

Marz, Lutz

**Working Paper**

## Innovation als Valorisierung: Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie in Deutschland von 1970-2010. Eine Fallstudie

WZB Discussion Paper, No. SP III 2010-402

**Provided in Cooperation with:**

WZB Berlin Social Science Center

*Suggested Citation:* Marz, Lutz (2010) : Innovation als Valorisierung: Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie in Deutschland von 1970-2010. Eine Fallstudie, WZB Discussion Paper, No. SP III 2010-402, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/56940>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

WZB – discussion paper

Lutz Marz

**Innovation als Valorisierung**

Die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie  
in Deutschland von 1970-2010. Eine Fallstudie

SP III 2010-402

[lutz@wzb.eu](mailto:lutz@wzb.eu)

ZITIERWEISE/CITATION:

Lutz Marz

**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 (2010)

**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](http://www.wzb.eu/gwd/kneu)

## Zusammenfassung

In dem vorliegenden Discussion Paper werden erste Ergebnisse des Projektes „Valorisierungsallianzen und Valorisierungsagenturen“ vorgestellt, das auf der Basis und im Rahmen des Forschungsprogramms der Abteilung „Kulturelle Quellen von Neuheit“ entwickelt wurde. Empirisch ist das Projekt auf die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970 bis 2010 fokussiert. In Anschluss an Boris Groys werden die Innovationen in diesem Technologiefeld aus einer spezifisch kulturalistischen Perspektive betrachtet, und zwar als Valorisierungs- oder Umwertungsprozesse. Dies ermöglicht es, bislang wenig oder gar nicht beachtete Innovationsfaktoren systematisch in den Blick zu bekommen.

Die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hat eine sehr wechselvolle Geschichte, die 200 Jahre zurückreicht und in der sich sehr unterschiedliche Valorisierungsdynamiken beobachten lassen. In Deutschland machte diese Technologie seit Beginn dieses Jahrzehnts eine ebenso überraschende wie steile Karriere. Dabei zeigt sich, dass dieser Karriereschub wesentlich auf die Arbeit von Valorisierungsallianzen zurückzuführen ist, die ein spezifisches Valorisierungsmanagement entwickelten, um die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einer breiten gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zuzuführen.

Dieses Valorisierungsmanagement besteht wesentlich darin, dass die Valorisierungsallianz spezifische Valorisierungspraktiken, nämlich das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“ und das „Networking“ entwickelte, die dann zielgerichtet über unterschiedliche Valorisierungsebenen, und zwar die ökonomische, politische, regionale, europäische und ökologische Ebene, entfaltet wurden. Dabei kommt den durch die Allianz geschaffenen Valorisierungsagenturen eine zentrale Rolle zu. Besonders deutlich wird dies bei der Genese der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NOW), die, wenn man so will, den Generalstab der Valorisierung dieser Technologie in Deutschland bildet.

## Abstract

This discussion paper presents the first results of a study on valorization alliances and agencies, one of the projects being carried out in the research unit “Cultural Sources of Newness”. Empirically, this project focuses on the development of hydrogen and fuel-cell technology in Germany from 1970 to 2010. With reference to the work of Boris Groys, innovation in this field of technology has been examined from a specific cultural-based perspective, namely as valorizing or reassessment processes. This cultural perspective enables us to systematically study innovation factors which have hitherto received little or no consideration.

The valorization of hydrogen and fuel cell technology has had a very changeful existence over the past two hundred years in which many different valorization dynamics can be observed. For the past decade, this technology has had a surprising upswing in Germany. It has been shown that this is primarily the result of the work of valorization alliances which have developed a specific form of valorization management enabling hydrogen and fuel-cell technology to be implemented in broader social contexts.

This valorization management consists mainly due to the fact that the alliances have developed practices such as “agency creating”, “agenda setting” and “networking” which were adapted to various valorization levels, e.g. economic, political, regional, European and ecological. The valorization agencies created through this alliance play a central role. This becomes particularly clear in the case of the National Organization of Hydrogen and Fuel-Cell Technology (NOW), the main valorization agency for this technology in Germany.



# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Einleitung</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>2. Innovation und Valorisierung</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>3. Valorisierungsmodell</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>4. Energietechnologischer Paradigmenwechsel und Valorisierungsgeschichte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>5. Fallstudie: Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland 1970-2010</b> .....                    | <b>25</b> |
| 5.1. Fokus und Methode.....  | 25        |
| 5.2. Valorisierungsdynamik 1970-2010 .....   | 26        |
| 5.3. Valorisierungsagenturen .....   | 31        |
| 5.4. Identifizierung von Valorisierungsallianzen .....   | 39        |
| <b>6. Valorisierungsmanagement</b> .....   | <b>47</b> |
| 6.1. Valorisierungspraktiken .....   | 47        |
| 6.2. Valorisierungsebenen.....   | 55        |
| 6.3. Valorisierungsallianz und kulturelle Konfigurationen.....   | 64        |
| <b>7. Fazit: Bilanz und Agenda</b> .....   | <b>67</b> |
| <b>8. Literatur</b> .....  | <b>70</b> |



*„Die Umwertung der Werte ist die allgemeine Form der Innovation.“  
(Boris Groys)*

## 1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist Teil des Projektes „Valorisierungsallianzen und Valorisierungsagenturen“ und entstand auf der Basis und im Rahmen des Forschungsprogramms der Abteilung „Kulturelle Quellen von Neuheit“ des WZB. Ziel des Forschungsprogramms ist es, „herauszufinden, wie sich bestimmte kulturelle Zusammenhänge auf die Entstehung und Wertung von Neuheiten auswirken. Dies basiert auf der These, dass kulturelle Faktoren gesellschaftlich und wirtschaftlich relevantes Innovationsgeschehen maßgeblich beeinflussen. Dabei soll eine multidisziplinäre Forschungsperspektive entwickelt werden, die Phänomene des Innovationsgeschehens in den Blick nimmt, die in bisherigen wirtschaftswissenschaftlichen Ansätzen weitgehend vernachlässigt wurden, und die auch dazu beiträgt, Dimensionen der Entwicklung und Etablierung neuer Ideen, die aus der technikwissenschaftlichen, der ökonomisch orientierten und der organisationssoziologischen Innovationsforschung bekannt sind, neu zu betrachten und in einen erweiterten Zusammenhang zu stellen“ (Hutter et al. 2010).

Empirisch ist das Projekt „Valorisierungsallianzen und Valorisierungsagenturen“ auf die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970 bis 2010 fokussiert. Bei dieser Technologie handelt es sich um radikale Innovationen, die im modularen Bereich (beispielsweise Antriebe) und/oder auf systemischer Ebene (Infrastrukturen) zu grundlegenden Veränderungen führen können. Wie solche Innovationen entstehen oder eben nicht entstehen, ist aus unterschiedlichen innovationstheoretischen Blickwinkeln untersucht worden. Das Projekt baut auf diesen Untersuchungen auf, betrachtet jedoch die Innovationsprozesse aus einer spezifischen kulturalistischen Perspektive. In Anschluss an Boris Groys werden die Innovationen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie als Valorisierungs- oder Umwertungsprozesse untersucht.

## 2. Innovation und Valorisierung

### Innovation als Valorisierung

Zwischen Innovation und Valorisierung besteht ein sehr enger Zusammenhang. Dabei handelt es sich nicht nur um ein Ursache/Wirkungs-Verhältnis, in dem die Valorisierung eine Folge der Innovation oder die Innovation eine Folge der Valorisierung ist. Und dieser Zusammenhang ist auch kein bloßes Wechselwirkungs-Verhältnis, in dem Innovation und Valorisierung in einer äußeren Beziehung zueinander stehen und sich gegenseitig beeinflussen. Beide, Innovation und Valorisierung, sind tiefgreifender und grundlegender miteinander verbunden: Innovation ist Valorisierung.

Am konsequentesten und prägnantesten hat Boris Groys diese Position in seiner kulturökonomischen Schrift „Über das Neue“ (Groys 2004) entwickelt, in der er „Innovation als Umwertung der Werte“ (ebd.: 63) analysiert und resümierend feststellt: „Die Umwertung



der Werte ist die allgemeine Form der Innovation“ (ebd.: 14). Besonders deutlich tritt dieser innere, unauflösbare Zusammenhang von Innovation und Valorisierung nach Groys in der Kultur und speziell der Kunst in Erscheinung, was er am Beispiel von Marcel Duchamps Ready-made zeigt (ebd.: 73-84).

Sicher, kulturelle Innovationen als Valorisierung zu betrachten, ist nicht neu. Erinnert sei hier nur an Nietzsche, für den die Umwertung der Werte der Kern kultureller Innovationen war (Nietzsche 2000). Die Frage ist jedoch, ob und inwieweit nicht nur künstlerische und kulturelle Innovationen, sondern Innovationen überhaupt als Valorisierung gefasst werden müssen. Oder, anders und weiter gefragt: Wie groß ist die Reichweite des Groys'schen Theorems tatsächlich? Können beispielsweise auch technische Innovationen, die ja landläufig immer noch als die wahren und wesentlichen Innovationen gelten, als Valorisierung konzeptualisiert und analysiert werden? Und wenn ja, was bedeutet dies für das Management von technischen Innovationen?

Soweit zu sehen, sind bislang technische Innovationen zwar implizit und punktuell, nicht jedoch explizit und systematisch als Valorisierung untersucht worden. Dass technische Innovationen zu einer Umwertung von Werten führen oder eine solche voraussetzen ist zwar ebenso bekannt, wie die Tatsache, dass von technischen Innovationen erst dann gesprochen werden kann, wenn sie sich wirtschaftlich durchsetzen, also einen ökonomischen Wert erlangen (Debus 2002: 95; BMBF 2006). Aber Valorisierung im Groys'schen Sinne lässt sich weder auf eine Kontextvariable technischer Innovationen noch auf eine bestimmte Wertsphäre, wie den ökonomischen Wert reduzieren.

Um technische Innovationen als Valorisierung zu untersuchen und deren Bedeutung für das Innovationsmanagement herauszuarbeiten, sind eine Öffnung und eine Fokussierung der Analyse notwendig. Eine Öffnung insofern, als es darauf ankommt, neben der ökonomischen auch andere Wertsphären in den Blick zu bekommen. Eine Fokussierung insofern, als es darum geht, nicht nur die Umwertung der Werte in diesen Sphären zu konstatieren, sondern diesen Prozess selbst möglichst detailliert zu rekonstruieren, um so das konkrete „Wie“ der Valorisierung besser zu verstehen.

## **Invention und Innovation**

Um eine solche Öffnung und Fokussierung der Analyse zu ermöglichen und technische Innovationen als Valorisierung zu untersuchen, ist es hilfreich, zunächst auf eine grundlegende Unterscheidung zurückzugreifen, und zwar auf die Trennung von „Invention“ und „Innovation“. Diese Unterscheidung geht auf Schumpeter zurück und wird schon sehr lange und eingehend aus unterschiedlichen Perspektiven diskutiert (Brozen 1951; Maclaurin 1953). Eine Innovation ist mehr als eine Invention, also die bloße Erfindung oder Entdeckung. Inventionen sind nur dann Innovationen, wenn sie gesellschaftlich genutzt und verwertet werden. Diese Differenz von Invention und Innovation brachte Edward Roberts mit der Formulierung „innovation = invention + exploitation“ (Roberts 1987: 3) auf eine einprägsame Kurzformel.

Ein Spezialfall der gesellschaftlichen Nutzung ist die ökonomische Verwertung. Ähnlich wie der allgemeine Fall ist auch dieser Fall mit einer Kurzformel beschrieben worden, nämlich durch Bruce Kirchoff und Steven Walsh, und zwar mit der Formulierung:

„innovation = commercialization of invention“ (Kirchhoff/Walsh 2000: 328). Die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung einer Invention lässt sich aber nicht auf deren 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 Technologien, die im nationalen oder globalen Interesse sind. Erinnerung sei hier nur an Militärtechnologien wie die Atom-, Wasserstoff- und Neutronenbombe oder an regenerative Energietechnologien wie die Solartechnik oder die Windkraft.

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.

Wenn Innovationen nur solche Inventionen sind, die auch gesellschaftlich genutzt werden, dann stellt sich die Frage, wie es zu dieser Nutzung kommt. Warum werden aus dem Strom der Erfindungen und Entdeckungen manche einer gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zugeführt, während andere brach liegen oder völlig der Vergessenheit anheim fallen? Warum werden bestimmte Inventionen auch dann gesellschaftlich genutzt, wenn sie sich lange Zeit oder überhaupt nicht kommerzialisieren lassen?

Die Antwort lautet: Inventionen werden nur genutzt und verwertet, wenn sie als gesellschaftlich wertvoll gelten, also Wert besitzen. Diese Werte können unterschiedlichen gesellschaftlichen Sphären angehören (Boltanski/Chiapello 1999). Und: Inventionen können nicht nur in einer, sondern auch in mehreren Sphären als wertvoll gelten, beispielsweise politisch, wirtschaftlich, wissenschaftlich, militärisch, technologisch, ökologisch. Die Nutzung und Verwertung der Inventionen erfolgt jeweils im Hinblick auf die ihnen zugesprochenen Werte. Das heißt, Erfindungen und Entdeckungen können auch in mehrfacher Hinsicht gesellschaftlich genutzt und verwertet werden. In jedem Fall bedürfen Inventionen einer Wertgebung, die ihre gesellschaftliche Nutzung und Verwertung ermöglicht. Oder, kürzer gesagt: Die Valorisierung macht Inventionen zu Innovationen. Sie wird damit zum Dreh- und Angelpunkt für die gesellschaftliche Karriere einer Invention. Für das Inventions- und Innovationsmanagement ergibt sich daraus zunächst die Frage, ob und inwieweit dieser Prozess überhaupt beeinflussbar ist. Wenn sich Valorisierung der Einflussnahme entzieht, dann muss ein Inventions- und Innovationsmanagement zwar mit ihr rechnen, kann sie aber nicht gestalten.

### **Beeinflussbarkeit**

Bei der Beantwortung der Frage, ob und inwieweit Valorisierung beeinflussbar ist, gibt es zwei idealtypische Extrempositionen, die beide, wenn auch aus gegensätzlicher Perspektive, derartige Möglichkeiten verkennen. Die eine Extremposition ist eine fatalistische Sicht, in der die Beeinflussungsmöglichkeiten der Valorisierung unterschätzt werden. Aus dieser Perspektive handelt es sich bei der Valorisierung um einen undurchschaubaren schicksalhaften

Vorgang, der sich kaum oder gar nicht beeinflussen lässt. Erfinder und Entdecker setzen Inventionen in die Welt, stehen aber dem Prozess der gesellschaftlichen Wertgebung ohnmächtig und hilflos gegenüber. Die zweite Extremposition ist eine instrumentelle Sicht, in der die Beeinflussungsmöglichkeiten der Valorisierung überschätzt werden. Aus dieser Perspektive erscheint die gesellschaftliche Wertgebung als ein plan- und steuerbarer Prozess, der – geschickt genug gehandhabt – Erfindungen und Entdeckungen zum gesellschaftlichen Erfolg verhilft.

Valorisierung ist aber weder ein Fatum, noch ein Instrument. Sie ist beeinflussbar, aber nicht kontrollierbar. Was die Beeinflussbarkeit betrifft, so gibt es in der Technikgeschichte eine Vielzahl sehr anschaulicher Beispiele, die zeigen, dass und wie Gruppen und fallweise auch Einzelpersonen aktiv und erfolgreich die gesellschaftliche Wertgebung von Entdeckungen und Erfindungen mit gestaltet haben, so etwa Louis Pasteur (Latour 1993), Rudolf Diesel (Knie 1991) oder auch John F. Kennedy mit seiner berühmten „Man on the moon“-Rede. Und was die Kontrollierbarkeit betrifft, so zeigt die Technikgeschichte auch, dass die Valorisierung zuweilen überraschende, nichtintendierte Wendungen nehmen kann. So verdankt sich zum Beispiel die Karriere des Personalcomputers dem Umstand, dass diese vielseitig einsetzbare Rechenmaschine von der überwiegenden Zahl der Anwender zunächst und in erster Linie als Schreibmaschine genutzt wurde (Hofmann 1996) – eine sehr einseitige Inventionsverwertung, die weder beabsichtigt noch vorhersehbar war.

Als Umwertung der Werte kann die Valorisierung technischer Inventionen in Anlehnung an Groys (Groys 2004) als ein Doppelprozess verstanden werden, und zwar als ein Auf- und Abwertungsprozess. Einerseits werden Inventionen nur dann zu Innovationen, wenn ihnen ein gesellschaftlicher Wert zugesprochen wird, sie also aufgewertet werden. Andererseits stellt dieser Aufwertungsprozess notwendigerweise zugleich eine Abwertung traditioneller Techniken dar. Sie verlieren ihre Monopolstellung und büßen an gesellschaftlichem Wert ein. So führt zum Beispiel jede Valorisierung alternativer Antriebe zu einer Abwertung des klassischen Verbrennungsmotors. Je mehr alternative Antriebe erfolgreich gesellschaftlich genutzt und verwertet werden, desto mehr verliert der fossile Verbrennungsmotor seine antriebstechnologische Dominanz und damit auch seinen bisherigen Wert (Dierkes/Marz/Aigle 2009).

Dieser Auf- und Abwertungsprozess betrifft aber nicht nur das Verhältnis von Inventionen und etablierten Techniken. Auch das Verhältnis konkurrierender Inventionen unterliegt diesem Doppelprozess. Die Aufwertung bestimmter alternativer Antriebskonzepte führt zu einer Abwertung anderer alternativer Lösungen (ebd.). So lässt beispielsweise der momentane Hype von Elektrobatterie-Fahrzeugen andere elektromotorische Varianten, wie etwa den Brennstoffzellen-Antrieb zeitweilig in den Hintergrund treten.

Als Doppelprozess der Auf- und Abwertung stellt somit die Valorisierung einer bestimmten technischen Invention auch eine doppelte Umwertung dar, indem sowohl der Wert traditioneller Techniken als auch der anderer Inventionen verändert wird. Vor diesem Hintergrund kann es nicht erstaunen, dass es sehr unterschiedliche Valorisierungsverläufe gibt.

Um Innovations- als Valorisierungsprozesse systematisch in den Blick zu bekommen, wird im Folgenden ein allgemeines Modell entwickelt, das dann an einem Fallbeispiel, nämlich der Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970 bis 2010 empirisch getestet wird.

### 3. Valorisierungsmodell

Das Valorisierungsmodell basiert auf der zuvor skizzierten Unterscheidung von Invention und Innovation sowie auf den vorgetragenen Überlegungen zur Beeinflussbarkeit gesellschaftlicher Valorisierungsprozesse und wird in vier Schritten entwickelt: Den Ausgangspunkt bildet die empirisch beobachtbare Valorisierungsdynamik einer technischen Invention. Ausgehend davon wird dann im zweiten Schritt untersucht, ob und welche Valorisierungsagenturen diese Dynamik beeinflussen. In einem dritten Schritt wird danach gefragt, ob es Valorisierungsalianzen gibt, die diese Agenturen kreiert und entwickelt haben. Viertens schließlich ist das Modell auf das Valorisierungsmanagement dieser Allianzen fokussiert, also darauf, mit welchen Praktiken die Allianzen und ihre Agenturen den Valorisierungsprozess vorantreiben. Diese vier Schritte stellen damit zugleich ein Orientierungsangebot für die Richtung konkreter Valorisierungsuntersuchungen dar. Sie beginnen mit den empirisch feststellbaren Verlaufsformen der Valorisierung und arbeiten dann die spezifischen Triebkräfte, Akteure und Praktiken heraus, die diese Valorisierungsdynamik beeinflussen.

#### Valorisierungsdynamiken

Die Valorisierung, durch die technische Inventionen zu Innovationen werden, ist kein binärer Prozess, der entweder gelingt oder nicht. Die Valorisierung kann kontinuierlich oder diskontinuierlich verlaufen, sie kann kurzzeitig erfolgreich sein, um dann durch andere Wertgebungsprozesse wieder zunichte gemacht zu werden, sie kann längere Zeit unterbrochen sein und sich dann wieder machtvoll entfalten. Um die unterschiedlichen Verlaufsformen der Valorisierung in den Blick zu bekommen, ist es hilfreich, einen gesellschaftlichen Raum zu betrachten, der in der Valorisierungsdynamik eine zentrale Rolle spielt, der jedoch leicht übersehen werden kann, nämlich die technischen Archive.

Entdeckungen und Erfindungen, die nicht gesellschaftlich genutzt und verwertet wurden, aber auch Innovationen, bei denen dies der Fall war, die jedoch durch andere Innovationen an Bedeutung verloren oder völlig verdrängt wurden, verschwinden nicht einfach oder lösen sich in Nichts auf. Sie hinterlassen ihre Spuren: in Patentämtern und Kuriositätenkabinetten, in Museen und Bibliotheken, in Lehrbüchern und Journalen, in Tresoren von Unternehmen und Forschungslaboren, in Filmen, Bildern und Erzählungen oder in der Wissenschafts- und Technikgeschichtsschreibung. Alle diese Orte sind technische Archive, in denen sich Inventionen finden, die nicht oder Innovationen, die nicht mehr genutzt und verwertet werden. Technische Archive sind nicht nur und nicht in erster Linie Orte, in denen technische Erfolgsgeschichten dokumentiert werden, sondern auch und vor allem Räume, in denen gesellschaftlich abgewertete Inventionen und Innovationen aufbewahrt sind. Diese Aufbewahrung muss jedoch nicht endgültig sein. Es gibt auch ehemals abgewertete Inventionen und Innovationen, die aus den technischen Archiven geholt, aufgewertet und einer gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zugeführt werden. Dies macht das Beispiel des Batterie-Elektroautos sehr anschaulich deutlich.

Um die Ursprungsgeschichte der Batterie ranken sich Legenden. Die ersten Batterien, die sogenannten Bagdad- oder Parther-Batterien, sollen angeblich bereits vor mehr als 2.200 Jahren in der Nähe von Bagdad genutzt worden sein (König 1940). Diese These ist jedoch

sehr umstritten (Kanani 2004). Gemeinhin wird die 1800 von Alessandro Volta entwickelte und nach ihm benannte Voltasche Säule als erste Batterie angesehen. 35 Jahre später baute Thomas Davenport den ersten Elektromotor und 1859 stellte Gaston Planté mit dem Bleiakкумуляtor die erste wieder aufladbare Batterie vor. Auf der Grundlage dieser Basisinventionen baute Gustave Trouve 1881 das erste Batterie-Elektroauto. Dieser Autotyp machte in den folgenden drei Jahrzehnten eine steile gesellschaftliche Karriere. So waren beispielsweise um 1900 in den USA 40% der Autos Dampfwagen, 38% Elektrofahrzeuge und nur 22% Benzinautos (Möser 2002; 52). Und 1912, auf dem Höhepunkt der Elektroautomobilisierung, bauten 20 Hersteller mehr als 33.800 Elektroautos (ebd.). In der Folgezeit wurde das Batterie-Elektroauto nahezu vollständig von verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen verdrängt. Es führte ein Nischendasein oder verschwand völlig in den technischen Archiven. Die Gründe für diese Devaluation oder Abwertung sind vielfältig und werden sehr kontrovers diskutiert (Shnayerson 1996; Kirsch 2000). Seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts gab es immer wieder Versuche, das Batterie-Elektroauto zu revalorisieren und einer breiten gesellschaftlichen Nutzung zuzuführen (Callon 1983; Knie et al. 1999). Diese Versuche scheiterten immer wieder, wie das Beispiel des EV 1 von General Motors sehr anschaulich zeigt (Pain 2006), bis 2008 ein regelrechter Batterieauto-Hype ausbrach, der eine neue Valorisierungswelle auszulösen verspricht.

Die Valorisierungsdynamik wird wesentlich, wenn auch nicht ausschließlich, von Agenturen und Allianzen geprägt, die Valorisierungsprozesse vorantreiben und deren Arbeit darauf gerichtet ist, neue Erfindungen und Entdeckungen oder archivierte Inventionen und Innovationen einer gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zuzuführen.

### **Valorisierungsagenturen**

Explizit oder implizit, bewusst oder unbewusst, freiwillig oder unfreiwillig sind viele gesellschaftliche Akteure, Organisationen und Institutionen an der Valorisierung oder Nichtvalorisierung von Inventionen beteiligt, angefangen von Universitäten und Forschungsinstituten über Unternehmen und Ministerien bis hin zu Medien und Verbraucherverbänden. In dieser vielgestaltigen Valorisierungslandschaft spielen Valorisierungsagenturen eine besondere Rolle. Diese Agenturen sind netzwerkartige Zusammenschlüsse, deren alleinige oder Hauptaufgabe es ist, neuen Entdeckungen und Erfindungen oder archivierten Inventionen und Innovationen gesellschaftlichen Wert zu verleihen und so zu einer breiten Nutzung und Verwertung zu verhelfen.

Valorisierungsagenturen unterscheiden sich damit von anderen an der Valorisierung beteiligten Akteuren, Organisationen und Institutionen in zwei wesentlichen Punkten. Zum einen wurden sie ausschließlich zum Zwecke der Valorisierung ins Leben gerufen. Ihre Bestimmung ist die gesellschaftliche Wertgebung. Sie sind auf Valorisierung fokussiert. Zum anderen sind diese Agenturen auf bestimmte Erfindungen und Entdeckungen beziehungsweise ausgewählte archivierte Inventionen oder Innovationen spezialisiert. Im Unterschied zu Ministerien, Wissenschaftsgemeinschaften oder forschungsfördernden Stiftungen besteht die Aufgabe von Valorisierungsagenturen nicht darin, ein mehr oder weniger breites Spektrum von Inventionen zu fördern und deren gesellschaftliche Nutzung und Verwertung voranzutreiben. Valorisierungsagenturen sind jeweils auf einzelne oder sehr wenige Basisinven-

tionen fokussiert, deren gesellschaftlichen Wert sie erhöhen sollen. Dies schließt ein, dass die Valorisierungsaufgabe sich auch auf Inventionen erstreckt, die diese Basisinventionen optimieren oder flankieren.

Aus dieser doppelten Fokussierung auf die Valorisierung und auf einzelne Basisinnovationen ergibt sich auch die Funktion von Valorisierungsagenturen. Sie haben vor allem eine Bündelungs- und eine Katalysatorfunktion. Das heißt, sie sollen einerseits die unterschiedlichen, im gesellschaftlichen Raum mehr oder weniger zerstreuten Valorisierungsinitiativen miteinander verbinden und aufeinander abstimmen, so dass sie in einem möglichst kohärenten und machtvollen Gesamtprozess zusammenfließen. Und sie sollen zweitens zielgerichtet neue Valorisierungsinitiativen ins Leben rufen, die sowohl die Einzelinitiativen als auch den Gesamtprozess vorantreiben.

Die Valorisierungsagenturen erfüllen ihre Bündelungs- und Katalysatorfunktion hauptsächlich durch die Koordinierung, Finanzierung und Popularisierung von Projekten, die schrittweise die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung der Inventionen vorbereiten und ausweiten. Die Valorisierung technischer Inventionen erfolgt nämlich in erster Linie über die Schaffung von funktionsfähigen Beispielen, die sowohl die Alltagstauglichkeit der Invention als auch ihren Nutzungs- und Verwertungshorizont demonstrieren.

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.

Aufgabe und Funktion der Valorisierungsagenturen machen bereits klar, dass diese Agenturen nicht im Selbstlauf entstehen. Sie werden ganz bewusst und zielgerichtet durch Individuen und Gruppen geschaffen, die an der gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung einer Invention interessiert sind. Wo es Valorisierungsagenturen gibt, da gibt es immer auch Menschen, die sie kreiert haben, damit sie ihren Valorisierungsinteressen dienen.

## **Valorisierungsallianzen**

Valorisierungsallianzen lassen sich nur sehr bedingt oder gar nicht in gängige Kategorienraster wie „Policy Subsystems“, „Issue Networks“, „Advocacy Coalitions“ (Howlett/Ramesh 1995), „Policy Networks“ (Börzel 1998), „Collaborative Circles“ (Farrell 2001), „Diskursgemeinschaften“ (Knoblauch 1995) oder „Epistemische Gemeinschaften“ (Haas 1992) einordnen, denn diese Begriffe fassen in mehrfacher Hinsicht nicht die Spezifik dieser Allianzen.

Diese Spezifik ergibt sich zunächst aus dem Ziel und der Arbeitsweise von Valorisierungsallianzen. Explizites und einziges Ziel dieser Allianzen ist die Valorisierung ausgewählter technischer Basisinventionen. Um diese Wertgebung zu erreichen, konzentrieren sich die Valorisierungsallianzen in ihrer Arbeit auf drei Schwerpunkte: Erstens erarbeiten sie Valorisierungsstrategien und Valorisierungsprogramme. Zweitens kreieren sie Valorisierungsagenturen, die diese Strategien und Programme umsetzen, die also das alltägliche, operative Geschäft der Valorisierung übernehmen. Drittens schließlich kontrollieren und

optimieren die Valorisierungsallianzen die Arbeit dieser Agenturen, indem sie eine Art Beirats- und Aufsichtsratsfunktion ausüben.

Die Spezifik der Valorisierungsallianzen ergibt sich ferner aus deren Mitgliedschaft. Diese Allianzen sind kein Club von Inventionsliebhabern, die sich einer bestimmten Erfindung und ihrer Verwertung verschrieben haben. Valorisierungsallianzen sind interorganisationale Netzwerke, in denen sich Valorisierungsexperten zusammenfinden, die in ihrer jeweiligen Organisation damit betraut sind, eine bestimmte Invention einer Nutzung und Verwertung zuzuführen. Für die Mitglieder einer Valorisierungsallianz ist die Valorisierung dieser Invention nicht nur Berufung, sondern Beruf. Ihre Mitgliedschaft in der Allianz stützt sich auf zwei Fundamente. Zum einen beruht sie auf der persönlichen Kompetenz und Valorisierungserfahrung, zum anderen auf dem Valorisierungsgewicht, das die Organisation besitzt, in der das Mitglied tätig ist.

Aus diesem Mitgliederprofil erwächst eine weitere Spezifik der Valorisierungsallianzen, und zwar eine ebenso fragile wie stabile Struktur dieser Allianzen. Wenn sich Valorisierungsexperten zu einer Valorisierungsallianz zusammenfinden, dann finden sich dort nicht nur Personen, sondern immer auch deren Organisationen zusammen. Und diese Organisationen können Kontrahenten sein. Zwei Automobilfirmen beispielsweise, die beide an dem gleichen alternativen Antrieb arbeiten sind sowohl Partner als auch Gegner. Sie bedürfen einander, wenn es darum geht den alternativen Antrieb gegenüber dem fossilen Verbrennungsmotor durchzusetzen, sie konkurrieren jedoch dabei zugleich im Hinblick auf die Anteile an dem neuen Markt, den sie gemeinsam zu schaffen suchen. Diese Konstellation führt zu einer paradoxen Situation: Je erfolgreicher die Valorisierung des alternativen Antriebes, desto stärker die Partner- und die Gegnerschaft der beiden Unternehmen. Der Erfolg einer Valorisierungsallianz basiert auf der Bewältigung derartiger Paradoxa, auf der Ausbalancierung der Zentrifugal- und Zentripedalkräfte dieser Allianz.

