



Der Wasserstoffmarkt aus energiewirtschaftlicher Sicht

Chancen und Perspektiven für Hessen

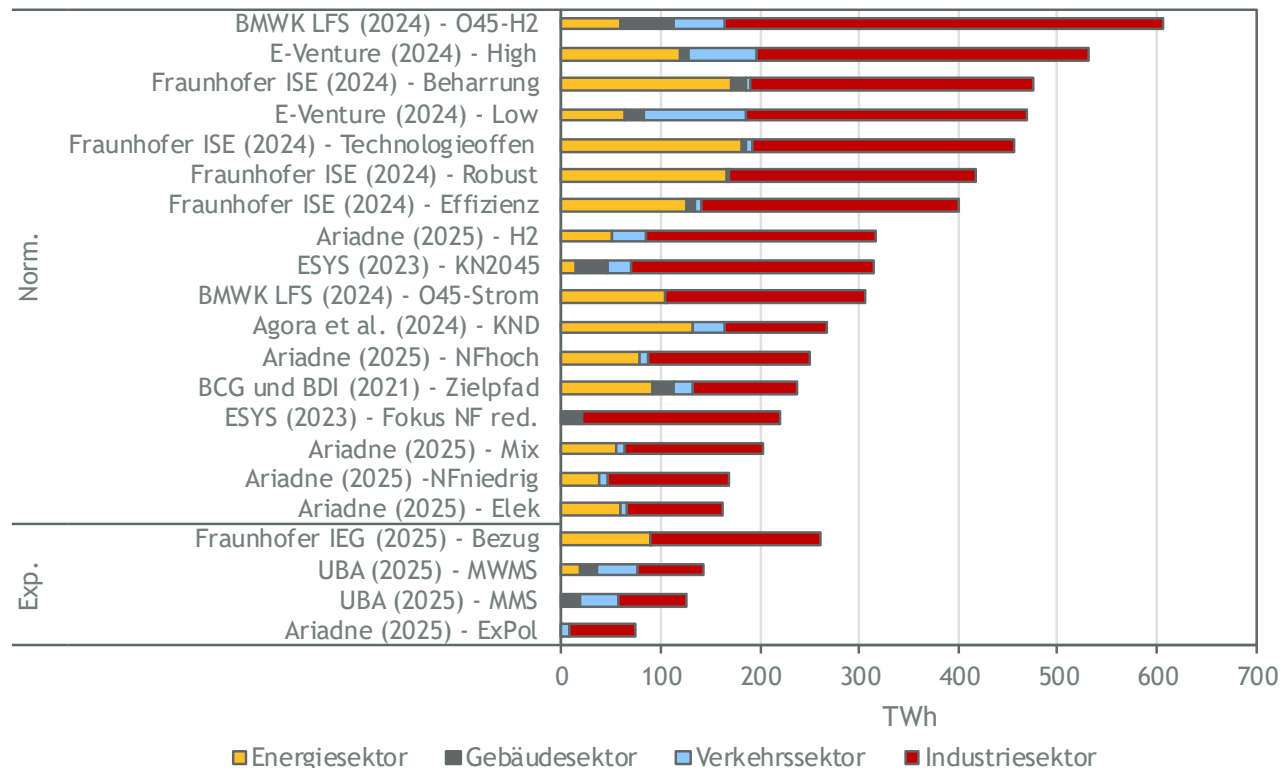
Dr.-Ing. Ann-Kathrin Klaas

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH

26.11.2025

Zukünftiger Wasserstoffbedarf: Große Spannweite im Zusammenspiel mit Elektrifizierung, Effizienz und Industriestruktur

