

Die wachsende Rolle von Wasserstoff im Energieversorgungssystem

Dr. R. Ewald
Deutscher Wasserstoff-Verband

Dies ist die leicht überarbeitete Fassung eines Referats bei einer Veranstaltung der Friedrich-Ebert-Stiftung am 7. April 2000 in Zwingenberg. Wegen seiner grundsätzlichen Bedeutung und unverminderten Aktualität stellen wir es hier für die Öffentlichkeit zur Verfügung.

- Inhalt:
1. Vorbemerkung
 2. Wasserstoff in einem sauberen, nachhaltigen Energieversorgungssystem
 3. Die heutige Rolle von Wasserstoff als Energieträger
 4. Konsequenzen / Auswirkungen
 5. Handlungsbedarf

1. Vorbemerkung

Der Rahmen des Themas ist weitgehend geläufig; dennoch sollen die Zusammenhänge eingangs dargestellt werden.

Die Weltbevölkerung wächst; der Lebensstandard der Menschheit steigt. Zwangsläufig steigt der Energieverbrauch.

Andererseits: Die heute zugänglichen Energievorräte sind begrenzt; die Atmosphäre ist nicht stärker belastbar.

Was ist zu tun?

- Die Vorräte strecken, und zwar durch:
 - Energie sparen, nicht verschwenden
 - Energieverwendung effizienter machen
 - Energieumwandlung von einer in die andere Energieform effizienter machen
- Intensiv an der Bereitstellung der erneuerbarer Energien arbeiten

Diese Aufgaben sind dringlicher als der Ausstieg aus der Kernenergie. Die dahin führenden Arbeiten sind keine technische Liebhaberei, kein „happy engineering“, sondern existentielle Notwendigkeit.

2. Wasserstoff in einem sauberen, nachhaltigen Energieversorgungssystem

Wie können wir uns ein sauberes Energieversorgungssystem ohne Ressourcenverbrauch ("nachhaltig") vorstellen?

Lassen Sie uns dazu einige Plausibilitätsbetrachtungen anstellen, die uns zur Rolle und Bedeutung des Wasserstoffs führen.

Ohne unsere fossilen Energievorräte steht uns nur die Sonnenenergie zur Verfügung, und zwar

- in unmittelbarer Form als solare Wärme und solarer Strom
- in mittelbarer Form als Windkraft, als Wasserkraft und als Biomasse

Aber:

- Wegen der Tag-Nacht- und der Sommer-Winter-Schwankungen steht die Sonnenenergie nicht unbedingt auf Abruf zur Verfügung.

- Der Energiebedarf ist zeitlich und örtlich anders verteilt als die Sonnenenergie. Im Winter ist der Bedarf hoch; die Sonne scheint weniger. In der Sahara ist viel Sonne, aber wenig Bedarf. In Patagonien gibt es viel Wind, doch kaum Energieverbraucher.
- Die benötigte Energieform entspricht nicht immer der, in der die Sonnenenergie gewonnen wird. Wo Wärme gebraucht wird, gibt es möglicherweise nur Strom; wo Strom gebraucht wird, gibt es vielleicht nur Wärme.
- Wie will man mit Strom oder gar nur Wärme ein Fahrzeug betreiben, das nicht wie ein Trolleybus an einer elektrischen Leitung hängt?

Wir sehen also: Auch das zukünftige Energieversorgungssystem benötigt

- Energiespeicher
- Energietransportmöglichkeiten
- Energieumwandlungstechniken.

Diese gibt es schon heute in der bekannten Form von

- Fossile Energieträger (als chemische Energiespeicher),
- Batterien,
- Wärmespeichern,
- Überlandleitungen und
- Erdgas-Rohrleitungen

zur Speicherung und zum Transport und die

- thermodynamischen Kreisprozesse, nach denen Dampfturbinen und Verbrennungsmotoren aus Wärme mechanische Energie und Strom machen.

Bei näherer Betrachtung stellt sich heraus, dass

- die heute verwendeten Speicher- und Transportsysteme künftig nur begrenzt geeignet sind, da sie auf die heutigen Energieträger zugeschnitten sind bzw. diesen inne liegen.
- die heutigen Energiewandlungstechniken noch zu ineffizient sind für die Anwendung der wertvollen erneuerbaren Energien.

