

# Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.

---



FEE Innovationspark Wuhlheide Köpenicker Str. 325 12555 Berlin

Tel. : 030 / 65 76 27 06  
Fax: 030 / 65 76 27 08  
e-mail: [info@fee-ev.de](mailto:info@fee-ev.de)  
Internet: [www.fee-ev.de](http://www.fee-ev.de)

## Hemmnisse für die Entwicklung von Brennstoffzellen und ihren Betrieb mit biogenen Gasen

*(Vortrag auf der enertec am 10.03.2005 von Dipl.-Ing. Rolf Santruschek, Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., AG Biogene Gase – Brennstoffzellen)*

### 1 Ziel, Vorgehensweise und Feststellungen der bundesweiten Arbeitsgruppe „Biogene Gase - Brennstoffzellen“

Die Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. wurde durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft beauftragt, eine bundesweite Arbeitsgruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ im Förderzeitraum Dezember 2001 bis Mai 2004 aufzubauen. Betreut wurde diese durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.. Hauptziel der Arbeitsgruppe war, mit der Arbeitsgruppe einen Rahmen zu bilden, in dem

- auf dem Gebiet der Nutzung biogener Gase (hier: Bio- und Holzgas) für den Brennstoffzelleneinsatz branchenübergreifende, anwendungsorientierte Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Entwicklung, innovativen Unternehmen erleichtert wird,
- sowohl biogene Gase brennstofftauglich für Brennstoffzellen entwickelt als auch die Brennstoffzellentechnik und -technologie hinsichtlich der Verwendung biogener Gase angepasst,
- Projektpartnerschaften geschlossen,
- gemeinsame Vorhaben erleichtert werden,

um die Nutzung von Biomasse für die elektrochemische Energiewandlung in Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung, u.a. zum Vorteil der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft sowie der ländlichen Regionen, voran zu bringen und kleine und mittlere Unternehmen einzubeziehen.

Wesentlicher Projektbestandteil war, Hemmnisse für die Entwicklung der Brennstofftechnologie und ihrer Anwendung sowie der Verwendung von biogenen Gasen in Brennstoffzellen herauszufinden. Auf der Grundlage der erkannten Hemmnisse konnten Lösungsvorschläge für ihre Überwindung erarbeitet und im Fortgang von Forschung, Entwicklung, Fertigung und Anwendung berücksichtigt werden. Viele Akteure aus Forschung und Entwicklung, Herstellung und Anwendung wurden bundesweit

einbezogen und miteinander bekannt gemacht. Daraus entstand eine Vielzahl projektbezogener Kooperationen.

Die Ergebnisse von Literaturstudien und Internetrecherchen, Vorträgen und Expertendiskussionen unter relevanten Akteuren während der durch die Arbeitsgruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ durchgeführten sieben Treffen sowie von zwei schriftlichen Befragungen wurden analysiert und synthetisiert.