Sektoraler Wasserstoffbedarf im Jahr 2045 in ausgewählten Szenarien



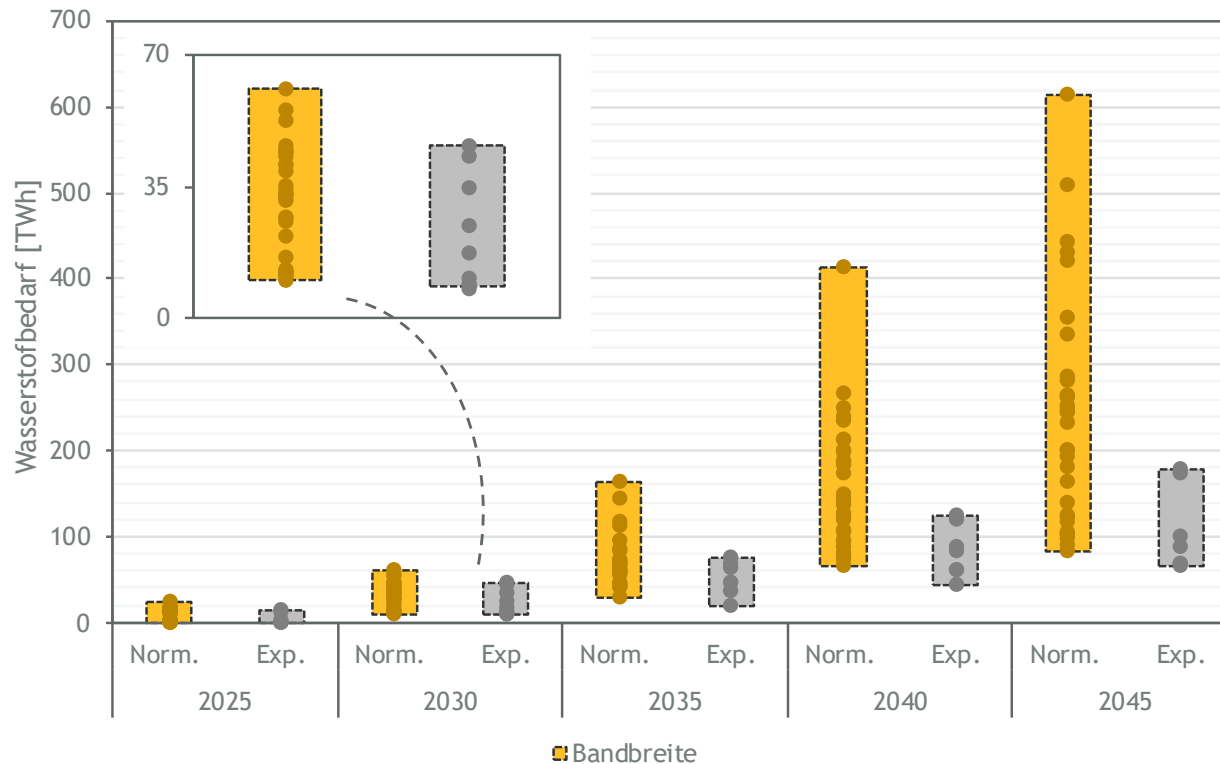
Quelle: [EWI & BET \(2025\): Energiewende. Effizient. Machen.](#)

Auswertung

- Normative Szenarien zeigen für 2045 eine hohe Bandbreite des Wasserstoffbedarfs - zwischen 150 und 600 TWh, abhängig von vielen Annahmen
- Systementwicklungsstrategie (SES) schätzt Bedarf auf 360-500 TWh, explorative Szenarien liegen deutlich darunter und verfehlen Klimaneutralität
- Wechselwirkung zwischen Strom- und Wasserstoffbedarf: hoher H₂-Bedarf meist mit niedrigerem Strombedarf verbunden - beeinflusst durch Elektrolyse, Importe und Rückverstromung
- Schwerpunktsektoren: Energie und Industrie; Gebäude- und Verkehrssektor mit nur geringen Bedarfen (0-50 TWh) und geringer Relevanz für Infrastrukturplanung
- Zukünftiger Wasserstoffbedarf hängt stark von Verfügbarkeit, Kosten, Importmöglichkeiten und Zahlungsbereitschaft ab

Industriesektor: Zahlungsbereitschaft in Szenarien häufig nicht ausreichend berücksichtigt

