
WASSERSTOFF UND MARKT- HOCHLAUF – MARKTPHASEN UND ZIELMODELLE

Policy Brief H2Global Stiftung 04/2023
1. MÄRZ 2023

Autoren:
Kirsten Westphal
Madjid Kübler
Ludwig Möhring
Jens Völler

H2GLOBAL STIFTUNG
Trostbrücke 20457 Hamburg

ISSN: 2940-861X

Der vorliegende Policy Brief wurde von der H2Global Stiftung im Auftrag der Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) erstellt und durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) finanziert.



Abstract

Der vorliegende Policy Brief beschreibt idealtypische Hochlaufphasen für den Wasserstoffmarkt. Dabei steht im Zentrum die These, dass es das Zielbildes eines eingeschwungenen Marktes bedarf, der sich selbst trägt und Geschäftsmodelle entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereitstellt. Ohne eine frühe Weichenstellung auf dieses Zielbild hin, droht eine politisch induzierte Knappheit an Wasserstoff. Damit wiederum kann der Hochlauf selbst und seine Geschwindigkeit in Frage gestellt werden. Zielbild ist daher, dass der Markt für eine sichere und kosteneffiziente Versorgung in den jeweiligen Verbrauchssektoren sorgt, die weitestgehend ohne staatliche Eingriffe auskommt.

Der Markt für Wasserstoff und seine Derivate muss dabei entlang der gesamten Wertschöpfungskette aufgebaut werden. Das Ziel eines physisch eingeschwungenen Marktes mit all seinen Infrastruktur- und Marktanforderungen wird nur zu erreichen sein, wenn eine Reihe von Phasen durchlaufen wird. Dies gilt umso mehr, da eine international zu verknüpfende Wertschöpfungskette mit diversen Schnittstellen zeitgleich zu entwickeln ist.

Die Errichtung und Regulierung der erforderlichen Infrastruktur ist ein entscheidender Faktor beim Hochlauf des Marktes. Die Infrastruktur kann maßgeblich zur Beschleunigung der Entwicklung beitragen. Beides, Errichtung und Regulierung, erfordert dabei frühzeitige strategische Festlegungen sowohl bezüglich der Größe des Netzes als auch bezüglich der regulatorischen und kommerziellen Randbedingungen des Marktes, die dessen Entwicklung beeinflussen.

Die verschiedenen Marktphasen werden dabei nicht trennscharf durchlaufen werden, sondern es wird graduelle Entwicklungen geben bis zu einem Reifegrad, in dem ein sich selbsttragender und wettbewerblicher Markt als Zielmodell erreicht wird.

Inhalt

I.	Weichenstellung „Hochlauf“	4
II.	Das Zielmodell eines eingeschwungenen Marktes als Leitbild	6
III.	Idealtypische Phasen auf dem Weg zum eingeschwungenen Wettbewerbsmarkt	8
a.	Ausgangssituation.....	8
b.	Aufbauphase	10
c.	Hochlaufphase.....	13
d.	Ausprägungsphase.....	15
e.	Der eingeschwungene Wettbewerbsmarkt.....	16
IV.	Fazit.....	17
V.	Impressum	18

I. Weichenstellung „Hochlauf“

Gemeinhin wird vom „Hochlauf des Wasserstoffmarktes“ gesprochen. Das verkennt jedoch die fundamentalen Herausforderungen schon auf struktureller Ebene.¹

Die Entwicklung der Technologie-, Infrastruktur- und Marktbedingungen muss entlang der gesamten Wertschöpfungskette erst auf den Weg gebracht werden und ist mit erheblichen Unsicherheiten und Risiken behaftet. Das kann ein Zuwarten der Akteure bedingen und auch ein Scheitern des Hochlaufs nach sich ziehen. Noch verfügen weltweit nur vier Prozent aller angekündigten Wasserstoffprojekte über finale Investitionsentscheidungen oder sind in Bau.² Angesichts der dynamischen und zyklischen Entwicklungen von Märkten ist der Wasserstoff-„Hochlauf“ in mindestens vier Phasen, die die Markt- und Infrastrukturentwicklung kennzeichnen,³ zu denken:

- 1) der Experimentier- und **Aufbauphase**, während der der Wasserstoff und seine Derivate durch Pioniere („First Mover“) kommerzialisiert werden;
- 2) der Technologie- und **Markthochlaufphase**, in der neben den Marktpionieren „frühe Folger“ („early followers“) tätig werden, die sich die Erfahrungen der Frühphase zunutze machen. Hier werden sich erste prozessuale Muster und Spielregeln ausbilden, aber auch weitere Inventions- und Innovations sprünge stattfinden;
- 3) die **Marktausprägungsphase**, in der eine schnellstmögliche Marktdurchdringung stattfindet, möglichst viele Marktanteile erschlossen werden und die Markteintrittsbarrieren durch eingespielte Prozesse, Strukturen und Marktregeln sinken;
- 4) der **eingeschwungene Markt** mit ersten Entwicklungen hin zu einer „Commoditisierung“ von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten.

In der gegenwärtigen Experimentier- und Aufbauphase bestehen für die Akteure erhebliche Risiken, da sie in einem komplexen Umfeld systemischer Unsicherheiten – von der Technologie bis hin zu den Marktfaktoren – agieren müssen.⁴ Diese Unsicherheiten werden noch dadurch

¹ Siehe dazu: Westphal, K. et. al. (2023): Kommerzielle Schnittstellen als Herausforderung für den Aufbau von Wasserstoff-Lieferketten, Policy Brief, H2Global Stiftung. http://files.h2-global.de/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-03_2023-DE.pdf.

² IEA (2023): Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity. Seite 7. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/acc7a642-e42b-4972-8893-2f03bf0bfa03/Towardshydrogendefinitionsbasedontheiremissionsintensity.pdf>

³ Ähnlich argumentieren auch Freshfields Bruckhaus Deringer/ Frontier Economics (2023): H2-Lieferverträge – Strategien für Erzeuger, Händler und Abnehmer in einem unsicheren Marktumfeld, Power Point Präsentation 25. Januar 2023. Folie 15.

