

Lutz Marz und Ante Krstacic-Galic

Wert-volle Visionen

Die Bedeutung von Leitbildern in Wertgebungsprozessen
der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

SP III 2010-404

ZITIERWEISE/CITATION:

Lutz Marz und Ante Krstacic-Galic

Wert-volle Visionen

Die Bedeutung von Leitbildern in Wertgebungsprozessen
der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Discussion Paper SP III 2010-404

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung

Schwerpunkt:

Gesellschaft und
wirtschaftliche Dynamik

Research Area:

Society and Economic Dynamics

Abteilung:

Kulturelle Quellen von Neuheit

Research Unit:

Cultural Sources of Newness

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH (WZB)

Reichpietschufer 50, D-10785 Berlin

Telefon: +49 30 25491-201, Fax: +49 30 25491-209

www.wzb.eu/gwd/kneu

Zusammenfassung

Auf die Valorisierung, also die gesellschaftliche Wertgebung einer neuen Technologie, haben Valorisierungsakteure einen wesentlichen Einfluss. Diese Akteure entwickeln spezifische Valorisierungspraktiken, die darauf gerichtet sind, der neuen Technologie einen gesellschaftlichen Wert zu verleihen, um so deren Entwicklung und Anwendung voran zu treiben. Zu den wichtigsten Praktiken, die sich im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie beobachten lassen, gehören das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“, das „Networking“ und das „Problem/Solution-Framing“. Innerhalb und neben diesen vier Praktiken hat sich eine weitere Valorisierungspraktik entwickelt, die den gesellschaftlichen Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu erhöhen sucht, indem sie zwei Potenziale miteinander verbindet, und zwar die potenzielle Macht von Visionen und Leitbildern einerseits und das Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie andererseits. Diese Valorisierungspraktik, die kurz als „Vision-Building“ bezeichnet werden kann, soll in diesem Discussion Paper näher analysiert werden. Dazu wird exemplarisch das „Vision-Building“ in den Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities der USA, der Europäischen Union und Deutschlands untersucht und vergleichend miteinander in Beziehung gesetzt.

Abstract

Valorization actors have a significant influence on the social evaluation and acceptance – or valorization – of new technologies. They develop specific practices designed to confer new technologies with social values in order to better promote their design and implementation. The most important practices in the area of hydrogen and fuel-cell technology are Agency Creating and Agenda Setting, Networking and Problem/Solution-Framing. A further valorization practice which can connect two potentials, namely the potential power of ‘visions’ or ‘Leitbilder’ on the one hand with the vision potential of hydrogen and fuel-cell technology on the other has been developed within and around these four practices. This paper presents a comparison and analysis of this new practice of ‘Vision-building’ in the hydrogen and fuel-cell communities in the USA, the EU and specifically in Germany.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
2. Innovation und Valorisierung	7
3. Visionen und „Vision-Building“	10
4. „Vision-Building“ in den Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities	13
4.1. Technologie und Visionspotenzial	13
4.2. USA	15
4.3. Europäische Union	19
4.4. Deutschland.....	23
4.5. Gemeinsamkeiten und Unterschiede	26
6. Bilanz	29
6.1. Fazit.....	29
6.2. Agenda	30
7. Literatur	32

1. Einleitung

Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hat eine sehr wechselvolle Geschichte, die über zweihundert Jahre zurückreicht (Marz 2010: 21-25). In den letzten Jahrzehnten hat die Entwicklung und Nutzung dieser Technologie weltweit einen spürbaren Aufschwung erlebt. Dies ist zum einen auf den sich immer deutlicher abzeichnenden energietechnologischen Paradigmenwechsel zurückzuführen (WBGU 2003). Bei dem Übergang von fossilen zu regenerativen Energietechnologien gehört die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu den Schlüssel- und Zukunftstechnologien.

Aber der Aufschwung dieser Technologie resultiert nicht allein aus einem gesellschaftlichen Megatrend, sondern ist zu einem guten Teil das Ergebnis der Arbeit von Valorisierungsakteuren, die spezifische Valorisierungspraktiken entwickelten, um den gesellschaftlichen Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie systematisch und zielgerichtet zu erhöhen und diese Technologie einer breiten gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zuzuführen. Dies macht die Karriere dieser Technologie in Deutschland in den letzten zehn Jahren sehr anschaulich deutlich (Marz 2010). Zu diesen Valorisierungspraktiken gehört das „Vision-Building“. Diese Praktik ist darauf fokussiert, den gesellschaftlichen Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu erhöhen, indem sie das visionäre Potenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch die Gestaltung von Leitbildern zu entfalten sucht.

Ob und inwieweit dies gelingt soll im Folgenden am Beispiel des „Vision-Building“ in den USA, in der Europäischen Union und in Deutschland untersucht werden. Diese Untersuchung erfolgt in vier Schritten. In einem ersten Schritt (Kapitel 2) wird zunächst der grundlegende Zusammenhang von Innovation und Valorisierung sowie die Herausbildung von Valorisierungsakteuren und Valorisierungspraktiken skizziert. Aufbauend darauf werden im zweiten Schritt (Kapitel 3) die Chancen und Grenzen der Gestaltung von Visionen und Leitbildern und die Spezifik des „Vision-Building“ als eine besondere Form der Leitbildgestaltung herausgearbeitet. Im dritten Schritt (Kapitel 4) werden exemplarisch „Vision-Building“-Prozesse in den Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities der USA, Europas und Deutschlands untersucht und vergleichend miteinander in Beziehung gesetzt. Der vierte und letzte Schritt (Kapitel 5) bilanziert die Untersuchungsergebnisse und liefert Vorschläge für weitere, vertiefende Analysen des „Vision-Building“ sowie der Valorisierungspraktiken und ihres inneren Zusammenhangs.

2. Innovation und Valorisierung

Zwischen Innovation und Valorisierung, also Wertgebung, besteht ein innerer und grundlegender Zusammenhang. Innovation kann als Umwertung der Werte verstanden werden (Groys 2004: 63). Zugespitzt formuliert ließe sich sagen: Valorisierung „ist die allgemeine Form der Innovation“ (ebd.: 14), oder, noch kürzer, „Innovation *ist* Valorisierung“ (Marz 2010: 7). Diese Thesen scheinen gewagt. So findet beispielsweise in Standardwerken der Innovationsforschung, wie dem „Oxford Handbook of Innovation“ (Fagerberg/Mowery/Nelson 2006) die Valorisierung überhaupt keine Erwähnung.

Um der Bedeutung der Valorisierung für die Entstehung von Innovationen auf den Grund zu gehen, ist es hilfreich, zunächst auf eine grundlegende Unterscheidung zurückzugreifen, die auf Schumpeter zurückgeht, und zwar auf die Trennung von „Invention“ und „Innovation“. Schlagwortartig verkürzt kann die Differenz zwischen beiden so beschrieben werden: „Invention: Making things possible! Innovations: Making things happen!“ (Heindl 2010: 20). Sehr häufig wird dann unter „happen“ vor allem der Markterfolg einer Invention verstanden oder, wie Kirchhoff und Walsh es formulieren: „innovation = commercialization of invention“ (Kirchhoff/Walsh 2000: 328).

Die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung einer Invention lässt sich aber nicht auf ihre Kommerzialisierung reduzieren. Es gibt Erfindungen und Entdeckungen, die sich volkswirtschaftlich über lange Zeit oder gar nicht rechnen und die dennoch gesellschaftlich genutzt werden. Hierzu gehören beispielsweise Militärtechnologien, wie die Atom-, Wasserstoff- und Neutronenbombe, denen ein hoher nationaler Wert zugesprochen wird. Aber auch auf betriebswirtschaftlicher Ebene gibt es Inventionen, die sich zunächst nicht ökonomisch verwerten lassen, die jedoch trotzdem der gesellschaftlichen Nutzung zugeführt werden, weil sich das Unternehmen dadurch langfristig Kommerzialisierungschancen verspricht. So war etwa die Entwicklung und Serienproduktion des Prius Hybrid über Jahre für Toyota ein ebenso großes wie unsicheres Zuschussprojekt, ehe es über die Verkaufserfolge auf dem kalifornischen Markt auch betriebswirtschaftlich überhaupt nur in die Nähe der Gewinnzone kam.

Die ökonomische Valorisierung von Inventionen ist mithin eine mögliche und wichtige, aber keinesfalls die alleinige Form der Valorisierung. Die Kirchhoff/Walsh-Formel kann und muss deshalb verallgemeinert werden, beispielsweise so: „innovation = invention + exploitation“ (Roberts 1987: 3). Das heißt, wenn Inventionen genutzt und verwertet werden, wenn sie also einen gesellschaftlichen Wert besitzen, dann kann dieser Wert nicht nur der ökonomischen Welt, sondern auch anderen gesellschaftlichen Sphären angehören (Boltanski/Chiappello 1999). Und: Inventionen können nicht nur in einer, sondern in mehreren Sphären als wertvoll gelten, beispielsweise politisch, wirtschaftlich, wissenschaftlich, militärisch, technologisch, ökologisch. Erfindungen und Entdeckungen können also in mehrfacher Hinsicht gesellschaftlich genutzt und verwertet werden. In jedem Fall bedürfen Inventionen einer Wertgebung oder Valorisierung, die ihre gesellschaftliche Nutzung und Verwertung ermöglicht. Die gesellschaftliche *Verwertung* von Erfindungen und Entdeckungen setzt voraus, dass diese überhaupt einen gesellschaftlichen *Wert* besitzen. Etwas, was keinen Wert besitzt, lässt sich nicht verwerten.

Damit stellt sich die Frage, wie und durch wen Inventionen ihren gesellschaftlichen Wert erhalten. Darauf gibt es zunächst drei klassische „Hand“-Antworten. Erstens ist es die unsichtbare Hand des Marktes, die diese Wertgebung vornimmt. Eine erfolgreiche Vermarktung und Kommerzialisierung einer Erfindung oder Entdeckung verleiht dieser ihren Wert. Zweitens ist es die administrative Hand des Staates, die bestimmte Inventionen als wertvoll hervorhebt und durch spezielle Förderungsprogramme einer gesellschaftlichen Nutzung zuführt. Drittens ist es die mystische Hand des Zeitgeistes, die aus dem endlosen Strom der täglichen Entdeckungen und Erfindungen die gesellschaftlich wertvollen auswählt und verwertet. Alle drei „Hand“-Antworten lassen sich in unterschiedlichen Konfigurationen miteinander kombinieren.

Diese Antwort-Muster sind jedoch mindestens aus zwei Gründen problematisch. Zum einen verdunkeln sie den eigentlichen Wertgebungsprozess mehr, als dass sie ihn erhellen, weil die Valorisierung anonymen und fallweise gespenstischen Mächten zugeschrieben wird. Zum anderen gibt es in der Technikgeschichte eine Vielzahl von Beispielen, die zeigen, dass für die Valorisierung von Inventionen keine anonymen Mächte, sondern Menschen aus Fleisch und Blut mit sehr handgreiflichen Praktiken verantwortlich zeichnen. Dass und wie Gruppen, und fallweise auch Einzelpersonen, aktiv und erfolgreich die gesellschaftliche Wertgebung von Entdeckungen und Erfindungen mit gestaltet haben, zeigen beispielsweise Louis Pasteur (Latour 1993), Rudolf Diesel (Knie 1991) oder auch John F. Kennedy mit seiner berühmten „Man on the moon“-Rede.

Auch und gerade die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie macht sehr anschaulich deutlich, dass der gesellschaftliche Wert dieser Technologie nicht durch anonyme und abstrakte Mächte, sondern durch konkrete Valorisierungsakteure und deren Valorisierungspraktiken vorangetrieben wurde. Beobachtet man die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den letzten Jahrzehnten, dann fallen zunächst zwei große Gruppen von Valorisierungsakteuren ins Auge, die die gesellschaftliche Wertgebung dieser Technologie wesentlich bestimmten: Zum einen Organisationen und Verbände, die bei der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine Vorreiterrolle übernahmen, zum anderen Valorisierungsagenturen.

Zu den Organisationen und Verbänden gehören zunächst jene Unternehmen, die sich auf diese Technologie spezialisiert haben oder die in dieser Technologie ein zukunftssträchtiges Geschäftsfeld sehen. Sie sind an einer gesellschaftlichen Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie interessiert, um die Inventionen dieser Technologie ökonomisch verwerten zu können. Für sie ist die Valorisierung Teil einer Marktentwicklungs- und Geschäftsstrategie. Zu den Verbänden, die an einer breiten gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie interessiert sind, gehören beispielsweise Berufsvereinigungen, in denen sich die Experten dieser Technologie organisiert haben. Hierzu zählt zum Beispiel in Deutschland der DWV, der **Deutsche Wasserstoff-Verband**. Die Valorisierungsinteressen solcher Verbände liegen auf der Hand: Eine gesellschaftliche Aufwertung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie führt auch zu einer gesellschaftlichen Aufwertung des Berufsstandes, der an der Entwicklung und Nutzung dieser Technologie beteiligt ist.

Da es sich bei der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht um ein „Innovationen“ (Braun/Feige/Sommerlatte 2001), sondern um radikale Innovationen handelt, die im modularen Bereich (Antriebe, stationäre Stromversorgung etc.) und auf systemischer Ebene (Infrastrukturen) zu grundlegenden Veränderungen führen (Dierkes/Marz/Aigle 2009), können sowohl die Entwicklung dieser Technologie als auch deren gesellschaftliche Valorisierung weder national noch international von vereinzelt Akteuren allein bewältigt werden. Beides, die Entwicklung und die Valorisierung der Technologie erzwingen eine Kooperation der daran beteiligten Organisationen und Verbände. Dies geschieht unter anderem in Form von Valorisierungsagenturen.

