

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 78 (2016)

**Heft:** 5

**Artikel:** Aus Sonnenlicht wird Gas

**Autor:** Burkhalter, Ruedi

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082757>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Aus Sonnenlicht wird Gas

**Solar- und Windstrom sollen zunehmend Atom- und Kohlestrom ersetzen. Dazu braucht es aber mehr als nur neue Kraftwerke. An der Hochschule für Technik Rapperswil wird an einem Verfahren geforscht, mit dem Strom in Form von Methangas gespeichert und so transportiert werden kann.**

Ruedi Burkhalter

Die «Energiewende» ist in aller Munde. Doch die Realität läuft (noch) in eine andere Richtung: Der Biotreibstoff-Boom ist im Ölpreis-Kampf etwas untergegangen, viele Produktionsanlagen wurden wieder geschlossen. Auch die tiefen Strompreise schaffen alles andere als Anreize, um gross alternative Energien in Betracht zu ziehen. Trotzdem wird in der Forschung fleissig an der Energieversorgung der Zukunft gearbeitet: «Wir wollen zeigen, dass technisch schon heute vieles möglich ist», sagt Boris Meier. Er arbeitet an der Hochschule für Technik in Rapperswil SG (HSR) am Projekt «Power-to-Gas» («Aus Strom wird Gas») mit. An diesem Verfahren forscht und entwickelt die Gruppe seit rund zwei Jahren. Das Herzstück ist

eine kleine Pilot- und Demonstrationsanlage, die das Institut für Energietechnik der HSR vor gut einem Jahr erstmals der Öffentlichkeit vorstellt.

## Methangas als Stromspeicher

Die Forscher betreiben die erste Anlage in der Schweiz, die aus Solarstrom, Wasser und Kohlendioxid einen vollständig erneuerbaren Treibstoff herstellen kann. Dieses Methangas kann entweder direkt als Fahrzeugtreibstoff verwendet, ins Erdgasnetz eingespeist oder als Stromspeicher genutzt, das heisst, später bei Stromknappheit wieder in Strom umgewandelt werden. Das Verfahren könnte dereinst zu einem wichtigen Baustein der Energiewende werden: Um Strom aus

nicht erneuerbaren Quellen wie Atomstrom oder Kohlestrom durch solchen aus erneuerbaren Quellen wie Wind oder Solarstrom zu ersetzen, genügt es nicht einfach, neue Kraftwerke zu erstellen. Wind- und Solarstrom fällt nämlich nicht immer dann an, wenn er gerade gebraucht wird, sondern vor allem in unregelmässig auftretenden Spitzen.

## Erdgasnetz statt neue Masten

Solch überflüssiger Spitzenstrom müsste in einem Energiespeicher zwischengelagert und später bei Strommangel (bei schlechtem Wetter oder nachts) wieder abgerufen werden können. Grosse Leistungsspitzen sind nicht nur wegen der fehlenden Speichermöglichkeiten proble-



Das erzeugte Methangas wird mit Kompressoren verdichtet und in Gasflaschen bis zur Betankung gelagert.

matisch. Zunehmend gelangt auch die Kapazität des bestehenden Stromnetzes an ihre Grenzen, was dazu führt, dass in Deutschland bereits heute in gewissen Regionen mit grosser Windstromdichte die maximal mögliche Leistung kaum mehr «abgeführt» werden kann. Das Paradoxe daran: Bei besten Bedingungen müssen teilweise Wind- und Photovoltaikanlagen abgeschaltet werden, um das Netz nicht zu überlasten. Mit Batteriespeichern werden diese Probleme nach heutigen Erkenntnissen nur beschränkt lösbar sein, beispielsweise indem die Batterien von Elektrofahrzeugen als kurzfristiger Speicher genutzt werden. Die Speicherung in Pumpspeicher-Wasserkraftwerken ist aufgrund der zu kleinen Netzkapazität auch nur beschränkt möglich.

Um Solar- und Windstrom in grossen Mengen und über längere Zeit speichern zu können, sind also neue Technologien



**Reaktor:** In zwei isolierten Reaktoren wird aus Wasserstoff und Kohlendioxid Methan.

### Pilot- und Demonstrationsanlage

Leistungsaufnahme elektrisch: 31 kW

Methanproduktion: 1 m<sup>3</sup> pro h

Betriebszeit für eine Erdgasfahrzeug-

Betankung: 20 h

Verbrauch für eine

Erdgasfahrzeug-Betankung:

– 620 kWh elektrischer Strom

– 100 l entmineralisiertes Wasser

– 40 kg CO<sub>2</sub>

Partner: Audi AG; Erdgas Obersee AG; Erdgas

Regio AG; Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil;

Climeworks AG; Etogas AG

### Günstige CO<sub>2</sub>-Quellen gesucht

Der im Zusammenhang mit dem «Power-to-Gas» verwendete Begriff «vollständig erneuerbar» bedeutet, dass beim Prozess der Treibstoffproduktion der Atmosphäre genau gleich viel Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entnommen wird, wie das Auto später während des Fahrens wieder ausstösst. Ein Knackpunkt ist die Bereitstellung des erforderlichen CO<sub>2</sub>. In einer ersten Versuchsphase wurde in der Pilotanlage Rapperswil ein Adsorptionsverfahren der Firma Climeworks getestet, mit dem das CO<sub>2</sub> direkt aus der Umgebungsluft abgetrennt werden kann. In der Pilotanlage ist dies noch mit einem hohen Energieverbrauch verbunden. In einer grossen industriellen Anlage könnte der Energieverbrauch durch die Nutzung der Reaktorabwärme gesenkt werden. Trotzdem wird nach alternativen Quellen gesucht, die das nötige CO<sub>2</sub> möglichst günstig und mit geringem Energieaufwand liefern könnten. Dafür kommen beispielsweise Kläranlagen, Kehrichtverbrennungen oder andere grosse Feuerungen infrage, die grosse Mengen an CO<sub>2</sub> freisetzen.

### Synergien mit Biogasanlagen

Aus Sicht der Landwirtschaft könnte es interessant sein, dass auch Biogasanlagen als CO<sub>2</sub>-Quellen infrage kommen. Rohbiogas besteht zu einem Anteil von über 40 %

aus CO<sub>2</sub>. Mit dem «Power-to-Gas»-Verfahren lässt sich der Methananteil im Biogas von 50 bis 60 auf gegen 96 % erhöhen, was dieses entsprechend aufwertet. In Norddeutschland wird vom Autohersteller Audi seit 2013 eine solche Anlage betrieben, die mit einem Input von 6 MW Windstrom bis zu 325 m<sup>3</sup> Methan pro Stunde produziert. Es handelt sich dabei um die weltweit erste Anlage dieser Art. In den nächsten Jahren soll in einem Forschungsprojekt auch in der Schweiz eine solche Anlage in Betrieb gehen. Kürzlich wurde in Zuchwil SO das «Hybridwerk Aarmatt» in Betrieb genommen, das im Wesentlichen aus drei Energiewandler- und zwei angegliederten Speicherkomponenten besteht. Alle Komponenten sind mit dem Energienetz (Strom, Erdgas, Fernwärme) und zusätzlich untereinander verbunden, sodass Energie flexibel und je nach Bedarf umgewandelt, gespeichert oder direkt ins Netz eingespeist werden kann. In einer ersten Phase wird mit Strom Wasserstoff produziert und direkt ins Erdgasnetz eingespeist (ist bis zu einem Gehalt von 2 % möglich). In einer zweiten Phase soll im Rahmen des erwähnten Forschungsprojekts auch der zweite Schritt «Methansynthese» eingebaut werden, bei dem das CO<sub>2</sub> aus einer nahe gelegenen Biogasanlage bezogen wird.

gefragt. Überschüssiger Strom sollte dazu nahe am Produktionsort in eine andere Form umgewandelt werden können. Dank «Power-to-Gas» könnte der Energietransport über die Nutzung des bereits bestehenden Erdgasnetzes wesentlich einfacher und effizienter realisiert werden als über einen in der Bevölkerung oft auf Widerstand stossenden, massiven Ausbau des Stromnetzes. Das ganze Gasnetz kann zudem dank seinem grossen Volumen auch als Speicherbehälter genutzt werden. Eingebunden in die Schweizer Energieversorgung hat die «Power-to-Gas»-Technologie das Potenzial, als eine riesige Batterie für das ganze Land und darüber hinaus zu fungieren.

### Zuerst Wasserstoff, dann Methan

Das Verfahren ist an sich keine Neuerfindung. Viele dürften sich aus der Schulzeit noch an das «Knallgas-Experiment» erinnern. Dabei wird mithilfe von zwei Elektroden elektrischer Strom durch ein mit Wasser gefülltes Gefäß geleitet. So wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Genau so funktioniert auch der

erste Schritt des «Power-to-Gas»-Verfahrens. In einem zweiten Schritt wird der Wasserstoff zusammen mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in einem Reaktor bei einer Temperatur von 280 °C und bei einem Druck von unter 7 bar mithilfe eines Katalysators zum Reagieren gebracht – dabei entsteht ein Gas mit 96 % Methangehalt, das direkt als Fahrzeugtreibstoff verwendet, in Flaschen gespeichert oder ins Erdgasnetz eingespeist werden kann.

Die Anlage in Rapperswil ist nur zeitweise zu Forschungs- und Demonstrationszwecken in Betrieb. Das erste Jahr hat gezeigt, dass das Verfahren grundsätzlich funktioniert, dass es aber für eine breite Anwendung noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf gibt. Eine erste Herausforderung ist die möglichst kostengünstige Bereitstellung des benötigten Kohlendioxids (siehe Kasten).

### Explosionsgefahr erschwert Handhabung

Ein zweites Problemfeld ist die relativ anspruchsvolle Handhabung einer solchen Anlage. So darf der Wasserstoff auf kei-

nen Fall mit Sauerstoff in Kontakt kommen, da das sonst entstehende Knallgas eine grosse Explosionsgefahr mit sich bringt. Die Handhabung ist deshalb deutlich anspruchsvoller als bei einer Biogasanlage. Aus Gründen der Arbeitssicherheit ist eine relativ komplexe und teure Überwachungstechnik erforderlich. Für den halbautomatisierten Betrieb der Anlage muss geschultes Personal vor Ort sein. Insbesondere ist das Hoch- und Herunterfahren der Produktion (solche Anlagen sollen nur bei Stromüberproduktion laufen) anspruchsvoll und heikel, da beispielsweise die Leitungen vor jeder Inbetriebnahme mit Stickstoff durchgespült werden müssen, um mit Sicherheit allen Sauerstoff aus der Anlage zu bringen.

Nach heutigen Erkenntnissen wird die «Power-to-Gas»-Technologie deshalb eher in grossindustriellen Anlagen als in kleinen, dezentralen Anlagen zum Einsatz kommen. Ein weiteres Argument für grosse Anlagen besteht darin, dass Skaleneffekte in Grossanlagen einen deutlich höheren Wirkungsgrad ermöglichen als in Kleinanlagen. So weist der Prozess vom Solarstrom zum Methan in der Pilotanlage Rapperswil einen Wirkungsgrad von 40% auf. In Grossanlagen soll dieser Wert über 55% gesteigert werden können.

## Fazit

Die «Power-to-Gas»-Technologie könnte aus technischer Sicht das Ökostrom-Speicherproblem zumindest teilweise lösen. Damit diese Technologie sich jedoch auch wirtschaftlich lohnen würde, müsste der Erdölpreis auf ein Mehr-



Die Demonstrationsanlage in Rapperswil zeigt alle Schritte vom Solarkraftwerk (1) über die CO<sub>2</sub>-Gewinnung (2), die Elektrolyse (3), die Methanisierung (4) bis hin zur Betankung des Erdgasfahrzeugs (5).

faches des heutigen Stands steigen. Ziel der Forschung ist es, das Verfahren effizienter und wirtschaftlicher zu machen. Auch die Politik ist gefordert und muss entsprechend günstige Rahmenbedingungen schaffen. ■

## Drei Mobilitätsverfahren im Vergleich

Verfahren	Elektromobilität	Wasserstoff als Treibstoff	Power to Gas (Methan)
Beschreibung	Strom wird direkt benutzt, um die Batterien von Elektrofahrzeugen aufzuladen.	Strom wird in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Wasserstoff als Treibstoff wird im Fahrzeug mittels Brennstoffzelle in Strom umgewandelt.	Strom wird zuerst in Wasserstoff, dann in Methan umgewandelt, das als Treibstoff für Verbrennungsmotoren genutzt wird.
Wirkungsgrad *	ca. 70 %	ca. 30 %	15 – 25 %
Vorteile	+ höchster Wirkungsgrad + kann dezentral ohne Grossanlagen genutzt werden	+ einfache Treibstoffherstellung + Wirkungsgrad höher als bei Methan	+ höchste Reichweite + einfache Speicherung + bestehendes Tankstellennetz
Nachteile	– geringe Reichweiten – hohe Anschaffungskosten – problematische Entsorgung von Batterien	– benötigt neues Tankstellennetz – anspruchsvolle Handhabung des Treibstoffs	– tiefer Wirkungsgrad – Verbrennungsmotor mit hohen Wärmeverlusten

\* Wirkungsgrad vom Netzstrom zur Leistung des Fahrantriebs

## Treibstoff aus Biomasse

Nicht zu verwechseln ist das «Power-to-Gas»-Verfahren mit einem weiteren Hoffnungsträger, der «Biomass-to-Liquid»-Technologie (BtL). Bei diesem Verfahren wird alle Art von trockener Biomasse (Holz, Stroh, Mähgut usw.) oder auch Abfall zu einem flüssigen Treibstoff für Dieselmotoren verarbeitet. Der wichtigste Schritt des Herstellungsverfahrens ist die Vergasung der Biomasse (Pyrolyse), bei der ein sogenanntes «Synthesegas» erzeugt wird. Aus diesem Gas wird dann mithilfe des Fischer-Tropsch-Verfahrens ein synthetischer Biotreibstoff der zweiten Generation (Sun Diesel) hergestellt. Im Jahr 2009 wurde von der deutschen Firma Choren eine solche Anlage in Betrieb genommen. Zwei Jahre später musste das Unternehmen jedoch Insolvenz anmelden. Gerüchte besagen, dass mit der Anlage nicht die erwünschten Treibstoffmengen erzielt werden konnten. Trotzdem befinden sich weltweit mehrere Pilotanlagen mit diesem Verfahren in Planung.