

Perspektiven auf den Wasserstoffmarkthochlauf

Stakeholderanalyse mit Fokus Deutschland

EWI Policy Brief

Köln, April 2021

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln gGmbH (EWI)

Alte Wagenfabrik
Vogelsanger Straße 321a
50827 Köln

Tel.: +49 (0)221 277 29-100
Fax: +49 (0)221 277 29-400
www.ewi.uni-koeln.de

Das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln (EWI) ist eine gemeinnützige GmbH, die sich der anwendungsnahen Forschung in der Energieökonomik widmet und Beratungsprojekte für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft durchführt. Annette Becker, Prof. Dr. Marc Oliver Bettzüge und Prof. Dr. Wolfgang Ketter bilden die Institutsleitung und führen ein Team von etwa 35 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das EWI ist eine Forschungseinrichtung der Kölner Universitätsstiftung. Neben den Einnahmen aus Forschungsprojekten, Analysen und Gutachten für öffentliche und private Auftraggeber wird der wissenschaftliche Betrieb finanziert durch eine institutionelle Förderung des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE).

Autoren

Dr. Simon Schulte
Tobias Sprenger
David Schlund

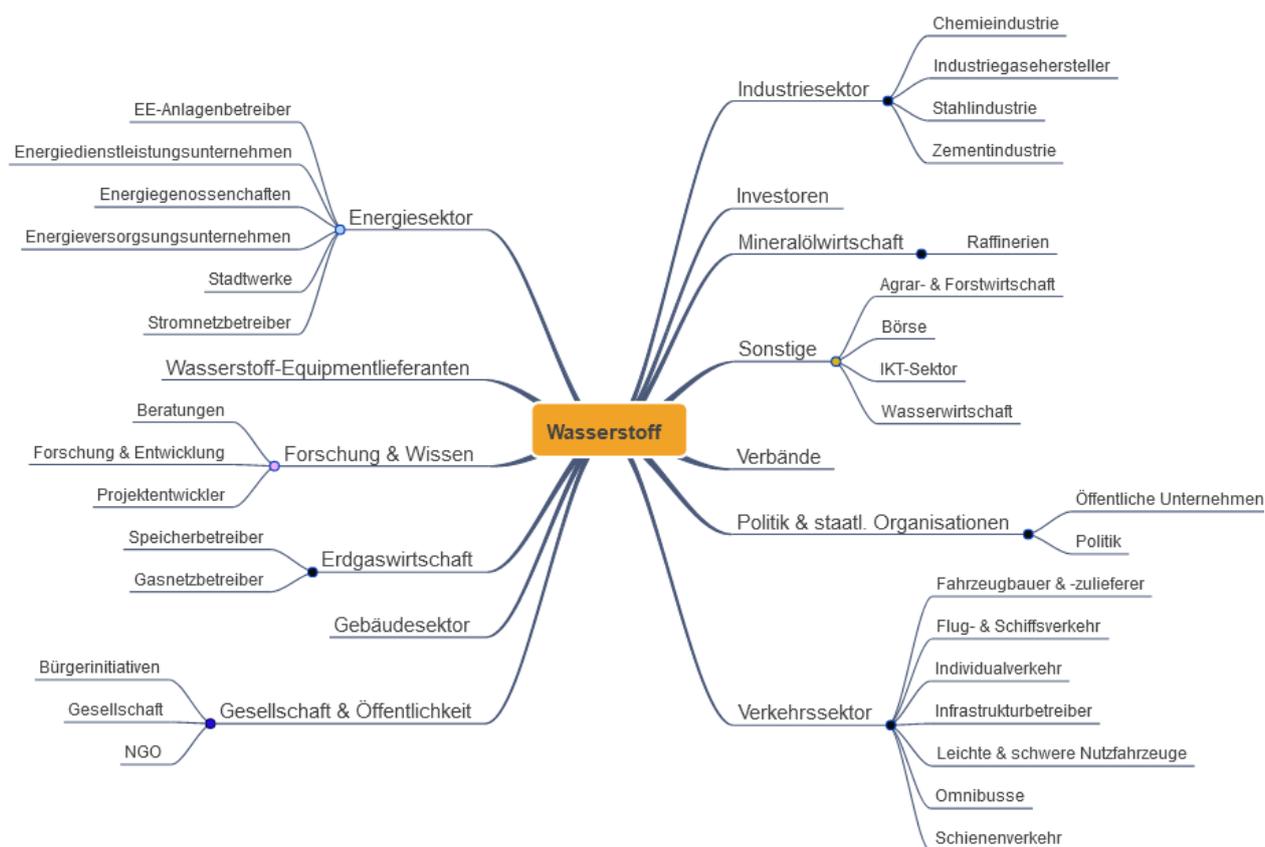
KERNAUSSAGEN

- Der Markthochlauf CO₂-armen Wasserstoffs ruft eine Neuordnung der bisherigen Wertschöpfungskette hervor. Auf Angebotsseite werden Energieversorgungsunternehmen eine zentrale Rolle einnehmen, und verdrängen chemische Industrie und Industriegashersteller bei Erzeugung und Vertrieb.
- Während des Markthochlaufs wird grüner Wasserstoff begrenzt verfügbar sein. Dies führt zu Verteilungskonflikten auf der Nachfrageseite, die eine effiziente und zielorientierte Priorisierung seitens der Politik erfordern.
- Aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit sind insbesondere zu Beginn des Markthochlaufs unterstützende staatliche Markteingriffe notwendig. Um langfristig einen freien und auf gleichen Wettbewerbsbedingungen basierenden Markt zu ermöglichen, sollte eine Ausstiegsstrategie staatlicher Markteingriffe von Anfang an mitgedacht werden.
- Mögliche Widerstände gegen den Markthochlauf könnten sich durch fehlende Akzeptanz in der Gesellschaft oder durch wirtschaftliche Existenzbedrohungen ergeben.

Hintergrund

Der derzeit einsetzende Markthochlauf von Wasserstoff beeinflusst eine Vielzahl an Unternehmen, Organisationen und Institutionen. Diese *Stakeholder eines Wasserstoffmarkthochlaufes* haben zugleich einen wesentlichen Einfluss auf die Ausgestaltung eines zukünftigen Marktes. Um die verschiedenen Perspektiven der Stakeholder zu untersuchen, wurde daher am Energiewirtschaftlichen Institut an der Universität Köln (EWI) eine umfassende Analyse der Stakeholder eines Wasserstoffmarkthochlaufs in Deutschland durchgeführt und die Ergebnisse kürzlich im Working Paper „*The who's who of a hydrogen market ramp-up: A stakeholder analysis for Germany*“ veröffentlicht.¹ Für die Analyse wurden Interviews mit mehr als 40 Stakeholdern geführt, sowie nahezu 80 Wasserstoff-Demonstrationsprojekte ausgewertet. Neben der Identifizierung und Kategorisierung von Stakeholdern (siehe Abbildung 1), wurden deren Verbindungen zueinander, sowie Chancen und Risiken während des Markthochlaufs untersucht. Im folgenden Policy Brief werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Analyse zusammengefasst.

¹ Das Forschungspapier kann hier heruntergeladen werden: [Working Paper](#). Wir danken für die finanzielle Unterstützung dieser Forschung durch das [Research Programme Hydrogen: The Role of Gas in the Energy Transition](#), einer Initiative der Gesellschaft zur Förderung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln e.V.



ABILDUNG 1: IDENTIFIZIERTE STAKEHOLDERGRUPPEN UND -CLUSTER

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Schlund et al. (2021)

Der Markthochlauf führt zu einer Neuordnung der Akteure

Derzeit wird Wasserstoff primär als *Grundstoff* in der (petro-)chemischen Industrie verwendet. Die Herstellung erfolgt entweder in Eigenerzeugung für den direkten Verbrauch, oder durch vertikal integrierte Unternehmen - vornehmlich Industriegashersteller - die Produktion, Transport und Vertrieb (OTC) kontrollieren. Der *Energieträger* Wasserstoff, der die Sektorenkopplung und somit die Dekarbonisierung des Energiesystems ermöglichen soll, hat eine andere Dimension: Anders als beim chemischen Grundstoff sind die *Rollen* des sich noch im Aufbau befindlichen Wasserstoffmarktes nicht klar verteilt. Doch der Druck auf die bisherigen Platzhirsche ist enorm.

Dies zeigt sich insbesondere auf der Angebotsseite, wo sich deutliche Verschiebungen andeuten. Den Industriegasherstellern, die konventionellen Wasserstoff primär mittels Dampfreformierung erzeugen, stehen insbesondere die großen Energieversorgungsunternehmen (EVUs) des Stromsektors gegenüber. Diese haben nicht zuletzt durch die politische Fokussierung auf grünen² Wasserstoff einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil: Durch ihre Kernkompetenzen im Bereich der

² Wasserstoff, der durch den Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energiequellen mittels Wasserelektrolyse hergestellt wird.

Stromerzeugung und des -handels, sowie ihren häufig breit gestreuten Erzeugungsportfolios - insbesondere im Bereich von erneuerbaren Energien (EE) -, verfügen sie über die notwendige Expertise zur Kopplung von Elektrolyseuren mit dem Stromsystem. Diese Erkenntnis zeigt sich in aller Deutlichkeit in Abbildung 2, welche die Verbindungen zwischen Stakeholdern in den ausgewerteten Demonstrationsprojekten grafisch veranschaulicht³ und in der die zentrale Rolle der EVUs im einsetzenden Markthochlauf deutlich wird.

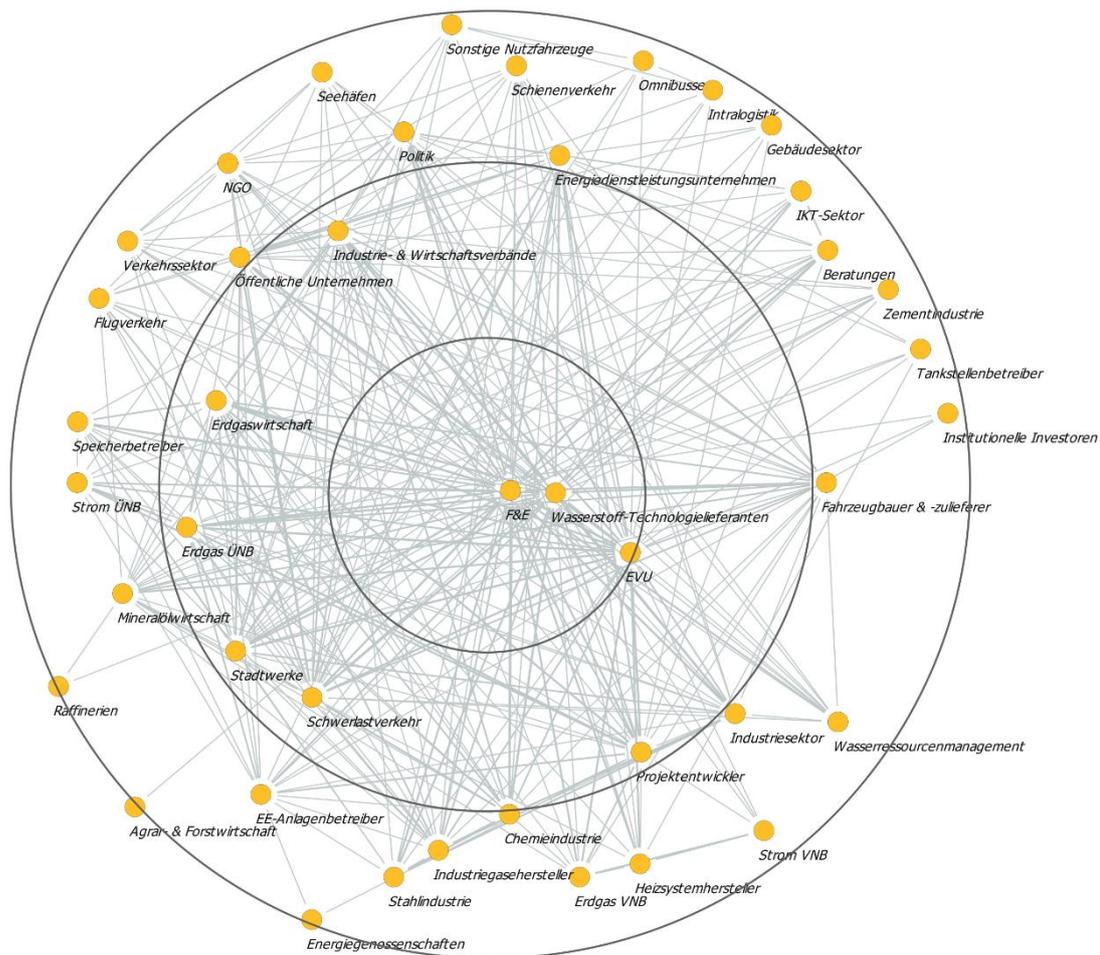


ABBILDUNG 2: NETZWERK VON STAKEHOLDERGRUPPEN IN DEUTSCHEN WASSERSTOFFBEZOGENEN FORSCHUNGS- UND DEMONSTRATIONSPROJEKTEN

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Schlund et al. (2021)

Weitere Wettbewerber stoßen seitens der Öl- und Gasproduzenten in den Markthochlauf hinzu. Zu beobachten ist, dass diese Stakeholder entweder in erneuerbare Energien investieren oder andere Arten der CO₂-armen Wasserstoffherzeugung vorantreiben (z. B. Pyrolyse/ Dampfreformierung mit Abscheidung und Speicherung/ Nutzung anfallender CO₂-Emissionen oder reinen Kohlen-

³ Die Abbildung basiert auf der Auswertung von 78 geplanten, durchgeführten oder laufenden Demonstrations- und Pilotprojekten entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette und wendet die Methode der „Sozialen Netzwerkanalyse“ zur Auswertung an; für weitere Details siehe Schlund et al. (2021).

stoffs), die enger an ihr bisheriges Geschäftsmodell anknüpfen. Analog zu EVUs sind diese Stakeholdergruppen äußerst kapitalstark und verfügen über langjährige Erfahrung in der Versorgung von Energieträgern wie Öl und Gas, sowie deren Folgeprodukte.

Auch in Bezug auf die Transportinfrastruktur zeichnen sich Verschiebungen bezüglich der Rollenverteilung ab, die ebenfalls auf die notwendige Skalierung hin zu einem Energieträger Wasserstoff abzielen. Im Bereich des pipelinebasierten Wasserstofftransportes bieten sich Erdgastransport- und Verteilnetzbetreiber als künftige Betreiber eines Wasserstoffnetzes an, da bei Ihnen die Möglichkeit zur Umwidmung bestehender Erdgas- zu Wasserstoffpipelines besteht. Außerdem haben sie bereits Erfahrung mit dem groß angelegten Transport von gasförmigen Energieträgern, sowie dem Betrieb regulierter Versorgungsleitungen. Alternative Transporttechnologien sind abhängig von der Endanwendung von Wasserstoff, z.B. für den spezifischen Einsatz von Wasserstoff in flüssiger Form oder bei der Verwendung von Folgeprodukten (z. B. Ammoniak, Methanol, synthetische Kraftstoffe).

Die Nachfrageseite zeigt sich im Markthochlauf deutlich heterogener und wird daher im folgenden Abschnitt detailliert beleuchtet.

Verteilungskonflikte auf der Nachfrageseite erfordern Priorisierung

Die Nationale Wasserstoffstrategie⁴ der deutschen Bundesregierung sieht ausschließlich die Erzeugung und Förderung grünen Wasserstoffs innerhalb Deutschlands vor. Begrenzte Flächenpotenziale für die Erzeugung von EE-Strom, ein schleppender Ausbau der EE-Erzeugungsanlagen und der Stromnetze können jedoch das Angebot an grünem Wasserstoff deutlich verknappen.⁵ Daher deutet sich ein sehr starker Wettbewerb um die knappen Mengen während des Hochlaufs an. Die Nutzung grünen Wasserstoffs ist beim derzeitigen CO₂-Preisniveau noch nicht wirtschaftlich gegenüber konventionellen Energieträgern. Da der Markthochlauf politisch forciert wird, ist eine anfängliche Förderung zur Nutzung grünen Wasserstoffs notwendig (z. B. durch Investitionszuschüsse, Steuervergünstigungen, Quotenverpflichtungen, (CO₂-) Differenzverträge). Dadurch wird der Wettbewerb nicht nur auf das Gut Wasserstoff beschränkt sein, sondern auch um öffentliche Fördermittel ausgedehnt.

Der Wettbewerb um diese Förderinstrumente kann in derzeit laufenden Debatten über den effektivsten Pfad der Wasserstoffnutzung in den Endverbrauchssektoren beobachtet werden. Dabei ist nicht nur der Verwendungspfad zwischen den Sektoren umstritten, sondern auch innerhalb der Sektoren, beispielsweise ob zunächst die Chemieindustrie mit grünem Wasserstoff dekarbonisiert wird, oder ob die Stahlindustrie als neuer Nachfrager höher priorisiert werden sollte. Abbildung 2 verdeutlicht dieses Spannungsverhältnis, da viele Stakeholdergruppen im Nachfragebereich im

⁴ Siehe BMWi (2020): „Die Nationale Wasserstoffstrategie“. URL: <https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>

⁵ Siehe hierzu auch EWI Policy Brief Schulte & Schlund (2020): „Hintergrund Nationale Wasserstoffstrategie“ URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2020/05/EWI_Policy_Brief_Wasserstoffstrategie_20200519.pdf

peripheren Bereich liegen, d. h., eine klar führende Beteiligung einzelner Nachfrager ist in dieser Momentaufnahme nicht erkennbar.

Für die Zeit des Markthochlaufs sind zwei Maßnahmen denkbar, um die Knappheitsproblematik von Wasserstoff zu reduzieren. Zum einen kann durch Importe und technologieneutrale Produktion CO₂-armen Wasserstoffs - d.h. neben Wasserstoff aus Elektrolyseanlagen auch solcher, der durch alternative CO₂-arme Technologien hergestellt wurde - das Angebot erhöht werden.⁶ Zum anderen können kurzfristig einzelne Nachfragesektoren und Endanwendungen durch gezielte Förderungen priorisiert werden. Dadurch würde sich die nachgefragte Menge zunächst reduzieren. Der spezifische Förderbedarf kann sich zwischen den Endanwendungen erheblich unterscheiden. Inwieweit einzelne Anwendungen oder Sektoren stärker priorisiert werden sollten, ist daher eine Abwägung unterschiedlicher Zielkriterien. Beispielsweise würde sich eine klimapolitische Priorisierung von Endanwendungen vor allem an den CO₂-Vermeidungskosten der jeweiligen Anwendung orientieren. In diesem Fall wäre eine Steuerung über CO₂-Preise das zentrale Instrument zur Verteilung knappen Wasserstoffs. Darüber hinaus können aber mit dem Markthochlauf auch weitere politische Ziele anvisiert werden, wie beispielsweise industrie-, beschäftigungs- oder entwicklungspolitische Ziele, die weitere Kriterien zur Priorisierung einzelner Anwendungen erfordern. Dieses Spannungsfeld unterschiedlicher politischer Ziele kann ein Wasserstoffmarkt allein über Preissignale nicht lösen und bedarf daher Eingriffe in den Markthochlauf. Die politische Priorisierung von bestimmten Endnachfragesektoren sollte in diesem Fall jedoch objektiven, transparenten und nachvollziehbaren Kriterien folgen, die sich an den gesteckten Zielen orientieren. In einem langfristig voll entwickelten Wasserstoffmarkt koordinieren Preissignale die Entscheidungen der einzelnen Marktteilnehmer und führen zu einer kosteneffizienten Allokation von Wasserstoff - spätestens dann sollten politische Eingriffe in den Markt nicht mehr erfolgen.

Fehlende Wirtschaftlichkeit verschärft dreiseitiges „Henne-Ei-Problem“

Ein Wasserstoff-Markthochlauf erfordert die simultane Entwicklung von Erzeugung, Nachfrage und Infrastruktur. Die Koordination der Akteure entlang der Wertschöpfungskette wird damit vor ein dreiseitiges „Henne-Ei-Problem“ gestellt: Ohne Angebot entwickelt sich keine Nachfrage, ohne Nachfrage gibt es kein Angebot und ohne Transportinfrastruktur ist ein räumlich verteilter und liquider Handel nicht möglich. Gleichzeitig ist grüner Wasserstoff in Deutschland in absehbarer Zeit nicht wettbewerbsfähig gegenüber konventionellen Energieträgern, was die Koordinationsproblematik zusätzlich erschwert.

Derzeit wird diesem Problem durch Pilot- und Demonstrationsprojekte begegnet, in denen die Akteure in einer geschlossenen Umgebung Technologien und den Markthochlauf erproben können. Ziel dieser Projekte ist meist die Demonstration und Skalierung realer Anwendungen sowie das

⁶ Siehe hierzu auch EWI Policy Brief Schulte, Schönfisch & Brändle. (2021): „Wasserstoff: Bezugsoptionen für Deutschland - Kostenvergleich von importiertem und lokal produziertem CO₂-armen Wasserstoff“, URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2020/11/EWI_Policy_Brief_H2_Supply_Costs_20201127.pdf; sowie Brändle, Schönfisch & Schulte (2020): „Estimating Long-Term Global Supply Costs for Low-Carbon Hydrogen“, *EWI Working Paper no. 2020-04*. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI). URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2021/02/EWI_WP_20-04_Estimating_long-term_global_supply_costs_for_low-carbon_Schoenfisch_Braendle_Schulte.pdf

Erreichen von Kostendegressionen. Die Koordination folgt dabei in der Regel den Projektplänen und eine öffentliche Förderung erfolgt häufig in Form von Zuschüssen zur Projektfinanzierung, z. B. durch Investitionskostenzuschüsse. Mittelfristig reicht diese Form der Finanzierung voraussichtlich nicht aus, um Wasserstoffangebot und -nachfrage dauerhaft anzureizen und die Kommerzialisierung der Technologien voranzutreiben. Um die Skalierung von Produktion und Verbrauch fortzuführen werden während des Markthochlaufs spezifische Instrumente zur Anreizung von Angebot und Nachfrage notwendig sein, wie im vorigen Abschnitt erläutert. Langfristig schafft nur die Etablierung eines freien Marktes eine effektive und effiziente Koordinierung der Wertschöpfungskette. Aus diesem Grund sollte das Zielmodell des zukünftigen Wasserstoffmarkts genauer definiert werden, um heutige politische Entscheidungen zum Markthochlauf von Wasserstoff besser ausrichten zu können. Dabei sollte stets mitbedacht werden, dass eine fortlaufende Subventionierung von Wasserstoffherzeugung und -verbrauch zu vermeiden ist und Verzerrungen des Marktes durch unterschiedliche CO₂-Bepreisungen, Besteuerungen und Förderungen abgebaut werden.

Potenzielle Opponenten frühzeitig einbinden

Entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette könnten sich zudem Widerstände seitens der Stakeholder gegen einen Markthochlauf formieren. Denn für Unternehmen und Organisationen, die derzeit stark von fossilen Energieträgern, wie Öl und Gas, abhängig sind, stellt Wasserstoff als mögliches Substitut ein Risiko dar. Dieses Risiko betrifft gleichermaßen das Angebot, die Infrastruktur und die Nachfrage fossiler Energieträger. Die Einbindung solcher Stakeholder in den Transformationsprozess sowie die Schaffung von Planungssicherheit zur Umstrukturierung von Geschäftsmodellen sollte daher ein Bestandteil der politischen Begleitung des Markthochlaufs sein.

Über die Wertschöpfungskette hinaus stellt zudem die Akzeptanz von Wasserstofftechnologien in der Bevölkerung eine zu wenig untersuchte Fragestellung dar. Denkbar sind Szenarien, in denen sich Widerstand gegen einzelne Projekte (z. B. durch notwendigen Infrastrukturausbau), aber auch gegen die großflächige Anwendung von Wasserstoff im Gesamten regen könnte, da Vorbehalte gegenüber der Technologie selbst bestehen (z. B. aufgrund von Sicherheitsbedenken). Eine frühzeitige Kommunikation zwischen der Gesellschaft als Stakeholder, der Politik und der Wirtschaft sollte angestrebt werden, um Fehler, ähnlich zum Ausbau der erneuerbaren Energien und der Stromübertragungsnetze, zu vermeiden.

Fazit

Der Wasserstoffmarkthochlauf in Deutschland betrifft eine Vielzahl an unterschiedlichsten Stakeholdern entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette und darüber hinaus, wie die wissenschaftlich durchgeführte Stakeholderanalyse des EWI⁷ verdeutlicht. Der Markthochlauf führt zu einer deutlichen Umstrukturierung der derzeitigen Rollen auf dem bisher weitestgehend geschlossenen Wasserstoffmarkt. Die Ergebnisse weisen auf eine zentrale Rolle von Energieversorgungsunternehmen

⁷ Schlund, Schulte & Sprenger (2021): The who's who of a hydrogen market ramp-up: A stakeholder analysis for Germany. *EWI Working Paper no. 2021-02*. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI). URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2021/03/EWI_WP_21-02_The_Whos_who_of_a_hydrogen_market_ramp-up_Schlund_Schulte_Sprenger.pdf

hin, die durch Expertise und Assets in der Stromerzeugung eine führende Rolle bei der Herstellung grünen Wasserstoffs einnehmen werden. Unternehmen der Öl- und Gaswirtschaft offenbaren sich vor allem beim Import von Wasserstoff als mögliche Anbieter auf einem künftigen Markt.

Auf der Nachfrageseite ist eine hohe Heterogenität festzustellen, auf die gleichzeitig eine geringe Verfügbarkeit und fehlende Wirtschaftlichkeit grünen Wasserstoffs gegenüber konventionellen Energieträgern während des Markthochlaufs zukommt. Dadurch wird die Koordination der Stakeholder zusätzlich erschwert.

Politische Maßnahmen, die den Markthochlauf begleiten, sollten diese Erkenntnisse berücksichtigen. So sollte die Förderung von Wasserstoffanwendungen im Sinne einer Priorisierung verstanden werden und daher kosteneffizienten und nachvollziehbaren Kriterien folgen, die sich direkt aus den übergeordneten politischen Strategien ableiten. Gleichzeitig sollte bereits heute eine langfristige Ausstiegsstrategie aus öffentlichen Förderungen definiert werden. Denn im Ziel sollte ein offener und diskriminierungsfreier Wasserstoffmarkt für eine kosteneffiziente Verteilung sorgen. Mögliche Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung aufgrund von Vorbehalten gegenüber Wasserstoffinfrastrukturen, sowie der Nutzung von Wasserstoff, sollte frühzeitig mitbedacht werden, um Versäumnisse aus den Erfahrungen im Stromnetz- und EE-Ausbau beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft nicht zu wiederholen.

Literatur

BMWi (2020): „Die Nationale Wasserstoffstrategie“. URL: <https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>.

Brändle, Schönfisch & Schulte (2020): „Estimating Long-Term Global Supply Costs for Low-Carbon Hydrogen“, *EWI Working Paper no. 2020-04*. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI). URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2021/02/EWI_WP_20-04_Estimating_long-term_global_supply_costs_for_low-carbon_Schoenfisch_Braendle_Schulte.pdf.

Schlund, Schulte & Sprenger (2021): The who's who of a hydrogen market ramp-up: A stakeholder analysis for Germany. *EWI Working Paper no. 2021-02*. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI). URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2021/03/EWI_WP_21-02_The_Whos_who_of_a_hydrogen_market_ramp-up_Schlund_Schulte_Sprenger.pdf.

Schulte & Schlund (2020): „Hintergrund Nationale Wasserstoffstrategie“ URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2020/05/EWI_Policy_Brief_Wasserstoffstrategie_20200519.pdf.

Schulte, Schönfisch & Brändle. (2021): „Wasserstoff: Bezugsoptionen für Deutschland - Kostenvergleich von importiertem und lokal produziertem CO₂-armen Wasserstoff“, URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2020/11/EWI_Policy_Brief_H2_Supply_Costs_20201127.pdf.