

Diese Übersetzung aus dem englischen Original wurde in Absprache zwischen der Europäischen Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen und dem Europäischen Wasserstoff-Verband (EHA) vom Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband angefertigt



## **Europäische Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen**

# **Strategischer Überblick**

### **Vorwort zum Strategischen Überblick**

Wirtschaftliche Entwicklung und Wohlstand zusammen mit der Sorge um die lokale und globale Umwelt stehen ganz oben auf der politischen Tagesordnung. Um unsere Ziele zu erreichen, brauchen wir für unsere Industrie, unsere Fahrzeuge und unsere Wohnungen eine sichere und zunehmend saubere Energieversorgung. Gleichzeitig müssen wir wissensintensive Branchen stimulieren, die eine zuverlässige Grundlage für globale Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltig sichere Arbeitsplätze bilden.

Wir haben die große Chance, diesen Prozess in Europa durch die Unterstützung der entstehenden Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche verantwortungsvoll zu beschleunigen.

Während der vergangenen 18 Monate haben Hunderte von europäischen Industrievertretern, Wissenschaftlern, Ingenieuren, öffentlich Bediensteten und anderen Vertretern unserer Gesellschaft gemeinsam überlegt, wie wir diese Gelegenheit nutzen können. Die vorliegende Broschüre bietet einen strategischen Überblick über die Erkenntnisse und Empfehlungen, die in diesem Prozess erarbeitet wurden.

Durch die Umsetzung dieser Empfehlungen kann Europa eine führende Rolle in diesen globalen Industriezweigen einnehmen, zum Vorteil der Verbraucher wie auch der Wirtschaft. Insbesondere können deutliche Vorteile für die Allgemeinheit durch erhöhte Energieversorgungssicherheit, Beiträge zur Verminderung der Treibhausgasemissionen, verbesserte Luftreinheit und erhöhte wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit gesichert werden.

Da sowohl die Chancen als auch die Herausforderungen die Länder- und Branchengrenzen überschreiten, müssen die nächsten Schritte auf europäischer Ebene koordiniert angegangen werden. Im Namen der Europäischen Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen hoffe ich, dass die Lektüre dieses Überblicks Ihr Interesse weckt und appelliere an Sie, unsere Vorschläge aktiv aufzunehmen.

Mit den allerbesten Wünschen

Jeremy Bentham

Vorsitzender der HFP

Vorstandsvorsitzender Shell Hydrogen

## Inhalt

Das Wichtigste auf einen Blick.....	3
Wasserstoff und Brennstoffzellen: Kraft für die Zukunft.....	5
Die Argumente für Wasserstoff und Brennstoffzellen.....	5
Die entscheidenden Punkte .....	6
Das Ziel der Forschungs- und Absatzstrategie .....	6
Wie die Vision 2050 erreicht wird.....	8
„Schnappschuss 2020“.....	8
Tabelle 1: Schlüsselannahmen für die Anwendungen von Wasserstoff und Brennstoffzellen im Jahre 2020.....	9
Technologische Führerschaft erwerben .....	9
Gemeinsame Technologie-Initiative .....	10
Leuchtturmprojekte schließen die Lücke .....	10
Politisches Engagement und sozialökonomische Forschung.....	11
Kumulative Ausgaben für Forschung und Entwicklung .....	11
Finanzierung .....	12
Zeit ist alles.....	13
Die Herausforderung gesamteuropäischen Bauens.....	13
Empfehlungen für das weitere Vorgehen, Schlussfolgerung .....	15
Empfehlungen für das weitere Vorgehen .....	15
Schlussfolgerung.....	16
Mitglieder des Beirats der Wasserstoff und Brennstoffzellen Technologie Plattform.....	17

## Das Wichtigste auf einen Blick

1. **Der Energieträger Wasserstoff und die Verwendung von Brennstoffzellen können wesentlich zur Erreichung der Ziele der europäischen Politik beitragen**, besonders in den Bereichen Energieversorgungssicherheit, Luftreinhaltung, Verminderung der Treibhausgasemissionen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit. In einer politischen Umgebung, die Forschung, Entwicklung und Einsatz stimuliert, können sie sowohl attraktiv als auch wettbewerbsfähig werden und die Marktkräfte in die Lage versetzen, diese wesentlichen Vorteile für die Allgemeinheit mit der Zeit verstärkt zur Geltung zu bringen.

Verkehrsanwendungen spielen dabei eine entscheidende Rolle, da die Entwicklung von Brennstoffzellenantrieben für Fahrzeuge eine wesentliche Triebfeder der gesamten Entwicklung ist. Auch andere Anwendungen spielen eine wichtige Rolle, besonders Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit Brennstoffzellen für die dezentrale Energieerzeugung.

2. Ein gezieltes **zehnjähriges Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm** ist erforderlich, um die technischen Lücken zur Vermarktung zu schließen. Dazu gehören:

- *Verfahren zur Wasserstoffherstellung*, mit dem Schwerpunkt auf ihrem Potenzial, innerhalb angemessener Zeit zum Erreichen der politischen Ziele beizutragen. Wasserstoff aus Kohlenwasserstoffen als Brückentechnologie ist wichtig für den Markteintritt, und in Verbindung mit dem Abtrennen und Einlagern von Kohlenstoff kann er das für bestimmte Anwendungen sogar langfristig bleiben. Die Reformierungstechnologien für fossile Brennstoffe ebnen so den Weg für zukünftige erneuerbare Energiequellen und Biomasse. Parallel dazu ist die Wasserstoffherzeugung aus erneuerbaren und kohlenstofffreien Energiequellen zu erforschen.
- *Verfahren zur Wasserstoffspeicherung*, wobei an den derzeitigen Verfahren intensiv weitergearbeitet werden muss und neue Speicherverfahren und –prinzipien wichtig, wenn nicht sogar entscheidend sind.
- *Brennstoffzellentechnologien*, bei denen die Materialforschung sowohl für Brennstoffzellen- als auch für Wasserstoff-Systeme eine wesentliche technologische Triebfeder ist.