Wasserstoffbedarf des Industriesektors in ausgewählten Szenarien



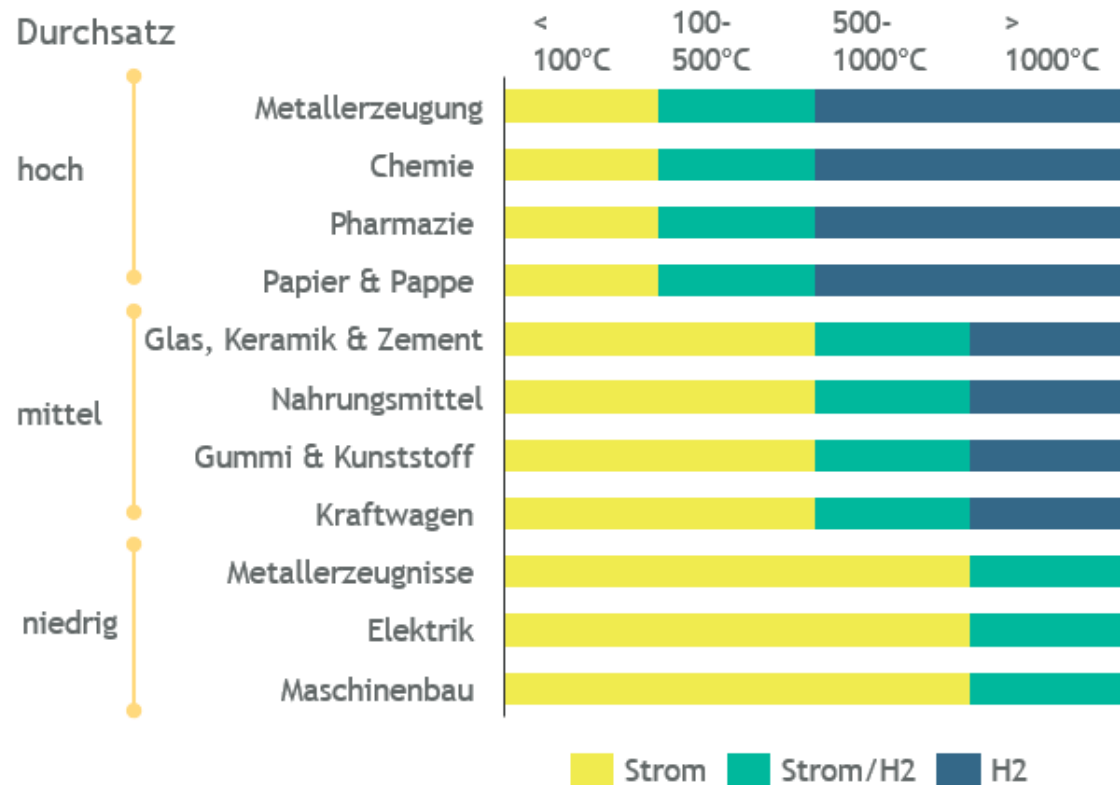
Auswertung

- Wasserstoffbedarf im Jahr 2045 im Industriesektor: starke Varianz zwischen normativen Studien
- Treiber hoher Bedarfe: vollständige Umstellung der Industrieprozesse auf H₂ (theoretisches Maximum)
- Enger Zusammenhang zwischen Strom- und Wasserstoffbedarf, insbesondere bei strom- oder H₂-fokussierten Szenarien
- Effizienzsteigerungen können Wasserstoffbedarf senken, ohne Produktionsrückgänge zu verursachen
- Wettbewerbsfähigkeit gefährdet durch hohe Energiepreise und Kostenunterschiede zu internationalen Standorten → Risiko von Produktionsverlagerungen ins Ausland

Quelle: [EWI & BET \(2025\): Energiewende. Effizient. Machen.](#)

Je nach Durchsatz der Branche könnten bei hohen Temperaturen Wasserstofflösungen relevant werden

