

**Bechmarking Mission
im Rahmen von INNOVUM – MST international**

Energieautarke MST

Besuch der Konferenz

15th Annual U.S. Hydrogen Conference / H2 EXPO

26. – 30. April 2004

Los Angeles, USA

Ergebnisbericht

Marco Voigt
VDI/VDE- Technologiezentrum
Informationstechnik GmbH
Rheinstr. 10 B
14513 Teltow
+ 49-3328-435-277
voigt@vdivde-it.de

Inhalt

1. EINLEITUNG.....	3
2. HYDROGEN CONFERENCE	4
2.1. <i>Begleitende Ausstellung zur Hydrogen Conference</i>	4
3. ERGEBNISSE (MIT FOKUS AUF PORTABLE BRENNSTOFFZELLEN FÜR ENERGIEAUTARKE MST)	5
3.1 <i>F&E Aufgaben mit Schlüsselfunktion</i>	5
3.2 <i>Systementwicklungen</i>	6
3.3 <i>Demonstrationsvorhaben</i>	6
3.4 <i>Brennstoff-Infrastruktur</i>	6
3.5 <i>Anwendungen</i>	7
4. ALLGEMEINE EINDRÜCKE	8

1. Einleitung

Im Rahmen der begleitenden Maßnahmen INNOVUM des BMBF-Rahmenprogramms „Mikrosysteme“, das u.a. eine begrenzte Anzahl von Benchmarking Missions vorsieht, fand im April 2004 eine Reise nach Los Angeles, USA, zur 15th Annual U.S. Hydrogen Conference / H2 EXPO statt. Inhaltlicher Schwerpunkt war die energieautarke Mikrosystemtechnik, betrachtet wurden dabei sowohl technische als auch wirtschaftliche und organisatorische Aspekte.

Die 15th Annual U.S. Hydrogen Conference / H2 EXPO, die jährlich stattfindet, ist eine der weltweit führenden Veranstaltungen zur Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Für VDI/VDE-IT bot sich eine Teilnahme an dieser Veranstaltung an, um vor Ort bestehende Kontakte zu vertiefen und an vorderster technologischer Front Eindrücke zur technologischen Weiterentwicklung zu sammeln.

In den USA und insbesondere in Kalifornien sind darüber hinaus viele führende Unternehmen und Forschungsinstitute der Brennstoffzellentechnik angesiedelt, so dass es möglich war, den Besuch der Konferenz mit einem Round-Table mit ausgewählten amerikanischen MST-Akteuren anzureichern. Deutschen Vertretern aus Industrie und Forschung wurde angeboten, an diesen Treffen teil zu nehmen.¹

Das Meeting wurden von der VDI/VDE-IT organisiert, wobei sich die Unterstützung durch den amerikanischen Wasserstoffverband (NHA, Mr. Bruce Cole) und den deutschen Messeveranstalter (Freesen und Partner GmbH, Frau Freesen) als sehr hilfreich erwies.

An der Konferenz und am Round-Table nahmen folgende Akteure aus Deutschland teil:

- Ralph Schanz, Heliocentris, Berlin
- Jaco Reijerkerk, Linde AG, Höllriegelskreuth
- Ralf Seyring, UST Umweltsensortechnik, Geschwenda
- Marco Voigt, VDI/VDE-IT, Teltow
- Christian Wunderlich, Webasto AG, Neubrandenburg

Um einen breiteren Kreis deutscher Akteure einzubinden wurde im Vorfeld zusätzlich mit folgenden Personen zu den Themen Mikrosystemtechnik / Brennstoffzellen / Wasserstoff gesprochen:

- Ulrich Baudermann, Hoerbiger Automatisierungstechnik AG, Altenstadt
- Josef Schalk, EADS, München
- Christian Day, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe
- Andreas Eder, BMW Technology Office, Palo Alto (USA)
- Johannes Töpler, DWV, Aichwold

¹ Da die Konferenz gewissermaßen alle relevanten Akteure bündelte, wurde ein ausführlicher Besuch in Verbindung mit der Organisation des Round-Table dem sonst üblichen Mission-Konzept vorgezogen. Dieses umfasst auch Besuche einzelner Unternehmen und Institute.