Die Schlüsselherausforderungen sind:

- Verbesserung von Lebensdauer, Leistung und Wirtschaftlichkeit von Brennstoffzellen,
- Speicherung von Wasserstoff an Bord von Fahrzeugen,
- Wettbewerbsfähige Wasserstoffpreise (Herstellungs- und Verteilungskosten),
- Entwicklung von Verfahren für die Massenproduktion von Brennstoffzellenstacks und -systemen.

3. Die öffentlichen Investitionen (solche einer **Gemeinsamen Europäischen Technologie-Initiative** [Joint Technology Initiative - JTI], der Mitgliedsstaaten und der Regionen) zusammen mit den Aktivitäten des privaten Sektors müssen unbedingt den gegenwärtigen Stand der Fördermittel für Forschung und Entwicklung der wichtigsten globalen

Konkurrenten zumindest erreichen. (Zum Vergleich: etwa 260 Millionen € im japanischen Haushalt für 2005, etwa 235 Millionen € Zuweisung im US-Bundeshaushalt 2005, ergänzt durch beachtliche Förderung seitens der Bundesstaaten). Das bedeutet mindestens 250 Millionen € pro Jahr — mindestens das Doppelte der gegenwärtigen Aufwendungen.

Der nächste Schritt zur Schließung der Lücke zwischen Forschung und Entwicklung einerseits und der Vermarktung andererseits ist die Schaffung von großen Demonstrationsprojekten, sogenannten „**Leuchtturm-Projekten**“.

- Eine begrenzte Anzahl von erheblicher Größe, mit dem Schwerpunkt bei den Verkehrsanwendungen;
- Ausgesuchte „Wasserstoffgemeinden“ mit frühen Märkten und ortsfesten Anwendungen als Haupttreiber.

4. Der **politische Rahmen und die finanzielle Planung** für bedeutende und längerfristige öffentliche Beiträge und Anreize sind ebenfalls unerlässlich.
5. **Frühe Märkte**, darunter solche für Spezialfahrzeuge (etwa Gabelstapler) und tragbare Geräte, werden **bis 2010** entstanden sein, **ortsfeste** Anwendungen werden die breite Marktabtastung etwa **2015** erreicht haben und **Verkehrsanwendungen** im Massenmarkt um **2020**.

## Wasserstoff und Brennstoffzellen: Kraft für die Zukunft

Nach den Empfehlungen der High Level Group bildete die Europäische Kommission im Januar 2004 die Europäische Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen (HFP), eine Partnerschaft mit über 300 Interessenvertretern. Ihr Zweck: Vorbereitung und Leitung einer wirksamen Strategie, um Wasserstoff und Brennstoffzellen in den Markt zu bringen, damit ihr außerordentliches ökologisches und wirtschaftliches Potential genutzt werden kann.

Ein Beirat aus 35 Vertretern eines breiten Spektrums aus Industrie, Europäischer Kommission, öffentlichen Behörden, Bildungseinrichtungen und Nicht-Regierungsorganisationen wurde eingerichtet, um die Arbeit zu leiten, dazu noch eine Reihe von untergeordneten Gremien<sup>1</sup>. Zwei Leitungskreise wurden dann beauftragt, ein *Strategisches Forschungsprogramm (Strategic Research Agenda — SRA)* und eine *Einführungsstrategie (Deployment Strategy — DS)* zu erstellen, um den Übergang voranzutreiben.

Dieser Strategische Überblick liefert eine Momentaufnahme; weitere Einzelheiten finden sich in den Zusammenfassungen der Grundsatzdokumente des Strategischen Forschungsprogramms und der Einführungsstrategie. (Beide Grundsatzdokumente wurden vom Beirat im Dezember 2004 gebilligt.)

### **Die Argumente für Wasserstoff und Brennstoffzellen**

Die Argumente für eine Energiewirtschaft mit Wasserstoff und Brennstoffzellen waren noch niemals zwingender: schwankende Ölpreise, Sorge wegen der globalen Erwärmung und ein alarmierendes Wachstum der Nachfrage nach Energie unterstreichen das gewaltige Ausmaß, aber auch die Dringlichkeit der globalen Energieherausforderung.

Wasserstoff wird inzwischen weithin als vielseitiger und umweltfreundlicher Energieträger angesehen, der nicht nur die Emissionen an Treibhausgasen wesentlich vermindern und die Luftreinheit verbessern, sondern auch zur Sicherheit der Energieversorgung beitragen kann — mit bedeutsamen Folgen besonders für den Verkehrssektor. Außerdem können alle Brennstoffe, die Wasserstoff enthalten, in ortsfesten Brennstoffzellengeräten verwendet werden, so dass sich eine breite Auswahl an Brennstoffen für die Kraft-Wärme-Kopplung ergibt.

Er kann auch zur Stabilisierung der Energiepreise beitragen und außergewöhnliche Möglichkeiten für wirtschaftliches Wachstum schaffen, indem er für neue Geschäfte und Produkte sorgt oder alte ersetzt. Dazu gehören beachtliche Geschäftsmöglichkeiten beim Transfer der Technologie in andere Industrieländer, um den voraussichtlichen riesigen Anstieg der Nachfrage nach Energie ohne den entsprechenden Anstieg an Emissionen zu decken.

Wasserstoff und Brennstoffzellen passen daher genau in die europäische Strategie für eine nachhaltige Energiewirtschaft durch die Verwendung von mehr bei uns vorhandenen (erneuerbaren) und regionalen Energiequellen. Wasserstoff ergänzt dabei die Elektrizität durch bessere Speicherbarkeit, was es erleichtert, elektrische Leistungsüberschüsse auf den Markt zu bringen.