Valorisierungsagenturen sind netzwerkartige Zusammenschlüsse, deren alleinige oder Hauptaufgabe es ist, bestimmten Basisinventionen gesellschaftlichen Wert zu verleihen und

so zu einer breiten Nutzung und Verwertung zu verhelfen. Sie haben vor allem eine Bündelungs- und Katalysatorfunktion (Marz 2010: 12-13). Diese Funktion besteht zum einen darin, unterschiedliche Valorisierungsinstitutionen miteinander zu verbinden und aufeinander abzustimmen. Zum anderen sollen die Agenturen zielgerichtet neue Initiativen ins Leben rufen, die die Valorisierung dieser Technologie vorantreiben. Valorisierungsagenturen können sehr unterschiedliche formale Strukturen haben und unter sehr verschiedenen Namen firmieren. Sie können als Amt, Gremium, Kommission, Büro, Geschäftsstelle, Vertretung, Behörde, Abteilung, Arbeitskreis, Partnerschaft, Bündnis oder direkt als Agentur in Erscheinung treten. Und sie können sowohl ihre Organisationsstrukturen als auch ihre Namen wechseln, wenn es ihrem Valorisierungsauftrag dienlich ist.

In den letzten 20 Jahren bildeten sich sowohl in Deutschland als auch international eine Vielzahl von Valorisierungsagenturen heraus. Zu den internationalen Valorisierungsagenturen gehören beispielsweise die IPHE („**I**nternational **P**artnership for **H**ydrogen and Fuel Cells in **E**conomy“) (IPHE 2010), die FCH JU („**F**uel **C**ell and **H**ydrogen **J**oint **U**ndertaking“) (FCH JU 2009: 4) oder die NEW IG („**N**ew **E**nergy **W**orld **I**ndustry **G**rouping 'FuelCell and Hydrogen for Sustainability'“) (NEW IG 2010). Zu den größten und einflussreichsten Valorisierungsagenturen in Deutschland zählen die VES („**V**erkehrswirtschaftliche **E**nergie**S**trategie“), die CEP („**C**lean **E**nergy **P**artnership“), die NOW („**N**ationale **O**rganisation **W**asserstoff- und **B**rennstoffzellentechnologie“) und die IBZ („**I**nitiative **B**rennstoffzelle“) (Marz 2010: 31-39).

Grundlegendes Ziel aller Valorisierungsakteure ist es, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einer breiten gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zuzuführen. Um dieses Ziel zu erreichen, entwickelten sie spezifische Valorisierungspraktiken. Zu den wichtigsten Praktiken, die sich im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie beobachten lassen, gehören zunächst das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“, das „Networking“ (ebd.: 47-54) und das „Problem/Solution-Framing“ (Marz/Krstacic-Galic 2010: 403).

Innerhalb und neben diesen vier Praktiken lässt sich eine weitere Valorisierungspraktik beobachten, die den gesellschaftlichen Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu erhöhen sucht, indem sie zwei Potenziale miteinander verbindet, und zwar die potenzielle Macht von Visionen und Leitbildern einerseits und das Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie andererseits. Diese Valorisierungspraktik, die kurz als „Vision-Building“ bezeichnet werden kann, soll im Folgenden näher analysiert werden. Dazu werden zunächst Visionen und Leitbilder sowie die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Gestaltung umrissen (Kapitel 3). Ausgehend davon wird dann exemplarisch das „Vision-Building“ in den Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities der USA, Europas und Deutschlands untersucht und vergleichend miteinander in Beziehung gesetzt (Kapitel 4).

3. Visionen und „Vision-Building“

Sowohl die Existenz als auch die Wirksamkeit von gesellschaftlichen Visionen und Leitbildern ist weitgehend unstrittig. Erinnerung sei hier nur an Leitbilder wie „Man on the Moon“, „A Computer on Every Desk“, „Information Superhighway“, „autogerechte Stadt“, „menschenleere Fabrik“, „papierloses Büro“, „Brütergesellschaft“, „künstliche Intelligenz“ oder „cashless society“. Diese Visionen waren weit mehr, als leere Worthülsen oder bloße Sprechblasen,

die über den Köpfen der Menschen schwebten. Sie beeinflussten sehr wohl deren Wahrnehmen, Denken und Handeln. Und sie hatten dadurch auch ganz konkrete handfeste Folgen. Strittig ist vor allem zweierlei: erstens, wie groß der Einfluss und die Reichweite von Visionen und Leitbildern tatsächlich sind und zweitens, ob und inwieweit sich Visionen und Leitbilder zielgerichtet gestalten lassen.

Was zunächst die erste Frage betrifft, so sollte die potenzielle Wirkungsmacht von Leitbildern und Visionen nicht über- aber auch nicht unterschätzt werden. Gerade in gesellschaftlichen Umbruchphasen, in denen allerorten Kontingenzen wachsen und Orientierungsnot Raum greifen, können Leitbilder und Visionen für viele Menschen orientierend, motivierend und koordinierend wirken, und zwar aus folgendem Grund: Nimmt man zunächst den Begriff „Leitbild“ in seiner allgemeinsten Bedeutung, dann ist das „Leit-Bild“ ein Bild, das leitet (Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 41). Und es tut dies auf eine ganz spezielle Weise, die sich wie folgt veranschaulichen lässt.

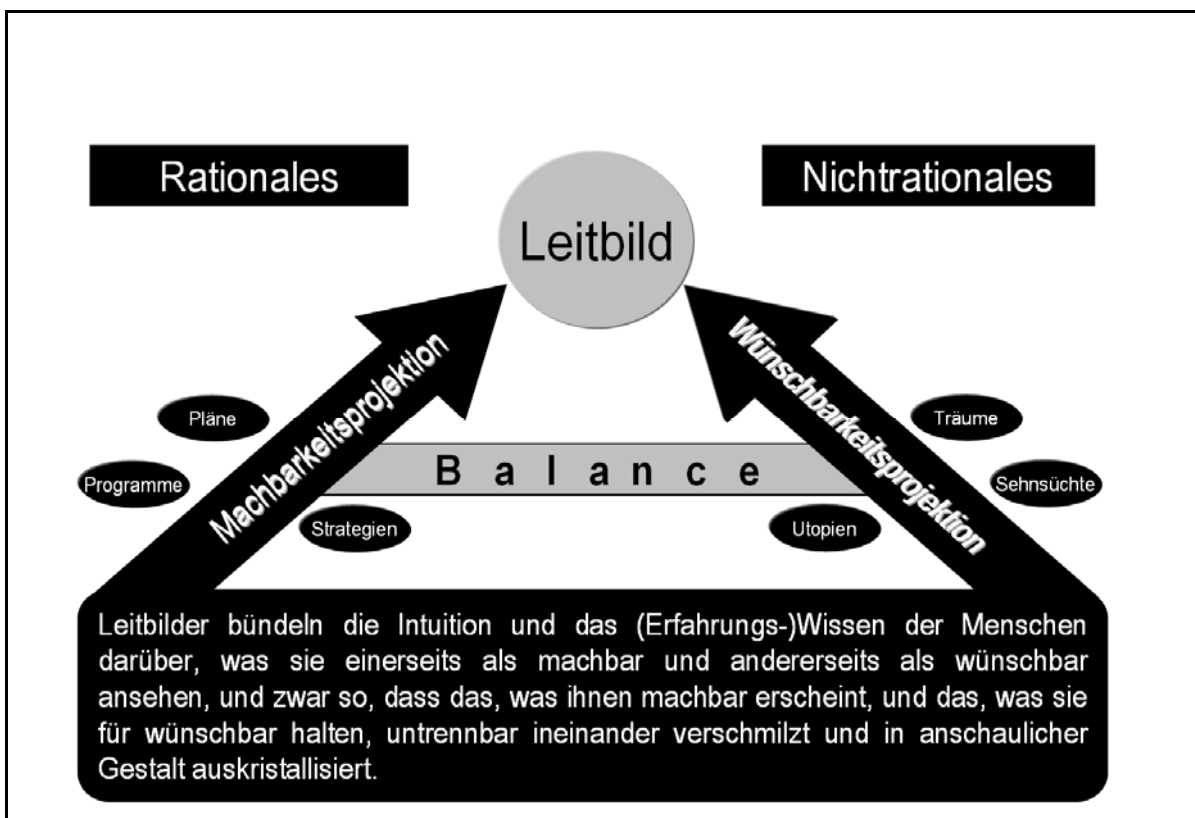


Abbildung 1; Quelle: eigene Darstellung; siehe auch Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 41-58

Das, was Leitbilder von anderen Zukunftsprojektionen wie Programmen, Plänen oder Strategien einerseits und Utopien, Träumen oder Sehnsüchten andererseits unterscheidet, ist die Balance zwischen Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektion, zwischen rationalen und nichtrationalen Zukunftserwartungen. Und: Die Verschmelzung der beiden Projektionen ist kein Abstraktum, sondern anschaulich und bildhaft vorstellbar. Menschen sehen eine be-

stimmte Zukunft vor sich und können sie sich nach ihren individuellen Machbarkeits- und Wünschbarkeitsvorstellungen ausmalen.

Dieses spezifische Leit-Potenzial wirkt orientierend, motivierend und koordinierend. Leitbilder wirken orientierend, weil in ihnen unterschiedliche Zukunftsprojektionen eine einfache und leicht fassliche Gestalt annehmen, was es Menschen erleichtert, sich im alltäglichen Kontingenzchaos besser zurechtzufinden. Sie wirken motivierend, weil sie die Menschen nicht nur als rationale Wesen ansprechen, sondern auch deren emotionale, volitive und affektive Potenziale aktivieren. Leitbilder wirken koordinierend, weil sie einen gemeinsamen Wahrnehmungs-, Denk- und Entscheidungshorizont aufspannen, der sowohl Handlungskohärenz und Kooperationen als auch das wechselseitige Verständnis von Experten und Laien fördert.

Aus diesem Leit-Potenzial von Leitbildern und Visionen ergibt sich die zweite Frage, also das Problem, ob und inwieweit sich Leitbilder und Visionen zielgerichtet beeinflussen und gestalten lassen. Instrumentalisierungshoffnungen müssen hier von vornherein enttäuscht werden. Da Leitbilder und Visionen aus den Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen der Menschen entstehen, lassen sie sich nur sehr begrenzt, im Grunde gar nicht, instrumentalisieren. Leitbilder und Visionen können nicht einfach „gemacht“ und über Hochglanzbrochüren verordnet, sondern nur in bestimmten Grenzen gestaltet werden. Und diese Gestaltung kann sich nur im Rahmen der Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen der Menschen bewegen und nicht jenseits oder gar im Gegensatz zu diesen Projektionen.

Hier allerdings, im Rahmen vorhandener Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen, ergeben sich durchaus realistische Chancen und beachtliche Spielräume für die Gestaltung von Leitbildern und Visionen. Und es gibt auch Erfahrungen mit und Strategien der Leitbildgestaltung (Knie/Marz 2007). Stichpunktartig zusammengefasst kann eine Leitbildgestaltung ganz allgemein mit folgender „Vier-Stufen-Strategie“ in Angriff genommen werden (ebd.):

- Analyse der Leitbildoptionen
- Erfassung alternativer Ideen mit Leitbildpotenzial
- Diskussion und Selektion potenzieller Leitbilder
- Entfaltung und Verankerung des Leitbildes

Sowohl das Leit-Potenzial von Visionen und Leitbildern als auch die Möglichkeiten, dieses Potenzial zu gestalten legen es nahe, ein „Vision-Building“ zu entwickeln und für die Valorisierung neuer Technologien zu nutzen. Dies umso mehr, als unterschiedliche Fallstudien exemplarisch gezeigt haben, dass Leitbilder die Entstehung und Entwicklung bestimmter Technologien wesentlich und nachhaltig beeinflussen können (Dierkes/Hoffmann/Marz 1996; Canzler 1996; Strigl 2000; Hauser 2010).

Im Folgenden wird an Hand ausgewählter Beispiele gezeigt, dass und wie die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities in den USA, der Europäischen Union und Deutschland das „Vision-Building“ als Valorisierungspraktik nutzen. Dabei werden sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede im Gebrauch dieser Praktik deutlich.

4. „Vision-Building“ in den Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities

Das durch die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities praktizierte „Vision-Building“ basiert darauf, die potenzielle Macht von Visionen und Leitbildern mit dem Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu verbinden. Es ist deshalb unabdingbar, dieses Visionspotenzial etwas näher auszuleuchten.

4.1. Technologie und Visionspotenzial

Im 21. Jahrhundert wird sich weltweit eine neue industrielle Revolution vollziehen (BMU 2008). Kern dieser Revolution ist der eingangs skizzierte energietechnologische Paradigmenwechsel, weg von fossilen hin zu regenerativen Energietechnologien. Dieser Paradigmenwechsel wird durch zwei grundlegende globale Prozesse erzwungen, und zwar erstens durch die Entwicklung der Verfügbarkeit und der Preise von fossilen Brennstoffen, insbesondere von Öl (Schindler/Held 2009), zweitens durch den Klimawandel und dessen Folgen (IPCC 2010). Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hat nun das Potenzial zu einer Leittechnologie dieses energietechnologischen Paradigmenwechsels zu werden: Sie kann regenerative Energie mit einer insgesamt CO₂-freien Energiekette bereitstellen. Dies ist jedoch nicht notwendigerweise der Fall, und zwar in zweierlei Hinsicht:

Zum einen suggeriert der Begriff Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine Art Verbundtechnologie, die zwar möglich, aber keinesfalls zwingend ist. Wasserstoff kann auch völlig ohne Brennstoffzellen genutzt werden, beispielsweise in Wasserstoffverbrennungsmotoren. Ebenso können auch Brennstoffzellen ohne Wasserstoff betrieben werden, wie zum Beispiel die Methanolbrennstoffzellen. Zudem unterscheiden sich beide Technologien noch in einer anderen Hinsicht grundsätzlich voneinander: Wasserstoff ist ein Energieträger und die Brennstoffzelle ein Energiewandler. Bei der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie handelt es sich also um die Verbindung einer Energieträger- mit einer Energiewandlertechnologie.