Nach heutiger Erkenntnis ist es nur

- der Wasserstoff, der dem künftigen Energieversorgungssystem die nötige Flexibilität gibt, und
- die Brennstoffzelle, die in Kombination mit Wasserstoff eine effiziente Energiewandlung erlaubt.

Zur Begründung dieser Aussage seien hier genannt:

- Elektrische Energie lässt sich direkt nicht speichern. Batterien bzw. Akkus sind chemische Energiespeicher mit geringer Energiedichte bezogen auf Gewicht und Volumen. Für die Speicherung von elektrischer Energie an Bord zum Betrieb von Fahrzeugen ist die Batterie bis auf weiteres aussichtslos.
- Wenn man den Strom jedoch durch Elektrolyse von Wasser in Wasserstoff verwandelt, dann kann man ihn in dieser Form leicht speichern und transportieren. Wasserstoff lässt sich nämlich in beliebigen Mengen komprimiert in Druckgefäßen oder in unterirdischen Kavernen aufbewahren, oder auch als tiefkalte Flüssigkeit bei -250 °C . Da er den größten Teil der ursprünglichen elektrischen Energie als chemische bzw. Verbrennungs-Energie enthält, nennt man ihn "Sekundär-Energieträger".
- Am Ort und zum Zeitpunkt des Energiebedarfs kann der Wasserstoff als Brennstoff verwendet oder wieder in Strom zurückverwandelt werden – am besten mit Hilfe einer Brennstoffzelle, auf die wir gleich etwas näher eingehen werden. Er kann sogar in einem Fahrzeug als Kraftstoff mitgeführt werden, um dieses über einen herkömmlichen Verbrennungsmotor oder über eine Brennstoffzelle mit Elektromotor anzutreiben.

Was hat es nun mit der Brennstoffzelle auf sich, die seit einigen Jahren immer häufiger beim Thema "Energie" genannt wird?

Sie ist ein Gerät, mit dem die im Wasserstoff enthaltene Verbrennungsenergie wieder in elektrische Energie zurückverwandelt werden kann. Der Wasserstoff wird dabei zu Wasser, ohne dass ein schädliches Neben-

produkt entsteht. Das Wertvollste dabei ist aber, dass die Energiewandlung mit Brennstoffzelle einen weitaus höheren Wirkungsgrad hat als ein herkömmlicher Prozess. Bei einem Ottomotor im Auto sind es weniger als 20 %, beim Dieselmotor mit 25 - 30 %, während die Brennstoffzelle ca. 35-40 % Wirkungsgrad erreicht.

Die Brennstoffzellentechnologie kann als eine Veredelungstechnologie betrachtet werden, durch die man mehr Strom bzw. mechanische Energie aus dem Brennstoff Wasserstoff – und auch anderen Brennstoffen – herausholen kann.

Wir sehen also, dass in einer künftigen sauberen und nachhaltigen Energiewirtschaft das Energieangebot dem Bedarf angepasst werden kann. Die Brennstoffzelle ist dabei das ideale Werkzeug, die Umwandlungsverluste von einer Energieform in die andere gering zu halten. Wenn diese Umwandlungsverluste, die nichts als Wärme sind, genutzt werden können, z. B. als Heiz- oder Prozesswärme, dann nähert sich der Wirkungsgrad dem Idealwert von 100 %.

Wir sehen weiterhin, dass in einem Energiesystem, das nicht auf Mineralöl beruht, das Problem des Kraftstoffs für Fahrzeuge durch den Wasserstoff gelöst wird.

Kurz gesagt: Ohne Wasserstoff würde die Energieversorgung auf nicht-fossiler Basis nicht funktionieren.