---

<sup>1</sup> Außer den Leitungskreisen für das Strategische Forschungsprogramm und die Einführungsstrategie wurden Initiativgruppen zu den Themen Geschäftsentwicklung und Finanzierung, Vorschriften, Regeln und Normen, Öffentlichkeitsarbeit sowie Aus- und Weiterbildung gegründet

Wasserstoffherstellung für industrielle Zwecke ist bereits weit verbreitet, aber die wichtigste Anwendung für neue weitreichende Möglichkeiten ist die Brennstoffzelle. Diese Energiewandler sind hocheffizient und praktisch lautlos. Da sie von Natur aus sauber sind, passen sie in ein breites Spektrum von Energieverbrauchseinrichtungen, unter anderem kleine tragbare Geräte, kleine und große KWK- und KWKK-Systeme<sup>2</sup> sowie Verkehrsmittel auf Straße, Schiene, See und in der Luft.

### **Die entscheidenden Punkte**

- Wasserstoff kann als sekundärer Energieträger mit einer Vielzahl von Primärenergien hergestellt werden. Die größere Vielfalt erhöht die Energieversorgungssicherheit. Wasserstoff und Elektrizität ergänzen sich gegenseitig als Energieträger.
- Wasserstoff eignet sich für einen breiten Bereich von Massenprodukten, darunter solche für den Verkehr und sowohl häusliche als auch industrielle elektrische Energie.
- Auf lange Sicht (2030 bis 2050) sollen kohlenstofffreie oder –neutrale Produktionsverfahren einen bedeutenden Anteil gewinnen und so die Verringerung der Emissionen an Treibhausgasen und anderen Schadstoffen vorantreiben.
- Zukünftige Wertschöpfungsketten auf der Grundlage von Wasserstoff und Brennstoffzellen werden wirtschaftlich werden, sobald die Anforderungen an Leistung, Lebensdauer und Kosten sowohl der Brennstoffzelle als auch der Wasserstoffherstellungs- und -verteilungskette erfüllt werden.

### **Das Ziel der Forschungs- und Absatzstrategie**

Energie berührt die Grundbedürfnisse der modernen Gesellschaft. Sie muss allgemein zugänglich, bezahlbar und umweltfreundlich sein, um ihren massiven Einsatz an entscheidender Stelle zu rechtfertigen. Eine Forschungs- und Absatzstrategie muss also nicht nur diese Anforderungen berücksichtigen, sondern auch das technische und wirtschaftliche Potential und die Grenzen der fraglichen Technologien widerspiegeln.

Ein Schlüsselproblem wird darin bestehen, den kostengünstigsten Gebrauch von den in Europa vorhandenen Primärenergiequellen zu machen, um verbunden mit Wasserstoff und Brennstoffzellen möglichst schnell zur Lösung der Probleme Klimawandel und Energieversorgungssicherheit beitragen zu können, dabei aber gleichzeitig die industrielle Wettbewerbsfähigkeit und das wirtschaftliche Wachstum zu fördern.

Die Strategie der HFP für Wasserstoff und Brennstoffzellen soll:

- eine umfassende, realistische und stimulierende Plattform für Forschung, Demonstration und Verbreitung sein, durch die die Interessenvertreter mobilisiert werden und sichergestellt wird, dass die europäischen Kompetenzen eine führende Rolle in der weltweiten Forschung und Entwicklung spielen;
- Partnerschaften zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor fördern und zu Investitionen in technische Innovationen und zukünftige Markterschließung verhelfen;
- der Politik Orientierung und Wegleitung geben.

Sie zieht dabei das bevorstehende 7. Forschungs-Rahmenprogramm (FP7) der Europäischen Kommission und folgende Programme in Betracht sowie die Notwendigkeit, die

---

<sup>2</sup> KWKK bedeutet Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, also die gleichzeitige Produktion von Strom, Wärme und Kälte

---

Forschung und Entwicklung mit Demonstration, Verbreitung und Finanzierung zu koordinieren. Zu diesem Zweck gehören zu ihr:

- ein Zehn-Jahres-Programm der wichtigsten Forschungs- und Demonstrationsprogramme, dessen Ziele mit denen der Einführungsstrategie abgestimmt sind;
- eine Einführungsstrategie mit Zwischenzielen und Marktdurchdringungszielen („Schnappschuss 2020“);
- ein mittelfristiger Ausblick bis 2030 und ein langfristiger strategischer Ausblick bis 2050.

Sie enthält außerdem Prioritäten für Investitionen in Forschung und Entwicklung, Demonstration und Markteinführung sowie spätere industrielle Nutzung vor dem Hintergrund der europäischen Stärken und Schwächen.

## Wie die Vision 2050 erreicht wird

Im Jahre 2050 wird Wasserstoff voraussichtlich in den Industrieländern weithin zu konkurrenzfähigen Preisen erhältlich sein. Er wird nicht nur als wichtiger Treibstoff dienen, sondern auch den Strom aus erneuerbaren Quellen ergänzen, um die unvorhersehbaren Schwankungen zwischen Energieangebot und –nachfrage auszugleichen.

Auch im ortsfesten Bereich (zentrale und dezentrale Stromerzeugung) werden wasserstoffhaltige Brennstoffe von zunehmender Bedeutung sein, und ein ausgedehntes Rohrleitungsnetz wird sich herausgebildet haben, das die neuen großen Produktionsstätten verbindet. In bestimmten Marktsegmenten werden sich voraussichtlich auch der Straßen-transport von gasförmigem und flüssigem Wasserstoff und die ergänzende Herstellung an Ort und Stelle halten.

