

Policy Brief im Rahmen des Reallabors H2-Wyhlen: Was verhindert einen schnellen Markthochlauf von grünem Wasserstoff in Deutschland und der EU? Analyse der Risikofaktoren aus Unternehmenssicht

Schmidt, Maike; Klingler, Marcel; Liebhart, Laura; Fidaschek, Stefan; Konrad, Wilfried; Wist, Sarah-Kristina; Kuhn, Rainer; Witzel, Bianca

Erstveröffentlichung / Primary Publication

Arbeitspapier / working paper

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schmidt, M., Klingler, M., Liebhart, L., Fidaschek, S., Konrad, W., Wist, S.-K., ... Witzel, B. (2024). *Policy Brief im Rahmen des Reallabors H2-Wyhlen: Was verhindert einen schnellen Markthochlauf von grünem Wasserstoff in Deutschland und der EU? Analyse der Risikofaktoren aus Unternehmenssicht*. Stuttgart: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); DIALOGIK gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-92946-1>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Basic Digital Peer Publishing-Lizenz zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den DiPP-Lizenzen finden Sie hier:

<http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/>

Terms of use:

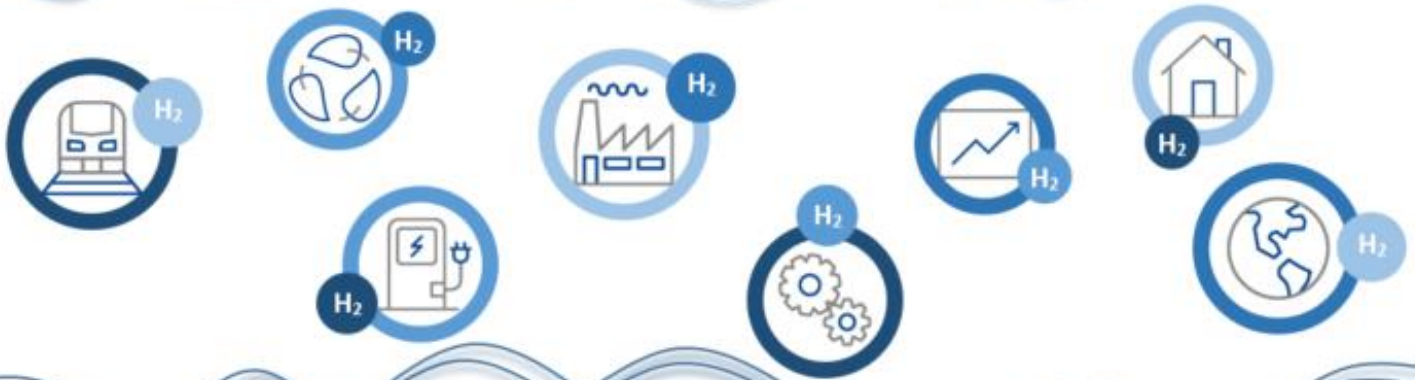
This document is made available under a Basic Digital Peer Publishing Licence. For more information see:

<http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/>

POLICY BRIEF

im Rahmen des Reallabors H₂-Wyhlen

Was verhindert einen schnellen Markthochlauf
von grünem Wasserstoff in Deutschland und der EU?
Analyse der Risikofaktoren aus Unternehmenssicht



Policy Brief

im Rahmen des Reallabors H₂-Wyhlen

**Was verhindert einen schnellen Markthochlauf von grünem Wasserstoff in Deutschland und der EU?
Analyse der Risikofaktoren aus Unternehmenssicht**



**Zentrum für Sonnenenergie- und
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg**

Meitnerstraße 1
70563 Stuttgart

Autor:innen

Maike Schmidt
Marcel Klingler
Laura Liebhart
Stefan Fidaschek



**DIALOGIK gemeinnützige Gesellschaft für
Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH**

Lerchenstr. 22
70176 Stuttgart

Autor:innen

Dr. Wilfried Konrad
Sarah-Kristina Wist
Dr. Rainer Kuhn
Bianca Witzel

Titelbild
© Eigene Darstellung

Stuttgart, März 2024

Executive Summary

Die Entscheidung für einen Markteinstieg in die Wasserstoffwirtschaft ist für Unternehmen derzeit noch mit hohen Unsicherheiten behaftet, so dass der politisch angestrebte dynamische Markthochlauf gegenwärtig weiterhin unwahrscheinlich erscheint. Ziel dieses Papiers ist es daher, die im Rahmen einer Workshopreihe identifizierten Risiken aus Unternehmenssicht zu benennen und Maßnahmen vorzuschlagen, die helfen können, diese Risiken zu minimieren und Investitionsentscheidungen für Unternehmen erleichtern. Dies erscheint auf allen Entscheidungsebenen möglich.

Um die (noch) günstige Ausgangsposition Deutschlands und der Europäischen Union im internationalen Wettbewerb nicht zu gefährden, sind politische Weichenstellungen erforderlich. Dazu gehört ein verlässlicher regulatorischer Rahmen, der Unternehmen Planungssicherheit gibt. Die Definition von grünem Wasserstoff wählt sehr anspruchsvolle Kriterien bezüglich der Zusätzlichkeit, der Gleichzeitigkeit und der Vermeidung von Netzengpässen. Durch die gewährten Übergangsfristen bis Ende 2027 sollte der Markteinstieg dennoch möglich sein, verlangt aber eine sehr schnelle Entscheidungsfindung und ebenso schnelle Umsetzung. Durch fehlende Ausnahmeregelungen für die Nutzung von Bestandsanlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung auf dem Betriebsgelände sind Konzepte zur erweiterten Eigenversorgung jedoch nur sehr eingeschränkt möglich.

Aus technologischer Sicht ist ein feststehender regulatorischer Rahmen für den Aufbau von Fertigungskapazitäten und die Etablierung der Technologie wichtig. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der frühzeitige Einstieg in die Entwicklung von Recyclingoptionen und entsprechenden Technologien, um die Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu stärken. Trotz des Net Zero Industry Acts der EU bestehen weiterhin wirtschaftliche Ungleichgewichte durch die massive Förderung von Wasserstofftechnologien und -anwendungen in anderen Ländern, insbesondere in den USA, Kanada, Indien und China. Für Investoren in Wasserstofftechnologien sind diese Länder somit weiterhin attraktiv – ggf. attraktiver als die EU und Deutschland. Um dennoch eine Wasserstoffwirtschaft in Europa entwickeln zu können, werden besonders Maßnahmen zur Unterstützung von „First Movern“ benötigt. Auf regionaler Ebene können insbesondere Markt- und Austauschplattformen die Entwicklung unterstützen.

Die derzeitige Situation am Strommarkt erschwert die Produktion von grünem Wasserstoff erheblich, da angesichts der hohen Spotmarktpreise kaum Power Purchase Agreements für erneuerbaren Strom in einer Kostenbandbreite geschlossen werden können, die eine ökonomisch tragfähige Produktion von grünem Wasserstoff erlauben würden. Für einen dynamischen Markthochlauf bedarf es daher entsprechender Regelungen, etwa eines Strompreises explizit für die Produktion von grünem Wasserstoff. Um das Preisrisiko für Wasserstoffabnehmer zu reduzieren, könnten auf europäischer und nationaler Ebene auch Ansätze zum Ausgleich von Differenzkosten etabliert werden.

Es ist dringend erforderlich, schnellstmöglich mit dem Aufbau einer Infrastruktur für die Wasserstoffversorgung zu beginnen, um große Mengen an Wasserstoff transportieren und auch aus dem Ausland importieren zu können. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen den Fernleitungsnetzbetreibern und den lokalen Wasserstoffverbrauchs-Clustern, die zunächst durch lokale Wasserstoffproduktion versorgt werden.

Vorwort

Mit dem ersten Ideenwettbewerb für Reallabore für die Energiewende im Februar 2019 wurde seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) ein neues Format für Forschungsprojekte entwickelt. Für Technologien, die für ein klimaneutrales Energie- und Wirtschaftssystem unabdingbar sind, wie die Elektrolyse zur Erzeugung von grünem Wasserstoff, wasserstoffbasierte Prozesse zur emissionsfreien Stahlproduktion oder Brennstoffzellenantriebe für den Schwerlastverkehr, sollen in diesen Projekten Anwendungsfälle erprobt werden. Dies erfolgt eingebettet in das zukünftige Praxisumfeld - beispielsweise in das Energiesystem und in Kunden- und Abnahmestrukturen vor Ort, um auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse einen schnellen Technologie-Rollout für vielversprechende Anwendungsfälle zu ermöglichen und damit die Time-to-Market deutlich zu verkürzen. Dazu trägt insbesondere der direkte Austausch der Forschung und Entwicklung mit den Technologienutzern bei. Durch diese enge Zusammenarbeit sollen Herausforderungen schneller erkannt und unmittelbar praxisnah gelöst werden. Dabei sollen die entwickelten Lösungsansätze nicht nur für den Kontext des spezifischen Reallabors Gültigkeit haben, sondern auch auf vergleichbare Konstellationen übertragbar sein.

Das Reallabor H₂-Wyhlen hat unter anderem zum Ziel, tragfähige Geschäftsmodelle im Kontext der Nutzung von grünem Wasserstoff und der bei der Elektrolyse entstehenden Nebenprodukte wie Abwärme zu entwickeln. Dabei soll ein breites Anwendungsspektrum für den Wasserstoff – als Industrierohstoff ebenso wie als Energieträger für Mobilität und Industrie – erschlossen und die Abwärme als Niedertemperaturwärme zu Heizzwecken für Gebäude nutzbar gemacht werden. Neben der Entwicklung von Geschäftsmodellen verfolgt das Reallabor H₂-Wyhlen auch technologische Zielsetzungen, wie die Entwicklung und Erprobung von Fertigungstechnologien für die Serienfertigung von Elektrolyseuren. Aufgrund der Bedeutung dieses Ansatzes für die Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele erhielt das Reallabor H₂-Wyhlen Ende 2020 die Förderzusage. Seither werden die technische Entwicklung und Umsetzung ebenso aktiv vorangetrieben wie die Analyse und Akquise möglicher Kundengruppen und Lieferkonstellationen für den erzeugten Wasserstoff. In diesem Kontext sehen sich die Praxispartner mit einer Vielzahl von Risiken konfrontiert, die teilweise von so genereller Natur sind, dass sie den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien sowohl auf der Erzeugung- als auch auf der Nutzerseite nahezu vollständig ausbremsen könnten. Die durch den völkerrechtswidrigen Überfall Russlands auf die Ukraine, das Kriegsgeschehen und die Folgewirkungen ausgelöste Energiepreiskrise hat einige Risiken, wie Preisrisiken hinsichtlich der Bezugspreise für erneuerbaren Strom, noch weiter verschärft. Gleichzeitig ist der politische Druck, den Markthochlauf für grünen Wasserstoff einzuleiten, massiv gestiegen.