Ziel der Gespräche war es, sich fachlich auszutauschen und ggf. Ansatzpunkte zu suchen für eventuelle spätere Vertiefungen.

2. Hydrogen Conference

Mit über 1100 Teilnehmern und Vorträgen in sechs Strängen über fünf Tage ist die Hydrogen Conference / H2 EXPO die größte, internationale Konferenz zum Thema Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie. Hierbei spielt die Miniaturisierung von Systemen u.a. mit MST-Fokus zunehmend eine wichtige Rolle. Die thematische Spannweite war sehr groß. So wurden u.a. Themenblöcke wie Research, Remote Applications, Fuel Cell Systems in Automotive Vehicles, Education and Training, Hydrogen und Safety angeboten. Schwerpunkt war das Thema Wasserstoff.

Auffällig war die große Anzahl asiatischer Teilnehmer und Referenten sowie Besucher amerikanischer Universitäten, viele mit militärischem Fokus. Deutschland war unter den Vorträgen und den Teilnehmern gut vertreten, insbesondere im Automotive-Bereich (BMW, DaimlerChrysler, Ford). Auf der Teilnehmerliste standen ca. 50 deutsche Teilnehmer. Bemerkenswert war die zunehmende Internationalisierung dieser ursprünglich rein amerikanischen Konferenz. Die Teilnehmer kamen aus 40 Ländern.

Eine inhaltliche „Tendenz“ ist bei der großen thematischen Breite schwer herauszuarbeiten. Es fiel aber auf, dass die Miniaturisierung im gesamten Brennstoffzellenspektrum eine Schlüsselrolle spielt. So werden nur integrierbare Brennstoffzellensysteme für verschiedenste Anwendungen eine echte Perspektive sein. Des Weiteren wurde deutlich, wie wichtig die Wasserstofftechnik in den USA ist. So wurde seitens der kalifornischen Regierung angekündigt, in den nächsten drei Jahren 50 neue Wasserstofftankstellen allein in Kalifornien zu errichten. Dieses trägt wesentlich zum Aufbau einer Infrastruktur für Wasserstoff bei. Die Mikrosystemtechnik ist hier u. a. notwendig, um geeignete Aktorik und Sensorik, z. B. für die Speicherung von Wasserstoff, in Systeme zu integrieren. Hier wurden verschiedene Lösungsansätze präsentiert.

Sehr interessant und intensiv besucht waren auch die Poster-Sessions, bei denen mit den Autoren/Entwicklern direkt diskutiert werden konnte. Alle Poster sind in den Proceedings der Veranstaltung prinzipiell identisch zu den Vorträgen dokumentiert. Besonders viele Beiträge stammten aus Japan, China und Israel.

2.1. Begleitende Ausstellung zur Hydrogen Conference

Die Interessenten sahen Exponate von 58 Ausstellern und Sponsoren, darunter sieben aus Deutschland, mehr als doppelt so viele wie im vergangenen Jahr. Besonders zu bemerken war der Fahrzeugparcours mit einer ganzen Flotte von Wasserstoffautos verschiedener Firmen wie Ford, GM, Honda, Nissan, Toyota und DaimlerChrysler.

VDI/VDE-IT hatte einen Stand an exklusiver Stelle; das Interesse an den MST-Infomaterialien aus dem BMBF-Förderprogramm, Unterlagen zu Unternehmen und Forschungseinrichtungen, sowie den MSTnews war groß.

3. Ergebnisse (mit Fokus auf portable Brennstoffzellen für energieautarke Mikrosysteme)

Auf der Konferenz stand oft das Thema Klimaschutz, insbesondere die Reduktion von CO₂, auf der Tagesordnung. Obwohl portable Brennstoffzellen hier nicht signifikant zur volkswirtschaftlichen Energiebilanz und damit zur Reduktion der CO₂- und energiewirtschaftsbedingten Schadstoffemissionen beitragen, spielen sie bei der Markteinführung der Brennstoffzellen eine besondere Rolle. Sie decken verschiedene, relativ breite Anwendungsbereiche mit einem großen potentiellen Marktvolumen ab. Vor allem sind, im Vergleich zu stationären und mobilen Anwendungen, in einigen Sondermärkten die Kostenziele schneller erreichbar. Mit ihren relativ niedrigen absoluten Kosten und der vergleichsweise geringen Leistung werden sie zuerst auf einem Endkundenmarkt verfügbar sein und haben daher eine Türöffnerfunktion für die gesamte Brennstoffzellentechnologie.

Generell unterscheidet man zwei Anwendungsklassen: a) Geräteintegrierte Anwendungen (< 100 W) und b) Power Generatoren (< 5kW). Als Systeme werden für die Geräteintegration oftmals die Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC) und für die Power Generatoren vor allem die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (PEFC) eingesetzt. Zu allen Anwendungen wurden Vorträge gehalten.

3.1 F&E Aufgaben mit Schlüsselfunktion

Auf dem Round-Table wurden zukünftige F&E Aufgaben im Bereich der Mikrosystemtechnik unter Einbeziehung der Industrie diskutiert, die auch für die deutsche FuE-Landschaft von Bedeutung sind. Nachfolgend sind die Ergebnisse aufgeführt. Folgende Teilnehmer nahmen an der Diskussion teil:

- Ralph Schanz, Heliocentris, Berlin
- Jaco Reijerkerk, Linde AG, Höllriegelskreuth
- Kazukiyo Okano, Hydrogen Energy Systems Society of Japan, Yokohama (Japan)
- Matthew Solomon, Ford / California Fuel Cell Partnership, West Sacramento (USA)
- Ralf Seyring, UST Umweltsensortechnik, Geschwenda
- Christian Wunderlich, Webasto AG, Neubrandenburg
- Jim Acquaviva, PALL Corporation, East Hills (USA)
- Andreas Eder, BMW Technology Office, Palo Alto (USA)
- Gustavo O. Collantes, Institute of Transportation Studies, Davis (USA)
- Toshikazu Ishihara, Sanyo, San Jose (USA/Japan)

Ergebnisse zu den beiden o.g. Anwendungsklassen waren:

PEFC

Generelle F&E Aufgaben:

- Funktionsverbesserung und Kostenreduzierung von Katalysatoren und Membranen
- Erweiterung der Betriebsbereiche (Temperatur, Feuchtigkeit)
- Erhöhung der Lebensdauer
- Verbesserung der Leistungsdynamik

Spezifische F&E Aufgaben:

- Entwicklung Modellierungs- und Simulationstools
- Entwicklung von Mikroreformern
- Entwicklung von formvariablen, hocheffizienten H₂-Speichern

DMFC

- Entwicklung von Membranen mit niedrigem Methanol-Crossover
- Entwicklung von vergiftungsfesten Katalysatoren (Anode, Kathode)

Ferner wurden folgende Entwicklungslinien identifiziert und auch diskutiert:

3.2 Systementwicklungen

Neben der Zell- und Stackentwicklung steht insbesondere auch im portablen Bereich die Systementwicklung im Mittelpunkt. Dabei sind insbesondere für die geräteintegrierten Anwendungen miniaturisierte Komponenten (z.B. Ventile, Gebläse, Sensoren) zu entwickeln. Daneben ist mit der Entwicklung von Produktionstechnologien zu beginnen.

3.3 Demonstrationsvorhaben

Aufbauend auf Stacks in „Standardgrößen“ (50 W, 500 W, 1 kW) sollen Systeme in möglichst vielen Anwendungen demonstriert werden, um Alltagserfahrungen in den verschiedenen Anwendungsbereichen zu erhalten, die dann wieder in die Weiterentwicklung von Systemen und Betriebsführungen einfließen.

3.4 Brennstoff-Infrastruktur

Aufgrund der geringen Leistungen geräteintegrierter BZ-Systeme ist die Brennstoffversorgung weniger problematisch und kann über H₂-Hydrid- und Methanolpatronen abgedeckt werden. Obwohl sowohl für Wasserstoff als auch für Methanol Großhandelsstrukturen existieren, muss jedoch für beide Stoffe eine geeignete Einzelhandels-Infrastruktur aufgebaut werden, wobei die Regeln des Chemikalienrechts hinsichtlich Verkauf, Umgang und Transport beachtet werden müssen. Für die

Power Generatoren mit längerer Betriebszeit (netzferne Stromversorgung) sollten bevorzugt Brennstoffe bereitgestellt werden, die infrastrukturell verfügbar sind. Das sind insbesondere Butan/Propan und Methanol. Für den portablen Einsatz sind Normen und Standards für die Brennstoffbehälter und die BZ-Systeme festzulegen.

3.5 Anwendungen und Marktentwicklung

Generell lassen sich die Anwendungen in Massen- und Nischenmärkte unterscheiden (neben dem Massenmarkt für Mobiltelefone, PDAs, Notebooks, und APUs existiert ein Nischenmarkt, z.B. für Ersatzstromaggregate, Spielzeuge, Werkzeuge, Camping und Outdoor, Verkehrszeichen, Rasenmäher, Medizintechnik, Leichttransporter etc.).

Die meisten Experten gingen in ihren Gesprächen davon aus, dass Brennstoffzellen das größte Marktpotenzial im Bereich wiederaufladbarer Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus haben. Der größte potenzielle Markt für kleine Brennstoffzellenanwendungen ist in Nordamerika und Asien der Mobiltelefonmarkt, gefolgt von Anwendungen in Notebooks, Digitalkameras und PDAs. Der Markt für Camcorder, Digitalkameras und PDAs ist zwar - verglichen mit dem Mobiltelefonmarkt - noch klein, besitzt aber aufgrund der stark zunehmenden Nachfrage nach diesen Produkten die derzeit größten Wachstumschancen. Dennoch wird in Nordamerika und Asien zunächst davon ausgegangen, dass dieser Markt in den nächsten Jahren eher einem Nischenmarkt gleicht und deshalb vorerst keine wesentliche Bedeutung für kleine Brennstoffzellen hat. Lediglich bei High-End-Geräten und professionell genutzten Camcordern und Digitalkameras ist ein Einsatz von portablen Brennstoffzellen sinnvoll und nachgefragt.

Für tragbare elektronische Geräte, wie Gameboys oder portable CD- bzw. DVD-Player, werden hauptsächlich nicht wiederaufladbare alkalische Batterien verwendet. Solange diese Geräte günstig sind und daher häufig neu angeschafft werden können, sind sie für Brennstoffzellen nicht geeignet, da die Kosten durch den Einsatz von Brennstoffzellen zu hoch werden würden.

Portable Stromversorgungsaggregate und Batterieladegeräte für industrielle und militärische Anwendungen eignen sich hingegen hervorragend für einen Markteintritt und für den Übergang in größere Märkte. Auch wenn der Markt in Nordamerika und Asien noch überschaubar ist, so könnte er sich doch binnen kürzester Zeit zu einem sehr großen Markt entwickeln. Bereits heute wird nur für den amerikanischen Markt von einem Umsatz von 346 Mio. USD in 2004 und einem Anstieg auf 501 Mio. USD im Jahr 2009 ausgegangen (Quelle: Gespräch mit William Acker, MTI FuelCells). Dieses würde einer jährlichen Wachstumsrate von 7,7 % entsprechen.

Es wird erwartet, dass Brennstoffzellen ab 2006 in Nordamerika und Asien in allen zuvor genannten Anwendungen, mit Ausnahme von Camcordern, Einzug halten werden. Für Notebooks und PDAs werden die höchsten Wachstumsraten erwartet.

4. Allgemeine Eindrücke und Schlußfolgerungen

Die Gespräche mit US-Partnern waren durchweg freundlich und offen. Die gute Situation Deutschlands im Bereich der Mikrosystemtechnik, der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik wird mit großem Interesse verfolgt und immer wieder hervorgehoben.

Ein Ergebnis aus den vielen Gesprächen mit deutschen Vertretern aus Forschung und Industrie war, dass sich mehr und mehr Aktivitäten in den USA und Asien im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik abspielen als in Deutschland. Dieses hat u.a. folgende Ursachen:

- Die wirtschaftliche Lage in den USA und Asien ist besser als in Deutschland.
- In Asien und den USA sind deutlich mehr Unternehmen ansässig, welche elektronische Verbrauchergeräte fertigen und hier zukünftig Brennstoffzellen integrieren möchten. (Bsp.: Toshiba, Sony, Hewlett Packard, Compaq)
- Ein weiterer wesentlicher Punkt ist, dass die Projektfinanzierung in Deutschland zunehmend schwieriger wird, während in den USA Mittelaufstockungen seitens der Regierung und großer Unternehmen erfolgen.

Die meisten Unternehmen, die sich mit der portablen Brennstoffzellentechnologie befassen, sind - ähnlich wie in Deutschland - auch in Nordamerika und Asien noch keine Systemhersteller im eigentlichen Sinne, sondern befinden sich noch in der Phase der Forschung und Entwicklung. Bisher werden lediglich Prototypen und Kleinstserien mit geringen Stückzahlen gefertigt. Darüber hinaus werden strategische Partnerschaften mit Regierungen, öffentlichen Einrichtungen, Forschungsinstituten und anderen Unternehmen gepflegt. Ziel dieser Kooperationen ist es, ähnlich wie in Deutschland auch, Entwicklungskosten einzusparen, Entwicklungsprozesse zu verkürzen und in partnerschaftlichen Koalitionen neue Anwendungsfelder zu erschließen.

Nachfolgend werden wichtige Akteure für Nordamerika aufgezählt:

- Avista Labs
- Ball Aerospace
- Ballard Power Systems Inc.
- DaimlerChrysler
- DMFC-Corp.
- Ford
- General Atomics
- GM
- Hydrogenics Cor.
- IdaTech
- Manhattan Scientifics
- Motorola

- MTI Fuel Cells
- PlugPower

Die zuvor genannten Unternehmen besitzen zumeist eigene Labore oder arbeiten eng mit Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen in den USA zusammen. Viele der Unternehmen und Forschungseinrichtungen haben eigene Zellen entwickelt, da sich bisher noch keine Standardisierungen oder Normen, zum Beispiel für Stack-Bauweisen, in beiden Märkten etabliert haben.

Im Gegensatz zu Deutschland spielen in Nordamerika die militärischen Anwendungen eine wichtige Rolle. Besonders in den USA, wo aus Mitteln des Verteidigungshaushaltes viele Projekte finanziert werden, kommen große Impulse aus dem militärischen Bereich. So haben beispielsweise die General Motors Corp. und die US Army einen Diesel-Hybrid-Militär-Pick-up entwickelt, der mit einer Brennstoffzellen-APU ausgestattet ist. Dieser Pick-up könnte in den Flottenbestand der US Army in einer Größenordnung von 30.000 Stück bis Ende 2010 aufgenommen werden. GM war auf der H2 Expo vertreten und konnte über erste Ergebnisse hierzu berichten. Durch den Einsatz der APU verringert sich der Dieserverbrauch ebenso wie die Schadstoffemission um 20 %. Zudem produziert die Brennstoffzelle elektrische Energie lautlos, was die Attraktivität für den Einsatz in militärischen Anwendungen erhöht.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass in Asien und Nordamerika der Trend eher in Richtung DMFC-Entwicklung geht als zur PEMFC. Hingegen gibt es in Deutschland einen stärkeren Fokus auf die PEMFC.