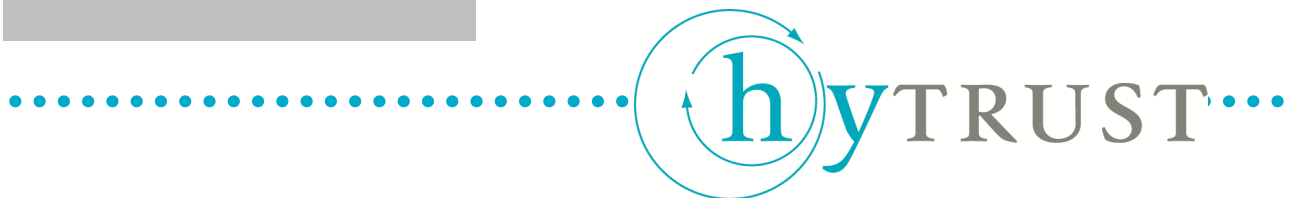


Einfluss sozialer Treiber auf die Einführung der Wasserstofftechnologie



Arbeitsbericht Nr. 09 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“

Autoren

Anke Schmidt

InnoZ

Jörg Welke

**Unabhängiges Institut
für Umweltfragen**

Greifswalder Str. 4

10405 Berlin

Telefon: +49 030 428 49 93 0

Fax: +49 030 428 00 48 5

www.ufu.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



Nationale Organisation Wasserstoff-
und Brennstoffzellentechnologie

Juli 2013

Inhalt

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Zusammenfassung/Summary.....	5
1 Einleitung.....	7
2 Literaturrecherche und Auswertung von Journals.....	8
2.1 Methode.....	8
2.2 Auswertung der Journals.....	9
2.2.1 Foresight – The journal of future studies, strategic thinking and policy	9
2.2.2 Technological Forecasting and social change.....	13
2.2.3 Futures – The journal of policy, planning and futures studies	19
2.3 Zwischenfazit.....	23
3 Ermittlung sozialer Faktoren und deren Einfluss	24
3.1 Methode.....	25
3.2 Soziale Treiber	26
3.2.1 Brainstorming soziale Treiber.....	27
3.2.2 Wertung der identifizierten sozialen Treiber/Faktoren und Leitplanken und Beschreibung der vier Haupttreiber.....	28
Glaubwürdiges Verhalten der Akteure.....	31
Nutzungskonzepte des Autos (Luftqualität, Unfallzahlen), Alltag oder Freizeit	32
Mediale Aufbereitung/Berichterstattung	33
Gesellschaftliche Teilhabe an Visionen, an Gesamtkonzept.....	34
3.3 Mindmap Konfrontation der Annahmen aus GermanHy und Powertrains und Windtunneling durch Experten	34
3.3.1 Wasserstoff/ Beispiel aus Forschung	36
Dezentrale oder zentrale Herstellung Wasserstoff?	36
Grün vs. fossil produzierter Wasserstoff.....	36
Biomasse und Nuklearenergie	37
Kostenreduktion.....	39
CCS.....	39
3.3.2 Politik.....	40
Annahmen zu Penetrationsraten	40

Transparenz, rechtzeitige Planungen und Vermittlung der Motive	41
Steuerfreiheit für Wasserstoff und Subventionen für Händler	42
EU-Emissionshandel	43
3.3.3 FCEV.....	44
Rückgang spezifischer Verbräuche	44
FCEV in den mittleren oberen Fahrzeug-Segmenten.....	45
Wasserstofffahrzeuge im Öffentlichen Verkehr	46
Vorteile des FCEV durch bessere TCO.....	46
Einsatzgebiete für und Leistung des FCEV kommunizieren	47
Antriebskosten	48
Finanzielle Förderung.....	48
Serienreife	49
3.3.4 Energie.....	49
Dekarbonisierung des Verkehrs	49
Konkurrenz der Energieträger	50
Peak Oil.....	51
3.3.5 Infrastruktur	52
Änderungen im Mobilitätsverhalten und Nutzungskonzepte beachten	52
Über Infrastrukturausbau informieren und diesen sichtbar machen	53
Investitionen in den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur vergleichbar machen.....	54
Beteiligung der Bevölkerung an Entscheidungsprozessen.....	54
Ökologische Vorteile des FCEV zur Vermarktung und Privilegierung nutzen	55
4 Fazit	55
5 Exkurs: 2x2-Szenariobildung	59
6 Literatur.....	66
6.1 Veröffentlichungen im Projektkontext:	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einordnung und Bewertung der Faktoren.....	30
---	----

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Szenarien und Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie in den Mobilitätssektor.....	9
Abbildung 2 Vorgehen zur Ermittlung sozialer Faktoren und deren Einfluss auf Referenzszenarien	26
Abbildung 3: Einordnung der gesammelten Faktoren	29
Abbildung 4 Mindmap Konfrontation der Annahmen aus GermanHy und Powertrains	35
Abbildung 5 Konfrontation der TEEP-Treiber mit sozialen Treibern.....	35
Abbildung 6: 2x2 Szenario Nutzungskonzepte und gesellschaftliche Teilhabe	60
Abbildung 7: 2x2-Szenario Mediale Aufmerksamkeit und Glaubwürdigkeit der Akteure.....	63

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BEV	Battery Electric Vehicle (Batterie-elektrisches Fahrzeug)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BZ	Brennstoffzelle
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle (Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeug)
H ₂	Wasserstoff
ICE	Internal Combustion Engine (Fahrzeug mit Verbrennungsmotor)
Kfz	Kraftfahrzeug
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
Pkw	Personenkraftwagen
Tab.	Tabelle
UfU	Unabhängiges Institut für Umweltfragen

Zusammenfassung/Summary

Im Projekt „HyTrust“ werden die wesentlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung der Wasserstoffmobilität in die Gesellschaft ermittelt. Dabei stehen die Akzeptanz der Technologie und das Vertrauen in die Technologie betreibenden Akteure im Vordergrund.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zum einen, die international existierenden wissenschaftlichen Studien zu erfassen, in denen Szenarien, Visionen oder Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie beschrieben sind. Es sollten solche Wasserstoffszenarien identifiziert werden, die für eine sozial nachhaltige und gesamtgesellschaftlich akzeptable Einführung dieser Technologie in Deutschland Vorbild sein könnten.

Zum anderen sollten ergänzend zu den bisher stark technisch-ökonomisch ausgelegten Szenarien mögliche soziale Probleme, Hindernisse und Potentiale aufgedeckt werden und diese auf Auswirkungen auf existierende Planungen der Akteure geprüft werden.

Die technologisch ausgerichteten Roadmaps „Powertrains für Europe“ (McKinsey and Company 2010) und „GermanHy“ (2008), die eine der Hauptstützen der NOW für Aussagen zur erfolgreichen Implementierung der Wasserstofftechnologie darstellen, wurden in diesem Arbeitspaket entlang definierter Kriterien von Experten bewertet. Im Sinne einer „Bewusstseinsförderung“ wurde auf Basis der Erfahrungen und Ergebnisse des HyTrust-Projekts diskutiert und aufgezeigt, welche „sozialen Treiber“ in den existierenden Studien unberücksichtigt geblieben sind. Weiterhin wurden mögliche Konsequenzen auf den Erfolg der skizzierten Strategien aufgezeigt. Ziel war es aufzuzeigen, wo mögliche Hürden, aber auch Begünstigungen für die Verwirklichung der Roadmaps entstehen könnten, wenn „soziale Treiber bzw. Faktoren“ (nicht) beachtet werden. Es sollen Anstöße gegeben werden, wie der Systemwechsel im Mobilitätssektor hin zur Wasserstofftechnologie auch mit diesem Hintergrund vollzogen werden kann.

*Welche sozialen Treiber
blieben in den technologisch
ausgerichteten Studien
unberücksichtigt?*

The project "HyTrust" focuses on the essential preconditions for successful implementation of the hydrogen mobility in society. The emphasis of the project is laid on the acceptance of the technology and confidence in the technology performing players.

The aim of this study was firstly to capture the international existing scientific studies in which scenarios, visions and roadmaps are described for the introduction of hydrogen technology. It is intended that such hydrogen scenarios are identified that could be a model for a socially sustainable and socially acceptable introduction of this technology in Germany. In addition to these identified scenarios with a strong technical-economic focus, potential social problems and obstacles should be identified and be tested for effects on the existing reference scenarios.

The technology-oriented roadmaps "Powertrains for Europe" (McKinsey and Company 2010) and "GermanHy" (2008), which represent one of the mainstays of NOW for statements to the successful implementation of hydrogen technology were evaluated in this work package along defined criteria of experts.

In the sense of "raising awareness" was discussed – based on the experiences and results of the project HyTrust – which are "social drivers" in the existing studies that were not considered. Furthermore, the possible consequences were pointed to the success of the strategies outlined.

The aim was to show where obstacles, but also incentives for achieving the roadmaps could arise if "social drivers or factors" are (not be) ignored. It should be given impetus as the system change can be accomplished in the mobility sector towards the hydrogen technology with this background.

How do social drivers influence existing roadmaps?

1 Einleitung

Im Projekt „HyTrust“ werden zwei wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung der wasserstoffbasierten Mobilität im Endkundensektor analysiert:

- die Akzeptanz der Technologie in der Bevölkerung und
- das Vertrauen in die technologiebetreibenden Akteure.

Akzeptanz und Vertrauen sind nicht selbstverständlich und sie sind auch nicht mit der technischen Funktionsfähigkeit einzelner Elemente wie der Antriebstechnologie, der Speicherung und der Auftankstationen automatisch gesichert. Vertrauen in bzw. Vertrautheit mit einer neuen Technologie wird dabei als der wichtigste Faktor für die **Akzeptanz** neuer Technologien in der Gesellschaft angesehen.

Mit Hilfe dieses Projektes sollen daher drei übergreifende Fragen beantwortet werden:

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

Soll Vertrauen in eine neue Technologie aufgebaut werden, ist es wichtig, eine Idee von zukünftigen Entwicklungen bzw. deren Wahrnehmung zu haben.

Soll Vertrauen in eine neue Technologie aufgebaut werden, ist es wichtig, eine Idee von zukünftigen Entwicklungen bzw. deren Wahrnehmung zu haben. Daher ist es relevant, frühzeitig zu untersuchen, welche Szenarien bereits heute für die Entwicklung der Wasserstofftechnologie im Mobilitätssektor existieren, auf welche Szenarien sich politische Akteure besonders stützen und welche Weichenstellungen notwendig sind, um auch unter **sozialen Aspekten** wünschenswerte Szenarien real werden zu lassen.

Der vorliegende Bericht umfasst dahingehend zwei in dieser Hinsicht relevante Arbeitspakete.

Inhalt des ersten Teils im vorliegenden Bericht war es, internationale wissenschaftliche Aufsätze zu erfassen, in denen Szenarien, Visionen oder Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie beschrieben sind. Ziel war es, solche Wasserstoffszenarien zu identifizieren, die für eine sozial nachhaltige und gesamtgesellschaftlich akzeptable Einführung dieser Technologie in Deutschland Vorbild sein könnten. Da die Mehrzahl der bislang existierenden Studien die Einführung der Wasserstofftechnologie primär unter ökonomischen bzw. technischen

Gesichtspunkten betrachtet, sollte in diesem Arbeitspaket eine besondere Betonung auf sozialwissenschaftlich relevante Kriterien gelegt werden.

Mit dem Wissen aus der Literaturstudie sowie den bisherigen Ergebnissen aus anderen Arbeitsbereichen des Projektes HyTrust, wurden im zweiten Teil dieser Arbeit gemeinsam mit Experten soziale Faktoren ermittelt und definiert, die eine Akzeptanz der geplanten Einführung von Wasserstofffahrzeugen und –infrastruktur befördern oder behindern können. Der hier mögliche Einfluss wurde exemplarisch an den Referenzszenarien der NOW (Powertrains for Europe und GermanHy) gespiegelt und mögliche Konsequenzen, aber auch Empfehlungen erarbeitet.

2 Literaturrecherche und Auswertung von Journals

Ziel war es, die international vorliegenden wissenschaftlichen Aufsätze zu erfassen, in denen Szenarien, Visionen oder Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie beschrieben sind. Es sollten solche Wasserstoffszenerarien identifiziert werden, die für eine sozial nachhaltige und gesamtgesellschaftlich akzeptable Einführung dieser Technologie in Deutschland Vorbild sein könnten.

2.1 Methode

Grundlage dieses Arbeitspakets waren Internetrecherchen und die Abfragen von Literaturdatenbanken.

Vorgehen:

Alle maßgeblichen Foresight-Journals wurden nach Artikeln zur Zukunft der Wasserstoffmobilität gescannt. In den folgenden drei Journals wurden Artikel gefunden, die die Wasserstofftechnologie im engeren oder weiteren Sinne zum Gegenstand haben: „Futures“, „Foresight – The journal of future studies, strategic thinking and policy“, „Technological forecasting and social change“.

Aus diesen Journals wurden alle Artikel zur Wasserstoffmobilität vom Jahr 2001 bis zum Jahr 2011 zusammengetragen und wie die Referenzszenarien auf Treiber, insbesondere auf soziale Treiber, hin analysiert.

Als globale Treiber, welche die Akzeptanz zur Wasserstoffmobilität beeinflussen können, wurden in Foresight-Studien der Klimawandel, die Ressourcenknappheit und der technologische Fortschritt gesehen. Soziale Treiber werden dabei weitgehend nicht berücksichtigt, haben aber nach der so genannten STEEP- Analyse (Foresight-Methode zur

„Futures“, „Foresight – The journal of future studies, strategic thinking and policy“, „Technological forecasting and social change“

Erfassung gesellschaftlicher Treiber von Entwicklungen in den Bereichen Social, Technological, Economical, Environmental, Political) einen ebenso wichtigen Einfluss auf den Markterfolg wie die anderen Treiber.



Abbildung 1 Szenarien und Roadmaps zur Einführung der Wasserstofftechnologie in den Mobilitätssektor

2.2 Auswertung der Journals

2.2.1 *Foresight – The journal of future studies, strategic thinking and policy*

Die Zeitschrift „Foresight- The journal of future studies, strategic thinking and policy“ wird in Manchester, Großbritannien, vom Manchester Institute for Innovation Research herausgegeben. Sie erscheint zweimonatlich und hat Themen der Zukunftsforschung zum Gegenstand. Inhaltliche Schwerpunkte sind u.a. Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaften, nachhaltige Entwicklung, sozialer und technologischer Wandel und dessen gesellschaftliche Auswirkungen, Risikomanagement und Methoden der Zukunftsforschung.

Die Herausgeber von Foresight verstehen die Zeitschrift als Bindeglied zwischen wissenschaftlicher Community und Entscheidungsträgern in Wirtschaft, Politik und anderen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens, die ein Forum für Diskussionen über Trends und strategische Entwicklungen des 21. Jahrhunderts bietet. Daher findet sich in Foresight eine Mischung aus wissenschaftlichen peer-reviewten Aufsätzen und thematischen Kommentaren.

In den Jahrgängen von 2001 bis 2010 lassen sich in der Volltextsuche unter den Stichworten „Hydrogen“, „Fuel Cell“ oder „FCEV“ (Fuel Cell Electric Vehicle) insgesamt fünf Einträge finden.

Emerging economic sectors in the third millennium: a pit stop on the path to cleaner energy

Graham T.T. Molitor (president, Public Policy Forecasting, USA), 2001

Der Autor des Aufsatzes erläutert den ständig und exponentiell angestiegenen Energiebedarf der einzelnen Personen in der Geschichte der Menschheit. Gleichzeitig sei das Energieangebot jederzeit angemessen angepasst worden. Daher gelte: „Das Energieangebot der Erde hat zu jeder Zeit mit dem menschlichen Bedarf Schritt gehalten“. Da fossile Ressourcen absehbar kurzfristig (Erdgas, Erdöl) und langfristig (Kohle) endlich seien, liege die Lösung sämtlicher Energiebedarfsprobleme im Wasserstoff. Dieser werde in Zukunft mittels Kernfusion hergestellt. Molitor geht davon aus, dass die Technologie im Jahr 2025 bis zur Kommerzialisierung entwickelt sein werde und in weiteren zehn bis zwölf Jahren weltweit entsprechende Produktionskapazitäten aufgebaut sein werden, um den Energiebedarf der Menschheit zu decken. wasserstoff- und brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge seien nach Ansicht des Autos im Jahr 2010 kommerziell verfügbar.

Da fossile Ressourcen absehbar kurzfristig (Erdgas, Erdöl) und langfristig (Kohle) endlich seien, liege die Lösung sämtlicher Energiebedarfsprobleme im Wasserstoff.

Der Aufsatz bietet einen- aus heutiger Sicht allzu optimistischen- Ausblick auf Energieressourcen der nahen Zukunft, der sich auf einen Durchbruch in der Entwicklung der Kernfusion stützt. Da sich dieser Durchbruch bis heute nicht eingestellt hat, und auch die Kommerzialisierung von brennstoffzellenbetriebenen Wasserstofffahrzeugen (FCEV) kurzfristig nicht sichtbar ist, kann der Beitrag in der weiteren Betrachtung vernachlässigt werden. Auch spielen soziale Aspekte keine weitere Rolle. Die Annahmen zur Entwicklung des weltweiten Energiebedarfs beruhen auf Extrapolation und ziehen keine anderen Aspekte in Betracht.

Europe's automotive sector at the crossroads

Graham May (Unabhängiger Zukunftsforscher und Mitarbeiter bei PREST, University of Manchester, Großbritannien), 2004

Der Autor Graham May beschreibt die Automobilindustrie als einen der wichtigsten Sektoren der europäischen Wirtschaft. Er geht von einer steigenden Anzahl von Automobilen aus sowie entsprechenden Problemen, die durch CO₂-Emissionen verursacht werden.

Um die Frage zu beantworten, wie die Politik auf die Konsequenzen dieser Zunahme reagieren kann, entwirft May drei Zukunftsszenarien:

1. Sicherer und nachhaltiger Transport, 2. Konsumentenrevolte, 3. Wild Card.

Im ersten Szenario geht er davon aus, dass Sicherheit und Hightech die zwei Haupttreiber für die Entwicklung des Kraftfahrzeuges sein werden. In diesem Szenario führen politische Entscheidungen zu erhöhten Sicherheits- und Nachhaltigkeitsvorgaben. Wachsender Wohlstand wird dabei in den Ländern der Europäischen Union vorausgesetzt. Verlangen Verbraucher nach höheren Sicherheitsstandards, sind sie entsprechend bereit, ihre konventionellen Autos gegen Wasserstofffahrzeuge mit hohen Sicherheitsstandards einzutauschen. Gleichzeitig verlangt eine alternde Kundschaft vermehrt nach Assistenzsystemen, die in modernen, technisch ohnehin weiterentwickelten Pkw, vorausgesetzt werden. Die politischen Vorgaben zur Reduktion von Emissionen in Verbindung mit dem Verlangen nach hochtechnisierten Fahrzeugen, führen in diesem Szenario zu einem Durchbruch der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Demnach sei im Jahr 2010 die Brennstoffzelle die Hauptenergiequelle in Kraftfahrzeugen.

Das zweite Szenario unterstellt einen gleichbleibend niedrigen Preis für fossile Kraftstoffe. Veränderungen zur Verschärfung von Emissionsgrenzwerten sind politisch nicht durchsetzbar, unpopuläre Versuche die Steuern zu erhöhen, scheitern. Zunehmende Armut und Gewalt führen dazu, dass alte Fahrzeuge bis zum Ende der Funktionsfähigkeit gefahren werden. Teure Sicherheits- und Assistenzsysteme werden für überflüssig gehalten. Im Ergebnis führt dies zu einer Konsolidierung der Automobilindustrie und zu entsprechend hohen Arbeitslosigkeitsraten.

Das dritte Szenario beschreibt eine Post-Transport-Gesellschaft. Hier führt die plötzliche Einsicht in die Evidenz des Klimawandels zu einem UN-Krisengipfel und in Folge dessen zu rapide steigenden Steuern auf Benzin. Dies wiederum bedingt ein erheblich steigendes Investment in den Öffentlichen Verkehr, was zu einem Kollabieren der Automobilindustrie führt. Die Post-Transport-Gesellschaft wird als Zukunftsmodell und das 20. Jahrhundert rückwirkend als das "Goldene Zeitalter des Motors" bezeichnet. Alternative Antriebe wie die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie finden in diesem Szenario eine Nische.

Obwohl es unwahrscheinlich scheint, dass das Auto kurzfristig an Stellenwert abnimmt, können ökonomische Anreize und gesetzliche Regelungen zu verändertem Verkehrsverhalten beitragen.

Der Autor resümiert, dass ökonomische Anreize und gesetzliche Regelungen zu verändertem Verkehrsverhalten beitragen können, auch wenn es unwahrscheinlich erscheint, dass das Auto kurzfristig seinen Stellenwert verliert. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erscheint langfristig als die vielversprechendste Alternative.

Expert groups as production units for shared knowledge in energy foresights

Jan Erik Karlsen and Hanne Karlsen (Norwegen), 2007

Die Autoren untersuchen anhand zweier Workshops zum Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, wie Wissen in elektronischen Foresight-Expertengruppen geteilt und ausgetauscht wird (Methode E lab). Zu den eigentlichen Inhalten und Ergebnissen der Workshops werden inhaltliche Ausführungen gemacht.

Green operations initiatives in the automotive industry

Breno Nunes and David Bennett (Großbritannien), 2010

Die Autoren vergleichen die Vorhaben von drei der weltweit größten Automobilhersteller General Motors, Toyota und der Volkswagen AG im Umweltmanagement nach der ISO 14000-Serie nach deren Selbstdarstellungen in den jeweiligen Umweltberichten und in der Außenwahrnehmung durch Dritte.

Zunächst wird ganz allgemein die Motivation der Hersteller, umweltfreundlich zu produzieren, untersucht. Wachsende Interdependenzen zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt führen laut Nunes und Bennett dazu, dass „it is recognized that sustainable production strategies are dependent upon complementary policies of sustainable consumption to contribute effectively towards a more sustainable environment.“ Die Nachhaltigkeitsstrategien und –maßnahmen der drei benannten Hersteller werden anschließend in einem Vergleich dargestellt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass alle drei Hersteller die Entwicklung von Wasserstoffautos als Teil einer langfristigen Nachhaltigkeits-Strategie verfolgen. Zu dieser Strategie gehörten ursprünglich lediglich die unmittelbaren Fertigungsprozesse. In allen drei Unternehmen wurde diese Strategie um die Veränderung der Produktpalette, Lieferketten, Nicht-Fertigungsanlagen und schließlich die Entsorgung und das Recycling erweitert.

