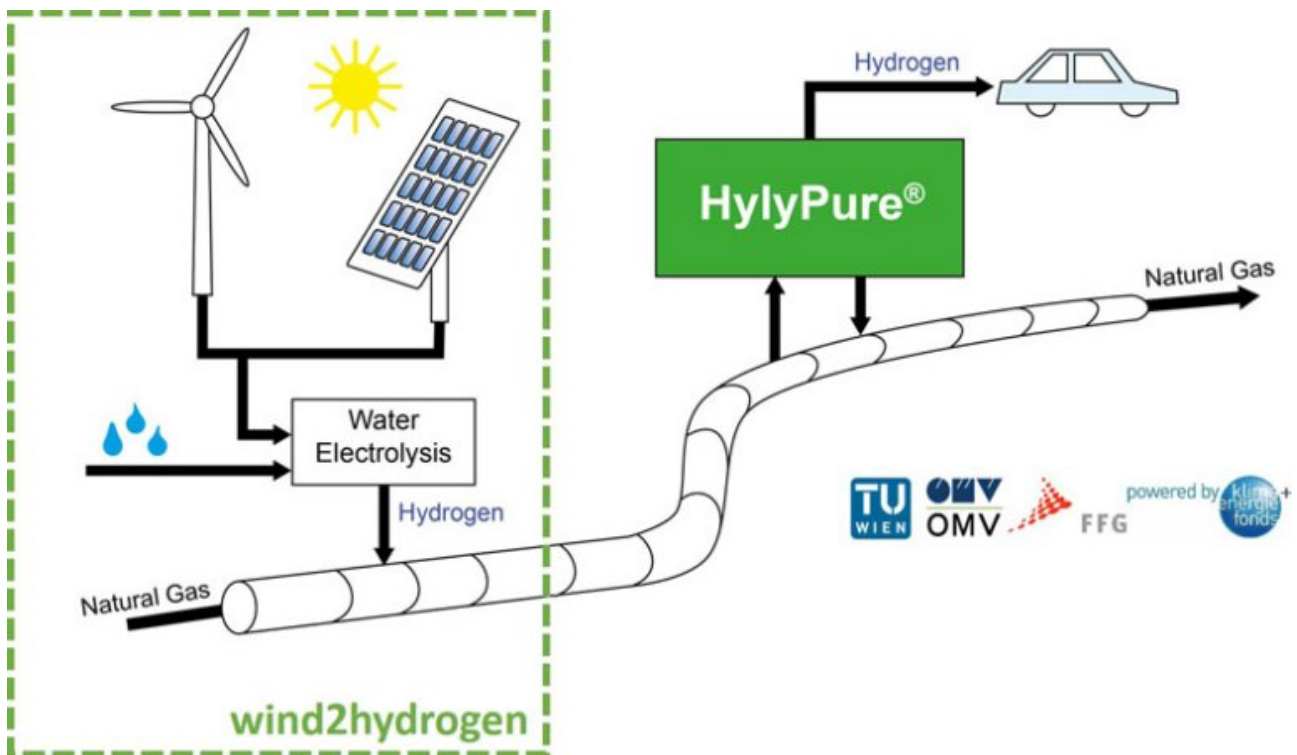


HylyPure:

Rückgewinnung von Wasserstoff aus Erdgas

10. April 2017 von Hydrogeit, Prof. Michael Harasek, TU Wien, Österreich



Die dezentrale Produktion von Wasserstoff aus Ökostrom, sei es zur Netzstabilisierung oder zur Nutzung von Überkapazitäten, wird in zukünftigen Energiesystemen an Bedeutung gewinnen. Der so erzeugte Wasserstoff kann entweder lokal gespeichert, mit Kohlendioxid zu Methan umgesetzt oder direkt ins Erdgasnetz eingespeist werden. Im Rahmen des vom österreichischen Klima- und Energiefonds geförderten Projektes HylyPure wurde erstmals eine Technologie erfolgreich erprobt, die dazu dient, derart eingespeisten Wasserstoff aus dem Erdgasnetz in Brennstoffzellenqualität zurückzugewinnen.

