Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I – Kurzbericht

Bochum, 04.12.2024

Forschungsvorhaben:	03SF0620E Verbundvorhaben HYPAT: Globaler H2-Potenzialatlas – nachhaltige Standorte in der Welt für die grüne Wasserstoffwirtschaft von morgen
Ausführende Stelle:	Ruhr-Universität Bochum – Fakultät für Wirtschaftswissenschaft – Lehrstuhl für Umwelt-, Ressourcenökonomik und Nachhaltigkeit Universitätsstraße 150, 44801 Bochum
Projektleitung:	Herr Prof. Dr. Andreas Löschel
Autorinnen und Autoren:	Zarah Thiel Marvin Müller Prof. Dr. Andreas Löschel

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Wasserstoff (H_2) und seine Syntheseprodukte gelten global als wichtige zukünftige Energieträger, die in vielen Bereichen eingesetzt werden könnten. In den vergangenen Jahren wurden weltweit politische Strategien und Fördersysteme für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft aufgelegt. Nach Einschätzung der Bundesregierung unter Auswertung der gängigen Szenarien wird für 2030 von einem potenziellen Bedarf an H_2 und Derivaten in Höhe von 95 bis 130 TWh ausgegangen. Von diesem würden rund 50 bis 70 % (45 bis 90 TWh) durch Importe aus dem Ausland gedeckt. Bis 2045 sieht die Bundesregierung einen steigenden Bedarf auf 360-500 TWh für H_2 sowie 200 TWh für Wasserstoffderivate. Der Wasserstoffhochlauf erfordert die zeitgleiche Entwicklung von Wasserstoffangebot, -nachfrage und -infrastruktur. Diese gegenseitige Abhängigkeit stellt ein erhebliches Koordinierungsproblem dar und unterstreicht die Notwendigkeit öffentlicher Unterstützung. Darüber bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Wasserstoffkosten, -preise und der Marktgröße. Diskussionen zum optimalen Politikmix und dem richtigen Ausmaß staatlicher Interventionen dauern an.

Die notwendige Deckung der Nachfrage nach grünem H_2 und seinen Derivaten aus Ländern mit günstigen klimatischen und geographischen Voraussetzungen wurde vor Beginn des Projekts in Studien überwiegend aus einer technisch-ökonomischen Perspektive behandelt. In HYPAT wurde hingegen ein deutlich umfassenderer Ansatz verfolgt. Im Projekt wurde ein umfassender globaler Wasserstoffatlas (inklusive Derivate) mit Fokus auf grünen H_2 entwickelt. Es wurde dabei die weltweite Situation mit potenziellen Anbietern (Exporteuren) und Nachfragern (Importeuren) betrachtet sowie im nächsten Schritt ein Fokus auf die EU und insbesondere Deutschland gelegt. HYPAT analysiert somit erstmals mit einem neuen methodischen Ansatz und Analyseraster mögliche Partnerländer Deutschlands in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft in der Tiefe.

Die Arbeiten der Ruhr-Universität Bochum (RUB) hatten im Kern zum Ziel, unterschiedliche Anreizsysteme für die H_2-Marktentwicklung zu analysieren. Dazu wurde einerseits ein multiregionales Modell zum H_2-Markt entwickelt, um kostenoptimale Transformationspfade der H_2-Wirtschaft zu untersuchen. Andererseits wurden die Modellarbeiten durch eine Reihe (experimenteller) Befragungen flankiert. In diesen sollten ergänzend sozio-ökonomische Aspekte untersucht werden, die in der Modellierung schwer fassbar sind. Hierzu setzte die RUB z. B. zwei Befragungen in Deutschland und Spanien sowie eine Expertenbefragung in Australien mit hochrangigen Expert*innen aus der Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung um. Im Rahmen der letzteren Studie wurden Erwartungen verschiedener Stakeholder hinsichtlich des Hochlaufs und Exports von H_2 aus Australien mit Fokus auf die wichtigsten Hürden und Politikinstrumente erfasst und verglichen. Als weitere Methode kam eine kriteriengeleitete Bewertung von Anreizsystemen für eine globale Wasserstoffwirtschaft zum Einsatz. In einer gemeinsamen Untersuchung mit dem Fraunhofer ISI und RIFS nahm die RUB einen Vergleich der Wasserstoff-Fördersysteme in der EU und den USA hinsichtlich ihrer Umweltwirksamkeit, ökonomischer Effizienz und der Resilienz der angestrebten Wasserstoffeinführung vor.

Die Ergebnisse legen nahe, dass langfristig ein Wandel zu erneuerbarer Produktion von H_2 zu erwarten ist, dieser jedoch noch mit komplexen Herausforderungen verbunden ist. So stellt grüner H_2 in den meisten untersuchten Modellszenarien die dominante Produktionstechnologie dar, wenngleich blauer H_2 insbesondere in Weltregionen mit günstigen Gaspreisen eine kosteneffiziente Alternative darstellen kann. Auch in der Expertenstudie in Australien wurde langfristig ein Wandel hin zu Wasserstoffproduktion mit erneuerbarem Strom erwartet. Die Studie hat jedoch zugleich, wie auch andere Arbeiten in HYPAT, aufgezeigt, dass noch verschiedene Einstellungen zur der (mittelfristigen) Rolle von H_2-Produktionsrouten mit Carbon Capture and Storage (CCS) in der Energiewende gibt. Um Aufschluss über die Akzeptanz möglicher H_2-Produktionsrouten mit CCS in Deutschland zu erhalten, wurde daher ergänzend eine

repräsentative Bevölkerungsbefragung zu Einstellungen hinsichtlich CCS durchgeführt. Die Umfrageergebnisse deuten darauf hin, dass in der deutschen Bevölkerung noch geringes Wissen und kein gefestigtes Meinungsbild zu CCS besteht und sich dieses noch durch weitere Informationen, etwa im Zuge medialer Berichterstattung und wachsende Erfahrung mit blauem H_2, formen wird.

Im Rahmen des Projekts wurden weiterhin existierende Erzählungen zum Wasserstoffhochlauf in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gesammelt und auf dieser Basis Narrative für ein Befragungsexperiment entwickelt. Die Studie untersucht anhand einer experimentellen Variation den Einfluss der verschiedenen Narrative auf die Zustimmung zu innen- und außenpolitischen Maßnahmen in der Energiewende. Das Befragungsexperiment wurde mit Privathaushalten in Deutschland und Spanien durchgeführt, um die Perspektive eines potenziellen Import- und Exportlandes vergleichen zu können. Die Studie zeigt auf, dass die Befragten in beiden Ländern grundsätzlich zwischenstaatliche Wasserstoffpartnerschaften und gemeinsame Infrastruktur auf EU-Ebene (wie ein europäisches Pipelinenetz) befürworten. Die meisten Befragten bevorzugen allerdings einen Fokus auf inländische Investitionen in Energiewende-Maßnahmen. Dabei werden ausländisch orientierte Maßnahmen beim Aufbau einer globalen Wasserstoffwirtschaft benötigt. Die Modellergebnisse legen z. B. nahe, dass die Bandbreite möglicher Wasserstoffproduzenten stark von der Verbreitung von Erfahrungswerten (und damit einhergehenden Kostensenkungen) der H_2-Technologienutzung zwischen Regionen abhängt. Solche Spillover-Effekte spielen vor allem für Regionen mit einer schwächeren Wirtschaft eine große Rolle. Die Ergebnisse der Befragung deuten darauf hin, dass die Unterstützung für ausländisch orientierte Politikmaßnahmen durch die Kommunikation von Vorteilen auswärtiger Politiken für das eigene Land, wie etwa eine bessere Energieversorgung durch günstige Energieimporte, erhöht werden kann.

