wissenschaft zum erweiterten Netzwerk; ein regelmässiger Austausch mit Hochschulen, mit Fachhochschulen und mit anderen Organisationen, sei es im In- oder im Ausland, wird ebenfalls stark gepflegt.

Weil das Interesse an der Energiewende sehr gross ist und weil es auch in der Techbranche ein grosses Informationsbedürfnis gibt, hat **Swissmem** im Jahr **2024**, gemeinsam mit **Avenergy** und dem P2X-Netzwerk **SPIN** erstmals die P2X Days in der Eventlocation JED in Schlieren organisiert.

Neben dem Blick über die Grenze nach Deutschland und Baden-Württemberg sowie nach der Beurteilung der eigenen Strategien für Wasserstoff, für die Gaswirtschaft und für die H<sub>2</sub>-Infrastruktur, war es Swissmem ein grosses Anliegen am P2X Congress DAY typische Beispiele von Firmen zu zeigen, welche schon in Richtung Energiewende unterwegs sind und erste Erfolge verbuchen können. Die «Use Cases» von **Burckhardt-Compression**, von **SWISS** mit **SYNHELION**, von **V-ZUG** als Teil

des **Tech-Clusters Zug** sowie von **Voegtlin-Meyer** waren exemplarisch dafür.

#### **Viele Ziele gleichzeitig erreichen**

Das **Energie-Trilemma** ist unterdessen gut bekannt: Es geht um Versorgungssicherheit, um gute Preise, darum wettbewerbsfähig zu bleiben und um Nachhaltigkeit. Es ist schwierig, bisweilen unmöglich, alle Ziele maximal zu erreichen, aber es wird eine Hauptaufgabe bleiben, in diesem Spannungsfeld die besten Lösungen für die Marktteilnehmer zu finden.

Mitgliedsfirmen von Swissmem sind in **zweierlei Hinsicht** am Thema **Energie** und an den künftigen Entwicklungen stark interessiert. Einerseits sind sie **Energiekonsumenten** und haben klare Erwartungen in Bezug auf das Energie-Trilemma.

Andererseits sind die Firmen in der Tech-Industrie sehr **innovativ**, sie treiben neue Technologien voran und wollen schliesslich einen grossen Teil der Marktleistungen **exportieren**, um **nachhaltig Erfolg** zu haben. Es freut uns sehr, Partner von Avenergy zu sein und gemeinsame Interessen und Werte zu pflegen sowie neue Technologien und das Unternehmertum zu fördern.



# Chancen für die Industrie

Power-to-X ermöglicht die Speicherung erneuerbarer Energie, doch erst Kompressoren machen den Transport und die Nutzung effizient. Eine Schlüsseltechnologie mit grossem Potenzial für die Industrie.

Von Veronika Schelling, Burckhardt Compression



«Die Technologien, die für die Energietransition notwendig sind, sind weitgehend vorhanden und bieten eine solide Grundlage für nachhaltige Entwicklungen.»

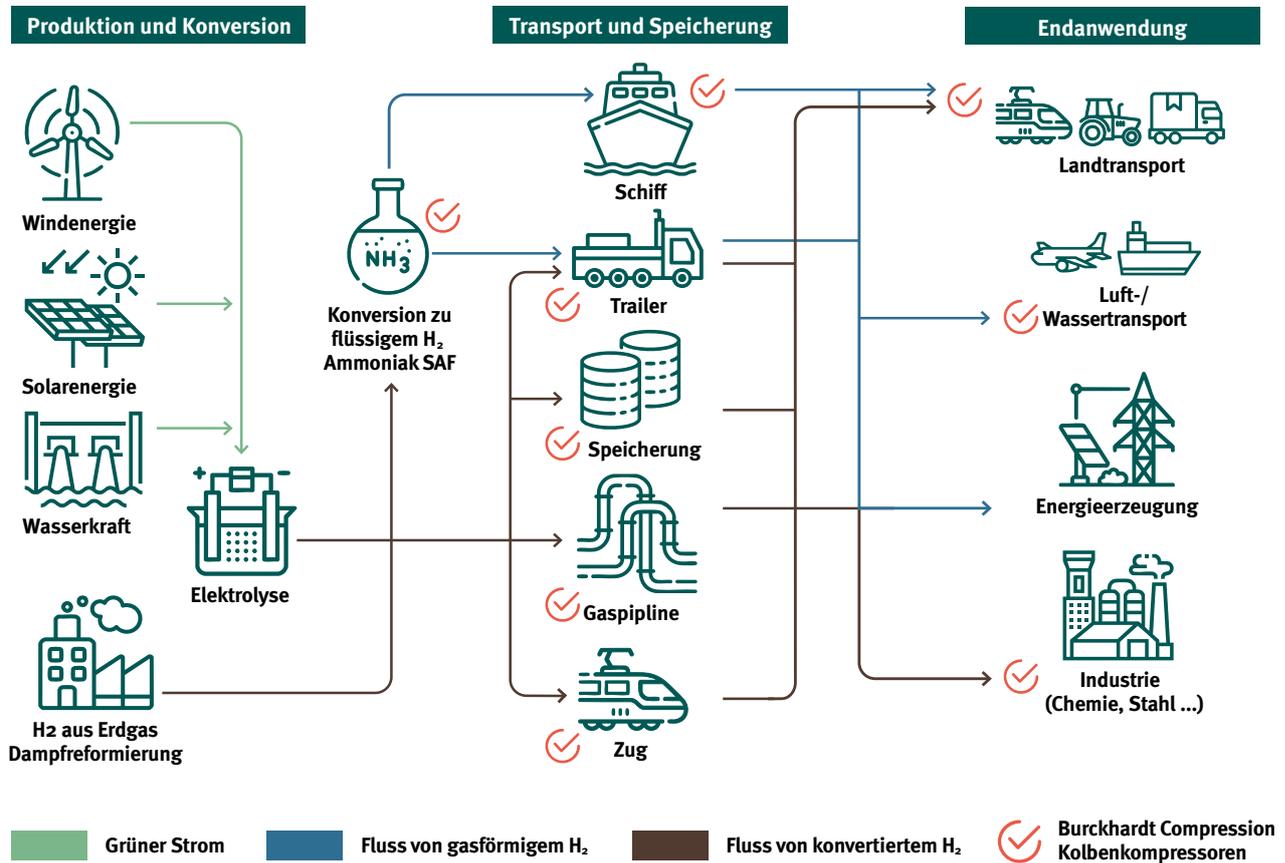
Veronika Schelling

Veronika Schelling (MSc ETH) startete 2010 ihre Karriere bei Sulzer Chemtech erst im Bereich Anlagenbau für Bio-Polymere, später als Application Manager für Separationsprozesse. Anfang 2021 wechselte sie zu Burckhardt Compression, um sich auf das Thema erneuerbare Energie und Wasserstoff zu fokussieren. Als Hydrogen Mobility & Energy Leader ist sie verantwortlich für ein Expertenteam, das sich auf Strategie, Geschäftsentwicklung und Produktmanagement für Wasserstoff-Kompressorsysteme für globale Mobilitäts- und Energieanwendungen konzentriert.

Die Energiewende braucht nicht nur Strom, sie braucht auch grüne Moleküle. Um grosse Mengen erneuerbarer Energie effizient zu transportieren und zu speichern, ist die Umwandlung von Strom in speicherbare Moleküle unverzichtbar. Besonders bei Transport und Speicherung der gasförmigen Moleküle spielen Kompressoren eine entscheidende Rolle. Die weltweiten Bestrebungen zur Energietransition eröffnen enorme Geschäftsmöglichkeiten – insbesondere für Unternehmen wie Burckhardt Compression, die auf den globalen Export von Energieträgern spezialisiert sind.

