

Fachinformation. Synthetische Energieträger können in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Wir zeigen, wie sie produziert werden, welche Typen es gibt und wie effizient sie sind. **Zoe Stadler**

Power-to-X in Kürze

Autorin

Zoe Stadler ist wissenschaftliche Assistentin am Institut für Energietechnik IET der OST Ostschweizer Fachhochschule. Sie arbeitet und forscht im Bereich Power-to-X und leitet die Wissensplattform «Klimacluster».

2019 hat der Bundesrat beschlossen, die Schweizer Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null zu reduzieren. Damit dies gelingt, muss die künftige Energieversorgung auf erneuerbaren statt wie heute auf fossilen Energieträgern basieren. Insbesondere Solar- und Windkraft sollen daher stark ausgebaut werden. Allerdings produzieren diese nicht das ganze Jahr über gleich viel Strom. Es ist absehbar, dass die einheimische Stromproduktion künftig im Sommer Überschüsse produzieren wird, während im Winter bereits heute zu wenig Elektrizität zur Verfügung steht. Synthetische Energieträger können dazu beitragen, die Überschüsse zu speichern und im Winter nutzbar zu machen. Doch wie funktioniert ihre Herstellung überhaupt? Welche Produkte entstehen daraus? Welche Wirkungsgrade erreichen diese Energieträger?

Strom und Wasser

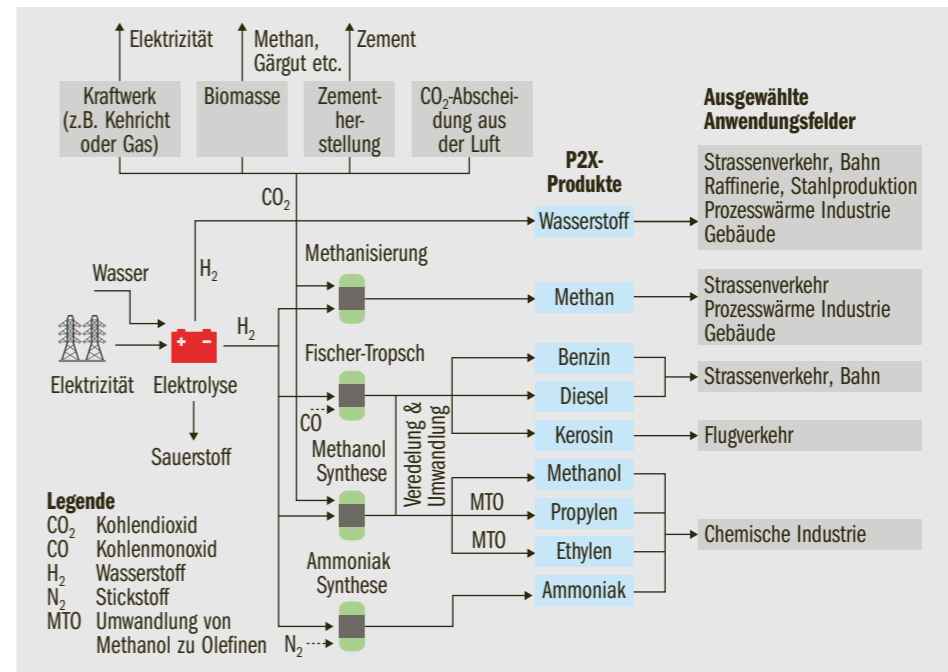
Den Prozess zur Herstellung eines synthetischen – also künstlich hergestellten – Energieträgers mit Strom bezeichnet man als «Power-to-X». In einem ersten Schritt wird Wasser in einem sogenannten Elektrolyseur durch Strom (Power) in seine Bestandteile Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) aufgespalten. Den Wasserstoff nutzt man nun entweder direkt oder verarbeitet ihn weiter. Für letzteres gibt man ihn zusammen mit Kohlendioxid (CO₂), das aus industrieller Abluft oder direkt aus der Atmosphäre gewonnen wird, in einen Reaktor. Je nach Reaktortyp entstehen aus den beiden Ausgangsstoffen H₂ und CO₂ unterschiedliche Produkte («X»). Diese können gasförmig (z. B. Methan), flüs-

sig (z. B. Kerosin) oder fest (z. B. Kunststoffe) sein (siehe Grafik). Produkte aus Power-to-X-Prozessen sind somit sehr vielfältig, jedoch immer strombasiert. Bei der direkten Verwendung der kohlenstoffbasierten synthetischen Power-to-X-Produkte wird durch die Verbrennung CO₂ freigesetzt. Dies ist zum Beispiel beim Einsatz von synthetischem Kerosin in der Flugbranche oder bei der Nutzung von synthetischem Methan in der Industrie der Fall. Dabei entsteht jedoch nur so viel CO₂, wie zuvor für die Produktion der jeweiligen Energieträger der Atmosphäre oder einer Abgasquelle entnommen wurde. Power-to-X ist deshalb unter diesen Voraussetzungen ein Netto-Null-Prozess – es entsteht ein klimaneutraler Kreislauf.