Die Speicherung von überschüssiger elektrischer Energie aus alternativen Quellen (Wind, Solar) ist eine Schlüsselherausforderung der Energiewende, wofür Power-to-Gas-Konzepte einen vielversprechenden Ansatz darstellen. Wasserstoff bietet sich als speicherbarer Energieträger – neben Methan – besonders an, da er in der Endanwendung höchst effizient und CO₂-neutral ist.

Das Ziel von HylyPure war, den Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetzwerk (vorhandene Infrastruktur) einzuspeisen, kostengünstig zu transportieren und an beliebiger Stelle mit Brennstoffzellenqualität abzutrennen. In dem dreijährigen Projekt der Technischen Universität Wien und der OMV AG sollte eine technologische Lösung gefunden und im Labormaßstab experimentell erprobt werden. Ein wichtiger Benchmark für die Technologie ist der Energiebedarf, der im Vergleich zur Elektrolyse maximal zehn Prozent betragen sollte.

Dreistufiges Umsetzungskonzept

Das HylyPure-Konzept beinhaltet ein dreistufiges Verfahren, das höchste ökologische und ökonomische Effizienz gewährleistet (s. Abb.): In Stufe 1 sorgt vorab eine Membran-Gaspermeation für eine energieeffiziente Aufkonzentrierung und für eine Reduktion des Volumens, wobei Wasserstoff etwa 80- bis 100-mal schneller durch eine selektive Polymere Membran transportiert wird als Methan. In Stufe 2 wird das Wasserstoff-Methan-Gemisch in einer nachfolgenden Druckwechseladsorptionsanlage (PSA) weiter angereichert. In der optionalen Stufe 3 kann je nach Bedarf eine weitere adsorptive Feinreinigung zugeschaltet werden, die die gewünschte Produktqualität gewährleistet.

Das Ergebnis der Entwicklungen an der TU Wien ist eine kompakte Anlagentechnik, die die Abtrennung von Wasserstoff in der erforderlichen Qualität ermöglicht. Das restliche Stoffgemisch wird auf den Ausgangsdruck gebracht und in die Erdgasleitung rückgespeist. Sofern die benötigte elektrische Energie aus alternativen Energiequellen stammt, ist dies ein CO₂-neutraler Prozess. Das Verfahren wurde im Labormaßstab experimentell untersucht. Dabei wurden Performance-Kennfelder für die einzelnen Anreicherungsschritte – ausgehend von Erdgas-Wasserstoff-Mischungen bei 50 bar – aufgenommen, um die Basis für die Prozessauslegung, die Schaltungsoptimierung und die Reduktion des Energiebedarfs für die Aufbereitung zu legen. Darüber hinaus gelang ein erfolgreicher Proof of Concept: Die Reinheit des Wasserstoffs nach der Adsorption beträgt tatsächlich 99,97 %+.

Ergebnisse und Optimierung

Neben experimentell ermittelten Daten zu Membranen und Adsorption wurden vor allem eigens entwickelte numerische Modelle verwendet. Die numerische Methode verbindet einen im Experiment validierten Finite-Differenzen-Solver für die Simulation der Membran-Gaspermeation und ein ebenfalls im Experiment validiertes dynamisches Adsorptionsmodell in Verbindung mit einem numerischen Levenberg-Marquardt-Verfahren für die Prozessoptimierung. Auf Basis dieser effektiven Kombination können maßgeschneiderte mehrstufige Anlagen entwickelt und dimensioniert werden. Die simulationsunterstützte Auslegung ermöglicht die Identifizierung einer optimalen Verschaltung und Dimensionierung der einzelnen Prozessschritte. Neben der Optimierung der Einzelschritte wurde das gesamte Konzept auf höchste Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit ausgelegt.