Burckhardt Compression verfolgt eine klare Vision: Führende Kompressorlösungen für eine nachhaltige Energiezukunft zu schaffen. Konkret bedeutet dies, dass bis 2027 mindestens 40% der Kompressorenprojekte für Anwendungen installiert werden sollen, die der Energietransition dienen. Diese Strategie unterstreicht das Engagement des Unternehmens für Nachhaltigkeit und seine starke Position in einem sich schnell entwickelnden Markt.

Power-to-X bezeichnet die Umwandlung von Strom in andere Energieformen oder chemische Verbindungen. Ein zentraler Schritt ist die Produktion von Wasserstoff durch Elektrolyse. Dabei entsteht Wasser-



Quelle: eigene Darstellung, Burckhardt Compression

stoffgas mit einem Druck von 1 bis max. 40 bar – zu niedrig für Transport oder Speicherung. Hier kommen Kolbenkompressoren ins Spiel. Durch die Komprimierung wird der Transport und die Speicherung erst ermöglicht: Wasserstoff wird für den Transport entweder verdichtet oder in flüssigen Wasserstoff oder Derivate wie Ammoniak, e-Methan oder e-Methanol umgewandelt. Für die Verflüssigung von Wasserstoff sowie auch die Herstellung der genannten Derivate benötigt es erhöhte Prozessdrücke, welche die Kolbenkompressoren von Burckhardt Compression ermöglichen. Die Kompressoren sind sowohl in der Zuführung des Wasserstoffs als auch in der Prozessanlage zentrale Bestandteile und eine Schlüsselkomponente für die Produktivität und Effizienz.

Transport und Lagerung des Wasserstoffs und seiner Derivate ist ein relevanter Teil der Wertschöpfungskette, da auch ein grosser Teil der Kosten dort entstehen können. Die richtige Wahl der Technologie und des Kompressors ist entscheidend für ein erfolgreiches Gesamtprojekt.

Burckhardt Compression liefert passende Kompressorlösungen für

Trailer, Abfüllanlagen, Speicherung und Pipeline-Systeme. Für alle diese Anwendungen bietet die Firma skalierbare, ölfreie Kolbenringkompressoren an. Globaler Footprint und jahrzehntelange Erfahrung in Kompression von Wasserstoff ermöglicht es dem Unternehmen, bereits in all diesen Anwendungen Referenzprojekte im Betrieb zu haben. Die digitale Überwachung und gezielter Unterhalt der Maschinen werden durch die firmeninterne Services Division sichergestellt. Damit werden ein optimaler Betrieb und eine maximierte Verfügbarkeit der Anlagen erreicht.

#### Langstreckentransport erneuerbarer Gase – an Land und auf See

Für den Transport grosser Wasserstoffmengen über weite Distanzen sind Pipelines die effizienteste Lösung. Die gute Nachricht ist, dass ein grosser Teil dieser bestehenden Pipeline-Infrastruktur auch für den Transport von Wasserstoff verwendet werden kann. In Europa gibt es eine grosse Initiative, den European Hydrogen Backbone, bei der die Gasnetzbetreiber zusammenarbeiten, um für die Verteilung von Wasserstoff ein länderübergreifendes

Pipeline-Netzwerk zu erstellen. Verschiedene Lieferkorridore werden dabei geplant. Über diese soll günstiger, grüner Strom von Süd- und Nordeuropa nach Zentraleuropa transportiert werden, wo der grösste Bedarf vorhanden ist.

Wenn keine Pipeline-Infrastruktur vorhanden ist und die erneuerbare Energie über lange Distanzen, z. B. auf andere Kontinente, transportiert werden soll, bieten sich verschiedene Energieträger an. Ein sehr vielversprechender Energieträger ist grüner Ammoniak (NH<sub>3</sub>), welcher aus grünem Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Stickstoff (N<sub>2</sub>) hergestellt wird. Der grosse Vorteil von Ammoniak ist, dass bereits viel Erfahrung und Infrastruktur zum Handling von Ammoniak vorhanden ist. Der einzige Nachteil ist die Toxizität von Ammoniak. Da Ammoniak eine der meistproduzierten Chemikalien ist und als Grundstoff für viele Produkte wie Düngemittel verwendet wird, sind die Anforderungen an die Sicherheit von Ammoniakanlagen gut etabliert.

Wir werden in Zukunft vermehrt globale Projekte sehen, in denen grüner Wasserstoff von Produktions-

**Fünf Versorgungskorridore sind zentral für die Vision des European Hydrogen Backbone (EHB) und können bereits bis 2023 den Zugang zu reichlich vorhandenem und kostengünstigem Wasserstoff ermöglichen.**

Um die im REPowerEU-Plan festgelegten Wasserstoff-Nachfrageziele für 2030 zu erreichen, sind fünf gross angelegte Pipeline-Korridore vorgesehen.

Diese Korridore sollen zunächst lokale Wasserstoff-Angebots- und Nachfragezentren in verschiedenen Regionen Europas miteinander verbinden. In einem nächsten Schritt werden sie erweitert, um Europa mit benachbarten Regionen mit Exportpotenzial zu verknüpfen.

Planungssicherheit bei der Entwicklung dieser Infrastruktur wird es den Marktakteuren ermöglichen, Angebot und Nachfrage deutlich schneller aufzubauen.

#### Die fünf Wasserstoff-Versorgungskorridore sind:

**Korridor A:** Nordafrika & Südeuropa

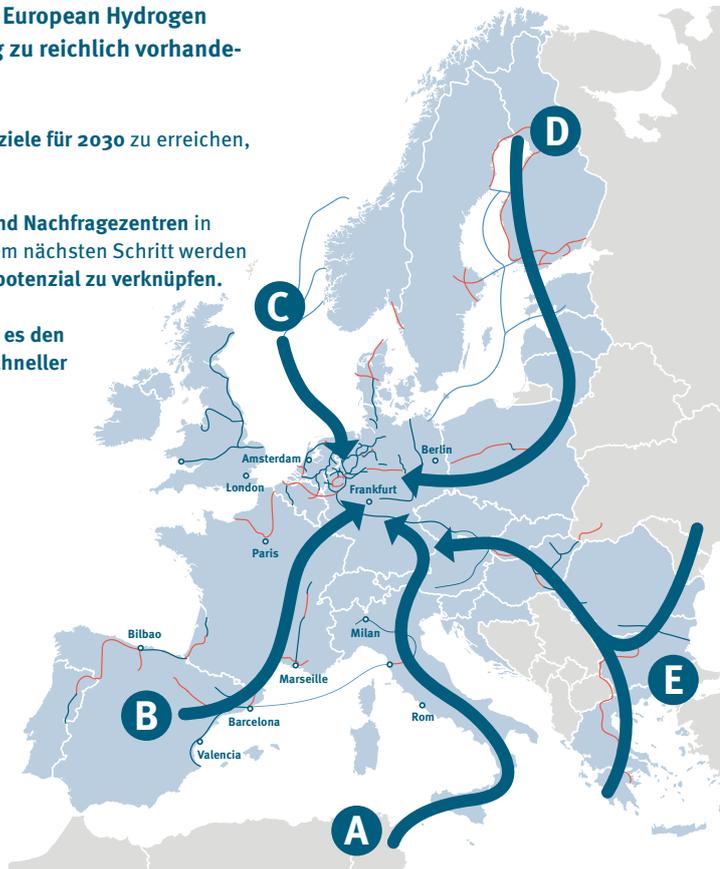
**Korridor B:** Südwesteuropa & Nordafrika

**Korridor C:** Nordsee

**Korridor D:** Nordische und Baltische Regionen

**Korridor E:** Ost- und Südosteuropa

Diese fünf Korridore umfassen sowohl inländische als auch Importmärkte für Wasserstoff und entsprechen den drei Importkorridoren, die im REPowerEU-Plan identifiziert wurden: einem Mittelmeer-Korridor (Korridore A und B), einem Nordsee-Korridor (Korridor C) und einem Korridor über die Ukraine (Korridor E).



