

**Antwort**  
**der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Michael Müller (Düsseldorf), Ingrid Becker-Inglau, Dr. Michael Bürsch, Peter Enders, Norbert Formanski, Iris Gleicke, Achim Großmann, Karl-Hermann Haack (Extertal), Dieter Heistermann, Reinhold Hemker, Dr. Barbara Hendricks, Eike Hovermann, Dr. Uwe Jens, Volker Jung (Düsseldorf), Hans-Peter Kemper, Marianne Klappert, Eckart Kuhlwein, Klaus Lennartz, Klaus Lohmann (Witten), Christoph Matschie, Ulrike Mehl, Manfred Opel, Adolf Ostertag, Otto Reschke, Dieter Schanz, Dieter Schloten, Günter Schluckebier, Ulla Schmidt (Aachen), Regina Schmidt-Zadel, Walter Schöler, Gisela Schröter, Reinhard Schultz (Everswinkel), Dr. Angelica Schwall-Düren, Horst Sielaff, Johannes Singer, Dr. Cornelie Sonntag-Wolgast, Wieland Sorge, Wolfgang Spanier, Antje-Marie Steen, Franz Thönnes, Josef Vosen, Hildegard Wester, Uta Zapf**

— Drucksache 13/10896 —

**Zukunft der Wasserstoff-Technologien**

Die Wasserstoff-Technologie ist eine wichtige Zukunftsoption der Energieversorgung mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Sie ist ökologisch verträglich und damit zukunftsfähig.

Viele Länder haben die Notwendigkeit erkannt, diese Technologie zu entwickeln und ihr Energiemarkte zu erschließen. Andere Länder entfalten sehr viel stärkere Anstrengungen als die Bundesrepublik Deutschland. Die Bundesregierung dagegen hat die Forschungs- und Entwicklungsausgaben verringert.

**Vorbemerkung**

Wasserstoff ist ein Energiespeicher, dessen sinnvoller Einsatz unter Umweltgesichtspunkten direkt abhängig ist von der Gewinnung mittels einer kostengünstigen und CO<sub>2</sub>-freien Energiequelle. Die ökologische Verträglichkeit von Wasserstoff ist nämlich nur dann gegeben, wenn er nicht wie heute aus Erdgas oder anderen fossilen Energieträgern unter CO<sub>2</sub>-Freisetzung gewonnen wird, sondern z. B. mittels Elektrolyse aus regenerativen

Energien (Wasser-, Windkraft oder Photovoltaik) hergestellt wird („Solarer Wasserstoff“). In der Regel ist aber eine direkte Nutzung der elektrischen Energie gegenüber dem Weg über Wasserstoff vorzuziehen, da beispielsweise die Umwandlungskette Strom-Wasserstoff-Strom aus physikalischen Gründen mit Energieverlusten von mindestens 50 % behaftet ist. In diesem Fall wird in signifikantem Umfang wertvolle elektrische Energie vernichtet.

Im mobilen Bereich ist die Nutzung des Wasserstoffs eher vorstellbar, doch wirkt sich hier insbesondere der vergleichsweise geringe Energieinhalt des Wasserstoffs nachteilig auf die Reichweite aus.

Nach über 20 Jahren Forschungsförderung der Wasserstofftechnik durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) haben im November 1995 Wirtschaft und Wissenschaft in einem Statusseminar „Wasserstoff als Energieträger – Ergebnisse der letzten 20 Jahre und Ausblick auf die Zukunft“ die folgenden wesentlichen Schlußfolgerungen getroffen:

- Seitens der Forschung sind die wichtigsten Entwicklungsziele erreicht; die Komponenten für eine umweltfreundliche Wasserstoff-Gewinnung und -Nutzung stehen im Prinzip bereit.
- Der großtechnische Einsatz wird jedoch auf absehbare Zeit durch erhebliche Kostenbelastungen behindert oder auf Subventionen angewiesen sein.
- Eine wirtschaftlich nennenswerte Bedeutung des Energieträgers Wasserstoff kann frühestens in 30 oder 50 Jahren erwartet werden.

Ähnlich lautende Einschätzungen von Fachleuten wurden auch später in verschiedenen Pressestimmen widergespiegelt (z. B. Spiegel 45/1996: „Vision auf dem Abstellgleis“ und Bild der Wissenschaft 5/1997: „Die Wasserstoff-Ära: Eine Vision verblaßt“).

Bis heute haben sich keine neuen Aspekte zu diesen Einschätzungen ergeben.

1. Welche Finanzmittel wurden seit 1995 jährlich für die Förderung der Wasserstoff-Technologie ausgegeben?

Zur Förderung der Wasserstofftechnologie (ohne Brennstoffzellen, s. dazu Antwort zur Frage 8) wurden von 1995 bis 1997 an direkten Projektmittel insgesamt rund 13 Mio. DM ausgegeben:

	1995	1996	1997
Projektmittel in Mio. DM	6,020	4,386	2,552

Zudem werden im Rahmen der institutionellen Förderung der Helmholtz-Zentren (HGF) aus dem Haushalt BMBF jährlich rund 20 Mio. DM zur Weiterentwicklung von Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Techniken aufgewendet.

2. Wie bewertet die Bundesregierung die Zukunft der Wasserstoff-Technologie?

Welche Konsequenzen will sie aus der Kritik ziehen, daß andere Länder sehr viel größere Anstrengungen unternehmen, wie dies z. B. von mehreren Firmen auf der letztjährigen Hannover-Messe geäußert wurde?

Wasserstoff ist und bleibt ein wichtiges Zwischenprodukt in der chemischen Industrie; er wird in großen Mengen z. B. aus fossilen Energieträgern hergestellt, gelagert, transportiert und verarbeitet. Auf dem Gebiet der Energietechnik konnte die prinzipielle Machbarkeit der einzelnen Glieder einer Wasserstoffkette in zahlreichen Forschungs- und Demonstrationsprojekten mit nennenswerter Förderung durch das BMBF nachgewiesen werden. Wesentliches Hindernis für eine Einführung von Wasserstoff als Energiespeicher ist die auf absehbare Zeit fehlende Wirtschaftlichkeit, insbesondere hinsichtlich seiner Gewinnung mittels regenerativer, CO<sub>2</sub>-freier Energien:

Kostengünstige Überschußkapazitäten CO<sub>2</sub>-freier Energien stehen in Deutschland auf absehbare Zeit nicht zur Verfügung. Außerdem sind die Komponenten einer Wasserstoffkette noch erheblich zu teuer, und unvermeidbare Energieverluste erhöhen weiterhin die Kosten für den Endenergieverbraucher. Ferner werden konventionelle Alternativen zur Wasserstoffnutzung ebenfalls weiterentwickelt (z. B. Stromtransport in verlustarmen Gleichstromleitungen), was die sinnvollen Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff weiter einschränkt.

Durch die Mitgliedschaft in den Gremien der Internationalen Energie Agentur (IEA) ist die Bundesregierung über die entsprechenden internationalen Aktivitäten informiert. In Europa wird die Perspektive für Wasserstofftechniken zunehmend nüchtern eingeschätzt. In den USA und Japan wird die Erforschung der Wasserstofftechnik – wie bei fast allen Energie-Technologien – derzeit stärker vorangetrieben (F & E-Budget '98 jeweils etwa 16 Mio. US-\$). Allerdings liegen die Erkenntnisse, die beispielsweise in Japan von dem sogenannten „WENET“-Programm erwartet werden, in Deutschland größtenteils bereits vor, erarbeitet in den Projekten „HYSOLAR“ (Kooperation mit Saudi-Arabien von 1985 bis 1995, BMBF-Fördermittel ca. 15 Mio. DM) und „Solar Wasserstoff Bayern“ (SWB) (Förderung seit 1987, BMBF-Fördermittel 39,3 Mio. DM) sowie durch Teilnahme deutscher Firmen und Forschungseinrichtungen am Euro-Quebec-Hydro-Hydrogen-Project. Weltweit liegt der Schwerpunkt der Forschungsförderung jedoch auf dem Gebiet der Brennstoffzelle.

3. Welche konkreten Förder- und Markteinführungsprogramme plant die Bundesregierung für die weitere Zukunft zugunsten der Wasserstoff-Technologie?

Welche Haushaltsmittel sollen dafür mittelfristig eingesetzt werden?

In den letzten Jahren hat sich die Mehrzahl deutscher Unternehmen aus der Entwicklung von neuen Wasserstofftechniken zurückgezogen, nicht zuletzt mangels Marktperspektiven. Das

BMBF wird daher im Rahmen des 4. Energieforschungsprogramms Wasserstofftechniken nur noch in begründeten Einzelfällen fördern, z. B. neue, aussichtsreiche Technologien für Speicher und Elektrolyseure; dazu sind mittelfristig Mittel i. H. von etwa 2,5 Mio. DM jährlich eingeplant.

Zusätzlich sind im Finanzplan des Bundes 1997 bis 2001 für den Haushalt des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) insgesamt 15 Mio. DM Fördermittel für das Wasserstoff-Demonstrator-Flugzeug Cryoplane vorgesehen. Das Cryoplane-Projekt der DASA zielt auf eine spätere Anwendung bei Airbus-Flugzeugen, soll aber zunächst auf der Basis eines DO 328 Jet von Fairchild Dornier und Triebwerken von Pratt & Whitney realisiert werden, wobei bisher gewonnene russische Erkenntnisse bei Einsatz von Flüssiggas (vergleichbar Wasserstoff) der Tupolev mit einbezogen werden.

4. Plant die Bundesregierung eine „Solarallianz“ von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, um eine weltweite Führungsrolle bei diesen Technologien zu erreichen?

Der Bereich der regenerativen Energiequellen ist in technisch-ökonomischer Hinsicht ein junger Bereich ohne etablierte Traditionen, aber mit Aussicht auf eine erfolgreiche Zukunft. Viel Forschung und Entwicklung ist noch notwendig, um Produkte mit hohem Wirkungsgrad, mit guter Haltbarkeit und vor allem zu akzeptablen Preisen zu erhalten.

Jede zielstrebige Strategie muß deshalb auf Kooperationen zwischen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen setzen, um möglichst schnell und kostengünstig Know-how für erforderliche Entwicklungen zu erhalten. Infolge des hohen Risikos und der oft erst in der weiteren Zukunft liegenden Wirtschaftlichkeit von Produkten sind die Akteure auf Unterstützung der Öffentlichen Hand angewiesen, die auch vielfältig in Deutschland gewährt wird.

Wissenschaft, Wirtschaft und Politik arbeiten in unserem Land seit langem bei der Entwicklung und Erschließung eines Marktes für regenerative Energiequellen zusammen. Daß diese Kooperation erfolgreich ist, zeigt sich nicht zuletzt daran, daß sich in den letzten Monaten drei Unternehmen zum Bau von Solarzellenfabriken mit einer Jahreskapazität von insgesamt 50 MW elektrischer Leistung in Deutschland entschlossen haben. Alle drei Vorhaben werden von den entsprechenden Ländern und dem BMBF finanziell gefördert.

Das sind konkrete Beispiele einer ergebnisorientierten „Solarallianz“.

5. Warum gibt es derzeit auf EU-Ebene keine Projektmittel, die explizit für Wasserstoffvorhaben bereitgestellt werden?  
Welche Initiativen beabsichtigt die Bundesregierung, um die Förderung von Wasserstoff-Technologien im fünften Rahmenprogramm der EU unterzubringen?

Die Wasserstofftechnik wird von der Europäischen Kommission u. a. im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Brenn-

stoffzellen dargestellt und ist schon jetzt im entsprechenden Strategiepapier „A Fuel Cell Research, Development and Demonstration Strategy for Europe up to 2005“ enthalten.

Die nationalen Experten, die mit der Vorbereitung und Beratung des 5. Rahmenprogramms der EU befaßt waren, haben empfohlen, den Bereich Wasserstoff zukünftig dem Aktionsbereich „Transmission, Distribution and Storage of Energy; Integration of Renewables“ zuzuordnen. Die Bundesregierung teilt diese Meinung der Experten.

6. Sieht die Bundesregierung in der Förderung der Wasserstoff-Technologie lediglich eine Technologieförderung oder auch eine industrie- und wirtschaftspolitische Aufgabe zur Markteinführung erneuerbarer Energien im Interesse von Klimaschutz und Ressourcenschonung?

Grundsätzlich ist jede Technologieförderung der Bundesregierung als eine in die Zukunft weisende wirtschaftspolitische Maßnahme angelegt. Dies gilt insbesondere für die Energieforschung und damit auch für die Förderung der Wasserstoff-Technologie.

Zu Fragen der Marktanreiz-/Einführungs-Förderung siehe Antwort auf Frage 3.

7. Hat die Bundesregierung Pläne, um durch eine Umstellung von Kerosin auf Wasserstoff zu einem umweltverträglicheren Luftverkehr zu kommen?

Die Wasserstofftechnologie auf die Luftfahrt bezogen befindet sich in einem Forschungsstadium (siehe Antwort zur Frage 3), in dem eine endgültige Praxisumsetzung noch nicht abschätzbar ist. Auch die Frage, ob mit dem Wasserstoff (neben der Frage der mengenmäßigen Verfügbarkeit, der notwendigen Infrastruktur – weltweit –, der Handhabung und den zu beantwortenden Fragen der Lüfttüchtigkeit) eine größere Umweltfreundlichkeit erreicht wird, kann noch nicht abschließend beantwortet werden. So bewirkt die bei gleicher Kraftstoffmenge emittierte dreifache Wasserdampfmenge an verstärkter Kondensationsstreifenbildung einen erhöhten Bedeckungsgrad (Treibhauseffekt). Darüber hinaus ist zu beachten, daß bei optimierten thermodynamischen Prozessen der Wasserstoff mit einer höheren Temperatur verbrennt, was im Prozeß zu erhöhter NO<sub>x</sub>-Produktion führt, und über verstärkte Ozonbildung ebenfalls einen Beitrag zum Treibhauseffekt liefert. Eine eindimensionale Betrachtung allein auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgerichtet, ist aus Umweltsicht nicht tragfähig.

8. Mit welchen Mitteln wurden seit 1995 Technologien der Brennstoffzelle gefördert?

Die Brennstoffzelle ist ein innovativer, hocheffizienter Energiewandler, der neben Wasserstoff auch Biogas, Erdgas oder

Kohlegas verstromen kann. Dieser Technik werden übereinstimmend von Wirtschaft und Wissenschaft mittelfristig sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvolle Anwendungen prognostiziert. Das BMBF fördert Brennstoffzellen als einen F & E-Schwerpunkt innerhalb des 4. Energieforschungsprogramms mit direkten Projektmitteln von insgesamt rund 49,5 Mio. DM seit 1995. Hinzu kommt die institutionelle Förderung der HGF (siehe Antwort zur Frage 1).

9. Welche Mittel sind dafür mittelfristig vorgesehen?

Mittelfristig sind Projektmittel von weiterhin ca. 17 Mio. DM pro Jahr für die Grundlagenforschung und Weiterentwicklung von Brennstoffzellen vorgesehen.

10. Sind der Bundesregierung Abschätzungen über das wirtschaftliche Einsatzpotential der unterschiedlichen Entwicklungen der Brennstoffzelle bekannt?  
Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die zukünftige Förderpolitik?

Zum Marktpotential der Brennstoffzellen-Technik sind beispielsweise Analysen der Arthur D. Little Inc., USA, aber auch der deutschen Brennstoffzellen-Entwickler (Daimler-Benz AG, MTU – Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH, Siemens AG) bekannt.

Als Konsequenz dieser Prognosen, die zum einen weitere F & E-Schritte für erforderlich halten, zum anderen auf ein nennenswertes Marktpotential hinweisen, sind die kontinuierlichen Förderaktivitäten des BMBF zu sehen, sowohl für stationäre als auch mobile Anwendungen. Nach Abstimmung mit Forschung und Wirtschaft werden die Fördermittel auf diejenigen Brennstoffzellen-Typen konzentriert, die höchste Effizienz und größtes Marktpotential versprechen: Proton-Exchange-Membrane-BZ (PEM-FC) und Direkt-Methanol-BZ (DMFC) für den mobilen Einsatz, Schmelzkarbonat-BZ (MCFC) und Festoxid-BZ (SOFC) für den stationären Einsatz.

11. Sind von der Bundesregierung Maßnahmen vorgesehen, um Wasserstoff/Brennstoffzellen auf der EXPO 2000 als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts zu präsentieren?

Die Bundesressorts erstellen zur Zeit einen umfassenden Katalog von Veranstaltungen/Projekten, der in das Gesamtprogramm der EXPO 2000 eingebracht werden soll. Das BMBF hat eine Anzahl von Technologieprojekten vorgeschlagen, die auch Brennstoffzellen beinhalten. Auf Vorschlag des BMWi soll sich ein Projekt mit der Präsentation eines Wasserstofftriebwerks zum Betrieb von Flugzeugen künftiger Generationen befassen. Abhängig vom

Entwicklungsfortschritt soll dabei das DASA-Projekt Cryoplane vorgestellt werden.

12. Welche Schritte sind von der Bundesregierung geplant, um die Anwendungen von Wasserstoff- und auch Brennstoffzellen-Technologien in Privathaushalten (Heizen, Kochen, Kühlen etc.) zu fördern?

Die begründeten Vorbehalte eines derzeitigen Einsatzes von Wasserstoff – dies gilt insbesondere für Kleinstanwendungen – sind in der Vorbemerkung sowie in der Antwort zur Frage 2 ausgeführt. Generell kann gesagt werden, daß der Wasserstoff gegenüber der direkten Nutzung von regenerativen Energien auch in Haushalten eine schlechtere Energieeffizienz aufweist.

Ein Hindernis beim Einsatz von Brennstoffzellen in Privathaushalten liegt derzeit bei den hohen spezifischen Kosten solcher Kleinsysteme. Die Bundesregierung wird daher zunächst die Entwicklung größerer Anlagen beobachten und auswerten, bevor, auf den gewonnenen Erfahrungen aufbauend, zusätzliche Aktivitäten für private Haushalte konzipiert werden.

13. Warum hat sich das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie geweigert, den von MAN-Siemens-Linde entwickelten Brennstoffzellenstadtbus zu fördern?

Das Projekt zum Bau und Einsatz eines Brennstoffzellen-Stadtbusse wurde mit den Firmen sehr ausführlich diskutiert. Bei den geschätzten Kosten für die Brennstoffzelle (heutiger Entwicklungsstand!) hätte der Preis für den Bus den Preis üblicher Stadtbusse um mehr als den Faktor 10 überstiegen. Damit hätte er keine Chance gehabt, von den Verkehrsbetrieben nachhaltig eingesetzt zu werden. Folglich wären auch seine Umweltvorteile im Verkehr nicht zum Tragen gekommen. Vor diesem Hintergrund war eine Förderung des genannten Stadtbusprojektes durch das BMBF nicht möglich.

Das BMBF konzentriert sich darauf, bei verschiedenen Herstellern innovative, massenfertigungstaugliche Brennstoffzellen-Techniken zu fördern, die das Potential besitzen, zukünftig die notwendigen Kostenziele zu erreichen.

14. Wie bewertet es die Bundesregierung, daß Bayern in den nächsten Jahren mindestens so viel Fördermittel für die Wasserstoff-Technologie bereitstellt wie das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie?

Der Freistaat Bayern fördert derzeit im Rahmen seiner Wasserstoffinitiative zum Großteil Demonstrationsvorhaben, deren Schwerpunkt bei der Brennstoffzellen-Technik liegt. Diese Projekte ergänzen die FuE-Vorhaben des Bundes und liefern wertvolle Erfahrungen, von denen sämtliche entsprechenden Entwicklungsarbeiten in Deutschland profitieren.

15. Hält die Bundesregierung angesichts der heute bekannten Entwicklungspotentiale der Wasserstoff-Technologien an der Aussage im „Strategiepapier“ vom Dezember 1996 fest, wonach sich „nicht vorhersagen lässt, ob Wasserstoff als Energieträger in den nächsten 30, 50 oder erst 100 Jahren eine nennenswerte Rolle in der nationalen und weltweiten Energieversorgung spielen wird“?

Ja, siehe Vorbemerkung sowie Ausführungen zur Frage 2.