Bei dieser Ausbalancierung spielen die in der Valorisierungsallianz zusammenarbeitenden Valorisierungsexperten eine zentrale Rolle. Soll die gemeinsame Arbeit erfolgreich sein, dann müssen sie sich wechselseitig davor schützen, der Versuchung zu unterliegen, die Allianz im Interesse der eigenen Organisation auszubeuten oder zu instrumentalisieren. Dies erfordert, dass die Allianzmitglieder von ihrer Organisation nicht mit solchen Kolonisationsansprüchen überfrachtet werden, sondern ihnen autonome Entscheidungsspielräume eingeräumt werden, innerhalb derer sie mit potenziellen Konkurrenten innerhalb der Allianz Kompromisse und Bündnisse eingehen können. Des Weiteren verlangt ein solcher Schutzmechanismus den Valorisierungsexperten ein hohes Maß an wechselseitigem Vertrauen und an gegenseitigem Verständnis ab, um sich nicht zu überfordern.

Beides, die organisationalen und die individuellen Voraussetzungen, die die Valorisierungsexperten in die Allianz einbringen, ermöglichen und erzwingen die Herausbildung einer bestimmten Allianzkultur, in der die Ausbalancierung der Zentrifugal- und Zentripedalkräfte der Allianz strukturell verankert ist. Eine solche Allianzkultur reproduziert sich „über gemeinsame Praktiken und Semantiken, geteilte Überzeugungen, Wissensbestände und Bedeutungszuschreibungen“ (Hutter et al. 2010: 13). Sie stellt eine Art Kompromiss auf Zeit dar (Wimmer 1996), in dem die gegenseitige Verständigung und gemeinsame Ausbalancierung der widerstreitenden Interessen erfolgen kann. Um diesen allgemeinen Ansatz zu

spezifizieren und zu operationalisieren, ist es hilfreich, die raum-zeitlichen Interaktions- und Kommunikationsmuster anhand spezifischer Interaktions-merkmale zu beobachten und zu beschreiben (Hutter et al. 2010: 13). Die vorliegende Untersuchung ist auf ein solches Interaktionsmerkmal fokussiert, und zwar auf das Valorisierungsmanagement, das den Kern der Produktion und Reproduktion der Allianzkultur bildet.

## **Valorisierungsmanagement**

Die Reproduktion der gemeinsamen Praktiken und Semantiken, der geteilten Überzeugungen, Wissensbestände und Bedeutungszuschreibungen vollzieht sich in einer Valorisierungsallianz vor allem über deren Valorisierungsmanagement. Dieses Management ist darauf ausgerichtet, die Valorisierung der allianzspezifischen Inventionen in Gang zu setzen und irreversibel zu machen. Dabei stützt sich das Valorisierungsmanagement auf bestimmte Praktiken und konzentriert sich auf mehrere gesellschaftliche Ebenen der Valorisierung.

Die Valorisierungspraktiken sind darauf fokussiert, dem Valorisierungsprozess eine längerfristige und wachsende Eigendynamik zu verleihen. Zu diesen Praktiken gehören vor allem das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“ und das „Networking“.

Beim „Agency Creating“ geht es, wie bereits oben erwähnt, darum, Valorisierungsagenturen zu schaffen, die die gesellschaftsweit zerstreuten Valorisierungsinitiativen miteinander verbinden, aufeinander abstimmen und zu einem kohärenten Gesamtprozess formen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Koordinierung, Finanzierung und Popularisierung von Beispielprojekten, anhand derer die unterschiedlichen Nutzungs- und Verwertungspotenziale der Invention verdeutlicht werden. Die Valorisierungsagenturen übernehmen das Tagesgeschäft der Valorisierung.

Das „Agenda Setting“ ist darauf gerichtet, Strategien, Programme und Pläne für die Nutzung und Verwertung der Invention zu entwickeln, die dann durch die Valorisierungsagenturen umgesetzt werden. Dabei handelt es sich nicht nur und nicht in erster Linie um agenturinterne Arbeitspapiere. Das „Agenda Setting“ ist vor allem darauf gerichtet, diese Strategien, Programme und Pläne nachhaltig in Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und in den Medien zu verankern, so dass sie als deren Arbeitsschwerpunkte wahrgenommen werden. Dies verleiht der Valorisierung ein größeres gesellschaftliches Gewicht und den Valorisierungsagenturen eine höhere Legitimation. Sie werden so zu einem Exekutivorgan gesamtgesellschaftlicher Interessen.

Ziel des „Networking“ ist es, das „Agency Creating“ und das „Agenda Setting“ möglichst effizient und wirkungsvoll zu gestalten. Sowohl die Gründung, Kontrolle und Optimierung von Valorisierungsagenturen als auch die Erarbeitung und laufende Anpassung von Strategien, Programmen und Plänen für die Nutzung und Verwertung der technischen Invention erfordert weit gefächerte, enge und flexible interorganisationale Netzwerke. Das „Networking“ wird in zweierlei Richtungen betrieben. Einerseits handelt es sich um ein allianzinternes „Networking“, in dem die Mitglieder der Allianz untereinander zusammenarbeiten. Zum anderen gibt es ein allianzexternes „Networking“, in dem die Allianzmitglieder ihre spezifischen persönlichen und organisationalen Netzwerke für das „Agency Creating“ und das „Agenda Setting“ nutzen.



Um die Nutzung und Verwertung der allianzspezifischen Inventionen in Gang zu setzen und irreversibel zu machen, beschränkt sich das Valorisierungsmanagement nicht auf einen bestimmten Bereich, also beispielsweise lediglich auf die ökonomische Valorisierung der Invention, sondern wird auf unterschiedlichen gesellschaftlichen Ebenen vorangetrieben. Dabei geht es vor allem darum, die Valorisierung in Grundwertesystemen der Gesellschaft zu verankern und damit die Nutzung und Verwertung der Invention selbst zu einem gesellschaftlichen Grundwert zu machen. Neben der ökonomischen Wertgebung ist deshalb das Valorisierungsmanagement zum Beispiel darauf gerichtet, der technischen Invention auch nationalstaatlichen, regionalen, kontinentalen, ökologischen oder weltgesellschaftlichen Wert zu verleihen. Diese multiple Valorisierung gestattet zweierlei:

Zum einen können Valorisierungsrückschläge in bestimmten Bereichen auf anderen Ebenen (über)kompensiert werden. Wenn sich zum Beispiel die ökonomische Verwertung einer Invention hinauszögert, dann bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass sie ad acta gelegt wird. Besitzt sie einen nationalstaatlichen Wert, sei es als Prestigeobjekt oder als vielversprechende Zukunftstechnologie, dann kann sie auch bei fehlender oder mangelnder ökonomischer Verwertung über längere Zeit weiterentwickelt werden. Dies macht die Geschichte der bemannten Raumfahrt sehr anschaulich deutlich.

Zum anderen gestattet es die multiple Valorisierung die Wertgebungsprozesse auf verschiedenen Ebenen miteinander zu verbinden. Alternative Antriebe gelten beispielsweise in mehrfacher Hinsicht als wertvoll, und zwar nicht nur ökologisch, sondern auch im Hinblick auf eine zukünftige Technologie- und Marktführerschaft von Staaten und Unternehmen. So können etwa Valorisierungsprozesse in Japan, den USA oder auf europäischer Ebene von Valorisierungsallianzen genutzt werden, um alternativen Antrieben in Deutschland und in deutschen Unternehmen einen höheren Wert zu verleihen.

Stichwortartig und grob vereinfacht lassen sich die zuvor entwickelten Überlegungen zu folgendem Valorisierungsmodell verdichten:

## Valorisierungsmodell

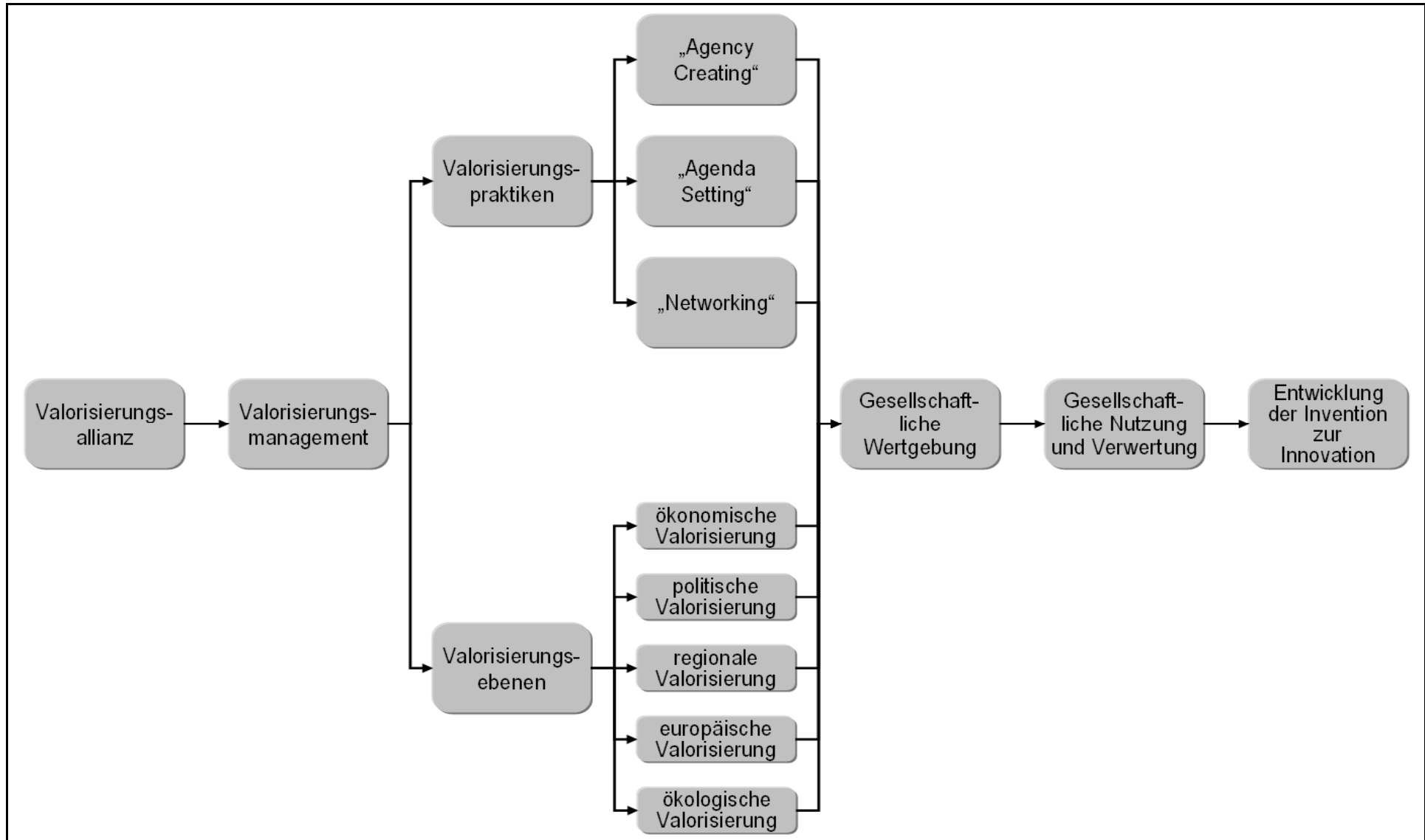


Abbildung 1; Quelle: eigene Darstellung

Auf der Grundlage dieses Modells wird im folgendem die Karriere der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970 bis 2010 unter dem Gesichtspunkt der Valorisierung untersucht. Diese Untersuchung erfolgt in drei Schritten: In einem ersten Schritt (Kapitel 4) werden zunächst kurz die Bedeutung, Geschichte und Zukunft der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie skizziert. Der zweite Schritt (Kapitel 5) ist darauf fokussiert, die Grundlinien des Valorisierungsprozesses dieser Technologie in Deutschland zu rekonstruieren. Aufbauend darauf wird dann schließlich drittens (Kapitel 6) das in diesem Prozess praktizierte Valorisierungsmanagement anhand charakteristischer Beispiele herausgearbeitet.

## **4. Energietechnologischer Paradigmenwechsel und Valorisierungsgeschichte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie**

### **Energietechnologischer Paradigmenwechsel**

Im 21. Jahrhundert wird sich weltweit eine neue industrielle Revolution vollziehen (BMU 2008). Kern dieser Revolution ist ein energietechnologischer Paradigmenwechsel, weg von fossilen hin zu regenerativen Energietechnologien (WBGU 2003). 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, zweitens durch den Klimawandel und dessen Folgen.

Was zunächst die Verfügbarkeit des Öls anbelangt, so lagen bis vor kurzem die Experten-Prognosen sehr weit auseinander. Während Wachstums-Analytiker davon ausgingen, dass sich die Ölförderung auch in den nächsten Jahrzehnten weiter steigern lässt, vertraten Gipfel-Analytiker die Auffassung, dass der Peak der Ölförderung bereits erreicht ist und die Förderquote endgültig nicht weiter erhöht werden kann, sondern nach einer Phase der Stagnation mit wachsender Geschwindigkeit abnehmen wird (Aigle/Krien/Marz 2007: 12). Nachdem einflussreiche Wachstums-Analytiker wie etwa Fatih Birol und die Internationale Energieagentur ihre bisherigen Vorhersagen in den letzten zwei Jahren korrigierten und auf die Positionen der Gipfel-Analytiker eingeschwenkt sind, wird die Peak-Diagnose heute kaum noch ernsthaft bezweifelt (Schindler/Held 2009: 47-60).

Während die Experteneinschätzungen im Hinblick auf die Ölförderung lange Zeit erheblich divergierten, konvergieren sie in Bezug auf die zu erwartende Nachfrage. Unisono gingen und gehen die Experten von einer weiteren Erhöhung der Nachfrage aus. Auch die gegenwärtige Krise wird, soweit zu sehen, lediglich als zeitweiliger Nachfrage-Einbruch und nicht als endgültiger Nachfrage-Rückgang angesehen.

Beides, die nicht mehr steigerbare und tendenziell sinkende Ölförderung einerseits und die wachsende Ölnachfrage andererseits, führen zu einem Anstieg oder gar zu einer Explosion der Ölpreise. Experten prophezeien bei wachsender Differenz zwischen Förderung und Nachfrage schon Preise von 250 Dollar pro Barrel (Liebermann 2005). Aber selbst wenn Preissteigerungen geringer ausfallen, besitzen Preise von 50 oder gar 30 Dollar pro Barrel, wie sie noch vor Kurzem in McKinsey-Szenarien unterstellt wurden (McKinsey 2006: 22), keinerlei Plausibilität. Reichliches und billiges Öl steht zukünftig für das weltweite Wirtschaftswachstum nicht mehr zur Verfügung (Schindler/Held 2009: 60). Das erfordert

zwingend, das Wachstum von fossilen Energieträgern zu entkoppeln und alternative Energietechnologien zu entwickeln.

Der zweite Prozess, der einen energietechnologischen Paradigmenwechsel erzwingt, ist der Klimawandel. Seit geraumer Zeit sind zwei Trends zu beobachten und unter Experten auch weitgehend unstrittig: Zum einen, dass seit 1861, dem Beginn systematischer meteorologischer Aufzeichnungen, sowohl die global gemittelte Temperatur als auch die Temperatur der nördlichen Hemisphäre ansteigen. Zum anderen, dass seit Beginn der Industrialisierung, also seit Ende des 18. Jahrhunderts, die Konzentration von Treibhausgasen, insbesondere von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O, in der Atmosphäre zunimmt, und zwar exponentiell (UBA 2001; IPCC 2001: 47, 49).

Strittig war jedoch bis vor Kurzem, ob beide Trends etwas miteinander zu tun haben, insbesondere, ob und inwieweit die steigende Treibhausgas-Konzentration die Temperaturerhöhung verursacht. Hier gab es unter den Experten zwei gegensätzliche Auffassungen (HBS 2006): Die einen vertraten die Ansicht, dass die beobachtete Erwärmung weitgehend natürliche Ursachen habe und vor allem durch die Schwankungen der Solarstrahlung bedingt sei. Die anderen waren der Überzeugung, dass nicht natürliche, sondern anthropogene Faktoren, vor allem eben die Treibhausgas-Emissionen, für den Temperaturanstieg verantwortlich zeichnen.

Lange waren die Experten der letztgenannten Gruppe in der Minderzahl und es war unklar, welches der beiden Lager recht behalten sollte. Selbst in renommierten naturwissenschaftlichen Journalen wurde noch Mitte der 1990er Jahre die Meinung vertreten, dass die exponentiell wachsende CO<sub>2</sub>-Konzentration „bisher nicht mit einer signifikanten Änderung der Atmosphärentemperatur verknüpft“ sei (Trömel/Loose 1995: 165). Inzwischen ist der anthropogene Charakter der Erderwärmung unter Experten weitgehend unbestritten (IPCC 2001: 50-51; BMBF 2003: 8).

Beides, die Konzentration der drei Treibhausgase und die dadurch verursachte Erhöhung der Temperatur zeichnen sich seit Beginn des 20. Jahrhunderts durch ein exponentielles Wachstum aus. Und dieses Wachstum blieb nicht folgenlos. Experten beobachten eine Vielzahl von Phänomenen, die durch die Temperaturerhöhung verursacht wurden (UBA 2001). Es steht heute zweifelsfrei fest, dass die durch die Treibhausgas-Emission verursachte Temperaturerhöhung weltweit zu erheblichen Klimaveränderungen führen wird. (UBA 2001; IPCC 2001: 82; BMBF 2003: 48)

Die sinkende Verfügbarkeit und die steigenden Preise fossiler Brennstoffe einerseits sowie der durch ihre massenhafte Nutzung hervorgerufene Klimawandel und dessen Folgen andererseits sind die Ursache des energietechnologischen Paradigmenwechsel, bestimmen aber auch dessen Richtung: Es geht nicht nur um den Übergang von fossilen zu nicht-fossilen, regenerativen Energiequellen, sondern zu solchen regenerativen Energiequellen, die insgesamt, in ihrer Erzeugung und Nutzung, eine CO<sub>2</sub>-freie Energiekette darstellen. Wenn beispielsweise bei bestimmten Anbau- und Nutzungsformen von Biomasse die Klimagase Lachgas und Methan freigesetzt werden, dann sind solche regenerativen Energieträger zwar nichtfossil, aber trotzdem klimaschädigend. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hat nun die Potenziale, regenerative Energie mit einer insgesamt CO<sub>2</sub>-freien Energiekette bereitzustellen. Dies ist jedoch nicht notwendigerweise der Fall, und zwar in zweierlei Hinsicht: Zum einen suggeriert der Begriff Wasserstoff- und Brennstoff-

zellentechnologie 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 Methanol-Brennstoffzellen. 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. Wasserstoff/Sauerstoff-Brennstoffzellen stellen somit ein breites, aber keinesfalls das alleinige Anwendungsfeld dieser beiden Technologien dar.

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 Selbstverständnis der Protagonisten dieser Technologie geht es nicht schlechthin um die gesellschaftliche Nutzung von Wasserstoff und Brennstoffzellen, sondern um die Erschließung ihrer ökologischen Potenziale, also um eine „grüne“ und nicht um eine „schwarze“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Ihr Ziel ist es, regenerative Energie mit CO<sub>2</sub>-freien Energieketten bereit zu stellen. Wenn also im Folgenden von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und deren Valorisierung die Rede ist, dann handelt es sich immer um einen ausgewählten Bereich dieser Technologie, nämlich die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.

Diese „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie betrifft auch und gerade einen Lebensnerv moderner Gesellschaften und zwar die Automobilität, die den gesamten straßengebundenen Personen- und Güterverkehr (Pkw, Busse, Lkw, etc.) umfasst. Hier müssen nicht nur sämtliche Antriebs- und Kraftstoffsysteme einschließlich der dazugehörigen Produktions-, Service- und Infrastrukturen von fossilen auf regenerative Energiequellen umgestellt werden, sondern es bedarf darüber hinaus völlig neuer Mobilitätskonzepte (Knie/Canzler 2009). Der energietechnologische Paradigmenwechsel im Bereich der Automobilität stellt nicht nur ein zentrales, sondern ein existenzielles Problem moderner Gesellschaften dar. Zum einen gehört die Automobilität seit langem zu den Fundamenten und Kernbereichen der Moderne (Rammler 2001; Altvater 2006) und wird auch in den aufstrebenden Wachstumsgesellschaften, wie etwa in China, als individuelles und gesellschaftliches Statussymbol der Modernität wahrgenommen (SHISD 2005). Zum anderen erweist sich dieser Paradigmenwechsel durch die Dominanz des fossilen Verbrennungsmotors gerade in diesem Bereich als besonders zäh und schwierig (Dierkes/Marz/Aigle 2009). Bei der Revolutionierung der Energietechnologien im Bereich der Automobilität kristallisieren sich gegenwärtig drei Hauptentwicklungspfade heraus, und zwar der Wasserstoffverbrennungsmotor, der Brennstoffzellenantrieb und der Batterie-Elektroan-

trieb (Aigle/Krstacic-Galic/Marz/Scharnhorst 2008). Von daher spielt die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gerade in diesem Bereich eine zentrale Rolle.

### **Valorisierungsgeschichte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie**

Die Geschichte der Wasserstoff- und der Brennstoffzellentechnologie macht sehr anschaulich deutlich, dass die Valorisierung, durch die technische Inventionen zu Innovationen werden, kein geradliniger Prozess ist, sondern dass die Valorisierungsdynamik auch unterbrochen und über Jahrzehnte hinweg still gestellt sein kann, um dann erneut anzulaufen. Exemplarisch zeigt sich dies in mobilen Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, speziell bei der Entwicklung von Wasserstoffverbrennungsmotoren und Brennstoffzellenantrieben. Diese Entwicklung ist detailliert auf der Internet-Seite „H2Mobility“ des TÜV-Süd dokumentiert (TÜV-Süd 2010), auf die sich die folgenden Ausführungen stützen.

Den ersten Wasserstoffverbrennungsmotor baute der französische Politiker und Unternehmer Issac de Rivaz im Jahre 1806. Dieser Motor wurde 1807 in Paris patentiert und bildete den Antrieb für ein Fahrzeug, mit dem de Rivaz 1813 die erste erfolgreiche Testfahrt unternahm. Dann verschwand der Wasserstoffverbrennungsmotor für fünfzig Jahre in den Archiven der Technikgeschichte. 1863 konstruierte der französische Erfinder und Geschäftsmann Étienne Lenoir mit dem „Hippomobile“ ein Straßenfahrzeug, das von einem Wasserstoffverbrennungsmotor angetrieben wurde und eine Strecke von 9 km zurücklegte. Von diesem Motor, der neben Wasserstoff auch mit anderen Gasen betrieben werden konnte, wurden 350 bis 400 Stück gebaut, was einer Kleinserienfertigung entspricht. Die folgenden fünfzig Jahre blieb der Wasserstoffverbrennungsmotor erneut in den technischen Archiven. Ende der 20er Jahre des vorigen Jahrhunderts entwickelte der deutsche Ingenieur Rudolf Erren den ersten Wasserstoffzweitaktmotor, der dann 1929 in Berlin patentiert wurde. In den nächsten Jahrzehnten gab es immer wieder vereinzelte Konzeptstudien, die jedoch nicht weitergeführt wurden. Hierzu gehörten beispielsweise der 1933 in Norwegen gebaute Norsk Hydro oder der 1941 in der Sowjetunion entwickelte GAZ-AA. Diese Studien waren jedoch lediglich singuläre Inventionen, die im Laborstadium verblieben und auch nicht miteinander konkurrierten.

Seit Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre häuften sich weltweit zunehmend die Bemühungen, den Wasserstoffverbrennungsmotor weiterzuentwickeln und für den Kraftfahrzeugbau zu nutzen. Hierzu zählten zum Beispiel der amerikanische Chevrolet El Camino (1967), der japanische Musashi 1, 2 und 3 (1974, 1975 und 1977), der sowjetische RAF H2 (1979), der deutsche BMW 520h (1979) oder der deutsche Mercedes 280 TE (1984). Dabei kristallisierten sich in den letzten 40 Jahren drei Firmen heraus, die in diesem Feld eine Vorreiterrolle übernahmen: Erstens BMW, die sich neben dem schon erwähnten 520h und einem Mini Hydrogen (2001) vor allem auf die Entwicklung bivalenter Wasserstoffverbrennungsmotore für die BMW 7er Serien (1978, 1984, 1990, 1996, 1998, 2003, 2006) konzentrierten. Die ersten Hydrogen 7 konnten 2007 geleast werden. Zweitens Mazda, die mit ihren HRX-1 (1991), HRX-2 (1993) MX-5 (1993) und RX-8 Hydrogen RE (2003) vor allem auf die Entwicklung von Wasserstoff-Wankelmotoren setzten und die 2006 die ersten wasserstoffbetriebenen RX-8 an Kunden auslieferten. Drittens MAN die Wasserstoffver-

brennungsmotore für Busse entwickeln. Hierzu zählen unter anderem der MAN City Bus (1996), der MAN H2argemuc Bus (1999), der MAN NL193 CGH2 (2000) und der MAN „Lion's City“ (2006). Diese Busse kamen in verschiedenen größeren Feldversuchen zum Einsatz, wie beispielsweise dem HYfleet: Cute-Projekt.

Wie der Wasserstoffverbrennungsmotor nahm auch die Brennstoffzelle keinen geradlinigen und kontinuierlichen Valorisierungsverlauf. Das Prinzip der Brennstoffzelle wurde 1838 unabhängig voneinander von dem deutsch-schweizerischen Chemiker Christian Friedrich Schönbein und dem britischen Juristen und Naturwissenschaftler Sir William Grove entdeckt. Diese Entdeckung wurde jedoch fast einhundert Jahre lang nicht weiterverfolgt. 1887 hob zwar bereits Friedrich Wilhelm Ostwald, einer der führenden Chemiker seiner Zeit, die energietechnologischen Potenziale der Brennstoffzelle hervor und zur gleichen Zeit erforschten der Chemiker Ludwig Mond und sein Assistent Charles Langer, die der Brennstoffzelle 1889 ihren Namen gaben, diese neue Technik intensiv, doch blieben diese Arbeiten im Theorie- und Laborstadium. Dies änderte sich erst mit den Arbeiten des Briten Francis Thomas Bacon, der 1932 das erste Modell einer Alkali-Elektrolyt-Brennstoffzelle mit Gas-Diffusions-Elektroden baute und dem dann 1952 die erfolgreiche Demonstration einer 5 kW Brennstoffzelle gelang. 1959 baute dann der US-Amerikaner Harry Karl Ihring das erste Fahrzeug mit einem Brennstoffzellenantrieb, und zwar einen 20 PS Traktor.

Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre gab es dann weitere vereinzelte Bemühungen, diese Technik für den Kraftfahrzeugbau zu nutzen. So entwickelte General Motors 1967 einen Elektrovan, der mit einer Brennstoffzelle von Union Carbide betrieben wurde. Und 1970 stellte der österreichische Chemiker und Erfinder Karl Kordesch einen Austin A 40 mit Brennstoffzellenantrieb vor.

Aber erst in den 1990er Jahren häuften und verdichteten sich dann weltweit die Anstrengungen zum Bau alltagstauglicher Brennstoffzellenantriebe. 1993 stellte Ballard Power Systems den ersten brennstoffzellengetriebenen Transitbus vor. 1994 baute Daimler auf Basis seines Transporters MB-180 den NeCar 1 und 1996 stellte Toyota seinen RAV4 EV vor. 1997 präsentierte Renault den FEVER und 1998 entwickelte Opel einen Sintra mit Brennstoffzellenantrieb. Ab 2000 beteiligten sich immer mehr Automobilfirmen an der Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen. So beispielsweise Ford mit dem Focus FCV (2000), VW mit dem HYMotion (2000), AvtoVAZ mit dem Lada Antel-1 (2001), Daihatsu mit dem MOVE FCV-KII (2001), Honda mit dem FCX (2002), Mitsubishi mit dem Grandis FCV (2003), Hyundai mit dem Tucson (2004), Kia mit dem Sportage (2004), die Shanghai Automotive Industry Corp. mit dem Chao Yue III (2005), Honda mit dem FCX Clarity (2007) oder Suzuki mit dem SX4-FCV (2008). In den letzten 20 Jahren waren es vor allem sechs Firmen beziehungsweise Firmengruppen, die bei der Entwicklung von brennstoffzellengetriebenen Fahrzeugen eine Pionierrolle übernahmen: Erstens General Motors, vor allem mit seinen HydroGen1 bis Hydrogen4 (2000, 2001, 2004, 2007). Zweitens Daimler mit den NECAR 1 bis NECAR 5 (1994, 1996, 1997, 1998, 2000) sowie der F-Cell A-Klasse und der F-Cell B-Klasse (2003-2007). Drittens Honda mit seiner FCX-Reihe (1999, 2000, 2001, 2002, 2006, 2007). Viertens Toyota mit den FCHV- und FINE-Modellen (2000, 2001, 2002, 2003, 2008). Fünftens Ford mit unterschiedlichen Prototypen (1999, 2000, 2002, 2006, 2007). Und sechstens schließlich eine ganze Reihe von Busentwicklern, die daran arbeiten Brennstoffzellenantriebe für Busse zu bauen. Hierzu gehören zum Beispiel MAN mit ihren Bussen

(2000, 2001), Gillig Ballard (2005), die Tsinghua University und das Dalian Institut mit ihren Prototypen (2002, 2003, 2004), Fiat (2003, 2004) oder Hyundai (2006). Viele Automobilhersteller konzentrieren sich in den letzten Jahren auf die Entwicklung von hybriden Brennstoffzellen/Batterie-Antrieben. Hierzu zählen unter anderem General Motors, Toyota, VW, Renault, Nissan, PSA/Peugeot/Citroen und Daimler.