Brennstoffzellensysteme für Verkehr, ortsfeste und tragbare Anwendungen sollten zu dieser Zeit ausgereifte Technologien sein, die konkurrenzfähig produziert werden. Sie werden voraussichtlich in erster Linie Wasserstoff verbrauchen, dürften sich aber kaum auf nur einen Brennstoff stützen. Brennstoffzellen für verschiedene Brennstoffe sind eine weitere wichtige Neuerung, die in Verbindung mit Reformierungssystemen für bestimmte Verkehrsanwendungen weithin erhältlich sein wird.

Die Geschichte zeigt, dass der Ersatz einer Primärenergie, wie bei den aufeinander folgenden Übergängen von Holz zu Kohle zu Öl zu Gas, jeweils etwa 40 ... 50 Jahre in Anspruch nahm, wobei es zu Überlappungen kam. Es gibt jedoch zwingende wirtschaftliche, ökologische und geopolitische Gründe, warum Wasserstoff andere Brennstoffe eher früher als später verdrängen könnte.

Zuerst muss Europa aber die Technologie und die Versorgungsketten entwickeln. Das ist eine Schlüsselkomponente im „Europa des Wissens“, das im 7. Forschungs-Rahmenprogramm (FP7) entwickelt werden soll.

### **„Schnappschuss 2020“**

Die Einführungsstrategie enthält einen „Schnappschuss 2020“ mit wichtigen Zwischenzielen und anschaulichen Niveaus der Marktdurchdringung für tragbare, ortsfeste und Verkehrsanwendungen für Wasserstoff und Brennstoffzellen um das Jahr 2020.

Der „Schnappschuss 2020“ ist auch mit den Empfehlungen des Strategischen Forschungsprogramms abgestimmt, das einen koordinierten, nach Wichtigkeit geordneten und mit Erfolgszielen versehenen Technologieentwicklungsplan für die Zeitspanne von 2005 bis 2015 vorschlägt. So soll erprobte Technologie bereitgestellt werden, damit genug Zeit ist, um die alles entscheidenden Phasen der Produktentwicklung und der Herstellungsverfahren die im „Schnappschuss 2020“ anvisierten Marktanteile erreichen zu lassen. Dies ist unerlässlich für sichere, hochwertige und zuverlässige Produkte.

Die Marktdurchdringung wird voraussichtlich zunächst, aber nicht nur, vom Sektor der kleinen tragbaren Geräte getrieben werden, weil der im Vergleich zu Akkumulatoren einfach nachfüllbare Energiespeicher hoher Dichte einen Zuwachs an Nutzen verspricht. Das wird das Wissen und die Produktionskenntnisse liefern, um größere tragbare und kleine ortsfeste Geräte zu produzieren. Diese werden um 2010 herum die Märkte für die Kraft-Wärme-Kopplung in Einfamilienhäusern und kleinen Gewerbeobjekten öffnen.

Große ortsfeste KWK-Anlagen auf Brennstoffzellenbasis, die zum Zweck der höheren Ausbeute auch mit Gasturbinen hybridisiert sind, werden voraussichtlich später in den

Markt eintreten, etwa zwischen 2010 und 2015. Der Massenausstoß von Straßenfahrzeugen mit Wasserstoffantrieb wird für 2015 bis 2020 erwartet. Die folgende Tabelle zeigt den Einführungsstatus für 2020 sowohl in verkauften Einheiten pro Jahr als auch in erwarteten kumulierten Verkäufen.

**Tabelle 1: Schlüsselannahmen für die Anwendungen von Wasserstoff und Brennstoffzellen im Jahre 2020<sup>3</sup>**

	<b>Tragbare Brennstoffzellen</b> Für kleine elektr. Geräte	<b>Tragbare Generatoren und frühe Märkte</b>	<b>Ortsfeste Brennstoffzellen</b> Kraft-Wärme-Kopplung	<b>Straßenverkehr</b>
<b>EU:</b> verkaufte Wasserstoff/Brennstoffzellen-Geräte pro Jahr, Projektion 2020	Ca. 250 Millionen	Ca. 100.000 (ca. 1 GW <sub>e</sub> )	100.000 bis 200.000 (2 ... 4 GW <sub>e</sub> )	0,4 ... 1,8 Millionen
<b>EU:</b> Kumulierte Verkäufe, Projektion 2020	-	Ca. 600.000 (ca. 6 GW <sub>e</sub> )	400.000 bis 800.000 (8 ... 16 GW <sub>e</sub> )	1 ... 5 Millionen
<b>EU:</b> für 2020 erwarteter Marktstatus	<b>Eingeführt</b>	<b>Eingeführt</b>	<b>Wachstum</b>	<b>Eintritt in den Massenmarkt</b>
Durchschnittliche Leistung eines Brennstoffzellensystems	15 W	10 kW	< 100 kW (Klein-KWK) > 100 kW (Industrielle KWK)	80 kW
Kostenziel Brennstoffzellensystem <sup>4</sup>	1 ... 2 €/W	500 €/kW	2000 €/kW (Klein-KWK) 1000 ... 1500 € kW (Industrielle KWK)	< 100 €/kW (bei 150.000 Einheiten pro Jahr)

### **Technologische Führerschaft erwerben**

Ein konzentriertes zehnjähriges Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm ist erforderlich, um die kritischen technischen Lücken auf dem Weg zur Vermarktung zu schließen:

- *Verringerung der Kosten für Brennstoffzellen* um den Faktor 10 bis 100 (je nach Anwendung) und zugleich *Verbesserung von Leistung und Lebensdauer des Brennstoffzellensystems* um den Faktor 2 oder mehr. Bei den meisten Anwendungen sind Fortschritte bei den Werkstoffen der Schlüssel zum Erreichen der Kosten- und Leistungsziele.
- *Entwicklung von Verfahren für die Massenproduktion von Brennstoffzellenkomponenten, -stacks, -systemen und -recycling.*

<sup>3</sup> Diese Projektionen werden im Detail im Grundsatzdokument der Einführungsstrategie diskutiert.