⁴ Siehe dazu: Westphal, K. et. al. (2023): Kommerzielle Schnittstellen als Herausforderung für den Aufbau von Wasserstoff-Lieferketten, Policy Brief, H2Global Stiftung. http://files.h2-global.de/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-03_2023-DE.pdf.

verstärkt, dass entlang der Wertschöpfungskette auf allen Stufen zum einen die Wirtschaftlichkeit von Projekten im Wettbewerb mit etablierten Technologien und zum anderen auch die Verlässlichkeit der Belieferung sehr in Frage steht. Dekarbonisierter und grüner Wasserstoff ist in der Regel kein „Drop-in“ Produkt, das auf konventionelle Liefer-, Logistikpfade und Anwendungen aufsetzen kann. Einzige Ausnahme bildet die Nutzung von grauem Wasserstoff. Angesichts der Kapitalintensität der sich entwickelnden Wasserstoffindustrie erhöht das die kommerziellen Risiken bis zur Untragbarkeit. Von einem generisch sich entwickelnden Markt, in dem die notwendigen Investitionen auf Grund der Marktkräfte getätigt werden, kann daher nicht ausgegangen werden.

Gleichzeitig ist zwar von einer erheblichen Marktdynamik auszugehen, da Wasserstoff und seine Derivate politisch definiert sind als wichtige Säule der Energie- und Industrietransformation sowie der Mobilität (Luftfahrt, Schiffsverkehr und Schwerlasttransport), dort wo Elektrifizierung keine realistische Option darstellt. Aber die zeitlichen (und räumlichen) Entwicklungsmuster der Wertschöpfungsketten und Märkte sind nur schwer abzusehen. Die technischen, kommerziellen und administrativen Herausforderungen sind enorm. Noch nie mussten Energieträger in einem bestehenden Wettbewerbsumfeld und unter solch einem Zeitdruck eingeführt werden. Gleichzeitig bestehen erhebliche politische Uneinigkeiten darüber, in welchem Ausmaß und in welchen Sektoren und Marktsegmenten grüner und klimafreundlicher Wasserstoff und seine Derivate zum Einsatz kommen sollen. Insofern ist nicht leicht abzusehen, welche Nutzungsmöglichkeiten politisch wann angereizt werden. Auf Seiten potenzieller Abnehmer besteht demnach Unsicherheit darüber, ob, in welcher Menge und Form zu welchem Zeitpunkt sie überhaupt Zugang zu Wasserstoff bekommen werden.

Dabei liegt nahe, dass der Markt nicht für die politisch gewünschte Allokation sorgen wird. Aus (Klima)politischer Sicht sollen Wasserstoff und seine Derivate zunächst in den Sektoren genutzt werden, die energieintensiv sind und nicht elektrifiziert werden können. Diese Sektoren verursachen hohe Treibhausgasemissionen, stehen aber häufig gleichzeitig in scharfem internationalem Wettbewerb, was ihre Zahlungsbereitschaft empfindlich einschränkt. Insofern sind Politik und Administration mit großen Steuerungs- und Gestaltungsaufgaben konfrontiert, die einerseits eine beschleunigte Einführung und Umstellung auf Wasserstoff und seine Derivate, einen verlässlichen Investitions- und Marktrahmen, aber auch eine Lenkungswirkung und die Schaffung von grünen Leitmärkten betreffen. Dem Aufbau und der Umrüstung der Infrastruktur, die Quellen und Senken verlässlich und schnell verbindet, kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Letztlich werden es politische Entscheidungen sein müssen, die über die Ausprägung des „Wasserstoffmarktes“ in der frühen Phase entscheiden, jedenfalls was die Entwicklung der Marktbedingungen im Absatzmarkt „Deutschland“ angeht. Bezüglich der internationalen Lieferketten werden internationale Abstimmungen erforderlich. Der aufgezeigte Fokus auf die Gestaltung der politischen

Rahmenbedingungen bedeutet aus Sicht der relevanten Marktakteure gleichzeitig, dass diese hinsichtlich der zu treffenden großen Investitionsentscheidungen eher zurückhaltend agieren und auf staatliche Festlegungen wesentlicher Randbedingungen warten. Eine Marktdynamik wird in dieser frühen Phase auf Grund fehlender wirtschaftlicher Anreize und großer regulatorischer Unsicherheiten kaum entstehen können.

Der vorliegende Policy Brief argumentiert, dass es eines Verständnisses für die Hochlaufphasen und letztlich eines Zielbildes bedarf, um die Weichen früh dafür zu stellen, dass es zu einem eingeschwungenen Markt kommt. Wenn die Weichen nicht klar und früh auf das Zielbild eines eingeschwungenen Marktes gestellt werden, droht eine politisch induzierte Knappheit an Wasserstoff. Es ist fraglich, ob unter den Bedingungen einer Wasserstoffknappheit Schlüsselindustrien dekarbonisiert und in Deutschland gehalten werden können sowie eine Technologieführerschaft auf dem Gebiet der Wasserstoffherzeugung und -umwandlung erreicht werden kann. Zielbild ist daher, dass der Markt für eine sichere und kosteneffiziente Versorgung in den jeweiligen Verbrauchssektoren sorgt, die weitestgehend ohne staatliche Eingriffe auskommt. Es muss dabei darum gehen, dass ein sich selbst tragender Wasserstoffmarkt entsteht, der nicht nur für eine sichere, sondern auch für eine kosteneffiziente und in der Folge preisgünstige Versorgung in den jeweiligen Verbrauchssektoren sorgt, die weitestgehend ohne staatliche Eingriffe auskommt.

Die Erkenntnisse aus der Liberalisierung und Regulierung der europäischen Strom- und Gasmärkte in den vergangenen 25 Jahre sind nicht zwingend eine Blaupause, aber sie bilden eine hervorragende Basis, Wasserstoff und seine Derivate beschleunigt und unter Wettbewerbsbedingungen an den Markt zu bringen.

II. Das Zielmodell eines eingeschwungenen Marktes als Leitbild

Zum ersten Mal müssen neue Energieträger beschleunigt und unter Wettbewerbsbedingungen eingeführt werden. Außerdem fehlen etablierte Logistik- und Wertschöpfungsketten, Infrastrukturen und es klafft eine signifikante Wirtschaftlichkeitslücke gegenüber den Konkurrenzenergien.

Dem Staat kommt damit eine wichtige Rolle zu, was die Definition des klimaneutralen und grünen Produkts, aber auch die Infrastruktur angeht. Entscheidend für die Regulierung ist die Frage, wie ein eingeschwungener, selbsttragender Markt, das Zielmodell, zu erreichen ist und durch welche Eigenschaften sich dieser auszeichnet.

