

Factsheet Power-to-X

Was ist Power-to-X?

Unter Power-to-X (kurz P2X) versteht man Energie-Umwandlungstechnologien, um Strom in synthetische Energieträger, sogenannte E-Fuels (oder Power-Fuels) umzuwandeln. Werden dafür erneuerbarer Strom und nichtfossile CO₂-Quellen verwendet, sind E-Fuels klimaneutrale Energieträger, die gasförmig oder flüssig als unterschiedlichste Brenn- und Kraftstoffe sowie als Grundstoffe in der chemischen Industrie eingesetzt werden können.

P2X-Technologien oder E-Fuels können dort eingesetzt werden, wo eine direkte Elektrifizierung mit besonderen Herausforderungen verbunden ist, etwa bei industriellen Hochtemperaturprozessen, bei langen und schweren Transporten im Strassenverkehr oder im Flugverkehr. Ein Vorteil von E-Fuels ist, dass diese über zum Teil bereits vorhandene Infrastrukturen wie Gasnetze und Tankstellen oder in der chemischen Industrie direkt genutzt werden können. Darüber hinaus können E-Fuels als (Saison-)Speicher für erneuerbaren Strom dienen und so einen Beitrag für die erfolgreiche Energie-Transformation leisten. **P2X ist also ein wesentlicher und notwendiger Baustein für die Dekarbonisierung** resp. zur Erreichung unserer Klimaschutz-Ziele.

Eine bereits weit verbreitete «Power to X»-Anwendung ist die Wärmepumpe (WP). Sie erzeugt mit Strom und Umgebungswärme wertvolle Wärme um unsere Häuser zu heizen. Damit ist die WP eine «Power to Heat»-Anwendung.

Wofür steht eigentlich das «X»:

Jeweils am Anfang aller P2X-Umwandlungsprozesse steht die **Elektrolyse** (siehe Grafik unten). Dabei wird Wasser mithilfe von Strom in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten. In diesem Fall spricht man von «**Power to Gas**», spezifischer von «**Power to Wasserstoff (H₂)**». Der Wasserstoff kann anschliessend direkt verwendet oder gespeichert werden. Als Treibstoff für die Brennstoffzelle findet der Wasserstoff Einsatz in der Elektromobilität, insbesondere im Schwerverkehr. In diesem Bereich nimmt die Schweiz mit einem weltweit einzigartigen, privatwirtschaftlich aufgebauten Wasserstoff-Ecosystem eine Pionierrolle ein (siehe Beispiele zu [Wasserstoff-Mobilität](#)).

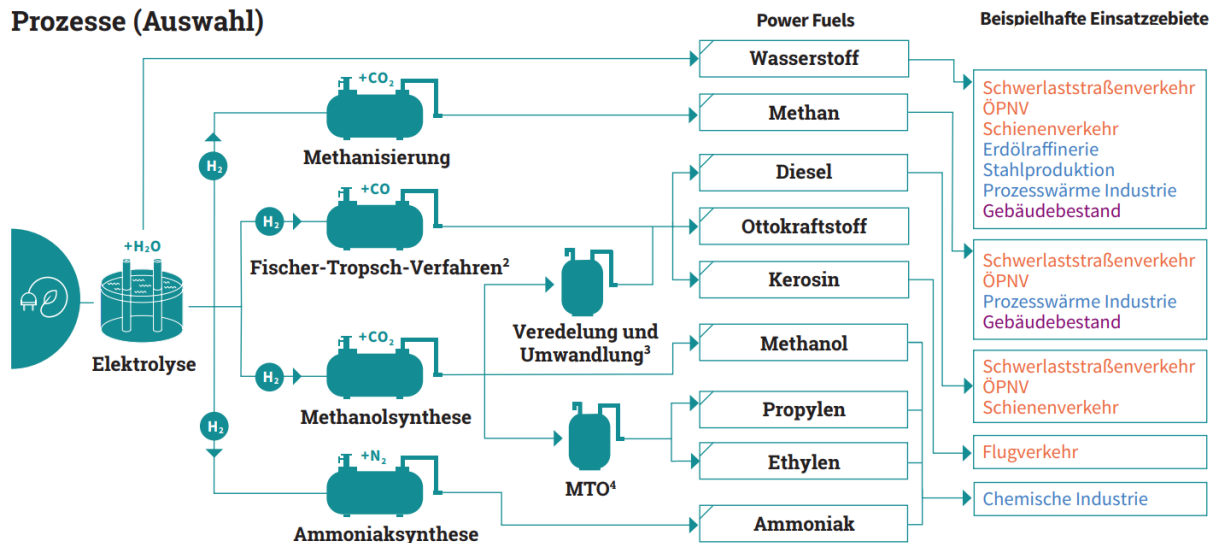
Schliesst mit der **Methanisierung** ein weiterer Umwandlungsprozess an die Elektrolyse an, kann aus Wasserstoff und CO₂ synthetisches Methan erzeugt werden (siehe Grafik unten). Diesen bereits viel aufwändigeren Prozess bezeichnet man als «**Power to Methan**».