Um die Risiken besser zu verstehen, mit denen sich Praxisakteure in der Wasserstoffwirtschaft konfrontiert sehen und die auf der Unternehmenseite den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft und damit den Markthochlauf verhindern, haben die beiden Reallabor-Forschungspartner DIALOGIK und ZSW im Herbst 2022 eine Workshop-Reihe mit Praxisakteuren von internen Projektpartnern sowie externen Experten aus dem Kontext des Reallabors H₂-Wyhlen durchgeführt. Die Entwicklungen gerade bezüglich des regulatorischen Rahmens erwiesen sich dann jedoch als dynamischer als erwartet. Um die wertvollen Diskussionsergebnisse dennoch einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stellen zu können, wurden die im vorliegenden Policy Brief zusammengefassten und aufbereiteten Ergebnisse vor dem Hintergrund der politischen Entwicklungen des Jahres 2023 gespiegelt und um Risikominderungsstrategien ergänzt. Sie sollen einerseits ein tieferes Verständnis für die Entscheidungsrisiken von Unternehmen in einem sich neu entwickelnden Marktumfeld schaffen („Warum entwickelt sich der Markt nicht?“) und andererseits Hinweise geben, an welchen Stellen passgenaue Instrumente die Risiken soweit reduzieren („Dieses Risiko kann ich tragen“), dass Investitionsentscheidungen getroffen werden und der dringend notwendige Markthochlauf für Wasserstoff beschleunigt wird.

Inhalt




Executive Summary	1
Vorwort	2
Inhalt	3
Legende	3
1. Allgemeine Risikofaktoren entlang der Wertschöpfungskette von Wasserstoff	4
1.1 Regulatorische Risiken	4
1.2 Wirtschaftspolitische Risiken	5
1.3 First-Mover-Dilemma	8
1.4 Technologische Risiken	9
1.5 Risiko Fachkräftemangel	11
1.6 Anforderungen an die Wasserstoffqualität	12
1.7 Genehmigungsrisiken	13
2. Risikofaktoren für Wasserstoffproduzenten	15
2.1 Marktrisiken	15
2.2 Versorgungsrisiken für Produktionsfaktoren	17
3. Risiken der Wasserstoffdistribution	18
Verfügbarkeit der Wasserstoffnetzinfrastruktur	18
4. Risikofaktoren für Wasserstoffnutzer	19
4.1 Versorgungsrisiken aus der Wasserstofferzeugung	19
4.2 Preisrisiken und Marktrisiken der Wasserstoffnutzung	20
Fazit	21

Legende

Handlungsebene

Land Baden-Württemberg	
Bund Deutschland	
Europäische Union	
Global	

Wertschöpfungsstufe

Wasserstoffproduzenten	
Wasserstoffdistributoren	
Wasserstoffnutzer	

1. Allgemeine Risikofaktoren entlang der Wertschöpfungskette von Wasserstoff

1.1 Regulatorische Risiken

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Der regulatorische Rahmen definiert die gesetzlichen Rahmenbedingungen eines Marktes. Er legt die Handlungsspielräume einzelner Marktakteure fest, definiert Produktkriterien oder bestimmt Qualitätsanforderungen. Fehlt der regulatorische Rahmen ganz oder teilweise, bedeutet dies hohe Unsicherheiten für die Marktakteure. Die Bedingungen könnten sich kurzfristig ändern, was das eigene Geschäftsmodell gefährden oder unwirtschaftlich machen könnte. In diesem Kontext spricht man auch von fehlender Investitionssicherheit. Unter derartigen Bedingungen können wichtige Investitionsentscheidungen nicht getroffen werden. Hier stand lange die Definition für grünen Wasserstoff aus, die über einen Delegierten Rechtsakt zu § 27 RED II (Renewable Energy Directive) zumindest die Vorgaben für dessen Anrechenbarkeit auf das Treibhausgasminderungsziel im Verkehrssektor klären sollte. Mit Inkrafttreten der RED III wird die am 10.02.2023 veröffentlichte und seit dem 14. Juni 2023 geltende Regelung des Delegierten Rechtsakts auf alle Anwendungsbereiche ausgeweitet. In der vorausgegangenen Diskussion sorgten insbesondere die vorgeschlagenen Regelungen zur Zusätzlichkeit des genutzten erneuerbaren Stroms, zur zeitlichen Korrelation der Strom- und Wasserstoffherzeugung sowie zur geografischen Korrelation zur Vermeidung von Engpässen im Stromnetz für sehr kontroverse Debatten.

Risikofaktoren:

- Der Delegierte Rechtsakt gibt nunmehr eine Definition für „grünen“ Wasserstoff deren Einhaltung Produzenten die Vermarktung des erzeugten Wasserstoffs in allen Marktsegmenten sichert und für Nutzer eine generelle Anrechenbarkeit in Förderregimen ermöglicht. Herausfordernd bleiben die Anforderungen, die bereits nach einer relativ kurzen Übergangsfrist ab 2028 vollständig zu erfüllen sind. Das hohe Anforderungsniveau kann Investitionsentscheidungen für den Aufbau von Wasserstoffherzeugungseinheiten verhindern, weil die Unsicherheiten für Unternehmen bezüglich der Umsetzung innerhalb der vorgegebenen Fristen zu groß erscheinen. Ein Monitoring der Entwicklung mit dem Ziel der Überprüfung und ggf. Anpassung der Regelungen ist seitens der EU für 2028 vorgesehen, so dass davon auszugehen ist, dass die Regelungen bis dahin unverändert bleiben.

Risikominderung:

- Da der delegierte Rechtsakt den Mitgliedsstaaten freistellt, ggf. individuelle Regelungen zur geografischen Korrelation zu treffen, wäre es zielführend, wenn Deutschland hier entsprechende Regeln festlegt. Dies gilt gerade vor dem Hintergrund der laufenden Diskussionen um eine Strompreiszonentrennung innerhalb Deutschlands, die sonst dazu führen könnte, dass sich die Rahmenbedingungen während der Projektplanungs- beziehungsweise Umsetzungsphase unvermittelt ändern.

1.2 Wirtschaftspolitische Risiken

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Die Wirtschaftspolitik umfasst alle Maßnahmen und Aktivitäten eines Staates zur Ordnung, Beeinflussung und Steuerung des Wirtschaftslebens. Dies umfasst also politische, ökonomische und rechtliche Aspekte. Gerade aus der Wirtschaftspolitik anderer Staaten können sich für Akteure im Inland potenziell Nachteile ergeben, die beispielsweise als Investitions- oder Absatzrisiken wahrgenommen werden. Im Wasserstoffkontext ist dies aktuell auf verschiedenen Ebenen der Fall.

Risikofaktoren:

- Als wesentliches Risiko für Unternehmen aus Deutschland und Europa wird nach wie vor das Gesetzespaket der US-Regierung, der „Inflation Reduction Act 2022 (IRA)“, der die hohe Inflation in den USA eindämmen und die Klimatransformation der US-Wirtschaft deutlich beschleunigen soll, wahrgenommen. Der IRA zielt u. a. darauf ab, mit Steuererleichterungen beispielsweise für die Produktion von klimafreundlichem Wasserstoff, massive Investitionen in Technologien zur Reduzierung von CO₂-Emissionen und in den Ausbau der Erneuerbare Energien in den USA auszulösen und damit das Erreichen der Ziele nach dem Pariser Klimaschutzabkommen zu ermöglichen.¹ Der IRA unterstützt dabei den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft mit einer investitionssicheren Betriebsmittelförderung von über 50 Mrd. USD. Dies führt zu einer erheblichen Besserstellung von Investitionen in den USA gegenüber Investitionen, die in Europa getätigt werden.²
- Der IRA enthält weitgehende Local-Content-Anforderungen d. h., um die Förderung in Anspruch nehmen zu können, müssen wesentliche Teile der Produktion in den USA erfolgen. So könnte mit dem IRA auch die Globalisierung der Produktion und Güterströme zumindest teilweise rückgängig gemacht werden, wenn aufgrund der Anforderungen im IRA die Produktion von Rohstoffen und Industriegütern zurück in die Vereinigten Staaten verlagert wird.³ Derartige Tendenzen werden durch die niedrigeren Energiepreise in den USA und das große ungenutzte Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung noch verstärkt.
- Auch in Kanada wurde mit der Herbst-Wirtschaftserklärung im November 2022 bereits angekündigt, dass über den Clean Hydrogen Investment Tax Credit eine Steuergutschrift für Investitionen in die Produktion von „sauberem“ Wasserstoff eingeführt werden soll. Dabei wird die Steuergutschrift mangels Definition von „sauberem“ Wasserstoff auf der Kohlenstoffintensität des Wasserstoffs während des gesamten Lebenszyklus beruhen.⁴
- China hat Wasserstoff als eine der sechs Zukunftstechnologien in den 14. Fünf-Jahres-Plan (2021-2026) aufgenommen, was eine entsprechend strategische Unterstützung des Aufbaus dieses Industriezweigs erwarten lässt.
- Indien will eine führende Rolle bei der Entwicklung der globalen Wasserstoffwirtschaft spielen. Die indische Regierung hat Anfang 2023 2,25 Mrd. Euro für die Förderung von Wasserstoffprojekten freigegeben. Dadurch soll ein Investitionsvolumen von 100 Mrd. Euro ausgelöst werden. Bis 2030 will Indien eine Kapazität von 500 GW „nicht fossiler“ Energien schaffen, was dazu beitragen soll, Indien zum Weltmarktführer für grünen Wasserstoff zu entwickeln.⁵