<sup>4</sup> Die wichtigsten Gründe für die Annahme, dass Brennstoffzellen für Autos zu bedeutend niedrigeren Kosten produziert werden als für ortsfeste, werden in diesem Grundsatzdokument im Detail diskutiert.

- *Verringerung der Kosten für Wasserstoffherstellung und –verteilung* auf ein mit fossilen Brennstoffen vergleichbares Niveau, was eine Verringerung um den Faktor 3 oder mehr bedeutet. Dazu gehören Brückentechnologien auf fossiler Basis; sie sind für den Markteintritt wichtig und werden es für bestimmte Anwendungen auch langfristig bleiben. Die Reformierung von fossilen Brennstoffen ebnet also den Weg für zukünftige erneuerbare Energien und Biogas. Dazu gehört Forschung zur Abtrennung und Lagerung von Kohlenstoff aus der Wasserstoffherstellung auf fossiler Basis. Ebenso müssen Kosten und Machbarkeit der verschiedenen Möglichkeiten für die Infrastruktur, einschließlich Rohrleitungen, gut verstanden sein.
- *Beginn von Forschungsarbeiten zur zukünftigen großmaßstäblichen Herstellung von Wasserstoff aus erneuerbaren und kohlenstofffreien Energiequellen.*
- *Verfolgung neuer Speichermaterialien und –verfahren für Wasserstoff*, um Dichten zu erreichen, die mit den Anforderungen an die Reichweite und das Platzangebot von Fahrzeugen vereinbar sind. Die Entwicklungskriterien sind Energiespeicherdichte und Kosten, außerdem der Wirkungsgrad des Energiepfades.

### **Gemeinsame Technologie-Initiative**

Im FP7 wird das Konzept einer Gemeinsamen Technologie-Initiative oder JTI vorgeschlagen, um diesen Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung zu begegnen sowie denen, die sich durch die Integration von Werkstoffen, Komponenten und Systemen, Produktionsprozessen und Recycling ergeben. Zur JTI sollte auch gehören:

- Integrierte Forschungs- und Demonstrationsarbeiten und die Möglichkeit, „Leuchtturmprojekte“ umzusetzen (siehe unten);
- Vorkehrungen zur Stimulierung von innovativen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und die Ausbildung von Forschern.

Der von der JTI geschaffene Schwerpunkt sollte also das industrielle Engagement anziehen, eine kritische Masse von Forschern erzeugen und Vertrauen bei der Finanzwelt schaffen. Durch die Struktur einer öffentlich-privaten Partnerschaft sollte sie als Katalysator dienen, um die Technologie zugleich mit Europas auf dem Gebiet entstehender Zuliefererindustrie und den Energieversorgungsketten zu entwickeln. Eine schlanke und wirksame Führungsstruktur sollte die Arbeit der JTI zu zielorientierten Projekten führen. Die JTI sollte ebenfalls die Möglichkeiten für internationale Zusammenarbeit ausdehnen, etwa als europäische Schnittstelle zur International Partnership for a Hydrogen Economy fungieren.

### **Leuchtturmprojekte schließen die Lücke**

Zum Umfang der JTI sollte die Entwicklung von „Leuchtturmprojekten“ gehören. Diese integrierten Forschungs- und Demonstrationsprojekte werden eine entscheidende Rolle spielen, um die Lücke zwischen Forschungs- und Entwicklungsprojekten und der Vermarktung zu schließen und um das erforderliche öffentliche Rahmenwerk zu schaffen (unter anderem Vorschriften, Regeln und Normen sowie Nachhaltigkeitskriterien).

Die Leuchtturmprojekte sollten mit den Plänen übereinstimmen, in Zukunft Wasserstoff aus kohlenstoffarmen Energiequellen zu integrieren und der Brennstoffzellentechnologie Möglichkeiten bieten, sich sowohl im Verkehr (Straße, See- und Luftfahrt) als auch bei kleinen und großen KWK-Systemen in einem vernünftigen Umfang zu bewähren.

Die detaillierten Vorstellungen der Autoindustrie sowie der Kraftstoffhersteller über den Aufbau einer Fahrzeugproduktion und einer Wasserstoff-Infrastruktur sollten daher verwendet werden, um den Umfang und die Zeitziele der Leuchtturmprojekte als Kernkomponenten der Verbreitungsstrategie festzulegen.

Auf diese Weise können alle Schlüsseltechnologien der Wasserstoffwirtschaft zeitgleich mit dem Marktwachstum zur Marktreife entwickelt werden, so dass man Beschlüsse über die Massenproduktion fassen kann.

Zu den Empfehlungen gehört:

- Konzentration auf eine begrenzte Zahl von Projekten im großen Maßstab, die sich in erster Linie mit Verkehrsanwendungen beschäftigen; außerdem andere relevante Anwendungen, um möglichst große Synergien zu erzielen;
- außerdem die Einrichtung ausgesuchter „Wasserstoffgemeinden“ mit frühen Märkten und ortsfesten Brennstoffzellensystemen als wichtige Triebfedern;
- Netzwerk- und Koordinationsaktivitäten in verschiedenen Regionen und Ballungszentren, um das Verhalten unter lebensnahen Verhältnissen umfassend zu demonstrieren und zu dokumentieren;
- Einbeziehung geeigneter existierender Demonstrationssorte, die die obigen Ziele unterstützen und einen schnellen Start und eine schnelle Ausdehnung ermöglichen;
- Unterstützung des fortschreitenden Wachstums und Ausdehnung in andere europäische Regionen;
- Schaffung angemessener finanzieller Mechanismen und Instrumente, um diese Schlüsselentwicklung zu vereinfachen;
- Aufbau von Kooperation mit ähnlich gelagerten Initiativen, wie etwa der International Partnership for a Hydrogen Economy (IPHE).

