

**Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016-2026
– von der Marktvorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produkten**

**zur Fortsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und
Brennstoffzellentechnologie 2006-2016 (NIP)**

Ein gemeinsames Programm

des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI),
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi),
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und
des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Hintergrund und Motivation	5
3. Ziele des Regierungsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	7
4. Handlungsfelder des Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026	8
4.1. Infrastruktur und Antriebe für emissionsfreien Verkehr ermöglichen!	8
4.2. CO₂-arme und klimafreundliche Versorgung von Gebäuden und Industrieprozessen realisieren!	12
4.3. Kritische Infrastrukturen absichern!	13
4.4. Zulieferindustrie entwickeln – Kostenziele erreichen!	14
4.5. Stärken der Grundlagenforschung nutzen!	14
4.6. Programm weiterentwickeln!	15
5. Umsetzung aus einer Hand	16
6. Finanzierung	17
Zusammenfassung und Fazit	18

1. Einleitung

Die Bundesregierung fördert seit den 1980er Jahren Forschung und Entwicklung zu Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien. Basierend auf einem gemeinsamen Entwicklungsplan der Akteure aus Politik, Wissenschaft und Industrie wurden die einzelnen Maßnahmen der Energie- und der Verkehrsforschung ab 2007 im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) mit dem Ziel der Marktvorbereitung gebündelt. Neben Forschung und Entwicklung beinhalten die laufenden Aktivitäten auch Demonstrationsvorhaben und damit insbesondere auch die Erprobung innovativer Gesamtsysteme im Alltag.

Insgesamt konnte seitdem der Technologiereifegrad in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht maßgeblich weiter entwickelt werden. Zudem wurden anwendungsspezifisch gemeinsam von allen Akteuren Themen wie Sicherheit, Genehmigungsprozesse, Aus- und Weiterbildung sowie Akzeptanz bearbeitet, um somit günstige Voraussetzungen für den Markteintritt zu schaffen. Die Industrie wendet hierfür in den Jahren 2007 bis 2016 insgesamt 700 Mio. Euro für Forschung und Entwicklung auf. Weitere 700 Mio. Euro der Bundesregierung wurden bereits vollständig in Projekten des NIP gebunden.

Heute sind erste kommerzielle Brennstoffzellen-Produkte am Markt verfügbar. Insgesamt steht am Ende der ersten Phase des NIP in Deutschland eine moderne Industriebranche mit rund 500 Unternehmen und Organisationen. Gleichzeitig wurden durch die nationalen Aktivitäten auch Initiativen und Mittel ausländischer Investoren angezogen, die insgesamt zu einer Wertschöpfung in diesem Bereich in Deutschland beitragen.

Das NIP bietet den beteiligten Akteuren aus Wissenschaft und Industrie Sicherheit aufgrund des längerfristig stabilen Förderrahmens. Die Umsetzung aus einer Hand über die Strukturen der NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) ermöglicht eine effiziente Koordination sowie eine strategische Steuerung des Gesamtprogramms unter Beteiligung aller Akteure der öffentlichen Hand aus Bund und Ländern, der Industrie und der Wissenschaft. Hierdurch konnte auch erreicht werden, dass sich Deutschland im europäischen und im internationalen Wettbewerb als treibende Kraft im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und als wichtiger Partner im Rahmen von Industrie- und Technologiepartnerschaften etablieren konnte.

Für die nunmehr anstehende Markteinführungsphase soll sichergestellt werden, dass die nationalen Aktivitäten von Wissenschaft, Industrie und der öffentlichen Hand weiterhin unter einem gemeinsamen programmatischen Dach stattfinden. Es muss darum gehen, die Innovationen im Technologiefeld Wasserstoff und Brennstoffzellen, die noch keine Marktfähigkeit erreicht haben, weiter zu entwickeln, die entsprechenden Infrastrukturen aufzubauen und die Technologien, die an der Schwelle zum Markteintritt stehen, durch geeignete Instrumente und Maßnahmen beim Markteintritt zu unterstützen. Neben dem Markthochlauf wird weiterhin Forschung und Entwicklung für zukünftige Technologiegenerationen unterstützt.

Branchenvertreter aus Industrie und Wissenschaft haben in einem Strategiepapier eine Fortsetzung des NIP in zwei Säulen skizziert: zum einen Kontinuität bei der Forschung – von den Grundlagen bis zur angewandten Forschung, Entwicklung, Demonstration und Marktvorbereitung und zum anderen anwendungsspezifisch zusätzliche Instrumente für die Unterstützung des Markthochlaufs. In einem konkreten Maßnahmenkatalog haben die beteiligten Industriebranchen und die wissenschaftlichen Organisationen die aus ihrer Sicht relevanten Themen und Maßnahmen identifiziert.

Die Bundesregierung hat u.a. im Rahmen ihrer Fördermaßnahmen die bisherige Technologie- und Branchenentwicklung in einem kontinuierlichen Prozess beobachtet und begleitet. Zu nennen sind insbesondere die regelmäßigen NIP-Vollversammlungen, vielfältige Statusseminare zu unterschiedlichen Fragestellungen sowie das vorgenannte Strategiepapier als Ergebnis einer gemeinsamen Diskussion mit den Industriebranchen und den Akteuren der Wissenschaft.