Zum anderen sind beide Technologien nicht per se ökologisch. Da Wasserstoff nicht als Rohstoff vorkommt, kann er nur aus wasserstoffhaltigen Verbindungen gewonnen werden. Damit existiert ein breites Spektrum möglicher Herstellungsverfahren. So kann Wasserstoff beispielsweise aus Kohle, Erdgas, Biomasse oder Wasser erzeugt werden, woraus sich jeweils sehr unterschiedliche Energieketten ergeben. Bei Brennstoffzellen ergibt sich ein ähnliches Bild. Das Methanol und der Wasserstoff, mit dem sie betrieben werden, lassen sich nicht nur aus sehr verschiedenen Ausgangsmaterialien sondern auch mit sehr unterschiedlichen Verfahren erzeugen, woraus dann jeweils wieder völlig andere Energieketten resultieren.

Im Hinblick auf das „Vision-Building“ geht es also nicht schlechthin um die gesellschaftliche Nutzung von Wasserstoff und Brennstoffzellen, sondern um die Erschließung ihrer ökologischen Potenziale, das heißt, um eine „grüne“ und nicht um eine „schwarze“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Die Valorisierung via „Vision-Building“ bezieht ihre Stärke nicht aus der Technologie an sich, sondern aus deren energetisch-ökologischem Potenzial. Die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung einer „schwarzen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie besitzt keine visionäre Stärke und wird deshalb von den Wasserstoff-

und Brennstoffzellen-Communities auch höchstens als Übergangsstadium konzidiert, nicht jedoch als Endziel proklamiert.

Ein weiteres Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird in der Anwendung einer anderen, weit verbreiteten, Valorisierungspraktik der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community sehr anschaulich deutlich, nämlich dem „Problem/Solution-Framing“ (Marz/Krstacic-Galic 2010). Diese Valorisierungspraktik ist darauf gerichtet, zu zeigen, dass der gesellschaftliche Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie vor allem darin besteht, mit ihrer Hilfe eine Reihe ebenso akuter wie grundlegender Probleme moderner Gesellschaften nicht nur auf einen Schlag, sondern auch nachhaltig lösen zu können. Ein ganzes Spektrum ökonomischer und ökologischer, politischer und sozialer, globaler und regionaler Probleme scheint durch die Entwicklung und Nutzung dieser Technologie „in einem Aufwasch“ aus der Welt geschafft werden zu können. Die visionäre Stärke der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erwächst hier daraus, dass sie zu einer Art universellem Problemlöser oder Generalschlüssel zur Öffnung von Zukunftsperspektiven avanciert. Sie besitzt somit das Potenzial, nicht nur energietechnologische, sondern auch diverse andere gesellschaftliche Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen miteinander zu verschmelzen.

Das skizzierte Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie prädestiniert diese Technologie für ein systemisches „Vision-Building“, das heißt, für die Gestaltung von Leitbildern und Visionen mit einer großen, alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens durchdringenden Reichweite. Ob und inwieweit es den Valorisierungsakteuren in den USA, der Europäischen Union und Deutschland gelingt, ein solch systemisches „Vision-Building“ zu entwickeln, soll im Folgenden exemplarisch untersucht werden. Ein Anspruch auf Vollständigkeit kann dabei weder erhoben noch eingelöst werden.

Erstens gibt es keine trennscharf abgrenzbaren, rein nationalen oder regionalen Felder der Wasserstoff- und Brennstoffzellenvisionen. So haben beispielsweise deutsche Akteure immer auch die Entwicklung in der EU und den USA im Auge und sind teilweise auch aktiv an dieser beteiligt. Und legendäre Wasserstoffvisionen wie etwa „The Hydrogen Economy“ von Jeremy Rifkin (2003) sind um die ganze Welt gegangen und fanden überall Beachtung. Zweitens kann das Feld der Wasserstoff- und Brennstoffzellenvisionen nicht strikt zu anderen Visionsfeldern abgegrenzt werden. Wasserstoffvisionen konkurrieren zum Beispiel mit Biokraftstoff- und Methanolvisionen und positionieren sich einerseits im Vergleich zu diesen und können andererseits zugleich ein Teil dieser Visionen sein. In der Biokraftstoffvision der EU wird beispielsweise Wasserstoff als ein möglicher Bestandteil der Biokraftstoffzukunft bezeichnet (Biofuels Research Advisory Council 2006: 18), während in der einflussreichen Vision „The Methanol Economy“, Wasserstoff lediglich als eine dem Methanol unterlegene Alternative gilt (Olah/Goepfert/Prakash 2006: 133). Drittens schließlich ist die Anzahl der weltweiten Wasserstoff- und Brennstoffzellenvisionen im Rahmen eines Discussion Papers nicht darstellbar. Allein in Deutschland beschäftigen sich mehr als 100 Akteure mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (Mende 2006: 35-44, 60-88) und viele von ihnen haben auch eigene Visionen entwickelt. Insofern kann die folgende Skizze nur einen ersten Eindruck über unterschiedliche Formen und Wege des „Vision-Building“ vermitteln.

4.2. USA

Das „Vision-Building“ in den USA basiert auf dem allgemeinen Wunsch nach einem zuverlässigen, bezahlbaren und umweltfreundlichen Energiesystem (NEPDG 2001: viii). Aus diesem Grund wurde Anfang 2001 (ebd.: v, viii) die „**National Energy Policy Development Group**“ (NEPDG) ins Leben gerufen. Sie bestand aus hochrangigen US-Politikern wie dem Vizepräsidenten Dick Cheney und dem Außenminister Colin L. Powell (ebd.: vi) und wurde von dem damaligen US-Präsidenten George W. Bush beauftragt, eine langfristige Energiepolitik für die USA zu erarbeiten, die drei Grundziele erfüllen sollte, und zwar Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit (ebd.: viii). Diese Aufgabe erfüllte die NEPDG mit der Einreichung des „National Energy Policy Report“ im Mai 2001 (ebd.: v). Dieser Bericht kann als Basis für das „Vision-Building“ in den USA angesehen werden, denn hier wurden in Form von breitgestreuten Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen die Grundsteine für spätere Zukunftsvisionen gelegt. Dies betrifft auch und gerade die Kombination von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.

Die Kombination dieser beiden Technologien wird in dem Bericht als eine von mehreren vielversprechenden Zukunftsoptionen präsentiert. So werden sowohl die Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge (NEPDG 2001: 3-6, 6-8), als auch die generelle Möglichkeit der dezentralen Energieerzeugung anhand von Wasserstoff und Brennstoffzellen (ebd.: 6-11) hervorgehoben. Dabei wird die Verbindung der Wasserstoff- mit der Brennstoffzellentechnologie keineswegs als zwangsläufige Notwendigkeit dargestellt. Vielmehr werden beide Technologien auch einzeln als mögliche Zukunftslösungen behandelt, die mit verschiedenen Energiequellen kombiniert und für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden können. Brennstoffzellen kommen sowohl als Fahrzeugantrieb im Transportsektor in Frage (ebd.: xii, 3-4), als auch im stationären Einsatz für die dezentrale Energieversorgung (ebd.: 6-9, 6-10). Sie können zur Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden und mit diversen Kraftstoffen betrieben werden (ebd.: 6-11). Wasserstoff wird zum einen als alternativer Kraftstoff für den Transportsektor (ebd.: 6-7, 6-8) und zum anderen als praktikable Speichertechnologie angesehen, die aus unterschiedlichen Energiequellen gespeist und in Kombination mit verschiedenen Technologien eingesetzt werden kann (ebd.: 6-10, 6-11).

Dabei werden erneuerbare Energien als eine mögliche aber keinesfalls als bevorzugte oder gar alleinige Option für die Wasserstoffherstellung angesehen (NEPDG 2001: 10). Es wird betont, dass bereits zum Zeitpunkt der Berichterstellung sehr intensiv an der Entwicklung von „sauberen Kohletechnologien“ geforscht wurde, um gasförmige Kraftstoffe, wie z.B. Wasserstoff „grün“ herzustellen (ebd.: 3-5, 3-6). Ebenso wird zwar gefordert, dass die Energiequellen des gesamten Energiesystems diversifiziert werden müssen, aber auch dabei stehen erneuerbare Energien nicht unbedingt im Fokus. So wird beispielsweise empfohlen, 1,2 Milliarden US-Dollar für die Erforschung von regenerativen Energien bereitzustellen, während gleichzeitig 2 Milliarden US-Dollar für die Entwicklung von „sauberen“ Kohletechnologien gefordert werden (ebd.: xiv). Dies geschieht im Kontext der Einschätzung, dass die USA für die nächsten 250 Jahren über genügend Kohlevorräte verfügen (ebd.: xiii).

Trotz dieser insgesamt noch recht vagen Zukunftsvorstellungen, beruht die grundsätzliche Leistung des „National Energy Policy Reports“ darauf, dass hochrangige US-Politiker die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf Basis von Machbarkeits- und Wünschbar-

keitsprojektionen als vielversprechende langfristige Energietechnologie im Diskurs etablierten. Dass dies offensichtlich mit Erfolg geschah, zeigt das noch im selben Jahr, nur 6 Monate nach der Einreichung des Berichtes, einberufene „National Hydrogen Vision Meeting“ in Washington. An diesem nahmen mehr als 40 Vertreter von Energieunternehmen, Umweltorganisationen und US-Bundes- und Länderbehörden teil, mit dem ausdrücklichen Ziel, eine gemeinsame Vision einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft zu entwickeln, sowie den Zeitrahmen und die notwendigen Zwischenschritte für ihre Realisierung zu identifizieren (DOE 2001: iii). Zu den Teilnehmern gehörten unter anderem die US-Energiebehörde, die Automobilhersteller Daimler, Ford und General Motors sowie die Energiekonzerne ExxonMobil und BP (ebd.: 24). Die auf Basis dieser Diskussion entwickelte gemeinsame Vision einer Wasserstoffwirtschaft wurde in dem Bericht „A National Vision Of America’s Transition To A Hydrogen Economy – To 2030 And Beyond“ (DOE 2002a) zu Papier gebracht, welchen die Energiebehörde im Februar 2002 veröffentlichte. In der präsentierten Vision stellt Wasserstoff das absolute Herzstück des zukünftigen, sauberen Energiesystems dar und ist im wahrsten Sinne des Wortes das alles überragende *Element*. Es wird eine Welt skizziert, in der jegliche Energieerzeugung auf Basis von Wasserstoff geschieht. Wasserstoff soll den Transportsektor antreiben und die Elektrizitätserzeugung gewährleisten (DOE 2002a: 17). Es soll das Benzin, das Gas und der Strom von Morgen sein und in Brennstoffzellen, Motoren und Turbinen zur Energiegewinnung in Häusern, Fabriken, Fahrzeugen, Computern und Mobiltelefonen eingesetzt werden (ebd.: 17-19). Kurzum: Wasserstoff wird überall dort sein, wo Menschen Energie verbrauchen und somit zum Motor der Welt mutieren.

Diese allumfassende Wasserstoffwirtschaft soll in den nächsten Dekaden entstehen und ein sauberes, zuverlässiges, sicheres und vom Ausland unabhängiges Energiesystem ermöglichen (DOE 2002a: 17). In der Vision sind also nach wie vor die von der NEPDG definierten drei Grundziele (Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit, Umweltfreundlichkeit) der amerikanischen Energiepolitik erkennbar. Doch während in dem Bericht der NEPDG Wasserstoff und Brennstoffzellen zusammen mit vielen anderen Technologien noch mehr oder weniger gleichwertig als mögliche Optionen für die Zukunft gehandelt wurden, übersteigt der Stellenwert des Wasserstoffs in der Hydrogen Economy-Vision den der Brennstoffzellen um einiges. Es lässt sich vermuten, dass diese Entwicklung darauf zurückzuführen ist, dass viele der Teilnehmer am „Vision-Building“-Prozess, mit Wasserstoff bildlichere Wünschbarkeitsprojektionen verbanden als mit Brennstoffzellen. Wasserstoff als Energieträger eignete sich scheinbar besser dazu, Sehnsüchte und Träume zu einer allumfassenden Wasserstoffwirtschaft zusammenschmelzen zu lassen, während die Brennstoffzelle vermutlich weniger klangvolle und bildliche Assoziationen bei den Teilnehmern hervorrief.

Das Leit-Potenzial des Wasserstoffs wiederum tritt zu Tage, wenn wir einen genaueren Blick auf seine Flexibilität werfen, die in der Vision als eine sehr positive Eigenschaft dargestellt wird (ebd.: 17). Unter Flexibilität wird hierbei verstanden, dass Wasserstoff nicht nur aus unterschiedlichen Energiequellen und auf verschiedenen Wegen hergestellt werden kann, sondern dass dies sowohl zentral als auch dezentral geschehen kann und der so produzierte Wasserstoff schließlich auch anhand unterschiedlicher Technologien in Energie umgewandelt werden kann (DOE 2002a: 17-19). Insgesamt wird betont, dass Wasserstoff sowohl auf Basis von fossilen, als auch mit regenerativen oder nuklearen Energiequellen

hergestellt werden kann (ebd.: 17). Diese Argumentationslogik verdeutlicht den Top-Down-Ansatz des „Vision-Building“. Im vorliegenden Fall wird ein Leitbild (Wasserstoffwirtschaft) definiert, das zugleich konkret und unpräzise ist. Es ist konkret im Bezug darauf, dass jegliche Energienutzung in Zukunft auf Basis von Wasserstoff geschehen soll. Gleichzeitig ist es unpräzise, da sowohl für die Wasserstoffherstellung, als auch für seine Verwendung, keine speziellen Technologien ausgewählt, sondern alle gegenwärtig bekannten technischen Verfahren aufgelistet werden und offen bleibt, welches Verfahren sich vorzugsweise durchsetzen soll. Dieser Sachverhalt ist nicht untypisch für Leitbilder. Sie leiten auf ein bestimmtes Zukunftsbild hin, determinieren jedoch nicht den Weg dorthin. Dies ist vielmehr die Aufgabe einer Roadmap, deren Zustandekommen somit als ein erstes reales Ergebnis des Leitbildes interpretiert werden kann. Denn eine Roadmap beinhaltet, dass unterschiedliche Akteure gemeinsame Schritte für die Verwirklichung eines gemeinsamen Zieles vereinbaren. Ein „erfolgreiches“ Leitbild zeigt sich zunächst also darin, dass es seine Entwickler zur Koordination von ersten konkreten Schritten zu seiner Umsetzung und Verwirklichung motiviert und befähigt.