Grob vereinfacht stellt sich damit die Valorisierungsdynamik des Wasserstoffverbrennungsmotors und der Brennstoffzellen-Antriebe wie folgt dar:

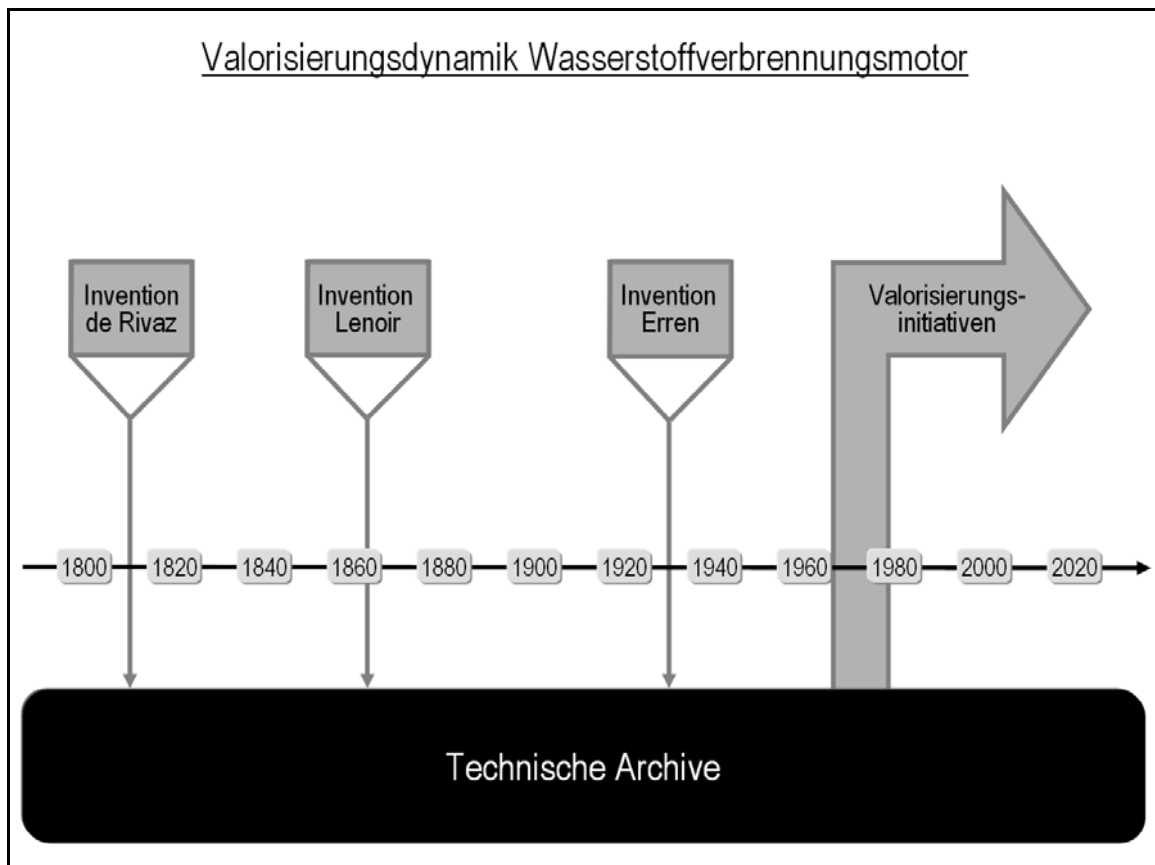


Abbildung 2, Quelle: eigene Darstellung



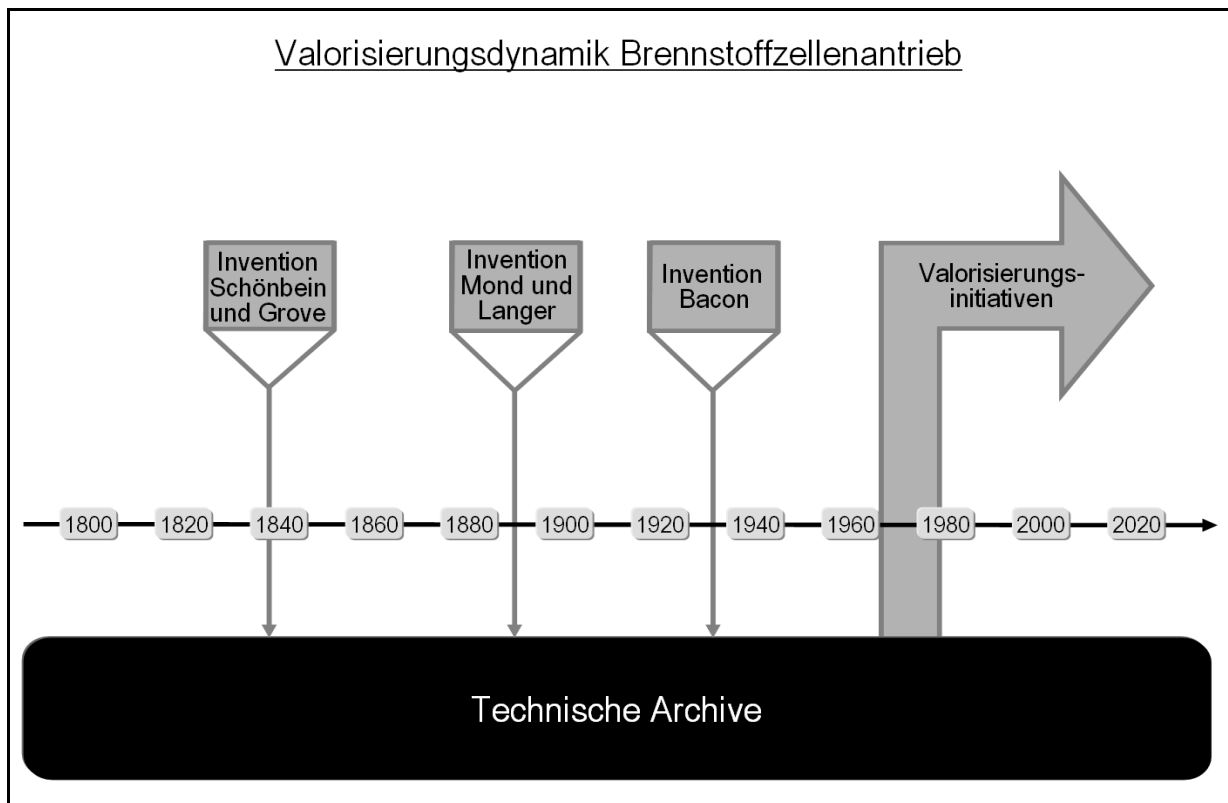


Abbildung 3, Quelle: eigene Darstellung

Beide Valorisierungsdynamiken, die des Wasserstoffverbrennungsmotors und die des Brennstoffzellenantriebs, weisen ein ähnliches Muster auf: Die Basis-Innovation (de Rivaz und Schönbein/Grove) sowie die dann in großen Abständen folgenden singulären Innovationen verschwanden für Jahrzehnte in den technischen Archiven, ohne dass es zu nennenswerten Valorisierungsinitiativen kam. Dies änderte sich erst Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre. Weltweit häuften sich zunehmend die Bemühungen, den Wasserstoffverbrennungsmotor und den Brennstoffzellenantrieb im großen Stil gesellschaftlich zu nutzen. Die Initialzündung für diese Valorisierungsinitiativen lieferten zwei Entwicklungen:

Erstens wurde die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erfolgreich in der Raumfahrt eingesetzt. Erinnerung sei hier nur an die erste Raketenturbine von Pratt and Whitney 1959 und an die Verwendung der Brennstoffzelle in den Gemini- und Apollo-Programmen Mitte der 60er bis Anfang der 70er Jahre. In der Raumfahrttechnik stellten die Inventionen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur ihre technische Funktionsfähigkeit unter Beweis, sondern erlangten auch einen hohen Wert als Schlüsseltechnologie. Noch Ende des 20. Jahrhunderts zählte das Wort „Mondlandung“ zu den 100 Wörtern, die für dieses Jahrhundert als besonders bezeichnend angesehen wurden (Gilano 2010).

Zweitens trug die Ölkrise 1973 mit ihren schockähnlichen Preiserhöhungen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen dazu bei, über alternative Antriebskonzepte nachzudenken und entsprechende private und öffentliche Projekte zu fördern. Da das Auto sowohl in den USA als auch in Europa und in Japan als ein, wenn nicht gar der entscheidende Wachs-

tumsmotor galt, zielten diese Bemühungen darauf, diesen Motor von fossilen Rohstoffen, insbesondere von Erdöl unabhängig zu machen. Auch in der Folgezeit (Stichworte „Space Shuttle“-Programm, 2. Ölkrise 1979/80, 2. Golfkrieg) gingen von der Raumfahrt und den tatsächlichen oder befürchteten Erdöl-Versorgungsproblemen immer wieder wichtige Impulse für die Entwicklung des Wasserstoffverbrennungsmotors und des Brennstoffzellenantriebes aus.

Warum und wie die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bereits in den 1950er Jahren einen gesellschaftlichen Wert als Raumfahrttechnik erhielt und durch ihre erfolgreiche Nutzung als eine, wenn man so will, Initialvalorisierung für weitere und breitere Anwendungsfelder fungierte, wäre einer gesonderten Analyse vorbehalten. Die vorliegende Untersuchung ist anders fokussiert. Sie konzentriert sich auf den Valorisierungsprozess der „grünen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie als einen möglichen Entwicklungspfad des energietechnologischen Paradigmenwechsels und dabei insbesondere auf einen Kernbereich dieses Paradigmenwechsels, nämlich die Automobilität.

Wie der kurze geschichtliche Abriss der Entwicklung des Wasserstoffverbrennungsmotors und des Brennstoffzellenantriebes zeigte, kann bei beiden Technologien erst seit Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre von einem Valorisierungsprozess gesprochen werden. Dieser Prozess gewann in den letzten 20 Jahren zunehmend an Dynamik. Dies betrifft nicht nur die Breite der Entwicklungsanstrengungen und die dabei erreichten technischen Erfolge, sondern auch den gesellschaftlichen Stellenwert, den die alternativen Antriebe in den vergangenen zwei Dekaden erlangten und der diese Dynamik erst möglich machte. Aufbauend auf dem in Kapitel 3 entwickelten Modell soll im Folgenden anhand einer Fallstudie dieser Valorisierungsprozess im Detail untersucht werden.

## **5. Fallstudie: Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland 1970-2010**

### **5.1. Fokus und Methode**

Die räumlich-zeitliche Fokussierung der Fallstudie auf die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970-2010 hat mehrere Gründe.

Erstens gehört Deutschland neben den USA und Japan zu den führenden Ländern bei der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Wie die Bundesministerien für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, für Bildung und Forschung sowie für Wirtschaft und Technologie in einem gemeinsamen Strategiepapier feststellten, sind dabei „hervorragende, international wegweisende technologische Ergebnisse erzielt und wertvolle Erkenntnisse für die zukünftige Entwicklung gewonnen worden“ (BMVBS/BMBF/BMWi 2006: 1). Dies betrifft sowohl den Forschungs- und Entwicklungsstand bei stationären als auch bei mobilen Anwendungen (ebd.: 2-4), wo Deutschland „weltweit führend“ (ebd.: 3) ist.

Zweitens besitzt Deutschland eine lange Tradition bei der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Dies betrifft sowohl die öffentliche Hand als auch private Unternehmen. So hat der Bund diese Technologie seit 1974 aktiv gefördert (ebd.: 1, 6). Und „von den größten europäischen Heiztechnikherstellern kommen vier aus Deutschland wie

auch zwei der weltweit führenden Entwickler von Brennstoffzellen-KWK-Anlagen für die Industrieanwendung“ (ebd.: 3).

Drittens zeichnet sich der hier betrachtete Zeitraum im Hinblick auf die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Allgemeinen sowie die Entstehung von Valorisierungsallianzen, die Kreation von Valorisierungsagenturen und die Herausbildung eines Valorisierungsmanagements im Besonderen durch eine hohe Dynamik aus. In dieser Dynamik werden Muster erkennbar, die für die Untersuchung von Valorisierungsprozessen von zentraler Bedeutung sind. Dies betrifft insbesondere die Formen, in denen die deutsche Valorisierungsallianz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gesellschaftlichen Wert verleiht.

Viertens schließlich ergibt sich die Möglichkeit, bei der Untersuchung der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland auf langjährige interdisziplinäre und interinstitutionelle Forschungs- und Praxisnetzwerke zurückzugreifen. Dies gestattet wiederum schnelle, effiziente und teilweise auch exklusive Feldzugänge.

Die Methode der Fallstudie basiert auf dem Forschungsprogramm der Abteilung „Kulturelle Quellen von Neuheit“ des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung (Hutter et al. 2010), und zwar sowohl im Hinblick auf den Forschungstyp und die Forschungsstrategie als auch in Bezug auf den dort beschriebenen Mustererkennungsansatz (ebd.: 17-19). Bei der vorliegenden Fallstudie handelt es sich um eine *single case study*, die jedoch in dem *multiple case study approach* (Yin 1994) des Forschungsprogramms der Abteilung eingebettet ist (Hutter et al. 2010: 18). Diese Untersuchung versteht sich als eine explorative, Hypothesen generierende Fallstudie. Sie orientiert sich an neueren Strömungen der methodologischen Diskussion wie der „Komplexitätsmodellierung“ (Law/Urry 2004), der „deskriptiven Assemblage“ (Savage 2009) und den „Mixed Methods“ (Tashakkori/Teddlie 2003).

Ausgehend davon geht es bei dieser Fallstudie im Kern vor allem um Mustererkennung (Mayntz 1997; Savage/Burrows 2007), und zwar um Muster, die es erlauben, die Valorisierungsallianzen, deren Valorisierungsmanagement sowie die Praktiken und Ebenen dieses Valorisierungsmanagements in den Blick zu bekommen. Um solche Muster zu erkennen, werden unterschiedliche Methoden genutzt und miteinander kombiniert. Hierzu gehören neben Interviews, Datenerhebung, -auswertung und -analyse auch Beobachtungsprotokolle, netzwerkanalytische Verfahren und die Nutzung von Grafiken und Filmen.

## **5.2. Valorisierungsdynamik 1970-2010**

Einen ersten Anhaltspunkt für die Untersuchung der Valorisierungsdynamik der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland liefert eine Statistik der Ausgaben des Bundes für die Förderung dieser Technologie. Die Entwicklung der Ausgaben von 1974 bis 2010 kann als Indiz für die gesellschaftliche, speziell die politische Wertschätzung, gelten, die die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in diesem Zeitraum erfahren hat. Grob vereinfacht lässt sich annehmen, dass steigende Ausgaben steigende, und sinkende Ausgaben sinkende Wertschätzung signalisieren.

Die Projektförderung des Bundes für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie entwickelte sich in dem angegebenen Zeitraum wie folgt:

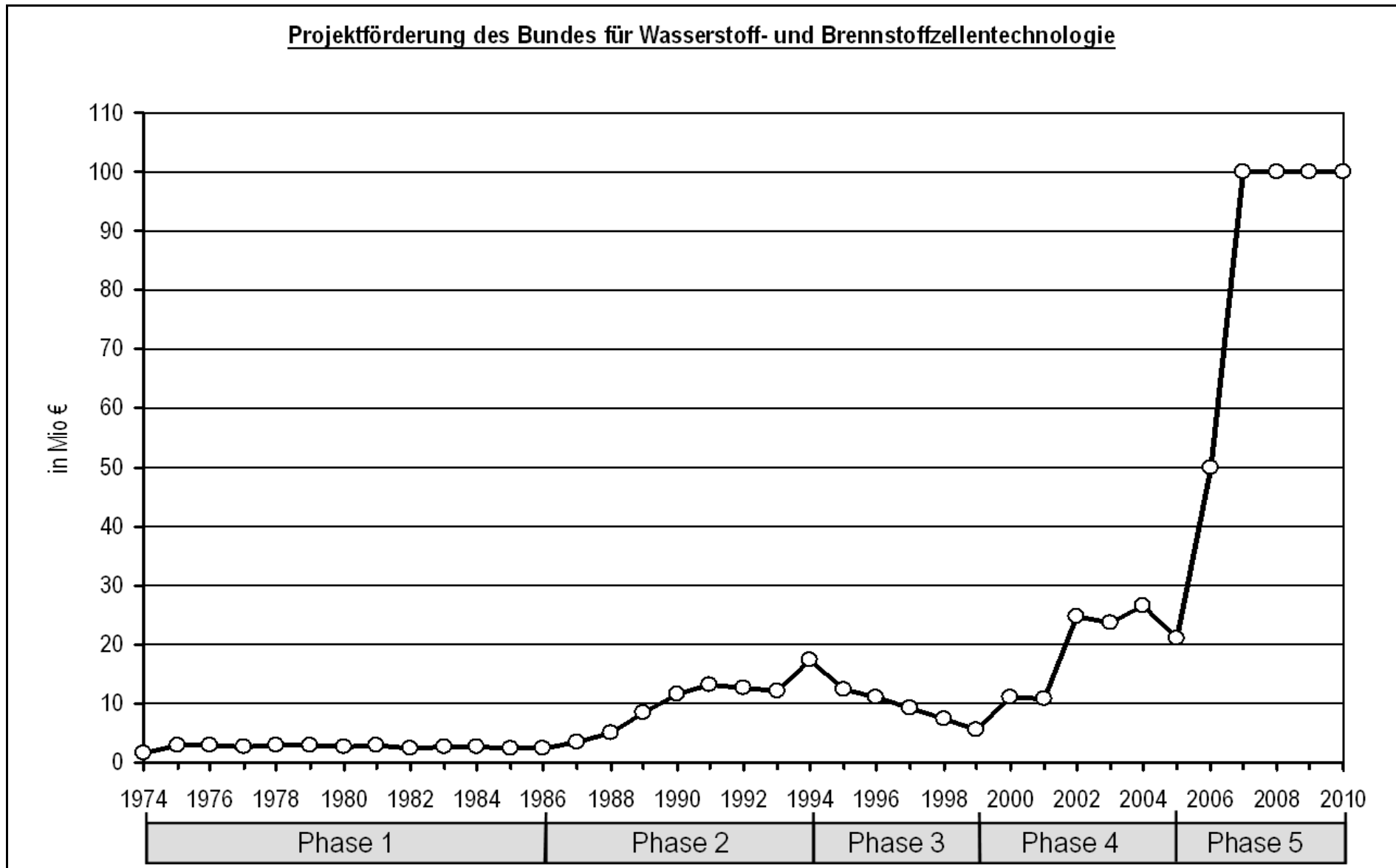


Abbildung 4; Quelle: (MBVBS/BMBF/BMWi 2006: 5, 6, 12) und eigene Schätzungen

Bereits auf den ersten Blick zeigt die Entwicklung der Ausgaben, dass die Wertschätzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1974 bis 2010 offensichtlich spürbar gestiegen ist. Die Valorisierung liegt damit im internationalen Trend, wie er im Kapitel 4 skizziert wurde. Aber schon auf den zweiten Blick werden erhebliche Unterschiede in der Richtung und dem Ausmaß des Valorisierungsprozesses deutlich. Unschwer lassen sich fünf verschiedene Phasen erkennen:

- Phase 1 (1974-1986): Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie fasst Fuß. Angeregt durch den Einsatz dieser Technologie in der Raumfahrt und unter dem Druck der ersten Ölkrise werden, wie in anderen Ländern auch, die Inventionen aus den technischen Archiven geholt und ihre Weiterentwicklung und Anwendung auf vergleichsweise niedrigem Niveau gefördert.
- Phase 2 (1986-1994): Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erlebt einen ersten großen Valorisierungsschub. Gegenüber der Phase 1 vervielfachen sich die Ausgaben und erreichen 1994 mit rund 18 Mio. Euro einen ersten großen Höhepunkt.
- Phase 3 (1994-1999): Die Ausgaben für die Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie werden kontinuierlich zurückgefahren und liegen 1999, auf dem Tiefpunkt der Förderung, fast auf dem Niveau von 1988. Die sinkenden Ausgaben stellen eine Trendwende dar und deuten gerade angesichts der Phase 2 auf einen deutlichen Devaluationsschub hin.
- Phase 4 (1999-2005): Die Devaluation wird abgefangen. Die Ausgaben steigen in Zick-Zack-Bewegungen und stabilisieren sich ab 2002 bei einem Niveau von über 20 Mio. Euro jährlich. Damit gelingt erneut eine Trendwende, weg von der Devaluation, hin zu einer Revalorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.
- Phase 5 (2005-2010): Die Bereitstellung von Bundesmitteln für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie steigt exorbitant und erreicht ab 2007 Werte von 100 Mio. Euro jährlich. Dieser steile Anstieg signalisiert nicht nur einen Valorisierungsschub, sondern – gemessen an den Phasen 1 bis 4 geradezu eine Valorisierungsexplosion.

Bereits diese fünf Phasen werfen die Frage auf, wie es gelang, die zunehmende Devaluation in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre nicht nur ab 1999 zu stoppen, sondern in vergleichsweise kurzer Zeit eine furiose Revalorisierung in Gang zu setzen, die zu einem Quantensprung in der Mittelbereitstellung führte. Diese Frage wird umso dringlicher, wenn man sich die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den 1990er Jahren etwas genauer ansieht, und zwar zunächst im Hinblick darauf, welchen Anteil die Wasserstofftechnologie und die Brennstoffzellentechnologie jeweils an der gesamten Projektförderung haben. Dabei ergibt sich folgendes Bild:

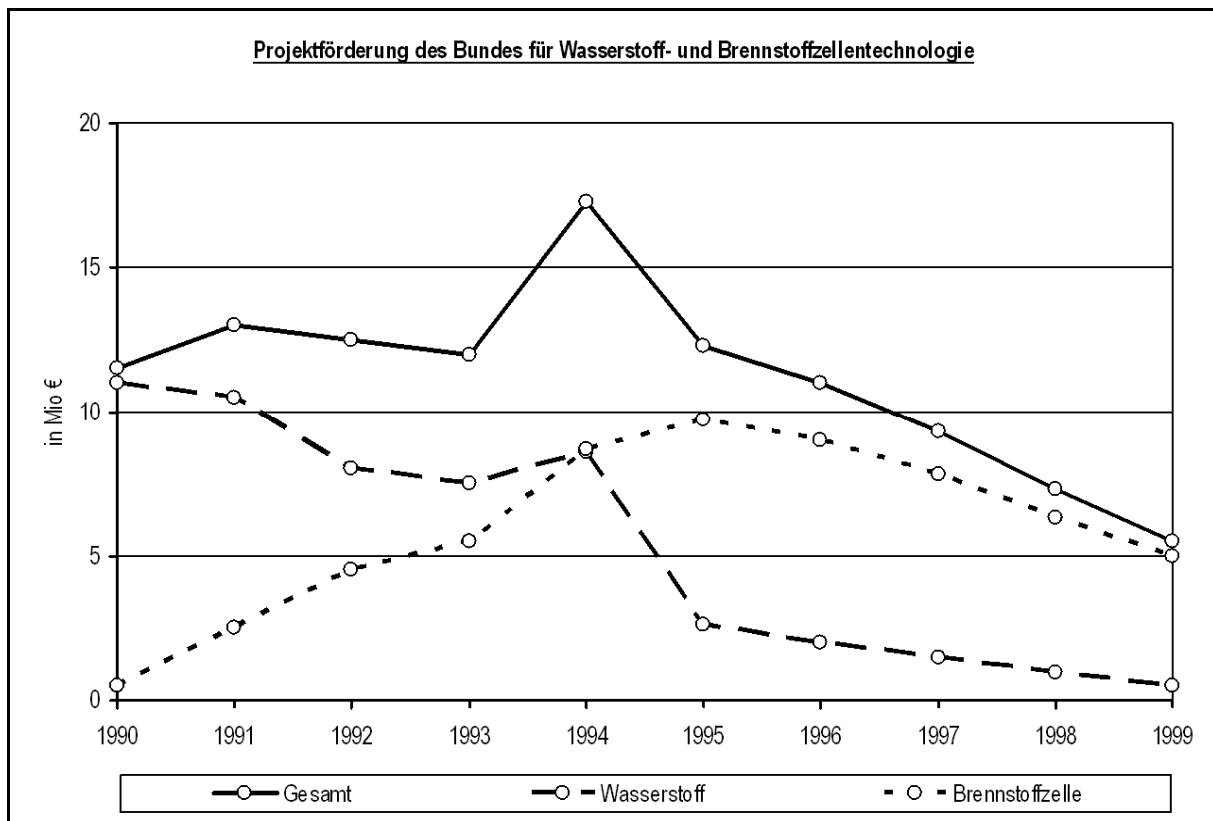


Abbildung 5; Quelle: (MBVBS/BMBF/BMWi 2006: 6) und eigene Berechnungen

In der Grafik sind zwei Trends deutlich erkennbar: Erstens gibt es 1994 eine Trendwende in Bezug auf die Anteile, der Projektförderung für die Wasserstofftechnologie einerseits und die Brennstoffzellentechnologie andererseits. Bis 1994 war der Anteil der Förderung für die Wasserstofftechnologie größer als für die Brennstoffzellentechnologie. Ab 1994 kehrt sich dieses Verhältnis dann um. Zweitens sinkt in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre die Projektförderung für beide Technologien, ab 1994 bereits für die Wasserstoff- und ab 1995 auch für die Brennstoffzellentechnologie. Die Förderung für die Wasserstofftechnologie wird nahezu auf Null reduziert und die für die Brennstoffzellentechnologie beträgt schließlich nur noch symbolische 5 Mio. Euro. Wenn die Projektförderung des Bundes ein Indikator für die gesellschaftliche, insbesondere die politische Wertschätzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist, dann wurde diese Technologie 1999 nicht als Zukunfts-, sondern als Auslauftechnologie angesehen.

Dieser Eindruck verstärkt sich bei einer differenzierten Betrachtung der damaligen Leuchtturmprojekte in diesem Technologiefeld. Für die Wasserstofftechnologie war dies das HYSOLAR-Projekt und für die Brennstoffzelle das NECAR-Projekt. Beide Projekte hatten eine Leitfunktion, und zwar nicht nur für die Technologieentwicklung, sondern für die Valorisierung dieser Technologie.

HYSOLAR ist die Abkürzung für die Bezeichnung „**HY**drogen from **SOLAR** Energy“, also für die Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff. Dieses Projekt war ein „Deutsch-Saudi-arabisches Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprogramm zum Thema Solarer

Wasserstoff“ (Brinner/Steeb 2010: 1), das in mehreren Phasen von 1985-1995 durchgeführt wurde. Sein Ziel bestand darin, die solaren Ressourcen Saudi-Arabiens zu nutzen, um mit elektrischer Energie aus Photovoltaikzellen durch eine Wasserelektrolyse Wasserstoff zu erzeugen. Dieses Projekt hatte nicht nur für Deutschland, sondern weltweit eine Leitfunktion. So wurden auf der Basis der HYSOLAR-Ideen ähnliche Programme in Ägypten, Spanien, Australien, Japan, den USA, Kanada, Großbritannien, Italien und Griechenland aufgelegt und durchgeführt (ebd.: 13). 1995 fand das Projekt seinen Abschluss und wurde nicht weitergeführt.

Das NECAR-Projekt wurde von Daimler konzipiert und durchgeführt. Die Abkürzung NECAR steht für „**New Electric CAR**“ beziehungsweise für „**No Emmission CAR**“ und spielt außerdem auch auf den Fluss Neckar an, an dem der Firmensitz von Daimler in Stuttgart liegt. Ziel dieses Projektes war es, einen mobilen Brennstoffzellenantrieb zu entwickeln. Insgesamt wurden im Rahmen von NECAR von 1994-2000 fünf verschiedene Prototypen gebaut, die mit Wasserstoff-Brennstoffzellen (NECAR 1, 2 und 4) aber auch mit Methanol-Brennstoffzellen (NECAR 3 und 5) betrieben wurden. Die in diesen sechs Jahren erreichten Fortschritte sind auch für Laien sinnfällig. Während der NECAR 1 auf Basis des Transporters MB 100 gebaut wurde, dessen gesamter Laderaum mit der neuen Antriebstechnologie ausgefüllt war, konnte beim NECAR 5, der auf der wesentlich kleineren A-Klasse basierte, die gesamte Antriebstechnik in den Unterboden des Fahrzeuges platziert werden. In unterschiedlichen Experteninterviews, an denen der Verfasser teilnahm oder die er selbst durchführte, wurde immer wieder betont, dass der NECAR 5 damals die Weltspitze bei den mobilen Brennstoffzellenantrieben darstellte. Das NECAR-Projekt, speziell die Entwicklung der Methanol-Brennstoffzelle wurde nicht weitergeführt. Damit erlitt auch das Leuchtturmprojekt der „grünen“ Brennstoffzellentechnologie einen empfindlichen Rückschlag.

Sowohl die Entwicklung der Projektförderung des Bundes für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie als auch das Schicksal der beiden Leitprojekte HYSOLAR und NECAR zeigen, dass die Valorisierung dieser Technologie in Deutschland zum Jahrtausendwechsel ein Rekordtief erreicht hatte. Doch damit nicht genug. Vom Absturz der New Economy und dem Platzen der „Dotcom-Blase“ ab März 2000 wurde die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gleich zweifach betroffen. Zum einen wurden die finanziellen Mittel knapper, weil sowohl bei privaten als auch bei öffentlichen Investoren Risikoaversion Raum griff. Zum anderen kamen nicht nur die Kerntechnologien der New Economy, wie etwa die Informationstechnologie, die Biotechnologie oder die Telekommunikation in Verruf, ihre hochgesteckten Versprechen nicht einlösen zu können, sondern auch andere Zukunftstechnologien, wie etwa die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wurden zunehmend kritisch und skeptisch betrachtet.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen erschien eine Revalorisierung, noch dazu in einer solchen Dynamik, wie sie die Phasen 4 und 5 in der Abbildung 4 signalisieren, hochgradig unwahrscheinlich, um nicht zu sagen unmöglich. Stellte der Bund 1999 lediglich 5,5 Mio. Euro für die Projektförderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zur Verfügung, so erhöhte sich diese Summe in nur 8 Jahren um mehr als das 18fache auf 100 Mio. Euro im Jahr 2007. Wie war das möglich? Wie erlangte eine fast schon beerdigte Technologie in so kurzer Zeit eine so hohe politische Wertschätzung, dass drei Ministerien

2006 gemeinsam ein „Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (BMVBS/BMBF/BMWi 2006) verabschiedeten? Ein solcher Valorisierungsschub ist weder im Selbstlauf, noch durch Zufall entstanden. Und er lässt sich auch nicht damit erklären, dass diese Technologie in irgendeinem Land der Erde bereits im großen Maßstab genutzt wird. Der Valorisierungsschub, so das Ergebnis der vorliegenden Fallstudie, ist vielmehr das Resultat von Valorisierungsallianzen und deren zielgerichtetem Valorisierungsmanagement. Dabei spielen Valorisierungsagenturen eine zentrale Rolle.

### 5.3. Valorisierungsagenturen

#### Überblick und Auswahl

Die Landschaft der Valorisierungsagenturen, die es sich zum Ziel gesetzt haben, die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland voranzutreiben, ist nicht nur sehr vielgestaltig, sondern auch in ständiger Veränderung begriffen.

Was zunächst die Vielgestaltigkeit betrifft, so wird diese bereits bei ersten groben Clusterungen der Valorisierungsagenturen anschaulich deutlich. Es gibt Agenturen, die vorwiegend international und solche, die nur regional tätig sind. 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 JTI („**F**uel **C**ell and **H**ydrogen **J**oint **T**echnology **I**nitiative“) (FCH JTI 2010a) oder die NEW IG („**N**ew **E**nergy **W**orld **I**ndustry **G**rouping 'FuelCell and Hydrogen for Sustainability'“) (NEW IG 2010). Typische Beispiele für regionale Valorisierungsagenturen sind HYCologne für das Rheinland (HyCologne 2010), HySOLUTIONS für Hamburg (HySOLUTIONS 2010a) oder das „Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW“ (Netzwerk 2010). Und es gibt auch internationale Verbünde regionaler Agenturen, wie etwa das HyRaMP („**E**uropean **R**egions **a**nd **M**unicipalities **P**artnership for **H**ydrogen and Fuel Cells“) (Hy-ramp 2010).