Der Vergleich der H_2-Fördersysteme der USA und EU zeigte Unterschiede zwischen den Förderregimen beider Jurisdiktionen auf. Das EU-Fördersystem für H_2 ist hinsichtlich der ökologischen Wirksamkeit und wirtschaftlichen Effizienz stringenter als das US-amerikanische System. Es birgt aber aufgrund höherer Komplexität und einem begrenzten Fokus auf inländische Versorgungsketten höhere Risiken für eine rasche Marktdurchdringung. Da sich zusätzlich in der Expertenbefragung in Australien die USA als wichtiger Referenzmarkt hinsichtlich der staatlichen Anreizsysteme herausstellte, wurde in der Endphase von HYPAT noch eine Unternehmensbefragung für die USA vorbereitet. In der australischen Expertenstudie stellten sich ökonomische Unsicherheiten als größte Hürden der Wasserstoffwirtschaft heraus, während insbesondere regulatorische Stellschrauben wie die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren oder Einführung eines harmonisierten Zertifizierungssystems für H_2 als wichtige Hebel eingeschätzt wurden. Die Befragungs- sowie Modellergebnisse unterstreichen weiterhin den Bedarf des globalen Infrastrukturaufbaus.

Zudem heben die Modellergebnisse die Rolle von länderspezifischen Kapitalkosten hervor: Insbesondere Regionen, die politisch und wirtschaftlich instabiler sind, werden deutlich unattraktiver, wenn die entsprechenden Risiken in Form von höheren Kapitalkosten eingepreist werden.

Neben diesen Kernarbeiten und -ergebnissen koordinierte die RUB die Synthese der zentralen Ergebnisse und politischen Schlussfolgerungen aus dem Gesamtprojekt und beteiligte sich an Austauschen und Projektveröffentlichungen in anderen Arbeitspaketen, z. B. hinsichtlich ökonomisch-finanzieller Indikatoren für die Bewertung möglicher Partnerländer Deutschlands oder der Diskussion, was nachhaltigen Wasserstoff auszeichnet.

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil II – Eingehende Darstellung

Bochum, 04.12.2024

Forschungsvorhaben:	03SF0620E Verbundvorhaben HYPAT: Globaler H2-Potenzialatlas – nachhaltige Standorte in der Welt für die grüne Wasserstoffwirtschaft von morgen
Laufzeit:	01.03.2021 bis 31.08.2024
Ausführende Stelle:	Ruhr-Universität Bochum – Fakultät für Wirtschaftswissenschaft – Lehrstuhl für Umwelt-, Ressourcenökonomik und Nachhaltigkeit Universitätsstraße 150, 44801 Bochum
Projektleitung:	Herr Prof. Dr. Andreas Löschel
Autorinnen und Autoren:	Zarah Thiel Marvin Müller Prof. Dr. Andreas Löschel

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

1 Inhaltliche Darstellung

1.1 Arbeitspakete unter Leitung der RUB

AP 3.2.3 - Anreizsysteme

Das AP 3.2.3 zielte auf die Analyse unterschiedlicher Anreizsysteme für die Wasserstoff-Marktentwicklung. Ein zentraler Baustein des Arbeitspakets sollte in der Entwicklung eines kompakten Modells zum Wasserstoffmarkt bestehen, das eine internationale Komponente einbezieht. Durch (experimentelle) Befragungen sollten ergänzend sozio-ökonomische Aspekte untersucht werden, die in der Modellierung schwer fassbar sind – so etwa ausgewählte Präferenzen, Einstellungen und Wahrnehmungen zu Wasserstoff sowie zu relevanten Politikmaßnahmen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollten ergänzt werden durch eine kriteriengeleitete Bewertung von Anreizsystemen für eine globale Wasserstoffwirtschaft und die Datenerhebung des RIFS zu Politik, Regulierung und Qualitätsinfrastruktur. In der Folge werden die Studien vorgestellt, die zur Umsetzung dieses Vorhabens im Projektzeitraum durchgeführt wurden.

Expertenbefragung in Australien

Methodik und Zielsetzung

Anhand einer Expertenbefragung in Australien wurden Erwartungen verschiedener Stakeholder hinsichtlich des Hochlaufs und Exports von Wasserstoff aus Australien mit Fokus auf die wichtigsten Hürden und Politikinstrumente erfasst und verglichen. Die Studie umfasste Interviews mit 47 hochrangigen Expert*innen aus der Industrie, weiteren Unternehmen, Wissenschaft, Politik und Verwaltung. Die Interviews wurden mit der Videokonferenzsoftware Zoom durchgeführt, um über das online-Format Teilnehmende aus sämtlichen australischen Staaten einbeziehen zu können und zugleich durch die Interviewsituation ein hohes Engagement während Beantwortung der Fragen zu erzielen. Die Befragten konnten dabei die Fragen und erfassten Antworten auf ihren Bildschirmen sehen. In der Auswertung wurde eine quantitativ-statistische Analyse von Antworten auf geschlossene Fragen (mit festen Antwortkategorien) durch die sorgfältige Berücksichtigung der offenen Kommentare der Expert*innen ergänzt. Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit der Australian National University durchgeführt.

Ergebnisse

Hinsichtlich des vorherrschenden **Produktionsprozesses** von Wasserstoff zeigt sich eine Verschiebung in den Erwartungen: von grauem Wasserstoff und Elektrolyse-Wasserstoff mit einem Strommix in 2030 hin zu grünem Wasserstoff in 2050. Während elektrolytischer Wasserstoff heute einen marginalen Anteil der globalen Wasserstoffproduktion darstellt, erwarten mehr als 90% der Befragten, dass Wasserstoffproduktion über Elektrolyse der dominante Produktionsprozess bis 2050 sein wird. Die erhobenen Daten legen nahe, dass die **Rolle von blauem Wasserstoff** für die australische Energiewende noch **umstritten** ist. Insbesondere zeigen sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Stakeholdergruppen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, ist die Zustimmung zu der Aussage, dass blauer Wasserstoff eine wichtige Rolle auf dem Weg zu einer emissionsfreien Wirtschaft spielt, am höchsten unter Vertreter*innen der Industrie, Beratung und

weiteren Unternehmen. Expert*innen aus der Wissenschaft zeigen sich im Gegensatz dazu am skeptischsten, während sich Personen aus Regierung und Verwaltung dazwischen positionieren.