Quelle: ehb



regionen in Form von Ammoniak als Energieträger zu Nachfrageregionen wie Europa oder Japan und Südkorea transportiert wird. Entlang dieser Wertschöpfungskette ist Burckhardt Compression mit verschiedenen Lösungen für Solarpanel-Produktion über Ammoniaksynthese bis zum Endverbrauch als Wasserstoff beteiligt.

#### **Schweizer Industrie: Chancen in Power-to-X und Wasserstoff-technologien**

Die Schweizer Industrie steht vor bedeutenden Chancen im Bereich Power-to-X und Wasserstoffanwendungen. Die Technologien, die für die Energietransition notwendig sind, sind weitgehend vorhanden und bieten eine solide Grundlage für nachhaltige Ent-

wicklungen. Nun ist die Skalierung dieser Technologien erforderlich, um ihre volle Wirkung zu entfalten und die Kosten zu reduzieren. Durch gezielte Investitionen und Kooperationen kann die Schweiz eine führende Rolle in diesem aufstrebenden Sektor einnehmen und gleichzeitig wirtschaftliche Vorteile und ökologische Nachhaltigkeit vereinen.



#### **Burckhardt Referenzprojekt für Einspeisung Wasserstoffpipeline**

Wasserstoffpipeline vom Produktionsort in Botlek, Rotterdam (NL) nach Antwerpen (B) zum Verteilknoten und dann zu den Endverbrauchern in Frankreich. In Betrieb seit 2009.

3 Kompressorsysteme in parallel, reiner Wasserstoff, 22–100 barg, 6052 kg/h 6BA ölfreie Kolbenkompressoren mit je 4,8-MW-Motorleistung

# Wasserstoff passt in unseren Alltag

Reto Huber, Geschäftsführer Postautobetrieb von Voegtlin-Meyer, setzt auf Wasserstoff als zukunftsfähige Antriebstechnologie. Im Interview erklärt er, warum sich die Brennstoffzelle im Betrieb bewährt, welche Vorteile sie im Vergleich zur Elektromobilität bietet – und wie regionale Energieproduktion dabei eine zentrale Rolle spielt.

Interview von Avenergy Suisse

**Herr Huber, was genau ist Ihre Rolle bei Voegtlin-Meyer?**

Ich bin Geschäftsführer von Voegtlin-Meyer Postautobetrieb. Wir betreiben derzeit 36 Fahrzeuge, und ich führe rund 100 Mitarbeitende. Neben dem Postautobetrieb bin ich auch für die Tankstellen von Voegtlin-Meyer verantwortlich und gehöre zur Gesamtgeschäftsleitung. Unser Unternehmen hat eine lange Tradition und meine Aufgabe ist es, sowohl die operative Führung sicherzustellen als auch strategische Weichen für die Zukunft zu stellen – insbesondere in Bezug auf nachhaltige Mobilität.

**Wir sind heute hier, weil Sie Brennstoffzellen-Postautos betreiben. Ich glaube, Sie haben aktuell eines?**

Ja, genau, derzeit haben wir ein Fahrzeug mit Wasserstoffantrieb in Betrieb. Es ist voll in unseren täglichen Fahrplan integriert und bewährt sich hervorragend.

**Warum nehmen Sie den zusätzlichen Aufwand auf sich, eine neue Antriebsart in Ihren Betriebsalltag zu integrieren?**

Ich muss hier etwas ausholen. Als ich 2013 zu Voegtlin-Meyer kam, hatten wir bereits fünf Postautos mit Wasserstoffantrieb. An meinem ersten Arbeitstag hatte ich ehrlich gesagt grosse Bedenken. Ich dachte an den Zeppelin von einst, die Hindenburg, der 1937 in Flammen aufging, und war entsprechend skeptisch. Wasserstoff hatte damals für mich einen eher negativen Ruf, was Sicherheit anging. Doch diese Bedenken haben sich schnell gelegt, als ich die Technologie besser verstanden habe.

**Haben Sie heute noch Sicherheitsbedenken?**

Nein, überhaupt nicht. Wasserstoff ist viel leichter als Luft. Falls es zu einem Austritt kommt, steigt er sofort nach oben und verflüchtigt sich, wodurch das Risiko einer Ansammlung oder Entzündung minimal ist. Zudem sind die Tanks und Systeme heute so ausgefeilt, dass sie höchsten Sicherheitsstandards entsprechen. Wir haben in all den Jahren keinerlei Probleme gehabt.

**Jetzt haben Sie gesagt, 2013 seien noch fünf Fahrzeuge mit Wasser-**

**stoff betrieben worden, jetzt ist es nur noch eines. Das müssen Sie erklären?**

Diese fünf Fahrzeuge waren Teil des sogenannten CHIC-Projekts – Clean Hydrogen in European Cities. Das war eine EU-Initiative zur Förderung von Wasserstoffantrieben im öffentlichen Verkehr, an der mehrere Städte und Unternehmen beteiligt waren. In unserem Fall lief das Projekt in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Post, die die Fahrzeuge bereitgestellt hatte. Nach dem Ende des Projekts zog sich die Post aus dem Projekt zurück und die meisten Fahrzeuge wurden ausser Betrieb genommen oder anderweitig genutzt.

**Was war der ausschlaggebende Punkt, dass Sie weiterhin Wasserstofffahrzeuge in Ihren Betrieb integrierten?**

Nachdem ich die erste Betankung beobachtet hatte, wurde mir klar, wie praktikabel und effizient das System ist. Die Betankung mit Wasserstoff dauert genauso lange wie bei einem Dieselfahrzeug – etwa fünf bis sieben Minuten. Das bedeutet, dass sich am Betriebsablauf nichts ändert. Hinzu



Erste Wasserstoff-Postautos sind schon heute auf den Strassen unterwegs. Quelle: eigene Darstellung

kommt die hohe Reichweite, die uns eine enorme Flexibilität im Einsatz ermöglicht. Das hat mich überzeugt, dass Wasserstoff eine Technologie ist, die in unseren Alltag passt und einen echten Mehrwert bietet.

#### **Ist das nicht auch bei Elektro-bussen so?**

Nein, das ist anders. Wir betreiben auch zwei Elektro-Postautos, und da gibt es deutliche Unterschiede. Bei den Elektrofahrzeugen müssen die Dienste der Chauffeure oft unterbrochen werden, weil die Reichweite begrenzt ist. Maximal kommen wir auf 222 Kilometer, bevor das Fahrzeug geladen werden muss – und das Laden dauert je nach Ladestation zwischen 30 Minuten und mehreren Stunden. Beim Wasserstofffahrzeug sind es hingegen fast 700 Kilometer ohne Unterbrechung. Das ist ein riesiger Unterschied, vor allem für den öffentlichen Verkehr, wo Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit entscheidend sind. Deshalb bin ich überzeugt, dass Wasserstoff insbesondere für schwere Fahrzeuge und den ÖV die Technologie der Zukunft ist.

#### **Sie sagten, mit einer Tankfüllung kommt man rund 700 Kilometer weit. Ist das vergleichbar mit einem Dieselfahrzeug?**

Ja, die Reichweiten sind etwa gleich. Unsere Diesel-Postautos kommen ebenfalls auf etwa 650 bis 700 Kilometer, je nach Strecke und Beladung. Das macht Wasserstoff zu einer echten Alternative, ohne dass wir Abstriche bei der Einsatzplanung machen müssen.