Und es existieren Agenturen, die vor allem auf wirtschaftliche und solche, die auf eine nationalstaatliche Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie fokussiert sind. Zu den Agenturen, denen es in erster Linie um die wirtschaftliche Valorisierung geht, gehören beispielsweise das Viessmann Gemeinschaftsprojekt, das von Vaillant koordinierte und mit zehn europäischen Partnern in vier Staaten durchgeführte „Virtual Fuel Cell Power Plant“-Projekt oder die Inhouse 4000- und Inhouse 5000-Projekte zum Feldtest von Brennstoffzellen. Zu den Agenturen, deren Arbeit vorwiegend auf eine nationalstaatliche Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gerichtet ist, gehören zum Beispiel das BZB („**B**rennstoffzellen**b**ündnis“), BERTA („**B**rennstoffzellen **E**ntwicklung und **E**rprobung für **s**tationäre und portable **A**nwendungen“) und HYBERT („**H**ydrogen und **B**rennstoffzellen **E**xpertenrat“) oder die ARGE U 212 (**A**rbeits**g**emeinschaft U 212), die die außenluftunabhängige Brennstoffzellengetriebene U-Boot-Klasse U 212 konzipierte.

Was die ständige Veränderung der Agenturlandschaft anbelangt, so zeigt sich dies sehr anschaulich an zwei Phänomenen. Zum einen an den semantischen und organisationalen Metamorphosen der Valorisierungsagenturen. So gingen zum Beispiel BERTA und der



„Strategiekreis Wasserstofftechnologien“ 2005 in HYBERT auf, der dann im gleichen Jahr wieder eine neue Gestalt annahm, nämlich die Form des BZB. Dies bedeutete jedoch nicht das Ende von HYBERT, denn noch Ende 2007 wird er in einem Workshop der „Wasserstoff-Initiative Bayern“ als „Strategiekreis Wasserstoff und Brennstoffzellen beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (HYBERT)“ (Wagner 2007; 10) bezeichnet. Derartige Metamorphosen erschweren den Überblick, deuten jedoch auf eine große Dynamik in der Entwicklung und Anpassung der Valorisierungsagenturen hin.

Das zweite Phänomen, das sehr eng mit den semantischen und organisationalen Metamorphosen der Agenturen zusammenhängt, besteht in der Tendenz zur Zentralisierung der Valorisierungsagenturen. Sehr deutlich zeigt dies die Gründung der NOW („**N**ationale **O**rganisation **W**asserstoff und **B**rennstoffzelle“) im Jahre 2008. Die NOW „ist verantwortlich für die Koordination und Steuerung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) und des Programms Modellregionen Elektromobilität des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)“ (NOW 2010a). Das Nationale Innovationsprogramm enthält die wichtigsten Projekte zur Demonstration sowie zur Markteinführung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland. Es ist damit ein Programm der gesellschaftlichen, insbesondere ökonomischen Valorisierung dieser Technologie. Neben der Umsetzung des NIP konzentriert sich die Arbeit der NOW auch auf andere Valorisierungsebenen, so zum Beispiel auf die „Aus- und Weiterbildung, Kommunikation an der Schnittstelle zwischen Politik, Industrie und Wissenschaft, sowie Öffentlichkeitsarbeit, um die allgemeine Wahrnehmung der Technologien und ihrer Produkte zu steigern“ (ebd.). Die NOW ist damit, wenn man so will, der Generalstab der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland. Und mit der Realisierung des Programms Modellregionen Elektromobilität nimmt die NOW auch Valorisierungsaufgaben wahr, die nicht nur die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-, sondern auch die Batterietechnologie betreffen.

In dieser vielgestaltigen und in ständiger Veränderung begriffenen Landschaft der Valorisierungsagenturen gibt es bestimmte Agenturen, die eine besondere Bedeutung für die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland haben. Hierzu zählen die VES („**V**erkehrswirtschaftliche **E**nergie**S**trategie“), die CEP („**C**lean **E**nergy **P**artnership“) und die bereits erwähnte NOW. Die Bedeutung der letzteren liegt auf der Hand, sie ergibt sich aus ihrer „Generalstabsfunktion“ für die unterschiedlichen Valorisierungsprozesse. Die VES und die CEP spielen aus mehreren Gründen eine wichtige Rolle. Erstens sind beide auf einen Kernsektor des energietechnologischen Paradigmenwechsels fokussiert, nämlich auf die Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Bereich der Automobilität. Und dies betrifft, wie schon oben gezeigt, nicht nur die Antriebs- und Kraftstoffsysteme, sondern sämtliche dazugehörigen Produktions-, Service- und Infrastrukturen. Zweitens ergibt sich die Bedeutung der VES und der CEP aus dem volkswirtschaftlichen Gewicht der in diesen Agenturen zusammenarbeitenden Partner, insbesondere der Automobil- und Energieunternehmen. Drittens schließlich erfüllen diese Agenturen auf nationaler Ebene eine Scharnierfunktion zwischen Wirtschaft, Politik und Wissenschaft.

Vieles spricht also dafür, dass die drei Valorisierungsagenturen VES, CEP und NOW eine vergleichsweise größere potenzielle Reichweite und Durchschlagskraft besitzen, als

andere in diesem Feld tätige Agenturen. Von daher lohnt es sich, diese drei Agenturen sowie ihre Beziehungen zueinander einmal etwas genauer zu betrachten, und zwar im Hinblick auf ihre Zusammensetzung, ihre Ziele, ihre Arbeitsweise und ihre wichtigsten Projekte.

## **VES – Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie**

Zusammensetzung: Die VES wurde im Mai 1998 von der Bundesregierung sowie Vorständen der Unternehmen ARAL, BMW, Daimler, MAN, RWE, Shell und VW gegründet (VES 2000: 3). Nach Pressemitteilungen und den Logos auf späteren Statusberichten zu urteilen, sind dann in der Folgezeit auch noch Ford, GM/Opel, Total und Vattenfall der VES beigetreten. Die politische Federführung hat das BMVBS (**B**undes**m**inisteriums für **V**erkehr, **B**au und **S**tadtentwicklung) inne. In dieser Zusammensetzung ist die VES „ein in Europa einzigartiger Zusammenschluss aus Vertretern des Bundes, der Automobilhersteller, Mineralölunternehmen und Energieversorger“ (VES 2007: 5). Das Gremium existiert nach wie vor, auch wenn wichtige ursprüngliche Aufgaben der VES inzwischen Schritt für Schritt an die CEP und die NOW übergingen.

Ziele: Ursprüngliches Hauptziel der VES war es „gemeinsam eine Strategie zu erarbeiten, die die Eroberung der internationalen Spitzenposition auf dem Gebiet alternativer Energien, ihrer Erzeugung und Anwendung im Straßenverkehr innerhalb der nächsten 10 Jahre vorbereiten soll“ (VES 2000: 3). „Weitere Ziele“ (ebd.) bestanden darin, die Abhängigkeit des Verkehrs vom Öl sowie die Emissionen, insbesondere die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern und die Initiative auf Europa auszudehnen. In den Folgejahren kam es zu einer Akzentverschiebung in den Zielstellungen. An erster Stelle standen die Energiesicherheit und der Klimaschutz, während das Erreichen der internationalen Spitzenposition zunächst relativiert und schließlich nicht mehr erwähnt wurde (VES 2001: 3; VES 2007).

Arbeitsweise: Organisatorisch besteht die VES aus einer Task-Force für die laufende Arbeit, sowie einem Steering Committee, das die Ergebnisse und Berichte der Task Force entgegennimmt und auf dieser Grundlage Empfehlungen für die teilnehmenden Organisationen ausspricht. Darüber hinaus werden VES-Analysen in und zwischen den Organisationen bearbeitet oder von Dritten durchgeführt, wie beispielsweise von der LBST („Ludwig-**B**ölkow-**S**ystem**t**echnik“), einem der weltweit profiliertesten Beratungsinstitute im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (LBST 2010). Ausgehend von ihrer Zielstellung konzentrierte sich die VES zunächst darauf, in einem fünfstufigen Verfahren (VES 2000: 10-18) „einen oder maximal zwei zukunftsfähige Kraftstoffe auszuwählen und hierfür eine Strategie zum Aufbau einer additiven Energie-Infrastruktur für den Verkehrsbereich zu erarbeiten“ (ebd.: 5). Dabei gelang es den Mitgliedern der VES, sich auf eine konsensfähige Kraftstoffstrategie zu einigen. Im Laufe der Zeit wandelten sich dann das Selbstverständnis und die Aufgabenstellung der VES. Ihre Arbeit wurde „zunehmend umsetzungsorientiert“ (VES 2007: 3) und war darauf fokussiert, den erzielten „strategischen Konsens ‚Kraftstoffstrategie‘ in der Praxis zu verankern“ (ebd.). Dazu wurden eine Reihe von Projekten und Programmen initiiert. Die bedeutsamsten sind die CEP und das NIP.

Ergebnisse: Ausgehend von „10 potentiellen Alternativkraftstoffen und über 70 Möglichkeiten zu deren Erzeugung“ (VES 2000: 4) hat die VES zunächst drei Kraftstoffe vorausgewählt, und zwar „Erdgas, Methanol und Wasserstoff“ (ebd.), wobei es „zu keiner

eindeutigen Priorisierung eines der drei vorausgewählten Kraftstoffe“ (VES 2001: 4) kam. Anhand unterschiedlicher Bewertungsverfahren und unter Berücksichtigung der gemeinsam formulierten Leitziele hat sich schließlich nach Ansicht der VES „Wasserstoff als langfristig zukunftsfähigste Lösung herausgestellt“ (ebd.). Dieses Ergebnis wurde in der Folgezeit mehrfach bekräftigt und präzisiert (VES 2007: 6), insbesondere in Hinblick auf den „grünen“, also den „regenerativ erzeugten Wasserstoff“ (ebd.: 7). So ergab eine von der VES in Auftrag gegebene und von der LBST durchgeführte Studie, das „der Kraftstoffbedarf der EU25+ im Jahr 2020 größtenteils durch Wasserstoff aus erneuerbarem Strom gedeckt werden (kann)“ (ebd.: 9), und zwar aus Strom, der aus Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft, Solarthermie und Geothermie gewonnen werden kann.

Durch diese Ergebnisse wertete die VES die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur einfach als eine denkbare, sondern als die alternative Zukunftstechnologie für die Verkehrswirtschaft schlechthin. Und dies in zweifacher Hinsicht: Zum einen wird die gesellschaftliche Nutzung dieser Technologie im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und den Klimaschutz als zwingend notwendig angesehen. Zum anderen wird sie aber auch mit Blick auf die Potenziale regenerativ bereitgestellter Elektroenergie als durchaus möglich und realistisch bewertet. Dies ist eine Valorisierungsinitiative ersten Ranges, die durch die in der VES organisierten Partner noch ein besonderes volkswirtschaftliches und politisches Gewicht erhält.

Das grundlegende Problem dieser Valorisierungsinitiative besteht darin, dass zwischen der allgemeinen Notwendigkeit und der konkreten Möglichkeit der gesellschaftlichen Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine Lücke klafft, die sich nicht ohne weiteres schließen lässt. Der Übergang von fossilen Kraftstoffen zum „grünen“ Wasserstoff erweist sich nämlich als schwierig, denn „ein ultimativer Brückenkraftstoff hin zum regenerativ erzeugten Wasserstoff konnte nicht identifiziert werden“ (ebd.: 7).

Um dieses Problem zu lösen und den Einstieg in den Ausstieg aus der fossilen Verkehrswirtschaft zu ermöglichen, hat die VES drei komplementäre Valorisierungspfade konzipiert. Der erste Weg besteht darin, nationale und europäische Demonstrationsprojekte zu initiieren, um die Alltagstauglichkeit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie praktisch unter Beweis zu stellen. Hierzu gehören auf nationaler Ebene vor allem die CEP und auf europäischer Ebene die LHP's („**Lighthouse Projects**“). Der zweite Weg ist drauf gerichtet, eine gesamteuropäische Technologieplattform für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu schaffen, in der gemeinsame Standards sowie Rechts- und Sicherheitsnormen entwickelt werden. Hierbei spielt die bereits erwähnte „Joint Technology Initiative“ (JTI) eine zentrale Rolle. Drittens schließlich empfahl die VES die Erarbeitung eines „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (NIP), welches „sicherstellt, dass am Standort Deutschland diese innovativen Technologien nicht nur entwickelt, sondern auch umgesetzt werden“ (ebd.:11).

## **CEP – Clean Energy Partnership**

Zusammensetzung: Die Bildung der CEP wurde bereits im zweiten Statusbericht der VES im Juni 2001 vorgeschlagen (VES 2001: 5). Mit der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding begannen dann im Mai 2002 die konkreten Vorbereitungen zur Gründung der

CEP. Auf der Grundlage eines Konsortialvertrages konstituierte sich schließlich die Clean Energy Partnership offiziell im Oktober 2003 (CEP 2007: 12). In der CEP haben sich mit den Unternehmen Aral, BMW, BVG, Daimler, Ford, GM/Opel, Hamburger Hochbahn, Linde, StatoilHydro, Total, Vattenfall und Volkswagen (CEP 2010) Automobilhersteller, Energielieferanten und Anwender zu einem Demonstrationsprojekt zusammengeschlossen. Ferner ist die Bundesregierung in der CEP vertreten, wobei wiederum das BMVBS die politische Federführung übernommen hat. Das Demonstrationsprojekt wurde zunächst in Berlin gestartet und „ist eines der international bedeutendsten Vorhaben zur Erprobung von Wasserstoff als Kraftstoff im Straßenverkehr. In Europa ist es das größte Projekt“ (CEP 2007: 9).

Ziele: Das Hauptziel der CEP ist ein doppeltes: Zum einen geht es darum, „erstmal den umfassenden Nachweis zu erbringen, dass Wasserstoff bereits heute sicher durch normale Anwender (Kunden) im Straßenverkehr eingesetzt werden kann und dass zur Bereitstellung von Wasserstoff die derzeit begrenzt verfügbaren regenerativen Energien genutzt werden können“ (ebd.: 9). Zum anderen „sollen Kommerzialisierungshindernisse konsequent identifiziert und bis zur beginnenden breiten Markteinführung ... beseitigt werden“ (ebd.). Aus diesem Doppelziel ergaben sich eine Reihe von Teilzielen, wie der Einsatz von 17 Wasserstoff-Pkws unterschiedlicher Hersteller in Kundenhand, der Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstellen, die Nutzung von Bussen im öffentlichen Personennahverkehr sowie die Anbindung des Berliner Demonstrationsprojektes an das europäische Wasserstoffprojekt HyFLEET:CUTE (ebd.: 3).

Arbeitsweise: Die Arbeit der CEP gliedert sich in drei Projektphasen. Die erste Phase umfasste den Zeitraum von 2003-2007 (CEP 2007: 42). In dieser Phase wurde die operative Projektsteuerung sowie die Kommunikation mit der Bundesregierung wesentlich durch die dena, die „Deutsche Energie-Agentur“, unterstützt. In dieser Phase stand der sichere Einsatz von Wasserstoff im Straßenverkehr im Mittelpunkt der Aktivitäten. Die zweite Projektphase läuft von 2008-2010 (ebd.). In dieser Phase wird die Arbeit der CEP von der NOW, der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, koordiniert und modular organisiert. Die Module umfassen die „Bereiche Koordinierung und Management, Projektrepräsentanz, Wissens- und Informationsmanagement, Öffentlichkeitsarbeit und PR sowie Gremienarbeit“ (NOW 2010b). Ausgehend davon sind dann die Arbeitsbereiche weiter nach Anwendungszusammenhängen, wie Fahrzeuge oder Tankstellen, gruppiert. Diese zweite Phase ist vor allem darauf fokussiert, jene Technologien weiter zu entwickeln, die bei einer späteren Markteinführung eine zentrale Rolle spielen (CEP 2007: 42). Außerdem soll das Projekt auch auf Hamburg ausgedehnt werden. Die dritte Phase ist für den Zeitraum 2011-2016 geplant. Auch diese Projektphase soll von der NOW koordiniert und organisiert werden. Die Arbeit konzentriert sich dabei auf zwei Hauptaufgaben: Zum einen soll diese Etappe der unmittelbaren Marktvorbereitung der Wasserstofftechnologien für den Verkehrsbereich dienen (ebd.). Zum anderen besteht die Absicht, dass die beiden Projektregionen Berlin und Hamburg zu einer gemeinsamen Wasserstoffregion zusammenwachsen, die auch eine potenzielle Anbindung an entsprechende skandinavische Modellregionen besitzt.

Ergebnisse: Gegenwärtig befinden sich mehr als 30 Pkw im Alltagstest (NOW 2010c). Hierzu gehören neben den Hydrogen 7 von BMW, die über Wasserstoffverbrennungsmotoren verfügen, auch zehn „HydroGen 4“ von GM/Opel, sechs „Touran HyMotion“ von VW und zehn „F-Cell“ von Daimler, die alle jeweils mit einem Brennstoffzellenantrieb ausgerüstet sind, sowie drei „Focus FCEV Hybrid“ von Ford (ebd.). Diese Fahrzeuge sind in Fuhrparks eingebunden und werden von Kunden unter Alltagsbedingungen im täglichen Einsatz erprobt. Zu diesen Kunden gehören das Bundeskanzleramt, das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, die Berliner Verkehrsbetriebe, die Berliner Stadtreinigungsbetriebe, die Deutsche Telecom, Hermes Logistik, IKEA und Vattenfall Europe (CEP 2007: 33). Neben den Fahrzeugen bilden die Wasserstofftankstellen eine zweite wichtige Säule der CEP. Gegenwärtig betreibt die Firma Linde eine Betankungsanlage in der Nähe des Stadtzentrums. TOTAL hat in der Heerstraße eine Wasserstofftankstelle errichtet, in der sowohl gasförmiger als auch flüssiger Wasserstoff getankt werden kann. Ferner betreibt und erprobt TOTAL auch eine mobile Betankungsanlage. Allein in der ersten Projektphase legten die Fahrzeuge der CEP-Flotte über 374.000 km zurück und wurden fast 3.000 Mal betankt (CEP 2007: 13). Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist die Errichtung einer Servicestation, in der nicht nur die Fahrzeuge kontrolliert und überprüft werden, sondern die auch zur Aus- und Weiterbildung sowie zu Demonstrationszwecken genutzt werden kann (ebd.: 39).

Sowohl die bisherigen Ergebnisse als auch die ambitionierten Zielstellungen für die zweite und dritte Projektphase zeigen, dass die Arbeit der CEP wesentlich darauf gerichtet ist, die Alltagstauglichkeit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie technisch zu gewährleisten und öffentlich zu dokumentieren. Es ist dies eine Valorisierung durch Veralltäglichsung und Routinisierung. Dadurch wird die Lücke zwischen der allgemeinen Notwendigkeit und der konkreten Möglichkeit der gesellschaftlichen Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verkleinert. Die Technologie erhält einen neuen, zusätzlichen Wert, sie wird von einer nur denkbaren zu einer tatsächlich machbaren Alternative. Die Veralltäglichsung und Routinisierung bewirkt zweierlei: Zum einen werden durch ein technisches Feintuning die verschiedenen Systemkomponenten wie Antrieb, Betankung, Service, Wasserstoffherstellung und -lagerung etc. nicht nur besser aufeinander abgestimmt, sondern wachsen zu einem stabilen und sicheren Gesamtsystem zusammen. Zum anderen senkt die Veralltäglichsung und Routinisierung gesellschaftliche Akzeptanzbarrieren gegenüber der neuen Technologie. In dem Maße, wie die Technik anschaulich, erlebbar und Teil des Alltags wird, spricht sie durch ihre Funktionsfähigkeit für sich selbst. Diffuse Vorurteile und Ängste schwinden, individueller und kollektiver Nutzen wird nüchterner kalkulierbar.

## **NOW – Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle**

Zusammensetzung: Die NOW, genauer die NOW GmbH, ist eine Bundesgesellschaft. „Hundertprozentiger Eigner ist die Bundesregierung, vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung“ (NOW 2010d). Sie wurde 2008 gegründet, um das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) umzusetzen und versteht sich von daher selbst als eine „Programmgesellschaft“ (NOW 2010e). Die NOW hat einen Aufsichtsrat und einen Beirat. Der Aufsichtsrat besteht aus

Vertretern von vier Ministerien, und zwar dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. (NOW 2010f). Der Beirat hat die Aufgabe, die NOW „inhaltlich-fachlich zu beraten“ (NOW 2010e). Er setzt sich aus Vertretern von 18 Interessengruppen zusammen. Hierzu gehören neben den auch im Aufsichtsrat vertretenen Ministerien die Helmholtz-Gemeinschaft, Institute und Universitäten sowie eine ganze Reihe von Industrieunternehmen (ebd.).

Ziele: Die Hauptaufgabe der NOW ist die Umsetzung des NIP, speziell die Koordinierung und Steuerung der in diesem Programm entwickelten Projekte und Marktvorbereitungsprogramme (NOW 2010g). Ausgehend davon ist es eine vorrangige Aufgabe der NOW, „Projekte zu initiieren bzw. zu evaluieren und auf sinnvolle Weise zu bündeln – beispielsweise nach geographischen und/oder thematischen Gesichtspunkten, um so möglichst viele Synergie-Effekte nutzbar zu machen“ (ebd.). Des Weiteren stellt sich die NOW – wie bereits oben erwähnt – das Ziel, die Aus- und Weiterbildung, die Kommunikation zwischen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft sowie die Öffentlichkeitsarbeit zu fördern. Damit wird sie zu einer Art Generalstab der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland, insbesondere im Hinblick auf die ökonomische, nationalstaatliche, regionale und ökologische Valorisierung. Soweit zu sehen, gibt es kein wichtiges Projekt in diesen Bereichen, das nicht von der NOW koordiniert und gesteuert wird.

Arbeitsweise: Die Arbeit der NOW ist in drei Projektbereiche gegliedert, und zwar „Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur“, „stationäre Energieversorgung“ und „spezielle Märkte“ (NOW 2010h). In diesen drei Bereichen gibt es fünf große Leitprojekte, die sogenannten „NIP-Leuchttürme“ (ebd.). Neben der CEP, als dem bedeutendsten, sind dies die Projekte „Bodensee“, „Callux“, „Needs“ und „Speicherstadt Potsdam“ (ebd.). Darüber hinaus konzentriert sich die NOW auf zwei weitere Arbeitsbereiche. Zum einen bemüht sie sich um die systematische Einbindung der Bundesländer. Ziel ist es dabei, die dort vorhandenen Initiativen, Projekte und Forschungsprogramme „im Rahmen der Arbeiten der NOW mit dem nationalen Innovationsprogramm Synergie schöpfend zu integrieren“ (NOW 2010i). Zum anderen entwickelt die NOW parallel dazu auch internationale Koordinierungsinitiativen. Dabei geht es sowohl darum, „die einzelnen nationalen Aktivitäten mit den europäischen zu verknüpfen“ (NOW 2010j), als auch darum, bilaterale Beziehungen zu solchen Ländern aufzubauen, „die umfangreiche Brennstoffzellenaktivitäten haben, wie z.B. USA, Kanada, Japan, China oder Korea“ (ebd.). Einen Schwerpunkt der Arbeit der NOW, der alle Projekt- und Arbeitsbereiche betrifft, ist die Unterstützung und Förderung der ökonomischen Valorisierung. So sollen etwa 65 Prozent der verfügbaren Mittel verwendet werden, um die Alltagstauglichkeit und Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen für den späteren kommerziellen Einsatz systematisch vorzubereiten (NOW 2008: 10).

Ergebnisse: Gegenwärtig werden durch die NOW mehr als 35 Projekte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gefördert. Im Projektbereich „Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur“ sind es 19 Projekte. Hierzu gehören neben den CEP-Projekten wie „Betrieb von Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeugen“ oder „Innovative 700 bar Betankungstechnik für öffentliche Serienbetankungen“, solche speziellen Einzelprojekte wie „Hochtemperatur

(HT)-PEM Brennstoffzellenaggregat“ oder „Wasserstoffdosierventil für die Anodengasversorgung von Kfz-Brennstoffzellensystemen“) (NOW 2010h). Im Projektbereich „stationäre Anwendungen“ fördert die NOW 8 Projekte. Das größte dieser Projekte ist das Leuchtturmprojekt Callux, das auf die Feldtestförderung von Brennstoffzellensystemen für die Hausenergieversorgung ausgerichtet ist. Dabei stellen mehrere Energieversorgungsunternehmen interessierten Privatkunden Brennstoffzellenheizgeräte zur Verfügung, die dann unter Alltagsbedingungen getestet und optimiert werden (ebd.). Im Projektbereich „spezielle Märkte“ fördert die NOW 9 Projekte. Das bedeutendste Projekt ist hier das Leuchtturmprojekt „Bodensee“. In diesem Projekt werden Brennstoffzellensysteme getestet, die der Bordstromversorgung von Campingfahrzeugen wie Wohnmobilen und Wohnwagen sowie dem Antrieb von Freizeitfahrzeugen wie Booten und Leichtfahrzeugen dienen (ebd.). Zu den Einzelprojekten in diesem Bereich gehört beispielsweise das Projekt „Verfügbarkeits-sicherung für Telekommunikationsnetze – Brennstoffzellensysteme im Telekom-Festnetz“, bei dem es darum geht, die unterbrechungsfreie Stromversorgung von Telekommunikationsnetzen durch Brennstoffzellen zu testen (ebd.). Darüber hinaus ist geplant, bis 2012 800 Brennstoffzellen BHKW (**B**lock**h**eiz**k**raft**w**erke) zu installieren.

Diese Förder- und Projektstruktur zeigt, dass in der Arbeit der NOW die nationalstaatliche und die ökonomische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sehr eng miteinander verwoben sind. Die ökonomische Valorisierung dieser Technologie erscheint hier nicht nur als privatwirtschaftliche, sondern als nationale Aufgabe. Diese enge Verbindung beider Valorisierungsebenen resultiert nicht zuletzt aus dem Kofinanzierungsmodell der NOW, bei dem die eine Hälfte der Mittel durch staatliche, die andere durch private Finanzierung bereitgestellt wird (NOW 2008: 8).

Lässt man diese kurze Skizze der drei großen Valorisierungsagenturen VES, CEP und NOW, noch einmal Revue passieren, dann fällt zunächst auf, dass diese Agenturen in einem sehr engen Zusammenhang stehen und sich fallweise auch überlappen. Die Clean Energy Partnership erwuchs aus den Empfehlungen der Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie, war dann mehrere Jahre ein Schwerpunkt der VES und ist nun das größte und auch bedeutendste Projekt der NOW. Die NOW wiederum entstand auf Initiative der VES und der CEP. Des Weiteren wird deutlich, dass jede dieser Agenturen die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf mehreren Ebenen betreibt, allerdings mit jeweils unterschiedlichen Dominanzen.

Die VES hat einen wesentlichen Beitrag zur ökologischen Valorisierung dieser Technologie geleistet, indem sie die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur einfach als eine denkbare, sondern als die alternative Zukunftstechnologie für die Verkehrswirtschaft bewertete. Die Clean Energy Partnership ist primär auf die ökonomische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie fokussiert, arbeitet aber in allen ihren Projekten auch immer wieder die ökologische Dimension der „grünen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie heraus. Die NOW schließlich versteht sich in erster Linie als eine *Nationale* Organisation zur Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Aber auch in der Arbeit dieser Agentur sind andere Ebenen der Valorisierung, wie etwa die ökonomische, die regionale oder die europäische unschwer erkennbar.

Insofern betreibt jede dieser drei Agenturen eine mehrdimensionale Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, und zwar so, dass sich die Valorisierungsebenen sowohl ergänzen als auch überschneiden. Dies ermöglicht es auch, dass im Bedarfsfall eine bestimmte Valorisierung, wie etwa die nationalstaatliche oder die europäische, durch alle drei Agenturen unterstützt und in konzertierter Aktion vorangetrieben werden kann.

Sowohl die Entstehungsgeschichten und die Arbeitsweisen dieser drei Valorisierungsagenturen als auch der Zusammenhang zwischen ihnen macht es sehr unwahrscheinlich, dass es sich bei diesen Agenturen um Zufallsprodukte handelt. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass für die Genese und das Betreiben der VES, der CEP und der NOW eine Valorisierungsallianz verantwortlich zeichnet, die die gesellschaftliche Nutzung und Verwertung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie vorantreiben will.

#### **5.4. Identifizierung von Valorisierungsallianzen**

Während sich die Valorisierungsdynamik und die Valorisierungsagenturen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie relativ leicht identifizieren lassen, ist es erheblich schwieriger, die dahinter stehende Valorisierungsallianz in den Blick zu bekommen. Zum einen gibt es bislang keine, Methodik zur Identifizierung solcher Allianzen, auf die zurückgegriffen werden könnte. Zum anderen gibt es eine Reihe von Problemen, die eine Identifizierung von Valorisierungsallianzen erschweren. Aus diesem Grund werden im Folgenden die Identifizierungsmethodik und die Identifizierungsprobleme etwas eingehender beschrieben und zur Diskussion gestellt.

##### **Identifizierungsmethodik**

Um Valorisierungsallianzen zu identifizieren, wurden vier Methoden miteinander kombiniert, und zwar Agenturanalysen, Interviews, teilnehmende Beobachtung und Kontaktformanalysen.

