

Windenergie im deutschen Gasnetz

Sigurd Schulien, Wiesbaden *)

1 Einleitung

Jedem Fachmann für Energiefragen ist seit langem bekannt, dass Strom aus Windenergie- oder Photovoltaikanlagen im deutschen Elektrizitätsnetz sehr problematisch ist. Denn bei Windstille muss die von den Windkraftanlagen nicht lieferbare Energie von konventionellen Kraftwerken geliefert werden, die von den Energieversorgern zur Verfügung gehalten werden müssen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Für jedes Windrad muss die entsprechende Leistung von konventionellen Kraftwerken bereitgehalten werden, was ein großer Luxus ist. Die im Jahr 2004 in Deutschland installierte Windenergieleistung – sie liegt bei ca. 14,5 GW – könnte allerdings sinnvoll verwendet werden, wenn man sie in Form von Wasserstoff oder Methanol speichert. Die von den Windrädern gelieferte Energie dient dabei zur Wasserzersetzung durch Wasserelektrolyseure in Wasserstoff und Sauerstoff. Den Wasserstoff kann man zur Streckung von Erdgas bis zu einem gewissen Prozentsatz in das deutsche Gasnetz einspeisen und so umweltfreundlicheres Gas erzeugen.

Die Wasserstoffherzeugung durch Wasserelektrolyse muss nicht am Ort der Windkraftanlagen erfolgen, denn die elektrische Energie der Windräder oder Solaranlagen kann durch das Stromnetz zu den Elektrolyseuren gebracht werden, die dort aufgestellt sind, wo Einspeisemöglichkeiten für Wasserstoff in das Gasnetz bestehen oder wo durch CO_2 –

Vorkommen Methanol aus Wasserstoff und Kohlendioxid hergestellt werden kann. Für die temporäre Wasserstoffspeicherung kommen unterirdische Kavernen infrage.

Das Windenergiepotential auf der Landfläche in Deutschland wird auf 54 GW_{el} geschätzt, dies ergibt bei 1300 Volllaststunden einen Jahresertrag von 85 TWh. In den deutschen Nord – und Ostseegebieten sollen bis 2020 etwa 20 GW offshore installiert werden, die bei 3400 Volllaststunden etwa 67 TWh elektrische Energie liefern können. Der bei der Elektrolyse erzeugte Sauerstoff kann industriell oder in Kläranlagen verwendet werden.

Außerdem können die Kraftwerke nachts, wenn die volle Leistungsabgabe nicht gefordert wird, Wasserstoff produzieren. Sie müssen also nicht – wie heute üblich – in Teillast laufen und damit den Gesamtwirkungsgrad des Systems zu reduzieren.

Der Wasserstoff wird durch Wasserelektrolyse in großen Druckelektrolyseuren oder atmosphärischen Elektrolyseuren erzeugt. Im folgenden sind dafür geeignete Geräte beschrieben.

2 Elektrolyseure

Die Wasserstoffelektrolyse erfolgt in großen alkalischen Elektrolyseuren, die in verschiedenen Varianten auf dem Markt bzw. in Entwicklung sind, nämlich Druckelektrolyseuren, atmosphärischen Elektrolyseuren und fortgeschrittenen



Bild 1 Druckelektrolyseur (System Lurgi) zur Erzeugung von $760 \text{ m}^3/\text{h}$ H_2