In die Hemmnisrecherche wurden außerdem einbezogen die Ergebnisse

- der Internationalen Tagung „Biomasse-Vergasung – der Königsweg für eine effiziente Strom- und Kraftstoffbereitstellung?“ vom 01.-02. Oktober 2003 im Neuen Rathaus Leipzig (Veranstalter: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, RENET Austria, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. und Stadt Leipzig),
- des 10. Profiforums „Brennstoffzellen – Entwickler und Anwender berichten“ vom 06. Oktober 2003 in Berlin (Veranstalter: OTTI ENERGIE-KOLLEG),
- der Denkwerkstatt „energieladen – zu Entwicklungspotenzialen bei Brennstoffzellensystemen und gemeinsamen Projekten in Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen“ vom 12. Januar 2004 (Veranstalter: Fördergesellschaft Erneuerbare Energien, Arbeits- und Forschungsgemeinschaft „Brennstoffzellen, Brenngase und –flüssigkeiten“ sowie Senat von Berlin mit Unterstützung der BEWAG/Vattenfall Europe),
- der Fachtagung „Pyrolyse- und Vergasungsverfahren in der Energietechnik – Bio-Fuel-Konzepte“ vom 04.-05. März 2004 in Freiberg (Veranstalter: SIDAF – Sächsisches Informations- und Demonstrationszentrum „Abfallbehandlungstechnologien“ Freiberg in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg und Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.)
- der Fachtagung Velen VI „Energetische Nutzung von Biomasse“ vom 19. – 21. April 2004 (Veranstalter: DGMK Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle in Zusammenarbeit mit der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien, der BFH Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft und Fraunhofer-Institut UMSICHT,
- der vorbereitenden Gründungsversammlung von Verbänden, Netzwerken, Arbeitsgruppen und Kompetenzzentren am 26. März 2004 in Ulm für die Gründung eines Deutschen Brennstoffzellen-Bündnisses und die Ausarbeitung eines nationalen Brennstoffzellenprogramms („Brennstoffzellenprojekt Deutschland / German Fuel Cell Roadmap“),
- der laufenden Zusammenarbeit der Arbeitsgruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ mit der bundesweiten Arbeitsgruppe der FEE „Vergasung von Biomasse“
- der Beratungen des EU-Forschungsnetzwerkes ThermoNet (DG TREN Vertrag NNE5-2000-168) sowie
- mehrerer Besuche von Brennstoffzellen- und Wasserstoffmessen, u.a. in Hamburg, Hannover und Stuttgart.

Die Resultate dieser Tagungen und Beratungen bestätigen und ergänzen die aus der unmittelbaren Tätigkeit der Arbeitsgruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ gewonnenen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zu den bestehenden Hemmnissen.

**Für die BRD wurden folgende prinzipiell bestehende Hemmnisse in Forschung, technologischer Entwicklung und Vorbereitung der Markteinführung von Brennstoffzellen und in dem Einsatz biogener Brennstoffe sichtbar:**

- Den hohen Ansprüchen an die Anlagensysteme und Systemkomponenten im weltweiten Wettbewerb genügt der gegenwärtige Stand der Koordination und Bündelung der Anstrengungen der Akteure noch nicht.
- Im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit der führenden Industriestaaten (Internationale Partnerschaft für eine Wasserstoffwirtschaft / IPHE International Partnership for a Hydrogen Economy) und der Brennstoffzellenplattform der Europäischen Union (Europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Plattform / H/FC TP European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform), in denen Deutschland Mitglied geworden ist, wird die Ausarbeitung eines nationalen strategischen Programms eine Aufgabe hoher Dringlichkeit.
- Die bisher bereitgestellten Finanzmittel sind im globalen Wettbewerb sowohl in der Europäischen Union, als auch in Deutschland zu gering. Die USA haben für diese Aufgabe 200 Mio. US\$ und Japan 400 Mio. US\$ bis 2010 geplant.
- In Deutschland werden auf einzelnen Gebieten in der Grundlagen- und angewandten Forschung Spitzenleistungen vollbracht. Sie werden jedoch nicht konsequent unternehmerisch und zielstrebig marktorientiert umgesetzt. Besonders eklatant ist die Tatsache, dass bis auf wenige Ausnahmen die Hauptakteure auf Patente, Lizenzen, Kooperationen und Unternehmen zurückgreifen, die aus dem Ausland stammen oder in ausländischem Besitz sind. Eine Umorientierung des Förderschwerpunktes auf von deutschen Instituten und Unternehmen entwickelte Lösungen ist erforderlich.
- Für den Einsatz biogener Gase in Brennstoffzellen bestehen gute Voraussetzungen und erste Ansätze. Diese Entwicklung bedarf verstärkter Anstrengungen, wie die regenerative Erzeugung von Brennstoffen für Brennstoffzellen insgesamt.
- Für die Schließung der Lücken in Forschung, Entwicklung und Herstellungstechnologien wird die Profilierung bzw. Schaffung entsprechender Kapazitäten unzureichend gefördert. Insbesondere innovative kleine und mittlere Unternehmen (KMU) der Zulieferindustrie wurden mit den für Brennstoffzellenanlagen, inkl. Brennstoffbereitstellung, erforderlichen Komponenten unzureichend bekannt gemacht und in die Fertigungskooperation einbezogen. Die damit verbundenen neuen Marktchancen werden noch unzureichend erkannt.
- Planung und Einsatz öffentlicher Fördermittel erfolgen nicht gebündelt und strategisch ausgerichtet, obwohl dies die anlagensystemgerechte Beherrschung der vielen und anspruchsvollen Teilgebiete der Brennstoff- und Brennstoffzellentechnik dringend erfordert.
- Angesichts der Chancen für die Stärkung der wirtschaftlichen und sozialen Struktur werden dabei die Förderung bzw. Profilierung der Potenzen insbesondere der neuen Bundesländer unzureichend einbezogen.
- Die Weiterführung der Forschungsergebnisse der BRD zur mikrobiellen Wasserstoffherzeugung und zu BioBrennstoffzellen wird nicht ausreichend beachtet und unterstützt.

