

**Press release****Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG****Kosta Schinarakis**

12/09/2024

<http://idw-online.de/en/news844416>Research results, Scientific Publications  
Chemistry, Economics / business administration, Energy  
transregional, nationalFraunhofer-Einrichtung für  
Energieinfrastrukturen und Geothermie  
IEG**Globaler Wasserstoff-Potenzialatlas: Wie entwickelt sich die internationale Wasserstoffwirtschaft in Zukunft?**

Im Projekt »HYPAT – H<sub>2</sub> POTENZIALATLAS« haben neun Forschungseinrichtungen unter Beteiligung des Fraunhofer IEG die künftige Rolle von grünem Wasserstoff bei der Transformation der Industrie, des Verkehrssektors und der Energiewirtschaft hin zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaneutralität untersucht. Im Projekt wurden mögliche Partnerländer Deutschlands für eine sichere und nachhaltige Versorgung identifiziert, globale Angebots- und Nachfragepotenziale für Wasserstoff und seine Syntheseprodukte ermittelt sowie Impulse für mögliche Import-, Förder- und Kooperationsstrategien gegeben. Der Endbericht wurde jetzt veröffentlicht.

»Wir geben im Projekt einen umfassenden Überblick über zukünftige Produktions- und Importländer und beantworten die Frage, wie Deutschland seinen Energiebedarf durch Importe von grünem Wasserstoff decken kann«, beschreibt Dr. Christoph Nolden vom Fraunhofer IEG die Projektziele.

Für die deutsche und europäische Energiewende sowie auch global spielt grüner Wasserstoff als Energieträger der Zukunft eine wichtige Rolle. Gerade Deutschland wird einen Großteil des grünen Wasserstoffes samt Syntheseprodukten importieren müssen, da hierzulande erneuerbare Energiequellen nur bedingt zur Verfügung stehen, aber die Nachfrage nach Wasserstoff und Syntheseprodukten hoch sein wird. In diesem Kontext setzte sich das gerade abgeschlossene Projekt HYPAT das Ziel, nachhaltige Standorte für die grüne Wasserstoffwirtschaft von morgen zu identifizieren und führte technische, ökonomische, regulatorische und soziale Analysen zur Entwicklung eines globalen Wasserstoffatlases durch, der auf Basis gekoppelter Energiesystemmodelle detaillierte Aussagen zur Herstellung von grünem Wasserstoff und den dazu notwendigen Infrastrukturen einschließlich internationaler Transportoptionen sowie der Nachfragesituation macht. Die Analysen schlossen die Bedürfnisse der Partnerländer ein und es wurden die sich für diese Länder ergebenden Chancen erhoben sowie Akzeptanz- und Stakeholderanalysen durchgeführt.

Ein zentrales Ergebnis ist, dass die globale Nachfrage nach grünem Wasserstoff und seinen Syntheseprodukten gerade bei ambitionierten Treibhausgasminderungszielen deutlich steigen wird. Die Bandbreite des weltweiten Wasserstoffbedarfs im Jahr 2050 liegt dabei zwischen 4 und 11 Prozent des globalen Endenergiebedarfs. Für Deutschland liegt sie unter anderem aufgrund der Industriestruktur und der großen Bedeutung des Stahl- und Chemiesektors als potenzielle Nachfrager bei circa 20 Prozent des Endenergiebedarfs.

Mehr Investitionen sind notwendig

Im Projekt durchgeführte Analysen zeigen zudem, dass das globale Angebotspotenzial an grünem Wasserstoff ausreicht, um die globale Nachfrage zu decken, selbst unter Einbeziehung von Restriktionen wie Wasserknappheit. Dies bietet Deutschland gute Möglichkeiten zur Diversifizierung seiner Importe und damit zur Risikoabsicherung. Wirtschaftlich günstiger wäre es allerdings, sich eher auf wenige Lieferländer zu konzentrieren, um Skaleneffekte zu erreichen und hohe Herstellungs- und Transportinfrastrukturkosten zu vermeiden. Derzeit kommt der Markthochlauf nur langsam voran. Multiple Unsicherheiten wie geopolitische Unruhen, Versorgungsunterbrechungen, unsichere Abnahmemengen oder hohe Energie- und Rohstoffpreise führen dazu, dass notwendige Investitionen nicht getätigt

werden.

Was die Kosten für den Wasserstoffimport nach Europa anbelangt, ist nach Berechnungen im Projekt mit Kosten von 3,5 bis 6,5 EUR/kg im Jahr 2030 und 2,5 bis 4,5 EUR/kg im Jahr 2050 zu rechnen. Die Großhandelspreise für Deutschland dürften mit mehr als 4 EUR/kg im Jahr 2050 langfristig vergleichsweise hoch sein. Innerhalb der EU und weltweit muss Deutschland mit den höchsten Wasserstoffpreisen rechnen.

#### Herausforderungen für die Wettbewerbsfähigkeit

Die hohen zu erwartenden Preise haben Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie – gerade auch bei industriellen Anwendungen, die künftig auf grünen Wasserstoff zur Treibhausgasreduzierung angewiesen sind. Länder wie die USA oder Kanada, die über große und günstige Ressourcen zur Herstellung von grünem Wasserstoff verfügen und diesen für entsprechende Industrieanwendungen nutzen können, haben hier Wettbewerbsvorteile. Weiterhin führt das kurz- und mittelfristig knappe Angebot dazu, dass der Wasserstoffeinsatz sich auf Sektoren fokussieren sollte, in denen es kaum andere Optionen gibt – etwa die Stahl- und Grundstoffchemie, den internationalen Flug- und Schiffstransport oder Raffinerien. Um Wasserstoff und die Syntheseprodukte in Bereichen wie Gebäudewärme oder im straßengebundenen Verkehr einzusetzen, müssten die Preise hierfür sehr niedrig sein, was sich derzeit nicht abzeichnet.

Im Hinblick auf die Versorgungssituation kommt das Projekt HYPAT zum Ergebnis, dass sich die EU im Wesentlichen selbst wirtschaftlich mit Wasserstoff versorgen kann, während sie bei Syntheseprodukten, sowohl bezüglich der benötigten Mengen als auch aus wirtschaftlichen Aspekten heraus, auf Importe angewiesen ist. Exportländer und der Aufbau internationaler Transportkapazitäten sollten deshalb von Deutschland aktiv unterstützt werden. Innerhalb der EU finden derzeit hohe Investitionen in Ländern statt, die einen hohen Wasserstoffbedarf haben, aber weniger in Ländern mit günstigen Erzeugungspotenzialen wie Frankreich – hier gilt es künftig EU-weit die Schwerpunkte richtig zu setzen.

#### Deutschland als eines von wenigen Ländern mit großem Importbedarf

Da der Importbedarf global insgesamt nur mäßig ausfällt, wird auch der globale Handel zwischen 2030 und 2050 voraussichtlich nur ein Drittel des Gesamtbedarfs ausmachen. Allen voran Deutschland, aber auch die Niederlande, Belgien und Italien in der EU sowie Japan und Südkorea auf globaler Ebene werden hier einen großen Importbedarf haben.

Spanien, Frankreich, Dänemark, Großbritannien und Polen bieten sich dafür an, die EU-Länder, die sich nicht selbst versorgen können, zu beliefern. Eine gut ausgebaute europäische Wasserstoffpipelineinfrastruktur ist deshalb im deutschen Interesse. Deutschland sollte zudem mit Importnationen innerhalb und außerhalb der EU kooperieren, um eine Nachfragemacht aufzubauen.

Als potenzielle Exportländer bieten sich aus techno-ökonomischer Sicht unter anderem Marokko, die Vereinigten Arabischen Emirate, Kanada, Brasilien sowie Chile an, da diese neben günstigen Voraussetzungen mit Blick auf erneuerbare Energien auch Zugang zu kostengünstigem Kapital haben. Daneben gilt es auch andere Kriterien wie geopolitische Interessen, Menschenrechte und Demokratie-Aspekte zu berücksichtigen. Wasserverfügbarkeit, nationale Regulatorik und die heimische Energienutzung spielen hier ebenfalls eine wichtige Rolle – Wasserstoffprojekte für den Export sollten lokale Energiewende-Aktivitäten nicht verdrängen oder lokale Treibhausgasemissionen erhöhen. Die lokale Bevölkerung sollte von Ansiedlungsprojekten profitieren. Wasserstoffprojekte bieten oft ein hohes Konfliktpotenzial in diesen Ländern.

