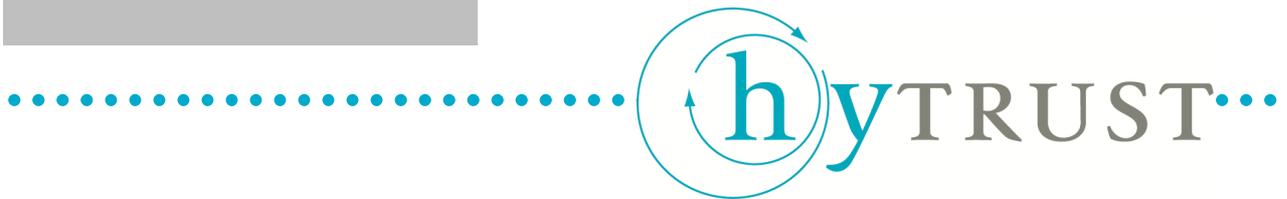


HyTrust

Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft



Autor

Dr. René Zimmer

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

<http://www.hytrust.de>

August 2013

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



Nationale Organisation Wasserstoff-
und Brennstoffzellentechnologie

Projektbeteiligte

Dr. Weert Canzler (InnoZ GmbH)

Inga-T. Deibel (InnoZ GmbH)

Bernhard Fehr (Institut für Transportation Design)

Nadine Hölzinger (Spilett New Technologies GmbH)

Martin Jänsch (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.)

Marta Kaiser (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.)

Dr. Jette Krause (Global Climate Forum e.V.)

Dr. Frank Meißner (Global Climate Forum e.V.)

Anke Marie Schmidt (InnoZ GmbH)

Falko Ueckerdt (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung)

Dr. Marc Weider (Institut für Transportation Design)

Jörg Welke (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.)

Dr. René Zimmer (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.)

Inhaltsverzeichnis

- Zusammenfassung..... 5**
- Abstract..... 6**
- 1 Einleitung..... 8**
- 2 Die soziale Seite von Innovationsprozessen 10**
 - 2.1 *Bedeutung von Akzeptanz für Innovationsprozesse..... 10*
 - 2.2 *Soziale Konstruktion neuer Technologien..... 10*
 - 2.3 *Bedeutung von Bildern und Erwartungen in Innovationsprozessen..... 11*
 - 2.4 *Bedeutung von Vertrauen und Vertrautheit in Innovationsprozessen 12*
- 3 Forschungsansatz 14**
 - 3.1 *Modell der sozialen Akzeptanz..... 14*
 - 3.2 *Zielstellung 16*
 - 3.3 *Arbeitsschritte 16*
- 4 Status Quo: Einstellungsakzeptanz der Wasserstoffmobilität..... 18**
 - 4.1 *Methodische Herangehensweise..... 18*
 - 4.2 *Bewusstheit und Wissen..... 18*
 - 4.3 *Erwartungen an die Wasserstoffmobilität 21*
 - 4.4 *Einschätzung der Wasserstoffmobilität 24*
- 5 Status Quo: Handlungsakzeptanz der Wasserstoffmobilität..... 27**
 - 5.1 *Methodische Herangehensweise..... 27*
 - 5.2 *Einschätzung der Marktreife von Wasserstofffahrzeugen 27*
 - 5.3 *Kaufbereitschaft..... 29*
 - 5.4 *Wahrnehmung und Bewertung von Wasserstofftankstellen 32*
- 6 Status Quo: Vertrauen und Vertrautheit 34**
 - 6.1 *Methodische Herangehensweise..... 34*
 - 6.2 *Vertrauen in die Akteure 34*
 - 6.3 *Vertrautheit mit der Technologie 36*
- 7 Analyse: Wege in die Wasserstoffgesellschaft..... 38**
 - 7.1 *Methodische Herangehensweise..... 38*
 - 7.2 *Vertrauen aufbauen 38*
 - 7.3 *Infrastrukturen aufbauen 41*
 - 7.4 *Märkte entwickeln..... 42*
- 8 Fazit 46**
- 9 Weiterer Forschungsbedarf..... 50**
- 10 Literatur 52**

10.1	Referenzen.....	52
10.2	Arbeitsberichte im HyTrust-Projekt	54
Anhang	55
	<i>Zehn Kernthesen zur Akzeptanz der Wasserstoffmobilität</i>	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Akzeptanzmodell im HyTrust-Projekt (Quelle: eigene Abbildung in Anlehnung an Kollmann 1998).....	16
Abbildung 2: Positionspapiere als Spiegel der öffentlichen Aufmerksamkeit für das Thema Wasserstoffmobilität (Quelle: Inhaltsanalyse von Positionspapieren HyTrust).....	20
Abbildung 3: Visualisierung der Diskussionen in der Bürgergruppe zum Thema Wasserstoff und Energiewende (Quelle: HyTrust-Bürgerkonferenz)	23
Abbildung 4: Assoziationen zu Wasserstofffahrzeugen (Quelle: HyTrust-Befragung von 78 Besuchern der Challenge Bibendum 2011 in Berlin, Mehrfachnennungen waren möglich)	26
Abbildung 5: Einschätzung der technischen Reife von Wasserstofffahrzeugen (Quelle: HyTrust Medienanalyse)	29
Abbildung 6: Mehrzahlungsbereitschaft für Wasserstoff-Neuwagen im Vergleich zu konventionellem Neuwagen in Abhängigkeit davon, ob sich die Befragten einen Mehrnutzen vom Wasserstofffahrzeug versprechen oder nicht (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Januar 2013)	31
Abbildung 7: Risikoempfinden neben einer Wasserstofftankstelle zu wohnen (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Januar 2013, n=1012)	33
Abbildung 8: Einschätzung der Kompetenz unterschiedlicher Akteure im Innovationsfeld Wasserstoffmobilität (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Dezember 2010, n=1011)	35
Abbildung 9: Einschätzung der Ehrlichkeit unterschiedlicher Akteure im Innovationsfeld Wasserstoffmobilität (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Dezember 2010, n=1011)	36
<i>Abbildung 10: HyLife-Dreieck 2030 zwischen den Metropolregionen Berlin, Hamburg und Rhein-Ruhr. Die rot punktierte Linie markiert die direkten Verkehrsverbindungen zwischen den HyLife-Metropolen. Die blaue Fläche innerhalb der drei Eckpunkte bezeichnet das Gebiet, in dem sich die Wasserstoffinfrastruktur über die Nutzer rasch verbreitet (Quelle: Eigene Darstellung, HyTrust).</i>	40
Abbildung 11: Akzeptanz der Wasserstoffmobilität in der Öffentlichkeit (Quelle: eigene Abbildung)	47

Zusammenfassung

Die Wasserstoffmobilität soll in den kommenden Jahren eine wichtige Rolle in Deutschland spielen. Der Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Kraftstoffen wird bis in den Alltag der Bürger zu spüren sein. Darum muss es Ziel sein, dass dieses Thema nicht allein den „Experten“ vorbehalten bleibt, sondern die gesamte Öffentlichkeit in die Diskussion einbezogen wird. Noch wichtiger wird es, von Beginn an sicherzustellen, dass der Umstieg von allen Beteiligten – Hersteller, Lieferanten und Verbraucher – akzeptiert und mitgetragen wird. Vertrauen spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle.

Das Projekt „HyTrust – Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“ (2009 – 2013) hat gesellschaftliche Auswirkungen der Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Mobilitätssektor untersucht. Im Fokus des Projekts standen Fragen zur Akzeptanz der Technologie und zum Vertrauen, das die Bevölkerung in die technologiebetreibenden Akteure setzt. Das HyTrust-Projekt wurde durch einen Projektverbund bearbeitet, dem das Unabhängige Institut für Umweltfragen (UfU), das Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH (InnoZ), das GCF – Global Climate Forum, Spilett new technologies und das Institut für Transportation Design (ITD) angehören. Das Projekt wurde im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung gefördert und von der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) betreut.

Insgesamt sind fast 2.500 Bürgerinnen und Bürger sowie weitere gesellschaftlich relevante Stakeholder in das Projekt einbezogen worden. In Bevölkerungsbefragungen, Fokusgruppen und Einzelinterviews wurde die Stimmungslage zum Thema erforscht. Eine Bürgerkonferenz gab darüber hinaus interessierten Bürger die Möglichkeit, in Diskussionen und unterstützt von Experten in einen Meinungsaustausch zum Thema zu treten. Die Klimaschutzpotenziale von Wasserstofffahrzeugen und ökonomische Anreizmechanismen für den Kauf der Fahrzeuge wurden modelliert. Schließlich wurden Bilder, Visionen und Alltagsszenarien zur kommunikativen Vermittlung der Technologie entwickelt.

Es konnte gezeigt werden, dass in der Bevölkerung Deutschlands eine grundsätzliche Offenheit gegenüber der Wasserstoffmobilität vorliegt. In der gesellschaftlichen Diskussion steht Wasserstoffmobilität für „Innovation“ und „Umweltfreundlichkeit“. Aus Sicht der Bevölkerung ist die Umweltfreundlichkeit von Wasserstofffahrzeugen der entscheidende Mehrwert gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen. Der verwendete Wasserstoff muss deshalb von Beginn an „grün“ sein. In der Bevölkerung in Deutschland existieren derzeit keine Sicherheitsbedenken gegenüber Wasserstofffahrzeugen und Wasserstofftankstellen, aber auch keine Bereitschaft, signifikant mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu bezahlen als für ein herkömmliches Fahrzeug.

Die Berücksichtigung sozialer Aspekte ist entscheidend, um die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen und den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur als Themen in der Gesellschaft zu verankern, die gesellschaftliche Akzeptanz zu erhalten und das Vertrauen in die gestaltenden Akteure auszubauen. Dazu gilt es, die Sichtbarkeit von Wasserstofftankstellen und -fahrzeugen zu steigern. Das betrifft einerseits die sichtbare Anzahl von Fahrzeugen auf der Straße und Tankstellen im Stadtbild. Das betrifft aber auch eine Steigerung der Sichtbarkeit der Wasserstoffmobilität in den Medien. In der Kommunikation sollte umweltfreundliche Individualmobilität als der entscheidende Zusatznutzen von Wasserstofffahrzeugen herausgestellt werden. Gleichzeitig sollte die Wasser-

stoffmobilität als ausgereifte Technologie präsentiert werden, die zuverlässig funktioniert und bei der sich der Kunde auf kein Risiko einlässt. Bei der Kommunikation gilt es wiederum zu berücksichtigen, wer als Absender von Botschaften in den Mittelpunkt gestellt wird, denn den verschiedenen Akteuren, die die Wasserstoffmobilität derzeit und in Zukunft gestalten, wird in sehr unterschiedlichem Maße Vertrauen entgegen gebracht.

Aus der Vielzahl der Ergebnisse des HyTrust-Projektes wurden 10 Kernthesen zur Akzeptanz der Wasserstofftechnologie in der Gesellschaft Deutschlands abgeleitet. Viele der Ergebnisse müssen als vorläufig betrachtet werden, da Wasserstofffahrzeuge noch nicht im Alltag erfahrbar sind und noch kein detailliertes Themenbewusstsein in der Bevölkerung vorliegt. Zudem befindet sich unsere Gesellschaft in einem ständigen Wandel, so dass sich Meinungen, Problembewusstsein und persönliche Erfahrungen ändern können.

Abstract

Hydrogen and fuel cell based mobility is going to play an important role in Germany in the near future. The transition from fossil fuels to renewable fuels will have its repercussions in the everyday life of ordinary citizens. Therefore, it must be the objective to not make it an 'expert-only' subject, but to involve the general public into the discussion. It will be even more important to ascertain from the start that this transition is supported by all stakeholders involved - manufacturers, suppliers and consumers. The level of trust will play an essential role in this context.

The project 'HyTrust – on the road to a hydrogen-driven society' (2009 – 2013) has researched the effects on society caused by the introduction of hydrogen and fuel cell technology in mobility. On the focus of the project were questions about the acceptance of the technology and about the trust that the public puts in technology-driving players. The HyTrust project was jointly managed and carried out by the Independent Institute for Environmental Issues (UfU), the Innovation Centre for mobility and societal change (InnoZ) Ltd., the GCF – Global Climate Forum, Spilett new technologies and the Institute for Transportation Design (ITD). The project was funded under the scope of the National Hydrogen and Fuel Cell Technology Innovation Programme (NIP) by the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development and supervised by the National Organization Hydrogen and Fuel Cell Technology (NOW).

Almost 2,500 citizens as well as other relevant stakeholders of society were included in the research project. General attitudes, perceptions and opinions were investigated in public surveys, focus groups, and individual interviews. Moreover, a citizens' conference provided the opportunity for interested citizens to engage in discussions and exchange ideas on the subject, supported by experts. Potentials for climate protection of hydrogen cars and economic incentives for the purchase of the cars were modeled. Finally, images, visions and day-to-day scenarios for communicative selling of the technology were developed.

The project results reflect the general openness of society in Germany for hydrogen mobility. In the societal discussion, hydrogen mobility stands for 'innovation' and 'eco-friendliness'. In the general public's perspective, the ecological performance of hydrogen cars is the central added value compared to conventional cars. It seems therefore mandatory that hydrogen used for transport is

produced renewably from the beginning. In the general public in Germany there are currently no safety concerns against hydrogen cars and hydrogen filling stations, but also no willingness to pay significantly more for a hydrogen car than for a conventional car.

Considering social aspects will be key in the process of market introduction and infrastructure build up for hydrogen mobility in order to keep social acceptance and increase trust in stakeholders. Therefore the visibility of hydrogen infrastructure and fuel cell vehicles will have to be increased on the road as well as in the media and public discussions. Communication and marketing should underline the possibility for environmentally compatible individual mobility as well as that the technology operates reliably. In the communication process it is also important to consider who communicates, as it was seen that the level of trust that is shown to the different stakeholders, differs significantly.

The numerous results of the HyTrust project resulted in 10 core theses on the acceptance of hydrogen technology in Germany. These core theses reflect the most significant results of the project and encourage a more thorough study of the insights documented in the individual project reports. As hydrogen cars cannot yet be experienced in daily use and the public has not yet developed any detailed awareness on the subject, the results of the study, however, are only preliminary and reflect the status quo. Last but not least, society is in constant change and opinions, problem awareness, and personal experiences are in constant change, which has to be kept in mind when reflecting results. The project reports are made available on the website www.hytrust.de.

1 Einleitung

Um Deutschland zum Leitmarkt für eine nachhaltige Mobilität und Energieversorgung zu machen, initiierten Bund, Industrie und Wissenschaft im Jahr 2006 das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP). Das Ziel des NIP ist die Marktvorbereitung von Produkten und Anwendungen, die auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie basieren, entscheidend zu beschleunigen. Neben den speziellen Märkten und der Nutzung der Wasserstofftechnologie in stationären Anwendungen standen der Verkehr und die Wasserstoffinfrastruktur im Fokus. Zur Steuerung des Gesamtprogramms wurde im Februar 2008 die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) gegründet.

Im Jahr 2007 wurde der Nationale Entwicklungsplan (NEP) 2.0 zum „Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (NIP) der Bundesregierung auf den Weg gebracht. Der NEP konkretisierte die Aktivitäten in Einzel-Entwicklungsplänen für die vier Bereiche „Verkehr“, „Stationäre Anwendungen in der Hausenergieversorgung“, „Stationäre Industrieanwendungen“ und „Spezielle Märkte für Brennstoffzellen“.

Für den Verkehrsbereich galt es dabei, notwendige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit marktvorbereitenden Demonstrationsvorhaben zu verknüpfen. So sollten schrittweise größere Demonstrationsflotten aufgebaut und der notwendige Wasserstoffinfrastrukturaufbau vorangetrieben werden. Wasserstoff als alternativer Kraftstoff und Brennstoffzellenfahrzeuge boten sich dabei an, „lokale Schadstoffemissionen sowie treibhausrelevante Gase drastisch zu reduzieren bzw. vollständig zu vermeiden, den Energieverbrauch für den Verkehrssektor deutlich zu senken und ein breites Portfolio an Primärenergiequellen für den Verkehrssektor nutzbar zu machen“.¹

Mit dem „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ der Bundesregierung vom 28. September 2010 bzw. dessen Aktualisierung vom 6. Juni 2011 gewann Wasserstoff als Speichermedium für erneuerbare Energien an Bedeutung. Denn mit zunehmendem Ausbau von Wind- und Solaranlagen wird es zunehmend Zeiten geben, in denen das Angebot aus erneuerbaren Energien größer ist als die Stromnachfrage. Es kommt zu Überschüssen, die nicht direkt genutzt werden können. Mit Hilfe von Elektrolyseuren kann dieser erneuerbare Strom in Wasserstoff umgewandelt, in Kavernen gespeichert und somit nutzbar gemacht werden (Sternier 2009, UBA 2010). Diese Entwicklung fand Niederschlag im Nationalen Entwicklungsplan 3.0 aus dem Jahr 2011. So wurde der Wasserstoffproduktion ein eigener Bereich gewidmet.²

Bereits der NEP 2.0 (2007) sah vor, dass neben den Säulen F&E und Demonstrationsvorhaben auch übergeordnete Themen wie „Regulations, Codes & Standards“ sowie das Thema „Ausbildung“ mit den Unterpunkten technische Aspekte und öffentliche Diskussion gefördert werden sollten.³ Für Querschnittsthemen wurde im NEP 3.0 (2011) ein eigener Entwicklungsplan einge-

¹ Nationaler Entwicklungsplan Version 2.0 zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ vom 27.02.2007, S.6

² Nationaler Entwicklungsplan Version 3.0 zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ vom 13.10.2011, S.13 ff.

³ Nationaler Entwicklungsplan Version 2.0 zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ vom 27.02.2007, S.9

fügt, der unter dem Stichwort „Akzeptanz/Öffentlichkeit“ vorsah: „Die Markteinführung erfordert ein breites Verständnis in der Öffentlichkeit bzw. bei Entscheidungsträgern bzgl. der Vorteile der Technologien. Es gilt z.B. im Rahmen von Studien die Wahrnehmung und die Akzeptanz gezielt auszubauen oder Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit der Verwendung der Technologie zu adressieren. Hierbei sind auch verwandte Technologiebereiche zu betrachten.“⁴

Diese Entwicklung ist folgerichtig, da es sich bei der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur um einen technologischen sondern auch um einen gesellschaftlichen Paradigmenwechsel handelt. So sollte parallel zur Entwicklung der neuen Antriebstechnologie und dem Aufbau der erforderlichen Infrastruktur die Akzeptanz der neuen Technologie in der Gesellschaft bekannt sein und in Entscheidungen berücksichtigt werden.

An dieser Stelle setzte das HyTrust-Projekt mit seiner sozialwissenschaftlichen Begleitforschung an, indem es die Nutzerperspektive in den Entwicklungsprozess von Wasserstofffahrzeugen bzw. die Einführungsphase von Wasserstoff als Kraftstoff einbezog. Unter Nutzerperspektive wurden nicht nur die Bedürfnisse, Gewohnheiten, Anforderungen und Sichtweisen der Bevölkerung verstanden, sondern die Wahrnehmungsperspektiven der am Innovationsprozess beteiligten Akteure. Im Projekt „HyTrust – Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“ wurden zwei wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung der wasserstoffbasierten Mobilität im Endkundensektor analysiert: die Akzeptanz der Technologie in der Öffentlichkeit Deutschlands und das Vertrauen in die technologiebetreibenden Akteure.

⁴ Nationaler Entwicklungsplan Version 3.0 zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ vom 13.10.2011, S.54

2 Die soziale Seite von Innovationsprozessen

2.1 Bedeutung von Akzeptanz für Innovationsprozesse

Es hat sich gezeigt, dass der Erfolg eines Innovationsprozesses nicht nur von der technischen Innovation und der Verbesserung der ökonomisch-institutionellen Rahmenbedingungen abhängt, sondern auch von der gesellschaftlichen Akzeptanz.

In der Diskussion wird immer wieder betont, dass sich die kritische Wahrnehmung der Öffentlichkeit hemmend auf die Entwicklung neuer Technologien auswirken kann. Damit wird zugleich anerkannt, dass für die Akzeptanz einer Technologie in der Öffentlichkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Risikoforschung allein nicht hinreichend sind.

Darüber hinaus wird im Rahmen sozialwissenschaftlicher Technikforschung hervorgehoben, dass die Rolle von Nutzern in der Entwicklung und Verwendung von Technologien wesentlich komplexer ist, als häufig angenommen (Bijker 1996). Danach werden neue Technologien und Produkte von Nutzern nicht einfach passiv konsumiert, sondern aktiv angeeignet. Aktive Aneignung meint hier:

- die verschiedenen Arten, wie ein Produkt genutzt werden kann,
- die Besetzung von Technologien mit Bedeutung,
- die Art, wie Technologien in die Alltagspraxis integriert werden, aber auch
- was mit der Nutzung von Technologien symbolisch ausgedrückt wird.

Insbesondere die Zuschreibung von Bedeutungen und die Alltagspraxis sind wichtig für den Erfolg von Innovationen, denn die öffentliche Meinung bestimmt das Image der neuen Technologien und Produkte (Akrich 1995). Hier ist es gut zu wissen:

- welchen „Ruf“ neue Technologien bei Nutzern haben,
- welche Assoziationen mit neuen Produkten verbunden werden, aber auch
- welche Bilder sich Hersteller und Planer davon machen, was Nutzer wollen und was für sie zumutbar ist.

Für die Verständigung darüber, was eine Technologie wem bedeutet (ob individuellen Komfort, die Wahrnehmung von Verantwortung für die Umwelt oder eine möglichst große Nutzungsautonomie), ist somit auch ein gesellschaftspolitischer Begleitprozess für die erfolgreiche Implementierung von Innovationen notwendig.

2.2 Soziale Konstruktion neuer Technologien

Aus der Technikforschung ist bekannt, dass die Implementierung neuer Technologien nicht ausschließlich als technischer Prozess zu verstehen, sondern Technik in soziale und historische Kontexte eingebettet ist (Hard/Knie 2001) und damit sozial und kulturell geformt bzw. konstruiert wird (vgl. Pinch/Bijker 1989). Während sich um etablierte Techniken und technische Systeme ein kulturelles Setting bereits herausgebildet und institutionalisiert hat, stellt sich bei neuen Technologien die Aufgabe, für sie eine Nische in dem bestehenden kulturellen Kontext der etablierten Technologie zu suchen oder ein neues kulturelles Setting „mit zu erfinden“ und zu etablieren (Hörning 1985; vgl. auch Munir/Phillips 2005).

Soziale Akteure prägen die Auswahl verschiedener Techniken und versehen Techniken mit „Bedeutung“. Die soziale Konstruktion von Technologien vollzieht sich über vielfältige gesellschaftliche Kommunikationsprozesse, in denen sich verschiedene Deutungen der Technologie gegenüber stehen können. Wie ein technisches Problem gelöst und was als technische Lösung akzeptiert wird, ist zunächst ein offener Prozess. Pinch und Bijker sprechen von „interpretative flexibility“ (1989). An diesen sozialen Definitions- und Aushandlungsprozessen sind unterschiedliche soziale Gruppen beteiligt, die jeweils die für sie relevanten Probleme definieren, eine bestimmte Ausprägung der Technik unterstützen, der neuen Technologie eine bestimmte Bedeutung zuordnen und des Weiteren oft auch Pionierkunden und -nutzer der neuen Technologie werden (vgl. Bijker/Pinch 1989).

Die Hegemonie einer bestimmten Sichtweise ist dabei nicht Produkt eines linear fortschreitenden Prozesses, in dem die debattierenden Akteure von der „Richtigkeit“ einer bestimmten Sichtweise überzeugt wurden. Vielmehr hängt die Vorherrschaft einer Sichtweise davon ab, ob sie genügend sozio-politische Resonanz bekommt und politische Effekte zeitigt. In diesen sogenannten „semantischen Kampf“ (Felder 2006) sind Journalisten, wissenschaftliche Experten, Politiker, Administratoren und nicht zuletzt wirtschaftliche Akteure und Nichtregierungsorganisationen mit ihren eigenen Interessen, Interpretationen, Forderungen und Vorschlägen involviert.

Nach Gamson (1992) kann davon ausgegangen werden, dass das Thema Wasserstofftechnologie in der öffentlichen Debatte über „interpretative packages“ oder Deutungsmuster in bestimmte Perspektiven gesetzt wird, die mit Bezug auf eine zentrale Idee ein bestimmtes Framing des Themas vorgeben. Eine solche zentrale Idee stellt in diesem Kontext das Konzept der „Sustainability“ dar (vgl. Canzler et al. 2013). Das bedeutet, dass bestimmte Interpretationen und Deutungen im Diskurs nahe gelegt und gleichzeitig andere Deutungen über den Diskurs ausgeschlossen werden. Beim Thema Wasserstoffmobilität hat man es also bei unterschiedlichen Akteuren mit je unterschiedlichen Situationsdefinitionen und Orientierungsrahmen zu tun.

Der gesellschaftliche Diskurs bereitet dabei die Grundlage für eine generelle Akzeptanz auf kollektiver Ebene und dient auch der „gesellschaftlichen ‚Vorproduktion‘ von Handlungsmustern und Umgangsweisen mit Technik“ (Binder 1999), mit denen die neue Technik veralltäglicht wird.

2.3 Bedeutung von Bildern und Erwartungen in Innovationsprozessen

In gesellschaftlichen Diskursen und für das Entstehen eines neuen kulturellen Ambientes sind Bilder und Symbole von nicht zu unterschätzender Bedeutung, weil sie sich im Unterschied zu sprachlichen Erläuterungen durch die „Ganzheit der Präsentation“ (Binder 1999) auszeichnen. Bilder betten eine neue Technik in die kulturelle und symbolische Ordnung einer Gesellschaft ein und verleihen ihr so Plausibilität und Bedeutung. Sie machen Neues damit kommunizier- und erfahrbar und schaffen so Vertrauen und Akzeptanz.

Am Anfang von Innovationsprozessen stehen Vorstellungen von und Erwartungen an zukünftige Nutzer, mögliche Einsatzfelder und technische, ökonomische oder gesellschaftliche Potenziale des noch zu entwickelnden Artefaktes oder technologischen Systems (vgl. Borup et al. 2006). Mit diesen Erwartungen sind Annahmen verbunden, die als künftiger Zustand schon unterstellt werden (vgl.

Konrad 2004). Je bildhafter diese Zukunftsvorstellungen dabei sind, desto mehr „kollektive Projektionskraft“ (Knie 1997) entwickeln sie. Erwartungen erfüllen in Innovationsprozessen mehrere Funktionen und entwickeln, wenn sie wirkungsmächtig sind, eine eigene, sich selbst verstärkende und stabilisierende Dynamik. Wesentlicher Treiber einer solchen sozialen Erwartungsdynamik ist der „Umstand, dass die Erwartungen eines jeden mit den Erwartungen anderer aufs Engste verknüpft sind“ (Konrad 2004). Da sich diese geteilten Erwartungen aufeinander beziehen, entsteht eine Art Geflecht, das sich selbst stabilisiert.

Als gemeinsamer Bezugs- und Orientierungspunkt für die am Innovationsprozess beteiligten Akteure erfüllen Erwartungen auch eine koordinierende Funktion, insbesondere wenn es um die längerfristige Steuerung von Innovationsnetzwerken oder -kooperationen geht (vgl. Borup et al. 2006). Eine ganz entscheidende Aufgabe von Erwartungen ist außerdem, dass sie bahnbrechenden Innovationsprojekten Legitimität verschaffen. Dies gilt sowohl unternehmensintern als auch im Rahmen von gesellschaftlichen Diskursen, in denen Erwartungen in Form von Szenarien und Visionen als „rhetorische Ressource“ (Konrad 2004) eingesetzt werden können. Diese Teilfunktion geht dabei Hand in Hand mit einer weiteren wichtigen Aufgabe. Erwartungen dienen auch als „strategische Ressource“ (ebd.), um Kooperationspartner, Investoren oder politische Unterstützung für die Realisierung der eigenen Vision zu mobilisieren.

2.4 Bedeutung von Vertrauen und Vertrautheit in Innovationsprozessen

Eine entscheidende Rolle für Akzeptanz oder Nichtakzeptanz neuer Technologien in der Bevölkerung spielt die Glaubwürdigkeit der Akteure, die in die Implementierung und Regulierung dieser Technologie involviert sind. Die Wasserstofftechnologie im Mobilitätssektor ist für die Mehrzahl der Menschen noch nicht direkt erfahrbar und aufgrund der steigenden Komplexität der durch diese Technologie aufgeworfenen Sachfragen sind die Menschen mehr denn je auf Informationen von Dritten angewiesen. Sie wissen aber auch, dass sich die Risikoeinschätzung verschiedener Akteure stark unterscheiden kann und selbst innerhalb der Wissenschaft keine Einigkeit bei der Bewertung von Risiken bestehen muss (Slovic 1993).

Eine wichtige Voraussetzung für Vertrauen ist die wahrgenommene Übereinstimmung von Wertüberzeugungen zwischen Akteuren (Siegrist 2001). Hier orientieren sich Menschen in der Regel an den Positionen vertrauenswürdiger gesellschaftlicher Akteure. Im „Risikosurvey Baden-Württemberg 2001“ hatten Zwick & Renn (2002) beispielsweise herausgefunden, dass die Akzeptanz bzw. Nicht-Akzeptanz der Gentechnik vor allem vom Faktor institutionelles Vertrauen abhängig waren. Je höher das Vertrauen in die Problemlösungskapazitäten einer Institution ist, umso niedriger schätzen Menschen Risiken ein und vice versa (Flynn et al. 1992, Siegrist 2000). Vertrauen entsteht, wenn Institutionen und Akteuren sowohl Kompetenz als auch Loyalität zugeschrieben werden. Nur wenn diesen das Wissen und die Möglichkeiten zur Lösung von Problemen zugetraut und gleichzeitig vermutet wird, dass sie im Sinne des Betroffenen – also loyal – handeln werden, entsteht Vertrauen.

Ein weiteres wichtiges Konzept zum Verständnis öffentlichen Vertrauens in neue Technologien ist das Konzept der Vertrautheit. Vertrautheit mit einer neuen Technologie wird zu einem großen Anteil bestimmt durch das Vertrauen

in die Technologie betreibenden und umsetzenden Institutionen (Luhmann 1989). Im Zusammenhang mit Technik drückt Vertrautheit aus, dass sich Menschen in den Industrieländern täglich auf die Errungenschaften von Technik verlassen. Bei Vertrautheit handelt es sich eher um positive Erfahrungen mit einer Technik oder zumindest um eine positive Erwartungshaltung. Eigene Erfahrungen mit Technologien sammelt man in der Regel direkt durch die Nutzung dieser Technologien. Bei neuen Technologien können Erfahrungen z.B. durch Demonstrationsprojekte gesammelt werden. Auf Grundlage dieser Erfahrungen werden dann eigene Bewertungsmuster entwickelt. Die Sammlung von Erfahrungen mit neuen Technologien kann aber auch indirekt durch die gedankliche und emotionale Auseinandersetzung gefördert werden, indem Menschen Kommunikationsforen (z.B. Bürgerkonferenzen) zur Verfügung gestellt werden.

Um Vertrauen und Vertrautheit für eine noch unbekannte Technik entstehen zu lassen, können in Innovationsprozessen Bilder eingesetzt werden. In dieser Funktion tragen Bilder dazu bei, Innovationen Bedeutung, Sinngehalt und Identität zu verleihen, und schaffen so die Voraussetzung für deren Akzeptanz und Diffusion.

3 Forschungsansatz

Das HyTrust-Projekt analysierte mittels eines fakten- und forschungsbasierten Ansatzes die Bekanntheit der Wasserstoffmobilität in der Öffentlichkeit sowie die Einstellungen und Positionen verschiedener Akteure zur Technologie. So wurden im Prozess der Marktvorbereitung für Wasserstofffahrzeuge und für Wasserstoff als Kraftstoff der Status Quo der gesellschaftlichen Akzeptanz in Deutschland erhoben und für die bevorstehende Phase der Markteinführung Empfehlungen abgeleitet.

3.1 Modell der sozialen Akzeptanz

Nach Rüggeberg (2009) kann unter Akzeptanz der „Übernahmeprozess von Produkten und Dienstleistungen durch Individuen oder Organisationen“ verstanden werden, in dem „alle Phasen von der Wahrnehmung einer Innovation über diesbezügliche Einstellungsbildung, die Entwicklung einer Kauf- und Nutzungsabsicht, den expliziten Kaufakt sowie die anschließende Nutzung“ enthalten sind (S.8). Dabei ist Akzeptanz ein komplexes, vielschichtiges soziales Konstrukt, das nicht direkt messbar ist (Renn & Zwick 1997).

Akzeptanz als soziales Konstrukt spielt Kollmann (1998) folgend auf verschiedene Konstruktebenen eine Rolle. Die oberste und allgemeinste Konstruktebene ist die Einstellungsakzeptanz. Auf dieser Ebene geht es um Prozesse wie das Wissen um eine Technologie, um Interesse an der Technologie, um Erwartungen an die Technologie und ihre Bewertung. Lucke (1995) spricht auch von der kognitiven Dimension von Akzeptanz als Handlungsvoraussetzung, d.h. von einer Technologie überhaupt Kenntnis zu haben, sowie von der normativ-evaluativen Dimension der Akzeptanz, d.h. die betreffende Technik für richtig zu halten.

In dem Akzeptanzmodell von van Bree & Bunzek (2010) ist die Einstellungsakzeptanz deckungsgleich mit dem dort genutzten Begriff „global acceptance“. Generelle Akzeptanz bezieht sich nach diesem Modell auf die grundsätzliche Akzeptanz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Mobilitätssektor unabhängig von konkreten Anwendungen. Sie ist entscheidend für die breite Einführung von Wasserstofffahrzeugen und Wasserstoffinfrastruktur. Generelle Akzeptanz kann als gegeben angesehen werden, wenn gleichzeitig Wasserstoffmobilität von Experten und Politikern begrüßt wird, die Medienberichterstattung positiv ist und in der allgemeinen Öffentlichkeit eine grundsätzlich offene Haltung gegenüber der neuen Technologie vorherrscht. Generelle Akzeptanz lässt sich bereits in der Phase der Marktvorbereitung anhand geeigneter Indikatoren messen.

Eine zweite Konstruktebene ist die Handlungsakzeptanz. Handlungsakzeptanz bezieht sich auf Prozesse wie das Ausprobieren einer Technologie, das Sammeln von Erfahrungen und die Einbettung der Technologie in den eigenen Alltag. Diese Prozesse entsprechen der konativen Dimension von Akzeptanz bei Lucke (1995). Es geht um die konsequente Umsetzung des vorhandenen Wissens und des aus einer Einstellung heraus Für-Richtig-Haltens in beobachtbares Verhalten (z. B. ausdrückliche Zustimmung, sichtliches Einverständnis handeln), das zu einem feststellbaren Handlungsergebnis führt.

Auf Wasserstoff bezogen, geht es auf dieser Konstruktebene einerseits um Marktakzeptanz von Wasserstofffahrzeugen, es geht aber auch um die lokale Akzeptanz der Wasserstoffinfrastruktur. Marktakzeptanz und lokale Akzeptanz

konkretisieren quasi die allgemeinen Muster der Einstellungsakzeptanz auf konkrete Produkte.

Die Marktakzeptanz der Wasserstoffmobilität ist grundsätzlich dann gegeben, wenn Menschen bereit sind, Wasserstofffahrzeuge zu kaufen und zu nutzen (van Bree & Bunzek 2010). Für die Erarbeitung von Geschäftsmodellen und die Bereitschaft der Industrie in die Wasserstoffmobilität zu investieren ist es aber auch in der Phase der Marktvorbereitung gut zu wissen, ob Marktakzeptanz grundsätzlich erwartet werden kann und wenn ja, unter welchen Bedingungen. Lokale Akzeptanz wiederum bezieht sich auf die spezifischen lokalen Kontexte, in denen Wasserstoffprojekte umgesetzt werden (van Bree & Bunzek 2010). Lokale Akzeptanz liegt dann vor, wenn konkrete Anwendungen der Wasserstofftechnologie nicht auf nennenswerte Vorbehalte der lokalen Politik, der Anwohner und der lokalen NGOs treffen und gleichzeitig gesellschaftlich anerkannte Vorteile für die lokale Gemeinschaft mit sich bringen. Marktakzeptanz und lokale Akzeptanz sind damit ein Thema für die Kommerzialisierungsphase der Wasserstoffmobilität.

Auf der dritten Konstruktebene nach Kollmann (1998) geht es um Nutzungsakzeptanz. Diese Ebene fokussiert auf die dauerhafte Nutzung von Produkten und Dienstleistungen in Abgrenzung zur unmittelbaren Erstnutzung. In der Phase der Marktvorbereitung für die Wasserstoffmobilität spielt diese Akzeptanzebene noch keine Rolle.

Der Fokus des HyTrust-Projektes lag ganz überwiegend auf der Analyse der Einstellungsakzeptanz. Handlungsakzeptanz wurde in die Analyse insofern einbezogen, dass Kaufabsichten für Wasserstofffahrzeuge und Risikobefürchtungen für Wasserstofftankstellen abgefragt wurden. Die folgende Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Akzeptanzmodell, das im HyTrust-Projekt genutzt wurde.



Abbildung 1: Akzeptanzmodell im HyTrust-Projekt (Quelle: eigene Abbildung in Anlehnung an Kollmann 1998)

3.2 Zielstellung

Das HyTrust-Projekt versteht sich als sozialwissenschaftliche Reflexion der öffentlichen Wahrnehmung der Wasserstofftechnologie im Bereich Mobilität. Es hatte zum Ziel, den Status der Akzeptanz der Wasserstoffmobilität in Deutschland sowie das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Akteure zu erfassen. Zudem sollten die Einflussfaktoren auf Akzeptanz identifiziert und analysiert werden, um eine dynamische Betrachtung der Fragestellung zu ermöglichen.

Mit Hilfe dieses Projektes sollten drei übergreifende Fragen beantwortet werden:

- Welche Akzeptanz findet die Wasserstofftechnologie in der Öffentlichkeit?
- Welche Vertrautheit mit der Wasserstofftechnologie und Vertrauen in die technologiebetreibenden Akteure besteht in der Bevölkerung?
- Wie kann der technologische Systemwechsel im Mobilitätssektor hin zur Wasserstofftechnologie unter sozioökonomischen Aspekten vollzogen werden?

3.3 Arbeitsschritte

Zur Erreichung des Projektziels wurden im Rahmen von HyTrust:

- zentrale in den Innovationsprozess zur Wasserstofftechnologie eingebundenen Akteure identifiziert sowie ihre Sichtweisen und daraus abgeleitete Handlungsprogramme analysiert,
- die Vielschichtigkeit der Meinungen, Motivstrukturen und Einstellungen zur Wasserstofftechnologie in der deutschen Bevölkerung aufgedeckt und systematisch erfasst,
- die Akzeptanz der Wasserstofftechnologie in der Bevölkerung in Deutschland repräsentativ erhoben und im zeitlichen Verlauf analysiert,

- die gesellschaftliche Risikowahrnehmung anhand einer Analyse der Medienberichterstattung in Tages- und Wochenzeitungen erfasst,
- ein informiertes und strukturiertes Meinungsbild einer Bürgergruppe zu Chancen und Risiken der Wasserstofftechnologie sowie zur sozialverträglichen Einführung der Wasserstofftechnologie in den Mobilitätsalltag erarbeitet (Bürgerkonferenz),
- ein prozessbegleitendes Monitoring von Demonstrationsprojekten zur Identifizierung von Faktoren für eine effektive Kommunikation im Technologiefeld Wasserstoff sowie zur Optimierung der einzelnen Techniken und ihrer Kombination für die Nutzerinnen und Nutzer durchgeführt (Fallstudien),
- detaillierte Nutzer- und Alltagsszenarien einer „Wasserstoffgesellschaft“ zur Verwendung in Kommunikationsstrategien erstellt,
- der Informationsaustausch zwischen HyTrust und projektexternen Akteuren sichergestellt, um Ergebnisse und Anforderungen bzw. sich ändernde Rahmenbedingungen zeitnah einzuspeisen.

Folgende Arbeitsberichte wurden im Rahmen des HyTrust-Projektes erstellt:

- Nr. 1: Diskursanalyse von Positionen zur Wasserstoffmobilität
- Nr. 2: Wasserstofftechnologie in den Köpfen. Eine qualitative Bevölkerungsbefragung
- Nr. 3: Repräsentative Bevölkerungsbefragungen zur Wasserstoffmobilität
- Nr. 4: Diskursanalyse der Mediendebatte zur Wasserstoffmobilität
- Nr. 5: Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“
- Nr. 6: Begleitforschung von Demonstrationsvorhaben
- Nr. 7: Klimaschutzpotenziale von Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) im PKW-Sektor
- Nr. 8: Monetäre Förderansätze für FCEV in Deutschland
- Nr. 9: Einfluss sozialer Treiber auf die Einführung der Wasserstofftechnologie
- Nr. 10: Bilder, Innovation und Elektrizität – was Wasserstoff aus der Geschichte der Elektrifizierung lernen kann
- Nr. 11: Nutzer- und Alltagsszenarien einer „Wasserstoffgesellschaft“

Die Forschungs- und Kommunikationsaktivitäten im HyTrust-Projekt konzentrierten sich auf Berlin und Hamburg als Leuchtturmstandorte für Wasserstoffmobilität.

Die folgende Analyse greift die Ergebnisse aus diesen Arbeitsberichten auf und verknüpft sie miteinander. Jedem Kapitel wird ein Methodenteil vorangestellt, so dass der Leser nachvollziehen kann, aus welchen Quellen die Ergebnisse stammen. Zudem wird überall, wo es Anknüpfungspunkte gibt, auf die originalen Arbeitsberichte verwiesen.

4 Status Quo: Einstellungsakzeptanz der Wasserstoffmobilität

4.1 Methodische Herangehensweise

Um die Akzeptanz der Wasserstoffmobilität auf der Konstruktebene von Einstellungen zu messen, wurde auf eine Vielzahl von Methoden zurückgegriffen. Um mehr über Bewusstheit, Erwartungen und Bewertung der Wasserstoffmobilität bei Akteuren zu erfahren, die beruflich direkt oder indirekt mit dem Thema zu tun haben, konnte überwiegend auf vorliegende schriftliche Positionierungen zurückgegriffen werden. So wurden Inhaltsanalysen von Stellungnahmen und Positionspapieren sowie von Presseartikeln durchgeführt. Diese Analysen wurden durch Interviews und Workshops mit den entsprechenden Stakeholdern ergänzt (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 1, 4, 6).

Da von Seiten der Bevölkerung, abgesehen von vereinzelt Lesercommentaren in der deutschen Presse, keine schriftlichen Stellungnahmen zur Wasserstoffmobilität vorlagen, musste hier deutlich explorativer vorgegangen werden, um etwas über Wissen, Wahrnehmung, Erwartungen und Bewertungen in der Bevölkerung zu erfahren. Hier wurden Interviews und Fokusgruppendifkussionen mit Bürgerinnen und Bürgern, zwei repräsentative Bevölkerungsbefragungen, Vor-Ort-Befragungen an Wasserstofftankstellen, auf Konferenzen und Messen sowie eine Bürgerkonferenz durchgeführt (HyTrust Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5, 6). Insgesamt waren mehr als 2400 Personen in die Befragungen involviert.

4.2 Bewusstheit und Wissen

Aufmerksamkeit für das Thema Wasserstoffmobilität

Unter zahlreichen Akteuren, die sich professionell mit der Entwicklung von Wasserstofffahrzeugen bzw. der Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff befassen, war Wasserstoffmobilität bereits in den 1990er Jahren ein wichtiges Thema. So entwickelte z.B. Daimler-Benz (heute: Daimler AG) die NeCar-Fahrzeuge, die die Brennstoffzelle als alternatives Antriebsaggregat nutzten. Neben Daimler gründete BMW eine eigene „Clean-Energy-Offensive“, um ein Null-Emissionen-Fahrzeug zu entwickeln. Dieses basierte auf einem Verbrennungsmotor, welcher bivalent, mit Wasserstoff oder Benzin betrieben werden konnte. Als auch 2004 in Deutschland noch keine nennenswerten Stückzahlen an Zero Emission Vehicles gebaut wurden, setzte sich die Erkenntnis durch, dass es so bald keine Serienproduktion von Wasserstofffahrzeuge geben wird. Zu groß waren die technischen Probleme, zu teuer die Technik und es gab nach wie vor zu wenige Wasserstofftankstellen.

Um diese Probleme anzugehen, wurde im Dezember 2002 die Clean Energy Partnership (CEP) als gemeinsame Initiative von Politik und Industrie unter Federführung des Bundesverkehrsministeriums etabliert. Im Jahr 2006 initiierten Bund, Industrie und Wissenschaft das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), um die Marktvorbereitung von Produkten und Anwendungen, die auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie basieren, entscheidend zu beschleunigen. Zur Steuerung des Gesamtprogramms wurde im Februar 2008 die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) gegründet. Parallel dazu kam es im Jahr 2007 zur Grundsteinlegung für die Förderung der Elektromobili-

tät in Deutschland. Im Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung von 2007 und im Zusammenhang mit der Nationalen Strategiekonferenz Elektromobilität 2008 in Deutschland sowie im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung von 2009 wurden ebenfalls Maßnahmen zu Förderung der wasserstoffbasierten Elektromobilität formuliert.

Um diese Entwicklungen in ihrem Sinne zu beeinflussen, nahmen verschiedene Akteure aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft in Positionspapieren Stellung zu den Entwicklungen auf dem Gebiet der Wasserstofftechnologie und äußerten ihre Erwartungen an die Technologie (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 1). Den politischen Diskurs und die technischen Entwicklungen aufgreifend berichteten auch die Medien seit Ende der 1990er Jahre über das Thema Wasserstoffmobilität und ließen verschiedene professionelle Akteure in den Artikeln zu Wort kommen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 4). Der Diskurs wurde dabei maßgeblich von Akteuren aus dem Bereich Wirtschaft bestimmt. Hier äußerten sich insbesondere Automobilhersteller wie Daimler und BMW und berichteten über neue Fahrzeugprototypen und andere technische Entwicklungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Die deutsche Presse berichtete seit Ende der 1990er Jahre zwar kontinuierlich über das Thema Wasserstoffmobilität, gemessen an der Zahl der erschienenen Presseartikel bewegte sich die Berichterstattung aber auf niedrigem Niveau. Erst ab dem Jahr 2007 scheinen sich die Diskussionen um die zukünftige Bedeutung der wasserstoffbasierten Mobilität für Deutschland aus dem engen Kreis von Wirtschaft und Politik heraus bewegt und eine Vielzahl neuer Akteure in die Debatte eingeschlossen zu haben (siehe Beispiel 1).

Beispiel 1

Mehr professionelle Akteure nehmen Stellung zur Wasserstoffmobilität

Im Rahmen des HyTrust-Projekts wurde eine Diskursanalyse von Positionspapieren und Stellungnahmen durchgeführt, die von diversen gesellschaftlichen Akteuren zur Wasserstoffmobilität verfasst worden waren. Diese Papiere stellen quasi die institutionenintern abgestimmten Meinungen der Akteure dar und können inhaltsanalytisch untersucht werden. Zwischen 1998 und 2009 konnten 107 Positionspapiere zusammengetragen werden (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 1).

Die meisten Positionspapiere und Stellungnahmen zur Wasserstoffmobilität erschienen in den Jahren 2007 und 2009. Das spricht für eine Intensivierung der Debatte zur wasserstoffbasierten Mobilität und damit der öffentlichen Aufmerksamkeit in der Zeit ab dem Jahr 2007 (Abbildung 2).

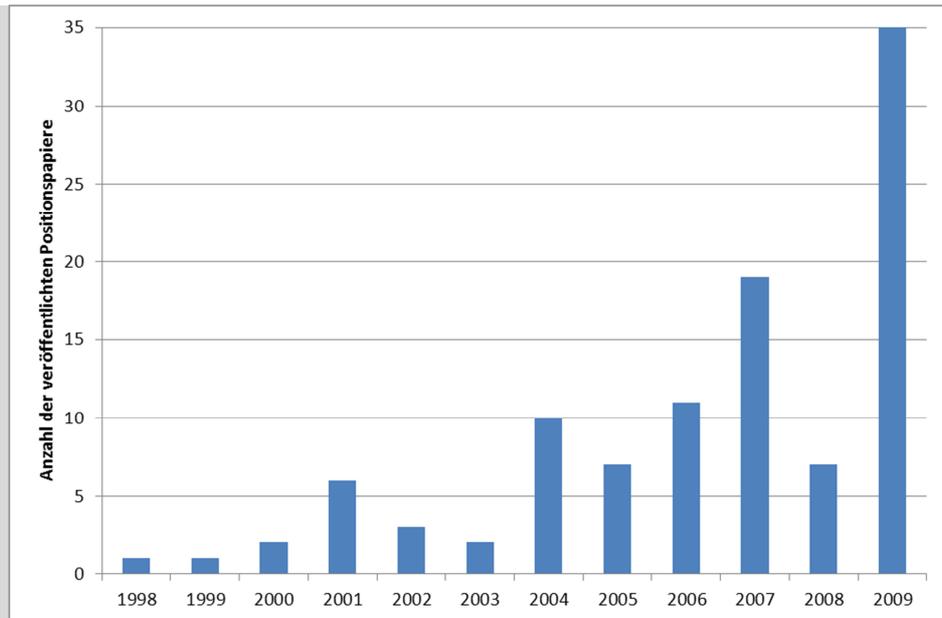


Abbildung 2: Positionspapiere als Spiegel der öffentlichen Aufmerksamkeit für das Thema Wasserstoffmobilität (Quelle: Inhaltsanalyse von Positionspapieren HyTrust)

Die Hälfte aller Positionspapiere stammte von Wirtschaftsakteuren. Dabei waren es vor allem die Automobilhersteller, die sich bereits in der Frühphase der Debatte, aber auch später zahlreich zum Thema Wasserstoffmobilität zu Wort meldeten. Wirtschaftsakteure aus dem Bereich Wasserstoffproduktion und Betankungsinfrastruktur griffen ab 2005 intensiver in die Debatte ein. Aber auch verschiedene Bundesministerien, nachgeordnete Behörden, Forschungsinstitute und zivilgesellschaftliche Akteure wie der Verkehrsclub Deutschland oder Greenpeace nahmen Stellung zur wasserstoffbasierten Mobilität.

Für die Bevölkerung in Deutschland ist Wasserstoffmobilität bis heute kein Thema, das den „kleinen Mann auf der Straße“ über die Maßen beschäftigt. Trotz mehrfacher Ankündigung der bevorstehenden Serienfertigung von Wasserstofffahrzeugen durch verschiedene Automobilhersteller, sind die Fahrzeuge bislang nur in Einzelexemplaren auf den Straßen sichtbar. Am ehesten fielen noch die Hamburger Wasserstoffbusse im öffentlichen Raum auf. Trotzdem ist das Thema in der Bevölkerung Deutschlands nicht unbekannt. In einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung vom Januar 2013 konnte gezeigt werden, dass drei Viertel der Bevölkerung bereits einmal von Wasserstofffahrzeugen gehört hatten. Allerdings gaben nur 3 % der Bevölkerung an, schon einmal mit einem Wasserstofffahrzeug gefahren zu sein (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3). Daraus wird deutlich, dass Wasserstofffahrzeuge in der Alltagswirklichkeit der Befragten bislang nicht oder nur am Rande vorkommen. Allenfalls durch zufällige Wahrnehmungen von Wasserstoffbussen in Hamburg oder der Wasserstofftankstellen in Berlin begegnete den Befragten die Thematik wie Interviews mit Bürgerinnen und Bürgern in Hamburg und Berlin ergaben (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2).

Wissensstand

Der relativ hohe Bekanntheitsgrad der Wasserstoffmobilität darf jedoch nicht mit einem hohen Wissensstand in der Bevölkerung gleichgesetzt werden. Das Wissen zu Wasserstoff und den dazu gehörigen Technologien war im Allgemeinen sehr niedrig. So schätzten die Besucher des Bürgertags auf der Weltwasserstoff-Konferenz (WHEC) 2010 in Essen ihr Wissen zur Wasserstoffmobilität nur mit „ausreichend“ und schlechter ein. Ähnliche Ergebnisse lieferte eine Befragung von Messebesuchern, die auf der Challenge Bibendum im Mai 2011 in Berlin Wasserstofffahrzeuge testeten. Nur die Hälfte der Befragten hatte eine Vorstellung vom Wasserstofffahrzeug. Und der Wissensstand zur Wasserstoffmobilität von Kunden, die in Berlin Tankstellen besuchten, an denen auch Wasserstoff getankt werden konnte, war noch einmal deutlich niedriger als der Wissensstand der Messebesucher. Nur 12 % der Kunden gab an, die Funktionsweise des Wasserstofffahrzeugs im Detail erklären zu können. Das wenige Wissen, das sie hatten, stammte aus Beruf, Studium, Schule, Fernsehen, Zeitungen oder Internet (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

In Interviews zeigte sich, dass Bürgerinnen und Bürgern die Herstellungs- und Verwendungsverfahren von Wasserstoff teilweise bekannt waren. Zumeist wussten die Befragten, dass es bezüglich Wasserstoff um die Zufuhr oder Freisetzung von Energie geht und dass Wasserstoff explosiv sein kann. Auch die Knallgasprobe aus dem Chemieunterricht wurde erwähnt, ihre Funktionsweise und ihr Nutzen meist jedoch nicht memoriert. Allerdings wussten viele Bürgerinnen und Bürger, dass Wasserstoff in Kraftfahrzeugen als Treibstoff verwendet werden kann. Der tatsächlichen Entwicklung wurde dabei gelegentlich sogar vorausgegriffen und angenommen, dass bereits in der Vergangenheit und zum jetzigen Zeitpunkt Wasserstofffahrzeuge in Betrieb waren. Die Funktionsweise der Technologie – vor allem der Einsatz der Brennstoffzelle in Verbindung mit dem Elektromotor – war hingegen nur einem sehr geringen Teil der Befragten geläufig. Einige hatten bereits von der Brennstoffzelle gehört und wussten, dass als Produkt des Verfahrens Energie und Wasserdampf entsteht (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2).

4.3 Erwartungen an die Wasserstoffmobilität

Nutzbarkeit der Fahrzeuge im Alltag

Die Erwartungen der im HyTrust-Projekt befragten Bürgerinnen und Bürger an die Nutzbarkeit von Wasserstofffahrzeugen im Alltag orientierten sich an den Erfahrungen mit herkömmlichen Pkw. So waren die wenigsten bereit, Abstriche bei Leistung, Reichweite, Design und Größe des Fahrzeugs zu machen. Eine Absetzung neuer Technologien von konventionellen Fahrzeugen im Sinne eines neuen Images wurde von den Befragten nicht gewünscht. Die Befragten waren bereit, einen relativ geringen Preisaufschlag zu akzeptieren, wenn sie diesen durch (verlässliche) Einsparungen an anderer Stelle, z.B. bei den Kraftstoffkosten kompensieren könnten. Auch sollte das Tankstellennetz für Wasserstofffahrzeuge mit dem bestehenden Tankstellennetz für herkömmliche Fahrzeuge vergleichbar sein. Den Tankvorgang selbst stellten sich die Befragten eher unproblematisch vor und verglichen in mit dem Betanken von Gasfahrzeugen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 6 und 8).

Gesundheit und Lärm

Eine weitere wichtige Erwartung an das Wasserstofffahrzeug war die unmittelbare Verminderung schädlicher Emissionen und damit einhergehend der gesundheitliche Vorteil abgasarmer bzw. -freier Antriebe. Hier spielten vor allem die negativen Erfahrungen von Fußgängern und Radfahrern unter den Befragten eine große Rolle, die die alltäglichen Belastungen im Straßenverkehr durch Abgase, Gestank und Feinstaub als erhebliche Einschränkungen ihrer eigenen Mobilität empfanden. Unter den Gründen, warum Wasserstofffahrzeuge gefördert werden sollten, rangierte der Gesundheitsschutz durch Emissionsvermeidung aus Sicht der Bevölkerung ganz oben (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2 und 3).

Die Tatsache, dass sich Wasserstofffahrzeuge bedingt durch den Elektromotor geräuschärmer fortbewegen, wurde von den Bürgerinnen und Bürgern zunächst lediglich festgestellt bzw. wohlwollend hingenommen. Vereinzelt wurde die Befürchtung geäußert, dass es durch das fehlende Motorengeräusch zu einer Gefährdung von Fußgängern kommen könnte. Diese Befürchtung wurde aber schnell durch die Annahme relativiert, dass Fußgänger sich schnell daran gewöhnen würden. Die Vorstellung, dass möglicherweise daran gearbeitet wird, künstlich Motorengeräusche zu generieren um dem „Problem“ der Geräuscharmheit zu begegnen, wurde jedoch als absurd beurteilt (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2).

Klima- und Umweltschutz

Der wichtigste Mehrwert von Wasserstofffahrzeugen im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen wurde in ihrem Beitrag zum Umweltschutz gesehen. Wasserstofffahrzeuge würden aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit bieten, weiterhin individuell mobil sein zu können, ohne dabei die Umwelt zu schädigen. Neben direkten Emissionsminderungen verschaffen Wasserstofffahrzeuge ihren Fahrern somit vor allem ein gutes Gewissen beim Fahren. Dazu müsste der Wasserstoff nach Meinung der befragten Bürgerinnen und Bürger jedoch aus erneuerbaren Energien hergestellt werden. Wenn das der Fall ist, bewerteten beispielsweise Kunden an einer Wasserstofftankstelle die Umweltfreundlichkeit von Wasserstoff deutlich besser als die von Benzin und sogar besser als die von Strom, den man für batterieelektrische Fahrzeuge verwenden würde (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5 und 6).

In der im HyTrust-Projekt durchgeführten Bürgerkonferenz wurde die Frage nach der Einführung von Wasserstofffahrzeugen immer wieder von den Fragen überlagert, wie Wasserstoff in die Energiewende insgesamt eingebettet sein könnte (siehe Beispiel 2) und ob es überhaupt sinnvoll sei, ein Auto zu besitzen. Es könne nach Ansicht der Bürgerinnen und Bürger nicht allein darum gehen, das herkömmliche Auto eins zu eins durch Wasserstofffahrzeuge zu ersetzen. Vielmehr müsse zukünftig das Mobilitätssystem insgesamt umgebaut werden. Der Nahverkehr sollte gefördert und die Zahl der Autos auf den Straßen reduziert werden (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 5).

Beispiel 2

Wasserstoffmobilität als Teil der Energiewende denken

Im Rahmen des Projekts HyTrust wurde im April und Mai 2011 die Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“ durchgeführt. An drei Wochenenden machten sich 18 Bürgerinnen und Bürger intensiv Gedanken zur Wasserstoffmobilität,

sie diskutierten das Thema mit vielen Wasserstoffexperten und verfassten ihre Meinung zum Thema in einem sogenannten Bürgervotum. „Wasserstoff ja – wenn grün.“ So lautete die zentrale Botschaft des Bürgervotums (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 5). Von Beginn der Bürgerkonferenz an wurde die Herstellung und Verwendung von Wasserstoff im Zusammenhang einer generellen Energiewende diskutiert (Abbildung 3).



Abbildung 3: Visualisierung der Diskussionen in der Bürgergruppe zum Thema Wasserstoff und Energiewende (Quelle: HyTrust-Bürgerkonferenz)

Die Wende im Energiesystem sollte nach Ansicht der Bürgergruppe weg von fossilen Energieträgern und der Atomenergie und hin zu erneuerbaren Energien führen. Wasserstoff böte die Möglichkeit, Überschüsse aus erneuerbaren Energien auch über längere Zeiträume zu speichern. Bei Bedarf könnte Wasserstoff dann verstromt oder auch in Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen genutzt werden. Wasserstoff hätte nach Ansicht der Gruppe auch große Potenziale für eine dezentrale Energieversorgung.

Sicherheitsempfinden

Eine immer wieder geäußerte Sorge von professionellen Akteuren aus Politik und Wirtschaft war es, dass Wasserstofffahrzeuge aus Angst vor der Explosivität des Wasserstoffs abgelehnt werden könnten. Diese Annahme konnten in der HyTrust-Studie nicht bestätigt werden. In den Assoziationsabfragen spielten die Explosion des deutschen Zeppelins Hindenburg oder auch die Wasserstoffbombe nur eine untergeordnete Rolle. In Interviews und Fokusgruppendifkussionen wurde die Gefährlichkeit von Wasserstoff kein einziges Mal ungefragt von den Bürgerinnen und Bürgern angesprochen. Während der Bürger-

konferenz, die einer Gruppe von Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit zur informierten Meinungsbildung bot, gab es lediglich am ersten Wochenende Sicherheitsbedenken hinsichtlich der Explosivität und Brennbarkeit von Wasserstofffahrzeugen. Diese Bedenken wurden in der Gruppe jedoch schnell relativiert. Die Bürgerinnen und Bürger kamen zu der Einschätzung, dass Wasserstofffahrzeuge sicher sind (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5 und 6).

Die befragten Bürgerinnen und Bürger gingen ganz selbstverständlich davon aus, dass Wasserstofffahrzeuge sicher sind, wenn sie in Deutschland verkauft werden. Mögliche Bedenken wegen der Gefährlichkeit der Wasserstofftechnologie wurden generell unter die Gefährlichkeit von Kraftstoffen subsummiert. Darin spiegelt sich einerseits ein grundsätzliches Vertrauen in Produzenten und Regulierungsbehörden wider. Zum anderen führt die große Vertrautheit mit dem eigenen Auto dazu, dass die Befragten davon ausgehen, auch technologische Weiterentwicklungen, neue Kraftstoffe, sogar komplett alternative Antriebsarten wie den Elektromotor selbst kompetent einschätzen zu können.

4.4 Einschätzung der Wasserstoffmobilität

Generelle Bewertung

Das Thema Wasserstoffmobilität trifft in Deutschland sowohl unter den professionellen Akteuren als auch in der Bevölkerung auf große Offenheit. So zeigten die Inhaltsanalysen von Positionspapieren und Presseartikeln, die große Zustimmung zur Wasserstoffmobilität. Besonders hohe Zustimmung zu dieser Technologie kam von den Akteuren aus der Wirtschaft und der Politik. Lediglich bei Vertretern der Umweltwelt- und Verbraucherverbände zeigte sich eine größere Skepsis. Klimaschutz war der wichtigste Argumentationskontext, mit dem die professionellen Akteure ihre Einstellung gegenüber der Wasserstoffmobilität begründeten. Die wichtigsten Argumente in der Debatte waren die weitgehende Emissionsfreiheit von Wasserstoff als Energieträger, die Tatsache, dass Wasserstoff aus erneuerbaren Energien klimafreundlich ist und dass Wasserstoff ein wichtiger Teil der künftigen regenerativen Energieversorgung sein wird (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 1 und 4).

Einige der professionellen Akteure knüpften ihre Zustimmung an Bedingungen, die erfüllt sein müssten. Die am häufigsten von den professionellen Akteuren angeführte Bedingung für die Zustimmung zur Wasserstoffmobilität war der Aufbau einer öffentlichen Tankstelleninfrastruktur für Wasserstofffahrzeuge. Eine weitere Bedingung, an die die Sprecher ihre Zustimmung zur Wasserstoffmobilität banden, war die Herkunft der Energie für die Wasserstoffherzeugung. Hervorgehoben wurde, dass es wichtig sei, Wasserstoff aus regenerativ gewonnenen Energien zu gewinnen. Weiterhin wurden Kostenreduktionen als wichtige Voraussetzung für eine Zustimmung zur Wasserstoff betriebenen Mobilität gefordert.

Auch die Bevölkerung in Deutschland steht der Wasserstoffmobilität sehr offen gegenüber. Nach einer Repräsentativbefragung wären knapp zwei Drittel der Bevölkerung Deutschlands für die Einführung von Wasserstofffahrzeugen. Insbesondere die Emissionsfreiheit der Fahrzeuge und die positiven Effekte auf Klima und Gesundheit wären aus Sicht der Bevölkerung wichtige Gründe, um Wasserstoffmobilität in Deutschland weiter zu entwickeln (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3 und 5).

Assoziationen und Sprachbilder

Nicht nur die direkte Bewertung der wasserstoffbasierten Mobilität fällt sehr positiv aus, auch die Assoziationen zu Wasserstoff und Wasserstofffahrzeugen sowie die Sprachbilder, die genutzt werden, sind positiv konnotiert. So verwendeten viele professionelle Akteure in ihren Positionspapieren oder wenn sie in den Medien zu Wort kamen Sprachbilder, die den innovativen Charakter der Technologie und ihre Zukunftszugewandtheit betonten. Die Einführung von Wasserstofffahrzeugen wurde wiederholt als eine Art Systemwechsel bezeichnet, d.h. als eine komplette Veränderung der bisherigen Mobilität. Dabei wurde das Wasserstofffahrzeug als „grünes Traumauto“ oder „Zukunft der Mobilität“ bezeichnet, das eine „grüne Revolution“ einleitet (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 1 und 4). Auch in einer Assoziationsabfrage unter Akteuren, die direkt oder indirekt mit dem Thema Wasserstoffmobilität zu tun haben, zeigte, dass die mentalen Bilder zu Wasserstofffahrzeugen ganz überwiegend positiv konnotiert sind und sich auf die Themen wie Zukunft der Mobilität, Emissionsfreiheit, Sauberkeit und Effizienz beziehen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 1).

Auch in der Bevölkerung sorgt die Wasserstoffmobilität für sehr positive Bilder. Egal ob in Interviews, Fokusgruppendifkussionen oder Vor-Ort-Befragungen bei Messen oder Wasserstofftankstellen, werden Bürgerinnen und Bürger um spontane Assoziationen Wasserstoff und Wasserstofffahrzeugen gebeten, ähneln sich ihre Antworten stark (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2 und 6). Eine der wichtigsten positiven Assoziationen war, dass Wasserstoff eine Mobilität ohne fossile Brennstoffe ermöglicht (siehe Beispiel 3).

Nur selten wurde das Wasserstofffahrzeug in der Assoziationsabfrage bzw. den Positionspapieren und Presseartikeln sprachlich als „Tropfen auf dem heißen Stein“ oder als „Etikettenschwindel“ gedeutet, weil es als Nischenfahrzeug für die Klimabilanz kaum relevant sei bzw. sogar kostbare erneuerbare Energie verschwende. Nur wenige Assoziationen der professionellen Akteure zielten in die gleiche Richtung. Die negativen Assoziationen zum Wasserstofffahrzeug wurden vor allem von Vertretern der Umwelt- und Verbraucherverbände geäußert. Sie kritisierten insbesondere den hohen Energieaufwand bei der Herstellung von Wasserstoff, die fehlende Wasserstofftankstellen-Infrastruktur und die Tatsache, dass der Ersatz herkömmlicher Autos durch Wasserstofffahrzeuge nicht zu einem Bewusstseinswandel hin zu einem neuen Mobilitätsverhalten in der Gesellschaft führe.

Beispiel 3

Wasserstofffahrzeuge stehen für die Mobilität der Zukunft

Im Rahmen einer Fallstudie wurden Besucher der Messe Challenge Bibendum, einem internationalen Forum für die Förderung nachhaltiger Mobilität im Straßenverkehr, nach ihrer Wahrnehmung von Wasserstofffahrzeugen befragt. Die Befragungen waren standardisiert und fanden im Mai 2011 in Berlin statt. Befragt wurden 78 Besucher, die Wasserstofffahrzeuge zum Test fuhren. In der Befragung wurden auch spontane Assoziationen zu Wasserstofffahrzeugen erhoben.

Die Assoziationen zu „Wasserstofffahrzeugen“ waren fast ausschließlich positiv. Die mit Abstand häufigsten Begriffe, die den Befragten zu Wasserstofffahrzeugen einfielen, waren „umweltfreundlich“, „sauber“ und „leise“. Ähnliche Assoziationen – „futuristisch“, „zur Zeit noch ein Traum“ – bezogen sich auf die

Zukunftsfähigkeit der Technologie. Nur wenige Assoziationen hatten negativen Charakter. Diese bezogen sich im Wesentlichen auf den hohen Preis der Fahrzeuge und darauf, dass Wasserstofffahrzeuge noch nicht marktreif seien (Abbildung 4).

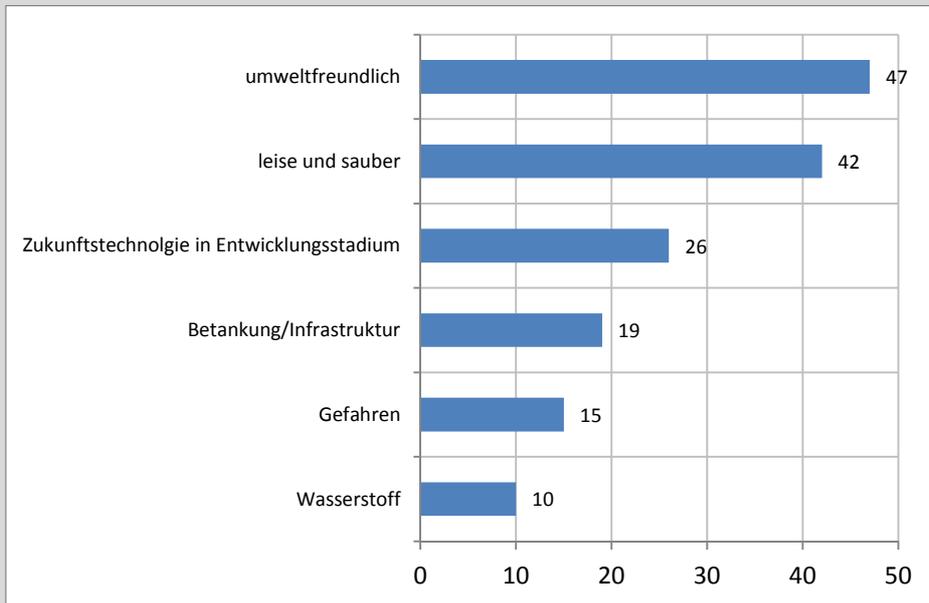


Abbildung 4: Assoziationen zu Wasserstofffahrzeugen (Quelle: HyTrust-Befragung von 78 Besuchern der Challenge Bibendum 2011 in Berlin, Mehrfachnennungen waren möglich)

Schon diese ersten spontanen Assoziationen zeigten, dass das Wasserstofffahrzeug als etwas „technisch Hochwertiges“ empfunden wird, das dem Problem der Umweltverschmutzung durch Verbrennungsmotoren innovativ begegnet. Die Assoziationen bezogen sich auf die – vermuteten positiven – Attribute der Autos. Keineswegs entstanden in den Köpfen der Befragten Bilder futuristischer Vehikel, die sich äußerlich von herkömmlichen Pkw unterschieden. Es wurde vielmehr erwartet, dass sich Design, Leistungsfähigkeit, Reichweite, Verfügbarkeit, Handhabbarkeit nicht von konventionellen Pkw unterscheiden.

5 Status Quo: Handlungsakzeptanz der Wasserstoffmobilität

5.1 Methodische Herangehensweise

Auf der Konstruktebene der Handlungsakzeptanz geht es insbesondere um eine Erhebung des Kaufverhaltens von Kunden und die Analyse beeinflussender Faktoren. Da das HyTrust-Projekt in der Phase der Marktvorbereitung durchgeführt wurde, in der man Wasserstofffahrzeuge noch nicht kaufen konnte, wurden Bereitschaften zum Kaufverhalten und Erwartungen an die Marktreife bei potenziellen Endkunden erhoben. Fragen zur Marktakzeptanz potenzieller Endkunden wurden zum Teil in den Bürgerinterviews, in Fokusgruppendifkussionen und in Vor-Ort-Befragungen sowie in der Repräsentativbefragung vom Januar 2013 berücksichtigt (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5 und 6). Wichtigster Zugang zur Erhebung von Parametern, die Rückschlüsse auf die Bereitschaft zulassen, Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zu erwerben, war eine standardisierte, vorrangig quantitative Online-Befragung. Befragt wurden insgesamt 101 Neuwagenkäufer und -käuferinnen mit einem Haushalts-Nettoeinkommen über 3.000 Euro pro Monat (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 8). Weiterhin wurde die Einschätzung der Marktreife von Wasserstofffahrzeugen durch professionelle Akteure durch Inhaltsanalysen von Positionspapieren und Presseartikeln erhoben (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 1 und 4).

Eine weitere Dimension auf der Konstruktebene der Handlungsakzeptanz ist die lokale Akzeptanz von Wasserstofftankstellen. Anders als Wasserstofffahrzeuge sind Wasserstofftankstellen bereits heute in einigen Regionen im Stadtbild sichtbar. In diesen Städten können Wasserstofftankstellen jedoch als konkrete „Produkte“ der Wasserstoffmobilität die Aufmerksamkeit von Tankstellenkunden auf sich ziehen und zu weiteren Diskussionen anregen. Im Rahmen des HyTrust-Projekts wurde an zwei Berliner Wasserstofftankstellen die Sichtbarkeit und Wahrnehmung der installierten Betankungsanlagen evaluiert. An jeweils zwei Tagen wurden im September 2010 insgesamt 150 Tankstellenkunden befragt. Diese Vor-Ort-Befragungen wurden durch Bürgerinterviews ergänzt und mittels einer deutschlandweiten Bevölkerungsbefragung auf eine repräsentative Grundlage gestellt. Im Rahmen der HyTrust-Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“ konnte eine Gruppe von Bürgerinnen und Bürgern den Betankungsvorgang eines Wasserstofffahrzeugs selbst ausprobieren (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5 und 6).

5.2 Einschätzung der Marktreife von Wasserstofffahrzeugen

Alltagstauglichkeit

Die Bürgerinnen und Bürger, die im HyTrust-Projekt zur Alltagstauglichkeit von Wasserstofffahrzeugen befragt wurden, waren überwiegend skeptisch, dass die Fahrzeuge bereits heute alltagstauglich sind. Die meisten Befragten sahen die Technologie in einem frühen Entwicklungsstadium (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3 und 5). Es zeigte sich aber auch, dass sich eine Testfahrt positiv auf die Einschätzung der Alltagstauglichkeit von Wasserstofffahrzeugen auswirkte. Das betraf insbesondere die Anwenderfreundlichkeit und die Sicherheit im Fahrbetrieb. Von den „Testfahrern“ konnten kaum Unterschiede im Handling des Wasserstofffahrzeugs im Vergleich zu einem

konventionell betriebenen Fahrzeug festgestellt werden. Fahrkomfort und Fahrgefühl, die geringen Fahrgeräusche sowie die gute Beschleunigung waren die Hauptgründe, die zur hohen Zufriedenheit mit den Fahrzeugen geführt haben (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

Einschätzung Marktreife

Unter den professionellen Akteuren, die sich in Positionspapieren oder Presseartikeln zur Marktreife von Wasserstofffahrzeugen äußerten, gab es in den letzten 15 Jahren immer wieder Zeithorizonte, auf die sich die Erwartungen zur Marktreife konzentrierten. In den Jahren 1999-2001 wurde die Serienproduktion von Wasserstofffahrzeugen bereits für das Jahr 2004 erwartet. Als jedoch deutsche Automobilhersteller die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen verschoben, spiegelte sich das auch in den Prognosen der in den Medien auftretenden Sprecher wider. So wurden die Prognosen zur Serienproduktion in den Jahren 2006 und 2007 zunehmend unsicherer und reichten von 2010 über 2015 bis zum Jahr 2020 und teilweise noch weiter. Erst ab dem Jahr 2008 kristallisierte sich das Jahr 2015 als neuer Erwartungshorizont für den Start der Serienproduktion von Wasserstofffahrzeugen heraus.

Unter den befragten Bürgerinnen und Bürgern gab es grundsätzliches Vertrauen, dass es der Automobilindustrie gelingen wird, die Fahrzeuge zur Marktreife zu führen und das notwendige Tankstellennetz aufzubauen. So erwarteten beispielsweise in einer Repräsentativbefragung drei Viertel der Deutschen, dass die Fahrzeuge innerhalb der nächsten zehn Jahre marktreif sein werden (Beispiel 4). Die Befragten gehen allerdings nicht davon aus, dass es in Zukunft nur noch Wasserstofffahrzeuge geben wird, sondern daneben auch weiterhin konventionell betriebene Fahrzeuge. (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3).

Beispiel 4

Einschätzung der technischen Reife von Wasserstofffahrzeugen

Im HyTrust-Projekt wurde eine Medienanalyse durchgeführt, deren Ziel es unter anderem war zu analysieren, von welchen Zeithorizonten und Anforderungen die Sprecher in Presseartikeln ausgehen, um Wasserstoffmobilität in der Gesellschaft zu etablieren. Untersucht wurden insgesamt 691 Zeitungsartikel aus den Jahren 1999 bis 2001 und 2006 bis 2010, die in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, der Süddeutschen Zeitung, der Tageszeitung, Die Zeit, der Berliner Zeitung, dem Hamburger Abendblatt und der Auto Bild veröffentlicht wurden.

Über den Untersuchungszeitraum hinweg äußerten sich die Sprecher auch immer wieder zur technischen Reife von Wasserstofffahrzeugen. So wurde von je 83 Sprechern angeführt, dass Wasserstofffahrzeuge technisch noch nicht ausgereift, und von 70 Sprechern, dass Wasserstofffahrzeuge ausgereift seien. Die beiden Argumente zur technischen Reife von Wasserstofffahrzeugen hielten sich insgesamt also fast die Waage.

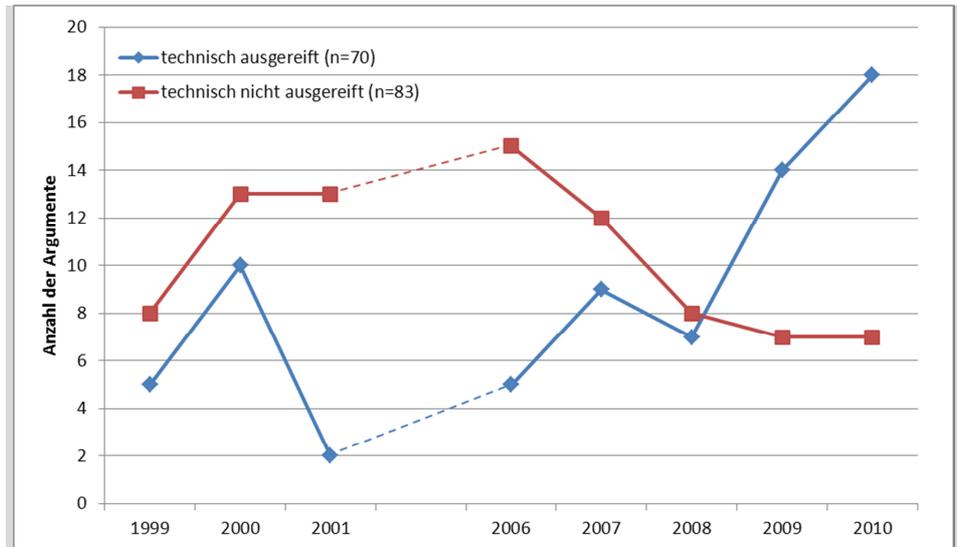


Abbildung 5: Einschätzung der technischen Reife von Wasserstofffahrzeugen (Quelle: HyTrust Medienanalyse)

Auf die einzelnen Jahre bezogen zeigt sich jedoch deutlich, dass die Bewertung des technischen Reifegrades der Fahrzeuge positiver wird. Während in den Jahren 2001 und 2006 noch deutlich mehr Sprecher Wasserstofffahrzeuge als technisch noch nicht ausgereift einschätzten, sah ab 2009 eine klare Mehrheit der Sprecher die technische Reife der Fahrzeuge gegeben (Abbildung 5).

5.3 Kaufbereitschaft

Die internationale Literatur zu möglichen Marktdurchdringungen von Wasserstofffahrzeugen zeigt auf, dass für die kommenden Jahre erhebliche Mehrkosten der Fahrzeuge bestehen bleiben werden (Hoevenaars et al. 2010, Keles et al. 2008, McDowall 2012, McKinsey & Company 2010). Diese Mehrkosten könnten ein gewichtiges Hemmnis bezüglich der Kaufbereitschaft darstellen.

Zusatznutzen

Ein wichtiges Kriterium für potenzielle Endkunden Wasserstofffahrzeuge überhaupt als Alternative zu herkömmlichen Pkw in Betracht zu ziehen, ist der wahrgenommene persönliche Mehrnutzen. Wie in einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung gezeigt werden konnte, erwartet eine Mehrheit der Befragten einen realen Mehrwert von Wasserstofffahrzeugen. In Bürgerbefragungen konnte gezeigt werden, dass der individuell empfundene Zusatznutzen von Wasserstofffahrzeugen hinsichtlich einer CO₂-Emissionsreduktion, der Erwartung geringerer Betriebskosten und vereinzelt einer Präferenz für innovative Technologien vorhanden war. Ansonsten wurden diese Fahrzeuge als nahezu vollständiges Substitut zu konventionellen Pkw verstanden und als solches auch eingefordert (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 3 und 8).

Die Wirkung des geäußerten Umwelt-Mehrnutzens (geringere Emissionen) auf die Kaufentscheidung muss aus zwei Gründen kritisch hinterfragt werden: Zum einen ist die tatsächliche Emissionsreduktion von der Entwicklung der erneuerbaren Energien abhängig und damit in ihrer Höhe zunächst begrenzt und unsicher. Zum anderen, dies zeigen die Ergebnisse einer Befragung von Neu-

wagenkaufem im HyTrust-Projekt sowie die Literatur zum Thema, können geäußertes und tatsächliches Umweltverhalten bei Verbrauchern stark voneinander abweichen. Darüber hinaus können auch die Erwartungen hinsichtlich eines Mehrnutzens durch geringere Verbrauchskosten von Wasserstofffahrzeugen in der Einführungsphase ohne Förderung nicht erfüllt werden (McKinsey & Company 2010), so dass dieser erwartete Mehrnutzen entfallen dürfte, sobald die Nachfrager über mehr Informationen verfügen.

Der angeführte Zusatznutzen „CO₂-Emissionsreduktion“ hatte jedoch noch eine weitere Dimension. Etwas für den Klimaschutz zu tun, war eine wichtige und immer wieder angeführte Motivation. Der entscheidende Zusatznutzen auf persönlicher Ebene war jedoch das „gute Gewissen“, aktiv etwas für die Umwelt tun können, ohne gleichzeitig auf die Vorteile herkömmlicher Autos verzichten zu müssen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2 und 5).

Mehrzahlungsbereitschaft

Die Mehrzahlungsbereitschaft potenzieller Nachfrager für Wasserstofffahrzeuge wurde durch den mit diesen Fahrzeugen verbundenen Mehrnutzen bestimmt (Beispiel 5). Diejenigen, die von Wasserstofffahrzeugen einen Mehrnutzen erwarteten, waren auch eher bereit, einen Aufpreis für das Fahrzeug zu zahlen. Trotzdem waren insgesamt zu wenige Befragte bereit, deutlich mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu zahlen. Die Obergrenze einer Mehrzahlung lag bei 5.000 Euro (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 3 und 8). Selbst wenn diese Mehrzahlungsbereitschaft in voller Höhe am Markt wirksam werden sollte, würde sie nicht ausreichen, um die prognostizierten anfänglichen Mehrpreise von 9.000 Euro pro Pkw (siehe McKinsey & Company 2010) abzudecken.

Beispiel 5

Mehrzahlungsbereitschaft in der Bevölkerung ist zu gering

In der HyTrust-Repräsentativbefragung vom Januar 2013 wurden 1012 Personen aus Deutschland befragt. In einem ersten Schritt wurde gefragt, ob man sich von einem Wasserstofffahrzeug einen zusätzlichen persönlichen Nutzen erwartet. 45 % der Befragten gingen davon aus, dass Wasserstofffahrzeuge ihnen einen zusätzlichen Nutzen bringen würden. 24 % taten das nicht und 31 % nutzten die Antwortkategorie „weiß nicht“. In einem zweiten Schritt sollten die Befragten angeben, welchen Betrag sei bereit wären, mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu bezahlen als für einen vergleichbaren Neuwagen mit konventionellen Antrieb. Die Kombination der Ergebnisse beider Fragen ergab die folgende Abbildung (Abbildung 6).

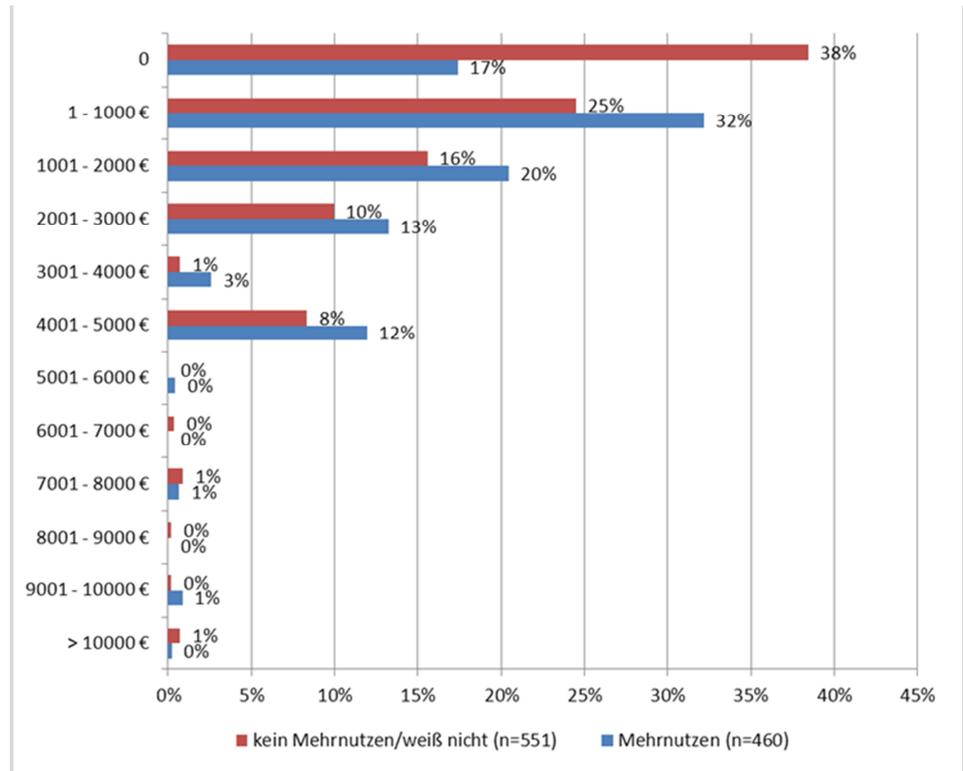


Abbildung 6: Mehrzahlungsbereitschaft für Wasserstoff-Neuwagen im Vergleich zu konventionellem Neuwagen in Abhängigkeit davon, ob sich die Befragten einen Mehrnutzen vom Wasserstofffahrzeug versprechen oder nicht (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Januar 2013)

Die Mehrzahlungsbereitschaft hängt direkt davon ab, ob sich die Befragten einen persönlichen Mehrnutzen von Wasserstofffahrzeugen versprechen oder nicht. Nur 17 % derjenigen, die sich einen Mehrnutzen von Wasserstofffahrzeugen versprechen wären nicht bereit, mehr für das Wasserstofffahrzeug zu bezahlen. Bei denjenigen, die sich keinen Mehrnutzen versprechen bzw. sich darüber nicht sicher sind (Kategorien „nein“ + „weiß nicht“), wären 38 % nicht bereit, mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu bezahlen. Entsprechend wären 83 % derjenigen, die sich einen Mehrnutzen vom Wasserstofffahrzeug versprechen, bereit mehr zu bezahlen, im Vergleich zu 62 % die sich keinen Mehrnutzen versprechen bzw. die Kategorie „weiß nicht“ gewählt hatten. Allerdings endet auch bei denjenigen, die sich einen Mehrnutzen vom Wasserstofffahrzeug versprechen, die Mehrzahlungsbereitschaft bei 5.000 € (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3).

Kaufbereitschaft

Der erwartete Mehrpreis von Wasserstofffahrzeugen gegenüber herkömmlichen Autos spielte eine entscheidende Rolle dabei, ob künftige Kunden bereit wären, ein Wasserstofffahrzeug zu kaufen. Um herauszubekommen, ob noch weitere Gründe potenzielle Kunden vom Kauf eines Wasserstofffahrzeugs abhalten könnten, wurde in der Repräsentativbefragung vom Januar 2013 gefragt: „Stellen Sie sich vor, Sie würden sich in naher Zukunft ein neues Auto kaufen. Wenn Sie die Wahl hätten: Würden Sie sich bei gleichem Preis, Ausstattung, Design, Marke etc. für ein Wasserstofffahrzeug entscheiden oder trotzdem für ein herkömmliches Auto?“. Unter diesen Bedingungen würde sich

eine Mehrheit für das Wasserstofffahrzeug entscheiden (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3).

Trotz allem gab es eine größere Gruppe unter den Befragten, die bei einem herkömmlichen Auto bleiben würde. Denn neben dem deutlich höheren Kaufpreis gab es noch weitere Gründe, die die Bevölkerung davon abhalten würde, ein Wasserstofffahrzeug zu kaufen. So würden viele Autofahrer erst einmal abwarten, bis sich die Technologie im Alltag bewährt hat. Auch müsste vorab ein ausreichendes Tankstellennetz geschaffen werden. Weiterhin wurden mehr Informationen zur Technologie und der Vergleich mit anderen alternativen Antrieben eingefordert (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5, 6 und 8).

Auf Wasserstofffahrzeuge übersetzt heißt das: Solange Wasserstofftankstellen nur an ausgesuchten Punkten in Großstädten zu finden sind, wird ein relevanter Anteil der Bevölkerung das Wasserstofffahrzeug nicht als Alternative in Betracht ziehen, selbst wenn es den gleichen Preis und die gleichen Leistungsmerkmale hat wie ein herkömmliches Fahrzeug. Zudem muss stärker über das Thema Wasserstoffmobilität aufgeklärt werden. Insbesondere sollte kommuniziert werden, dass man sich beim Kauf eines Wasserstofffahrzeugs nicht auf ein unsicheres Experiment einlässt, sondern eine ausgereifte Technik kauft. Denn das aus Erfahrungen mit herkömmlichen Autos gewonnene Wissen rät, eher beim dem zu bleiben, das man kennt. Neues wird nur dann ausprobiert, wenn es einen zusätzlichen persönlichen Nutzen verspricht und man sicher sein kann, dass es zumindest genauso zuverlässig funktioniert, wie das Bekannte.

5.4 Wahrnehmung und Bewertung von Wasserstofftankstellen

Gibt es an herkömmlichen Tankstellen auch die Möglichkeit, Wasserstoff zu tanken, so wurde dieses Angebot von der Mehrheit der Tankkunden wahrgenommen. Insbesondere die Kunden aus dem näheren Umkreis, die regelmäßig dort tankten, waren auf die Wasserstoff-Tanksäulen aufmerksam geworden.

Um zwischen Risiken zu unterscheiden, die die Kunden mit Tankstellen generell bzw. mit Wasserstofftankstellen in Verbindung bringen, wurde in einem ersten Schritt gefragt, ob die Kunden eine Tankstelle im Wohnumfeld beunruhigend fänden. Das Wohnen in der Nähe einer Tankstelle, war für die meisten Befragten nicht beunruhigend, vielmehr war es ihnen gleichgültig, ob sie neben einer Tankstelle wohnen würden. Wenn Bedenken geäußert wurden, galten diese in der Regel nicht dem Risiko von Havarien durch die Explosivität der Kraftstoffe, sondern der Gefährdung durch gesundheitsgefährdende Gase und auf die Lärmbelästigung durch den laufenden Betrieb von Tankstellen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3 und 6).

Im Vergleich dazu wurde das Wohnen in der Nähe einer Wasserstofftankstelle als höchstens ebenso gefährlich bzw. durch das Nichtvorhandensein von gesundheitsgefährdenden Emissionen eher als Verbesserung gegenüber herkömmlichen Tankstellen empfunden (Beispiel 6). Von einigen Bürgern, die während der Bürgerkonferenz das Betanken von Wasserstofffahrzeugen erproben konnten, wurde der hohe Druck, unter dem Wasserstoff gespeichert wird, als kritisch für den alltäglichen Betankungsvorgang gesehen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5 und 6).

Beispiel 6**Repräsentativbefragung zeigt: Keine Angst vor Wasserstoff**

Im HyTrust-Projekt wurde im Januar 2013 eine repräsentative Bevölkerungsbefragung durchgeführt (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3). Befragt wurden 1012 Personen, die in der Bundesrepublik Deutschland ihren Wohnsitz hatten und mindestens 18 Jahre alt waren. In der repräsentativen Bevölkerungsbefragung wurde darum gebeten das folgende Statement einzuschätzen: „Es würde mir mehr Angst machen, neben einer Wasserstofftankstelle zu wohnen als neben einer herkömmlichen Tankstelle“. Bewusst wurde eine Formulierung gewählt, die es den Befragten leichter machen sollte, diesem Statement zuzustimmen. Trotzdem lehnte eine klare Mehrheit der Bevölkerung Deutschlands dieses Statement ab. Insgesamt 77 % der Befragten hätten nicht mehr Angst neben einer Wasserstofftankstelle zu wohnen als neben einer herkömmlichen Tankstelle. Nur 23 % der Befragte hätten nach eigener Einschätzung mehr Angst (Abbildung 7).

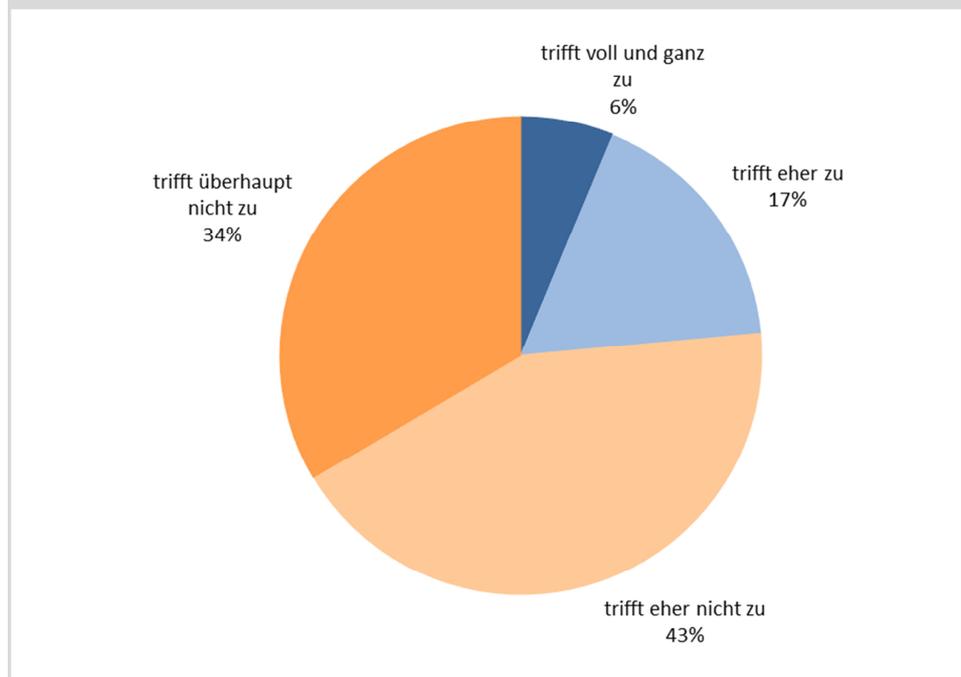


Abbildung 7: Risikoempfinden neben einer Wasserstofftankstelle zu wohnen (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Januar 2013, n=1012)

Auch eine Vor-Ort-Befragung der Kunden von zwei Tankstellen in Berlin, an denen auch Wasserstoff getankt werden konnte, ergab, dass 73 % der Befragten es nicht als beunruhigend empfand, wenn sich in der Nähe ihrer Wohnung eine Tankstelle befände. An dieser Einschätzung würde sich auch nichts ändern, wenn es eine Wasserstofftankstelle wäre, so die Antwort auf eine Nachfrage (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

6 Status Quo: Vertrauen und Vertrautheit

6.1 Methodische Herangehensweise

Entscheidend für Akzeptanz oder Nichtakzeptanz neuer Technologien in der Bevölkerung ist Vertrauen in die Akteure, die in die Implementierung und Regulierung dieser Technologie involviert sind (Flynn et al. 1992, Siegrist 2000). Im HyTrust-Projekt wurde in Bürgerinterviews und Vor-Ort-Interviews auf der Weltwasserstoffkonferenz in Essen nach dem grundsätzlichen Vertrauen in die Wasserstoffmobilität sowie nach dem Vertrauen in verschiedene Akteure, die mit der Umsetzung der Technologie in den Alltag befasst sind, gefragt. In einer deutschlandweiten Befragung im Dezember 2010 wurden diese Ergebnisse dann auf eine repräsentative Grundlage gestellt. Fragen zur Vertrautheit mit der Wasserstoffmobilität wurden in den Bürgerinterviews und den Vor-Ort-Interviews beim Testfahren von Wasserstofffahrzeugen auf der Challenge Biebendum in Berlin gestellt (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2, 3, 5, 6 und 8).

6.2 Vertrauen in die Akteure

Grundvertrauen in das „System Deutschland“

Egal ob es den Straßenverkehr, die Automobiltechnik oder zukünftige Technologien betraf, Institutionen und Zulassungsstellen wie den „TÜV“ sowie Regelwerken, die „typisch“ für Deutschland sind, wurde von Bürgerinnen und Bürgern ein großes Grundvertrauen entgegen gebracht. So wurde darauf vertraut, dass Dinge, die in Deutschland zugelassen werden, quasi naturgesetzgemäß „in Ordnung“ sind. Auch dem Label „Made in Germany“ wurde großes Vertrauen entgegen gebracht. Dieses generelle Vertrauen in „deutsche Institutionen“ wurde auch auf zukünftige Wasserstofffahrzeuge übertragen. Es war für die Befragten unvorstellbar, dass eine nichtfunktionierende oder gar sicherheitsbedenkliche Technologie ohne die Zustimmung der Behörden oder des TÜV zugelassen werden könnte (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2).

Der hier gegebene Vertrauensvorschuss hat eine spezifische Qualität, denn durch die Allgemeinheit des Begriffs „Institutionen“ sind die handelnden Akteure zunächst nicht unmittelbar bestimmbar. Dadurch wird die Gefahr für Einzelakteure, durch mangelnde Authentizität gegebenenfalls Vertrauen zu verspielen, minimiert. Kaum jemand glaubt, dass „deutsche Institutionen“ Fehlentscheidungen treffen könnten.

Vertrauen in Wasserstoff-Akteure

Mit der fortschreitenden Einführung der Wasserstoffmobilität werden auch die umsetzenden Akteure sichtbarer werden. Entsprechend wichtig wird es, künftig zu berücksichtigen, wer bei der Kommunikation als Absender von Botschaften in den Mittelpunkt gestellt wird. Den verschiedenen Akteuren, die die Wasserstoffmobilität derzeit und in Zukunft gestalten, wurde in sehr unterschiedlichem Maße Vertrauen entgegen gebracht, so die Ergebnisse der Befragungen im HyTrust-Projekt. Die Bevölkerung in Deutschland vertraute insbesondere Wissenschaftlern, die Wasserstofftechnologie kompetent und im Sinne der Bevölkerung auf den Weg zu bringen. Größtes Vertrauen unter den Befragten genossen auch Freunde und Verwandte. Der Grad an Authentizität war hier am größten, zumal keinerlei verborgene oder unausgesprochene Absichten hinter ihrem Urteil und Rat vermutet wurden. Da allerdings auch diese Personengruppen bislang noch keinerlei Erfahrungen mit der Wasserstoffmo-

bilität gemacht haben dürften, ist dieses Vertrauen zwar in hohem Maße bedingungslos, jedoch gleichzeitig nicht fundiert. Die Chancen die sich aus diesem Vertrauen zu nahestehenden Personen ergeben, liegen darin, dass in dem Moment, in dem Wasserstofffahrzeuge verkauft werden, die dann möglicherweise guten Erfahrungen sehr schnell durch dieses „Netzwerk des Vertrauens“ transportiert werden können. Das schließt die Gefahr ein, dass sich schlechte Erfahrungen mit Wasserstofffahrzeugen ebenso schnell verbreiten.

Automobilfirmen wurde große Fachkompetenz im Bereich Wasserstoffmobilität zugesprochen, jedoch wurde zum Teil bezweifelt, dass die Firmen auch wirklich den Willen besitzen, Wasserstofffahrzeuge in den Markt zu bringen. Ähnlich wurde die Bereitschaft der Politik beurteilt, sich für alternative Antriebsarten bzw. Kraftstoffe zu engagieren. Zum Teil wurde die Unentschlossenheit der Entscheidungsträger bemängelt und gefordert, sich aktiv für die Einführung von Wasserstofffahrzeugen einzusetzen. Dabei ging es weniger um gesetzliche Regelungen oder Subventionen, als vielmehr um klare und sichtbare Zeichen, die in der Öffentlichkeit wahrgenommen werden und als Vorbild dienen können. Umwelt- und Verbraucherverbände wiederum besaßen eine hohe Glaubwürdigkeit in der Bevölkerung, doch wurden sie für weniger kompetent gehalten (Beispiel 7).

Beispiel 7

Vertrauen in die Akteure, die die Wasserstoffmobilität gestalten

Auf der Grundlage von Interviews mit Bürgerinnen und Bürgern wurde in einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung im Dezember 2010 um eine Einschätzung der Kompetenz und der Loyalität verschiedener Akteure gefragt, die die Entwicklung der Wasserstoffmobilität beeinflussen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3).

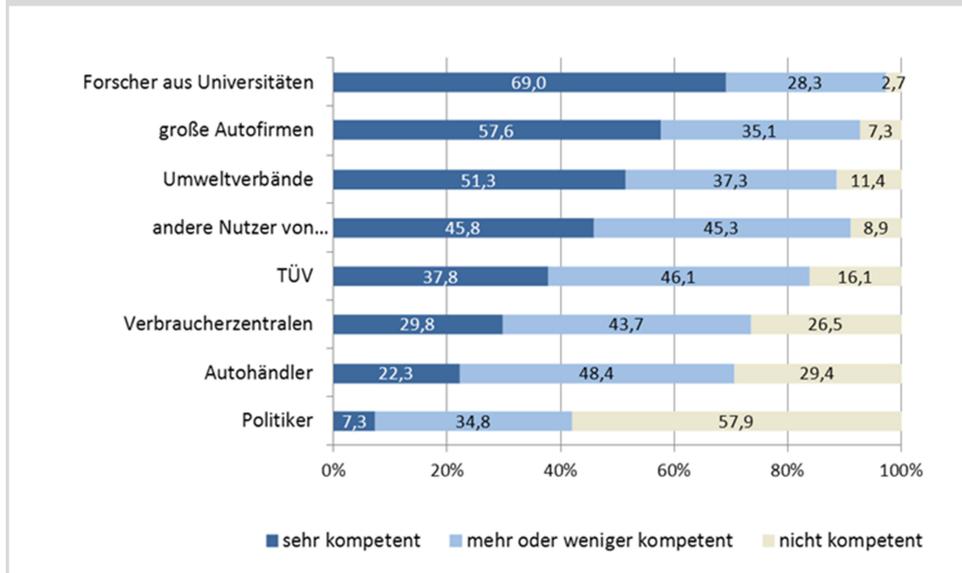


Abbildung 8: Einschätzung der Kompetenz unterschiedlicher Akteure im Innovationsfeld Wasserstoffmobilität (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Dezember 2010, n=1011)

69 % der Befragten waren der Meinung, dass Forscher aus Universitäten sehr kompetent sind. 58 % der Befragten hielten auch große Automobilfirmen für

sehr kompetent. Und noch 51 % der Befragten sprachen den Umweltverbänden große Kompetenz zu. 46 % der Befragten würden sich auf die Kompetenz anderer Nutzer von Wasserstofffahrzeugen verlassen. Auf den beiden letzten Plätzen in der Kategorie „sehr kompetent“ landeten Autohändler und Politiker (Abbildung 8).

Auf die Frage, welche Personengruppen oder Institutionen ehrlich auf Fragen der Bevölkerung zu Wasserstofffahrzeugen antworten würden, bekamen wieder die Forscher aus Universitäten die besten Noten. 81 % der Befragten glaubten, dass Forscher ihnen sehr ehrlich auf ihre Fragen zu Wasserstofffahrzeugen antworten würden. Ehrliche Antworten wurden auch von anderen Nutzern, Verbraucherzentralen und Umweltverbänden erwartet. Ehrliche Antworten von großen Automobilfirmen erwarteten nur 23 % der Befragten. Auf den beiden letzten Plätzen landeten wieder Autohändler und Politiker (Abbildung 9).

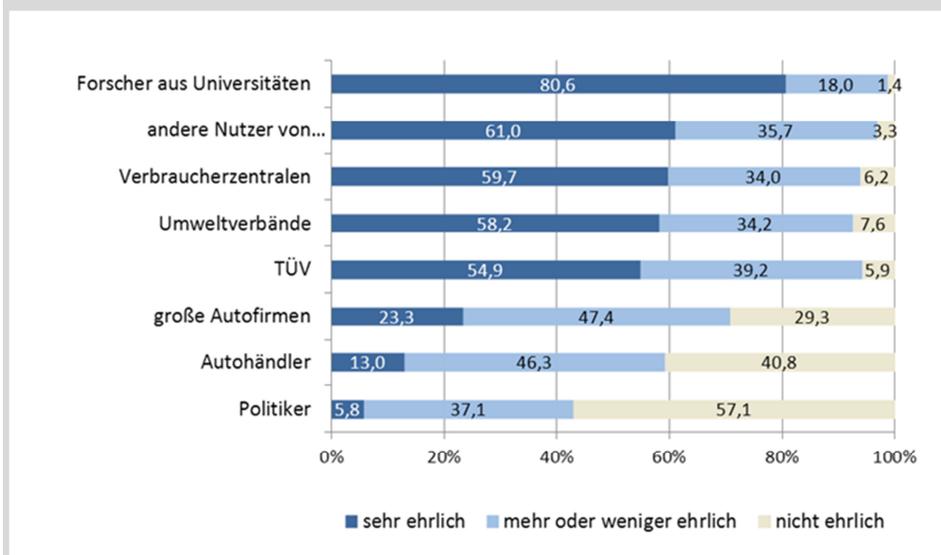


Abbildung 9: Einschätzung der Ehrlichkeit unterschiedlicher Akteure im Innovationsfeld Wasserstoffmobilität (Quelle: Repräsentative Bevölkerungsbefragung HyTrust, Dezember 2010, n=1011)

6.3 Vertrautheit mit der Technologie

Die bislang dargestellten Ergebnisse sprechen dafür, dass für die Wasserstoffmobilität eine große Offenheit in der Gesellschaft Deutschlands vorhanden ist. Wasserstofffahrzeuge werden sehr positiv eingeschätzt und Wasserstoff bzw. Wasserstofftankstellen lösen keine Angstreaktionen in der Bevölkerung aus. Aus diesen Gründen spielt im Falle der Wasserstoffmobilität die Vertrautheit mit einer Technologie nicht die Rolle, die sie spielen würde, wenn beispielsweise Vorbehalte oder Ängste gegenüber einer Technologie in der Gesellschaft vorhanden wären.

Nichtsdestotrotz konnte im HyTrust-Projekt gezeigt werden, dass das Vertrautwerden mit Wasserstofffahrzeugen die Akzeptanz noch einmal deutlich steigern kann. Besucher einer Messe, die ein Wasserstofffahrzeug zur Probefahren, wurden vor und nach der Testfahrt um eine Einschätzung verschiedener Eigenschaften des Wasserstofffahrzeugs gebeten. Im Ergebnis zeigte sich,

dass die Erfahrungen nach der Testfahrt alle Erwartungen davor noch einmal deutlich übertrafen. Die eigene Fahrerfahrung wirkte sich besonders positiv auf die Bewertung der Aspekte „anwenderfreundlich“, „sicher im Fahrbetrieb“, „alltagstauglich“, „umweltfreundlich“, „innovativ“ und „zukunftssträftig“ aus. Von den Testfahrern wurden auch keine größeren Unterschiede im Handling der Wasserstofffahrzeuge im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen festgestellt.

Freie Assoziationen zur Testfahrt betrafen besonders häufig das Fahrgefühl (angenehm, ruhig, entspannt) und die Fahrgeräusche (sehr leise, vibrationsarm, wenig Fahrgeräusche). Weiterhin wurde auf die gute und schnelle Beschleunigung hingewiesen. Auch gefiel den Testnutzern, dass es sich bei den Wasserstofffahrzeugen um vollwertige Fahrzeuge handelte, für deren Nutzung keine Umgewöhnung in der Handhabung erforderlich ist (einfache Bedienung, Übersichtlichkeit der Instrumente). Auch die Umweltfreundlichkeit stellte einen positiven Anreiz bei der Nutzung eines Wasserstofffahrzeugs dar. Die generelle Zufriedenheit mit Wasserstofffahrzeugen führte dazu, dass die meisten Befragten sich vorstellen könnten, das Wasserstofffahrzeug weiter zu empfehlen. Fast alle würden bei Gelegenheit wieder ein solches Fahrzeug nutzen.

7 Analyse: Wege in die Wasserstoffgesellschaft

Neben der Erhebung des Status Quo der Akzeptanz der wasserstoffbasierten Mobilität in Deutschland zielte das HyTrust-Projekt darauf ab zu analysieren, wie der technologische Systemwechsel im Mobilitätssektor hin zur Wasserstoffmobilität unter sozioökonomischen Aspekten vollzogen werden kann. Während viele aktuelle Szenarien oder Roadmaps ihren Schwerpunkt auf ökonomische und technische Weichenstellungen legen, wurde im HyTrust-Projekt untersucht, welche sozialen Faktoren auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft berücksichtigt werden sollten (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 9).

7.1 Methodische Herangehensweise

Die Identifizierung sozialer Aspekte, die für die Einführung der Wasserstoffmobilität fördernd bzw. hemmend sein könnten, durchzog alle Arbeitspakete des HyTrust-Projektes. So waren die Einführung der Wasserstofffahrzeuge und die Nutzung von Wasserstoff als Speicher für erneuerbare Energien wichtige Diskussionspunkte in der Bürgerkonferenz (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 5). Aus der Innovationsgeschichte der Elektrizität wurden Konsequenzen für die Einführung der Wasserstoffmobilität gezogen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 10). Es wurden Alltagsszenarien entwickelt, die das Leben in der Wasserstoffgesellschaft vorstellbar machen und Begeisterung wecken sollen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 11). In einer ökonomischen Modellierung wurden anhand von Präferenzen künftiger Nutzer optimale Förderstrategien für Wasserstofffahrzeuge modelliert (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 8). In einem Workshop wurden mit Experten aus der Energie- und Automobilbranche sowie dem Wasserstoffverband, mit Wissenschaftlern und Beratern Hemmnisse und Förderfaktoren der Akzeptanz bei der Einführung von Wasserstoffmobilität, relevante Zielgruppen sowie mögliche Geschäftsmodelle diskutiert, die bei den zukünftigen Nutzern auf breite Zustimmung stoßen und die Einführung auf dem deutschen Markt fördern (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6). Zudem wurde die Relevanz der Berücksichtigung sozialer Treiber diskutiert, soziale Treiber im Innovationsprozess identifiziert und gewichtet sowie für die sozialen Haupttreiber herausgearbeitet, welche Auswirkungen ihre Berücksichtigung bzw. Nichtberücksichtigung für die Einführung der Wasserstoffmobilität haben könnte (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 9).

7.2 Vertrauen aufbauen

Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen

Für die Etablierung der Wasserstoffmobilität ist es entscheidend, dass Politik, Energie- und Wirtschaftsunternehmen gemeinsam vorgehen und strategische Allianzen bilden, die den Aufbau der Infrastruktur und die Einführung von Fahrzeugen vereinfachen. Über die politische Verankerung der Technologie und die Bildung von strategischen Partnerschaften kann dem Nutzer gegenüber Vertrauen aufgebaut werden. Die Politik sollte klar heraus stellen, dass die ersten Käufer noch gewisse Hindernisse, wie beispielsweise eine geringere Tankstelleninfrastruktur und höhere Anschaffungskosten, in Kauf nehmen müssen. Das Angebot ausgleichender Privilegien, wie zum Beispiel die Nutzung der Busspur, erscheinen im Gegenzug sinnvoll (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

Enttäuschungen vermeiden

Eine mögliche Ursache für potentiellen Vertrauensverlust stellt die Ankündigung und Verschiebung von Serienreife und Markteintritt von Wasserstofffahrzeuge dar. Zu diesen Ankündigungen und Verschiebungen ist es in den letzten Jahren mehrere Male gekommen. Hierbei werden nicht der Technologie selbst das Vertrauen entzogen oder die Kompetenz, eine solche Technologie zu entwickeln, in Frage gestellt, sondern Erwartungen enttäuscht. Solche Erwartungs-Enttäuschungs-Zyklen sollten künftig vermieden werden (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 4 und 5).

Möglichkeiten für Testfahrten

Das Vertrauen potenzieller Nutzer wird über mehr Demonstration der Technologie sowohl in Form von Infrastruktur als auch durch Anwendung (z.B. Fahren der Fahrzeuge) erreicht. Hier sollten weitere Möglichkeiten geschaffen werden, selbst mit einem Wasserstofffahrzeug zu fahren, denn auf diese Weise können bestehende Bedenken hinsichtlich der Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge ausgeräumt werden. Unsicherheiten gegenüber der Technologie aufgrund fehlender Erfahrungswerte sollten durch gezielte Informationen behoben und im praktischen Einsatz durch Servicepakete entlang der Nutzungskette genommen werden (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 5 und 6).

Wasserstoffmobilität als zuverlässige Technologie kommunizieren

Wichtig ist es, der Öffentlichkeit nicht nur den Nutzen und Mehrwert der Technologie sondern auch ihre Zuverlässigkeit im Alltag zu vermitteln. Dazu gilt es zielgerichtet, ehrlich und aufklärend mit der Öffentlichkeit zu kommunizieren und eine funktionsfähige und ausgereifte Technologie zu präsentieren, die zuverlässig funktioniert und bei der sich der Kunde auf kein Risiko einlässt. In einem ersten Schritt kann dies über die Ansprache technikinteressierter Personen, oder die Integration von Fahrzeugen in den Flottenbetrieb erfolgen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 5 und 6).

Alltagsszenarien

Die Plausibilität und Bedeutung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien müssen vermittelt werden und im Kontext gesellschaftlicher Entwicklungen einen Sinn erhalten. Hier gilt es eine Gesamtgeschichte zur zukünftigen Wasserstoffgesellschaft zu erzählen. Dieses „Storytelling“ bettet die Etablierung von Wasserstoff und Brennstoffzelle nicht nur in den Rahmen von gesellschaftlichen Zielen und Entwicklungen ein – und versucht damit auch, gesellschaftliche Gruppen als sozialen Träger für die neuen Technik zu gewinnen –, sondern stellt zusätzlich Bezüge zur Alltagswelt der zukünftigen Nutzer her. Der Fokus befindet sich auf der individuellen Erlebnis- und Erzählebene, ohne dabei den Energieträger, die Technologie oder Produkte in den Vordergrund zu rücken. Die dargestellte Welt wird bewusst idealisiert angelegt, schließlich soll sie überzeugen, verführen und Lust auf mehr machen. Mit der Veralltäglichen der neuen Technik wird diese für potenzielle Nutzer vorstellbar, erfahrbar und plausibel. All dies trägt zur allgemeinen und individuellen Akzeptanz bei. Besonders hilfreich im Prozess des Geschichtenerzählens sind Bilder, Symbole und Inszenierungen, weil sie sich im Unterschied zu sprachlichen Erläuterungen durch Ganzheitlichkeit auszeichnen (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 11).

Beispiel 8

Zukunftsszenario „HyLife 2030“

Mit narrativen Nutzer- und Alltagsszenarios können positive, glaubhafte und verführende Bilder geschaffen werden, die den Alltag in der Wasserstoffgesellschaft vorstellbar machen. Im HyTrust-Projekt wurde das Wasserstoff-Zukunftsszenario „HyLife 2030“ entwickelt, in dem die drei HyLife-Metropolen Hamburg, Rhein-Ruhr und Berlin einen Insel- und Vorbildstatus haben. Die HyLife-Regionen bilden die Kulisse für drei fiktive Personen aus unterschiedlichen sozialen Milieus. Mit narrativen Nutzer- und Alltagsszenarios wird der Leser auf deren individuellen Erlebnis- und Erzählebene durch einen Arbeitstag geführt, wie er ausschließlich durch nahtlose Energie aus Wasserstoff ermöglicht wird (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 11).

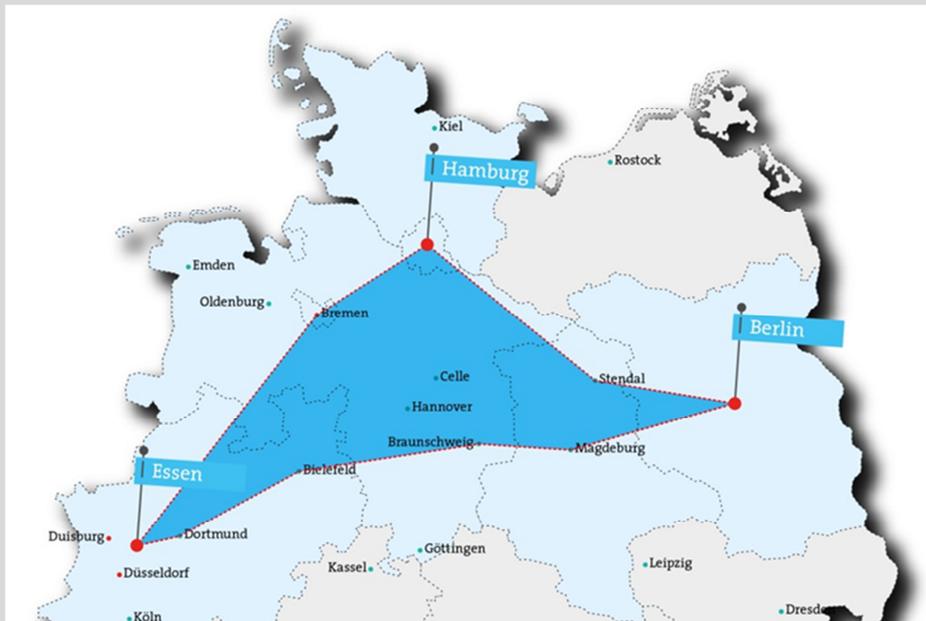


Abbildung 10: HyLife-Dreieck 2030 zwischen den Metropolregionen Berlin, Hamburg und Rhein-Ruhr. Die rot punktierte Linie markiert die direkten Verkehrsverbindungen zwischen den HyLife-Metropolen. Die blaue Fläche innerhalb der drei Eckpunkte bezeichnet das Gebiet, in dem sich die Wasserstoffinfrastruktur über die Nutzer rasch verbreitet (Quelle: Eigene Darstellung, HyTrust).

„Berlin hatte sich in den letzten 10 Jahren massiv verändert, und obwohl es dabei immer Berlin geblieben war, kamen die Leute und bezahlten dafür, dass man ihnen dieses neue Berlin erschloss, sie an die Hand nahm und über die neuen Trittsteine der alten Wege und Gassen führte. Ihre Gedanken verflüchtigen sich, als sie die Auffahrt zur HyLane nimmt und sich ihr Fahrzeug automatisch zwischen HyCabs, kleinen Batterieautos und den schon etwas älteren Wasserstoffbussen in den laufenden Verkehr einreicht. Im Zuge der Entflechtung des Innenstadtverkehrs der Hauptstadt und des gewollten Umstiegs auf emissionsfreie Fahrzeuge und nachhaltige Verkehrskonzepte hatte man über einigen ausgewählten, zentralen und überbeanspruchten Verkehrswegen eine zweite, hoch gelegene Verkehrsebene für emissionsfreie und geräuscharme Fahrzeuge geschaffen, welche die wichtigsten Knotenpunkte und Verkehrsadern der Hauptstadt miteinander verband und gleichzeitig einen direkten Zugang zu den überregionalen HyWays bot. Wie ein Geflecht silbriger Lebenslinien spannte

sich die HyLane über die Dächer und Straßenschluchten des alten Berlins und verband die wichtigsten Zentren aus Kultur, Wirtschaft und Politik miteinander und mit der HyLife-Region. Jelena verbrachte viel Zeit hier oben, zu viel, wie sie sich manchmal selbst eingestehen musste.“

7.3 Infrastrukturen aufbauen

Tankstellennetz ausbauen

Eine zentrale Herausforderung zur Gewinnung der Nutzerakzeptanz scheint die Tankstelleninfrastruktur, da nach Expertenmeinung das Fahrzeug mit der Infrastruktur zusammengedacht wird und der Kunde das Gesamtkonzept bewertet. Dementsprechend ist die Verfügbarkeit und Sichtbarkeit von Wasserstofftankstellen ein entscheidender Treiber, der den Nutzern ein Sicherheitsgefühl suggeriert. Eine zu geringe Verfügbarkeit oder Ausfall der Tankstellen wirkt sich dann auch negativ auf das Wasserstofffahrzeug aus und verhindert den Markterfolg. Experten sehen überwiegend den Aufbau von 1.000 Tankstellen als Schritt, um für den Kunden eine als ausreichend empfundene Netzdichte zu erreichen. Dabei sollte der Aufbau in den wichtigsten Ballungsgebieten und Verkehrsadern beginnen. Wenn die ersten Pionierregionen mit Infrastruktur erschlossen und verbunden sind, wird Autofahrern die „Reichweiten-Angst“ genommen und die Gebrauchstauglichkeit der Wasserstofffahrzeuge vor Augen geführt.

Beim Ausbau der Infrastruktur wird davor gewarnt, die gleichen Fehler, wie er beim Aufbau der Erdgasinfrastruktur zu machen. Die Erdgas-Tankstellen wurden nicht geplant ausgerollt, sondern kumulieren sich dort, wo das Erdgas verfügbar ist und nicht dort, wo der Kunde es benötigte. Auch an Standorten, die für den Betreiber weniger attraktiv erscheinen, muss eine Versorgung sichergestellt werden. Hier könnten Public-Private-Partnership-Modell umgesetzt werden (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

Wasserstoff muss grün sein

Der entscheidende Mehrwert des Wasserstofffahrzeugs gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor liegt in den Augen der künftigen Nutzer in seiner Umweltfreundlichkeit. Dieser Mehrwert wirkt nicht nur auf der rationalen Ebene, sondern sorgt dafür, dass der Nutzer mit gutem Gewissen Auto fährt. Deshalb sollte Wasserstoff von Anfang an „grün“ sein, also aus erneuerbaren Energien produziert werden. Dieses grüne Image gilt es noch stärker als bisher in der Kommunikation herauszustellen.

Unter der Annahme, dass für eine Übergangsphase zugunsten ökonomischer Erwägungen Wasserstoff mit Hilfe chemischer Prozesse aus fossilen Ressourcen hergestellt werden soll, bedarf es einer äußerst transparenten und „ehrlichen“ Kommunikationsstrategie, um die Notwendigkeit solcher Herstellungsverfahren zu vermitteln (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 2, 3, 5, 6 und 8).

Energiewende

Ein weiterer wichtiger Kontext, vielleicht der wichtigste, in dem die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie aktuell gestellt werden kann, ist die Energiewende in Deutschland. Ansatzpunkt ist nicht nur der im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien entstehende Bedarf an Speichertechnolo-

gien, sondern auch das Konzept der dezentralen Energieerzeugung. An diesem Punkt könnte die Etablierung von Wasserstoff ganz entscheidend von der bestehenden Dynamik im Erneuerbare-Energien-Sektor profitieren.

Hier sollten dem Nutzer die Zusammenhänge von der Gewinnung regenerativer Energien über die Produktion von „grünem“ Wasserstoff bis hin zur Nutzung für die Mobilität erläutert und als Chance dargestellt werden. Im Gesamtansatz geht nicht darum, einen neuen Kraftstoff auf den Markt zu bringen, sondern um die Abkehr vom Öl und den Ausbau erneuerbarer Energien. Dies muss im viel stärkeren Maße vermittelt werden (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 5 und 6).

Langfristig denken

Wasserstoffmobilität ist ein hilfreicher Baustein, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Die derzeitigen Aussichten zur Einführung von Wasserstoffmobilität greifen erst spät und erfordern starke Anstrengungen im Bereich der Verhaltensänderungen. Eine vorgezogene bzw. breitere Einführung von Wasserstofffahrzeugen könnte hier gegebenenfalls für Entspannung sorgen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 7).

7.4 Märkte entwickeln

Wasserstoffmobilität als Form der Elektromobilität kommunizieren

Elektromobilität impliziert Wasserstofffahrzeuge und batterieelektrische Fahrzeuge, dennoch fällt darunter für die breite Masse nur das rein batterieelektrische Auto. Dies muss in der Kommunikation nach außen beachtet werden und die jeweiligen Vor- und Nachteile von batterieelektrischen Fahrzeugen und Wasserstofffahrzeugen müssen kommuniziert und ihre mögliche Ergänzung aufgezeigt werden. Während Brennstoffzellenfahrzeuge zur Abdeckung der Mittel- und Langstrecken geeignet sind, könnten batterieelektrische Fahrzeuge innerstädtische Kurzstrecken abdecken. Der Innovationssprung, der nach außen getragen werden sollte, ist der vom Verbrennungsmotor zum elektrischen Antrieb. Batterieelektrische Fahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge sind beide als Optionen für die zukünftige Mobilität zu sehen, die gleichrangig behandelt und weiterentwickelt werden sollten und für die Synergieeffekte gefunden werden müssen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

Fahrzeug- und Kraftstoffkosten

Die Kosten auf Fahrzeug- und Kraftstoffseite stellen eines der hauptsächlichen Hemmnisse für die Akzeptanz und erfolgreiche Einführung von Wasserstoffmobilität dar. Auch der interessierte Kunde ist nicht bereit, mehr für die neue Technologie zu bezahlen. Das grüne Image der Technologie zählt nur dann als Mehrwert, solange das Fahrzeug nicht mehr kostet. Die Schwelle von 5 - 10 % Aufpreis scheint dabei eine Obergrenze für die Nutzung einer „grünen“ Technologie zu sein. Auch die Kosten für den Kraftstoff Wasserstoff werden bisher als zu teuer angesehen: Um sich einen Umstieg zu trauen, müssen die Kraftstoffkosten mindestens vergleichbar mit den konventionellen Kraftstoffen sein (HyTrust-Arbeitsberichte Nr. 6 und 8).

Kaufanreize

Es kann daher wichtig werden, positive staatliche Anreize zu setzen. Da die Mehrkosten bei der Nutzung der Wasserstoffmobilität eine wesentliche Voraussetzung spielen und nicht über den bereits erwähnten 5 - 10% liegen dürfen, könnten sowohl monetäre als auch kostenneutrale Incentives für die ersten Jahre der Einführung geschaffen werden: Begünstigungen bei der Besteuerung des Dienst- oder Privatfahrzeugs oder Kraftstoffes, um Wasserstoff konkurrenzfähig auf den Markt zu bringen, befristete Förderungen oder Kaufanreize sollen zum Marktdurchbruch verhelfen.

Eine Gewähr von direkten Kaufpreiszuschüssen wird als die geeignetste Fördervariante angesehen, um künftigen Nutzern starke Anreize zum Kauf von Wasserstofffahrzeugen zu geben. Denn Wasserstofffahrzeuge werden von künftigen Kunden nicht als Gut neuen Typs, sondern als Substitut konventioneller Pkw wahrgenommen. Geäußerte individuelle Mehrzahlungsbereitschaften sind nicht hoch genug, um die hohen Mehrpreise von Wasserstofffahrzeugen in der Markteinführungsphase auszugleichen. Restriktionen für die Marktdurchdringung von Wasserstofffahrzeugen ergeben sich damit aus der Lücke zwischen individuellen Zahlungsbereitschaften für Wasserstofffahrzeugen und ihren Mehrkosten. Die Festsetzung der Förderhöhe sollte individuelle Mehrzahlungsbereitschaften berücksichtigen, um den Mitnahmeeffekt zu begrenzen. Eine in Abhängigkeit vom Fahrzeugpreis abnehmende Förderung könnte zudem Umverteilungswirkungen minimieren (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 8).

Beispiel 9

Die optimale Fördertrajektorie für Wasserstofffahrzeuge

Ein Ziel des HyTrust-Projektes war es, Wege aufzuzeigen, wie bis zum Jahr 2030 eine ausreichend große Marktdurchdringung von Wasserstofffahrzeugen erreicht werden kann, um einen signifikanten Beitrag zur langfristigen Dekarbonisierung der Pkw-Sektors zu leisten. Dazu wurde eine Befragung von 101 Neuwagenkäufern durchgeführt, um u.a. deren Mehrzahlungsbereitschaften für Wasserstofffahrzeuge zu ermitteln. Auf Grundlage dieser Daten wurden sieben Marktdurchdringungsszenarien getestet, um eine optimale Variante für staatliche Fördermodelle zu bestimmen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 8).

Als ein realistisches Szenario wurde angenommen, dass bei einem Ziel von 1,67 Mio. Wasserstofffahrzeugen bis 2030 in Deutschland die Absätze in der ermittelten optimalen Trajektorie ab 2021 stetig steigen müssten. Dabei kommt es zu einer Reduktion der Mehrpreise von Wasserstofffahrzeugen gegenüber Pkw mit konventionellem Antrieb. Von anfänglich 9.000 Euro in 2021 sinken sie auf ca. 5.000 Euro in 2030.

Tabelle 1: Vergleich der Ergebnisse von drei alternativen Marktdurchdringungs-szenarien (Quelle: eigene Berechnungen, HyTrust)

	Szenario					
	Niedrig		Mittel (Referenz)		Hoch	
Jahr	2021	2030	2021	2030	2021	2030
FCEV-Bestand	210.000	850.000	250.000	1.670.000	460.000	3.500.000
Mehrpreis/FCEV (Euro)	9.000	5.703	9.000	4.974	8.100	4.323
Förderung/FCEV (Euro)	4.333	1.193	6.000	2.724	7.100	4.320
Förderung gesamt	1,7 Mrd. Euro		5,4 Mrd. Euro		17,6 Mrd. Euro	
Mitnahme gesamt	0,3 Mrd. Euro		2,2 Mrd. Euro		7,1 Mrd. Euro	

Basierend auf einem Optimierungsansatz konnte gezeigt werden, dass eine monetäre Förderung durch Kaufzuschüsse im Umfang von ca. 1,25 Mrd. Euro bis 2020 und weiteren ca. 5,4 Mrd. Euro im Zeitraum 2021 bis 2030 geeignet wäre, eine angestrebte Marktdurchdringung von 1,67 Mio. FCEV in Deutschland zu erreichen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Emotionale Vermarktung

Die Vermarktung des Wasserstofffahrzeugs sollte gerade wegen der hohen Kosten emotional erfolgen, um potenzielle Kunden zu begeistern. So wird die breitere Markteinführung von Wasserstofftechnologien ein wort- und bildreicher Prozess sein müssen. Die bisherigen Bilder und gesellschaftlichen Kontexte, in die Wasserstoff und Brennstoffzelle in den letzten beiden Jahrzehnten gestellt worden sind, waren eher abstrakter und allgemeiner Natur. Hier sind Bilder nötig, die stärker an die Bedürfnisse und die Alltagswirklichkeit der zukünftigen Nutzer anschließen. So könnten portable Brennstoffzellen als „persönliche Kraftwerke“, also „energy to go“, genutzt werden, um die neue Energietechnologie auch im Alltag für den einzelnen Nutzer erfahrbar zu machen. Um den neuen Antrieb konkurrenzfähig zu machen, braucht es aber auch eigene und neue Bedeutungen für das Wasserstofffahrzeug. So könnte die zukünftige Integration von Automobilität, Elektrizität und Information dazu führen, dass Automobile nicht mehr nur eine reine Transportfunktion übernehmen, sondern zu einem mobilen Ort der Aktivität wird, an dem es zur Verschmelzung von individueller Mobilität und persönlichem Lebens- und Arbeitsraum kommt. Es entsteht quasi eine neue Produktkategorie, in der das Brennstoffzellen- Elektrofahrzeug aufgrund seiner innovativen Eigenschaften (zum Beispiel Stromverfügbarkeit) konkurrenzfähig zum konventionellen Automobil wird (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 10).

Zielgruppen entdecken

Als Zielgruppen für Wasserstoffmobilität kommen zunächst meist Fuhrparks bzw. Flotten und in einer zweiten Phase private Early Adopters in Frage. Wasserstofffahrzeuge sind für alle Mobilitätsmuster als Universalfahrzeug einsetzbar, aber in besonderem Maße für längere Strecken und Transportbedarf. Flotten können zu Beginn der Markteinführung besser mit dem Problem der eingeschränkten Infrastruktur umgehen. So sind Strecken und Betankung besser planbar. Zudem können über Flotten an Orten mit hoher Fluktuation viele Personen erreicht werden. Neben Carsharing und Taxis an Flughäfen könnten Shuttle-Busse genutzt werden, die „Wasserstoffzentren“ wie Berlin und Ham-

burg miteinander verbinden. Aber auch Nutzfahrzeuge wie Mülltransporter oder im Lieferbetrieb wie bei Kurierdiensten, City-Logistik- oder Transportfirmen wären gute Gelegenheiten, Wasserstofffahrzeuge sichtbar zu machen. Im Zeitverlauf und mit größerer Stückzahl könnten Wasserstofffahrzeuge attraktiver werden und automatisch mehr ins Bewusstsein rücken.

Unter den Privatkunden gilt es, Personen aus dem „grünen“ Mittelstand als Zielgruppe anzusprechen: Personen, die beim Fahrzeugkauf auf die Umweltverträglichkeit und Effizienz ihrer Fahrzeuge achten, technologieoffen und bereit und in der Lage sind, die entsprechenden Kosten zu tragen. Das Wasserstofffahrzeug kann als Statussymbol für die Beteiligung an einer nachhaltigen, grünen Mobilität herausgestellt und als solches vermarktet werden. Diese „Green Adopters“ könnten etwa 0,5 - 1 % der Käufer ausmachen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

Alternative Nutzungsmodelle entwickeln

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Nutzer ein Wasserstofffahrzeug, zu bekannten Konditionen wünschen: Miete, Leasing oder Kauf, aber ohne vorher einen Förderantrag o.ä. auszufüllen oder spezielle Servicepakete dafür abzuschließen. Einfache, überschaubare und individuelle Nutzungsmodelle werden vom Kunden bevorzugt.

Das Leasingmodell bietet sich als Übergangsvariante an, um Early Adopter zu finden, die Hemmschwelle der Nutzung zu senken und vom Kauf zu überzeugen. Speziell bei der Fahrzeugeinführung müssen die Bedenken und Sorgen der Kunden ernst genommen werden. Denkbar sind dabei Garantieleistungen für den Austausch der Brennstoffzelle oder Servicepakete inklusive Wartung, Service und Kraftstoff. Weitere Nutzungsmodelle schließen Carsharing und den Leihwagenbereich mit ein. Nutzungsvarianten werden sich mit dem gesellschaftlichen Wandel verschieben, da die junge Generation in der Stadt weniger Interesse an einem Automobil als Statussymbol und Besitztum habe. Denkbar ist der Einsatz an vielfrequenzierten Orten wie bspw. an Flughäfen, wo auch die Wasserstoff-Infrastruktur vorhanden sein wird.

Geschäftsmodelle, die über die reine Fahrzeugnutzung hinaus gehen, wie bspw. eine Beteiligung an der Energiegewinnung über Bürgerwindparks und Produktion von Wasserstoff, können als Nischenmodelle betrachtet werden, die einen kleinen Anteil an Personen zur Teilnahme motivieren werden. Um den Fahrzeugnutzer auch am Ausbau erneuerbarer Energien zu beteiligen, müsste hier eine Förderung analog zum EEG geschaffen werden, um Investitionsanreize zu setzen (HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6).

8 Fazit

Das HyTrust-Projekt hatte sich die Beantwortung von drei übergreifenden Forschungsfragen zum Ziel gesetzt. In den beiden ersten Fragen ging es um die Beschreibung des Status quo der drei Größen Akzeptanz, Vertrautheit und Vertrauen. Die dritte Frage fragte nach Wegen in die Wasserstoffgesellschaft.

Akzeptanz der Wasserstoffmobilität in der Öffentlichkeit

Folgt man dem für die HyTrust-Studie genutzten Akzeptanzmodell, spielt in der Phase der Marktvorbereitung, in der sich die Wasserstoffmobilität aktuell befindet, vor allem die Einstellungsakzeptanz eine Rolle. Einstellungsakzeptanz misst, welches Wissen um die neue Technologie in der Gesellschaft existent ist, welche Erwartungen an die Technologie gerichtet werden und wie die Technologie bewertet wird. Die Einschätzung der Einstellungsakzeptanz zur Wasserstoffmobilität schließt die Einstellungen von Experten und Politikern ebenso mit ein wie die Medienberichterstattung und die Bewertung durch die allgemeine Öffentlichkeit.

Danach war die Wasserstoffmobilität anfangs ein Thema, das vor allem von Akteuren aus Politik und Automobilwirtschaft aktiv vorangetrieben wurde. Doch ab 2007 intensivierte sich die gesellschaftliche Debatte und immer mehr Akteure nahmen zur Wasserstoffmobilität Stellung. Darunter waren Akteure aus dem Bereich Wasserstoffproduktion und Betankungsinfrastruktur, verschiedene Bundesministerien, nachgeordnete Behörden, Forschungsinstitute und zivilgesellschaftliche Akteure wie der Verkehrsclub Deutschland oder Greenpeace. Die Medien in Deutschland berichteten in den letzten Jahren stetig, aber nur mit geringer Intensität über neue Fahrzeugprototypen und andere technische Entwicklungen im Bereich Wasserstoffmobilität. In der Alltagswirklichkeit der Bevölkerung spielte die Wasserstoffmobilität bislang fast keine Rolle. Das Thema ist bekannt, der Wissensstand in der Bevölkerung aber eher niedrig.

Das Thema Wasserstoffmobilität trifft in Deutschland sowohl unter den professionellen Akteuren als auch in der Bevölkerung auf große Offenheit. Besonders hohe Zustimmung zu dieser Technologie kam von den Akteuren aus der Wirtschaft und der Politik. Lediglich bei Vertretern der Umwelt- und Verbraucherverbände zeigte sich eine größere Skepsis. Einige der professionellen Akteure knüpften ihre Zustimmung an Bedingungen. Die am häufigsten von den professionellen Akteuren angeführte Bedingung für die Zustimmung zur Wasserstoffmobilität war der Aufbau einer öffentlichen Tankstelleninfrastruktur für Wasserstofffahrzeuge. Auch die Bevölkerung in Deutschland steht der Wasserstoffmobilität sehr offen gegenüber. Insbesondere die Emissionsfreiheit der Fahrzeuge und die positiven Effekte auf Klima und Gesundheit wären aus Sicht der Bevölkerung wichtige Gründe, um Wasserstoffmobilität in Deutschland weiter zu entwickeln.

Diese generelle Offenheit der Öffentlichkeit für das Thema Wasserstoffmobilität wird durch die Konnotation der verwendeten Sprachbilder unterstrichen. So betonten viele Sprachbilder den innovativen Charakter der Technologie und ihre Zukunftszugewandtheit. Die Einführung von Wasserstofffahrzeugen wurde wiederholt als eine Art Systemwechsel bezeichnet.

Die Erwartungen der im HyTrust-Projekt befragten Bürgerinnen und Bürger an die Nutzbarkeit von Wasserstofffahrzeugen im Alltag orientierten sich an den Erfahrungen mit herkömmlichen Pkw. So würden die wenigsten Abstriche bei

Leistung, Reichweite, Design und Größe des Fahrzeugs hinnehmen. Auch sollte das Tankstellennetz für Wasserstofffahrzeuge mit dem bestehenden Tankstellennetz für herkömmliche Fahrzeuge vergleichbar sein. Wasserstoff sollte aus Sicht der Bevölkerung jedoch von Beginn an „grün“ sein, denn nur so kann der Mehrwert der Fahrzeuge gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen zum Tragen kommen. Durch ihre Emissionsfreiheit bieten Wasserstofffahrzeuge aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, weiterhin individuell mobil sein zu können, aber dabei nicht die Umwelt zu schädigen. Generelle Sicherheitsbedenken gegenüber der Verwendung von Wasserstoff konnten im HyTrust-Projekt nicht festgestellt werden. Die befragten Bürgerinnen und Bürger gingen ganz selbstverständlich davon aus, dass Wasserstofffahrzeuge sicher sind, wenn sie in Deutschland verkauft werden (Abbildung 11).

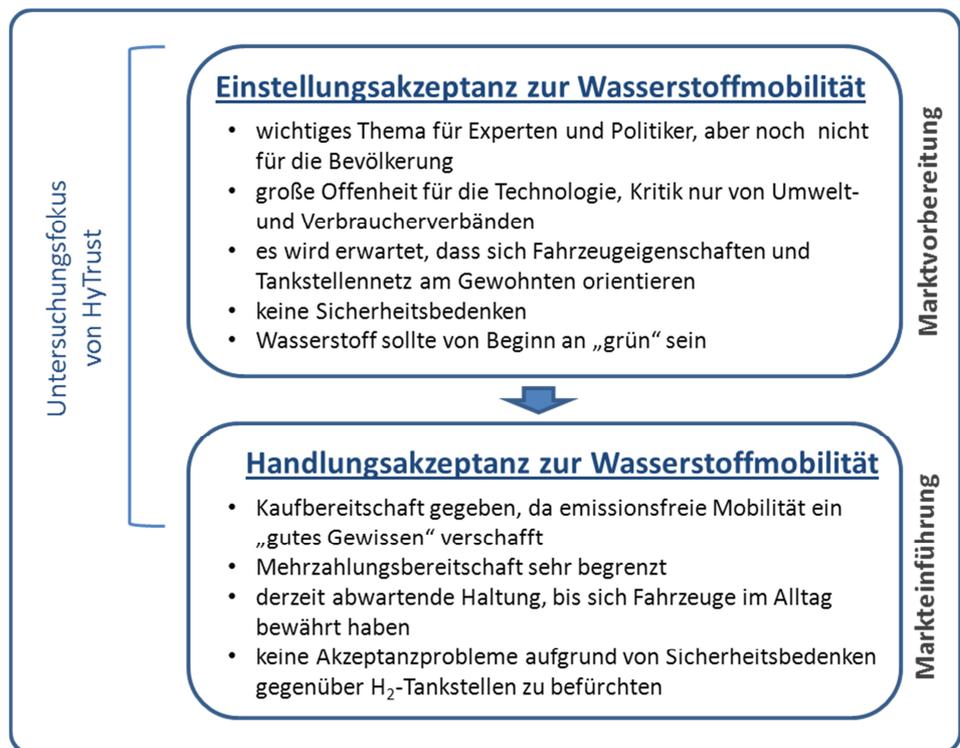


Abbildung 11: Akzeptanz der Wasserstoffmobilität in der Öffentlichkeit (Quelle: eigene Abbildung)

Auch wenn Wasserstofffahrzeuge derzeit im Straßenbild noch keine Rolle spielen und auch Wasserstofftankstellen nur in größeren Städten ins Auge fallen können, konnten im Rahmen der HyTrust-Projektes einige wichtige Hinweise gesammelt werden, wie sich die Marktakzeptanz der Fahrzeuge und die lokale Akzeptanz der Tankstellen entwickeln wird.

Hinsichtlich der künftigen Marktakzeptanz von Wasserstofffahrzeugen kann festgehalten werden, dass die Fahrzeuge durchaus eine Chance bei den künftigen Endnutzern haben können. Gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen hätten sie den Mehrwert, dass sie emissionsarm bzw. emissionsfrei fahren. Etwas für den Klimaschutz zu tun, war eine wichtige und immer wieder angeführte Motivation. Der entscheidende Zusatznutzen auf persönlicher Ebene war jedoch das „gute Gewissen“, aktiv etwas für die Umwelt tun können, ohne gleichzeitig auf die Vorteile herkömmlicher Autos verzichten zu müssen. Das gute Gewis-

sen darf jedoch nicht allzu viel kosten. Zu wenige potenzielle Nutzer wären bereit, deutlich mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu zahlen und die Obergrenze einer Mehrzahlung lag bei 5.000 Euro.

Und neben dem deutlich höheren Kaufpreis gab es noch weitere Gründe, die die künftigen Nutzer aktuell davon abhalten würden, sich ein Wasserstofffahrzeug zu kaufen. So wollen viele Autofahrer erst einmal abwarten, bis sich die Technologie im Alltag bewährt hat. Auch müsste vorab ein ausreichendes Tankstellennetz geschaffen werden. Jedoch ist nicht zu befürchten, dass es wegen Sicherheitsbedenken zu lokalen Akzeptanzproblemen von Wasserstofftankstellen kommt. Hier gehen die künftigen Nutzer ganz selbstverständlich davon aus, dass Wasserstofftankstellen sicher sein und eher weniger Gesundheitsgefahren mit sich bringen werden.

Viele der Ergebnisse müssen allerdings als vorläufig betrachtet werden, da Wasserstofffahrzeuge noch nicht im Alltag erfahrbar sind und noch kein detailliertes Themenbewusstsein in der Bevölkerung vorliegt.

Vertrautheit mit der Wasserstoffmobilität und Vertrauen in die technologiebetreibenden Akteure

Bislang gab und gibt es in der Öffentlichkeit nur wenige Möglichkeiten, mit der Wasserstoffmobilität vertraut zu werden. Breite Teile der Bevölkerung sind bislang nur insofern damit vertraut, als sie wissen, dass es diese Technologie gibt. Viel Wissen oder gar eigene Erfahrung mit Wasserstofffahrzeugen oder Wasserstofftankstellen sind jedoch nicht gegeben. Wenn es im eigenen Umfeld Fahrzeuge oder Infrastruktur gibt, wie Wasserstoffbusse in Hamburg oder Wasserstofftankstellen in Berlin, werden diese wahrgenommen und tragen zur Meinungsbildung bei. Den größten Effekt auf das Vertrautwerden mit Wasserstofffahrzeugen hatten Angebote zum Testfahren. Hier konnte im HyTrust-Projekt gezeigt werden, dass das Ausprobieren und damit das Vertrautwerden mit Wasserstofffahrzeugen deutlich zur Akzeptanzsteigerung beiträgt.

Auch hinsichtlich des Vertrauens in konkrete Akteure, die die Umsetzung der Wasserstoffmobilität befördern, liegen in der Bevölkerung keine eigenen Erfahrungen vor. Hier ist zu erwarten, dass zumindest in der Anfangsphase der Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen bzw. Wasserstofftankstellen auf bestehende Erfahrungsmuster zurückgegriffen werden wird, wem in welchem Maße vertraut werden kann. Dabei wird der Wasserstoffmobilität derzeit ein genereller Vertrauensvorschuss entgegen gebracht. So ergab sich in den HyTrust-Befragungen, dass „deutsche Institutionen“ ein grundsätzliches Vertrauen in der Öffentlichkeit genießen und ihnen zugetraut wird, die Einführung der Wasserstoffmobilität verantwortungsvoll und sicher umzusetzen.

Bei einzelnen Akteuren wurde insbesondere Wissenschaftlern vertraut, die Wasserstofftechnologie kompetent und im Sinne der Bevölkerung auf den Weg zu bringen. Automobilfirmen wurde große Fachkompetenz im Bereich Wasserstoffmobilität zugesprochen, jedoch wurde zum Teil bezweifelt, dass die Firmen auch wirklich den Willen dazu haben, Wasserstofffahrzeuge in den Markt zu bringen. Umwelt- und Verbraucherverbände wiederum besaßen eine hohe Glaubwürdigkeit in der Bevölkerung, doch wurden sie für weniger kompetent gehalten. Das geringste Vertrauen wurde der Politik entgegen gebracht. Wie bereits erwähnt handelt es sich bei dieser Vertrauenseinschätzung um Erfahrungswerte, die sich ändern können, wenn eigene Erfahrungen mit konkreten Akteuren gesammelt werden.

Der grundsätzlich bestehende Vertrauensvorschuss bietet zumindest Gestaltungspotenzial für eine kompetente und glaubwürdige Implementierung der Wasserstoffmobilität.

Gestaltung des technologischen Systemwechsels im Mobilitätssektor hin zur Wasserstofftechnologie unter sozioökonomischen Aspekten

Aus der Vielzahl der Ergebnisse im HyTrust-Projekt lassen sich drei generelle Wege ableiten, um die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Mobilitätssektor zu etablieren. Auf der einen Seite geht es darum, Vertrauen auf- bzw. auszubauen. Dazu zählt ehrlich zu kommunizieren, welche Einschränkungen Erstnutzer von Wasserstofffahrzeugen noch zu tragen haben werden, aber auch wie diese aufgefangen werden sollen. Es gilt vor allem Erwartungen zum Markteintritt von Wasserstofffahrzeugen nicht durch neuerliche Verschiebungen des Termins zu enttäuschen. Dieser Punkt ist wichtig, da die Serienproduktion von Wasserstofffahrzeugen in der Vergangenheit bereits mehrere Male angekündigt und dann wieder zurückgenommen worden war. Weiterhin sollten Möglichkeiten geschaffen werden, mit der Technologie vertraut zu werden. Dafür eignen sich Testfahrten. Aber auch lebendig beschriebene Alltagsszenarien können die Wasserstoffwelt zur Akzeptanz beitragen, indem sie die neue Technik für potenzielle Nutzer vorstellbar, erfahrbar und plausibel machen.

Ein zweiter Weg zielt auf den Auf- und Ausbau der Wasserstoffinfrastrukturen. Vorrangiges Ziel muss die Etablierung eines Wasserstoff-Tankstellennetzes sein, das den künftigen Nutzern das Gefühl der Sicherheit vermittelt, im Fahralltag nicht aufgrund von Kraftstoffmangel stehen zu bleiben. Wichtig ist es aber auch den angebotenen Wasserstoff von Anfang an aus erneuerbaren Quellen zu produzieren, denn seine Umweltfreundlichkeit ist der zentrale Mehrwert des Wasserstofffahrzeugs gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Zudem sollte die Wasserstoffmobilität in den größeren Kontext der Energiewende eingebettet und glaubhaft vermittelt werden, dass Wasserstoff das ideale Speichermedium für erneuerbare Energien ist und für dezentrale Energielösungen steht.

Als Drittes gilt es auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft Märkte zu entwickeln. Dazu sollten Wasserstofffahrzeuge und batterieelektrischen Fahrzeuge unter dem gemeinsamen Label Elektromobilität vermarktet und aufgezeigt werden, dass beide Fahrzeugtypen nicht miteinander konkurrieren, sondern sich mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteile ergänzen. Da Wasserstofffahrzeuge auf absehbare Zeit in der Anschaffung und Unterhaltung teurer als herkömmliche Fahrzeuge bleiben werden, sollten einerseits Kaufanreize gesetzt werden. Hier wird die Gewähr von direkten Kaufpreiszuschüssen als die geeignetste Fördervariante angesehen, um künftigen Nutzern starke Anreize zum Kauf von Wasserstofffahrzeugen zu geben. Zum anderen sollte die Vermarktung des Wasserstofffahrzeugs emotional erfolgen, um potenzielle Kunden trotz der hohen Kosten für einen Kauf zu begeistern. Wichtig ist es weiterhin, die Sichtbarkeit von Wasserstofffahrzeugen im Alltag zu steigern. Auf diese Weise kann die Wasserstoffmobilität als ausgereifte Technologie präsentiert werden, die zuverlässig funktioniert und bei der sich der Kunde auf kein Risiko einlässt. Für die erste Phase der Markteinführung kommen zunächst meist Fuhrparks bzw. Flotten in Frage. So könnten Taxis, Kurierdienste oder Transportfirmen genutzt werden, um Wasserstofffahrzeuge stärker sichtbar zu machen.

9 Weiterer Forschungsbedarf

Aktuell befindet sich die Wasserstoffmobilität im Übergang von der Phase der Marktvorbereitung in die Phase der Markteinführung. Erste Wasserstofffahrzeuge sollen in den Markt kommen, die erforderliche Infrastruktur wird aufgebaut und Wasserstoffspeichermöglichkeiten werden geschaffen. Dadurch steigen die gesellschaftliche Sichtbarkeit der Wasserstoffmobilität und die gesellschaftliche Auseinandersetzung mit diesem Thema. Durch den Bau von Wasserstofftankstellen und dezentralen Wasserstoffproduktionsanlagen wird das Thema zunehmend auch regional bedeutsam. Um die Akzeptanz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und ihrer Anwendungen zu erhalten und Vertrauen in die agierenden Stakeholder auszubauen, ist es erforderlich, die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen und den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur als Themen in der Gesellschaft zu verankern.

Daher sollte der technologische Systemwechsel im Mobilitätssektor hin zur Wasserstofftechnologie durch eine breite Beteiligung der Gesellschaft auf unterschiedlichen Ebenen unterstützt werden. So sollten gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern (z. B. Clean Energy Partnership - CEP) und regionalen Akteuren (z. B. Landesagenturen) Handlungskonzepte entwickelt werden, die die Etablierung der Wasserstoffmobilität unterstützen. Dazu ist es insbesondere erforderlich, finanzielle und gesellschaftliche Förder- und Beteiligungsmodelle zu entwickeln und zu evaluieren, die die Gesellschaft erfolgreich in den Innovationsprozess einbinden. Bedarf an Forschung und Maßnahmen besteht in:

- der Entwicklung von Förderansätzen für Wasserstofffahrzeug-Flotten und für Erstkäufer von Wasserstofffahrzeugen,
- der Überprüfung der Akzeptanz von staatlichen Fördermaßnahmen zum Aufbau von Wasserstoffflotten und Wasserstofftankstellen,
- der Evaluierung der gesellschaftlichen Tragfähigkeit der bislang konzipierten Fördermaßnahmen zum Roll-out von Wasserstoffinfrastruktur und Wasserstofffahrzeugen,
- der Identifizierung und Verbreitung neuer Beteiligungs- und Kooperationsformate, die die Erzeugung erneuerbarer Energien und Wasserstoffmobilität direkt miteinander verknüpfen,
- der Erarbeitung integrierter Nutzungs- und Finanzierungskonzepte, die Kapital, Ideen und Engagement der jeweiligen Region nutzen.

Wenn Wasserstofffahrzeuge, Wasserstofftankstellen, Anlagen zur Wasserstoffherstellung und -speicherung stärker im Alltag wahrnehmbar werden, kann sich zudem die Akzeptanzfrage neu stellen. Deshalb gilt es, ein Themenbewusstsein in der Bevölkerung zu schaffen, und durch geeignete Aufklärungsmaßnahmen die Umweltverbände verstärkt in die Diskussionen zur Wasserstoffmobilität einzubinden. Bedarf an Forschung und Maßnahmen besteht in:

- dem Aufzeigen und Erlebarmachen der Chancen und Potenziale der Wasserstoffökonomie in einem ganzheitlichen Ansatz (bspw. in einer Ausstellung),
- der Nutzung von Wasserstofftankstellen als Lernorte, um die Zusammenhänge zwischen erneuerbaren Energien, Wasserstoff und Energiewende begreifbar zu machen,

- der Anregung von Meinungsbildungsprozessen in der Bevölkerung (z.B. durch Bürgerkonferenzen) zu den Möglichkeiten der Erzeugung regenerativen Wasserstoffs und seiner Speicherung,
- der Aufklärungsarbeit bei Umwelt- und Verbraucherverbänden, welche Bedeutung Wasserstoff für Energiewende und Mobilitätswandel hat.

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen würden die Einbeziehung von Experten unterschiedlicher Fachdisziplinen wie auch nicht-wissenschaftlicher Akteure aus der Gesellschaft bedingen. Auf diese Weise würde sozial robustes Handlungswissens bereitgestellt und Akteure miteinander vernetzt werden, um die gesellschaftliche Implementierung der Wasserstoffmobilität zu unterstützen.

10 Literatur

10.1 Referenzen

- Akrich, M. (1995): User representations: practices, methods and sociology. In: Rip, A., Misa, T.J., Schot, J. (eds.): *Managing technology in society. The approach of constructive technology assessment*, London and New York, pp. 167-184.
- Bijker, W. E. (1996): Democratization of Technology. Who are the Experts? In: <http://www.desk.nl/~acsi/WS/speakers/bijker2.htm>
- Binder, B. (1999): *Elektrifizierung als Vision. Zur Symbolgeschichte einer Technik im Alltag*, Tübingen: Tübinger Vereinigung für Volkskunde.
- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., van Lente, H. (2006): The sociology of expectations in science and technology, in: *Technology Analysis & Strategic Management*, Jg. 18, H. 3/4, S. 285–298.
- Canzler, W., Galich, A., Marz, L. (2013): Negotiating Sustainable Innovation? Hydrogen and Fuel Cell Technologies in Germany, in: *European Journal of Environmental Sciences*, Vol. 3, No. 1, p. 65-71
- Felder, E. (2006): Semantische Kämpfe in Wissensdomänen. Eine Einführung in Benennungs-, Bedeutungs- und Sachverhaltsfixierungs-Konkurrenzen. In: Felder, E. (Hrsg.): *Semantische Kämpfe. Macht und Sprache in den Wissenschaften*, S.13-46.
- Flynn, J., Burns, W., Mertz, C.K., Slovic, P. (1992): Trust as a determinant of opposition to a high-level radioactive waste repository: Analysis of a structural model. *Risk Anal* 12:417-429.
- Gamson, W. A. (1992): *Talking Politics*. Cambridge.
- Hård, M., Knie, A. (2001): The Cultural Dimension of Technology Management: Lessons from the History of the Automobile, in: *Technology Analysis & Strategic Management*, 13/1, S. 91–103.
- Hoevenaars, B., Weeda, M., Lebutsch, Broek, P. B. v. d. (2010): Hydrogen Vehicle Deployment and Required Policy Support for Roll-out Scenarios in the Dutch THRIVE Project. ECN - Energy Research Centre of the Netherlands. http://juwel.fz-juelich.de:8080/dspace/bitstream/2128/4047/1/HP6_5_Hoevenaars_rev0716.pdf (Zugegriffen: 28. September 2012).
- Hörning, K. H. (1985): Technik und Symbol. Ein Beitrag zur Soziologie alltäglichen Technikumgangs, in: *Soziale Welt*, Jg. 36, S. 186–207.
- Keles, D., Wietschel, M., Möst, D., Rentz, O. (2008): Market penetration of fuel cell vehicles – Analysis based on agent behaviour. *International Journal of Hydrogen Energy*, Nr. 33: 4444–4455.
- Knie, A. (1997): Technik als gesellschaftliche Konstruktion, Institutionen als soziale Maschinen – Perspektiven der Technikgestaltung, in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.): *Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm*, Berlin: Edition Sigma, S. 225–243.
- Kollmann, T. (1998): Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme. Konsequenzen für die Einführung von Kommunikations- und Multimedia-systemen, Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- Konrad, K. (2004): *Prägende Erwartungen. Szenarien als Schrittmacher der Technikentwicklung*, Berlin: Edition Sigma.

- Lucke, D. (1995): Akzeptanz. Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“. Opladen: Leske + Budrich, 452 S.
- Luhmann, N. (1989): Vertrauen. Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität. UTB GmbH, 140 S.
- McDowall, W. (2012): Endogenous Technology Learning for Hydrogen and Fuel Cell Technology in UKSHEC II: Literature Review, Research Questions and Data. UCL Energy Institute, University College London. http://www.bartlett.ucl.ac.uk/energy/research/themes/energy-systems/hydrogen/WP8_McDowall_ETL_1_.pdf (Zugegriffen: 17. November 2012).
- McKinsey & Company (2010): A Portfolio of Power-Trains for Europe: a Fact Based Analysis. The Role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles. http://www.iphe.net/docs/Resources/Power_trains_for_Europe.pdf
- Munir, K. A., Phillips, N. (2005): The Birth of the 'Kodak Moment': Institutional Entrepreneurship and the Adoption of New Technologies, in: Organization Studies, 26/11, S. 1665–1687.
- Pinch, T. J., Bijker, W. E. (1989): The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, in: Bijker, Wiebe E./Hughes, Thomas P./Pinch, Trevor J. (Hrsg.): The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology, Cambridge, Mass.: MIT Press, S. 17–50.
- Renn, O.; Zwick, M. M. (1997): Risiko- und Technikakzeptanz. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 203 S.
- Rüggeberg, H. (2009): Innovationswiderstände bei der Akzeptanz hochgradiger Innovationen aus kleinen und mittleren Unternehmen. Working Paper No. 51 des IMB Institute of Management Berlin, 12/2009.
- Siegrist, M. (2000): The influence of trust and perceptions of risks and benefits on the acceptance of gene technology. Risk Analysis, 20, 195–203.
- Siegrist, M. (2001): Die Bedeutung von Vertrauen bei der Wahrnehmung und Bewertung von Risiken. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Slovic, P. (1993): Perceived risk, trust, and democracy. Risk Anal 13:675-682.
- Sterner, M. (2009): Bioenergy and renewable power methane in integrated 100% renewable energy systems. Kassel University. Available at: <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-798-2.volltext.frei.pdf>.
- UBA (2010): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen.
- van Bree, B.; Bunzeck, I. (2010): D6.1 Social acceptance of hydrogen demonstration projects. NextHyLights Project.
- Zwick, M. M.; Renn, O. (Hrsg.) (2002): Wahrnehmung und Bewertung von Risiken. Ergebnisse des „Risikosurvey Baden-Württemberg 2001“. Stuttgart.

10.2 Arbeitsberichte im HyTrust-Projekt

Canzler, W., Schmidt, A. (2012): Begleitforschung von Demonstrationsvorhaben, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 6.

Fehr, B. (2013): HyLife 2030 –Nutzer- und Alltagsszenarios einer Wasserstoffgesellschaft, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 11.

Kaiser, M., Zimmer, R. (2013): Diskursanalyse von Positionspapieren zur Wasserstoffmobilität, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 1.

Meißner, F., Krause, J. (2013): Monetäre Förderansätze für FCEV in Deutschland, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 8.

Schmidt, A., Welke, J. (2013): Einfluss sozialer Treiber auf die Einführung der Wasserstofftechnologie, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 9.

Ueckerdt, F. (2013): Klimaschutzpotenziale von Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) im PKW-Sektor, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 7.

Weider, M. (2012): Bilder, Innovation und Elektrizität – was Wasserstoff aus der Geschichte der Elektrifizierung lernen kann, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 10.

Welke, J., Zimmer, R., Domke, B. (2011): Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 05.

Welke, J., Zimmer, R., Kaiser, M., Jänsch, M. (2013): Wasserstofftechnologie in den Köpfen. Eine qualitative Bevölkerungsbefragung, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 2.

Zimmer, R., Jänsch, M. (2013): Diskursanalyse der Mediendebatte zur Wasserstoffmobilität, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 4.

Zimmer, R., Welke, J. (2013): Repräsentative Bevölkerungsbefragungen zur Wasserstoffmobilität, HyTrust-Arbeitsbericht Nr. 3.

Anhang

Zehn Kernthesen zur Akzeptanz der Wasserstoffmobilität

These 1

Das Thema Wasserstoffmobilität stößt in der Öffentlichkeit in Deutschland auf ein positives Echo. Sowohl bei den Entscheidungsträgern als auch in den Medien und bei der Bevölkerung findet die Technologie grundsätzliche Akzeptanz.

Eine Analyse der Positionspapiere von Stakeholdern und von Medienartikeln aus der regionalen und überregionalen Presse zeigt eine ganz überwiegende Zustimmung zur Technologie. Auch in der Bevölkerung findet die Wasserstofftechnologie breite Zustimmung, wie eine im Projekt durchgeführte repräsentative Umfrage zeigen konnte.

Diese Ergebnisse spiegeln die grundsätzliche Offenheit der Gesellschaft in Deutschland für das Thema Wasserstoffmobilität wider. Die Akzeptanzfrage wird sich jedoch möglicherweise neu stellen, wenn erste Wasserstofffahrzeuge auf dem Markt sind. Bei steigendem Themenbewusstsein und Informationslevel hängt die Akzeptanz der Wasserstoffmobilität entscheidend von der Gestaltung der technologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

These 2

In der gesellschaftlichen Diskussion steht Wasserstoffmobilität für „Innovation“ und „Umweltfreundlichkeit“. Wasserstoffmobilität wird häufig als ein Weg in eine Zukunft nachhaltiger Mobilität beschrieben.

In Presseartikeln und Positionspapieren von Stakeholdern wird das Wasserstofffahrzeug als „grünes Traumauto“ oder „Zukunft der Mobilität“ bezeichnet, das eine „grüne Revolution“ einleitet. Selten wird das Wasserstofffahrzeug sprachlich als „Tropfen auf dem heißen Stein“ oder als „Etikettenschwindel“ gedeutet, weil es als Nischenfahrzeug für die Klimabilanz kaum relevant sei bzw. sogar kostbare erneuerbare Energie verschwendet.

Da Sprachbilder auf der emotionalen Ebene wirken, können sie die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen entscheidend beeinflussen. Hier gilt es das positive Image zu stärken, sich zugleich aber ernsthaft mit den kritischen Sprachbildern auseinanderzusetzen.

These 3

In der Bevölkerung in Deutschland existieren derzeit keine Sicherheitsbedenken gegenüber Wasserstofffahrzeugen und Wasserstofftankstellen. Es wird darauf vertraut, dass Produkte, die auf den Markt kommen, ausreichend geprüft und damit sicher sind.

Die Nutzung von Wasserstoff im Mobilitätssektor ruft in der Bevölkerung keine negativen Assoziationen hervor. Wasserstofftankstellen werden nicht als gefährlicher wahrgenommen als herkömmliche Tankstellen, wie eine Befragung von Tankstellenbesuchern ergab.

Dieses Grundvertrauen gilt es zu erhalten und gezielt mit Kommunikationsmaßnahmen zu begleiten, insbesondere wenn künftig Wasserstofffahrzeuge und Wasserstoffinfrastruktur in größerem Maße im Alltag sichtbar und erfahrbar werden.

These 4

Um öffentliche Aufmerksamkeit für das Thema Wasserstofftechnologien zu gewinnen, braucht es eine breite gesellschaftliche Debatte sowie Bilder und Kontexte, die an die Alltagswelt künftiger Nutzer anschließen.

Die Bilder und gesellschaftlichen Kontexte, in die Wasserstoff und Brennstoffzelle bislang gestellt wurden, waren eher abstrakter und allgemeiner Natur und betrafen Themen wie Klimawandel, Energiesicherheit oder internationale Wettbewerbsfähigkeit. Die Bilder und Visionen zielten in ihrer Wirkung im Wesentlichen auf politische Entscheidungsträger und weniger auf die Akzeptanz von einzelnen Nutzern ab.

Um die Plausibilität und Bedeutung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu vermitteln, müssen Bezüge zur Alltagswelt der zukünftigen Nutzer hergestellt werden. Mit der Einbindung der neuen Technik in den Alltag wird diese für potenzielle Nutzer vorstellbar, erfahrbar und damit erst plausibel. Hier können Produkte, Bilder oder Alltagsszenarien helfen, die Technologie ganzheitlich zu vermitteln.

These 5

In den bislang vorliegenden Szenarien und Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie bleiben heutige und zukünftige soziale Entwicklungen, gesellschaftliche Wahrnehmungen und Bedeutungszuschreibungen weitestgehend unberücksichtigt.

Die Nichtberücksichtigung sozialer und kultureller Faktoren und Treiber wie Einstellungsveränderungen, demografischer Wandel oder gesellschaftliche Desintegration kann den Innovationsprozess an Stellen ins Stocken bringen, die aus technisch und ökonomisch orientierten Roadmaps nicht ersichtlich sind. So können beispielsweise unerfüllte Erwartungen an die Versorgungssicherheit mit Wasserstoff oder die Veränderungen im Mobilitätsverhalten die Markteinführung von Wasserstofffahrzeugen beeinflussen.

Es gilt also Bürger und andere Stakeholder nicht nur als potenzielle Kunden und Nutzer wahrzunehmen, sondern sie aktiv in die Gestaltung und Umsetzung einer Vision der Wasserstoffgesellschaft einzubeziehen. Nur so können ihre Wünsche, Erwartungen und Ängste in den Gestaltungsprozess einfließen.

These 6

Forschungseinrichtungen, Automobilfirmen und Umweltverbänden wird in unterschiedlichem Maße Vertrauen entgegen gebracht und Kompetenz zur Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zugestanden.

Die Bevölkerung in Deutschland vertraut entsprechend einer repräsentativen Umfrage insbesondere Wissenschaftlern, die Wasserstofftechnologie kompetent und im Sinne der Bevölkerung auf den Weg zu bringen. Automobilfirmen wird große Fachkompetenz im Bereich Wasserstofftechnologien zugesprochen, jedoch wird bezweifelt, dass die Firmen auch wirklich im Sinne der Verbraucher handeln werden. Umweltverbände wiederum besitzen eine hohe Glaubwürdigkeit in der Bevölkerung, doch werden sie für weniger kompetent gehalten.

Der existierende Vertrauensvorsprung bietet Gestaltungspotenzial für die Energie- und Verkehrswende. Dazu braucht es jedoch eine klare Positionierung der handelnden Akteure zu Wasserstofffahrzeugen und Nachhaltigkeit sowie die stärkere Einbindung von Umwelt- und Verbraucherverbänden in den Gestaltungsprozess.

These 7

Grundsätzliche Kritik an der Wasserstoffmobilität kommt von den Umwelt- und Verbraucherverbänden. Sie befürchten, dass durch Wasserstofffahrzeuge die Chance für einen umfassenden Mobilitätswandel verspielt und erneuerbare Energien verschwendet werden.

Die Verbände kritisieren, dass die Produktion von Wasserstoff sehr energieintensiv ist und die zur Produktion „grünen“ Wasserstoffs notwendigen erneuerbaren Energien auf absehbare Zeit nicht im

Überschuss anfallen. Sie befürchten auch, dass der 1:1-Ersatz herkömmlicher Fahrzeuge durch Wasserstofffahrzeuge keine Anreize für den aus ihrer Sicht notwendigen Mobilitätswandel setzt.

Die Bedenken und Sorgen der Umwelt- und Verbraucherverbände sollten ernst genommen werden, da sie ein hohes Vertrauen in der Bevölkerung besitzen. Aktiver Dialog und Austausch mit den Verbänden z.B. über die Bedeutung von Wasserstoff für die Energiewende sind erforderlich – und angesichts der sich verändernden energiepolitischen Weichenstellungen auch möglich.

These 8

Bei der Mehrheit der Privatkunden existiert aktuell keine Bereitschaft, signifikant mehr für ein Wasserstofffahrzeug zu bezahlen als für ein herkömmliches Fahrzeug. Damit ist nicht zu erwarten, dass die Mehrkosten der Wasserstofffahrzeuge in der Markteinführungsphase von den Käufern getragen werden.

Wasserstofffahrzeuge werden derzeit von Privatkunden nicht als Gut neuen Typs, sondern als Substitut konventioneller PKW wahrgenommen. Befragte nennen als individuellen Zusatznutzen alternativer Antriebe insbesondere den Nutzen der Emissionsvermeidung. Es muss kritisch hinterfragt werden, inwiefern solche Nutzen tatsächlich zu individuellen Mehrzahlungsbereitschaften führen. Die genannten Mehrzahlungsbereitschaften sind nicht hoch genug, um die Mehrpreise von Wasserstofffahrzeugen in der Markteinführungsphase auszugleichen, so die Ergebnisse einer ökonomischen Modellierung basierend auf Befragungen von Neuwagenkunden.

Zum Ausgleich der Differenz von Mehrpreis und Mehrzahlungsbereitschaft wäre eine monetäre Förderung die geeignetste Variante, um Privatkunden starke Anreize zum Kauf von Wasserstofffahrzeugen zu geben. Dabei sollte die Festsetzung der Förderhöhe individuelle Mehrzahlungsbereitschaften berücksichtigen, um den Mitnahmeeffekt zu begrenzen.

These 9

Wasserstoffmobilität ist ein wichtiger Baustein, um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen. Sie kann insbesondere helfen, die Emissionen im PKW-Sektor langfristig (bis 2050) nachhaltig zu reduzieren. Kurz- bis mittelfristig bedarf es der Ergänzung um weitere Elemente, wie Effizienzsteigerungen bei PKW und Veränderungen des Mobilitätsverhaltens der Gesellschaft.

Szenarien zeigen, dass Wasserstofffahrzeuge einen großen Anteil der bis 2050 notwendigen Emissionsreduktionen im PKW-Sektor leisten können. Effizienzmaßnahmen allein reichen nicht aus. Es bedarf des Wechsels zu neuen CO₂-armen Treibstoffen. Die Klimaschutzwirkung von Wasserstofffahrzeugen setzt erst langfristig ein. Das liegt an der späten Durchdringung von Wasserstofffahrzeugen im Fahrzeugbestand und daran, dass der Stromsektor - als Basis der Wasserstoffherzeugung - erst langfristig emissionsfrei ist.

Für den PKW-Sektor empfiehlt sich somit eine breite Förderung verschiedener Klimaschutzoptionen wie die Einführung alternativer Antriebe, Effizienzmaßnahmen bei herkömmlichen Antrieben und Verhaltensänderungen bei Nutzern. Dies schafft zudem die Sicherheit die gesetzten Reduktionsziele zu erreichen, wenn einzelne Klimaschutzoptionen hinter den Erwartungen zurückbleiben.

These 10

Aus Sicht der Bevölkerung ist die Umweltfreundlichkeit von Wasserstofffahrzeugen der entscheidende Mehrwert gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen. Deshalb sollte der Wasserstoff, der für die Mobilität genutzt wird, von Beginn an aus erneuerbaren Quellen produziert werden.

Eine klare Mehrheit der Bevölkerung in Deutschland befürwortet in einer repräsentativen Umfrage die umweltfreundliche Produktion von Wasserstoff. Die Nutzung „grünen“ Wasserstoffs würde es künftigen Nutzern ermöglichen, ohne schlechtes Gewissen weiter automobil zu sein.

Die Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff sollte deshalb gezielt mit Mobilitätswandel und Energiewende verbunden werden. Wenn Wasserstoff übergangsweise aus fossilen Quellen gewonnen wird, sollte dies transparent kommuniziert werden.