Die Agenturanalyse ist darauf fokussiert, die organisationalen und personellen Netzwerke der Valorisierungsagenturen zu identifizieren und wurde in zwei Schritten vollzogen, und zwar in Form einer partiellen und einer komplexen Agenturanalyse. Stichpunktartig zusammengefasst lässt sich das Vorgehen bei der partiellen Agenturanalyse wie folgt veranschaulichen:



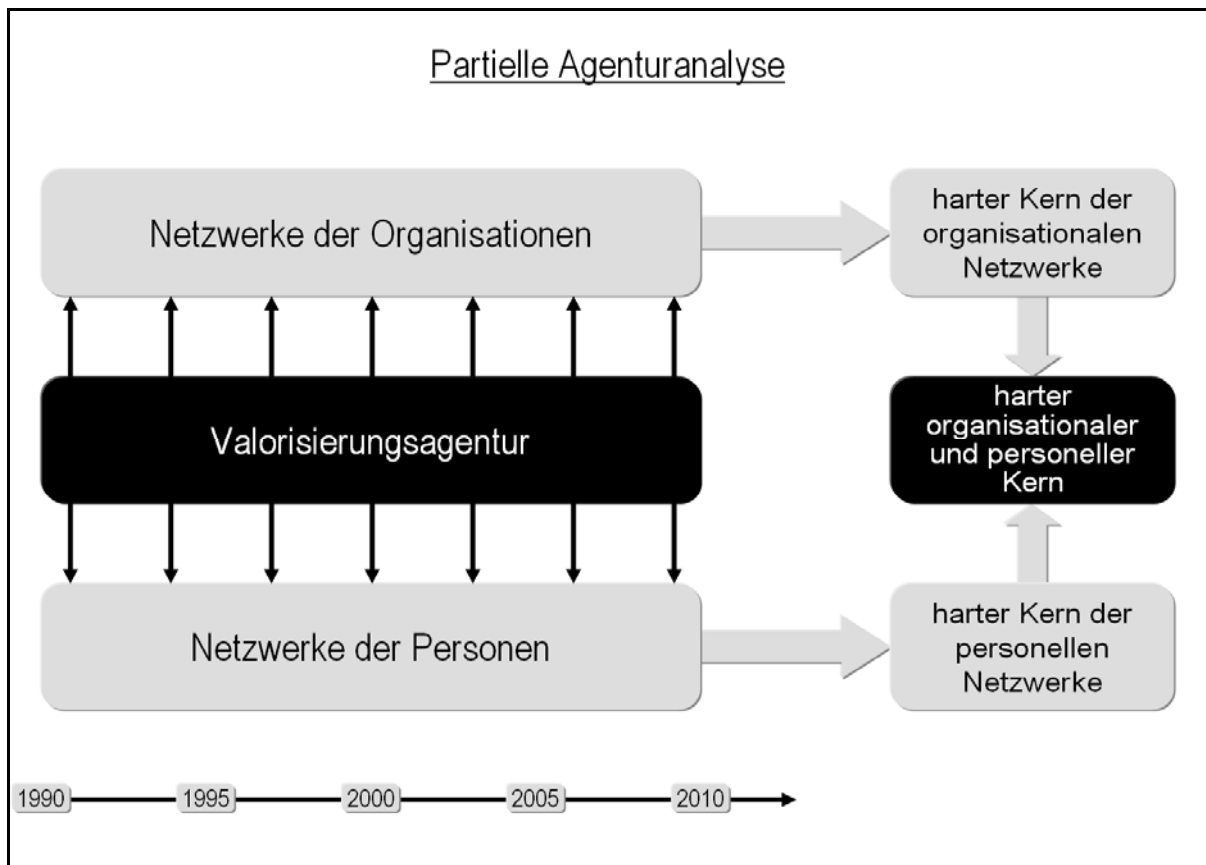


Abbildung 6, Quelle: eigene Darstellung

Bei der partiellen Agenturanalyse wird zunächst eine einzelne Valorisierungsagentur ausgewählt, etwa die Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie. Diese wird über den gesamten Zeitraum ihrer Existenz betrachtet. Das wäre bei der VES die Zeitspanne von ihrer Gründung 1998 bis 2010. Für dieses Intervall werden zu bestimmten Zeitpunkten, im Idealfall jährlich, die Netzwerke der Organisationen und die Netzwerke der Personen rekonstruiert, die in dieser Valorisierungsagentur jeweils mitgearbeitet haben. In aller Regel muss davon ausgegangen werden, dass über einen längeren Zeitraum sowohl die Organisationen als auch die Personen variieren. Manche Organisationen verlassen die Agentur, andere kommen hinzu, wieder andere bleiben die ganze Zeit Mitglied der Agentur. Das Gleiche gilt für Personen: Sie können die Organisationen wechseln, innerhalb derselben mit anderen Aufgaben betraut werden oder auch in Pension gehen. Und es gibt auch Personen, die von Beginn an in der Valorisierungsagentur mitarbeiten.

Die so für bestimmte Zeitpunkte rekonstruierten Netzwerke der Organisationen und der Personen sind weder absolut identisch, noch völlig unterschiedlich. Sowohl bei den organisationalen als auch bei den personellen Netzwerken kristallisiert sich ein harter Kern von Organisationen und Personen heraus, die in der gesamten Zeit Mitglied der Valorisierungsagentur waren. Dieser harte Kern liefert einen ersten, partiellen Ansatzpunkt für die Zusammensetzung der Valorisierungsallianz. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich

Schritt für Schritt alle Valorisierungsagenturen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie für den angegebenen Untersuchungszeitraum analysieren.

Die komplexe Agenturanalyse baut auf den partiellen Agenturanalysen auf und kombiniert diese miteinander. Das grundlegende Verfahren, verdeutlicht die folgende Abbildung:

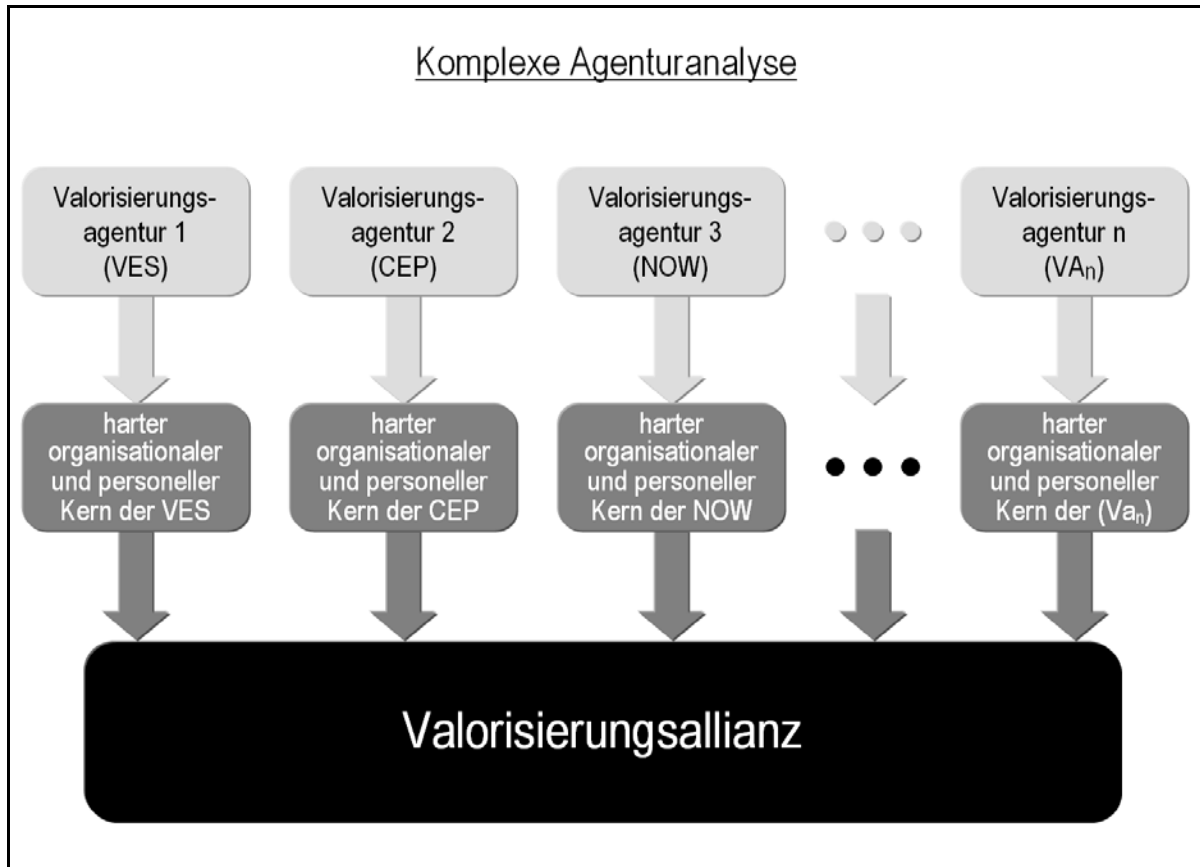


Abbildung 7, Quelle: eigene Darstellung

Bei der komplexen Agenturanalyse werden mehrere, im Idealfall alle Valorisierungsagenturen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie über den gesamten Zeitraum ihrer jeweiligen Existenz untersucht. Also beispielsweise die großen Agenturen, wie die VES, die CEP, die NOW, aber auch kleinere, wie die oben erwähnten regionalen HYCologne und HySolutions oder das von Vaillant koordinierte Virtual Fuel Cell Power Plant-Projekt. Jede dieser Valorisierungsagenturen  $VA_1$ - $VA_n$  wird mit der zuvor beschriebenen partiellen Agenturanalyse im Hinblick auf ihren jeweiligen organisationalen und personellen Kern untersucht. Die Ergebnisse dieser partiellen Agenturanalysen werden dann miteinander vergleichend in Beziehung gesetzt, und zwar sowohl im Hinblick auf die organisationalen als auch in Bezug auf die personellen Netzwerke. Dadurch bekommt man den, wenn man so will, „harten Kern der harten Kerne“ der Valorisierungsagenturen in den Blick, also jene organisationalen und personellen Netzwerke, die die Valorisierungsagenturen kreieren, lenken und kontrollieren. Im Ergebnis einer solchen komplexen Agenturanalyse können sich auch mehrere

unterschiedliche Valorisierungsalianzen herauskristallisieren, die untereinander nur wenige oder gar keine organisationalen und/oder personellen Berührungspunkte aufweisen.

Partielle und komplexe Agenturanalysen liefern wichtige, aber keinesfalls vollständige Hinweise auf die Existenz und Zusammensetzung von Valorisierungsalianzen. Sie bilden die Grundlage für weitere, ergänzende Identifizierungsmethoden.

Hierzu gehören die Interviews mit Akteuren und Beobachtern der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community. Dabei wurden zunächst Unklarheiten und Verständnisfragen diskutiert, die sich aus den Agenturanalysen ergaben und allein anhand der vorhandenen Daten und Materialien nicht zu klären waren. Anschließend wurden dann allgemeine Fragen gestellt, wie etwa:

- Welche Valorisierungsagenturen werden als besonders bedeutsam und machtvoll angesehen?
- Welche Organisationen spielen bei der Gründung dieser Valorisierungsagenturen eine wichtige Rolle?
- Welche Personen sind im Hinblick auf die Gründung und die Arbeit dieser Valorisierungsagenturen besonders wichtig?
- Welche organisationalen und personellen Netzwerke haben eine Pionierrolle bei der Kreierung, Lenkung und Kontrolle der jeweiligen Valorisierungsagenturen inne?

Auf der Grundlage der Ergebnisse der partiellen und komplexen Agenturanalyse wurden dann konkretere Fragen diskutiert, wie beispielsweise:

- Welche Organisationen und Personen hatten ursprünglich die Idee zur Gründung der VES?
- Warum haben bestimmte Organisationen und Personen die CEP verlassen?
- Welche organisationalen und personellen Verbindungen bestehen zwischen der VES und der CEP?
- Welche Schlüsselorganisationen und Schlüsselpersonen gibt es in der VES?

Die Ergebnisse dieser Interviews wurden dann untereinander sowie mit den Ergebnissen der Agenturanalysen verglichen. In aller Regel führte ein solcher Vergleich zu neuen offenen Problemen sowie zu vertiefenden Fragen und Zusammenhangsvermutungen. Deshalb gab es nicht nur eine, sondern mehrere Interviewrunden. Dabei wurden manche Experten gar nicht mehr, andere jedoch mehrfach befragt.

Neben den Agenturanalysen und den Interviews stellte die teilnehmende Beobachtung eine weitere wichtige Quelle der Identifizierung von Valorisierungsalianzen dar. Sie ermöglichte es Aspekte der Valorisierungsagenturen und -aliansen wahrzunehmen, die über Dokumentenanalysen und Interviews allein nicht zugänglich sind. Interaktions- und Kommunikationsprozesse, kollektive Praktiken und Semantiken, unterschwellige Spannun-

gen und gemeinsam geteilte Überzeugungen, Machtgefälle und Rangordnungen, Etiketten und Tabus etc. werden durch eine teilnehmende Beobachtung direkt erfahrbar.

Insofern ergänzt die teilnehmende Beobachtung nicht nur die Agenturanalysen und die Interviews, sondern gibt diesen auch eine zusätzliche Orientierung, indem bislang wenig oder gar nicht beachtete Sachverhalte ins Blickfeld der Untersuchung geraten und vertiefend analysiert werden können.

Eine weitere, ergänzende Methode zur Identifizierung von Valorisierungsallianzen war die Kontaktformanalyse. Die über die Agenturanalysen, die Interviews und die teilnehmende Beobachtung identifizierten organisationalen und personellen Netzwerke wurden ergänzend daraufhin untersucht, durch welche Kontaktformen sie sich auszeichnen. Hierzu wurden zum Beispiel Fragen diskutiert wie:

- Welche gemeinsamen offiziellen und inoffiziellen Treffen gibt es und wie häufig sind sie?
- Werden zusätzlich zu den gemeinsamen Treffen auch bilaterale oder multilaterale Zusammenkünfte organisiert, und wenn ja welche?
- Gibt es gemeinsame Mailinglisten, Telefon- und Videokonferenzen?
- Welche Kontaktformen werden als besonders wichtig und/oder effizient angesehen?
- Wie wird die Arbeit an gemeinsamen Papieren und in Arbeitsgruppen organisiert?

Die Ergebnisse aller vier Methoden, der Agenturanalysen, der Interviews, der teilnehmenden Beobachtung und der Kontaktformanalysen, wurden miteinander verglichen und zueinander in Beziehung gesetzt. Sie ergänzen und überlappen sich, wie die folgende Abbildung idealtypisch deutlich macht:

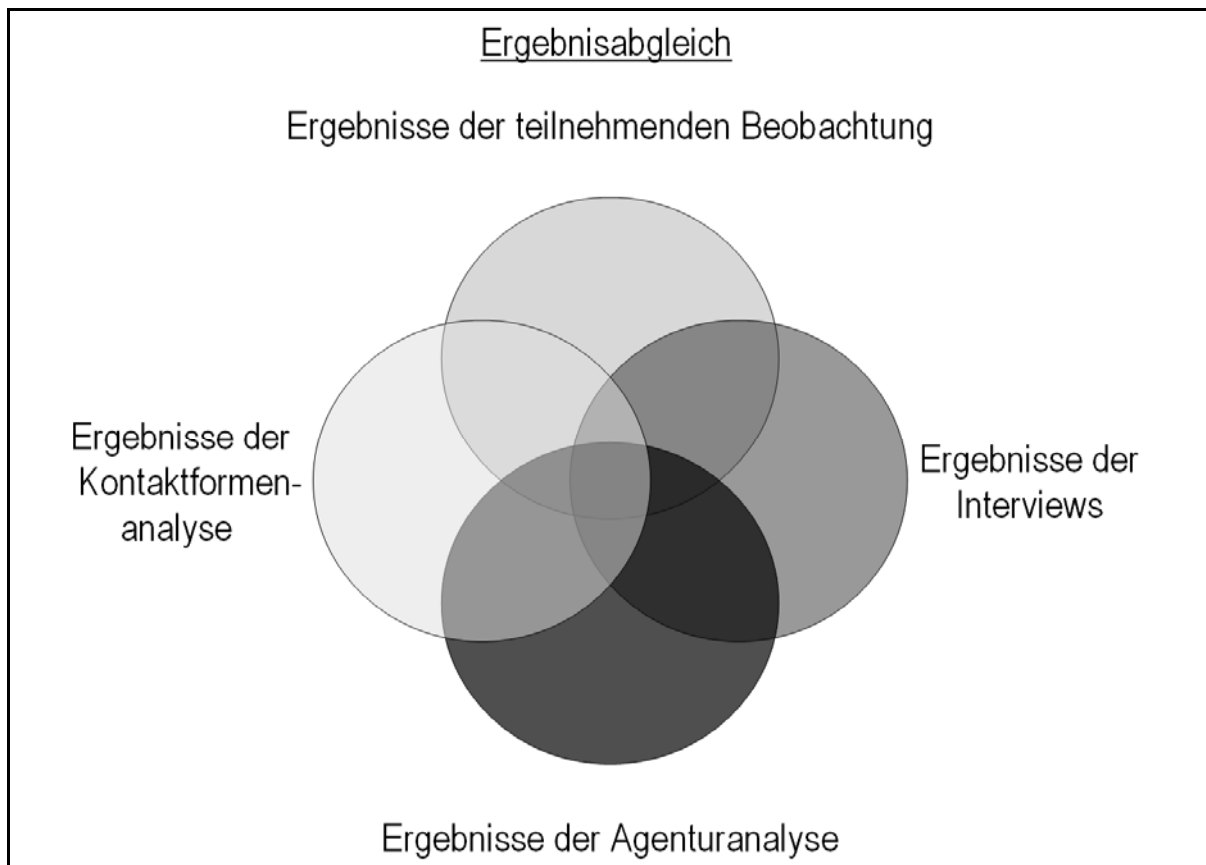


Abbildung 8, Quelle: eigene Darstellung

Der hier skizzierte Ergebnisabgleich ist kein einmaliger Prozess. Es ist vielmehr so, dass nach jedem solchen Abgleich Agenturanalysen präzisiert, Interviews vertieft, teilnehmende Beobachtungen neu justiert und Kontaktformanalysen konkretisiert werden müssen. Es handelt sich nicht um einen einmaligen, sondern um einen iterativen Prozess, der in mehreren Schleifen durchlaufen werden muss, um eine hinreichende Genauigkeit zu erreichen. Dies ist umso wichtiger, als die Identifizierung von Valorisierungsallianzen in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf eine Reihe systematischer Probleme und Schwierigkeiten trifft.

### **Identifizierungsprobleme**

Ein erstes Identifizierungsproblem besteht in einer häufig festzustellenden Differenz zwischen formellen und tatsächlichen Mitgliedern von Valorisierungsagenturen. Exemplarisch und besonders deutlich zeigt sich dies bei der Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie. Hier werden von den beteiligten Organisationen in Pressemitteilungen, Newslettern und auf Web-Seiten oft Ansprechpartner und Kontaktpersonen benannt, die im Bereich der Außenkommunikation tätig sind, wie beispielsweise in Presseabteilungen, nicht jedoch die eigentlichen Initiatoren und Akteure, die die Organisation in der VES vertreten und deren Arbeit programmatisch bestimmen. Aus Organisationsperspektive sind solche Benennungen

verständlich und nachvollziehbar, für die Identifizierung organisationaler und personeller Netzwerke sind sie jedoch irreführend. Eine Agenturanalyse, die sich nur auf die offiziell benannten Ansprechpartner stützt, würde sehr leicht zu fragwürdigen, wenn nicht gar völlig falschen Schlussfolgerungen führen.

Ein zweites Problem bei der Identifizierung von Valorisierungsallianzen besteht in den oft widersprüchlichen Angaben zu den Valorisierungsagenturen. Auch dies zeigt sich am Beispiel der VES exemplarisch. Wer zum Beispiel versucht, im Rahmen einer partiellen Agenturanalyse zu ermitteln, welche Organisationen der VES von 1998-2010 angehört haben, wird bei seinen Recherchen auf sehr widersprüchliche Aussagen treffen. Auch hier sind beispielsweise Interviews mit Experten und Insidern unumgänglich, um solche Widersprüche aufzuklären.

Ein drittes Identifizierungsproblem erwächst daraus, dass es Valorisierungsagenturen gibt, die zwar eine wichtige Rolle bei der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie spielen, die jedoch nur eine sehr kurze Zeit existierten beziehungsweise aktiv waren. Hierzu gehören beispielsweise die bereits oben erwähnten Agenturen H<sub>2</sub>-Strategiekreis und HYBERT. Der H<sub>2</sub>-Strategiekreis bestand etwas länger als ein Jahr, HYBERT, noch nicht mal ein Jahr. Trotzdem kommt beiden Agenturen sowohl im Hinblick auf die Bildung des Strategierats Wasserstoff und Brennstoffzelle als auch in Bezug auf die Genese des NIP und der NOW eine zentrale Bedeutung zu, und zwar sowohl was die Organisationen als auch was die Personen betrifft, die in diesen Agenturen vertreten waren.


Ein viertes Problem bei der Identifizierung von Valorisierungsallianzen besteht in den unterschiedlichen Strukturen der Valorisierungsagenturen. Die NOW mit ihrem Beirat und Aufsichtsrat ist beispielsweise ganz anders strukturiert als die VES mit ihrer Task Force und dem Steering Committee. Diese unterschiedlichen Strukturen haben wiederum einen Einfluss auf die Bestimmung der organisationalen und personellen Netzwerke. Die Frage, welchen Stellenwert zum Beispiel Beiratsmitglieder, Aufsichtsratsmitglieder und Mitarbeiter der NOW bei der Identifizierung von Valorisierungsallianzen besitzen, lässt sich so pauschal nicht beantworten. Es gibt NOW-Mitarbeiter, die in solchen Allianzen seit Jahren eine herausragende Rolle spielen und Aufsichtsratsmitglieder, denen eine solche Bedeutung nicht zukommt. Anders herum gibt es Beiratsmitglieder, die einer Valorisierungsallianz zugerechnet werden müssen und NOW-Mitarbeiter, bei denen dies (noch) nicht der Fall ist. Auch hier zeigt sich wieder, dass diese Identifizierungsprobleme nur durch eine Methoden-Kombination gelöst werden können.

Das fünfte und vielleicht schwierigste Identifizierungsproblem besteht darin, dass nicht alle Mitglieder von Valorisierungsagenturen zwangsläufig Pioniere der gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sein müssen. Interviews zur Arbeitsweise von Valorisierungsagenturen der Brennstoffzellentechnologie in Kalifornien haben gezeigt, dass auch das genaue Gegenteil der Fall sein kann. Das heißt, dass Organisationen und Personen nur deshalb einer solchen Agentur beitreten, um die Valorisierung der Technologie zu verzögern oder gänzlich zu verhindern. Selbstredend geschieht dies nicht offen und direkt, sondern unter der Flagge der Valorisierung. Für außenstehende Beobachter ist es so gut wie gar nicht möglich, tatsächliche und vermeint-

liche Valorisierungspioniere voneinander zu unterscheiden. Selbst Insidern gelingt dies, wie die Interviews gezeigt haben, erst nach längerer Zeit und auch dann nicht zweifelsfrei.

Aufbauend auf dem Ergebnisabgleich von Agenturanalyse, Interviews, teilnehmender Beobachtung und Kontaktanalyse sowie unter Berücksichtigung der zuvor skizzierten Identifizierungsprobleme lässt sich eine Matrix zur Identifizierung der Valorisierungsallianz aufstellen. In dieser Matrix bilden die an den Valorisierungsagenturen beteiligten Organisationen  $O_1 \dots O_n$  die Spalten, die Valorisierungsagenturen  $VA_1 \dots VA_m$  die Zeilen und die durch die Spalten und Zeilen definierten Felder  $P_{ij}$  die Personen, die im Auftrag einer Organisation  $j$  in einer Valorisierungsagentur  $i$  arbeiten und die als potenzielle Mitglieder der Valorisierungsallianz in Frage kommen. Damit ergibt sich folgendes Bild:

| <u>Matrix zur Identifizierung der Valorisierungsallianz</u> |          |          |     |          |
|---|----------|----------|-----|----------|
| Organisation<br>Valorisierungsagentur                       | $O_1$    | $O_2$    | ... | $O_n$    |
| $VA_1$  | $P_{11}$ | $P_{12}$ | ... | $P_{1n}$ |
| $VA_2$  | $P_{21}$ | $P_{22}$ | ... | $P_{2n}$ |
| ⋮   | ⋮        | ⋮        | ... | ⋮        |
| $VA_m$  | $P_{m1}$ | $P_{m2}$ | ... | $P_{mn}$ |



**$P_{ij}$**  mit  $i=1 \dots m$  und  $j=1 \dots n$

Abbildung 9, Quelle: eigene Darstellung

Die sich aus dieser Matrix ergebende Zuordnung von Personen zu bestimmten Organisationen und Valorisierungsagenturen ist nicht eineindeutig. Erstens kann eine Person in mehreren Valorisierungsagenturen arbeiten. Dies ist beispielsweise bei einem großen deutschen Automobilkonzern der Fall, der ein und die gleiche Führungskraft in die VES, die CEP und die NOW entsendet. Zweitens kann eine Person im formellen und/oder informellen Auftrag mehrerer Organisationen in einer Valorisierungsagentur tätig sein. Diese Variante

findet sich zum Beispiel bei langjährigen Aktivisten der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Community, die parallel in mehreren Gremien dieser Community tätig sind. Und drittens schließlich können beide Fälle gleichzeitig auftreten. Durch alle drei Fälle reduziert sich die Anzahl der  $P_{ij}$ , also der tatsächlichen potenziellen Mitglieder der Valorisierungsallianz.

Hinzu kommt das oben beschriebene fünfte und schwerwiegendste Identifizierungsproblem, also die Tatsache, dass es Organisationen und Personen gibt, die nur deshalb in einer Valorisierungsagentur arbeiten, um die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu verzögern oder gänzlich zu verhindern. Formal sind diese Personen und Organisationen Mitglieder der Valorisierungsallianz, real sind sie es nicht. Mehr noch: Sie sind vielmehr einer Gegenallianz oder Fronde zuzurechnen, der es nicht um die Valorisierung, sondern um das genaue Gegenteil, nämlich die Devaluation und Abwertung dieser Technologie geht.

Im Ergebnis der Anwendung der beschriebenen Identifizierungsmethodik und unter Berücksichtigung der erwähnten Schwierigkeiten konnte aus der Identifizierungsmatrix ein Kreis von 14 Personen herausgefiltert werden, der den „harten Kern“ der Valorisierungsallianz bildet. Von diesen 14 Personen kommen 5 aus Großunternehmen der Wirtschaft, 1 ist selbständig, 3 arbeiten in Ministerien, 3 in der Wissenschaft und 2 in Verbänden. Unter ihnen ist lediglich eine Frau. Hinzu kommt ein Kreis von ungefähr 25 bis 30 engen Vertrauenspersonen aus dem unmittelbaren Arbeitsumfeld, die Stellvertreterfunktionen wahrnehmen und die Mitglieder des harten Kerns in Krankheits- oder Urlaubsfällen beziehungsweise bei Terminüberschneidungen vertreten.

Um die Arbeitsweise sowie die Erfolge und Misserfolge der Valorisierungsallianz zu verstehen, soll im Folgenden deren Valorisierungsmanagement etwas detaillierter und differenzierter untersucht werden.

## **6. Valorisierungsmanagement**

Grundlegendes Ziel der Valorisierungsallianz ist es, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einer breiten gesellschaftlichen Nutzung und Verwertung zuzuführen. Um dieses Ziel zu erreichen, betreibt die Valorisierungsallianz ein Valorisierungsmanagement. Dieses Management stützt sich auf bestimmte Praktiken und konzentriert sich auf mehrere gesellschaftliche Ebenen der Valorisierung.

### **6.1. Valorisierungspraktiken**

Zu den wichtigsten Valorisierungspraktiken, die sich im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie beobachten lassen, gehören das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“ und das „Networking“. Diese drei Praktiken werden im Folgenden anhand ausgewählter Beispiele skizziert.



## „Agency Creating“ – von BERTA bis NOW

Das „Agency Creating“ ist darauf ausgerichtet, Valorisierungsagenturen zu schaffen, die die gesellschaftsweit zerstreuten Valorisierungsinitiativen bündeln, aufeinander abstimmen und zu einem kohärenten Gesamtprozess zusammenfügen. Diese Agenturen übernehmen das Tagesgeschäft der Valorisierung. Im Zentrum ihrer Arbeit stehen dabei die Koordinierung, Finanzierung und Popularisierung von beispielhaften Leitprojekten, anhand derer sich die unterschiedlichen Nutzungs- und Verwertungspotenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie demonstrieren lassen.

Ein Musterbeispiel für das „Agency Creating“ ist die Gründung der NOW, des Generalstabs der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland. Dieser Gründungsprozess erstreckte sich über mehrere Jahre. Grob vereinfacht lässt er sich wie folgt darstellen:

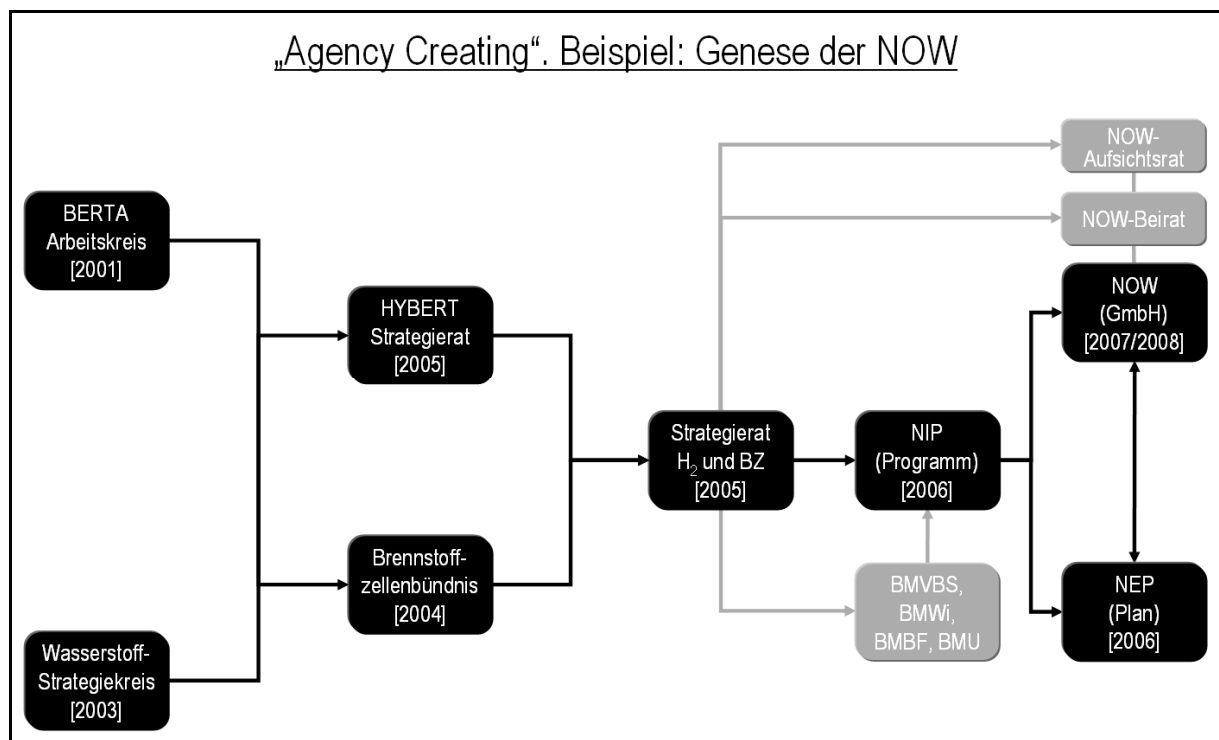


Abbildung 10, Quelle: eigene Darstellung

Im Jahre 2001 wurde beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit der Arbeitskreis BERTA gegründet. Die Abkürzung BERTA steht für „**B**rennstoffzellen: **E**ntwicklung und **E**rprobung für **s**tationäre, mobile und portable Anwendungen“. Aufgabe von BERTA ist es, die Brennstoffzellentechnologie im Zukunftsinvestitionsprogramm (ZIP) der Bundesregierung zu verankern, insbesondere im Hinblick auf die technologische Weiterentwicklung und die Markteinführung der Brennstoffzelle. Der Arbeitskreis besteht aus 6 Unterarbeitskreisen, die sich mit bestimmten Schwerpunktthemen beschäftigen, wie etwa der PEFC-Brennstoffzelle

(„**P**olymer **E**lectrolyte **F**uel **C**ell“), der Gasbereitstellung, der Normung oder der Aus/Weiterbildung.