Soziale Aspekte spielen nur insofern eine Rolle, als im Allgemeinen die Interdependenzen zwischen Gesellschaft, Umwelt und Herstellungsprozessen für den Erfolg von Unternehmen in Erwägung gezogen werden müssen. Denn, so Nunes und Bennett, „modern technology and society have become so complex that the traditional branches of technology are no longer sufficient, so approaches using a holistic view or system thinking (...) become necessary.“ Alle drei

Soziale Aspekte spielen nur insofern eine Rolle, als im Allgemeinen die Interdependenzen zwischen Gesellschaft, Umwelt und Herstellungsprozessen für den Erfolg von Unternehmen in Erwägung gezogen werden müssen.

Hersteller erklären in ihren Umweltberichten aus dem Jahr 2007 zu versuchen, weniger reaktiv als vielmehr aktiv zu werden.

Die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch die Automobilhersteller kann insofern indirekt als Zukunftsstrategie gewertet werden, die soziale Aspekte– nämlich der gesellschaftliche Trend zu mehr Nachhaltigkeit– berücksichtigt.

Computer-assisted roadmapping: A case study in energy research

Yuya Kajikawa, Yoshiyuki Takeda, Katsumori Matsushima (Tokio), 2010

Der Aufsatz erläutert, wie Experten basiertes Roadmapping durch computergestütztes Roadmapping ersetzt werden kann. Eine Fallstudie „Brennstoffzelle“ zeigt durch Clusterbildung Trends in der Forschung auf. Die Untersuchung ist rein technologisch getrieben und soll aufzeigen, welche Art von Brennstoffzelle in der Forschung im Trend liegt. Der Ansatz soll unterstützend für weitere Forschungen wirken. Soziale Treiber werden nicht berücksichtigt.

2.2.2 Technological Forecasting and social change

Die peer-reviewte Zeitschrift wird bei Elsevier veröffentlicht. Sie ist nach eigener Aussage „eines der wichtigsten Foren für Zukunftsforschung als Planungsinstrument soweit sie mit sozialen, ökologischen und technologischen Faktoren beeinflusst wird“.

Hauptgegenstand der Zeitschrift sind Zukunftsstudien, Technikfolgenabschätzung und technologische Zukunftsforschung. Die Artikel fokussieren auf Methoden der Zukunftsforschung und deren praktische Anwendung. Die Zeitschrift ist unter anderen eine wichtige Quelle zur Forschung zur Delphi-Methode.

Technological Forecasting and Social Change (früher: Technological Forecasting) wird seit dem Jahr 1969 veröffentlicht. Herausgeber ist Fred Phillips.

Vehicle-to-grid systems for sustainable development: An integrated energy analysis

Hal Turton (Paul Scherrer Institute, Villigen, Schweiz), Filipe Moura (Technical University of Lisbon, Portugal), 2007

Wie können parkende Kraftfahrzeuge Elektrizität für Stromnetze zur Verfügung stellen?

Der Aufsatz untersucht, wie parkende Kraftfahrzeuge Elektrizität für Stromnetze zur Verfügung stellen können. Die Autoren beziehen bei

dieser Betrachtung nicht nur rein batteriebetriebene Elektrofahrzeuge in Betracht, sondern auch die Hybridtechnologie und FCEV. Potentiale und Hemmnisse der sogenannten Vehicle to grid-Technologie (V2G)¹ werden diskutiert. Dafür werden zunächst globale Herausforderungen wie die Reduzierung von Treibhausgasen, das Management von Energiesicherheit, die Reduktion von lokaler und regionaler Luftverschmutzung und die preiswerte und sichere Energie für Entwicklungsländer formuliert. Der steigende Anteil von erneuerbaren, volatilen Energien am Strom-Mix wird zukünftig verstärkt Speichertechnologien notwendig machen. Eine wichtige Rolle könnte dabei die V2G-Technologie spielen, durch die entsprechende Speicherkapazitäten zur Verfügung gestellt werden könnten.

Ob und wie „Konsumentenakzeptanz“ für die Einführung einer solchen Technologie eine Rolle spielen wird, ist nicht Gegenstand der Untersuchung. Es wird aber angenommen, dass der zukünftig hohe Bedarf an Speicherkapazitäten für Erneuerbare Energien zu einer höheren Verfügbarkeit von Speicher durch Elektrofahrzeuge sowie zu einer engeren Beziehung zwischen Verbrauchern und Elektrizitätsdienstleistern führen wird. Für Flottenbetreiber könnte V2G eine neue Einkommensquelle bedeuten, die ihrerseits zu schneller Diffusion von E-Mobilität im Flottenbereich führen könnte. Öffentliches Vertrauen für V2G sollte durch Vorbildfunktion von Behördenflotten und/oder finanzielle oder steuerliche Anreize geschaffen werden.

Weitere Analysen zu sozialen Unwägbarkeiten wie Konsumentenverhalten, Elektrizitätsmarkt und Akzeptanz von Regelungen werden empfohlen.

Die Notwendigkeit zur Beibehaltung des motorisierten Individualverkehrs wird nicht in Frage gestellt. Er wird als einzige Art und Weise unterstellt, die zukünftigen Mobilitätsanforderungen gerecht wird.

Where have all the flowers gone? Forecasting green trends in the automobile industry with a choice-based conjoint adoption model
Felix Eggers (Hamburg), Fabian Eggers (Atherton, USA), 2010

Untersucht wird, ob vor dem Hintergrund vergangener, gescheiterter Versuche der Etablierung von E-Mobilität, der aktuelle Trend zu vollelektrischen Kraftfahrzeugen nachhaltig ist. Dazu wird das „auswahlbasierte conjoint adoption Modell“ angewandt.

¹ Unter „Vehicle to grid“ versteht man die Einbindung von Elektrofahrzeugen in das (öffentliche) Stromnetz, um elektrischen Strom je nach Netzlast zu speichern bzw. abzugeben.

Es ist nötig, für die Einführung von Elektroautos Verbraucher „zu mehr Umweltbewusstsein zu erziehen“.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass es für die Einführung von Elektroautos nötig sei, Verbraucher „zu mehr Umweltbewusstsein zu erziehen“. Dies wird als Regierungsaufgabe angesehen. Viele Käufer von neuen Autos würden Alternativen zu herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren bisher nicht kennen und seien von der Expertenterminologie verwirrt.

Obgleich sich die Analyse auf batterieelektrische Fahrzeuge fokussiert, dürfte dies in Gleichem, wenn nicht in höherem Maße, für FCEVs gelten. Die Autoren gehen generell davon aus, dass der Wechsel zu "Grünen Produkten" im Wesentlichen vom Preis abhängig sei.

A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles

B. van Bree, G.P.J. Verbong (beide Eindhoven University of Technology), G.J. Kramer (Shell Global Solutions, Niederlande), 2010

Die Autoren untersuchen das Verhältnis zwischen Konsumenten und Herstellern zur Einführung von FCEV und Battery Electric Vehicle (BEV). Zwei Szenarien werden vorgestellt:

1. Strengere Emissionsrichtlinien zwingen die Hersteller, BEV und FCEV schneller in die Kommerzialisierungsphase zu bringen, als für ein Business as Usual Szenario angenommen werden könnte.
2. Steigende Rohstoffpreise führen dazu, dass laufende Produktlinien zunächst um Plug-in-Hybrid-Versionen (PHEV) ergänzt und später durch reine batteriebetriebene Fahrzeuge und FCEV ergänzt werden.

Grundsätzliche Treiber für beide Szenarien sind die Klimaerwärmung, Energiesicherheit, lokale Emissionen und steigende Treibstoffpreise.

Grundsätzliche Treiber für beide Szenarien sind die Klimaerwärmung, Energiesicherheit, lokale Emissionen und steigende Treibstoffpreise.

Im ersten Szenario werden zusätzlich starke politische Treiber unterstellt. Demnach werden Hersteller durch politische Entscheidungen zur schnellen Senkung von CO₂-Emissionen gezwungen, z.B. durch Fahrverbote von Kraftfahrzeugen mit hohen CO₂ Werten in Stadtzentren. Politische Vorgaben und der gleichzeitige Ausbau der Infrastruktur für BEV haben in diesem Szenario keine unmittelbaren Auswirkungen auf das Verhältnis zwischen Konsument und Hersteller. BEV und FCEV werden als zusätzliche Fahrzeuge außerhalb der Produktlinie angeboten.

Im zweiten Szenario verändern hohe Energiepreise die Präferenzen von Konsumenten und führen zur Herstellung von verbrauchsärmeren Fahrzeugen. Das Fahren von verbrauchsarmen Fahrzeugen wird mit Vernunft assoziiert. Dadurch setzen sich zunächst stärker die PHEV-Varianten bestehender Modelle durch. Dieses Szenario ist vor dem Hintergrund sozialer Treiber letztlich stärker marktgetrieben, da

Verbraucher selbst aus freien Stücken verbrauchsärmere Fahrzeuge von den Herstellern abfragen.

Initial infrastructure development strategies for the transition to sustainable mobility

Floris J. Huétink, Alexander van der Vooren, Floortje Alkemade (Utrecht University, Niederlande), 2010

Der Aufsatz beschreibt die Ergebnisse einer Untersuchung zur Rolle von Nutzerverhalten beim Ausbau einer Wasserstoff-Infrastruktur in den Niederlanden. Insbesondere wird die Frage aufgeworfen: Welche Rolle hat das Zusammenspiel zwischen Verbraucher, Tankstelle und technologischem Lernen? Dabei steht das sogenannte Henne-Ei-Problem mit der Frage, wo die ersten Wasserstofftankstellen in den Niederlanden entstehen sollen, im Vordergrund.

Konsumentenverhalten, -routinen und -präferenzen werden dabei berücksichtigt. Als die drei wichtigsten Automobileigenschaften für Kaufpräferenzen identifizieren die Autoren den Preis, die Treibstoffkosten und die Tankreichweite des Fahrzeugs. Zusätzlich spielen für die erfolgreiche Einführung von FCEV soziale Faktoren eine wichtige Rolle:

Kompatibilität: Zwar bleiben im Vergleich zu konventionellen Autos die tägliche Nutzung und der Service für die Fahrzeuge gleich und spielen somit keine Rolle. Allerdings ist bei der Kaufentscheidung, nach Ansicht der Autoren, die Entfernung zur nächsten Tankstelle sehr wichtig. Eine aus Nutzersicht- unangemessene Reichweite der Tankstelle würde die Kaufentscheidung für ein Wasserstofffahrzeuges negativ beeinflussen.

Komplexität: Es wird erwartet, dass mögliche Sicherheitsbedenken von Verbrauchern abnehmen, je mehr FCEV in der sozialen Umgebung von Verbrauchern auftauchen (Familiarität).

Trialability (Erprobbarkeit): Je mehr Menschen FCEV fahren und bei Autohändlern zur Verfügung stehen, desto mehr Erfahrungen können gesammelt werden, die zur Akzeptanzsteigerung führen können.

Observability (Beobachtbarkeit): Dieser Faktor spielt weniger im Straßenraum eine Rolle, da sich FCEV äußerlich nicht von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (ICE) unterscheiden, aber im sozialen Umfeld, wenn darüber gesprochen wird.

Im Ergebnis zeige sich, dass die größtmögliche geografische Abdeckung mit Tankstelleninfrastruktur sinnvoller sei, als die Konzentration auf wenige Ballungsräume. Für die Kaufentscheidung eines FCEV sei vor allem die Entfernung zur nächstgelegenen Tankstelle entscheidend.

Größtmögliche geografische Abdeckung mit Tankstelleninfrastruktur ist sinnvoller, als die Konzentration auf Ballungsräume.

Außerdem beeinflussten soziale Netzwerke den technologischen Weg von Wasserstofffahrzeugen und sollten berücksichtigt werden, „wenn in Zukunft strategische Experimente oder andere politische Einflussnahmen geplant sind.“

Infrastructure investment for a transition to hydrogen automobiles

Jonathan Köhler, Martin Wietschel, Wolfgang Schade (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe), Lorraine Whitmarsh (University of Cardiff, UK), Dogan Keles (Technical University, Karlsruhe), 2010

Die Autoren präsentieren in diesem Aufsatz Teilergebnisse aus dem Projekt "Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment, MATISSE“, das von dem Jahr 2005 bis zum Jahr 2008 im Rahmen des 6. Europäischen Rahmenprogramms durchgeführt wurde. Im Vordergrund steht dabei die Frage welche Infrastrukturmaßnahmen für die Einführung von Wasserstoff notwendig sind.

Als Treiber für die Einführung von FCEV werden die Notwendigkeit der Reduktion von Emissionen, Energiesicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und Bezahlbarkeit von Mobilität identifiziert. Die Wohn- und Mobilitätsinfrastruktur habe sich am Auto entwickelt: Viele Ziele, wie die Arbeitsstätte oder der Wohnort, seien nur per Automobil erreichbar. Es gebe große Widerstände gegen einen radikalen Wechsel des Mobilitätsverhaltens. Bisher hätten politische Maßnahmen zur Beeinflussung individueller Mobilitätsentscheidungen wie Abgasabgaben oder spezielle Steuern nur wenig Einfluss auf den steigenden Bedarf an motorisiertem Individualverkehr. Die Einführung von FCEV hänge vom Preis, der Reichweite des Fahrzeugs, den Treibstoffkosten und der Tankstelleninfrastruktur ab. Höhere Beschäftigungsraten und damit ein höheres Bruttoinlandsprodukt könnten auch zu höherem Bedarf an FCEV führen. Die Autoren nehmen an, dass Konsumenten bereit seien, 2.000 Euro mehr für „saubere Autos“ zu zahlen.

Als Ergebnis wird festgehalten, dass der Aufbau eines Netzes mit 500 Wasserstofftankstellen in Deutschland in den Ballungsräumen und an Autobahnen nötig sei. Nach dem Jahr 2040 könnten demnach alle herkömmlichen Kraftfahrzeuge in Deutschland durch FCEV ersetzt sein. Die Wasserstofftechnologie schaffe Arbeitsplätze, Wachstum und Investment. Benötigt würde nur noch ein Tankstellennetz. Es wird empfohlen, dass der Staat die Mehrwertsteuer für FCEV erlassen solle. So könne staatliche Förderung den höheren Preis zu einem ICE kompensieren.

Der Aufbau eines Netzes mit 500 Tankstellen in Deutschland in Ballungsräumen und an Autobahnen ist nötig.

Technology roadmaps for transition management: The case of hydrogen energy

Will McDowall (UCL Energy Institute, London, UK), 2011

Roadmaps werden von der Politik häufig für technologische Übergänge genutzt. Für die Einführung der Wasserstofftechnologie wird untersucht, wie Roadmaps als Methode für die politische Handhabung (Gouvernance) besser institutionalisiert werden können, damit sie nicht eine einmalige Gelegenheiten bleiben.

Im Papier wurde festgestellt: Die untersuchten Roadmaps berücksichtigten einige allgemeine soziale, politische und ökonomische Treiber in Bezug auf zukünftige Märkte oder den zukünftigen Bedarf an Transport und Energie. Auch würden zukünftige wahrscheinliche Konsumentenansprüche, wie die Verbesserung der Reichweite, berücksichtigt. Sich durch die Einführung von Wasserstoff verändernde gesellschaftliche Strukturen würden nicht in Erwägung gezogen. Vielmehr würden das gegenwärtige Konsumentenverhalten, kulturelle Routinen und Transportmuster auf die Zukunft übertragen.

Im Gegensatz dazu beschreiben Szenarien von NGOs eine weitgehende Transformation gesellschaftlicher Werte und Strukturen. „Diskursive Themen rund um 'Ökoptia' oder radikale Dezentralisierung und Demokratisierung wie sie in Wasserstoffszenarien vorkommen, fehlen in den Roadmaps komplett.“ Das Papier konstatiert einen Konservatismus, der im Gegensatz zum visionären Charakter von Roadmaps stehe und nimmt an, dass dafür stillschweigende Annahmen über die Stabilität sozialer Strukturen und Praktiken verantwortlich seien. Gleichzeitig zeigten die Roadmaps auf, wie die Politik Entscheidungen in Zusammenarbeit mit wichtigen Industrien wie Ölindustrie oder Autoindustrie für zukünftige Energieszenarios treffen sollte. Der Autor kritisiert: „Die meisten Roadmaps identifizieren sehr deutlich die Treiber und Motivationen für die Entwicklung eines Wasserstoff basierten Energiesystems, aber nur wenige zeigen, dass Wasserstoff ein wahrscheinliches oder wünschenswertes Mittel ist.“ Die Gefahr sei, dass durch das Fehlen der Analyse der sozialen Treiber unrealistische Erwartungen geweckt werden, die das Innovationssystem unterminieren könnten.

Arenas of expectations for hydrogen technologies

Sjoerd Bakker, Harro Van Lente (Utrecht University, Niederlande), Marius Meeus (Tilburg University, Niederlande), 2011

Der Aufsatz geht der Frage nach, wie sich so genannte „enactors“ (Macher/Regisseure) und „selectors“ (Empfänger/Weitergeber) einer Technologie am Beispiel Metallhydride zur On-Board-Speicherung von

Wasserstoff in der „arena of expectations“ beeinflussen, d.h. welches Wissen, Hoffnungen, Wünsche und Rückkopplungen zu welchen Entwicklungen und Methoden führen.

Metallhydride sind eine gute Methode, um Kritikern den Wind aus den Segeln zu nehmen.

Im Ergebnis stellen die Autoren fest, dass für die weitere „Wasserstoff-Community“ die On-Board-Speicherung von Wasserstoff ein wichtiges Thema, die Entwicklung von Metallhydriden hingegen nicht lebenswichtig für die Zukunft der Wasserstofftechnologie sei. Metallhydride seien demnach eine gute Methode, um Kritikern den Wind aus den Segeln zu nehmen und machten die Entwicklung der Wasserstofftechnologie plausibler.

Patterns of expectations for emerging sustainable technologies

Floortje Alkemade (Utrecht University, Niederlande), Roald A.A. Suurs (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, Netherlands), 2011

Der Aufsatz beschreibt die Erwartungen an Technologien für einen nachhaltigen Transport wie Biomasse, Wasserstoff und Erdgas. Wie konkurrieren diese Kraftstoffe mit dem bestehenden System und wie untereinander? Welche Erwartungen werden an sie gestellt? Die Autoren stellen fest, dass Erwartungen, insbesondere sehr hohe Erwartungen wie sie in „Hypes“ geweckt werden, kontraproduktiv wirken können, wenn sie nicht mit der technologischen Entwicklung konvergieren.

2.2.3 Futures – The journal of policy, planning and futures studies

Futures ist eine internationale, peer-reviewte, multidisziplinäre Zeitschrift mit dem Fokus auf mittel- und langfristigen Zukunftsszenarien. Die Zeitschrift versucht divergente und pluralistische Visionen, Ideen und Meinungen über die Zukunft zu fördern.

Two scenarios for Europe: “Europe confronted with high energy prices” or “Europe after oil peaking”

Jacques Robert, Moritz Lennert (Université Libre de Bruxelles, Belgien), 2010

Peak Oil als Treiber für die Einführung von Wasserstoff.

In diesem Aufsatz werden von den Autoren zwei Szenarien entworfen und gegenüber gestellt: Das erste Szenario geht davon aus, dass es im Jahr 2030 zum sogenannten Peak Oil kommen wird, d.h. dass ab diesem Zeitpunkt die Nachfrage nach Rohöl die weltweiten Fördermöglichkeiten

übersteigt. In diesem Szenario werden die Öl- und sonstige Energiepreise in naher Zukunft ansteigen. Es wird zu einer Verdichtung der Städte kommen, die Bedeutung von Straßen- und Luftverkehr nimmt insgesamt ab. Die Energiewende wird in ganz Europa deutlich beschleunigt, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird politisch stark unterstützt. Die Wasserstoff-Infrastruktur wird erheblich ausgebaut, allerdings kommt es durch den höheren Strombedarf für Elektrolyse zu signifikant höheren Strompreisen, die teilweise durch eine Renaissance der Atomkraft aufgefangen wird.

Im zweiten Szenario nehmen die Autoren an, dass es bereits im Jahr 2015 zu einem weltweiten Peak Oil kommen wird. Dieses Ereignis löst heftige wirtschaftliche Einbrüche aus, der ländliche Raum verliert ebenso an Attraktivität wie die Städte, da dort Arbeitslosigkeit und soziale Spannungen ansteigen. Transport wird so teuer, dass sich globale Produktions- und Warenkreisläufe nicht mehr rechnen. In diesem Szenario existiert die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht.

Lebensstile ändern sich und alternative Materialien werden wichtiger. Die Arbeitslosigkeit verharrt allgemein auf einem sehr hohen Niveau. Reisen und Mobilität über größere Räume werden unerschwinglich und daher aufgegeben. Erneuerbare Energien können den Bedarf an fehlenden fossilen Brennstoffen nicht kompensieren. Durch Konkurrenzen zwischen dem verbleibenden fossilen Treibstoff und Nahrungsmitteln kommt es zu einer chaotischen Situation und die gesellschaftlichen Strukturen werden in Frage gestellt.

Transport energy futures: Exploring the geopolitical dimension

Michael B. Charles, Hong To, Pat Gillett, Robbert Kivits, Tania von der Heidt (Southern Cross Business School, Australien), 2011

Die Zukunft der Mobilität könnte entweder in der Entwicklung einer einzelnen Energieoption liegen oder in einem mehrsträngigen Ansatz. Die Herausforderung der ersten Option ist die große Pfadabhängigkeit, der Nachteil der zweiten Option sind die hohen Kosten.

Anhand von Fallbeispielen aus Europa, Australien, China und Zentralafrika wird ausgelotet, welche Vor- und Nachteile für unterschiedliche Regionen gelten.

Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird höchstens als Teil eines multioptionalen Ansatzes gewertet, der auf lange Sicht rein elektrischen Antrieben aufgrund der Verluste durch Energieumwandlung unterlegen ist.

Low-mobility: The future of transport

Patrick Moriarty, Damon Honnery (Department of Mechanical Engineering, Monash University, Australien), 2008

Selbst im Bericht des IPCC werden fast nur technologische Lösungen zur Reduktion von Emissionen vorgeschlagen.

