

# Wasser-Elektrolyse mit fluktuierendem Strom

---

## *Was eine Fallfilmzelle zu leisten vermag*

---

Die Einbindung von fluktuierendem Strom in die heutige Energiewirtschaft wird mit wachsendem Anteil immer schwieriger. So scheint der Ausbau und Umbau zu einem intelligenten Stromnetz mit Stromspeichern und Strommanagement bis in die Haushalte unvermeidlich zu sein.

Eine echte Wasserstoffwirtschaft ist da ein weitaus kostengünstigerer Ansatz zu Beherrschung von Energieangebot und Nachfrage, weil das Wasserstoffnetz mit seinen integrierten Speichern diese Fluktuationen aufnehmen kann. Das Wasserstoffnetz ist bereits vorhanden. Es ist unser Erdgasnetz.

In einer Wasserstoffwirtschaft gibt es zwei Optionen, die fluktuierende Energie von Wind und Photovoltaik nutzbar zu machen:

1. Die Fluktuationen im Stromnetz umwandeln in Fluktuationen im Wasserstoffnetz. Dabei wird überschüssiger Strom direkt genutzt. Das Stromnetz bleibt wie se ist.
2. Den Strom ganz oder teilweise per Elektrolyse in Wasserstoff konvertieren und den Wasserstoff beim Endverbraucher mittels Brennstoffzelle in Strom und Wärme umwandeln.

Die erste Methode eignet sich als Übergangsstrategie auf dem Weg in eine Wasserstoffwirtschaft. Der Vorteil liegt darin, dass keine zusätzlichen Investitionen erforderlich sind, weil die regionale Wasserstoffwirtschaft diese Aufgaben quasi nebenbei lösen kann. Das Konzept wird an anderer Stelle von der H<sub>2</sub>-Patent GmbH beschrieben.

Die zweite Methode passt noch besser zu einer Wasserstoffwirtschaft, weil der Unterhalt eines Stromnetzes dann nicht mehr erforderlich ist. Diese Methode wird nachfolgend näher beschrieben.

## **Eigenschaften einer Wasserstoffwirtschaft**

Zunächst muss der Begriff „Wasserstoffwirtschaft“ definiert werden, weil es zu diesem Begriff eine nahezu babylonische Sprachverwirrung gibt: „In einer Wasserstoffwirtschaft wird auf allen Ebenen mit Wasserstoff gehandelt und gewirtschaftet.“ Praktisch bedeutet das, dass der Wasserstoff per Rohrleitung zum Endverbraucher kommt und erst dort in Kraft-Wärme-Kopplung in Strom und Wärme (Kälte) umgewandelt wird. Bedingt durch den hohen Wirkungsgrad der Brennstoffzelle von ca. 60% entsteht nahezu bei jedem Verbraucher ein Stromüberschuss. Eine Wasserstoffwirtschaft ist darum eine wärmegeführte Energiewirtschaft die prinzipiell keine Verluste kennt. Die Verluste bei der Elektrolyse von 5-10% sind nur dann ein Verlust, wenn die Wärme des Elektrolyseurs nicht genutzt werden kann. Die trifft aber nur bei verbraucherfernen Elektrolyseuren zu, wie das bei Offshore-Windenergie die Regel ist. Andererseits sind diese Verluste nicht wesentlich größer als beim Transport des Stroms. Der Transport des Wasserstoffs ist in der ersten 200 km verlustlos, weil er mit dem Anfangsdruck bis zum Endkunden ohne Zufuhr von Energie strömt. Die Nutzung von edlem Strom über den Sekundärenergieträger Wasserstoff führt also zu keinen höheren Verlusten als die Verteilung des Stroms über das Stromnetz und die direkte Nutzung des Stromes.