Im vorliegenden Fall scheint dies gelungen zu sein, denn auf Basis der oben dargestellten Vision versammelten sich erneut die wichtigsten Vertreter aus Politik und Wirtschaft zum „National Hydrogen Energy Roadmap Workshop“ im April 2002 (DOE 2002b: 3). Zu ihnen gehörten beispielsweise die US-Energiebehörde, die Automobilhersteller Daimler, Ford und General Motors, die Energiekonzerne ExxonMobil, Chevron, BP und Shell sowie der Brennstoffzellenproduzent Ballard (ebd.: 43-45). Sie identifizierten 7 Arbeitsbereiche, die für das Verwirklichen der Wasserstoffwirtschaft von entscheidender Bedeutung sind. Während in der Produktion (1), Distribution (2), Lagerung (3), Umwandlung (4) und Anwendung (5) die Notwendigkeit weiterer technischer Entwicklungen und Kostensenkungen betont werden, stehen bei Bildung und Aufklärung (6) Öffentlichkeitsarbeit und bei Codes und Standards (7) die Entwicklung von technischen und rechtlichen Richtlinien im Mittelpunkt (ebd.: 39, 40). Dies soll durch (ingenieurs-)wissenschaftliche Forschung, koordinierte Technikentwicklung, Demonstrationsprojekte und eine unterstützende öffentliche Politik erreicht werden (ebd.: 41). Diese noch sehr allgemein klingenden Vorhaben werden, begünstigt von einer breiten politischen Unterstützung für die Wasserstoffvision, in dem „Hydrogen Posture Plan“ in sehr konkrete Schritte umgesetzt (DOE/DOT 2006: ix). So sollen Wasserstofftechnologien in den Bereichen Produktion, Distribution und Lagerung sowie Brennstoffzellentechnologien im Bereich Anwendung bis 2020 zur Marktreife geführt werden, um Automobil- und Energieunternehmen den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur und das Bereitstellen von Brennstoffzellenfahrzeugen zu ermöglichen (ebd.: iii). Als konkrete technische Meilensteine werden dabei unter anderem ein Wasserstoffpreis von 2-3 US-Dollar per Gallone Benzinäquivalent und eine Brennstoffzellenlebensdauer von über 5000 Stunden genannt (ebd.: iv). Das zu Grunde liegende Leitbild ist nach wie vor unverändert. Wasserstoff soll der Motor der Welt werden und ein hocheffizientes und zuverlässiges Verkehrs- und Energiesystem ermöglichen. Er soll langfristig aus den einheimischen Energiequellen Biomasse, regenerative Energien, Atomenergie und Kohle (nahezu) emissionsfrei hergestellt werden (ebd.: ii).

Der Bericht „Hydrogen Posture Plan“ bestätigt den bisherigen Eindruck, dass die US-Energiebehörde der Hauptträger des „Vision-Building“ in den USA ist. Sie ist mit 6 Abteilun-

gen an dem Prozess beteiligt: (1) Energieeffizienz und erneuerbare Energien, (2) Fossile Energien, (3) Atomenergie, (4) Wissenschaft, (5) Politik und internationale Beziehungen und (6) Finanzen (DOE/DOT 2006: vii). Besonders aktiv scheinen hierbei die zwei Abteilungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien sowie fossile Energien zu sein. Während die Abteilung für Energieeffizienz und erneuerbare Energien die Entwicklung des „Hydrogen Posture Plan“ leitete (DOE 2003: 1), koordinierte die Abteilung für fossile Energien die Erstellung der Berichte „Hydrogen Program Plan“ (DOE 2003) und „Hydrogen Coal Program“ (DOE 2009). Der „Hydrogen Program Plan“ lotet noch relativ allgemein die Möglichkeiten für die Wasserstoffherstellung aus fossilen Energien aus. Das „Hydrogen Coal Program“ hingegen beschreibt einen konkreten Forschungs- und Demonstrationsplan für die Wasserstoffherstellung auf Basis von Kohle für die Jahre 2009 bis 2016. Die Aktivitäten dieser beiden Abteilungen spiegeln das Leitbild der Wasserstoffwirtschaft wieder, nach dem „grüner“ Wasserstoff in Zukunft auf Basis verschiedener Energiequellen hergestellt werden soll. Neben den beiden Abteilungen scheinen die Automobilunternehmen Daimler, Ford und General Motors sowie die Energiekonzerne ExxonMobil, ConocoPhillips, Chevron, BP und Shell die wichtigsten Akteure im amerikanischen „Vision-Building“ zu sein (DOE/DOT 2006: v). Zusammen mit diesen Unternehmen hat die US-Energiebehörde die Privat-Öffentliche Partnerschaft FreedomCAR and Fuel Partnership gegründet, um so die gemeinsamen Aktivitäten in der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie besser koordinieren zu können (FCFP 2006: iii). Diese Partnerschaften stellen eine Form von Valorisierungsagenturen dar.

Insgesamt scheint also das „Vision-Building“ in den USA einen wichtigen Beitrag zur Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu leisten. Die mit dieser Technologie verbundenen Erwartungen waren offenbar hinreichend vielversprechend, um eine ganze Reihe von einflussreichen Akteuren zu der gemeinsamen Entwicklung einer Zukunftsvision zusammenzubringen. Das gemeinsam gestaltete Leitbild einer allumfassenden Wasserstoffwirtschaft trug anschließend dazu bei, dass mehr und mehr konkrete Aktivitäten im Hinblick auf die Verwirklichung der gemeinsamen Vision zu Stande kamen. Der Erfolg des „Vision Building“ zeigte sich nicht zuletzt auch darin, dass es innerhalb kurzer Zeit gelang, die Anfang 2009 angekündigte Kürzung von Forschungsgeldern für die Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen abzuwenden.

Das „Vision-Building“ besitzt in den USA bislang einen starken Top-Down-Charakter, der die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf spezifische Weise vorantrieb. Ausgehend von dem gemeinsamen Zukunftsbild entwickelten die beteiligten Akteure retrospektiv eine Roadmap, die die notwendigen Handlungsschritte auf dem Weg zur Verwirklichung der Vision definiert und die im Laufe der Zeit immer konkretere Formen annahm und zunehmend in die Tat umgesetzt wurde. Mit anderen Worten: Basierend auf einer projizierten Valorisierung der Wasserstofftechnologie in der Zukunft, wurde eine tatsächliche Valorisierung dieser Technologie in der Gegenwart eingeleitet.

4.3. Europäische Union

Der Ausgangspunkt für die gezielte Entwicklung einer übergreifenden europäischen Vision ist die Gründung einer High Level Group durch die Europäische Kommission im Jahr 2002 (EC 2002). Diese bestand aus 19 Mitgliedern die von Forschungsinstituten, der Industrie und der öffentlichen Verwaltung entsandt wurden (HLG 2003: 5). Hierzu gehörten zum Beispiel das Forschungszentrum Jülich, die Automobilhersteller Daimler, Renault und Rolls-Royce, die Energiekonzerne Norsk Hydro, Shell und Sydkraft sowie der Brennstoffzellenhersteller Ballard (ebd.: 32). Die High Level Group sollte eine gemeinsame europäische Strategie erarbeiten um die bereits bestehenden (Forschungs-)Aktivitäten besser koordinieren zu können (EC 2002). Die Gründung der High Level Group basierte natürlich auch auf den positiven Erwartungen, die man an die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hatte. So sahen viele Experten in Wasserstoff eine potenzielle Energietechnologie für das Transport- und Energiesystem. Brennstoffzellen hingegen wurden als eine vielversprechende, insbesondere ökologische Anwendungstechnologie angesehen, da wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen keine Emissionen, sondern nur Wasserdampf verursachen. Beide Technologien zusammen eignen sich somit dafür, die Ölabhängigkeit und den Klimawandel zu bekämpfen, nachhaltige Entwicklung zu fördern und Arbeitsplätze zu schaffen. Zudem sollte Wasserstoff als Brückentechnologie zum Übergang von einem fossilen zu einem regenerativen Energiesystem dienen, da er aus fossilen Energiequellen, Biokraftstoffen oder erneuerbaren Energien hergestellt werden kann (ebd.).

Im Jahr 2003 präsentierte die High Level Group mit dem Bericht „Hydrogen Energy and Fuel Cells. A vision of our future“ (HLG 2003) die von ihr entwickelte Vision. Das Ziel dieser Vision ist eine wasserstofforientierte Wirtschaft im Jahr 2050, wobei Wasserstoff aus erneuerbaren Energien hergestellt werden und zusammen mit Elektrizität und Brennstoffzellen den Kern eines neuen Transport- und Energiesystems ausmachen soll. Als Zwischenlösung auf dem Weg dahin ist die Wasserstoffherstellung aus Kohle mit CO₂-Sequestrierung denkbar (HLG 2003: 23). Es wird zwar betont, dass Wasserstoff sowohl aus fossilen Energiequellen mit CO₂-Sequestrierung, Atomenergie und regenerativen Energiequellen nahezu emissionsfrei hergestellt werden kann, aber langfristig sollen sich die erneuerbaren Energiequellen durchsetzen (ebd.: 10). Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen sollen Computer, Mobiltelefone sowie Fahrzeuge antreiben und zur allgemeinen Elektrizitätserzeugung im Energiesystem eingesetzt werden (ebd.). Die Kombination der beiden Technologien zusammen mit Elektrizität stellt somit das Herzstück dieser neuen Welt dar, in der überall, wo Energie verbraucht wird, dies emissionsfrei auf der Basis von Wasserstoff, Brennstoffzellen und Elektrizität geschehen soll. Diese werden damit zu einer Art Universallösung gegenwärtiger Probleme, denn sie sollen zur Energieversorgungssicherheit beitragen, die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie erhöhen und die Luftqualität verbessern, sowie Emissionen reduzieren, und so den Klimawandel bekämpfen (ebd.: 12, 13).

Um die Vision zu verwirklichen, empfiehlt die High Level Group eine unterstützende Politik zu betreiben, eine europäische Forschungsagenda zu entwickeln, Demonstrationsprojekte durchzuführen, eine europäische Roadmap zu entwickeln und eine europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Partnerschaft zu gründen (HLG 2003: 16). Die Vision fand offensichtlich Resonanz, denn noch im gleichen Jahr gründete die Europäische Kommission

Valorisierungsagenturen wie die HFP („European **H**ydrogen and **F**uel Cell Technology **P**latform“) (EC 2004), welche anschließend eine europäische Forschungs- (HFP 2005a) und Anwendungsstrategie (HFP 2005b) entwickelte, anhand derer die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zur Marktreife geführt werden sollte. Ziel der HFP war nach wie vor eine wasserstofforientierte Wirtschaft, in welcher Wasserstoff und Elektrizität die Emissionen reduzieren, die Energieversorgung sichern und die europäische Wirtschaft stärken sollten (HFP 2005a: 1). Wasserstoff soll dabei Elektrizität durch bessere Speichermöglichkeiten ergänzen, um nicht verbrauchten Strom lagerfähig zu machen und im Energiesystem zu erhalten. Brennstoffzellen sollen im mobilen und stationären Sektor die primäre Anwendungstechnologie für Wasserstoff werden (ebd.). Die in der Vision noch angestrebte „grüne“ Wasserstoffproduktion aus erneuerbaren Energien wird aber offensichtlich von der HFP nicht mehr vollständig als gemeinsames Ziel angesehen. Das HFP-Leitbild basiert zwar ebenfalls darauf, Wasserstoff langfristig emissionsfrei herzustellen, dazu soll aber neben erneuerbaren Energien auch Atomenergie eingesetzt werden (ebd.: 2). Zusammen mit Elektrizität und flüssigen Biokraftstoffen soll Wasserstoff einer der drei Energieträger der Zukunft werden. Als hauptsächliche Anwendungsgebiete werden Brennstoffzellen, Verbrennungsmotore und Turbinen genannt. Brennstoffzellen wiederum werden hauptsächlich aber nicht ausschließlich mit Wasserstoff betrieben. Für den Einsatz anderer Energiequellen sollen kraftstoffflexible Brennstoffzellen entwickelt werden (ebd.: 2, 3).

Um diese Ziele zu realisieren, wurden von der HFP 6 Bereiche identifiziert, auf die sich die europäische Forschungs- und Entwicklungsarbeit konzentrieren soll: (1) Wasserstoffproduktion, (2) Wasserstofflagerung und -distribution, (3) stationäre Anwendung, (4) mobile Anwendung (Transportsektor), (5) tragbare Anwendung (Computer und Mobiltelefone), (6) Sozioökonomische Forschung (Zukunftsszenarios und Technikfolgenabschätzung) (HFP 2005a: 4). Parallel hierzu fordert die HFP, in der von ihr entwickelten Anwendungsstrategie, eine unterstützende Politik zu betreiben, frühe Märkte für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zu etablieren, großskalige Demonstrationsprojekte für stationäre und mobile Anwendungen durchzuführen und Synergieeffekte zu analysieren, anhand derer die Kombination von Wasserstoff und Brennstoffzellen gefördert werden kann (HFP 2005b: 88-95).