### ***Politisches Engagement und sozialökonomische Forschung***

Das politische Engagement ist ein Schlüsselfaktor bei der Förderung der technischen Entwicklung wie auch bei der Handhabung der öffentlichen Wahrnehmung und Akzeptanz. Untätigkeit der Regierung hätte einen negativen Effekt, statt neutral zu sein.

Begleitend dazu sollten sozioökonomische Untersuchungen zu den wirtschaftlichen und ökologischen Folgen der Marktdurchdringungsszenarien von Wasserstoff und Brennstoffzellen angestellt werden. Dadurch gewinnen die Politiker eine strategische Orientierung über die Kosteneffizienz der verschiedenen Herstellungs- und Verteilungsarten von Wasserstoff, so dass die Verminderung der Treibhausgasemissionen und die Energieversorgungssicherheit so groß wie möglich werden können.

### ***Kumulative Ausgaben für Forschung und Entwicklung***

Um mit der Konkurrenz Schritt halten zu können, müssen die kumulierten Ausgaben für Forschung und Entwicklung (einschließlich derer aus einer europäischen JTI, Mitgliedsstaaten oder Regionen) unbedingt das gegenwärtige Niveau der Förderung für Forschung und Entwicklung bei den weltweit wichtigen Wettbewerbern erreichen. Das sind mindestens 250 Millionen € pro Jahr — mindestens das Doppelte der gegenwärtigen Anstrengungen.

Die JTI wäre eine Möglichkeit, Fördermittel aus verschiedenen Quellen zu koordinieren und in ihrer Wirkung zu verstärken, darunter möglicherweise strukturierte Darlehen der

Europäischen Investmentbank, beispielsweise für bestimmte Demonstrationen in Verbindung mit frühen Nischenmärkten.

### **Finanzierung**

Von entscheidender Bedeutung ist die Frage, wie die Entwicklung und Verbreitung von Wasserstoff und Brennstoffzellen finanziert werden soll. Wegen des potentiell umbruchartigen Charakters dieser Technologien ist eine klare, abgestimmte Politik mit dem Nutzen entsprechenden Anreizen erforderlich, um sowohl Industrie als auch Finanzwelt zu Investitionen zu überzeugen.

Wenn wir einfach warten, bis die Marktkräfte funktionieren, würde es weit länger dauern, dies zu erreichen. Daher sind außer den existierenden finanziellen Unterstützungsmöglichkeiten auch flexiblere, dynamischere und innovativere finanzielle Instrumente erforderlich.

Die Geschichte zeigt, dass im Falle umbruchartiger Technologien ein Teil der entscheidenden strategischen und technologischen Durchbrüche von neugegründeten oder anderen kleinen oder mittleren Unternehmen geleistet wurde. Die Geschichte zeigt ebenfalls, dass kleine Unternehmen in solche Regionen gehen, in denen die Anreize verfügbar gemacht werden und das Investitionsklima am günstigsten ist. Daher sollten auch finanzielle Instrumente entwickelt werden, die ihnen Zugang zu Equity-Finanzierung ermöglichen.

Abgesehen von einer deutlichen Verstärkung des Haushalts für die Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramme werden unter anderem die folgenden Finanzierungsinstrumente empfohlen:

- Öffentliche Kaufprogramme
- Darlehen der Europäischen Investitionsbank für Forschung und Entwicklung im großen Maßstab und industrielle Innovationsprojekte
- Teilnahme des Europäischen Investmentfonds an speziellen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Fonds der EU (hauptsächlich Startkapital und Initiativen im frühen Stadium)
- EU-weite Anreizsysteme.

## Zeit ist entscheidend

### **Die Herausforderung gesamteuropäischen Bauens**

- Sichere, allseits einsatzfähige, global vermarktbar Brennstoffzellen, Komponenten und Systeme sowie
- ein Versorgungs- und Liefernetz für Wasserstoff (besonders für den Straßenverkehr) auf der Grundlage verschiedener regionaler Primärenergiequellen

sind eine Herausforderung, die **jetzt angegangen** werden muss, um so früh wie möglich Einfluss auf den Klimawechsel und die Energieversorgungssicherheit zu nehmen und in diesem heiß umkämpften Gebiet die Führung zu sichern und zu halten.

Entscheidend dabei sind zeitliche Abstimmung und Koordination aller für den Markt wesentlichen Faktoren. Zwischenziele für die Darstellung funktionell wettbewerbsfähiger und sicherer Technologien müssen mit der Planung für die Investitionen in Produktentwicklung, Produktionsstandorte für die Herstellung von Brennstoffzellen und ihrer Ausrüstung sowie die Infrastruktur für Herstellung, Verteilung und Speicherung von Wasserstoff abgestimmt werden.

Gewiss sind die erforderlichen Investitionen sehr hoch; man muss mit einigen 100 Milliarden € rechnen. Aber sie sind bezahlbar, wenn sie über einen Zeitraum von 20 bis 30 Jahren strategisch verteilt werden und mit einer starken und gut strukturierten technischen Entwicklung *jetzt begonnen* werden.

