

## **Antrag**

**der Fraktion GRÜNE**

**und**

## **Stellungnahme**

**des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft**

### **Einsatz von Brennstoffzellensystemen**

Antrag

Der Landtag wolle beschließen,  
die Landesregierung zu ersuchen  
zu berichten,

1. welche Informationen ihr zum Einsatz von Brennstoffzellensystemen im Verkehrssektor, Automobilbereich und im stationären Bereich vorliegen und wie sie den Einsatz dieser Technologie in diesen Sektoren beurteilt;
2. welche Anwendungen Brennstoffzellensysteme im Verkehrssektor, Automobilbereich und im stationären Bereich finden, wie sich ihr Einsatz in den letzten Jahren entwickelt hat und welche Entwicklung für die kommenden Jahre prognostiziert wird;
3. welche Auswirkungen der verstärkte Einsatz von Brennstoffzellensystemen auf die Reduzierung von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen hat;
4. durch welche Maßnahmen sie die Forschung und Entwicklung, Produktion und Anwendung von Brennstoffzellensystemen in Baden-Württemberg gegenwärtig fördert und welche Wertschöpfung hierbei generiert wird;
5. wie viele Unternehmen aus dem Land ihres Wissens nach gegenwärtig mit der Entwicklung derartiger Systeme befasst sind und wie sie die Wertschöpfungspotenziale für die Zukunft bewertet.

05. 08. 2014

Sitzmann, Schwarz  
und Fraktion

## Begründung

Brennstoffzellensysteme können einen Beitrag sowohl zur nachhaltigen Energieversorgung als auch zu einer nachhaltigen Mobilität leisten.

Wasserstoff als Speichermedium für regenerativ erzeugte Energie und diverse Anwendungen der Brennstoffzellentechnologie bieten sowohl für die Forschungseinrichtungen des Landes als auch für die produzierende Industrie enorme Entwicklungschancen.

## Stellungnahme\*)

Mit Schreiben vom 24. September 2014 Nr. 24-4587/125 nimmt das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst zu dem Antrag wie folgt Stellung:

*Der Landtag wolle beschließen,  
die Landesregierung zu ersuchen  
zu berichten,*

*1. welche Informationen ihr zum Einsatz von Brennstoffzellensystemen im Verkehrssektor, Automobilbereich und im stationären Bereich vorliegen und wie sie den Einsatz dieser Technologie in diesen Sektoren beurteilt;*

Die Bedeutung von Wasserstoff als chemischer Energieträger wird vor dem Hintergrund der Transformation des deutschen Energiesystems hin zu einem hohen Anteil an regenerativen Energiequellen deutlich zunehmen. Zum Ausgleich der schwankenden Erzeugung von Strom aus Windkraft und Photovoltaik sind geeignete Flexibilisierungsinstrumente erforderlich. Dazu zählt neben einem bedarfsgerechten Netzausbau, dem Einsatz von flexiblen, hocheffizienten Kraftwerkskapazitäten sowie einer Flexibilisierung der Nachfrage langfristig auch der sinnvolle Einsatz von Speichern. Die Ergebnisse aktueller Studien<sup>1</sup> zeigen einen län-

\*) Der Überschreitung der Drei-Wochen-Frist wurde zugestimmt.

<sup>1</sup> Detaillierte Darstellungen zur Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie den technischen und ökonomischen Aspekten finden sich in folgenden Studien des Landes, die in der Studienreihe der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie, e-mobil BW GmbH ([www.e-mobilbw.de](http://www.e-mobilbw.de)) veröffentlicht sind:

- „Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg“ (ZSW und WBZU, 2012)
- „Wasserstoff-Infrastruktur für eine nachhaltige Mobilität – Entwicklungsstand und Forschungsbedarf“ (Fraunhofer ISE, März 2013)
- „Die Rolle von Wasserstoff in der Energiewende – Entwicklungsstand und Perspektiven“ (Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH, Juni 2014)

Einen Überblick zum nationalen Stand gibt die Webseite der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle GmbH (NOW) <http://www.now-gmbh.de/de/>, insbes.  
– NOW Strategiepapier Juni 2013: Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien – Tragende Säulen der Energiewende 2.0  
– NOW Jahresbericht 2013

Eine Kurzzusammenfassung Roadmap Speicher des Fraunhofer IWES, der Stiftung Umweltenergierecht und der RWTH Aachen (IAEW) geht auf den Speicherbedarf in Deutschland und im europäischen Kontext ein:  
[http://www.iaew.rwth-achen.de/fileadmin/uploads/pdf/neuigkeiten/2014\\_Roadmap\\_Speicher\\_Kurzzusammenfassung\\_01.pdf](http://www.iaew.rwth-achen.de/fileadmin/uploads/pdf/neuigkeiten/2014_Roadmap_Speicher_Kurzzusammenfassung_01.pdf)