#### **Ist Ihr Wasserstoff-Postauto ganz normal in den täglichen Betrieb integriert?**

Ja, absolut. Es fährt quer durch unser Netz, beispielsweise nach Döttingen, zur Habsburg oder auch auf längeren Strecken im Kanton Aargau. Im Gegensatz dazu sind unsere Elektro-Postautos nur auf bestimmten, kürzeren Strecken einsetzbar, weil die Reichweite und Ladezeiten uns sonst zu sehr einschränken würden.

#### **Ich habe den Eindruck, Sie sind ein Befürworter der Wasserstofftechnologie und sehen Elektromobilität eher kritisch?**

Ich mache einfach einen sachlichen Vergleich. Da wir alle drei Antriebsarten – Diesel, Wasserstoff und Elektro – im Einsatz haben, kann ich die Vor- und Nachteile direkt miteinander abwägen. Monatlich bekomme ich detaillierte Reportings zu Betriebskosten, Ausfallzeiten, Reichweite usw. Das ist alles sehr transparent. Und dabei zeigt sich, dass Wasserstoff in vielen Bereichen besser abschneidet, insbesondere im Vergleich zur Elektromobilität. Ich sage nicht, dass Elektrofahrzeuge grundsätzlich schlecht sind – sie haben ihren Platz –, aber für unseren Einsatzbereich ist Wasserstoff aktuell die überlegene Lösung.

#### **Gibt es Pläne, Ihre Wasserstoffflotte zu erweitern?**

Ja, definitiv. Im nächsten Jahr kommen acht weitere Wasserstoff-Postautos hinzu. Unser langfristiges Ziel ist es, die gesamte Flotte umzustellen – mit Ausnahme von vier Fahrzeugen, die weiterhin elektrisch betrieben werden. Bis 2030 möchten wir den Grossteil unserer Diesel-Fahrzeuge durch Wasserstoff ersetzen.



Bald kann in Brugg (AG) Wasserstoff getankt werden. Quelle: eigene Darstellung

### Warum bleiben diese vier Fahrzeuge aussen vor?

In Windisch haben wir eine Pantographen-Ladestation, die speziell für Elektrobusse ausgelegt ist. Für Linien mit kurzen Distanzen von maximal fünf Kilometern macht es Sinn, auf Elektromobilität zu setzen, weil die Fahrzeuge dort schnell zwischengeladen werden können. Man muss immer abwägen, welche Technologie für welche Einsatzbereiche am besten geeignet ist. Für den Grossteil unserer Strecken – vor al-

lem die längeren Verbindungen – sind Diesel oder Wasserstoff jedoch ideal.

### Bemerkt man als Fahrgast einen Unterschied, wenn man in einem Wasserstoff-Postauto sitzt?

Ja, definitiv. Es ist deutlich leiser als ein Dieselbus, was den Komfort erhöht. Zudem funktioniert die Klimatisierung im Sommer besser und im Winter kann das Fahrzeug effizient beheizt werden, ohne dass die Reichweite darunter leidet. Bei Elektrofahrzeugen gibt es oft Mo-

delle, die mit Dieselheizungen betrieben werden oder vor der Abfahrt viel Energie für das Vorheizen benötigen. Das ist bei Wasserstoff anders – die Brennstoffzelle liefert kontinuierlich Energie, unabhängig von den äusseren Bedingungen.

### Wie sieht der Kostenvergleich aus? Was kostet eine Tankfüllung Wasserstoff im Vergleich zu Diesel?

Als Steuerzahler möchte ich möglichst wirtschaftlich arbeiten. Entscheidend ist der Preis pro Kilometer in der Vollkostenrechnung. Aktuell liegt der Dieselpreis bei etwa 87 Rappen pro Kilometer, Wasserstoff bei 1.30 Franken und Elektromobilität bei 4.30 Franken. Das klingt erstmal überraschend, aber bei Elektrofahrzeugen kommen hohe Anschaffungskosten, Wartung und vor allem die Ladeinfrastruktur hinzu. Würden wir unsere gesamte Flotte elektrifizieren, müssten wir allein in die Ladeinfrastruktur etwa 1,8 bis 1,9 Millionen Franken investieren. Bei Wasserstoff sind die Tankstellenkosten überschaubarer, vor allem, wenn wir wie geplant direkt vor Ort produzieren und tanken.

### Wo tanken Sie aktuell Ihr Wasserstoff-Postauto? Haben Sie eine eigene Tankstelle?

Derzeit tanken wir bei der Firma Messer in Lenzburg, etwa 15 Kilometer von hier entfernt. Ab dem 1. Januar 2026 werden wir jedoch direkt hier in Brugg tanken können, was einen grossen Schritt in Richtung Unabhängigkeit bedeutet.

### Woher stammt der Wasserstoff, den Sie in Lenzburg tanken?

Die Firma Messer stellt ihn in ihrer eigenen Produktionsanlage her. Der genaue Herstellungsprozess hängt von verschiedenen Faktoren ab, aber Messer ist ein etablierter Anbieter von Industriegasen und garantiert eine zuverlässige Versorgung.

### In Zukunft sollen alle Fahrzeuge hier in Brugg betankt werden. Wie funktioniert das genau?

Ja, wir haben ein spannendes Projekt vor Ort. In der Nähe betreibt die Axpo ein Flusskraftwerk an der Aare. Der dort erzeugte Strom wird in eine neue Produktionsanlage für Wasserstoff eingespeist, die nur ein paar hundert Meter von unserem Depot entfernt gebaut wird. Über eine Pipeline – eher kleine Röhren als grosse Rohre – gelangt der Wasserstoff dann direkt zu unserer neuen Tankstelle. Die Aare wird also indirekt unsere Flotte antreiben. Vom Strom über die Wasserstoffproduktion bis zur Betankung bleibt alles im kleinsten Umkreis – das ist nicht nur effizient, sondern auch ökologisch ein grosser Vorteil.

#### **Gehört die Produktionsanlage Ihnen oder der Axpo?**

Die Anlage gehört der Axpo, wir sind lediglich der Endabnehmer. Wir haben jedoch einen exklusiven Abnahmevertrag mit ihnen, der uns eine stabile Versorgung sichert. Das ist eine Partnerschaft, von der beide Seiten profitieren.

**Wie wichtig ist bei der Entscheidung, auf Wasserstoff umzusteigen, eigentlich die Versorgungssicherheit?** Versorgungssicherheit ist essenziell. Hundertprozentige Sicherheit gibt es natürlich nie, aber mit der Nähe zur Produktion erhöhen wir unsere Unabhängigkeit erheblich. Gerade im Vergleich zur Elektromobilität, wo wir auf das Stromnetz und dessen Stabilität angewiesen sind, sehe ich hier klare Vorteile. Dazu kommt unsere Erfah-

rung aus dem CHIC-Programm: Damals haben wir mit den Wasserstoff-Postautos 1,7 Millionen Kilometer ohne nennenswerte Probleme zurückgelegt. Diese Zuverlässigkeit ist ein starkes Argument, vor allem wenn man bedenkt, dass wir im öffentlichen Verkehr eine hohe Dienstleistungsqualität garantieren müssen.

#### **Wie stehen andere Postauto-Betreiber zu Wasserstoff?**

Das Interesse wächst spürbar. Ein Unternehmen aus der Region, das viele Elektrobusse betreibt, hat mir kürzlich berichtet, dass sie zurück auf Wasserstoff umsteigen wollen. Im Winter hatten ihre Elektrobusse nicht genug Reichweite, sodass sie einen zusätzlichen Fahrplan mit mehr Fahrzeugen und Chauffeuren erstellen mussten – das treibt die Kosten enorm in die Höhe. Ein anderer Betreiber im Kanton Zürich, der kürzlich eine neue Halle für Elektromobilität eröffnet hat, hat mir bei der Besichtigung erzählt, dass er bereits alles für eine mögliche Umstellung auf Wasserstoff vorbereitet hat. Es gibt also eine Bewegung in Richtung Wasserstoff, weil die Praxiserfahrungen zeigen, dass die Technologie funktioniert.