Katalysator oder Mikrobe

Soll der in der Elektrolyse gewonnene Wasserstoff beispielsweise zu synthetischem Methan umgewandelt werden (Power-to-Methan), sind verschiedene Verfahren möglich. Es wird unterschieden zwischen der katalytischen und der biologischen Methanisierung. Bei der katalytischen Methanisierung läuft der Prozess bei rund 300 °C mithilfe eines Katalysators ab, der auf ein Trägermaterial mit möglichst grosser und deshalb zerklüfteter Oberfläche aufgetragen wird. Als Katalysator wird in der Praxis wegen des günstigen Verhaltens und der geringen Kosten Nickel eingesetzt.

Bei der biologischen Methanisierung wird die Synthese von Methan durch Mikroben bewerkstelligt und findet bei Temperaturen bis 70 °C statt. Hier werden Wasserstoff und CO₂ durch so-



nannte methanogene Mikroorganismen in Methan umgewandelt. Diese einzelligen Lebewesen aus der Domäne der Archaeen bilden das Methan als Produkt ihres Energiestoffwechsels.

Herstellung benötigt viel Energie

Der Power-to-X-Prozess ist sehr energieintensiv. Dies liegt vor allem an der Produktion von Wasserstoff, der als Ausgangsstoff für die meisten Power-to-X-Produkte dient. Bei der Elektrolyse wird zwischen alkalischer, PEM-(Proton Exchange Membrane) und Hochtemperaturelektrolyse unterschieden. Während die alkalische Elektrolyse bereits seit längerem Standard und technisch etabliert ist, ist die PEM-Elektrolyse erst seit Kurzem kommerziell erhältlich. Sie ist tendenziell teurer in der Anschaffung, dafür jedoch günstiger im Betrieb. Die Hochtemperaturelektrolyse befindet sich noch im Entwicklungsstadium, kommt erst langsam auf den Markt und ist dementsprechend noch relativ teuer. Heute erreichen Elektrolyseure Wirkungsgrade zwischen 65 und 85 %, je nach Verfahren und der Möglichkeit einer Abwärmenutzung. Gemäss dem 2019 publizierten «Weissbuch Power-to-X» liegen die typischen Wirkungsgrade für die Herstellung von strombasierten

synthetischen Energieträgern zwischen 20 % für OME (Polyoxymethylendimethylether; eine farblose und brennbare Flüssigkeit, die als Alternative zu Diesel verwendet werden kann) und 40 % für Methan. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Wirkungsgrade im Rahmen der weiteren technischen Entwicklung erhöhen. So werden beispielsweise an der Power-to-Methan-Anlage der OST Ostschweizer Fachhochschule technische Innovationen entwickelt, welche die Effizienz und damit die Wirtschaftlichkeit des Prozesses erhöhen sollen. Mit den erarbeiteten Erkenntnissen soll bei Übertragung der Technologie auf eine Grossanlage ein Wirkungsgrad von 70 % ermöglicht werden.

Die heute noch tiefen Wirkungsgrade zeigen die Grenzen synthetischer Energieträger auf. Wenn Strom direkt genutzt werden kann, ist dies aus Effizienzgründen grundsätzlich sinnvoller als die Umwandlung in einen synthetischen Treib- oder Brennstoff. Dennoch wird Power-to-X wesentlich dazu beitragen, dass unser Energiesystem künftig CO₂-neutral betrieben werden kann. Egal ob Sektorkopplung, Speicherung von Überschüssen oder Dekarbonisierung der Mobilität – ohne Power-to-X geht nichts. ■

Mit dem Power-to-X-Prozess kann eine Vielzahl synthetischer Energieträger für unterschiedliche Anwendungen hergestellt werden. (Grafik: Weissbuch Power-to-X)