Ferner wird verwiesen auf die im Auftrag der EnBW im November 2011 erstellte Studie der Ludwig Bölkow Systemtechnik „EE ZU H2 – Integration von erneuerbaren Energien und H2-Elektrolyse in Deutschland und Baden-Württemberg“, sowie auf die McKinsey-Studie „Ein Portfolio von Antriebssystemen für Europa: Eine faktenbasierte Analyse“  
[http://www.now-gmbh.de/uploads/media/9\\_Studie\\_Portfolio\\_von\\_Antriebssystemen.pdf](http://www.now-gmbh.de/uploads/media/9_Studie_Portfolio_von_Antriebssystemen.pdf)

gerfristig stetig steigenden Bedarf an kurzfristigen und saisonalen Speichern, der die Kapazität der heute existierenden Pumpspeicherkraftwerke bei Weitem übersteigen wird. In diesem Zusammenhang wird auf die Stellungnahme zum Antrag der Abg. Paul Nemeth u. a. CDU, Drs. 15/5532 verwiesen. Als zukünftige Option zur langfristigen Bevorratung großer Energiemengen stehen aus heutiger Sicht vor allem chemische Energieträger, wie z. B. Wasserstoff oder synthetisches Methan und dessen Speicherung zur Verfügung. Verfahren und Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien werden daher zukünftig immer wichtiger. Wasserstoff kann im Energiesystem der Zukunft zur Reduktion der Schadstoffemissionen in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr beitragen.

Die Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff in den Verkehrssektor bietet die Möglichkeit, erneuerbare Energien für eine nachhaltige Mobilität auf Basis elektrischer Antriebe zu erschließen und damit die Energiewende zu fördern. Dafür bedarf es einer hohen Kontinuität in der Entwicklung und Markteinführung – sowohl durch Wissenschaft und Industrie bei der Entwicklung von Materialien, Verfahren, Komponenten und Systemen als auch durch die Politik in der fortgesetzten Unterstützung dieser nahezu marktreifen Technologie.

Zahlreiche Brennstoffzellenfahrzeuge haben sich in Praxistests bewährt. Die Einführung erster Serienfahrzeuge steht nach Angaben einzelner Hersteller kurz bevor. Bis zum Jahr 2017 wird seitens der Hersteller eine Fahrzeugzahl in fünfstelliger Größenordnung auf den Straßen angekündigt. Weitere Hersteller dürften dann zwischen 2020 und 2025 mit eigenen Brennstoffzellenfahrzeugen nachziehen. Da die Betankungsinfrastruktur einen zeitlichen Vorlauf benötigt, müssen Fahrzeughersteller und Infrastrukturentwickler ihre Markteinführungspläne eng aufeinander abstimmen. Neben dem Pkw-Bereich bieten Brennstoffzellen insbesondere für Busse, Sonderfahrzeuge, Taxis und andere Flottenfahrzeuge besondere Vorteile, die schadstoff- und lärmemissionsmindernd genutzt werden können.

Stationäre Brennstoffzellenanwendungen reichen von der Hausenergieversorgung über Notstromaggregate bis zur industriellen Energieversorgung. Ihr Einsatz steigert die Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-Kopplung. Brennstoffzellen für stationäre Anwendungen können sowohl mit Erdgas als auch perspektivisch mit Wasserstoff versorgt werden. Eine wesentliche Herausforderung stellt die weitere Senkung der Kosten dar. Die in Japan von der Naturkatastrophengefahr angetriebene und bereits durch ein Markteinführungsprogramm etablierte Massenfertigung von Brennstoffzellen für den Einsatz in Wohnhäusern wird von deutschen Systemanbietern teilweise durch Kooperationen genutzt, wobei aber eine Anpassung für die nationale Fertigung von Schlüsselkomponenten noch erfolgen muss.

Vor allem die unterbrechungsfreie Stromversorgung bzw. Notstromversorgung für Telekommunikationsanwendungen stellt einen attraktiven, international wachsenden Markt dar und bietet insbesondere den Entwicklern kleiner Brennstoffzellensysteme gute Möglichkeiten für die technologische Weiterentwicklung und Erprobung sowie die Senkung der Kosten. Für einen internationalen Erfolg wird es für deutsche Unternehmen wichtig sein, im Rahmen groß angelegter Feldtests erste Absatzmärkte in Deutschland zu finden. Brennstoffzellen zur industriellen Stromversorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung und teilweise zusätzlicher Kälterzeugung und präventivem Brandschutz stellen einen aussichtsreichen Markt dar, der durch Markteinführungsprogramme insbesondere in Südkorea und den USA stimuliert wird. Dort steigert die im Vergleich zu Deutschland teilweise deutlich schlechtere Stromversorgungssicherheit die Attraktivität.