#### **Warum nicht einfach weiter Diesel fahren?**

Ich bin für ein Umdenken in Sachen Emissionen und Klima – das ist unumgänglich. Aber man sollte hier schrittweise vorgehen und nicht alles überstürzen. Eine umfassende Kosten-Nutzen-Rechnung ist entscheidend, und dabei schneidet Wasserstoff derzeit sehr gut ab. Diesel wird auf lange Sicht keine Zukunft haben, zumindest nicht im öffentlichen Verkehr, wo die Anforderungen an Nachhaltigkeit immer strenger werden. Wasserstoff bietet uns eine Möglichkeit, Emissionen zu senken, ohne unsere Betriebsabläufe oder die Wirtschaftlichkeit zu gefährden. Das ist für mich der Schlüssel: Nachhaltigkeit und Pragmatismus müssen Hand in Hand gehen.



«Ich bin überzeugt, dass Wasserstoff insbesondere für schwere Fahrzeuge und den ÖV die Technologie der Zukunft ist.»

**Reto Huber**

**Reto Huber** ist Geschäftsführer der Postautobetriebe von Voegtlin-Meyer in Brugg und Mitglied der Geschäftsleitung. Die Voegtlin-Meyer AG ist ein traditionsreiches, inhabergeführtes Familienunternehmen mit Sitz in Windisch, das seit über 112 Jahren besteht. Ursprünglich im Jahr 1912 von Jakob Voegtlin als Kohlehandel gegründet, hat sich das Unternehmen über die Jahrzehnte zu einem vielseitigen Anbieter entwickelt. Heute umfasst das Leistungsspektrum den Vertrieb von Brenn- und Treibstoffen, den Betrieb eines Tankstellennetzes mit über 35 Standorten, Postautodienste sowie Entsorgungsdienstleistungen. Besonders im Bereich der nachhaltigen Mobilität setzt Voegtlin-Meyer mit dem Einsatz von Wasserstoff-Postautos neue Massstäbe im öffentlichen Verkehr.

# 40 Wie schaffen wir den nachhaltigen Luftverkehr?



Die Luftfahrt muss defossilisiert werden – doch die Herausforderung ist gross. Während andere Verkehrsträger zunehmend elektrifiziert werden, fehlen für den Langstreckenflug realistische Alternativen zu flüssigen Treibstoffen. Sustainable Aviation Fuels (SAF) sind der Schlüssel, um Emissionen zu reduzieren, doch die heutige Produktion reicht bei Weitem nicht aus, um den Bedarf zu decken.

Die weltweit erste industrielle Anlage zur Produktion von Solartreibstoff wurde 2024 in Deutschland eröffnet. Quelle: Synhelion AG



## «Um den Luftverkehr nachhaltig zu transformieren, braucht es neue Technologien, die skalierbar, effizient und wirtschaftlich sind.»

Dr. Philipp Furler

Von Philipp Furler, CEO und Mitgründer Synhelion

Um den Luftverkehr nachhaltig zu transformieren, braucht es neue Technologien, die skalierbar, effizient und wirtschaftlich sind. Genau hier setzt Synhelion an: Mit der weltweit ersten industriellen Anlage für Solartreibstoffe hat das Unternehmen gezeigt, dass nachhaltige Treibstoffe nicht mehr nur eine Idee sind. Nun gilt es, die Produktion hochzufahren und den Weg in eine defossilisierte Luftfahrt konsequent weiterzugehen.

### Die neue Realität der Luftfahrt: SAF wird zur Pflicht

Die Zeit des Experimentierens mit nachhaltigen Treibstoffen ist vorbei, Regulierungen machen SAF zur neuen Realität der Luftfahrt. Mit Initiativen wie ReFuelEU Aviation schreibt die EU verbindliche SAF-Quoten vor: Die Quote startet 2025 bei 2% und bis 2050 muss der Anteil nachhaltiger Treibstoffe auf 70% steigen. Weltweit werden ähnliche Regulationen in Kraft gesetzt, um den Markthochlauf von SAF zu beschleunigen. Airlines und Treibstofflieferanten stehen also nicht mehr vor der Frage, ob sie umstellen, sondern nur

noch wie schnell. Entsprechend wächst der SAF-Markt zwar stetig, aber die Versorgung befindet sich immer noch auf sehr tiefem Niveau. Im Jahr 2024 lag die weltweite SAF-Produktion bei knapp 2 Millionen Tonnen pro Jahr oder rund 0,5% des gesamten Jet-Fuel-Bedarfs.

Man geht davon aus, dass bis im Jahr 2050 die weltweite Nachfrage nach SAF auf rund 200 Millionen Tonnen pro Jahr steigen wird. Es ist also eine massive Skalierung der Produktion nötig.

### Versorgungslücken: ein Markt mit Chancen

Heute basiert die SAF-Produktion fast ausschliesslich auf der HEFA-Technologie (Hydroprocessed Esters and Fatty

Acids), die aus Altspeseöl oder Tierfetten gewonnen wird. Diese Rohstoffe sind jedoch stark begrenzt, was das Wachstum der SAF-Produktion limitiert. Langfristig wird HEFA-SAF daher nur ungefähr 5–10% des globalen SAF-Bedarfs decken können. Dies führt zu einer wachsenden Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage, weshalb skalierbare Alternativen notwendig sind, um Versorgungslücken zu schliessen. Hier kommt Synhelions Sun-to-Liquid-Technologie ins Spiel, mit der erneuerbare synthetische Treibstoffe mit nachhaltiger Solarenergie hergestellt werden. Die Technologie ermöglicht eine nahezu unbegrenzte Skalierung und wird entscheidend sein, um den Luftverkehr langfristig zu defossilisieren.

### Von der Theorie zur Praxis:

#### Synhelion setzt neue Massstäbe

Synhelion produziert erneuerbare, synthetische Treibstoffe, um nachhaltige Mobilität zu ermöglichen. Das Unternehmen stellt solares Kerosin, Diesel und Benzin her, die fossile Brennstoffe direkt ersetzen können. Diese Solartreibstoffe schliessen den CO<sub>2</sub>-Kreislauf, da sie bei der Verbrennung nur so viel CO<sub>2</sub> ausstossen, wie für ihre Herstellung verwendet wurde. Zudem sind sie vollständig mit der bestehenden globalen Treibstoffinfrastruktur kompatibel, von der Lagerung über den Transport bis hin zu den Verbrennungsmotoren und Flugzeug-Triebwerken. Solartreibstoffe sind besonders für diejenigen Verkehrssektoren geeignet, wo die Elektrifizierung an seine Grenzen stösst. Sie bieten eine skalierbare, erneuerbare Lösung für die Luftfahrt sowie andere Verkehrssektoren, die auf