Obwohl viele Forscher annehmen, dass Verkehr, Transport und individuelle Mobilität in der Zukunft zunehmen werden, gibt es gleichzeitig ein hohes Maß an Bewusstsein über Ressourcen- und Umweltprobleme. Gelöst werden sollen Letztere durch technologischen Fortschritt, verbesserte Effizienz und alternative Antriebe sowie Treibstoffe. Die Autoren bezweifeln, dass diese Voraussagen wahrscheinlich sind und gehen von hohen Kosten bei der Fortschreibung des Trends aus. Deswegen entwickeln sie eine Vision zukünftiger Mobilität und entwerfen anhand der Stadt Melbourne ein wünschenswertes Transportsystem. Sie kritisieren, dass selbst im Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) fast nur technologische Lösungen zur Reduktion von Emissionen vorgeschlagen werden, denn ein technischer Durchbruch zur Lösung der drängendsten Probleme sei nicht rechtzeitig zu erwarten.

Eine Durchsetzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie halten die Autoren nur unter Wachstumsbedingungen (die für unwahrscheinlich gehalten werden) für vorstellbar, da die Technologie sehr kostenintensiv sei.

Some future scenarios for renewable energy

Perry Sadorsky (Schulich School of Business, York University, Ontario, Canada), 2011

Vier Szenarien für die Zukunft von Erneuerbaren Energien

Der Autor Sadorsky entwirft vier Szenarien für die Zukunft von Erneuerbaren Energien:

1. Business as Usual (2010-2030),
2. Klimawandel (2010-2060),
3. Energiesicherheit (2010-2030),
4. saubere und sichere Energiezukunft (2010-2100)

Im ersten Szenario wird die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht berücksichtigt, da auch in Zukunft weiterhin Probleme wie Speicherung, Herstellung und Sicherheit im Vordergrund stehen.

Das zweite Szenario ist politisch getrieben. Der Klimawandel wird als Bedrohung für die Weltwirtschaft gesehen. Wasserstoffautos sind in diesem Szenario immer noch zu teuer für den Massenmarkt. Der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur wird als Regierungsaufgabe

wahrgenommen und in den USA soll ein „Hydrogen Highway“ ausgebaut werden.

Im dritten Szenario führt der Preisdruck durch verknäppte Ressourcen zu vermehrten Innovationen. Trotzdem wird die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erst um das Jahr 2100 dominant, bis dahin wird Erdgas wichtig.

Im vierten Szenario sind zunächst Energiesicherheit in Kombination mit dem Klimawandel die entscheidenden Treiber, später wird die „Low-carbon“-Energieinfrastruktur selbst das Ziel. Daraus wird die Wasserstoffgesellschaft als Utopia gezeichnet, in der ökonomischer und technologischer Wandel grenzenlos ist, weil grenzenlos Energie zur Verfügung steht. Bedenken gegenüber Atomenergie als Lieferant der elektrischen Energie zur Gewinnung von Wasserstoff werden lediglich wegen der Möglichkeit des Technologiemissbrauchs zur Herstellung von Kernwaffen geäußert.

Umweltbewusste Konsumenten als Treiber für Erneuerbare Energien sind eher in entwickelten Ländern zu finden.

Standards in transitions: Catalyzing infrastructure change

Tineke Egyedi, Jaroslav Spirco (Delft University of Technology, Niederlande), 2011

Die Veränderung von Infrastrukturen angesichts gesellschaftlicher Herausforderungen, stößt auf Hindernisse aufgrund von „Lock-in Effekten“ und soziokulturellen und materiellen Verwurzelungen. Im Gegensatz zu dem Versuch, diesen Hemmnissen mit Transition Management oder alternativen Pfad-Kreationen zu begegnen, wird in dem Papier vorgeschlagen, vorhandene Standards als Startpunkte und Katalysatoren für Veränderungen zu nutzen. Voraussetzung dafür sind einfache und praxisorientierte Standards, die die Interessen von Stakeholdern reflektieren. An drei Fallbeispielen wird aufgezeigt, wie das Verfahren genutzt werden kann. Eines davon ist die Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch die Nutzung des sogenannten Wobble-Index, der das Mischungsverhältnis der Bestandteile, des in den Niederlanden gelieferten Erdgases, vorschreibt.

Die Nutzung eines vorhandenen Netzes und die damit verbundenen Einsparungsmöglichkeiten für den Transport von Wasserstoff, sind ein starkes Argument für den Wechsel zur Wasserstoffwirtschaft. Die Nutzung von Standards eröffnet Räume für diesen Wechsel: Die Komponenten der Infrastruktur bleiben gleich, nur einzelne Teile ändern sich und können so einen Gesamtwechsel befördern. Außerdem kann

Die Nutzung eines vorhandenen Netzes und die damit verbundenen Einsparungsmöglichkeiten für den Transport von Wasserstoff, sind ein starkes Argument für den Wechsel zur Wasserstoffwirtschaft.

die Zukunftstauglichkeit einer neuen Technologie auf der Grundlage bewährter Strukturen getestet werden.

Back to the future: The dream of a perpetuum mobile in the atomic society and the hydrogen economy

Martin Hultman (Linköping University, Schweden), 2009

Die Untersuchung vergleicht die Erwartungen, die in der Vergangenheit an die Einführung der Atomenergie gerichtet waren mit denjenigen, die jetzt an die Wasserstoffgesellschaft gerichtet werden. Der Autor stellt fest, dass in beiden Fällen der Traum eines *perpetuum mobile* evoziert wurde, mit dessen Hilfe utopische Gesellschaften dargestellt wurden, denen Energie im Überfluss- ohne negative Auswirkungen- zur Verfügung standen und stehen. Mit diesem Vergleich versucht der Autor zu zeigen, dass sich Gesellschaften kritisch mit utopischen Versprechen auseinandersetzen und sich der negativen Konsequenzen, wenn die Risiken neuer Technologien lediglich in technologischer Hinsicht beschrieben werden, bewusst werden sollten.

In dem Papier werden die offiziellen Wasserstoff-Pläne der US-amerikanischen Regierung und der EU-Kommission kritisiert: Beide Organisationen würden Veränderungen zwar berücksichtigen, alle Bedingungen der modernen Gesellschaft blieben dabei in der Wasserstoffgesellschaft aber unverändert erhalten. Es werde kein Bedarf an Lebensstiländerung und Energieeinsparung berücksichtigt. Im Gegensatz zu den Versprechen, dass Wasserstoff sauber und grün sei, ziehe man unter der Oberfläche in Erwägung, Kohlevergasung und CCS anzuwenden, wenn Kosten und Sicherheit es geböten. Diese Pläne berücksichtigten keine gesellschaftliche Partizipation. Vielmehr würden Verbraucher als uninformiert und mit diffusen Ängsten behaftet beurteilt, denen mit Informations- und Erziehungskampagnen zu begegnen sei.

Der Autor befürchtet, dass das Versprechen der Wasserstoffgesellschaft den gesellschaftlichen Diskurs zwischen Konsum und Umweltschutz verdeckt.

2.3 Zwischenfazit

Insgesamt 14 Artikel in den Foresight Journals haben die Wasserstofftechnologie ganz oder teilweise zum Gegenstand. In weiteren 38 Artikeln wird Wasserstoff lediglich am Rande oder in anderen Zusammenhängen als mit der Wasserstofftechnologie erwähnt.

Die berücksichtigten Artikel beleuchten die Wasserstofftechnologie entweder unter technologischen oder wirtschaftlichen Aspekten, behandeln das Thema Wasserstofftechnologie am Rande oder aber bemängeln eben das Fehlen sozialer oder politischer Perspektiven. Daher lassen sich die sozialen Treiber bestenfalls implizit aus technologisch und wirtschaftlich getriebenen Entwicklungen ableiten.

Wenn das Konsumentenverhalten und die Routinen der Konsumenten mitbedacht werden, erfolgt dies häufig statisch, so dass die jetzigen Ausprägungen auf die Zukunft übertragen werden.

Als wichtigste soziale Treiber wurden identifiziert: Veränderte Nutzungskonzepte von Kraftfahrzeugen, Mobilitätsverhalten (Intermodalität, demografische Entwicklungen), Akzeptanz von Technologien (H₂/BZ, CCS, EE), Vertrauen in Akteure.

3 Ermittlung sozialer Faktoren und deren Einfluss

Die technologisch ausgerichteten Roadmaps „A portfolio of power-trains for Europe: A fact-based analysis. The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicle“, (McKinsey and Company, 2010) und „GermanHy: Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland bis 2050“ (Deutsche Energie-Agentur GmbH; Forschungszentrum Karlsruhe GmbH; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung; Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2009), die eine der Hauptstützen der NOW für Aussagen zur erfolgreichen Implementierung der Wasserstofftechnologie darstellen, werden in diesem Arbeitspaket entlang definierter Kriterien von Experten bewertet.

Im Sinne einer „Bewusstseinsförderung“ wird auf Basis der Erfahrungen und Ergebnisse des HyTrust-Projekts diskutiert und aufgezeigt, welche „sozialen Treiber“ in den existierenden Studien unberücksichtigt geblieben sind und welche möglichen Konsequenzen dies auf den Erfolg der skizzierten Strategien haben könnte. Ziel ist es aufzuzeigen, wo mögliche Hürden, aber auch Begünstigungen für eine Verwirklichung der Roadmaps entstehen könnten, wenn „soziale Treiber bzw. Faktoren“ (nicht) beachtet werden. Es sollen Anstöße gegeben werden, wie der Systemwechsel im Mobilitätssektor hin zur Wasserstofftechnologie auch mit diesem Hintergrund vollzogen werden kann.

3.1 Methode

„Sozialen Treibern/Faktoren“, denen ein enormer Einfluss bei der Durchsetzung der Szenarien zugeschrieben wird, sollen dazu in Workshops identifiziert, ausgewählt und gewichtet und anschließend näher beschrieben werden. Dazu wurden drei Expertenworkshops mit allen Projektbeteiligten von HyTrust angesetzt. Die Personen bringen neben ihrem unterschiedlichen bestehenden Expertenwissen Kenntnisse und Erfahrungen aus bisher bearbeiteten Arbeitspaketen im Rahmen des Projektes HyTrust mit.

In einem ersten Expertenworkshop wurde die Relevanz der Berücksichtigung sozialer Treiber näher erläutert und die STEP- bzw. STEEP- Analyse ² dargestellt. Anschließend erfolgte in einer Diskussionsrunde eine gemeinsame Definition des Begriffes „sozialer Treiber“ (vgl. Kapitel 3.2).

In einem zweiten Workshop wurden in einem Brainstorming-Prozess relevante soziale Treiber gesammelt, die aus den bisherigen Arbeiten im Rahmen des Projektes bekannt sind. Die Ideen wurden vorgestellt und inhaltlich nach Themengruppen kategorisiert (vgl. Kapitel 3.2.1). Die Methode des Brainstormings bietet sich insbesondere an, da die Experten Wissen aus unterschiedlichen Teilbereichen des Projektes mitbringen und über diesen Prozess Synergie-Effekte durch die Gruppenbildung zu erwarten waren. Die Methode erlaubt es, in relativ kurzer Zeit alle Ideen, Assoziationen und Erfahrungen zu sammeln, bietet die Möglichkeit, auf die Gedanken der anderen Experten aufzubauen und diese anschließend zu sortieren und zu kategorisieren.

In Anlehnung an die in den einzelnen Arbeitspaketen identifizierten Diskurse wurden die gesammelten „sozialen Treiber“ durch die Experten in einem weiteren Workshop gewichtet (vgl. Kapitel 3.2.2). Die Treiber mit der angenommenen höchsten Bedeutung wurden von den Experten fokussiert und ausgearbeitet, so dass ein einheitliches Verständnis der Bedeutung vorlag. In einem zusätzlichen Arbeitsschritt wurden die am relevantesten erscheinenden Treiber in mehreren 2x2-Szenarien tiefergehend analysiert (vgl. Kapitel 5).

*Die Treiber mit der
angenommenen höchsten
Bedeutung wurden von den
Experten fokussiert und
ausgearbeitet, so dass ein
einheitliches Verständnis
der Bedeutung vorlag.*

In einem daran anknüpfenden Prozess des *Mindmappings* und *Windtunnelings* wurden die vier identifizierten sozialen Haupttreiber an die Studien „Powertrains für Europe“ und „GermanHy“ angelegt und kritische Punkte herausgearbeitet, die zu einer Verzögerung der erfolgreichen Verwirklichung dieser Roadmaps führen könnten (vgl. Kapitel 3.3).

² <http://www.quickmba.com/strategy/pest/>

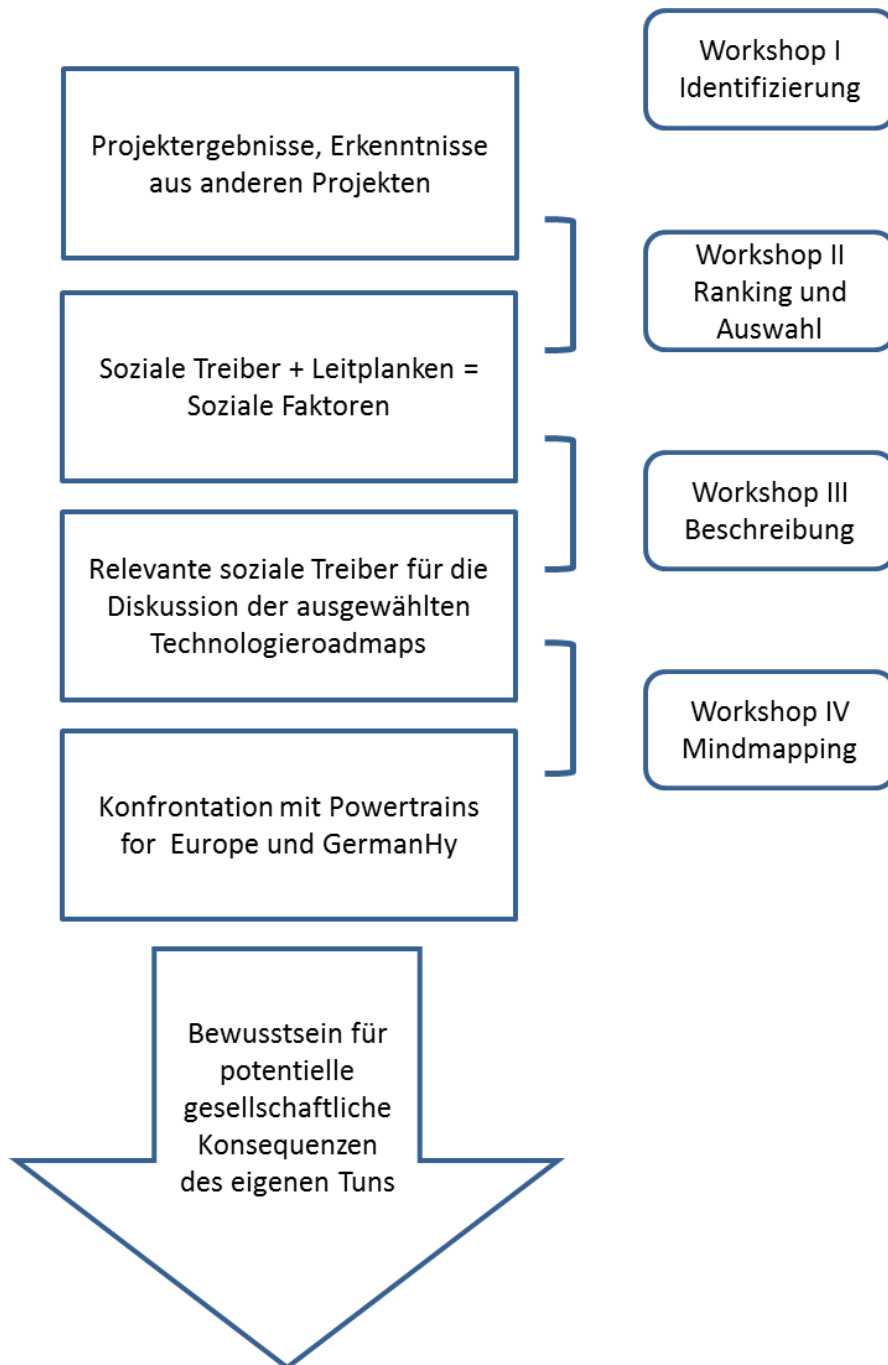


Abbildung 2 Vorgehen zur Ermittlung sozialer Faktoren und deren Einfluss auf Referenzszenarien

3.2 Soziale Treiber

Als globale Treiber, welche die Akzeptanz zur Wasserstoffmobilität beeinflussen können, werden in Journals (vgl. Kapitel 2) der Klimawandel, die Ressourcenknappheit und der technologische Fortschritt gesehen. „Soziale Treiber“ werden dabei nicht berücksichtigt, haben aber nach der STEEP- Methode einen ebenso wichtigen Einfluss auf den Markterfolg wie die anderen Treiber. STEEP steht für die

Im Projektkontext sind soziale Faktoren von Interesse, die Kategorien wie „Werte“, „Lebensstil“ und „demographische Einflüsse“ beinhalten können.

Kategorien, welche Auswirkungen auf die untersuchte Einheit haben können- *Sociological, Technological, Economical, Environmental* und *Political Change*- und stellt die Erweiterung der klassischen STEP-Analyse um den Bereich Umwelt (*Environmental*) dar. Im Projektkontext sind soziale Faktoren von Interesse, die Kategorien wie „Werte“, „Lebensstil“ und „demographische Einflüsse“ beinhalten können. Zwischen den STEEP-Faktoren aber auch innerhalb der Kategorien eines Faktors bestehen Abhängigkeiten und unterschiedliches Einflusspotenzial.

Es ist somit im Rahmen von HyTrust notwendig, „soziale Treiber“ zu identifizieren und zu definieren, die eine Akzeptanz der geplanten Einführung von Wasserstofffahrzeugen und –infrastruktur befördern oder behindern können.

Eine einheitliche Definition von „sozialen Treibern“ unter den Experten zu finden trifft auf einige Schwierigkeiten, da es zusätzlich zu den Treibern Themengebiete gibt, die aus nachfolgenden Gründen weiter in der Analysearbeit berücksichtigt werden sollen, obwohl sie derzeit *keine* Treiber sind:

- Themen, die zum Treiber gemacht werden können, da sie durch die Akteure beeinflussbar sind *und*
- Themen, die nicht beeinflussbar, aber möglicherweise wichtig für den Gesamtprozess sind (Rahmenbedingungen).

Grundsätzlich müssen in dem Prozess der Analyse der Roadmaps „GermanHy“ und „Powertrains for Europe“ zwei unterschiedliche Perspektiven berücksichtigt werden:

1. Anpassung der Gesellschaft an das Produkt (aktive Beeinflussung der Gesellschaft)
2. Gestaltung des Produkts zur Anpassung an die Gesellschaft (im Wandel der Zeit)

Aus diesen Überlegungen resultierend wird der Begriff der „sozialen Treiber“ um die beeinflussbaren und nicht beeinflussbaren Themengebiete ergänzt und im Folgenden als **„soziale Faktoren“** bezeichnet.

Soziale Faktoren umfassen dementsprechend:

- Soziale Einflussgrößen, Stellschrauben (ursprünglich „soziale Treiber“ genannt) *und*
- Leitplanken (Rahmenbedingungen und Indikatoren).

3.2.1 Brainstorming soziale Treiber

Folgende sozialen Treiber wurden im Brainstorming-Verfahren gesammelt und anschließend geclustert:

Lebensstil: Image, Erziehbarkeit von Konsumenten, Internationaler Kontext, Festhalten an Gewohntem, Luftqualität, Unfallzahlen

Mobilitätsmode/-muster/-bedürfnisse: Intermodalität im Verkehr, Mobilitätsnachfrage, Mobilitätsverhalten der Jugend, Konkurrenz ÖPNV/MIV

Wirtschaftliche Entwicklung: Rolle der (deutschen) Automobilindustrie, Standort Deutschland/ Europa, ökonomisches Wachstum (Arbeitsplatz, Zufriedenheit), Einkommensentwicklung/ Kaufkraft, (Faktor-) Produktivität

Wissen + Awareness: Kein aktuelles Wissen, Unwissenheit, Verteilung von Einkommen/ Besitz/Wissen, Problembewusstsein (Verkehr, Energie, Umwelt), Relevanz des Themas in der Gesellschaft, Personifizierung (Thema wird von einem Akteur zu eigen gemacht, steht und fällt mit diesem), Vision/ fehlende Vision/ Gesamtkonzept

Gerechtigkeitsempfinden: Flächenverbrauch Verkehr, Ressourcenzugang/ -verfügbarkeit, Generationengerechtigkeit, Mobilitätsgerechtigkeit Landbevölkerung

Werte + Gesellschaft: Gutes Gewissen, Einsicht in die Notwendigkeit etwas für die Umwelt zu tun, individuelle Freiheit/ gesellschaftliche Freiheit, Individualismus,

Demographie: Freizeitverhalten, Alterung der Gesellschaft, geschlechterspezifische Präferenzen

Brainstorming soziale
Treiber

3.2.2 Wertung der identifizierten sozialen Treiber/Faktoren und Leitplanken und Beschreibung der vier Haupttreiber

Um eine Wertung der bisher identifizierten sozialen Faktoren vorzunehmen, werden die bisher gesammelten sozialen „Faktoren“ mit den Ziffern 1-5 versehen. 1 bedeutet, der Faktor wird von den Experten als bedeutsam und regulierbar wahrgenommen (Einflussgrößen). 2 steht für bedeutsam, aber weniger regulierbare Faktoren (Leitplanken/Rahmenbedingungen). 3 steht für weniger bedeutsame, aber regulierbare und 4 für weniger regulierbare und weniger bedeutsame Faktoren. Von den Experten als „Indikator“ identifizierte Themen werden mit der Ziffer 5 versehen und werden im Weiteren nicht mehr berücksichtigt (vgl. Abb. 3).