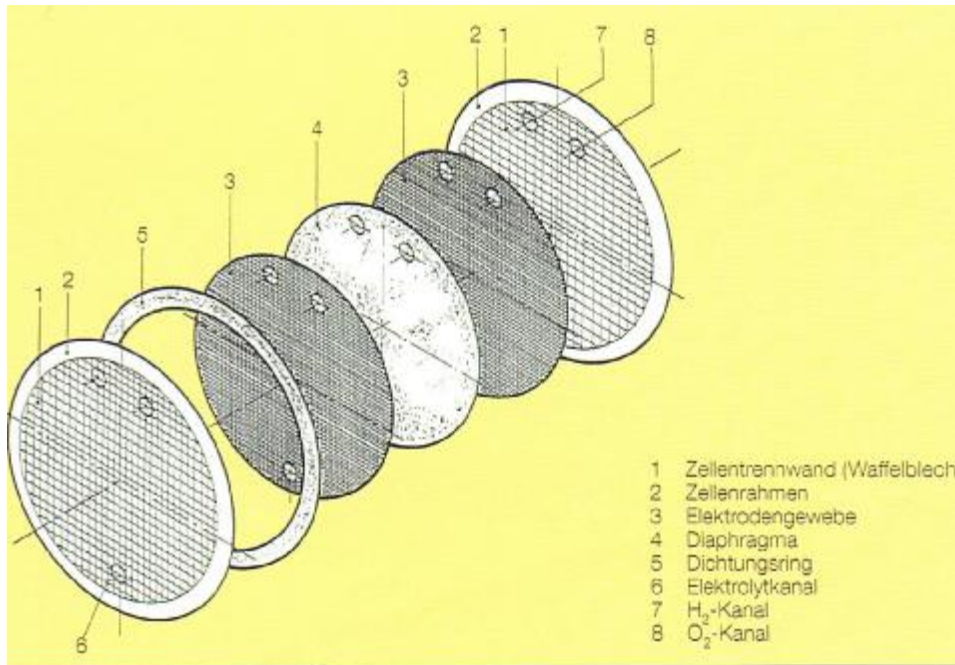


Bild 2 Aufbau einer Druckelektrolysezelle

Druckelektrolyseuren. Neben den nachfolgend kurz

beschriebenen großen Elektrolyseuren sind noch die Wasserzersetzer von Stuart (atmosphärische und Druckelektrolyseure), Hydrotechnik (atmosphärische) und Norsk Hydro auf dem Markt.

2.1 Druckelektrolyseure

Die einsetzbaren Druckelektrolyseure sind Weiterentwicklungen der seit Jahrzehnten bewährten Lurgi - Druckelektrolyseure. Diese liefern die Gase bei einem Druck von 30 bar, die Wasserstoff – Produktion liegt je nach Elektrolyseurtyp bei 100 – 760 m³/h Wasserstoff. Größere Leistungen werden durch Parallelschaltung von Elektrolyseuren erreicht.

Diese Druckelektrolyseure sowie die später beschriebenen atmosphärischen Elektrolyseure sind auf dem Markt erhältlich [1]. Bild 1 zeigt einen Druckelektrolyseur, in Bild 2 ist der Zellenaufbau skizziert.

2.2 Atmosphärische Elektrolyseure

Wie die Druckelektrolyseure sind die atmosphärischen Elektrolyseure nach dem Filterpressenprinzip aufgebaut, sie produzieren die Gase Wasserstoff und Sauerstoff allerdings nur bei Atmosphärendruck (System BAMAG). Die Wasserstoffproduktion dieser Geräte liegt zwischen 3 und 330 m³/h. [1]. Zur Speicherung bzw. Weiterverarbeitung müssen die Gase komprimiert werden. In Bild 3 ist ein



Bild 3 Atmosphärischer Elektrolyseur (System BAMAG) zur Herstellung von 300 Nm³/h H₂

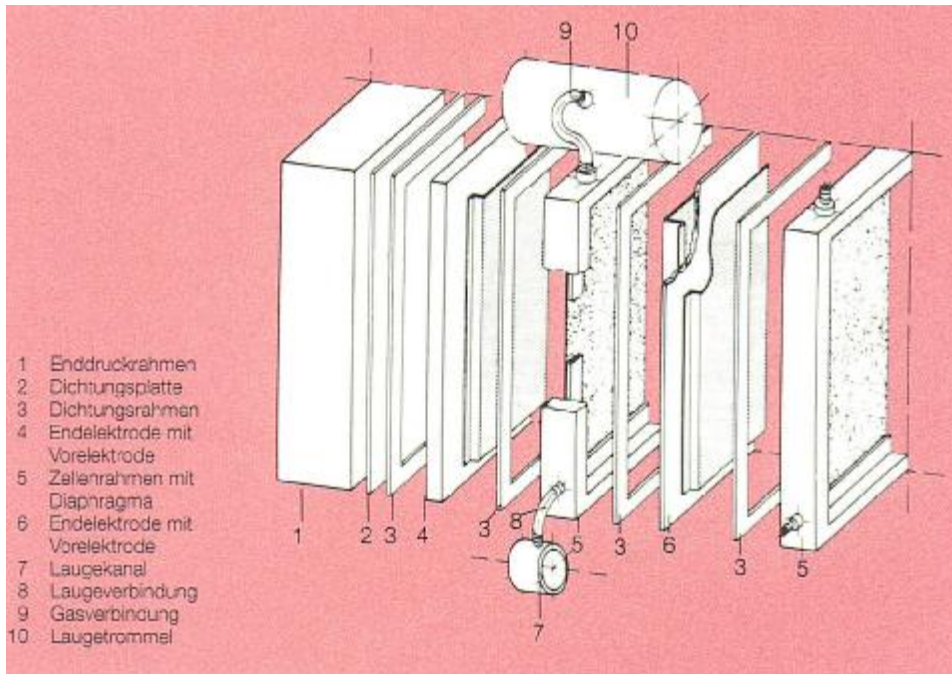


Bild 4 Schnitt durch einen atmosphärischen BAMAG-Wasserelektrolyseur atmosphärischer Elektrolyseur dargestellt, Bild 4 zeigt eine schematische Skizze des Zellaufbaues.