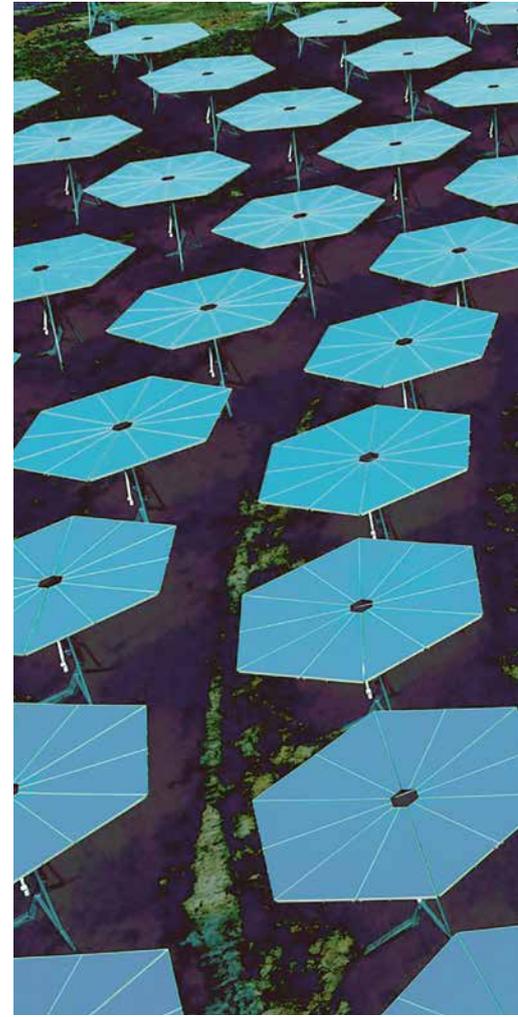
**Dr. Philipp Furler** ist CEO und Mitgründer von **Synhelion**. Synhelion ist ein Schweizer Cleantech-Unternehmen, das Solartreibstoffe produziert, um CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität zu ermöglichen. Das Unternehmen hat eine einzigartige Technologie entwickelt, die mit Hochtemperatur-Solarwärme synthetische Treibstoffe produziert. Die von Synhelion hergestellten synthetischen Treibstoffe – wie Solarbenzin, Diesel oder Kerosin – sind nachhaltig und kompatibel mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren und Triebwerken. Philipp Furler hat einen Dokortitel in Maschinenbau von der ETH Zürich. 2018 schloss er seinen Executive MBA an der University of Strathclyde ab. Dr. Furler verfügt über mehr als zehn Jahre Erfahrung in der Hochtemperatur-Solarchemie und Reaktortechnik. Philipp Furler war Mitgründer des ETH-Spin-off-Unternehmens Sunredox, das 2018 mit Synhelion fusioniert wurde.

flüssige Treibstoffe angewiesen sind. Dabei sollten die verschiedenen Verkehrssektoren nicht gegeneinander ausgespielt werden, da bei der Produktion von synthetischen Treibstoffen immer sowohl Kerosin als auch Benzin und Diesel produziert werden.

Ein wesentlicher Vorteil von Synhelions Technologie liegt in der Nutzung von Solarenergie. Die Sonne ist eine der kostengünstigsten und die am weitesten verfügbare erneuerbare Energiequelle. Dank dieser Eigenschaft lässt sich die Produktion von Solartreibstoffen weltweit skalieren – was nicht nur zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt, sondern auch zur globalen Energiesicherheit und zur Unabhängigkeit von fossilen Treibstoffen.

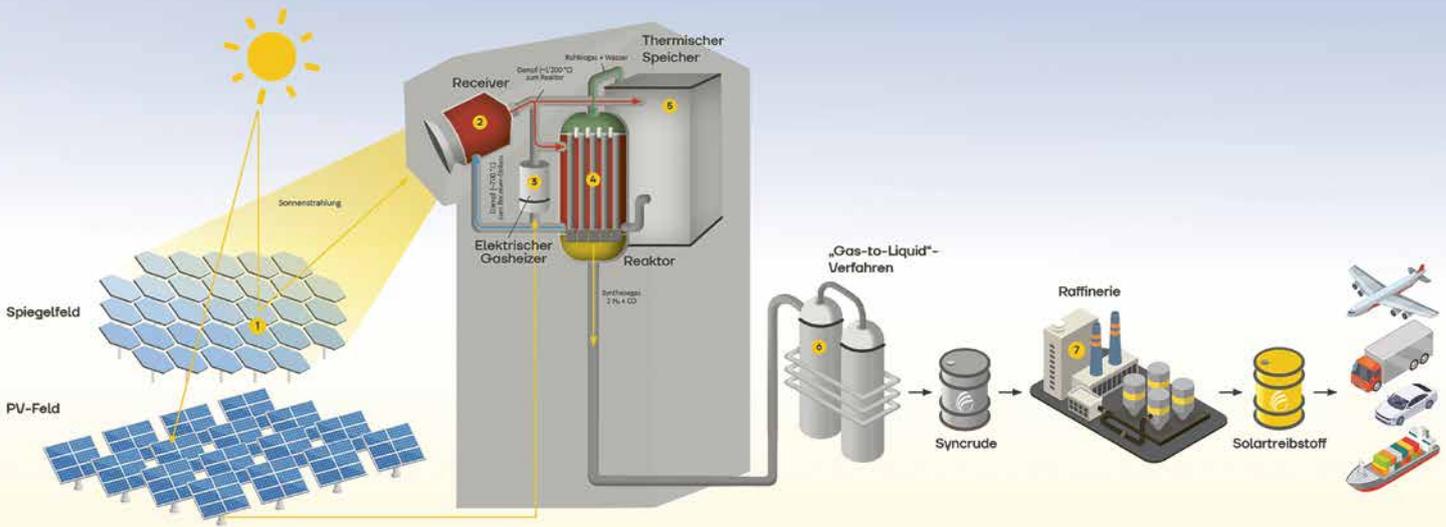
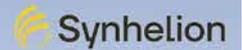
Synhelion hat den Übergang von der Forschung zur industriellen Anwendung erfolgreich gemeistert. 2024 wurde mit DAWN in Deutschland die weltweit erste industrielle Anlage zur Produktion von Solartreibstoff eröffnet. Als nächsten Schritt plant Synhelion bereits seine ersten kommerziellen und wettbewerbsfähigen Produktionsanlagen RISE und SHINE.

Die Entwicklung ist abgeschlossen – die Technologie ist einsatzbereit und kann nun weltweit skaliert werden. Um die Netto-Null-Ziele zu erreichen, ist jetzt der richtige Zeitpunkt für Investitionen in den Aufbau großflächiger Produktionskapazitäten. Nur wenn wir jetzt entschlossen handeln, kann der Wandel zu nachhaltigen Treibstoffen Realität werden.