Im Ergebnis der bisherigen Arbeit der Gruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ konnte bewiesen werden, dass die Herstellung von mindestens zwei weiteren für die

zivile Nutzung uneingeschränkt verfügbaren Brennstoffzellenanlagensystemen möglich ist:

- Ein Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellensystem (PEMFC) für die Hausenergieversorgung durch die Schalt- und Regeltechnik GmbH, Berlin, im Zusammenwirken mit der TU Bergakademie Freiberg und weiteren Partnern,
- ein planares Festoxid-Brennstoffzellensystem (SOFC) für Bordhilfssysteme (APU – Auxiliary Power Unit) durch WEBASTO Thermosysteme GmbH, Neubrandenburg, im Zusammenwirken mit dem Fraunhofer Institut für Keramische Technologie und Sinterwerkstoffe, Dresden.

Für ein weiteres System auf der Grundlage von Eigenentwicklungen bei Direktmethanolbrennstoffzellen der H.I.A.T. Hydrogen Institute of Applied Technologies gGmbH, Schwerin, bestehen zusammen mit ihren Kooperationspartnern günstige Voraussetzungen.

Um die Entwicklung, auch im Interesse der Land-, Forst- und Kommunalwirtschaft, zu beschleunigen, sind vier Engpässe zu überwinden:

- unter den technischen Hemmnissen die Integration der peripheren Systemtechnik und die Gasreinigung einerseits sowie die erhöhte Verunreinigungstoleranz der Brennstoffzellen andererseits,
- unter den nichttechnischen Hindernissen die Kostensenkung und die Suche nach ersten Marktnischen im Agrarsektor und ländlichen Raum.

Aufgrund der hohen Komplexität der Techniken für die Brennstoffgewinnung und Brennstoffaufbereitung sowie der Brennstoffzellenanlagen selbst und angesichts der dafür erforderlichen großen Forschungs- und Entwicklungspotenziale sowie finanziellen Anforderungen ist dringend eine systematische Vorgehensweise angeraten. Die Erarbeitung des „Bundesforschungsprogramms Energie“ bietet die Möglichkeit, bundesweite Voraussetzungen für die gezielte Überwindung der bestehenden Hemmnisse in enger Kooperation zwischen Forschung, Industrie und Anwendern zu schaffen.

Akut ist der Bedarf an *bundesweiten integrierten* Netzwerken, die Dienstleistungen zur Entlastung / Unterstützung der Akteure wahrnehmen, wie z.B. Strategieberatung, Entwicklung erforderlicher Projekte bis zu deren Finanzierungs- und Antragsreife, Projektmanagement, Partnersuche, Fördermittel-Monitoring, Informationsaustausch, Öffentlichkeitsarbeit, Lobbyarbeit, Marktbeobachtung und strategisches Marketing. Derartige Netzwerke und Leistungen können durch KMU nicht selbst finanziert werden.