Im Folgenden sollen die wesentlichen Merkmale eines solchen Zielmodells beschrieben werden.

Das Zielmodell zeichnet sich dadurch aus, dass sich ein Markt für klimaneutralen und grünen Wasserstoff und seine Derivate etabliert hat. Sowohl auf der Anbieter- als auch auf der Nachfrageseite sind eine Vielzahl von Anbietern und Abnehmern aktiv, es haben sich wettbewerbliche Strukturen

entwickelt. Eine nachhaltige Marktliquidität sorgt basierend auf hohen verfügbaren Mengen aus einer Vielzahl von nationalen, europäischen und außereuropäischen Quellen für transparente und verlässliche Preissignale. Anbieter und Nachfrager bewirtschaften Portfolios, die eine zeitliche und räumliche Disponibilität und damit ein ausgefeiltes Risikomanagement ermöglichen. Voraussetzung dafür ist eine voll funktionsfähige Infrastruktur, die in das europäische Gesamtsystem integriert ist und gleichzeitig auch den dezentralen Industrie- und Verbrauchstrukturen Deutschlands Rechnung trägt. Der Zugang zur Infrastruktur ist für alle Marktteilnehmer diskriminierungsfrei und über standardisierte Prozesse einfach darstellbar. Die Marktteilnehmer sind verpflichtet ihre gebuchten Kapazitäten zu nutzen oder im Falle von Bedarfsänderungen anderen Marktteilnehmern anzubieten. Es haben sich selbsttragende Geschäftsmodelle etabliert, so dass eine finanzielle Unterstützung durch fiskalische Mittel im eingeschwungenen Zustand nicht mehr benötigt wird und sich die Rolle des Staates auf die Einhaltung wettbewerblicher Regeln und der Erfüllung entsprechender Produkt- und Nachhaltigkeitsstandards konzentriert. Grauer Wasserstoff ist im Zielmodell vollständig verdrängt und durch grünen Wasserstoff (und entsprechender Derivate) ersetzt; die grünen Produkteigenschaften sind entlang der Lieferkette durch belastbare Herkunftsnachweise nachvollziehbar und belegbar.

Um auf einen eingeschwungenen etablierten Markt hinzuwirken, kommt es wesentlich darauf an, die Anreize und Risiken innerhalb der Lieferkette zwischen den Akteuren so zu verteilen, dass die Marktrollen die Verantwortlichkeiten dergestalt umfassen, dass das Risiko jeweils bei dem Akteur liegt, der es am besten managen kann. Das gilt für logistische wie für kommerzielle Risiken.

Wesentliche Rahmenbedingungen für einen eingeschwungenen Markt sind:

- Jederzeitige physische Verfügbarkeit bei ausgebauter Infrastruktur (inkl. H₂-Speicher);
- Zugang für Endverbraucher zu einer Vielzahl von Lieferanten;
- Vielzahl von Importeuren;
- Regulierter diskriminierungsfreier Zugang zum Netz bis zum Endkunden;
- Lieferanten-Wettbewerb;
- Ausreichende Flexibilitäten (Speicher);
- Langfristverträge mit wettbewerbsfähigen Preisen, die die aktuellen Marktbedingungen reflektieren;
- Spotlieferungen, die sukzessive den Bedarf an Surrogaten und Back-up Alternativen ersetzen und diese nur noch in seltenen Engpassituationen notwendig machen;

- Auf der Importstufe⁵ kann es weiterhin ein Interesse an Langfristbelieferungen geben, die den Marktpreisbedingungen folgen.

Je schneller die Entwicklung entlang der Wertschöpfungskette vorangetrieben werden kann, desto besser für die Entstehung des beschriebenen eingeschwungenen Marktes, der eine effektive und sichere Belieferung mit klimaneutralem und grünem Wasserstoff und Wasserstoffderivaten ermöglicht. Ziel in dem eingeschwungenen Markt ist eine verlässliche Preisbildung, die sich idealerweise in einem größeren geografischen Markt entwickelt, in dem die gleichen Voraussetzungen herrschen. Damit ist einerseits die Integrität der Zertifizierungskette für das Vertrauen in das grüne und klimaneutrale Produkt, aber andererseits auch die internationale Anschlussfähigkeit der Zertifizierung von Wasserstoff und seinen Derivaten zu gewährleisten.⁶

III. Idealtypische Phasen auf dem Weg zum eingeschwungenen Wettbewerbsmarkt

a. Ausgangssituation

Der grüne Wasserstoffmarkt befindet sich aktuell noch in einem frühen Entwicklungsstadium. Neben dem etablierten Markt für grauen Wasserstoff hat sich in der Aufbruchstimmung der letzten Jahre eine Projektlandschaft mit zahlreichen Pilotanlagen entwickelt. Wesentliche Merkmale dieser Projekte sind die räumliche Nähe von Wasserstoffherzeugung und -verbrauch, die zumeist überschaubare Anlagengröße und die fehlende Wirtschaftlichkeit. Aktuell gibt es noch keine nennenswerte Transport- und Speicherinfrastruktur für Wasserstoff, wengleich auch in diesem Bereich über zahlreiche Pilotversuche erste Erfahrungen zur technischen Ausgestaltung einer H₂-Infrastruktur gesammelt werden. Die zahlreichen politischen und privatwirtschaftlichen Initiativen auf globaler Ebene haben eine Dynamik entfacht, die bei geeigneter Weichenstellung eine vergleichsweise zügige Entwicklung in Richtung Zielmodell möglich erscheinen lässt.

Dies wird sich allerdings nicht automatisch ergeben, vielmehr bedarf es beim Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft geeigneter flankierender Maßnahmen, die das Vertrauen in die Erfolgsträchtigkeit der notwendigen hohen Investitionen weiter stärken. Neben dem Zielmodell braucht es auch ein grundsätzliches Verständnis für die zu durchlaufenden Marktphasen, da diese

⁵ Siehe dazu: Westphal, K. et. al. (2023): Kommerzielle Schnittstellen als Herausforderung für den Aufbau von Wasserstoff-Lieferketten, Policy Brief, H2Global Stiftung. http://files.h2-global.de/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-03_2023-DE.pdf.

⁶ IEA (2023): Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/acc7a642-e42b-4972-8893-2f03bf0bfa03/Towardshydrogendefinitionsbasedontheiremissionsintensity.pdf>

jeweils unterschiedliche Anforderungen an die handelnden Akteure stellen. Betrachtet man die unterschiedlichen globalen Voraussetzungen zum Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft kann davon ausgegangen werden, dass sich in Analogie zu anderen Ressourcen und Energieträgern, Regionen ausbilden werden, die sich selbst versorgen können, während andere auf Importe aus Überschussregionen angewiesen sein werden.⁷ Da sich Europa perspektivisch zu einer Importregion für grünen Wasserstoff entwickeln wird, müssen zeitlich klar definierte Entwicklungspfade zu einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft aufgezeigt werden, so dass Investoren in Exportregionen sich auf eine langfristige Partnerschaft festlegen können.

Grundsätzlich ist also davon auszugehen, dass der Aufbau des Marktes in unterschiedlichen zeitlich strukturierten und raumprägenden Stufen und Phasen erfolgt. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen und Entwicklungspfade idealtypisch skizziert, d.h. die Phasen werden im Zweifel nicht trennscharf in der dargestellten Art und Weise durchlaufen, sondern die Übergänge können auch fließend sein. Da eine einzelne Phase immer durch eine Entwicklungsdynamik geprägt ist, sind die in der nachfolgenden Abbildung aufgeführten Merkmale als Endpunkte der jeweiligen Phase und damit zugleich als Anfangszustand der Folgephase zu verstehen.

0. Ausgangssituation	1. Aufbau	2. Hochlauf	3. Ausprägung	4. Eingeschwungener Markt
<ul style="list-style-type: none"> • Bestehender Markt nur für grauen H₂ • Bestehende Pilotanlagen zur Erzeugung von grünem H₂ • Privatwirtschaftliche und politische Initiativen auf globaler Ebene • Keine H₂-Transport- und Speicherinfrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • H₂-Erzeugungsanlagen in industrieller Größe am H₂-Hub in Europa oder für NH₃ in Übersee • Regulierungsregime für Infrastruktur vorhanden • Normen & Standard für grünen H₂ sind definiert • Instrumentarium für finanzielle Unterstützung & Absicherung besteht • Anwendung: grüner H₂ wird in bestehende Verwendung von grauem H₂ eingemischt • Strategischer Plan für Entwicklung der H₂-Infrastruktur und Beginn der Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Regionale H₂-Anwendungscluster haben sich entwickelt • Erste internationale Lieferbeziehungen sind etabliert • Weitere Umsetzung des Fahrplans für H₂-Importlogistik (Häfen, Schiffe etc.) • Kernelemente eines H₂-Backbones sind vorhanden • Koordinatoren übernehmen Aggregationsfunktion im Handel • Kommerzielle Beziehungen sind langfristig • Versorgungssicherheit durch „nicht-grünen“ Backup 	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungscluster sind zu Marktgebieten verschmolzen • Hochskalierung des internationalen H₂-Handels • H₂-Importlogistik besteht • H₂-Backbone vollständig entwickelt • Großflächige Anbindung auch des wirtschaftlichen Mittelstands • Zunehmende Preistransparenz, Ausbildung erster Preisindikatoren • Mischung aus kurz- und langfristigen Lieferbeziehungen • Versorgungssicherheit/ Backup weitgehend über H₂-Infrastruktur (Speicher) 	<ul style="list-style-type: none"> • Markt für grünen H₂ etabliert (Wettbewerb auf beiden Marktseiten, transparente Preissignale, hinreichende Marktliquidität etc.) • Voll funktionsfähige Infrastruktur vorhanden • Keine Notwendigkeit für staatliche Unterstützung • Grauer H₂ in Deutschland vollständig verdrängt

ABBILDUNG 1: PHASEN DES MARKTAUFBAUS

⁷ Siehe dazu: World Energy Council (2022): Regional insights into low-carbon hydrogen scale up. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Insights_Working_Paper_Regional_insights_into_low-carbon_hydrogen_scale_up.pdf?v=1680701563.

b. Aufbauphase

Für die Erreichung des Klimaneutralitätsziels 2045 und den dafür avisierten Aufbau von zehn Gigawatt Elektrolyse-Kapazität in Deutschland bis 2030 müssen jetzt erste Logistik- und Lieferketten von grünem und klimafreundlichem Wasserstoff und seinen Derivaten nach Europa und Deutschland und innerhalb Deutschlands aufgebaut werden.

Neben der klimapolitischen Dimension spielt die Industrie- und Technologiepolitik eine große Rolle. Das gilt zum einen für das Ziel, Technologie-Vorreiter und -Exporteur zu werden. Vor dem Hintergrund des „Inflation Reduction Acts“ ist es erklärtes Ziel der EU-Kommission, einen „Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age“ voranzubringen, der europäische Technologien und die Standortsicherung für energieintensive Industrien und Mittelstand zum Ziel hat.

Ziel der Aufbauphase ist es, die erfolgreiche Umsetzung von H₂-Projekten im industriellen Maßstab nachzuweisen (Projekte > 100 MW_{el}). Entsprechende Demonstrationsprojekte, die Erprobung von Prozess- und Logistikketten und die Kommerzialisierung sollen in Europa und weltweit realisiert werden. Dabei geht es um die Etablierung von Wertschöpfungsketten und das Entwickeln von Geschäftsmodellen. Vorgeschaltet dazu muss das Regulierungsregime für die Infrastruktur definiert werden, damit rechtssichere Investitionen in H₂-Infrastrukturprojekte (insbes. Importanlagen, Pipelines und Speicher) parallel zur industriellen Erprobung geplant und final entschieden werden können. Im Vordergrund sollte dabei die Frage stehen, welcher Regulierungsrahmen am besten geeignet ist, die notwendige Infrastruktur schnellstmöglich und kosteneffizient bereitzustellen. Die Nachnutzung bzw. Umwidmung bestehender Infrastrukturen könnte dabei einen wichtigen Eckpfeiler darstellen. Dem Netz kommt eine Schlüsselrolle zu: Von staatlicher Seite sind die Bedingungen für eine integrierte Netzentwicklungsplanung⁸ (auf Fern- und Verteilnetzstufe) sowie die erforderlichen Investitionsbedingungen festzulegen. Entscheidend sind auch technisch und kommerziell attraktive Zugangsbedingungen für die Marktteilnehmer (Importeure, Händler und Verbraucher). Rein finanziell werden in der Frühphase, in der die gebaute Wasserstoff-Infrastruktur naturgemäß nur teilweise ausgelastet werden kann, Konzepte entwickelt werden müssen, die es zum einen erlauben, die Netze auf eine höhere Kapazität als die der ersten Transportmengen auszulegen und zum anderen die Nutzer der zu Beginn nicht ausgelasteten Infrastruktur nicht finanziell zu überlasten. Das „Marktdesign“ sollte daher die erforderlichen hohen Vorab-Investitionen ermöglichen oder jedenfalls erleichtern, sei es für die Verwendung von Wasserstoff oder die direkte Anwendung von Ammoniak oder anderen Derivaten.