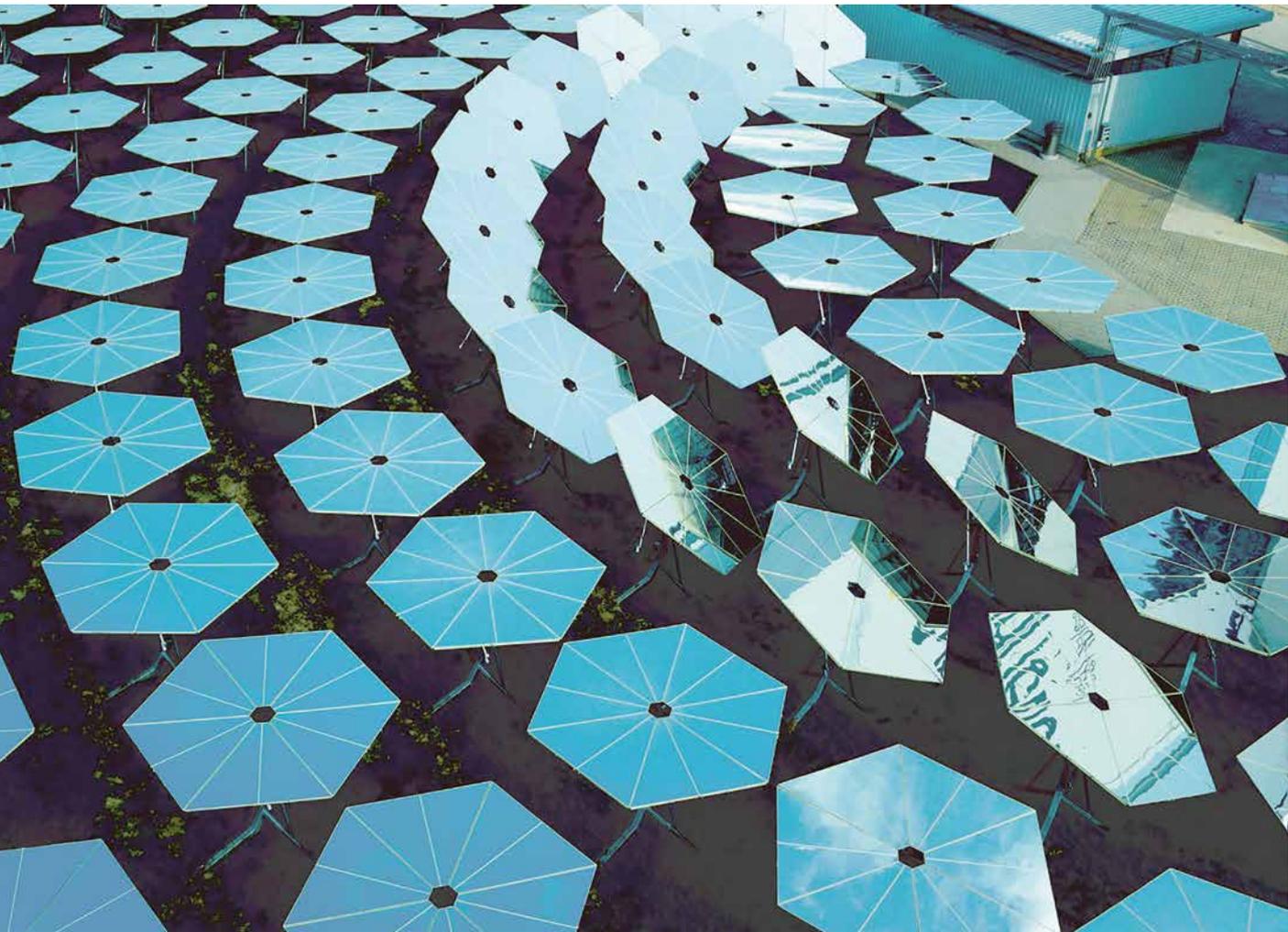


Quelle: Synhelion AG

### Wie DAWN Solartreibstoff produziert



- 1 Die Sonnenstrahlung wird von einem **Spiegelfeld** (Heliostaten) reflektiert und auf den Receiver konzentriert.
- 2 Der **Receiver** wandelt die Solarenergie in Hochtemperatur-Prozesswärme von über 1000°C um.
- 3 Die Prozesswärme kann auch mit einem **elektrischen Gasheizler** erzeugt werden, falls keine Sonne scheint.
- 4 Die erzeugte Prozesswärme treibt einen thermochemischen **Reaktor** an, der CO<sub>2</sub>, Wasser und Methan in Synthesegas, ein Gemisch aus H<sub>2</sub> und CO umwandelt.
- 5 Ein Teil der erzeugten Wärme wird in einem **thermischen Speicher** gespeichert, sodass die Anlage rund um die Uhr betrieben werden kann, auch nachts.
- 6 Das produzierte Synthesegas wird anschließend mit einem „Gas-to-Liquid“-Verfahren zu synthetischem Rohöl, auch **Synchrude** genannt, verflüssigt.
- 7 Das Synchrude wird schließlich in eine **Raffinerie** gebracht, wo es zu den Endprodukten **solarem Kerosin, Diesel und Benzin** weiterverarbeitet wird.



Das Spiegelfeld fängt die Sonnenstrahlen ein. Quelle: Synhelion AG

### Jetzt beginnt das Scale-up

Um den Verkehrssektor substanziell zu defossilisieren, braucht es eine rasche Skalierung der Produktion. Deshalb hat Synhelion in der Technologieentwicklung Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit als oberstes Credo genommen. Unsere Lösung basiert auf günstiger Solarenergie, einer günstigen Kohlenstoffquelle und einem besonders effizienten Prozess. Dank dieser Schlüsselfaktoren können die Herstellungskosten der Treibstoffe langfristig auf 1 CHF pro Liter gesenkt werden.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor sind Pionierkunden, die den Wandel aktiv mitgestalten. Unternehmen wie SWISS, Pilatus Flugzeugwerke, die AMAG Group, die Schifffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV), der Flughafen Zürich oder die Bergbahnen Lenzerheide haben bereits mit Synhelion Abnahmeverträge für Solartreibstoffe unterzeichnet. Durch ihre langfristigen Abnahmeverpflichtungen ermöglichen sie nicht nur den Markteintritt erneuerbarer Treibstoffe,

sondern setzen auch ein starkes Zeichen für nachhaltige Mobilität. Dies zeigt, dass Solartreibstoffe nicht mehr Zukunftsvision, sondern bereits Realität sind und dass Unternehmen, die heute handeln, morgen die Vorreiter einer nachhaltigen Mobilität sein werden.

Der Weg zum nachhaltigen Luftverkehr ist klar: Die Produktion von SAF muss massiv gesteigert werden, um die ambitionierten Klimaziele der Branche zu erreichen. Synhelion zeigt mit der ersten industriellen Produktion von Solartreibstoffen, dass der Übergang von der Forschung in die Industrie gelungen ist. Jetzt geht es darum, das Scale-up voranzutreiben und den Markt für nachhaltige Treibstoffe global zu etablieren.

# 44 Dekarbonisierung von Hochtemperatur- prozessen: ein neuer Ansatz dank der Methan-Pyrolyse

Die Methan-Pyrolyse bietet eine vielversprechende Möglichkeit, kohlenstofffreie Energie bereitzustellen und gleichzeitig CO<sub>2</sub> langfristig zu binden. Der Verein zur Dekarbonisierung der Industrie hat es sich zur Aufgabe gemacht, diese Technologie aus dem Labor in die Praxis zu überführen – mit dem klaren Ziel einer nachhaltigen, emissionsfreien Zukunft.





## «Die Dekarbonisierung der Industrie stellt eine der grössten Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität dar.»

Andreas Bittig

Im Bau: Die erste industrielle Anlage soll im Sommer 2025 in den Testbetrieb gehen.  
Quelle: sakowin green energy



Von Andreas Bittig, Verein zur Dekarbonisierung der Industrie

Die Dekarbonisierung der Industrie stellt eine der grössten Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität dar. Während die Elektrifizierung im Mobilitätssektor und im Gebäudebereich durch Wärmepumpen voranschreitet, bleibt die Industrie – insbesondere Hochtemperaturprozesse – einer der grössten Emittenten von CO<sub>2</sub>. Eine umfassende Wasserstoffstrategie wird als Lösung diskutiert, doch infrastrukturelle, technologische und wirtschaftliche Hürden verzögern deren breite Implementierung.

Der Verein zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI) verfolgt den innovativen Ansatz, Methan als Energiequelle zu nutzen, ohne aber CO<sub>2</sub>-Emissionen freizusetzen.

### Entstehung der Initiative

Die Initiative wurde 2022 vom wissenschaftlichen Partner Empa, dem Arealentwickler Tech Cluster Zug und des Geräteherstellers V-ZUG ins Leben gerufen. Ziel ist es, emissionsarme Lösungen für industrielle Prozesse zu entwickeln und in die Praxis zu überführen. Aufgrund des Potenzials des Verfahrens und der hohen Dringlichkeit, weitere Dekarbonisierungslösungen zu fin-

den, konnten noch im Jahr 2022 mehr als ein Dutzend weitere Partner gewonnen werden, die die Gründung des Vereins zur Dekarbonisierung der Industrie ermöglichten. Heute unterstützen die Partner Accelleron, AMAG, AVAG, Empa, Holcim, Kanton Zug, Metall Zug, Partners Group, Sakowin, SHL Medical, Siemens, Sika, Sulzer, Swiss Safety Center, Tech Cluster Zug, V-ZUG, VZ Depotbank und die WWZ die Initiative mit tatkräftiger Mitarbeit und finanzieller Unterstützung.