## **2. Befragungsergebnisse und Vorschläge**

Kostengünstige und hochwirksame Gasreinigungsverfahren wurden für die Brennstoffzellen - Gasqualität als entscheidend, aber gegenwärtig fehlend bewertet. Das betrifft vorwiegend die Abscheidung von Halogenen, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Sauerstoff, Schwefel und Siloxanen.

- *Die zwingend notwendige Zusammenarbeit von Gasherstellern mit Unternehmen, die sich mit Gasreinigung beschäftigen, könnte rascher zu einer einheitlichen Gasqualität führen. Andererseits muss die Toleranz von Brennstoffzel-*

*len für Gasverunreinigungen erhöht werden. Hierzu ist eine engere Zusammenarbeit zwischen Material-, Brennstoffzellen- und Gasforschung notwendig.*

Etwa zwei Drittel der Befragungsteilnehmer gaben eine voraussichtliche und anzustrebende Lebensdauer der stationären Brennstoffzellen mit über 40.000 Betriebsstunden an. Weiterhin meinten mehr als zwei Drittel der Teilnehmer, dass die Lebensdauer der Brennstoffzelle in absehbarer Zeit mit denen der konventionellen Energieerzeugungsanlagen mithalten könne. Als Mindestlaufzeiten für den Einsatz in Fahrzeugen wurden 10.000 und in tragbaren Geräten ebenfalls 10.000 Betriebsstunden angesehen.

- *Gegenwärtig sind Betriebszeiten von der Hälfte bis - in Ausnahmefällen - zwei Drittel im Vergleich zu konventionellen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erreicht. Eine engere Zusammenarbeit mit der Materialforschung würde wesentlich dazu beitragen, Hochleistungs-Materialien zu entwickeln, die eine längere Lebensdauer ermöglichen. Weiterhin wurde empfohlen, die Technologie so zu verbessern, dass eine längere Lebensdauer erzielt werden kann (z.B. durch Senkung der Betriebstemperatur von Hochtemperatur-Brennstoffzellen). Hierzu ist noch erheblicher Forschungsbedarf vorhanden.*

Besonders wird auf die peripheren Systemkomponenten als Schwachstellen verwiesen. Neben Reformern weisen derzeit Pumpen, Prozesssteuerung und -regelung, Wechselrichter, Inverter und Kompressoren den dringendsten Entwicklungsbedarf bei den Systemkomponenten auf. Sie werden als gegenwärtig hohes Hindernis angeführt. Als Verursacher und Minderungspotenzial werden besonders unangepasste Baugrößen der Messtechnik, Systemkomponenten und Armaturen genannt. Deren unzureichende Leistungsparameter, Störanfälligkeit (außer Armaturen), Lebensdauer und Kosten gelten als größtes Problem im Peripheriebereich.

- *Die Zusammenarbeit geeigneter Herstellerfirmen mit Brennstoffzellenentwicklern sollte gezielt forciert werden. Firmen, die Systemkomponenten herstellen oder dazu in der Lage wären, müssen deutlich mehr in die Entwicklungsarbeiten einbezogen werden. Andererseits sollten Systemkomponentenhersteller, typischerweise KMU, mehr finanzielle Unterstützung erhalten und wesentlich stärker in Netzwerke und Forschungsprojekte einbezogen werden.*

Mit besonderem Nachdruck wurde auf das Verhältnis zwischen Anlagen- / Betriebskosten und Verunreinigungstoleranz verwiesen. Mit relativ breiter Streuung der Nennungen wird Entwicklungsbedarf für Werkstoffe vor allem folgender –Brennstoffzellenbestandteile - nach Priorität geordnet – genannt: Elektrolyt, Diffusionsschicht, Elektroden, Dichtungen, Katalysatoren und Materialien für die bipolare Platte. Hervorgehoben wird die Notwendigkeit, das Monopol (Nafion) an der MEA (Membrane Electrode Assembly) zu brechen.