3. Die heutige Rolle des Wasserstoffs als Energieträger

In wichtigen energieorientierten Wirtschaftszweigen wird an der Verwendung von Wasserstoff gearbeitet. Einige Beispiele aus Deutschland seien hier genannt:

- Automobilhersteller wie BMW und DaimlerChrysler entwickeln seit den 80er Jahren wasserstoffgetriebene Autos.
- Mineralölkonzerne wie Shell oder BP sind z.B. über Tochtergesellschaften engagiert und im Solargeschäft aktiv.
- Mannesmann baut Hochdrucktanks für gasförmigen Wasserstoff.
- Messer Griesheim baut Fahrzeugtanks für flüssigen Wasserstoff.
- Die Hamburger Electricitäts-Werke HEW entwickeln mit Partnern fortschrittliche Druck-Elektrolyseure, um mit Spitzenstrom Wasserstoff als Kraftstoff für Fahrzeuge zu erzeugen, und testen dezentrale Heizkraftwerke in direktem und indirektem Wasserstoffbetrieb.
- Die Heizungsfirma Vaillant kündigte an, Brennstoffzellen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Ein- und Mehrfamilienhäusern anzubieten.

Warum beschäftigen sich diese Unternehmen – parallele Aktivitäten gibt es in anderen Ländern, z. T. in Kooperation mit deutschen Firmen – schon heute so intensiv mit dem Wasserstoffthema, wenn doch die saubere, nachhaltige Energieversorgung nur erst in den Kinderschuhen steckt? Darauf gibt es zwei Antworten.

- Erste Antwort: Es gibt schon heute Fälle, in denen Wasserstoff als Energieträger wirtschaftlich eingesetzt werden kann, sog. Nischenanwendungen. Überzeugendstes Beispiel ist Island, das sein Ölimporte nach und nach auf Wasserstoff aus Erdwärme und Wasserkraft umstellen will; als erstes sollen die Busse in Reykjavik mit Wasserstoff fahren. Derartige Anwendungsfälle sind enorm wichtig, da dadurch die Wasserstofftechnologie vorangetrieben und die Entwicklung der Solarenergiegewinnung beflügelt wird. Das Henne-Ei-Dilemma, wo die Entwicklung der Wasserstofftechnologie auf die der erneuerbaren Energien wartet und umgekehrt, wird vermieden.
- Zweite Antwort: Bei der Entwicklung der Brennstoffzelle bis zur Marktreife wurden in den letzten Jahren große Erfolge erzielt. In Deutschland und in anderen Ländern haben bedeutende Firmen die Chancen erkannt, mittels Brennstoffzelle den herkömmlichen fossilen Kraft- bzw. Brennstoff effizienter zu nutzen als bisher.

Vor allem die Hersteller von Personenautos, Bussen und anderen Nutzfahrzeugen arbeiten weltweit intensiv am Elektroantrieb mit Brennstoffzelle. Führend ist DaimlerChrysler, die als erste die Serienfertigung eines Brennstoffzellen-Pkw für 2004/2005 angekündigt haben. Andere Firmen wie General Motors / Opel sind ihnen dicht auf den Fersen.

Vielleicht wundern Sie sich, wenn Sie im Zusammenhang mit Brennstoffzellenantrieben auch von Methanol oder Erdgas als Antrieb hören. Das liegt daran, dass sich Methanol im Tank eines Autos ähnlich handhaben lässt wie Benzin und Erdgas heute überall verfügbar ist. Sie können als "Verpackungen" für

Wasserstoff betrachtet werden, der in jedem Fall vor dem Eintritt in die Brennstoffzelle aus der Verpackung herausgeholt werden muss. Das geschieht mit Hilfe von speziellen chemischen Apparaturen, sogenannten Reformern, die zusätzlich zum Kraftstofftank in den Fahrzeugen installiert sein müssen. Wenn man direkt Wasserstoff tankt, sind derartige Geräte, die Gewicht und Platz beanspruchen, natürlich nicht nötig, und das Gesamtsystem hat außerdem einen höheren Wirkungsgrad. Deshalb wenden sich immer mehr Fahrzeugfirmen dem direkten Wasserstoffbetrieb zu und betrachten Methanol und Erdgas als überflüssige Zwischenlösung.

Sonderfälle, die Vollständigkeit halber erwähnt sein sollen, sind die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle und die Hochtemperatur-Brennstoffzellen, die zwar keinen externen Reformer benötigen, aber aus anderen Gründen für Fahrzeugantriebe weniger geeignet scheinen.

- Aber auch die Betreiber und Hersteller von ortsgebundenen (stationären) Energie-Anlagen wie Kraftwerksbetreiber und Heizungsfirmen wollen die Möglichkeiten der Brennstoffzelle nutzen. Man denkt dabei im wesentlichen an mittlere und kleine Heizkraftwerke, in denen man den hohen Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung nutzen will.

Bei den dezentral, d.h. verbrauchernah eingesetzten Heizkraftwerken verwendet man zusätzlich die Abwärme zur Hausheizung. Bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen wird man versuchen, die wertvolle Abwärme zur Stromerzeugung über eine herkömmliche Dampfturbine oder als industrielle Prozesswärme zu benutzen. Die Hochtemperaturbrennstoffzellen brauchen allerdings als Brennstoff nicht unbedingt Wasserstoff; sie funktionieren auch mit Kohlenwasserstoffen.

Aus dem Gesagten wird deutlich, dass Wasserstoff eine zunehmend bedeutende Rolle im Energiesektor spielt, und nicht erst wenn die erneuerbaren Energien in großem Maßstab zur Verfügung stehen.

4. Konsequenzen / Auswirkungen

Das Vordringen der Wasserstofftechnologie in der Energietechnik wird weitreichende Konsequenzen für den privaten Lebensbereich und außerordentlich positive Auswirkungen auf die Volkswirtschaft haben.

- Die Autofahrer werden sich auf einen neuen Kraftstoff einstellen müssen, der anders zu handhaben ist als heute Benzin und Diesel. Wegen der besonderen Eigenschaften des Wasserstoffs werden die Fahrzeuge an den Tankstellen vermutlich vollautomatisch betankt, wie es an der Wasserstofftankstelle am Flughafen München seit letztem Jahr zu besichtigen ist. Die Fahrzeuge werden bis auf den ausgestoßenen Wasserdampf völlig emissionsfrei laufen. Das bezieht sich auch auf die Lärmemission, denn Brennstoffzellen funktionieren nahezu geräuschlos – auch in der Beschleunigungsphase. Falls die gegenwärtigen Entwicklungen neuer Wasserstoffspeichermaterialien erfolgreich sind, wird man sogar sehr viel seltener tanken müssen als heute.
- In Ein- und Mehrfamilienhäusern werden die heute geläufigen Öl- und Gasheizkessel durch Brennstoffzellenaggregate ersetzt werden, die im Winter nicht nur die Heizwärme, sondern auch den Strom für die Haushalte liefern. Überschüssiger Strom könnte dann – ähnlich wie heute bei den privaten Wind- und Wasserkraftanlagen in das allgemeine Stromnetz eingespeist werden. Im Sommer können diese Aggregate in warmen Gegenden die Klimatisierung der Gebäude übernehmen, wofür dann sehr viel weniger Primärenergie verbraucht wird als heute.

Notwendig ist dazu nur ein Gasanschluss, aus dem entweder Erdgas oder Wasserstoff entnommen wird. Im Fall von Erdgas muss ein Zusatzgerät, der schon genannte Reformer, vorhanden sein, der den im Erdgas enthaltenen Wasserstoff für die Brennstoffzelle abtrennt. Aber auch ein direkter Wasserstoffanschluss ist nichts grundsätzlich Neues: das Stadtgas, das vor mehr als 100 Jahren in den Haushalten verbraucht wurde, bestand auch zum größten Teil aus Wasserstoff.

Das für die Wohngebäude Gesagte gilt natürlich entsprechend auch für größere Gebäudeeinheiten wie Bürohäuser, Krankenhäuser usw..

- Für die Volkswirtschaft wird sich die Verbreitung der Wasserstofftechnologie als ausgesprochen fruchtbar erweisen, wie es immer der Fall ist bei der Einführung einer neuen Technologie. Es werden neue Produktionsstätten mit neuen Arbeitsplätzen entstehen. Das betrifft nicht nur Großfirmen, sondern auch die Vielzahl von mittelständischen Zulieferern von Einzelkomponenten.

Dabei ist nicht nur an den Bedarf im eigenen Lande zu denken. Wahrscheinlich ist, dass die neue Technologie sogar viel schneller in den heutigen Entwicklungs- und Schwellenländern – man denke dabei nur an China – eingeführt werden, weil dort weniger etablierte Energieversorgungssysteme zu ersetzen als

Neubedarf zu befriedigen ist. Gerade die dezentrale Stromversorgung mittels kleinerer Brennstoffzellenkraftwerke kann in manchen Gebieten eine große Rolle spielen.

Für die Wasserstofftechnologie gibt es also einen bedeutenden Markt nicht nur im Inland, sondern weltweit. Von diesen Exportchancen profitiert die Volkswirtschaft, die die technologische Führerschaft hat. Es ist zu hoffen, dass Deutschland seine gute Startposition nutzt.

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang der immense Kapitalbedarf, den die Investitionen für die Systemumstellung erfordern.

5. Handlungsbedarf

Was ist zu tun?

Die Entwicklung hin zu den wasserstoffgeprägten Energietechniken ist ein weltweiter Trend und nicht aufzuhalten. Grundfalsch wäre aber, die Dinge dem Selbstlauf, d. h. allein den Marktkräften zu überlassen. Ein guter Trend muss unterstützt werden, um so schnell wie möglich davon zu profitieren.

Es gilt, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen bzw. europäischen Wirtschaft in diesem neuen Sektor zu sichern, besonders unter Beachtung der Anstrengungen der USA und Japans. Die Rahmenbedingungen müssen so gestaltet sein, dass internationale Konzerne wie z. B. Autohersteller mit diesem neuen Arbeitsgebiet nach Deutschland gezogen werden.

In der deutschen Industrie wird am Thema gearbeitet. Jedoch haben noch nicht alle betroffenen Branchen bzw. Unternehmen ihre Chancen erkannt.

Die deutsche Politik, besonders die des Bundes ist noch nicht aufgewacht. Nur in Bayern, in Baden-Württemberg und in Hamburg ist man sich der Bedeutung des Wasserstoffs im Energiebereich so richtig bewusst. Ansonsten herrscht noch immer die Haltung vor, die Sache mit dem Wasserstoff sei eine Angelegenheit für spätere Jahrhunderte. Die Bundespolitik ist – wie auch ein Teil der Wirtschaft – fixiert auf die kurzfristigen Folgen der Liberalisierung des Energiemarktes, worunter weitgehend nur der Strommarkt verstanden wird. Auch nach dem Kernenergiekonsens ist die Entwicklung von weiterreichenden Zukunftskonzepten kaum erkennbar.

Unzweifelhaft kommt aber der Politik eine unabweisbare Rolle zu bei der bewussten Sicherung der künftigen Energieversorgung. Das bezieht sich einerseits auf die intensive finanzielle Förderung nicht nur der Brennstoffzellentechnik und der Solarenergiegewinnung, sondern auch auf alle Fragen, die mit der Bereitstellung des Wasserstoffs für die Verbraucher und dem Aufbau einer effizienten Wasserstoffinfrastruktur zusammenhängen. Die ersten Schritte bei der Einführung der neuen Technik müssen unterstützt werden. Wichtig ist dabei die Durchführung von praktischen Systemstudien in Form von konkreten Projekten – sowohl zur Demonstration der Durchführbarkeit, als auch vor allem zur Sammlung von Erfahrungen. Das wäre das glaubhafteste Zeichen dafür, dass sich die Politik mit den bevorstehenden Änderungen unserer Energieversorgung identifiziert.

Andererseits ist nicht nur finanzielle Unterstützung nötig; ebenso dringend ist, dass die Politik längerfristig verlässliche wirtschaftliche Rahmendaten setzt – z. B. hinsichtlich einer maßvollen Besteuerung des neuen Energieträgers Wasserstoff. Ein großer Teil der Wirtschaft erwartet diese, ehe sie sich in neue Entwicklungen engagiert. Kapitalgeber für neue Unternehmen im Energiesektor brauchen die Bestätigung seitens der Politik.

Der Deutsche Wasserstoff-Verband hat es sich zur Aufgabe gemacht, der Wirtschaft, der Politik und der breiten Öffentlichkeit das Verständnis der wachsenden Rolle des Wasserstoffs als zwingend notwendiger Bestandteil des Energieversorgungssystems zu vermitteln. Er ist bestrebt, die darauf gerichteten deutschen Aktivitäten zu bündeln und innerhalb des Europäischen Wasserstoffverbandes auf europäischer Ebene abzustimmen.