### Die Methan-Pyrolyse

Die Methan-Pyrolyse ist ein Verfahren, bei dem Methan (CH<sub>4</sub>) unter hohen Temperaturen in Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und festen Kohlenstoff (C) gespalten wird, ohne dabei CO<sub>2</sub> freizusetzen. Der gewonnene Wasserstoff kann direkt als Energieträger genutzt werden.

Obwohl die Technologie bereits im Labormassstab erfolgreich getestet wurde, ergeben sich Herausforderungen bei der Skalierung:

- **Technologische Hürden:** Die Reinheit des Wasserstoffs muss für industrielle Anwendungen sichergestellt werden. Insbesondere gilt es, Verunreinigungen durch bestimmte Kohlenstoffverbindungen wie Acetylen oder aromatische Kohlenwas-



Ab 2026 soll ein erster Abnehmer in der Schweiz versorgt werden. Quelle: Sakowin Green Energy

serstoffe möglichst bereits im Prozess zu vermeiden. Gleiches gilt für den Kohlenstoff, der je nach Anwendung hohe Qualitätsanforderungen erfüllen muss.

- Partner- und Komponentenfindung: Die Entwicklung einer voll funktionsfähigen, kontinuierlich betriebenen Anlage im industriellen Massstab erfordert teils neue Ansätze sowie viele Detail-Kompetenzen der Vereinsmitglieder und spezialisierter Partner.
- Infrastrukturanpassungen: Bestehende Verteilnetze und Prozessinfrastrukturen müssen für die Nutzung von Wasserstoff angepasst werden.

Trotz vieler Herausforderungen ist der VzDI optimistisch: Die erste industrielle Anlage mit 10 kg Wasserstoff pro Stunde soll voraussichtlich im Sommer 2025 in den Testbetrieb gehen, und im Laufe des Jahres 2026 soll V-ZUG als erster Abnehmer mit Wasserstoff versorgt werden.

#### **Verwertung des Kohlenstoffs als entscheidender Faktor**

Ziel der Initiative ist die vollständige Nutzung aller entstehenden Energien und Materialien als Wertstoffe. So wird die Abwärme für Prozess- und Komfortwärme genutzt, während der Wasserstoff als Energieträger für Hochtemperaturprozesse dient. Pro Kilogramm Wasserstoff entstehen rund drei Kilogramm Kohlenstoff. Damit die Kohlenstoffmengen auch bei einer industriellen Hochskalierung sinnvoll genutzt werden können, eröffnen sich verschiedene Anwendungsfelder:

- Carbon Black für industrielle Anwendungen
- Kohlenstoff als Additiv in der Bauindustrie

- Kohlenstoff als elementarer Bestandteil von Humus für eine nachhaltige Landwirtschaft

Die Herausforderung besteht darin, den Kohlenstoff nicht kurzfristig wieder zu verbrennen, da dies erneut CO<sub>2</sub> freisetzen würde. Stattdessen muss sichergestellt werden, dass er über Jahrzehnte oder Jahrhunderte stabil gebunden bleibt.

#### **Kohlenstoff als Baustoff ist ein vielversprechender Ansatz**

Eine Analyse industrieller Materialströme zeigt, dass Baustoffe wie Beton, Asphalt und Backsteine grosse Mengen CO<sub>2</sub> über lange Zeiträume binden können. Auf dieser Basis prüft die Empa gemeinsam mit einigen der genannten

**Andreas Bittig** ist Leiter der Geschäftsstelle und Gesamtprojektleiter des **Vereins zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI)**. Der Verein versteht sich als neutrale Plattform, die Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammenführt. Die enge Kooperation ermöglicht eine schnelle Entwicklung und Umsetzung von Innovationen durch gebündelte Kompetenzen. Seit der Gründung des Vereins im März 2022 wurden bereits wichtige Etappenziele erreicht wie die Inbetriebnahme von Labor- und einer Testanlage. Im Sommer 2025 wird die Anlage in Zug für die ersten Tests bereitstehen, ab Sommer 2026 dann hoffentlich Wasserstoff, Kohlenstoff und Abwärme an die erwähnten Abnehmer liefern können.



Die Methan-Pyrolyse spaltet Methan in Wasserstoff und festen Kohlenstoff. Quelle: Sakowin Green Energy

Unternehmen bestehende und neuartige Baustoffe, um den Kohlenstoff aus der Methan-Pyrolyse zu nutzen. Ein vielversprechendes Produkt ist ein leichter Beton, der als Demonstrator bereits im Einsatz ist. Parallel dazu wird Kohlenstoff als Bindemittel für Klebstoffe erprobt.

#### **Kohlenstoff zum Humusaufbau und Klimaschutz**

Neben der Nutzung in Baustoffen bietet Kohlenstoff auch grosses Potenzial für den landwirtschaftlichen Einsatz als Bestandteil von Humus. Kohlenstoff fördert die Bildung von Bodenaggregaten, die eine bessere Durchlüftung und Wasserführung ermöglichen. Dies reduziert Erosion, erleichtert die Bodenbearbeitung und fördert das Wurzelwachstum.

Humus mit hohem Kohlenstoffanteil kann zudem grosse Mengen Wasser speichern und über längere Zeiträume verfügbar halten. Dies schützt Pflanzen vor Trockenstress und senkt den Bewässerungsbedarf – ein entscheidender Vorteil angesichts zunehmender Wetterextreme.

Darüber hinaus dient Kohlenstoff als Energiequelle für Mikroorganismen im Boden. Diese spielen eine Schlüssel-

rolle bei der Zersetzung organischer Substanzen und der Umwandlung von Nährstoffen in pflanzenverfügbare Formen.

Zusätzlich kann Kohlenstoff Schwermetalle, Pestizide und andere Schadstoffe im Boden binden, wodurch deren Mobilität und Bioverfügbarkeit verringert wird. Dies trägt zum Schutz des Grundwassers bei und reduziert Umweltbelastungen.

Die Nutzung von Kohlenstoff aus der Methan-Pyrolyse zur Humusanreicherung könnte also eine innovative Lösung sein, um CO<sub>2</sub> langfristig zu binden und gleichzeitig landwirtschaftliche Böden zu verbessern.

#### **Nutzung bestehender Infrastruktur als Erfolgsfaktor**

Die Akteure des VzDI verfolgen die Wasserstoffstrategien der Schweiz und anderer europäischer Länder mit grossem Interesse. Um nicht ausschliesslich auf den kosten- und zeitintensiven Aufbau eines Wasserstoffnetzes angewiesen zu sein, setzt der VzDI auf die Nutzung bestehender Erdgasnetze für die Verteilung von Methan. Am Verbrauchsort erfolgt dann die Methan-Pyrolyse, sodass der Wasserstoff direkt genutzt und der Kohlenstoff als Feststoff weiter-

verarbeitet werden kann. Dies minimiert den Transportaufwand für Wasserstoff erheblich, während der kompakte Kohlenstoff kostengünstig über Bahn- und Strassennetze verteilt werden kann.

#### **Opportunität negativer Emissionen**

Der VzDI versucht mit Partnerprojekten in Zug und Oman, negative CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen. Dabei soll CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre oder industriellen Quellen entnommen und mittels Elektrolyse Wasserstoff in Regionen mit hoher Sonnen- und Windenergie produziert werden. Anschliessend werden CO<sub>2</sub> und Wasserstoff methanisiert und das resultierende Methan über bestehende Erdgasinfrastrukturen (LNG-Tanker, Pipelines) an den Verbrauchsort transportiert. Dort erfolgt die Pyrolyse, wodurch die Energie des Wasserstoffs lokal genutzt und der Kohlenstoff langfristig gebunden bleibt. Dieses Konzept ermöglicht negative CO<sub>2</sub>-Emissionen und kann damit einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Atmosphäre leisten.