### **Dies erfordert eine nachdrückliche und abgestimmte Aktivität in der Forschungs-, Energie-, Verkehrs-, Unternehmens- und Umweltpolitik der Europäischen Union:**

- **Weitblick und Einigkeit der Regierungen** hinsichtlich der Notwendigkeit nachhaltiger Entwicklung und der Schlüsselrolle von Industrie und Gewerbe dabei.
- **Öffentliche Förderpolitik**, die die miteinander in Beziehung stehenden (aber unterschiedlichen) Bedürfnisse für Forschung, Entwicklung und Verbreitung im großen Maßstab abdeckt.
- **Steuerliche und andere wirtschaftliche Anreize**, die den Produzenten, Infrastruktur-anbietern und Käufern das Vertrauen geben, in die neuen Technologien zu investieren und Versorgungsketten aufzubauen, während sich die wirtschaftlichen Effekte der Massenproduktion aufbauen.
- Mehr **flexible, dynamische und innovative Finanzierungsinstrumente**, darunter auch auf die Förderung des industriellen Wachstums gerichtete.
- **Vorschriften, Regeln und Normen** und die Beseitigung hinderlicher Regelungen.
- **Schutz des geistigen Eigentums**: allgemein zugängliche und bezahlbare Schutzvorkehrungen sind entscheidend für die Umsetzung neuer Technologien und den Schutz von Investitionen in Forschung und Entwicklung.
- Eine vereinte **öffentlich-private Partnerschafts-Anstrengung** von sehr ansehnlichem Umfang, um das Strategische Forschungsprogramm und die Verbreitungsstrategie umzusetzen.
- **Finden und Fördern früher Marktchancen** kann einen Wettbewerbsvorteil bewirken, indem die ersten Produktionsorte für Wasserstoff- und Brennstoffzellenkomponenten angezogen werden und ein Arbeitsmarkt geschaffen wird.

- **Koordination und Vernetzung** schaffen ein Zentrum für die Zusammenführung und Verbreitung von Information sowie Europäische Virtuelle Exzellenz-Zentren, die als Brennpunkt für wichtige Forschungsthemen dienen können.
- Ein umfassendes Programm für die Förderung der **Bildung und öffentlichen Wahrnehmung**.

## Empfehlungen für das weitere Vorgehen, Schlussfolgerung

### Empfehlungen für das weitere Vorgehen

1. Die *Europäische Kommission* sollte im FP7 eine **Gemeinsame Technologie-Initiative (JTI)** schaffen. Mit einer gezielten Förderung aus öffentlichen Mitteln von mindestens 250 Millionen pro Jahr wird diese eine öffentlich-private Partnerschaft mit breiter Beteiligung von Interessenvertretern werden, die die Umsetzung integrierter Forschungs- und Entwicklungsprogramme übernimmt, wie sie im Strategischen Forschungsprogramm und der Verbreitungsstrategie umrissen werden. Dazu sollten die folgenden gezielten Aktionen gehören:
  - Aufbau eines europäischen Versorgungs- und Verteilungsnetzes für Wasserstoff auf der Grundlage kohlenstofffreier oder –neutraler Energie,
  - Mit Wasserstoff angetriebene Fahrzeuge und ortsfeste oder tragbare Brennstoffzellensysteme bis 2015 ... 2020 zur Marktreife bringen.
2. Die *Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen* sollte weiterhin an noch genauerer Ressourcenplanung, zeitlicher Abstimmung und Setzung von Zwischenzielen arbeiten, um ein **Rahmenwerk für ein integriertes Forschungs- und Demonstrationsprogramm** zu schaffen, zu dem auch Leuchtturmprojekte gehören, die in die JTI eingegliedert werden könnten. Sie sollte auch ihre beratende Rolle im Verhältnis zu allen Interessenvertretern stärken, besonders gegenüber der Kommission und den Mitgliedsstaaten. Dazu gehört eine Überprüfung der Struktur der Plattformgremien, damit sie weiter nach dem Grundsatz von Umfassendheit und Transparenz arbeiten; für die Beurteilung des Fortschritts, der Stärken und der Schwächen, sollte in Verbindung mit der JTI ein geeignetes Verfahren geschaffen werden.
3. Das *Spiegelgremium der Mitgliedsstaaten* sollte die Empfehlungen des Strategischen Forschungsprogramms und der Verbreitungsstrategie in Betracht ziehen, besonders im Hinblick auf die Notwendigkeit des **Aufbaus einer Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie innerhalb einer gemeinsamen Energiestrategie der EU**. Es spielt eine Schlüsselrolle bei der Integration der EU, der Mitgliedsstaaten und regionaler Forschung, Entwicklung, Demonstration und Markteinführung innerhalb des Europäischen Forschungsraums, um die Bemühungen der EU mit nationalen und regionalen Initiativen in ihrer Wirkung zu verstärken.
4. Die *Initiativgruppe für Aus- und Weiterbildung* sollte einen **klaren Aktionsplan für Schulung** auf allen Ebenen vorlegen, besonders kurzfristig für Forscher, Ingenieure und Techniker, darunter auch Initiativen für Ferienkurse. Dieser sollte im Zusammenhang mit dem von der JTI geschaffenen integrierten Forschungs- und Demonstrationsprogramm überprüft und fortgeschrieben werden.
5. Die *Initiativgruppe Finanz- und Geschäftsentwicklung* sieht die Notwendigkeit, **frühe Nischenmärkte zu finden**, auf denen für die funktionellen Vorteile von Wasserstoff- und Brennstoffzellengeräten auch höhere Preise verlangt werden können. Sie sollte weiterhin strukturierte finanzielle Mechanismen entwickeln, die Mittel für frühe Nischenmärkte und öffentlich-private Partnerschaften zur Verfügung stellen können.

Die Förderung regionaler Geschäftsentwicklungsforen, besonders durch öffentlich-private Partnerschaften, wird ebenfalls empfohlen. Die Einrichtung eines „Geschäftsobservatoriums“, um frühe Nischenmärkte zu finden und Käufergruppen für gemeinsame Beschaffungen zu finden, könnte die ersten Investitionen in Pilotanlagen für die

Schaffung von Wertschöpfungsketten stützen. Ein Verfahren zur Überprüfung dieser frühen Nischenmärkte könnte auch die Grundlage für den Aufbau strukturierter Finanzierungsmechanismen bilden.