Ein Blick auf die Struktur der HFP verdeutlicht, dass es offensichtlich gelungen ist, die gesamte europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community unter einem visionären Dach zu vereinen. So nahmen zumindest an der Generalversammlung der HFP zahlreiche Vertreter von unterschiedlichsten Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Verwaltungseinheiten teil (GA 2004). Hierzu gehörten zum Beispiel die Europäische Kommission, das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, das Forschungszentrum Jülich, die Automobilhersteller BMW, Daimler, Honda, Renault und Rolls-Royce, die Energiekonzerne BP, ExxonMobil, Shell, Sydkraft und Vattenfall sowie der Brennstoffzellenhersteller Ballard und der Heizungsgerätehersteller Vaillant (ebd.). Daneben waren auch Vertreter der Mitgliedsstaaten der EU anwesend (MSMG 2004). Aus diesem breit gefächerten Teilnehmerfeld lässt sich zwar nicht schließen, dass alle vollständig von der Vision einer wasserstofforientierten Wirtschaft überzeugt waren, aber es lässt sich vermuten, dass sie sich teilweise mit dieser identifizierten oder zumindest an der Entwicklung beteiligt sein wollten, um für den Fall vorbereitet zu sein, dass die Vision tatsächlich eines

Tages Wirklichkeit werden sollte. Durch das von der High Level Group entwickelte Leitbild wurden nicht nur die Interessen unterschiedlicher Akteure gebündelt, sondern von ihm gingen auch wichtige Impulse für weitere gemeinsame Aktivitäten aus.

Der Großteil der High Level Group Mitglieder (HLG 2003: 32) ging direkt in die leitenden Organe der HFP über, und zwar in den Vorstand (Executive Group) (EG 2004: 1) und in den Beirat (Advisory Council) (AC 2004). Diese Personen, die aus Industrie, Forschung und öffentlicher Verwaltung stammen, machen sozusagen den harten personellen Kern des europäischen „Vision-Building“ aus. Sie haben zunächst die Vision entwickelt und versuchen nun durch ihre Valorisierungsagenturen weitere Entscheidungsträger und Ressourcen für die Verwirklichung der Vision zu mobilisieren. Deshalb fordert die HFP auch die Gründung einer Privat-Öffentlichen Partnerschaft für Wasserstoff und Brennstoffzellen, um die für die Realisierung der Vision benötigten privaten und öffentlichen Ressourcen besser mobilisieren und koordinieren zu können (HFP 2005a: 93, 101). All dies trägt dazu bei, die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in der Europäischen Union voranzutreiben.

Die mit der Vision verbundenen Versprechungen eines emissionsfreien Transport- und Energiesystems scheinen weitere Akteure überzeugt zu haben, denn am 30. Mai 2008 gründete der Europäische Rat eine weitere Valorisierungsagentur, und zwar das FCH JU („**F**uel **C**ell and **H**ydrogen **J**oint **U**ndertaking“), welches das rechtliche Organ der Öffentlich-Privaten-Partnerschaft Joint Technology Initiative on Fuel Cells and Hydrogen ist, und deren Umsetzung realisieren soll (Council of the European Union 2008: 1, 4; FCH JU 2009: 4). Das FCH JU ist von einer komplexen Organisationsstruktur geprägt, die aus Vertretern der Industrie, der Forschung, der Europäischen Kommission und den Mitgliedsstaaten der EU besteht (FCH JU 2009: 23, 24). Auch hierbei gibt es wieder personelle Überschneidungen mit der HFP, deren Personal zumindest teilweise direkt in die FCH JU übergegangen zu sein scheint (AC 2004; EG 2004: 1; MSMG 2004; GB 2010; SC 2010; SRG 2010). Einmal jährlich veranstaltet die FCH JU eine Generalversammlung, das sogenannte „Stakeholder’s General Assembly“, welche offen ist für alle Akteure, die ein Interesse an der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie haben (FCH JU 2009: 24, 25).

Die FCH JU soll zunächst bis zum Jahr 2017 bestehen und ihr Ziel ist es, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zur Marktreife zu führen und Europa die Führungsposition in diesem Bereich zu sichern (FCH JU 2009: 4). Dabei hat man sich vergleichsweise konkrete Ziele gesetzt. So soll bis zum Jahr 2015 die Lebensdauer von Brennstoffzellen im Transportsektor auf 5.000 Stunden erhöht werden und der Preis von Wasserstoff auf unter 5 € pro Kilogramm gesenkt werden (ebd.: 7). Brennstoffzellenfahrzeuge sollen ab 2020 marktreif sein und mit unterschiedlichen Kraftstoffen betrieben werden. Ab 2050 wird dann auch Wasserstoff mit diesen Kraftstoffen konkurrieren (ebd.: 19, 20). Diese Entwicklung soll durch eine effiziente Koordination von Forschungs- und Demonstrationsprojekten auf europäischer Ebene vorangetrieben werden, wobei vier Anwendungsbereiche im Mittelpunkt stehen: (1) Transport und Tankstelleninfrastruktur, (2) Wasserstoffherstellung und -distribution, (3) stationäre Energieerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung und (4) frühe Märkte (ebd.: 4-6). Außerdem wollen sich die Akteure auf die Entwicklung von Codes und Standards sowie auf sozioökonomische Analysen konzentrieren (ebd.: 6). Damit verfolgt die FCH JU zwar weiterhin die von der High Level Group vorgestellte Vision einer wasserstofforientierten Wirtschaft,

allerdings scheint die Wasserstoffherstellung auch langfristig nicht mehr ausschließlich an regenerative Energien gekoppelt zu sein. So wird betont, dass Wasserstoff in Zukunft nahezu emissionsfrei hergestellt werden soll, dabei werden aber die Wasserstoffproduktion aus Kohle mit CO₂-Sequestrierung und aus erneuerbaren Energien und Atomenergie als scheinbar gleichwertige Optionen angesehen (ebd.: 19, 20). Dieser Eindruck, dass Kohle mit CO₂-Sequestrierung zunehmend auch als langfristige Option für die Bekämpfung des Klimawandels und für die Wasserstoff- und Elektrizitätserzeugung in einem nachhaltigen Energiesystem betrachtet wird, bestätigen weitere EU-Dokumente (EC 2006: 12, 13; García Cortés/Tzimas/Peteves 2009: 9). Der alleinige Fokus auf die langfristige Wasserstoffherstellung aus erneuerbaren Energien, wie er noch in der ursprünglichen Vision präsentiert wurde, scheint somit nicht mehr gegeben zu sein. Vielmehr wird nun auch die Wasserstoff- und Elektrizitätserzeugung aus Kohle mit CO₂-Sequestrierung und Atomenergie als langfristige Option für ein nachhaltiges Energiesystem angesehen.

Stichpunktartig zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild: Das „Vision-Building“ auf EU-Ebene erwuchs aus vielversprechenden Erwartungen, die mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verbunden wurden. Viele Aktivisten erhofften sich, dass diese Technologie zu Emissionsreduktion, Energieversorgungssicherheit und wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie beitragen kann. Auf Basis dieser Erwartungen wurde von der Europäischen Kommission ein „Vision-Building“-Prozess in Gang gebracht, an dem von Beginn an Vertreter aus Industrie, Forschung und öffentlicher Verwaltung beteiligt waren. Diese entwickelten die Vision einer wasserstofforientierten Wirtschaft, die ein emissionsfreies Transport- und Energiesystem ermöglichen sollte und in der Wasserstoff, Brennstoffzellen und Elektrizität die zentralen Bestandteile bilden. Diese Vision fungierte anschließend als Leitbild für die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Europa, was am deutlichsten an der institutionellen Entwicklung zu erkennen ist. Aus der High Level Group wurde die European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform gebildet, während anschließend aus dieser das Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking entstand. Dabei sind zum einen personelle Überschneidungen und das ständige Wachstum auffällig. Bestand die High Level Group noch aus 19 Personen, so bringen die Generalversammlungen der HFP und der FCH JU die komplette europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community unter ein gemeinsames Dach zusammen. Es ist zu vermuten, dass die Vision einer wasserstofforientierten Wirtschaft einen nicht unerheblichen Anteil an dieser Entwicklung hat. Es mögen vielleicht nicht alle beteiligten Akteure vollständig von der Vision überzeugt sein, aber die in ihr reflektierten Sehnsüchte und Wünsche scheinen zumindest ausreichend Interesse geweckt zu haben, um zur Teilnahme an der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu motivieren.

Das Leit-Potenzial der Vision scheint in einem ersten Schritt erfolgreich gewesen zu sein. Es trug dazu bei die bereits existierende Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community in Europa zu einer Koordination auf europäischer Ebene zu führen. Ausgehend von einer zukünftigen Welt wurden in einem Top-Down-Ansatz rückwirkend die notwendigen Schritte im Hinblick auf eine Verwirklichung der Vision definiert. Der Inhalt der gemeinsamen, leitenden Vision hat sich dabei aber in einem entscheidenden Punkt verändert. Während in der Vision ausdrücklich betont wurde, dass die emissionsfreie Wasserstoffherstellung langfristig nur auf

Basis von regenerativen Energien geschehen soll, scheint mittlerweile die Überzeugung vorzuherrschen, dass langfristig auch eine nahezu emissionsfreie Wasserstoffproduktion auf Basis von Atomenergie und Kohle mit CO₂-Sequestrierung denkbar ist.

4.4. Deutschland

Im Gegensatz zu den USA und der EU wurde in Deutschland bislang kein zentrales „Vision-Building“ vollzogen. Obwohl in den letzten Jahren durchaus eine von Politik und Wirtschaft unterstützte Zentralisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellenaktivitäten in Deutschland stattfand, wurde bisher keine gemeinsame Vision entwickelt. Vielmehr wird die Entwicklung durch allgemeine Hoffnungen und Erwartungen, die man mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verbindet, angetrieben. Dem „Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (NIP 2006), welches ein Grundelement des angesprochenen Zentralisierungsprozesses darstellt, und das der einflussreichsten deutschen Valorierungsagentur, der NOW („Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“), als Arbeitsgrundlage dient (Marz 2010: 52-53), lässt sich beispielsweise entnehmen, dass der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie das Potenzial zugesprochen wird, zu einer sauberen Energieversorgung und der Stärkung der deutschen Wirtschaft beitragen zu können (NIP 2006: 1). Wörtlich heißt es: „Die Brennstoffzellentechnologie und der Einsatz von CO₂-frei hergestelltem Wasserstoff stellen eine zusätzliche, umweltfreundliche und effiziente Energielösung für die Mobilität und das Wohnen von Morgen dar“ (NIP 2006: 8). Es wird betont, dass die Entwicklung dieser Technologie notwendig ist, um die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu sichern (ebd.: 2-5) sowie Energie- und Klimaprobleme zu lösen (ebd.: 7, 8). An anderer Stelle wird zwar erwähnt, dass der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft angestrebt wird, allerdings wird hierunter lediglich verstanden, dass „Wasserstoff neben anderen Primär- und Sekundärenergieträgern einen nennenswerten Teil der Energieversorgung abdeckt“ (NIP 2006: 10). All dies sind Machbarkeitsprojektionen, es fehlt jedoch an motivierenden und mobilisierenden Wünschbarkeitsprojektionen, wie etwa die Orientierung auf eine „grüne“ Wasserstoffwirtschaft.

Einen ähnlichen Eindruck vermitteln die Zielformulierungen einer weiteren großen Valorierungsagentur in Deutschland, nämlich der VES („Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie“). In ihren Dokumenten, insbesondere in den Statusberichten, wird primär auf aktuelle Umwelt- und Energieprobleme verwiesen (VES 2007: 21-27). Leitbilder werden so gut wie gar nicht entwickelt. Aus regenerativen Energien hergestellter Wasserstoff wird zwar als eine vielversprechende Lösung dieser Probleme angesehen (VES 2007: 8-10), ohne dass dabei jedoch das visionäre Potenzial dieses Ansatzes entfaltet oder sein Stellenwert für ein neues emissionsfreies Transport- und Energiesystem herausgearbeitet werden.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass es in Deutschland überhaupt keine Zukunftsvisionen bezüglich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gibt. Ein zentrales „Vision-Building“ ist zwar nicht vorhanden, aber Visionen von einzelnen Akteuren oder sogar von Akteursverbänden gibt es durchaus. Dies zeigen die Beispiele der beiden großen Valorierungsagenturen CEP („Clean Energy Partnership“) und IBZ („Initiative Brennstoffzelle“).

Bei der CEP wird das Zukunftsbild eines geräuscharmen, luftreinen und sauberen Verkehrssystems skizziert. Wasserstoff soll als Kraftstoff allen Fahrzeugklassen dienen und dabei als Restprodukt lediglich Wasser anstelle von giftigen Abgasen erzeugen (CEP 2009: 4, 5). Er wird als Energieträger der Zukunft angesehen und soll durch regenerative Energien hergestellt werden und so deren Verwendung für den Transportsektor erschließen (ebd.). Mehrfach wird betont, dass bei der Nutzung von Wasserstoff lediglich klares Wasser als Nebenprodukt anfällt, unabhängig davon, ob Wasserstoff in Kombination mit Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen verwendet wird (ebd.). In den Zukunftsvorstellungen der CEP ist die Wasserstoffproduktion ganz klar an erneuerbare Energie gekoppelt, denn nur dann kann der angestrebte Energiekreislauf als nachhaltig bezeichnet werden (ebd.: 12, 13). Diese enge Kopplung wird vor allem durch die Eigenschaften von Wasserstoff als Energieträger begründet. So wird zunächst betont, dass Energie gespeichert und transportiert werden muss, bevor sie in privaten Haushalten oder im Transportsektor zur Verfügung steht. Wasserstoff ist die ideale Lösung um die Distanz von der Energieerzeugung zum Energieverbrauch zu überbrücken, denn er lasse sich überall herstellen, sowie flüssig oder gasförmig lagern und transportieren (ebd.: 10, 11). Wenn Wasserstoff auf Basis von erneuerbaren Energien hergestellt wird, fungiert er damit als Speichermedium für diese und ermöglicht ihren Einsatz im Transportsektor. Wasserstoff stünde somit im Mittelpunkt eines emissionsfreien Energiekreislaufes (ebd.).

