



2

## ENERGETISCHE UND ÖKONOMISCHE BEWERTUNG VON POWER-TO-X-PROZESSEN

Dr. Erik Reichelt, Dipl.-Ing. Gregor Herz, PD Dr. Matthias Jahn

Bei der notwendigen Reduzierung industrieller CO<sub>2</sub>-Emissionen sind sogenannte Power-to-X-Prozesse von entscheidender Bedeutung, da sie die Nutzung erneuerbarer Energien zur Herstellung verschiedener chemischer Produkte erlauben. Dies erfolgt durch die Kopplung einer Elektrolyse zur Bereitstellung von Wasserstoff mit einer Produktsynthesestufe. Auf diesem Weg können sowohl synthetische Kraftstoffe, u. a. für den Flugverkehrssektor, als auch wichtige chemische Grundprodukte hergestellt werden. Mögliche Zielprodukte sind kohlenstoffhaltige Rohprodukte für die chemische Industrie, die z. B. in Kunststoffprodukte und Kosmetika weiterverarbeitet werden können, aber auch Verbindungen wie Ammoniak – einem zentralen Grundstoff zur Herstellung von Düngemitteln. Durch die breite Umstellung des gesamten Energiesystems und dem damit verbundenen Nachfrageanstieg wird erneuerbare Elektrizität auch längerfristig eine limitierte Ressource sein. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit zur Anwendung möglichst hocheffizienter Prozesse. Gleichzeitig sollen bei der Umstellung auf ein erneuerbares Energiesystem auch die Kosten minimiert werden. Vor einer technischen Umsetzung sollten daher die effizientesten und wirtschaftlichsten Verfahrenswege zur Umsetzung von Power-to-X-Prozessen identifiziert werden.

Hierfür werden am Fraunhofer IKTS verschiedene Tools zur energetischen und ökonomischen Bewertung herangezogen. Mithilfe von Prozesssimulationen und experimentellen Daten aus Demonstrationsanlagen erfolgt eine technische Bewertung unterschiedlicher Prozessrouten. Neben der technischen Reife und Machbarkeit liegt ein besonderes Augenmerk auf der Effizienz. Mit einem am IKTS entwickelten Wirtschaftlichkeitsmodell können die Herstellkosten der erneuerbar erzeugten

Produkte für verschiedene Verfahrenswege und Szenarien berechnet werden. Eine der durchgeführten Studien bewertete die Erzeugung synthetischen Rohöls aus CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O über eine Kopplung von Elektrolyse und Fischer-Tropsch-Synthese. Dabei wurde die bereits etabliertere Polymerelektrolytmembran (PEM)-Elektrolyse der am IKTS entwickelten keramischen Festoxidelektrolyse gegenübergestellt. Der Vergleich ist vor allem aufgrund des unterschiedlichen technologischen Entwicklungsstands interessant und ermöglicht so eine Potenzialbewertung anhand der erwarteten Weiterentwicklung der Technologien. Die Ergebnisse zeigen, dass der auf der Festoxidelektrolyse basierende Prozess ein höheres Potenzial zur Nutzung von intern anfallender und extern bereitgestellter Abwärme aufweist und somit einen höheren energetischen Wirkungsgrad als der Vergleichsprozess erreicht. Aufgrund des niedrigeren technologischen Reifegrads schlägt sich dieser Vorteil heute noch nicht in den Herstellkosten nieder. Mit Etablierung der Fertigung im industriellen Maßstab sind für Festoxidelektrolyseure zukünftig jedoch deutliche wirtschaftliche Vorteile zu erwarten.

Die entwickelten Tools können auch zur Bewertung verschiedener anderer verfahrenstechnischer Prozesse angewendet werden.

- 1 Modellbasierte Prozessbewertung.
- 2 Vergleich zweier Power-to-X-Prozesse auf Basis der Festoxidelektrolyse sowie der PEM-Elektrolyse.