Im Jahre 2003 wurde unter Federführung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit und in Zusammenarbeit mit den Bundesministerien für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen sowie für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der „Strategiekreis Wasserstoff“ einberufen, der sich sowohl aus Experten der Industrie und Wissenschaft als auch aus Vertretern von Bundes- und Länderministerien zusammensetzte. Dieser Strategiekreis legte Anfang 2005 ein „Strategiepapier zum Forschungsbedarf in der Wasserstoff-Energietechnologie“ vor, das als Forschungsbericht Nr. 546 beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit veröffentlicht wurde (Strategiekreis 2005). Die Arbeit des Strategiekreises war darauf fokussiert, „den nationalen Aktivitäten im Bereich der Wasserstofftechnologie eine gemeinsame Zielrichtung zu geben und die deutsche Position und Präsenz bei internationalen Kooperationen zu stärken“ (ebd.: IX).

Da Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zwar nicht identisch sind, sich jedoch, wie oben gezeigt, in wesentlichen Punkten ergänzen und überlagern, kam es auch zu einer Überschneidung des Aufgabenspektrums und der Aktivitäten des Arbeitskreises BERTA und des Strategiekreises Wasserstoff. Hinzu kam, dass diese Überschneidungen sowohl die Abstimmungen mit den Ministerien und den interministeriellen Arbeitsgruppen als auch mit internationalen Valorisierungsagenturen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erschwerten. Diesen Valorisierungshindernissen wurde mit einer Doppelstrategie begegnet, und zwar mit einer Sammlung und mit einer effizienten Koordinierung der Kräfte.

Der Sammlung der Kräfte diente die Gründung des BZB (**B**rennstoffzellen**b**ündnis), die Ende 2004 erfolgte. Zu den Initiatoren des BZB gehörten insbesondere der Arbeitskreis BERTA und der Strategiekreis Wasserstoff. Im Brennstoffzellenbündnis schlossen sich mehr als 31 Verbände und Initiativen sowie über 300 Unternehmen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zusammen. Zu den Hauptaufgaben des BZB gehörten die Ausarbeitung einer gemeinsamen Brennstoffzellenstrategie für Deutschland, die Abstimmung dieser Strategie mit der Industrie, der Wissenschaft und den beteiligten Organisationen und Verbänden, sowie die Entwicklung von Markteinführungsinstrumenten gemeinsam mit der Politik. Das Brennstoffzellenbündnis verstand sich und fungierte als Ansprechpartner für die Politik und die Ministerien und beseitigte so die vorher existierenden Doppel- und Mehrfachabstimmungen sowie die daraus erwachsenden Koordinierungsschleifen. Mit dem BZB gelang so zwar eine Zusammenführung aller in Deutschland im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie tätigen Akteure, doch war diese Dachorganisation durch ihre Größe und Vielgestaltigkeit zu schwerfällig, um die Valorisierung dieser Technologie schnell und flexibel voranzutreiben. Um diesen strukturellen Mangel zu beheben, wurde eine Valorisierungsagentur gegründet, die in engem Kontakt zum BZB stand, aber eine effiziente Koordinierung der Kräfte ermöglichte.

Diese Agentur wurde Mitte 2005 mit der Gründung von HYBERT (**H**ydrogen und **B**rennstoffzellen **S**trategierat) ins Leben gerufen. HYBERT ging unmittelbar aus dem Arbeitskreis BERTA und dem Strategiekreis Wasserstoff hervor. Der Strategierat verstand sich als ein Gremium von Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, die sich auf

vier Hauptaufgaben konzentrieren: Erstens, das Zusammenführen von Einzelstrategien zu einer nationalen Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Roadmap; zweitens, den kontinuierlichen Informationsaustausch zwischen Politik, Industrie und Wissenschaft; drittens die Lösung spezieller Aufgaben durch die Bildung zeitweiliger Arbeitsgruppen und viertens, die Kommunikation der Arbeitsergebnisse in nationalen, europäischen und internationalen Gremien sowie in der Öffentlichkeit. Zu den politischen Trägern von HYBERT gehörten die Bundesministerien für Wirtschaft und Arbeit, für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, für Umwelt sowie für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Zu den industriellen Trägern zählten vor allem das Brennstoffzellenbündnis und die Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie. Für die Vorbereitung der HYBERT-Veranstaltungen sowie für die Arbeit zwischen den HYBERT-Sitzungen wurde eine Koordinierungsgruppe geschaffen.

Noch im Jahr 2005 entwickelte sich aus HYBERT der „Strategierat H2 BZ“ („Strategierat Wasserstoff und Brennstoffzellen“). Dieser stellt eine semantisch und organisatorisch leicht optimierte Form von HYBERT dar und besteht bis heute. Die Hauptziele und -aufgaben blieben im Wesentlichen unverändert. Lediglich der „Interessenausgleich“ und die „Schaffung von Konsens“ (NKJ 2010a), erhielten einen höheren Stellenwert in der Arbeit des Strategierats, was mit Blick auf die Koordinierungsfunktion dieses Rates und die in ihm vertretenen unterschiedlichen politischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Interessengruppen nicht verwunderlich ist. Der Strategierat gliedert sich in eine Vollversammlung, in Arbeitskreise und in das Sekretariat. Die Vollversammlung setzt sich aus Experten aus allen Bereichen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zusammen, ist für neue Mitglieder offen und tagt in der Regel einmal jährlich. Die Arbeitskreise sind themenspezifisch, zeitlich begrenzt und setzen sich aus Experten der Vollversammlung zusammen. Sie können bei Bedarf wieder einberufen oder neu gegründet werden. Zu diesen Arbeitskreisen gehörten beispielsweise die Kreise „Aus-/Weiterbildung und Öffentlichkeit“, „Wasserstoffspeicherung“, „Hochtemperatur-PEFC“ oder „Membranen“. Die Sekretariatsfunktion des Strategierats wird durch die NKJ, die „Nationale Koordinierungsstelle Jülich“ wahrgenommen. Die drei wichtigsten Ergebnisse der Arbeit des Strategierats waren die Erarbeitung des NIP, des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, die Ausarbeitung des NEP, des zur Umsetzung des NIP dienenden „Nationalen Entwicklungsplans“ sowie die Schaffung der NOW.

Besonders interessant und keinesfalls selbstverständlich ist es, dass es dem Strategierat gelang, vier Ministerien, nämlich das BMVBS, das BMWi, das BMBF und das BMU, in die Erarbeitung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie einzubinden und sie sowohl über den NOW-Aufsichtsrat als auch über den NOW-Beirat in die Lenkung und die programmatische Arbeit der NOW, des Generalstabs der Valorisierung dieser Technologie, zu integrieren. Zwar deuten Interviews darauf hin, dass die beteiligten Ministerien dabei auf unterschiedlichen Aktivitätsniveaus agieren, dennoch ist eine solche interministerielle Zusammenarbeit nicht zu unterschätzen. Auch eine teilweise nur formale und wenig aktive Kooperation hat im Hinblick auf die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine erhebliche symbolische Bedeutung, die sich auf unterschiedlichen Valorisierungsebenen nutzen lässt.

Welche Valorisierungsmacht die NOW gegenwärtig verkörpert, zeigt die Tatsache, dass es dieser Valorisierungsagentur der Wasserstoff- und Brennstofftechnologie inzwischen gelungen ist, nicht nur eine andere, sondern eine potenzielle Konkurrenztechnologie in ihre Arbeit zu integrieren, nämlich die Elektromobilität, genauer, die Batterieantriebe (NOW 2010k). Auch wenn es keinesfalls sicher ist, dass die Elektromobilitätsprojekte der Bundesregierung auch künftig von der NOW betreut werden, ist es doch ein Indiz für den Einfluss der NOW, dass ihr diese Projekte überhaupt zugeordnet wurden.

### **„Agenda Setting“ – vom EFP zum NEP**

Seit 1974 werden unter Federführung des Bundeswirtschaftsministeriums und unter Mitwirkung anderer Ministerien kontinuierlich **Energieforschungsprogramme** (EFP) der Bundesregierung erarbeitet und fortgeschrieben. Nach dem Auftaktprogramm Energieforschung (1974-1977) waren dies das 1. EFP (1977-1980), das 2. EFP (1980-1990), das 3. EFP (1990-1996), das 4. EFP (1996-2005) und das 5. EFP (2005-2010). Das 6. EFP soll ab 2011 in Kraft treten. Neben diesen Hauptprogrammen der Energieforschung gab es auch energietechnologische Sonderprogramme der Bundesregierung, wie beispielsweise das Zukunftsinvestitionsprogramm (ZIP), das für die Jahre 2001-2005 aufgelegt und aus den Zinsersparnissen der UMTS-Lizenzversteigerungen finanziert wurde. In all diesen Programmen wurde auch die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit diversen Forschungs- und Demonstrationsprojekten von Anfang an gefördert. Sie war ein integraler Bestandteil der verschiedenen EFP's, aber nicht der einzige und in der zweiten Hälfte der 90er Jahre, wie oben gezeigt, nur ein marginaler. Dies änderte sich seit 2001 durch die Arbeit der Valorisierungsallianz und ihrer verschiedenen Valorisierungsagenturen schrittweise und grundsätzlich. Von besonderer Bedeutung war dabei deren „Agenda Setting“. Die Hauptschritte dieses „Agenda Settings“ lassen sich wie folgt zusammenfassen:

In einem ersten Schritt wurde sowohl für die Wasserstoff- als auch für die Brennstoffzellentechnologie der zukünftige Forschungs- und Entwicklungsbedarf ermittelt, verdichtet und im 5. EFP verankert. Dabei spielten insbesondere zwei Analysen eine zentrale Rolle, und zwar die im Jahre 2000 erarbeitete interne BMWA-Dokumentation „Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich Brennstoffzelle“ und das 2005 als BMWA-Forschungsbericht Nr. 546 publizierte „Strategiepapier zum Forschungsbedarf in der Wasserstoff-Energietechnologie“. Auf der Basis dieser beiden Analysen wurden die Eckpunkte des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie explizit in den Punkten 2.1.1.2 und 2.1.1.3 des 5. Energieforschungsprogramms eingearbeitet (BMA 2005). Im Rahmen der am 5. EFP beteiligten Ministerien wird die Forschung und Entwicklung im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in erster Linie vom Wirtschaftsministerium unterstützt.

Parallel zu diesem ersten Schritt wurden auf der Grundlage der Analysen des zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs im Zeitraum von 2001-2005 zusätzliche Mittel aus dem ZIP beantragt, die dann auch in Höhe von ungefähr 60 Mio. Euro bereitgestellt wurden. Hierzu gehörten beispielsweise 10 Projekte für stationäre und 10 Projekte für mobile Anwendungen sowie 8 Projekte zur Hausenergieversorgung und 13 Projekte für Normung, Testeinrichtungen und Weiterbildung (Arbeitskreis 2006: 4; BMWi

2010: 2). Zwar wurden auch andere Technologien im Rahmen des ZIP gefördert, doch mit ihrem kohärenten und projektkonkreten „Agenda Setting“ gelang es der Valorisierungsallianz und ihren Agenturen einen Großteil der Mittel für die Weiterentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu nutzen.

Neben diesen beiden Hauptquellen zur Finanzierung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs gelang es drittens weitere Mittel zu akquirieren. Hierzu gehören zum Beispiel institutionelle Mittel des deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt sowie des Forschungszentrums Jülich, Mittel aus anderen Bundes- und Landesministerien sowie aus EU-Projekten (Arbeitskreis 2006).

Durch all diese Aktivitäten konnte so der 1999 erreichte Tiefpunkt in der Projektförderung zwar überwunden und bis 2005 eine Trendwende herbeigeführt werden, allerdings führte diese Entwicklung auch zu zwei Problemen: Zum einen waren die Projekte und ihre Finanzierungsquellen institutionell weit aufgesplittet und entsprechend schwer zu koordinieren. Zum anderen rangierte die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den meisten Förderprogrammen als eine Energietechnologie unter anderen und lief so permanent Gefahr, in ihrer Bedeutung und Förderung plötzlich wieder abzurutschen. Planungssicherheit und eine kontinuierliche und effiziente Umsetzung der Forschungs- und Entwicklungsagenda waren so dauerhaft nicht zu erreichen.

Vor diesem Hintergrund erfolgte dann 2006 der vierte Schritt des „Agenda Settings“, nämlich die Ausarbeitung des NIP, des „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“. Mit diesem Schritt wurde eine neue Qualität des „Agenda Setting“ erreicht. Es ging hier nicht mehr nur darum, den zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu fixieren, monetär zu quantifizieren und in diversen Förderprogrammen zu platzieren, sondern darum, die Forschungsagenda in einem eigenen Programm zu formulieren und diesem eine nationale Bedeutsamkeit zu verleihen, die den anderen Programmen, einschließlich dem Energieforschungsprogramm, nicht nur in nichts nachsteht, sondern diese möglichst noch übertrifft. Mit dem NIP wurde die Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in den Rang einer nationalen Aufgabe erhoben und mit der Beteiligung des BMVBS, des BMWi, des BMBF und des BMU erhielt diese Bedeutungszuschreibung auch ein entsprechendes institutionelles Gewicht.

In einem fünften Schritt des „Agenda Settings“ wurde durch den Strategierat Wasserstoff- und Brennstoffzellen zur Umsetzung des NIP ein „Nationaler Entwicklungsplan“ (NEP) zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ erarbeitet. Der erste Entwurf dieses Nationalen Entwicklungsplans wurde auf der 2. Vollversammlung im Juni 2006 vorgestellt und dann in enger Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen und Arbeitskreisen des Strategierates sowie in Abstimmung mit Länder- und Industrievertretern weiter präzisiert. Die 3. Vollversammlung des Strategierates verabschiedete den NEP dann im März 2007.

Der Nationale Entwicklungsplan stellt ein Arbeitsprogramm dar, in dem das NIP in „konkrete Forschungs- und Entwicklungs- (F&E-) und Leuchtturm-Projekte umgesetzt wird“ (Strategierat 2006). Dieses Programm besteht aus vier Teilentwicklungsplänen, nämlich den Entwicklungsplänen „Verkehr“, „Stationäre Anwendungen in der Hausenergieversorgung“, „Stationäre Industrieanwendungen“ sowie „Spezielle Märkte für Brennstoffzellen“. Jeder

dieser Teilpläne ist jeweils nach dem gleichen Raster untersetzt, und zwar nach „Geltungsbereich“, „Schwerpunkte des Teilplans“, „Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten“ und „Demonstrationsvorhaben“. Der NEP bildete die programmatische Arbeitsgrundlage der NOW und wird, in enger Zusammenarbeit mit dem Beirat der NOW, kontinuierlich präzisiert und modifiziert.

### **„Networking“ – Abende und Stammtische**

Sowohl die Arbeit in den unterschiedlichen Valorisierungsagenturen und deren Arbeitskreisen als auch die diversen bi- und multilateralen Beziehungen zwischen den Mitgliedern der Wasserstoff- und Brennstoffzellencommunity bieten viele Möglichkeiten zum „Networking“. In und am Rande der offiziellen Treffen, in Telefongesprächen und Mailinglisten, in Workshops, Konferenzen und Weiterbildungsveranstaltungen können neue Netzwerke geknüpft oder bestehende erneuert und gefestigt werden. Das „Networking“ ist hier integraler Bestandteil der laufenden Valorisierungsarbeit. Neben diesen Formen der sozusagen „automatischen“ Netzwerkarbeit gibt es jedoch auch ein anderes, eher explizites „Networking“, das im Folgenden an zwei Beispielen skizziert werden soll, und zwar den „Parlamentarischen Abenden“ und den „Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtischen“.

Die Parlamentarischen Abende sind einerseits eine Valorisierungsarena, in deren Rahmen politische Entscheidungsträger und -vorbereiter durch Vertreter der Valorisierungsallianz aus erster Hand mit den neuesten Entwicklungen und Zielstellungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie vertraut gemacht werden sollen. Andererseits dienen sie dazu, möglichst hochkarätige politische Valorisierungsnetzwerke zu entwickeln beziehungsweise auszubauen. Dementsprechend sind die Parlamentarischen Abende inhaltlich fokussiert und durch hochrangige Vertreter aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft autorisiert. So wurde beispielsweise bereits im Mai 2006 das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie von Vertretern der Valorisierungsallianz auf einem Parlamentarischen Abend in der Landesvertretung Niedersachsen in Berlin vorgestellt. An diesem Abend nahmen nicht nur der Ministerpräsident von Niedersachsen und Staatssekretäre aus den Ministerien für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, für Bildung und Forschung sowie für Wirtschaft und Technologie teil, sondern auch hochrangige Vertreter von BMW, Daimler, E.ON, Ruhrgas und Vaillant (FZ Jülich 2006).

Parlamentarische Abende werden regelmäßig, auf unterschiedlichen Ebenen und mit jeweils spezifischen Schwerpunktsetzungen durchgeführt. So organisierte zum Beispiel der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband im November 2007 bereits seinen dritten Parlamentarischen Abend. Dieser fand in Berlin, in der Landesvertretung Nordrhein-Westfalen statt. An der Vorbereitung und Durchführung dieses Abends waren neben Vertretern der Valorisierungsallianz unter anderem auch solche Valorisierungsagenturen wie die Clean Energy Partnership und die Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie beteiligt. Auf diesem Parlamentarischen Abend demonstrierten eine Reihe von Unternehmen in einer begleitenden Ausstellung unter dem Titel „Frühe Märkte für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“, dass und inwieweit diese Technologie bereits heute alltagstauglich ist. Die Palette reichte hier vom Lastenfahrrad über Flurförderfahrzeuge bis hin zu Brennstoffzellenanwendungen für die netzunabhängige Stromversorgung (DWV 2007: 1). Ein

anderer Parlamentarischer Abend, der im November 2008 in der Hessischen Landesvertretung in Berlin stattfand, konzentrierte sich darauf, neben Informationen zur Arbeit der NOW und zur Umsetzung des NIP in einer Begleitausstellung zu demonstrieren, welche Produkte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Unternehmen in Hessen entwickelt haben (DWV 2008).

Die „Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtische“ gibt es seit Mai 2004. Der erste Stammtisch wurde in Hamburg organisiert. Ziel war es, dass sich Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in lockerer Atmosphäre über ihre Erfahrungen auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie austauschen und Möglichkeiten der Kooperation ausloten. Der Stammtisch fand in einem Restaurant statt und wurde vom Wasserstoff- und Branchenportal [www.H2messe.de](http://www.H2messe.de) gesponsert.

In der Folgezeit gelang zunächst eine Institutionalisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtische. Bis Mai 2010 wurden in Hamburg insgesamt 27 Stammtische durchgeführt (H2gate 2010). Dabei gab es eine breite Palette von Sponsoren, so beispielsweise die Handelskammer Hamburg, Linde Gas, die Westfalen AG, den Germanischen Lloyd, die CDU-Bürgerschaftsfraktion, Airbus Deutschland, die Wasserstoffgesellschaft Hamburg, den TÜV Nord oder die E.ON Hanse AG. An den Stammtischen nahmen in der Regel zunächst um 20, später auch bis zu 40 Personen teil. Die an dem Stammtisch vertretenen Personen und Organisationen variierten, aber im Kern ging es immer um zwei Ziele. Erstens den Erfahrungs- und Perspektivenaustausch und zweitens um die Präsentation eines Unternehmens, das jeweils seine Initiativen auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie darstellte.

Die Resonanz, die die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtische im Laufe der Jahre in Hamburg fanden, führte dazu, dass schrittweise auch in anderen Städten derartige Stammtische organisiert wurden. Im Februar 2008 fand der erste Stammtisch in Berlin statt, im Oktober 2009 in München und im April 2010 in Stuttgart. Die Stammtische werden von H2gate, dem „Netzwerk für die Wasserstoff- und Brennstoffzellen Technologien und die Erneuerbaren Energien“ (ebd.) organisiert. H2gate versteht diese Stammtische als Kommunikations- und Austauschplattform für „Insider, Interessierte oder Quereinsteiger!“ (ebd.). Die Stammtische sind für jeden offen.

Sowohl die Parlamentarischen Abende als auch die verschiedenen regionalen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Stammtische tragen zur Festigung und zum Ausbau der Netzwerke der Valorierungsallianz bei. Bei beiden handelt es sich um Zusammenkünfte außerhalb der alltäglichen Arbeit, die unter keinem unmittelbaren operativen Entscheidungsdruck stehen und die sich zudem durch eine persönliche und vergleichsweise ungezwungene Atmosphäre auszeichnen. Insofern sind die Parlamentarischen Abende und Stammtische nicht nur Foren des „Networking“, sondern zugleich auch besondere Orte der Wertgebung, in denen die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sehr persönlich und weitgehend entspannt vermittelt wird.

Die drei hier exemplarisch skizzierten Valorisierungspraktiken werden von der Valorierungsallianz auf mehreren Valorisierungsebenen angewandt, die sich durchdringen, ineinander greifen und verstärken.

## **6.2. Valorisierungsebenen**

Die von der Valorisierungsallianz durch „Agency Creating“, „Agenda Setting“ und „Networking“ vorangetriebene Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie läuft parallel auf mehreren Ebenen ab. Fünf dieser Ebenen, und zwar die ökonomische, die politische, die regionale, die europäische und die ökologische Valorisierung, sollen im Folgenden stichpunktartig umrissen werden. Dabei wird sich zeigen, dass es zwischen diesen Ebenen eine Vielzahl von Verbindungen gibt.

### **Ökonomische Valorisierung**

In der Arbeit der Valorisierungsallianz und ihrer Valorisierungsagenturen spielt die ökonomische Valorisierung eine zentrale Rolle. So versteht sich beispielsweise die NOW ausdrücklich als „eine Plattform zur vorwettbewerblichen Kooperation, um den Markteintritt von Wasserstoff und Brennstoffzelle zu beschleunigen“ (NOW 2008: 7). Dabei wird die Beschleunigung des Markteintritts aus zwei komplementären Richtungen vorangetrieben. Zum einen setzen die Initiativen an frühen und kleinen, zum anderen an großen und späten Märkten an. Die frühen und kleinen Märkte sind im Programmbereich „Spezielle Märkte“ organisiert (ebd.: 38-47), die großen und späten Märkte im Programmbereich „Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur“ (ebd.: 12-25). Die grundlegende Überlegung dieser Doppelstrategie besteht darin, über kleine Märkte möglichst früh mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in bestimmten Marktsegmenten überhaupt Fuß zu fassen und parallel dazu den späteren Eintritt in große Märkte durch die schrittweise Beseitigung von Markteintrittsbarrieren systematisch vorzubereiten. Dabei ergänzen sich beide Wege wechselseitig: Erfahrungen im Bereich der kleinen Märkte können bereits frühzeitig für den späteren Eintritt in die großen Märkte genutzt werden. Und Strategien zur Beseitigung von Markteintrittsbarrieren in großen Märkten können auch für die Etablierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in frühen Märkten hilfreich sein.

Was zunächst die späten und großen Märkte, also den NOW-Programmbereich „Verkehr und Infrastruktur“ betrifft, lassen sich der Stellenwert und der konkrete Ansatzpunkt der ökonomischen Valorisierung bereits unschwer an einigen Eckdaten ablesen: 67% aller Mittel des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzelle fließen gegenwärtig in diesen Programmbereich (Bonhoff 2010: 11). Innerhalb dieses Bereiches ist das oben skizzierte Leuchtturmprojekt der Clean Energy Partnership das größte und im Hinblick auf die in diesem Projekt vereinigten Unternehmen auch das prestigeträchtigste Vorhaben. Von 2008-2011 verfügt die CEP über ein Gesamtvolumen von 25,8 Mio. Euro (NOW 2008: 17). Davon werden 48% der CEP-Mittel von der NOW zur Verfügung gestellt (ebd.). Hauptziel der Projekte im Programmbereich „Verkehr und Infrastruktur“ und dort speziell der CEP ist es, über Kleinserien bei der Fahrzeug- und der Tankstellenfertigung Zug um Zug zu einer Serienproduktion überzugehen, die ab 2015 erwartet wird (Bonhoff 2010: 6).

Auch was die frühen und kleinen Märkte anbelangt, verdeutlichen einige Eckdaten sehr anschaulich deren Stellenwert in der Arbeit der NOW. 14% aller Mittel des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzelle werden gegenwärtig für den Programmbereich „Spezielle Märkte“ zur Verfügung gestellt (ebd.: 11). Damit ist dieser Programmbe-



reich gemessen an der Mittelbereitstellung der zweitgrößte Programmbereich der NOW. Neben dieser quantitativen Bedeutung ist dieser Bereich jedoch vor allem aus einem anderen Grund für die ökonomische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sehr wichtig.

Im Unterschied zu den anderen Programmbereichen zeichnen sich die Projekte im Bereich der „speziellen Märkte“ durch ein vergleichsweise höheres Vermarktungspotenzial aus: „Im Bereich der Speziellen Märkte ist die Marktnähe der Produktentwicklungen und Prototypen oftmals weit fortgeschritten. Für viele Anwendungen gibt es bereits funktions- und einsatzfähige Prototypen“ (NOW 2008: 41). Hierzu gehören beispielsweise nicht nur Brennstoffzellensysteme für die Bordstromversorgung von Wohnmobilen und Campinganhängern sowie für den Antrieb von Booten und Leichtfahrzeugen, sondern auch der Einsatz solcher Systeme bei der netzfernen Stromversorgung wie etwa in der Telekommunikationsbranche bei der Sicherung der Stromversorgung von Mobil- und Festnetzfunkstationen (NOW 2008: 40; NOW 2010). Speziell bei der zuverlässigen Sicherung der Stromversorgung von Funknetzen der Polizei und Feuerwehr, die auch und gerade in Katastrophen- und Nottfällen stabil arbeiten müssen, kristallisiert sich die Brennstoffzellentechnologie inzwischen als ernstzunehmende Alternative zu den bisherigen Standardlösungen heraus (NOW 2008: 47).

Sowohl im Hinblick auf die großen und späten als auch in Bezug auf die frühen und kleinen Märkte ist die Aufnahme einer Serienfertigung ein wichtiger Indikator für den Übergang von der Invention zur Innovation und für den Beginn der ökonomischen Valorisierung. Die Serienfertigung kann als der eigentliche Startpunkt der ökonomischen Valorisierung betrachtet werden. Dabei bilden Kleinserien für Groß- und Feldversuche die Brücke von der laborartigen Forschung und Entwicklung zur industriemäßigen Fertigung, wobei die Kleinserienfertigung immer noch weitgehend Manufakturcharakter hat und einen probeweisen Markteintritt darstellt. Mit der Großserienfertigung vollzieht sich der tatsächliche und irreversible Markteintritt. Hier zeigt sich, ob die ökonomische Valorisierung gelingt oder scheitert.

Gemessen daran befinden sich die Produkte für die späten und großen Märkte gegenwärtig zumeist noch im Labor- und nur punktuell im Kleinserienstadium, während die Lösungen für die frühen und kleinen Märkte, insbesondere die Brennstoffzellensysteme, vielfach bereits Kleinserienniveau erreicht haben und fallweise vor einer Großserienfertigung stehen.

Ob und inwieweit die ökonomische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gelingt, hängt wesentlich davon ab, wie die Valorisierung auf den anderen Ebenen voranschreitet und die ökonomische Valorisierung positiv oder negativ beeinflusst. Dabei spielt die politische Valorisierung eine entscheidende Rolle.

### **Politische Valorisierung**

Bei der politischen Valorisierung einer neuen Technologie erweist sich traditionell die nationalstaatliche Valorisierung als besonders wirkungsvoll. Wenn die Entwicklung und Nutzung einer Technologie in den Rang einer nationalen Aufgabe erhoben wird, dann verleiht dies der Valorisierung auf allen Ebenen einen großen Schub. Erinnerung sei hier nur an das Manhattan-Projekt zum Bau der Atombombe oder an das Apollo-Projekt für den bemannten Mondflug.

Beide Projekte hatten einen hohen nationalen Stellenwert und genossen damit einen Sonderstatus, was die Bereitstellung personeller, materieller und finanzieller Ressourcen betrifft. Die in diesen Projekten zum Einsatz kommenden Technologien mussten sich zu allererst nicht am Markt, sondern vor der Nation bewähren und deren Sicherheits-, Prestige- und Machtbedürfnisse befriedigen. Trotz oder gerade wegen der Globalisierung besitzen die Nation und das Nationale als ein archimedischer Punkt der Valorisierung nach wie vor eine große Anziehungskraft. Dies gilt auch für die durch die Valorisierungsallianz und ihre Agenturen vorangetriebene politische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.

Sehr anschaulich wird die nationalstaatliche Valorisierung zunächst in einer Rhetorik des Nationalen. Die Kernbestandteile der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie tragen eine nationale Signatur: Die Rede ist von einem NATIONALEN Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie, von einem NATIONALEN Entwicklungsplan und von der NATIONALEN Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie. Diese Rhetorik des Nationalen ist unter anderem deshalb bemerkenswert, weil es mit Blick auf die deutsche Geschichte nicht ganz unproblematisch ist, sich einer solchen Rhetorik zu bedienen. Im Unterschied zu anderen Ländern, wie beispielsweise Frankreich, Japan, China oder die USA, ist der Rückgriff auf eine Rhetorik des Nationalen keine kulturelle Selbstverständlichkeit, sondern bedarf eines politischen Fingerpitzengeföhls, um nicht missverstanden zu werden. Die nationalstaatliche Valorisierung erschöpft sich jedoch nicht im Rhetorischen, sondern greift erheblich tiefer.

Dies zeigt sich in der Begründung, warum die beschleunigte Entwicklung und Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu einer nationalen Aufgabe erhoben werden sollte. Diese Begründung wird in drei argumentativen Schritten entwickelt. Exemplarisch geschieht dies im Abschnitt „II. Herausforderungen“ des NIP (BMVBS/BMBF/ BMWi 2006: 2-8): In einem ersten Schritt wird gezeigt, dass Deutschland im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine Technologieführerschaft besitzt. In den letzten 30 Jahren sind „hervorragende, international wegweisende technologische Ergebnisse erzielt worden“ (ebd.: 1) und „Deutschland ist derzeit bei der Anwendung von Wasserstoff und Brennstoffzellen in Europa führend“ (ebd.: 4). Im zweiten Schritt wird begründet, dass und warum Deutschland Gefahr läuft, diese über Jahrzehnte erworbene Technologieführerschaft zu verlieren, denn „es werden Defizite erkennbar: hohes Vorreitermarktpotenzial in Europa einerseits, deutlicher Abstand gegenüber wichtigen internationalen Wettbewerbern, die enorme Anstrengungen unternehmen, hier eine Technologieführerschaft zu übernehmen andererseits“ (ebd.: 4). Diese Wettbewerber kommen vor allem aus den USA, Japan und teilweise auch aus Kanada (ebd.: 5). Der dritte Schritt ist darauf fokussiert zu zeigen, dass ein erheblicher Zeitdruck besteht, um den drohenden Verlust der Technologieführerschaft zu verhindern und die Defizite gegenüber anderen Wettbewerbern zu minimieren. „Zeit zum Abwarten bleibt Deutschland kaum ... das Zeitfenster wird ... immer enger“ (ebd.: 7). Das Fazit lautet: Es bedarf des schnellen und nachhaltigen Eingreifens des Staates, denn es steht für Deutschland viel mehr auf dem Spiel, als nur die Technologieführerschaft. So zum Beispiel „die Zukunft als Automobilstandort“ (ebd.: 4) oder die „Funktionsfähigkeit unserer Gesellschaft“ (ebd.: 7).