- *Wiederum spielt das Zusammenwirken mit der Grundlagen- und Materialforschung eine wesentliche Rolle, um Materialien zu entwickeln, die bessere Eigenschaften aufweisen, billiger und häufiger verfügbar sind, sowie weniger monopolisiert (Nafion) sind.*

Weiterer Entwicklungsbedarf wird für geeignete Stackgeometrie, Miniaturisierung der Brennstoffzellen und Systemintegration angegeben.

- *Brennstoffzellen-Entwickler müssen mehr miteinander und transparenter untereinander arbeiten. Bereits gebildete Netzwerke für Forschung-Entwicklung-Fertigung-Anwendungsvorbereitung sollten besser genutzt, finanziert und vor allem weiter ausgebaut und besser koordiniert werden. Das trifft insbesondere für strukturschwache Regionen und komplett für Ostdeutschland zu, wo auf diesem Gebiet einerseits ein Besorgnis erregendes Defizit besteht, andererseits besonders innovative KMU in Kooperation mit in der Region arbeitenden Max-Planck- und Fraunhofer-Instituten, Technischen Universitäten und Hochschulen einzelne Spitzenleistungen für nationale Systemlösungen vollbringen.*

Als Hauptstolperstein wird das Dreieck „Kosten – Zugang zu Finanzierungen - unzureichende Vergütung für Energie aus Biomasse“ angesehen. Der Einzelpreis von Brennstoffzellen wird hauptsächlich mit dem Einsatz weniger kostenintensiver Werkstoffe und Materialien und der Herstellung größerer Stückzahlen sinken.

- *Um zwischenzeitlich den Anreiz zum Kauf von Brennstoffzellen mit biogenen Gasen zu schaffen, sollte hauptsächlich ein dem Erneuerbare-Energien-Gesetz analoger Weg mit Festvergütungen und Boni gegangen werden. Von Teilnehmern wird empfohlen, die Gestehungskosten der einzelnen Energieträger zu vergleichen. Dabei ist als Messlatte nicht allein der betriebswirtschaftliche, sondern hauptsächlich der volkswirtschaftliche Effekt (z.B. CO<sub>2</sub>-Anreicherung = Klimaerwärmung) anzulegen. Es darf also nicht nur der derzeitige Preis für Öl und Erdgas herangezogen werden, sondern es müssen auch der künftige Knappheitspreis und die heutigen und drohenden militärischen Kosten für die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit kalkuliert werden. Dieser Bewertungsansatz sollte für öffentliche Diskussionen prinzipiell berücksichtigt werden, um das Problembewusstsein in der Öffentlichkeit zu schaffen.*

Die Mehrheit der Befragungsteilnehmer schätzt die politischen Rahmenbedingungen der BRD für die Brennstoffzellentechnik als verhalten und schlecht ein.

- *Es bedarf eines nationalen strategischen Programms (wie z.B. in den USA und Japan) mit klarer Zielsetzung, und Prioritäten für einheimische Entwicklungen bei gesicherter Finanzierung. Die z. Z. beherrschenden Dopplungen nahezu identischer Arbeiten in einzelnen Bundesländern müssen durch eine bundesweit koordinierte Parallelität zeitlich abgestimmter technologischer Folgeprozesse ersetzt werden.*

Lösungen könnten sein:

- ein nationales Aktionsbündnis Forschung-Entwicklung-Industrie-Landwirtschaft-Anwender schaffen,
- eingepasst in die sich herausbildende europäische Plattform ein nationales strategisches Programm erarbeiten,
- in seinem Rahmen für die Großindustrie und heimischen KMU Anreize bieten, Forschungsprojekte selbst zu übernehmen und miteinander zu kooperieren,
- flexibler und zielgerichteter Fördermittel vergeben,
- KMU, die sich mit innovativen Projekten befassen, steuerlich entlasten.

Die Elektrolyse könnte kurzfristig für das Strommanagement einen Beitrag leisten.