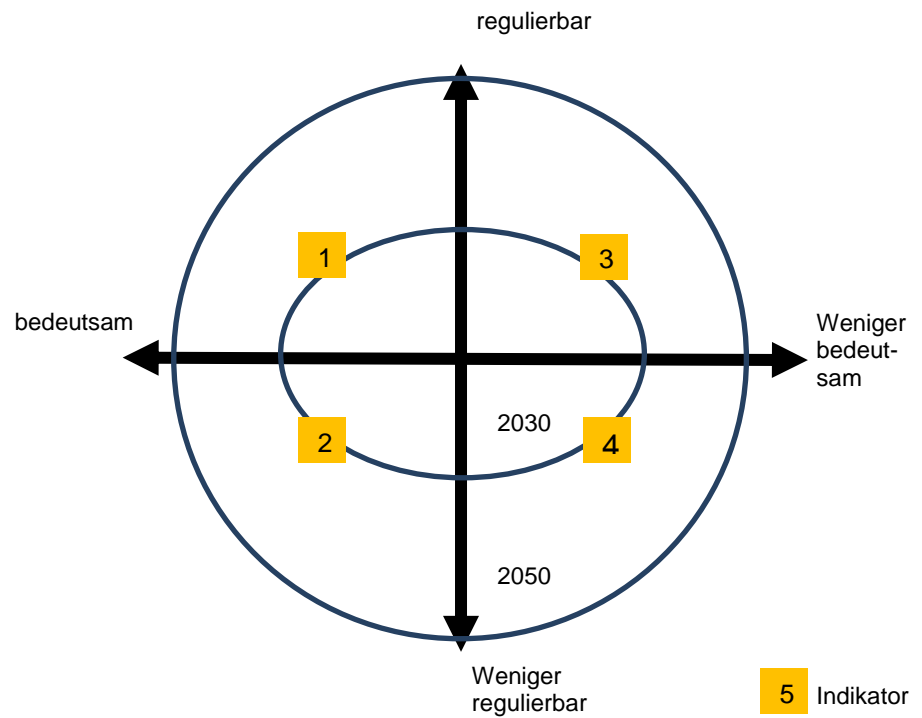


Abbildung 3: Einordnung der gesammelten Faktoren

Ranking der identifizierten Treiber

Für das anschließende Ranking werden nur diejenigen Faktoren, die mit der Ziffer 1 versehen sind, berücksichtigt (vgl. Tab. 1). Diesen Faktoren wird nicht nur eine hohe Bedeutung beigemessen, sondern auch eine mögliche Regulierbarkeit zugeordnet, d.h. das auf die Entwicklung von verschiedenen Seiten Einfluss genommen werden kann.

Jeder Experte kann sechs Punkte vergeben, maximal drei Punkte dürfen dabei einem Faktor zugeordnet werden. Die ersten 3-5 Faktoren sollen von den Experten näher betrachtet und diskutiert werden.

Tabelle 1: Einordnung und Bewertung der Faktoren

Id.nr.	Faktor	Einordnung (1-5)	Punkte (von Experten)	Rangplatz (Ergebnis)
1	Imageträger (NGOs, Akteure, Unternehmen)	1	4	4b
2	Beeinflussbarkeit von Konsumenten durch Marketing und Erleben	1	3	5
3	Routinen	2		
4	Nutzungskonzepte des Autos (Luftqualität, Unfallzahlen), Alltag oder Freizeit	3+1	7	2
5	Glaubwürdiges Verhalten der Akteure	1	8	1
6	Entwicklung der Einkommensverteilung, Laufkraft, Produktivität, Bezahlbarkeit	2+5		
7	Unternehmens- und Kommunikationskultur (auch Behörden, Regulierungen etc.)	2		
8	Kontextwissen über H ₂ -Technologie in der Bevölkerung/ Bildungsniveau	1	1	7
9	Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision	1	6	3
10	Geschlechtsspezifische, altersspezifische, kulturelle Präferenzen	2		
11	Moralische Vorstellungen (Verantwortungsbewusstsein, schlechtes Gewissen) Wunsch etwas für die Umwelt zu tun (emotionale Motivation) individuelle Freiheit vs. Gesellschaftliche Freiheit Verantwortung, Individualismus, Möglichkeit zur Beteiligung an der Energiewende durch Fahren von H ₂ -Autos	2		
12	Stadt-Land-Konflikte, Generationenkonflikte	1	2	6
13	Mediale Aufbereitung und Berichterstattung	1	4	4a

Nach dem Bewertungsprozess sollen folgende „sozialen Treiber“ aufgrund ihrer Punktezahl und des daraus resultierende Rangplatzes näher besprochen werden:

1. *Glaubwürdiges Verhalten der Akteure*

2. *Nutzungskonzepte des Autos*

3. *Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision*

4. *Mediale Aufbereitung und Berichterstattung*

1. Glaubwürdiges Verhalten der Akteure
2. Nutzungskonzepte des Autos (Luftqualität, Unfallzahlen), Alltag oder Freizeit
3. Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision
4. Mediale Aufbereitung und Berichterstattung

Der Treiber „Imageträger“ wird nicht zusätzlich diskutiert, da er nach Expertenmeinung Teil einer medialen Aufbereitung sein kann und somit bereits in die Diskussion eingeschlossen wird.

Glaubwürdiges Verhalten der Akteure

Der Treiber „Glaubwürdigkeit“ kann nach Expertenmeinung recht allgemein benannt werden. Er ist besonders wichtig, da viele Unternehmen bzw. Akteure in puncto Glaubwürdigkeit ein weniger gutes Standing innehaben. Bei der Diskussion um das „glaubwürdige Verhalten der Akteure“ als sozialer Faktor stehen folgen Punkte im Fokus der Diskussion:

Rollenklärung gegenüber der Gesellschaft: Die Akteure müssen sich bewusst werden, was sie darstellen möchten. Es muss eine Rollenklärung erfolgen, die ihre aktive/passive Haltung sowie ihre Ziele klärt. Wollen die Akteure beispielsweise eher kurzfristige oder auch langfristige Investitionen tätigen? Ein bestimmtes Rollenverständnis kann genutzt werden, um ein gewisses Image aufzubauen, welches in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Akteure müssen sich zudem bewusst werden, dass sie nicht Beobachter bleiben müssen, sondern das Thema aktiv vorantreiben können.

Übereinstimmung von Reden und Handeln: Glaubwürdigkeit kommt dann zustande, wenn das Gesagte und das Handeln der Akteure übereinstimmen. Der Treiber beeinflusst die Relevanz der Akteure im Prozess der Einführung der Wasserstofftechnologie und hinsichtlich des Vertrauens, welches ihm als Innovationsträger oder Arbeitgeber geschenkt wird. Dabei sollen Akteure ihre Handlungsmotivation offen legen, damit diese von der Öffentlichkeit verstanden und bewertet werden können. Wie wichtig die Motivation der Unternehmen für den Einzelnen ist, hängt mit der lebensweltlichen und daraus resultierend oft auch mit der räumlichen Distanz zusammen. Je zentraler der Akteur für ein bestimmtes Thema steht oder damit assoziiert wird, desto relevanter ist seine Glaubwürdigkeit. Die Glaubwürdigkeit der Akteure ist im besonderen Maße wichtig für solche Akteure, die Innovationen auf den Markt bringen wollen, in diesem Fall ein technisch sehr relevantes neues Thema. Ein Akteur ist daher vor allem bedeutsam, wenn er in der

Glaubwürdigkeit kommt dann zustande, wenn das Gesagte und das Handeln der Akteure übereinstimmen.

Wertschöpfungskette im Kontakt/ Austausch mit der Öffentlichkeit/ mit dem Verbraucher steht, bzw. eine mediale Aufbereitung/ Darstellung seines Handels erfolgt.

Offensiver Umgang mit Möglichkeiten: Das Thema Wasserstoffmobilität ist noch mit vielen Unsicherheiten behaftet (u.a. Wiederverkaufswert des Fahrzeugs, Lebensdauer der Brennstoffzelle), d.h. man benötigt Akteure, denen man in dieser Hinsicht vertrauen kann und denen geglaubt wird, dies beurteilen zu können. Das größte Vertrauen wird dabei Wissenschaftlern entgegen gebracht. Die Akteure, die konkret handeln, werden meist weniger glaubwürdig betrachtet, dazu gehören auch Politiker. Welchem Akteur welches Vertrauen entgegen gebracht wird ist als soziale Konstante zu begreifen, die sich immer wieder reproduziert und mit berücksichtigt werden muss. Aussagen und Versprechungen, die mit der Technik selbst zusammenhängen, müssen stimmen und transparent dargestellt werden. Dazu ist ein selbstkritischer Umgang mit der Technik erforderlich sowie ein offensiver Umgang mit den Fähigkeiten des Fahrzeugs.

Einbettung in Projektkontext: Der Faktor wurde bereits in unterschiedlichen qualitativen und quantitativen Untersuchungen im Rahmen des Projektes HyTrust touchiert. So wird die Glaubwürdigkeit der Akteure sowie der Geschichte, die sie vermitteln möchten ein hohes Einflusspotenzial sowohl von der Öffentlichkeit als auch von Experten und Akteuren aus der Wasserstoffbranche selbst zugeordnet³.

Nutzungskonzepte des Autos (Luftqualität, Unfallzahlen), Alltag oder Freizeit

Als Treiber kann hier sowohl das Fahrzeug (-angebot) selbst gesehen werden, welches Einfluss auf die Nutzungskonzepte des Autos hat, als auch das Mobilitätsverhalten und andere Entwicklungen in der Gesellschaft, welche Auswirkungen auf das Fahrzeugangebot üben, gesehen werden. Welche Rolle spielt das Auto in der Gesellschaft? Wie verändert sich das Mobilitätsverhalten und wie wirkt sich die Entwicklung des Mobilitätsverhaltens auf das H₂-Auto aus? Darauf können weiterhin geschlechtsspezifische, altersspezifische und kulturelle Präferenzen einen Einfluss üben.

Produktseite: Die Entwicklung der Rolle bzw. des Stellenwertes des Autos in der Gesellschaft hat einen enormen Einfluss auf die weitere Entwicklung des Wasserstofffahrzeugs. Das Automobil wird über kurz oder lang nicht vom Markt verschwinden. Unterschiedliche Zielvorstellungen über die Funktion des Brennstoffzellenfahrzeugs

Die Entwicklung der Rolle bzw. des Stellenwertes des Autos in der Gesellschaft hat einen enormen Einfluss auf die weitere Entwicklung des Wasserstofffahrzeugs.

³ Vergleiche dazu HyTrust Arbeitsbericht 06 (Ergebnisse Demonstrationsprojekte Fallstudie 1 und 4) sowie HyTrust Arbeitsbericht 05 (Ergebnisse der Bürgerkonferenz)

können aber verschiedene Auswirkungen haben: Wird eine Substitution des Verbrenners angestrebt oder lassen sich tiefverwurzelte Routinen aufbrechen und den Schritt zum Wasserstoffauto anders gestalten? Megatrends und die Veränderung der bisherigen maßgeblichen Leitplanken können dazu führen, dass Routinen nicht mehr bedient werden können. Zu beachten sind u.a. ein sinkendes Einkommen, der demographische Wandel, steigende Ausgaben für die Gesundheit und steigende Platzprobleme in den Innenstädten durch einen anhaltenden Trend der Urbanisierung. Dies kann dazu führen, dass die herkömmlichen Nutzungskonzepte nicht durchsetzbar sind und das Brennstoffzellenfahrzeug kein Substitut des konventionellen Verbrenners sein kann. Auch daran muss sich die Gestaltung des Produkts (z.B. Fahrzeugklasse und Leistungsmerkmale) neben den sich herauskristallisierenden Mobilitätsprofilen orientieren.

Mobilitätswandel: Auf der anderen Seite ist zu beachten, inwiefern sich ein Bedarf nach Mobilitätswandel entwickelt. Ökonomische Restriktionen oder veränderte Werte können zum verstärkten Wunsch nach Intermodalität im Verkehr führen. Wie soll Verkehr und Mobilität von morgen gestaltet sein? Und welche Rolle spielt das Auto dabei? Geht der Trend weiter zum Teilen (Carsharing) und zur Entwicklung von Mobilitätsdienstleistungen oder wird das Privatauto weiterhin im Fokus stehen?

Über das Marketing wird die (neue) Rolle des Autos kommuniziert werden, welche Bereiche der Mobilität damit abgedeckt werden sollen. Zu untersuchen bleibt, ob das Brennstoffzellenauto zur Veränderung im Mobilitätsverhalten verhilft oder die bekannten Muster bestehen bleiben. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob vielmehr bestimmte Verhaltensmuster in der Mobilität förderlich bzw. hinderlich für die Durchsetzung von Wasserstoffmobilität sind und wie diese Entwicklung in die eine oder andere Richtung manipuliert werden kann.

Leitplanken wie der demographische Wandel und deren Einfluss auf die Szenarien sind gegeben, bedürfen aber wegen des Umfangs einer gesonderten Diskussion und werden im Folgenden nur touchiert.

Einbettung in Projektkontext: Der Faktor Nutzungskonzepte wird innerhalb der Expertengesprächen diskutiert und auch die befragten Testnutzer können sich die Nutzung von Wasserstofffahrzeugen in Sharing-Konzepten vorstellen.

Die Zyklen der medialen Aufmerksamkeit, die sich zu Hypes auswachsen können, stimmen zeitlich aber oftmals nicht mit den sich vollziehenden Innovationssprüngen überein.

Mediale Aufbereitung/Berichterstattung

Dem Thema „Mediale Aufbereitung/Berichterstattung“ wird ein enormer Einfluss auf die Entwicklung der Akzeptanz der Wasserstoffmobilität zugeschrieben. Die Öffentlichkeit braucht diese Form der Aufbereitung zur Wahrnehmung der Thematik und

Information, aber auch die Akteure sind auf die mediale Aufbereitung angewiesen. Dabei sollte der Fokus auf der gesamten Thematik und nicht nur auf der Technologie liegen.

Medien können den Entwicklungsprozess bspw. eines Produktes informatorisch unterstützen. Die Zyklen der medialen Aufmerksamkeit, die sich zu Hypes auswachsen können, stimmen zeitlich aber oftmals nicht mit den sich vollziehenden Innovationsprüngen überein.

Zudem sollte die Aufmerksamkeit für die Thematik über einen längeren Zeitraum hinaus erhalten bleiben, auch wenn über spannende Entwicklungen nur in größeren Zeitabständen berichtet werden kann.

Einbettung in Projektkontext: Der mediale Fokus sollte sich über die Wasserstofftechnologie hinaus, um das gesamte System inklusive Energie und Mobilität erweitern. Das könnte nach Expertenmeinung auch dazu beitragen, ein umfassendes Problembewusstsein zu schaffen, Zusammenhänge darzustellen und die Chancen der Energiewenden zu erklären. Denkbar ist die Etablierung von bspw. Energieseiten in der Zeitung, in der dauerhaft, auch ohne aktuelle Höhepunkte, berichtet und informiert wird. Darüber hinaus müssen Geschichten rund um die Wasserstoffmobilität gebaut werden, um das Sujet auch für weniger Technik-affine Personen interessant zu gestalten. Der Technologiefokus ist den potenziellen Nutzern der Brennstoffzellenfahrzeuge oft zu eintönig, so dass auch über andere Zugangsmedien, z.B. soziale Netzwerke, nachgedacht werden muss, um bei verschiedenen Zielgruppen ein Themenbewusstsein zu schaffen.

Gesellschaftliche Teilhabe an Visionen, an Gesamtkonzept

Als weiterer wichtiger sozialer Faktor wird die Teilhabe an der Verwirklichung und dem Entwurf einer Vision gesehen. Die Vision sollte bestenfalls gemeinsam von der Basis entwickelt und nicht von einem großen Akteur vorgegeben oder zu technikorientiert vorangetrieben werden. Die Partizipation an der Energiewende soll es der Öffentlichkeit ermöglichen, die eigenen Bedürfnisse wieder zu finden und alltagsnah darzustellen, so dass man vom Käufer ein Stückweit zum Mitgestalter an der Energie- und Verkehrswende wird, möglicherweise auch vom Konsumenten zum Prosumenten. Die Vision kann als Chance begriffen werden, darüber verstärkt Brennstoffzellenfahrzeuge zu verkaufen.

Die Partizipation an der Energiewende soll es der Öffentlichkeit ermöglichen, die eigenen Bedürfnisse wieder zu finden und alltagsnah darzustellen.

3.3 Mindmap Konfrontation der Annahmen aus GermanHy und Powertrains und Windtunneling durch Experten

In den beiden Referenzstudien GermanHy und Powertrains for Europe wurden zahlreiche Annahmen zur Entwicklung der Einführung von FCEV getroffen. Diese Annahmen wurden mit den in den vorgenannten

Workshops entwickelten und identifizierten sozialen Treibern konfrontiert. Dabei wurden jeweils alle identifizierbaren Annahmen aus den beiden Studien zunächst tabellarisch erfasst und nach Themen geclustert. Folgenden Kategorien konnte auf diese Weise gebildet werden:

- Politik
- Wasserstoffherstellung
- Energie
- FCEV
- Infrastruktur

Anschließend wurde in einem Mindmapping-Verfahren überprüft und beschrieben, ob sich diese Annahmen durch die Berücksichtigung je aller vier definierten sozialen Treiber verändern und welche Auswirkungen die Berücksichtigung der sozialen Treiber (Nutzungskonzepte des Autos, Glaubwürdiges Verhalten der Akteure, Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision, Mediale Aufbereitung und Berichterstattung) auf die jeweilige Annahme hat.

Es zeigte sich, dass die Berücksichtigung sozialer Aspekte in den eher ökonomisch und technisch orientierten Studien zu Konflikten bezüglich der Wahrscheinlichkeit und Umsetzungswahrscheinlichkeit der Zieldimensionen führen kann. Diese potentiellen Konflikte wurden daher gleichzeitig benannt. In einem weiteren Schritt wurden potentielle Lösungswege zur Bewältigung dieser Konflikte beschrieben (vgl. Abb. 4).

Die Erkenntnisse dazu werden im Folgenden nach den fünf vorher

Die Berücksichtigung sozialer Aspekte in den eher ökonomisch und technisch orientierten Studien kann zu Konflikten bezüglich der Wahrscheinlichkeit und Umsetzungswahrscheinlichkeit der Zieldimensionen führen.

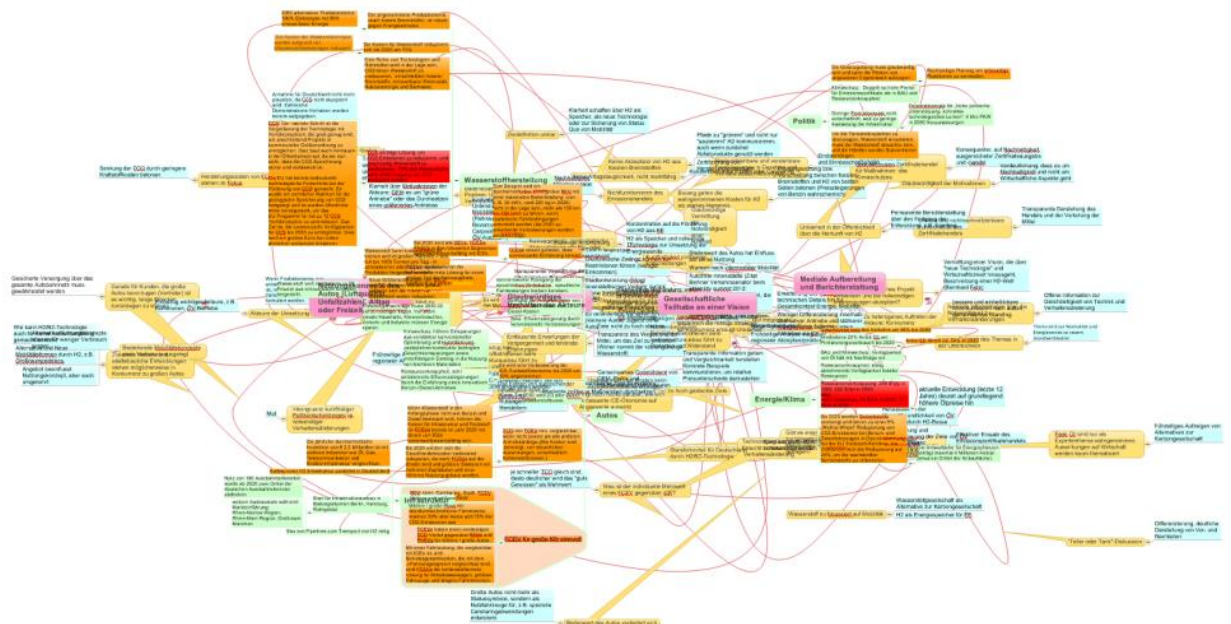


Abbildung 4 Mindmap Konfrontation der Annahmen aus GermanHy und Powertrains

festgelegten Clustern dargestellt.

3.3.1 Wasserstoff/ Beispiel aus Forschung

Dezentrale oder zentrale Herstellung Wasserstoff?

In der Studie Powertrains for Europe wird davon ausgegangen, dass Wasserstoff zukünftig kosteneffektiv im kleinen und im großen Rahmen – von 0,4 bis 1000 Tonnen pro Tag- in zentralisierter oder dezentralisierter Produktion hergestellt werden kann.

Zahlreiche Infrastrukturprojekte im Rahmen des Ausbaus von Erneuerbaren Energien rufen in Deutschland Proteste und Widerstand in der Bevölkerung hervor (Zimmer et al. 2012). Häufig geht es dabei um die Frage der zentralen oder dezentralen Herstellung und Speicherung von Energie.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Im Zuge der Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie werden zahlreiche zusätzliche Produktionsanlagen und Speicherstätten von Wasserstoff entstehen. Die Anlagen werden teilweise als Industrieanlagen von der Bevölkerung ebenso unbemerkt bleiben, wie vergleichbare Anlagen. Andere werden entweder durch ihre Größe oder auch durch die Bindung an gegebene Orte, z.B. Salzstöcke zur Einlagerung von Wasserstoff deutlich sichtbarer sein. Auch wenn die bisherigen qualitativen⁴ und quantitativen⁵ Untersuchungen im Rahmen von HyTrust gezeigt haben, dass in der Bevölkerung bezüglich der Sicherheit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie kaum Bedenken bestehen, sollte frühzeitig damit begonnen werden, die Akzeptanz derartiger Anlagen vor Ort zu untersuchen. Aktive Bürgerbeteiligung kann dabei helfen, negative Erfahrungen, wie sie im Zuge von Vorhaben zur unterirdischen Speicherung von Kohlendioxid (CCS) gemacht wurden⁶, zu vermeiden.⁷

Aktive Bürgerbeteiligung kann dabei helfen, negative Erfahrungen, wie sie im Zuge von Vorhaben zur unterirdischen Speicherung von Kohlendioxid (CCS) gemacht wurden, zu vermeiden.

Grün vs. fossil produzierter Wasserstoff

In der Studie GermanHy wird angenommen, dass Wasserstoff zu mindestens 50 Prozent aus erneuerbaren Energien hergestellt wird.

