

Evaluierung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase 1

(2006 bis 2016)

Im Auftrag von:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

November 2017



Impressum

Im Auftrag des BMVI und BMWi

Durchgeführt von McKinsey & Company, Inc.

Koordiniert durch NOW

Projektadministration und wissenschaftliche Begleitung durch PTJ

Zusammenfassung der Evaluations- ergebnisse

Übersicht

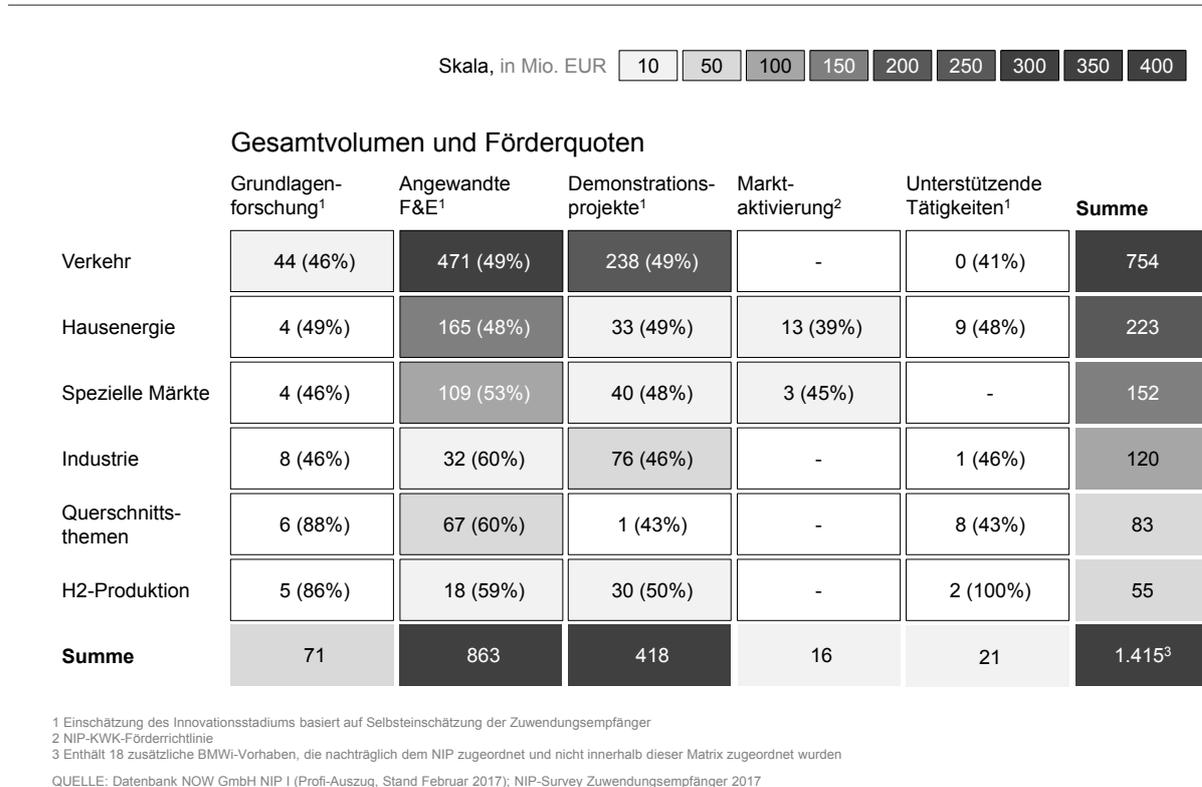
Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) wurde 2006 in Deutschland gemeinsam von Politik, Industrie und Wissenschaft ins Leben gerufen. Es verfolgt drei Ziele:

- Sicherung der Technologieführerschaft Deutschlands
- Beschleunigung der Marktentwicklung
- Aufbau von Wertschöpfungsketten.

Zwischen 2006 und 2016 haben das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und

das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Fördermittel in Höhe von 710 Mio. EUR an rund 750 F&E-Vorhaben vergeben (siehe Abbildung 1). Diese haben darüber hinaus weitere 690 Mio. EUR an Eigenmitteln und 20 Mio. EUR an Drittmitteln¹ investiert. Da das NIP einen anwendungsübergreifenden Ansatz verfolgte, wurden Vorhaben aus den Bereichen Wasserstoffproduktion, Verkehr, Hausenergie, Industrie und spezielle Märkte sowie Querschnittsthemen gefördert. Insgesamt haben ca. 240 Industrieunternehmen sowie 50 Forschungs- und Bildungsinstitute und öffentliche Körperhaften Mittel aus dem NIP erhalten.

Abbildung 1: Im Rahmen des NIP wurden ~1,4 Mrd. EUR investiert



1 Drittmittel beziehen sich auf finanzielle Mittel in den geförderten Vorhaben, die nicht aus NIP oder privaten Investitionen der Unternehmen kommen

Neben der Vergabe von Fördermitteln hat das NIP die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzelle-Industrie durch koordinierende, vernetzende und öffentlichkeitswirksame Aktivitäten unterstützt. Dazu wurde eine Programmgesellschaft, die NOW, gegründet, die durch einen Beirat aus Politik, Industrie und Wissenschaft gesteuert wurde. Für vier Anwendungsbereiche der Technologie (Verkehr, Hausenergie, Schiffe und die unterbrechungsfreie Stromversorgung) wurden so genannte „Leuchttürme“ eingerichtet – Strukturen, innerhalb deren die Stakeholder des Bereichs vernetzt, Forschungsprojekte konzipiert und Öffentlichkeitsarbeit koordiniert wurden.

Mit dem NIP und den Förderungen der EU für die Initiative Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) verfügt Deutschland nach Japan und den USA über das weltweit drittgrößte Förderprogramm für F&E im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Internationale Experten und Förderprogramme stufen das NIP als Vorbildprogramm ein, auch dank seiner strategischen Bedeutung und seiner öffentlich-privaten Struktur. Bei der Marktentwicklung hingegen konnten Japan, die USA und die skandinavischen Länder bislang stärkere Akzente setzen, vor allem durch regulatorische Maßnahmen wie z.B. Quoten und hohe Kaufprämien.

Methodik

Phase 1 des NIP von 2006 bis 2016 wurde zwischen Februar und September 2017 im Auftrag des BMVI gemeinsam mit dem BMWi evaluiert. Im Mittelpunkt standen die Evaluierung der Fördervorhaben (Was wurde gefördert und damit erreicht?), die Programmumsetzung (Wie wurde gefördert?) und der Kontext (Wo steht Deutschland heute in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie?).

Die Evaluierung wurde auf Basis von ex post entwickelten Indikatoren durchgeführt. Diese wurden, wo möglich, im Kontext internationaler Ziele (z.B. für die Technologieentwicklung mit jenen des US-amerikanischen Department of Energy (DoE)) verglichen.

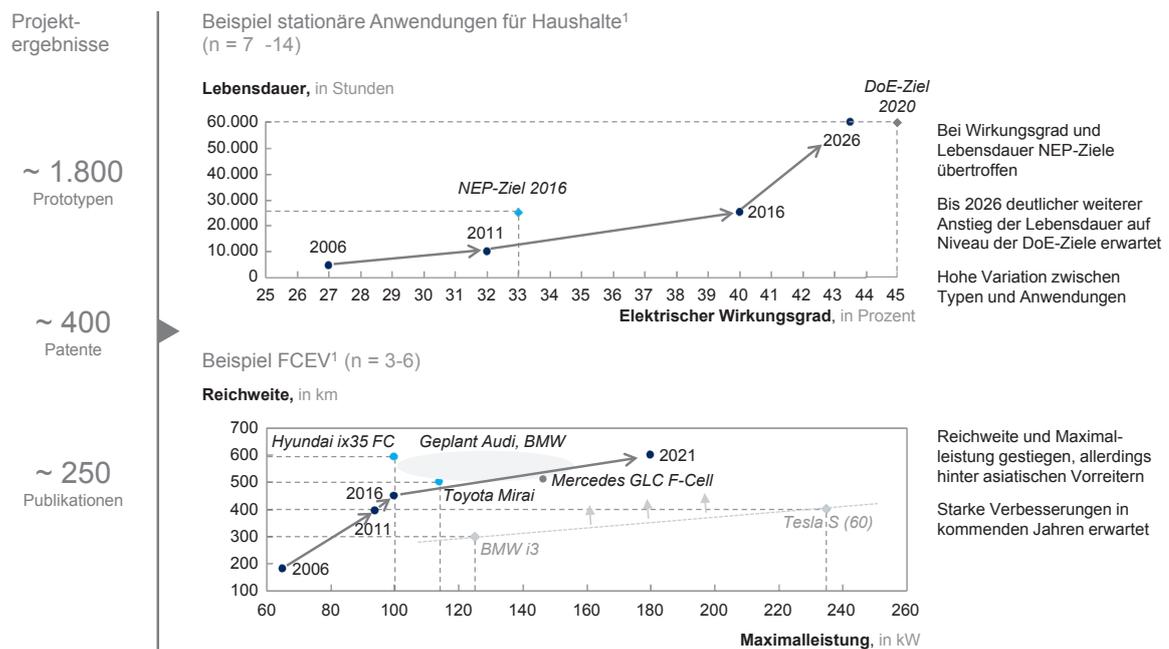
Die Bewertung basiert auf einer Analyse der Förderdaten, technischen und finanziellen Zielkontrollen, die durch den Projektträger Jülich (PtJ) durchgeführt wurden, einer Online-Befragung der Zuwendungsempfänger sowie detaillierten Interviews mit Leitern ausgewählter Projekte, Programmverantwortlichen, internationalen Partnern des NIP sowie Experten aus Industrie und Forschung. Darüber hinaus wurden öffentlich verfügbare Daten zur Industrie- und Marktentwicklung in 12 Ländern ausgewertet.

Evaluierung der Fördervorhaben

Das NIP hat signifikant und messbar dazu beigetragen, dass die 2006 gesetzten Ziele erreicht wurden: Nach zehn Jahren NIP steht die deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie an der Schwelle vom Labor zum Markteintritt. In diesem Fall hat die Tech-

nologie das Potenzial, in den kommenden Jahrzehnten einen signifikanten Beitrag zur Dekarbonisierung zu leisten. Im Folgenden werden die Ergebnisse dargestellt, die bezüglich der drei Programmziele erzielt wurden.

Abbildung 2: Sicherung der Technologieführerschaft Deutschlands



Frage zu technischen Merkmalen: Bitte schätzen Sie den Stand der Technik und die erwartete Entwicklung anhand der folgenden Indikatoren unter Realbedingungen ein
1 Median der Survey-Antworten je Anwendungsbereich

QUELLE: NIP-Survey Zuwendungsempfänger 2017; Nationaler Entwicklungsplan zum NIP, Version 3.0, 2011; McKinsey

Ziel 1:

Sicherung der Technologieführerschaft Deutschlands

Deutschland zählt sowohl bei stationären als auch bei mobilen Anwendungen technologisch zu den fünf weltweiten Technologieführern. Die technologische Entwicklung von Brennstoffzellen lässt sich dabei vereinfacht an drei Dimensionen festmachen: Wirkungsgrad, Lebensdauer und Kosten. In allen drei Dimensionen wurden seit 2006 laut Angaben der Zuwendungsempfänger deutliche Fortschritte erzielt. Insbesondere bei Lebensdauer und Kosten sind jedoch weitere Verbesserungen notwendig, um die kommerzielle Nutzung der Technologie ausbauen zu können. Die **Wirkungsgrade** haben bei den meisten Brennstoffzellentypen und -anwendungen Werte erreicht,

die nach Meinung von Experten und Zuwendungsempfängern **für eine Kommerzialisierung ausreichen**. Bei stationären Anwendungen liegt der elektrische Wirkungsgrad z.B. im Median bei 40% für Niedrigtemperatur-Polymer-elektrolytbrennstoffzellen (NT-PEMFC) und Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) sowie 30% für Hochtemperatur-Polymer-elektrolytbrennstoffzellen (HT-PEMFC). Damit wurde der im Nationalen Entwicklungsplan (NEP) für 2016 angestrebte Wert von 33% im Bereich der Hausenergieanwendungen erreicht. Der Gesamtwirkungsgrad, der für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) relevant ist und den thermischen Wirkungsgrad inkludiert, liegt für Hausenergieanwendungen im Median bei 85 bis

90%. Für Industrieanwendungen wird allerdings im NEP ein Wirkungsgrad für SOFC von mindestens 60% gefordert, was noch nicht erreicht wurde.

Im Bereich der mobilen Anwendungen hat sich der Brennstoffzellentyp NT-PEMFC durchgesetzt. In dieser Technologie konnten im Median Wirkungsgrade von 55% erreicht werden. Zum Vergleich: Das US-amerikanische DoE hat als Zielwert einen maximalen elektrischen Wirkungsgrad von 60% für das Jahr 2015 und 65% bis 2020 vorgegeben.

Seit 2011 hat sich die Lebensdauer der Brennstoffzellen im stationären Bereich bei PEMFC im Median auf rund 25.000 Stunden erhöht und damit verdoppelt; bei SOFC ist sie inzwischen viermal so hoch (rund 40.000 Stunden). Führende japanische PEMFC und SOFC erreichen jedoch schon heute Werte von 70.000 bzw. 90.000 Stunden. Aus Sicht der Zuwendungsempfänger ist die **Lebensdauer nach wie vor eine Barriere bei der Kommerzialisierung**. In den mobilen Anwendungen stieg sie bei HT- und NT-PEMFC von 1.000 im Jahr 2011 auf heute rund 5.000 Stunden. Damit wurden das DoE-Ziel für 2020 und eine ausreichende Lebensdauer für Pkws bereits erreicht.

Die **Kosten** vieler Brennstoffzellentypen konnten im Laufe des Programms **mehr als halbiert** werden. Bei stationären Anwendungen sind Brennstoffzellen heute um 60 bis 80% günstiger als im Jahr 2006. Diese beachtliche Entwicklung ist notwendig, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können: Führende japanische Hersteller haben die Kosten im Vergleichszeitraum bei deutlich höheren Stückzahlen sogar schon um bis zu 85% reduziert. Auch die Kosten der mobilen Anwendungen konnten gesenkt werden; größere Einsparungen werden sich aber erst durch die Serienfertigung ergeben. Dennoch behindern die Kosten sowohl bei Brennstoffzellen als auch bei mobilen Anwendungen nach wie vor die Marktaktivierung deutlich. Daher wird eine **weitere Reduktion der Kosten von 50 bis 80%** für die nächsten zehn Jahre angestrebt.

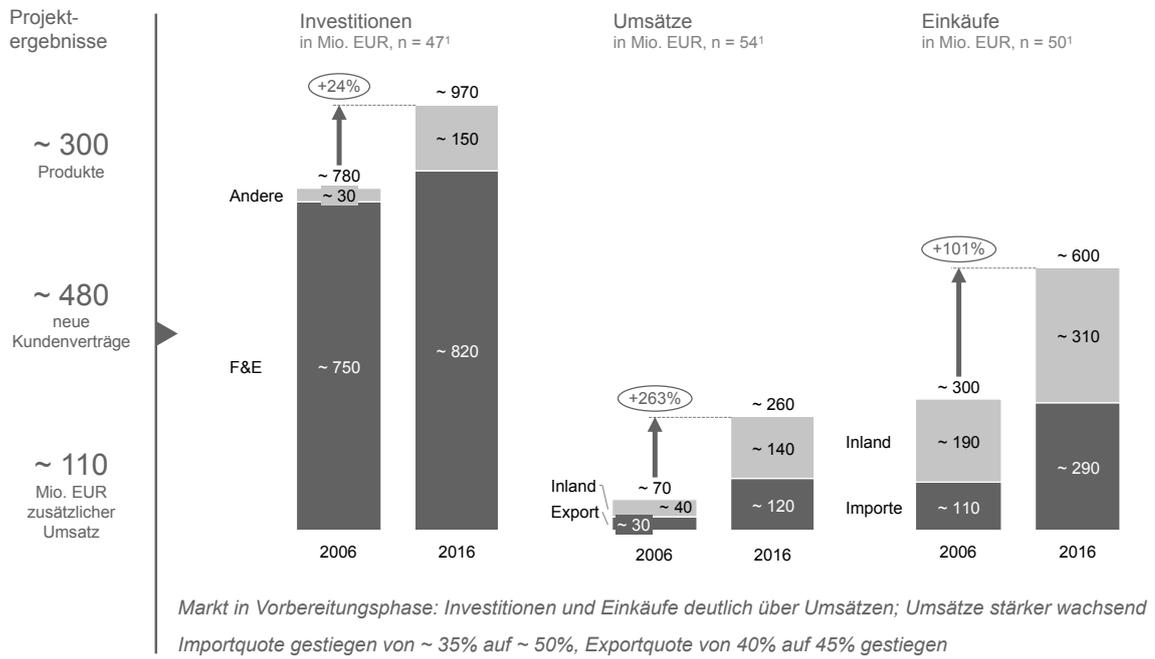
Die meisten Zuwendungsempfänger sind der Meinung, dass sowohl ihre eigenen NIP-Vorhaben als auch das NIP an sich einen **Beitrag zur Technologieführerschaft Deutschlands** geleistet haben. Als Anhaltspunkt kann dabei die Anzahl an Publikationen, Patenten und Prototypen herangezogen werden²: Seit 2006 wurden in NIP-Projekten rund **250 Publikationen veröffentlicht, 410 Patente eingereicht sowie 1.830 Prototypen und Einheiten zu Testzwecken entwickelt** (Produkte und Komponenten).³ Werden die Publikationen und Patente zur gesamten Aktivität in Deutschland ins Verhältnis gesetzt (für den Zeitraum 2007 bis 2016 waren dies 1.620 Publikationen und 9.100 Patente zu den Themen Wasserstoff und Brennstoffzellen), liegt der Anteil des NIP bei etwa 15% für Publikationen und etwa 5% für Patente. Dies deutet darauf hin, dass Unternehmen und Institute auch abseits ihrer NIP-Aktivitäten Forschung zur Erzeugung von Patenten betreiben.

Im europäischen Vergleich führt Deutschland bei Patent- und Publikationstätigkeiten; international liegt es mit ca. 6% der Publikationen und 8% der Patente mit Japan, den USA, Südkorea und China unter den fünf weltweit führenden Ländern.

2 Publikationen, Patente und Prototypen können Indikatoren für die technische Entwicklung darstellen, liefern jedoch kein vollständiges Bild über die Technologieführerschaft eines Landes.

3 Der Durchschnitt der Survey-Antworten wurde jeweils hochgerechnet auf die Gesamtsumme der Fördermittel der Zuwendungsempfänger, an die der Survey verschickt wurde. Ausreißer wurden aus der Hochrechnung eliminiert. Bei der Anzahl der Publikationen wurden nur jene von Forschungsinstituten berücksichtigt.

Abbildung 3: Beschleunigung der Marktentwicklung und Aufbau von Wertschöpfungsketten



Frage: Bitte nennen Sie Ihre Investitionen und Umsätze aus H₂-/BZ-Technologien; Investitionen im Bereich H₂/BZ/davon in F&E; Umsätze im Bereich H₂/BZ/davon Exporte; Einkäufe von Zulieferern im Bereich H₂/BZ/davon von Zulieferern außerhalb Deutschlands
1 Die Durchschnittswerte wurden hochgerechnet auf 205 Unternehmen (Großunternehmen und KMUs), an die der Survey versandt wurde

QUELLE: NIP-Survey Zuwendungsempfänger 2017

Ziel 2:

Beschleunigung der Marktentwicklung

Trotz der technischen Fortschritte hat sich die **Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie am Markt noch nicht durchgesetzt**. Der Umsatz der im Rahmen des NIP geförderten Unternehmen im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellen hat sich jedoch laut Hochrechnung der im Survey genannten Zahlen von 2006 bis 2016 auf rund 260 Mio. EUR p.a. vervierfacht. Komponenten und Equipment machen den größten Teil des Umsatzes aus. Auf Basis von Hochrechnungen wird geschätzt, dass rund 110 Mio. EUR davon direkt oder indirekt auf NIP-Vorhaben zurückzuführen sind.

Insbesondere im Bereich der **stationären Hausenergieanwendungen** wurden **erste marktfähige Produkte** entwickelt und verkauft – die Hersteller wurden alle durch das NIP gefördert. In Europa ist Deutschland der führende Markt für Brennstoffzellenheizgeräte für Haushalte – mit 2.000 installierten Mikro-KWK-Anlagen und dem Technologieeinführungsprogramm des BMWi (KfW-Förderprogramm 433), das während des NIP 1 vorbereitet und im Anschluss

daran eingeführt wurde. Weltweit gesehen liegt **Japan mit knapp 200.000 installierten Systemen** nach wie vor **deutlich vorn**. Dies ist auch auf hohe Förderungen zurückzuführen, mit denen Japan den Kauf von Brennstoffzellenheizgeräten in den vergangenen zehn Jahren unterstützt hat. Auch in Südkorea zeichnet sich eine ähnliche Entwicklung ab: Kaufprämien für Mikro-KWK-Anlagen betragen bis zu rund 20.000 EUR pro Gerät; in Deutschland wird der Kauf seit 2016 mit rund 10.000 EUR (für Anlagen mit 1 kW) gefördert.

Bei den mobilen Anwendungen ist die **Entwicklung in Deutschland noch verhalten**, obwohl der überwiegende Teil der F&E-Förderung in diesen Bereich geflossen ist: Erst für 2017/18 wird die Produktion der ersten deutschen Brennstoffzellenfahrzeuge in Kleinserie erwartet. Derzeit sind in Deutschland rund 240 Brennstoffzellen-Pkws und 16 Brennstoffzellenbusse registriert; ein Großteil davon in Demonstrationsvorhaben. **In Japan und den USA** sind demgegenüber **jeweils mehr als 1.400 Brennstoffzellen-Pkws**

angemeldet; im Verhältnis zur Anzahl der im Land registrierten Pkws weisen **Norwegen und Dänemark** einen deutlich höheren Anteil an Brennstoffzellenfahrzeugen auf als Deutschland. Wie bei den stationären Anlagen liegen auch bei mobilen Anwendungen die Länder vorne, die den Kauf stark subventionieren: So fördern Norwegen, Dänemark und Japan den Kauf von Brennstoffzellenfahrzeugen mit jeweils 15.000 bis 20.000 EUR; in Deutschland beträgt die Kaufprämie 4.000 EUR.⁴ Einen Erfolg kann Deutschland allerdings bei der **Infrastruktur von Wasserstofftankstellen** verbuchen: Unterstützt durch das NIP 1 wurde H2 Mobility gegründet. Das Joint Venture mehrerer Industrieunternehmen übernimmt den Betrieb der bestehenden Tankstellen aus Demonstrationsprojekten und hat zugesagt, das Netz bis 2018/19 unabhängig von Fahrzeugzahlen auf 100 Tankstellen auszubauen. Danach orientiert sich der Ausbau an der Entwicklung der Brennstoffzellenflotte. Bis 2023 soll mit 400 Wasserstofftankstellen eine flächendeckende Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland ermöglicht werden, womit Deutschland eines der dichtesten Netze an Wasserstofftankstellen weltweit hätte.

Ziel 3:

Aufbau von Wertschöpfungsketten

Wertschöpfungsketten und -anteile haben sich zwischen 2006 und 2016 **weiterentwickelt**. Allerdings ist die Industrie noch verhältnismäßig klein. Dadurch sind die Skalen und der Grad der Industrialisierung noch gering.

Im internationalen Vergleich zählt **Deutschland zusammen mit Japan und den USA** zu den **drei Ländern mit der größten Zulieferer- und Herstellerlandschaft**. Mit 20 Herstellern und 12 Händlern von Brennstoffzellen und -komponenten deckt Deutschland die Wertschöpfungskette ab.⁵ In einzelnen Bereichen, z.B. bei der PEMFC, findet die Wertschöpfung jedoch derzeit maßgeblich in Asien statt.

Im Bereich der stationären Anwendungen hat Deutschland mit rund 14 Herstellern, davon neun Hersteller von Heizanwendungen, den weltweit am breitesten aufgestellten Markt, obgleich eine kleinere Anzahl an japanischen Herstellern deutlich höhere Stückzahlen produziert. Bei mobilen Anwendungen gibt es in Deutschland jedoch noch keine kommerziellen Angebote. Lediglich Toyota und Honda in Japan sowie Hyundai in Südkorea haben schon Brennstoffzellenfahrzeuge in Serie produziert. Daimler will bis 2020 ein Modell einführen; BMW bis 2021 eine Kleinserie. Besser sieht es bei den Wasserstofftankstellen aus: Hier stellt Deutschland mit Linde einen der drei international führenden Hersteller.

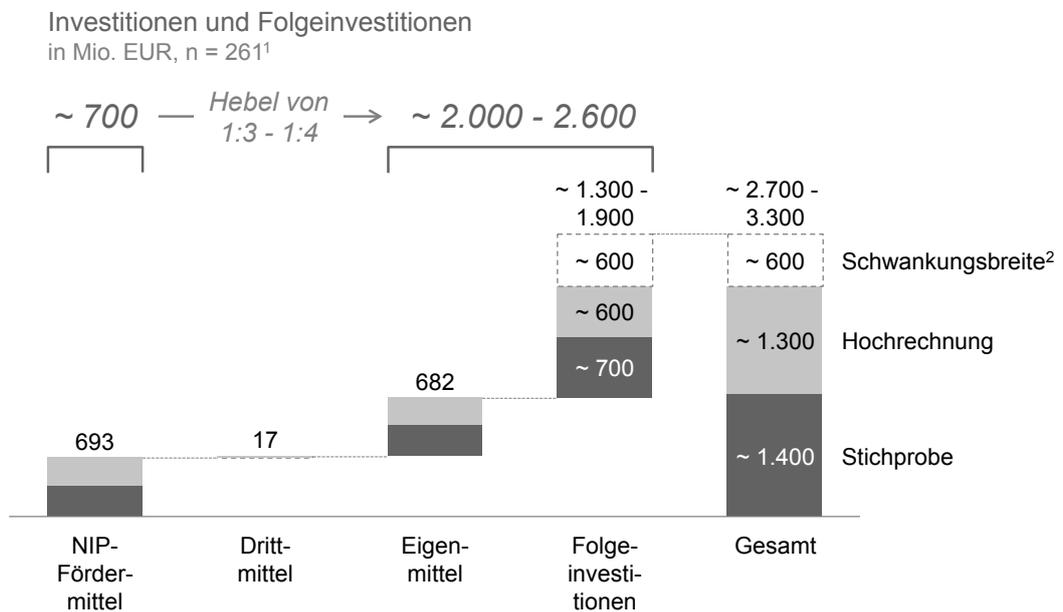
Auf Grund der anwendungsorientierten Ausrichtung des Programms wurden nur wenige Zulieferer direkt gefördert. Allerdings hat **jedes durch das NIP geförderte Projekt von Industrieunternehmen indirekt durchschnittlich zehn Zulieferer** erreicht. **Jedes vierte Industrieprojekt** hat außerdem zum Abschluss **neuer Zulieferer- und Kundenverträge** geführt, etwa 90% davon mit deutschen Zulieferern und knapp 40% mit ausländischen Kunden. Da die Import- und Exportquote in der Brennstoffzellenindustrie jeweils bei rund 45% liegt, hat das NIP zum Aufbau der inländischen Zuliefererindustrie beigetragen und gleichzeitig den deutschen Absatzmarkt gestärkt.

Die Hochrechnungen ergeben außerdem, dass durch NIP-Projekte insgesamt rund **1.500 Arbeitsplätze gesichert und knapp 800 geschaffen** wurden. Allerdings ist davon auszugehen, dass einige dieser Arbeitsplätze auf die Projektdauer befristet waren.

⁴ Zusätzlich sind Brennstoffzellenfahrzeuge von der Kfz-Steuer befreit, die z.B. für einen Golf als Referenzfahrzeug 60 EUR pro Jahr beträgt

⁵ Hersteller von Brennstoffzellenkomponenten und/oder Stacks sind unter anderem: BASF, balticFuelCells, Daimler, Elcore, ElringKlinger, ENERCON, Enymotion, Evonik, FCES, new energyday, Proton Motor Fuel Cell, Proton Power Systems, SGL Carbon, SFC Energy, Siemens, Sunfire, thyssenkrupp, Ulmer Brennstoffzellenmanufaktur

Abbildung 4: Insgesamt wurde ein Hebel von 1:3 – 1:4 erzielt



¹ 261 Antworten auf die Frage: Haben sich aus dem Projekt Folgeinvestitionen ergeben? 110 Ja, 151 Nein. Von den 110 positiven Antworten wurden 84 konkrete Angaben zum Betrag der Folgeinvestitionen gemacht. Für die verbleibenden 26 positiven Antworten wurde der Durchschnitt aus den 84 Antworten angenommen
² Die obere Grenze des Hebels wurde direkt aus den Rohdaten berechnet, die untere Grenze aus einer um potenzielle Dopplungen bereinigten Version. Die Dopplungen wurden ab Beträgen von über 10 Mio. EUR bei Organisationen mit mehreren Projekten bereinigt

QUELLE: NIP-Survey Zuwendungsempfänger 2017

3

Wirtschaftlichkeitskontrolle: Verhältnis von Input zu direkten Effekten und Wirkung

Auf Basis der vorliegenden Daten und Interviewergebnisse lässt sich ein hoher Grad an Additionalität der Fördermittel ableiten. Die durchschnittliche Förderung der Projekte betrug etwa 50%, weshalb 50% der Vorhaben privat finanziert wurden. Darüber hinaus geben die Zuwendungsempfänger im Survey an, dass sich als Folge der NIP-Projekte **weitere private Investitionen** in Höhe von schätzungsweise 200 bis 300% der NIP-Fördermittel ergeben haben. Als Folge wurden von insgesamt 0,7 Mrd. EUR Fördermittel **2,0 bis 2,6 Mrd. EUR** private Investitionen angeregt – ein Hebel zwischen 1:3 und 1:4. Dies ist verglichen mit dem Zielhebel des FCH JU (1:1,7) ein sehr guter Wert, ähnlich dem des Clean Technology Fund (1:3,3).

Insgesamt haben die Zuwendungsempfänger im Jahr 2016 etwa 1 Mrd. EUR in die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie investiert, wobei hier auch Investitionen außerhalb des NIP berücksichtigt werden. Demnach betragen die jährlichen Förderungen durch

das NIP grob geschätzt etwa 5 bis 10% der Investitionen in der Industrie; die mit dem NIP verbundenen Eigenmittel und Folgeinvestitionen machen weitere 20 bis 30% aus.

Werden die Fördermittel ins Verhältnis zu den Ergebnissen der NIP-Projekte gesetzt, zeigt sich, dass für jede Mio. EUR an Fördermitteln **etwa 0,7 Patente angemeldet und ca. 0,5 kommerzielle Produkte und Komponenten entwickelt** wurden. Außerdem wurden **je Mio. EUR an Fördermitteln rund 2,4 Arbeitsplätze gesichert und 1,3 Arbeitsplätze neu geschaffen**. Da die Marktentwicklung noch am Anfang steht, wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen, wie nachhaltig die volkswirtschaftliche Rendite des NIP ist.

Neben der Evaluierung der Fördermittel stellt sich die Frage, wie die direkte Förderung von Einzelprojekten durch weitere, nachfrageseitig wirkende Instrumente ergänzt werden kann, um verstärkt Marktimpulse zu setzen. Viele Zuwendungsempfänger haben angegeben, dass **Instrumente wie Infrastrukturausbau, Förderung der privaten Nachfrage durch Kaufanreize und In-**

vestitionszuschüsse sowie die **Stärkung der öffentlichen Beschaffung** von Brennstoffzellentechnologie bislang zu wenig eingesetzt wurden und dem Markt in seiner jetzigen Entwicklungsstufe nützen würden. Außerdem seien flankierende politische Maßnahmen notwendig, um die Effektivität der Förderungen zu unterstützen; **rechtsetzende Maßnahmen** haben aus Sicht der Zuwendungsempfänger nach den budgetwirksamen Fördermitteln die höchste Priorität. Solche Maßnahmen werden weltweit erfolgreich verwendet, z.B. zur Förderung batterieelektrischer Mobilität (so auch in Deutschland), weshalb ein ähnlich positiver Effekt auch im Bereich der Brennstoffzellentechnologie zu erwarten ist. Obwohl die rechtlichen Rahmenbedingungen über die Programmlaufzeit grundsätzlich günstig für erneuerbare Energien und alternative Antriebe waren, wird die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in einigen Bereichen noch nicht explizit berücksichtigt (z.B. Anrechenbarkeit von Wasserstoff für Treibhausgasminderungsziele).

Klimapotenziale

Der **potenzielle Beitrag von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu den Klimaschutzziele**n ist auf Grund der vielzähligen neu entstehenden Anwendungsgebiete der Technologie schwierig einzuschätzen. Bis 2030 ist der größere Effekt aus der Einführung der stationären Heizgeräte für Haushalte zu erwarten. Basierend auf einem Hochlauf auf rund 4 Mio. Heizgeräte bis 2030, welche sich aus den Erwartungen der Zuwendungsempfänger und einer Fortschreibung der Ziele aus dem NEP ergeben, könnten diese etwa 4 bis 5% der Emissionen von Haushalten reduzieren. Im Verkehrsbereich werden wegen des langsameren Markthochlaufs erst nach 2030 größere Effekte erwartet. Dies gilt auch für zukünftige Anwendungen von Wasserstoff, z.B. in der Industrie oder zur saisonalen Speicherung von Energie aus erneuerbaren Ressourcen.

Evaluierung der Programmumsetzung

Das NIP war als ressortübergreifendes Programm des BMVI und des BMWi konzipiert. Das BMWi übernahm dabei die Förderung von angewandter F&E, während das BMVI sich auf die Förderung von Demonstrationsprojekten und die Marktvorbereitung konzentrierte. Für die Programmumsetzung wurde eine besondere

Struktur etabliert: Eine **externe Programmgesellschaft**, die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH), hat das Programm übergreifend koordiniert und gesteuert sowie Aufgaben der Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit übernommen und als zentraler Ansprechpartner fungiert. Die Aufgabenteilung für die Fördermittelvergabe und -bewirtschaftung wurde in den beiden Ressorts unterschiedlich zugeschnitten: Im BMVI wurde die NOW zusätzlich zu den übergreifenden Tätigkeiten auch mit der Betreuung der Antragsteller im Vorfeld des Antrags sowie der Bewertung der Projektskizze beauftragt, während der PtJ die übrigen Aufgaben der Projektförderung (insbesondere Antragsbearbeitung und Bewirtschaftung) übernahm. Im BMWi wurden alle diese Aufgaben der Projektförderung an den PtJ beauftragt.

Zuwendungsempfänger und Experten bewerteten die Programmumsetzung überwiegend positiv. 35% der Zuwendungsempfänger waren mit dem NIP „sehr zufrieden“; weitere 62% „zufrieden“. Einige Abstriche wurden jedoch beim Prozess der Fördermittelbeantragung gemacht. Die Bewertung der wichtigsten Funktionen des Programms ergab Folgendes:

- **Gestaltung des Gesamtprogramms inklusive Steuerung der Akteure.** Die Beauftragung der NOW mit der Koordination des Programms erwies sich nach Einschätzung der Zuwendungsempfänger und Experten als Mehrwert. So geben rund 70% der Zuwendungsempfänger an, dass das Programm den Austausch zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gefördert und zu einem stärkeren Commitment zur Technologie innerhalb der eigenen Organisation geführt hat.
- **Bewilligungs-, Berichts- und Evaluierungsprozesse (Projektförderung).** Die Zuwendungsempfänger bewerteten vor allem die Unterstützung der Programmgesellschaft und des Projektträgers bei der Beantragung von NIP-Projekten positiv: 80 bis 90% fühlten sich „gut unterstützt“. Der Prozess der Fördermittelvergabe zog sich jedoch in einigen Fällen hin: Rund 10% (BMW) bzw. 30% (BMVI) der Projekte erhielten erst nach über einem Jahr eine Förderzusage. Der Projektträger erteilte für die BM-

VI-Vorhaben unverbindliche Inaussichtstellungen (UIAs), um die Dauer zu verkürzen. Insgesamt empfanden knapp ein Drittel der Zuwendungsempfänger den Prozess als „kurz“. Neben der Prozessdauer wurde auf Seiten der Zuwendungsempfänger der hohe bürokratische Aufwand für Skizzen, Anträge und Berichte bemängelt sowie Unklarheiten bei der Schnittstelle zwischen NOW und PtJ für BMVI-Projekte. Auf Seiten des Programms wurde ersichtlich, dass die Zwischen- und Endberichte der Projekte den Erkenntnisgewinn nicht durchgängig auf den Punkt brachten. Dadurch waren deren Nutzung für das Programm aufwendig und der Feedback-Loop in die Programmsteuerung erschwert.

- **Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit.** Die Vernetzung der Industrie wurde insbesondere durch die vier Leuchttürme vorangetrieben: Clean Energy Partnership (CEP) für Mobilität, Callux für Heizgeräte im Eigenheim, e4ships für maritime Anwendungen und Clean Power Net (CPN) für autarke Stromversorgung. Dies wurde von den Survey-Teilnehmern als sehr positiv hervorgehoben. So gaben mehr als 80% an, neue Geschäftsbeziehungen geknüpft und nach Projektabschluss weitergeführt zu haben. Etwa 70% sind der Ansicht, dass die Aufmerksamkeit für die Technologie in Fachkreisen gesteigert wurde; 50% sehen diesen Effekt auch in der breiteren Öffentlichkeit. Die wichtige Rolle des NIP im internationalen Kontext wird von anderen europäischen und internationalen Förderprogrammen bestätigt, insbesondere auch als Treiber für die Schaffung internationaler Standards in der Betankungsinfrastruktur.

Die Verwaltungskosten des NIP 1 sind mit 3,6% der beantragten Fördermittel für das BMWi und 4,1% der beantragten Fördermittel für das BMVI mit denen anderer Förderprogramme vergleichbar und liegen unterhalb des Richtwerts von 5%. Der Unterschied zwischen BMWi und BMVI ergibt sich aus der Beauftragung der NOW mit Aufgaben, die über das Kerngeschäft der Projektförderung hinausgehen.

Im Laufe des NIP wurden zwei Teilevaluierungen sowie zwei Prüfungen des Bundesrechnungshofes⁶

durchgeführt. In den Prüfungsmitteilungen des BRH wurden in Einzelfällen formale Mängel in den ersten Programmjahren beanstandet, insbesondere in Hinblick auf EU-rechtliche und förderrechtliche Anforderungen (z.B. Differenzierung der Förderquoten), welche in den späteren Jahren des NIP nachvollziehbar behoben wurden.

Empfehlungen für die Ausgestaltung des NIP 2

Das Bundeskabinett hat am 28. September 2016 beschlossen, das NIP als Regierungsprogramm von 2016 bis 2026 (NIP 2) fortzusetzen.

Die Erkenntnisse aus dem NIP 1 sollten genutzt werden, um das NIP 2 bestmöglich durchzuführen. Folgende Empfehlungen lassen sich aus der Evaluierung des NIP 1 ableiten:

Ausrichtung des NIP 2

1. Die **F&E-Förderung** sollte fortgesetzt und die **Marktaktivierung** zusätzlich unterstützt werden. Während weitere F&E zur technischen Verbesserung möglich und notwendig ist, wird die internationale Wettbewerbsfähigkeit für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nur durch die Skalierung der Industrie erreicht werden können. Beide Prioritäten sind bereits Teil des NIP 2 – es gilt, sie konsequent umzusetzen. Möglichkeiten dazu werden in den Empfehlungen 6 und 7 beschrieben.
2. Der **anwendungsübergreifende Ansatz** sollte beibehalten werden. Die Koordination zwischen den Sektoren und Ressorts sollte weiter gestärkt werden, um die Entwicklung im Sinne eines integrierten Energiesystems voranzutreiben und Synergien nutzen zu können.
3. Das NIP 2 sollte konkrete **strategische Schwerpunkte** setzen und stärker an die Öffentlichkeit kommunizieren. Solche Schwerpunkte sollten sich aus der übergeordneten Programmstrategie ableiten, aber spezifischer sein als die Förderrichtlinie insgesamt, z.B. der gezielte Aufbau einer kostenkompetitiven Zuliefererindustrie für

6 (Bundesrechnungshof, 2016)

Brennstoffzellen-Stacks oder die Entwicklung von großen Elektrolyseuren für die Integration von erneuerbaren Energien in das Energiesystem. Dabei muss das Programm keine spezifischen technischen Lösungen vorgeben, sondern vielmehr ein Ziel ausrufen und Fördermittel so allozieren, dass Vorhaben messbar zu diesem Ziel beitragen. Zur Umsetzung solcher strategischen Ziele können auch Wettbewerbe dienen.

4. **KMUs und Zulieferer** sollten stärker eingebunden werden. Neben der Beibehaltung des KMU-Bonus könnte z.B. der Antragsprozess für KMUs (oder für alle Antragsteller) vereinfacht werden. Dies ist z.B. im „SME Instrument“ des EU-Programms Horizon 2020 der Fall, das für KMUs einen vereinfachten Antragsprozess mit einer Maximaldauer von zwei bis vier Monaten wie auch die Möglichkeit vorsieht, Fördermittel für eine Konzeptionsphase zu beantragen.⁷ Des Weiteren werden KMUs im Programm Horizon 2020 über Coachings und Netzwerkveranstaltungen gezielt bei der Kommerzialisierung ihrer Entwicklungen unterstützt. Auch könnte die Beteiligung von KMUs und Zulieferern in Verbänden oder die Vergabe von Unteraufträgen bei der Bewertung von Fördervorhaben berücksichtigt und Industrieverbände stärker in den NOW-Beirat integriert werden.
5. Auch **Forschungseinrichtungen** sollten enger in das NIP einbezogen werden. Die seit 2016 geltenden höheren Förderquoten für Forschungseinrichtungen auch bei BMVI-Projekten sind bereits ein erster Schritt. Neben der Programmforschung könnte das NIP 2 auch speziell pränormative Forschungsvorhaben, internationale Technologie-Benchmarks und Studien zur Ausgestaltung der Marktaktivierung fördern.
6. Um den jetzt anstehenden Markthochlauf zu unterstützen, sollte das NIP 2 die Palette der **Förderinstrumente und -aktivitäten** über die Projektförderung hinaus ausweiten, soweit dies förderrechtlich möglich ist. Ansätze sind z.B. Investitionszuschüsse und Kaufprämien zur Stimulation der privaten und gewerblichen Nachfrage, die Förderung des Aufbaus und Betriebs der

Infrastruktur, direkte Investitionsförderungen zum Aufbau der Fertigungskapazität, die Übernahme von Garantien, die Bereitstellung von Krediten und Risikokapital sowie die Aktivierung der öffentlichen Beschaffung. Investitionszuschüsse und Kaufprämien sowie Investitionsförderungen sind in den Förderrichtlinien des NIP 2 bereits vorgesehen. Die Förderinstrumente, die im Bereich der Elektromobilität schon in Deutschland und international genutzt werden, können ebenfalls Ansätze bieten.

7. Des Weiteren könnte der Gesetzgeber Maßnahmen ergreifen, die über die finanzielle Förderung im NIP hinausgehen und die **regulatorischen Rahmenbedingungen** für die Einführung der Technologie verbessern. In Frage kämen z.B. das Schaffen von Anreizen für die öffentliche Beschaffung, steuerliche Vergünstigungen, Vorteile für Anwender von Wasserstofftechnologien und die klare Definition der Rolle von Wasserstoff in den gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Energiewende, um eine Gleichstellung mit anderen erneuerbaren Energien sicherzustellen. Zum Teil existieren solche Initiativen – etwa die Förderrichtlinie des BMWi (KfW-Förderprogramm 433) oder Sondervergütungen für Brennstoffzellenheizgeräte unter dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG); hier wäre eine stärkere Koordination sinnvoll.

Umsetzung des NIP 2

8. Die **Mittelverwendung** sollte stärker anhand der Programmziele gesteuert werden. Dazu zählt die Definition von klareren **Programmzielen**, die mit **messbaren Indikatoren** hinterlegt sind, sofern das möglich ist. Diese Programmziele und Indikatoren sollten nach Anwendungsbereichen und Technologien aufgeschlüsselt werden. Projekte sollten ihre Ziele systematisch und konsistent anhand dieser Indikatoren definieren, nach diesen bewertet und priorisiert werden und auch anhand dieser Indikatoren berichten. Der Projektfortschritt sollte dann zeitnah entlang der Meilensteine kontrolliert werden und in die Entscheidungen zur zukünftigen Allokation der Fördermittel einfließen. **Bewilligungs-, Berichts- und Evaluierungsprozesse** sollten beschleunigt werden. Der neue

⁷ Europäische Kommission, 2017

elektronische Antragsprozess bringt bereits Verbesserungen. Bestehende Berichtsanforderungen, die durch die Förderrichtlinien definiert werden, könnten darüber hinaus in Templates überführt werden, um Projektziele und -fortschritt strukturierter, quantifizierter und kürzer zu erfassen. Diese Templates sollten alle Informationen, die der Projektträger und die Programmgesellschaft benötigen, erfassen, um Doppelanfragen zu vermeiden. Insbesondere für marktnahe Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben könnte die Nutzung konsistenter Indikatoren für Projektziele in Skizzen, Anträgen, Zwischen- und Endberichten die Zielerreichungskontrolle für den Projektträger erleichtern, transparenter gestalten und Förderprozesse beschleunigen. Die Übersicht über Indikatoren könnte zudem den Rückfluss von Informationen in die Programmsteuerung sowie in regelmäßige Evaluierungen unterstützen.

9. Das NIP 2 sollte verstärkt **Programm- und Querschnittsaufgaben** wahrnehmen: Eine offensivere Kommunikation von Programmserfolgen gerade auch in der allgemeinen Öffentlichkeit würde die Akzeptanz der Technologie weiter erhöhen. Der Wissensaustausch zwischen Projekten, Sektoren und Ministerien lässt sich weiter ausbauen – so könnten z.B. die Statusseminare sowohl für BMWi- als auch für BMVI-Projekte häufiger stattfinden. Dies gilt auch für die Koordination zwischen den Stakeholdern.

Das NIP 1 hat der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie spürbare Impulse gegeben. Werden die Erfahrungen der vergangenen zehn Jahre genutzt, kann das NIP 2 dieser innovativen Technologie zum Durchbruch im Markt verhelfen.