Einprägsam zusammengefasst werden die drei Argumentationsschritte in dem Motto: „Die Brennstoffzelle kommt AUS Deutschland oder NACH Deutschland“ (Oettel 2005). Eine solche Alternative erzeugt politischen Handlungsdruck. Dies umso mehr, als sie mit konkreten Beispielen und Erfahrungen unterlegt wird: „So würde Deutschland rund 250.000 Erwerbstätige verlieren, wenn 20% der Automobile als Brennstoffzellen-PKW aus dem Ausland importiert werden würden“ (BMVBS/BMBF/BMWi 2006: 4) und „es besteht die Gefahr – wie in anderen Technologiefeldern (z.B. Nanotechnologie) – zwar in der Grundlagenforschung führend zu sein, aber bei der industriellen Umsetzung zurückzufallen“ (ebd.: 7). Etwas vereinfacht und leger gesagt: Deutschland trägt die Kosten und andere streichen die Gewinne ein. Dies zu verhindern liegt im nationalen Interesse.

Ein typisches aber singuläres und weniger öffentlich zugängliches Beispiel für die nationalstaatliche Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist die militärische Nutzung dieser Technik. Deutschland ist führend bei der Entwicklung und dem Bau von Hybrid-U-Booten, die durch Diesel/Brennstoffzellen-Aggregate angetrieben werden. 2004 ging nach jahrzehntelanger Entwicklung das erste brennstoffzellenbetriebene U-Boot der 212A-Klasse, das „U 31“ auf Jungfernfahrt. 2006 stellte U 32 mit zwei Wochen ununterbrochener Tauchfahrt einen neuen Rekord für nichtnukleare U-Boote auf (Geitmann 2007: 12). Die Modelle der 212A-Klasse werden nicht nur von der deutschen Marine bestellt und eingesetzt, sondern entwickeln sich inzwischen auch zu einem Exportschlager für Staaten innerhalb und außerhalb der NATO (ebd.). Bereits jetzt sind die Auftragsbücher bis 2016 voll. Das Brennstoffzellensystem, das eine längere Tauchfahrt ermöglicht, wird zudem auch separat zur Umrüstung und Modernisierung älterer U-Boote genutzt (ebd.).

## **Regionale Valorisierung**

Von der regionalen Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gehen in zweierlei Hinsicht wichtige Impulse für alle anderen Valorisierungsebenen aus. Zum einen werden hier unterschiedliche Anwendungen zusammengeführt und integriert, zum anderen fungieren die Regionen als Valorisierungskerne, die sich mittelfristig vergrößern und langfristig mit anderen regionalen Valorisierungskernen verbinden sollen. Zwei Beispiele machen dies sehr anschaulich deutlich, und zwar das Leuchtturm-Projekt Bodensee der NOW und die hySOLUTIONS GmbH Hamburg.

Das Ziel des Bodenseeprojektes ist ein doppeltes. Einerseits geht es um die Förderung eines sanften emissions- und lärmfreien Tourismus in dem Dreiländereck Deutschland-Österreich-Schweiz. Andererseits soll der Einsatz von Brennstoffzellen im Freizeitbereich konkret erlebbar werden. Dabei soll die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in drei Bereichen genutzt werden: Erstens beim Antrieb von Booten, Yachten und Schiffen. Zweitens beim Antrieb von Leichtfahrzeugen wie Fahrrädern, Scootern und Mini-Autos. Und drittens bei der Bordstromversorgung von Camping- und Caravan-Fahrzeugen (Bodenseeprojekt 2010a). Nach einer Vorbereitungsphase 2009 befindet sich das Bodenseeprojekt ab 2010 in der Realisierungsphase. Das Projekt läuft zunächst bis 2011 und wird insgesamt mit 26 Mio. Euro gefördert, wovon die NOW 48% beisteuert (NOW 2010m). Zur Realisierung des Projektes hat sich ein Konsortium von etablierten und Start-Up-Unternehmen gebildet, das durch das Land Baden-Württemberg gefördert und unterstützt wird (Bodenseeprojekt

2010b). Mit seinen unterschiedlichen technischen Einsatzprofilen demonstriert das Bodenseeprojekt die Möglichkeiten und Chancen einer lärm- und emissionsfreien multimodalen Mobilität, bei der sich ganz unterschiedliche Brennstoffzellenfahrzeuge (Schiff, Fahrrad, Auto etc.) miteinander kombinieren lassen.

Aus der Perspektive der ökonomischen Valorisierung besitzt das Bodenseeprojekt enge Verbindungen und teilweise auch Überschneidungen zu dem oben skizzierten NOW-Programmbereich „spezielle Märkte“. Dies betrifft vor allem die Marktnähe solcher Produktentwicklungen und Prototypen, die der Bordstromversorgung von Wohnmobilen und Campinganhängern sowie dem Antrieb von Booten und Leichtfahrzeugen dienen. Bei der regionalen Valorisierung des Bodenseeprojektes werden, wenn man so will, mehrere frühe und kleine Märkte zusammengeführt. Das Projekt ist deshalb auch im Programmbereich „spezielle Märkte“ integriert. Verbindungen gibt es aber auch zu dem NOW-Programmbereich „Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur“. Dies betrifft sowohl das Multimodalitäts-Management, das bei der Optimierung des Verkehrs zukünftig eine immer größere Rolle spielen wird (Knie/Canzler 2009) als auch die Erfahrungen beim Aufbau einer funktionsfähigen und effizienten Wasserstoffinfrastruktur (Tillmetz et al. 2009: 14) zur Versorgung der Brennstoffzellensysteme.

Die Hamburger hySOLUTIONS GmbH wurde 2005 gegründet (hySOLUTIONS 2010b). Sie stellt, ähnlich wie die NOW, eine Valorisierungsagentur dar, die die Koordinierungs- und Realisierungsaufgaben bei der regionalen Entwicklung und Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Form einer privatrechtlich strukturierten Organisation wahrnimmt. Hauptgesellschafterin ist das Verkehrsunternehmen Hamburger Hochbahn, weitere Gesellschafter sind Vattenfall, der Germanische Lloyd sowie die Hamburger Handwerkskammer und die Hamburger Handelskammer (ebd.).

Die hySOLUTIONS GmbH will „Hamburg zu einer führenden Metropole für die wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoff machen“ (hySOLUTIONS 2010c). Die Erprobung und Einführung von Wasserstoff- und Brennstoffzellensystemen soll „Hamburg einen wesentlichen Wissens- und Technologievorsprung“ (ebd.) sichern. Um diese Ziele zu erreichen, konzentriert sich die hySOLUTIONS GmbH auf fünf Projektbereiche, und zwar vier Transport- und eine stationäre Anwendung. Zu den Transportanwendungen gehören die Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenbussen durch die Hamburger Hochbahn, der Einsatz eines brennstoffzellenbetriebenen Fahrgastschiffes durch die Alster-Touristik GmbH, ein Car-Sharing von Brennstoffzellen-Fahrzeugen und der Einsatz eines Brennstoffzellenschleppers auf dem Hamburger Flughafen. Bei der stationären Anwendung handelt es sich um eine Brennstoffzellen-Anlage, die 200 Wohnungen und Büros in der Hafencity mit Strom und Wärme versorgt (hySOLUTIONS 2010d).

Ähnlich wie beim Bodenseeprojekt werden auch in Hamburg regional unterschiedliche Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zusammengeführt. Auch die hySOLUTIONS-Projekte haben enge Verbindungen zu den Programmbereichen „Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur“ sowie „Spezielle Märkte“ der NOW. Dabei sind Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenbussen sowie das Car-Sharing dem ersten, der Einsatz des Brennstoffzellenschiffes und des Schleppers dem zweiten Programmbereich zuzuordnen. Darüber hinaus fokussiert sich die hySOLUTIONS GmbH auch sehr stark auf

die ökonomische Valorisierung der eingesetzten Wasserstoff- und Brennstoffzellensysteme. Eines ihrer zentralen Ziele besteht darin, „Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie wettbewerbsfähig, weil bezahlbar und wirtschaftlich, zu machen“ (hySOLUTIONS 2010b).

### **Europäische Valorisierung**

Die deutsche Valorisierungsallianz und ihre Agenturen arbeiten eng mit ähnlichen internationalen Agenturen zusammen. Dabei konzentrieren sich die Verbindungen auf drei Ebenen der Zusammenarbeit. Erstens ist Deutschland einer der 17 Partner der IPHE, der **I**nternational **P**artnership for the **H**ydrogen **E**conomy, dem weltweit größten Zusammenschluss der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Communities. Hier wird Deutschland im Steuerkreis der IPHE durch Mitarbeiter des BMVBS sowie des BMWi und auf der Arbeitsebene, dem Implementation-Liaison Committee (ILC), durch die NOW und das Bundesland Nordrhein-Westfalen vertreten. Zweitens gibt es bilaterale Beziehungen zu bestimmten nationalen oder regionalen Valorisierungsagenturen, wovon die Verbindungen zur **C**alifornia **F**uel **C**ell **P**artnership (CaFCP) aufgrund der globalen Leitfunktion des kalifornischen Automobilmarktes (Aigle/Krien/Marz 2007: 22-28) von besonderer Bedeutung sind. Drittens schließlich arbeiten die deutsche Valorisierungsallianz und ihre Agenturen sehr aktiv auf der europäischen Ebene. Hierbei spielt die Zusammenarbeit mit dem FCH JU, dem **F**uel **C**ells and **H**ydrogen **J**oint **U**ndertaking eine zentrale Rolle.

Das FCH JU wurde 2008 auf der Grundlage des Lissabon-Vertrages für den Zeitraum 2008-2017 mit Sitz in Brüssel gegründet. Dem Unternehmen steht für diese Arbeitsperiode insgesamt ein Haushalt von 1 Mrd. Euro zur Verfügung, wovon 470 Mio. Euro aus dem 7. EU-Forschungsprogramm und der Rest von privaten Unternehmen und Forschungseinrichtungen finanziert wird (KOWI 2010). Das grundlegende Ziel des FCH JU besteht darin, die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Europa voran zu treiben und schrittweise eine Markteinführung dieser Technologie zu organisieren. Dies soll für stationäre Brennstoffzellen und portable Anwendungen im Zeitraum von 2010-2015 und für den Automobilbereich im Zeitraum von 2015-2020 erfolgen (FCH JTI 2010b). Das FCH JU ist mit seinem Verwaltungsrat, dem Programmbüro und Sachverständigenrat sowie seinen jährlichen Generalversammlungen ähnlich strukturiert und organisiert wie die NOW (Ziolek 2009: 11-17). Auch dies schafft günstige Voraussetzungen für eine enge Zusammenarbeit zwischen der NOW und dem FCH JU.

Diese Zusammenarbeit ist sowohl auf gemeinsame Aktivitäten und einen regelmäßigen Informationsaustausch als auch auf die Koordinierung von Projekten fokussiert (Bonhoff 2010: 14). Im Einzelnen konzentriert sich die Zusammenarbeit auf vier Bereiche, und zwar Verkehr und Infrastruktur, H<sub>2</sub>-Produktion, stationäre Hausenergieerzeugung und spezielle Märkte. Im Bereich Verkehr und Infrastruktur geht es unter anderem um die Demonstration von Fahrzeugen und Betankungsinfrastrukturen, um die Bordstromversorgung von Bahnen und Flugzeugen sowie um Bahnantriebe. Die Zusammenarbeit im Bereich der H<sub>2</sub>-Produktion ist auf die Lösung zweier zentraler technisch-ökonomischer Probleme gerichtet, nämlich eine kosteneffiziente Elektrolyse mit hohem Wirkungsgrad und auf die Wasserspaltung bei hohen Temperaturen. Im Bereich der stationären und Hausenergieerzeugung konzentrieren sich die gemeinsamen Aktivitäten auf ein Technologiebenchmarking und auf marktorientierte

Projekte. Und im Bereich der speziellen Märkte geht es vor allem um Demonstrationsprojekte, beispielsweise für Spezial- und Industriefahrzeuge sowie für Notstromanlagen (ebd.: 14).

Diese Koordinierung und Synchronisierung wichtiger technisch-ökonomischer Projekte der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verleiht der nationalen Valorisierung in dreifacher Hinsicht einen zusätzlichen Schub. Erstens können über entsprechende Projektanträge weitere finanzielle Mittel für die Entwicklung und Nutzung der Technologie akquiriert und so nationale Projekte flankiert, unterstützt und beschleunigt werden. Zweitens ergeben sich durch eine enge Zusammenarbeit auf der Programm- und Projektebene eine Vielzahl von Synergieeffekten. Drittens schließlich stärkt eine europäische Verankerung die Valorisierung auf allen zuvor beschriebenen Ebenen. Ökonomische, nationale und regionale Valorisierungsinitiativen, erhalten eine europäische Dimension und lassen sich mit programmatischem, organisatorischem und symbolischem Rückenwind aus Brüssel leichter umsetzen. Zugleich gestattet es die Zusammenarbeit zwischen der NOW und dem FCH JU, dass sich die deutsche Valorisierungsallianz und ihre Agenturen auf der europäischen Ebene als Schrittmacher- und Führungsteams profilieren und etablieren.

Zudem ist die europäische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie noch aus zwei weiteren Gründen von strategischer Bedeutung. Zum einen können und müssen auf dieser Ebene grundlegende Fragen der Standardisierung dieser Technologie gemeinsam geklärt werden. Bei der Markteinführung und breiten gesellschaftlichen Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie spielen Standards eine wesentliche fördernde oder hemmende Rolle. Sie können die Nutzung beschleunigen, unter Umständen aber auch stark verzögern oder gänzlich blockieren. Zum anderen bietet die europäische Kooperation im Rahmen des FCH JU die Möglichkeit, finanzielle, materielle und personelle Mittel für ausgewählte Schwerpunktprojekte zusammenzulegen und so Programme zu realisieren, die die Möglichkeiten einzelner Regionen, Länder und Unternehmen überschreiten würden.

## **Ökologische Valorisierung**

Die Ebene der ökologischen Valorisierung liegt gewissermaßen „quer“ zu den zuvor skizzierten Valorisierungsebenen. Sie durchzieht diese wie ein roter Faden. Bei nahezu allen von der Valorisierungsallianz und ihren Agenturen initiierten Programmen und Projekten wird auf die ökologische Dimension der Entwicklung und Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie verwiesen. Wie bereits eingangs erwähnt, geht es bei dem sich gegenwärtig vollziehenden energietechnologischen Paradigmenwechsel nicht schlechthin um den Übergang von fossilen zu nichtfossilen, regenerativen Energiequellen, sondern um den Einsatz solcher regenerativer Energiequellen, deren Erzeugung und Nutzung insgesamt CO<sub>2</sub>-freie Energieketten aufweist. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erfüllt dieses Kriterium nicht automatisch. Nur die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoff besitzt das Potenzial dazu. Die Initiativen der Valorisierungsallianz und ihrer Agenturen zielen deshalb immer wieder auf die Entfaltung dieses Potenzials.

So orientiert die NOW in ihren „Leitlinien zur Bewertung von Leuchtturmprojekten“ explizit darauf, dass die ökologische Valorisierung von Anfang an zu einem integralen Bestandteil

der Projekte wird. Im Einzelnen sollen die Projekte „den Zielsetzungen der Bundesregierung in Bezug auf Erhöhung der Energieeffizienz, schonenden Einsatz von Ressourcen und Klimaschutz Rechnung“ tragen (NOW 2010n). Des Weiteren sollen sich die Leuchtturmprojekte „an dem Kyoto-Protokoll, der Klimaschutzverpflichtung und dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung, der Energiesparverordnung, dem Gebäudesanierungsprogramm und den Zielen des KWK-Gesetzes sowie des Erneuerbare-Energien-Gesetzes“ orientieren (ebd.). Ferner wird in den Leitlinien gefordert, dass die Projekte „Konzepte zum Aufbau von Kreislaufsystemen zur Verwertung von Komponenten, Materialien, kreislauffähigen Werkstoffen“ enthalten (ebd.). Auch wenn diese Anforderungen nicht in jedem Fall vollständig erfüllt werden können, stellt die ökologische Valorisierung ein wesentliches Entscheidungskriterium bei der Bewertung von Projekten dar. Alltagspraktisch fungieren diese ökologischen Anforderungen als eine Art Filter, der Projekte der „grünen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie passieren lässt und solche der „schwarzen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie unter einen besonderen Legitimationsdruck stellt.

Die Orientierung auf die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist nicht zuletzt deshalb für die ökologische Valorisierung dieser Technologie von zentraler Bedeutung, weil diese gegenwärtig nur ein Potenzial darstellt und keineswegs dominierend ist. Derzeit stammen 45% des Wasserstoffs in Deutschland aus Rohöl, 33% aus Erdgas, 15% aus Kohle und nur 7% aus Elektrolyseverfahren (Nitsch/Fischedick 2002: 1). Und bedenkt man ferner, dass der Strom für die Elektrolyse nicht nur aus „grünen“, sondern auch aus „schwarzen“ Quellen stammt, dann reduziert sich der Anteil des tatsächlich regenerativ erzeugten Wasserstoffs noch einmal. Berücksichtigt werden muss bei dieser Rechnung allerdings, dass ein großer Teil des Wasserstoffs als industrielles Nebenprodukt anfällt und momentan nicht genutzt wird. Trotzdem machen diese Zahlen deutlich, dass die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ein strategisches Ziel und keinen Ist-Zustand darstellt. Dieses Ziel ist jedoch realistisch. Die Dominanz der „schwarzen“ Wasserstoffproduktion lässt sich in den nächsten Jahrzehnten schrittweise brechen. Nach Analysen im Rahmen des GermanHy-Projektes kann der Anteil erneuerbarer Energien an der Wasserstoffproduktion bis 2050 auf über 60% gesteigert werden (GermanHy 2008: 15).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die ökologische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie nicht nur und auch nicht in erster Linie dort stattfindet, wo von Ökologie die Rede ist. Sie vollzieht sich vor allem da, wo die „grüne“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie technisch, ökonomisch und organisatorisch vorgebracht wird. Und dies ist oft in Projekten der Fall, denen ihre ökologische Bedeutung nicht auf den ersten Blick anzusehen ist. Ein sehr anschauliches Beispiel dafür sind jene Forschungsprogramme, die auf eine Optimierung der Elektrolyse sowie auf die Erzeugung von Strom aus regenerativen Energiequellen fokussiert sind. Einen guten Einblick geben hier der im Juli 2008 durchgeführte „NOW-Workshop: Regenerativer Wasserstoff aus der Elektrolyse“ (NOW 2010o) oder der im Oktober des gleichen Jahres organisierte „NOW-Workshop: Wasserstoff aus Windenergie“ (NOW 2010p). Ein Projekt, in dem beide Forschungslinien integriert sind, ist das auf einem dieser Workshops vorgestellte RH2-WKA-Projekt (**R**egenerativer **W**asserstoff-**W**erder/**K**essin/**A**ltentreptow), das von der WIND-

projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft in Mecklenburg-Vorpommern geplant und durchgeführt wird (WIND-projekt 2010). Ziel des Projektes ist der Aufbau eines Wind-Wasserstoff-Systems. Dieses System soll eine CO<sub>2</sub>-freie Produktion und Speicherung von Wasserstoff sowie eine größere Verstetigung von Windstrom ermöglichen. Das Projekt soll in einem 3-Stufen-Plan realisiert werden. Zunächst wird der Eigenenergiebedarf der Windanlagen gedeckt, dann werden lokale Verbraucher mit Wärme, Strom, Wasserstoff und Sauerstoff versorgt. In der dritten Stufe soll schließlich der Einstieg in den Regelenergiemarkt vorbereitet werden (Weiße 2008: 8).

### **Verbindung der Valorisierungsebenen**

Wie bereits bei der Beschreibung der einzelnen Valorisierungsebenen anklang, fallen diese Ebenen nicht beziehungslos auseinander, sondern sind auf vielfältige Weise ineinander verwoben. Dabei sind mindestens 5 Beziehungsmuster erkennbar.

Erstens überschneiden sich bestimmte Valorisierungsebenen. Dies ist beispielsweise bei der ökonomischen und der regionalen Valorisierung der Fall. So besteht ein gemeinsamer Schwerpunkt sowohl des Bodensee- als auch des Hamburger hySOLUTIONS-Projektes in einer über frühe und kleine Märkte laufenden ökonomischen Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.

Zweitens ergänzen Valorisierungsebenen einander. Dies zeigt sich zum Beispiel bei den CEP-Projekten in Berlin und Hamburg. Diese Projekte sollen sowohl untereinander und mit anderen Projekten in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg als auch mit entsprechenden skandinavischen Modellregionen verbunden werden (Schnell 2010: 24-27). In diesem Prozess wirken regionale, ökonomische, nationale, europäische und ökologische Valorisierung zusammen.

Drittens fungieren Valorisierungsebenen als Integratoren. Sehr anschaulich deutlich wird dies bei den beschriebenen Projekten der regionalen Valorisierung. Solche Projekte, wie das Bodensee- oder das Hamburger hySOLUTIONS-Projekt, sind darauf ausgerichtet, unterschiedliche Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu einem regionalen Valorisierungskern zu verschmelzen. So werden in beiden Projekten unterschiedliche Plattformen einer lärm- und emissionsfreien multimodalen Mobilität miteinander verbunden.

Viertens wirken Valorisierungsebenen als wechselseitige Katalysatoren. Dies zeigt sich beispielsweise in den Beziehungen zwischen europäischer und nationaler Valorisierung, speziell in der Zusammenarbeit zwischen der NOW und dem FCH JU. Einerseits stellt die NOW mit ihren Projekten sowohl quantitativ als auch qualitativ einen wichtigen Orientierungspunkt für die FCH-JU-Programme dar. Zugleich fungiert diese europäische Valorisierungsagentur als Referenzagentur und Impulsgeber für die NOW.

Fünftens schließlich durchdringen Valorisierungsebenen einander. Am deutlichsten zeigt sich dies bei der ökologischen Valorisierung, die wie ein roter Faden alle anderen Valorisierungsebenen durchzieht. Aber auch die ökonomische Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durchdringt als operative Aufgabe (frühe und kleine Märkte) und als mittelfristiges Programm (späte und große Märkte) die anderen Valorisierungsebenen.



Diese enge und vielfältige Verflechtung der Valorisierungsebenen ist kein Zufallsprodukt eines naturwüchsig ablaufenden Valorisierungsprozesses, sondern Ergebnis der zielgerichteten Arbeit der Valorisierungsallianz und ihrer Agenturen. In dieser engen Verflechtung der Valorisierungsebenen besteht die Stärke aber zugleich auch die Schwäche des Valorisierungsmanagements. Die Valorisierungsebenen bilden ein ebenso mächtiges wie fragiles Ensemble. Sie bilden ein mächtiges Ensemble, weil sich die Valorisierungsinitiativen auf den verschiedenen Ebenen wechselseitig ergänzen und verstärken können. Wichtige Programme und Projekte können so zeitgleich aus unterschiedlichen Richtungen vorangetrieben werden. Die Valorisierungsebenen bilden ein fragiles Ensemble, weil Schwächen oder Rückschläge auf einzelnen Ebenen über die enge Verflechtung auf andere Ebenen durchschlagen. So stellen etwa die gegenwärtige Dominanz der „schwarzen“ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie oder die seit Jahren immer wieder in die Zukunft verschobenen Termine für die Serienproduktion von Wasserstoff- und Brennstoffzellenantrieben Schwachpunkte dar, über die die gesamte Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Frage gestellt werden kann und auch wird.

Ob und inwieweit das Management der Valorierungsallianz und ihrer Agenturen auch künftig erfolgreich sein wird, hängt entscheidend davon ab, ob und inwieweit es gelingt, die Stärken des Valorisierungsensembles zu nutzen und auszubauen und seine Schwachstellen zügig und nachhaltig zu beseitigen.

### **6.3. Valorisierungsallianz und kulturelle Konfigurationen**

Führt man sich noch einmal sowohl die Vielfalt der Valorisierungspraktiken („Agency Creating“, „Agenda Setting“ und „Networking“) als auch die Reichweite der Valorisierungsebenen (ökonomische, politische, regionale, europäische und ökologische Valorisierung) vor Augen und berücksichtigt man ferner die hohe Valorisierungsdynamik der deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im letzten Jahrzehnt, dann stellt sich die Frage, wie es der Valorierungsallianz gelang, über einen so langen Zeitraum so initiativ und erfolgreich zu sein. In Interviews wird diese Frage häufig mit glücklichen Umständen und günstigen Rahmenbedingungen beantwortet. Dies sind zweifellos Einflussfaktoren, aber mit Sicherheit nicht die einzigen und vermutlich auch nicht die entscheidenden Erfolgsursachen. Ein wesentlicher Grund für die erfolgreiche Arbeit der Valorierungsallianz und ihrer Agenturen dürfte in der Spezifik und der inneren Struktur dieser Innovationsgemeinschaft zu suchen sein.

Eine Möglichkeit, diese Spezifik und innere Struktur der Valorierungsallianz in den Blick zu bekommen besteht darin, die Kultur dieser Allianz zu untersuchen. Kurz, und zugegeben sehr abstrakt, kann Kultur zunächst als verdichtete Interaktions- oder Kommunikationsprozesse verstanden werden, die sich über gemeinsame Praktiken und Semantiken, geteilte Überzeugungen, Wissensbestände und Bedeutungszuschreibungen reproduzieren (Hutter et al. 2010: 13). Um diesen allgemeinen Ansatz zu spezifizieren und zu operationalisieren, ist es hilfreich, sich einem analytischen Konstrukt, und zwar dem der kulturellen Konfiguration zu bedienen (ebd.). Dies gestattet es, raum-zeitliche Interaktions- und Kommunikationsmuster anhand spezifischer Interaktionsmerkmale zu beobachten und zu beschreiben (ebd.).

Die vorliegende Untersuchung war auf ein solches Interaktionsmerkmal fokussiert, und zwar auf das Valorierungsmanagement. Dieses Merkmal fand seine Ausprägung in einem bestimmten Merkmalsraum: Zum einen inhaltlich, in spezifischen Valorierungspraktiken und Valorisierungsebenen; zum anderen empirisch, in einem bestimmten Untersuchungsfeld, nämlich der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970-2010. Grob vereinfacht lässt sich der Zusammenhang zwischen kultureller Konfiguration, Interaktionsmuster und Interaktionsmerkmal wie folgt darstellen:

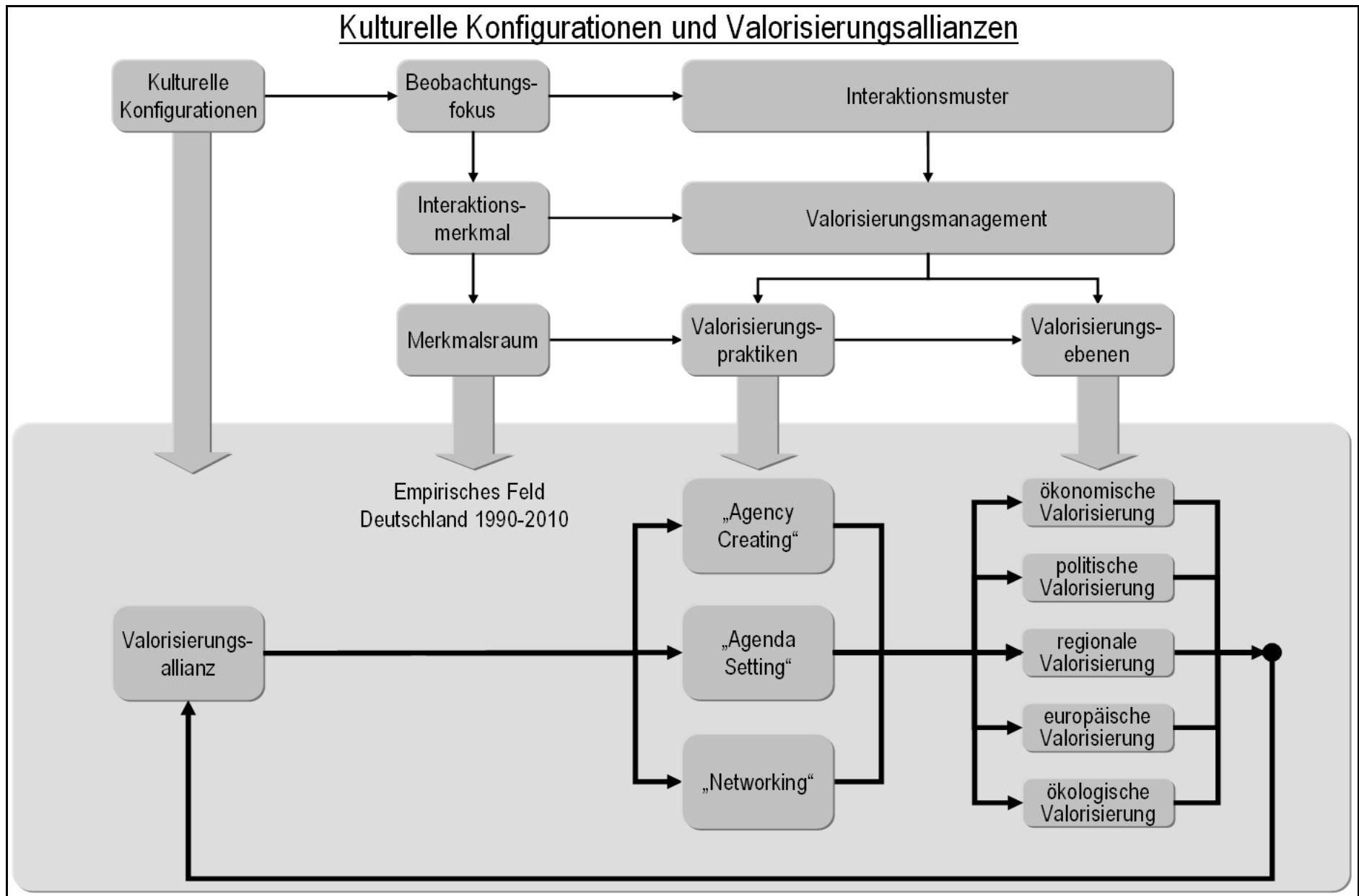


Abbildung 11, Quelle: eigene Darstellung

Diese Fokussierung auf die kulturelle Konfiguration der Valorisierungsallianz, genauer auf die durch das Valorisierungsmanagement der Allianz erzeugte kulturelle Konfiguration, ermöglicht drei wesentliche Beobachtungen: Erstens, die Valorisierungsallianz entwickelt in ihrem Valorisierungsmanagement verschiedene Valorisierungspraktiken und entfaltet diese auf unterschiedlichen Ebenen. Zweitens, dieser Prozess ist rekursiv. Sowohl die Entwicklung der Valorisierungspraktiken als auch ihre Entfaltung auf den verschiedenen Valorisierungsebenen ist ein fortlaufender Prozess der ständigen Verfeinerung und Neujustierung. Drittens, diese Rekursivität des Valorisierungsmanagements kristallisiert sich in einer spezifischen Kultur der Valorisierungsallianz aus. Diese Allianzkultur ist sowohl Resultat als auch Quelle des Valorisierungsmanagements. In Anlehnung an mathematisch-naturwissenschaftliche und systemtheoretische Modelle kann diese durch ein rekursives Valorisierungsmanagement produzierte und reproduzierte Allianzkultur als ein spezifischer und stabiler Eigenwert interpretiert werden.

