

## Das Solar-Wasserstoff-Projekt in Neunburg vorm Wald

**SWB**  
Ein Unternehmen der  
Bayernwerk-Gruppe



### Wasserstoffverluste beim Tanken auf Null reduziert

Das Betanken eines Pkw mit flüssigem Wasserstoff dauert nur noch knapp drei Minuten



Im Rahmen des SWB-Projekts in Neunburg vorm Wald wurde eine Tankstelle gebaut, die es erlaubt, verlustfrei und schnell Pkws mit flüssigem Wasserstoff zu betanken. Es gelang, die Betankungstechnologie so zu gestalten, daß der minus 253 Grad Celsius kalte Kraftstoff von ursprünglich ca. 30 Prozent Verlust jetzt ohne Kälteverluste in den Autotank gefüllt werden kann. Die Tankzeit wurde von anfangs einer Stunde auf knapp drei Minuten reduziert.

## **Wasserstoff als Kraftstoff für Autos**

Realistische Energie- und Umweltszenarien für das kommende Jahrtausend gehen davon aus, daß das Automobil auch weiterhin Basis der individuellen Mobilität bleibt. Es wird jedoch in Zukunft zunehmend wohl mit anderen Kraftstoffen betrieben werden. Dabei stellt Wasserstoff eine saubere Alternative dar. Er kann mit Hilfe von Strom praktisch unbegrenzt aus Wasser hergestellt werden. Bei der Verbrennung entsteht im wesentlichen wieder der Ausgangsstoff Wasser.

Vor einer großtechnischen Einführung des Wasserstoffantriebs müssen jedoch noch einige Probleme gelöst werden. Die Technik für das Wasserstoffauto steht heute schon bereit, Testwagen sind unterwegs. Es fehlt aber bisher noch die wirtschaftliche, CO<sub>2</sub>-freie Erzeugung ausreichender Mengen Wasserstoffs. Die technischen Möglichkeiten hierfür zu testen war eine der Aufgaben des SWB-Projekts.

## **Drei-Stufen-Plan zur Einführung von Wasserstoffautos**

Der Weg zum Fernziel Wasserstoffauto könnte in drei Stufen erfolgen: Die erste, der Einsatz von komprimiertem Erdgas, ist schon vollzogen. Serienmäßig gefertigte Erdgasautos sind seit einigen Jahren auf dem Markt. Erdgas hat im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen einen großen Vorteil: Es verbrennt gegenüber Benzin oder Diesel vergleichsweise emissionsarm. Außerdem ist es dem Wasserstoffgas in seinen fahrzeugrelevanten Eigenschaften ähnlich. So können bei der Entwicklung des Erdgasautos technische Erfahrungen für den Einsatz des Wasserstoffautos gewonnen werden.

Die zweite Stufe stellt den Übergang zum flüssigen Erdgas dar, das heißt, gleicher Kraftstoff, aber anspruchsvollere Technik infolge der niedrigen Temperatur (ca. minus 160 Grad Celsius). Verflüssigtes Erdgas hat eine höhere Energiedichte als komprimiertes Erdgas. So kann bei gleichem Tankvolumen mit flüssigem Erdgas etwa 70 Prozent der Reichweite benzinbetriebener Automobile erzielt werden. Von dort ist es zur Realisierung des Wasserstoffautos technisch gesehen nur noch ein Schritt, das heißt, anspruchsvollerer Kraftstoff bei im wesentlichen gleicher Technik.

## **Automatische Betankungsanlagen sind zweckmäßig**

Heute ist der Umgang mit flüssigem Wasserstoff, der eine Temperatur von minus 253 Grad Celsius hat, noch ausschließlich Sache geschulten Personals. Automatische Betankungsanlagen sind von Vorteil. Die Weiterentwicklung der Speicher- und Betankungstechnik ist ein wichtiges Entwicklungsgebiet. Das Wasserstoffauto wird voraussichtlich im nächsten Jahrzehnt technisch ausgereift sein. Aller Voraussicht nach wird es aber noch sehr viel länger dauern, bis eine umfassende Wasserstoff-Energiewirtschaft Realität werden würde. Die Solar-Wasserstoff-Anlage in Neunburg vorm Wald stellt einen Schritt zur praktischen Umsetzung der oben beschriebenen Ziele dar. Der Fokus des Projekts lag auf der Gewinnung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff besonders auch für den verkehrstechnischen Bereich, hierbei mit den Schlüsselkomponenten Photovoltaik, Wasser-Elektrolyse und Onboard-Speicherung verflüssigten Wasserstoffs im Auto sowie der Betankung.

## **Eine neue Technologie revolutioniert das Betanken**

Zu Anfang des Projekts schien das Umfüllverhalten verflüssigten Wasserstoffs zwischen dem Vorratsbehälter an der Tankstelle und dem Fahrzeugtank als so schwierig zu handhaben, daß es der Nutzung dieses Kraftstoffs im Weg zu stehen schien. Die Lösung dieses Problems war als Aufgabe für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit geradezu bilderrbuchmäßig geeignet, um so die Bereiche Energiewirtschaft, Gasindustrie, Regelungs- und Automobiltechnik zu umfassen.

Es galt, die mit dem Betankungsvorgang verbundenen Aufgaben zu lösen mit dem Ziel, ein für Laien handhabbares System zu erhalten. Im Zuge der Analyse- und Optimierungsarbeiten an den einzelnen Komponenten hatte sich schließlich ausreichendes Know-how angesammelt, um den Tankvorgang revolutionieren zu können. Anfangs wurde der flüssige Wasserstoff von unten her in den Fahrzeugtank eingefüllt, das über der Flüssigkeit durch Verdampfung entstehende Gaspolster mußte gleichzeitig abgeführt werden. In dem neu entwickelten Autotank hingegen wird nun der flüssige Wasserstoff von oben her

"eingeregnet"; auf seinem Weg durch den Tank kondensiert an den Tröpfchen der gasförmige Wasserstoff, er wird nicht mehr verdrängt und geht also nicht mehr verloren. Dieses Betankungsverfahren ließ nicht nur die Kraftstoffverluste auf Null sinken, sondern erlaubte es auch, die Betankungszeit auf knapp unter drei Minuten zu drücken.

### **Robot-Wasserstoff-Tankstelle am Flughafen München**

Das im Rahmen des SWB-Projekts entwickelte und erprobte Tanksystem bildet den Grundstein für die nächste Technologiegeneration, die nun in Form der weltweit ersten Robot-Tankstelle für flüssigen Wasserstoff am Flughafen München verwirklicht werden soll. Das Betanken von Wasserstoff-Fahrzeugen per Serviceroboter wird auch dort nur wenige Minuten in Anspruch nehmen; der Fahrer braucht dazu sein Fahrzeug nicht mehr zu verlassen. Gleichzeitig müssen auf dem Flughafengelände wasserstoffbetriebene Fahrzeuge ihre Tauglichkeit für den Alltagsbetrieb beweisen. Nach zehn Jahren SWB-Arbeit über Wasserstoff als Energieträger hat sich damit die Überführung weiterer Komponenten in die Praxis fortgesetzt.