Ausgehend von diesen Arbeiten und Diskussionen und mit Blick auf die internationale Wettbewerbsposition kommt die Bundesregierung zu dem Schluss, das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit einer zweiten Zehnjahresphase (NIP 2) fortzusetzen.

Die Hauptverantwortung für die jetzt anstehende Phase des Markthochlaufs und die Umsetzung der anstehenden Aufgaben und Maßnahmen liegt bei Industrie und Unternehmen, die gemäß der Festlegung im genannten Strategiepapier während der zweiten Phase des NIP mindestens 2 Mrd. Euro investieren werden. Die Bundesregierung wird diese Aufgaben weiterhin partnerschaftlich begleiten.

Die im Programm dargestellten Maßnahmen liegen in der Verantwortung der jeweils zuständigen Ressorts und werden – vorbehaltlich verfügbarer Haushaltsmittel – im Rahmen der geltenden Haushalts- und Finanzplanungsansätze (einschließlich Stellen / Planstellen) finanziert.

2. Hintergrund und Motivation

Sichere, bezahlbare, unabhängige, umweltverträgliche und effiziente Energieversorgung ist die Basis für den Wohlstand moderner Gesellschaften. Daher verfolgt die Bundesregierung ambitionierte Energieeffizienz- und Klimaschutzziele:

Mit der Energiewende beschreitet die Bundesregierung den Weg in eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Zukunft der Energieversorgung. Deutschland strebt eine nationale Reduktion der klimaschädlichen Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr 1990 um mindestens 40 Prozent bis 2020 an, sowie um 80 bis 95 Prozent bis 2050.

Kernelemente sind die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Durchdringung des Marktes mit effizienten Energieumwandlungstechnologien. Im Rahmen des G7-Gipfels in Elmau haben die führenden Wirtschaftsnationen der Welt das Ziel verankert, das Wirtschaftssystem in diesem Jahrhundert zu dekarbonisieren. Bei den daraus hervorgehenden Überlegungen ist es wichtig, im Sinne einer Gesamtoptimierung ein integriertes Energiesystem zu entwickeln, in dem die Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Verkehr miteinander gekoppelt sind.

Deutschland ist weltweit mit führend bei der Entwicklung entsprechender Technologien und der Gestaltung eines nachhaltigen Energiesystems.

Die Bundesregierung verfolgt in ihren Programmen, Initiativen und Prozessen sowie mit der Gestaltung relevanter regulativer Rahmenbedingungen auch industriepolitische Ziele. Eine starke Forschungslandschaft, hohe heimische Wertschöpfungsanteile und ein starker inländischer Markt sind die Basis für die globale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Industrie. Die damit verbundenen positiven Arbeitplatzeffekte sowie eine verringerte Abhängigkeit von Energieimporten tragen zur volkswirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands bei.

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sind Schlüsseltechnologien für die Umgestaltung des Energiesystems. Anwendungsbeispiele sind Wasserstoff aus erneuerbaren Energien als Kraftstoff, effiziente Null-Emissions-Antriebe und Bordstromversorgungen mit Brennstoffzellen im Verkehrssektor sowie emissionsarme Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis der Brennstoffzelle für stationäre Energieversorgungssysteme in Gebäuden, bei Handel, Gewerbe und Dienstleistungen wie auch für eine emissionsarme energetische Quartiersversorgung. Die Internationale Energieagentur kommt in ihrer aktuellen internationalen Analyse der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie („IEA Hydrogen Roadmap“) zu dem Ergebnis, dass diese einen Beitrag zur Erreichung des 2-Grad-Ziels der internationalen Staatengemeinschaft leisten kann.

Die Konzentration der Maßnahmen zu Wasserstoff und Brennstoffzellen in einem Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist Teil der technologieoffenen Innovationsstrategie der Bundesregierung, in welcher in abgestimmter Weise die relevanten Schlüsseltechnologien jeweils in spezifischen Einzelprogrammen gefördert werden. Diese gilt es mit dem bisher bewährten Ansatz - zielgerichtete Unterstützung von Forschung und Entwicklung sowie des Markthochlaufs - fortzusetzen, wobei der Industrie eine stärkere Verantwortung und aktivere

Rolle zukommt. Eine besonders enge Abstimmung besteht mit dem Regierungsprogramm Elektromobilität, welches als komplementäres Programm die Maßnahmen zum batterieelektrischen Fahren bündelt.

Forschung und Entwicklung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sind auch Bestandteil des 6. Energieforschungsprogramms „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ der Bundesregierung. Hierdurch ist die Einbeziehung dieser Technologien in den systemorientierten Gesamtkontext der Vorgaben der Energiewende gewährleistet. Im technologie- und branchenoffenen Förderprogramm „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand – ZIM“ wird die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit insbesondere bei mittelständischen Unternehmen gefördert. Der Austausch mit dem Regierungsprogramm soll die Zulieferindustrie zusätzlich stärken.

3. Ziele des Regierungsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Die Bundesregierung stellt mit dem vorgelegten Regierungsprogramm die Kontinuität von Forschung, Entwicklung und Marktvorbereitung durch Demonstration, insbesondere mit dem Ziel der Kostenreduktion und der Erhöhung der System-Zuverlässigkeit im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sicher. Komplementär hierzu flankiert die Bundesregierung den Markthochlauf durch spezifische Maßnahmen der Marktaktivierung insbesondere in den Bereichen Verkehr, Infrastruktur und der stationären Energieversorgung. Die Summe der Maßnahmen ermöglicht eine umfassende Förderung aller parallel bestehenden Technologielinien unterschiedlicher Reifegrade von der Grundlagenforschung bis zum Markthochlauf und unterstützt somit den gesamten Innovationsprozess.

Die Bundesregierung verfolgt damit das Ziel, die Potenziale dieser Technologien für eine nachhaltige Energieversorgung zu nutzen und Synergien der Sektorkopplung zu ermöglichen. Durch den gemeinsamen programmatischen Ansatz mit den Akteuren aus Wissenschaft und Industrie sichert die Bundesregierung die notwendige wissenschaftliche Basis, sie schafft Investitionssicherheit und sie ermöglicht, die Spitzenposition Deutschlands im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im globalen Wettbewerb zu halten.

Die Fortsetzung des NIP ist auf die Dauer von zehn Jahren (2016-2026) angelegt. Industrie und Wissenschaft gehen davon aus (vgl. Maßnahmenkatalog der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche in Deutschland aus Industrie und Wissenschaft vom 10.09.2015), dass die Brennstoffzellentechnologie bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts in den unterschiedlichen Anwendungen wettbewerbsfähig ist und ihre systemimmanenten Vorteile dann voll entfalten kann. Die beteiligten Ressorts der Bundesregierung stellen vorbehaltlich der Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln ihre Beteiligung am NIP sicher und flankieren damit die vorab gegebenen Zusagen der Industrie.

Die nationalen Maßnahmen im NIP sind in den internationalen Kontext eingebunden. So besteht ein enger Austausch mit dem Europäischen Innovationsprogramm zur Förderung der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien (FCH-JU). Außerdem wird die Bundesregierung ihre aktive Mitarbeit als Mitglied der „International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy“ fortsetzen. Angesichts der Potenziale, welche die Technologien auch für Entwicklungs- und Schwellenländer bieten, könnte sich ein verstärkter Austausch mit relevanten Akteuren perspektivisch als sinnvoll erweisen.

4. Handlungsfelder des Regierungsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016–2026

4.1. Infrastruktur und Antriebe für emissionsfreien Verkehr ermöglichen!

Elektrisch betriebene Fahrzeuge mit Batterie und Brennstoffzelle in Verbindung mit der Nutzung erneuerbarer Energien im Kraftstoffsektor sind notwendig, um die mittel- und langfristigen Ziele einer Energiewende im Verkehr zu erreichen: 40 % Reduktion des Endenergieverbrauchs bis 2050 (im Vergleich zu 2005) bei gleichzeitig prognostiziertem Zuwachs der Mobilitätsleistung ist aus heutiger Sicht ohne die hohen Wirkungsgrade elektrischer Antriebe nicht möglich. Die heute nahezu vollständige Abhängigkeit des Verkehrssektors von fossilen Kraftstoffen erfordert zudem die Entwicklung eines Kraftstoff-Portfolios auf der Basis erneuerbarer Energiequellen, um das Ziel der Dekarbonisierung zu erreichen.

Mit dem vorliegenden Regierungsprogramm setzt die Bundesregierung die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie weiter um und schafft eine solide Basis für die Entwicklung und Umsetzung des nationalen Strategierahmens im Kontext der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

Straßenverkehr

Im NIP wurde im Rahmen der Marktvorbereitung, insbesondere in der *Clean Energy Partnership* (CEP), der Nachweis erbracht, dass Brennstoffzellenautos technisch alltagstauglich sind. Darüber hinaus zeigen die Untersuchungen, dass die Technologie – Fahrzeuge und Betankung – eine hohe Akzeptanz erfährt. Mit dem Ziel weiterer Kostenreduktion sind weiterhin Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sowohl im Bereich der Einzelkomponenten als auch in der Erprobung von Systemen im Fahrzeug notwendig. Auf der Basis entsprechender Technologien sind darüber hinaus marktfähige Preise über die notwendigen Skaleneffekte erst nach der Einführung erster Serienmodelle zu erzielen.

Deutschland ist weltweit mit führend im Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur für den Individualverkehr und den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Technische Standards, auch im Bereich der Sicherheit, konnten über die Aktivitäten des NIP als weltweite deutsche Entwicklungen etabliert werden.

Eine bedarfsgerechte Wasserstoffinfrastruktur schafft die Voraussetzung dafür, dass die ersten Brennstoffzellen-Serienmodelle auch in Deutschland und Europa eingeführt werden. Das wird sich positiv auf die Marktentwicklung und damit auch auf die Wertschöpfung in diesem Technologiefeld in Deutschland auswirken. Die Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen mit Wasserstoff erfolgt heute im Rahmen von durch Bund und Länder geförderter Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der CEP an ausgesuchten öffentlich zugänglichen Tankstellen sicher und innerhalb weniger Minuten.

Gemeinsam mit allen Akteuren wird der Aufbau eines Tankstellen-Netzwerkes für die Betankung von druckförmigem Wasserstoff mit einem Speicherdruck im Fahrzeug von bis zu 700 bar vorangetrieben. Dabei ist die Festschreibung entsprechender internationaler Standards ein wichtiger Prozess, an dem sich Deutschland aktiv beteiligt.

Im Rahmen des laufenden NIP wird das 50-Tankstellen-Programm umgesetzt; ab 2016 stehen in den Metropolregionen Berlin, Hamburg, Rhein-Ruhr, Frankfurt, Stuttgart und München erste Tankstellen-Netze zur Verfügung, die durch sog. Korridor-tankstellen entlang der Bundesfernstraßen ergänzt werden, um somit eine deutschlandweite Mobilität mit Wasserstoff zu ermöglichen. Der weitere Ausbau mit dem Ziel von ca. 400 Wasserstofftankstellen bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts ist im Rahmen der Industrieinitiative H2-Mobility Deutschland bereits angelegt.

Neben der Sicherstellung eines synchronisierten Hochlaufs zwischen der Anzahl an Fahrzeugen und der dafür notwendigen Tankstellen sind weitere Kriterien in Bezug auf die Förderung des Bundes beim Ausbau eines Tankstellennetzwerkes in der nicht wirtschaftlichen Phase des Hochlaufs mit öffentlichen Mitteln zu definieren. Diese beinhalten insbesondere eine verbindliche Verabredung in Bezug auf die Senkung der CO₂-Emissionen in der Vorkette der Wasserstoffbereitstellung (Produktion und Distribution: d.h. ein steigender Anteil von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen im Portfolio der als Kraftstoff in Verkehr gebrachten gesamten Wasserstoffmenge), die Berücksichtigung einer mit dem Fahrzeughochlauf synchronisierten nationalen Basisabdeckung im Rahmen der Netzwerkplanung, die Harmonisierung mit relevanten EU-Initiativen wie z.B. dem *Clean Power for Transport package* (CPT) und dem *Trans-European Network for Transport* (TEN-T), das Erreichen technischer Ziele (z.B. Verfügbarkeit) und die Einhaltung technischer Standards, das Erreichen definierter Kostenziele, ein diskriminierungsfreier Zugang, ein einheitlicher Abrechnungsprozess, Synergien mit Betankungsinfrastrukturen für ÖPNV und Schiene sowie ggf. Definition noch offener Forschungs- und Entwicklungsfragen.

Ebenso werden Brennstoffzellenbusse in der CEP im ÖPNV in mehreren Städten erfolgreich erprobt. Die Busse haben in der Öffentlichkeit eine hohe Akzeptanz, und durch ihren Einsatz werden innerstädtische Emissionen gesenkt. Damit können sie einen bedeutenden Beitrag zur Erfüllung der EU-Vorgaben in Bezug auf Luftreinhaltung leisten. Für die nächste Generation von Bussen kommt zu den Kostenzielen noch die Notwendigkeit, die Zuverlässigkeit der Systeme weiter zu steigern. Hier sollen angewandte Forschung und Entwicklung sowie Systementwicklung und Erprobung gefördert werden.

Basierend auf den Erfahrungen in der CEP sowie in verwandten Projekten der Europäischen Kommission arbeiten bereits einige deutsche Städte zusammen, um die Möglichkeiten einer gemeinsamen Beschaffung auszuloten. Für die Bushersteller ergibt sich hieraus allein in Deutschland ein Potenzial von mindestens 100 Brennstoffzellenbussen bis 2020 für den ÖPNV, sofern die Investitions- und Betriebskosten inklusive der Kosten für die Betankung für die Betreiber darstellbar sind.

Grundsätzlich bieten u.a. Lieferverkehre im innerstädtischen Bereich im Zusammenhang mit dem Ziel emissionsfreier Städte die Perspektive, entsprechend angepasste PKW-Brennstoffzellensysteme für leichte Nutzfahrzeuge nutzbar zu machen. Zudem sind im Bereich des Schwerlastverkehrs die

Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Bereich der Bordstromversorgung und für den Antrieb in Deutschland gemeinsam mit den Akteuren der Industrie im Detail zu analysieren. Hier gilt es einen für die Marktfähigkeit notwendigen Reifegrad zu erreichen, abzusichern und eine Fahrzeugentwicklung sukzessive auch für den Schwerlastverkehr aufzubauen.

Schienerverkehr

Für den Ersatz von Dieseltriebwagen auf nicht elektrifizierten Schienenwegen insbesondere im Nahverkehr werden in Deutschland aktuell wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge entwickelt. Die Länder Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen haben ihre Absicht dokumentiert, entsprechende Fahrzeuge ab 2018 zu beschaffen. Die Erprobung erster Prototypen inklusive der hierfür – unter Berücksichtigung des Infrastrukturaufbaus für PKW und für den ÖPNV – notwendigen Betankungsinfrastruktur, die Entwicklung serientauglicher Antriebsysteme mit dem Ziel der Serienfertigung nach 2020 sowie die Bereitstellung erneuerbaren Wasserstoffs für diese Anwendung ist Bestandteil der Maßnahmen in diesem Programmbereich.

Schifffahrt

Brennstoffzellen für die Bordstromversorgung von Schiffen können dazu beitragen, die Emissionen in der Seeschifffahrt zu reduzieren. Der Einsatz kohlenstoffarmer Kraftstoffe in Kombination mit der hohen Effizienz der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) verspricht eine deutliche Verringerung der Luftschadstoff- (v.a. Schwefeloxide, Rußpartikel und Stickoxide) und CO₂-Emissionen. Die Ausstattung der Schiffe mit entsprechenden Brennstoffzellensystemen für die Bordstromversorgung bietet den heimischen Werften global einen Wettbewerbsvorteil. In der Binnenschifffahrt bieten Brennstoffzellen-Hybrid-Systeme für den Antrieb die Möglichkeit emissionsfreier Mobilität.

Luftfahrt

Die Luftfahrtbranche hat sich das Ziel gesetzt, ab 2020 ein CO₂-neutrales Wachstum und bis 2050 eine Reduktion der CO₂-Emissionen aus fossilen Kraftstoffen um 50 Prozent im Vergleich zu 2005 zu erreichen. Vor diesem Hintergrund entwickelt die deutsche Industrie gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft Brennstoffzellensysteme für die Bordstromversorgung insbesondere von Verkehrsflugzeugen für die Kurz- und Mittelstrecke sowie für den Antrieb von kleinen Passagierflugzeugen. Im laufenden NIP wurde bereits erfolgreich der Flug mit einem einmotorigen Flugversuchsträger (der mit einem Brennstoffzellensystem ausgestattet ist) demonstriert. Dies sind erste zuversichtliche Entwicklungen für einen emissionsfreien, elektrisch betriebenen Flugverkehr mit den Kernkomponenten Batterie- und Brennstoffzellen. Es muss jetzt darum gehen, hierfür in Deutschland auch die industrielle Basis aufzubauen.

Logistik

Im NIP werden Fördermöglichkeiten eröffnet, Logistik und Sonderverkehre auf Industriegebieten oder an Flughäfen emissionsfrei und wirtschaftlicher zu gestalten. So können z.B. Gabelstaplerflotten mit Brennstoffzellenantrieb und Wasserstoffversorgung im Mehrschichtbetrieb eine betriebswirtschaftlich interessante Option, die die Versorgung mit Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen beinhaltet, in der Warenwirtschaft und in Produktionsprozessen sein. Dies leistet auch einen Beitrag zur *Grünen Logistik*. Sonderfahrzeuge insbesondere an Einsatzorten wie Flughäfen können die Emissionen in diesen Einsatzkontexten deutlich reduzieren. In Bezug auf die Versorgung dieser Anwendungen mit Wasserstoff gilt es, Synergien mit der Versorgung der Bordstromsysteme in Flugzeugen zu realisieren.

Kraftstoffe

Strombasierte Kraftstoffe sind ein notwendiger Bestandteil des zukünftigen Kraftstoffportfolios für den Verkehrssektor. Strom kann direkt für aufladbare elektrisch betriebene Fahrzeuge, als Wasserstoff aus Elektrolyse für Brennstoffzellenfahrzeuge oder als Zwischenprodukt für synthetisches Erdgas und für synthetische flüssige Kohlenwasserstoffe genutzt werden. Die Analysen im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung führen zu der Erkenntnis, dass die Elektrolyse eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende im Verkehr ist. Gleichzeitig bieten zunehmende Elektrolyse-Kapazitäten die Möglichkeiten eines netzdienlichen Betriebs der Anlagen; sie stellen somit eine zusätzliche Flexibilitätsoption für einen Stromsektor mit hohen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energieeinspeisung dar.

Technologisch stellt daher im NIP die Entwicklung kostengünstiger und marktfähiger Elektrolyseure einen Schwerpunkt sowohl in der Forschung und Entwicklung als auch in der Auswertung der Ergebnisse vorhandener Demonstrationsanlagen dar. Hierbei sind neben der Kostenreduktion die besonderen Anforderungen in Bezug auf hohe System-Leistungen im Megawatt-Maßstab, hohe Dynamik und geringe Umwandlungsverluste im Sinne von Entwicklungszielen zu beachten.

Basierend auf den Erkenntnissen aus diesen Aktivitäten und unter Berücksichtigung der Ergebnisse auch aus anderen Initiativen wie z.B. der Forschungsinitiative Energiespeicher der Bundesregierung gilt es, ressortübergreifend den regulativen Rahmen für die Produktion und die Verwendung strombasierter Kraftstoffe an der Schnittstelle zwischen den Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Verkehr zu analysieren und ggf. – auch im Hinblick auf die einschlägigen Europäischen Richtlinien und deren Umsetzung in nationales Recht – aktiv zu gestalten.

Das Ziel der Bundesregierung ist hierbei die Absicherung dieses Technologiepfades im Hinblick auf seinen Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrs sowie das Schaffen der Voraussetzungen für einen hohen deutschen und europäischen Wertschöpfungsanteil in diesem global sehr dynamischen Industriezweig.

4.2. CO₂-arme und klimafreundliche Versorgung von Gebäuden und Industrieprozessen realisieren!

Brennstoffzellensysteme für stationäre Anwendungen zeichnen sich durch einen hohen Stromwirkungsgrad sowie durch einen hohen Gesamtwirkungsgrad auf Grund der Möglichkeit der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) aus. Je nach Leistungsklasse und Einsatzkontext unterscheidet man zwischen der Hausenergieversorgung mit Brennstoffzellenheizgeräten und industriellen bzw. gewerblichen KWK-Anlagen. Kommt als Brennstoff fossiles Erdgas zum Einsatz, lassen sich im Bereich der Hausenergieversorgung mindestens 30% CO₂ gegenüber einer konventionellen Versorgung mit Strom und Wärme einsparen. Möglich und perspektivisch sinnvoll ist auch die Verwendung von Wasserstoff oder synthetischem auf der Basis von erneuerbarem Strom. In diesen Fällen fällt die CO₂-Einsparung noch deutlich höher aus bzw. kann bis zu 100% betragen. Zusammengeschaltet können mehrere kleinere Anlagen als virtuelles – grundlastfähiges - Kraftwerk als eine zusätzliche Flexibilitätsoption gesteuert werden und somit zur Stabilisierung der Stromnetze beitragen. Fördermöglichkeiten im NIP 2 bestehen sowohl für die Hausenergieversorgung als auch für industrielle und gewerbliche KWK-Anlagen.

Hausenergieversorgung

In der ersten Phase des NIP wurde der erfolgreiche Nachweis der Marktreife von Brennstoffzellenheizgeräten für die Hausenergieversorgung erbracht. Das beteiligte Handwerk und die Nutzer äußerten sich im Hinblick auf Installation und Nutzung durchweg positiv zu dieser Technologie.

Im Rahmen der zweiten Phase des NIP werden die Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen zur Optimierung einzelner Komponenten der Brennstoffzelle sowie anderer Systemkomponenten fortgesetzt. Im Rahmen eines *Technologieeinführungsprogramms (TEP) - finanziert aus den Mitteln für das Anreizprogramm Energieeffizienz des BMWi* - werden zudem weitere Marktanreize umgesetzt, indem u.a. der Markthochlauf von hochinnovativen stationären Brennstoffzellen-Heizungen im kleinen Leistungsbereich ab voraussichtlich Ende 2016 durch ein befristetes und degressiv ausgelegtes Investitionszuschussprogramm gefördert wird. Durch diesen nachfrageorientierten Ansatz sollen die Stückzahlen gesteigert, die Kosten reduziert und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Technologie verbessert werden. Die Einbringung der NOW GmbH könnte technische und wirtschaftliche Meilensteine sicherstellen und ggf. Handlungsempfehlungen für weitere Forschung und Entwicklung ableiten. Gleichzeitig sollen auch erste Modellvorhaben im Bereich einer emissionsarmen Energieversorgung im Quartier mit stationären Brennstoffzellensystemen erprobt werden.

Gewerbliche und industrielle Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Für den Bereich der gewerblichen bzw. industriellen Nutzung von Brennstoffzellen KWK-Anlagen mit höheren Leistungen bis in den Megawattbereich setzt das BMWi seine Maßnahmen zur Forschung und Entwicklung mit dem Ziel der Systemoptimierung und der Kostenreduktion weiter fort. In einzelnen Demonstrationsprojekten konnten diese Systeme ihre Marktreife beweisen. Die Ressorts prüfen in ihren Zuständigkeiten die Möglichkeiten der Förderung von weiteren Demonstrationsvorhaben mit Modellcharakter, z.B. im Rahmen der Klimaschutz-Programme zur Stadt- bzw. Quartiersentwicklung.

Vor dem Hintergrund der günstigen Möglichkeit der Wärmeauskopplung bei Mittel- und Hochtemperaturbrennstoffzellen bietet sich deren Einsatz in größeren Gebäuden sowie in Industrieprozessen mit Strom- und Wärmebedarf ideal an. Diese Brennstoffzellensysteme können derzeit in einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung mit konventionellen verbrennungsmotorischen oder Gasturbinen-KWK-Anlagen nicht konkurrieren. Gemeinsam mit den beteiligten Akteuren gilt es zu prüfen, ob sich geeignete Förderinstrumente identifizieren lassen, um die Markteinführung dieser hocheffizienten Technologie zu unterstützen.

4.3. Kritische Infrastrukturen absichern!

Unterstützt durch die Vorhaben im laufenden NIP sowie durch die Vernetzung der Akteure über die NOW im *clean power net* (CPN) hat sich eine Branche entwickelt, die Brennstoffzellensysteme zur Absicherung kritischer Infrastrukturen sowie netzferne Stromversorgungssysteme entwickelt und anbietet. Gegenüber üblichen Batterie- oder Dieselgenerator-Systemen z.B. im Bereich der Telekommunikation, des Behördenfunks, der Verkehrstechnik, dem Energiesektor (z.B. für die Absicherung von Schaltanlagen in Umspannwerken im elektrischen Versorgungsnetz) sowie dem IT-Bereich bietet die Brennstoffzelle Laufzeit- bzw. Umweltvorteile. Neben dem Markt in Deutschland und Europa bietet sich für diese Branche, die u.a. durch junge Start-Up-Unternehmen geprägt ist, insbesondere im Exportbereich eine gute Möglichkeit für eine positive Geschäftsentwicklung. Für Entwicklungs- und Schwellenländer besteht die Möglichkeit, fehlende oder nur rudimentär vorhandene Infrastrukturen, z.B. im Bereich Energie und IT, auf Basis von Brennstoffzellen aufzubauen und so Investitionen in konventionelle und längerfristig wenig zukunftsfähige Infrastrukturen zu vermeiden.

Im Bereich der Forschung und Entwicklung fördert das BMWi die Weiterentwicklung der Systeme mit dem Fokus auf die Kostenreduktion sowie die Wasserstoff-Erzeugung und -Logistik (Verteilung, Speicherung). Darüber hinaus gilt es zu prüfen, inwieweit im Zusammenhang mit dem Ausbau der Breitbandnetze in Deutschland größere Demonstrationsvorhaben mit Modellcharakter umgesetzt werden können.

4.4. Zulieferindustrie entwickeln – Kostenziele erreichen!

Forschung und Entwicklung, Skaleneffekte in der Produktion und eine wettbewerbsfähige Zulieferindustrie sind die wesentlichen Faktoren zur Kostenreduktion. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche in Deutschland ist sowohl von Herstellern der Automobil- und der Heizungsindustrie als auch einer Reihe von Start-Up-Unternehmen sowie im Wesentlichen auch von einer mittelständisch strukturierten Zulieferindustrie geprägt.

Im Übergang von der Marktvorbereitung zur Markteinführung erster Produkte trägt die Zulieferindustrie ein besonders hohes Risiko. Bei zunächst ungewissen Stückzahlenszenarien ist weiterhin Forschung und Entwicklung insbesondere bei Stack- und -System-Komponenten für Brennstoffzellen und für die Elektrolyse in den verschiedenen Anwendungen inklusive der hierfür notwendigen Produktionsprozesse notwendig.

Unter Nutzung der wissenschaftlichen Kapazitäten in Deutschland, insbesondere im Bereich der angewandten Forschung und Entwicklung, sollen geeignete Strukturen und Fördermöglichkeiten geschaffen werden, um das selbst gesetzte Ziel der Industrie zu erreichen, die zentralen Systemkomponenten der Brennstoffzellen und der Elektrolyse in Deutschland herzustellen. Dies kann z.B. im Rahmen von Kompetenzzentren erfolgen, in denen sich themenspezifisch Akteure vernetzen und gemeinsame technische Infrastrukturen nutzen. Dies kann im Sinne einer Dienstleistung insbesondere für die Zulieferindustrie und zur Stärkung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit auch die Qualifizierung und einen internationalen Vergleich von Systemen und Komponenten beinhalten.

4.5. Stärken der Grundlagenforschung nutzen!

Im NIP standen bisher angewandte Forschungs- und Entwicklungsumfänge sowie Demonstrationsvorhaben im Fokus, die in der Fortsetzung in eine Markteinführung münden. Zusätzlich soll künftig auch Grundlagenforschung stärker an das Programm angebunden werden, um die nächste Generation von Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien vorzubereiten und ihr Potential bei der Umgestaltung des Energiesystems möglichst breit zu nutzen. Die technologische Entwicklung erfolgt in zunehmendem Maße in verschiedenen z. T. parallel laufenden Technologiegenerationen. Während die erste Generation bereits erste Schritte in die Marktumsetzung vollzieht, ist die zweite Generation in der Technologienentwicklung und die dritte in der Grundlagenphase. Daher ist die stärkere Einbindung der Grundlagenforschung mitentscheidend für eine erfolgreiche Technologieentwicklung und Technologieumsetzung. Fragestellungen gibt es hier sowohl bei den Brennstoffzellenstapeln als auch der Wasserstoffproduktion und -speicherung u.a. in den Bereichen der Materialforschung, der Elektrochemie und der Katalyse.

Im Bereich der institutionellen Forschungsförderung hat Deutschland eine weltweit anerkannte Forschungslandschaft¹, die die wesentlichen wissenschaftlichen und technologischen Felder im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie abdeckt. Im Rahmen der Zuständigkeiten des BMBF sowie der weiteren beteiligten Ressorts gilt es, diese zielorientiert mit der Projektförderung zu verzahnen, um Synergien zu laufenden Programmen zu nutzen und Erkenntnisse aus anwendungsnahen Erprobungen im NIP in die Bedarfsermittlung für Grundlagenforschung und zukünftige Programme einfließen zu lassen.

Im Bereich der projektspezifischen Förderung von Grundlagenforschung beabsichtigt das BMBF die Strukturen des NIP sowie die Expertise der NOW zu nutzen, um relevante Fragestellungen zu identifizieren, die dann in ressorteigenen Förder-Programmen und –initiativen berücksichtigt werden können.

4.6. Programm weiterentwickeln!

Die Maßnahmen des Zehnjahresprogramms werden kontinuierlich evaluiert. Grundlage für Anpassungen ist ein kontinuierlicher Prozess der Maßnahmenbewertung und Zielbetrachtung. Zur Mitte der Laufzeit wird der Status quo bewertet, um laufende Maßnahmen ggf. nachzujustieren oder neue anzustoßen.

¹ Hierzu zählen die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), die Max-Planck-Gesellschaft (MPG), die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. sowie Landesinstitute

5. Umsetzung aus einer Hand

Die *NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)* wurde mit dem Start des NIP als Programmgesellschaft der Bundesregierung gegründet. Sie koordiniert das ressortübergreifende NIP und agiert dabei an der Schnittstelle von Politik, Industrie und Wissenschaft. Im Zusammenhang mit der Umsetzung des NIP gehört zu den Aufgaben der NOW u.a. die Begleitung von Abstimmungen zwischen Programmbereichen der beteiligten Ressorts, eine branchenübergreifende Vernetzung der Akteure sowie die Verbreitung der Erkenntnisse z.B. in Workshops, Konferenzen, Publikationen und Handlungsleitfäden um diese einem breiteren Publikum zugänglich zu machen und weiteren Akteuren am Standort Deutschland den Einstieg in die Entwicklung der Technologien zu erleichtern. Über den Beirat der NOW sind Vertreter der unterschiedlichen Interessensgruppen in die strategische Begleitung des NIP eingebunden.

Diese Strukturen haben sich bewährt. Die NOW ist als zentraler Ansprechpartner für die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Branche in Deutschland anerkannt. Darüber hinaus hat sich die NOW auch als fachlicher Kooperationspartner europäischer und internationaler Forschungs- und Entwicklungsinstitute etabliert. Sie berät die Bundesregierung im Themengebiet und vertritt im Auftrag die Interessen der Bundesregierung in relevanten nationalen, europäischen und internationalen Gremien und Initiativen.

Im Einzelnen könnte die NOW folgende Aufgaben im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie übernehmen:

- Ressortübergreifende Programmkoordination der Maßnahmen des NIP zu Forschung, Entwicklung, Demonstration und Marktvorbereitung sowie Unterstützung der zuständigen Ressorts bei der Marktaktivierung relevanter Produkte im Verkehr sowie in stationären Anwendungen: Aktive Begleitung des Markthochlaufs, Ableiten von Handlungsempfehlungen und Erarbeiten von Vorschlägen für die programmatische Gestaltung von Maßnahmen der Marktaktivierung zu Themen und Anwendungen, die absehbar Marktreife erlangen (s. Kap. 4.);
- Beratung in der strategischen und programmatischen Gestaltung relevanter forschungs- und industriepolitischer Prozesse;
- nationaler Fach- und Informationsdienst für Wasserstoff-/Brennstoffzellentechnologien;
- Mitarbeit in Fachgremien auf europäischer und internationaler Ebene;
- Internationale Kooperation im Rahmen eines bi- und multilateralen Austauschs mit relevanten Programmen anderer Staaten;
- Kommunikation der Perspektiven und Auswirkungen der Technologien im Markt
 - gegenüber der Öffentlichkeit (Gestaltung und Durchführung politischer Dialoge und Förderung des brancheninternen Informationsaustauschs) und
 - in Bezug auf die Ergebnisse und Perspektiven des Programms.

6. Finanzierung

Mit dem Dokument „Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien – Tragende Säulen der Energiewende; Maßnahmenkatalog zur Fortsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (September 2015) erklären die Vertreter der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche in Deutschland aus Industrie und Wissenschaft ihre Bereitschaft, in den nächsten zehn Jahren mehr als 2 Mrd. Euro in die Forschung und Entwicklung sowie in den Markthochlauf von entsprechenden Produkten zu investieren.

Nach Prüfung der Industrieanmeldungen zum Förderbedarf ergibt sich daraus ein belastbares Fördervolumen von bis zu 1,4 Mrd. Euro. Die Bundesregierung beabsichtigt die in Kap. 4 aufgeführten Inhalte und Maßnahmen im Rahmen der den jeweiligen Ressorts zur Verfügung stehenden einschlägigen Programme zu fördern. Daraus ergeben sich ca. 40% der Mittel für Forschung, Entwicklung, Demonstration und Marktvorbereitung und ca. 60% für jeweils zeitlich begrenzte unterstützende Maßnahmen der Marktaktivierung.

Die einzelnen Ressorts beabsichtigen damit, einen stabilen Förderrahmen über die Zeit von zehn Jahren bis 2026 zu gewährleisten. Die tatsächlich verfügbaren Mittel ergeben sich aus den jeweiligen Haushaltsansätzen der Ressorts für die einschlägigen Programme.

Zusammenfassung und Fazit

Die Bundesregierung gibt mit dem vorliegenden Regierungsprogramm einen Überblick über die ressortübergreifende Fortführung des *Nationalen Innovationsprogrammes Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* (NIP).

Mit dem Ziel der Markteinführung von wettbewerbsfähigen Produkten durch die Industrie bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts legt die Bundesregierung dar, wie sie beabsichtigt, bis 2026 **Forschung und Entwicklung** sowie Maßnahmen zur **Marktaktivierung** im Bereich von Wasserstoff und Brennstoffzellen zu unterstützen.

Das Programm identifiziert geplante Handlungsfelder. Die einzelnen Themen werden gemäß den Zuständigkeiten mit Haushaltsmitteln der jeweiligen Bundesressorts aufgegriffen. Die programmatische Koordinierung unter den Ressorts erfolgt unter Einbindung der NOW GmbH als gemeinsame Programmgesellschaft. Den Vorsitz des Aufsichtsrates der NOW GmbH übernimmt weiterhin das BMVI.

Die Bundesregierung gestaltet durch die Fortsetzung des NIP aktiv einen technologischen Innovationsprozess für die Energiewende. Sie setzt gezielte Anreize, um die Lücke zwischen Forschung und Entwicklung und dem Markt zu schließen. Die Industrie wird dadurch in die Lage versetzt, den Markthochlauf innovativer Technologien für ein effizientes und auf erneuerbaren Energien basierendes Energiesystem und für eine nachhaltige Mobilität zügig voranzutreiben.