Während die ersten beiden Beobachtungen, die Existenz von Valorisierungspraktiken und Valorisierungsebenen sowie die permanente Verfeinerung und Neujustierung des Valorisierungsmanagements, in der vorliegenden Untersuchung skizziert und fallweise auch detailliert beschrieben wurden, machen die Beschreibung und Analyse der dritten Beobachtung eine gesonderte Untersuchung erforderlich, die den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Dass das über verschiedene Praktiken und unterschiedliche Ebenen laufende Valorisierungsmanagement der Allianz nicht nur die externen Interaktions- und Kommunikationsmuster zwischen ihr und anderen Akteuren, sondern auch und gerade die internen Muster innerhalb der Valorisierungsallianz selbst prägt und dass diese internen Muster wiederum wesentlich das Valorisierungsmanagement beeinflussen, ist sicherlich keine allzu gewagte Annahme. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um mehr, allerdings auch nicht um weniger, als eine plausible Arbeitshypothese.

## **7. Fazit: Bilanz und Agenda**

In der vorliegenden Arbeit wurde auf der Basis innovationstheoretischer Überlegungen sowie einer „Single Case Study“ der Versuch unternommen, die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland von 1970 bis 2010 zu rekonstruieren. Das Fazit dieser Rekonstruktion 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 Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie skizziert.

### **Bilanz**

Am Beispiel der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wurde gezeigt, dass die Inventionen, also die Entdeckungen und Erfindungen, dieser Technologie nur dann zu Innovationen werden, wenn sie gesellschaftlich genutzt und verwertet werden, das heißt, wenn sie als gesellschaftlich wertvoll gelten, also Wert besitzen. Diese Werte können unterschiedlichen gesellschaftlichen Sphären angehören. Und: Inventionen können nicht nur in

einer, sondern auch in mehreren Sphären als wertvoll gelten, beispielsweise ökonomisch, politisch, regional, europäisch oder ökologisch. Die Nutzung und Verwertung der Inventionen erfolgt jeweils im Hinblick auf die ihnen zugesprochenen Werte. Das heißt, Erfindungen und Entdeckungen können auch in mehrfacher Hinsicht gesellschaftlich genutzt und verwertet werden. In jedem Fall bedürfen Inventionen einer Wertgebung, die ihre gesellschaftliche Nutzung und Verwertung ermöglicht. Oder, kürzer gesagt: Die *Valorisierung* macht Inventionen zu Innovationen. Sie wird damit zum Dreh- und Angelpunkt für die gesellschaftliche Karriere einer Invention.

Die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie hat eine sehr wechselvolle Geschichte, die 200 Jahre zurückreicht und in der sich sehr unterschiedliche *Valorisierungsdynamiken* beobachten lassen. In Deutschland machte diese Technologie seit Beginn dieses Jahrzehnts eine ebenso überraschende wie steile Karriere. Dabei zeigte sich, dass dieser Karriereschub wesentlich auf die Arbeit von *Valorisierungsallianzen* zurückzuführen ist, die ein spezifisches *Valorisierungsmanagement* entwickelten, das auf eine breite gesellschaftliche Nutzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ausgerichtet ist.

Dieses Valorisierungsmanagement bestand wesentlich darin, dass die Valorisierungsallianz spezifische *Valorisierungspraktiken*, nämlich das „Agency Creating“, das „Agenda Setting“ und das „Networking“ entwickelte, die dann zielgerichtet über unterschiedliche Valorisierungsebenen, und zwar die ökonomische, politische, regionale, europäische und ökologische Ebene, entfaltet wurden. Dabei kommt den durch die Allianz geschaffenen *Valorisierungsagenturen* eine zentrale Rolle zu. Besonders deutlich wurde dies bei der Genese der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NOW), die, wenn man so will, den Generalstab der Valorisierung dieser Technologie in Deutschland bildet.

## **Agenda**

Die vorliegende Arbeit stellt einen ersten Schritt bei der Untersuchung der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie dar. Dabei wurde explizit und implizit darauf hingewiesen, dass es weiterer Schritte bedarf, um ein tieferes Verständnis des Valorisierungsprozesses zu entwickeln. Dabei stehen insbesondere folgende fünf Schwerpunkte im Mittelpunkt der weiteren Arbeit:

1. *Die Untersuchung weiterer Valorisierungspraktiken.* Hierzu zählen vor allem zwei Praktiken, die in der vorliegenden Arbeit immer wieder punktuell anklingen, die hier aber nicht systematisch analysiert wurden, und zwar erstens das „Problem/Solution-Framing“ und zweitens das „Vision Building“. Kurz zusammengefasst geht es dabei um Folgendes: Beim „Problem/Solution-Framing“ wird die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie als Lösung für mehr oder weniger grundlegende gesellschaftliche und globale Probleme präsentiert. Beim „Vision Building“ werden holistische Visionen und Leitbilder einer neuen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Welt kreiert, die als handlungsleitende Orientierungspunkte fungieren.
2. *Die differenzierte Analyse zusätzlicher Valorisierungsebenen.* Dies betrifft in erster Linie die globale oder internationale Valorisierung, die sich über die International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE) vollzieht, sowie die Zusammenarbeit

mit der California Fuel Cell Partnership (CAFCP), die insbesondere für die Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Bereich der alternativen Antriebe von strategischer Bedeutung ist.

3. *Die Einbeziehung weiterer Valorisierungsagenturen.* Hierzu zählen beispielsweise die Initiative Brennstoffzelle (**IBZ**), der Deutsche Wasserstoff-Verband (**DWV**), die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (**LBST**) oder das Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, die alle auf ihre jeweils spezifische Art und Weise eine wichtige Rolle bei der Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland spielen.
4. *Die Untersuchung der rekursiven Herausbildung kultureller Konfigurationen innerhalb der Valorisierungsallianz.* Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, welche internen Interaktions- und Kommunikationsmuster durch das über verschiedene Praktiken und unterschiedliche Ebenen laufende Valorisierungsmanagement innerhalb der Valorisierungsallianz produziert und reproduziert. Dabei geht es sowohl darum, wie welche kulturellen Konfigurationen in der Valorisierungsallianz entstehen, als auch darum, wie diese Konfigurationen wiederum das Valorisierungsmanagement prägen.
5. *Die Formulierung von Hypothesen für weiterführende Untersuchungen.* Das grundlegende Ziel besteht hier darin, aufbauend auf den Ergebnissen der Single Case Study zur Valorisierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland plausible und belastbare Hypothesen zur Entstehung und Funktionsweise von Valorisierungsallianzen und Valorisierungsagenturen zu generieren, die sich empirisch auch in anderen technischen und sozialen Innovationsfeldern testen lassen.

Eine Bearbeitung dieser Agenda ermöglicht und erfordert nicht nur eine interdisziplinäre und interinstitutionelle Kooperation, sondern bietet darüber hinaus die Chance, die Zusammenarbeit zwischen Innovationspraktikern und Innovationstheoretikern zu vertiefen und gemeinsam neue Forschungsfelder zu erkunden.

## 8. Literatur

- Aigle, Thomas; Krien, Philipp; Marz, Lutz (2007): Die Evaluations-Matrix. Ein Tool zur Bewertung antriebs- und kraftstofftechnologischer Innovationen in der Automobilindustrie. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Discussion Paper SP III 2007-105.
- Aigle, Thomas; Krstacic-Galic, Ante; Marz, Lutz; Scharnhorst, Andrea (2008): Busse als Wegbereiter. Zu einem frühen Markt für alternative Antriebe. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Discussion Paper SP III 2008-102.
- Altvater, Elmar (2006): Das Ende des Kapitalismus. In: Blätter für deutsche und internationale Politik, Heft 2, S. 171-182.
- Arbeitskreis (Arbeitskreis „F&E-Bedarf im Bereich Brennstoffzellen und Wasserstoff“ des Strategierates Wasserstoff Brennstoffzellen) (2006): Zukünftiger F&E-Bedarf im Bereich Brennstoffzellen und Wasserstoff. Internet: [http://www.nkj-ptj.de/index.php?index=12&cmd=download&filename=FuE-Bedarf\\_BMWi.pdf&c2f\\_NKJ=5437f460d60fc03b3da85ab333b001dc](http://www.nkj-ptj.de/index.php?index=12&cmd=download&filename=FuE-Bedarf_BMWi.pdf&c2f_NKJ=5437f460d60fc03b3da85ab333b001dc), Zugriff: 28.05.2010.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2003): Herausforderung Klimawandel. Internet: [www.bmbf.de/pub/klimawandel.pdf](http://www.bmbf.de/pub/klimawandel.pdf), Zugriff: 03.08.2006.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2006): Innovation – mehr als technischer Fortschritt. Internet: [www.bmbf.de/de/1316php](http://www.bmbf.de/de/1316php), Zugriff: 26.07.2006.
- 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](http://www.boell.de/downloads/oekologie/broschuere_dritte_industr_rev.pdf), Zugriff: 07.06.2009.
- BMVBS/BMBF/BMWi (2006): Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Internet: [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_95952/Nationales-Innovationsprogramm-Wasserstoff-und-Brennstoffzellentechnologie.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_95952/Nationales-Innovationsprogramm-Wasserstoff-und-Brennstoffzellentechnologie.pdf), Zugriff: 26.05.2010.
- BMWA (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) (2005): Innovation und neue Energietechnologien. 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Internet: [http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/foerderdatenbank/energie\\_forschungsprogramm,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/foerderdatenbank/energie_forschungsprogramm,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf), Zugriff: 28.05.2010.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2010): Brennstoffzellen für den stationären und mobilen Einsatz. Internet: <http://www.flegel-g.de/pdf-Dateien-mueller/brennstoffzellen.pdf>, Zugriff: 28.05.2010.
- Bodenseeprojekt (2010a): Homepage. Ziele. Internet: <http://www.bodenseeprojekt.de/ziele.htm>, Zugriff: 28.05.2010
- Bodenseeprojekt (2010b): Homepage. Projekte. Internet: <http://www.bodenseeprojekt.de/projekte.htm>, Zugriff: 28.05.2010.
- Boltanski, Luc; Chiapello, Ève (1999): Der neue Geist des Kapitalismus. Konstanz: UVK.
- Bonhoff, Klaus (2010): Überblick NIP. Präsentation auf der NIP-Vollversammlung am 25. März 2010. Internet: [http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user\\_upload/Strategierat/2010/07\\_Bonhoff\\_Ueberblick\\_NIP-Zielsetzung.pdf](http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user_upload/Strategierat/2010/07_Bonhoff_Ueberblick_NIP-Zielsetzung.pdf), Zugriff: 28.05.2010.
- Börzel, Tanja A. (1998): Organizing Babylon – On the Different Conceptions of Policy Networks. In: Public Administration, Vol. 76, S. 253-273.

- Brinner, Andreas; Steeb, Hartmut (2010): Das Deutsch-Saudiarabische Technologie-Entwicklungsprogramm HYSOLAR. Internet: [http://www.dlr.de/fk/Portaldata/40/Resources/dokumente/publikationen/Hysolar\\_Brinner\\_2002.pdf](http://www.dlr.de/fk/Portaldata/40/Resources/dokumente/publikationen/Hysolar_Brinner_2002.pdf), Zugriff: 26.05.2010.
- Brozen, Yale (1951): Invention, Innovation, and Imitation. In: The American Economic Review, Vol. 41, No. 2, Papers and Proceedings of the Sixty-third Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1951), S. 239-257.
- Callon, Michel (1983): Die Kreation einer Technik. Der Kampf um das Elektroauto. In: Werner Rammert (Hg.): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch, Band 2, Frankfurt am Main: Campus, S. 140-160.
- CEP (Clean Energy Partnership) (2007): Bericht 2002-2007. Internet: [http://www.cleanenergypartnership.de/fileadmin/pdf/CEP\\_Bericht\\_2002-2007\\_de.pdf](http://www.cleanenergypartnership.de/fileadmin/pdf/CEP_Bericht_2002-2007_de.pdf), Zugriff: 27.05.2010.
- CEP (Clean Energy Partnership) (2010): Homepage. Internet: <http://www.cleanenergypartnership.de/>, Zugriff: 27.05.2010.
- Debus, Christian (2002): Routine und Innovation. Management langfristigen Wachstums etablierter Unternehmungen. Marburg Förderzentrum für Existenzgründer aus der Universität (Mafex), Band 4, Marburg: Mafex.
- Dierkes, Meinolf, Marz, Lutz; Aigle, Thomas (2009): Die automobiler Wende. Analyse einer Innovationslandschaft. In: Reinhold Popp; Elmar Schüll (Hg.): Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis. Berlin/Heidelberg: Springer, S. 323-340
- DWV (Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband) (2007): Neues vom Wasserstoff. In: Wasserstoff-Spiegel, Nr. 6, S. 1-2.
- DWV (deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband) (2008): Parlamentarischer Abend Wasserstoff und Brennstoffzelle am 11. November 2008. Pressemitteilung, Internet: <http://www.h2bz-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=5729&dspaid=67564>, Zugriff: 28.05.2010.
- Farrell, Michael F. (2001): Collaborative Circles. Friendship Dynamics & Creative Work. Chicago/London: The University of Chicago Press.
- FCH JTI (2010a): Homepage. Internet: [http://ec.europa.eu/research/fch/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm), Zugriff: 26.05.2010.
- FCH JTI (2010b): Motivation and Objectives. Internet: [http://ec.europa.eu/research/fch/index\\_en.cfm?pg=objective](http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm?pg=objective), Zugriff: 30.05.2010.
- FZ Jülich (Forschungszentrum Jülich) (2006): Parlamentarischer Abend in der Landesvertretung Niedersachsen in Berlin. Internet: [www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/117685/](http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/117685/), Zugriff: 26.03.2010.
- Geitmann, Sven (2007): Brennstoffzellenbetriebene U-Boote ersetzen Arbeitspferde. HDW und Siemens arbeiten an der Spitze. In: Hzwei. Das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen, 7. Jahrgang, Nr. 1, S. 10-12.
- GermanHy (2008): Studie zur Frage „Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland bis 2050?“. Internet: [http://www.germanhy.de/page/fileadmin/germanhy/media/GermanHy\\_Ergebnisfolien\\_Buenger.pdf](http://www.germanhy.de/page/fileadmin/germanhy/media/GermanHy_Ergebnisfolien_Buenger.pdf), Zugriff: 30.05.2010.
- Gilano (2010): 100 Wörter des Jahrhunderts. Internet: <http://www.gilano.de/listen/100-woerter-des-20-jahrhunderts.php>, Zugriff: 28.05.2010.
- Groys, Boris (2004): Über das Neue. Versuch einer Kulturökonomie. München: Carl Hanser Verlag.



- H2gate (Das Netzwerk für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und die Erneuerbaren Energien) (2010): Hamburger, Berliner und Münchner Stammtische. Internet: <http://www.h2gate.com/cms/index.php?page=stammtische&hl=ger>, Zugriff: 28.05.2010.
- Haas, Peter M. (1992): Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. In: International Organization, Vol. 46, No. 1, S. 1-35.
- HBS (Hamburger Bildungsserver) (2006): Anthropogener Klimawandel. Internet: <http://hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimawandel/ursachen.html/>, Zugriff: 09.08.2006.
- Hofmann, Jeanette (1996): Vorstellungen und Bilder in der Technikerzeugung: Eine Episode aus der Biographie des schreibenden Computers. In: Hans Dieter Hellige (Hg.): Technikleitbilder auf dem Prüfstand. Leitbild-Assessment aus Sicht der Informatik und Computergeschichte, Berlin: edition sigma, S. 161-184.
- Howlett, Michael; Ramesh, M. (1995): Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems. Toronto/New York/Oxford: Oxford University Press.
- Hutter, Michael et al. (2010): Forschungsprogramm der Abteilung „Kulturelle Quellen von Neuheit“. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Discussion Paper SP III 2010-401.
- HYCologne (2010): Homepage. Internet: <http://www.hycologne.de/index.php?startseite>, Zugriff: 26.05.2010.
- Hy-ramp (2010): Homepage. Internet: <http://www.hy-ramp.eu/category/home>, Zugriff: 26.05.2010.
- HySOLUTIONS (2010a): Homepage. Internet: <http://www.hysolutions-hamburg.de/>, Zugriff: 26.05.2010.
- HySOLUTIONS (2010b): Homepage. Über hySOLUTIONS. Internet: <http://www.hysolutions.de/index.php?id=7>, Zugriff: 28.05.2010.
- HySOLUTIONS (2010c): Homepage. Vision. Internet: <http://www.hysolutions.de/index.php?id=6>, Zugriff: 28.05.2010.
- HySOLUTIONS (2010d): Homepage. Heizen mit höchstem Wirkungsgrad. Internet: <http://www.hysolutions.de/index.php?id=9>, Zugriff: 28.05.2010.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001): Climate Change 2001: Synthesis Report. Internet: <http://www.ipcc.ch>, Zugriff: 05.08.2006.
- IPHE (2010): Homepage. Internet: <http://www.iphe.net/>, Zugriff: 26.05.210.
- Kanani, Nasser (2004): The Parthian Battery: Electric Current 2,000 Years Ago? In: Gahname, Fachzeitschrift des VINI, Nr. 7, S. 167-204.
- Kirchhoff, Bruce A.; Walsh, Steven T. (2000): Entrepreneurship's Role in Commercialization of Disruptive Technologies. In: Emil A. Brauchlin, Johann H. Pichler (Hg.) (2000): Unternehmer und Unternehmensperspektiven für Klein- und Mittelunternehmen: Festschrift für Hans Jobst Pleitner. Berlin: Duncker&Humblot, S. 323-331.
- Kirsch, David A. (2000): The Electric Vehicle and the Burden of History. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Knie, Andreas (1991): Diesel – Karriere einer Technik. Genese und Formierungsprozesse im Motorenbau. Berlin: edition sigma.

- Knie, Andreas; Canzler, Weert (2009): Grüne Wege aus der Autokrise. Vom Autobauer zum Mobilitätsdienstleister. Heinrich-Böll-Stiftung. Schriften zur Ökologie, Band 4, Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- Knie, Andreas et al. (1999): Die Neuerfindung urbaner Automobilität. Elektroautos und ihr Gebrauch in den U.S.A. und Europa. Berlin: edition sigma.
- Knoblauch, Hubert (1995): Kommunikationskultur. Die kommunikative Konstruktion kultureller Kontexte. Berlin/New York: de Gruyter.
- König, Wilhelm (1940): Neun Jahre Irak. Brunn/München: Rohrer.
- KOWI (Kooperationsstelle EU der Wissenschaftsorganisationen) (2010): Die Gemeinsamen Technologieinitiativen im Überblick. FCH – JTI Brennstoffzellen und Wasserstoff. Internet: [http://www.kowi.de/desktopdefault.aspx/tabid-231/889\\_read-855/](http://www.kowi.de/desktopdefault.aspx/tabid-231/889_read-855/), Zugriff: 30.05.2010.
- Latour, Bruno (1993): The Pasteurization of France. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Law, John; Urry, John (2004): Enacting the Social. In: Economy and Society, Vol. 33, Issue 3, S. 340-410.
- LBST (Ludwig-Bölkow-Systemtechnik) (2010): Homepage. Internet: [www.lbst.de](http://www.lbst.de), Zugriff: 02.02.2010.
- Liebermann, Sylvia (2005): Ölkonzern mahnt zum Energiesparen. Internet: <http://www.spiegel.de/>, 13.09.2005.
- Maclaurin, Rupert W. (1953): The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth. In: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 67, No. 1, S. 97-111.
- Mayntz, Renate (1997): Soziale Dynamik und politische Steuerung. Frankfurt am Main: Campus.
- McKinsey (2006): Drive. The Future of Automotive Power. Internet: [https://autoassembly.mckinsey.com/login.asp?cookies=True&script\\_name=/html/resources/publication/b\\_DRIV E.asp&reason=denied\\_empty&Resolution=1024x768](https://autoassembly.mckinsey.com/login.asp?cookies=True&script_name=/html/resources/publication/b_DRIV E.asp&reason=denied_empty&Resolution=1024x768), Zugriff: 25.07.2006.
- Möser, Kurt (2002): Geschichte des Autos. Frankfurt am Main: Campus.
- Netzwerk (Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW) (2010): Homepage. Internet: <http://www.brennstoffzelle-nrw.de/>, Zugriff: 26.05.2010.
- NEW IG (2010): Homepage. Internet: <http://www.fchindustry-jti.eu/>, Zugriff: 26.05.2010.
- Nietzsche, Friedrich (2000): Werke. Herausgegeben von Karl Schlechta, Band 31, Berlin: Digitale Bibliothek.
- Nitsch, Joachim, Fishedick, Manfred (2002): Eine vollständig regenerative Energieversorgung mit Wasserstoff – Illusion oder realistische Perspektive? Internet: <http://www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Wasserstoff-Essen.pdf>, Zugriff: 30.05.2010.
- NKJ (Nationale Koordinierungsstelle Jülich Wasserstoff Brennstoffzellen) (2010a): Der Strategierat Wasserstoff Brennstoffzellen. Internet: [http://www.nkj-ptj.de/Strategierat\\_H2\\_BZ/](http://www.nkj-ptj.de/Strategierat_H2_BZ/), Zugriff: 28.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2008): Jahresbericht 2008. Internet: [http://www.now-gmbh.de/uploads/media/now\\_jahresbericht08\\_dt.pdf](http://www.now-gmbh.de/uploads/media/now_jahresbericht08_dt.pdf), Zugriff: 27.05.2010.

- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010a):  
Homepage. Aufgaben. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=21&L=1>, Zugriff: 26.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010b):  
Leuchtturm: Die Clean Energy Partnership (CEP) – Übergeordnete Module. Internet: [http://now-gmbh.de/uploads/tx\\_goprojektfinder/NIP\\_CEP\\_091217.pdf](http://now-gmbh.de/uploads/tx_goprojektfinder/NIP_CEP_091217.pdf), Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010c):  
Leuchtturm: Die Clean Energy Partnership (CEP) – PKW. Internet: [http://now-gmbh.de/uploads/tx\\_goprojektfinder/NIP\\_CEP\\_091217.pdf](http://now-gmbh.de/uploads/tx_goprojektfinder/NIP_CEP_091217.pdf), Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010d): Über uns. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=78&L=1>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010e): Der Beirat. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=42&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010f): Der Aufsichtsrat. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=43&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010g):  
Marktvorbereitung als Aufgabe. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=21&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010h):  
Projektfinder. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=140&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010i):  
Einbindung der Bundesländer. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=40&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010j): Über die Grenzen hinaus. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=39&L=0>, Zugriff: 27.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010k):  
Elektromobilität. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=232>, Zugriff: 28.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010l):  
Entwicklungsplan Spezielle Märkte. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=55>, Zugriff: 28.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010m):  
Leuchtturm: Bodensee. Internet: [http://www.now-gmbh.de/uploads/tx\\_goprojektfinder/NIP\\_BODENSEE\\_090420.pdf](http://www.now-gmbh.de/uploads/tx_goprojektfinder/NIP_BODENSEE_090420.pdf), Zugriff: 28.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010n):  
Leitlinien zur Bewertung von Leuchtturmprojekten. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=44&L=0>, Zugriff: 30.05.2010.
- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010o): NOW-Workshop: Regenerativer Wasserstoff aus der Elektrolyse. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=132&L=0>, Zugriff: 30.05.2010

- NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) (2010p): NOW-Workshop: Wasserstoff aus Windenergie. Internet: <http://www.now-gmbh.de/index.php?id=126&L=0>, Zugriff: 30.05.2010.
- Oettel, Eberhard (2005): „Die Brennstoffzelle kommt AUS Deutschland oder NACH Deutschland“. Präsentation auf der enertec am 10.03.2005 in Leipzig. Internet: <http://images.energieportal24.de/dateien/afg/oettel-fee.pdf>, Zugriff: 28.05.2010.
- Pain, Chris (2006): Who Killed the Electric Car? (Film). Sony Pictures Home Entertainment.
- Rammler, Stephan (2001): Mobilität in der Moderne: Geschichte und Theorie der Verkehrssoziologie. Berlin: edition sigma.
- Roberts, Edward B. (1987): Introduction: Managing Technological Innovation – A Search for Generalizations. In: Roberts, Edward B. (Hg.): Generating Technological Innovation, New York/Oxford: Oxford University Press, S. 3-21.
- Savage, Mike (2009): Contemporary Sociology and the Challenge of Descriptive Assemblage. In: European Journal of Social Theory, Vol. 12, No. 1, S. 155-174.
- Savage, Mike; Burrows, Roger (2007): The Coming Crisis of Empirical Sociology. In: Sociology, Vol. 41, No. 5, S. 885-899.
- Schindler, Jörg; Held, Martin (2009): Postfossile Mobilität. Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil. Bad Homburg: VAS.
- Schnell, Patrick: Eine starke Partnerschaft entwickelt die emissionsfreie Zukunft. Ein Leuchtturmprojekt des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Präsentation auf der NOW-Vollversammlung am 25.03.2010. Internet: [http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user\\_upload/Strategierat/2010/09\\_Vollversammlung\\_NIP\\_Schnell\\_Leuchtturm\\_CEP.pdf](http://www.now-gmbh.de/fileadmin/user_upload/Strategierat/2010/09_Vollversammlung_NIP_Schnell_Leuchtturm_CEP.pdf), Zugriff: 30.05.2010.
- SHISD (Shanghai Huaxia Institute of Social Development) (2005): The Status Quo and its Development of Chinese Automobile Society. Modernization Research Center, (unveröffentlichte Untersuchung).
- Shnayerson, Michael (1996): The Car That Could. The Inside Story of GM's Revolutionary Electric Vehicle. New York: Random House.
- Strategiekreis (Strategiekreis Wasserstoff des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit) (2005): Strategiepapier zum Forschungsbedarf in der Wasserstoff-Energietechnologie. Internet: <http://www.nkj-ptj.de/datapool/page/7/h2bericht-de.pdf>, Zugriff: 27.05.2010.
- Strategierat (Strategierat Wasserstoff Brennstoffzellen) (2006): Nationaler Entwicklungsplan. Version 1.1 zum „Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“. Internet: [http://www.nkj-ptj.de/datapool/filelistvoll2/07\\_19\\_Nationaler\\_Entwicklungsplan1.1.pdf](http://www.nkj-ptj.de/datapool/filelistvoll2/07_19_Nationaler_Entwicklungsplan1.1.pdf), Zugriff: 28.05.2010.
- Tashakkori, Abbas, Teddlie, Charles (Ed.) (2003): Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tillmetz, Werner et al. (2009): Wasserstoff in Baden-Württemberg: Erzeugung, Infrastruktur und Technologie. Diskussionspapier, Internet: [http://www.e-mobilbw.de/Resources/H2\\_Strategiepapier\\_BW\\_November2009\\_final.pdf](http://www.e-mobilbw.de/Resources/H2_Strategiepapier_BW_November2009_final.pdf), Zugriff: 28.05.2010.
- Trömel, Martin; Loose, Susanne (1995): Das Wachstum technischer Systeme. In: Naturwissenschaften, Jahrgang. 82, Heft 4, S. 160-169.
- TÜV-Süd (2010): H2Mobility: Hydrogen and Fuel Cell Vehicles Worldwide. Internet: <http://www.netinform.net/H2/H2Mobility/Default.aspx>, Zugriff: 26.05.2010.

- UBA (Umweltbundesamt) (2001): Klimaschutz 2001. Tatsachen, Risiken, Handlungsmöglichkeiten. Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/klimaschutz.htm>, Zugriff: 05.08.2006.
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2000): Statusbericht der Task-Force an das Steering-Committee (unveröffentlichter Bericht).
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2001): Zweiter Statusbericht der Task-Force an das Steering-Committee. Internet: [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_10091/Zwischenbericht-2001.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_10091/Zwischenbericht-2001.pdf), Zugriff: 27.05.2010.
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) (2007): 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](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1049739/3.-Statusbericht-VES-des-Jahres-2007-Langfassung.pdf), Zugriff: 27.05.2010.
- Wagner, Ulrich (2007): Workshop Wasserstoff-Initiative Bayern. Internet: [http://www.wiba.de/download/pr\\_wiba\\_wagner\\_18-10-2007.pdf](http://www.wiba.de/download/pr_wiba_wagner_18-10-2007.pdf), Zugriff: 26.05.2010.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2003): Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit. Berlin/Heidelberg/New York: Springer.
- Weiß, Martin (2008): NOW-Workshop – Wasserstoff aus Windenergie. Perspektive eines Windparkbetreibers. Internet: [http://www.now-gmbh.de/uploads/media/05\\_Weisse\\_WIND-projekt.pdf](http://www.now-gmbh.de/uploads/media/05_Weisse_WIND-projekt.pdf), Zugriff: 30.05.2010.
- Wimmer, Andreas (1996): Kultur. Zur Reformulierung eines sozialanthropologischen Grundbegriffs. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Jahrgang 48, Heft 3, S. 401-425.
- WIND-projekt (2010): Homepage. Internet: <http://www.wind-projekt.de/>, Zugriff: 30.05.2010.
- Yin, Robert K. (1994): Case Study Research: Design and Methods. 2. Auflage, Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ziolek, Andreas (2009): Joint Undertaking „Fuel Cells and Hydrogen“ (JU FCH). Präsentation auf der Sitzung des Lenkungsgremiums NRW zum 7. FRP/CIP am 1. Juli 2009 in Düsseldorf. Internet: [http://www.frp.nrw.de/frp2/\\_dld/nfl/LG-01-07-09\\_MIWFT\\_Ziolek.pdf](http://www.frp.nrw.de/frp2/_dld/nfl/LG-01-07-09_MIWFT_Ziolek.pdf), Zugriff: 30.05.2010.

## **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](http://www.wzb.eu/publikation/discussion_papers/liste_discussion_papers.de.htm)

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



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)<br><b>Autor(en) / Kurztitel • Author(s) / Title(s) in brief</b> | <b>Bestellnummer • Order no.</b> |
|---|----------------------------------|
|   |                                  |