#### Fazit am Projektende mit Blick auf Deutschland

Prof. Dr. Martin Wietschel, der am Fraunhofer ISI das Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme leitet und das HYPAT-Projekt koordinierte, zieht am Projektende folgendes Fazit: »Im Projekt HYPAT wurde klar, dass sich Deutschland als großer künftiger Nachfrager um eine stabile und nachhaltige Versorgung mit dem zukunftsträchtigen Energieträger Wasserstoff kümmern muss – gerade auch mit Blick auf seine künftige

Wettbewerbsfähigkeit, da der Wasserstoffeinsatz zur Dekarbonisierung in wichtigen Industriebereichen alternativlos ist. Daher gilt es sich um internationale Kooperationen sowohl mit anderen importierenden Ländern als auch mit Exportländern zu bemühen. Fehler aus der Vergangenheit wie einseitige Abhängigkeiten sollten vermieden werden und bei der Auswahl künftiger Partner neben ökonomischen auch soziale und politische Faktoren eine zentrale Rolle spielen.«

Das Fraunhofer IEG bewertete in HYPAT die Herstellung und den Transport von grünem Wasserstoff nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien, wobei es sowohl die Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung als auch den Energiebedarf der betrachteten Länder in Betracht zog. Ziel war es, unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele und verschiedener sozio- und technoökonomischer Faktoren eine globale Angebots- und Nachfrageprognose bis zum Jahr 2050 zu entwickeln. Diese erlaubt es nun, die Bandbreite der zukünftigen Lieferkosten von Wasserstoffimportpotenzialen aus der Perspektive von Deutschland und Europa zu bewerten sowie länder- und technologiespezifisch zu vergleichen. Den Analysen liegen dabei detaillierte Daten und Erfahrungen aus anderen Projekten des Fraunhofer IEG zu bestehenden Gasinfrastrukturen, zum Aufbau von Wasserstoffinfrastrukturen und der Transportoptionen, zur Wasserstoffherzeugung und -nutzung sowie zu den verschiedenen Syntheseprodukten zugrunde. So setzt Fraunhofer IEG etwa das bereits etablierte Energiesystemmodell PyPSA und ein neuartiges Pipelinemodell für Wasserstoffexporte, welches eigens für HYPAT entwickelt wurde. Ergänzt wurden diese Modellierungsarbeiten durch eine vertiefte Literaturanalyse zu geologischen Wasserstoffspeicherpotenzialen der einzelnen Länder.

Im Projekt »HYPAT – H<sub>2</sub> POTENZIALATLAS« forschten unter Leitung des Fraunhofer ISI der Lehrstuhl für Umwelt-/ Ressourcenökonomik und Nachhaltigkeit der Ruhr-Universität Bochum (RUB), die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG, das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, German Institute of Development and Sustainability (IDOS), die Energy Systems Analysis Associates (ESA<sup>2</sup>) GmbH, das Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS), die Deutsche Energie-Agentur (dena) und die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, das im Rahmen des Ideenwettbewerbs »Wasserstoffrepublik Deutschland« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördert wurde.

Die Ergebnisse zu den techno-ökonomischen Analysen und weiteren Ergebnisse stellen die Expertinnen und Experten von HYPAT regelmäßig in ihrem Podcast vor: <https://hypat.de/hypat/podcast>

#### Weitere Informationen

• Link zu unserer Projektseite  
<https://www.ieg.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/hypat.html>

• Link zu HYPAT-Website  
<https://hypat.de/hypat/index.php>

• Link zu HYPAT-Endbericht  
<https://hypat.de/hypat/publikationen.php>

contact for scientific information:  
Christoph Nolden, [christoph.nolde@ieg.fraunhofer.de](mailto:christoph.nolde@ieg.fraunhofer.de)

Original publication:  
<https://hypat.de/hypat/publikationen.php>

URL for press release: <https://www.ieg.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/hypat.html>

