

PROJEKT „WASSERSTOFF ALS ALLHEILMITTEL?“

# Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

EINSICHTEN ZU ÜBERZEUGUNGEN ZUR SINNHAFTHKEIT  
VERSCHIEDENER WASSERSTOFFANWENDUNGEN UND DEREN  
EINFLUSS AUF DIE TRANSFORMATION

Klaus Fichter | Johann Tölle | Jens Clausen



# IMPRESSUM

## KURZTITEL

Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

## AUTOREN

Klaus Fichter (Borderstep Institut)

**M** [fichter@borderstep.de](mailto:fichter@borderstep.de)

Johann Tölle (Borderstep Institut)

**M** [johann.friedrich.toelle@uni-oldenburg.de](mailto:johann.friedrich.toelle@uni-oldenburg.de)

Jens Clausen (Borderstep Institut)

**M** [clausen@borderstep.de](mailto:clausen@borderstep.de)

## VERLAG

Eigenverlag: © Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

Clayallee 323 | 14169 Berlin | +49 (0)30 306 45 1000 | [www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)

Ansprechpartner: Prof. Dr. Klaus Fichter

## PROJEKTPARTNER

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (gemeinnützig)

Potsdamer Str. 105 | D-10785 Berlin | Telefon: +49-(0)30 - 884 59 4-0 | [www.ioew.de](http://www.ioew.de)

## ZITIERVORSCHLAG

Fichter, K., Tölle, J. & Clausen, J. (2023). Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung. Berlin: Borderstep Institut.

## TITELBILD

© alphaspirit - Fotolia.com

## FÖRDERMITTELGEBER

Das Projekt „Wasserstoff als Allheilmittel?“ wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderprogramms „INSIGHT: Interdisziplinäre Perspektiven des gesellschaftlichen und technologischen Wandels“.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# INHALTSVERZEICHNIS

Impressum.....	II
Inhaltsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	IV
Glossar .....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Zusammenfassung .....	1
Summary .....	2
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Das Konzept der Richtungssicherheit .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Methodik .....</b>	<b>10</b>
<b>4 Befunde zur Richtungssicherheit in der deutschen Wasserstoffpolitik .....</b>	<b>13</b>
4.1 Konsens und Dissens bei Wasserstoffanwendungen und -technologien.....	13
4.2 Narrative.....	18
4.3 Langfristigkeit und Legitimität der Ziele.....	21
4.4 Planungs- und Investitionssicherheit .....	23
4.5 Rolle der Wissenschaft bei der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit .....	25
<b>5 Fazit und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>29</b>
5.1 Überzeugungen, Narrative und Legitimität im Wasserstoffpfad .....	29
5.2 Die Bedeutung von Richtungssicherheit für Transformationsprozesse .....	30
5.3 Zentrale Befunde zur Rolle von Wissenschaft.....	31
5.4 Limitationen und weiterer Forschungsbedarf.....	32
<b>Quellen.....</b>	<b>33</b>
<b>Anhang 1: Interviewfragen.....</b>	<b>35</b>
<b>Anhang 2: Anonymisierte Liste der interviewten Personen.....</b>	<b>39</b>
<b>Anhang 3: Codesystem mit Codehäufigkeit .....</b>	<b>40</b>
<b>Anhang 4: Erläuterungen der Codes .....</b>	<b>41</b>

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Merkmale von Richtungssicherheit und zugehörige Codes .....	10
Tabelle 2: Im Rahmen der Interviews identifizierte gegensätzliche Narrative im Wasserstoffdiskurs	20

## GLOSSAR

Branching Point (Verzweigungspunkt)	Wichtiger Entscheidungspunkt in einem Technologie- oder Transformationspfad. Die Entscheidungen beteiligter Akteure bestimmen den weiteren Pfadverlauf, also die Frage, ob ein bisheriger Technologiepfad weiterverfolgt oder ein neuer eingeschlagen wird (Verzweigungspunkt). Die Entscheidungen sind durch die Rahmenbedingungen geprägt. Der Ansatz sieht "kreative Akteure" und "einschränkende Strukturen" im Wechselspiel und erkennt den Dualismus von "Struktur" und "Handeln" an.
Narrativ	Identitätsstiftende Erzählung, die in der Regel in einer prägnanten Formulierung zusammengefasst wird und ein hoffnungsgabendes Gestaltungsprogramm zum Ausdruck bringt.
Policy Mix	Arrangement aus politischen Zielen und staatlichen Instrumenten, die sich in vielen Fällen über viele Jahre hinweg entwickeln und verändern. Wichtige Aspekte des Policy Mix sind Konsistenz (Passen die Instrumente zusammen oder gibt es negative Interaktionen?), Kohärenz (Passen die Ziele zusammen oder gibt es Zielkonflikte?) und Glaubwürdigkeit (Ist der Mix für die Zielgruppen glaubwürdig und erscheint er als wirksam).
Richtungssicherheit	Kollektive Überzeugung dominanter Akteure über die Richtigkeit eines sozio-technischen Transformationspfades.
Transformationspfad	Strukturwandel eines sozio-technischen Systems, wie z.B. der Energieversorgung eines Landes oder der Wärmeversorgung von Gebäuden. Die Veränderungen können kontinuierlich oder disruptiv sein. Bislang eingesetzte Technologien können mit innovativen Technologien und Lösungen konkurrieren (Alt-Neu-Wettbewerb), aber die neuen Lösungen können auch untereinander im Wettbewerb stehen (Neu-Neu-Wettbewerb).

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EU	Europäische Union
GW	Gigawatt
H2A?	Wasserstoff als Allmittel?
MdB	Mitglied des Deutschen Bundestages
NWS	Nationale Wasserstoffstrategie

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf Basis der Transformationsforschung und breiter Stakeholder-Partizipation, widmet sich das Forschungsprojekt „Wasserstoff als Allheilmittel? (H2A?)“ unter anderem der Frage, welche Bedeutung Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik hat, wie Richtungssicherheit entsteht und welche Rolle der Wissenschaft dabei zukommt. Richtungssicherheit wird dabei verstanden als die kollektive Überzeugung dominanter Akteure über die Richtigkeit eines sozio-technischen Transformationspfades. Auf Basis von Interviews mit relevanten Akteuren aus Deutschland, die sich mit der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft befassen, liefert die vorliegende Studie wichtige Erkenntnisse zur Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik.

In den Anwendungsfeldern Stahl und Chemie sowie Energiespeicher ist bei den Interviewpartnern ein weitgehender Konsens über die Sinnhaftigkeit der Anwendung von Wasserstoff zu erkennen. Gründe sind hier vor allem mangelnde technologische Alternativen. Im Pkw-Verkehr sehen die meisten befragten Akteure einen klaren Pfad in Richtung E-Mobilität. Im Schwerlastverkehr ergibt sich ein gespaltenes Meinungsbild. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Richtungssicherheit bei bestimmten Mobilitätsanwendungen und bei der Gebäudewärmeversorgung nicht gegeben ist. In den Ausführungen der 15 Interviewpartnerinnen und -partner lassen sich eine Vielzahl an unterschiedlichen Narrativen identifizieren, die sich grob in zwei (gegensätzliche) Grundrichtungen einteilen lassen. Zum einen Narrative, die sich durch eine grundsätzlich optimistische Erwartungshaltung gegenüber Wasserstoff als Energieträger und der Lösungsfähigkeit von Technologien charakterisieren lassen. Zum anderen Narrative, welche Wasserstoff als Energieträger kritisch und differenzierend betrachten. So ergibt sich ein erstes Bild der Narrativ-„Landschaft“ im Wasserstoffdiskurs. Bislang ist kein dominantes Narrativ zu erkennen, welches einen klaren Transformationspfad etabliert.

Die Aussagen der interviewten Personen deuten darauf hin, dass dort, wo unter dominanten Akteuren keine gemeinsame Überzeugung bezüglich eines Transformationspfades herrscht, wo also keine Richtungssicherheit besteht, die Entwicklung eines konsistenten Policy Mix für die Politik schwerfällt. Dies ist z.B. bei der gebäudebezogenen Wärmeversorgung der Fall. Hier steht die relative Einigkeit unter den wissenschaftlichen Akteuren, dass ein Wasserstoffeinsatz aufgrund von effizienteren und günstigeren Alternativen nicht zielführend ist, im Spannungsfeld zu den Interessen der Erdgaswirtschaft. Das „Bombardement“ der Politik mit konträren Narrativen und Argumenten verhindert die Entstehung von Richtungssicherheit und erschwert die Entwicklung eines konsistenten Policy-Mix im Bereich der gebäudebezogenen Wärmeversorgung. Außerdem zeigt die Untersuchung, dass solange Planungs- und Genehmigungsprozesse, regulatorische Maßnahmen (inklusive Förderpolitik) und Fragen des Ordnungsrechtes für Unternehmen nicht ausreichend ausgestaltet bzw. beantwortet sind, Richtungsunsicherheiten bestehen bleiben, wodurch Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft erheblich geschmälert werden.

Die Aussagen der Interviewpartner geben Hinweise zur Rolle wissenschaftlicher Akteure in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit. Unter bestimmten Umständen können wissenschaftliche Studien Einfluss auf die Meinungsbildung von Akteuren der Wasserstoffpolitik nehmen und zur Konstruktion von Richtungssicherheit beitragen. Der Grad des Beitrages zu kollektiven Überzeugungen und Erwartungen scheint von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Neutralität, Anzahl und Reputation der Forschungseinrichtungen, der Zeitdimension der Betrachtung (mittel- bis langfristig) und der Eindeutigkeit der Befunde, abzuhängen.

## SUMMARY

Based on transition research and broad stakeholder participation, the research project "Wasserstoff als Allheilmittel? (H2A?) ("Hydrogen as a panacea?)" addresses, among other things, the question of the importance of directional certainty in hydrogen policy, how directional certainty evolves, and the role of science in this process. Directional certainty is understood as the collective conviction of dominant actors about the correctness of a socio-technical transformation path. Based on interviews with relevant actors from Germany who are involved in the development of the hydrogen economy, this study provides important insights into directional certainty in hydrogen policy:

In the steel and chemicals industry, as well as energy storage, there is a broad consensus among the interviewees about the usefulness of using hydrogen. The main reasons for this are the lack of technological alternatives. In passenger car transport, most of the stakeholders interviewed see a clear path toward e-mobility. In heavy-duty traffic, opinions are divided. The results indicate that there is no directional certainty in certain mobility applications and in building heat supply. In the statements of the 15 interviewees, a large number of different narratives can be identified, which can be roughly divided into two (opposing) basic directions. On the one hand, there are narratives that can be characterized by a fundamentally optimistic attitude towards hydrogen as an energy carrier and the ability of technologies to provide solutions. On the other hand, there are narratives that view hydrogen as an energy carrier critically and differentially. Thus, a first picture of the narrative "landscape" in the hydrogen discourse emerges. So far, no dominant narrative can be identified that establishes a clear transformation path.

The statements of the interviewees indicate that where there is no collective conviction among dominant actors regarding a transformation path, i.e. where there is no directional certainty, the development of a consistent policy mix for politics is difficult. This is the case, for example, with building-related heat supply. Here, the relative unanimity among scientific actors that hydrogen use is not a viable option due to more efficient and less expensive alternatives is in conflict with the interests of the natural gas industry. The "bombardment" of politics with conflicting narratives and arguments prevents the emergence of directional certainty and makes it difficult to develop a consistent policy mix in the field of building-related heat supply. In addition, the study shows that as long as planning and approval processes, regulatory measures (including subsidy policy) and questions of regulatory law are not sufficiently developed or answered, directional uncertainties will remain, which will significantly reduce planning certainty and willingness to invest.

The interviewees' statements provide clues to the role of scientific actors in the construction and evolution of directional certainty. Under certain circumstances, scientific studies can influence the opinion formation of hydrogen policy actors and contribute to the construction of directional certainty. The degree of contribution to collective beliefs and expectations seems to depend on several factors, such as neutrality, number and reputation of research institutions, time dimension of the observation (medium to long term), and uniqueness of the findings.

# 1 Einleitung



# 1 Einleitung

Aufbauend auf Erkenntnissen der interdisziplinären Transformationsforschung<sup>1</sup> und den Befunden des ITA-Vorhabens „Governance radikaler Systeminnovationen (Go)“ über die Bedeutung von Richtungssicherheit für den erfolgreichen Umbau von Energie-, Industrie- und Mobilitätssystemen, beschäftigt sich das Vorhaben „Wasserstoff als Allheilmittel? (H2A?)“ mit aktuellen und geplanten Entwicklungspfaden der Wasserstoffnutzung in unterschiedlichen Anwendungsfeldern wie Industrie, Wärme, Strom und Verkehr und untersucht dabei die Wechselwirkungen mit alternativen Technologien sowie der Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Grundlage dafür ist eine Abschätzung, in welchem Ausmaß die intendierte Nutzung in den Anwendungsfeldern die voraussichtliche Produktion und möglichen Importe von grünem Wasserstoff im Zeitverlauf übersteigt. Die Ergebnisse zeigen, dass knapper Wasserstoff zielgerichtet und sparsam eingesetzt werden muss, um Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz zu gewährleisten (Clausen, 2022). Hieraus ergibt sich ein Bedarf für eine Priorisierung von Wasserstoffanwendungen. Grüner Wasserstoff birgt große Chancen für die Transformation des Energiesystems, seine Verfügbarkeit bleibt im Verhältnis zu den geplanten Bedarfen aber absehbar knapp, selbst wenn man mögliche Importe berücksichtigt. Daher muss die Politik, parallel zur Unterstützung des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft und des Ausbaus der erneuerbaren Energien, eine Priorisierung von Wasserstoffanwendungen vornehmen (Clausen, Fichter, Kern, & Schmelzle, 2022).

Auf Basis der Transformationsforschung und breiter Stakeholder-Partizipation, widmet sich H2A? unter anderem der Frage, welche Bedeutung Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik, den Policy-Mixen und Akteursstrategien hat, wie Richtungssicherheit entsteht und welche Rolle der Wissenschaft dabei zukommt.

Vor diesem Hintergrund möchte der vorliegende Bericht auf Basis von Interviews mit relevanten Akteuren aus Deutschland, die sich mit der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft befassen, Erkenntnisse zu folgenden Forschungsfragen liefern:

- (1) Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es bei den Überzeugungen zur Sinnhaftigkeit verschiedener Herstellungsverfahren und Anwendungsgebiete von Wasserstoff?
- (2) Welche Bedeutung haben kollektive Überzeugungen zur Richtigkeit des Wasserstoffeinsatzes (Richtungssicherheit) für den Wasserstofftransformationspfad?
- (3) Welche Rolle spielen wissenschaftliche Akteure in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit?

---

<sup>1</sup> Die Begriffe "Transition" und "Transformation" werden oft synonym verwendet, können aber unterschiedliche Bedeutungen haben, abhängig vom Kontext. Die Forschung zu Transitionen und Transformationen werden im Englischen in der Regel unter dem Begriff „transition research“ subsumiert. Im Deutschen ist der Terminus „Transformationsforschung“ gängiger. Daher verwenden wir in diesem Bericht die Begriffe „Transformation“ und „Transformationsforschung“ und betrachten diese als synonym mit „Transition“ und „Transitionsforschung“.

## **2 Das Konzept der Richtungssicherheit**

## 2 Das Konzept der Richtungssicherheit

Das Konzept der Richtungssicherheit entstand in einer empirischen Untersuchung des grundlegenden Umbaus von Energie-, Ernährungs- und Mobilitätssystemen (Clausen & Fichter, 2020). Die Auswertung von sieben Fällen radikaler Systemtransformationen zeigt, dass in allen Fällen klare langfristige Ziele und Pläne sowie Maßnahmen zur Legitimierung der betreffenden neuen Technologien oder Systeme eine wesentliche Rolle spielen und somit die Richtungssicherheit fördern. Ein weiterer Faktor, der wesentlich zur Schaffung und Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit beitragen kann, nämlich die Veränderung von Netzwerkstrukturen und Schlüsselakteuren, wurde in vier der sechs erfolgreichen Übergangsfälle festgestellt. Die Etablierung grundlegender neuer Regulierungssysteme, die zu einer langfristigen institutionellen Richtungsstabilisierung beitragen können, findet sich in vier der sechs erfolgreichen Transformationsfälle. Auf der Grundlage ihrer empirischen Ergebnisse haben Clausen und Fichter vier grundlegende politische Strategien identifiziert, die den Übergang von Energie-, Ernährungs- und Mobilitätssystemen effektiv zu fördern und zu beschleunigen scheinen (Clausen & Fichter, 2020, S. 42 ff.):

- (1.) Richtungssicherheit schaffen und erhalten
- (2.) Innovationspolitik und Nischenentwicklung
- (3.) Synchronisierung von Diffusion und Exnovation
- (4.) Entwicklung der Infrastruktur

Während alle grundlegenden Strategien und ihr Zusammenspiel für Transformationspfade<sup>2</sup> relevant erscheinen, ist der Aspekt der Schaffung und Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit in der Innovations- und Transformationsforschung weniger gut untersucht und beachtet (Köhler et al., 2019).

Auf der Grundlage der oben dargelegten Erkenntnisse baut das Konzept der Richtungssicherheit auf der Annahme auf, dass die Schaffung und Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit Schlüsselfaktoren für die Entwicklung und das Tempo von kohlenstoffarmen Übergängen sind. Gemeinsame Überzeugungen unter den Hauptakteuren scheinen einen Transformationsprozess zu fördern und zu beschleunigen; widersprüchliche Überzeugungen scheinen den Prozess zu blockieren und zu verlangsamen. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass richtungsweisende Sicherheit von den an einem Übergangspfad beteiligten Akteuren bewusst beeinflusst, geschaffen und aufrechterhalten werden kann. Es handelt sich also um einen Ansatz, der "kreative Akteure" und "einschränkende Strukturen" anerkennt, wie es das Konzept der „Verzweigungspunkte“ (Branching Points) tut. Das Konzept basiert auf der Annahme, dass "die Governance-Framings oder 'Logiken' der Hauptakteure einen entscheidenden Einfluss auf den Weg zu einem zukünftigen kohlenstoffarmen Energiesystem haben werden" (Foxon et al., 2013b, S. 146 f.). Das Konzept erkennt sowohl die Existenz von "Pfadabhängigkeiten" als auch die Möglichkeit der "Pfadbildung" an. "Mit seinen integrierten Konstrukten der "wichtigen Entscheidungspunkte" (Foxon et al., 2013), "kritischen Entscheidungen" (Rosenbloom, Haley, & Meadowcroft, 2018) und insbesondere der "dominanten Logiken" von "Marktakteuren, staatlichen Akteuren und Akteuren der Zivilgesellschaft" (Foxon et al., 2013b; Lovell und Foxon, 2021) bietet der

---

<sup>2</sup> Unter „Transformationspfad“ wird der Strukturwandel eines sozio-technischen Systems, wie z.B. der Energieversorgung eines Landes oder der Wärmeversorgung von Gebäuden, verstanden. Mit dem Konzept des Transformationspfades wird eine längerfristige Perspektive auf die Veränderungen und den Technologieeinsatz in diesen Systemen vorgenommen. Die Veränderungen können kontinuierlich oder disruptiv sein. Bislang eingesetzte Technologien können mit innovativen Technologien und Lösungen konkurrieren (Alt-Neu-Wettbewerb), aber die neuen Lösungen können auch untereinander im Wettbewerb stehen (Neu-Neu-Wettbewerb). Die Perspektive des „Transformationspfades“ baut auf dem Pfadkonzept der Evolutorischen Ökonomik auf (Fichter & Clausen, 2013, S. 61 ff.).

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Ansatz die Möglichkeit, politische Interventionspunkte und Entscheidungsprozesse zu erfassen und zu erklären.

Während die Akteure die Richtungssicherheit bis zu einem gewissen Grad beeinflussen können, sind sie auch von gemeinsamen Überzeugungen über die Richtung eines bestimmten Transformationspfades abhängig. Daher ist die Richtungssicherheit auch eine einschränkende Struktur in der Entwicklung eines Transformationspfades.

Ausgehend von diesen Annahmen kann der Begriff "Richtungssicherheit" wie folgt definiert werden (Clausen und Fichter, 2020, S. 19 ff.):

*"Richtungssicherheit ist die kollektive Überzeugung dominanter Akteure über die Richtigkeit eines sozio-technischen Transformationspfades".*

Der Transformationspfad bezieht sich auf ein definiertes sozio-technisches System, wie z.B. das Wasserstoffproduktions- und -versorgungssystem eines Landes, die Wärmeversorgung einer Region, das Mobilitätssystem einer Kommune, einen Wirtschaftssektor oder die Umstrukturierung der Energieversorgung eines Landes. In einem demokratisch verfassten Land wird die kollektive Überzeugung in der Regel durch eine parlamentarische oder eine gesellschaftliche Mehrheit vertreten (Kern, Schmelzle, Fichter, & Clausen, 2022).

Wie die theoretischen Grundlagenarbeiten im Vorhabens H2A? zeigen (Kern et al., 2022), steht im Zentrum des Konzepts der Richtungssicherheit das Konstrukt der kollektiven oder geteilten Überzeugungen. Wenn wir dieses Konstrukt mit der Idee der "Governance-Framings oder Logiken" von Schlüsselakteuren aus dem Branching Point-Konzept und der Theorie der dominanten Logik verbinden (Bettis & Prahalad, 1995; Fichter, 2005; Franke & zu Knyphausen-Aufsess, 2014; Prahalad & Bettis, 1986) können wir die Frage, wer diese Überzeugungen teilt, genauer beantworten. Die Antwort lautet, dass die Überzeugungen von dominanten Akteuren in bestimmten Politikfeldern oder zu Verzweigungspunkten geteilt werden. Das heißt, um Richtungssicherheit zu schaffen und zu erhalten, müssen die Überzeugungen nicht von allen geteilt werden, sondern nur oder hauptsächlich von den dominanten Akteuren. Im Hinblick auf "wichtige Entscheidungspunkte" (Foxon et al., 2013) und "kritische Entscheidungen" in Transformationspfaden kann angenommen werden, dass die geteilten Überzeugungen der dominanten Akteure von grundlegender Bedeutung sind.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse und Annahmen kann das Konzept der Richtungssicherheit anhand von acht Schlüsselmerkmalen beschrieben werden:

- ▶ Dominante Akteure in bestimmten Politikfeldern oder Sektoren teilen grundlegende Überzeugungen über bestimmte Technologien und Anwendungsfälle. Diese beziehen sich z.B. auf den Reifegrad (z. B. Technology Readiness Level), die Machbarkeit oder das Zukunftspotenzial bestimmter Technologien für bestimmte Anwendungsfälle. Sie können sich auch auf den Wettbewerbsvorteil oder -nachteil gegenüber bestehenden oder parallel neu entstehenden technologischen Alternativen und deren wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nutzen beziehen.
- ▶ Eine identitätsstiftende Erzählung (Narrativ), die den Transformationspfad und ein hoffnungsgewebendes Gestaltungsprogramm festlegt (Schneidewind, 2018, S. 10).
- ▶ Es ist wahrscheinlich, dass aktive Unterstützer, sogenannte „Promotoren“, oder Netzwerke von Promotoren zu den dominierenden Akteuren gehören und das Entstehen oder die Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit beeinflussen.

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

- ▶ Klare langfristige Ziele und Planungen für das betreffende System sind vorhanden oder im Entstehen begriffen.
- ▶ Den dominanten Akteuren gelingt es, Legitimität von Zielen und Entwicklungspfaden zu schaffen und aufrechtzuerhalten, z.B. durch technologische Rahmungsdimensionen und Taktiken (Hoppmann, Anadon, & Narayanamurti, 2020)
- ▶ Bestehende oder sich entwickelnde Netzwerkstrukturen (Verbände usw.), die die Ziele und den Entwicklungsweg unterstützen.
- ▶ Flankierung durch grundlegende institutionelle Veränderungen, wie z. B. neue unterstützende Gesetze, Verordnungen oder Direktive.
- ▶ Strategische Entscheidungen und Investitionen von Wirtschaftsakteuren (Unternehmen, Risikokapitalgeber, Verbraucher usw.) spiegeln das Vertrauen in eine bestimmte Technologie oder einen Übergangspfad wider.

## **3 Methodik**

### 3 Methodik

Als Datenbasis dieser Analyse dienen 15 semi-strukturierte qualitative Interviews, die zwischen September und November 2022 im Rahmen des Forschungsprojektes „Wasserstoff als Allheilmittel? (H2A?) Richtungssicherheit für Schlüsselentscheidungen über alternative Transformationspfade – INSIGHTS für die Politikgestaltung“ des Borderstep Instituts und des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) als Teil des Arbeitspakets 3 geführt wurden. Dabei wurden relevante Akteure aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung, Forschung und Think Tanks sowie Umweltverbänden interviewt, die sich mit der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft befassen. Die Interviewfragen (vgl. Anhang 1) sowie eine anonymisierte Auflistung der geführten Stakeholderinterviews finden sich im Anhang (siehe Anhang 2).

Ziel der Interviews war es zum einen, Erkenntnisse über die Wirkung des bestehenden Policy Mix auf die Strategien von Akteuren der deutschen Wasserstoffpolitik zu gewinnen. Diese Erkenntnisse sind nicht Gegenstand des vorliegenden Dokuments, sondern werden in einem gesonderten Bericht vorgestellt (Kern et al., 2023). Zum anderen waren die beiden in Kapitel 1 vorgestellten Forschungsfragen zur Richtungssicherheit Gegenstand der Interviews. Dabei ist zu erwähnen, dass die Interviewten zwar nach dem Bedarf zur Priorisierung von Wasserstoffanwendungen gefragt wurden (vgl. Block 2 des Interviewleitfadens in Anhang 1), es wurden aber keine definierten Anwendungsgebiete vorgegeben. Die in den Befunden (vgl. Kapitel 4) dargestellten Nennungen von Anwendungsgebieten wurden durch die Interviewpartner formuliert und kategorisiert.

Die Interviews wurden mit Zustimmung der Interviewten aufgezeichnet, transkribiert und nachfolgend vom Forschungsteam auf etwaige Transkriptionsfehler untersucht und korrigiert. Die gesamte Länge des Interviewmaterials beträgt 11 Std. und 31 min. Die Transkripte wurden anschließend mit einer qualitativen Analysesoftware kodiert und ausgewertet. Ein Code-Baum, der den analytischen Rahmen des H2A?-Forschungsprojektes abbildet, wurde entwickelt und während des Codierungsprozesses iterativ verfeinert (siehe Anhänge 1 bis 4).

Die acht Schlüsselmerkmale von Richtungssicherheit wurden dabei durch folgende Codes abgedeckt:

**Tabelle 1: Merkmale von Richtungssicherheit und zugehörige Codes**

Merkmale von Richtungssicherheit	Codes
1. Dominante Akteure in bestimmten Politikfeldern oder Sektoren teilen grundlegende Überzeugungen über bestimmte Technologien und Anwendungsfälle. Diese beziehen sich z.B. auf den Reifegrad, die Machbarkeit oder das Zukunftspotenzial bestimmter Technologien für bestimmte Anwendungsfälle. Sie können sich auch auf den Wettbewerbsvorteil oder -nachteil gegenüber bestehenden oder neu entstehenden technologischen Alternativen und deren wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nutzen beziehen.	Überzeugungen Technologie Durchführbarkeit Wettbewerbsvorteile
2. Ein identitätsstiftendes Narrativ, das den Transformationspfad und ein hoffnungsgebendes Gestaltungsprogramm festlegt	Identitätsstiftendes Narrativ
3. Es ist wahrscheinlich, dass Promotoren oder Netzwerke von Promotoren zu den dominierenden Akteuren gehören und das Entstehen	Wissenschaftliche Akteure (Fokus auf diese Akteursgruppe)

Merkmale von Richtungssicherheit	Codes
oder die Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit beeinflussen.	aufgrund von Forschungsfrage 3)
4. Klare langfristige Ziele und Planungen für das betreffende System sind vorhanden oder im Entstehen.	Langfristigkeit und Legitimität der Zielsetzung
5. Den dominanten Akteuren gelingt es, Legitimität von Zielen und Entwicklungspfaden zu schaffen und aufrechtzuerhalten, z.B. durch technologische Framing Dimensionen und Taktiken	Langfristigkeit und Legitimität der Zielsetzung
6. Bestehende oder sich entwickelnde Netzwerkstrukturen (Verbände usw.), die die Ziele und den Entwicklungsweg unterstützen.	Unterstützung durch Netzwerkstrukturen
7. Flankierung durch grundlegende institutionelle Veränderungen, wie z. B. neue unterstützende Gesetze.	Institutionelle Veränderungen
8. Strategische Entscheidungen und Investitionen von Wirtschaftsakteuren (Unternehmen, Risikokapitalgebende, Verbraucherinnen und Verbraucher usw.) spiegeln das Vertrauen in eine bestimmte Technologie oder einen Transformationspfad wider.	Planungs- und Investitionssicherheit

In einer ersten Testphase wurde die Zuverlässigkeit der Codierungen überprüft. Für die Zielsetzung dieser Arbeit wurden vor allem die Codierungen des Codes „Richtungssicherheit“, inklusive seiner Unter-codes, und in geringem Maße der Codes „Policy-Mix“ und „Branching Points“ analysiert. Aus den Codierungen wurden relevante Erkenntnisse identifiziert, geclustert und anschließend erkennbare Muster ausgearbeitet.



## **4 Befunde zur Richtungssicherheit in der deutschen Wasserstoffpolitik**

## 4 Befunde zur Richtungssicherheit in der deutschen Wasserstoffpolitik

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Auswertung der geführten Interviews vorgestellt. Dabei wird nicht auf alle acht Aspekte von Richtungssicherheit einzeln eingegangen, sondern diese werden unter folgenden fünf Hauptthemen gebündelt:

- (1.) Konsens und Dissens bei Wasserstoffanwendungen (Punkt 1 aus Tabelle 1)
- (2.) Identitätsstiftende Narrative (Punkt 2 aus Tabelle 1)
- (3.) Langfristigkeit und Legitimität der Ziele (Punkte 4 und 5 aus Tabelle 1)
- (4.) Planungs- und Investitionssicherheit (Punkt 8 aus Tabelle 1)
- (5.) Rolle der Wissenschaft (beleuchtet Punkt 2 aus Tabelle 1 spezifisch mit Blick auf die dritte Forschungsfrage, siehe Kapitel 1).

Wie die Auswertungen zeigen, liefern die Interviews mit Blick auf das Merkmal 3 (Promotoren) und 6 (Netzwerkstrukturen) nur wenige Erkenntnisse. Dies ist u.a. der Tatsache geschuldet, dass die Interviews in AP 3 einen Schwerpunkt beim Thema Policy-Mix hatten. Spezifische Fragen zu Promotoren und Netzwerkstrukturen wurden nicht gestellt. Daher wird im Folgenden auf diese beiden Aspekte nicht näher eingegangen. Merkmal 7 (Flankierung durch grundlegende institutionelle Veränderungen, wie z. B. neue unterstützende Gesetze) sind Schwerpunkt einer gesonderten Auswertung (Kern et al., 2023) und werden daher hier nicht weiter betrachtet.

### 4.1 Konsens und Dissens bei Wasserstoffanwendungen und -technologien

Zur Identifizierung von Richtungssicherheit wurden die Aussagen der Befragten auf übereinstimmende oder entgegengesetzte Einschätzungen und Sichtweisen in Hinblick auf unterschiedliche Wasserstoffanwendungsfelder der im Jahr 2020 von der Bundesregierung verabschiedeten nationalen Wasserstoffstrategie untersucht (Industrie, Verkehr, Wärme) (BMW, 2020). Dabei ist hervorzuheben, dass die Interviewpartner nicht gezielt nach Anwendungsgebieten von Wasserstoff oder gar einzelnen Anwendungen gefragt wurden, sondern dass diese sich bei der Beantwortung anderer Fragen, z.B. zum Bedarf für die Priorisierung von Wasserstoffanwendungen, zu einzelnen Anwendungsgebieten geäußert haben. Von den Interviewpartnern werden Aussagen zu den Anwendungsfeldern Stahlproduktion, chemische Industrie, Wasserstoff als Energiespeicher, Schwerlastverkehr, Schifffahrt, Flugverkehr, Pkw-Verkehr und der Niedertemperaturwärme getroffen, weswegen diese im Folgenden näher beleuchtet werden. Ziel ist es dabei, Muster zu erkennen, die auf Konsens oder Dissens über den Einsatz von Wasserstoff in diesen Sektoren schließen lassen. In der Auswertung werden die Aussagen auch im Lichte der Auswertung wissenschaftlicher Studien reflektiert, die in Arbeitspaket 2 des Vorhabens vorgenommen wurde (Clausen, 2022).

#### Stahlproduktion und Chemische Industrie

In den Sektoren Stahl und Chemie lässt sich weitestgehend ein Konsens hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstoff erkennen. Alle Akteure, die sich eindeutig zu diesen Sektoren äußern (I1, I3, I7, I10, I11) sind sich einig, dass in diesen der Einsatz von Wasserstoff unabdingbar ist. Als Hauptgrund wird eine technische Alternativlosigkeit angeführt, da Wasserstoff momentan der einzige Energieträger ist, der eine Dekarbonisierung dieser Sektoren gewährleisten kann:

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

*„Ich kann Stahl zumindest technologisch heute noch nicht gut mit Strom machen. Da sind wir noch zehn, 15 Jahre technologisch hinten dran. Also bleibt eigentlich nur die Wasserstoff-Option. Und dass Wasserstoff im Chemiebereich eine Rolle spielt, wissen wir alle aus dem Chemieunterricht in der Schule.“ (I1)*

Diese Position findet sich auch im Fortschrittsbericht der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung wieder, die eine Wasserstoffanwendung in diesen Sektoren insbesondere dann vorsieht, „wenn eine direkte Elektrifizierung technisch nicht möglich ist oder nicht ausreicht, um die gesetzten CO<sub>2</sub>-Äq-Einsparungsziele bis 2045 zu erreichen“ (BMWK, 2022, S. 39) und Wasserstoff zur Erreichung der Ziele des Emissionspfades des Industriesektors bis 2030 eine „wichtige Rolle“ (S.40) beimisst. Ein besonderes Augenmerk wird auf die energieintensiven Bereiche Stahl und Chemie gelegt, da diese 2021 für etwa die Hälfte der Treibhausgasemissionen des Industriesektors verantwortlich waren (BMWK, 2022, S. 40). Als weiterer Grund wird von einigen Akteuren (I3, I6, I11) die Knappheit grünen Wasserstoffs angeführt, die zu einer Priorisierung von Sektoren mit großer CO<sub>2</sub>-mindernden Hebelwirkung drängt, zu denen in der Industrie vor allem die energieintensiven Bereiche Stahlproduktion und Chemie zählen (BMWK, 2022).

### Wasserstoff als chemischer Stromspeicher

Die vorteilhafte Funktion, durch grünen Wasserstoff klimafreundliche Energie, z. B. überschüssigen Wind- und Sonnenstrom, längerfristig zu speichern, um diese räumlich und zeitlich versetzt zu verwenden, wird von einigen wenigen Akteuren aus der Politik (I9) und Wirtschaft (I8, I14) angesprochen und als positiv bis hin zu notwendig bewertet. Die Speichereigenschaft von Wasserstoff als Energieträger ist für eine verlässliche und planbare Versorgung mit erneuerbaren Energien von grundlegender Bedeutung und konnte bisher nicht durch andere marktreife technologische Lösungen geschaffen werden. So bemerkt ein Akteur, „dass Wasserstoff ein superwichtiges Langfrist-Speichermedium ist, was wir sonst nicht haben, nichts Vergleichbares, um eben den erneuerbaren Strom wann anders zu verbrauchen“ (I9).

### Schwerlastverkehr

Hinsichtlich der Nutzung von Wasserstoff im Schwerlastverkehr lassen sich gegensätzliche Einschätzungen und Sichtweisen identifizieren. Es sprechen sich Akteure sowohl für als auch gegen den Einsatz von Wasserstoff aus. Zentrale Punkte der Meinungsverschiedenheiten sind hier vor allem die unterschiedlichen Abschätzungen hinsichtlich der Geschwindigkeit, Last und Reichweite von brennstoffzellenbasierten und batteriebasierten Lkws. Einige Akteure aus Forschung (I1) und Wirtschaft (I12, I14) stellen den Einsatz bzw. die sukzessive Einführung von Wasserstoff in Form von synthetischen Kraftstoffen bei Lkws nicht in Frage oder sehen ihn im Vergleich zu einem batterieelektrischen Antrieb als überlegen an. Akteure aus Zivilgesellschaft (I3) und Forschung (I13) schließen den Einsatz von batterieelektrischen Antrieben im Schwerlastverkehr nicht aus, wenn diese aus technischen und ökonomischen Gesichtspunkten mit brennstoffzellbasierten Antrieben mithalten können. Elektromobilität solle eingesetzt werden, wenn die Lkws dadurch nicht zu schwer würden und eine angemessene Reichweite gewährleistet sei. Einige Akteure aus der Wirtschaft (I8, I12) und Forschung (I13) weisen auf die hohen Kosten von Brennstoffzellenantrieben und die schnelle technologische Entwicklung sowie die geringer werdenden Kosten für batteriebetriebene Lkws hin. So wird angedeutet, dass die Entscheidung, welcher Antrieb in Zukunft Verwendung finden könnte, über Marktmechanismen

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

entschieden werden könnte. Zu differenzieren ist in diesem Zusammenhang auch die Anwendung im Nah- und Fernverkehr. So ist ein Interviewpartner aus der Forschung der Überzeugung (I13), „*dass definitiv der städtische Lieferverkehr und sogar schon weite Teile des regionalen Lieferverkehrs, batterieelektrisch machbar und ökonomisch sinnvoll für die Betreiber*“ seien und im Fernverkehr Wasserstoff eine relevante Rolle spielen könne (10 - 40 % Marktanteil). Die damit verbundene Bedingung, dass Wasserstoff „*sehr schnell, sehr billig*“ (ebd.) werden müsse und die substanziellen Kosten eines Tankstellennetaufbaus geschultert werden müssten, dürften dabei aber nicht übersehen werden. Der Dissens im Schwerlastverkehr werde außerdem durch Unsicherheiten hinsichtlich der Wasserstoffverfügbarkeit geschürt:

*„Da gibt es große Fragezeichen, ob der Wasserstoff sehr schnell sehr billig wird, weil der Aufbau von Elektrolyseleistungen in Europa und auch außerhalb Europas einfach Zeit braucht“ (I13)*

### Schifffahrt und Flugverkehr

Es äußern sich Akteure aus der Forschung (I1, I6) und Zivilgesellschaft (I3, I10) zum Einsatz von Wasserstoff in Schifffahrt und Flugverkehr. Die Meinungen fallen einheitlich für die Nutzung von Wasserstoff bzw. synthetischen Treibstoffen in diesen Sektoren aus. Hier wird als einziges Argument eine technologische Alternativlosigkeit angeführt.

*„Im Verkehrssektor brauchen wir es [Wasserstoff] sicherlich auch dort, wo wir nicht elektrifizieren können, wo die Batterien ganz einfach zu schwer sind, um in der Luft zu fliegen oder in einem Schiff zu fahren, also im Verkehrssektor bei Flügen und bei Schiffen in jeden Fall.“ (I3)*

### Pkw

In der Pkw-Mobilität ergibt sich ein differenziertes Bild: Auf der einen Seite sehen Akteure aus Forschung (I13, I15), Wirtschaft (I12) und Zivilgesellschaft (I3, I10) batteriebetriebene Elektrofahrzeuge als die dominante Alternative gegenüber Fahrzeugen auf Basis von Brennstoffzellentechnologie an. Als Argumente werden die Knappheit von Wasserstoff, die schwache Wasserstofftankstelleninfrastruktur und Vorsprünge von E-Autos in Sachen Energieeffizienz angeführt. Ebenso seien Anzeichen erkennbar, dass im Automobilmarkt in Richtung E-Mobilität entschieden wurde oder noch entschieden werde (I13, I15). Ein Interviewpartner aus der Forschung (I13) führt an, dass die Förderinstrumente für alternative Antriebe technologieneutral seien. Es gelten dieselben Fördersätze für Wasserstoff- und Elektro-Pkw. Das Angebot und die Nachfrage von Wasserstoffautos sei jedoch marginal, was darauf schließen lasse, dass sich Anbietende und Konsumierende relativ klar gegen Wasserstoffautos entschieden hätten.

Auf der anderen Seite äußern sich Interviewpartner aus der Gas-, Energie- und Automobilwirtschaft (I2, I8, I12) offener zum Einsatz von Wasserstoff im Pkw-Verkehr. Sie sehen in Brennstoffzellen oder synthetischen Treibstoffen eine mögliche Ergänzung zur elektrischen Pkw-Mobilität und warnen vor einer zu einseitigen Technologiefokussierung. Zum einen wird argumentiert, dass ein Ausschließen wasserstoffbasierter Pkw-Mobilität den technologischen Lösungsraum beschränken würde und daher die optimale Lösung für die Pkw-Mobilität mittel- bis langfristig negativ beeinträchtigen könnte.

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Kritisch beurteilt wird auch die Skalierbarkeit von E-Mobilität im Pkw-Sektor. Es sei unbedacht, auf Basis eines geringen Marktanteils von E-Autos Schlüsse auf den gesamten Pkw-Sektor zu ziehen.

*„Das heißt, wir laufen Gefahr und das glaube ich wirklich, wir laufen Gefahr, wenn wir die Werkzeugauswahl einschränken, dass wir irgendwann zu einem Punkt kommen, dass wir fest-stellen, wir können das nicht in Gänze lösen (...). Wir übertragen gerade ein Prozent Elektrifizierung auf 99 Prozent weitere Prozent des Verkehrssektors, ja? Und zu sagen: ‘Ja, mit diesem einen Prozent funktioniert es ja auch, dann wird es mit den 99 Prozent auch funktionieren’, halte ich für gefährlich“ (I8).*

Es müssten auch die Systemsicherheit und Abhängigkeiten zwischen Sektoren innerhalb des Energiesystems in Erwägung gezogen werden. Auch wenn das E-Auto als effizienteste Technologie gelte, so müsse auch die (saisonale) Stromverfügbarkeit beispielsweise im Falle eines Wärmepumpen-basierenden Wärmesektors betrachtet werden. Im Winter benötigten Wärmepumpen mehr Strom als im Sommer, daher müsse nach Ansicht einzelner Interviewpartner in der Saison auf Stromengpässe geachtet werden (I2), was in bestimmten Situationen für wasserstoffbetriebene Pkws sprechen würde.

Für die Branche selbst scheint dagegen die Richtungssicherheit vollständig gegeben. Nicht nur, dass weltweit Investitionen in zwei-, wenn nicht gar dreistelliger Milliardenhöhe in den batterieelektrischen Antrieb erfolgen, auch die Entwicklung des Absatzmarktes verläuft in einer absolut klaren Richtung. Während in Deutschland in den Monaten Januar bis April 2023 um 18,5 % mehr batterieelektrische Pkw abgesetzt wurden als im gleichen Zeitraum 2022, ging der Absatz von Fahrzeugen mit Wasserstoff-Brennstoffzelle um 44 % zurück (Kraftfahrtbundesamt, 2023), so dass in diesem Zeitraum um einen Faktor von 1.500 mehr batterieelektrische Pkw als Wasserstoffautos verkauft wurden.

### Niedertemperaturwärme

Der Wärmesektor verlangt eine differenzierte Betrachtung. Von den befragten Akteuren wird hier vor allem die Niedertemperaturwärme angesprochen. Diskutiert wird hauptsächlich, ob für die dezentrale Beheizung von Gebäuden der Einsatz von Wasserstoff oder von Wärmepumpen zu priorisieren ist. Der flächendeckende Einsatz von Wärmepumpen wird von Akteuren aus der Forschung (I1, I15) und Zivilgesellschaft (I3) befürwortet. So weist ein Interviewter (I15) auf eine Metastudie hin, die zu dem Fazit kam, dass die Dekarbonisierung im Wärmesektor hauptsächlich durch den Einsatz der Wärmepumpe und nicht durch Wasserstoff erfolgen sollte, da bereits ein Großteil des Gebäudebestands einsatzbereit für eine Wärmepumpe sei und weitere Gebäude durch niedrige Investitionen einsatzbereit gemacht werden könnten. Außerdem lasse sich mit der Wärmepumpe eine sozial gerechte Wärmewende besser realisieren, da diese Technologie zielgerichteter gefördert werden und Haushalte, in denen sich der Einbau einer Wärmepumpe als schwierig herausstellt, besser unterstützt werden könnten. Ein anderer Akteur aus der Forschung (I1) befürwortet die Förderung der Wärmepumpe und argumentiert, dass mit dieser das Ziel, dass ab 2024 neu eingebaute Heizungsanlagen in Gebäuden zu mindestens 65 % mit Erneuerbaren Energien betrieben werden müssen, realisierbar sei. Eine Interviewpartnerin (I3) plädiert für den Einsatz von Wärmepumpen überall dort, wo es technisch möglich sei. Andererseits sprechen sich Akteure aus der Wirtschaft (I4, I7), Forschung (I5) und Politik (I11) auch für eine parallele Betrachtung und Offenhaltung sowohl eines Wasserstoff- als auch eines Wärmepumpenpfads aus. Beide Technologien werden als wichtig erachtet und sollten

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

zumindest in Erwägung gezogen werden. So kommt ein Wirtschaftsakteur (I4) zu dem Schluss, dass die Wärmepumpentechnologie „gehyped“ werde und eine Förderung sowohl für Wärmepumpen als auch für wasserstoffbetriebene Heizungen sinnvoll wäre. Zu einem ähnlichen Schluss kommt ein Forschungsakteur (I5), der beide Technologien als valide Defossilisierungsoptionen sieht und die Meinung vertritt, dass sich die Auswahl nach der zukünftigen Wasserstoffverfügbarkeit richten solle.

Besonders kontrovers sind die Einschätzungen zum Einbau von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden und der alternativen Weiterverwendung des Gasverteilnetzes durch die Substitution von Erdgas mit Wasserstoff. Ein Interviewpartner (I15) aus der Forschung bezeichnet die Ansicht, dass die meisten Bestandsgebäude, die nicht energetisch saniert sind, nicht für den Einbau einer Wärmepumpe geeignet seien, als hartnäckigen Mythos. Zwei Drittel der Gebäude seien einsatzbereit und weitere 30 % durch niedrige Investitionen einsatzbereit zu machen. Außerdem habe der Markt in der Hinsicht schon entschieden, da der Absatz von Wärmepumpen den von „Wasserstoff-ready“-Boilern bei weitem übersteige. Aus der Wirtschaftsakteursgruppe (I14) wird ebenfalls Zweifel an der Sinnhaftigkeit einer Erweiterung oder Nutzung des Erdgasnetzes für Wasserstoff geäußert. Dies mache keinen Sinn, weil gar nicht die richtige Auslastung erreicht werden würde. Dagegen positioniert sich ein anderer Wirtschaftsakteur (I2) kritisch gegenüber angeblichen Gasnetzrückbauten oder Gasheizungsverböten und verweist in dem Zusammenhang auf 1,7 Mio. Industrie- und Gewerbekunden, die am Gasnetz angeschlossen seien und für die noch keine Sicherheit bestehe, durch technische Alternativen aufgefangen zu werden. Bei letzterem Argument ist anzumerken, dass der Interviewte hier die Anwendung von Wasserstoff für die Gebäudewärmeversorgung mit jenem für den industriellen Einsatz argumentativ vermischt. Außerdem gäbe es noch viele Bestandsgebäude, die keinen Wärmepumpeneinbau zuließen. Ein Akteur aus einem Umweltverband (I10) äußert den Eindruck, dass sich „Erdgasinfrastrukturbesitzer“ für den breiten Einsatz von Wasserstoff in Haushalten einsetzen würden. Maßnahmen der Bundesregierung würden darüber entscheiden, inwieweit das „natürliche Infrastrukturmonopol“ von Erdgas aufrechterhalten werde.

Unabhängig der unterschiedlichen Überzeugungen, ob Wasserstoff oder Wärmepumpe die geeignetere Technologie für die Dekarbonisierung der Gebäudewärmeversorgung sei, räumen mehr als die Hälfte der Akteure aus allen Gruppen Unsicherheiten und Herausforderungen hinsichtlich einer möglichen großflächigen Umstellung auf Wärmepumpen ein. So wird die Debatte mit einer Form des Suchprozesses gleichgestellt (I6) und es werden „Unschärfbereiche“ bzw. „Unsicherheitsbereiche“ (I11) in der Diskussion identifiziert. Ebenso bleibe ein Restanteil an Gebäuden, in denen keine Wärmepumpe eingebaut werden könne, bemerkt ein Akteur aus der Zivilgesellschaft (I3). Des Weiteren werden ökonomische Herausforderungen wie nicht vorhandene Installationskapazitäten, Fachkräftemangel und lange Installationszeiten angesprochen (I15). Außerdem träfe hohe Nachfrage auf ein (noch) geringes Angebot, was zu Lieferengpässen und massiven Preissteigerungen führen würde (I14). Ein Forscher eines Think Tanks (I5) merkt komplexe Eigentümerinfrastrukturen, z. B. in Mehrfamilienhäusern, als große Herausforderung eines flächendeckendem Wärmepumpeneinsatzes an.

### Fazit

Auch wenn die Interviewten nicht gezielt nach dem Einsatz von Wasserstoff in unterschiedlichen Anwendungsfeldern befragt wurden und die Anzahl von 15 Interviews sicher keine repräsentativen oder verallgemeinerungsfähigen Aussagen zulassen, deuten sich in den Einschätzungen der Befragten klare Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Überzeugungen zur Sinnhaftigkeit des

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Wasserstoffeinsatzes an, die für die Hypothesenbildung in weiteren Untersuchungen herangezogen werden können:

In den Anwendungsfeldern Stahl und Chemie sowie Energiespeicher ist bei den Interviewpartnern weitgehend Konsens für die breite Anwendung von Wasserstoff zu erkennen. Hier decken sich die Befunde mit den Ergebnissen aus dem Arbeitspaket (AP) 2 des Vorhabens „Wasserstoff als Allheilmittel?“ (Clausen et al., 2022). Gründe sind hier vor allem mangelnde technologische Alternativen.

Im Pkw- und Schwerlastverkehr und im Bereich der Gebäudeheizung ergeben sich differenzierte Bilder. In diesen Sektoren ist unter den Interviewpartnern kein Konsens hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstofftechnologien zu erkennen. Unterschiedliche Überzeugungen der befragten Akteure hinsichtlich Wasserstoffanwendungsfeldern sowie der technologischen Reife und der Etablierung von Wasserstofftechnologien deuten darauf hin, dass hier eine Richtungssicherheit noch nicht besteht. Die Befunde aus den Interviews weichen hier von den Befunden aus AP 2 ab (Clausen, 2022, S. 3 ff.; Clausen et al., 2022). Dort wurde für die Anwendungsbereiche Pkw, Busse, schwere Lkw und Gebäudeheizung ein weitgehender wissenschaftlicher Konsens dahingehend identifiziert, dass die Anwendung von Wasserstoff in diesen Bereichen als weitgehend nicht sinnvoll erachtet wird. Ein wesentlicher Grund für die unterschiedlichen Befunde könnte Folgender sein: Während sich die Untersuchung in AP 2 auf wissenschaftliche Studien und damit auf Erkenntnisse und Positionen wissenschaftlicher Akteure bezieht, wurden für die vorliegende Studie Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern unterschiedlicher Akteursgruppen (Wirtschaft, Verwaltung, Umweltverbände, Wissenschaft) herangezogen. Die größere Heterogenität der Befragten korrespondiert mit einem breiteren Spektrum an Interessen und Überzeugungen, was nicht überrascht. Letzteres lässt sich auch an den Befunden zu von jeweiligen Akteursgruppen verwendeten Narrativen erkennen, die im folgenden Kapitel behandelt werden.

### 4.2 Narrative

Die Interviews der Akteure wurden auf Narrative hin analysiert. Als Narrative werden sinnstiftende Erzählungen verstanden, die Werte und Emotionen transportieren und die Funktion eines hoffnunggebenden Gestaltungsprogramm innehaben (Schneidewind, 2018, S. 10). Nach Narrativen wurde in den Interviews nicht explizit gefragt. Es handelt sich dabei um ein von uns verwendetes Konstrukt, das auf Basis der Aussagen der Interviewten zu verschiedenen Fragen von uns abgeleitet und identifiziert wurde.

Unter den Befragten geht niemand soweit, Wasserstoff sinngemäß als technologisches Allheilmittel darzustellen. Einige Interviewte weisen jedoch auf die Tendenz hin, dass fachliche Laien in der Politik sich mit diesem Narrativ anfreunden (I2). Ein Akteur aus der Forschung (I15) merkt außerdem an, dass sich „unter dem Schirm der Technologieoffenheit“ oftmals eine „Silver-Bullet-Hoffnung“ verberge und dass diese Hoffnung auf eine problemlösende Technologie im Diskurs relativ stark vertreten sei. Dies unterstützt auch ein Akteur aus der Gaswirtschaft (I2). Ein anderer Akteur aus der Energiewirtschaft (I7) räumt zwar ein, dass Wasserstoff nicht das „Heilmittel“ sei, „weil tatsächlich diese Mengen vermutlich auf absehbare Zeit nicht zur Verfügung stehen“. Andererseits solle man trotzdem bereit sein, einen „offeneren Ansatz“ zu diskutieren:

*„Wir haben gerade im Bereich Industrie und Gewerbe durchaus Anwendungsfälle, wo wir mit einer Elektrifizierung mit Großwärmepumpen allein nicht*

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

*hinkommen, weil die Temperaturniveaus beispielsweise einfach so sind, dass das nicht effizient darzustellen ist. Das heißt, da brauchen wir in irgendeiner Form molekülgebundene Energieträger. Idealerweise dann besser früher als später dekarbonisiert. Und da bietet sich natürlich Wasserstoff an. Und dann bin ich in einer Situation, dass ich schauen kann, dass ich im Verteilnetzbereich auf Wasserstoff umstelle. Nicht nur für den Industriekunden, sondern idealerweise auch für die angeschlossenen Nutzer“.*

Für eine differenzierte Nutzung, also eine priorisierte Nutzung von Wasserstoff auf Grund potenziell geringer Verfügbarkeit, sprechen sich vor allem Akteure aus der Forschung (I1, I5, I6, I13) aus. In dieser interviewten Akteursgruppe herrscht sehr klar die Einschätzung vor, dass es Wasserstoff auf absehbare Zeit nicht „im Überfluss“ geben wird (I1) und er „ein rares Gut“ darstelle (I6) und „ein seltenes Gut“ bleiben werde, „zumindest die nächsten paar Jahre“ (I5) bzw. „mindestens für den Zeitraum bis irgendwie so Anfang Mitte der 20er-/30er-Jahre“. Wasserstoff solle nach Ansicht eines interviewten Vertreters eines Think Tanks (I6) dort verwendet werden, wo er am dringendsten benötigt wird bzw. den größten Nutzen entfalten kann. Ein Akteur eines Wirtschaftsverbandes Energiewirtschaft (I4) warnt jedoch davor, dass eine Überbetonung der Knappheit zu einer „selbsterfüllenden Prophezeiung“ werden könnte. Es gebe „sehr, sehr viele Regionen in der Welt, die bereit sind, sich da zu engagieren“ und auch Europa habe „sehr große Potenziale“, weswegen er die Sicht eines knappen Gutes nicht teile (ebd.) Dass auch der Markt eine ökonomische Priorisierungsfunktion hat, wird zwar von Wirtschaft (I8) und Forschung (I15, I13) geteilt, jedoch weisen Akteure aus letzterer Gruppe darauf hin, dass vor dem Hintergrund drängender Klimaentscheidungen der marktbasierter Durchsetzungseffekt zu langsam eintreten könnte. Außerdem könne es aus Sicht personeller und finanzieller Kapazitäten effizienter sein, wenige anstatt viele alternative Technologiepfade zu fördern.

In diesem Kontext findet das besonders unter den Wirtschaftsakteuren (I2, I4, I7, I8, I12) dominante Schlagwort der „Technologieoffenheit“ oder des „technologieoffenen Klimaschutzes“ (I12) Verwendung. Dieser nicht eindeutig definierte Begriff bezeichnet im Allgemeinen die Einstellung, dass der Staat möglichst wenig durch Förderungen oder Verbote in die Auswahl geeigneter Dekarbonisierungstechnologien eingreifen solle. Stattdessen würden Marktmechanismen dafür sorgen, dass sich die optimale Technologie durchsetze. Die Begriffe spiegeln eine Grundhaltung wider, die sich für einen „größeren Lösungsraum“ (I7) für das Problem der Dekarbonisierung ausspricht. Andere Interviewte heben hervor, dass dabei übersehen werde, dass beispielsweise im Pkw-Mobilitätssektor wasserstoff- und batteriebasierte Antriebe gleichermaßen, also durchaus „technologieneutral“ (I13), gefördert werden. Ein politischer Akteur (I9) bezeichnet daher das Technologieoffenheit-Narrativ als „Scheinargument“ und „Denktradition“, welches den etablierten und mächtigen Akteuren dazu diene, einen „Platzhirschvorteil“ zu erlangen bzw. sich diesen zu sichern, beispielsweise die Erdgasinfrastruktur durch „Wasserstoffnachnutzung“ weiterzuverwenden. Beobachtbar sei eine „Goldgräberstimmung“ von Akteuren, die sich mit der Hoffnung auf Profit für eine zukünftige Wasserstoffindustrie mobilisieren würden. Das Technologieoffenheit-Narrativ wird von einem Interviewpartner (I6) der FDP und teilweise der CDU attribuiert.

Abseits der Technologieoffenheit finden sich weitere Narrative. Ein Akteur aus der Zivilgesellschaft (I10) plädiert für eine intensivere Auseinandersetzung mit Suffizienz in der Diskussion um die Umwandlung des Energiesystems. Es brauche eine Diskussion über Anwendungsbereiche, in denen durch genügsameren Verbrauch der Druck auf das Energiesystem und den Wasserstoffhochlauf gemindert werden könne. Beispielsweise könne durch geringeren Fleischkonsum die



## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Düngemittelproduktion gesenkt und damit der Wasserstoffbedarf in der chemischen Industrie gesenkt werden. Andere Befragte aus Zivilgesellschaft (I3) und Wirtschaft (I4) vertreten ein „Muddling through“, welches sich durch eine mutige und pragmatische Herangehensweise auszeichnet. Der Fokus solle auf dem „Loslegen“ und dem „Anfangen“ liegen, in dem auch die Partizipation der lokalen Bevölkerung mit einbezogen werden solle. Angesprochen wird außerdem der Begriff des „Ressourcenfluchs“ (I10). Der hier attribuierte „Importoptimismus“ von Wasserstoff könne zu einer Ressourcenabhängigkeit der Bundesregierung führen, ähnlich wie bei der Energiekrise in Folge des Krieges in der Ukraine zu beobachten war.

Damit lassen sich in den Interviews mindestens zwölf Narrative identifizieren, die sich grob in zwei gegensätzliche Gruppen von Erzählungen einordnen lassen. Zum einen Narrative, die sich durch eine grundsätzlich optimistische Erwartungshaltung gegenüber der zukünftigen Verfügbarkeit von Wasserstoff als Energieträger auszeichnen und eher wenig staatlichen Steuerungsbedarf implizieren. Zum anderen lassen sich Narrative finden, die den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger eher differenziert beurteilen und daher einen eher hohen staatlichen Steuerungsbedarf sehen.

**Tabelle 2: Im Rahmen der Interviews identifizierte gegensätzliche Narrative im Wasserstoffdiskurs**

<b>Optimistisch / Steuerungsarm</b>	<b>Differenziert / Steuerungsintensiv</b>
Wasserstoff kann universell eingesetzt werden. Die Verfügbarkeit wird sich ergeben.	Differenzierte und priorisierte Nutzung von H <sub>2</sub> ist aufgrund mittelfristiger Knappheit nötig.
Technologieoffenheit ist zu gewährleisten, da Innovationen die Performance verschiedener Technologien ändern können.	Begründete Technologiefestlegungen schaffen Planungssicherheit für Investitionen und vermeiden kostenintensive parallele Infrastrukturen.
Technologie ist zentrale Problemlöser.	Suffizienz ist der wirksamere Problemlöser.
Bottom-up: Einfach machen! Die dezentrale Marktsteuerung wird es richten.	Top-down: Es braucht eine langfristige, abgestimmte und zentrale Planung (Roadmapping).
Goldgräberstimmung: Alle profitieren von Wasserstoff!	Differenzierte Marktbetrachtung: Wasserstoff ist nicht überall wirtschaftlich und profitabel.
Importoptimismus: Der Import sichert die Verfügbarkeit von ausreichend Wasserstoff.	Importabhängigkeit: Importe werden unsicher bleiben und neue Abhängigkeiten schaffen.

Es ist wichtig anzumerken, dass sich die meisten Akteure zwar zu einem der Narrative oder zumindest einer der beiden Grundrichtungen zuordnen lassen, jedoch in der Intensität der Überzeugung variieren. Ebenso sind die gegenüberliegenden „Narrativ-Paare“ eher als Extrempole eines Überzeugungsspektrums zu sehen, auf dem sich die Einstellungen der Akteure bewegen. Ferner handelt es sich nicht immer um die Überzeugungen der Interviewpartner, sondern auch um Beobachtungen der Erzählungen anderer Stakeholdergruppen. Insofern skizziert Tabelle 2 die Narrativ-„Landschaft“ im Wasserstoffdiskurs. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

### Fazit

Es lässt sich eine Vielzahl an unterschiedlichen Narrativen identifizieren, die sich grob in zwei (gegensätzliche) Grundrichtungen einteilen lassen. Zum einen Narrative, die sich durch eine grundsätzlich

optimistische Erwartungshaltung gegenüber Wasserstoff als Energieträger und der Lösungsfähigkeit von Technologien charakterisieren lassen; wesentlicher Teil der Erzählung ist, dass der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft nur ein geringes Maß an staatlicher Steuerung benötigt. Zum anderen Narrative, welche Wasserstoff als Energieträger eher differenzierend betrachten und als steuerungsintensiv charakterisiert werden können. So ergibt sich ein erstes Bild der Narrativ-„Landschaft“ im Wasserstoffdiskurs. Unter der Vielzahl an Narrativen lässt sich (noch) kein dominantes bzw. unumstrittenes Narrativ erkennen, welches einen dominanten Transformationspfad und ein identitätsstiftendes und hoffnungsgebendes Gestaltungsprogramm für die Gesellschaft etabliert.

### 4.3 Langfristigkeit und Legitimität der Ziele

Wichtige Schlüsselmerkmale für die Existenz oder Emergenz von Richtungssicherheit in einem System sind klare langfristige Ziele und Planungen von dominanten Akteuren sowie die Legitimität dieser Ziele und Entwicklungspfade. Die Aussagen der befragten Interviewpartner wurden daraufhin untersucht, ob für sie diese klaren Ziele und Glaubwürdigkeit der Politik und der Wirtschaft erkennbar seien. Ebenso wurden ihre Aussagen auf Merkmale wahrgenommener fundamentaler institutioneller Veränderungen, wie neue Gesetze oder Organe, hin analysiert.

Es wird von Akteuren aus der Nachhaltigkeits- und Energieforschung (I1, I15), der Zivilgesellschaft (I3) und der Politik (I11) anerkannt, dass die Existenz der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) als prinzipiell positiv anzusehen ist. Ebenso wird positiv beurteilt, dass eine zunehmende „Dynamik“ innerhalb der nationalen Wasserstoffdebatte festzustellen sei. So schätzen zwei Befragte aus der Forschung (I1, I5) die Bundesregierung dahingehend als glaubwürdig ein, die Ernsthaftigkeit und Dringlichkeit der Wasserstoffsituation erkannt zu haben. Ein Akteur aus der Wärmepumpenbranche (I14) sieht im Kontext dieses Diskurses den Klimaschutz als eines der übergeordneten Ziele und vertritt die Ansicht die Bundesregierung treibe dieses Ziel „gut und konsequent“ voran. Ähnlich schätzt es ein Vertreter der Energieforschung (I15) ein. Die Ziele zur Klimaneutralität seien da und die Bestrebungen ernst zu nehmen. Wichtig sei, dass die NWS nun kontinuierlich weiterentwickelt werden müsste, äußert sich ein Nachhaltigkeitsforscher (I1) und lobt gleichzeitig nicht nur die Existenz der NWS, sondern auch die Tatsache, dass die Regierung auch einen Wasserstoffbeauftragten im BMBF ernannt hat.

Allerdings erfahren die Zielsetzungen und Strategien der Bundesregierung auch Kritik von den befragten Akteuren. Die NWS sei zu spät gekommen und als Teil der Energiewende „verschlafen“ worden, äußert sich ein Akteur aus dem Umweltschutz (I10), dort sei „noch extrem viel Potential und Aufholbedarf“. Ein politischer Vertreter (I11) bewertet die NWS 2020 in Bezug auf klar definierte Ziele als „nicht wahnsinnig gut“: Eckpunkte und Zielbestimmungen verblieben auf einem „relativ allgemeinen Niveau“ und seien selten quantifiziert. Ebenso verlaufe die Umsetzung unstrukturiert und nach „Resortlogik“. Ministerien würden weitestgehend unabhängig, „ohne großes Bezug-aufeinander-Nehmen“ Maßnahmen formulieren bzw. durchführen und sich nur wenig abstimmen. Die Maßnahmen zur Erreichung der gesetzten Ziele kritisiert auch ein Wissenschaftsakteur aus der Energieforschung (I15) als momentan noch nicht ausreichend:

*„Also gerade im Gebäudesektor wurden die Klimaziele jetzt zwei Jahre infolge verfehlt und die werden vermutlich auch in den nächsten zwei bis fünf bis sieben Jahren nicht auf einen Ziel-kompatiblen Part gelenkt werden können.“*

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Der Akteur beruft sich dabei auf Analysen des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), welche das Erreichen des EU-Ziels von hundert GW Elektrolysekapazität bis 2030 als sehr unwahrscheinlich einschätzt. Auch wenn dies nicht unmöglich sei, würde es dennoch einer historischen Ausnahmewicklung gleichen, die wahrscheinlich nur mit notstandsähnlichen politischen Maßnahmen zu erreichen wäre. Es lässt sich also schlussfolgern, dass aus Sicht einiger Befragter entweder die Ziele unrealistisch gesetzt sind oder kein ernsthafter Wille vorhanden ist, diese zu erreichen, was sich beides negativ auf die politische Legitimität auswirkt.

Äußerungen der befragten Akteure beziehen sich auch auf den für grünen Wasserstoff relevanten Ausbau der erneuerbaren Energien. Dieser Ausbau gehe nicht schnell genug voran, beziehungsweise müsse als wichtiger Baustein der Energiewende stärker betont werden, bekunden Akteure aus Zivilgesellschaft (I3) und Forschung (I5). Auch beim Ausbau der Strominfrastruktur würden zwar immer mehr Ziele und Zwischenziele gesteckt, aber wenige davon auch umgesetzt werden, beklagt ein Befragter aus dem Automobilsektor (I12). Generell werde eine Strategie der Bundesregierung vermisst, beklagt sich der Akteur, zum einen würden Erzeuger abgeschaltet werden, bevor Alternativen aufgebaut seien. Dies empfinde er als „relativ kurzfristig oder zumindest nicht durchdacht“ (I12). Zum anderen führe der EU-Beschluss, dass ab 2035 nur noch Fahrzeuge ohne Auspuff zulässig sind, nicht zu Klimafreundlichkeit in der Automobilbranche, da die Branche sich als Reaktion darauf auf große gewinnbringende SUVs und ‚Luxus‘-batterieelektrische Fahrzeuge fokussieren würde, um CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte einzuhalten. Folglich würde die Automobilindustrie den Absatz von SUVs forcieren, um mittels dieser Erlöse die Produktion von unrentablen E-Fahrzeugen zu subventionieren. Die Produktion von Kleinfahrzeugen würde sich für die inländische Industrie im Kontext dessen nicht lohnen, so dass diese für Konsumenten aus dem Ausland importiert werden müssten. Eine entgegengesetzte Meinung dazu hat ein Befragter aus der Innovationsforschung (I13), der die Förderung von Elektrofahrzeugen bei gleichzeitigem Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Betrachtung der ganzen Prozesskette für alternative Antriebe für „sehr effektiv“ und „sehr zielgerichtet“ hält.

Zur Kenntnis genommen werden von einigen Befragten aus Wirtschaft (I8, I14) und Forschung (I1, I15) auch externe Schocks als beeinflussende Faktoren auf die Strategie- und Zielsetzung dominanter Akteure. Die Energiepolitik werde von diversen Krisen getrieben, bemerkt ein Akteur aus der Wärmepumpenwirtschaft (I14), und bezieht sich dabei auf die Corona-Pandemie und die Ukrainekrise mit all ihren Folgen. Teilweise haben diesbezügliche Aussagen der befragten Akteure einen Toleranzcharakter, der interpretieren lässt, dass diese Akteure die nicht immer vollkommen geradlinigen Strategien und Zielsetzung akzeptieren und „entschuldigen“. Die Gesellschaft stehe vor „nie dagewesenen Herausforderungen“, so ein Forschungsakteur (I15). Dadurch wäre die „nicht komplett erkennbare“ energiepolitische „Linie“ zu akzeptieren. Dass sich auf Grund der gesamtpolitischen Energielage auf europolitischer Ebene mehr Zeit genommen und die Wasserstoffstrategie entsprechend der aktuellen Situation angepasst werde, sei „völlig verständlich und sogar richtig“, bestärkt ein Energiewirtschaftsakteur (I8). Gleichzeitig sei durch die Ukrainekrise der Druck gestiegen „in Richtung Wasserstoff schneller zu Potte zu kommen“, was eine weitere Überarbeitung der NWS nahelege, äußert sich ein Nachhaltigkeitswissenschaftler (I1).

Seitens der Politik wird von einigen Akteuren (I1, I2, I3, I4, I6, I10, I11) Transparenz, Ehrlichkeit und geradlinige Kommunikation vermisst. Transparenz fehle bezogen auf die voraussichtlich mangelhafte Verfügbarkeit von Wasserstoff in den nächsten zehn Jahren, beklagt ein Akteur aus der Nachhaltigkeitsforschung (I6). Investitionen, beispielsweise in neue Heiztechnik, dürfe nicht auf der Hoffnung beruhen, dass Wasserstoff kurzfristig zur Verfügung stehe. Dort sei es wichtig, ein politisches Signal zu geben. Akteure aus der Nachhaltigkeitsforschung (I1) und dem Umweltschutz (I3) vermissen die

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Einbindung der Zivilgesellschaft in der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft und beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Dass diskutiert werden müsse, wo etwa Windparks errichtet werden könnten, verlange politische Transparenz und Kommunikation (I1). Größere politische Ehrlichkeit gegenüber Bürgern sei auch bezüglich der Energiepreise der Zukunft angebracht, so ein Wirtschaftsvertreter (I2). Wirtschaftlich müsse der Gesellschaft klar gemacht werden, dass Energie in Zukunft nicht mehr so günstig wie in den letzten Jahren sein werde. Weitere Aspekte, in denen Befragte klare und geradlinige Kommunikation seitens politischer Akteure vermissen, beziehen sich auf Wege zum Erreichen des Elektrolysekapazitätsziels 2030 (I4) und blauen Wasserstoff als Übergangstechnologie (I3). Letzteres bezeichnet ein Vertreter aus der Politik (I11) als eher unglaubwürdig, dort bestünden Gefahren von Lock-ins. Ebenso werde eine klare Positionierung der Bundesregierung bezüglich Wasserstoffpriorisierung von Sektoren vermisst, so ein Akteur aus dem Umweltschutz (I10). Selbiger Akteur bezeichnet außerdem das Projekt H2Global, eines der Hauptinstrumente für den Wasserstoffimport, als „intransparent“ und „undemokratisch“

### Fazit

Die politischen Ziele der Bunderegierung werden hinsichtlich ihrer Langfristigkeit und Legitimität von den befragten Interviewpartnern als weitestgehend positiv bewertet. Die Existenz und Überarbeitung der Nationalen Wasserstoffstrategie sehen fast alle befragten Akteure als sinnvoll an. Jedoch wird die Umsetzung der Strategie kritisiert; die Ziele seien unpräzise und schlecht messbar. Auch wird der Bundesregierung Langsamkeit und Kurzsichtigkeit hinsichtlich ihrer Maßnahmen vorgeworfen. Äußerungen beziehen sich in dem Kontext unter anderem auf die Verzögerungen beim Ausbau der Erneuerbaren-Energien-Infrastruktur, die Gefahr von Lock-ins durch den Einsatz blauen Wasserstoffs und die kontinuierliche Verfehlung von Zielen im Gebäudesektor. Ebenso wird politische Transparenz, gradlinige Kommunikation und die Einbindung der Zivilgesellschaft hinsichtlich einer entstehenden Wasserstoffwirtschaft vermisst. Auf EU-Ebene wird das aus Sicht einiger Interviewten unrealistische Elektrolysekapazitätsziel bis 2030 kritisiert.

## 4.4 Planungs- und Investitionssicherheit

Zur weiteren Untersuchung von Richtungssicherheit wurden die Aussagen der Interviewpartner dahingehend analysiert, ob strategische Entscheidungen und Investitionen beobachtet werden können, die Vertrauen in bestimmte Transformationspfade widerspiegeln und eine mögliche Richtungssicherheit zum Ausdruck bringen.

Unabhängig von den Akteursgruppen und Sektoren lässt sich erkennen, dass Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft maßgeblich von regulatorischen Rahmenbedingungen, sowohl auf europäischer als auch nationaler Ebene, abhängig gemacht wird (I1, I2, I3, I7, I10, I11). Planungs- und Genehmigungsprozesse, politische Maßnahmen, zu denen auch Förderungen gehören und Fragen des Ordnungsrechtes, werden von einem Akteur aus der Forschung als „*Bottleneck*“ (I1) identifiziert. Es müssten dort seitens der Regierung klare Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Handlungssicherheit zu schaffen (I4). Das Fehlen eindeutiger Rahmenbedingungen, die ein verlässliches Wasserstoffangebot sicherstellen würden, beeinflusse die Investitionssicherheit negativ. Industrieunternehmen würden angekündigte Milliardeninvestitionen nur unter der Sicherheit tätigen, dass sie ausreichend Wasserstoff zugesprochen bekommen (I1, I3). Der „*Bedarf an schnellen Entscheidungen auf der politischen Ebene*“ sei da, merkt ein Akteur aus der Zivilgesellschaft (I3) an und ein politisches Handeln sei erforderlich, unterstreicht ein Wirtschaftsvertreter (I8). Diese regulatorischen

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

Unsicherheiten beeinflussen auch die Perspektiven einer Energieinfrastrukturtransformation. Eine Wasserstoffinfrastruktur werde benötigt, bemerkt ein Akteur aus der Forschung (I6), und bezieht sich dabei vor allem auf den Aufbau von Elektrolyseuren: „Wir können nicht warten, bis der grüne Strom da ist, um das dann erst aufzubauen“. Die Fragen, ob und wann diese Wasserstoffinfrastruktur komme, wie diese und eine Importstrategie aussehen könne und wer zuständig für deren Aufbau sei, sehen viele Akteure (I1, I4, I6) noch unbeantwortet. Ein Forschungsakteur bezeichnet dies als „Kaskade von gegenseitigen Abhängigkeiten“ (I1), die Unsicherheit schaffe. Die konkrete Ausgestaltung der Wasserstoffstruktur hänge aber auch von der Auswahl der Wasserstoffanwendungen ab:

*„Wir müssen, glaube ich, erstmal besser verstehen, wo sind denn die nicht großen Anwendungen, die keine Alternative gegen Wasserstoff haben, um dann zu gucken, welche Schlussfolgerungen für den Aufbau einer Infrastruktur zu ziehen sind. Und da sind wir eben noch nicht. Wir haben noch nicht mal für die großen Leitungen die regulatorischen Rahmenbedingungen oder das Ordnungsrecht, was es braucht“ (I1)*

Auch die Unsicherheit hinsichtlich einer Weiterverwendung des Erdgasverteilnetzes wirke sich negativ auf die Investitionssicherheit aus (I1, I11). Fragen der Infrastruktur und notwendiger Regulierungen seien aber nicht nur nationaler, sondern auch europäischer Natur, erwähnen Befragte aus Forschung (I1) und Wirtschaft (I2, I7). Es fehle vor allem eine europäische Definition grünen Wasserstoffs (I10), wurde beim Interview im November 2022 festgestellt:<sup>3</sup>

*„(...) da hapert es an einem Signal, wie sich das in den Sektoren auswirken und wie das angerechnet wird, so dass daraus ein Markt entsteht und jemand bereit sein wird, diesen Mehrwert zu bezahlen“ (I4)*

Daher würden Unternehmen eine eher abwartende Haltung einnehmen. Zwar werden den Industriesektoren Stahl und Chemie allgemein eine relativ hohe Investitionsbereitschaft zugeschrieben, allerdings würde diese bei Wasserstoff mit Unsicherheiten und Risiken belastet (I4, I5). Ein Akteur aus einem Forschungsinstitut (I6) sieht die größten Unsicherheiten im Bereich der Gebäudewärme.

Gänzlich anders wird die Frage der Investitionssicherheit von der Automobilindustrie beurteilt, die das Brennstoffzellenauto faktisch aufgegeben hat und weltweit große Beträge in Batteriefabriken und die Produktion batterieelektrischer Automobile investiert. Auch die Heizungsbranche investiert in großem Umfang in die Umstellung der Produktion auf Wärmepumpen.

Und spätestens mit der Übergabe des Förderbescheids für ein Wasserstoff-Stahlwerk durch das BMWK an die Salzgitter AG herrscht auch in Bezug auf die zukünftige Stahlherstellung Investitionssicherheit.

---

<sup>3</sup> Im Februar 2023 wurde von der EU-Kommission eine Definition für grünen Wasserstoff vorgelegt. Im ersten delegierten Rechtsakt wird festgelegt, unter welchen Bedingungen Wasserstoff, wasserstoffbasierte Kraftstoffe oder andere Energieträger als erneuerbare Brenn- und Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (renewable fuels of non-biological origin, RFNBOs) angesehen werden können. Mit dem Rechtsakt wird der in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU dargelegte Grundsatz der „Zusätzlichkeit“ für Wasserstoff präzisiert.

### Fazit

Unabhängig von den Akteursgruppen und Sektoren deutet sich auf Basis der ausgewerteten Interviews an, dass Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft maßgeblich von regulatorischen Rahmenbedingungen, sowohl auf europäischer als auch nationaler Ebene, abhängen. Solange insbesondere Planungs- und Genehmigungsprozesse, regulatorische Maßnahmen und Förderpolitik sowie Fragen des Ordnungsrechtes für die Akteure nicht ausreichend ausgestaltet bzw. beantwortet sind, bleiben Richtungsunsicherheiten bestehen, die die Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft schmälern. Ebenso ist für viele Akteure noch unklar, wie eine zukünftige Infra- und Importinfrastruktur für Wasserstoff aussehen und welche Instanzen zuständig für deren Aufbau sein könnten.

### 4.5 Rolle der Wissenschaft bei der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit

Die Rolle der Wissenschaft in der Wasserstoffpolitik war nicht als Schwerpunkt in AP 3 geplant. Daher wurde in den im Rahmen von AP 3 geführten Interviews auch nur eine wissenschaftsbezogene Frage gestellt.<sup>4</sup> Diese beschränkt sich allerdings auf den Einfluss wissenschaftlicher Forschung auf den Kurs der Bundespolitik und damit auf einen Teilaspekt der Richtungssicherheit. Einige der 15 Interviewten nehmen aber an verschiedenen weiteren Stellen explizit Bezug auf die Rolle und Bedeutung der Wissenschaft. Diese Aussagen können dazu genutzt werden, erste Hinweise zur Beantwortung der folgenden erkenntnisleitenden Forschungsfragen des H2A?-Vorhabens zu bekommen: Welche Rolle spielen wissenschaftliche Akteure in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit?

Da nicht gezielt nach dem Einfluss auf Richtungssicherheit gefragt wurde, sind die Auswertungen im Folgenden rein explorativer Natur und können nicht mehr sein als erste Hinweise auf die mögliche Rolle und Bedeutung der Wissenschaft in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit. Dabei gilt es mögliche relevante Aspekte und Funktionen qualitativ herauszuarbeiten und als Inspiration für eine mögliche Hypothesenbildung zu nutzen. Das durch die Interviews verfügbare Datenmaterial lässt keine Aussagen über die Rolle und Bedeutung einzelner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und deren möglicher Promotorenrolle zu. Diese Aspekte, die in der Theoriegrundlagenstudie (AP 1) eine wichtige Rolle spielen, werden daher im Folgenden nicht behandelt.

Da nur eine wissenschaftsbezogene Frage in den Interviews gestellt wurde, ist es nicht überraschend, dass wissenschaftliche Akteure insgesamt wenig thematisiert werden und nur 15 Textstellen damit codiert werden konnten. Eine weitere relevante Textstelle wurde bei der anschließenden Auswertung identifiziert, so dass die folgenden Auswertungen sich auf 16 Textpassagen beziehen.

Sieben der 15 interviewten Personen erwähnen die Rolle und Bedeutung von „Wissenschaftlern“ oder der „Forschung“. Von den fünf befragten Personen aus dem Bereich Forschung und Think Tanks äußern sich drei zur Rolle und Bedeutung von Wissenschaft. Während die Vertreterin eines Think Tanks (I15) hervorhebt, dass die Wissenschaft oft „im Elfenbeinturm betrieben“ würde und wenig „Kapazität für Wissenschaftskommunikation“ habe, betont ein Vertreter der Forschung (I1) den Einfluss wissenschaftlicher Studien auf die Richtungssicherheit politischer Entscheidungsträger, und merkt dazu an:

---

<sup>4</sup> „Wie stark schätzen Sie den Einfluss wissenschaftlicher Forschung auf den Kurs der Bundespolitik ein?“

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

*„Ich würde mal sagen, gerade im Wasserstoffbereich hat sich die Politik schon ein bisschen an den großen Langfriststudien orientiert, die in den letzten Jahren veröffentlicht worden sind. (...) Die nächsten zehn, fünfzehn Jahre ist ja eigentlich klar Priorität Industrie und Kraftwerke. ... Das ist, glaube ich, ein robustes Ergebnis dieser Studien gewesen. Und das hatte sicher Einfluss gehabt auf die Bundespolitik.“ (I1).*

Ein weiterer Vertreter der Forschung (I6) hebt hervor, dass Studien der „unabhängigen wissenschaftlichen Forschung“ einen „relativen Common Sense“ zeigten. Er weist damit auf die offensichtlich relevante Differenzierung zwischen ‘unabhängiger’ und ‘abhängiger’ Forschung hin. Diese kommt auch in den Einschätzungen von Wirtschaftsvertretern zum Ausdruck, wie die weiteren Ausführungen zeigen.

Der Vertreter eines Wirtschaftsverbandes (I2) sieht die Realitätseinschätzung der Wissenschaft einerseits kritisch („Wissenschaftler, die eher so in Modellen denken und mit der Realität nicht immer so viel zu tun haben“), gleichzeitig hebt er aber die bedeutende Rolle von „Forschung“ hervor. Sie könne „mittel- und langfristige Perspektiven“ untersuchen und voranbringen, um so „richtungweisende Entscheidungen treffen zu können“ (I2). Ähnlich sieht es eine interviewte Vertreterin der Zivilgesellschaft, die betont, dass Forschung „eine wichtige Rolle“ habe und „gerade in dieser Zeit“ sehr relevant sei, um die technischen Potenziale herauszuarbeiten, „Optionen“ aufzuzeigen und diese zu bewerten (I3).

Ein anderer Wirtschaftsvertreter (I12) sieht den Einfluss der Wissenschaft auf politische Entscheidungen und Richtungssicherheit ebenfalls ambivalent. Im Diskurs würde man mit Studien „bombardiert“. Die Forschungslandschaft sei sehr „bunt“ und die „Politik muss sich natürlich dann irgendetwas rausuchen“ (I12). Universitäre Forschung und Großforschungseinrichtungen seien dabei „ziemlich neutral“. Von diesen bekäme „die Politik auch guten Input“. Aber es gebe „natürlich andere Studien, die vielleicht ein bisschen das eigene Narrativ bedienen sollen.“ Die hätten „einen sehr großen Einfluss“ und wären „teilweise nicht so neutral“. Sein Fazit daraus: „Das heißt letztlich, es findet natürlich ein Kampf wissenschaftlicher Meinungen statt“ (I12) und natürlich hätten Wissenschaftler auch ein „Mindset“: „Wer ist da schon neutral?“.

Eine interessante Differenzierung zur Rezeptionsfähigkeit wissenschaftlicher Befunde und Studien nimmt eine Vertreterin aus der Politik (I9) vor. Personen aus dem „Ministerium“, also der Exekutive, würden der „Wissenschaft zuhören“. Dies sei bei „Mitgliedern des Deutschen Bundestages (MdBs)“, also Personen aus der Legislative, eher weniger der Fall. Die MdBs seien „gewählte Repräsentanten einer sehr heterogenen Gruppe im Wahlkreis“, und die hätten „eine andere Rolle, als nur der Wissenschaft zuzuhören.“ (I9) Ihr Fazit: „Deswegen würde ich da definitiv trennen zwischen parlamentarischer Debatte und Gesetzesvorlage aus dem Ministerium.“ (I9).

### Fazit

Aus den vorgestellten, wenigen Aussagen zur Rolle und Bedeutung wissenschaftlicher Akteure in der Wasserstoffpolitik, können einige erste Hinweise abgeleitet werden, welchen Beitrag diese in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit spielen können. Drei wesentliche Hinweise können hier herausgehoben werden:

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

- (1.) Unter bestimmten Umständen können wissenschaftliche Studien Einfluss auf die Meinungsbildung von Akteuren der Wasserstoffpolitik nehmen und zur Konstruktion von Richtungssicherheit beitragen. Der Grad des Beitrages zu kollektiven Überzeugungen und Erwartungen scheint von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Neutralität, Anzahl und Reputation der Forschungseinrichtungen, der Zeitdimension der Betrachtung (mittel- bis langfristig) und der Eindeutigkeit der Befunde, abzuhängen. Unabhängige Studien dürften in der Regel eine höhere Wirksamkeit auf die Richtungssicherheit haben als Auftragsstudien von Akteuren mit spezifischen Partikularinteressen.
- (2.) In großen Technologie- und Transformationsfeldern, wie der Energie-, Klimaschutz- und Wasserstoffpolitik, scheint es zu den konstitutiven Bedingungen zu gehören, dass eine Vielzahl von Wissenschaftsakteuren aktiv ist, was zu einem „Bombardement“ von Entscheidungsträgern mit Studien und einem „Kampf wissenschaftlicher Meinungen“ führen kann. Gleichwohl zeigen sich in den Einschätzungen unabhängiger wissenschaftlicher Studien aktuell große Übereinstimmungen (Clausen, 2022).
- (3.) Der Einfluss von Wissenschaftsakteuren und Studien scheint auch von der Rezeptionsbereitschaft („bedienen eigener Narrative“) und der Rezeptionsfähigkeit auf „Empfängerseite“ (z.B. Unterschiede zwischen „Ministerien“ und „MdBs“) abzuhängen. Der Beitrag zur Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit scheint also nicht nur von der Qualität der „Senderseite“ (Neutralität, Reputation usw. auf Wissenschaftsseite), sondern auch von der Rezeptionskompetenz (Bereitschaft und Fähigkeit) auf „Empfängerseite“ abzuhängen.



# **5 Fazit und Schlussfolgerungen**

## 5 Fazit und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie ist explorativer Natur und liefert am Beispiel der Wasserstoffpolitik erste qualitative Einsichten über Art und Bedeutung von Richtungssicherheit in Transformationspfaden. Das folgende Fazit und die Schlussfolgerungen orientieren sich an den drei eingangs formulierten erkenntnisleitenden Fragen der Studie.

### 5.1 Überzeugungen, Narrative und Legitimität im Wasserstoffpfad

Mit Blick auf die erste der drei erkenntnisleitenden Fragestellungen („Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es bei den Überzeugungen zur Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Wasserstoff in verschiedenen Anwendungsgebieten?“) lassen sich folgende Befunde festhalten:

#### **Mangelnde Richtungssicherheit bei Wasserstoffeinsatz im Bereich Mobilität und Wärme**

In den Anwendungsfeldern Stahl und Chemie sowie Energiespeicher ist bei den Interviewpartnern ein weitgehender Konsens über die Sinnhaftigkeit der Anwendung von Wasserstoff zu erkennen. Hier decken sich die Befunde mit den Ergebnissen aus AP 2. Gründe sind hier vor allem mangelnde technologische Alternativen.

Im Pkw-Verkehr sehen die meisten befragten Akteure einen klaren Pfad in Richtung E-Mobilität. Die Automobilbranche selbst sieht das ohnehin so. Technologische Vorsprünge von E-Autos gegenüber Brennstoffzellenantrieben, die Unsicherheit der zukünftigen Wasserstoffverfügbarkeit, eine schwache Wasserstofftankstelleninfrastruktur und die unmissverständlichen automobilwirtschaftlichen Entwicklungen in Richtung E-Mobilität werden als Hauptargumente angeführt. Einige wenige Wirtschaftsakteure aus Energie- und Gasverbänden sowie aus der Automobilindustrie positionieren sich offener zum Einsatz von Wasserstoff in der Pkw-Mobilität und warnen vor einer Beeinträchtigung des Optimums durch eine Beschränkung des technologischen Lösungsraums. Der Schwerpunkt der Diskussion über Wasserstoff im Pkw-Verkehr verschiebt sich dabei gegenwärtig vom Wasserstoff-Brennstoffzellen-Pkw hin zu einem Weiterbetrieb der Verbrennerflotte mit sogenannten E-Fuels.

Im Schwerlastverkehr ergibt sich ein gespaltenes Meinungsbild. Der Dissens unter den Akteuren lässt sich vor allem auf unterschiedliche Überzeugungen zur technologischen Reife von Brennstoffzellenantrieb und batterieelektrischen Antrieben und die Unsicherheit der zukünftigen Wasserstoffverfügbarkeit zurückführen. Auch im Bereich der Gebäudewärmeversorgung zeigen sich abweichende Überzeugungen. Diese Sektoren bedürfen offensichtlich besonderer politischer Aufmerksamkeit, da sich in diesen, zumindest unter den Interviewpartnern, noch kein mehrheitlich akzeptierter Transformationspfad abzeichnet.

Unterschiedliche Überzeugungen der befragten Akteure hinsichtlich Wasserstoffanwendungsfeldern sowie Reife und Durchführbarkeit von Wasserstofftechnologien deuten darauf hin, dass Richtungssicherheit im Schwerlastverkehr und bei der Gebäudewärmeversorgung nicht gegeben ist. Die Befunde aus den Interviews weichen hier von den Befunden aus AP 2 ab (vgl. dazu Abbildung 1 aus dem Policy Insights-Papier „Wasserstoff sparsam einsetzen“). Dort wurde für die Anwendungsbereiche Pkw, Busse, schwere Lkw und Gebäudeheizung ein weitgehender Konsens dahingehend identifiziert, dass die Anwendung von Wasserstoff in diesen Bereichen als weitgehend nicht sinnvoll erachtet wird. Ein wesentlicher Grund für die unterschiedlichen Befunde könnte Folgender sein: Während sich die Untersuchung in AP 2 auf wissenschaftliche Studien und damit auf Befunde und Positionen

## **Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung**

wissenschaftlicher Akteure bezieht, wurden für die vorliegende Studie Interviews mit Vertretern unterschiedlicher Akteursgruppen (Wirtschaft, Verwaltung, Umweltverbände, Wissenschaft) herangezogen. Die größere Heterogenität der Befragten korrespondiert mit einem breiteren Spektrum an Interessen und Überzeugungen, was nicht überrascht.

### **Zwei Grundausrichtungen in der Narrativ-„Landschaft“**

Es lässt sich eine Vielzahl an unterschiedlichen Narrativen identifizieren, die sich grob in zwei (gegen-sätzliche) Grundrichtungen einteilen lassen. Zum einen Narrative, die sich durch eine grundsätzlich optimistische Erwartungshaltung gegenüber Wasserstoff als Energieträger und der Lösungsfähigkeit von Technologien charakterisieren lassen; wesentlicher Teil der Erzählung ist, dass der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft nur ein geringes Maß an staatlicher Steuerung benötigt. Zum anderen Narrative, welche Wasserstoff als Energieträger eher differenzierend betrachten und als steuerungsin-tensiv charakterisiert werden können. So ergibt sich ein erstes Bild der Narrativ-„Landschaft“ im Wasserstoffdiskurs. Unter der Vielzahl an Narrativen lässt sich (noch) kein dominantes bzw. unumstrittenes Narrativ erkennen, welches einen dominanten Transformationspfad und ein identitätsstiftendes und hoffnungsgebendes Gestaltungsprogramm für die Gesellschaft etabliert.

### **Mangelnde Legitimität der politischen Ziele der Wasserstoffstrategie**

Die politischen Ziele der Bunderegierung werden hinsichtlich ihrer Langfristigkeit und Legitimität von den befragten Interviewpartnern als weitestgehend positiv bewertet. Die Existenz und Überarbei-tung der Nationalen Wasserstoffstrategie sehen fast alle befragten Akteure als sinnvoll an. Jedoch wird die Umsetzung der Strategie kritisiert; die Ziele seien unpräzise und schlecht messbar. Auch wird der Bundesregierung Langsamkeit und Kurzsichtigkeit hinsichtlich ihrer Maßnahmen vorgeworfen. Äußerungen beziehen sich in dem Kontext unter anderem auf die Langsamkeit beim Ausbau der Er-neuerbaren-Energien-Infrastruktur, die Gefahr von Lock-ins durch den Einsatz blauen Wasserstoffs und die kontinuierliche Verfehlung von Zielen im Gebäudesektor. Ebenso wird politische Transpa-renz, gradlinige Kommunikation und die Einbindung der Zivilgesellschaft hinsichtlich einer entstehen-den Wasserstoffwirtschaft vermisst. Auf EU-Ebene wird das unrealistische Elektrolysekapazitätsziel bis 2030 kritisiert. Diese Mängel hemmen die Entstehung von Richtungssicherheit.

## **5.2 Die Bedeutung von Richtungssicherheit für Transformationsprozesse**

Mit Blick auf die zweite der drei erkenntnisleitenden Fragestellungen („Welche Bedeutung haben kollektive Überzeugungen zur Richtigkeit des Wasserstoffeinsatzes (Richtungssicherheit) für den Was-serstofftransformationspfad?“) lassen sich zwei zentrale Befunde festhalten:

### **Mangelnde Richtungssicherheit erschwert konsistenten Policy Mix und vice versa**

Die Aussagen der interviewten Personen deuten darauf hin, dass dort, wo unter dominanten Akteu-ren keine gemeinsame Überzeugung bezüglich eines Transformationspfades herrscht, wo also keine Richtungssicherheit besteht, die Entwicklung eines konsistenten Policy Mix für die Politik schwerfällt. Dies ist z.B. bei der gebäudebezogenen Wärmeversorgung der Fall. Hier steht die relative Einigkeit unter den wissenschaftlichen Akteuren, dass ein Wasserstoffeinsatz aufgrund von effizienteren und günstigeren Alternativen nicht zielführend ist (vgl. AP 2), im Spannungsfeld zu den Interessen der Erdgaswirtschaft. Diese dominante Akteursgruppe nutzt z.B. in der Debatte um die Zulassung und

## **Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung**

Nutzung des Gasverteilnetzes für den Wasserstoffeinsatz zur Gebäudewärmeversorgung andere Narrative und bringt andere Überzeugungen zum Ausdruck, um ihre Interessen durchzusetzen. Die Erdgaswirtschaft hat sich über das 2020 gestartete Projekt „H2vorOrt“ zusammengeschlossen, um die Einführung von Wasserstoff in den Verteilnetzen und damit größtenteils auch für die punktuelle Wärmeversorgung vorzubereiten – unterstützt z.B. vom Gasverband DVGW und dem Stadtwerkeverband VKU. Das „Bombardement“ der Politik mit konträren Narrativen und Argumenten führt in diesem Fall zu abweichenden Einschätzungen, z.B. innerhalb der Regierungskoalition<sup>5</sup> und verhindert so die Entstehung von Richtungssicherheit und erschwert die Entwicklung eines konsistenten Policy-Mix für den Transformationspfad im Bereich der gebäudebezogenen Wärmeversorgung.

### **Mangelnde regulatorische Rahmenbedingungen schmälern Investitionsbereitschaft**

Unabhängig von den Akteursgruppen und Sektoren deutet sich auf Basis der ausgewerteten Interviews an, dass Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft maßgeblich von regulatorischen Rahmenbedingungen, sowohl auf europäischer als auch nationaler Ebene, abhängen. Solange insbesondere Planungs- und Genehmigungsprozesse, regulatorische Maßnahmen (inklusive Förderpolitik) und Fragen des Ordnungsrechtes für die Akteure nicht ausreichend ausgestaltet bzw. beantwortet sind, bleiben Richtungsunsicherheiten bestehen, die die Planungssicherheit und Investitionsbereitschaft schmälern.

## **5.3 Zentrale Befunde zur Rolle von Wissenschaft**

Mit Blick auf die dritte erkenntnisleitende Fragestellung („Welche Rolle spielen wissenschaftliche Akteure in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit?“) können folgende Erkenntnisse mitgenommen werden:

### **Faktoren des Einflusses von Wissenschaft auf Richtungssicherheit**

Auch wenn die Rolle der Wissenschaft in der Wasserstoffpolitik kein Schwerpunkt von AP 3 und der geführten Interviews war, geben die Aussagen der Interviewpartner erste Hinweise zur möglichen Rolle wissenschaftlicher Akteure in der Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit. Unter bestimmten Umständen können wissenschaftliche Studien Einfluss auf die Meinungsbildung von Akteuren der Wasserstoffpolitik nehmen und zur Konstruktion von Richtungssicherheit beitragen. Der Grad des Beitrages zu kollektiven Überzeugungen und Erwartungen scheint von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Neutralität, Anzahl und Reputation der Forschungseinrichtungen, der Zeitdimension der Betrachtung (mittel- bis langfristig) und der Eindeutigkeit der Befunde, abzuhängen.

### **Qualität der „Senderseite“ und Rezeptionskompetenz**

Es scheint in großen Technologie- und Transformationsfeldern zu den konstitutiven Bedingungen zu gehören, dass eine Vielzahl von Wissenschaftsakteuren aktiv ist, was zu einem „Bombardement“ von Entscheidungsträgern mit Studien und einem „Kampf wissenschaftlicher Meinungen“ führt. Der Einfluss von Wissenschaftsakteuren und Studien scheint auch von der Rezeptionsbereitschaft („bedienen eigener Narrative“) und der Rezeptionsfähigkeit auf „Empfängerseite“ (z.B. Unterschiede

---

<sup>5</sup> Vgl. den Artikel „Ringgen um Wasserstoff für den Wärmemarkt“ im Tagesspiegel Background Energie und Klima vom 05.04.2023.

zwischen „Ministerien“ und „MdBs“) abzuhängen. Der Beitrag zur Konstruktion und Evolution von Richtungssicherheit scheint also nicht nur von der Qualität der „Senderseite“ (Neutralität, Reputation usw. auf Wissenschaftsseite), sondern auch von der Rezeptionskompetenz (Bereitschaft und Fähigkeit) auf „Empfängerseite“ abzuhängen. Die Befunde tragen zur Differenzierung des Bildes der Einflussfaktoren des Einflusses von Wissenschaft auf die Richtungssicherheit bei.

### 5.4 Limitationen und weiterer Forschungsbedarf

Eine Limitation der Untersuchung ist, dass im Rahmen der Untersuchung und der hier geführten Interviews nicht alle Aspekte von Richtungssicherheit erhoben und untersucht werden konnten. Eine Reihe von relevanten Facetten von Richtungssicherheit, wie z.B. die Rolle von Promotoren und Netzwerkstrukturen bei der Konstruktion und Evolution kollektiver Überzeugungen und Erwartungen (vgl. Kapitel 2), wurden nicht erhoben und bleiben der weiteren Forschung vorbehalten.

Auch die relativ kleine Anzahl von Interviews (15) hat lediglich eine explorative Untersuchung der drei Leitfragen zugelassen. Insofern liefern die Erkenntnisse Hinweise zur Hypothesenbildung und sind Grundlage für die weitere Forschung, stellen aber noch keine verallgemeinerungsfähigen Befunde dar.

Das Forschungsdesign beruhte auf einer Zeitpunktaufnahme, d.h. auf einer einmaligen Erhebung von Einschätzungen und Überzeugungen verschiedener relevanter Akteure im Oktober und November 2022. Um die Entstehung und Evolution von Richtungssicherheit zu untersuchen, werden in Zukunft u.a. Längsschnittanalysen und Zeitreihenvergleiche benötigt.

## QUELLEN

- Bettis, R. A., & Prahalad, C. K. (1995). The dominant logic: Retrospective and extension. *Strategic Management Journal*, 16(1), 5–14. <https://doi.org/10.1002/smj.4250160104>
- BMWK. (April 2022). *Fortschrittsbericht zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie*. Berlin. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-der-nws.html>
- BMWi. (2020). *Nationale Wasserstoffstrategie*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Abgerufen von Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) website: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=14](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=14)
- Borderstep Institut & IÖW. (2021). *Wasserstoff als Allheilmittel? Richtungssicherheit für Schlüsselentscheidungen über alternative Transformationspfade – INSIGHTS für die Politikgestaltung*. <https://www.borderstep.de/projekte/wasserstoff-als-allheilmittel/>
- Clausen, J. (2022). *Das Wasserstoffdilemma: Verfügbarkeit, Bedarfe und Mythen*. Berlin: Borderstep Institut. Abgerufen von Borderstep Institut website: [https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/06/AP2-Wasserstoff-Potenziale-Bedarfe\\_27-6-2022.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/06/AP2-Wasserstoff-Potenziale-Bedarfe_27-6-2022.pdf)
- Clausen, J., & Fichter, K. (2020a). *Governance radikaler Systemtransformationen. Wirkung politischer Strategien und Instrumente in der Transformation großer Versorgungssysteme. Auswertung der Fallstudien aus Arbeitspaket 1*. Berlin: Borderstep Institut.
- Clausen, J., & Fichter, K. (2020b). *Governance radikaler Systemtransformationen. Wirkung politischer Strategien und Instrumente in der Transformation großer Versorgungssysteme. Policy Paper*. Berlin: Borderstep Institut.
- Clausen, J., Fichter, K., Kern, F., & Schmelzle, F. (2022). *Wasserstoff sparsam einsetzen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben „Wasserstoff als Allheilmittel?“*. *Policy Insights*. Berlin. Abgerufen von <https://www.borderstep.de/publikationen/>
- Die Bundesregierung. (2022). *Fortschrittsbericht zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie*. Berlin. Abgerufen von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-der-nws.html>
- Fichter, K. (2005). *Interpreneurship: Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums (Habilitationsschrift)*. Marburg: Metropolis. Borderstep Büro Berlin.
- Fichter, K., & Clausen, J. (2013). *Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen*. Marburg: Metropolis.
- Foxon, T. J., Pearson, P. J. G., Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., & Thornton, J. (2013). Branching points for transition pathways: Assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future. *Energy Policy*, 52, 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.030>
- Franke, T., & zu Knyphausen-Aufsess, D. (2014). On dominant logic: Review and synthesis. *Journal of Business Economics*, 84(1), 27–70. <https://doi.org/10.1007/s11573-013-0690-4>
- Hoppmann, J., Anadon, L. D., & Narayanamurti, V. (2020). Why matter matters: How technology characteristics shape the strategic framing of technologies. *Research Policy*, 49(1), 103882. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103882>
- Kern, F., Schmelzle, F., Fichter, K., & Clausen, J. (2022). *Conceptualising the creation and contestation of transition pathways through the interplay of directional certainty and policy mixes—Unveröffentlicher Endbericht zu „AP 1 Weiterentwicklung theoretischer Grundlagen“ im Vorhaben „Wasserstoff als Allheilmittel?“* Berlin: IÖW und Borderstep.

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., ... Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1–32.  
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- Lovell, K., & Foxon, T. J. (2021). Framing branching points for transition: Policy and pathways for UK heat decarbonisation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 40, 147–158.  
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.007>
- Prahalad, C. K., & Bettis, R. A. (1986). The dominant logic: A new linkage between diversity and performance. *Strategic Management Journal*, 7(6), 485.
- Rosenbloom, D., Haley, B., & Meadowcroft, J. (2018). Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science*, 37, 22–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>
- Schneidewind, U. (2018). *Die große Transformation: Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels* (Originalausgabe). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch.

## ANHANG 1: INTERVIEWFRAGEN

### Leitfaden für semi-strukturierte Interviews: Auswirkungen der deutschen Wasserstoffpolitik auf zentrale Akteure

Themenfelder:

- *Gestalt und Wirkung des deutschen Wasserstoff Policy Mix auf Akteure*
- *Ausprägung und Stärkung von Richtungssicherheit unter zentralen Akteuren*
- *Strategien zentraler Akteure hinsichtlich verschiedener Transformationspfade (Validierung/Er-gänzung der Dokumentenanalyse)*

Dauer: max. 60 min, Medium: Videotelefonie, Teilnehmende: Akteure mit Bezug zur Wasserstoffwirt-schaft aus Politik, Wirtschaft, Forschung, Zivilgesellschaft

Themenblock	Dauer	Zweck
<p><b>Begrüßung und Einführung</b></p> <p><i>Danke für Teilnahme, Erinnerung an Aufnahme, Datenschutz, Dauer ca. eine Stunde</i></p> <p><i>Vorstellung: Ich bin ... Das IÖW/Borderstep ist ...</i></p> <p><i>Hintergrund zur Studie: Das Projekt H2A untersucht die Steue-rungswirkung der deutschen Wasserstoffpolitik auf Akteure, Transformationspfade und Richtungssicherheit</i></p> <p><i>Ziel dieses Interviews: Sondierung von Perspektiven verschiedener Akteure auf das Politikfeld Wasserstoff und dessen Wirkungen auf eigene Strategien und Pläne</i></p>	3 min	Knappe Vorstellung des Projekts, der Insti-tute und der eigenen Person
<p><b>Vorstellung des Gegenübers</b></p> <p><i>Person und Organisation: Rolle und Berührungspunkte mit Was-serstoffpolitik</i></p>	2 min	Einordnung des Gegen-übers
<p><b>Block 1: Generelle Ausrichtung der deutschen Wasserstoffpolitik und ihre Effekte auf zentrale Akteure</b></p> <p><i>Wie nehmen Sie die <b>Entwicklung der Wasserstoffpolitik</b> der Bun-desregierung(en) der letzten Jahre wahr?</i></p> <p><i>Sind strategische <b>Ziele und Prioritäten</b> erkennbar? Welche?</i></p> <p><i>Ist ein klarer Weg für die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland in den <b>nächsten 5 bis 10 Jahre</b> erkennbar?</i></p> <p><i>Schätzen die Akteure der Wasserstoffpolitik und Wasserstoffwirt-schaft den <b>Reifegrad und das Zukunftspotential</b> der Wasserstoff-technologie ähnlich ein? Falls ja: Gilt dies auch bezüglich des</i></p>	20 min	<p><b>RQ2:</b> PM</p> <p><b>RQ3:</b> Ist DC vorhan-den?</p> <p><b>RQ3:</b> Ist DC vorhan-den?</p>



<p>wirtschaftlichen und gesellschaftlichen <b>Nutzens</b>? Falls nein, wo sind wesentliche <b>Unterschiede</b>?</p> <p>Gibt es <b>politische Maßnahmen</b>, die Sie angesichts dieser Ziele für besonders effektiv halten? (Welche?)</p> <p>Welchen Pfad halten Sie unter den aktuellen politischen Bedingungen für besonders <b>wahrscheinlich</b>? (Falls keine knackige Überschrift oder Kurzbeschreibung für diesen Pfad formuliert wird, bitte folgende <b>Nachhакfrage</b> stellen: Mit welcher Überschrift oder Kurzbeschreibung könnte man diesen Pfad charakterisieren? Welchen zukünftigen Pfad halten Sie für <b>wünschenswert</b>? (Dito, <b>Nachhакfrage</b>: Mit welcher Überschrift oder Kurzbeschreibung könnte man diesen Pfad charakterisieren?)</p> <p>Beeinflussen Instrumente/<b>Maßnahmen außerhalb der dezidierten Wasserstoffpolitik</b> ihre Strategie hinsichtlich der Entwicklung von Wasserstoffanwendungen (positiv oder negativ)?</p> <p>Welche Auswirkungen hat die deutsche Wasserstoffpolitik auf die <b>Strategie von Akteuren</b>, die wichtig für den Markthochlauf sind? (Was sind die wichtigsten Auswirkungen der Wasserstoffpolitik auf Ihre Anwendung/Firma/Branche?)</p> <p>Gibt es aus Ihrer Sicht <b>Zielkonflikte</b> innerhalb der Wasserstoffpolitik?</p> <p>Gibt es aus ihrer Sicht Hemmnisse oder politische Maßnahmen, die einer Nutzung von Wasserstoff <b>entgegenwirken</b>?</p> <p><b>Fehlen wichtige Maßnahmen</b>, die ergriffen werden müssten?</p> <p>Wie stark schätzen Sie den Einfluss <b>wissenschaftlicher Forschung</b> auf den Kurs der Bundespolitik ein?</p>		<p><b>RQ2</b>: Auswirkungen des PM auf Akteure</p> <p><b>RQ2</b>: Kohärenz und Konsistenz des PM</p> <p><b>RQ3</b>: Wie kann DC entstehen?</p>
<p><b>Block 2: Spezifische Auswirkungen der Wasserstoffpolitik auf einzelne Anwendungsbereiche</b></p> <p>Die Wasserstoffstrategie geht davon aus, dass nur <b>grüner Wasserstoff</b> hilft die Klimaziele zu erreichen. Stimmen Sie dieser Aussage zu?</p> <p>Insbesondere grüner Wasserstoff wird in den nächsten Jahren ein knappes Gut sein. Befürworten Sie vor diesem Hintergrund eine politische <b>Priorisierung</b> von Wasserstoffanwendungen oder ist Ihnen <b>Technologieoffenheit</b> wichtig? Wieso?</p> <p>Für welche Anwendungen halten Sie Planungs- und <b>Investitionssicherheit</b> für die nächsten 5 bis 10 Jahre für gegeben?</p>	<p>15 min</p>	<p><b>RQ3</b>: Ist DC vorhanden?</p> <p>/</p> <p>Wie kann DC entstehen?</p>

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

<p><i>(Narrativ, Ziele, Legitimität, Netzwerke, institutionelle Änderungen)</i></p> <p>Wird Ihre <b>Einschätzung</b> in der aktuellen Wasserstoffdebatte von den meisten <b>geteilt</b>?</p>		
<p><b>Block 3: Auswirkungen der H2-Politik auf alternative Pfade</b></p> <p><i>Nehmen Sie potenzielle Nebeneffekte der Wasserstoffpolitik oder des allgemeinen Wasserstoffhypes auf die <b>Diffusion alternativer Technologien</b> wahr (z.B. EM, WP)? (Welche?)</i></p> <p><i>Ist das aus Ihrer Sicht problematisch für das Erreichen der <b>Klimaziele</b>?</i></p> <p><i>(Wie könnten die genannten <b>Nebeneffekte vermieden</b> werden?)</i></p>	10 min	<p><b>RQ2:</b> Auswirkungen des PM auf alternative Pfade</p> <p><b>RQ3:</b> Wie kann DC entstehen?</p>
<p><b>Abschluss</b></p> <p><i>Vielen Dank für Ihre Teilnahme und die wertvollen Einsichten!</i></p> <p><i>Gibt es noch etwas, was Sie uns mitgeben möchten oder wonach wir hätten fragen sollen?</i></p> <p><i>Möchten Sie Projektergebnisse zugesendet bekommen?</i></p>	5 min	ggf. Ergänzungen

## Version für Vertreterinnen und Vertreter von Technologiepfaden der Elektrifizierung

Themenblock	Dauer	Zweck
<p><b>Begrüßung und Einführung</b></p> <p><i>Danke für Teilnahme, Erinnerung an Aufnahme, Datenschutz, Dauer ca. eine Stunde</i></p> <p><i>Vorstellung: Ich bin ... Das IÖW/Borderstep ist ...</i></p> <p><i>Hintergrund zur Studie: Das Projekt H2A untersucht die Steuerungswirkung der deutschen Energiepolitik auf Akteure, Transformationspfade und Richtungssicherheit</i></p> <p><i>Ziel dieses Interviews: Sondierung von Perspektiven verschiedener Akteure auf das Politikfeld Wasserstoff und Mobilität/Wärme sowie deren Wirkungen auf eigene Strategien und Pläne</i></p>	3 min	Knappe Vorstellung des Projekts, der Institute und der eigenen Person
<p><b>Vorstellung des Gegenübers</b></p> <p><i>Person und Organisation: Rolle und Berührungspunkte mit der Energiepolitik</i></p>	2 min	Einordnung des Gegenübers

<p><b>Block 1: Generelle Ausrichtung der aktuellen Energiepolitik auf das Anwendungsfeld Straßenverkehr / Raumheizung</b></p> <p><i>Wie nehmen Sie die momentane Energiepolitik der Bundesregierung wahr? Sind strategische Ziele und Prioritäten erkennbar? Welche?</i></p> <p><i>Ist ein klarer Weg bis zur Klimaneutralität 2045 erkennbar?</i></p> <p><i>Gibt es aktuell politische Maßnahmen, die Sie angesichts dieser Ziele für besonders effektiv halten? Welche?</i></p> <p><i>Welche Auswirkungen hat die aktuelle Energiepolitik auf ihre Branche?</i></p> <p><i>Fehlen wichtige Maßnahmen, die noch ergriffen werden müssten?</i></p> <p><i>Ein Blick zurück: Welches waren die wichtigsten (zwei) Entscheidungen oder Maßnahmen in den letzten Jahren und waren diese falsch oder richtig?</i></p>	<p>x min</p>	<p>PM, DC, (BP)</p> <p><b>RQ3:</b> Ist DC vorhanden?</p> <p><b>RQ2:</b> Was sind Auswirkungen des PM auf seine Zielgruppen?</p> <p><b>RQ3:</b> Wie kann DC entstehen?</p>
<p><b>Block 2: Spezifische Auswirkungen der Energiepolitik auf verschiedene Anwendungsbereiche</b></p> <p><i>Halten Sie unternehmerische Planungs- und Investitionssicherheit für die nächsten Jahre für gewährleistet? Wird Ihre <b>Einschätzung</b> in der aktuellen politischen Debatte von den meisten <b>geteilt</b>?</i></p> <p><i>Was wird gegenwärtig besonders wirksam gefördert: Elektrifizierung oder Lösungen mit Wasserstoff?</i></p> <p><i>Wo nehmen Sie aktuell starke Hemmnisse für Ihre Branche wahr? Was müsste geschehen, um sie zu überwinden?</i></p>	<p>x min</p>	<p><b>PM, DC, (BP)</b></p> <p>RQ3: Ist DC vorhanden?</p> <p>RQ2: Was sind Auswirkungen des PM auf seine Zielgruppen?</p> <p>RQ3: Wie kann DC entstehen?</p>

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

<p><b>Block 3: Wasserstoff versus Elektrifizierung</b></p> <p><i>Welche Entscheidungen in der Vergangenheit waren für den Weg in die Elektrifizierung zentral?</i></p> <p><i>Nehmen Sie dennoch Effekte der Wasserstoffpolitik auf eine fossil-freie Wärmeversorgung / Mobilität wahr?</i></p> <p><i>Wirft eine aktive Politik für den Energieträger Wasserstoff für ihre Branche eher Probleme auf oder löst sie Probleme?</i></p> <p><i>Wie stehen Sie zu einer gezielten politischen Priorisierung einer bestimmten Technologie und wie ließe sich eine solche Priorisierung begründen?</i></p> <p><i>Wie stehen Sie zum Konzept der Technologieoffenheit?</i></p>	x min	<p><b>DC, (BP)</b></p> <p><b>RQ2:</b> Wie wirkt sich der PM auf alternative Pfade aus?</p> <p><b>RQ3:</b> Wie kann DC entstehen?</p>
<p><b>Abschluss</b></p> <p><i>Vielen Dank für Ihre Teilnahme und die wertvollen Einsichten!</i></p> <p><i>Gibt es noch etwas, was Sie uns mitgeben möchten oder wonach wir hätten fragen sollen?</i></p> <p><i>Möchten Sie Projektergebnisse zugesendet bekommen?</i></p>	5 min	ggf. Ergänzungen

## ANHANG 2: ANONYMISIERTE LISTE DER INTERVIEWTEN PERSONEN

No.	Akteurstyp	Interviewdauer in Std.	Datum Interview
1	Forschung / Think Tank	00:57:57	20.09.22
2	Wirtschaftsverband (Gaswirtschaft)	00:50:58	19.09.22
3	Umweltverband	00:45:58	13.09.22
4	Wirtschaftsverband (Energiewirtschaft)	00:37:06	22.09.22
5	Forschung / Think Tank	00:29:51	26.09.22
6	Forschung / Think Tank	00:47:58	17.10.22
7	Wirtschaftsverband (Energiewirtschaft)	00:51:40	18.10.22
8	Energiewirtschaft (ehemals Politik/Verwaltung)	00:54:34	20.10.22
9	Politik/Verwaltung	01:02:17	26.10.22
10	Umweltverband	00:39:38	27.10.22
11	Politik/Verwaltung	00:56:47	27.10.22
12	Wirtschaftsverband (Automobilindustrie)	00:52:28	20.10.22
13	Forschung / Think Tank	00:37:36	09.11.22

14	Wirtschaftsverband (Energiewirtschaft)	00:32:40	20.09.22
15	Forschung / Think Tank	00:33:53	21.10.22

## ANHANG 3: CODESYSTEM MIT CODEHÄUFIGKEIT

1 Policy Mix	18
1.1 Politische Ziele	49
1.1.1 Kohärenz der Ziele	55
1.2 Politische Instrumente	61
1.2.1 Konsistenz der Instrumente	42
1.3 Politische Glaubwürdigkeit	48
1.4 Politische Lücken (Policy Gaps)	56
1.5 Politische Priorisierung	19
1.5.1 Anwendung	73
1.5.2 Produktion	38
1.6 Historie NWS	14
2 Auswirkung des Policy-Mix	0
2.1 Wirkung auf Zielgruppen	6
2.1.1 Wirtschaft	47
2.1.2 Forschung	10
2.2 Wirkung auf Transformationspfade	32
2.2.1 Herstellung/Farben	69
2.2.2 Breite der Anwendung	122
2.3 Wirkung als Risiken	19
2.3.1 Mobilitätssektor	6
2.3.2 Wärmesektor	4
2.3.3 Industrie/sonstige	5
3 Branching Point	51
3.1 Institutionelle Entscheidungen	59
3.2 Investitionsentscheidungen	18
4 Richtungssicherheit	52

4.1 Wissenschaftliche Akteure	15
4.2 Identitätsstiftendes Narrativ	33
4.3 Langfristigkeit und Legitimität der Zielsetzung	41
4.4 Überzeugungen	8
4.4.1 Technologie	108
4.4.2 Durchführbarkeit	76
4.4.3 Wettbewerbsvorteile	37
4.5 Unterstützung durch Netzwerkstrukturen	11
4.6 Institutionelle Veränderungen	25
4.7 Planungs- und Investitionssicherheit	116
5 Sammelbecken	28
6 Paraphrasen	1

## ANHANG 4: ERLÄUTERUNGEN DER CODES

### 1 Policy Mix

Aussagen von den Akteuren zu einzelnen politischen Zielen oder Instrumenten (positive und negative Einschätzungen) codieren

#### 1.1 Politische Ziele

Erwähnung von politischen Zielen (ohne Information zur Kohärenz)

##### 1.1.1 Kohärenz der Ziele

Aussagen zur (In-)Kohärenz der Ziele der aktuellen deutschen H<sub>2</sub>-Politik in sich und bzgl. EU-Politik, z. B. Zielkonflikte // Kommentare verwenden zur Kennzeichnung positiver/negativer Einschätzungen

#### 1.2 Politische Instrumente

Erwähnung von politischen Instrumenten (ohne Information zur Konsistenz)

##### 1.2.1 Konsistenz der Instrumente

Aussagen zur (In-)Konsistenz der Instrumente der aktuellen deutschen H<sub>2</sub>-Politik in sich und bzgl. EU-Politik // Kommentare verwenden zur Kennzeichnung positiver/negativer Einschätzungen

#### 1.3 Politische Glaubwürdigkeit

Aussagen zur Glaubwürdigkeit der aktuellen deutschen Wasserstoffpolitik, z. B. zu nicht eingehaltenen Ankündigungen in der Vergangenheit („Vertrauensbrüche“) oder zu mangelnder Transparenz

#### 1.4 Politische Lücken (Policy Gaps)

Erwähnung fehlender politischer Ziele, Maßnahmen, Instrumente, Regeln, Forschungsförderung etc.

#### 1.5 Politische Priorisierung

Aussagen zur Notwendigkeit („Wünsche“) einer politischen Priorisierung von Anwendungssektoren oder Produktionsmethoden

## **Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung**

### 1.5.1 Anwendung

### 1.5.2 Produktion

### 1.6 Historie NWS

Infos zur Entstehungsgeschichte der Wasserstoffstrategie aus zwei Spezialinterviews

### 2 Auswirkung des Policy-Mix

#### 2.1 Wirkung auf Zielgruppen

Nennungen genereller Auswirkungen des Policy Mix auf Akteure

##### 2.1.1 Wirtschaft

Auswirkung des aktuellen Policy-Mix auf die Wirtschaft, z. B. auf Strategien, Ziele, Planungen und Investitionen

##### 2.1.2 Forschung

Auswirkung des aktuellen Policy-Mix auf die Forschung, z. B. bestimmte mögliche Forschungsweige werden nicht berücksichtigt (ohne Policy Mix)

#### 2.2 Wirkung auf Transformationspfade

Aussagen, die Wirkungen der aktuellen H<sub>2</sub>-Politik auf Wasserstoffpfade betreffen (ohne Information zu „Farben“)

##### 2.2.1 Herstellung/Farben

Aussagen, die die zukünftige Nutzung diverser „Farben“ betreffen („nur grün“ per Kommentar kennzeichnen)

// Kommentare verwenden zur Kennzeichnung von Bottom-up Aussagen zu „Nicht-Wasserstoffpolitik“ (z. B. E-Mobilität, kommunale Wärmeplanung)

##### 2.2.2 Breite der Anwendung

Auswirkungen des aktuellen Policy Mix auf die Anwendungsgebiete von Wasserstoff

#### 2.3 Wirkung als Risiken

Nennung von Risiken, zu denen der aktuelle Policy Mix beiträgt

##### 2.3.1 Mobilitätssektor

Angesprochene Risiken von Lock-ins, versunkenen Investitionen oder Crowding-outs im Mobilitätssektor

##### 2.3.2 Wärmesektor

Angesprochene Risiken von Lock-ins, versunkenen Investitionen oder Crowding-outs im Wärmesektor

##### 2.3.3 Industrie/sonstige

Angesprochene Risiken von Lock-ins, versunkenen Investitionen oder Crowding-outs in anderen Anwendungsbereichen, z. B. Industrie, Energiespeicher, ...

### 3 Branching Point

Def.: Branching Points werden als wichtige Entscheidungspunkte definiert, an denen die von den Akteuren getroffenen Entscheidungen bestimmen, ob und auf welche Weise ein Pfad beschritten wird. Es ist ein Ansatz, der "kreative Akteure" und "einschränkende Strukturen" gleichermaßen anerkennt

## Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung

und den Dualismus von "Struktur" und "Handeln" im Sinne der Strukturierungs- und Interaktionstheorie überwindet.

### 3.1 Institutionelle Entscheidungen

- Gesetze
- Organe

### 3.2 Investitionsentscheidungen

## 4 Richtungssicherheit

Def.: Richtungssicherheit ist die kollektive Überzeugung von der Richtigkeit eines sozio-technischen Transformationspfades.

Die 10 Schlüsselmerkmale von Richtungssicherheit sind:

1. Vorherrschende Akteure in bestimmten Politikfeldern oder Sektoren teilen grundlegende Überzeugungen über bestimmte Technologien und Anwendungsfälle.
2. Gemeinsame Überzeugungen beziehen sich auf den Reifegrad (z. B. Technology Readiness Levels), die Machbarkeit und das Zukunftspotenzial bestimmter Technologien für bestimmte Anwendungsfälle.
3. Gemeinsame Überzeugungen beziehen sich auf den Wettbewerbsvorteil oder -nachteil gegenüber bestehenden oder neu entstehenden technologischen Alternativen und deren wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nutzen.
4. Ein identitätsstiftendes Narrativ, das den Übergangspfad und ein hoffnungsgebendes Gestaltungsprogramm festlegt (Schneidewind, 2018, S. 10).
5. Es ist wahrscheinlich, dass Promotoren oder Netzwerke von Promotoren zu den dominierenden Akteuren gehören und das Entstehen oder die Aufrechterhaltung von Richtungssicherheit beeinflussen.
6. Klare langfristige Ziele und Planungen für das betreffende System sind vorhanden oder im Entstehen.
7. Den dominanten Akteuren gelingt es, Legitimität von Zielen und Entwicklungspfaden zu schaffen und aufrechtzuerhalten, z. B. durch technologische Framing Dimensionen und Taktiken (Hoppmann et al. 2022).
8. Bestehende oder sich entwickelnde Netzwerkstrukturen (Verbände usw.), die die Ziele und den Entwicklungsweg unterstützen.
9. Flankierung durch grundlegende institutionelle Veränderungen, wie z. B. neue unterstützende Gesetze.
10. Strategische Entscheidungen und Investitionen von Wirtschaftsakteuren (Unternehmen, Risikokapitalgeber, Verbraucher usw.) spiegeln das Vertrauen in eine bestimmte Technologie oder einen Transformationspfad wider.

### 4.1 Wissenschaftliche Akteure

Einschließlich Promotoren-Aspekt (Differenzierung erfolgt bei der Auswertung)

- Wissenschaftlichen Organisationen (Institute) - Personen (Wissenschaftler:innen) - Wissenschaftliche Studien/Gutachten - Wissenschaftliche Expertise/Wissen/Fakten

### 4.2 Identitätsstiftendes Narrativ

z. B. "Wasserstoffregion", "Universalenergie"

- Identitätsstiftend
- sinnstiftende Erzählung



## **Richtungssicherheit in der Wasserstoffpolitik: Eine explorative Untersuchung**

- "transportiert Werte und Emotionen"
- "hope-giving design program" (Schneidewind)

### 4.3 Langfristigkeit und Legitimität der Zielsetzung

- Klare langfristige Zielsetzungen und Planungen für das betreffende System (kein kurzfristiger Aktivismus) → Vorhandensein oder Nichtvorhandensein/Bedarf
- Eine bestehende oder in Entwicklung befindliche Legitimität der Zielsetzungen und Entwicklungspfade → (Be-)Wertung der Zielsetzung

### 4.4 Überzeugungen

Differenzierung ob gemeinsam („shared“) oder nicht erfolgt erst in der Auswertung

#### 4.4.1 Technologie

Überzeugungen zu bestimmten Technologien und Anwendungsfällen

#### 4.4.2 Durchführbarkeit

Überzeugungen in Bezug auf den Reifegrad, die Durchführbarkeit und das Zukunftspotenzial von Wasserstofftechnologien

#### 4.4.3 Wettbewerbsvorteile

Überzeugungen in Bezug auf den Wettbewerbsvorteil oder -nachteil im Vergleich zu bestehenden oder neu entstehenden technologischen Alternativen und deren wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nutzen

### 4.5 Unterstützung durch Netzwerkstrukturen

- Verbände - Netzwerke - Beratungsgremien/Räte - Dialogforen

### 4.6 Institutionelle Veränderungen

- Fundamentale gesetzliche Rahmenbedingen/Änderungen - (Neue) Organe - Unterstützen flankierend die Richtungssicherheit

### 4.7 Planungs- und Investitionssicherheit

- Aussagen zum Vorhandensein, Fehlen, Bedarf (...)
- Aussagen zu Infrastruktur

## 5 Sammelbecken

Unverzichtbare Codes, die in keine Kategorie passen