## **Details zur Elektrolyse**

Die kommerziell verfügbaren alkalischen Elektrolyseure können schnelle Laständerungen nicht handeln. Das liegt daran, dass diese Apparate aus einzelnen Behältern bestehen, die die Elektroden

enthalten. Wird nun die Last erhöht, steigt der Blasengehalt des Elektrolyten mit der Folge dass der Elektrolyt in die Lauge- und Gasleitungen gelangt und ausgetragen wird. Dadurch wird der Apparat beschädigt. Bei schwacher Last fällt der Laugenspiegel in den Behältern, mit der Folge das Elektroden und Diaphragma trockenfallen: ein gefährlicher Zustand. Erschwerend kommt hinzu, dass die Laugenleitungen bei den üblichen bipolaren Schaltungen dünn und lang sein müssen, damit der Elektrolyseur durch Shuntströme nicht zerstört wird. Keine guten Bedingungen für Lastwechsel also.

Die Nachteile eines Blasenregimes kann man vermeiden, wenn man den Elektrolyt von oben nach unten zwischen porösen Elektroden strömen lässt. In diesem Fall kann auf ein Diaphragma verzichtet werden. Die Fließgeschwindigkeit des Elektrolyten stellt sich dabei so ein, dass der statische Druck durch den hydrodynamischen Druckverlust aufgezehrt wird. Der Differenzdruck vor und hinter der Elektrode ist also unabhängig von der Höhe. Das erst ermöglicht den Einsatz von hochporösen Katalysator-Elektroden. Die katalytisch aktive Oberfläche ist um Größenordnungen höher als bei Elektrolyseuren üblicher Bauart.

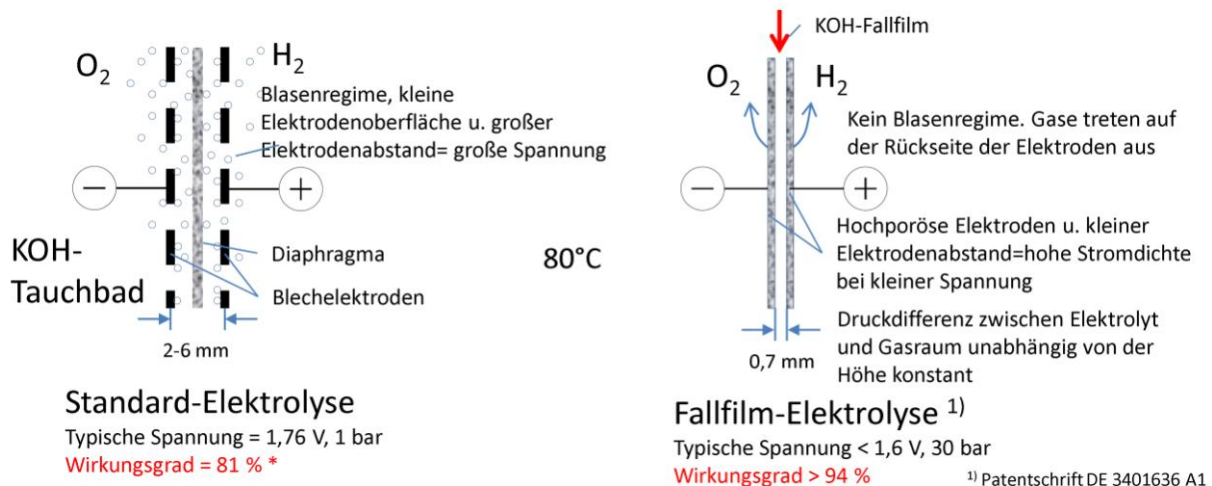


Abbildung 1 Standard-Elektrolyse und Fallfilm-Elektrolyse

Die Elektrolyse findet nur an Katalysatorkörnern statt, die von einem dünnen Elektrolytfilm bedeckt sind. Das gebildete Gas ( $H_2$  und  $O_2$ ) diffundiert schnell durch diesen dünnen Film und gelangt in den Gasraum auf der Rückseite der Elektrode. Zu einer Blasenbildung in der Elektrode kommt es deshalb nicht, weil Blasenkeime erst bei erhöhtem Druck (Kapillardruck) entstehen können und dieser Druck eine höhere Spannung am Katalysatorkorn verlangt. Der Strom fließt dann zum benachbarten Korn, das wegen des dünneren Films eine niedrigere Spannung aufweist.