¹ Bankenverband (16.11.2022): Der US-Inflation Reduction Act – EU äußert Bedenken verfügbar unter: <https://bankenverband.de/blog/der-us-inflation-reduction-act-eu-aussert-bedenken/> (Stand: 06.12.2022)

² Lewitz (HZwei, 16.11.2022): Wasserstoff-Wettbewerb zwischen den USA und Deutschland, verfügbar unter: <https://www.hzwei.info/blog/2022/11/16/wasserstoff-wettbewerb-zwischen-den-usa-und-deutschland/> (Stand: 02.01.2023)

³ Kapern, P. (Deutschlandfunk, 03.12.2022): Die EU sollte die USA verklagen: verfügbar unter: <https://www.deutschlandfunk.de/bidens-inflation-reduction-act-kritik-aus-europa-und-sorgen-um-handelskonflikt-100.html> (Stand: 07.12.2022)

⁴ Government of Canada (12.01.2023): Consultation on the Clean Hydrogen Investment Tax Credit, verfügbar unter: <https://www.canada.ca/en/department-finance/programs/consultations/2022/consultation-on-the-investment-tax-credit-for-clean-hydrogen.html> (Stand: 16.01.2023)

⁵ Hein, C. (FAZ, 09.01.2023): Indien will Wasserstoffgroßmacht werden; verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/weniger-treibhausgas-indien-will-wasserstoffgrossmacht-werden-18581310.html> (Stand: 12.01.2022)

Risikominderung:

- Die Aktivitäten der Europäischen Union oder einzelner Mitgliedstaaten zielen nicht darauf ab, durch Förderinstrumente gleiche Bedingungen wie in anderen Ländern zu schaffen, sondern sie zielen darauf ab, Maßnahmen zu ergreifen, die ein „level playing field“ für europäische und deutsche Unternehmen schaffen, d. h. vergleichbare Bedingungen, die Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen.
- Um die Wettbewerbsfähigkeit von Technologien und Unternehmen aus Europa zu erhalten, versucht die Europäische Union ebenso wie nationale Entscheidungsträger, Förder- und Innovationsprogramme zu implementieren, die die bestehenden Nachteile ausgleichen und den Markthochlauf der Wasserstoffproduktion ebenso wie der Anwendungstechnologien in Deutschland und Europa sicherstellen. Hierzu könnte auf der Ebene der Europäischen Union die Plattform „Clean Tech Europe“, die den Ausbau von industriellen Produktionskapazitäten, beispielsweise für die Elektrolyse, unterstützen soll, finanziell noch besser ausgestattet werden.⁶ Auch das Programm „Next Generation EU“ beziehungsweise „Next Generation EU 2.0“, das als zeitlich befristetes Aufbauprogramm im Kontext der Corona-Recovery-Strategie aufgelegt wurde, könnte verlängert und ausgeweitet werden. Aktuell fließen die dafür zur Verfügung gestellten Mittel in Maßnahmen und Projekte nach Maßgabe der gebilligten nationalen Aufbau- und Resilienzpläne. In Deutschland dienen 42 % der Mittel der Umsetzung von Klimazielen, wovon wiederum 1,5 Milliarden Euro für Investitionen in grünen Wasserstoff vorgesehen sind.⁷
- Als Teil der europäischen Reaktion auf den IRA hat die EU-Kommission im März 2023 den „Net Zero Industry Act (NZIA)“ veröffentlicht. Dieser beinhaltet sowohl eine Verbesserung des regulatorischen Rahmens als auch der Investitionsbedingungen für „Netto-Null-Technologien“. Diese Maßnahmen sollen Abhängigkeiten vermeiden, die Beschäftigung und das Wachstum fördern, sowie Planungssicherheit schaffen. Ziel ist es, ab 2030 mindestens 40 % des Bedarfs an klimaneutralen Technologien in Europa zu produzieren. Neben diesen Aspekten legt der NZIA einen weiteren Schwerpunkt auf internationale Partnerschaften, die auch die weiteren EU-USA Verhandlungen im Zuge des IRA unterstützen sollen.⁸
- Ein weiterer Ansatzpunkt für die Europäische Union gemeinsam mit den Mitgliedsstaaten liegt im Beihilferecht. Die Vereinfachung der Beihilferegeln für Transformationstechnologien, zu denen Wasserstofftechnologien zweifelsohne zählen, würde eine deutliche Beschleunigung der Prozesse erlauben und einen schnelleren Markteinstieg ermöglichen. Über die sogenannten Important Projects of Common European Interest besteht diese Möglichkeit. Für IPCEI-Projekte kann direkt und ohne Einhaltung der Beihilfe-Kriterien finanzielle Unterstützung gewährt werden. Allerdings sind die Verfahren extrem langwierig. So sind die Erfahrungen der Unternehmen mit den IPCEIs im Wasserstoffbereich sehr ernüchternd. Die Mehrzahl der Projekte hat nach mehr als drei Jahren immer noch keinen Fördermittelbescheid, geschweige denn, die für die Umsetzung in Aussicht gestellten Mittel erhalten. Einige haben sich schon zur Rückgabe des IPCEIs entschieden, um sich nicht länger in Investitionsentscheidungen zu blockieren und Kapazitäten und Ressourcen ungenutzt vorzuhalten.
- Neben den Aktivitäten der EU sollte auch Deutschland den Markthochlauf für Wasserstoff noch aktiver unterstützen beziehungsweise mit konkreten Maßnahmen beschleunigen. Aus Sicht der Unternehmen sind dabei einerseits Programme notwendig, die über Zuschüsse die Investitionskosten (CAPEX-Förderung) senken und damit das Verlustrisiko im Falle eines Scheiterns reduzieren. Andererseits werden auch Programme benötigt, die beispielsweise über Differenzkostenverträge als OPEX-Förderung das Betriebsrisiko reduzieren. Dies gilt für Elektrolyseure zur Wasserstoffproduktion ebenso wie für Wasserstoffspeicher zur Reduzierung

⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (01.12.2022): Start von Clean Tech Europe – Europa will die Produktion klimarelevanter Technologien hochfahren, verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/12/20221201-start-von-clean-tech-europe-europa-will-die-produktion-klimarelevanter-technologien-hochfahren.html> (Stand: 10.01.2023)

⁷ Die Bundesregierung (01.10.2021): Finanzierung von NextGeneration EU angelaufen, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/europa/ext-generation-eu-1942208> (Stand: 10.01.2023)

⁸ Europäische Kommission (16.03.2023): Net Zero Industry Act: Kommission will bessere Bedingungen und mehr Investitionen für saubere Technologien in Europa, verfügbar unter: https://germany.representation.ec.europa.eu/news/net-zero-industry-act-kommission-will-bessere-bedingungen-und-mehr-investitionen-fur-saubere-2023-03-16_de (Stand: 06.02.2024)

von Versorgungsrisiken und Wasserstoffkraftwerke als Ankerkunden für Wasserstofftransportnetzbetreiber.

- Bei der Ausgestaltung weiterer Förderprogramme sollten die Risikokonstellationen der Unternehmen und Akteure berücksichtigt und damit passgenauere und flexiblere Programme entwickelt werden. Wenn beispielsweise eine Investitionsentscheidung nicht getroffen werden kann, weil die Investitionssumme vergleichsweise hoch ist und im Falle eines Scheiterns die Verluste für das betroffene Unternehmen zu hoch wären, würde eine CAPEX-Förderung helfen. In einem anderen Fall hingegen wäre eine Differenzkostenlösung analog zum Fördermechanismus von H2Global zielführend, um das Marktrisiko so weit zu reduzieren, dass ein langfristiger Betrieb nur durch technische Risiken verhindert werden könnte. Derart ausgestaltete Förderprogramme sind schnellstmöglich zu entwickeln und in den Haushalten des Bundes und der Länder vorzusehen, um Planungssicherheit zu schaffen.
- Auf Bundesebene gilt es auch dafür Sorge zu tragen, dass die Aktivitäten im LNG-Bereich zur kurzfristigen Sicherung der Erdgasversorgung in Deutschland nicht zu mittel- und langfristigen Lock-In-Effekten führen, sondern von Beginn an eine Folgenutzung für Wasserstoffimporte mitgeplant und angestrebt wird. Auf diese Weise könnten diese Infrastrukturen den Markthochlauf von grünem Wasserstoff sogar unterstützen, weil sie für die Abnehmerseite zusätzliche Versorgungsoptionen darstellen.

1.3 First-Mover-Dilemma

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Tritt ein Unternehmen mit einer neuen Produkt-Leistungskombination in einen bestehenden Markt ein oder prägt als Vorreiter einen gänzlich neuen Markt, dann spricht man von einem First-Mover. Das First-Mover-Dilemma beschreibt die Problematik, die mit einer zeitbegrenzten Alleinstellung am Markt einhergehen kann. Der frühere Markteintritt gegenüber anderen Produzenten bedeutet eine Monopolstellung am Markt, welche einen zeitbezogenen Wettbewerbsvorsprung (First-Mover-Advantage) generiert, sich aber zum First-Mover-Disadvantage entwickelt, sofern Wettbewerber in den Markt eintreten, die kostengünstiger anbieten, beispielsweise, weil sie mit der nächsten Technologiegeneration Kostenvorteile erzielen können. In diesem Spannungsfeld befindet sich auch die Wasserstoffwirtschaft.