Wasserstoff und Brennstoffzellentechnik haben daher aus Sicht der Landesregierung ein großes Potenzial, sich zu einer Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Mobilität und Energieversorgung zu entwickeln – gerade im Automobil- und Anlagenbau, in welchem die Fahrzeugtechnik und der Maschinen- und Anlagenbau eine bedeutende Rolle spielen. Wasserstoffwirtschaft und Brennstoffzellentechnologie können die Abhängigkeit von Erdölimporten reduzieren und gleichzeitig Wertschöpfung und Arbeitsplätze im Land schaffen. Die traditionell starke Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche im Südwesten bietet beste Voraussetzungen, um dieses Potenzial auszuschöpfen.

2. welche Anwendungen Brennstoffzellensysteme im Verkehrssektor, Automobilbereich und im stationären Bereich finden, wie sich ihr Einsatz in den letzten Jahren entwickelt hat und welche Entwicklung für die kommenden Jahre prognostiziert wird;

Im Verkehrssektor werden in Zukunft verschiedene Antriebskonzepte zum Einsatz kommen. Batterieelektrische Antriebe liefern hierbei aufgrund des hohen Wirkungsgrads einen wichtigen Beitrag und zeichnen sich bereits in einigen Einsatzfeldern als gangbare Lösung ab. Fahrzeuge mit Brennstoffzellensystemen werden für Einsatzfelder entwickelt, die hohe Ansprüche an Reichweite und Energiedichte setzen. Des Weiteren ist die Erprobung des Einsatzes von Schienenfahrzeugen mit Brennstoffzellensystemen auf nicht elektrifizierten Bahnstrecken denkbar. Hierzu ist derzeit eine Vereinbarung mit einem privaten Anbieter zur Entwicklung und Erprobung brennstoffzellenbetriebener Schienenfahrzeuge in Vorbereitung. Darüber hinaus werden Brennstoffzellenbetriebene Gabelstapler, Routenzugschlepper und weitere Flurförderzeuge bzw. Fahrzeuge für Lagertechnik eingesetzt.

Für den Schwerlast- und Flugverkehr werden Brennstoffzellenantriebe voraussichtlich auch zukünftig aufgrund der hohen Anforderungen als Hauptantrieb nicht zum Einsatz kommen. Ein mögliches Einsatzfeld stellen allerdings Hilfsstromaggregate (sogenannte Auxiliary Power Units, APU) dar, die ebenso wie die unter Ziffer 1 erwähnte unterbrechungsfreie Stromversorgung bzw. Notstromversorgung für Telekommunikationsanwendungen oder Freizeitanwendungen in Wohnmobilen, Yachten oder bei elektronischen Kleingeräten zu den speziellen Märkten gezählt werden.

Es besteht eine breite Übereinstimmung der internationalen Automobilhersteller, dass die Brennstoffzellentechnologie alle Voraussetzungen für den Einsatz in Pkw und für dessen breite Einführung in Massenmärkte mitbringt, sowohl aus technologischer als auch aus Kostenperspektive. Grundsätzlich unterscheiden sich jedoch die Hersteller noch in ihrer Einschätzung des Zeitpunkts des breiten Markteintritts (2015 bis ca. 2025). Die folgende Tabelle aus der Studie „Die Rolle von Wasserstoff in der Energiewende – Entwicklungsstand und Perspektiven“ (Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH, Juni 2014) zeigt neben den noch in Betrieb befindlichen Fahrzeugen die mittelfristigen Planungen der Automobilhersteller:

Markteinführung	Hersteller / Modell	Erläuterung
2008	GM Equinox	Kleinserie für Demobetrieb (112)
2008	Honda FCX Clarity	Kleinserie für Demobetrieb (80)
2011	Daimler B-Klasse F-CELL	Kleinserie für Demobetrieb (200)
2013 / 2014	Hyundai ix35 (advanced)	Marktnahe Kleinserie (1.000)
2015	Toyota FCV Concept Honda	Kommerzielle Markteinführung (je X.000–X0.000)
2017	Daimler & Ford & Nissan  Hyundai Intrado	Kooperation mit gleicher Fahrzeugplattform (zusammen x00.000 bzw. mindestens 10.000 pro Jahr und Hersteller) Nächstes Modell
2020	GM & Honda BMW & Toyota	Kooperationen (?)
2020–2025	Volkswagen / Audi	Grundsätzliches Interesse an Kommerzialisierung von Brennstoffzellenantrieben

