

# Power to Gas: Netzzugangsmodelle und Marktdesign

Martin Robinius<sup>1\*</sup>, Michael Küster<sup>2</sup>, Detlef Stolten<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Forschungszentrum Jülich IEK-3, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich, +49 2461 61-3077, m.robinius@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de/iek/iek-3

<sup>(2)</sup> Creos Deutschland GmbH, Am Halberg 4, 66121 Saarbrücken, +49 681 2106-130, michael.kuester@creos.net, www.creos.net

<sup>(3)</sup> Forschungszentrum Jülich IEK-3, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich, +49 2461 61-3076, d.stolten@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de/iek/iek-3

(\* Jungautor)

## Kurzfassung

Das zukünftige Energiesystem ist durch einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien (EE) geprägt, welche sowohl positive als auch negative Residuallasten nach sich ziehen. Unter dem Begriff „Power to gas“ versteht man die Wandlung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff mittels Elektrolyse und unter Einsatz insbesondere regenerativ erzeugten Stroms. Dieser Wasserstoff kann beispielsweise im Verkehrssektor oder der chemischen Industrie direkt genutzt bzw. methanisiert werden. Der Nutzungspfad des Wasserstoffes bestimmt somit das zukünftig notwendige Marktdesign. Als methanisierter Wasserstoff ist der bestehende Erdgasmarkt zu adressieren. Dieser Markt wird beschrieben und es wird auf weiterführende Literatur verwiesen. Für die Nutzung des Wasserstoffs im Verkehrssektor ist ein neues Marktdesign, welches sich an den bestehenden Netzzugangsmodellen orientiert, zu entwickeln. Die möglichen Modelle werden daher anhand ihrer Vor- und Nachteile miteinander verglichen und die Modelle je nach Entwicklungsphase der Wasserstoffinfrastruktur ausgewählt.

## Methodik

Aufgrund der steigenden installierten Leistung der erneuerbaren Energien (EE) ist in dem zukünftigen Energiesystem von einem zunehmenden Umfang sowohl positiver (Unterdeckung) als auch negativer (Überschussenergie) Residuallasten<sup>1</sup> auszugehen. Das Konzept Power to gas nutzt Stromüberschüsse, um aus Wasser per Elektrolyse Wasserstoff und Sauerstoff herzustellen. Diese Stromüberschüsse werden durch den hohen Anteil der EE im zukünftigen Energiemix hervorgerufen. Für den so erzeugten Wasserstoff existieren zurzeit drei Nutzungspfade (siehe Abbildung 1) [1]:

1. Einspeisung des Wasserstoff in *begrenzter*<sup>2</sup> Menge direkt in das Erdgasnetz.
2. Methanisierung des Wasserstoffs und Einspeisung des so entstandenen Methans in *unbegrenzter*<sup>3</sup> Menge in das Erdgasnetz.
3. Direkte Nutzung des Wasserstoffs beispielsweise durch den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur für die Nutzung des Wasserstoffs im Verkehrssektor bzw. dessen industrieorientierte Verwendung.

Aufgrund dieser Entwicklungen werden zukünftig die Energiemärkte Strom und Gas weiter zunehmend Interdependenzen entwickeln<sup>4</sup>. Unter Gasmarkt kann dabei sowohl der Erdgasmarkt als auch beispielsweise ein zukünftiger Wasserstoffmarkt zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit regenerativem Wasserstoff verstanden werden. [2] zeigt die Wirtschaftlichkeit und die möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale einer solchen Wasserstoffinfrastruktur. Die reinen Material-Anforderungen eines Wasserstoffpipelinennetzes und die dadurch entstehenden Investitionskosten analysiert [3].

---

<sup>1</sup> Last abzüglich fluktuierender und nicht steuerbarer Kraftwerke.

<sup>2</sup> Anteil des Wasserstoffs angepasst an die Endanwendung bzw. den Wobbe-Index.

<sup>3</sup> Weiterhin netztechnische Restriktionen.

<sup>4</sup> Der Strom- und Erdgasmarkt haben bereits Interdependenzen beispielsweise aufgrund des Bezugs von Erdgas für Gaskraftwerke.

Da das zukünftige Marktdesign weitreichend von dem Ist-Zustand abhängt, wird der bestehende Erdgasmarkt in Deutschland beschrieben. Der zukünftige Wasserstoffmarkt wird wie der Erdgasmarkt ab einer steigenden Menge nur noch wirtschaftlich über ein Pipelinenetz betrieben werden können. Daher werden die möglichen Netzzugangsmodelle eines solchen Netzes erläutert. Ferner werden die möglichen Entwicklungen der Netzzugangsmodelle einer Wasserstoffinfrastruktur zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs sowie die zu erwartenden Marktentwicklungen beschrieben.

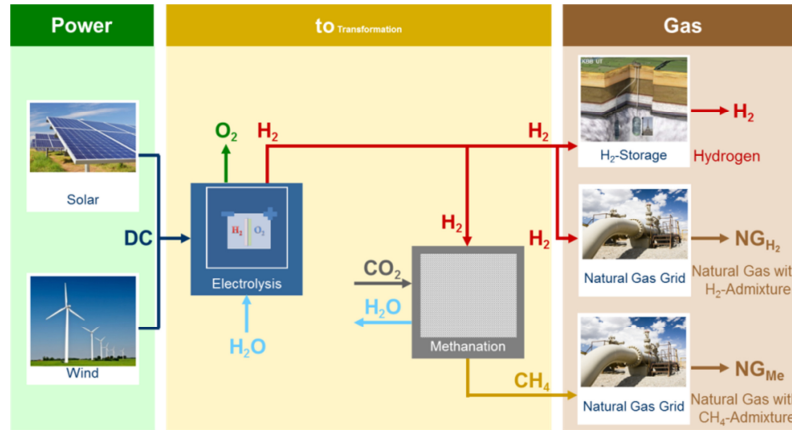


Abbildung 1: Das Power to gas Konzept [4]

## Ergebnisse

Da ähnlich wie bei Erdgas aus den Wasserstoffnetzen eine Ausspeisung an Letztverbraucher (Tankstellen, Abfüllanlagen) sowie punktuelle Überspeisungen zu Gasnetzen an Kopplungspunkten und eine Ein-/Ausspeicherung an physischen Speicheranlagen zu erwarten sind, sind parallele Anforderungen zu Prognose- und Allokationsverfahren des Erdgasmarkts auch für die Wasserstoffversorgung voraussehbar. ENTRY- und EXIT-Zeitreihen an Speicher- und Überspeisepunkten sind bereits heute für Wasserstoff in den Abwicklungsregeln vorgesehen und auf die Zukunft übertragbar [5]. Für Ausspeisestellen zu Letztverbrauchern erscheinen nach Installation marktfähiger Messsysteme RLM-Zeitreihentypen (vorzugsweise RLMmT) als prognostizierbar und geeignet. Demzufolge sind nach gegenwärtiger Einschätzung bereits heute etablierte Regelungen und Prozesse des Prognose- und Bilanzkreismanagements Gas nach GABi Gas gut auf die zukünftige leitungsgebundene Wasserstoffversorgung übertragbar [6].

Wie nach Etablierung des Zweivertragsmodells im Erdgasversorgungsbereich seit Oktober 2008 ist auch für den Wasserstoffmarkt die Entwicklung eines volumetrisch zwar kleineren, in seinem Wettbewerbsverhalten bei ähnlichen Marktregeln jedoch vergleichbaren Preisverhaltens zu erwarten. Abhängig von den Bezugsquellen des Energieträgers Strom werden sich insbesondere in Zeiten hoher Überschussmengen voraussichtlich stark rückläufige Wasserstoffpreise infolge zeitgleicher Produktion aller Anbieter einstellen, denen höhere Preise für dieses Gas in Zeiten niedriger negativer Residuallast entgehen.

Diese aus den Erfahrungen des Erdgasmarkts abzuleitenden hohen Preisamplituden wären durch Möglichkeiten der Zwischenspeicherung der leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung sowie mittels Verzahnung zu artverwandten Netzsystemen (z. B. mittels Wasserstoffdirekteinspeisung in das Deutsche Erdgasnetz bzw. Überspeisung mittels Methanisierung) abdämpfbar. Hierzu kämen nach heutigem Ermessen auch kommunalen Speicher- und Optimierungsanlagen, die infolge des geänderten Marktregimes im Erdgasbereich ihren ursprünglichen Einsatzzweck weitestgehend verloren haben [7], neue Einsatzmöglichkeiten zu, deren Umsetzbarkeit es im Detail noch zu erforschen gilt.

## Literatur

- [1] Schiebahn, S., Grube, T., Robinius, M., Zhao, L., Otto, A., Kumar, B., Weber, M., Stolten, D., *Power to Gas*, in *Transition to Renewable Energy Systems*, D. Stolten and V. Scherer, Editors. 2013, Wiley-VCH. p. 813-849.
- [2] Stolten, D., T. Grube, and J. Mergel, *Beitrag elektrochemischer Energietechnik zur Energiewende*. VDI- Berichte, 2012. **2183**.
- [3] Krieg, D., *Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Strassenverkehrs mit Wasserstoff / Dennis Krieg*. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Energie und Umwelt / energy and environment ; 1442012, Jülich: Forschungszentrum, Zentralbibliothek. 228 S.
- [4] Stolten, D., Grube, T., Schiebahn, S., Tietze, V., Weber, M., *Wirtschaftliche und technologische Chancen und Restriktionen in der Energiewende*, in *DPG-Frühjahrstagung 2013*: Dresden.
- [5] BDEW, VKU, and GEODE. *Marktprozesse Bilanzkreismanagement Gas*. 2013; Available from: [http://www.bdew.de/internet.nsf/id/C8D4102AA5347BE0C12578300046BCE6/\\$file/13-06-28\\_LF-Bilanzkreismanagement-Gas\\_KOV-VI\\_final.pdf](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/C8D4102AA5347BE0C12578300046BCE6/$file/13-06-28_LF-Bilanzkreismanagement-Gas_KOV-VI_final.pdf).
- [6] Bundesnetzagentur. *Geschäftsprozesse zum Ausgleichs- und Regelleistungssystem Gas*. 2008; Available from: [http://www.gaspool.de/fileadmin/download/allgemein/Beschluss\\_GABi\\_Gas\\_Anlagen.pdf](http://www.gaspool.de/fileadmin/download/allgemein/Beschluss_GABi_Gas_Anlagen.pdf).
- [7] Langner, T., M. Küster, and J. Müller-Kirchenbauer, *Lokale Erdgasspeicheranlagen in Deutschland Teil 1 und 2*. Energie wasser-praxis 2013. Sonderdruck aus den Heften 2/2013 und 9/2013.