Die nachfolgende Grafik zeigt weitere mögliche Prozessschritte und ihre Anwendungsfelder, wobei der mit Elektrolyse gewonnene Wasserstoff unter Zuhilfenahme anderer Gase wie CO₂ und Stickstoff (N₂) stets mit noch mehr Energieaufwand weiterverarbeitet wird.

Power to Liquid bezeichnet die Weiterverarbeitung des Wasserstoffs zu flüssigen Kraft- und Brennstoffen, also zu synthetischem Benzin, Diesel und Kerosin.

Power to Chemicals meint die Herstellung von nichtfossilen Ausgangsstoffen für die chemische Industrie durch Weiterverarbeitung des Wasserstoffs in chemischen Synthesen.

Das für die weiteren Prozessschritte nach der Elektrolyse notwendige CO₂ kann aus der Abscheidung von konzentrierten Abgasquellen, der Aufbereitung von Biogas oder aus Industrieprozessen stammen. Möglich ist auch die Gewinnung von CO₂ direkt aus der Atmosphäre (siehe Beispiel der Schweizer Firma [Climeworks](#)). Dadurch entsteht ein direkter CO₂-Kreislauf.



Quelle: dena-Factsheets, Power Fuels

Einsatzgebiete für P2X-Technologien resp. für E-Fuels:

- **Mobilität und Industrie:** E-Fuels, welche mit P2X-Technologien erzeugt werden, finden insbesondere Einsatz im Bereich des Schwerlast-Strassenverkehrs, des öffentlichen Nahverkehrs (Busse und Schienenfahrzeuge), als Prozesswärme in der Industrie, in der Stahlproduktion, im Flugverkehr und in der Chemischen Industrie.
- **Energiewirtschaft:** Sowohl Wasserstoff als auch Methan können wieder in Strom zurückverwandelt werden. Im Gegensatz zu Strom können sie über lange Zeiträume gespeichert werden und tragen damit als mögliche Saisonspeicher zur besseren Integration von Sonnen- und Windenergie in unser Energiesystem bei. Ferner eignen sich P2X-Technologien für die Stabilisierung des Stromnetzes.

Herausforderungen von P2X:

Geringe Wirkungsgrade – hohe Energieverluste – sehr hohe Kosten: Jeder der P2X-Umwandlungsschritte ist mit Energieverlusten behaftet. Grosse Herausforderungen sind daher:

- **Senkung der Anlagenkosten** durch weitere Technologieentwicklung (Effizienzsteigerung und Realisierung von Skaleneffekten)
- **Regulierungsrahmen** der P2X gegenüber anderen Stromspeichertechnologien gleichbehandelt (insb. bzgl. Stromnetzgebühren) und der die Vorteile von P2X-Produkten monetarisiert. Z. B. eine CO₂-Abgabe auf fossile Brenn- und Treibstoffe kann indirekt die Marktintegration von P2X unterstützen.

Ausgewählte Schweizer Unternehmen im Bereiche P2X:

- [Burckhardt Compression](#)
- [Climeworks](#)
- [Fischer Fuel Cell Compressor AG](#)
- [Hitachi Zosen Inova](#)
- [GRZ Technologies](#)

Konkrete Beispiele zu Power2X-Technologien finden Sie unter www.tecindustry.ch/klima