

Kleine Autonome Wasserstoffherzeugung aus Regenerativen Energien

in regionalen Einheiten zur
Ergänzung des Wasserstoff-Tankstellennetzes

hier: Wasserstoff-Betankung von Mercedes-Benz-Fahrzeugen,
wie Omnibus Citaro Fuel Cell Hybrid und Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL

Die Situation

Die Mercedes-Benz AG unternimmt große Anstrengungen, um Fahrzeugen mit Brennstoffzellen zum Durchbruch zu verhelfen. Das betrifft sowohl Omnibusse, wie auch PKW.

Dabei sollen die Busse der neuen Brennstoffzellen-Generation bereits Ende diesen Jahres zum Einsatz kommen und die Brennstoffzellen- B- Klasse steht vor der 0-Serien-Produktion.

Die Überführung der neuen Brennstoffzellen-Fahrzeuge in den Markt erfordert die Verfügbarkeit von Wasserstoff. Gegenwärtig können die Fahrzeuge nur dort zum Einsatz kommen, wo bereits erste Tankstellen errichtet wurden. Das ist vor allem der Fall in Berlin, Hamburg, München, Ruhrgebiet und Rhein-Main-Gebiet.

Dabei ist davon auszugehen, dass der gegenwärtig auf der Grundlage von fossilen Brennstoffen erzeugte Wasserstoff die CO₂-Emissionen bei Brennstoffzellen-Fahrzeugen um ca. 20 – 30 % gegenüber den Verbrennungsmotoren reduziert wird.

Insofern dürften Projekte zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Energien auch aus dieser Sicht unbedingt interessant sein, da durch „CO₂-freien“ Wasserstoff eine annähernde Null-Emission der Brennstoffzellen-Fahrzeuge erreicht werden kann.

Dieser Aspekt der Erzeugung von „CO₂-freien“ Wasserstoff-Erzeugung kann auch hinsichtlich der politischen Dimension der internationalen Umweltschutz-Prozesse, insbesondere unter dem Druck des Scheiterns von Kopenhagen perspektivisch zunehmend relevant, wenn nicht gar zwingend werden.

Andererseits können kleinere Produktions-Einheiten der Sicherstellung einer regionalen Wasserstoffversorgung überall in der Welt, wiederum interessant für den Vertrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen, damit aus zweierlei Hinsicht von wirtschaftlichem Interesse sein.

Der Initiator dieses Projektes ist sich darüber im Klaren, dass ein Fahrzeughersteller kein primeres betriebswirtschaftliches Interesse und Potential zum Aufbau eines Tankstellennetzes und dessen Betreuung hat. Das ist auch nicht Anliegen dieses Konzeptes.

Konzept

Im von der Daimler AG initiierten und veröffentlichten „Memorandum of Understanding“ zum Thema Wasserstoffversorgung (vorgestellt durch Herrn D. Mohrdiek anl. des f-Cell Symposiums am 28.9.2009 in Stuttgart) sollen in Phase I verschiedene Optionen für den bundesweiten Aufbau eines Tankstellennetzes sowie die Entwicklung eines gemeinsamen, wirtschaftlich tragfähigen Geschäftskonzepts untersucht werden. Dieses Anliegen soll mit dem hier vorgelegten Konzept unterstützt werden.

Ähnlich wie die Stromproduktion durch regenerative Energie-Erzeuger ergänzt wird, die zudem noch weltweit zur regionalen Versorgung einsetzbar sind, wird mit dem Konzept angestrebt parallel zu einem Tankstellennetz mit industriell erzeugtem Wasserstoff ergänzende regenerative Erzeugereinheiten, die wirtschaftlich interessant sind, zu schaffen.

Auch hier ist, wie bereits angedeutet, der mögliche Effekt einer weltweiten Machbarkeit im regionalen Bereich ein interessanter geschäftlicher Aspekt.

Es ist sicher notwendig mit den Entwicklern der Brennstoffzellenautos der Daimler AG, die technisch-technologische Machbarkeit zu diskutieren und mögliche Interessen-Übereinstimmungen zu erreichen.

Daraus ergeben sich alle weiteren Maßnahmen und Prozesse.

Lösungsvorschlag/ Idee

Wie voran bereits aufgeführt, sollten das Wasserstoff-Tanknetz mit ergänzenden kleineren Einheiten von Wasserstoff-Erzeugern auf regenerativer Basis ergänzt werden. Dafür könnten unter anderem Betriebe der Mercedes-Benz Vertriebsorganisation Deutschland und der Daimler AG insgesamt, für Mercedes-Benz interessante Standorte sein.

Die Wasserstoff-Erzeugung in diesen regionalen Einheiten soll vorwiegend über Windenergie erfolgen, kann aber auch in entsprechenden Gebieten auch andere regenerative Energieformen zur Grundlage haben (Sonne, Wasserkraft usw).

Viele der Niederlassungen und Center sind in Gewerbegebieten angesiedelt, so wie z.B. das Center in Erkner bei Berlin. In Erkner können z. B. unter Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen, eine oder mehrere Windenergieanlagen mit senkrechter Welle (Vertikalachsenrotor) zum Einsatz kommen.

Die Möglichkeit des Einsatzes derartiger Windenergieanlagen mit Vertikalachsenrotor bietet völlig neue Chancen zur Nutzung der Windenergie in bebauten Gebieten.

Der Markt bietet z. Zt. derartige Anlagen im Bereich von 50- 75 KW an. An der Entwicklung noch leistungsfähigerer Anlage wird durch die Herstellerindustrie gearbeitet.

An eine derartige Windenergieanlage wird ein Elektrolyseur passender Größe angeschlossen. Der produzierte Wasserstoff wird komprimiert, gespeichert und schließlich einer Zapfsäule zugeführt. Alle Komponenten sind verfügbar.

Chancen und Risiken

Von der technischen Seite ist ein solches Projekt mit den gegenwärtig auf dem Markt verfügbaren Komponenten realisierbar.

Die Windenergieanlage benötigt eine Baugenehmigung, die aber aufgrund der Gesamthöhe von 35 m und der geringen Schallemission und ohne Schattenwurf unproblematisch sein dürfte. Für die Wasserstoffstation ist ebenfalls eine Baugenehmigung erforderlich. Es sind die Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung einzuhalten.

Zu empfehlen ist, von vornherein den aus der Elektrolyse zur Verfügung stehenden Sauerstoff mit zu gewinnen und diesen sowie die entstehende Wärme zu verwerten. Das sind zusätzliche Einnahmequellen.

Die Einbeziehung eines Fachbetriebs für Technische Gase in das Projekt gewährleistet die sachkundige Betriebsführung dieser überwachungspflichtigen Anlage und den Vertrieb des Sauerstoffs.

Die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität eines solchen Projektes ist praxisbezogen unter Einsatz eines Fachunternehmens darzustellen.

Mit der Installation einer solchen Tankanlage auf dem eignen Gelände ist jederzeit gewährleistet, so dass Fahrzeuge mit Brennstoffzelle vorgeführt, erprobt und am Ort vertrieben werden können.

Die Ingenieurbüro Energieeinsparung GmbH kann die sachkundige Erprobung eines Fahrzeugs übernehmen.

Das Center Erkner kann mit der Möglichkeit der H₂- Betankung für den Süd-Osten Berlins und das süd-östliche Umland Berlins das führende Verkaufszentrum werden.

Für die Damler AG kann die Anlage Erkner das Musterprojekt für den Aufbau einer autonomen Wind-Wasserstoffinfrastruktur bedeuten.

Durch die vielfache Wiederholung in ganz Deutschland wird das den Verkauf der Brennstoffzellen-Fahrzeuge erheblich beschleunigen.

Das Image der Marke Mercedes-Benz wird weltweit gestärkt, da die Nutzung regenerativer Energien immer mehr zum Statussymbol für jeden Einzelnen wird, werden Fahrer von Mercedes-Brennstoffzellenfahrzeugen hohe persönliche und gesellschaftliche Anerkennung hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit ihres Fahrzeugs erfahren

Anlagenaufbau und Dimensionierung

Die als Pilotprojekt geplante Klein-Windenergieanlage mit Vertikalachsenrotor hat eine Nennleistung von 75 KW und erzeugt im Jahr beim Ansatz von 2500 Volllaststunden rd.190.000 kWh.

Für die Elektrolyse kommen zwei Elektrolyseure mit je 6 Nm³/h, also insgesamt 12 Nm³/h zum Einsatz. Sie nehmen bei Volllast eine elektrische Leistung von 60 KW auf.

Die Möglichkeiten zur Entwicklung größer dimensionierter Vertikalachsenrotoren ergäbe sich aus den Erfahrungen der Errichtung und des Betriebes dieses Projektes.
Auch ist eine Kaskadierung möglich.

Die auf heutigem Erfahrungs- und Kenntnisstand berechnete durchschnittliche Tagesproduktion der geplanten WEA liegt bei 520 kWh. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads von 0,6 stehen somit 312 kWh/d zur Verfügung. An einem Tag können somit 104 Nm³ Wasserstoff produziert werden. Das entspricht der Produktion von 9,3 kg/d, die für die Betankung zur Verfügung stehen.

Beim Verbrauch eines PKW von 1,2 kg/100 km steht Kraftstoff für 798 km/d zur Verfügung, d.h. es können 2 PKW mit einer täglichen Fahrleistung von 399 km, bzw. 3 PKW mit täglicher Fahrleistung von 266 km betankt werden.

Ein Omnibus, der 10 kg/100 km verbraucht, könnte mit einer Tagesproduktion etwa 100 km fahren.

Um 2 bzw. 3 PKW an etwa 180 Tagen /a ausschließlich aus der Windenergie bedienen zu können, ist eine ausreichende Speicherkapazität erforderlich, um Schwankungen der Regenerativen Energieerzeugung auch über einen längeren Zeitraum auszugleichen.

Auch besteht die Möglichkeit aus dem Netz zusätzliche Elektroenergie für den Elektrolyseur dazu zu kaufen.

Kosten und Erlöse

Nach den vorliegenden Angeboten werden die Investitionskosten bei rd. 992.000 € liegen, davon ist die WEA mit 223.000 € angesetzt.

Eine Förderung dieses innovativen Konzeptes erscheint mit ca. 50% der Investitionskosten aussichtsreich.

Für die Wasserstoffproduktion werden aus der Windenergieanlage, wie oben angegeben 190.000 kWh/a bereitgestellt. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads von 0,6 sind davon 114.000 kWh nutzbar. Damit werden 38.000 Nm³/a Wasserstoff produziert, das entspricht 3.416 kg/a.

Bei einem Verkaufspreis von 7.00 €/kg. (mgl. Hauspreis Mercedes; an der Tankstelle kostet der Wasserstoff derzeit 8.00 €/kg) beträgt die jährliche Einnahme für den Wasserstoff ca. 23.900 €/a (Anmerkung: Der Hauspreis enthält die Erdgassteuer in Höhe von 1,29 ct/ kWh.)

Die Einnahmen für den Sauerstoff, der in der Höhe von 19.000 Nm³/a anfällt, betragen bei 2,50 €/Nm³ zusätzlich ca. 47.500 €/a.

In Summe betragen die Einnahmen somit ca. 71.400 €/a. Nicht berücksichtigt dabei die Nutzung/Verkauf der entstehenden Wärme.

Für den PKW-Fahrer betragen die Kosten für 100 km bei einem Verbrauch von 1,2 kg/100 km in etwa 8,40 €/100 km.

Dieser Preis liegt bereits in der Nähe der Kraftstoffkosten eines Dieselfahrzeugs mit 6 l Verbrauch pro 100 km. Mit steigenden Ölpreisen wird der Wasserstoff der effizientere Kraftstoff sein!

Gesamteinschätzung

Das Vorhaben ist wirtschaftlich, emissionsseitig und technologisch mit entsprechender Förderung realisierbar und interessant.

Weiteres Vorgehen

Es ist erforderlich die Projektidee mit der Daimler AG abzustimmen (eingeleitet)

Es ist zu erkunden, inwieweit die Gesellschafter der Autohäuser bereit sind, sich finanziell zu engagieren

Die Fördermöglichkeiten sind zu erkunden.

Ausgearbeitet von

Dr.-Ing. Hans Sandlaß, IEE Ingenieurbüro Energieeinsparung GmbH

Berlin, 18.02.2010