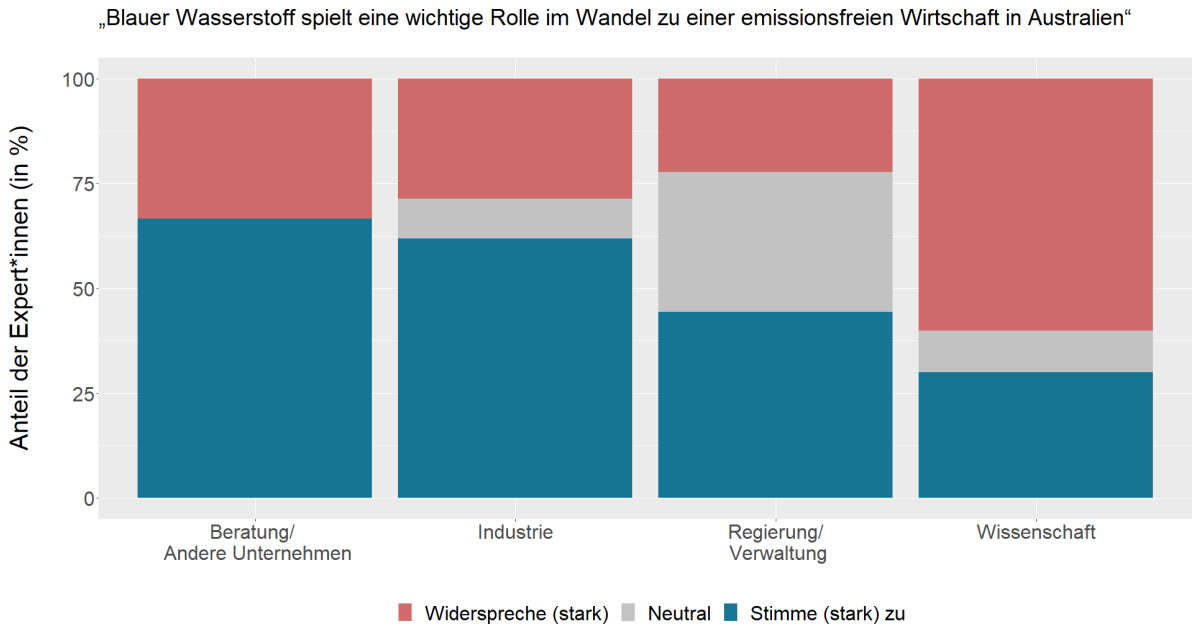


Abbildung 1: Wahrgenommene Bedeutung von blauem Wasserstoff nach Stakeholdergruppe

Konsistent mit anderen Analysen in HyPat und einem Großteil der Fachliteratur, werden **Hauptanwendungsbereiche** für Wasserstoff bis 2050 in Sektoren gesehen, die sonst schwer zu dekarbonisieren sind. Ein großer Beitrag (von mind. 30%) zur Dekarbonisierung wird Wasserstoff am häufigsten in der Produktion von Ammoniak, Eisen und Stahl, Methanol und im Schiffsverkehr zugeschrieben.

Hinsichtlich der **Exportoptionen** von Wasserstoff und seinen Folgeprodukten, erwartet die Mehrheit der australischen Expert*innen, dass Ammoniak als Exportprodukt in 2030 und 2050 dominieren wird. Kurz- bis mittelfristig werden auch Methanol und flüssigem Wasserstoff (LH2) eine relevante Rolle für den Export zugeschrieben. Hinsichtlich der langen Sicht bis 2050 steigt der Anteil der Befragten, die eine vorherrschende Rolle von LH2 sowie (Vorprodukten von) grünem Stahl erwarten. Wie in Tabelle 1 dargestellt, wird Japan als wichtigster Absatzmarkt gesehen; aus den europäischen Ländern wird Deutschland am häufigsten als wichtige Importnation genannt. Bestehende Beziehungen in Form von Energiepartnerschaften, Wirtschaftsabkommen, Handelsbeziehungen und Unternehmenskooperationen werden neben einer hohen Zahlungsbereitschaft als wichtigste Kriterien in Bezug auf die Importländer bewertet.

Die Studie zeigt darüber hinaus auf, dass die größten **Hürden und Politikbedarfe** häufig eine regulatorische Ebene betreffen und in Bezug zu weiteren Marktunsicherheiten stehen. Lange Genehmigungsverfahren, Unsicherheit über zukünftige Nachfrage und die Verfügbarkeit erneuerbarer Energie werden am häufigsten als sehr wichtige Hindernisse in Australien eingeschätzt. Seitens der Politikmaßnahmen zur Unterstützung des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft werden ein konsistentes, harmonisiertes Zertifizierungssystem, eine Reform von Regularien und Gesetzen sowie die wirksame

Zusammenarbeit mit indigenen Gemeinschaften am häufigsten als sehr wichtig bewertet.

Tabelle 1: Wichtige Exportziele von Australien nach Häufigkeit der Nennung

Land/ Region	Nennung (anteilig an Anzahl der Experten)
Japan	93 %
Südkorea	62%
Europa/ EU	44%
Singapur	42%
China	24%
Deutschland	24%
Korea	16%
APAC-Region	7%
Indien	4%
Süd-/Ostasien	4%
Taiwan	2%

Die Ergebnisse der Expertenbefragung wurden in einem Forschungspapier detailliert aufbereitet und bei einer Fachzeitschrift zur Veröffentlichung eingereicht. Eine Working Paper Version kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Aufbauend auf dieser Erhebung wurde zudem in Zusammenarbeit mit dem Konsortialpartner IDOS eine vergleichbare Expertenbefragung für die Türkei aufgesetzt.

Haushaltsbefragung Deutschland

Methodik und Zielsetzung

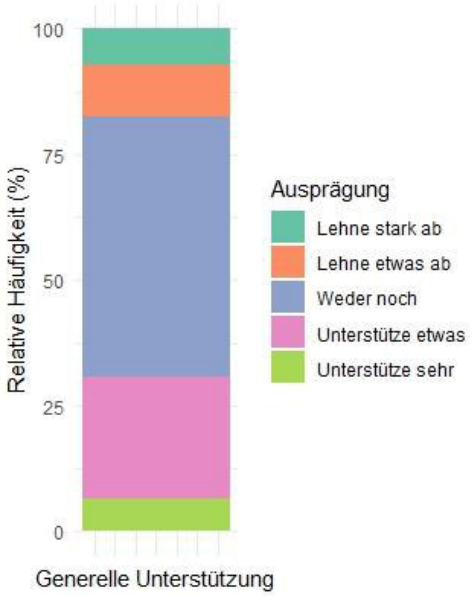
Aufbauend auf der Erkenntnis, dass einige Exportländer offen gegenüber Wasserstoff-Produktionsrouten mit Carbon Capture and Storage (CCS) sind, wurde die Akzeptanz von CCS-Technologien im Rahmen einer Onlinebefragung mit ca. 1000 deutschen Privatpersonen (repräsentativ entsprechend den Variablen Alter, Geschlecht und Bundesland) durchgeführt. Diese Bevölkerungsumfrage sollte Hinweise zur Akzeptanz gegenüber eines solchen Handlungspfades in Deutschland liefern.

Ergebnisse

Die Umfrage zeigt moderate bis niedrige Wissensstände zu dem Thema auf, die sich in eine weder zustimmende noch ablehnende allgemeine Haltung gegenüber dem Einsatz von CCS im Inland sowie in Ländern des globalen Südens übersetzen. Abbildung 2 zeigt beispielsweise die Antworten zur Frage, ob die Teilnehmenden die Einführung von CCS in

Deutschland unterstützen würden, wobei die Ausprägung „weder noch“ deutlich am häufigsten ausgewählt wurde.