Der Abstand zwischen den Elektroden ist im Vergleich zu kommerziellen Apparaten außerordentlich klein. Solch ein Elektrolytfilm weist also einen kleinen Ohmschen Widerstand auf. In Verbindung mit der großen Oberfläche der porösen Elektroden ist eine sehr hohe Stromdichte realisierbar. Der Abstand von Zelle zu Zelle ist mit wenigen Millimetern ähnlich klein wie bei Brennstoffzellen. Deshalb sind Leistungsdichten von mehr als  $6 \text{ MW/m}^3$  möglich.

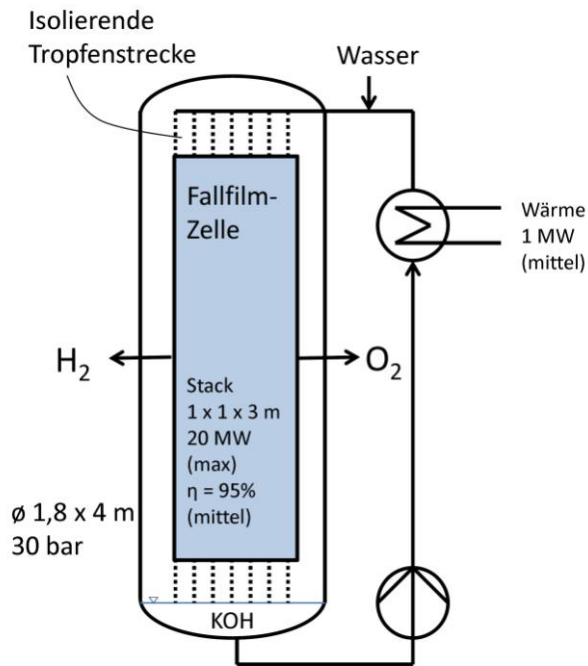


Abbildung 2 Technischer Fallfilm-Elektrolyseur zur Beherrschung fluktuierender Ströme

Um Korrosionserscheinungen durch Shuntströme zu vermeiden, ist es zweckmäßig, den Elektrolyt auf den Elektrolysestack aufzusprühen und am unteren Ende abtropfen zu lassen. Durch diese Tropfenstrecken von ca. 20 cm werden die Zellen galvanisch getrennt.

Der in Abbildung 2 gezeigte Elektrolyseur passt also ohne weiteres auf eine Offshore-Windplattform. In der Nordsee gibt es bereits eine Rohr-Infrastruktur für den Transport des Wasserstoffs zu den Kunden auf dem Festland, weil die alten Öl- und Gasfelder weitgehend ausgebeutet sind und deren Rohrleitungen bald zu Verfügung stehen.

H<sub>2</sub>-Patent GmbH  
 Postfach 13 61  
 D-49182 Bad Iburg



Telefon: 05403-7 24 42 77  
 Fax: 05403-7 24 42 79  
 E-Mail: [info@h2-patent.eu](mailto:info@h2-patent.eu)

Bei Fragen zur Technik können Sie sich auch direkt an den Leiter der Entwicklung, Herrn Tetzlaff, wenden: [tetzlaff@h2-patent.eu](mailto:tetzlaff@h2-patent.eu) Tel +496195 960813

Amtsgericht Osnabrück, HRB 202725  
 Persönlich haftende Gesellschafterin: H2-Patent GmbH, Amtsgericht Osnabrück HRB 202725  
 Geschäftsführung: Hubertus Rau / Hayo Sieckmann