Die CEP hat sich die Verwirklichung dieses Leitbildes zum Ziel gesetzt (CEP 2009: 5). In ihr haben sich 11 Wirtschaftsunternehmen, hauptsächlich Automobilhersteller und Energieversorger, zusammengeschlossen (ebd.: 30, 31), die anhand von Demonstrationsprojekten beabsichtigen diesem Ziel näher zu kommen (ebd.: 7). Durch den Aufbau von Wasserstofftankstellen und das Testen von Wasserstofffahrzeugen wollen sie sich auf den gesamten Energiekreislauf, von der Wasserstoffproduktion bis hin zu seinem Verbrauch konzentrieren (ebd.). Die CEP-Vision besitzt ein nicht zu unterschätzendes Koordinationspotenzial. Es mag zwar nicht verwundern, dass Energieversorgungsunternehmen für die Errichtung von Tankstellen zuständig sind, während Gaslieferanten sich um die Wasserstoffherstellung kümmern und Automobilhersteller die notwendigen Fahrzeuge produzieren (ebd.: 12-27), dabei wird jedoch leicht der große Koordinationsbedarf solcher Aktivitäten übersehen. Die Entwicklung eines wasserstoffbasierten Transportsystems kann nur durch das gleichzeitige und aufeinander abgestimmte Handeln von vielen, unterschiedlichen Akteuren erfolgreich in Gang gesetzt werden. Der Bau von Wasserstofffahrzeugen macht keinen Sinn, wenn nicht gleichzeitig Wasserstofftankstellen errichtet werden. Dies wiederum muss nicht nur gleichzeitig, sondern auch in enger Zusammenarbeit erfolgen, denn es müssen beispielsweise neuartige Zapfsäulen und Tankkupplungen entwickelt werden, damit Fahrzeuge und Tankstellen auch kompatibel miteinander sind (ebd.: 18-20). Der bisherige Aufbau von 2 Wasserstofftankstellen und der Betrieb von 17 Wasserstofffahrzeugen (ebd.: 7) können somit zumindest teilweise als ein konkretes Ergebnis eines „Vision-Building“ der CEP interpretiert werden. Anhand des Leitbildes werden nicht nur die notwendigen zukünftigen Schritte gemeinsam definiert, sondern auch die konkreten Aufgaben unter den Akteuren aufgeteilt und aufeinander abgestimmt. Das Leitbild der CEP vereint Machbarkeits- und Wünschbarkeitsprojektionen und schließt so die unterschiedlichen Akteure zusammen und lässt sie gemeinsam an der Ver-

wirklichung ihrer Vision arbeiten. Wasserstofftechnologien werden dabei relativ unabhängig von Brennstoffzellen gefördert.

Zur IBZ („Initiative **Brennstoffzelle**“) gehören unter anderem die „**Deutsche Energie-Agentur**“ (dena), die Energieversorgungsunternehmen EnBW Energie Baden-Württemberg, E.ON, EWE und MVV Energie sowie die Heizungsgerätehersteller BAXI INNOTECH, Hexis und Vaillant (IBZ 2010: 23). Bei dieser Valorisierungsagentur steht die Brennstoffzelle im Mittelpunkt der Vision. Sie soll in Zukunft bei jeglicher Energieerzeugung zum Einsatz kommen, und zwar angefangen von tragbaren Geräten, wie Mobiltelefonen und Notebooks, über mobile Anwendungen, wie Fahrzeuge und Flugzeuge, bis hin zum stationären Einsatz als Heizung und Stromlieferant in Gebäuden (IBZ 2010: 6, 7). Dabei wird zum einen ihre Vielseitigkeit betont und zum anderen ihre Effizienz. So kann sie nicht nur in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt, sondern auch mit verschiedenen Energiequellen betrieben werden. In der „Energieversorgung der Zukunft“ können sowohl fossile Energieträger wie Erdgas als auch regenerative wie Wasserstoff aus Wind, Sonne, Biomasse und Wasserkraft über ein zentrales Leitungsnetz zu privaten Haushalten transportiert und anhand von Brennstoffzellen in Strom und Wärme umgewandelt werden (ebd.: 14). Diese sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung soll die Brennstoffzelle vor allem für den Einsatz im stationären Bereich interessant machen, da sie hohe elektrische und thermische Wirkungsgrade besitzt. Von dem ihr zugeführten Energieträger soll die Brennstoffzelle 60% in Wärme und 30% in Strom umwandeln können, wodurch lediglich ein Verlust von 10% entsteht (ebd.: 10).

Regenerativ hergestellter Wasserstoff spielt in dieser Brennstoffzellenvision eher eine Nebenrolle. Zum einen, weil davon ausgegangen wird, dass dieser nicht vor 2030 in relevantem Ausmaß zu Verfügung stehen wird, zum anderen, weil die Brennstoffzelle kraftstoffflexibel ist. Stattdessen sollen die Brennstoffzellen der nächsten Jahrzehnte mit Erdgas betrieben werden, worin mehrere Vorteile gesehen werden. Bei der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transport von Erdgas kann auf eine bereits bestehende Infrastruktur zurückgegriffen werden. Die Erdgasvorräte unter der Nordsee, in Russland und in den arabischen Ländern sind vergleichsweise reichhaltiger als die Ölvorkommen. Erdgas ist der emissionsärmste aller fossilen Energieträger und kann in Brennstoffzellen hocheffizient umgewandelt werden. Mit Erdgas betriebene Brennstoffzellen tragen somit zur Energieversorgungssicherheit sowie zum Ressourcen- und Klimaschutz bei (ebd.: 8, 9).

Diese Brennstoffzellenvision soll anhand von Demonstrationsprojekten vorangetrieben werden. Im Rahmen des größten Demonstrationsprojektes Callux, das 2008 gestartet wurde, werden ungefähr 800 Brennstoffzellen im stationären Bereich als Wärme- und Stromlieferanten eingesetzt. Neben der technischen Weiterentwicklung konzentrieren sich die Akteure dabei auch auf die Öffentlichkeitsarbeit und auf die Ausbildung von Handwerkern, um diese mit der Brennstoffzellentechnologie vertraut zu machen (IBZ 2010: 12). Die 12 Mitglieder der IBZ setzen sich vor allem aus Energieversorgungsunternehmen und Heizungsgeräteherstellern zusammen (ebd.: 23), welche gemäß dem gemeinsamen Leitbild an der Kommerzialisierung der Brennstoffzelle arbeiten. Ebenso wie bei der CEP, dient auch bei der IBZ das Leitbild zur Abstimmung und Koordination der notwendigen zukünftigen Schritte. So werden gleichzeitig unterschiedliche Brennstoffzellentypen entwickelt, deren Integration in ein Heizungssystem mit einem bestehenden Erdgasnetz die Lösung einer Vielzahl arbeitsteilig or-

ganisierter und eng miteinander verbundener Aufgaben erfordert (ebd.: 14-20). Die Zusammenarbeit der Akteure sowie ihre konkrete Arbeit in den Demonstrationsprojekten stellen somit erste Ergebnisse der gemeinsamen Vision dar und spiegeln deren Leit-Potenzial wider.

Soweit zu sehen, gibt es also in Deutschland bisher kein zentrales „Vision-Building“. Vielmehr wird die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie offenbar von gemeinsam geteilten Erwartungen und Hoffnungen getragen. Vor allem die beiden großen Valorisierungsagenturen NOW und VES scheinen sich eher der Valorisierungspraktik des „Problem/Solution-Framing“ (siehe Marz/Krstacic-Galic 2010) als des „Vision-Building“ zu bedienen. Dennoch gibt es auch in Deutschland einflussreiche Visionen, wie die Beispiele der zwei anderen großen Valorisierungsagenturen CEP und IBZ zeigen. Interessant ist, dass in beiden Fällen die NOW beteiligt ist, da sie sowohl die CEP (NOW 2009: 18, 19) als auch das Callux-Projekt (ebd.: 48, 49) finanziell fördert und koordiniert. Dies mag zunächst erstaunen, da die CEP eine Wasserstoffvision und die IBZ eine Brennstoffzellenvision verfolgt, während die NOW selbst kein dezidiert herausgearbeitetes Leitbild besitzt. Der scheinbare Widerspruch löst sich aber schnell auf, wenn man bedenkt, dass die NOW eine Valorisierungsagentur für Wasserstoff *und* Brennstoffzellen ist und somit natürlich Projekte in beide Richtungen unterstützt, auch wenn sie die ihnen zu Grunde liegenden Leitbilder vielleicht nicht vollständig teilt.

Gleichwohl wirft diese Problemlage Fragen bezüglich des Fehlens eines zentralen „Vision-Building“ in Deutschland auf. So ließe sich beispielsweise vermuten, dass die Valorisierung im mobilen Anwendungsbereich teilweise von anderen Akteuren angetrieben wird, als im stationären Sektor. Während sich im Transportsektor vor allem Automobilhersteller an der Entwicklung von Wasserstoff und Brennstoffzellen beteiligen, arbeiten im stationären Bereich vornehmlich Heizungsgerätehersteller an dieser Technologie. Zwar sind Energieversorgungsunternehmen in beiden Bereichen vertreten, aber dennoch scheinen es die einzelnen Gruppierungen nicht für nötig zu erachten, eine gemeinsame, übergreifende Vision zu entwickeln.

4.5. Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Die größten Gemeinsamkeiten zwischen den drei analysierten Fällen scheinen in den generellen energiepolitischen Grundzielen und in der allgemeinen Sicht auf die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu bestehen. Sowohl in den USA, als auch in der EU und in Deutschland stehen Energieversorgungssicherheit, Emissionsreduktion und Klimaschutz sowie Wirtschaftlichkeit ganz oben auf der energiepolitischen Agenda. Aus diesen drei Grundzielen speist die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ihre Bedeutung, denn anhand von Erwartungen und Hoffnungen wird ihr zugeschrieben, in Zukunft zu der Erreichung dieser Ziele beitragen zu können. Die Kombination von Wasserstoff und Brennstoffzellen wird in den USA, der EU und Deutschland als sehr vielversprechende Option hierfür angesehen. Die Verbindung dieser Technologien soll vor allem im Transportsektor und im Energiesystem zu Emissionsreduktion, stabiler Energieversorgung und Stärkung der jeweiligen Industrie beitragen. In allen drei Fällen wird aber gleichzeitig betont, dass die Kombinati-

on von Wasserstoff und Brennstoffzellen keine Notwendigkeit darstellt und beide auch einzeln, beziehungsweise in Verbindung mit anderen Technologien sinnvoll sein können.

Diese gleiche allgemeine Perspektive auf die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie brachte allerdings unterschiedliche „Vision-Building“-Prozesse hervor. Während in den USA und der EU ein zentral gesteuertes „Vision-Building“ stattfand und parallel dazu eine zentrale institutionelle Entwicklung einherging, wurde in Deutschland kein zentrales „Vision-Building“ entwickelt, obwohl auch hier mit der NOW eine Organisation gegründet wurde, die alle Wasserstoff- und Brennstoffzellenaktivitäten unter einem Dach vereinen soll. In den USA wurde das „Vision-Building“ von hochrangigen Politikern vor allem aus der US-Energiebehörde vorangetrieben. Das gemeinsam von Politik und Wirtschaft formulierte Leitbild einer Wasserstoffwirtschaft diente anschließend als Basis für die weitere institutionelle Entwicklung und die gemeinsame Definition und Koordination der ersten konkreten Schritte im Bezug auf die Verwirklichung der Vision. Ähnlich spielte sich der Prozess in der EU ab. Hier brachten hochrangige europäische Politiker, nämlich Mitglieder der EU-Kommission, das „Vision-Building“ in Gang und trieben ebenfalls auf Basis des erstellten Leitbildes einer wasserstofforientierten Wirtschaft die institutionelle Entwicklung in Form von HFP und FCH JU sowie die gemeinsame Definition und Koordination der ersten konkreten Schritte im Bezug auf die Verwirklichung der Vision voran.

In beiden Fällen wird sehr anschaulich deutlich, wie das „Vision-Building“ mit anderen Valorisierungspraktiken wie „Agency Creating“, „Agenda Setting“ und „Networking“ zusammenhängt. Auf Basis von und als Folge des erstellten Leitbildes werden neue Agenturen erschaffen (FreedomCAR and Fuel Partnership, HFP, FCH JU), Pläne und Programme entworfen (Hydrogen Posture Plan, Hydrogen Coal Program, HFP Forschungs- und Anwendungsstrategie) und gemeinsame Treffen einberufen, auf denen das weitere Vorgehen koordiniert und Kontakte geknüpft wurden (National Hydrogen Vision Meeting, National Hydrogen Energy Roadmap Workshop, Generalversammlungen der HFP und des FCH JU). Das „Vision-Building“ fand in den USA und in der EU parallel und in Kombination mit anderen Valorisierungspraktiken statt.

In Deutschland hingegen gab es bislang kein zentrales „Vision-Building“. Dies ist zunächst nicht zwangsläufig von Nachteil, denn auch eine Bottom-Up-Leitbildgestaltung kann durchaus erfolgreich sein. Bedenklicher ist eher, dass das „Vision Building“ der einzelnen Valorisierungsagenturen sehr unterschiedlich entwickelt ist. Von den großen Valorisierungsagenturen scheinen sich die NOW und die VES eher auf das „Problem/Solution-Framing“ als Valorisierungspraktik zu stützen, während die CEP eine Wasserstoffvision und die IBZ eine Brennstoffzellenvision entwickelten. Da die CEP und die IBZ aber sehr einflussreiche Valorisierungsagenturen sind, die große Demonstrationsprojekte betreiben oder an solchen beteiligt sind, kann davon ausgegangen werden, dass das „Vision-Building“ auch in Deutschland zur Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie beiträgt, obgleich es hier bislang nicht die Bedeutung besitzt, die es in den USA und der EU erlangt hat.