In aktuellen Studien (McKinsey-Studie „Ein Portfolio von Antriebssystemen für Europa“ und ZSW/WBZU Studie „Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg“ (ZSW und WBZU, 2012) wird bis zum Jahr 2020 von einer Markteinführungsphase ausgegangen, in der nur relativ geringe Stückzahlen erreicht werden. Zwischen 2020 und 2030 steigt der prognostizierte Absatz an Brennstoffzellenfahrzeugen an, sodass im Jahr 2030 knapp ein bis zwei Millionen Brennstoffzellen-Pkw und ca. 50.000 Brennstoffzellen-LNF auf Deutschlands Straßen prognostiziert werden. Dieses Wachstum setzt sich bis 2050 fort, was dazu führt, dass zu diesem Zeitpunkt etwa neun Mio. Brennstoffzellen-Pkw und über eine halbe Mio. Brennstoffzellen-LNF in Deutschland zugelassen sein können. Etwa 25 bis 50 % der Neuzulassungen können hier nach im Jahr 2050 Brennstoffzellenfahrzeuge sein.

Eine dieser Prognose entsprechende Absatzentwicklung in Baden-Württemberg erwartet im Jahr 2030 einen Fahrzeugbestand von knapp 100.000 bis 175.000 Brennstoffzellen-Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Dieser kann bis zum Jahr 2050 auf bis zu über eine Mio. Brennstoffzellen-Pkw und -LNF ansteigen und führt dann zu einem Wasserstoffbedarf in Baden-Württemberg zwischen 10 und 21 TWh pro Jahr.

Auch wenn der Hochlauf zum Massenmarkt erst im Zeitraum 2020 bis 2030 zu erwarten ist, wird es entscheidend für baden-württembergische Unternehmen sein, sich bereits in der frühen Phase der Markteinführung an den technologischen Entwicklungen zu beteiligen, um langfristig an den Marktpotenzialen partizipieren zu können.

Der Gesamtmarkt für Flurförderzeuge/Lagertechnik, die in Logistikunternehmen, in der produzierenden Industrie, an Häfen und an Flughäfen zum Einsatz kommen, belief sich im Jahr 2012 auf ca. 940.000 verkaufte Systeme weltweit, wovon 15 bis 20 % batterieelektrisch angetrieben werden. Bis zum Jahr 2017 rechnet man mit 1,2 Millionen verkauften Einheiten pro Jahr. Die Leistung dieser Systeme liegt im Bereich von wenigen kW bis zu mehreren 10 kW. In Europa wurden 2012 ca. 310.000 Systeme verkauft (China 220.000, Nordamerika 180.000), davon mehr als 20 % (ca. 60.000) mit batterie-elektrischem Antriebsstrang. In den USA ist die Markteinführung von Brennstoffzellensystemen in Flurförderzeugen in den letzten Jahren, unterstützt durch staatliche Fördermaßnahmen, zunehmend gelungen. Insgesamt sind dort bereits etwa 6.000 Systeme im Einsatz oder bestellt. Es wird erwartet, dass sich die Entwicklung in ähnlicher Weise fortsetzen wird. In Europa beschränken sich die Aktivitäten derzeit noch auf Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte. Die Anzahl der Systeme, gefertigt als Prototypen oder Kleinstserien, dürfte sich bisher auf etwa 50 Einheiten belaufen.

Stationäre Brennstoffzellenanwendungen von der Hausenergieversorgung über Notstromversorgungen bis zur industriellen Energieversorgung steigern die Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-Kopplung, stellen in bestimmten Anwendungen auch Zusatzleistungen wie Kälte und Brandschutz bereit und können mit fossilen Energieträgern oder perspektivisch mit Wasserstoff versorgt werden.

Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung werden heute in einem Leistungsbereich bis 10 kW<sub>el</sub> für Einfamilien-, Zweifamilien- und Mehrfamilienhäuser entwickelt. Zu den dominierenden BZ-Technologien zählen hier die Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzellen sowie die Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC).