⁴ Hytrust Arbeitsbericht 03

⁵ HyTrust Arbeitsbericht 02

⁶ Pietzner, Katja; Schumann Diana: „Akzeptanzforschung zu CCS in Deutschland: Aktuelle Ergebnisse, Praxisrelevanz, Perspektiven“, 2012

⁷ Ein positives Beispiel für die frühzeitige Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern und regionaler Akteure ist die Erstellung des Leitbildes Kulturlandschaft Etzel (http://www.kulturlandschaft-etzel.de/wp-content/uploads/2012/12/Abschlussdokumentation_Teil1_Leitbild_Kulturlandschaft_Etzel.pdf)

Die Studie Powertrains for Europe geht von umfangreichem Neubau von IGCC- und CG-Anlagen aus, durch die sich die Kosten für Wasserstoff weiter reduzieren werden.

In beiden Studien spielt bei der Herstellung von Wasserstoff die Integrated Gasification Combined Cycle-Technologie (IGCC) eine gewichtige Rolle. Die angenommene Kostenreduktion wird dabei durch die Verwendung von fossilen Brennstoffen wie Gas, Öl oder Kohle erzielt. Es wird davon ausgegangen, dass die Herstellung von Wasserstoff aus Elektrolyseverfahren mit Hilfe Erneuerbarer Energien deutlich kostenintensiver sein wird.

Uneindeutigkeiten in den Aussagen bezüglich der Produktion von Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien oder mit Hilfe von IGCC führen allerdings zur Verunsicherung und unter Umständen zur Ablehnung der gesamten Technologie auf Nutzerseite.

Der Mehrwert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, vor allem im Mobilitätsbereich, liegt in seiner Umweltfreundlichkeit. Das in den bisherigen Analysen identifizierte Vertrauen in die Wasserstofftechnologie beruht zu großen Teilen darauf, dass die Entwicklung der Technologie klimapolitisch und aus Gründen des Ressourcenmangels getrieben ist. Die **Glaubwürdigkeit der beteiligten Akteure** ist Grundlage dafür, zu garantieren, dass der Wasserstoff für den Betrieb von Wasserstoffautos umweltfreundlich aus Erneuerbaren Energien hergestellt wird.

Wenn ein Produktionsmix, der neben Erneuerbaren Energien auch fossile Brennstoffe einbezieht, aus wirtschaftlichen Gründen unerlässlich ist, muss ein verbindlicher und transparenter Pfad formuliert werden, an dessen Ende Wasserstoff steht, der zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien erzeugt wird. Wenn Wasserstoff als Nebenprodukt industrieller Prozesse zur Gaseherstellung gewonnen werden kann, sollte dies deutlich kommuniziert und argumentativ klar von Wasserstoff getrennt werden, der aus fossilen Brennstoffen in eigens dafür installierten Anlagen produziert wird.

Biomasse und Nuklearenergie

In der Studie Powertrains for Europe wird davon ausgegangen, dass eine Reihe von Technologien und Rohstoffen in der Lage sein wird, CO₂-freien Wasserstoff zu produzieren. Dazu gehören neben Erneuerbarer Elektrizität auch fossile Brennstoffe, Nuklearenergie und Biomasse.

Durch die Beimengung von Biotreibstoffe sollen bis 2020 6% CO₂-Emissionen bei Benzin- und Dieselfahrzeugen erreicht werden, bis 2050 erhöht sich die Reduzierung auf 24%.

Wenn ein Produktionsmix, der neben Erneuerbaren Energien auch fossile Brennstoffe einbezieht, aus wirtschaftlichen Gründen unerlässlich ist, muss ein verbindlicher und transparenter Pfad formuliert werden, an dessen Ende Wasserstoff steht, der zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien erzeugt wird.

In der Studie GermanHy wird davon ausgegangen, dass die Anbaufläche für Energiepflanzen maximal 4 Millionen Hektar (etwa ein Drittel der Anbaufläche) beträgt.

Mit dieser Annahme wird der Fokus auf die lokale Emissionsfreiheit von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen gerichtet. Die durch den fossilen oder nuklearen Herstellungsprozess von Wasserstoff entstehenden Emissionen bleiben dabei unberücksichtigt. Wie die bisherigen Analysen von HyTrust gezeigt haben, besteht in der Bevölkerung jedoch ein hohes Bewusstsein für die Problematik der Verlagerung lokaler Emissionen zu zentralen Produktionsstätten. Nicht nur Nuklearenergie leidet in Deutschland spätestens seit dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie unter Akzeptanzproblemen. Auch die Erzeugung von elektrischer Energie mithilfe von Biomasse wird kontrovers diskutiert.⁸ Wasserstoff, der aus derartiger Produktion stammt und als CO₂-frei angeboten würde, hätte vermutlich ein erhebliches Akzeptanzproblem.

Es sollte im Sinne der **Glaubwürdigkeit der Akteure** vermieden werden, Wasserstoff als CO₂-frei oder „grün“ zu bezeichnen, wenn er dies nicht nachweislich ist. Vielmehr sollten Produktionsprozesse transparent gemacht werden und das Bemühen um einen Pfad hin zu „sauberem“ Wasserstoff vermittelt werden. Wenn Konsumenten darüber informiert werden, dass Wasserstoff als Abfallprodukt aus der chemischen Industrie ökonomisch, energetisch und umweltpolitisch sinnvoll sein kann, wird ihr Vertrauen weniger auf die Probe gestellt, als wenn sich „grüner“ Wasserstoff nicht als das erweist was er vorgibt zu sein.

Dafür scheint es geboten, während der Einführung von Wasserstoff ständig durch **mediale Aufbereitung und Berichterstattung** darüber zu informieren, wie sich der Produktionsmix von Wasserstoff weg von fossiler und hin zu erneuerbarer Produktion bewegt.⁹

Dadurch kann eine Verschiebung der Wahrnehmung von Wasserstoff, der lediglich als Kraftstoff für eine neuartige Technologie eingesetzt wird, hin zu einem gesellschaftlichen Projekt stattfinden, bei dem Wasserstoff als langfrist-Energiespeicher dabei hilft, eine **Vision** zu entwickeln, an der Bürgerinnen und Bürger teilhaben können.

Außerdem sollten Zertifizierungen von tatsächlich "grünen" Biokraftstoffen vorgenommen und auf eine konsequente Vermeidung von Flächennutzungskonkurrenzen werden.

Es sollten Zertifizierungen von tatsächlich "grünen" Biokraftstoffen vorgenommen und auf eine konsequente Vermeidung von Flächennutzungskonkurrenzen gesetzt werden.

⁸ Siehe die breit geführte „Tank oder Teller“-Diskussion in deutschen Medien, z.B. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/tank-oder-teller-debatte-eu-senkt-das-ziel-fuer-biokraftstoffe-11886439.html>

⁹ Beispielhaft sei hier auf die mediale Umsetzung zur Berichterstattung des Hybridkraftwerks der Firma Enertrag in Prenzlau verwiesen.

Kostenreduktion

In der Studie Powertrains for Europe wird angenommen, dass sich die Kosten für Wasserstoff bis 2025 um 70% reduzieren werden. Zugleich werden sich die Kosten der Wasserelektrolyse aufgrund von Effizienzverbesserungen vermindern.

Bislang gelten die wahrgenommenen Kosten für Wasserstoff als starkes Hemmnis für die Einführung von FCEV.

Bei der Betrachtung der Total Costs of Ownership (TCO) und daraus resultierenden Kaufentscheidungen von Pkw spielt für Konsumenten der durchschnittliche Benzinverbrauch eines Pkw und damit der Preis des Kraftstoffes eine je nach Höhe entscheidende Rolle: In Phasen niedriger Kraftstoffpreise tritt der Vorteil verbrauchsärmerer Motoren in den Hintergrund, bei steigenden Kraftstoffpreisen wird verstärkt auch darauf geachtet, ob der zu kaufende Pkw sparsam ist. Solange Wasserstoff für den Endkunden gegenüber herkömmlichen Kraftstoffen eher negativ zu Buche schlägt, jedoch perspektivisch zu erwarten ist, dass sich diese Differenz verringert, kann mit diesem Trend aktiv argumentiert werden. Denn dass es neben einer Verminderung des Wasserstoffpreises zu einer stetigen Verteuerung fossiler Kraftstoffe kommen wird, dürfte in der Öffentlichkeit kaum bezweifelt werden. Das vermeintliche Hinderungsargument teuren Wasserstoffs kann so in eine perspektivisch positive Botschaft umgewandelt werden.

CCS

Die Studie Powertrains for Europe geht davon aus, dass die Technologie zur Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid CCS eine wichtige Rolle für die Herstellung von Wasserstoff aus IGCC-Anlagen übernehmen wird. Dazu heißt es wörtlich: „Der nächste Schritt ist die Vergrößerung der Technologie mit Vorführprojekten, die groß genug sind, um anschließend Projekte in kommerzieller Größenordnung zu ermöglichen. Dies baut auch Vertrauen in der Öffentlichkeit auf, da sie nun sieht, dass die CO₂-Speicherung sicher und verlässlich ist.“

Auch die Studie GermanHy nimmt an, dass CCS eine wichtige Lösung ist, um CO₂-Emissionen zu reduzieren, und gleichzeitig Wasserstoff zu produzieren. Dabei könne 70% des Wasserstoffs unter Nutzung von CCS produziert werden.

Proteste der Bevölkerung haben gezeigt, dass CCS nicht akzeptiert wird. Zahlreiche Demonstrationsvorhaben wurden bereits aufgegeben.

Für Deutschland sind diese Annahmen nicht mehr plausibel. Proteste der Bevölkerung haben gezeigt, dass CCS nicht akzeptiert wird. Zahlreiche Demonstrationsvorhaben wurden bereits aufgegeben.¹⁰

CCS wird mit dieser Annahme als Argument für die Umweltfreundlichkeit von Wasserstoff verwendet. Perspektivisch

¹⁰ <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/ccs-altmaier-sieht-keine-zukunft-fuer-co2-speicherung-in-deutschland-a-845868.html>

könnte mit dieser Technologie auch Strom aus fossilen Ressourcen zur Produktion von „grünem“ Wasserstoff beitragen. Nicht nur mit dem Wegfall dieser Option würde die **Glaubwürdigkeit der handelnden Akteure** in Frage gestellt, da deutlich wäre, dass von nicht erfüllbaren Voraussetzungen ausgegangen wurde. Doch selbst im Falle eines Erfolgs von Pilotvorhaben und der großtechnischen Umsetzung der CCS-Technologie wäre aufgrund ihres negativen Images schwer vermittelbar, wie sie zur umweltfreundlichen Produktion von Wasserstoff beitragen könnte.

3.3.2 Politik

Auch politisches Handeln oder die Auswirkungen von politischen Entscheidungen führen zur Veränderung in den Annahmen zur Einführung von FCEV in den beiden Referenzstudien. Im Folgenden werden diejenigen Annahmen untersucht, die unmittelbar der Politik zuzuordnen sind. Politische Entscheidungen die nur mittelbar oder entfernt zur Veränderung der Annahmen führen, wie z.B. Entscheidungen zum Ausbau der Infrastruktur oder zur Förderung von Speichertechnologien, werden den jeweiligen anderen Bereichen zugeordnet.

Annahmen zu Penetrationsraten

In der Studie GermanHy werden in drei Szenarien unterschiedliche Penetrationsraten von FCEV angenommen. Die Szenarien mit geringen Raten werden als nicht wirtschaftlich verworfen, da sie eine zu geringe Auslastung der Infrastruktur nach sich ziehen. Die angenommene Penetrationsrate bei hoher politischer Unterstützung und einem schnellen technologischen Lernen lässt dahingegen 4 Millionen Pkw als Neuzulassungen bis zum Jahr 2050 vermuten.

Nutzungskonzepte von Pkw: Das in den bisherigen HyTrust-Studien analysierte zukünftige Kauf- und Nutzungsverhalten stellt alle in GermanHy und Powertrains for Europe angenommenen Penetrationsraten der FCEV in Frage. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt in der Fokussierung der Nutzungskonzepte von Pkw auf den Privatbesitz. Auch wird die Annahme eines relevanten Marktanteils bei hoher politischer Unterstützung und schnellem technologischen Lernen in Frage gestellt, da die Alltagstauglichkeit der Brennstoffzellenfahrzeuge erst nachgewiesen werden muss, damit die Fahrzeuge marktfähig und genutzt werden.

Flotten und Sharing-Konzepte können ein Weg sein, um einer großen Anzahl an Personen die Alltagstauglichkeit der Wasserstofffahrzeuge – besser als bei einzelnen Fahrzeugen im Privatbesitz – zugänglich und erfahrbar zu machen. Ein Carsharing-Auto ersetzt im Durchschnitt fünf Privat-Autos. Quernutzungen von Carsharing-Fahrzeugen in verschiedenen Städten Deutschlands weiten sich zunehmend aus, so

Flotten und Sharing-Konzepte können ein Weg sein, um einer großen Anzahl an Personen die Alltagstauglichkeit der Wasserstofffahrzeuge zugänglich und erfahrbar zu machen.

dass eine intermodale Wegekette (z.B. Bus, Zug im Fernverkehr und FCEV-Carsharing-Auto) immer bequemer zu bewältigen ist (vgl. Brake 2009).

Eine CO₂-arme Fortbewegung kann somit durch die FCEV unterstützt werden. Sharing-Konzepte erfreuen sich in Deutschland immer größerer Beliebtheit, so dass hier die bereits z.T. praktizierten innovativen Nutzungskonzepte in der Bevölkerung einen positiven Einfluss üben könnten. Dementsprechend müssen auch die Fahrzeugklassen an die Nutzungseinsätze angepasst werden.

Transparenz, rechtzeitige Planungen und Vermittlung der Motive

In der Studie Powertrains for Europe wird eine glaubwürdige Gesetzgebung gefordert, die Risiken von ungewissen Ergebnissen aufzeigen kann. Rechtzeitige Planungen werden angestrebt, um reflexartige Reaktionen zu vermeiden.

Glaubwürdigkeit der Akteure: Ist die Gesetzgebung nicht eindeutig und transparent, kann hier ein Stolperstein entstehen, der sich in der Gesellschaft durch eventuell mangelndes Vertrauen in die Akteure im Bereich der Wasserstoffmobilität manifestiert.

Hier sind insbesondere nachvollziehbare und verständliche Formulierungen in Gesetzen und Vorhabenbeschreibungen notwendig, um das glaubwürdige Verhalten der Akteure zu vermitteln. Ebenso sind eindeutige und transparente Ziel- und Sinnbeschreibungen erforderlich, um diese **Glaubwürdigkeit** nicht zu schmälern. Das Handeln, insbesondere von Akteuren, die im Austausch mit der Öffentlichkeit stehen, muss überprüfbar und schlüssig sein.

Mediale Aufbereitung: Obwohl es zahlreichen Akteuren nicht an Glaubwürdigkeit in der öffentlichen Wahrnehmung mangelt, gelingt es ihnen möglicherweise nicht in ausreichendem Maße, ihre Motive transparent und über ein spezifisches Expertenpublikum hinaus publik zu machen.

Die **mediale Aufbereitung** von und Berichterstattung über bspw. Gesetze und Planungen kann die Glaubwürdigkeit der Motivationen einzelner Akteure unterstützen. Insbesondere kann verdeutlicht werden, dass es sich bei der Einführung der Wasserstofftechnologie um Aspekte der Nachhaltigkeit und nicht *nur* um wirtschaftliche Aspekte handelt. Aufklärende und neutrale Berichterstattung sowie Verstehen sind Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung der in der Studie Powertrains for Europe anvisierten Ziele.

Aufklärende und neutrale Berichterstattung sowie Verstehen sind Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung der in der Studie Powertrains for Europe anvisierten Ziele.

Steuerfreiheit für Wasserstoff und Subventionen für Händler

Damit beispielsweise Tankstellenpächter überzeugt werden, Wasserstoff anzubieten, muss der Wasserstoff nach den Annahmen der Studie Powertrains for Europe steuerbefreit sein. Zusätzlich benötigen demnach Händler von Wasserstoff direkte Subventionen.

Glaubwürdigkeit der Akteure: Ohne direkte Unterstützung wird der Wasserstoff zu teuer sein, um auf dem Markt bestehen zu können. Dies kann auf Akzeptanzprobleme in der Gesellschaft stoßen. Die Akzeptanz und der Wille zum Aufbau einer Wasserstoffgesellschaft müssen aber gegeben sein, damit die Bevölkerung den entstehenden Kosten zustimmt.

Damit die finanziellen Aufwendungen und Subventionierungen sowie die notwendigen Anstrengungen im breiten Rahmen akzeptiert werden, sollte die Entwicklung einer Wasserstoffökonomie als gesamtgesellschaftliches Projekt verstanden werden. Die Politik und alle betreffenden Akteure müssen die Notwendigkeit einer Wasserstoffwelt/-gesellschaft glaubwürdig vermitteln können, damit die entsprechenden Maßnahmen umsetzbar sind und auf die Akzeptanz der potenziellen Nutzer sowie in der Bevölkerung stoßen. Das bedeutet auch hier eine klare und transparente Kommunikation der geplanten Förderungen sowie der gesellschaftlichen Beteiligung an Entscheidungsprozessen zu garantieren. Nur durch die Einbindung der Gesellschaft und die Klärung der Ziele (Förderung nachhaltiger Mobilität, alternative Antriebe begünstigen, höhere Anschaffungskosten durch geringere Kraftstoffkosten ausgleichen etc.) kann ein Vertrauen und Akzeptanz gewonnen werden.

Die Ermöglichung einer **gesamtgesellschaftlichen Teilhabe an der Vision** einer Wasserstoff-Zukunft kann hinsichtlich der Akzeptanz der Umsetzung unterstützend wirken. Wenn die Akteure und Verbraucher nach dem Bottom-Up-Prinzip an einer Vision und Beschreibung der Wasserstoff-Welt partizipieren können, die über die "*neue Technologie*" und „*Wirtschaftlichkeit*“ hinausgeht, kann die Akzeptanz in dieser Richtung verbreitet werden. Eigene Berührungspunkte und Teilhabemöglichkeiten müssen generiert werden.

Auch hier müssen Partizipationsmöglichkeiten transparent kommuniziert und mögliche Einschränkungen offen gelegt werden. Um eine umfassende **gesellschaftliche Teilhabe an der Vision** zu ermöglichen, sollten zudem Finanzierungs- und Betreibermodelle für den erfolgreichen Aufbau einer Wasserstoffökonomie erarbeitet werden, in denen der Bürger als Stakeholder ebenso berücksichtigt wird, wie andere Stakeholder aus Politik, Wirtschaft, Industrie.

Nur durch die Einbindung der Gesellschaft und die Klärung der Ziele kann ein Vertrauen und Akzeptanz gewonnen werden.

EU-Emissionshandel

Der EU-Emissionshandel (European Union Emission Trading System, EU ETS) ist ein marktwirtschaftliches Instrument der EU-Klimapolitik mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen unter minimalen volkswirtschaftlichen Kosten zu senken. In der Studie GermanHy werden im Szenario „Klimaschutz“ doppelt so hohe Preise für Emissionszertifikate wie im Szenario „BAU“ und „Ressourcenknappheit“ angenommen.

Hohe Preise für Emissionszertifikate würden die Einführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie begünstigen, da sich fossile Brennstoffe verteuern und Alternativen ökonomisch attraktiver machen. Das derzeitige Nichtfunktionieren des Emissionshandels stellt die getroffenen Annahmen generell für alle Szenarien in Frage.

Die **Glaubwürdigkeit der Akteure** könnte an dieser Stelle deutlich erhöht werden, wenn die Zertifikateausgabe und der Zertifikatehandel konsequent auf Nachhaltigkeit ausgerichtet wären und der Thematik darüber ein höherer Stellenwert in der Politik gegeben würde.

Ein glaubwürdiges und klares Standing der Politik wird insbesondere bezüglich der Rolle des Wasserstoffs (u.a. im Mobilitätssektor) gewünscht, wie die Wasserstoff-Experten in Fallstudie 4 (Roundtable-Gespräch mit Wasserstoffexperten am InnoZ, siehe HyTrust Arbeitsbericht 06) von HyTrust betonen.

Das Thema des Zertifikatehandel ist aufgrund seiner Komplexität nur bedingt einem größeren Publikum zu vermitteln.

Die Schwierigkeiten der Vermittlung des Zusammenhangs zwischen Zertifikatehandel und der Einführung einer neuen emissionsarmen Technologie sollten als Herausforderung verstanden werden und nicht dazu führen, das Thema diskursiv in Expertenkreisen zu belassen. Vielmehr kann eine **klare und transparente Informationsaufbereitung** sowohl über die Funktionalitäten des Zertifikatehandels als auch über die Verteilung der daraus resultierenden finanziellen Ressourcen und der entsprechenden möglichen Auswirkungen auf die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz und die Umsetzung der Zweckmäßigkeiten aus der Studie GermanHy nach sich ziehen.

Zusätzlich kann sich eine eindeutige und technologieoffene Berichterstattung ebenfalls auf die Akzeptanz der FCEV auswirken und eine technologieoffene Politik unterstützen. In den Experteninterviews der Fallstudie 4 (vgl. HyTrust Arbeitsbericht 06) zeigt sich, dass aus einer unklaren „Entweder-Oder-Diskussion“ zu verschiedenen alternativen Antriebsarten Verwirrung bei den potenziellen Nutzern und Kommunen entsteht. Dies kann sich wiederum entsprechend negativ auf politische

Die Schwierigkeiten der Vermittlung des Zusammenhangs zwischen Zertifikatehandel und der Einführung einer neuen emissionsarmen Technologie sollten als Herausforderung verstanden werden und nicht dazu führen, das Thema diskursiv in Expertenkreisen zu belassen.

Entscheidungen (z.B. Genehmigungsverfahren) auswirken, da keine klare Position zur Zukunftsfähigkeit von bspw. FCEV gefasst werden können.

3.3.3 FCEV

Rückgang spezifischer Verbräuche

Sowohl die Studie Powertrains for Europe als auch die Studie GermanHy nehmen an, dass sich das Mobilitätsverhalten in Deutschland zukünftig nicht verändert. So zeichnet sich in der Studie Powertrains for Europe ein nennenswerter Rückgang der spezifischen Verbräuche für die Zukunft ab, die spezifischen Fahrleistungen bleiben dabei aber weiterhin konstant. Die Studie GermanHy sieht in den FCEV, basierend auf aktuellen Mobilitätsmustern, die kohlenstoffärmste Lösung für einen großen Teil der Fahrzeugflotte repräsentiert.