Erhebliche Unterschiede gab es zudem in Bezug auf die Energiequellen für die Wasserstoffproduktion. Es ist zwar unstrittig, dass Wasserstoff in naher Zukunft in hinreichenden Mengen nicht allein aus erneuerbaren Energie hergestellt werden kann, aber es herrscht

Uneinigkeit darüber, ob regenerative Energien langfristig überhaupt als einzige Energiequelle für die Wasserstoffproduktion angestrebt werden sollen. In den USA schien diese Frage nie zur Debatte zu stehen. Von Beginn an wurde hier die Wasserstoffherstellung aus Kohle mit CO₂-Sequestrierung als ebenso nachhaltig angesehen wie die Wasserstoffproduktion auf Basis von Atomenergie oder erneuerbaren Energien.

In der EU ist die Sachlage nicht so eindeutig. In der Vision aus dem Jahr 2003 wird zwar langfristig die Wasserstoffherstellung ausschließlich auf Basis von erneuerbaren Energien angestrebt, doch diese Sichtweise scheint sich verändert zu haben. Mehrere Quellen der folgenden Jahre deuten darauf hin, dass Atomenergie oder Kohle mit CO₂-Sequestrierung zunehmend auch langfristig als äquivalente Möglichkeiten für nachhaltige Wasserstoffproduktion in Betracht gezogen werden. In Deutschland gibt es zwar keine zentrale Vision, aber bei den unterschiedlichen Valorisierungsagenturen scheint nach wie vor die Überzeugung vorzuherrschen, dass langfristig die Wasserstoffherstellung ausschließlich auf Basis von erneuerbaren Energien angestrebt werden sollte.

Die zentrale Frage, um die es hierbei eigentlich geht, ist wie man *Nachhaltigkeit* im Bezug auf Wasserstoffproduktion interpretiert. Eine der bekanntesten und einflussreichsten Definitionen des Begriffs *Nachhaltigkeit* stammt von der sogenannten Brundtland-Kommission, in deren Bericht es heißt: „Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (WCED 1987). Gemäß dieser Definition kann eigentlich weder die Wasserstoffproduktion aus Kohle mit CO₂-Sequestrierung noch die auf Basis von Atomenergie als wirklich nachhaltig gelten. Beim ersteren wird CO₂ erzeugt, aber nicht in die Atmosphäre freigesetzt, sondern mittels technischer Hilfsmittel eingefangen und schließlich unter der Erde gelagert. Im zweiten Fall kann Wasserstoff zwar emissionsfrei hergestellt werden, aber die durch die Nutzung der Atomenergie verursachten, radioaktiven Abfälle müssen ebenfalls eingelagert werden. In beiden Fällen wird das eigentliche Problem also lediglich in die Zukunft verschoben. Auch wenn CO₂ und radioaktive Abfälle sicher unter der Erde gelagert werden könnten, stellen sie dennoch eine schwere Hypothek für zukünftige Gesellschaften dar. Im Falle der Wasserstoffproduktion auf Basis von Atomenergie oder Kohle mit CO₂-Sequestrierung handelt es sich also eher um eine „pseudogrüne“, letztlich nicht nachhaltige Technologie.

In Bezug auf den Zeitrahmen zur breiten Marktdurchdringung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie scheint in allen drei Fällen die Überzeugung vorzuherrschen, dass diese irgendwann in den nächsten Dekaden erreicht wird. Zwar soll laut US-amerikanischen Programm die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie offiziell bis 2020 zur Marktreife gebracht werden, aber beides würde natürlich noch lange nicht die Verwirklichung der Wasserstoffwirtschaft bedeuten. Denn selbst wenn die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie marktreif geworden ist, muss sie sich immer noch gegen andere Konkurrenten auf dem Markt durchsetzen und bis zu einer eventuellen Marktdurchdringung würden noch etliche Jahre vergehen. Dementsprechend verwundert es auch nicht, wenn man in der FCH JU in Europa davon ausgeht, dass Wasserstoff erst ab 2050 konkurrenzfähig zu anderen Kraftstoffen sein soll und die IBZ in Deutschland schätzt, dass Wasserstoff vor 2030 nicht in relevantem Ausmaß verfügbar sein wird. Generell verdeutlichen diese un-

terschiedlichen Zahlen vor allem eine Gemeinsamkeit zwischen den drei Akteuren: Niemand kann genau vorhersagen, ob und wenn ja, wann die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ihren Durchbruch erzielen wird. Einigkeit herrscht darüber hinaus bei der Frage wie diesem Durchbruch näher zu kommen ist. Sowohl in den USA, als auch in der EU und in Deutschland wurden Öffentlich-Private-Partnerschaften gebildet, welche über die Durchführung von Demonstrationsprojekten die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie fördern sollen.

6. Bilanz

In der vorliegenden Arbeit wurde auf der Basis innovationstheoretischer Überlegungen sowie empirischer Untersuchungen der Versuch unternommen, eine spezifische Valorisierungspraktik, nämlich das „Vision-Building“ bei Valorisierungsakteuren der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den USA, in Europa sowie in Deutschland zu analysieren und vergleichend miteinander in Beziehung zu setzen. Das Fazit dieser Analyse wird im Folgenden in zwei Schritten gezogen: In einem ersten Schritt werden zunächst die Hauptergebnisse der Untersuchung in komprimierter Form bilanziert. Ausgehend davon wird dann in einem zweiten Schritt eine stichpunktartige Agenda für weiterführende Analysen der Valorisierungspraktiken im Allgemeinen und des „Vision-Building“ im Besonderen skizziert.

6.1. Fazit

Inventionen, also Entdeckungen und Erfindungen, werden nur dann zu Innovationen, wenn sie gesellschaftlich genutzt und verwertet werden. Diese Nutzung und Verwertung setzt voraus, dass sie als gesellschaftlich wertvoll gelten, also irgendeinen Wert besitzen. Die Wertgebung oder Valorisierung von Inventionen wird wesentlich von Valorisierungsakteuren, wie Unternehmen und Verbänden, Valorisierungsagenturen und Valorisierungsallianzen beeinflusst. Diese Akteure entwickeln spezifische Valorisierungspraktiken. Dazu gehören neben dem „Agency Creating“, dem „Agenda Setting“, dem „Networking“ und dem „Problem/Solution-Framing“ auch das „Vision-Building“. Diese Valorisierungspraktik basiert darauf, den gesellschaftlichen Wert der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu erhöhen, indem sie zwei Potenziale miteinander verbindet, und zwar die potenzielle Macht von Visionen und Leitbildern einerseits und das Visionspotenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie andererseits.

Sowohl in den USA, als auch in der Europäischen Union und Deutschland bestimmen drei energiepolitische Grundziele das „Vision-Building“, und zwar Energieversorgungssicherheit, Emissionsreduktion und Wirtschaftlichkeit. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird als ein Weg gesehen diese drei Ziele zu erreichen und miteinander zu verbinden. Trotz dieser gleichen gemeinsamen Perspektive entwickelten sich sehr unterschiedliche „Vision-Building“-Prozesse. Während in den USA und der EU ein zentral gesteuertes „Vision-Building“ stattfand, an dem hochrangige Politiker teilnahmen und mit dem eine ebenfalls zentrale institutionelle Entwicklung einherging, vollzog sich in Deutschland bislang ein eher dezentrales „Vision-Building“.

Erhebliche Unterschiede bestehen sowohl zwischen als auch innerhalb der „Vision-Building“-Prozesse im Hinblick auf den Stellenwert der erneuerbaren Energien für die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Dabei sind drei divergierende Zukunftsprojektionen auszumachen: Erstens gibt es das Ziel, die Wasserstoffherstellung langfristig ausschließlich auf Basis regenerativer Energien zu organisieren. Diese Projektion wurde anfänglich in der Europäischen Union favorisiert und herrscht auch heute noch bei vielen dezentralen Visionen in der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community vor. Zweitens wird die Wasserstoffproduktion aus erneuerbaren Energien nicht als Hauptziel, sondern als ein Weg unter vielen anderen angesehen. Dies trifft von Anfang an auf die „Vision-Building“-Prozesse in den USA zu. Drittens schließlich zeichnet sich eine „pseudogrüne“ Vision der Wasserstoffherstellung ab, bei der die Nachhaltigkeitsprobleme nur scheinbar gelöst, tatsächlich aber in die Zukunft verschoben werden. Hierzu zählt vor allem die Wasserstoffproduktion auf Basis von Atomenergie und CO₂-Sequestrierung. Diese Projektion, die es von Anfang an in den USA gab, scheint unter der Hand in den letzten Jahren auch in der Europäischen Union Raum zu greifen.

In diesen drei divergierenden Zukunftsprojektionen wird das visionäre Potenzial der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in unterschiedlichem Grad entfaltet. Am problematischsten erscheint dabei die „pseudogrüne“ Vision einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft, da sie auf den ersten Blick eine Nachhaltigkeit verspricht, die sie bei näherer Betrachtung nicht einlöst. Sie vermittelt den Eindruck, als stütze sie sich auf das visionäre energetisch-ökologische Potenzial der grünen Wasserstofftechnologie, tut es aber realiter nicht, weil sie de facto die schwarze Wasserstoffherstellung präferiert. Eine solche Differenz zwischen scheinbarer und tatsächlicher Nachhaltigkeit liefert den Nährboden für Enttäuschungen. Die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie via „pseudogrünem“ „Vision-Building“ ist fragil, denn sie kann sehr leicht in ihr Gegenteil, nämlich eine pauschale Ablehnung dieser Technologie umschlagen.

6.2. Agenda

Bei der weiteren Untersuchung von Valorisierungspraktiken stehen insbesondere folgende vier Schwerpunkte im Mittelpunkt der Arbeit:

1. *Die vergleichende Untersuchung des „Vision-Building“ in anderen Ländern.* Hierzu gehören insbesondere Japan und Kanada, die in der Entwicklung und Nutzung der Brennstoffzellentechnologie weltweit zu den führenden Staaten gehören. Des Weiteren wäre es sehr informativ, das „Vision-Building“ in China zu analysieren. Zum einen, weil dort große Anstrengungen unternommen werden, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu entwickeln und zu nutzen. Zum anderen, weil vieles darauf hindeutet, dass sich das „Vision-Building“ im Reich der Mitte deutlich von der Visions- und Leitbildgestaltung in westlichen Ländern unterscheidet.
2. *Die differenzierte Analyse der Struktur der unterschiedlichen Valorisierungspraktiken.* Hierbei geht es sowohl darum, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede als auch die

Zusammenhänge zwischen „Agency Creating“, „Agenda Setting“, „Networking“, „Problem/Solution-Framing“ und „Vision-Building“ herauszuarbeiten.

3. *Die zusammenfassende Untersuchung der Chancen und Grenzen der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.* Dabei sollten insbesondere jene Valorisierungsdefizite analysiert werden, die die Valorisierungsakteure selbst nicht oder nur sehr schwer wahrnehmen können, weil sie außerhalb ihres Blickfeldes liegen, die jedoch einen zentralen Stellenwert für die erfolgreiche Entwicklung und Nutzung dieser Technologie besitzen. Hierzu gehört unter anderem die nutzerfokussierte Valorisierung durch schrittweise alltagspraktische Aneignung der neuen Technologie. Dabei wäre auch zu untersuchen, ob und inwieweit die Zukunftsvorstellungen und -erwartungen der potenziellen Automobilkäufer in den Valorisierungspraktiken im Allgemeinen und beim „Vision Building“ im Besonderen Berücksichtigung finden.
4. *Die Analyse der Valorisierung der Batterietechnologie.* Batterietechnologie und Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, stehen zueinander in einem spannungsreichen Entwicklungsverhältnis. Einerseits konkurrieren sie miteinander, andererseits ergänzen sie sich. Sie konkurrieren miteinander, da der Gesamtwirkungsgrad von Batterie-Elektrofahrzeugen mit 70-80% deutlich höher liegt als der von Brennstoffzellen-Autos (40-50%). Sie ergänzen sich, weil die Reichweite von Batteriefahrzeugen in absehbarer Zeit 200 km nicht überschreiten wird und damit erheblich unter der Reichweite von Brennstoffzellen-Autos liegt. Dieses widersprüchliche Verhältnis beider Technologien ermöglicht sowohl gemeinsame, integrierende, als auch gegenläufige, einander ausschließende Valorisierungsstrategien, die die Evolution und Koevolution dieser Technologien wesentlich beeinflussen. Da zudem beide Technologien als Speichertechnologien für regenerative Energien fungieren können, hat dies wiederum direkten Einfluss auf Richtung und Geschwindigkeit des energietechnologischen Paradigmenwechsels insgesamt.
5. *Die Formulierung von Hypothesen für weiterführende Untersuchungen.* Das grundlegende Ziel besteht hier darin, plausible und belastbare Hypothesen zur Valorisierung von Technologien zu generieren, die sich empirisch auch in anderen Innovationsfeldern testen lassen. Dabei könnte es sich sowohl um solche Felder handeln, die relativ eng mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verbunden sind, wie beispielsweise die Batterietechnologie, speziell die Batterieantriebe, als auch um weiter entfernte Technologien, wie etwa die Entwicklung von Pharmaka für die Brustkrebstherapie.

Eine Bearbeitung dieser Agenda verspricht tiefere Einsichten in die Valorisierungsprozesse neuer Technologien. Sie erfordert jedoch eine interdisziplinäre und interinstitutionelle Kooperation, insbesondere mit den Valorisierungsakteuren dieser neuen Technologien.

