

# Das Solar-Wasserstoff-Projekt in Neunburg vorm Wald

**SWB**  
Ein Unternehmen der  
Bayernwerk-Gruppe



## Wasserstoff als Energieträger: seine Herstellung und Speicherung



### Solarstrom spaltet Wasser

Der Plan, Solarenergie zur chemischen Zersetzung von Wasser zu nutzen und auf diese Weise den Energieträger Wasserstoff zu gewinnen, fasziniert durch eine ganze Reihe von Vorteilen: Sonnenlicht und Wasser als Ausgangsstoffe sind überall vorhanden, die Belastung der Umwelt ist im Vergleich zu anderen Verfahren der Energieumsetzung besonders gering.

Wasserstoff ist als Energie-Zwischenspeicher für sonnenarme Zeiten und als Transportmedium geeignet. Diesen Vorzügen steht als Nachteil gegenüber, daß Wasser-Elektrolyse-Anlagen durch die ständigen Lastwechsel verschleißten und einen hohen spezifischen Energieverbrauch haben.

Bei der Wasser-Elektrolyse wird durch elektrischen Strom mit zum Beispiel Kalilauge versetztes Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. In der Praxis wird dazu in einer Elektrolysezelle an die beiden Elektroden, also den Plus- und den Minuspol, im Wasser eine Gleichspannung angelegt. Am Minuspol scheidet sich der Wasserstoff, am Pluspol der Sauerstoff ab. Damit sich die beiden Gase nicht wieder vermischen, teilt eine dünne "Wand" die beiden Zellenhälften, sie wird als Diaphragma bezeichnet. Zwei sogenannte Gasabscheider trennen jeweils die entstandenen Gase von der mitgeführten Flüssigkeit. Die Kalilauge wird in die Zelle zurückgeführt, und das verbrauchte Wasser durch Nachfüllen ersetzt. Der Strombedarf für die Erzeugung eines Kubikmeters Wasserstoff liegt in der Praxis bei etwa 4,5 bis fünf Kilowattstunden.

### **Ständige Lastwechsel beanspruchen den Elektrolyseur**

Konventionelle Elektrolyseure sind auf einen weitgehend gleichmäßigen Dauerbetrieb rund um die Uhr ausgelegt. Beim Einsatz von Solarstrom ist diese Voraussetzung jedoch nicht gegeben: Jede Wolke vermindert die Stromstärke, außerdem ist der Tag-Nacht-Rhythmus automatisch vorgegeben. Es ist also notwendig, Elektrolyseure zu entwickeln, die auch unter häufig wechselnden Betriebsbedingungen ihre Leistungsfähigkeit über lange Zeit beibehalten. Drei Elektrolyseure mit je ca. 100 Kilowatt elektrischer Leistung wurden in Neunburg vorm Wald erprobt, die mit unterschiedlichen technischen Konzepten arbeiten und pro Stunde jeweils bis etwa 25 Kubikmeter Wasserstoff erzeugen können. Einer der beiden erprobten Niederdruck-Elektrolyseure arbeitete gut, er wird weiter betrieben, um Langzeiterfahrungen zu sammeln. Die zweite Anlage mußte im Juni 1995 außer Betrieb genommen werden, weil die als Diaphragma eingesetzten Membranen stark degradierten und dadurch die Reinheit der erzeugten Produktgase nicht mehr den Sicherheitsvorschriften entsprach. Im Hinblick auf die spätere Speicherung des Wasserstoffs ist es zweckmäßig, die Elektrolyse unter einem Druck von ca. 30 bar (ein Autoreifen hat 2 bar) durchzuführen, weil dann die entstehenden Produktgase im Anschluß nicht noch extra komprimiert werden müssen. Deshalb wurde auch eine dritte Anlage, ein Druck-Elektrolyseur, erprobt. Dieser unterlag ungleich stärker als die beiden anderen Prototypen erheblichen Anlaufschwierigkeiten. Durch Nachbesserungen und zweimaligen Wechsel der Zellblocktechnologie konnte jetzt ein zufriedenstellender Betrieb erreicht werden.

### **Verschiedene Möglichkeiten Wasserstoff zu speichern**

Die im Elektrolyseur erzeugten Gase Wasserstoff und Sauerstoff sind feuchtigkeitsgesättigt und enthalten jeweils eine geringe Menge der anderen Gaskomponente, da zwischen den Zellen immer eine gewisse Gasdiffusion stattfindet. Aus diesem Grund werden die Gase vor der Lagerung im Freien noch getrocknet. Ob eine Reinigung erforderlich ist, hängt von der Anwendung der Gase ab. Bei SWB werden die Verunreinigungen durch katalytische Verbrennung entfernt. Anschließend werden die Gase in Druckspeicher mit bis zu 30 bar gefüllt. Zwei große Druckbehälter auf dem Freigelände fassen insgesamt 5000 Kubikmeter, ferner wurden Speicher für Flüssigwasserstoff und sogenannte Metall-Hydridspeicher eingesetzt und getestet, bei denen Wasserstoff in einem Metallpulver eingelagert wird.

Wasserstoff kann auch in großen Mengen gespeichert werden. Für sehr große Gasmengen werden Erdkavernen oder Gasometer verwendet. Mittlere Mengen werden in Druckbehältern gelagert. Kleinere Mengen können in Druckgasflaschen aus Stahl oder kohlefaserverstärktem Verbundmaterial bis zu 400 bar abgefüllt werden. Metall-Hydridspeicher können etwa zwei Prozent ihres Eigengewichts an Wasserstoff aufnehmen. Bei der Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff für Autos ist die vom Benzinbetrieb gewohnte Reichweite mit einer Tankfüllung von besonderem Interesse. Da Wasserstoff volumenbezogen einen weit geringeren Brennwert als Benzin hat, ist für die gleiche Reichweite ein erheblich größeres Kraftstoffvolumen erforderlich. Deshalb bemüht man sich, möglichst viel Wasserstoff in einem Autotank unterzubringen. Dies gelingt am besten mit Flüssigwasserstoff, der bei minus 253 Grad Celsius in einem isolierten Tank mitgeführt wird. Die hochwirksame Isolierung gewährleistet bei Stillstand des Autos eine verlustfreie Lagerung über etwa drei Tage. An weiteren Verbesserungen wird gearbeitet.

Während die Wasser-Elektrolyse und Druckgaslagerung von Wasserstoff prinzipiell überall,

also auch dezentral für kleinere Mengen durchgeführt werden kann, ist eine Wasserstoffverflüssigung nur im Zentrum einer Verbrauchsregion für eine größere Kapazität wirtschaftlich sinnvoll.

### **Bei Elektrolyseuren gibt es noch Entwicklungsbedarf**

Die Erfahrungen bei der Erprobung von Elektrolyseuren zur Herstellung von Wasserstoff aus Wasser beim SWB-Projekt waren unterschiedlich: Der prototypische Druck-Elektrolyseur arbeitet derzeit mit der jüngsten Zellblocktechnologie bestimmungsgemäß. Die zwei Niederdruck-Elektrolyseure, hier besonders der alkalische, lieferten gute Ergebnisse. Der Membran-Elektrolyseur mußte 1995 außer Betrieb genommen werden. Beide Lieferanten gaben zwischenzeitlich diese Geschäftsfelder auf. Durchweg brauchbare Ergebnisse erbrachten die Untersuchungen zu den Aufbereitungs- und Speichersystemen. Hier traten Probleme meist bei den nicht rund um die Uhr betriebenen Verdichtern und den Komponenten des dezentralen Prozeßleitsystems auf, konnten aber beseitigt werden.