Deutsche Unternehmen, wie z. B. Elcore, CFC, Hexis, Fischer Eco Solutions, Truma und Siqens, sind international führend. In Europa, insbesondere in Deutschland, den Niederlanden, Österreich und Italien, werden PEM-BZ-Systeme in einer Leistungsklasse von 0,3 bis 5 kW<sub>el</sub> und einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 37 % sowie SOFC-Systeme mit einer typischen Leistung zwischen 0,7 und 2,5 kW<sub>el</sub> und einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 60 % entwickelt.

Während in Japan bereits mehr als 60.000 Brennstoffzellen-Systeme im Rahmen des Markteinführungsprogramms „ENE-FARM“ installiert sind und getestet werden, sollen in Deutschland im Rahmen des „Callux“ Projekts bis 2016 ca. 500 Systeme installiert werden. In einem Nachfolgeprojekt, dem „Herstellerprogramm“, soll diese Entwicklung in Deutschland weitergeführt werden. Darin planen die Projektpartner mit Förderung durch die NOW bis zum Jahr 2016 mindestens 1.350 Brennstoffzellenheizgeräte zu installieren und zu testen. Für 2020

sieht der Nationale Entwicklungsplan (NEP) zum Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie die Markteinführung von stationären Brennstoffzellen in Deutschland bzw. eine jährliche Geräteproduktion von über 70.000 Stück vor.

*3. welche Auswirkungen der verstärkte Einsatz von Brennstoffzellensystemen auf die Reduzierung von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen hat;*

Etwa ein Drittel der energiebedingten Treibhausgasemissionen entfällt in Baden-Württemberg derzeit auf den Verkehrssektor. Insofern ist das individuelle Verkehrsverhalten wie auch die Mobilitätsangebote für den Klimaschutz von großer Bedeutung. Die Erprobung und Weiterentwicklung neuer Mobilitätsformen und alternativer Antriebskonzepte wie der Elektromobilität mit batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Fahrzeugen können bei einer vergleichsweise hohen Effizienz einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten. Im Weiteren wird es eine große Herausforderung sein, die künftigen Energieträger möglichst klimafreundlich zu gewinnen und dazu neben der kontinuierlichen Effizienzsteigerung verstärkt erneuerbare Energien zu nutzen.

Baden-Württemberg verfügt über gute Voraussetzungen, den Wandel in der Mobilität mitzugestalten und dabei seine starke Rolle als Automobilstandort, seine über die Landesgrenzen hinaus anerkannte Wissenschafts- und Forschungslandschaft und Einrichtungen wie die Landesagentur e-mobil BW einzubringen.

Wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen werden gute Chancen auf relevante Marktanteile eingeräumt, weil sich Brennstoffzellensysteme durch wichtige Vorteile auszeichnen, wie nutzerfreundliche Reichweiten, schnelle Betankbarkeit, hohe Dynamik, Geräuscharmheit im Betrieb und Integrierbarkeit in heute gebräuchliche Fahrzeuge. Dank einer mit konventionellen Fahrzeugen vergleichbaren Betankbarkeit und Leistung sind Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV) eine klimafreundliche Lösung für mittlere/größere Autos und längere Fahrten.

Während Mineralölprodukte (Benzin, Diesel) kurz- bis mittelfristig Hauptenergiequelle für Personenkraftwagen bleiben werden, wird der Wechsel zu einem höheren Anteil von Elektrofahrzeugen die Flexibilität und Sicherheit der Energieversorgung erhöhen, da sie mit verschiedenen Primärenergiequellen aufgetankt werden können.

Trotz Verbesserungen bei der Kraftstoffeinsparung ist die Fähigkeit der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, CO<sub>2</sub> zu reduzieren, bedeutend geringer als bei rein batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Fahrzeugen, die nahezu null CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen können.

Vergleicht man die Treibhausgasemissionen „Well-to-Wheel“ (von der Quelle bis ans Rad) von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen mit Fahrzeugen mit Otto- und Dieselmotor (Referenzfahrzeug: VW Golf, alle Fahrzeuge sind mit Hybridantrieb ausgerüstet), ergibt sich folgendes Bild:

Die Treibhausgasemissionen der Brennstoffzellen-Pkw liegen je nach Herstellungsverfahren für den Wasserstoff (Biomasse/Erdgas-Dampfreformierung) zwischen 12 und 83 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro km. Die zum Vergleich herangezogenen Werte für ein Fahrzeug der Golf-Klasse mit Ottomotor (Hybrid) liegen bei 140 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro km (davon „Tank-to-Wheel“: 120 g/km). Beim Fahrzeug mit Dieselmotor sind es 129 g/km (davon „Tank-to-Wheel“: 109 g/km). Diese Werte sind nicht direkt mit dem Grenzwert von 130 g CO<sub>2</sub> pro km (Mittelwert neu verkaufter Pkw eines Herstellers) für Pkw in der EU vergleichbar, da bei den EU-Grenzwerten die Bereitstellung des Kraftstoffs nicht enthalten ist, sondern nur die Emissionen des Fahrzeugs selbst („Tank-to-Wheel“). Ein Diesel-Pkw, der „Tank-to-Wheel“ 130 g CO<sub>2</sub> pro km emittiert, verursacht inklusive der Bereitstellung des Kraftstoffs etwa 155 g Treibhausgase (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) pro km. Bis 2020 soll der Mittelwert neu zugelassener Pkw bei 95 g CO<sub>2</sub> pro km liegen, was zu „Well-to-Wheel“-Treibhausgasemissionen von 114 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro km führt. Die Brennstoffzellenfahrzeuge würden somit auch zukünftige CO<sub>2</sub>-Grenzwerte unterschreiten. Wenn bei der Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse ausschließlich regenerativ erzeugter Strom verwendet wird, sinken die Treibhausgasemissionen auf sehr niedrige Werte von < 5 g/km.

*4. durch welche Maßnahmen sie die Forschung und Entwicklung, Produktion und Anwendung von Brennstoffzellensystemen in Baden-Württemberg gegenwärtig fördert und welche Wertschöpfung hierbei generiert wird;*

Zahlreiche Forschungseinrichtungen im Land forschen und entwickeln an Aspekten der Brennstoffzellentechnologie, vom Max-Planck Institut für Festkörperforschung über das DLR, KIT, ZSW, Fraunhofer ISE und ICT, die Universitäten Freiburg, Heidelberg, Stuttgart, Tübingen, Ulm und Hochschulen wie Offenburg und Ulm, zumeist in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen. Diese Institutionen sind teilweise durch Bund und Land, teilweise nur durch das Land grundfinanziert. Eine Zusammenstellung und thematische Zuordnung der Forschungseinrichtungen findet sich in Kapitel 4 der von ZSW und WBZU erarbeiteten Studie „Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg“ (ZSW und WBZU, 2012).

Eine wichtige vermittelnde Rolle spielen zudem die Cluster. Mit der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart und insbesondere dem Anfang 2013 gegründeten Cluster Brennstoffzelle BW stehen Organisationen zur Verfügung, die das Thema weiterentwickeln und die jeweiligen Akteure vernetzen. Das Cluster Brennstoffzelle unter der Leitung der e-mobil BW, das durch das Umweltministerium gefördert wird, nimmt aktuell eine wichtige Funktion ein. Neben vier Ministerien und der Wissenschaft sind hier Unternehmen wie Daimler, Bosch, Siemens, Zulieferer wie Freudenberg, Behr, ElringKlinger ebenso vertreten wie Start-Ups. Eine weitere wichtige Aktivität in Baden-Württemberg ist die alljährlich stattfindende „World of Energy Solutions“ (WES), die die seit 13 Jahren erfolgreiche f-cell-Konferenz mit der Messe battery+storage sowie der e-mobil BW-conference verbindet und im Jahr 2013 von 485 Teilnehmern bei der f-cell und über 3.000 bei der WES besucht wurde.

Die Mittel für Forschung und Entwicklung an den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind in erster Linie in den Mitteln zur institutionellen Grundausstattung enthalten. Aus dieser wird das gesamte Aufgabenspektrum in Forschung, Lehre, Technologietransfer, Weiterbildung usw. finanziert, sodass sich der konkrete FuE-Anteil an der Grundfinanzierung der Hochschulen nicht beziffern lässt. Dementsprechend liegen dem Wissenschaftsministerium Daten über den Anteil der Grundfinanzierung für die Hochschulen bzw. außeruniversitären Forschungseinrichtungen, der auf die Forschung und Entwicklung von Brennstoffzellensystemen entfällt, nicht vor.

Das Wissenschaftsministerium konzentriert sich mit seiner Forschungsförderung auf strukturbildende Maßnahmen, d. h. den Aufbau von Forschungsschwerpunkten, landesweiten Forschungsverbänden und Kompetenzzentren. Sie soll sowohl der Dynamik des wissenschaftlich-technischen Fortschritts gerecht werden, als auch die Drittmittelfähigkeit der Einrichtungen stärken und die Forschungslandschaft weiterentwickeln. Daher ist die Förderung des Wissenschaftsministeriums in der Regel nicht thematisch fokussiert.

Im Rahmen dessen gibt es auch Vorhaben, die Bezüge zur Forschung und Entwicklung von Brennstoffzellen aufweisen:

Die Forschungsallianz „Brennstoffzellen- und Batterie-Allianz Baden-Württemberg (BBA-BW)“ (einschließlich ihrer Vorgängerallianzen „Forschungsallianz Brennstoffzellen Baden-Württemberg [FABZ]“ sowie „Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg [BzA-BW]“) wurde bis zur Fortführung der Aktivitäten durch das „Cluster Brennstoffzelle BW“ der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie (e-mobil BW) GmbH durch das Wissenschaftsministerium gefördert. Zweck der Allianz war es, die Aktivitäten von Wissenschaft und Wirtschaft zu bündeln, die sich mit der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie befassen. Der Technologietransfer in diesem Bereich wurde unter anderem durch ein Forschungsaversum verstärkt. In dessen Rahmen wurden sowohl innovative Grundlagen- als auch anwendungsorientierte Brennstoffzellen- und Batterieforschungen finanziell gefördert. Ziel war es, mit den Ergebnissen aus den Forschungsprojekten die Entwicklung von marktorientierten Anwendungen im Bereich der Brennstoffzellen-, Batterie- und Speichertechnologien zu forcieren und dadurch die Arbeit der Wirtschaft, insbesondere der KMU, in diesem Bereich zu unterstützen. Insgesamt wurden diese Aktivitäten vom Wissenschaftsministerium im Zeitraum von 2000 bis 2014 mit rund 3,4 Mio. Euro gefördert.

Die o.g. Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH (e-mobil BW) wird seit ihrer Gründung am 1. Juni 2010 vom Land (Wissenschaftsministerium und Ministerium für Finanzen und Wirtschaft) mit 2 Mio. Euro pro Jahr (aktuell bis zum Jahr 2019) gefördert. Sie nimmt die Funktion eines „Daches“ für die Elektromobilität inkl. der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik in Baden-Württemberg wahr und betreibt als eine Kernaufgabe das Management des Clusters Brennstoffzelle BW. Der Cluster Brennstoffzelle BW soll Forschung und Entwicklung der mobilen und stationären Brennstoffzellenanwendungen und deren Vermarktung fördern. Ziel des Clusters ist es, Baden-Württemberg zum führenden Technologiestandort für die Herstellung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff in Europa aufzubauen.

Das Wissenschaftsministerium förderte von 2010 bis 2013 das Projekt „Erforschung und Entwicklung eines HT-PEFC-Stacks zur Integration mit einem Erdgasreformer zu einem Hausenergieversorgungssystem einschließlich des Aufbaus eines Funktionsmusters (BW-Stack) im Rahmen des Aktionsbündnisses Energie“ mit Mitteln in Höhe von 1,555 Mio. Euro am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Ulm. Ziel des Projektes war es, eine hauseigene Energieversorgung über Brennstoffzellen zu ermöglichen.

Der Mehrwert der Erforschung und Entwicklung von Brennstoffzellensystemen für Baden-Württemberg liegt in der Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien im Bereich der nachhaltigen Mobilität als einem wesentlichen Faktor zum Erreichen der Klimaschutzziele. Die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen des Landes leisten damit essenzielle Beiträge zur Erreichung dieser Ziele. Sie generieren das Wissen und die Innovationen, die für die Umsetzung der Ziele der Klimaschutzpolitik benötigt werden.

Das Umweltministerium unterstützt ebenfalls Forschung und den Infrastrukturaufbau. Es finanziert aktuell zwei Förderprogramme, um die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie weiter voranzubringen: Im Innovationsprogramm Wasserstoffinfrastruktur H2BW stehen 2012 bis 2015 insgesamt 4 Mio. Euro für Wasserstoff-Infrastrukturmaßnahmen zur Verfügung. Ende Juni 2014 ist die Fördermaßnahme „Wärmewende im Heizungskeller“ des Umweltministeriums gestartet, die hocheffiziente Brennstoffzellen-Mini-BHKWs im privaten und gewerblichen Einsatz (beispielsweise zur Wärmebereitstellung für Wohn- und Nichtwohngebäude oder Prozesswärme) im Leistungsbereich bis 10 kW<sub>el</sub> fördert und verbreiten hilft.

Das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft fördert aktuell im Bereich Forschung und Entwicklung von Brennstoffzellensystemen das Forschungsvorhaben „Hochtemperatur-Brennstoffzelle als Range-Extender in Elektrofahrzeugen (HT BZ REX)“ am DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart. Im Rahmen des Projekts wird ein nachrüstbarer Brennstoffzellen-Range-Extender für batterieelektrische Elektrofahrzeuge erforscht. Durch den Einsatz einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle wird durch die Nutzung der Abwärme ein deutlich höherer Wirkungsgrad erwartet. Hierbei wird die Hochtemperatur-Brennstoffzelle speziell für den Anwendungsfall Range-Extender untersucht. Von besonderer Bedeutung für den Gesamtwirkungsgrad ist hierbei das Energiemanagement zwischen der Lithium-Ionen-Batterie des Fahrzeugs und dem Nachrüst-Brennstoffzellen-Range-Extender. Besondere Herausforderungen für einen nachrüstbaren Range-Extender sind die Anbindung und Integration in ein batterieelektrisches Fahrzeug und die intelligente Kopplung des Energie- und Thermomanagements beider Systeme. Die Projektlaufzeit beträgt 2013 bis 2015. Das MFW fördert das Vorhaben mit Mitteln der Baden-Württemberg Stiftung in Höhe von rund 720.000 Euro.

*5. wie viele Unternehmen aus dem Land ihres Wissens nach gegenwärtig mit der Entwicklung derartiger Systeme befasst sind und wie sie die Wertschöpfungspotenziale für die Zukunft bewertet.*

Zahlreiche große, mittlere und kleine Unternehmen arbeiten an diesem Thema. Die Industrialisierung der Brennstoffzelle ist ein erklärtes Ziel des Cluster Brennstoffzelle BW. Zu den Wertschöpfungspotenzialen trifft die ZSW/WBZU Studie „Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg“ (ZSW und WBZU, 2012) folgende zusammenfassende Aussage:



Bis zum Jahr 2030 kann über alle Marktsegmente für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien ein jährliches Umsatzpotenzial von bis zu 4,5 Mrd. Euro in Baden-Württemberg entstehen. Langfristig (2050) kann dieses auf bis zu 25 Mrd. Euro anwachsen. Dadurch entsteht ein Beschäftigungspotenzial von knapp 20.000 Beschäftigten bereits bis zum Jahr 2030 und von annähernd 100.000 Beschäftigten im Jahr 2050. Somit bewegen sich die Potenziale langfristig in ähnlichen Größenordnungen wie sie die Schlüsselbranchen des Landes „Maschinenbau“ und „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ bereits heute aufweisen. Hierzu kommen noch weitere Beschäftigungseffekte durch den Bezug von Vorleistungen aus dem Land.

Der größte Anteil der zu erwartenden Marktpotenziale entfällt langfristig auf mobile Brennstoffzellensysteme. Dabei können Brennstoffzellenfahrzeuge Anteile am Fahrzeugabsatz von 20 bis 25 % und nach optimistischen Abschätzungen sogar von mehr als 40 bis 50 % erreichen. Während signifikante Absatzmengen für Brennstoffzellenfahrzeuge erst im Zeitraum 2020 bis 2030 erwartet werden, ist mit einer zeitigeren Umsatzsteigerung der sogenannten frühen Märkte und der stationären Energieversorgungssysteme zu rechnen. In diesen Bereichen sind nennenswerte Absatzmengen bereits ab dem Jahr 2015 zu erwarten, bis zum Jahr 2020 soll ein Großteil des jährlichen Absatzpotenzials bereits erschlossen sein. Darüber hinaus wird durch den zunehmenden Ausbau fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung Wasserstoff als Speichermedium große Bedeutung erlangen. Erster Bedarf an saisonaler Speicherung wird ab 2025 in Deutschland auftreten. Die Nachfrage nach Elektrolyseuren wird jedoch entsprechend der Entwicklung der Brennstoffzellenfahrzeuge bereits ab 2020 zunehmen und für Baden-Württemberg eine vergleichbare Größenordnung wie der stationäre Brennstoffzellenmarkt besitzen, wenn auch zu einem späteren Zeitpunkt.

Dies unterstreicht, wie wichtig die hier betrachteten neuen Märkte für Baden-Württemberg zukünftig sein werden. Allerdings ergeben sich die identifizierten Potenziale nicht von selbst, sondern erfordern ein frühzeitiges Engagement der infrage kommenden Unternehmen und eine Fortführung der öffentlichen Unterstützung für den Infrastrukturaufbau sowie Forschung und Entwicklung im Rahmen der jeweils verfügbaren Mittel. Die bereits im Land vorhandenen Kompetenzen bieten einen sehr guten Ausgangspunkt. Zusätzlich gilt es aber, die noch bestehenden Lücken in der Wertschöpfungskette zu schließen, um die Potenziale möglichst umfassend heben zu können.

Untersteller

Minister für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft