

Fortsetzung des  
Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und  
Brennstoffzellentechnologie (NIP)  
2016 – 2026



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Maßnahmen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) als Beitrag  
zur Entwicklung nachhaltiger Mobilität

# Inhaltsverzeichnis

- 1. *Einleitung*..... 3
- 2. *Straßenverkehr*..... 5
- 3. *Schienenverkehr*..... 8
- 4. *Schifffahrt* ..... 9
- 5. *Luftfahrt* ..... 9
- 6. *Logistik und Sonderanwendungen* ..... 10
- 7. *Strombasierte Kraftstoffe (Wasserstoffproduktion)* ..... 10

## **1. Einleitung**

Das vorliegende Dokument dient der inhaltlichen Unterlegung des Förderprogramms des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) zur Fortsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) ab 2016.

Unter Berücksichtigung des Maßnahmenkatalogs der beteiligten Branchen sowie des Nationalen Entwicklungsplans zum NIP des Beirats der NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) werden in dem vorliegenden Papier die Maßnahmen des BMVI im Rahmen der Fortsetzung des NIP detailliert. Das Förderprogramm des BMVI zur Fortsetzung des NIP ist ein Baustein des ressortübergreifenden Regierungsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016 - 2026.

### **1.1 Hintergrund**

Das NIP wird seit 2007 als ressortübergreifendes Programm gemeinsam mit der Industrie und der Wissenschaft umgesetzt. Das BMVI trägt mit 500 Mio. Euro im Zeitraum von 2007 bis 2016 maßgeblich hierzu bei. Entsprechend der Abstimmung zwischen den Ressorts fördert das BMVI dabei derzeit im Wesentlichen Maßnahmen zur Alltagserprobung von Gesamtsystemen mit diesen Technologien in mobilen und in stationären Anwendungen. Die Koordination der einzelnen Maßnahmen und Vorhaben obliegt der NOW GmbH auf der Basis des gemeinsam mit Industrie und Wissenschaft erarbeiteten und an die jeweiligen Gegebenheiten angepassten Entwicklungsplans.

Die Zielstellung des NIP war bisher die Marktvorbereitung entsprechender Technologien. Das langfristig auf zehn Jahre angelegte Programm konnte dazu beitragen, dass auf der Basis stabiler Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten in Deutschland eine international wettbewerbsfähige Industriebranche entstanden ist. Insbesondere mit den Mitteln des BMVI konnte in den vergangenen Jahren die Lücke zwischen Forschung und Entwicklung einerseits und dem Markt andererseits geschlossen werden.

Mit der nun beginnenden Markteinführung von Brennstoffzellenprodukten sowie mit dem Beginn des Aufbaus einer Wasserstoffinfrastruktur für den Verkehr gilt es jetzt, das NIP neu auszurichten. Kontinuität bei Forschung, Entwicklung und Innovation (FuEul), u.a. zur Kostenreduzierung oder Erhöhung der Praxistauglichkeit, ist dabei ebenso notwendig wie die anwendungsbezogene Marktaktivierung. Nur mit einer weiterhin gemeinsamen Anstrengung aller Akteure lässt sich das Ziel erreichen, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts wettbewerbsfähig im Verkehrssektor und im Energiemarkt zu etablieren.

Im Beirat der NOW GmbH wurde von Vertretern der Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche aus Industrie und Wissenschaft in Deutschland ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Dieser beschreibt die zur Fortsetzung des NIP aus der Branchensicht notwendigen inhaltlichen Schwerpunkte für die nächsten zehn Jahre verbunden mit anwendungsspezifischen Meilensteinen zur Steuerung und Erfolgskontrolle des Gesamtprogramms. Die Bundesregierung hat unter der Federführung des BMVI ein ressortübergreifendes Regierungsprogramm zur Fortsetzung des NIP bis 2026 erstellt. Darin wird die weitere Unterstützung des NIP durch die Bundesregierung sowie das gemeinsame Vorgehen verankert.

## **1.2 Zuständigkeit des BMVI**

Für die Fortsetzung des NIP sind Haushaltsmittel des BMVI eingestellt. Mit einem Aufwuchs von derzeit gut 50 Mio. Euro pro Jahr auf mehr als 80 Mio. Euro in 2018 wird das BMVI der Notwendigkeit gerecht, neben FuEul-Maßnahmen auf dem derzeitigen Niveau zukünftig auch – entsprechend dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung – die Marktaktivierung zu unterstützen. Innerhalb der vielfältigen im NIP verankerten FuEul-Maßnahmen ist das BMVI für die marktvorbereitende Demonstration, Erprobung und forschungsgebundene Innovation zuständig und knüpft damit in enger Abstimmung an die Aktivitäten der angewandten Forschung und technischen Entwicklung des BMWi an. Das BMVI setzt einen inhaltlichen Schwerpunkt seiner Maßnahmen dabei auf die Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehrssektor. Weitere Vorhaben zur Alltagserprobung innovativer Gesamtsysteme, auch in anderen Anwendungssegmenten, können in enger Abstimmung mit anderen Ressorts ebenfalls unterstützt werden.

## **1.3 Zielstellung**

Die Maßnahmen des BMVI im Rahmen der Fortsetzung des NIP zielen darauf ab, Mobilität mit Wasserstoff- und Brennstoffzellen in den nächsten zehn Jahren wettbewerbsfähig im Markt zu etablieren. Dies beinhaltet fahrzeugseitige Technologien und Systeme ebenso wie die jeweils notwendige Kraftstoffinfrastruktur. Komplementär zu dem Programm der Elektromobilität mit Batterien sowie weiteren Maßnahmen zur Umsetzung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) verfolgt das BMVI somit einen technologieoffenen Ansatz zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors.

Das vorliegende Dokument beschreibt die anwendungsorientierten Ziele und Maßnahmen in den Bereichen Straße, Schiene, Wasser und Luft sowie in Sonderanwendungen. Hierbei werden jeweils sowohl FuEul-Vorhaben als auch solche zur Marktaktivierung angesprochen. In der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen gilt es analog zu den Leuchtturmstrukturen des laufenden NIP die Vernetzung der Akteure über Industriebranchen hinweg, z.B. im Rahmen von Innovationsclustern, sicherzustellen, so dass auch weiterhin übergeordnete Fragestellungen, flankiert durch eine unabhängige wissenschaftliche Begleitforschung, gemeinsam bearbeitet werden. Dieses Vorgehen ermöglicht eine frühzeitige Identifizierung weiterer technischer Optimierungspotenziale sowie die Entwicklung und Definition geeigneter Rahmenbedingungen zur Unterstützung des Markthochlaufs.

Entsprechend dem industriepolitischen Charakter des NIP gilt es im Rahmen der einzelnen Maßnahmen, die Wertschöpfung in Deutschland und in Europa im Technologiefeld von Wasserstoff- und Brennstoffzellen aufzubauen und zu stärken – dies erfordert insbesondere eine international wettbewerbsfähige Zulieferindustrie. Dies gilt insbesondere für Schlüsselkomponenten wie Brennstoffzellen-Stack oder Elektrolyse. In diesem Zusammenhang kommt auch der Aus- und Weiterbildung eine übergeordnete Rolle zu.

Die Koordination des Gesamtprogramms sowie die Umsetzung der Maßnahmen des BMVI im Bereich der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und zur Unterstützung des Markthochlaufs erfolgt über die NOW GmbH. Kapitel 2 gibt den Rahmen für die Ausgestaltung der Mittelverwendung in Bezug auf die einzelnen Anwendungen einerseits sowie in Bezug auf „Forschung, Entwicklung und Innovation“ und „Marktaktivierung“ andererseits.

## 2. Straßenverkehr

### 2.1 PKW

**Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle ist ein elementarer Bestandteil nachhaltiger Mobilität. Mit dem NIP verfolgt das BMVI das Ziel, Brennstoffzellenautos als Teil des zukünftigen Fahrzeugportfolios zu etablieren.**

*Forschung, Entwicklung und Innovation / Alltagserprobung:*

Brennstoffzellenfahrzeuge weisen bereits eine marktfähige technische Leistungsfähigkeit und Lebensdauer auf. Sie bedürfen jedoch noch weiterer Optimierung, insbesondere um wettbewerbsfähige Herstellungskosten zu erreichen. Hierzu tragen Skaleneffekte durch höhere Stückzahlen bei. Zusätzlich ist aber auch die Weiterentwicklung kostengünstiger Materialien für die unterschiedlichen Stack- und System-Komponenten sowie eine optimierte Systemtechnik notwendig.

Der Brennstoffzellen-Stack stellt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselkomponente dar. Zur Sicherstellung der Wertschöpfung in Deutschland und in Europa gilt es, insbesondere die Zulieferindustrie zu entwickeln und zu stärken. Der Einbindung der öffentlich geförderten Forschungslandschaft in den industriellen Entwicklungsprozess kommt vor diesem Hintergrund eine besondere Bedeutung zu. Dies umfasst die Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur für innovative Fertigungstechnologien, die Qualifizierung von Komponenten und den internationalen Austausch und Benchmark als Basis für eine wissenschaftlich-technische Bewertungskompetenz sowie für das Erkennen von weltweiten Technologietrends. Somit wird auch eine wissenschaftlich-technische Grundlage für internationale Standardisierung geschaffen.

Spezifische Kostenziele für Brennstoffzellensysteme im PKW:

| <i>Jahr</i>  | 2018   | 2020   | 2023    |
|--|--------|--------|---------|
| <i>Systemkosten in Euro pro Kilowatt</i>                 | < 150  | < 100  | < 75    |
| <i>bei kumulierten Stückzahlen über den Lebenszyklus</i> | 20.000 | 50.000 | 100.000 |

Die Arbeiten zu Komponenten, Systemen, Fertigungstechnologien etc. für den Brennstoffzellenantrieb sind auf diese Kostenziele hin auszurichten. Eine unabhängige Evaluierung im Sinne einer Erfolgskontrolle ist zum jeweiligen Zeitpunkt durchzuführen.

Erhebliche Kostenreduktionen sind zudem für das Tanksystem zu identifizieren. Dabei liegt der Fokus auf der Druckgasspeicherung bei bis zu 700 bar (unter Standardbedingungen). Alternative Speichersysteme wie z.B. der Kryodruckspeicher werden parallel weiterentwickelt, wobei Synergien zum Aufbau der 700 bar-Tankstelleninfrastruktur zu berücksichtigen sind.

*Marktaktivierung*

Das BMVI verfolgt das Ziel, den Markthochlauf für Elektrofahrzeuge auch in Deutschland zu befördern. Es prüft daher weitere Instrumente, die dieses Ziel für Batterie- und für

Brennstoffzellenfahrzeuge adressieren. Im Sinne eines technologieoffenen Ansatzes berücksichtigen die bereits vorhandene Kraftfahrzeug-Steuerbefreiung und die Kaufanreizprämie für Elektrofahrzeuge sowie das Elektromobilitätsgesetz sowohl Batterie- als auch Brennstoffzellenfahrzeuge. Hinsichtlich des bereits geregelten Nachteilsausgleichs bei der Dienstwagenbesteuerung durch Berücksichtigung der Batterie besteht noch Anpassungsbedarf. Das BMVI prüft, inwieweit auch Brennstoffzellenfahrzeuge mit ihrem Energiespeicher von dieser Regelung profitieren können.

## **2.2 Wasserstoffinfrastruktur**

**Der Ausbau eines Wasserstoff-Tankstellennetzwerks ist Voraussetzung für die Markteinführung von Brennstoffzellenautos. Das BMVI unterstützt den Aufbau in der Hochlaufphase mit dem Ziel einen entsprechenden Markt in Deutschland und in Europa zu etablieren.**

### *Forschung, Entwicklung und Innovation*

Die Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen mit Wasserstoff erfolgt heute im Rahmen von durch Bund und Länder geförderter Forschungs- und Entwicklungsvorhaben an ausgesuchten öffentlich zugänglichen Tankstellen – sicher und innerhalb weniger Minuten. Im Rahmen des laufenden NIP wird das 50-Tankstellenprogramm umgesetzt; ab 2016 stehen in den Metropolregionen Berlin, Hamburg, Rhein-Ruhr, Frankfurt, Stuttgart und München erste Tankstellen-Netze zur Verfügung die durch sog. Korridortankstellen entlang der Bundesfernstraßen ergänzt werden, um somit eine deutschlandweite Mobilität mit Wasserstoff zu ermöglichen. Aus der Erprobung dieser innovativen Wasserstoff-Tankstellen heraus sind begleitende FuEul-Themen wie z.B. eine eichfähige Mengenmessung des Wasserstoffs an der Zapfsäule, die Festschreibung einer geeigneter Wasserstoffqualität oder die Tankstellenverfügbarkeit identifiziert worden. Diese Themen werden neben der weiteren Kostensenkung insbesondere durch geeignete Komponentenentwicklung (Verdichter, Speicher, etc.) sowie durch Standardisierung der Gesamtanlagen im Rahmen der Fortsetzung des NIP betrachtet.

### *Marktaktivierung*

Seit 2009 engagieren sich die Infrastrukturfirmer der Öl- und Gase-Industrie gemeinsam mit der Automobilindustrie unter Einbezug der öffentlichen Hand vertreten durch die NOW GmbH insbesondere in der H2-Mobility Deutschland Initiative, um den Ausbau eines kommerziellen Tankstellennetzwerks vorzubereiten und umzusetzen. Neben der Förderung durch das NIP wurden komplementär hierzu bereits erfolgreich Fördermittel aus Programmen der Europäischen Kommission eingeworben. Das BMVI wird gemeinsam mit allen betroffenen Akteuren die Pläne für eine Basisabdeckung zur Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen konkretisieren.

Es gilt, den Aufbau der notwendigen Tankinfrastruktur mit dem Hochlauf der Fahrzeugzahlen zu synchronisieren. In diesem Zusammenhang sind u.a. weitere Kriterien zu definieren, wie der Ausbau eines Tankstellennetzwerks in dieser nicht wirtschaftlichen Phase des Hochlaufs mit öffentlichen Mitteln gefördert werden kann. Diese beinhalten z.B. eine verbindliche Verabredung in Bezug auf die Senkung der CO<sub>2</sub>-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 trans-European transport network (TEN-T), das Erreichen zu definierender technischer Ziele (z.B. Verfügbarkeit) und die Einhaltung technischer Standards, das Erreichen definierter Kostenziele, ein diskriminierungsfreier Zugang sowie ein einheitlicher Abrechnungsprozess.

Die Maßnahmen und Aktivitäten im NIP sind die Basis für die Umsetzung des nationalen Strategierahmens im Kontext der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

## 2.3 Busse

**Brennstoffzellenbusse tragen zur Emissionsminderung insbesondere in Innenstädten und Ballungsräumen bei. Mit dem NIP unterstützt das BMVI die Betreiber des öffentlichen Personennahverkehrs in der Einführungsphase erster Flotten.**

*Forschung, Entwicklung und Innovation / Alltagserprobung:*

Brennstoffzellenbusse werden heute in geringen Stückzahlen im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in mehreren Städten erfolgreich erprobt. Für einen breiteren Einsatz sind allerdings weitere Kostenreduktionen zu erzielen.

Kostenziele für Brennstoffzellenstadtbusse (12 m):

| <i>Jahr</i>                       | 2016<br>(status quo) | 2020      | 2025      |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| <i>Anschaffungskosten in Euro</i> | 900.000              | < 550.000 | < 510.000 |

Für die nächste Generation von Bussen kommt zu den Kostenzielen noch die Notwendigkeit, die Zuverlässigkeit der Systeme weiter zu steigern. Hierzu können spezifische FuEul-Aktivitäten insbesondere zur Systementwicklung und -erprobung gefördert werden. Dies beinhaltet u.a. die Hybridisierung von Brennstoffzellenbussen mit größeren Batterien (u.a. Range-Extender-Konzepte) oder auch der Einsatz kostengünstiger PKW-Brennstoffzellen in entsprechend angepassten Bussystemen.

*Marktaktivierung*

Das BMVI beabsichtigt, Anreize zu schaffen, um interessierten Städten bzw. Verkehrsverbänden ggf. komplementär zu Fördermöglichkeiten der Europäischen Kommission die Beschaffung und den Betrieb von Brennstoffzellenflotten der nächsten Generation zu ermöglichen. Hierzu werden Möglichkeiten geprüft, über die Zeit degressive Investitions- und/oder Betriebszuschüsse abhängig vom Erreichen spezifischer Technologieziele (z.B. Zuverlässigkeit) und Kostenziele zu gewähren. Dabei ist zu klären, ob diese ggf. auch Kosten

für die Ausstattung von Werkstätten, die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften sowie den Aufbau der erforderlichen Betankungsinfrastruktur inklusive der lokalen Erzeugung des Wasserstoffs beinhalten können.

## **2.4 Brennstoffzellen in Nutzfahrzeugen**

Grundsätzlich bieten Lieferverkehre insbesondere 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 in der Bordstromversorgung und für den Antrieb in Deutschland gemeinsam mit den Akteuren der Industrie im Detail zu analysieren. Hier gilt es zunächst im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben einen für die Marktfähigkeit notwendigen Reifegrad zu erreichen und abzusichern.

### *Vernetzung/Innovationscluster*

Die vielfältigen FuEul-Tätigkeiten der beteiligten Akteure im Straßenverkehr erfordern auch in Zukunft einen organisierten branchenübergreifenden Erfahrungsaustausch, wie er derzeit z.B. in der Clean Energy Partnership (CEP) praktiziert wird. Hierzu sind im Sinne eines Innovationsclusters entsprechende übergeordnete Strukturen fortzusetzen bzw. neu zu etablieren.

## **3. Schienenverkehr**

**Schienengebundene Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieben bieten die Möglichkeit, nicht elektrifizierte Strecken insbesondere im Nahverkehr in Zukunft emissionsfrei zu bedienen. Das BMVI unterstützt die Entwicklung, Erprobung und Einführung entsprechender Systeme.**

Erste Prototypen von brennstoffzellenbetriebenen Schienenfahrzeugen werden im laufenden NIP entwickelt und gefertigt. Diese sollen nach der Zulassung Anfang 2018 in den öffentlichen Probetrieb gehen; die erforderliche großvolumige Wasserstoffinfrastruktur wird entsprechend aufgebaut und validiert. Für den Brennstoffzellenantrieb werden dabei erprobte Komponenten aus dem Straßenverkehr genutzt. Daran sollen sich ab 2018 der Infrastruktur-Ausbau und die Fertigung von 50 Schienenfahrzeugen zum Betrieb in mehreren Bundesländern ab 2020 anschließen. Die volle Serienproduktion und Vermarktung auch außerhalb Deutschlands ist ab 2022 geplant.

Das BMVI unterstützt die Entwicklung eines schienentauglichen Antriebssystems, den Aufbau und die Validierung der Betankungsinfrastruktur für den Schienenverkehr, unter der Berücksichtigung von Synergien zu anderen Wasserstoffbetankungsinfrastrukturen, die Validierung der Prototypfahrzeuge, die Zulassung der Fahrzeuge nach Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, den Aufbau der Vorserien- und später Serienproduktion sowie die wissenschaftliche und technische Begleitung des öffentlichen Probetriebs.



#### **4. Schifffahrt**

**Brennstoffzellensysteme für die Bordstromversorgung und/oder für den Antrieb auf Schiffen reduzieren die schiffgebundenen Emissionen insbesondere in Häfen erheblich. Mit dem Ziel, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Schiffsindustrie zu stärken unterstützt das BMVI die Entwicklung und Erprobung dieser Systeme.**

Maritime Anwendungen in der Schifffahrt, insbesondere die Bordstromversorgung großer Schiffe mit Strom, Wärme und ggf. Kühlung sowie Antriebssysteme kleinerer Schiffe, stellen ein aussichtsreiches Marktumfeld für Brennstoffzellensysteme dar, das im Rahmen des NIP von Werften, Reedereien, Brennstoffzellenherstellern, Zulieferern und Klassifikationsgesellschaften bereits intensiv bearbeitet wird. Neben technischen Entwicklungsarbeiten wurden bereits Fragen der Wirtschaftlichkeit, des sicherheitstechnischen Standards, der Markteinführungsstrategie sowie der Klimaschutzeffekte geklärt. Darauf aufbauend sind weitere Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsaktivitäten notwendig, um die uneingeschränkte Marktfähigkeit in skalierbaren Brennstoffzellen-Modulen zu erreichen. Die Arbeiten konzentrieren sich dabei auf die Bordstromversorgung von Kreuzfahrt- und Spezialschiffen mit alternativen Kraftstoffen wie schwefelarmer Diesel, Erdgas oder Methanol sowie Hybridantriebe für Flusskreuzfahrtschiffe, Fähren etc.

Die Weiterentwicklung und Alltagserprobung der Brennstoffzellensysteme im maritimen Umfeld und die Vorbereitung des Markteintritts erfordert im Bereich der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen die Entwicklung von Vorschlägen für internationale Standards und Richtlinien sowie die Entwicklung von entsprechenden Genehmigungsprozeduren. Im Rahmen der International Maritime Organization (IMO) werden aktuell die Voraussetzungen für die Zulassung von Brennstoffzellen in Schiffen einschließlich der Brennstoffe für alle internationalen Häfen geschaffen. Bordseitig sind Brennstoffzellen eine optimale Alternative zu der wirtschaftlich oft kritischen Landstromversorgung sowie ein relevanter Beitrag zur Verringerung der Luftverschmutzung in Hafenstädten. Dieses gilt genauso für Hauptantriebe von Fähren oder Flusskreuzfahrtschiffen.

Die Vernetzung der Akteure im derzeitigen NIP-Leuchtturm E4ships soll in angepasster Form fortgeführt werden.

#### **5. Luftfahrt**

**Brennstoffzellensysteme für die Bordstromversorgung insbesondere von Verkehrsflugzeugen für die Kurz- und Mittelstrecke sowie für den Antrieb von kleinen Passagierflugzeugen bieten das Potenzial zu deutlicher CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Luftfahrtbranche. Das BMVI unterstützt diese Entwicklungen im NIP.**

Die deutsche Industrie entwickelt gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft Brennstoffzellensysteme für die Luftfahrt. Im laufenden NIP wurde bereits erfolgreich der Flug mit einem einmotorigen Flugversuchsträger, der mit einem Brennstoffzellensystem ausgestattet ist, demonstriert. Nachdem die Luftfahrtforschung im BMWi ausläuft, konzentriert sich das BMVI in diesem Bereich auf die Unterstützung der Entwicklung zunächst von Demonstrationsmustern und in der Folge von entsprechenden marktfähigen Produkten.

Die Zielsetzung für die geplanten Maßnahmen bei der Bordstromversorgung und beim Hauptantrieb (10- bis 50-Sitzer) liegt auf der Entwicklung marktfähiger Produkte. Des Weiteren ist der mögliche Beitrag der neuen Technologie zur Reduzierung von Lärm- und Schadstoffemissionen im Flughafenumfeld zu analysieren. Eine erste Demonstration im täglichen Linienbetrieb ist nicht vor 2025 zu erwarten.

## **6. Logistik und Sonderanwendungen**

**Sonderfahrzeuge sind mit Brennstoffzellensystemen effizient und lokal emissionsfrei zu betreiben. Das BMVI sichert mit der Förderung bei diesen Anwendungen den technologischen Reifegrad für eine Wettbewerbsfähigkeit im Markt.**

Das NIP kann die Möglichkeiten fördern, Logistik und Sonderverkehre z.B. in 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, Ground Handling Systeme und Systeme zur Stromversorgung am Boden (Ground Power Unit (GPU)) insbesondere an Einsatzorten wie Flughäfen oder in anderen kritischen Infrastrukturen können die Emissionen in diesen Einsatzkontexten deutlich reduzieren.

Das Ziel der Maßnahmen des BMVI in diesem Anwendungsportfolio von Brennstoffzellensystemen ist die Absicherung eines technologischen Reifegrades für die Wettbewerbsfähigkeit im Markt. Darüber hinaus gilt es zu prüfen, inwieweit größere Demonstrationsvorhaben mit Modellcharakter umgesetzt werden können. Gemeinsam mit den Akteuren der Industrie (Anbieter und Nutzer) sollen geeignete Instrumente analysiert und geprüft werden, die insbesondere die notwendigen Skaleneffekte im inländischen Markt berücksichtigen.

Eine Vernetzung der Akteure in anwendungsspezifischen Kontexten im Rahmen von entsprechenden Innovationsclustern schafft eine Plattform für eine gemeinsame Marktentwicklung. Dies existiert bereits über das „Clean Power Net“ im Bereich kritischer Infrastrukturen. Die Nutzungspotenziale im Logistikbereich inklusive CO<sub>2</sub>-freier Produktionsstätten („Clean Intralogistics Net“) bieten neue Verwertungsmöglichkeiten, wenn es gelingt, Anbieter und Betreiber zusammen zu bringen.

## **7. Strombasierte Kraftstoffe (Wasserstoffproduktion)**

**Wasserstoff aus erneuerbaren Energien – insbesondere aus Wind- oder Fotovoltaik-Strom – ist ein unverzichtbarer Pfeiler für das zukünftige Kraftstoffportfolio im Verkehr. Mit dem Ziel dieses Technologiefeld in Deutschland und in Europa zu etablieren unterstützt das BMVI die Kommerzialisierung der Elektrolyse.**

Strombasierte Kraftstoffe sind ein notwendiger Bestandteil des zukünftigen Kraftstoffportfolios für den Verkehrssektor. Darunter fällt Strom unmittelbar für die Ladeinfrastruktur für aufladbare

Elektrofahrzeuge bzw. Wasserstoff aus der Elektrolyse für Brennstoffzellenfahrzeuge oder als Zwischenprodukt für synthetische Gase und für synthetische Flüssigkraftstoffe.

*Forschung, Entwicklung und Innovation*

Die Entwicklung kostengünstiger und marktfähiger Elektrolyseure stellt technologisch im NIP einen Schwerpunkt in der Forschung und Entwicklung inklusive einer großmaßstäblichen Erprobung dar. Hierbei sind neben der Kostenreduktion die besonderen Anforderungen in Bezug auf hohe System-Leistungen im Megawatt-Maßstab, hohe Dynamik und geringe Umwandlungsverluste zu beachten.

Die Industrialisierung von entsprechenden Elektrolyse-Anlagen setzt entsprechende Stack-Technologie und -Verfügbarkeit voraus. Analog zu Brennstoffzellen-Stacks ist es das Ziel, die entsprechende Wertschöpfung in Deutschland und in Europa zu entwickeln und zu stärken.

Kostenziele für Elektrolyseanlagen:

| <i>Jahr</i>   | 2018    | 2021  | 2025  |
|---|---------|-------|-------|
| <i>Investitionskosten (System) in Euro pro Kilowatt</i>                                   | < 1.000 | < 800 | < 600 |
| <i>Wasserstoffproduktionskosten in Euro pro Kilogramm<br/>(aus erneuerbaren Energien)</i> | < 6     | < 4   |       |

*Marktaktivierung*

Ein stabiler regulativer Rahmen für die Produktion und die Verwendung strombasierter Kraftstoffe an der Schnittstelle zwischen den Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Verkehr ist Voraussetzung für die Industrialisierung von entsprechenden Elektrolyseanlagen. Das Ziel des BMVI ist die Absicherung dieses Technologiepfades im Hinblick auf seinen Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrs sowie die Schaffung der Voraussetzungen für einen hohen deutschen und europäischen Wertschöpfungsanteil in diesem global sehr dynamischen Industriezweig.