- *Überschüssiger Strom, der lastabhängig zu bestimmten Zeiten nicht verbraucht wird, sollte zur Elektrolyse von Wasserstoff genutzt werden. Die Entwicklung preiswerter Wasserstoffspeicher sollte forciert werden, damit verstärkt auch Windkraftanlagen – besonders in ländlichen Regionen mit schwach ausgebauter Netzstruktur, später auch Off-shore-Parks – in Zeiten geringen Strombedarfs und hoher Windstromproduktion für die Elektrolyse von Wasserstoff eingesetzt werden können. Dafür sind Bedingungen erforderlich, die das Netzmanagement nicht zum wirtschaftlichen Nachteil der Betreiber von Erneuerbare-Energieanlagen werden lassen.*

Die meisten Teilnehmer schätzen die bisherige Akzeptanz der Markteinführung der Brennstoffzellen als verhalten bis schlecht ein.

- *Mehr für Aufklärung sorgen! Wasserstoff ist nicht gefährlicher als Propan oder Stadtgas, deren Nutzung heute alltäglich ist. Mehr für Aufgeschlossenheit zu neuen Techniken im potentiellen Kundenkreis sorgen. Dabei mehr auf jüngere und mittlere Altersgruppen achten, da diese neuer Technik offener begegnen (siehe Handys, Laptops, Digitalkameras).*
- *Brennstoffzellen-Betreibern müssen die Bestimmungen besser vertraut gemacht werden. Ausgereifte, flexible und die Markteinführung fördernde Bestimmungen müssen vor Beginn der Markteinführung verfügbar und die Mitarbeiter der Genehmigungsstellen dazu geschult sein. Für die Nutzung von Wasserstoffversorgungsnetzen können die Erfahrungen der bereits seit mehr als 50 Jahren bestehenden Wasserstoffnetze mit je mehr als 100 km Länge im Ruhrgebiet und im Raum Leuna genutzt werden. Kosten senkend könnten mehrere dezentrale, kleine Netze installiert werden.*
- *Für die mobile Anwendung von Brennstoffzellen sollte bundesweit ein Wasserstofftankstellensystem auf der Grundlage eines einheitlichen Wasserstoffbetankungssystems errichtet werden. Um für Wasserstofftankstellen einen Nachfrageschub zu schaffen, könnten - als Übergangslösung zu gegenwärtig noch teuren Brennstoffzellenfahrzeugen - Fahrzeuge verstärkt auf Wasserstoffmotoren umgerüstet bzw. mit Wasserstoffmotoren angeboten werden. Der damit erzeugte Nachfrageschub würde auch die Entwicklung von Technologien zur Wasserstoffgewinnung aus biogenen Rohstoffen und zur Wasserstoffspeicherung forcieren. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, Fahrzeug- und Arbeitsmaschinenparks von Agrarbetrieben und Maschinenringen einzubeziehen. Damit würde auch der Ausbau von Tankstellennetzen im ländlichen Raum und zwischen den Metropolen befördert werden (z. Z. bestehen Wasserstofftankstellen nur in den Großstädten Berlin, Hamburg und München.)*

**Als dringendster Entwicklungsbedarf wurden für Brennstoffzellenwerkstoffe eingeschätzt (Hier werden nur die Dringlichkeitsnoten 1 bis 3 von insgesamt 5 berücksichtigt.):**

- Katalysatoren
- Diffusionsschicht
- MEA
- Elektrodenmaterial
- Elektrolyt
- Dichtungsmaterialien
- Bipolare Platten
- Brennstoffzellegehäuse
- Gasführende Rohrleitungen