Risikofaktoren:

- Sowohl für Akteure der Wasserstoffproduktion, -Distribution als auch der -Abnahme sind die Markteintrittsrisiken im Moment noch sehr hoch. Zum einen bestehen wenig Erfahrungen beim Aufbau und Betrieb und zum anderen sind die ersten Produktkomponenten und -technologien erfahrungsgemäß die teuersten. Von Skalierungs- und Lerneffekten kann man erst in weiteren Projekten profitieren. Marktteilnehmer oder Konkurrenten, die später einsteigen, haben dann eventuell Wettbewerbsvorteile.
- Die aktuell noch fehlende Infrastruktur und daraus resultierende Unsicherheiten bzgl. der Transportmöglichkeiten von Wasserstoff verstärken hier die Risikowahrnehmung und damit das First-Mover-Dilemma. Dies gilt sowohl für Wasserstoffproduzenten, die durch die Unsicherheiten bezüglich der Wasserstofflogistik Risiken hinsichtlich der Kundenerreichbarkeit und des Kundenkreises sehen, als auch für Wasserstoffkunden, die durch die fehlende Logistik keine Absicherungsmöglichkeiten beim Ausfall ihres Versorgers haben.
- Nur wenn Geschäftsmodelle identifiziert werden können, die bei Inanspruchnahme einer Förderung auch nach Auslaufen der Förderphase einen ökonomisch sinnvollen Weiterbetrieb der Anlagen und Infrastrukturen ermöglichen, werden Investitionsentscheidungen getroffen. Dies ist oftmals nicht gegeben.

Risikominderung:

- Neben der passgenaueren Ausgestaltung weiterer Förderprogramme (siehe 1.2) ist der Aufbau von Austausch- und Wissensplattformen ein weiterer wichtiger Aspekt. Sie dienen der Vernetzung der Akteure, ermöglichen einen schnellen Erfahrungsaustausch und fördern damit den dynamischen Wissensaufbau und -zuwachs sowie die -verbreitung. Hier können sich alle Akteure zu den unterschiedlichsten Themen wie der Auswahl geeigneter technischer Komponenten, Erfahrungen mit Wasserstoff als Erdgasersatz, Erfahrungen mit Genehmigungsprozessen, Wirtschaftlichkeitsanalysen und Praxiserfahrungen informieren und somit von der Erfahrung anderer profitieren. Dies erlaubt Neueinsteigern einen schnellen Wissenserwerb und die Vermeidung von Fehlern. Für bereits agierende Akteure können solche Plattformen bei der Erweiterung des Know-hows helfen und den schnelleren Wissenstransfer unterstützen. Synergien können schneller erkannt und gehoben oder weitere Stufen der Wertschöpfungskette erschlossen werden.
- Eine Austauschplattform bietet auch die Möglichkeit, First Mover kennenzulernen, um deren Projekte als Referenzen zu nutzen, womit Risiken reduziert und Entscheidungen positiv beeinflusst werden können. Gleiches gilt, wenn Referenzanlagen als Best-Practice-Beispiele dienen.
- Zusätzlich helfen regionale Marktplätze in Form von virtuellen Plattformen, die Marktentwicklung dadurch zu unterstützen, dass Produzenten und Kunden vernetzt werden und so Business-Cases entstehen. Als Beispiel sei hier das Vorgehen in der Wasserstoffmodellregion H2-GeNeSiS genannt. Derartige Marktplätze reduzieren auch das Versorgungsrisiko, weil darüber im Fall von Lieferausfällen schnell Back-up-Optionen beziehungsweise alternative Lieferanten im näheren Umfeld identifiziert und angesprochen werden können.

1.4 Technologische Risiken

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Die nachfolgend dargestellten technologischen Risikofaktoren beziehen sich ausschließlich auf die Elektrolyse zur Bereitstellung von grünem Wasserstoff, da diesem von den Praxispartnern die höchste Relevanz für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beigemessen wurde. Dies bedeutet jedoch nicht, dass nicht auch auf der Abnehmerseite beispielsweise bei Brennstoffzellen-LKW noch technologische Risiken bestehen, die überwunden werden müssen. Die technologischen Risiken umfassen somit nur die direkt mit der Elektrolyse verbundenen, rein auf die Funktionsfähigkeit der Technik bezogenen Themen. Gerade bei einem komponentenbezogenen Risiko spielen Fragen der Verfügbarkeit, sowohl auf der Komponentenseite als auch auf der Rohstoffseite, ebenso wie Fragen nach dem Aufbau von Produktionskapazitäten eine wichtige Rolle.

Risikofaktoren:

- Die Technologieverfügbarkeit wird derzeit noch als deutlich eingeschränkt wahrgenommen. Das Angebot von Elektrolyseuren am Markt ist gering. Es gibt nur wenige Hersteller und ein eingeschränktes Leistungs- und Technologiespektrum. Für einen umfangreichen Markthochlauf fehlen nicht nur die Produktionskapazitäten, sondern bislang auch die Skalierungskonzepte, um Elektrolyseure größerer Bauart anbieten zu können.
- Derzeit erfolgt die Herstellung von Elektrolyseuren überwiegend im Manufakturbetrieb. Um den avisierten Bedarf von grünem Wasserstoff in Deutschland, Europa, aber auch weltweit decken zu können, werden die im Manufakturbetrieb erreichbaren Stückzahlen für Elektrolyseure um Größenordnungen zu gering sein. Die automatisierte Serienfertigung befindet sich jedoch erst in der Anfangsphase. Produkte stehen noch nicht zur Verfügung. Für zukünftige Wasserstoffproduzenten ergibt sich hieraus ein Verfügbarkeitsrisiko für die Erstinvestition ebenso wie für mögliche Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen in der Zukunft.
- Die fehlende Serienproduktion von Elektrolyseuren als auch von Speichersystemen, Teilen der Logistikkette aber auch von Technologien für die Wasserstoffnutzung, hat für alle Segmente hohe Investitionen zu Folge. Der Einstieg in die Wasserstofftechnologie ist somit auf allen Wertschöpfungsstufen zunächst mit signifikanten Anfangsinvestitionen verbunden. Hier verstärken sich die technologischen und wirtschaftlichen Risiken, da die noch eingeschränkte Technologieverfügbarkeit mit einer hohen Kapitalintensität der Beschaffung einhergeht. Dennoch haben bereits zahlreiche OEM angekündigt, in den Aufbau von GW-Fertigungskapazitäten zu investieren.
- In Abhängigkeit von der jeweiligen Elektrolysetechnologie wird ein dynamischer Ausbau der weltweiten Elektrolysekapazitäten den Wettbewerb um kritische Rohstoffe verschärfen. Bei der PEM-Elektrolyse sind dies Iridium und Platin. Hier wird es zur Verschärfung von globalen Knappheiten kommen, was nicht nur zu Kostensteigerungen führen kann, sondern den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft akut gefährden könnte. Auch bei der alkalischen Elektrolyse zeichnen sich Engpässe bei der Nickelversorgung ab, da dieser Rohstoff bislang zu großen Teilen aus Russland stammt. Die Erschließung alternativer Rohstoffversorgungswege dürfte hier aber wesentlich einfacher sein und deutlich geringere Auswirkungen auf die Entwicklungen der globalen Wasserstoffwirtschaft haben als bei der PEM-Elektrolyse. Darüber hinaus ist auch bei der Hochtemperaturelektrolyse (HTEL) auf die große Abhängigkeit von seltenen Erden, wie Yttrium, hinzuweisen.
- Zudem kann das geplante Verbot von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS) erhebliche Auswirkungen auf Elektrolyseure haben, da PFAS in Schlüsselkomponenten wie Protonenaustauschmembranen verwendet werden. Die Beschränkungen könnten die Umsetzung von deutschen Klimazielen und dem EU-Maßnahmenpaket „Fit for 55“ beeinträchtigen, da derzeit keine technisch ausgereiften Alternativen für die betroffenen Materialien verfügbar sind. Es könnten Ausnahmeregelungen notwendig sein, um den Einsatz von Elektrolyseuren

aufrechtzuerhalten, bis umweltfreundliche Alternativen entwickelt sind.⁹ Die Bundesregierung vertritt eine differenzierte Position zum Einsatz von PFAS in Hochtechnologieprodukten, indem sie sich gegen pauschale Verbote ausspricht und einen risikobasierten Regulierungsansatz auf EU-Ebene unterstützt. Ein Totalverbot von PFAS ist nicht geplant, da die Regierung die Notwendigkeit betont, die Innovations- und Transformationsfähigkeit der Industrie zu bewahren.¹⁰

Risikominderung:

- Über gezielte Unterstützungsmaßnahmen muss die Entwicklung der seriellen Produktion von Elektrolyseuren beschleunigt werden. Eine Orientierung an Produktionsstandards der Automotive- oder Werkzeugmaschinenindustrie scheint hier zielführend. Auf Bundesebene wurde diesbezüglich das Forschungsprojekt H2Giga angestoßen, um entsprechende Erkenntnisse für die Serienproduktion in der Elektrolyse zu gewinnen. Sobald hier gesicherte Erkenntnisse vorliegen, sollten diese unmittelbar aufgegriffen werden, um die notwendige Dynamik zu entfachen. Auf europäischer Ebene wurde am 05. Mai 2022 die Joint declaration EC – Electrolysers unterzeichnet, die ein Ramp-Up der Elektrolyseproduktionskapazitäten auf 25 GW pro Jahr in Europa zum Ziel hat.
- Neben den effizienten und automatisierten Produktionsverfahren sind für Elektrolyseure aller Bauarten (PEMEL, AEL und HTEL) entsprechende Wartungs- und Serviceangebote zu entwickeln. Hier könnte KI-gestützte predictive maintenance (vorausschauende Wartung) von Beginn an eingeführt werden, um auch in einem schnell wachsenden Markt eine optimale Wartung mit sehr geringen Ausfallzeiten zu gewährleisten. Auch die gezielte Unterstützung der Entwicklung dieser Service-Dienstleistungen kann die Anfangsrisiken der Marktakteure reduzieren, weil sie geringere Ausfallzeiten im Schadensfall versprechen. Bei einem zügigen und stringenten Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft kann davon ausgegangen werden, dass alleine die Nachfrage am Markt und die daraus resultierenden Skaleneffekte zu signifikanten Kostenreduktionen führen werden. Das Risiko hoher Anfangskosten wird sich somit sukzessive reduzieren.
- Um das technische Potenzial von Elektrolyseuren und deren Langlebigkeit weiter auszuschöpfen, werden neutrale Test- und Prüfkapazitäten benötigt. Diese müssen rasch gezielt aufgebaut werden, um die Industrie gerade in der Hochlaufphase unterstützen zu können.
- Beim Umgang mit knappen Rohstoffen sollten frühzeitig die Kommunikation, der Austausch und gegebenenfalls auch die Kooperation mit Ländern gesucht werden, die in einem hohen Grad über die entsprechenden Rohstoffe verfügen.
- Um langfristige Abhängigkeiten zu vermeiden sind frühzeitig Recyclingverfahren zu entwickeln und etablieren, um Rohstoffkreisläufe schnellstmöglich schließen zu können. Erste Schritte werden hier schon eingeleitet. So entwickelt das bereits genannte Forschungsprojekt H2Giga beispielsweise auch Technologien zur Rückgewinnung beziehungsweise zum Recycling der Edelmetalle Platin und Iridium aus den Komponenten industrieller Elektrolyseure.¹¹

⁹ Nationaler Wasserstoffrat (01.02.2023): Auswirkungen des Verbots der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS), verfügbar unter: https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_Stellungnahme_PFAS-Verbot.pdf (Stand: 06.02.2024)

¹⁰ Bundesregierung (27.09.2023): Chemie-Spitzengespräch am 27. September 2023, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/chemie-spitzengespraech-am-27-september-2023-2226128?view=renderNewsletterHtml> (Stand: 22.02.2024)

¹¹ Harmsen, S. (Energie & Management, 24.02.2022): Recycling von seltenen Elektrolyse-Rohstoffen erforscht, verfügbar unter: <https://www.energie-und-management.de/nachrichten/energietechnik/detail/recycling-von-seltenen-elektrolyse-rohstoffen-erforscht-149197> (Stand: 20.01.2023)

1.5 Risiko Fachkräftemangel

Ebene:



Wertschöpfungskette:



In Deutschland, aber auch in anderen Staaten, zeigt sich seit einigen Jahren ein steigender Bedarf an Fachkräften. Fachkräfte sind für den Erhalt des Wirtschaftsstandorts Deutschland ein wichtiger Faktor, da sie Innovation und Wettbewerbsfähigkeit sichern, aber auch zum Wachstum, Wohlstand und zur Lebensqualität beitragen. Nicht zuletzt aufgrund des demografischen Wandels ist es eine der Zukunftsherausforderungen, nicht nur die Fachkräfteversorgung in bestehenden Branchen zu gewährleisten, sondern gleichzeitig auch Fachkräfte für neue Zukunftsbranchen wie die Wasserstoffwirtschaft aufzubauen.

Risikofaktoren:

- In Deutschland besteht derzeit ein genereller Mangel an Fachkräften, auch über die Energiebranche hinaus. Für den Aufbau neuer Branchen ist aufgrund des anfangs nicht in der Breite vorhandenen Spezialwissens der Pool verfügbarer Fachkräfte naturgemäß begrenzt – auch für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Dies wird aber durch die generell zu geringe Zahl an Fachkräften in anderen Bereichen der Wirtschaft noch verschärft, weil es kaum freie Kapazitäten gibt, die zum Beispiel als Quereinsteiger den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft maßgeblich unterstützen oder beschleunigen könnten.
- Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten fehlen zu so einem frühen Zeitpunkt der Marktentwicklung noch weitgehend. Unternehmen, die sich auf die neuen Entwicklungen vorbereiten wollen, können ihre Mitarbeitenden kaum entsprechend schulen lassen, schlicht, weil das Schulungsangebot nicht existiert.

Risikominderung:

- Die Förderung und Koordination eines breit gefächerten Angebots an standardisierten Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Wasserstoffkontext muss von den zuständigen Behörden und Verbänden wie den Industrie- und Handelskammern, Handwerkskammern etc. schnellstmöglich am Bedarf orientiert entwickelt werden.
- Darüber hinaus sollte die schnelle Etablierung von Studiengängen unterstützt werden, um auch das notwendige akademische Personal möglichst zielorientiert auszubilden. Informationskampagnen an Schulen, die generell das Interesse für Ausbildungs- und Handwerksberufe wecken sollen, können Zukunftsthemen wie erneuerbare Energien und grünen Wasserstoff gezielt nutzen, um Zukunftsperspektiven zu verdeutlichen.
- Auch (Weiter)Bildungskampagnen können, gezielt initiiert, das Interesse möglicher Arbeitnehmer auf die Möglichkeiten im Umfeld der Wasserstoffthematik lenken.

1.6 Anforderungen an die Wasserstoffqualität

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Für die Abnehmer von Wasserstoff ist je nach Anwendung die Reinheit des Wasserstoffs eine sehr entscheidende Größe. Für Brennstoffzellenanwendungen sind die Reinheitsanforderungen besonders hoch, da bereits sehr geringe Anteile von Fremdgasen in Katalysatoren irreversible Schäden auslösen können. Für Wasserstoffnutzer kann die Qualität des gelieferten Wasserstoffs daher auch als technisches Risiko eingestuft werden. Das Qualitätsrisiko umfasst dabei auch die Frage der Haftung für die Sicherstellung der zugesicherten Qualität.

Risikofaktoren:

- Die verschiedenen Wasserstoffanwendungen stellen unterschiedliche Anforderungen an die Reinheit des gelieferten Produktes und bestimmen damit häufig auch die nutzbaren Wasserstoffquellen. Dies kann beim Ausfall einzelner Wasserstoffquellen das Versorgungsrisiko für diese Anwendungen erhöhen, wenn beispielsweise kurzfristig kein Elektrolyse-Wasserstoff als Ersatz zur Verfügung steht, Wasserstoff aus der Chlor-Alkali-Elektrolyse aber nicht verwendet werden kann, weil das Schadpotenzial zu hoch ist. Besonders anspruchsvoll sind PEM-Brennstoffzellen, bei denen bereits sehr geringe Mengen von Spurengasen im Wasserstoff irreversible Schäden hervorrufen können.
- Wenn Wasserstoff zukünftig über Wasserstoffleitungen geliefert wird und sich die Wasserstofflieferung aus mehreren Wasserstoffquellen zusammensetzt, ist das Thema der Wasserstoffqualität besonders relevant. Zum Nachweis der Produktqualität ist eine Dokumentation der Wasserstoffreinheit am Einspeisepunkt erforderlich. Darüber hinaus bedarf es einer weiteren Bestimmung des Reinheitsgrads am Ausspeisepunkt, da während des Transports in Leitungen oder bei Um- und Abfüllvorgängen Verunreinigungen auftreten können. Werden hier Verunreinigungen nachgewiesen, müssen die Ursachen analysiert und beseitigt werden. Wasserstoff, der am Ausspeisepunkt nicht mehr die erforderliche Reinheit aufweist, darf nur an diejenigen Kunden abgegeben werden, für die Störgase im Wasserstoff kein Problem darstellen. Mangelnde Wasserstoffqualität kann somit auch ein Versorgungsrisiko darstellen.

Risikominderung:

- Für einen störungs- und wartungsfreien Betrieb der Anwendungen müssen sowohl für die Wasserstoffproduktion als auch für die Wasserstoffkunden Qualitätsstandards und entsprechende Messverfahren entwickelt und flächendeckend umgesetzt werden. Entsprechend sind auch geeignete Aufbereitungstechnologien zu entwickeln und marktgerecht zu skalieren. Ebenso sind Gewährleistungs- und Haftungsfragen eindeutig zu regeln.
- Eine Analyse der erforderlichen H₂-Qualität für die verschiedenen Anwendungsfälle einschließlich der Festlegung der entsprechenden Nachweisverfahren sollte schnellstmöglich durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle erfolgen.
- Für Wasserstoffleitungen ist das Verunreinigungspotenzial zu analysieren, um den Reinigungsbedarf bei der Wasserstoffentnahme je nach angestrebtem Anwendungsfall festzulegen, so dass eine Standardisierung möglich wird. Ziel ist die Entwicklung und Implementierung einer Richtlinie zur Einhaltung von Qualitätsanforderungen für die Einspeisung in und die Ausspeisung aus Wasserstoffleitungen. Diese kann neben Maßnahmen der Produktion oder Distribution auch Maßnahmen für Wasserstoffnutzer beinhalten (z. B. lokales Monitoring und Aufreinigung von Wasserstofflieferungen). In diesem Kontext gilt es auch direkt die Kompatibilität von verschiedenen Netzen untereinander sowie zu anderen Transportmöglichkeiten mitzudenken, damit an solchen Schnittstellen in Zukunft keine Hürden entstehen können.

1.7 Genehmigungsrisiken

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Für die Errichtung und den Betrieb von Elektrolyseuren zur Wasserstoffherzeugung ebenso wie für Speicheranlagen, aber auch für Distributionseinheiten wie Wasserstofftankstellen und Anlagen zur Wasserstoffnutzung sind Genehmigungen von unterschiedlichen Behörden erforderlich. Anders als bei erprobten Genehmigungsprozessen, beispielsweise für erneuerbare Energien-Anlagen, sind viele Genehmigungen im Wasserstoffkontext „first-of-its-kind“ und stellen somit die Genehmigungsbehörden vor große Herausforderungen, weil die Prozesse noch unbekannt und die Abläufe, Prüfverfahren etc. noch neu sind.

Risikofaktoren:

- Unternehmen, die sich im Wasserstoffkontext engagieren und im Zuge dessen neue Anlagen, Bauvorhaben oder Ähnliches genehmigen lassen wollen, sehen sich mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert, die nicht nur für die Projektzeitplanung, sondern ggf. selbst für den Projekterfolg kaum kalkulierbare Risiken bergen. Diese entstehen insbesondere aus folgenden Gründen: In den Genehmigungsbehörden fehlt das Know-how in Bezug auf neue und bislang kaum verbreitete Wasserstofftechnologien. Dies führt zu sehr langen Genehmigungszeiträumen, weil aufgrund fehlender Vergleichsfälle sehr intensiv recherchiert und individuell geprüft werden muss. Gerade bei „First-of-its-kind“-Anlagen streben die Behörden nach maximaler Sicherheit, was zu sehr langen Genehmigungszeiträumen führen kann.
- Es gibt generell noch kein standardisiertes und eingespieltes Genehmigungsverfahren für Wasserstofftechnologien, woraus sich die folgenden Implikationen ergeben:
 - Gerade bei der erstmaligen Genehmigung einer Anlage oder eines Bauwerks bestehen Unsicherheiten bezüglich der für die Genehmigung einzureichenden Unterlagen, sowohl auf Seiten der Behörde als auch auf Seiten des antragstellenden Unternehmens. Dies kann zu Verzögerungen führen, wenn erst im laufenden Verfahren Unterlagen als notwendig erachtet werden und dann nachgereicht werden müssen.
 - Ebenfalls zu Verzögerungen im Genehmigungsprozess können unklare Zuständigkeiten für die jeweils erforderlichen Genehmigungen führen, sowohl innerhalb einer Behörde als auch zwischen unterschiedlichen Behörden.
 - Auch fehlende Kapazitäten in den Genehmigungsbehörden wirken sich negativ auf die Länge der Genehmigungsverfahren aus.
- Verzögerungen im Genehmigungsverfahren können auch durch Proteste von Bürgerinitiativen und durch Klageverfahren hervorgerufen werden. Gerade Klageverfahren stellen einen erheblichen Zeit- und Kostenfaktor dar.

Risikominderung:

- Abhilfe schaffen würden die Festlegung einheitlicher Genehmigungsprozesse, eine Standardisierung der Verfahren sowie die Entwicklung von Leitfäden für die Genehmigung von Wasserstoffprojekten (für jede Stufe der Wertschöpfungskette), anhand derer die zuständigen Behörden eine stringente und zügige Genehmigung schon beim ersten Genehmigungsfall erreichen können. Hierzu zählen Vorgaben dazu, welche Nachweise benötigt werden, ebenso wie Vorgaben wann und wie die Öffentlichkeit zu beteiligen ist. Schleswig-Holstein hat einen solchen Leitfaden bereits frühzeitig vorgelegt. Auch Baden-Württemberg hat in Anlehnung an die Leitlinien aus Schleswig-Holstein bereits einen eigenen Leitfaden herausgegeben und zusätzlich einen Arbeitskreis ins Leben gerufen, um landesweit die Genehmigung von Wasserstoffprojekten durch schnellen Erfahrungsaustausch zu unterstützen. Dies trifft vermutlich ebenso auf andere Bundesländer zu.
- Diese Aktivitäten könnten auf Verwaltungsebene gezielt durch Schulungen für Verwaltungsbedienstete ergänzt werden, um das Know-how zu erhöhen und dadurch die Prozesse zu beschleunigen.

- Generell gilt auch die Schaffung von neuen Stellen, die sich unter anderem konkret mit der Genehmigung von Wasserstoffprojekten (oder auch anderen „neuen“ Technologien) beschäftigen, als wichtiger Schritt.
- Machbarkeitsanalysen für den jeweiligen Projektstandort erlauben es, Herausforderungen frühestmöglich zu erkennen und sollten daher als Grundlage für alle Wasserstoffprojekte etabliert werden. Im Infrastrukturbereich ist gegebenenfalls eine Analyse und Risikostudie für den geplanten Korridor für Wasserstoffpipelines erforderlich.
- Projektentwickler sollten während der gesamten Projektlaufzeit einen engen Austausch mit den Behörden speziell über den Entwicklungs- und Genehmigungsprozess anstreben, um Probleme frühzeitig zu erkennen und gemeinsam konstruktive Lösungen zu entwickeln. Zusätzlich ist ein enger Austausch und strukturierter Informationsfluss mit betroffenen sowie interessierten Akteuren und Anwohnern zu etablieren, um Hürden im Genehmigungsprozess vorzubeugen. Im Workshop wurde bestätigt, dass dieser Schritt Transparenz schafft und dazu beitragen kann, die Akzeptanz zu erhöhen und somit das Risiko von Klagen etc. zu minimieren.

2. Risikofaktoren für Wasserstoffproduzenten

2.1 Marktrisiken

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Um zu wettbewerbsfähigen Kosten (grünen) Wasserstoff produzieren zu können sind Wasserstoffproduzenten auf niedrige Strombezugskosten an möglichst vielen Stunden im Jahr (zum Erreichen hoher Volllaststundenzahlen für die Elektrolyse) angewiesen. Die aktuelle Situation am Strommarkt hat sich gegenüber dem Sommer und Herbst 2022 mit Beginn der Energiepreiskrise wieder entschärft. Das Jahr 2022 war mit extrem hohen Erlösmöglichkeiten für Vermarkter von erneuerbarem Strom zu nahezu jeder Stunde geprägt. Es war quasi unmöglich, mit Erzeugungsanlagen für erneuerbaren Strom langfristige Lieferverträge, sogenannte Power-Purchase-Agreements (PPAs), zu Strombezugskosten abzuschließen, die ein wettbewerbsfähiges Wasserstoffprodukt ermöglichen würden (erforderliches Strompreisniveau ca. 3 bis 6 ct/kWh). In erster Linie war dies rückblickend auf die Energiepreiskrise im Jahr 2022 und auf die Verschärfung durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine zurückzuführen. Die Höhepunkte der Einfuhrpreise von fossilen Energieträgern und auch des Strompreises wurden im Sommer und Herbst 2022 erreicht. Im Laufe des Jahres 2023 und bis heute haben sich die Energiekosten wieder reduziert, jedoch sind die Energiepreise für Strom und andere Energieträger weiterhin auf einem nachhaltig erhöhten Niveau im Vergleich zum Preisniveau in den Jahren vor der Energiepreiskrise.

Die Preisbildung am Strommarkt erfolgt nach dem Prinzip der Merit-Order, so dass das teuerste noch zur Deckung der Nachfrage erforderliche Kraftwerk den Preis für alle setzt. Im deutschen Stromsystem sind dies die Gaskraftwerke, was aufgrund der hohen Beschaffungskosten für Erdgas im Sommer und Herbst 2022 zu den extremen Strompreisspitzen führte. Das nachhaltig erhöhte Strompreisniveau gegenüber dem Niveau vor der Energiepreiskrise liegt weiterhin an den Gaskraftwerken, die nun auf deutlich erhöhte Mengen Erdgas von LNG-Terminals zurückgreifen. Preiserhöhungen sind auch auf den aufwändigeren und kostenintensiveren Transport von LNG gegenüber dem Transport per Pipeline zurückzuführen.

Risikofaktoren:

- Für Unternehmen, die bereits in Elektrolyseure investiert haben, um Wasserstoff zu produzieren und zu vermarkten, führen hohe Strombezugskosten dazu, dass die Wasserstoffproduktion stillsteht oder auf zu wenige Betriebsstunden mit günstigen Strombezugskosten kommt. Mit zu hohen Strompreisen kann Wasserstoff nicht zu wettbewerbsfähigen Preisen erzeugt und angeboten werden, trotz dessen, dass auch die Preise für konventionellen Wasserstoff durch die hohen Erdgaspreise deutlich gestiegen sind.
- Unternehmen, die sowohl über erneuerbare Stromproduktion (z. B. Wasserkraftwerke, größere Photovoltaik oder Windenergieanlagen) als auch Elektrolyseure zur Wasserstoffproduktion für die Vermarktung von Wasserstoff verfügen, wählen aufgrund der aktuellen Marktbedingungen die direkte Vermarktung des Stroms. Wasserstoff wird somit auch in dieser Konstellation aktuell nicht erzeugt, sofern der Wasserstoff nicht in eigenen Anlagen als Ersatz von Erdgas genutzt werden kann.
- Für Unternehmen, die den Einstieg in die Wasserstoffproduktion anstreben, ergeben sich momentan herausfordernde Marktperspektiven. Die Strombezugskosten sind deutlich zu hoch und zu volatil, um eine wettbewerbsfähige Wasserstoffproduktion aufbauen zu können. Dies bremst die Entwicklung sowohl auf lokaler, nationaler als auch auf europäischer Ebene massiv aus.
- Einzige Ausnahme stellt die Produktion von Wasserstoff für die Eigenversorgung von Industriekunden dar, wenn der Strom aus konzerneigenen erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen bezogen werden kann.

Risikominderung:

- Aus Sicht der Unternehmen wäre die Einführung eines Strompreisdeckels speziell für die Wasserstoffproduktion bei deutlich unter 100 €/MWh wünschenswert. Dies könnte beschränkt auf die ersten 1 bis 2 GW Elektrolysekapazität in Deutschland gelten, um den Markteinstieg in die

Wasserstoffproduktion überhaupt erst zu ermöglichen und erste Wasserstoffmengen für die Abnehmer zuverlässig und zu kalkulierbaren Preisen zur Verfügung zu stellen.

- Alternativ könnten Contracts for Difference für den Strombezug eingeführt werden, so dass der Wasserstoffproduzent Strom immer zu einem Festpreis erhält. Liegt der Bezugspreis höher, übernimmt der Staat die Differenz. Liegt der Bezugspreis niedriger, zahlt der H₂-Produzent an den Staat zurück.
- Ein anderer Lösungsansatz wären Contracts for Difference für den grünen Wasserstoff in Anlehnung an die Ausgestaltung von H2Global, wo ebenfalls ein an den Kostendifferenzausgleich angelehntes Instrument eingesetzt wird. Im Kontext von H2Global werden zwei CfD Modelle für die Bildung des marktbasierten Preises diskutiert: Zum einen CfDs auf das jährliche H2Global-Ergebnis oder zum anderen CfDs auf den Commodity Index.
- Über eine OPEX-Förderung in Förderprojekten könnte zumindest innerhalb der Förderphase ein Ausgleich gewährt werden. Hier sind dann allerdings sinnvolle Anschlussmodelle nach Ende der Förderphase erforderlich, damit die Anlagen dann nicht stillgelegt werden.
- Innerhalb des regulatorischen Rahmens sollten Eigenversorgungsmodelle mit Strombezug aus erneuerbaren Altanlagen (z. B. PV-Bestandsanlage auf Produktionshalle) aktiv ermöglicht werden. Dies steigert Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit.

2.2 Versorgungsrisiken für Produktionsfaktoren

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Für die Wasserstoffproduktion per Elektrolyse werden als Produktionsfaktoren neben Personalkapazitäten im Wesentlichen zwei Dinge benötigt - (erneuerbarer) Strom und Wasser. Während es im vorhergehenden Abschnitt um Marktrisiken und dabei insbesondere um Preisrisiken ging, umfassen die Versorgungsrisiken insbesondere die tatsächlich verfügbaren Mengen an Produktionsfaktoren.

Risikofaktoren:

- Grüner Strom stellt für die Herstellung von grünem Wasserstoff den wichtigsten Produktionsfaktor dar. Durch den parallel zum Markthochlauf für grünen Wasserstoff erfolgenden Ersatz von konventionellen, fossilbasierten Stromerzeugungskapazitäten und gleichzeitig durch die Sektorenkopplung steigenden Strombedarfe im Verkehr und in der Wärmeversorgung, könnte grüner Strom ein knappes Gut werden. Gerade durch die fluktuierende Erzeugung der erneuerbaren Stromerzeugung und die noch fehlenden Speicherkapazitäten für eine vollständig und dauerhaft erneuerbare Stromversorgung kann zu bestimmten Zeiten erneuerbarer Strom nicht nur knapp, sondern ggf. sogar nicht für die Elektrolyse verfügbar sein. Dies führt zu geringeren Volllaststunden für die Elektrolyse und damit ggf. zu höheren Wasserstoffherstellungskosten. Dies kann insbesondere vor dem Hintergrund fester Lieferverpflichtungen für den Wasserstoff ein nicht unerhebliches Risiko darstellen.
- Der zweite wichtige Produktionsfaktor ist Wasser. In Anbetracht der Tatsache der bereits deutlich spürbaren Auswirkungen des Klimawandels – nicht nur im Mittelmeerraum, sondern auch in weiten Teilen Deutschlands – kann auch die Wasserverfügbarkeit ein Risiko darstellen. Der Wasserbedarf der Elektrolyse darf nicht in Konflikt geraten mit dem Nachhaltigkeitsziel einer ausreichenden Verfügbarkeit von Wasser in guter Qualität (Sustainable Development Goals – SDG 6).

Risikominderung:

- Um das Risiko fehlender erneuerbarer Strommengen zu minimieren, ist der beschleunigte und deutlich ausgeweitete Ausbau der erneuerbaren Energien ebenso wie der Ausbau des Stromnetzes elementar für den Markthochlauf der Wasserstoffproduktion in Deutschland. Die Zielsetzungen auf Bundes- und Europäischer Ebene weisen in die richtige Richtung. Daher sollte bei entsprechender Implementierung der angekündigten Maßnahmen zur Ausbaubeschleunigung eine deutliche Reduktion des Risikos eintreten.
- Um den Bezug von grünem Strom für die Produktion von grünem Wasserstoff sicherzustellen, ist für Unternehmen die Verhandlung von langfristigen PPAs und/oder von Offtake-Verträgen mit entsprechender passgenauer Ausgestaltung anzustreben.
- Um dem möglichen Risiko einer mangelnden Wasserverfügbarkeit vorzubeugen, sollten bereits bei der Standortwahl für Anlagen zur Wasserstoffherzeugung verfügbare Informationen zu Wasserversorgung und -vorkommen, wie der Wasseratlas oder hydrologische Gutachten, miteinbezogen werden.

3. Risiken der Wasserstoffdistribution

Verfügbarkeit der Wasserstoffnetzinfrastruktur

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Ein wesentlicher Aspekt, insbesondere für die Investitionsentscheidung von Wasserstoffnutzern, ist die Verfügbarkeit der benötigten Wasserstoffmengen zu einem wettbewerbsfähigen Preis. Für die Nachfragesegmente mit geringeren Abnahmemengen gibt es mehrere Transportoptionen: direkt per Trailer, per Container auf LKW oder Zug oder per Direktleitung von nahegelegenen Wasserstofferzeugungseinheiten jeweils abhängig von den lokalen Gegebenheiten. Für Großabnehmer wie Kraftwerke oder große Industriekunden (z. B. Chemie) kommt dagegen nur die leitungsgebundene Versorgung über ein Wasserstoffnetz infrage. Somit ist der Auf- und Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur ein Schlüsselement für einen dynamischen Wasserstoffhochlauf.

Risikofaktoren:

- Das Finanzierungs- und Umsetzungsrisiko bei der Realisierung des deutschen H₂-Kernnetzes umfasst primär die Herausforderung, die hohen Kosten für die sukzessive Umwidmung bestehender Erdgasleitungen zu Wasserstoffleitungen zu tragen und dabei eine effiziente, gerechte Kostenaufteilung zu gewährleisten. Zugleich steht das Projekt vor der Aufgabe, eine anfänglich geringe Anschlussdichte und potenziell hohe Netznutzungsentgelte zu vermeiden, während eine schnelle und flächendeckende Implementierung des Wasserstoffnetzes angestrebt wird, um die Ziele bis 2032 zu erreichen.
- Die schnelle Implementierung des Ausbaus von Wasserstoff-Fernleitungen, sowohl national als auch grenzüberschreitend gemäß dem European Hydrogen Backbone, ist entscheidend. Importinfrastruktur wie Häfen sind ebenfalls erforderlich, um die Wasserstoffversorgung termingerecht sicherzustellen. Diese Projekte sind zeitintensiv und mit gesellschaftlicher Akzeptanz verbunden. Zusätzlich verstärkt die Notwendigkeit, das Netz mit importiertem Wasserstoff zu füllen und effizient zu nutzen, die Abhängigkeit von zuverlässigen Lieferquellen und betont die Bedeutung einer diversifizierten Versorgung.

Risikominderung:

- Zur Minderung des Realisierungsrisikos von Wasserstoffinfrastrukturprojekten ist es essentiell, die Investitionssicherheit für Infrastrukturbetreiber zu stärken, ohne die Kosten unverhältnismäßig zu erhöhen. Dies kann durch staatliche Förderungen, die Etablierung klarer regulatorischer Rahmenbedingungen und die Förderung von Public-Private-Partnerships erreicht werden. Solche Maßnahmen tragen dazu bei, finanzielle Risiken zu verteilen und gleichzeitig eine breite Akzeptanz und Unterstützung für den Ausbau der Infrastruktur zu gewährleisten.¹²
- Einige Projekte im Kontext des Wasserstoffinfrastrukturaufbaus werden auch durch Fördermittel aus IPCEI-Projekten finanziert, was die Einstiegshürden absenkt. Bei Bedarf sind weitere Förderoptionen zu eröffnen, um einen dynamischen Ausbaufortschritt zu gewährleisten.¹³
- Parallel zur Planung und Umsetzung des Wasserstofftransportnetzes für den Transport großer Wasserstoffmengen muss eine Wasserstofflogistik zur Weiterverteilung des über das Transportnetz ankommenden Wasserstoffs entwickelt werden. Je nach Abnehmerstruktur können dies lokale Wasserstoffnetze, Schienen- oder Straßenlogistikkonzepte sein. Diese sind ausgehend vom geplanten Wasserstofftransportnetz und den erwarteten industriellen Nachfrage-Hotspots zusammen mit dezentralen Wasserstofferzeugungseinheiten zu planen. So können Wasserstoffnutzer bereits vor der Inbetriebnahme der Wasserstofftransportnetze ausreichend versorgt werden.

¹² Deutsche Energie-Agentur (25.08.2022): dena-IMPULSPAPIER. Vorfinanzierung durch die Netzbetreiber, Risikoabsicherung durch den Staat, verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2022-08-H2-Netzinfrastruktur_Diskursbeitrag.pdf (Stand: 20.12.2022)

¹³ BDEW Bundesverband der Energie. Und Wasserwirtschaft e.V. (19.05.2022): 14 Maßnahmen für einen schnellen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft, verfügbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/Stn_20220519_Wasserstoff_Turbo.pdf (Stand: 20.12.2022)

4. Risikofaktoren für Wasserstoffnutzer

4.1 Versorgungsrisiken aus der Wasserstoffherzeugung

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Wasserstoffnutzer sind in besonderem Maße von einer funktionierenden Wasserstoffherzeugung und -logistik abhängig, benötigen sie doch Wasserstoff entweder als Energieträger oder als Rohstoff für ihre Produktions- und Fertigungsprozesse oder Logistikkonzepte. Erhalten Wasserstoffnutzer keinen Wasserstoff, steht ihre Produktion oder, im Fall von brennstoffzellenbasiertem Schwerlastverkehr, die Fahrzeuge still. Der daraus erwachsende Schaden wäre erheblich, weshalb seitens der Wasserstoffkunden die Versorgungssicherheit mit qualitativ den Anforderungen entsprechendem Wasserstoff (z. B. Wasserstoff Qualität 5.0) gegeben sein muss, bevor eine Investitionsentscheidung getroffen werden kann.

Risikofaktoren:

- Eine Umstellung von Industrieprozessen oder Logistikkonzepten auf Wasserstoff wird nur erfolgen, wenn die Wasserstoffversorgung zuverlässig erfolgt und im Falle eines Lieferantenausfalls entsprechende Back-up-Lösungen zur Verfügung stehen, die den Wasserstoff in der erforderlichen Menge und Qualität bereitstellen können. Diese Anforderungen gelten für den Wasserstofflieferanten, sei es der Produzent oder ein Distributor.
- Trotz vertraglich vereinbarter Liefermengen können technische Risiken wie der Ausfall der Elektrolyseeinheit oder ökonomische Risiken, beispielsweise durch sehr hohe und sehr volatile Strombezugpreise, die gerade bei vereinbarten festen Abnahmepreisen für den Wasserstoff zu hohen Verlusten auf Seiten des Produzenten führen können, zum Ausfall von Lieferungen führen. Insbesondere für grünen Wasserstoff ist eine Ersatzbeschaffung in diesem Fall sehr schwer, weil die Wasserstoffproduktionsanlagen gleichermaßen von hohen Strombezugskosten betroffen sind und aktuell in der Regel noch keine große Anzahl an weiteren Elektrolyseuren im direkten, per LKW zu erreichenden, Umfeld vorhanden ist.