Abbildung 2: Unterstützung für die Einführung von CCS



Es lässt sich jedoch die Tendenz erkennten, dass die Technologie als kostspielig und in ihrer (positiven) Klima- und Umweltwirkung begrenzt wahrgenommen wird. Die Umfrageergebnisse deuten darauf hin, dass in der deutschen Bevölkerung noch kein gefestigtes Meinungsbild zu CCS besteht und sich dieses noch durch weitere Informationen, etwa im Zuge medialer Berichterstattung über deutsche H_2-Partnerschaften und wachsende Erfahrung mit blauem Wasserstoff, formen wird.

Befragungsexperiment Deutschland & Spanien

Methodik und Zielsetzung

Im Rahmen von HyPat wurde darüber hinaus eine Bevölkerungsbefragung in Deutschland und Spanien durchgeführt, um Einstellungen zu Wasserstoff und deren Treiber in einem potenziellen Import- und Exportland zu untersuchen. Die Studie geht von der Prämisse aus, dass die Bewältigung des Klimawandels internationale Zusammenarbeit und einen breiten Ausbau erneuerbarer Energien erfordert. Während die Eindämmung des Klimawandels ein globales öffentliches Gut ist, bringen Investitionen in erneuerbare Energien oft auch nationale Vorteile wie die Schaffung von Arbeitsplätzen und Energiesicherheit mit sich.

Ein Ziel der Befragung war es, den Effekt verschiedener Narrative zur Energiewende auf die Zustimmung zu inländischen sowie ausländischen Politikmaßnahmen zu untersuchen. Dafür wurden in einem ersten Schritt vier Narrative auf Basis der wissenschaftlichen Literatur sowie existierenden Erzählungen zu grünem Wasserstoff aus Politik und Wirtschaft entwickelt. Dabei wurde bei den Narrativen variiert, wo im Rahmen der Bekämpfung des Klimawandels Investitionen in Erneuerbare Energien getätigt werden sollten und wer größtenteils von lokalen Vorteilen, wie z. B. einer

verbesserten Energieversorgung, profitieren wird (je entweder das eigene Land oder Entwicklungsländer). In der Befragung wurde dann experimentell variiert, welches der vier Energiewendenarrativen den Teilnehmenden angezeigt wird.

Weitere Fragen umfassten z. B. die Einstellung zu Wasserstoffpartnerschaften mit anderen Ländern, einer gemeinsamen Infrastruktur auf EU-Ebene oder Wahrnehmung zu den Bedingungen für die Erzeugung erneuerbarer Energien in Entwicklungsländern im Vergleich zum eigenen Land. Hierzu wurden auf Basis des professionell verwalteten Panels der Firma Norstat, das regelmäßig für akademische Studien verwendet wird, ca. 2.000 Personen je Land befragt. Die Stichprobe ist repräsentativ für die jeweilige nationale Bevölkerung gemäß der Merkmale Alter, Geschlecht, und Einkommen.

Ergebnisse

Die allgemeine Zustimmung dafür, dass das eigene Land Wasserstoffpartnerschaften mit anderen Ländern eingehen und eine gemeinsame Infrastruktur auf Ebene der EU unterstützen sollte, ist in Deutschland und Spanien sehr hoch. Wie in Abbildung 3 dargestellt, stimmen den beiden Maßnahmen je mindestens 70% der Befragten eher oder voll zu. Weniger als ein Zehntel positioniert sich dagegen. Zwischen beiden Ländern lassen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Zustimmung feststellen.

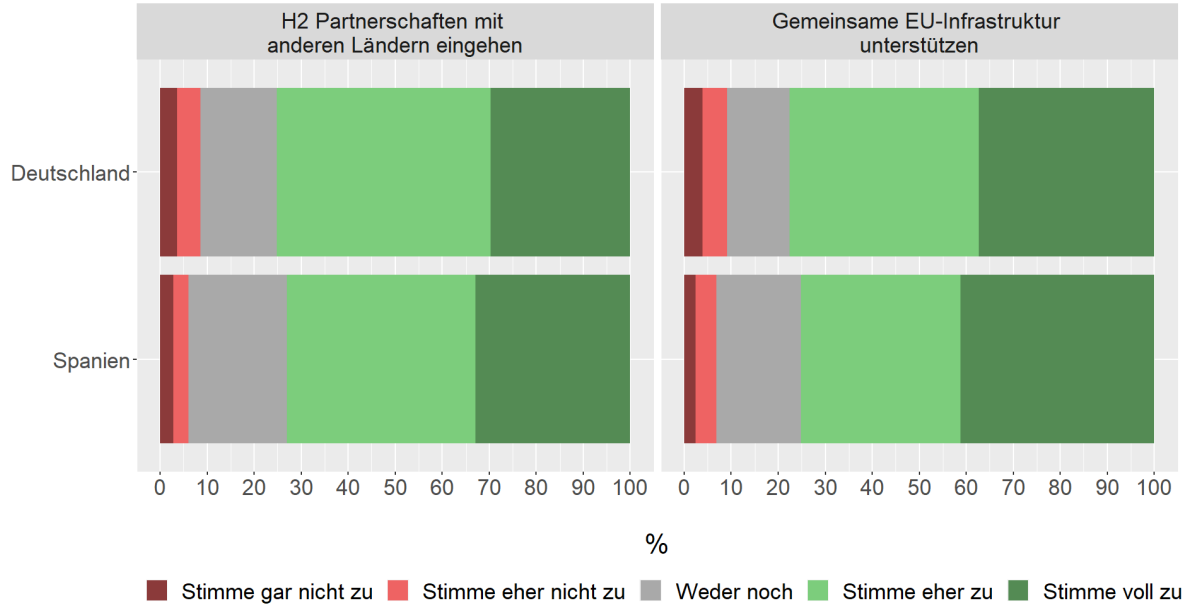


Abbildung 3: Allgemeine Zustimmung zu Wasserstoffpartnerschaften und einer gemeinsamen EU-Infrastruktur in Deutschland und Spanien

Weiterhin glaubt ein Großteil der Befragten beider Länder an die Bedeutung von Skalierungseffekten beim Ausbau der Erneuerbaren sowie an einen möglichen Technologietransfer. Dies zeigt sich an einer hohen Zustimmung zu den Aussagen, dass ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien eine wichtige Maßnahme zur Senkung der Kosten für erneuerbare Energie ist (76%) und, dass auch andere Länder von dem neuen Wissen profitieren werden, wenn das eigene Land Technologien für erneuerbare Energien weiterentwickelt (81%).

Unterschiede zwischen den Ländern zeigen sich hinsichtlich der relativen Präferenz für Nutzung nationaler Mittel für Erneuerbare-Projekte im In- oder Ausland. Befragte aus Spanien weisen dabei Projekten im Ausland durchschnittlich höhere Anteile eines öffentlichen Budgets für erneuerbare Energien zu als deutsche Teilnehmende. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Kommunikation von Co-Vorteilen für das eigene Land (etwa eine bessere Energieversorgung durch günstige Energieimporte) die Zustimmung zu ausländisch orientierten Politiken erhöhen kann.

Globales Wasserstoffmarktmodell

Methodik und Zielsetzung

Im Rahmen von HyPat wurde ein multiregionales Kostenoptimierungsmodell entwickelt, um kostenoptimale Transformationspfade der Wasserstoffwirtschaft zu untersuchen. Dieses Modell wurde basierend auf der existierenden Literatur auf globaler Skala kalibriert und berücksichtigt neben den Produktions- und Investitionskosten auch Transportkosten, CO_2-Speicherkosten und CO_2-Emissionskosten. Durch eine Minimierung der gesamten Summe dieser Kosten für alle Regionen bestimmt das Modell einen kostenoptimalen Transformationspfad, der Details zur zeitlichen Entwicklung von Produktionstechnologien, optimalen Produktionsstandorten und -mengen, der internationalen Handelsstruktur sowie regionalen Wasserstoffpreisen enthält. Ein solcher, kostenoptimaler Transformationspfad wurde für eine Vielzahl von Szenarien bestimmt, um den Einfluss einzelner techno-ökonomischer Parameter auf die Wasserstoffwirtschaft im Gesamten zu bestimmen.

Um den technologischen Fortschritt von Elektrolyseuren und daraus entstehende Pfadabhängigkeiten darzustellen, wurde das Modell um eine endogene Formulierung des technologischen Fortschritts erweitert. Hierbei wird die technologische Ausgereiftheit von Elektrolyseuren basierend auf vorigen Investitionen in die Technologie bestimmt. Um die internationale Dynamik von Fortschritt darzustellen, wurden Szenarien mit und ohne sogenannte internationale Spillover-Effekte untersucht. Spillover-Effekte treten auf, wenn eine Region von den Erfahrungsgewinnen einer anderen Region bei der Nutzung einer Technologie profitiert und dadurch selbst niedrigere Kosten erzielt. Dieses Phänomen ist in der Literatur gut dokumentiert und auch für die Wasserstoffwirtschaft von großer Bedeutung, da wirtschaftlich weniger entwickelte Produktionsländer voraussichtlich Unterstützung beim Aufbau einer Wasserstoffproduktion benötigen.

Ergebnisse

In Bezug auf grünen und blauen Wasserstoff, hat die Modellanalyse gezeigt, dass grüner Wasserstoff in den meisten untersuchten Szenarien die dominante Produktionstechnologie darstellt, und dass diese Dominanz relativ robust gegenüber Veränderungen wichtiger techno-ökonomischer Parameter ist. Dennoch ist blauer Wasserstoff insbesondere in Weltregionen mit günstigen Gaspreisen eine kosteneffiziente Alternative. In realistischen bis optimistischen Szenarien fungiert er daher als Brückentechnologie. In Szenarien mit hohen Preisen für erneuerbare Energie und langsamer technologischer Entwicklung von Elektrolyseuren kann blauer

Wasserstoff sogar langfristig die kostenoptimale Produktionstechnologie sein. Die durchschnittlichen Produktionsanteile der unterschiedlichen Technologien über alle betrachteten Szenarien sind in Abbildung 3 dargestellt.

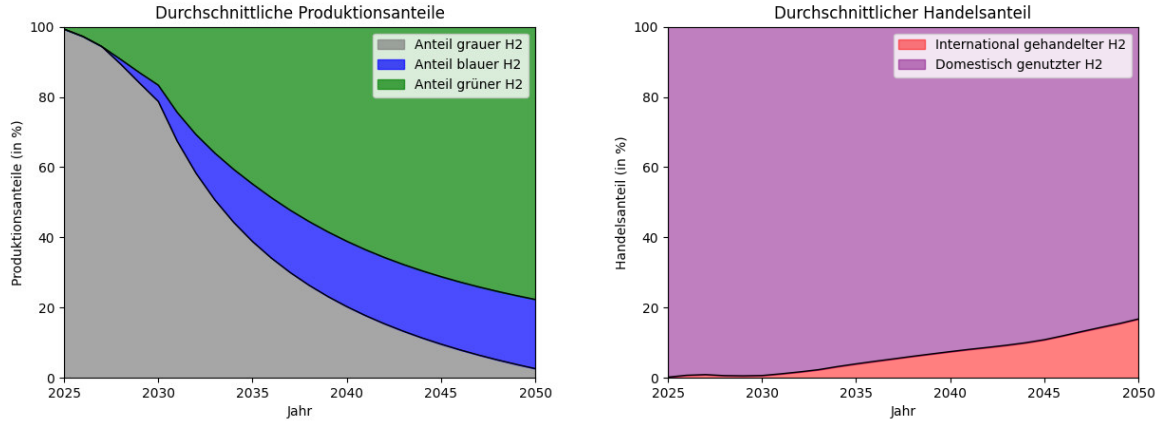


Abbildung 3: Anteil der Produktionsanteile unterschiedlicher Produktionstechnologien (links) und Anteil des international gehandelten Wasserstoffs (rechts) im Durchschnitt über alle untersuchten Szenarien

Ebenfalls in Abbildung 3 dargestellt ist der durchschnittliche Anteil von Wasserstoff, der international gehandelt wird. Dieser nimmt kontinuierlich zu und beträgt 2050 ungefähr 20%. In Szenarien mit pessimistischeren Annahmen über die Transportkosten ist er etwas geringer, sinkt jedoch nie unter 13%. Dies zeigt die hohe Bedeutung, die dem Aufbau einer internationalen Infrastruktur für einen großskaligen Handel von Wasserstoff zukommt.

Spillover-Effekte spielen vor allem für Regionen mit einer schwächeren Wirtschaft eine große Rolle. In Szenarien ohne Spillover-Effekte etablieren sich Regionen mit guten erneuerbaren Potentialen, aber schwächerer ökonomischer Entwicklung, wie zum Beispiel Latein Amerika oder Afrika, nicht als Exporteure, da der notwendige Zugang zu kostengünstigen Elektrolyseuren fehlt und diese Regionen durch eigene Forschung und Entwicklung keine wettbewerbsfähigen Produktionskosten erreichen. Stattdessen entwickelt sich Asien zum dominanten Exporteur. Im Szenario mit Spillover-Effekten hingegen spielen der mittlere Osten, Afrika und Latein Amerika als Exporteure eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse der Modellanalysen unterstreichen somit die Bedeutung der Technologieverfügbarkeit für potentielle Exportländer deutlich.

Abschließend wurde mit dem Modell auch der Einfluss von länderspezifischen Kapitalkosten auf die optimale Produktions- und Handelsstruktur analysiert. Hierbei hat sich gezeigt, dass diese signifikanten Einfluss auf die Produktionskosten von Wasserstoff haben und die optimalen Produktionsstandorte dadurch deutlich verändern. Insbesondere politische und wirtschaftlich instabilere Regionen werden deutlich unattraktiver, wenn die entsprechenden Risiken in Form von höheren Kapitalkosten eingepreist werden. Das Modell hat somit Ergebnisse aus der Literatur und anderer HyPat-Arbeiten bestätigt.

Kriteriengeleiteter Vergleich der Fördersysteme der USA und EU

Methodik und Zielsetzung

Derzeit gibt es eine politische Debatte darüber, ob die Steuergutschriften in den USA, die durch den Inflation Reduction Act (IRA) und die kürzlich eingerichteten Hydrogen Hubs gewährt werden, zu einer Abwanderung der Produktion von grünem und blauen Wasserstoff in die USA führen und damit die Verbreitung von Wasserstoff in anderen Ländern, z. B. der EU, beeinträchtigen könnten. Die EU wiederum hatte zum Zeitpunkt der Untersuchung gerade die erste Versteigerungsrunde für die inländische Wasserstoffproduktion im Rahmen ihrer Hydrogen Bank abgeschlossen und auf den IRA mit ihrem Net-Zero Industry Act (NZIA) reagiert. Ziel dieser Studie war es, gemeinsam mit den Konsortialpartnern Fraunhofer ISI und RIFS, die Fördersysteme der EU und der USA unter Berücksichtigung all dieser jüngsten politischen Entwicklungen zu vergleichen.

In Vorarbeit zu dieser Untersuchung erstellte die RUB zu Beginn des Projekts eine Übersicht über Anreizinstrumente im Wasserstoffkontext sowie eine Sammlung von Bewertungskriterien für Anreizsysteme. Die Betrachtung der Fördersysteme erstreckte sich insbesondere auf die Umweltwirksamkeit, die ökonomische Effizienz der Fördersysteme sowie die Resilienz der angestrebten Wasserstoffeinführung. Für jedes der drei Bewertungskriterien wurden Leitfragen entwickelt, die umfassender als die in der Literatur verfügbaren sind.

Ergebnisse

Zusammenfassend kommt die Analyse zu dem Ergebnis, dass das EU-Fördersystem für Wasserstoff im Hinblick auf die ökologische Wirksamkeit und die wirtschaftliche Effizienz stringenter ist als das US-amerikanische System, aber aufgrund der höheren Komplexität und dem begrenzten Fokus auf inländische Versorgungsketten höhere Risiken für eine rasche Marktdurchdringung birgt. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die USA insbesondere auf den Einsatz von Wasserstoff in verschiedenen Anwendungen im Transportsektor ausgerichtet ist. Die EU wiederum konzentriert sich mehr auf die industrielle Nutzung und priorisiert innerhalb des Verkehrssektors die schwer zu dekarbonisierenden Anwendungen.

Bei Betrachtung der **Resilienz des Wasserstoffmarkthochlaufs** geht die EU die Erfordernisse zur Sicherstellung einer resilienten Wasserstoffversorgung in größerem Umfang als die USA. Insbesondere geschieht dies durch die Einführung einer Verordnung, die die inländische Infrastruktur und den Markthochlauf fördert und auch auf die Möglichkeit der Einfuhr von Wasserstoff aus Nicht-EU-Ländern abzielt. Allerdings hat die EU die angekündigte Regelung zur Unterstützung der Nachfrage noch nicht umgesetzt, was die Nachfrageentwicklung gefährden könnte. In den USA bleibt abzuwarten, ob die Wasserstoff-Hubs zu einem Dach für die Entwicklung der regionalen Verkehrsinfrastruktur werden können. Dennoch hatten zum Zeitpunkt der Auswertung weder die EU noch die USA eine klare Strategie für Import- und/ oder Exportinfrastrukturen entwickelt. In den USA wiederum liegt der Schwerpunkt viel stärker auf der inländischen Produktion von Wasserstoff und der Herstellung von Elektrolyseuren, wodurch nicht nur die heimische Wirtschaft unterstützt, sondern auch

die Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Versorgungsrisiken in der vorgelagerten Wertschöpfungskette erhöht wird. Während die EU begonnen hat, ähnliche Aktivitäten über den NZIA und Innovation Fund zu initiieren, gibt es noch kein spezielles Budget für die Herstellung von Elektrolyseuren.

Hinsichtlich der **Umweltwirksamkeit** sind beispielsweise die Schwellenwerte für Treibhausgasemissionen in den USA deutlich weniger streng als in der EU, da am unteren Ende der IRA-Schwellenwerte Projekte zulässig sein könnten, die die bestehende erdgasbasierte Wasserstoffproduktion mit CCS nur für Prozessemissionen nachrüsten. Daher birgt das US-System die Gefahr, dass eine kohlenstoffarme Wasserstoffproduktion aufgebaut wird, die nicht mit dem langfristigen US-Ziel der Klimaneutralität vereinbar ist. In der EU könnten die RFNBO-Quoten hingegen einen Mechanismus darstellen, der einen Ausstieg aus fossil-basierter Produktion unterstützt. Allerdings stellen darüber hinaus weder die EU noch die USA weitere Nachhaltigkeitskriterien an die Produktion von Wasserstoff. Sie gehen also nicht darauf ein, dass die Wasserstoffproduktion mit zusätzlichen Umweltbelastungen verbunden sein kann.

Im Vergleich mit den USA unternimmt die EU große Anstrengungen, um ihre Mittel **(kosten)effizient** einzusetzen. Dies gilt insbesondere für das zentrale Fördersystem, die European Hydrogen Bank, bei der die Mittel über Auktionen zugewiesen werden. Dabei ist der Angebotspreis das einzige Zuschlagskriterium. Der Production Tax Credit für Wasserstoff in den USA hingegen steht allen Herstellern offen, so dass kein Mechanismus für eine effiziente Zuweisung öffentlicher Mittel besteht. Weder das US-amerikanische noch das EU-Fördersystem bieten eine Absicherung gegen zusätzliche wirtschaftliche Risiken wie steigende Strompreise, obwohl die EU die Möglichkeit von Differenzverträgen in Betracht zieht. Der Aufwand für die Beantragung der EU-Regelungen und für die Bewertung der Anträge ist aufgrund der vielschichtigen Ziele und der komplexen Vorschriften vergleichsweise hoch. Die hohe Komplexität und die geringe Flexibilität der EU-Regelungen könnten den Markthochlauf verlangsamen und bergen damit das Risiko einer Abwanderung der Erzeuger auf andere Märkte. Jedoch hat die hohe Beteiligung an der ersten EHB-Auktion hat diese Bedenken verringert. Das leicht zugängliche US-amerikanische Fördersystem wiederum hat bereits beträchtliche Investitionen mobilisiert, lässt jedoch kaum eine gezielte Verwendung der Mittel erkennen und birgt somit die Gefahr einer Überförderung der Produzenten, sobald der Förderbedarf sinkt.

Die Analyse legt folgende **politische Implikationen** nahe. Der Wasserstoffförderung in den **USA** fehlt ein Steuerungsmechanismus, der den Übergang zu einer emissionsfreien Wasserstoffproduktion sicherstellt. Die USA könnten dies durch eine kontinuierliche Durchsetzung der Schwellenwerte für die bestehenden Production Tax Credits adressieren. Hinzukommend sollten die USA die Einführung politischer Maßnahmen zur Überwachung und Reaktion auf potenzielle unbeabsichtigte Marktdynamiken in Erwägung ziehen. Dazu kann z. B. die Schaffung anpassungsfähiger Exportoptionen gehören, für den Fall, dass die Produktion schneller anläuft als die Nachfrage. Die **EU** sollte wiederum ihre Abhängigkeit von globalen Versorgungsketten begrenzen, was durch die Einführung von Mechanismen erreicht werden kann, die die heimische Produktion im Rahmen des derzeitigen Systems zur Förderung von Wasserstoff begünstigen. Um einen

schrittweisen Ausstieg aus fossilem Wasserstoff zu ermöglichen, sollte die EU zudem das Fehlen einer nachfrageseitigen Förderregelung beheben und eine klare langfristige Aufstockung der bestehenden Quoten für erneuerbare Kraftstoffe für 2030 in der EU-Richtlinie über erneuerbare Energien in Betracht ziehen. Die kriteriengeleitete Analyse wurde in einem Forschungspapier aufbereitet (Wachsmuth et al., forthcoming) und bei einer Fachzeitschrift mit Peer-Review-Verfahren zur Veröffentlichung eingereicht.

Unternehmensbefragung USA

Methodik und Zielsetzung

Der kriteriengeleitete Vergleich der Wasserstoff-Anreizsysteme zwischen der EU und den USA im Rahmen des AP 3.2.3 hat Unterschiede zwischen den Förderregimen beider Jurisdiktionen aufgezeigt. Auch in der Expertenbefragung in Australien im Rahmen des Projekts stellten sich die USA als wichtiger Referenzmarkt hinsichtlich der staatlichen Anreizsysteme heraus, insbesondere in Bezug auf den Inflation Reduction Act (IRA). Die Wirkung des Förderregimes, etwa die tatsächliche Umsetzung der in Reaktion auf den IRA angekündigten Projekte, ist jedoch noch offen. Eine Erhebung der Wahrnehmung der Stakeholder vor Ort soll hierzu erste Aufschlüsse geben. Aufbauend auf diesen Arbeiten wurde in der Endphase von HyPat daher noch eine Unternehmensbefragung für die USA vorbereitet. Die Datenerhebung erfolgt über die Plattform Prolific, die ein geläufiger Anbieter für die Durchführung hochrangiger sozialwissenschaftlicher Forschung ist.

AP 6 – Politikempfehlungen

Ziel des AP6 war es, in der Gesamtschau der Vorgänger-Arbeitspakete handlungsleitende Politikempfehlungen für Deutschland und die EU zu extrahieren. Hierbei nahm die RUB eine koordinierende Rolle ein, etwa durch die Gestaltung und Verwaltung gemeinsamer Dokumente zur Sammlung von zentralen Ergebnissen und Empfehlungen im Projekt und die Organisation von persönlichen (Oktober 2023) sowie virtuellen Abstimmungstreffen. Diese Ergebnissynthese wurde im Mai 2024 im Rahmen der Berliner Energietage vorgestellt.

Für eine inhaltliche Darstellung der Ergebnisse und Politikempfehlungen wird auf den gemeinsamen Abschlussbericht des HyPat-Konsortiums verwiesen.

1.2 Weitere Arbeitspakete (unter Beteiligung der RUB)

AP 2.1 – Erstellung eines Analyserasters

Das Ziel von AP 2.1 war die Erstellung eines umfassenden Analyserasters zur Bewertung der möglichen Wasserstoffproduktionsländer. Die RUB identifizierte in diesem Kontext Indikatoren für die Analysekategorie „ökonomisch-finanziell“ und erstellte einen entsprechenden Datensatz. Das Vorgehen wurde in einem gemeinsamen HyPat Working Paper (Breitschopf et al. 2022) festgehalten.

Im AP 2.2 – Methodische Grundlagen zur Potenzialabschätzung einer globalen Wasserstoffwirtschaft

Ziel des AP 2.2 war es die methodischen Grundlagen zur Abschätzung eines nachhaltigen Wasserstoffangebots für eine globale Wasserstoffwirtschaft zu erarbeiten. Die RUB beteiligte sich unter anderem am ersten HyPat Working Paper (Wietschel et al. 2021) durch die Beleuchtung von Preisbildungsmechanismen auf Erdgasmärkten und Darstellung möglicher Schlussfolgerungen für künftige (grüne) Wasserstoffmärkte.

AP 3.2.1 – Nachhaltigkeitskriterien für grünen Wasserstoff, Entwicklung eines Standards

Das Hauptziel des AP 3.2.1 war es für die weitere Arbeit des HyPat-Projekts zu bestimmen, wie „grüner Wasserstoff“ (und grüne Syntheseprodukte) wissenschaftlich fundiert definiert werden können. Die RUB brachte sich dafür in mehreren digitalen Arbeitstreffenden in den Diskussionen im AP 3.2.1 ein. Diese wurden anschließend gemeinsam als HyPat Working Paper verschriftlicht (Thomann et al. 2022).

AP 3.2.5 – Governance, Stakeholder- und Akzeptanzanalyse

Das AP 3.2.5 zielte auf die Betrachtung der relevanten Akteurssysteme sowie der Akzeptanzfaktoren für eine Wasserstoffstrategie in den im Projekt identifizierten zentralen Produktionsländern sowie auf die Untersuchung der institutionellen Governance. Im Kontext dieses APs fanden mehrfach Abstimmungen mit dem Fraunhofer ISI und dem IDOS zu den im Projekt geplanten Interviews statt, um Erfahrungswerte auszutauschen und Doppelarbeiten vorzubeugen.

AP 4.1 – Meta-Analyse Globaler Nachfrageprojektionen

Ziel: Beschreibung von Ober- und Untergrenzen der globalen Nachfrageentwicklung nach Wasserstoff und wasserstoffbasierten Energieträgern bis zum Jahr 2050. Die RUB nahm an mehreren Austauschen im AP 4.1 mit Blick auf die Schnittstellenrolle des AP 3.2.3 teil.

AP 7 – Koordination

Das AP7 hatte zum Ziel eine effiziente Gesamtprojektleitung zu etablieren. Die RUB nahm an allen Kernteam-Meetings und Gesamtprojekttreffen sowie an weiteren konsortialübergreifenden Veranstaltungen teil.

2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für das Projekt wurden für das Projekt Bundesmittel in Höhe von insgesamt 312.722,52€ (inkl. 52.120,41€ Projektpauschale (PP)) bewilligt. Den bewilligten Mitteln stehen tatsächliche entstandene Ausgaben in Höhe von 310.462,46 € (inkl. 51.743,74€ PP) gegenüber. Eine Aufstellung der entstandenen Ausgaben nach Ausgabenarten und Zuwendungsempfänger kann der nachfolgenden Tabelle 2 entnommen werden. Eine detaillierte Auflistung bieten zudem die Beleglisten des Zuwendungsempfängers, die gemeinsam mit den zahlenmäßigen Nachweisen übersandt werden.

Tabelle 2. Übersicht über die Ausgabenpositionen der RUB

Beschäftigte	Dienstreisen	Sonstige allg. Verwaltungsausgaben (Befragungen/ Experimente)	Projektpauschale	**Gesamt-kosten**
212.797,88 €	17.640,98 €	28.279,86 €	51.743,74 €	**310.462,46 €**

3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die durchgeführten Arbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen, um die im Projektantrag formulierten Aufgaben und Ziele zu erreichen.

4 Voraussichtliche Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses

Die Projektergebnisse legen einige Schlussfolgerungen für die Politik in Deutschland und darüber hinaus nahe. Beispielsweise unterstreichen die Ergebnisse, dass der Abbau regulatorischer Hürden wie langen Genehmigungsverfahren oder uneinheitlicher Zertifizierung, ein besonders wichtiger Hebel bei der Beschleunigung des globalem Wasserstoffhochlaufs ist.

Der Vergleich der Fördersysteme in den USA und der EU hat aufgezeigt, das die Förderung der EU bereits jetzt eine hohe Komplexität aufweist, obwohl noch Lücken in der Förderung bestehen, etwa hinsichtlich der Anreize für heimische Produktion und Unterstützung der Nachfrageseite. Die Haushaltsbefragungen haben unter anderem gezeigt, dass Menschen in Deutschland grundsätzlich positiv gegenüber Wasserstoff und neutral bis positiv gegenüber CO_2 Abscheidung und Speicherung eingestellt sind, aber zu beiden Technologien über geringes Wissen verfügen. Die Einbindung lokaler Akteure, etwa bei Fragen des Infrastrukturausbaus, und eine öffentliche Kommunikation erscheint wichtig, um diese Zustimmung langfristig zu sichern und wurde auch von den in HyPat befragten Experten als sehr wichtige unterstützende Maßnahme beim Aufbau der Wasserstoffwirtschaft bewertet.

Mit der Präsentation unserer Arbeiten bei den politischen Dialogforen des Projekts, sowie bei Konferenzen, Seminaren, Workshops konnten wir die Ergebnisse an Wissenschaftler/innen anderer Institutionen, sowie auch an potenziell interessierte politische Institutionen kommunizieren. Einige Ergebnisse wurden zudem bereits als Working Paper veröffentlicht oder werden derzeit für die Publikation in wissenschaftlichen Fachzeitschriften detaillierter aufbereitet (s. Abschnitt 6).

5 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Von anderen Stellen liegen keine Ergebnisse vor, die für die Durchführung des Vorhabens relevant waren.

6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF/NABF

HYPAT Arbeits- und Impulspapiere

Breitschopf, B.; Thomann, J.; Fragoso G. J.; Kleinschmitt, C.; Hettesheimer, T.; Neuner, F., Wittmann, F.; Roth, F.; Pieton, N.; Lenivova, V.; Thiel, Z.; Strohmaier, R.; Stamm, A.; Lorych, L. (2022): Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten: Exportländer. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe (HYPAT Working Paper, 02/2022).

Thomann, J.; Marscheider-Weidemann, F.; Stamm, A.; Lorych, L.; Hank, C.; Weise, F., Edenhofer, L.; Thiel, Z. (2022): HYPAT Working Paper 01/2022. Hintergrundpapier zu nachhaltigem grünen Wasserstoff und Syntheseprodukten. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe (HYPAT Working Paper, 01/2022).

Wietschel, M., Eckstein, J.; Riemer, M.; Zheng, L.; Lux, B.; Neuner, F.; Breitschopf, B. Pieton, N.; Nolden, C.; Pfluger, B.; Thiel, Z., Löschel, A. (2021). Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten: von Kosten zu Preisen. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe (HYPAT Working Paper, 01/2021).

Wietschel, M.; Roth, F.; Fragoso G. J.; Herbst, A.; Kleinschmitt, C.; Pfluger, B.; Ragwitz, M.; Löschel, A.; Biesewig, L.; Thiel, Z.; Voglstätter, C.; Nunez, A.; Quitzow, R.; Kunze, R.; Stamm, A.; Strohmaier, R.; Lorych, L. (2022): Impulspapier. Krieg in der Ukraine: Auswirkungen auf die europäische und deutsche Importstrategie von Wasserstoff und Syntheseprodukten. Online verfügbar unter: https://hypat.de/hypat-wAssets/docs/new/publikationen/2022-03-21_HyPAT_Impulspapier_Ukraine_Krieg_Auswirkungen_Wasserstoff.pdf.

Eingereichte Manuskripte bei referierten Fachzeitschriften

Thiel, Z.. Fazeli, R., Jotzo, F., Löschel, A. (forthcoming). Clean hydrogen pathways in Australia: expert projections and implications. Eingereicht bei: Energy Policy.

Wachsmuth, J., Quitzow, R., Thiel, Z. Eicke, L., Zabanova, Y. (forthcoming). Too much or too little governance? – Hydrogen Support Systems of the EU and the US. Eingereicht bei: Climate Policy.

Geplante Veröffentlichungen bei referierten Fachzeitschriften[1]

Thiel, Z., Gonzalez-Gordon, I., Löschel, A. (forthcoming). What's in for us? Promoting support for energy transition policies through co-benefit narratives and moral universalism.

[1] Working Paper Versionen der genannten Artikel werden auf Anfrage bereitgestellt.

Müller, M., Hillebrand, E., Löschel, A. (forthcoming). How to H2? A model-based analysis of transition pathways for the hydrogen economy.

Weiteres

Thiel, Z. (2023): Expert projections on hydrogen pathways in Australia (Proceedings of the Australian Hydrogen Research Conference 2023 (AHRC 2023) 8-10 February 2023.). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4492434

Präsentationen

Wissenschaftliche Konferenzen und Workshops

Die Projektpartner haben die Ergebnisse auf in- sowie ausländischen wissenschaftlichen Konferenzen und Workshops präsentiert und so zur akademischen Diskussion und Wahrnehmung des Projekt beigetragen. Beiträge bei diesen Konferenzen durchlaufen Gutachterverfahren, sodass eine Annahme zur Präsentation einen Signalwert hat.

Australian Hydrogen Research Conference

- 10.02.2023, Canberra, Australien
- Titel: Expert projections of hydrogen pathways in Australia
- Vorgestellt durch: Thiel, Z.

29th International Conference Computing in Economics and Finance

- 27.-30.08.2024, Nizza, Frankreich
- Titel: Transition to a Hydrogen Economy
- Vorgestellt durch: Hillebrand, E.

European Economic Review “Experimental and behavioral economics”

- 27.-30.08.2024, Kreta, Griechenland
- Titel: What’s in for us? Promoting support for energy transition policies through co-benefit narratives and moral universalism
- Vorgestellt durch: Thiel, Z. & Gonzalez-Gordon, I.

9th workshop on experimental economics for the environment

- 10.-11.09.2024, Bochum
- Titel: What’s in for us? Promoting support for energy transition policies through co-benefit narratives and moral universalism
- Vorgestellt durch: Thiel, Z.

Präsentationen bei Veranstaltungen mit breiterer Fachöffentlichkeit

Berliner Dialogforum (organisiert durch HYPAT)

- 20.06.22, Berlin
- Titel: „Von Kosten zu Preisen von Wasserstoff und Syntheseprodukten vor dem Hintergrund der aktuellen Energiemarktentwicklungen“
- Vorgestellt durch: Löschel, A.

HYPAT Beiratsmeeting

- 04.10.2022, Berlin
- Titel: „Von Kosten zu Preisen“
- Vorgestellt durch: Löschel, A.

RUB Nachhaltigkeitswoche

- 20.10.2023, Bochum
- Titel: Wie kann die Wasserstoffwirtschaft der Zukunft aussehen?
- Vorgestellt durch: Müller, M.; Thiel, Z.

Berliner Energietage

- 15.05.2024, Berlin
- Titel: Internationale Wasserstoff-Kooperationen und eine Importstrategie. Diskussion der Erkenntnisse und Schlussfolgerungen des Projekts HyPat
- Vorgestellt durch: Löschel, A.