⁸ Die integrierte Netzentwicklungsplanung muss Gas, Wärme, Wasserstoff und idealerweise auch Strom berücksichtigen. Die Gasinfrastruktur kann weiterentwickelt, umgerüstet und stillgelegt werden.

Für die anstehenden Investitionen sowohl auf der Erzeugungs- als auch auf der Anwendungsseite spielt die Ausgestaltung klarer Standards und Normen für die grünen Eigenschaften von Wasserstoff und seinen Derivaten eine wichtige Rolle. Da Europa mittel- und langfristig im weltweiten Wettbewerb mit anderen Importregionen stehen wird, ist es wichtig bei der Entwicklung und Überwachung von Standards eine führende Rolle zu spielen und dabei die eigenen Anforderungen und die der Wettbewerber zu einem vernünftigen Ausgleich zu bringen.

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft geht mit einem hohen Kapitalbedarf einher. Aufgrund der hohen Unsicherheiten, die sich insbesondere in der Aufbau- und Hochlaufphase stellen, spielt die Vermeidung von bzw. Absicherung gegen bestimmte Risiken eine entscheidende Rolle bei den anstehenden Investitionsentscheidungen. In dieser Phase stellen sich besondere Herausforderungen, die nur durch staatliche Intervention – auch im internationalen Kontext – gelöst werden können. Eine besondere Bedeutung kommt dem Aufbau der Liefer-, Logistik- und Wertschöpfungsketten und der Verteilung der damit verbundenen Risiken an den Schnittstellen zu.⁹ Um für den Frühstart von „First Movern“ regulatorische Risiken zu überbrücken und vertragliche Risiken entlang der Wertschöpfungskette zu reduzieren, wurde das H2Global Instrument entwickelt.¹⁰ Die ersten Ausschreibungen mit dem H2Global Instrument sind im Dezember 2022 gestartet.¹¹ Das an den Kostendifferenzausgleich (eng. Contract for difference, CfD) angelehnte Instrument eröffnet Geschäftsmodelle und einen „Experimentier- und Lernraum“, um Wertschöpfungs- und Logistikketten auszutesten. H2Global möchte in dieser Frühphase den Unternehmenskonsortien aus dem Bieterverfahren eine erste finale Investitionsentscheidung ermöglichen. Zum Zuge sollen dabei Projekte kommen, die im industriellen Maßstab skalierbar sind und kurzfristig an den Start gehen können. Bei der Umsetzung dieser Großprojekte werden den beteiligten Unternehmen Lernerfahrungen und Experimentierräume ermöglicht, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass in der zweiten Ausbaustufe und bei Folgeprojekten Kostensenkungen und Effizienzgewinne greifen und Projekte deutlich skaliert werden. In der Startphase trägt das Instrument dazu bei, die Herausforderungen bei den Kosten und der Skalierung anzugehen und „First Movern“ als Sprungbrett zu dienen, um einen ersten Innovationszyklus zu starten. Da H2Global das Bindeglied der Logistikkette mit dem Anlandungspunkt in Nordwesteuropa darstellt, müssen die beteiligten Akteure nur jeweils einen Teil der Kette organisieren. Das Instrument reduziert damit die Such- und

⁹ Siehe dazu: Westphal, K. et. al. (2023): Kommerzielle Schnittstellen als Herausforderung für den Aufbau von Wasserstoff-Lieferketten, Policy Brief, H2Global Stiftung. http://files.h2-global.de/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-03_2023-DE.pdf.

¹⁰ Siehe dazu: H2Global Stiftung (2022): H2Global – Idee, Instrument und Intentionen, Policy Brief. http://files.h2-global.de/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-01_2022-DE.pdf.
Policy Brief 02 H2Global Stiftung

¹¹ H2Global Stiftung (2022): Hintco went live with the first tender! <https://www.h2global-stiftung.com/post/hintco-went-live-with-the-first-tender>.

Transaktionskosten und die damit verbundenen Risiken in dieser ersten Phase. Wichtig ist, Vertrauen in die Machbarkeit des Hochlaufs zu generieren („success breeds success“). Ferner liefert H2Global ein erstes Preissignal für die Anlieferung auf einen Punkt im Nordwesteuropäischen Markt.

Simultan dazu werden sich erste integrierte „On-site“ Projekte entwickeln und erste Punkt-zu-Punkt Langfristlieferverträge geschlossen. Hier ist klimapolitisch die gewünschte Allokation in bestimmten Industrien und Sektoren mitentscheidend, um bestehende Risiken einzuhegen. Dabei werden Klimaschutzverträge eine ermöglichende Rolle übernehmen müssen, um die Mehrkosten abzufedern, die mit dem Einsatz von klimaneutralen Energieträgern und der Umstellung der industriellen Prozesse verbunden sind. Klare Signale im Hinblick auf eine gesicherte Nachfrage und die Wirtschaftlichkeit für die Investoren sind von entscheidender Bedeutung.

Die aktuellen Nutzer von grauem Wasserstoff werden erste zu Verfügung stehende Mengen grünen Wasserstoffs in ihre Prozesse integrieren und erproben, welche Anforderungen und Anpassungen ein gemischter Betrieb in der anstehenden Hochlaufphase stellen wird. Dieses Erfahrungswissen ist die Grundlage für die schrittweise Transformation von der grauen in die grüne Wasserstoffwelt. In dieser ersten Phase sind die *Important Projects of Common European Interest (IPCEI)* zu starten, welche sowohl Industrie-Cluster als auch erste Wasserstoffnetzprojekte und Umbauprojekte der industriellen Prozesse auf Nachfrageseite unterstützen. Diese Projekte sorgen für die Entstehung erster Wasserstoff-Cluster und Inseln.