Risikominderungen:

- Ein Aufbau von Elektrolyseanlagen nach der sogenannten Clusterstrategie sollte als Ansatz gewählt werden, um Versorgungsrisiken auf lokaler Ebene zu reduzieren. Gerade in der ersten Hochlaufphase, in der noch nicht auf Wasserstoff aus anderen Regionen oder Ländern über die Transportnetze zugegriffen werden kann, erscheint es zielführend, Wasserstoffherzeugungskapazitäten in räumlicher Nähe zu den größeren Abnahme-Clustern zu errichten. So wären die Transportwege bei Ausfällen vom Produzenten zum Abnehmer kürzer.
- Die Entwicklung regionaler Markt- und Austauschplattformen für H₂-Akteure auf regionaler Ebene trägt zur Vernetzung von Produzenten und Abnehmern bei und ermöglicht die Entwicklung von Resilienz-Strategien im Falle des Ausfalls von Lieferanten oder Kunden.
- Lokale Wasserstoffnetze, die mehrere Lieferanten mit mehreren Kunden verbinden, können die Versorgungssicherheit gegenüber bilateralen Lieferbeziehungen signifikant erhöhen und eine Back-up-Versorgung jederzeit gewährleisten. Eine vom Bedarf von Wasserstoffverbrauchsclustern ausgehende, lokale Entwicklung der Wasserstoffproduktion, abgestimmt auf die Planungen für Wasserstofftransportleitungen, ermöglicht einen zeitnahen Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft auch für Wasserstoffnutzer.
- Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit mit Wasserstoff sind sowohl auf lokaler als auch auf nationaler Ebene Speicherstrategien und Speicherkapazitäten zu entwickeln. Für die Ausgestaltung von Förderrichtlinien für Wasserstoffnutzungstechnologien sollten, wenn Vorgaben zur Herkunft des verwendeten Wasserstoffs gemacht werden, Ausnahmen im Lieferengpassfall möglich sein, ohne dass dies die Förderwürdigkeit gefährdet. So sollte zunächst der Einsatz von grauem oder blauem Wasserstoff bei Lieferschwierigkeiten von grünem Wasserstoff möglich sein, um die Produktion beziehungsweise den Betrieb aufrecht zu erhalten.

4.2 Preisrisiken und Marktrisiken der Wasserstoffnutzung

Ebene:



Wertschöpfungskette:



Preisrisiken gibt es nicht nur für die Wasserstoffproduzenten in Form des Preisrisikos für grünen Strom. Auch auf Seiten der Wasserstoffnutzer ist der Preis für den grünen Wasserstoff ein volatiler und unsicherer Faktor.

Risikofaktoren:

- Der vom Wasserstoffabnehmer zu bezahlende Preis wird durch mehrere Faktoren entlang der Wertschöpfungskette beeinflusst. Auf der Ebene der Wasserstofferzeugung sind der Strompreis, die erzielbaren Volllaststunden und die Investitionskosten für die Elektrolyse die ausschlaggebenden Faktoren. Bei der Beschaffung des Stroms über den Strommarkt zum Börsenstrompreis kann es sein, dass, um Lieferverpflichtungen erfüllen zu können, Wasserstoff auch in Hochpreisphasen für Strom erzeugt werden muss. Dies kann zu sehr hohen Wasserstoffpreisen führen. Im Falle von PPAs mit Fixpreisen für den erneuerbaren Strom ist der Wasserstoffpreis wesentlich kalkulierbarer und weniger Schwankungen unterworfen. Weiteren Einfluss auf den Wasserstoffpreis hat die Logistik (Speicherhaltung, Transportmedium, Transportdistanz).
- Seriöse Prognosen zur Preisentwicklung für Wasserstoff, sowohl in der Markthochlaufphase als auch in der Langfristperspektive, sind derzeit kaum möglich. Sämtliche Aussagen basieren auf theoretischen Stromerzeugungskostenvorhersagen für erneuerbaren Strom und ebenfalls theoretischen Kostensenkungspotenzialen für die Elektrolyse. In der Regel sind hierin Infrastruktur- und Transportkosten für den Wasserstoff ebenso wenig inkludiert wie Margen für sämtliche Akteure entlang der Wertschöpfungskette. Dies erschwert die Risikobewertung für die Investitionsentscheidung für Wasserstoffnutzungstechnologien.

Risikominderung:

- Auf der internationalen Ebene hat die Bundesregierung über H2Global entsprechende Mittel zur Verfügung gestellt, um mögliche Differenzen zwischen den Angebotspreisen für grünen Wasserstoff, grünes Ammoniak, grünes Methanol und Sustainable Aviation Fuel (SAF), und den von der Nachfrageseite zur konkurrenzfähigen Produktion bezahlbaren Preisen zu übernehmen. Ein ähnliches System, entweder auf europäischer, nationaler oder ggf. auch regionaler Ebene, könnte die Unsicherheiten soweit reduzieren, dass ein Markteinstieg auf allen Wertschöpfungsebenen möglich wird.
- Die erste Auktion der Europäischen Wasserstoffbank mit einem Budget von 800 Millionen Euro dient der Risikominderung bei der Nutzung von Wasserstoff. Hersteller erneuerbaren Wasserstoffs können sich um eine feste Prämie pro Kilogramm bewerben, um das Preisrisiko auszugleichen. Die Auktion zielt darauf ab, Angebot und Nachfrage zu verbinden und einen europäischen Wasserstoffmarkt zu etablieren. Dies trägt zur Risikominderung bei, indem es die Unsicherheit über den Absatzmarkt verringert. Die Wasserstoffbank ergänzt bestehende Instrumente und unterstützt die Dekarbonisierung von Industrie- und Verkehrssektoren. Insgesamt bietet die Auktion finanzielle Anreize und schafft Transparenz, um das Preisrisiko zu mindern und die Wasserstoffnutzung zu fördern.¹⁴

¹⁴ Europäische Kommission (23.11.2023): Erste Auktion der Europäischen Wasserstoffbank: 800 Mio. Euro für Produktion von erneuerbarem Wasserstoff, verfügbar unter: https://germany.representation.ec.europa.eu/news/erste-auktion-der-europaischen-wasserstoffbank-800-mio-euro-fur-produktion-von-erneuerbarem-2023-11-23_de (Stand: 22.02.2024)

Fazit

Die Entscheidung für einen Markteinstieg in die Wasserstoffwirtschaft ist für Unternehmen aller Wertschöpfungsebenen noch mit hohen Unsicherheiten behaftet und somit der politisch angestrebte dynamische Markthochlauf unwahrscheinlich erscheint. Damit Deutschland und Europa ihre sehr gute Ausgangsposition im internationalen Wettbewerb nicht verlieren, sind zeitnah weitere politische Weichenstellungen erforderlich.

Die regulatorischen Risiken in der Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff betonen die essenzielle Rolle des gesetzlichen Rahmens, der die Handlungsspielräume der Marktakteure definiert. Der Delegierte Rechtsakt der RED III stellt nun eine Definition für „grünen“ Wasserstoff bereit, sichert Produzenten die Vermarktung und ermöglicht Nutzern eine generelle Anrechenbarkeit in Förderregimen. Trotz dieser Klarstellungen bleiben die ab 2028 vollständig zu erfüllenden Anforderungen herausfordernd und könnten Investitionsentscheidungen beeinträchtigen. Als Risikominderung wird vorgeschlagen, dass Deutschland individuelle Regelungen zur geografischen Korrelation festlegt, insbesondere vor dem Hintergrund der Diskussionen über eine mögliche Strompreiszonentrennung.

Aus technologischer Sicht ist ebenfalls ein fester regulatorischer Rahmen für den Aufbau der notwendigen Fertigungskapazitäten und damit in gewisser Weise auch für die Verstetigung der Technologie von Bedeutung. Darüber hinaus ist ein wichtiger Aspekt, Recyclingoptionen frühzeitig mitzudenken und entsprechende Technologien zu entwickeln, um die Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette über den verbesserten Zugang zu Rohstoffen stärken zu können.

Um die durch massive Fördermaßnahmen für Wasserstofftechnologien und -anwendungen in Staaten wie den USA, Kanada, Indien und China entstandenen wirtschaftspolitischen Ungleichgewichte auszugleichen, müssen Deutschland und die Europäische Union entsprechende Maßnahmen ergreifen. Dies ist entscheidend, um für Investoren in Wasserstofftechnologien international attraktiv zu bleiben und die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft in Europa zu ermöglichen. Hierzu zählen auch Maßnahmen zur Unterstützung von First Movern. Auf regionaler Ebene sind vor allem Markt- und Austauschplattformen zu etablieren.

Die von den Wasserstoffproduzenten dringend benötigten PPAs für kostengünstigen grünen Strom können in der aktuellen Marktsituation nur schwer geschlossen werden, da sich die PPA-Preise am mittleren Börsenstrompreis orientieren. Hier bedarf es entsprechender (Übergangs-)Lösungen, etwa in Form eines Stromtarifs für die Wasserstoffproduktion beispielsweise auf Basis von passend ausgestalteten Contracts for Difference mit Offshore-Windanlagen. Ohne entsprechende Regelungen wird ein Markthochlauf schon auf der Seite der Wasserstoffproduktion scheitern. Die Wasserstoffproduktion in Deutschland und Europa ist zwingend erforderlich, da Wasserstoffimporte zeitlich deutlich zu spät zur Verfügung stehen, um auf der Wasserstoffnutzungsseite noch einen Technologievorsprung zu erzielen.

Um langfristig große Mengen an Wasserstoff transportieren und auch aus dem Ausland importieren zu können, muss der Aufbau einer Wasserstofflogistik rund um die Wasserstofftransportnetze schnellstmöglich gestartet werden. Dafür muss die Top-down-Entwicklung der Transportnetze Hand in Hand gehen mit der Bottom-up-Entwicklung von Wasserstoffverbrauchsclustern, die zunächst durch lokale Wasserstofferzeugung versorgt werden. Viele Unternehmen möchten den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft mitgestalten, können aber aufgrund der Risikobewertung aktuell keine Investitionsentscheidungen treffen. Ziel dieses Papiers ist es daher, die Risiken, denen sich die Unternehmen ausgesetzt sehen, zu beschreiben und Ansätze für politische Intervention aufzuzeigen.