**Besonderer Entwicklungsbedarf besteht auch bei:**

- Senkung der Herstellungskosten für MEA, Membranen, bipolare Platten / Elektroden
  - Systemintegration / Abstimmung zelleninterner Komponenten / Stackgeometrie, um von vornherein die notwendige Kompatibilität durchzusetzen (insbesondere auch wichtig für die speziellen Einsatzbedingungen in Land-, Forst- und Kommunalwirtschaft),
  - Lebensdauer der Brennstoffzellen / Stacks
  - DMFC-Elektroden mit niedrigerer Beladung, Elektrodenmaterial generell
  - Gasaufbereitung, Separation von Partikeln, Teer, Schwefel u. a. Verunreinigungen
  - Reformierung
  - Prozesssteuerung / -regelung
  - Werkstofftechnik
  - Preisgünstigeren organischen / CO-unempfindlichen Katalysatoren
  - DMFC-Membran mit niedriger Methanol- und Wasserpermeation
  - PEMFC-Membranen für Temperaturen bis -20 °C und langer Lebensdauer für Kraftfahrzeuge
  - Langzeitstabile Dichtungen und dauerbeständiges IC-Material für SOFC
  - Befeuchtungssicherheit für PEMFC
  - Gasqualitätsanalyse
  - Miniaturisierten Brennstoffzellen
  - Die Systemkomponenten werden von den Befragungsteilnehmern als zu teuer, in der Lebensdauer unzureichend, zu störanfällig, in den Baugrößen nicht angepasst bzw. hinsichtlich Temperaturbereich unzulänglich eingeschätzt. Analog wird auch die verfügbare Messtechnik und Armaturen eingeschätzt.
- *Bundesweite Netzwerke bzw. für ein Brennstoffzellensystem gebildete Arbeitsgruppen sollten sich rechtzeitig auf die Lösung vorgenannter Aufgaben in*



*Bewertung des Standes, der Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sowie der für die Herstellung einzubeziehenden Kapazitäten konzentrieren.*

**Als Lösungsvorschläge zur Überwindung der technischen Hindernisse werden unterbreitet:**

- Entwicklung einer neuen Systemarchitektur für Brennstoffzellen mit entsprechender konzentrierter Finanzierung der erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben,
- Systematische Erprobung / Dauertests und Weiterentwicklung der Systemkomponenten hinsichtlich Optimierung und Erhöhung der Lebensdauer,
- Stärkere Förderung der Forschung und Entwicklung zu MEA,
- Intensivierung der Forschung und Entwicklung zu Katalysatoren mit neuen Trägerstrukturen,
- Entwicklung eines Reglers für das Gas-Wasser-Verhältnis in Reformern,
- Entwicklung einer Infrarotsensorik für die Messung von Kohlenmonoxid im ppm-Bereich,
- Konzentrierte Forschung zur qualitätsgerechten Biogasaufbereitung,
- Intensivierung der Forschung und Entwicklung zur wirtschaftlichen Verwertung von Biogas in SOFC (Senkung der qualitativen Anforderungen an die Biogasreinheit),
- Verstärkte Forschung und Entwicklung zu Reformern für Biogase und –flüssigkeiten,
- Aufnahme der Brennstoffzellen-Anwendungsforschung für Land- und Forstmaschinen.

Die von den Befragten angegebenen wichtigsten technischen Hindernisse und Lösungsvorschläge entsprechen den Empfehlungen aus der Arbeitsgruppe zu den Befragungsschwerpunkten.

Ein weiteres Ergebnis der Arbeitsgruppentätigkeit ist die Darlegung von Experten aus Forschungseinrichtungen über jüngere, die in der Öffentlichkeit weitgehend unbekannte Ergebnisse und Chancen mikrobieller Wasserstofferzeugung und von Bio-Brennstoffzellen. Auf diesem Gebiet hat Deutschland im internationalen Maßstab Spitzenenergebnisse erreicht (Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Ruhr-Universität Bochum). Entsprechend den Berichten und Vor-Ort-Besichtigungen wird auch die Bioethanol-Brennstoffzelle (u.a. ZBT Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH, Duisburg) in absehbarer Zeit für möglich gehalten.

**Insbesondere auf dem Gebiet der biologisch-mikrobiellen Prozesse wurden mittels der Arbeitsgruppe „Biogene Gase – Brennstoffzellen“ wesentliche Forschungsgruppen zusammengeführt. Vielversprechend sind die erkannten Möglichkeiten für die Verwertung von Zucker / Stärke.**