Die Bereitstellung der notwendigen Volumina ist ohne Zwischenschritte und Skaleneffekte nicht zu realisieren. Um früh die benötigten Mengen etwa für die Stahlindustrie lieferbereit zu haben, bedarf es nicht nur der Installation der Anlagen im In- und Ausland, sondern in der Praxis auch der schnellen Abnahme kleiner, stetig wachsender Mengen, um die Logistikkette zwischen Produzenten und Abnehmern aufzubauen. Hier spielen Sektoren eine Rolle, die heute schon grauen Wasserstoff oder seine Derivate einsetzen, wie die Düngemittelproduktion, die chemische Industrie und Raffinerien. Allerdings ist auch hier die Wirtschaftlichkeitslücke zu überbrücken. Ferner ist das Thema der Versorgungssicherheit zu adressieren, um für den Hochlauf ausreichende Mengen zur Verfügung zu haben und bei Lieferausfällen substituieren zu können. Für den Notfall ist auch der Einsatz von blauem bzw. grauem Wasserstoff vorzusehen.

Zentraler „Enabler“ für die Entwicklung des Marktes auch in dieser Frühphase ist die Entwicklung der erforderlichen Import-, Transport- und Speicher-Infrastruktur für Wasserstoff bzw. seine Derivate. Dem Staat kommt in dieser Phase eine wesentliche Rolle zu: es bedarf eines strategischen Plans für die Dimension und die Umsetzung eines H₂-Netzes, gekoppelt mit regulierten Zugangsbedingungen für die Marktakteure. Dies ist nicht nur für die Verlässlichkeit der kommerziellen Randbedingungen unerlässlich, sondern auch für das Vertrauen in die Versorgungssicherheit, das neben der Wirtschaftlichkeit die zweite wesentliche Voraussetzung für die großen

Umstellungsinvestitionen von (industriellen) Verbrauchern sein wird. Dieser Plan ist frühzeitig zu entwickeln; seine Umsetzung ist Schlüssel für eine erfolgreiche Marktentwicklung in dieser Frühphase; er wird im Laufe der Marktentwicklungsphasen in Abhängigkeit von Markterfolgen regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen sein.

c. Hochlaufphase

An die Aufbauphase schließt sich die Hochlaufphase an. Bei Wasserstoff und Derivaten sind wichtige Schnittstellen in der Logistikkette weiterzuentwickeln. Die notwendigen Technologien weisen einen unterschiedlichen Reifegrad auf und müssen noch (weiter-) entwickelt werden. Elektrolyseure werden skaliert und von der Einzelfertigung in die industrielle Massenproduktion überführt.

Mit Blick auf die eingesetzten Technologien und ihren Reifegrad geht es darum, Technologien zu erproben, robuste Technologiepfade zu realisieren und die Anlagen zu skalieren. Demonstrationsprojekte bereiten die Serienreife und den kommerziellen Regelbetrieb vor.¹² Es ist entscheidend, dass mit einem „Proof of Concept“-Projekt in Kraftwerksgröße technische Lösungen gefunden werden, die den weiteren Ausbau der Produktionskapazitäten erlauben. Eine stufenweise Umsetzung und zeitliche Staffelung der Anlagengröße werden das Realisierungsrisiko senken, die Mitnahme der Lernkurve bei zeitgleicher Maximierung der Produktionsmenge von grünem Wasserstoff erlauben und sich dadurch auch positiv auf den benötigten Förderbedarf auswirken.

Diese Phase ist auch mit Blick auf Inventionen und Innovationen ganz entscheidend. Sprunginnovationen entstehen nicht aus dem Nichts, sondern resultieren in der Regel aus aufeinander aufbauenden Innovationsschritten. Insofern bedarf es Demonstratoren und Pilotprojekte, denn ein Hochlauf von komplexen Technologien und deren exaktes Zusammenspiel braucht seine Zeit. Von der Forschung zum Praxistest ist es ein entscheidender Schritt, um mit Demonstrationsprojekten die Serienreife und den kommerziellen Regelbetrieb vorzubereiten. Das gilt vor allem für die Erschließung der maritimen Räume für Offshore-Elektrolyse unter den herausfordernden Bedingungen der Ost-, aber vor allem der Nordsee.

Der Investitionsbedarf auf allen Wertschöpfungsstufen bleibt hoch; die zunehmende Skalierung der Technologien verbessert die Wirtschaftlichkeit und steigert dadurch die Investitionsbereitschaft. Sukzessive entstehen (auch durch die unterschiedlichen Fördermaßnahmen) industrielle Cluster, Wasserstoff-Inseln, aber auch erste Importkorridore.

In dieser Phase muss auch die detaillierte weitere Entwicklung der H₂-Importlogistik (Häfen, Schiffe, Speicher und Pipelines) erfolgen. Von herausragender Bedeutung ist hierbei der konsequente Bau und die Umwidmung paralleler Infrastrukturen für Wasserstoff und

¹² Westphal, K. (2023): Grüner Offshore-Wasserstoff – Viel mehr als nur eine Vision. Tagesspiegel Background. <https://background.tagesspiegel.de/energie-klima/gruener-offshore-wasserstoff-viel-mehr-als-nur-vision>

Wasserstoffderivate. Die Kernelemente eines „H₂-Backbone“ für leitungsgebundenen Wasserstofftransport sind zu errichten, so dass eine industrielle Wertschöpfung deutschlandweit möglich ist.

Daneben ist der Aufbau einer Speicherinfrastruktur von zentraler Bedeutung. Deutschland wird aufgrund seiner großen unterirdischen Salzvorkommen eine zentrale Rolle in ganz Europa für die Speicherung von Wasserstoff in Salzkavernen einnehmen; geographisch sind diese Vorkommen allerdings auf die mächtigen Salinare in Norddeutschland bis etwa in den Raum Fulda beschränkt.¹³ Gerade in der Markthochlaufphase kommt Puffern eine besondere Bedeutung zu, da sie für verbrauchsnahe Versorgungssicherheit in Zeiten sorgt, in denen die kontinuierliche Versorgung mit Wasserstoff noch nicht etabliert und garantiert ist. Hier spielen Speicher, aber auch andere Rückfalloptionen eine wichtige Rolle. Während der Hochlaufphase ist damit zu rechnen, dass das Angebot eher in Intervallen und kleineren Mengen verfügbar ist, während auf der Nachfrageseite Bandlieferungen oder saisonal schwankende Abnahmeprofile benötigt werden. Die Überbrückung dieser „Mismatches“ wird eine große Herausforderung während der Hochlaufphase und der Transformation der Infrastrukturen sein. Insofern müssen in dieser Phase entsprechende Puffer aufgebaut werden.