Veränderte **Nutzungskonzepte** können auf diese Annahmen enormen Einfluss haben: Zum einen können ökonomische Zwänge (z.B. weniger Einkommen) zu Restriktionen führen. Die Mobilitätskosten sind in den letzten Jahren gestiegen und werden sich auch in absehbarer Zukunft erhöhen (vgl. InnoZ 2012). Neben den Ausgaben für den ÖPNV steigen auch die Kraftstoffkosten an, weshalb auch der Nutzer selbst nach alternativen Lösungen sucht. Weiterhin kann die zunehmende Urbanisierung und darauf reagierende Stadtentwicklung und -planung die bisherigen Mobilitätsmuster beeinflussen. Der innerstädtische Verkehr kann zurück gedrängt werden bzw. zu einem Modal Shift weg vom MIV (motorisierten Individualverkehr) führen. Die demografische Entwicklung ist ein weiterer Ansatzpunkt, der zu einem veränderten Mobilitätsverhalten führen kann.

Trends zu kleineren Fahrzeugen bzw. geringerer Pkw Besitz bei jungen Menschen aufgrund sich verändernder Statussymbole müssen bei der Markteinführung von FCEV ebenso mit bedacht werden wie die Nutzung der FCEV in Sharing-Konzepten.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Veränderte Mobilitätsmuster sowie der Wertewandel bezogen auf das Automobil bleibt in dieser Annahme unberücksichtigt.

Auch an diesem Punkt muss die ggf. neue Rolle des Autos mit bedacht werden. Der Stellenwert des Pkw hat Einfluss auf seine Nutzung. Bei einem steigenden Wunsch nach Intermodalität, könnte die Rolle des Autos eingeschränkt bzw. Nutzungskontexte verlagert werden. Große Autos sollten dementsprechend nicht mehr als Statussymbole produziert werden, sondern die FCEV sollten als Nutzfahrzeuge für, z.B. spezielle Carsharing-Anwendungen, kommuniziert und entwickelt werden.

Trends zu kleineren Fahrzeugen bzw. geringerer Pkw Besitz bei jungen Menschen aufgrund sich verändernder Statussymbole müssen bei der Markteinführung von FCEV ebenso mit bedacht werden wie die Nutzung der FCEV in Sharing-Konzepten.

Auch bestehende Ziele wie jenes der autoarmen bzw. autofreien Innenstädte oder der Trend zum Teilen und Nutzen anstelle des Besitzes müssen Berücksichtigung bei der Einführung der Wasserstofftechnologie finden. Sie können starken Einfluss auf die Nachfrage des Brennstoffzellenfahrzeugs üben. „Schließlich ist es ja das Ziel, die Autos aus der Innenstadt verschwinden zu lassen.“ (Michael Müller, Berliner Verkehrssenator beim eMobility Summit 2012 des „Tagesspiegel“ während eines Podiumsgesprächs).

FCEV in den mittleren oberen Fahrzeug-Segmenten

In der Studie Powertrains for Europe werden vor allem FCEV im mittleren und oberen Fahrzeugsegment als sinnvoll erachtet. Mittlere bzw. große Pkws mit überdurchschnittlicher Fahrstrecke machen 50% aller Autos aus und sind für 75% der CO₂-Emissionen verantwortlich. Für kleine Stadtfahrzeuge zum Beispiel für den Carsharing-Betrieb werden BEV als CO₂-sparende Lösung angesehen.

Nutzungskonzepte: Es wird angenommen, dass Brennstoffzellenfahrzeuge der Mittel- und Oberklasse den Markt bestimmen werden. Die Zunahme des Verkehrs und die städtebaulichen Entwicklungen stehen jedoch in Konkurrenz zu großen Fahrzeugen.

Um dies und die bereits beschriebenen Mobilitätsmuster zu berücksichtigen und einen Markterfolg der FCEV zu ermöglichen, müssen folgende Punkte mit in die weitere Überlegung einbezogen werden.

Wie kann die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie auch für kleine Autos marktfähig gemacht werden?

1. Wie kann die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie auch für kleine Autos marktfähig gemacht werden?
2. Welche Alternativen und neuen Mobilitätsformen ergeben sich durch Wasserstoff, z.B. Großraum-Pedelecs oder Common Cars?
3. Das Angebot beeinflusst die Nutzungskonzepte, aber auch umgekehrt können die Nutzungskonzepte das Angebot beeinflussen.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Nach den Annahmen zahlreicher Studien (Bratzel 2010, Kruse 2009), verändert sich der Stellenwert des Autos vor allem bei Jugendlichen.

Auch um dem nachlassenden Bedürfnis von Pkw als Statussymbolen entgegen zu kommen, sollte dieser Trend berücksichtigt werden und alternative Konzepte für FCEV im unteren Fahrzeugsegment entworfen werden.

Wasserstofffahrzeuge im Öffentlichen Verkehr

In der Studie GermanHy wird angenommen, dass bis zum Jahr 2050 zwei Drittel aller Busse im Öffentlichen Verkehr mit Wasserstoff betrieben werden.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Verkehrsbetriebe haben in der Regel ökonomische Notwendigkeiten zu berücksichtigen, die deutlich im Gegensatz zu anderen betrieblichen Zielen wie Nachhaltigkeit oder Umweltfreundlichkeit der eingesetzten Fahrzeuge stehen können.

Die zur Umsetzung einer solchen Strategie erforderlichen Akteure, z.B. Kommunen, Stadtwerke oder Betriebe des Öffentlichen Verkehrs, müssen zunächst identifiziert und dann in derartige Planungen mit einbezogen werden.

Bei Annahmen bezüglich der Umstellung im Öffentlichen Verkehr auf wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenbusse muss ebenso eine gemeinsame Vision herausgestellt werden, um den Einsatz zu fördern und (die finanziellen Aufwendungen) zu rechtfertigen. Ein Mehrwert durch die Nutzung von Brennstoffzellenbussen muss herausgestellt und zusammen mit dem Ziel eines umweltfreundlichen Öffentlichen Verkehrs kommuniziert werden. Daneben sollte ein nachvollziehbares Ausbalancieren der Ziele vom Öffentlichen Verkehr erfolgen (Nachhaltigkeit, Personentransport, Wirtschaftlichkeit).

Vorteile des FCEV durch bessere TCO

In der Studie Powertrains for Europe wird eine TCO-Entwicklung für FCEV angenommen, die mit denen anderer Antriebsstränge vergleichbar, wenn nicht sogar besser ist. Dabei sind alle Kosten von steuerlichen Auswirkungen, einschließlich Kohlenstoffpreisen „bereinigt“. Wenn Wasserstoff in der Anfangsphase nicht wie Benzin und Diesel besteuert wird, können die Kosten für Infrastruktur und Treibstoff für FCEV bereits im Jahr 2020 mit denen von ICEs kostenwettbewerbsfähig sein.

Der Vorteil eines FCEV ist dem Käufer bzw. Nutzer nicht unbedingt erschließbar. Die TCO sind nicht das alleinige bzw. ausschlaggebende Kriterium beim Fahrzeugkauf.

Die Wahl für ein bestimmtes Fahrzeug wird vom Verbraucher aus unterschiedlichen Gründen und Annahmen heraus getroffen. Wichtige Entscheidungskriterien sind der Kaufpreis (Neuwagen vs. Gebrauchtwagen), der Abschreibungssatz, die Leistung und Verarbeitung, aber auch weiche Faktoren wie Stil, Markenvorliebe und soziales Image, welches mit einem solchen Fahrzeug verbunden ist. Die Berechnung der Gesamtbetriebskosten (TCO) für ein Antriebssystem ist

Die TCO sind nicht das alleinige bzw. ausschlaggebende Kriterium beim Fahrzeugkauf.

daher sehr wichtig, da *die Kosten, die mit der Lebensdauer assoziiert sind, beschrieben werden (Powertrains for Europe)*. Der Kostenvorteil von FCEV, der durch geringere Betriebskosten entsteht, muss dementsprechend aktiv kommuniziert werden, solange der Kaufpreis noch nicht an den eines ICE angepasst ist. Denn der Kaufpreis zeigt sich besonders bei privaten Endkunden als wichtigeres Kriterium als die TCO. Neben den Kosten muss aber auch den weichen Faktoren wie Stil, Design und Image Rechnung getragen werden. Gerade über die emotionalen Gesichtspunkte könnte das FCEV einen Mehrwert bieten. Dazu muss sich das FCEV äußerlich von den ICE unterscheiden, damit bspw. demonstrativer Konsum möglich wird (vgl. Fallstudie 4, HyTrust Arbeitsbericht 06).

Mediale Vermittlung: Um die potenziellen Nutzer von FCEV an der Idee und Einführung von diesen Fahrzeugen partizipieren zu lassen, muss der individuelle Mehrwert eines FCEV gegenüber ICE klar heraus gestellt werden. Je schneller die TCO angeglichen sind, desto deutlicher kann das „gute Gewissen“ und der ökologische Vorteil als Mehrwert herausgestellt werden.

Einsatzgebiete für und Leistung des FCEV kommunizieren

In der Studie Powertrains for Europe wird angenommen, dass ein durchschnittliches mittelgroßes BEV mit einer maximalen Batterieladung (von z.B. 30 kWh, rund 220 kg in 2020) nicht in der Lage sein wird, mehr als 150 km bei 120 km/h zu fahren, wenn realistische Fahrbedingungen unterstellt werden (bis 2020 zu erwartende Verbesserungen wurden berücksichtigt).

Den Vorteil des FCEV über die geringere Leistung des BEV zu kommunizieren kann kontraproduktiv sein, da dies eine verunsichernde Wirkung auf den Nutzer haben könnte.

Das **glaubwürdige Verhalten der Akteure** wird als einflussreicher Treiber hinsichtlich des Markterfolgs von Brennstoffzellenfahrzeugen gewertet. Dazu zählt eine offene und überzeugende Kommunikation der Leistungen eines FCEV und welche Mobilitätsbedürfnisse ein solches Fahrzeug abdecken kann.

Annahmen über die geringeren Leistungen der BEV im Vergleich zu den FCEV können beim Verbraucher zu Unsicherheiten führen. Anstelle des gegenseitigen Ausspielens muss der Verbraucher transparent über die Einsatzgebiete aller Fahrzeuge, egal welcher Antriebsart, informiert werden. Es muss klar herausgestellt werden, welche Motivation die Akteure mitbringen: Sollen „grüne, alternative Antriebe“ generell durchgesetzt werden oder geht es um die Marktherrschaft eines präferierten Antriebsstranges, wie der wasserstoffbetriebenen Brennstoffzelle.

Es muss klar herausgestellt werden, welche Motivation die Akteure mitbringen.

Die **mediale Aufbereitung und Berichterstattung** zu FCEV kann einen wesentlichen Beitrag leisten, um das Vertrauen in die Fahrzeuge und seine Eigenschaften zu erhöhen. Dabei ist es in der Kommunikation relevant, weniger Differenzen innerhalb alternativer Antriebsarten sondern eher einen stärkeren Antagonismus zwischen alternativen Antrieben zum ICE in den Vordergrund zu stellen. Die Vermittlung einer Konkurrenzsituation zwischen den alternativen Antrieben verunsichert den Nutzer hinsichtlich der Frage, welche Strategie die richtige und erfolgreiche sein wird. Medien und Berichterstattung können ebenso dazu genutzt werden, den Fokus von technischen Details hin zum Gesamtkontext Energie und Mobilität zu verlagern. Auch im Zusammenhang mit der Markteinführung der Brennstoffzellenfahrzeuge kann ein heterogenes Auftreten der Akteure in den Medien zur Verunsicherung auf Nutzerseite führen. Eine einheitliche Kommunikation nach außen sowie ein gemeinsames Standing der Akteure für die breite Vermarktung alternativer Antriebe erscheinen hier verbraucherfreundlicher. Weiterhin vorteilhaft ist die Einbettung der Thematik in den Kontext der Energiewende, um Sinn und Zweck der Wasserstoffmobilität nachvollziehbar zu machen.

Antriebskosten

In der Studie GermanHy wird eine Senkung der Antriebskosten von FCEV auf das Niveau von Diesel-Kosten angenommen.

Bezüglich der Vorteile des FCEV wird ein Schwerpunkt auf ökonomische Aspekte gelegt. Dies kann in der Kommunikation mit den potenziellen Nutzern zu einseitig sein.

Die in GermanHy formulierten Erwartungen beziehen sich auf die kostenseitige Entwicklung des FCEV und zeigen eine zukünftige ökonomische Gleichstellung gegenüber dem ICE auf. Ökologische Aspekte bleiben dabei unberücksichtigt. Die getroffene Annahme gibt bspw. auch noch keine Auskunft darüber, wie sich eine verbesserte ICE-Ökonomie auf Abgaswerte auswirkt. Um die Glaubwürdigkeit der Akteure zu erhalten, muss die Politik auch hier klare Vorgaben machen (Grenzwerte setzen), die von OEMs eingehalten werden. Darüber hinaus sollte eine klare Trennung zwischen Aussagen der Politik und der Hersteller erfolgen.

Um die Glaubwürdigkeit der Akteure zu erhalten, muss die Politik auch hier klare Vorgaben machen.

Finanzielle Förderung

Da die Annahmen in der Studie Powertrains for Europe 2030 noch von einem Kaufpreis für FCEV von 6.000€ über dem eines ICEs ausgehen, werden in dieser Studie Subventionen zur Förderung der Fahrzeugkaufs gefordert.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Finanzielle Förderung beim Kauf eines FCEV stößt auf Ablehnung oder Unverständnis aus der Bevölkerung. Der Sinn der Förderung sowie die Akzeptanz der Fördermaßnahmen müssen sichergestellt werden.

Sowohl die Ergebnisse der Fallstudien in HyTrust (vgl. HyTrust Arbeitsbericht 06), als auch das Votum der Bürgerkonferenz (vgl. HyTrust Arbeitsbericht 05), ergeben deutlich, dass Kauf-Subventionen abgelehnt werden. Vielmehr sollen nicht-monetäre Vorteile wie etwa Privilegien für FCEV-Nutzer in den Fokus der Aufmerksamkeit gestellt werden. An dieser Stelle gilt es detailliert zu überprüfen, wie sich die Akzeptanz in der Gesellschaft gegenüber Fördermaßnahmen gestaltet und wie diese konzipiert werden müssten, um auf breite Befürwortung zu stoßen.

Serienreife

FCEV sind soweit getestet, dass die kommerzielle Einführung in Sicht ist.

Mehrfache Verschiebungen der Markteinführung nach entsprechenden Ankündigungen in den vergangenen Jahren gehen erheblich zu Lasten der Glaubwürdigkeit der Akteure.

Es reicht nicht aus, „nur“ zu kommunizieren, dass die Fahrzeuge technisch gesehen für die kommerzielle Einführung bereit sind und die FCEV ebenso wie BEV und PHEV bis 2030 in den relevanten Segmenten kostenwettbewerbsfähig mit ICE sein werden. Der Verbraucher benötigt eine Begründung, warum der Serienstart *diesmal* erfolgreich sein wird, da die Enttäuschungen der letzten Ankündigung z.T. noch nachwirken. Die Fallstudien im Rahmen von HyTrust zeigen, dass eigene Berührungspunkte und das Erleben des Fahrzeugs einen wesentlichen Beitrag zur Akzeptanz und zum Vertrauen in die Technologie betreibenden Akteure leisten können. So bewerten die Testnutzer in den Fallstudien (vgl. HyTrust Arbeitsbericht 06) die FCEV nach der Nutzung durchweg positiver. Die Nutzer sind überrascht, wie gut die FCEV funktionieren. Solche Erlebnisse müssen gefördert werden, so dass möglichst viele Personen diese positiven Erfahrungen teilen können.

Der Verbraucher benötigt eine Begründung, warum der Serienstart diesmal erfolgreich sein wird, da die Enttäuschungen der letzten Ankündigung z.T. noch nachwirken.

3.3.4 Energie

Dekarbonisierung des Verkehrs

In der Studie Powertrains for Europe wird von einer Dekarbonisierung des Verkehrs um 95% bis zum Jahr 2050 ausgegangen.

Nutzungskonzepte des Autos: Im HyTrust Arbeitsbericht 07 wird aufgezeigt, dass dieses Ziel der CO₂-Reduktion nur durch ein

Zusammenspiel verschiedener Maßnahmen erreicht werden kann. Neben der Einführung und breiten Etablierung alternativer Antriebe, z.B. FCEV, wird auch die Notwendigkeit veränderten Nutzungsverhaltens unterstellt. Beide Pfade sind jedoch langfristig angelegt und als Grundlage tagespolitischer Entscheidungen scheinbar ungeeignet. Zusätzlich ist das Thema in der **medialen Berichterstattung** wenig präsent und bekommt damit nicht die Aufmerksamkeit, die nötig wäre, um eine Dekarbonisierung des Verkehrs als **gesamtgemeinschaftliches Projekt** im öffentlichen Bewusstsein zu verankern.

Zur Umsetzung eines umfangreichen Vorhabens wie der fast vollständigen Dekarbonisierung des Verkehrs werden bereits heute Weichen gestellt werden müssen, die über die Bereitstellung alternativer Antriebe hinausgehen. Dazu scheint es notwendig zu sein, das Ziel einerseits in langfristigen Strukturen zu verankern, z.B. durch Gesetze, und gleichzeitig Pfade zu entwickeln, mit denen das Ziel erreicht werden kann, z.B. indem die Vision einer Wasserstoffgesellschaft, aber auch von Mobilitätswandel, im öffentlichen Bewusstsein verankert wird. Durch die Verknüpfung der Förderung CO₂-freier Antriebe mit alternativen Mobilitätskonzepten wie Parkraumbewirtschaftung, Bevorzugung von Carpooling-Nutzern, ÖV-Ausbau etc. könnten gleichzeitig Synergieeffekte erzielt werden.

Wie die Ergebnisse der Bürgerbefragungen und das Votum der Bürgerkonferenz im Rahmen von HyTrust zeigen, lässt sich das Thema gut mit anderen Themen wie der Energiewende verknüpfen und könnte dadurch stärker in der öffentlichen Wahrnehmung verankert werden.

Das Thema Wasserstoff kann gut mit ähnlichen Themen wie der Energiewende verknüpft und dadurch stärker in der öffentlichen Wahrnehmung verankert werden.

Konkurrenz der Energieträger

In der Studie GermanHy wird davon ausgegangen, dass vor allem Braunkohle, aber auch andere fossile Energieträger dauerhaft die günstigsten Energiequellen bleiben werden.

Aktuelle Diskussionen um die Höhe der Kosten für Strom aus Erneuerbaren Energien, lassen Konflikte zugunsten der Beibehaltung der Nutzung fossiler Brennstoffe erwarten. Diese könnten sich verschärfen, je deutlicher der Preisunterschied zwischen fossilen und erneuerbaren Energiequellen ist.

Das Bekenntnis zu einem irreversiblen, politisch und gesellschaftlich verankerten Pfad hin zu einer 100prozentigen erneuerbaren Energieversorgung würde den Fokus weg von den Kosten und hin zu einem gesamtgesellschaftlichen Projekt lenken. Der beschlossene und teilweise bereits vollzogene Ausstieg aus der Kernenergie ist ein Beispiel für ein derartiges Projekt.

Peak Oil

In den beiden Szenarien „BAU“ und „Klimaschutz“ der Studie GermanHy wird angenommen, dass die Verfügbarkeit von Öl mit steigender Nachfrage ebenso steigt, es also nicht zu einem Fördermaximum „Peak Oil“ kommen wird. So wird ein Ölpreis von 54 US-Dollar pro Barrel in 2020 und 111 US-Dollar pro Barrel in 2050 angenommen.

In dem Szenario Ressourcenknappheit wird von einer stetig abnehmenden Verfügbarkeit fossiler Ressourcen ausgegangen. Das Öl wird pro Barrel demnach in 2020 248 US-Dollar und im Jahr 2050 202 US-Dollar kosten.

Hinter den Darstellungen zur zukünftigen Entwicklung von Ölpreisen steht die Annahme, dass die Einführung von FCEV vor allem von ökonomischen Treibern abhängig ist. Je höher der Preis für fossile Kraftstoffe sein wird, desto interessanter werden für Konsumenten demnach kostengünstigere alternative Antriebe bzw. Kraftstoffe. Diese Fokussierung auf den Preis von Wasserstoff als Kraftstoff könnte im Fall des Ausbleibens von Teuerungen für fossilen Kraftstoff dazu führen, dass Wasserstoff dauerhaft als zu teuer empfunden wird. Im Falle einer erheblichen Steigerung des Ölpreises könnten demnach FCEV eine günstige Alternative darstellen.

In beiden Fällen werden keine veränderten **Nutzungskonzepte des Autos** berücksichtigt, sondern davon ausgegangen, dass der Bedarf an fossilen Kraftstoffen letztlich die Nachfrage an FCEV bestimmen wird. Die Fokussierung auf technologische Lösungen um dem Problem der Ressourcenknappheit zu begegnen, verstellt die Sicht für den Entwurf der Vision einer Wasserstoffgesellschaft. Entsprechend stehen kurzfristige **Politikentscheidungen** zur Förderung bestehender Nutzungskonzepte für den Fahrzeugverkehr langfristigen Festlegungen für die Etablierung einer Wasserstoffgesellschaft gegenüber.

In der **öffentlichen Wahrnehmung** werden die Auswirkungen von Ressourcenknappheit eher als hohe Preise für Benzin und Diesel an Tankstellen wahrgenommen. „Peak Oil“ taucht in Medien lediglich als Expertenthema auf.

„Peak Oil“ bietet sich dafür an, die Vision einer zukünftigen Wasserstoffgesellschaft als Alternative zur Karbongesellschaft zu entwerfen.

„Peak Oil“ bietet sich dafür an, die Vision einer zukünftigen Wasserstoffgesellschaft als Alternative zur Karbongesellschaft zu entwerfen. Allerdings greift die Konzentration auf die Preise fossiler Kraftstoffe an Tankstellen zu kurz.

Vielmehr ist das Thema dafür geeignet, darzustellen, wie durch die gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision Klimaschutzziele erreichbar sein können und gleichzeitig eine Alternative für zukünftige Mobilität entwickelt werden kann. Mit der Vision einer funktionierenden Wasserstoffgesellschaft könnte zudem ein effektiverer Einsatz des

Emissionszertifikatehandels in der Öffentlichkeit vermittelt werden. Gleichzeitig kann die Wasserstofftechnologie über den Mobilitätsbereich hinaus einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten, indem Speichermöglichkeiten für volatil produzierende Energiequellen zur Verfügung gestellt werden.

Die zu erwartende Verknappung von Ressourcen bietet die Möglichkeit, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht lediglich als Garantin für niedrige Kraftstoffpreise zu verstehen, sondern unabhängig von zukünftigen Barrelpreisen als Vehikel für alternative Nutzungskonzepte, Energiesparkampagnen, Veränderungen im Mobilitätsverhalten – sprich als gesellschaftliches Projekt umzusetzen.

Dazu bedarf es offene Informationen und einen gesellschaftlichen Diskurs, der die Gleichzeitigkeit der Entwicklung innovativer Technik und auch gesellschaftlichen Wandels zulässt.

3.3.5 Infrastruktur

Änderungen im Mobilitätsverhalten und Nutzungskonzepte beachten

Die Studie GermanHy geht von einem FCEV-Bestand in Großstädten zwischen 8% und 12% für die Spanne zwischen den Szenarien mit "hoher politische Unterstützung" und "schnellem technologischen Lernen" und "hoher politischer Unterstützung" und "moderatem technologischen Lernen" aus. Nur diese Penetrationsraten von FCEV führen demnach zur Auslastung der Infrastruktur. Niedrigere Penetrationsraten werden verworfen, da ansonsten die Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt würde.

Verändertes Mobilitätsverhalten und **veränderte Nutzungskonzeptes des Autos** (wie in den vorherigen Abschnitten bereits beschrieben) werden bei der Prognose der Zulassungszahlen nicht berücksichtigt. Dies kann jedoch zu geringeren Verkaufszahlen führen, die eine Nichtauslastung der Infrastruktur und infolgedessen ein geringeres Engagement der Akteure für den weiteren Ausbau nach sich ziehen. Wenn entweder „hohe politische Unterstützung“ oder „schnelles technologisches Lernen“ fehlen, wird die angestrebte Penetrationsrate nicht erreicht.

Neue **Nutzungskonzepte** bzw. die Nutzung der FCEV in Fahrzeugflotten (in Verbindung mit dem Öffentlichen Verkehr) können dem teilweise entgegen steuern. Alternative Nutzungskonzepte gerade in Großstädten müssten sich durchsetzen. Dafür müsste der Bestand an ICE drastischer zurückgehen. Um eine Wirtschaftlichkeit und Auslastung der Infrastruktur zu erreichen muss das FCEV dementsprechend in Carsharing- und Flottenkonzepte eingebunden werden.

Alternative Nutzungskonzepte gerade in Großstädten müssten sich durchsetzen.

Über Infrastrukturausbau informieren und diesen sichtbar machen

Der Infrastrukturausbau wird sich laut der Studie GermanHy zuerst in den Ballungsräumen Berlin, Hamburg und dem Ruhrgebiet vollziehen. Ein Netz von 180 Autobahntankstellen würde ab dem Jahr 2020 zwei Drittel der deutschen Autobahnkilometer abdecken. Weitere Ausbaustufen während Markteinführung würden die Rhein-Neckar-Region, die Rhein-Main-Region und den Großraum München einbeziehen.

Ohne ausreichende und sichtbare Infrastruktur werden sich die FCEV nicht am Markt durchsetzen können.

Ohne ausreichende und sichtbare Infrastruktur werden sich die FCEV nicht am Markt durchsetzen können. Gerade für Kunden, die große Autos bevorzugen (Vertreter) ist es wichtig, lange Strecken zurücklegen zu können.

Für diese muss ein möglichst schneller Infrastrukturausbau, von Ballungszentren über verbindende Korridore und anschließend auch flächendeckend, gewährleistet werden. Generell zeigt sich bei den Befragungen im Rahmen der Fallstudien, dass der Aufbau der Infrastruktur eine der wesentlichen Voraussetzungen ist, um ein FCEV zu kaufen oder auch nur zu nutzen. Die „Range-Anxiety“ muss über die Sichtbarkeit der Wasserstoff-Betankungsinfrastruktur genommen werden. Zudem wird in Experteninterviews deutlich, dass die potenziellen Nutzer die Infrastruktur und das Fahrzeug als Gesamtpaket bewerten, weshalb sich eine dünne und schlecht funktionierende Infrastruktur auch negativ auf das FCEV selbst auswirken könnte (vgl. HyTrust Arbeitsbericht 06). Auch hier sollte über alternative Betreibermodelle nachgedacht werden, die beispielsweise den Fahrzeugkauf oder -nutzung, den Kraftstoffkauf, die Energiegewinnung etc. miteinander koppeln und Synergien für alle beteiligten Akteure schaffen.

Glaubwürdiges Verhalten der Akteure: Mangelnde Infrastruktur schwächt das Vertrauen potenzieller Nutzer in die Wasserstoffmobilität.

Das Fehlen einer ausreichenden Infrastruktur kann sich ebenso verunsichernd auf das Fahrzeug selbst auswirken. Eine mangelnde Infrastruktur stellt die Alltagstauglichkeit und Zukunftsfähigkeit der FCEV in Frage, da Fahrzeugkonzept und Infrastruktur zusammen bewertet werden. Ein gemeinsames Kommittee von OEM, Politik und Wasserstoff-Herstellern/Distributoren hinsichtlich des schnellen und flächendeckenden Ausbaus der Infrastruktur, auch über Deutschland hinaus, kann diese ersten Verunsicherungen nehmen. Ebenso der Wille, über gemeinsame Betriebsmodelle zu diskutieren, kann den Glauben an die Zukunftsfähigkeit der Technologie erhöhen.

Mediale Aufbereitung: Sicherheit durch Information geben

Die Kommunikation des Aufbaus der Wasserstoffinfrastruktur, ausgehend von den großen Ballungszentren, hinaus in die Fläche, kann zur vergrößerten Akzeptanz gegenüber der Technologie führen und v.a. das Sicherheitsgefühl hinsichtlich der ausreichenden Versorgung erhöhen. Weiterhin hat die Darstellung des Standortvorteils Deutschland durch die konsequente Vertiefung und Ausweitung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ggf. weiteren unterstützenden Charakter der kommuniziert werden sollte.

Investitionen in den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur vergleichbar machen

In der Studie Powertrains for Europe wird angenommen, dass eine jährliche durchschnittliche Investition von 2,5 Milliarden Euro für die Einführung der Wasserstofftechnologie mit anderen Industrien wie Öl, Gas, Telekommunikation und Straßeninfrastruktur vergleichbar sei.

Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision: Die Information über vergleichbare Investitionen kann vom Verbraucher nicht klar eingeordnet werden, da der Abgleich zu anderen Technologien fehlt.

Eine unzureichende Teilhabe der Verbraucher an Entwicklungsprozessen und eine Unwissenheit über die entstehenden Kosten bzw. die Verteilung der Kosten beim Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur können daher Akzeptanzprobleme erzeugen. Dementsprechend muss eine transparente Informationspolitik sicherstellen, dass diese Unsicherheitsfaktoren nicht auftreten und eine klar nachvollziehbare Vergleichbarkeit mit konkreten Beispielen zu anderen Industrien hergestellt werden, um relative Kostenunterschiede darzustellen und verständlich zu machen.

Eine unzureichende Teilhabe der Verbraucher an Entwicklungsprozessen und eine Unwissenheit über die entstehenden Kosten bzw. die Verteilung der Kosten beim Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur können daher Akzeptanzprobleme erzeugen.

Beteiligung der Bevölkerung an Entscheidungsprozessen

In der Studie GermanHy wird für den Ausbau der Infrastruktur der Bau von Pipelines zum Transport von Wasserstoff notwendig.

Unwissenheit über die Relevanz von Pipelines kann zur Ablehnung führen, da ökonomische, ökologische oder auch ästhetische Argumente in den Vordergrund rücken könnten.

Auch hier muss die Bevölkerung (Beteiligte, Betroffene, Verbraucher) in den Entscheidungs- und Durchführungsprozess mit einbezogen werden. Wird dieser Infrastrukturaufbau nicht als Teil der Vision einer Wasserstoffgesellschaft und im Rahmen der Energiewende gedacht und entsprechende Teilhabeprozesse initiiert, ist mit Protesten und Widerstand zu rechnen. Bürgerbeteiligungsprozesse stellen hier einen wichtigen Ansatz, damit u.a. regionale Akzeptanzprobleme frühzeitig analysiert und diskutiert werden können.

Ökologische Vorteile des FCEV zur Vermarktung und Privilegierung nutzen

In der Studie GermanHy werden Luftverbesserungen beschrieben, die durch vermiedene Emissionen durch FCEV entstehen können.

Die Nutzung von FCEV anstelle von ICE stellt ein teures Mittel zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes.

Hier wird zwar ein positiver Effekt durch die Nutzung von FCEV herausgestellt, und der entsprechende Infrastrukturaufbau damit begründet, es handelt sich dabei aber um ein sehr kostspieliges Instrument zur Luftgüteverbesserung. Das Kriterium der Luftverbesserung könnte aber bspw. politisch genutzt werden, um die Einfahrt in Innenstädte nur für FCEVs zu privilegieren.

4 Fazit

Die Analyse von Journals hat gezeigt, dass sozialen Treiber und Faktoren in Studien und Untersuchungen bisher wenig Beachtung geschenkt wird.

Auch wenn in technologischen Szenarien naturgemäß in erster Linie ökonomische, technologische oder politische Daten zur Analyse beinhalten, sollten soziale Treiber und gesellschaftliche Entwicklungen nicht außer Acht gelassen werden. Die beiden Roadmaps (Powertrains for Europe und GermanHy), die eine häufige Entscheidungsgrundlage für die NOW bieten, berücksichtigen diese sozialen Treiber auch nur am Rande.

Die Relevanz dieser sozialen Treiber wurde bei den Expertenworkshops deutlich aufgezeigt. Neben der Identifizierung einer Vielzahl an sozialen Treibern, wurde ihr unterschiedlich starkes Einflusspotenzial auf die Zielerreichung der Roadmaps herausgestellt. Es bestehen zudem Abhängigkeiten und Beeinflussungen zwischen den verschiedenen sozialen Treibern, die näher beschrieben wurden. Die Entwicklung und Stärke der verschiedenen Einflussgrößen und Rahmenbedingungen können dadurch verschiedenen Ausrichtungen annehmen. Die von den Experten als besonders wichtig erachteten und näher untersuchten sozialen Treiber waren auch in den HyTrust-Arbeitspaketen immer wieder aufgetaucht.

Die Nichtberücksichtigung dieser sozialen Faktoren und Treiber kann den Innovationsprozess in vielfältiger Weise 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. Diese Erkenntnisse waren u.a. Anlass dafür, bei beiden

Die Nichtberücksichtigung dieser sozialen Faktoren und Treiber kann den Innovationsprozess in vielfältiger Weise ins Stocken bringen, die aus technisch und ökonomisch orientierten Roadmaps nicht ersichtlich sind.

Szenarien daraufhin zu untersuchen, inwiefern gesellschaftliche Entwicklungen und Einflüsse Auswirkungen auf ihre Zielerreichung haben und wo ggf. nachgesteuert werden kann.

Im Folgenden werden, anhand der vier von den Experten identifizierten wichtigsten sozialen Treiber, die entscheidenden Konflikte mit den Annahmen aus GermanHy und Powertrains for Europe benannt und Empfehlungen formuliert.

1. Neue Nutzungskonzepte des Autos berücksichtigen

Bisher wurden in den Roadmaps keine abweichenden oder alternativen Nutzungskonzepte für das FCEV gegenüber herkömmlichen Pkw berücksichtigt. Lediglich das Aggregat wird ausgetauscht. Es wird davon ausgegangen, dass Autos weiterhin in Privatbesitz genutzt werden.

- a) Wenn sich in Zukunft Nutzungskonzepte des Pkw - weg vom Privatbesitz hin zu Sharing-Konzepten bspw. Carsharing-Anwendungen - verschieben, muss das Auto intuitiv bedienbar und auf diesen Nutzungskontext angepasst sein. Zum Beispiel kleine, robuste und wendige Fahrzeuge für die Carsharing-Nutzung in urbanen Räumen anbieten.
- b) Von der zurzeit prognostizierten zurückgehenden Pkw-Kaufbereitschaft, insbesondere der jüngeren Generation, sowie einem sich wandelnden Mobilitätsverhalten wird ein enormer Einfluss auf die Absatzzahlen der FCEV erwartet. FCEV, die für einen bestimmten Nutzungsanlass (z.B. Carsharing) entsprechend konzipiert sind, können ihrerseits Wirkung üben und bspw. Trends hin zu „Nutzen statt Besitzen“ verstärken. Das FCEV kann hier eine für Innovationen typische Nische besetzen und gleichzeitig dazu dienen, das FCEV erlebbar und über den Sharing-Gedanken für viele Personen nutzbar zu machen.
- c) Es findet eine fortschreitende Diversifizierung von Fahrzeugtypen und Antrieben statt. FCEV ist nicht die alleinige Alternative bzw. das Substitut des konventionellen Pkw, sondern es muss sowohl seinen Platz unter den Fahrzeugtypen als auch unter den Antrieben finden. Wenn für den innerstädtischen motorisierten Individualverkehr (MIV) eher batterieelektrische gemietete Fahrzeuge zum Einsatz kommen, müssen Einsatzgebiete für das FCEV definiert werden, z.B. FCEV als Mietwagen für mittlere und größere Entfernungen sowie Flottenbetriebe (Taxi, Versicherungen etc.).

FCEV ist nicht die alleinige Alternative bzw. das Substitut des konventionellen Pkw, sondern es muss sowohl seinen Platz unter den Fahrzeugtypen als auch unter den Antrieben finden.

2. Glaubwürdiges Verhalten der Akteure erzielen/beibehalten

Es gibt einen großen Vertrauensvorsprung in der öffentlichen Wahrnehmung für FCEV. Dieser könnte ohne ein klares Bekenntnis und Gesetzgebung der handelnden Akteure zu FCEV und Nachhaltigkeit leicht verspielt werden.

- a) Akteure sollten ihre ökonomischen und ökologischen Ziele offen legen und transparent kommunizieren. Entsprechende Finanzierungskonzepte zur Einführung von FCEV müssen für die Bevölkerung nachvollziehbar sein. Um das vorhandene Vertrauen nicht zu verlieren, sollte bspw. die übergangsweise Nutzung von Wasserstoff aus fossilen Quellen für den Betrieb von FCEV transparent dargestellt und die Notwendigkeit der Nutzung nachvollziehbar gemacht werden.

3. Gesellschaftliche Teilhabe an einer Vision ermöglichen

Um den Gedanken einer Wasserstoffgesellschaft weiter zu treiben sollte das FCEV nicht nur als technologische Entwicklung begriffen werden, die dem Verbraucher am Ende zur Verfügung gestellt wird. Vielmehr muss eine gemeinsame Vision gestaltet werden, an welcher der Bürger als Stakeholder teilhaben kann.

Die Öffentlichkeit muss im Innovationsprozess mitgenommen und animiert werden, eine gemeinsame Vision der Wasserstoffgesellschaft zu entwickeln und umzusetzen.

- a) Die Öffentlichkeit muss im Innovationsprozess mitgenommen und animiert werden, eine gemeinsame Vision der Wasserstoffgesellschaft zu entwickeln und umzusetzen. Das bedeutet, dass Bürger nicht nur als Verbraucher, sondern als aktive (Mit-)Gestalter wahrgenommen und beteiligt werden. Dazu gehören bspw. die Untersuchung der Akzeptanz von Fördermaßnahmen in der Bevölkerung und die Integration der Bürger als Stakeholder neben Industrie, Wirtschaft und Politik in Entscheidungsprozesse.
- b) Das FCEV kann dabei als Zukunftstechnologie und als Teil einer umfassenderen Perspektive herausgestellt werden und unter dem Motto „Heute schon das Morgen fahren“ die Bürger aktivieren. In den Repräsentativbefragungen¹¹ und der Bürgerkonferenz¹² ist zudem deutlich geworden, dass das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur im engeren Rahmen von Mobilität, sondern im Kontext der Energiewende diskutiert wird. Die Frage nach Speichertechnologien für einen steigenden Anteil Erneuerbarer Energien bietet dabei eine Chance, Wasserstoff als gesamtgesellschaftliches Zukunftsthema zu etablieren. Das FCEV steht dabei nicht im Fokus, ist aber ein wichtiges Teilsystem in

¹¹ Siehe HyTrust Arbeitsbericht 03

¹² Siehe HyTrust Arbeitsbericht 05

dem der durch Erneuerbare Energien erzeugte Wasserstoff direkt und unmittelbar genutzt werden kann.

Damit bietet die Vision einer zukünftigen Wasserstoffgesellschaft nicht nur die Chance für mehr Vertrauen und Akzeptanz für FCEV, sondern gleichsam die Möglichkeit, zu mehr Partizipation, z.B. indem alternative Finanzierungskonzepte und Betreibermodelle entwickelt werden können.¹³ Das steigert die Dynamik im Umsetzungsprozess.

4. Mediale Aufbereitung und Berichterstattung stärken

Bei der Umsetzung und Verbreitung einer solchen Zukunftsvision spielen die mediale Aufbereitung und Berichterstattung eine wesentliche Rolle. Die daraus resultierende öffentliche Wahrnehmung hat enormen Einfluss auf das Vertrauen und die Akzeptanz der Technologie in der Bevölkerung. Daher sollten nicht nur fahrzeugspezifische und technologische Entwicklungen in Fachzeitschriften veröffentlicht werden, sondern auch über publikumsnahe Medien die Zukunftsvision von FCEV, Speicherpotenziale sowie die Möglichkeit das FCEV als einen Teil der „Mobilität von Morgen“ zu vermitteln.

In den beiden Referenzstudien GermanHy und Powertrains for Europe findet dieser Treiber wenig Berücksichtigung. Vielmehr wird gelegentlich von einem Bild der Technologie ausgegangen, das der tatsächlichen Berichterstattung nicht entspricht.

- a) Es ist nötig, das Bild von FCEV in Presse und Medien laufend und aufmerksam zu verfolgen, um gegebenenfalls kommunikativ eingreifen zu können. Zyklen der Medienaufmerksamkeit überlagern sich häufig nicht mit den Zyklen tatsächlicher technischer Entwicklung. So kommt es zu scheinbaren „Hypes“, obwohl z.B. die Voraussetzungen für Serienproduktionen noch nicht gegeben sind. Andererseits kommt es häufig zu Ernüchterungen, sobald einzelne Akteure oder Ereignisse darauf hindeuten, dass sich Erwartungen z.B. zu Verkaufsstarts nicht erfüllen. Insbesondere nach verschobenem Serienstart von FCEV in Deutschland muss das vorhandene Vertrauen bis zur Markteinführung aktiv aufrechterhalten werden.
- b) Eine aktive Kommunikation über FCEV sollte beinhalten:
 - Klare Entscheidungen von Akteuren in Wirtschaft und Politik.
 - Informationen über die Finanzierungen und Förderungen.

Daher sollten nicht nur fahrzeugspezifische und technologische Entwicklungen in Fachzeitschriften veröffentlicht werden, sondern auch über publikumsnahe Medien die Zukunftsvision von FCEV, Speicherpotenziale sowie die Möglichkeit das FCEV als einen Teil der „Mobilität von Morgen“ zu vermitteln.

¹³ Ein Pilotprojekt des Netzbetreibers Tennet bietet in Schleswig Holstein Bürgern die Möglichkeit, sich finanziell am Bau von Hochspannungs-Stromtrassen zu beteiligen. Diese so genannte Bürgerdividende soll dabei helfen, mehr Akzeptanz für die Umsetzung der Energiewende zu erzielen.

- Technologieoffenheit kommunizieren und „leben“.
- Infrastruktur sichtbar machen.
- Schwerpunkt in der Kommunikation auf Vorteile des FCEV in Abhängigkeit von aktuellen Trends legen.
- Eigenen Charakter und individuellen Mehrwert des FCEV herausarbeiten.

Mediale Aufbereitung und Berichterstattung kann informieren und aufklären sowie Vertrauen und Akzeptanz schaffen. Echte Begeisterung für FCEV wird allerdings überwiegend durch eigene Erfahrungen hervorgerufen.

5 Exkurs: 2x2-Szenariobildung

Mit Hilfe der in der Zukunftsforschung sogenannten 2x2-Szenario-Technik¹⁴ lassen sich mögliche Varianten zukünftiger Entwicklungen abbilden. Daher wurde der Prozess zur Identifizierung sozialer Treiber im Rahmen des Arbeitspaketes dazu diente, die beiden von der NOW präferierten Referenzszenarien mit diesen Faktoren zu konfrontieren- parallel dazu genutzt, verschiedene Szenarien zu beschreiben. Sie sollen dabei helfen, die im vorigen Kapitel beschriebenen „Stolpersteine“ bei der Einführung von FCEV sichtbar zu machen, bzw. für mögliche Fehlentwicklungen zu sensibilisieren.

Zur Gestaltung eines 2x2-Szenarios werden von den Experten die am **bedeutsamsten und regulierbarsten** identifizierten Faktoren mit der höchsten Bewertung genutzt (vgl. Kapitel 3). Je unsicherer bisher die Entwicklung dieser Faktoren ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass alternative Szenarien zum BAU¹⁵ entworfen werden können. Konkret werden zwei Faktoren mit ihren jeweiligen äußersten Ausprägungen übereinandergelegt und für die jeweiligen vier Felder werden möglichst anschauliche Labels vergeben sowie eine kurze Beschreibung angefertigt. In einer sogenannten „Break-out Session“ werden die zukünftigen möglichen Entwicklungen der vier Teilszenarios mit Hilfe des folgenden Musters näher beschrieben:

1. Weak signals: Was erkennen wir bereits heute an Signalen und Indikatoren, die diese Entwicklung charakterisieren?
2. Wie können „Wild cards“ aussehen? Was passiert, wenn das Unwahrscheinliche eintritt?

Weak Signals und Wild Cards

¹⁴ Miles, Ian, et al.: Foresight: Exploring the Future, Shaping the Present, Manchester Institute of Innovation Research, 2011

¹⁵ Business As Usual

3. Storyline, Tagebucheintrag, Brief an „heute“, um das Szenario zu veranschaulichen.
4. Headlines (in bspw. FAZ, in BILD) können die Idee dieser vorstellbaren zukünftigen Welt weiter veranschaulichen und lebendig machen.
5. Akteure benennen: Wer ist relevant, welche Parteien sind in der Regierung/Opposition, welche Unternehmen oder Privatpersonen sind aktiv? Wo liegen Machtzentren?
6. Wie ist die Gesellschaft in dieser zukünftigen Welt organisiert? Wer profitiert in dieser Gesellschaft, wer sind die Verlierer?
7. Welche Aussagen lassen sich hinsichtlich sozialer Innovationen, Technologien, Lebensqualität treffen?

Zweimal wurde diese Methode mit jeweils zwei der identifizierten Treiber und ihren jeweiligen Ausprägungen beispielhaft durchgeführt, so dass insgesamt acht Szenarien entwickelt wurden.

Im ersten 2x2 Szenario werden die Treiber *Nutzungskonzepte* und *gesellschaftliche Teilhabe* übereinandergelegt (vgl. Abb. 6). Als entgegen gerichtete Ausprägungen für *Nutzungskonzepte* von Pkw wurde der Privatbesitz und auf der anderen Seite der Pkw als Teil des öffentlichen Verkehrs gewählt. Die Ausprägungen der *gesellschaftlichen Teilhabe* sind mit „Laid back“, also mit einer unengagierten Konsumentenhaltung und auf der anderen Seite mit „Lean forward“, d.h. mit einer Haltung großer gesellschaftlicher Teilhabe und Engagements definiert. Als Zeithorizonte wurden die Jahre 2030 und 2050 gewählt.

Die möglichen Teil- Szenarien werden im Folgenden beschrieben.

Zweimal wurde diese Methode mit jeweils zwei der identifizierten Treiber und ihren jeweiligen Ausprägungen beispielhaft durchgeführt, so dass insgesamt acht Szenarien entwickelt wurden.

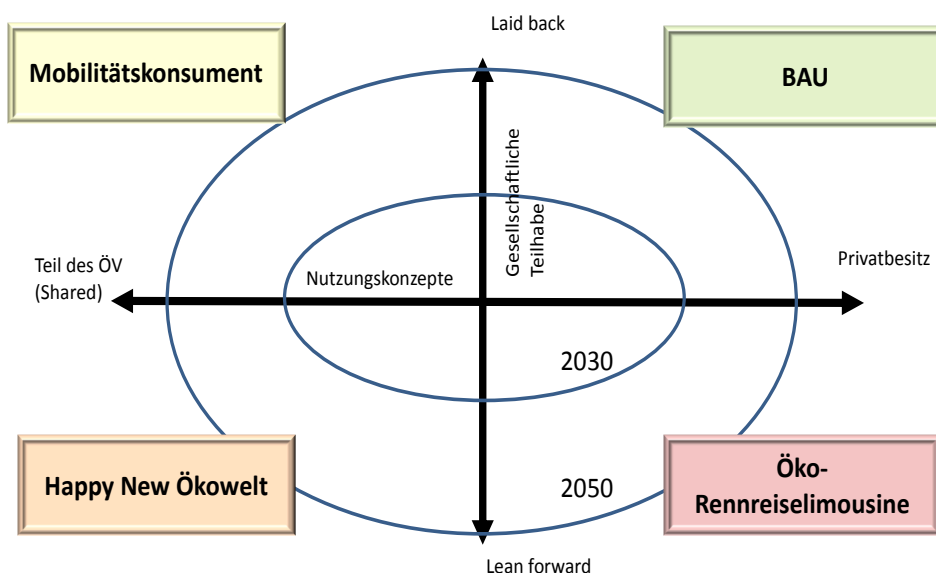


Abbildung 6: 2x2 Szenario Nutzungskonzepte und gesellschaftliche Teilhabe

Mobilitätskonsument

In der Welt „Mobilitätskonsument“ im Jahr 2050 kommen die Lösungen von oben. Der Bürger lehnt sich bequem zurück und verlässt sich auf die Entscheidungen der großen und mächtigen Unternehmen. Das Brennstoffzellenfahrzeug wird eingebettet in ein Sharing-Konzept im Verbund mit anderen Verkehrsmitteln, dem „Deutschen Mobilitätsverbund“, angeboten und genutzt. Wie in einem Mobilitäts-Schnellrestaurant können die Bürger ihre Mobilitätsdienstleistungen „McMobility“ einfach und günstig kaufen, sind dabei aber von den Entscheidungen der Politik abhängig. „McMobility“ ist in dieser Welt bereits erfolgreich an die Börse gegangen und Headlines wie „Dax: McMobility schlägt alle Rekorde“ überraschen kaum noch. Der für die Mobilität benötigte Wasserstoff wird zentral erzeugt und verteilt.

„McMobility“ ist in dieser Welt bereits erfolgreich an die Börse gegangen.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: DB Flinkster

Was hindert die Entwicklung: Energiewende wird zurückgefahren

BAU (Business as usual)

Diese von der Wirtschaft dominierte Welt wird von OEMs und Energieversorgerverbänden getragen. Die Mehrklassen-Mobilität ist bereits zum Alltag geworden. Brennstoffzellenfahrzeuge sind für die Wohlhabenden im Premium-Segment käuflich und für die breite Masse wird die Brennstoffzelle in weniger komfortable Klein- und Kleinstwagen eingebaut. Das Mobilitätsverständnis ist pragmatisch, eine geringere Reichweite wird in Kauf genommen, wenn der Wagen nur ins Eigentum übergehen kann. Auch wenn sich das Prinzip von „Hauen und Stechen“ wieder finden lässt, bilden sich dennoch kleinere Nischen heraus, in denen die eigenen Mobilitätsprobleme selbst gelöst werden. Beim täglichen Klick auf die Nachrichten-App erfährt der Bürger dieser Welt: „Millionstes H₂-Micro-Car läuft vom Band“.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: bisheriges Angebot

Was hindert die Entwicklung: Ressourcenverteilung, weniger Verfügbarkeit

Happy New Ökowitz

In der „Happy New Ökowitz“ steht das WIR im Vordergrund. Die Entwicklung der Wasserstoffgesellschaft wird durch die Basis getragen und von „peer-to-peer“-Netzwerke geprägt. Sowohl Einzelbürger, Genossenschaften, Kommunen, NGOs als auch Non-Profit-Organisationen treiben den Prozess weiter voran. Eine hochgradige Vernetzung autonomer Anbieter, wie Stadtteile, Einzelanbieter und Genossenschaften, forciert diesen Fortschritt. Energieversorgung findet durch dezentrale Smartgrids statt. Die Produktion von Wasserstoff wird

genossenschaftlichen organisiert, erzeugt und gespeichert. Wasserstoff als Speicher für Erneuerbare Energien ist Usus. Schlägt man in dieser Welt die Zeitung auf prangt einem in großem Buchstaben entgegen: „Sonne für alle billiger denn je.“

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: Kooperativen, alternatives Geld

Was hindert die Entwicklung: Kostenexplosion von zentraler Infrastruktur durch EEG

Öko- Rennreiselimousine

In dieser zweckorientierten Welt der Wasserstoff- Selbstversorger steht das ICH im Mittelpunkt. Bürger finden sich in einer „konstitutionellen Demokratie“ wieder, in der sich der Staat sukzessive auf dem Rückzug befindet. Die Verantwortungsübernahme für den eigenen Lebensbereich wird erwartet, Technologieanbietern ein großer Einfluss zugeschrieben, zweckorientierte Verbände strukturieren alle Lebensbereiche. Der Autobesitz ist für den grünen Spießer selbstverständlich und ein Rebound-Effekt vorprogrammiert. Auch lange Strecken mit dem Auto werden mit gutem Gewissen zurückgelegt, immerhin handelt es sich ja um ein Brennstoffzellenfahrzeug, so dass die Headline: „Ich habe Spaß- ich geb Gas!“ kaum mehr verwundert. Der „H₂-Kleingärtner“ lebt in seiner eigenen kleinen Wasserstoffwelt und schafft den Blick über die Hecke kaum.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: LOHAs¹⁶

Was hindert die Entwicklung: Ressourcenknappheit, Einkommensrückgänge

¹⁶ „Lifestyles of Health and Sustainability“ (Lebensstile für Gesundheit und Nachhaltigkeit)

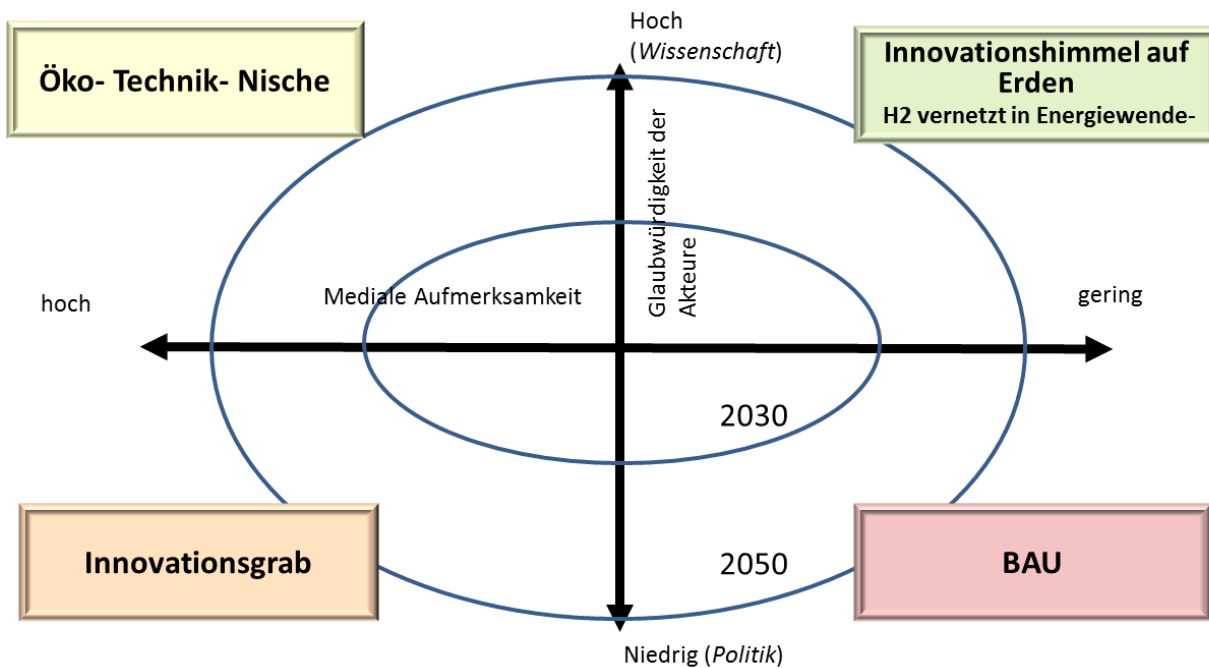


Abbildung 7: 2x2-Szenario Mediale Aufmerksamkeit und Glaubwürdigkeit der Akteure

Öko- Technik- Nische

Wasserstoff wird als Forschungszweck behandelt und von Öko- und Technik-Freaks, Spezialisten und Forschern als Thema wahrgenommen.

In der Welt „Öko-Technik-Nische“ wird der Entwicklung der Wasserstoffmobilität wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Forschungen zu Wasserstoff finden in den Labors der Unis und Forschungseinrichtungen statt, das Wissen von „Pros and Pracs“ für „Pros and Pracs“ generiert. Wasserstoff wird als Forschungszweck behandelt und von Öko- und Technik- Freaks, Spezialisten und Forschern als Thema wahrgenommen. Von Seiten der Politik ist kein Vorantreiben der Thematik zu erwarten und auch der Bürger blättert in der Zeitung weiter, wenn die Randnotiz: „ICHS tagt zu ISO-Norm 863/7A“ den letzten Rest zu Verwirrung oder gar Desinteresse gibt.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: *Spezialzeitschriften (H₂ kein Massenmedium), keine integrierten Studiengänge, mangelnde Verknüpfung von H₂ mit alternativen Antrieben*

Was hindert die Entwicklung: *Diesel aus Algen*

Innovationshimmel auf Erden

In der Welt „Innovationshimmel auf Erden“ stehen nicht nur alle wichtigen Akteure hinter der Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie und –mobilität, sondern auch die Bürger werden

in diesem Prozess mitgenommen, so dass letztendlich alle am selben Strang ziehen. Ihre Erwartungen werden idealerweise auch noch erfüllt. Innovationszyklen überlagern sich mit den Zyklen medialer Aufmerksamkeit, was zum Vorantreiben eines gesamtheitlichen Denkens führt, in dem Wasserstoff mit der Energiewende zusammengedacht und die Chancen als Speichermedium für Erneuerbare Energien und Nutzung für die Mobilität begriffen wird. Die Thematik ist in dieser Welt Normalität und die Energiewende bereits neues Grundverständnis. Da die Allparteienkoalition bereits ein großes Exportprogramm aufgesetzt hat, wundert die Headline der Energiesparte in der Zeitung: „Hybridkraftwerk von Greenpeace und Mercedes absoluter Exportschlager“ auch nicht mehr.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: *H₂ Auto wird nicht mehr allein kommuniziert, sondern im Zusammenhang mit Energiewende und „grünem“ Wasserstoff; Hybridkraftwerk von Enertrag in Prenzlau; „grüner Wasserstoff“ ist politisch korrekt., neuer Standard als Leitideologie*

Was hindert die Entwicklung: *Studiengang H₂*

Innovationsgrab

Die Welt „Innovationsgrab“ ist geformt durch Desillusionierung und unerfüllten Versprechungen. Die immer wiederkehrenden Enttäuschungen in Bezug auf Wasserstoffmobilität haben dazu geführt, dass Informiertheit und Interesse der Bürger gegen null geht. Auch gute Erfindungen werden unter diesen Voraussetzungen kaum noch zur Innovation. Innerhalb der Politik ist Wasserstoff zwar ein Dauerthema, das allerdings auch nur auf Sparflamme vor sich hin köchelt. Unternehmen nutzen das Thema Wasserstoff weiterhin zum „Greenwashing“, aber auch diese Abteilungen stehen bereits kurz vor der Auflösung. Politiker verwenden das Thema zwar nach wie vor in ihren Sonntagsreden, erzielen damit aber kaum Aufmerksamkeit. So wird auch die Nachricht „Letzter Lehrstuhl H₂ wegen Studentenmangel geschlossen-Politik protestiert“ in der Bevölkerung kaum diskutiert. Wissenschaftler, große Unternehmen, aber auch Autohändler haben sich von der Thematik seit Langem losgesagt.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: *starker Abfall der Aufmerksamkeit nach Hypes, Unternehmen investieren nicht mehr in F&E*

Was hindert die Entwicklung: *Brennstoffzelle bleibt zu teuer*

BAU

Besonders NGOs werfen den Politikern vor, nichts zur Systemwende beizutragen.

In dieser Welt bedient eine große Koalition der Politik mit der Wirtschaft den Status quo wie wir ihn kennen. In dieser Konsumentenwelt ist die Informiertheit sehr hoch und diverse Initiativen nehmen das Thema Wasserstoffmobilität à la „Bottom-up-Prinzip“ selbst in die Hand. Zu hoch gesteckte Ziele können aber oft nicht erreicht werden. Das Brennstoffzellenfahrzeug wird nicht als Wende in der Mobilität betrachtet, sondern als Substitut des Verbrenners gehandelt. Besonders NGOs werfen den Politikern vor, nichts zur Systemwende beizutragen. Der Hype in dieser Welt wird von der H₂-Rennreiselimousine getragen und von einer guten Lobby aus Politik und Wirtschaft sowie Meinungsjournalisten unterstützt, deren Glaubwürdigkeit aber kaum mehr eine Rolle bei den Bürger spielt. Auch die Nachricht: „Letzter Benziner geht vom Band“ lässt nicht auf eine wirkliche Systemwende, sondern nur auf einen Ersatz des geliebten Verbrenners schließen.

Erste Anzeichen, die in diese Richtung zeigen: Routinen, Personen wollen keine Umstellung, kein Verzicht, Nutzungsansprüche

Was hindert die Entwicklung: nichts

6 Literatur

- Abschlussdokumentation zur Leitbildentwicklung, „Leitbild Kulturlandschaft Etzel“. http://www.kulturlandschaft-etzel.de/wp-content/uploads/2012/12/Abschlussdokumentation_Teil1_Leitbild_Kulturlandschaft_Etzel.pdf (letzter Zugriff Mai 2013).
- Alkemade, F.; Suurs, R.A.A. (2012): Patterns of expectations for emerging sustainable technologies, in: *Technological Forecasting and Social Change* 79/2012, S. 448–456.
- Bakker, S.; Lente, H. van; Meeus, M. (2011): Arenas of expectations for hydrogen technologies, in: *Technological Forecasting & Social Change* 78/2011, S. 152–162.
- Brake, Matthias (2009): *Mobilität im regenerativen Zeitalter. Was bewegt uns nach dem Öl?*, Heise, Hannover.
- Bree, B. van; Verbong, G.P.J.; Kramer, G.J. (2010): A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles, in: *Technological Forecasting & Social Change* 77/2010, S. 529–540.
- Charles, M.B.; To, H.; Gillett, P.; Kivits, R.; von der Heidt, T. (2011): Transport energy futures: Exploring the geopolitical dimension, in: *Futures* 43/2011, S. 1142–1153.
- Eggers, Felix; Eggers, Fabian (2011): Where have all the flowers gone? Forecasting green trends in the automobile industry with a choice-based conjoint adoption model, in: *Technological Forecasting & Social Change* 78/2011, S. 51–62.
- Egyedi, T.; Spirco, J. (2011): Standards in transitions: Catalyzing infrastructure change, in: *Futures* 43/2011, S. 947–960.
- Huétink, F. J.; Vooren, A. van der; Alkemade, F. (2010): Initial infrastructure development strategies for the transition to sustainable mobility, in: *Technological Forecasting & Social Change* 77/2010, S. 1270–1281.
- Hultman, M. (2009): Back to the future: The dream of a perpetuum mobile in the atomic society and the hydrogen economy, in: *Futures* 41/2009, S.226–233.
- InnoZ (2012): *Trends 2030 - Mobilität und Logistik*. InnoZ-Begleitheft zum Innovationsworkshop der Deutschen Bahn. http://www.innoz.de/fileadmin/INNOZ/pdf/Brosch%C3%83%C2%BCren/Trends_2030_-_Mobilit%C3%83%C2%A4t_und_Logistik.pdf (letzter Zugriff Februar 2013).

- Kajikawa, Y.; Takeda, Y.; Matsushima, K. (2010): Computer-assisted roadmapping: A case study in energy research, in: foresight 12/2010, S. 4-15.
- Karlsen, J.E.; Karlsen, H. (2007): Expert groups as production units for shared knowledge in energy foresights, in: foresight 09/2007, S. 37-49.
- Köhler, J.; Wietschel, M.; Schade, W.; Whitmarsh, L.; Keles, D. (2010): Infrastructure investment for a transition to hydrogen automobiles, in: Technological Forecasting & Social Change 77/2010, S. 1237–1248.
- König, Manfred (1988): Szenariotechnik. Unterrichtsgegenstand und Unterrichtsmethode in kaufmännischen Schulen. In: Manfred Becker und Ulrich Pleiss (Hrsg.): Wirtschaftspädagogik im Spektrum ihrer Problemstellung, Baltmannsweiler, S. 260-279.
- May, G. (2004): Europe's automotive sector at the crossroads, in: foresight 06/2004, S. 302-312.
- McDowall, W. (2012): Technology roadmaps for transition management: The case of hydrogen energy, in: Technological Forecasting & Social Change 79/2012, S. 530–542.
- McKinsey and 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.fch-ju.eu/sites/default/files/documents/Power_trains_for_Europe.pdf (letzter Zugriff Mai 2013).
- Molitor, G.T.T. (2001): emerging economic sectors in the third millennium: A pit stop on the path to cleaner energy, in: foresight 03/2001, S. 48-57.
- Moriarty, P.; Honnery, D.; (2008): Low-mobility: The future of transport, in: Futures 40/2008, S. 865–872.
- Nunes, B.; Bennett, D. (2010): Green operations initiatives in the automotive industry, in: foresight 17/2010, S. 396-420.
- Pietzner, Katja; Schumann Diana (2012): „Akzeptanzforschung zu CCS in Deutschland: Aktuelle Ergebnisse, Praxisrelevanz, Perspektiven“.
- Robert, J.; Lennert, M. (2010): Two scenarios for Europe: “Europe confronted with high energy prices” or “Europe after oil peaking”, in: Futures 42/2010, S. 817–824.
- Sadorsky, P. (2011): Some future scenarios for renewable energy, in: Futures 43/2011, S. 1091–1104.

Saritas, O.; Smith, J.E. (2011): The Big Picture – trends, drivers, wild cards, discontinuities and weak signals, in: Futures 43/2011, S. 292–312.

Suominen, A.; Tuominen, A.; Kantola, J. (2011): Analysing prospects of portable fuel cells with an expert opinion study, in: Futures 43/2011, S. 513–524.

Turton, H.; Moura, F. (2008): Vehicle-to-grid systems for sustainable development: An integrated energy analysis, in: Technological Forecasting & Social Change 75/2008, S. 1091–1108.

6.1 Veröffentlichungen im Projektkontext:

HyTrustArbeitsbericht 02

Welke, J., Zimmer, R. (2013): Wasserstofftechnologie in den Köpfen. Eine qualitative Bevölkerungsbefragung. Arbeitsbericht 02 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“.

HyTrustArbeitsbericht 03

Welke, J., Zimmer, R. (2013): Repräsentative Bevölkerungsbefragung zu Wasserstoffmobilität. Arbeitsbericht 03 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“.

HyTrustArbeitsbericht 05

Welke, J., Zimmer, R., Domke, B. (2011): Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“. Arbeitsbericht 05 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“. http://www.hytrust.de/fileadmin/download/Hytrust-Endbericht_No._5_B%C3%BCrgerkonferenz-111104_.pdf (letzter Zugriff Mai 2013)

HyTrustArbeitsbericht 06

Canzler, W., Schmidt, A. (2012): Begleitforschung von Demonstrationsvorhaben. Arbeitsbericht 06 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“. http://www.hytrust.de/fileadmin/download/Hytrust-Bericht_Nr.6_Fallstudien_InnoZ.pdf (letzter Zugriff Mai 2013).

HyTrustArbeitsbericht 07

Ückert, Falko (2013): Klimaschutzpotenziale von Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) im Pkw-Sektor. Arbeitsbericht

07 im Rahmen des Projektes „HyTrust - Auf dem Weg in die Wasserstoffgesellschaft“.