6. Auch Vorschriften, Regeln und Normen (VRN) sind ein Schlüsselfaktor für den Markt. Die *Initiativgruppe VRN* hat daher eine vorläufige Analyse der Lücken und einen Arbeitsplan für die **Schaffung von Normen und eines Rahmenregelwerks** für den sicheren Betrieb von Wasserstoff- und Brennstoffzellensystemen erstellt. Alle diese Arbeiten sollten mit dem Mandat der europäischen Normungskörperschaften (CEN/CENELEC/ETSI) verzahnt werden<sup>5</sup>, einschließlich besonderer Aktionen, die das Wissen aus pränormativer Forschung und Demonstration sichern und strukturieren sollen. Eine spezielle Internetseite und Handbücher oder Regelwerke über anerkannte Verfahren werden für die frühe Einführung empfohlen, während der Aufbau einer internationalen Kooperation für die Sicherung global verträglicher (kompatibler) Infrastruktur und Ausrüstung unerlässlich ist. Wichtig ist auch der Aufbau einer formellen Gruppe/ eines formellen Verfahrens, die/das sich der sorgfältigen Prüfung der Sicherheit von Wasserstoff widmen soll, besonders in Demonstrationsprojekten.
7. Die *Initiativgruppe Öffentliche Wahrnehmung* sollte eine **europäische Strategie für die Öffentlichkeitsarbeit** für Wasserstoff und Brennstoffzellen entwickeln. Der Hauptzweck besteht darin, die wichtigsten Zielgruppen vom langfristigen Nutzen und den kurzfristigen Realitäten von Wasserstoff, Brennstoffzellensystemen und der damit zusammenhängenden Infrastruktur zu unterrichten. Das übergeordnete Ziel für öffentliche Wahrnehmung ist, im Hinblick auf Wasserstoff und Brennstoffzellen ein Niveau des Verständnisses zu schaffen, das die Annahme durch den Markt und die Kommerzialisierung dieser Technologien erleichtert, sowie die Erwartungen zu steuern.

### **Schlussfolgerung**

Ganz offenbar ist die europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellen-basierte Energiewirtschaft von nicht länger nur eine Idee, sondern rückt in unser Blickfeld. Dies ergibt sich aus der allgemeinen Anerkennung ihrer Nutzungsvorteile, dem Tempo der technischen Entwicklung und dem wachsenden Engagement von Industrie und Regierung gleichermaßen. Um die in diesem Bericht gesetzten anspruchsvollen, aber realistischen Ziele zu erreichen, muss der Übergangsprozess unbedingt ohne Verzug in Gang gesetzt werden. Dazu bedarf es sowohl des Weitblicks und der Übereinstimmung der Regierungen als auch eines strategischen und ausreichend geförderten integrierten technologischen Entwicklungs- und Demonstrationsprogramms, das in eine Gemeinsame Technologie-Initiative integriert werden könnte.

Weitere Einzelheiten zu den in diesem Dokument angeführten Punkten finden Sie in den Zusammenfassungen des Strategischen Forschungsprogramms (Strategic Research Agenda — SRA) und der Verbreitungsstrategie (Deployment Strategy — DS) oder den vollständigen Grundsatzdokumenten von SRA und DS, die auf der Internetseite der Plattform unter der Adresse [www.hfpeurope.org/hfp/keydocs](http://www.hfpeurope.org/hfp/keydocs) zugänglich sind.

---

<sup>5</sup> CEN-Mandat M/349: Mandat der Europäischen Kommission an CEN, CENELEC und ETSI für die Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie auf dem Gebiet Wasserstoff und Brennstoffzellen

## Mitglieder des Beirats der Wasserstoff und Brennstoffzellen Technologie Plattform

Angelo AIRAGHI  
Ansaldo Energia-Finmeccanica

Paolo ALLI  
Regione Lombardia

Roger BALLAY  
PACo Network

Carol BATTERSHELL  
BP PLC

Jeremy BENTHAM  
Shell Hydrogen

Pierre BEUZIT  
Renault

Javier BREY  
Abengoa-Hynergreen

Alain BUGAT  
French Atomic Energy Commission

John CAROLIN  
The BOC Group

Leopold DEMIDDELEER  
Solvay

Manfred DIEHL  
Umicore AG & Co

Cesar DOPAZO  
University of Zaragoza, LITEC

Agustin ESCARDINO MALVA  
NTDA Energia

Pablo FERNANDEZ RUIZ  
European Commission, DG RTD

Elisabet FJERMESTAD HAGEN  
Norsk Hydro

Marc FLORETTE  
Gaz de France

Bernard FROIS  
French Ministry of Research

Jürgen GARCHE  
Centre for Solar Energy & Hydrogen  
Research

Alfonso GONZALEZ FINAT  
European Commission, DG TREN

Herbert KOHLER  
Daimler Chrysler

André MARTIN  
Ballard Power Systems AG

Wolfgang MEYER  
UITP

Oliver RAPF  
WWF International

Jens ROSTRUP-NIELSEN  
Haldor-Topsoe

Carlo RUBBIA  
ENEA

Steve SAWYER  
Greenpeace International

Klaus SCHEUERER  
BMW AG

Thorsteinn SIGFUSSON  
University of Iceland, Icelandic New  
Energy

Lars SJUNNESSON  
Sydkraft AB

Detlef STOLTEN  
Jülich Research Centre

Michele TETTAMANTI  
Nuvera Fuel Cells Europe Srl

Kari TÖRRÖNEN  
European Commission, DG JRC

Kees VAN DER KLEIN  
Energy Research Centre of the  
Netherlands

Hugo VANDENBORRE  
Hydrogenics

Nicolas VORTMEYER  
Siemens AG Power Generation

Joachim WOLF  
Linde AG