7. Literatur

- AC (Advisory Council) (2004): European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform. Advisory Council, Internet: http://circa.europa.eu/Public/irc/rtd/eurhydrofuelcellplat/library?l=/public-sarea/advisoryscouncil/acslists121203pdf/_EN_1.0_&a=d, Zugriff: 11.08.2010
- Biofuels Research Advisory Council (2006): Biofuels in the European Union. A Vision for 2030 and Beyond. Final draft report of the Biofuels Research Advisory Council, 2006
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2008): Die dritte industrielle Revolution – Aufbruch in ein ökologisches Jahrhundert. Dimensionen und Herausforderungen des industriellen und gesellschaftlichen Wandels. Internet: http://www.boell.de/downloads/oekologie/broschuere_dritte_industr_rev.pdf, Zugriff: 07.06.2009
- Boltanski, Luc; Chiapello, Ève (1999): Der neue Geist des Kapitalismus. Konstanz: UVK
- Braun, Michael; Feige, Andreas; Sommerlatte, Tom (Hg.) (2001): Business Innovation. Quantensprung statt „Innovationen“. Ein Wegweiser zur zielgerichteten Geschäftserneuerung, Frankfurt/Main: F.A.Z.-Institut
- Canzler, Weert (1996): Das Zauberlehrlings-Syndrom. Entstehung und Stabilität des Automobil-Leitbildes. Berlin: edition sigma
- CEP (Clean Energy Partnership) (2009): Clean Energy Partnership. Mobil mit Wasserstoff, Internet: http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1017013/Broschuere-Clean-Energy-Partnership.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- Council of the European Union (2008): Regulations. Council Regulation (EC) No 521/2008 of 30 May 2008 setting up the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, in: Office Journal of the European Union, 12.06.2008, L153/01 - L153/20
- Dierkes, Meinolf; Hoffmann, Ute; Marz, Lutz (1992): Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin: edition sigma
- Dierkes, Meinolf; Hoffmann, Ute; Marz, Lutz (1996): Visions of Technology. Social and Institutional Factors shaping the Development of new Technologies. Frankfurt/Main [u.a]: Campus
- Dierkes, Meinolf, Marz, Lutz; Aigle, Thomas (2009): Die automobile Wende. Analyse einer Innovationslandschaft. In: Popp, Reinhold; Schüll, Elmar (Hg.): Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis, Berlin/Heidelberg: Springer, S. 323-340
- DOE (US Department of Energy) (2001): Proceedings. National Hydrogen Vision Meeting, Washington, DC, 15. und 16. November 2001, Internet: http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/hv_report_12-17.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- DOE (US Department of Energy) (2002a): A National Visions Of America's Transition To A Hydrogen Economy. To 2030 And Beyond, Based on the results of the National Hydrogen Vision Meeting, Internet: http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/vision_doc.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- DOE (US Department of Energy) (2002b): National Hydrogen Energy Roadmap. Production, Delivery, Storage, Conversion, Applications, Public Education and Outreach, Based on the results of the National Hydrogen Energy Roadmap Workshop, Internet: http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/national_h2_roadmap.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- DOE (US Department of Energy) (2003): Office of Fossil Energy. Hydrogen Program Plan. Hydrogen from Natural Gas and Coal. The Road to a Sustainable Energy Future, Juni 2003, Internet: http://www.netl.doe.gov/technologies/hydrogen_clean_fuels/refshelf/pubs/fehydrogenplan2003.pdf, Zugriff: 11.08.2010

- DOE/DOT (US Department of Energy/US Department of Transport) (2006): Hydrogen Posture Plan. An Integrated Research, Development and Demonstration Plan, Dezember 2006, Internet: http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/hydrogen_posture_plan_dec06.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- DOE (US Department of Energy) (2009): Hydrogen from Coal Program. Research, Development and Demonstration Plan. For the Period 2009 through 2016, External Draft, September 2009, Internet: http://www.fossil.energy.gov/programs/fuels/publications/programplans/2009_Draft_H2fromCoal_Sept30_web.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- EC (European Commission) (2002): Commission to launch High Level Group on Hydrogen and Fuel Cell technologies, Pressemitteilung, Brüssel, 10. September 2002, Internet: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/02/1282&format=HTML&aged=1&language=EN&guiLanguage=en>, Zugriff: 12.08.2010
- EC (European Commission) (2004): Hydrogen economy. New EU hydrogen and fuel cell Quick Start initiative, Pressemitteilung, 18. März 2004, Brüssel, Internet: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/04/363&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>, Zugriff: 14.08.2010
- EC (European Commission) (2006): Green Paper. A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy, SEC, 2006, 317, Internet: http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf, Zugriff: 14.08.2010
- EG (Executive Group) (2004): First Meeting of the Executive Group, 23. März 2004, Internet: http://circa.europa.eu/Public/irc/rtd/eurhydrofuelcellplat/library?l=/publicsarea/executive_group/2004_summary_04pdf/_EN_1.0_&a=d, Zugriff: 14.08.2010
- Fagerberg, Jan; Moverly, David C.; Nelson, Richard R. (Ed.) (2006): The Oxford Handbook of Innovation. Oxford [u.a]: Oxford Univ. Press
- FCFP (FreedomCAR and Fuel Partnership) (2006): Partnership Plan. FreedomCAR & Fuel Partnership, März 2006, Internet: http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/program/fc_fuel_partnership_plan.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- FCH JTI (Fuel Cell and Hydrogen Joint Technology Initiative) (2010): Homepage. Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm, Zugriff: 26.07.2010
- FCH JU (Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking) (2009): Multi – Annual Implementation Plan 2008- 2013, finale Version Mai 2009, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/fch_ju_multi_annual_implement_plan.pdf#view=fit&pagemode=none, Zugriff: 14.08.2010
- GA (General Assembly) (2004): Registration List, European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, 20.-21.01.2004, Internet: http://circa.europa.eu/Public/irc/rtd/eurhydrofuelcellplat/library?l=/publicsarea/generalsassembly/1stsgeneralsassembliesjan/finalslistsofsparticipant/_EN_1.0_&a=d, Zugriff: 14.08.2010
- García Cortés, C.; Tzimas, E.; Peteves, S.D. (2009): Technologies for Coal based Hydrogen and Electricity Co-production Power Plants with CO₂ Capture, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy, EUR 23661 EN – 2009, Internet: <http://www.energy.eu/publications/a05.pdf>, Zugriff: 11.08.2010
- GB (Governing Board) (2010): Members of the FCH JU Governing Board, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/fch_ju_governing_board.pdf#view=fit&pagemode=none, Zugriff: 14.08.2010
- Groys, Boris (2004): Über das Neue. Versuch einer Kulturökonomie. München: Carl Hanser Verlag
- Hauser, Robert (2010): Technische Kulturen oder kultivierte Technik? Das Internetb in Deutschland und Russland, In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 19.Jg., Heft 1, April 2010, S. 86-91

- Heindl, Eduard (2010): Was ist eine Innovation? 1. Vorlesung Innovationen. Internet: <http://webuser.hs-furtwangen.de/~heindl/inno-08ws-p01.pdf>, Zugriff: 29.07.2010
- HFP (European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform) (2005a): European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform. Strategic Research Agenda, Juli 2005, Internet: http://www.eurosfaire.prd.fr/7pc/doc/1216971628_hfp_v9_2004_sra_report_final_22jul2005.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- HFP (European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform) (2005b): European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform. Deployment Strategy, August 2005, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/hfp_ds_report_aug2005.pdf#view=fit&pagemode=none, Zugriff: 11.08.2010
- HLG (High Level Group) (2003): Hydrogen Energy and Fuel Cells. A vision of our future, Final Report of the High Level Group, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/hlg_vision_report_en.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- IBZ (Initiative Brennstoffzelle) (2010): Die Hausenergieversorgung von Morgen. Strom und Wärme aus der Brennstoffzelle, Internet: <http://www.ibz-info.de/home/broschueren>, Zugriff: 11.08.2010
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2010): IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR 4), Internet: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1, Zugriff: 29.07.2010
- IPHE (2010): Homepage. Internet: <http://www.iphe.net/>, Zugriff: 26.07.210
- Kirchhoff, Bruce A.; Walsh, Steven T. (2000): Entrepreneurship's Role in Commercialization of Disruptive Technologies, In: Brauchlin, Emil A.; Pichler, Johann H. (Hg.) (2000): Unternehmer und Unternehmensperspektiven für Klein- und Mittelunternehmen: Festschrift für Hans Jobst Pleitner, Berlin: Duncker&Humblot, S. 323-331
- Knie, Andreas (1991): Diesel – Karriere einer Technik. Genese und Formierungsprozesse im Motorenbau. Berlin: edition sigma
- Knie, Andreas; Marz, Lutz (2007): Technikleitbilder – Ergebnisse eines Forschungsprogramms. Vortrag auf dem WZB/WBZU-Workshop „Visionen und ihre Bedeutung für die Technikentwicklung“ in Ulm am 03.12.2007.
- Latour, Bruno (1993): The Pasteurization of France. Cambridge, Mass.: Harvard University Press
- Marz, Lutz (2010): Innovation als Valorisierung. Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie in Deutschland von 1970–2010. Eine Fallstudie. Discussion Paper SP III 2010-402, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung..
- Marz, Lutz; Krstacic-Galic, Ante (2010): Valorisierung durch Problem/Solution-Framing. Das Beispiel der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community. Discussion Paper SP III 2010-403. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- Mende, Dieter (2006): Brennstoffzellenreport 2006/1. Und Wasserstoff als Energieträger. Technologie und Energie, Energie Energiewirtschaft Zukunftsenergien. EEZ: Haltern am See
- MSMG (Member State Mirror Group) (2004): Member State Mirror Group, Brüssel, 22. Juni 2004, Internet: http://circa.europa.eu/Public/irc/rtd/eurhydrofuelcellplat/library?l=/public-sarea/member_states_mirror/mirror_member_listpdf/_EN_1.0_&a=d, Zugriff: 11.08.2010
- NEPDG (National Energy Policy Development Group) (2001): National Energy Policy, Mai 2001, Internet: <http://www.ne.doe.gov/pdfFiles/nationalEnergyPolicy.pdf>, Zugriff: 11.08.2010
- NEW IG (2010): Homepage. Internet: <http://www.fchindustry-jti.eu/>, Zugriff: 26.07.2010
- NIP (Nationales Innovationsprogramm) (2006): Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, 08. Mai 2006, Internet: <http://www.now-gmbh.de/uploads/media/Innovationsprogramm.pdf>, Zugriff: 11.08.2010

- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2009): Jahresbericht 2009, Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Internet: http://www.now-gmbh.de/uploads/media/now_jahresbericht_2009_01.pdf, Zugriff: 11.07.2010
- Olah, George A. / Goeppert, Alain / Prakash, G. K. Surya (2009): Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy, Weinheim: Wiley-VCH
- Rifkin, Jeremy (2003): The Hydrogen Economy. New York, NY: Tarcher
- Roberts, Edward B. (1987): Introduction: Managing Technological Innovation – A Search for Generalizations, In: Roberts, Edward B. (Hg.): Generating Technological Innovation, New York/Oxford, p. 3-21
- SC (Scientific Committee) (2010): Members of the FCH JU Scientific Committee, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/fch_ju_scientific_committee.pdf#view=fit&pagemode=none, Zugriff: 11.08.2010
- Schindler, Jörg; Held, Martin (2009): Postfossile Mobilität. Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil. Bad Homburg: VAS
- SRG (States Representatives Group) (2010): The FCH JU States Representatives Group, Internet: http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/fch_ju_states_represent_group.pdf#view=fit&pagemode=none, Zugriff: 11.08.2010
- Strigl, Alfred W. (2000): Nachhaltige Produktentwicklung. Möglichkeiten zur Neugestaltung des Produkt- und Technikentwicklungsprozesses durch leitbildorientierte Innovationsstrategien für eine Nachhaltige Entwicklung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Internet: http://oin.boku.ac.at/oin/_artikel/nachhaltige_produkentwicklung_1.pdf, Zugriff: 29.07.2010
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2007): Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie. Eine gemeinsame Initiative von Politik und Wirtschaft. 3. Statusbericht der Task Force an das Steering Committee, Internet: http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1049739/3.-Statusbericht-VES-des-Jahres-2007-Langfassung.pdf, Zugriff: 11.08.2010
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): Our Common Future, Internet: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>, Zugriff: 11.08.2010
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2003): Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin/Heidelberg/New York: Springer
- Weider, Marc (2007): Analyse vorhandener Visionsprozesse und -reports zu Wasserstoff und Brennstoffzelle. Vortrag auf dem WZB/WBZU-Workshop „Visionen und ihre Bedeutung für die Technikentwicklung“ in Ulm am 03.12.2007.

Veröffentlichungsreihe Abteilung „Kulturelle Quellen von Neuheit“

Forschungsschwerpunkt Gesellschaft und wirtschaftliche Dynamik
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung

elektronisch verfügbar unter:

http://www.wzb.eu/publikation/discussion_papers/liste_discussion_papers.de.htm

2008

SP III 2008-401 Alexandra Manske, Janet Merkel, Kreative in Berlin. Eine Untersuchung zum Thema „GeisteswissenschaftlerInnen in der Kultur- und Kreativwirtschaft“, 68 S.

2010

SP III 2010-401 Michael Hutter, Ariane Berthoin Antal, Ignacio Farías, Lutz Marz, Janet Merkel, Sophie Mützel, Maria Oppen, Nona Schulte-Römer, Holger Straßheim, Forschungsprogramm der Abteilung Kulturelle Quellen von Neuheit, 36 S.

SP III 2010-402 Lutz Marz, Innovation als Valorisierung Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie in Deutschland von 1970-2010. Eine Fallstudie, 76 S.

SP III 2010-403 Marz, Lutz und Ante Krstacic-Galic, Valorisierung durch „Problem/Solution-Framing“, Das Beispiel der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community, 37 S.

Bei Ihren Bestellungen von WZB-Papers schicken Sie bitte unbedingt einen an Sie adressierten **Aufkleber** mit, sowie **je Paper** eine **Briefmarke im Wert von Euro 0,55** oder einen "**Coupon Réponse International**" (für Besteller aus dem Ausland).

Please send a **self-addressed label** and **postage stamps in the amount of 0,55 Euro** or a "**Coupon-Réponse International**" (if you are ordering from outside Germany) for **each** WZB-Paper requested.

Bestellschein

Order Form

Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung gGmbH
INFORMATION UND KOMMUNIKATION
Reichpietschufer 50

D-10785 Berlin

Absender • Return Address:

Hiermit bestelle ich folgende(s) Discussion Paper(s) • Please send me the following Discussion Paper(s) <i>Autor(en) / Kurztitel • Author(s) / Title(s) in brief</i>	Bestellnummer • Order no.