2.3 Fortgeschrittene Druckelektrolyseure

Der fortgeschrittene Druckelektrolyseur ist ein an der Fachhochschule Wiesbaden entwickeltes Gerät, bei dem der Zellblock und die beiden Separationsbehälter in einem Druckbehälter 4 untergebracht sind. Dieser Elektrolyseurtyp vereint die Vorteile vom atmosphärischen und vom Druckelektrolyseur [2], [3]. Bild 5 zeigt einen

Schnitt durch den Elektrolyseur.

Der rechteckige Zellenblock wird durch die Teile 38, 39, 40 begrenzt, der Elektrolyt strömt durch das untere Rohr 44 in die einzelnen Zellen, das Gas – Elektrolytgemisch verlässt die Zellen durch die oberen Rohre 44. Die Stromzuführung erfolgt durch die Leitung 49. Das Teil 27 ist die Separationswand zwischen Wasserstoff- und Sauerstoffraum.

3 Speicherung des Wasserstoffs

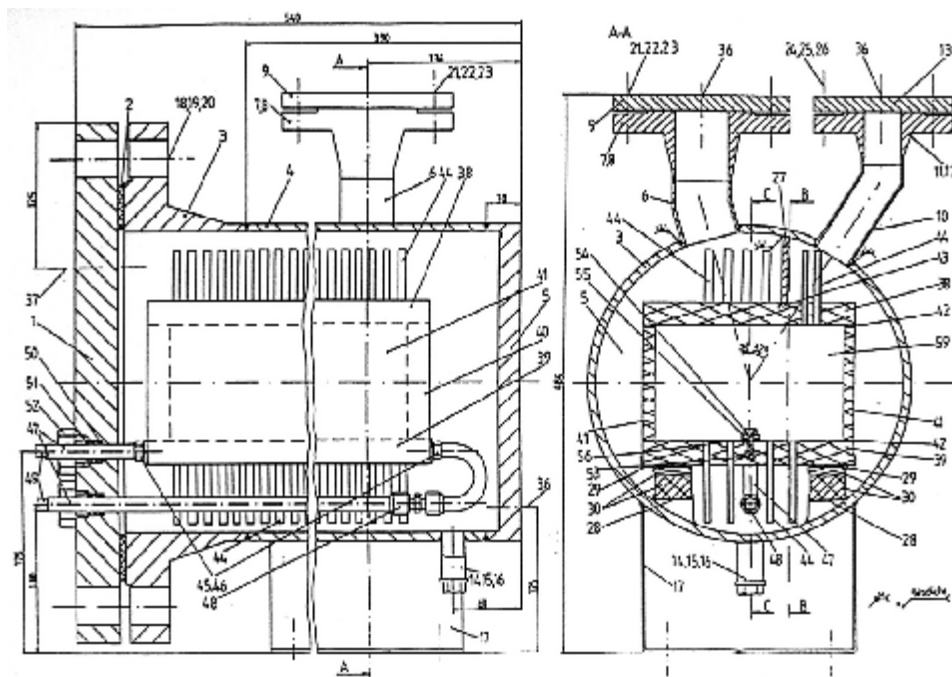


Bild 5 Fortgeschrittener Druckelektrolyseur

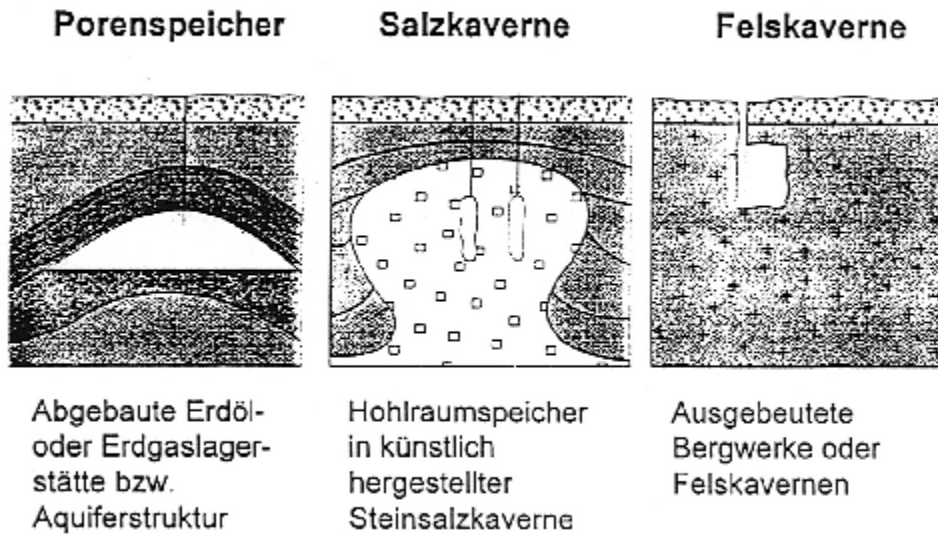


Bild 6 *Unterschiedliche Untertagespeicher*

Ein Elektrolyseur mit einer installierten Leistung von 50 MW produziert ca. 10.000 m³/h Wasserstoff und 5.000 m³/h Sauerstoff. Derartig große Gasmengen werden sinnvollerweise nicht in

Tanks gespeichert, sondern in Hohlräumen der Erdkruste, wie das bei der Erdgasspeicherung üblich ist. Diese Hohlräume fassen einige Millionen bis 20 Milliarden Kubikmeter Gas. Für die behälterlose Wasserstoffspeicherung ist der Kavernenspeicher am besten geeignet. Bild 6 zeigt Skizzen unterschiedlicher Untertagespeicher. An der deutschen Nord – und Ostseeküste gibt es große Zechsteinsalzvorkommen, die für die

Anlage großvolumiger H₂ – Kavernen geeignet sind [4].

4 Verwendung des gespeicherten Wasserstoffs

Der in den Kavernen gespeicherte Wasserstoff kann einerseits dem Erdgas zugemischt werden (Hythane, z.B. 30% Erdgas, 70% H₂), um in Heizungen oder bei Motorantrieben verwendet zu werden /5/, /7/. Andererseits kann er mit CO₂ zu

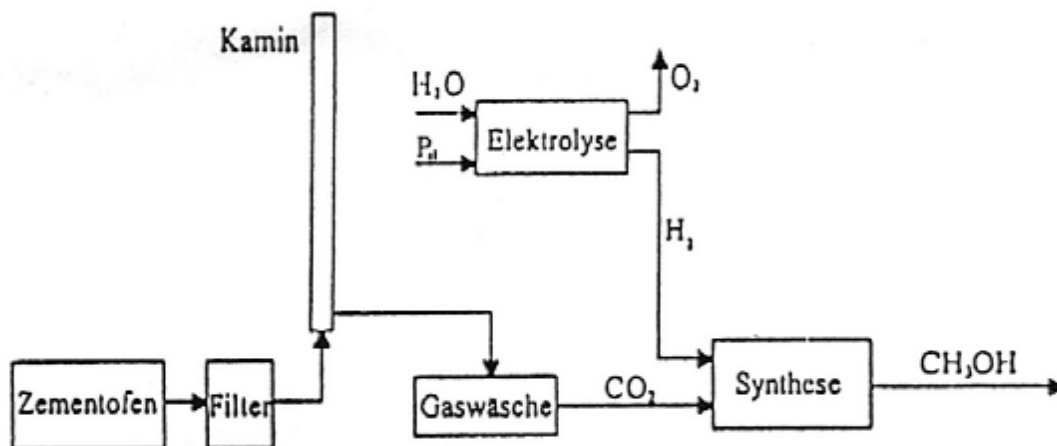


Bild 7 *Blockschaltbild der Methanolsynthese mit CO₂ aus Zementfabriken.*

Methanol verarbeitet werden, das ein flüssiger Energieträger und Chemierohstoff ist /6/. Bild 7 zeigt ein Verfahrensschema zur Herstellung von Methanol aus H_2 und CO_2 .

*)
*Prof. Dipl.-Phys. Sigurd Schulien,
Fachbereich Physik. Technik,
Fachhochschule Wiesbaden*



5 Literatur

- [1] N.N.
ELT Elektrolysetechnik, 35510 Butzbach
- [2] N.Späth
Gebrauchsmuster 296 07 767.4
vom 29.04.1996
- [3] H. Dieffenbacher
Konstruktion und Bau eines neuartigen
alkalischen Druckelektrolyseurs
Diplomarbeit FHW 1997
- [4] K.D. Giese, I.Schuldt
Speicherung von regenerativen Energien im
Untergrund
DEIG GmbH, 12524 Berlin
- [5] B.Kroeker
Umstellung erdgasbetriebener Heizungs-
anlagen auf einen Erdgas – Wasserstoff –
Mischbetrieb
Ludwig – Bölkow – Stiftung 1995
- [6] S.Schulien, G.Sandstede H.W.Hahn
Kohlendioxid und Wasserstoff als Rohstoffe
für eine umweltfreundliche Energietechnik
Windkraftjournal 1/1996 S. 16
- [7] Hydrogen Components Inc.
US-Patent 5.139. 002 (Hythane)
www.hydrogencomponents.com/hythane.html