Die Markthochlaufphase wird auch geprägt sein durch langfristige Vertragsverhältnisse und ein höheres Maß an wirtschaftlicher Integration auf der Versorgerseite. Soweit energierechtlich zulässig, werden Downstream-Koordinatoren den Bezug des Wasserstoffs und seiner Derivate von Upstream-Koordinatoren, die Endkundenbelieferung, die langfristige Buchung von (oder auch das Eigentum an und den Betrieb von) Terminal-, Speicher-, Leitungs- und ggf. Umwandlungsinfrastruktur oftmals in einer Hand bündeln, um den Endkunden die Wasserstoff- oder Derivate-Lieferung als integriertes und auf dessen Bedürfnisse maßgeschneidertes Produkt anbieten zu können – was das Vertrauen der Verbraucher in die Verlässlichkeit der Belieferung sichert.

Dadurch dass das Marktvolumen in der Aufbauphase begrenzt ist, wird auch die Anzahl der Mid-/Downstream-Koordinatoren begrenzt sein, zumal das Anstreben einer gewisse Mindestportfoliogröße aus Effizienzgründen (Kostendegression, Portfolioeffekte) sinnvoll erscheint. D.h. die Mid-/Downstream-Koordinatoren werden im Regelfall auch Aggregatoren von Mengen sein. Dies kann jedoch einen zunächst eingeschränkten Anbieterwettbewerb bedeuten sowie mit Intransparenz und Heterogenität in Bezug auf die Vertragspreise für Ammoniak bzw. Wasserstoff einhergehen. Es bietet sich bezüglich der Preisbildung für den Wasserstoff in dieser Phase an, die Höhe bzw. die Entwicklung des Preises an existierende Wettbewerbsmärkte zu koppeln, was nicht nur

¹³ Siehe Darstellung in: LBEG (2022): Untertage Gasspeicherung in Deutschland. https://www.lbeg.niedersachsen.de/energie_rohstoffe/erdoel_und_erdgas/untertagegasspeicher/publikation_untertageerdgaspeicherung/publikation-zur-untertage-gasspeicherung-in-der-zeitschrift-erdoel-erdgas-kohle-898.html

Vertrauen in die Preisbildung und die Preishöhe schaffen würde, sondern auch der Wettbewerbsfähigkeit des Wasserstoffs zuträglich wäre. Zusätzliches Vertrauen in faire Marktpreise wird eine Beobachtung des Marktverhaltens von (regional) marktbeherrschenden Akteuren durch Kartellbehörden herstellen können – wie es die Energiemärkte aus den Zeiten des Erdgasmarktes vor dessen Liberalisierung kennen.

In der Markthochlaufphase ist die physische Verfügbarkeit von Wasserstoff essenziell. Letztlich wird in dieser Phase eine hohe Verantwortung auf dem letzten Vorlieferanten lasten, der sich zur Belieferung unter bestimmten Randbedingungen verpflichtet hat. Ähnlich wie in der Frühphase der Gasindustrie mag es im Fall von Engpässen auch zu Ausgleichslieferungen zwischen unterschiedlichen Vorlieferanten kommen. Daneben muss die Versorgungssicherheit in dieser Phase auch durch andere Formen von Wasserstoff (grauer oder dekarbonisierter Wasserstoff) gewährleistet werden.

d. Ausprägungsphase

Der Übergang vom Hochlauf zur Marktausprägungsphase ist für das Ziel eines eingeschwungenen physischen Marktes und die angestrebte Kostendegression entscheidend. Dabei wird der Fortschritt zunächst regional heterogen sein und von der Zahl und Größe der Anwendungscluster und Infrastrukturen abhängen.

Es entstehen neue Wasserstoff-Cluster und -Verbrauchsinseln auch in Regionen die geographisch weiter von den Importpunkten und inländischen Erzeugungshubs von grünem Wasserstoff (und seinen Derivaten) entfernt sind. Diese Binnen-Inselmärkte werden ausgebaut und sukzessive netzbasiert und leitungsungebunden miteinander verknüpft. Nach und nach werden die regionalen Anwendungscluster zu Marktgebieten verschmolzen.

Aufgrund immer besser funktionierender Prozesse, Strukturen und Marktregeln sinken die Markteintrittsbarrieren und ermöglichen Innovationssprünge up- und downstream. Die dadurch zunehmende Marktdynamik führt zu einer immer weiteren Marktdurchdringung. Die Allokation findet zunehmend entlang von Wirtschaftlichkeitskriterien statt und es werden neue Anwendungsbereiche und Marktanteile erschlossen. Gleichzeitig muss über einen verlässlichen „Demand pull“, also die gesicherte Nachfrage nach grünem und klimaneutralem Wasserstoff und seinen Derivaten, ausreichende Produktion und Anlieferung angereizt und skaliert werden. Aufgrund dieser Entwicklung erschließt Wasserstoff immer mehr Anwendungsbereiche jenseits der großen energieintensiven Industrien wie Stahl und Chemie. Andere Sektoren wie der Schiffs- und Luftverkehr, der Schwerlastverkehr, aber vor allem auch der energieintensive Mittelstand können zunehmend in der Fläche versorgt werden. Für die Energietransformation und den Erhalt der Wertschöpfung in Deutschland ist eine kluge Verzahnung zwischen einer weitgehend auf grünen

Elektronen und grünen Molekülen basierenden Versorgung des energieintensiven Mittelstandes und der flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung elementar.

Die großen Herausforderungen eines dann exponentiell wachsenden Marktes für grünen Wasserstoff und seine Derivate liegen darin, die Wertschöpfungs- und Risikoverteilung fair und über die Zeit nachhaltig zu gestalten. Damit geht die Definition von Verantwortlichkeiten, Marktrollen, Haftungsfragen und Risikomitigierung einher.

Handelspunkte und Lieferzonen werden sukzessive räumlich erweitert und verknüpft. Mittels digitaler Plattformen kann ein effizientes Kapazitätsmanagement (Terminal, Pipeline, Speicher) unterstützt werden. Logistikketten etablieren sich und das H₂-Backbone wird nach und nach vollständig entwickelt. Immer mehr infrastrukturelle und logistische Knotenpunkte entstehen. Das Marktgebietsmanagement startet für Zonen und parallel zu den bestehenden langfristigen Lieferbeziehungen entwickelt sich ein erster bilateraler Handel („Over the counter“, OTC), der für zusätzliche Preistransparenz sorgt.

Für die Phase der Marktausprägung ist die weitere Vernetzung über Deutschland und seine Nachbarländer hinaus in die Offshore-Gebiete ganz entscheidend. Es bedarf also dem Bau von Pipelines im Gigawatt-Maßstab, die große Mengen Wasserstoff ans Festland transportieren und Teil eines diskriminierungsfrei zugänglichen Wasserstoffnetzes werden sollen. Der diskriminierungsfreie Zugang für Dritte ist bei der Planung des Startnetzes und des H₂-Backbones, aber auch der Speicher zur Vermeidung späterer Engpässe bereits kapazitätsmäßig einzubeziehen.

Die kontinuierliche und gesicherte Versorgung mit grünem Wasserstoff und die Vernetzung der unterschiedlichen Infrastrukturen erlaubt nun auch eine Versorgungssicherheit, die weitgehend auf grauen Wasserstoff als Backup verzichten kann.

e. Der eingeschwungene Wettbewerbsmarkt

Der eingeschwungene Wettbewerbsmarkt entwickelt sich aus der Marktausprägungsphase heraus. Die ehemaligen Wasserstoffinseln mit ihren sich erweiternden Lieferzonen haben sich zu aneinandergrenzenden Marktgebieten ausgeweitet. Der H₂-Backbone existiert auf Fernleitungsebene ebenso wie wichtige Sticheleitungen auf Verteilnetzebene und in der Fläche.

Die Verantwortlichkeiten, Marktrollen, Haftungsfragen sind definiert und die kommerzielle Risikomitigierung standardisiert. Geschäftsmodelle sind etabliert und die zunehmende Wettbewerbsfähigkeit grüner Produkte und die fortschreitende Kosteneffizienz machen die staatliche Förderinstrumente der Hochlaufphase überflüssig. Physische und logistische Knotenpunkte sind idealerweise mit virtuellen Handelspunkten unterlegt, in jedem Falle aber regulatorisch dahingehend weiterentwickelt, dass möglichst freier Zugang zu Kapazitäten und Ein- bzw. Ausspeisepunkten

besteht. Der außerbörsliche und börsliche Handel ist ebenso etabliert, wie das Kapazitätsmanagement über digitale Plattformen.

Ein liquider Handelsmarkt, wie er heute im Strom oder Erdgas anzutreffen ist, mag sich bei zunehmend ausgereiften Marktbedingungen mit ausdifferenziertem Angebot bei einer Vielzahl von Playern und klar reguliertem Infrastrukturzugang etablieren; für einen wirksamen Wettbewerbsmarkt ist er zunächst nicht erforderlich.

Für grünen Ammoniak wird bedeutsam sein, inwieweit einerseits neben der stofflichen Nutzung in der Düngemittel- und Chemieindustrie alternative Anwendungen als Treibstoff (Schiffsverkehr) und als Energieträger/ Brennstoff (z.B. in Kraftwerken) eine Rolle spielen und andererseits Ammoniak sich als Transportvektor für Wasserstoff durchsetzt. Hier spielen dann die bereits angesprochenen Ammoniak-Cracker und Knotenpunkte, d.h. Einspeisepunkte in ein frühes Wasserstoffnetz, eine zentrale Rolle. Der eingeschwungene Markt kann sich zunehmend zu einer „Commoditisierung“ von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten entwickeln.

IV. Fazit

Im europäischen Erdgasmarkt hat die Historie der Marktöffnung der Gasindustrie gezeigt, dass sich – nach Durchlaufen einer notwendigen Transition – wettbewerbliche Marktstrukturen entwickeln lassen. Zwar hat dort die Entwicklung zum ausgereiften Markt mit freiem Zugang zu Kunden einige Jahrzehnte gedauert. Das lag, insbesondere in Deutschland, an regulatorischen Voraussetzungen, die die Demarkationen des Marktes erlaubten – bis 1998. Diese Etappe lässt sich durch die vorgeschlagene Regulierung der Infrastruktur und den sich daraus ergebenden freien Zugang zu Kunden bzw. Lieferanten stark verkürzen.

Wesentliche Voraussetzung für einen umfassenden Wettbewerbsmarkt bleibt das Vorhandensein von genügend Angebot an Wasserstoff und seinen Derivaten durch eine Vielzahl von Anbietern. Dies ist zu flankieren durch den frühzeitigen strategisch geplanten und umgesetzten Bau der erforderlichen Infrastruktur, die über einen diskriminierungsfreien und kostenadäquaten Zugang auch das Vertrauen aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette in die Marktentwicklung frühzeitig absichert. Sofern sich Angebot und Bedarf wie erwartet entwickeln, ist davon auszugehen, dass sich in Deutschland und den benachbarten EU-Ländern innerhalb des nächsten Jahrzehnts graduell die beschriebene Marktsituation einstellt. Zentrale Herausforderung ist es dabei, die massiven Investitionen inhaltlich, zeitlich und eventuell auch räumlich aufeinander abzustimmen, was nur mit Hilfe staatlicher Regulierung und finanzieller Unterstützung erfolgreich sein wird. Die Geschwindigkeit hängt dabei vom Vertrauen der Akteure in die Werthaltigkeit großer Investitionen ab. Dieses Vertrauen kann/muss zu Beginn durch finanzielle Garantien untermauert werden, bevor sich eine sich selbst tragende Dynamik entwickelt

V. Impressum

Herausgeber:

H2Global Stiftung
Abteilung – Forschung und Analyse
Trostbrücke 1
20457 Hamburg

Autoren:

Dr. Kirsten Westphal

H2Global Stiftung
Vorstand/ Executive Director
Trostbrücke 1
20457 Hamburg

Madjid Kübler

Team Consult G.P.E. GmbH
Geschäftsführer
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin

Dr. Ludwig Möhring

Externer Experte

Jens Völler

Team Consult G.P.E. GmbH
Prokurist
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin