

# Zwischenlager für Ökostrom

Power-to-Gas ist ein Schlüsselbegriff, wenn es um die Speicherung alternativer Energien geht. Überschussstrom aus Fotovoltaik- und Windanlagen wird dabei in Wasserstoff umgewandelt. Mit dem Klimagas  $\text{CO}_2$  kombiniert, kann man so Methan herstellen, das sich problemlos im Erdgasnetz speichern und verteilen lässt. Empa-Forschern ist es gelungen, diesen Prozess weiter zu optimieren.

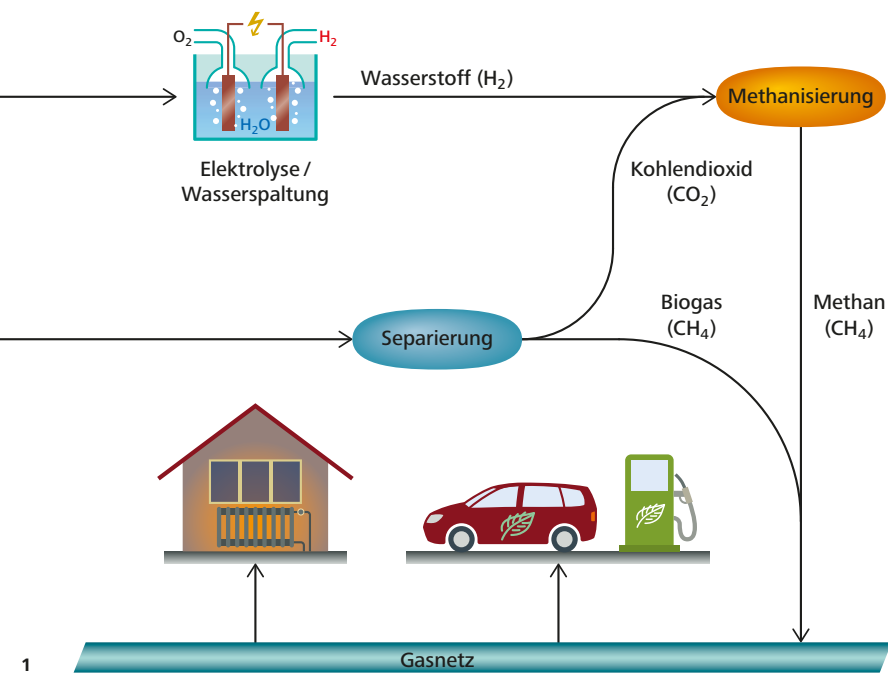
TEXT: Cornelia Zogg / GRAFIK + Bilder: Empa

Fotovoltaik-Anlagen und Windkraftwerke produzieren grosse Mengen an erneuerbarem Strom. Je nach Wind und Wetter entsteht dabei jedoch oft ein Überschuss, der sich nicht sinnvoll nutzen lässt. Eine Speichermöglichkeit für die überschüssige Energie würde hier Abhilfe schaffen. Bereits heute wird mittels Elektrolyse von Wasser überschüssiger Strom in Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ) umgewandelt. Wasserstoff ist als Energiespeicher zwar brauchbar, noch besser beziehungsweise einfacher wäre jedoch Methan, der Hauptbestandteil von Erdgas – und auch das kann quasi aus Abfallprodukten hergestellt werden: Bei der Produktion von Rohbiogas entsteht nicht nur brennbares Methan, es fallen auch grosse Mengen an Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) an. Um das Biogas ins Erdgasnetz einspeisen zu können, muss es zuerst entschwefelt, dann getrocknet und das  $\text{CO}_2$  entfernt werden. Das abgetrennte  $\text{CO}_2$  wird normalerweise in die Atmosphäre entlassen; Biogas ist also eine erneuerbare Energiequelle, aber auch ein nicht zu unterschätzender Faktor beim Ausstoss von  $\text{CO}_2$ .

Der Prozess der Methanisierung kann das  $\text{CO}_2$  aus der Biogas-Produktion nutzen: Mit Wasserstoff aus überschüssigem Ökostrom liefert es Methan, das im Erdgasnetz einfach und kostengünstig nicht nur verteilt, sondern auch über längere Zeit gespeichert werden kann. Aus erneuerbaren Energien wird so ein quasi fossiler Brennstoff erzeugt – das Grundprinzip von Power-to-Gas.

## Optimierung des Prozesses durch Zeolith

Die sogenannte Sabatier-Reaktion, die aus Wasserstoff und  $\text{CO}_2$  brennbares Methan erzeugt, ist längst bekannt. Nun ist es Forschern der Empa-Abteilung «Wasserstoff und Energie» gelungen, den Prozess weiter zu optimieren. Um die Reaktion von  $\text{CO}_2$  und Wasserstoff mit möglichst wenig Energieaufwand in Gang zu bringen, ist ein Katalysator nötig, beispielsweise aus Nickel. Auf einer solchen Katalysator-Oberfläche reagieren die Gasmoleküle leichter miteinander – der Energieaufwand für die Reaktion verringert sich, man spricht von einer Sorptionskatalyse. Empa-Forscher Andreas Borgschulte und sein Team haben einen nanoskaligen Nickel-Katalysator mit einem Zeolith kombiniert. Zeolithe sind kristalline



**1**  
Aus zu manchen Tageszeiten überschüssigem Ökostrom kann Wasserstoff gewonnen werden (oben). Er wird zusammen mit  $CO_2$  aus Biogas in einem Spezialreaktor zu Methan kombiniert. Aus Abfallstoffen und «Abfall-Energie» ist wertvoller, klimaneutraler Brennstoff entstanden.

**2**  
Andreas Borgschulte mit den Zeolith-Partikeln, die in der neuen Methode der Methanisierung zum Einsatz kommen.

**3**  
Die Daten aus dem Prototyp des Reaktors (links im Bild), in dem die Methanisierung stattfindet, werden aufgezeichnet und ausgewertet.

#### Zeolith

Zeolithe finden bereits in vielen Bereichen Verwendung, unter anderem als Ionenaustauscher bei der Wasserenthärtung, als Trockenmittel in Geschirrspülern und als EDTA-Ersatzstoff in Waschmitteln. Ausserdem eignen sich Zeolithe zur Dekontamination von Wasser, weil sie Metallionen wie das hier genutzte Nickel einlagern. Bei der Nuklearkatastrophe von Fukushima versuchten Forscher etwa, mittels Zeolith radioaktive Isotope der Elemente Cäsium und Strontium aus dem ins Meer austretenden Abwasser zu binden. Ein weiteres Beispiel für den Nutzen von Zeolith ist das selbst kühlende Bierfass – der Wasser absorbierende Effekt des Zeoliths erzeugt Verdunstungskälte, mit der das Bier ohne Strom kalt bleibt.

Alumosilikate mit der Fähigkeit, Wassermoleküle aufzunehmen und bei Erhitzung wieder abzugeben.

Das Prinzip ist einfach: Bei der chemischen Reaktion von Wasserstoff und  $CO_2$  entsteht nicht nur Methan ( $CH_4$ ), sondern auch Wasser ( $H_2O$ ). Die Forscher nutzen die «hygroskopische» Eigenschaft des Zeoliths, um das entstehende Wasser zu entfernen. Das chemische Gleichgewicht verschiebt sich dadurch Richtung Methan. Ergebnis: Eine höhere Ausbeute an reinem Methan und somit eine höhere Effizienz des Katalyseprozesses. Sobald der Zeolith mit Wasser gesättigt ist, kann er durch Erhitzen und Verdunsten des Wassers wieder entladen und erneut verwendet werden.

#### Projektpartner gesucht

Der Prozess funktioniert. Allerdings erst im Labor. Es sei noch ein weiter Weg bis zur kommerziellen Nutzung in Grossanlagen, so Borgschulte. Zurzeit sind die Empa-Forscher auf der Suche nach Projektpartnern, um eine Methanisierungsanlage in grösserem Massstab zu bauen und als Pilotprojekt zu nutzen. Zugleich möchte Borgschultes Team den Prozess weiter optimieren. In einem nächsten Schritt sollen vier oder mehr Sorptionskatalysatoren gleichzeitig zum Einsatz kommen. Ist einer voll, also mit Wasser gesättigt, springt die Anlage automatisch auf den nächsten, «trockenen» Katalysator um, während der vorherige bereits wieder entdampft wird.

Ein Problem für diese zyklische Methode stellt bis jetzt der Schwefel dar, der in Biogas-Anlagen mit Methan und  $CO_2$  zusammen ebenfalls anfällt. Schwefelverbindungen können den Zeolith irreparabel schädigen. Die Forscher arbeiten mit Hochdruck daran, den Schwefel aus dem Rohbiogas zu absorbieren und so den Zeolith möglichst lange funktionstüchtig zu halten.

Für die Zukunft sind laut Borgschulte auch neue, effizientere Katalysatormaterialien als Nickel in Kombination mit Zeolith denkbar. Sie könnten den Sabatier-Prozess weiter verbessern. Dann wäre überschüssiger Ökostrom keine Wegwerfware mehr. //