Potenzielle Technologiewahl einzelner Branchen



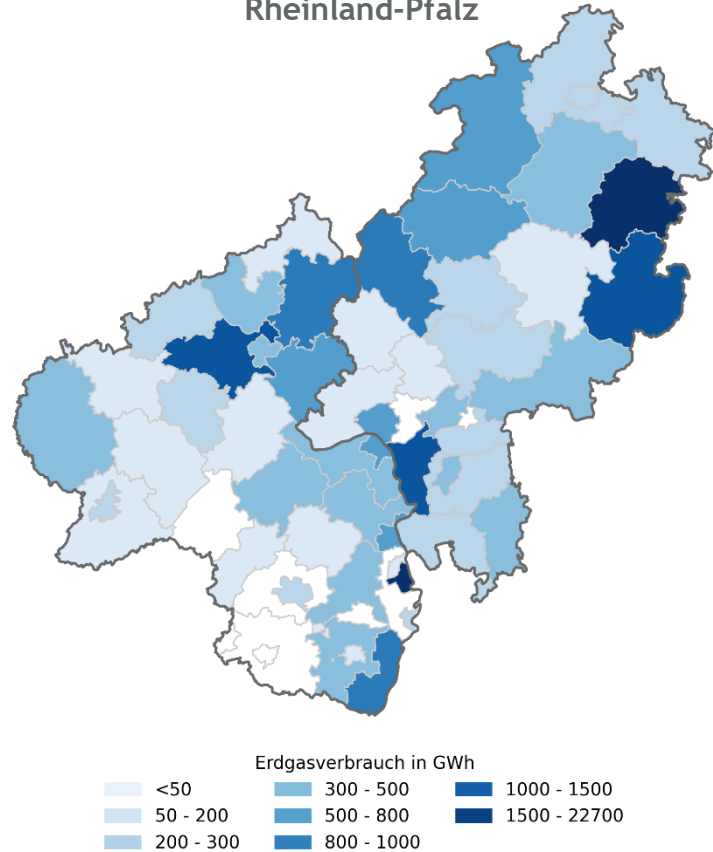
Auswertung

- Die betrachteten Branchen verwenden Erdgas zur Erzeugung von Prozesswärme. Technische Lösungen auf Basis von Wasserstoff und Strom sind für alle Temperaturniveaus denkbar.
- Die Wahl der Technologie ist bedingt durch technologische Reife des jeweiligen Prozesses, der benötigten Anlagengröße, den Investitionskosten und dem Preis des Energieträgers
- Grundsätzlich gehen Systemstudien eher davon aus, dass Wasserstofflösungen bei Prozessen mit hohem Durchsatz und hohen Temperaturen gegenüber elektrischen Lösungen vorteilhaft sind. Elektrische Lösungen hingegen scheinen bei niedrigem Durchsatz (z.B. Maschinenbau und Metallerzeugnisse) und niedrigen Temperaturen vorteilhaft

Quellen: [EWI \(2024\): Potenzielle Wasserstoffbedarfe in Hessen und Rheinland-Pfalz](#)

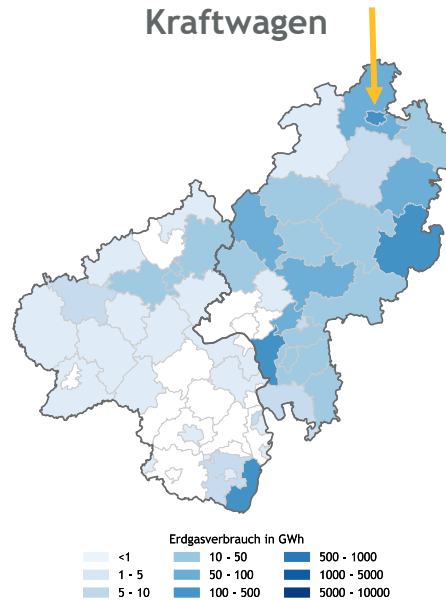
Zoom auf Rheinland-Pfalz und Hessen: aktueller Erdgasverbrauch könnte zukünftigen Wasserstoffbedarf implizieren

Regionaler Erdgasbedarf in Hessen und Rheinland-Pfalz

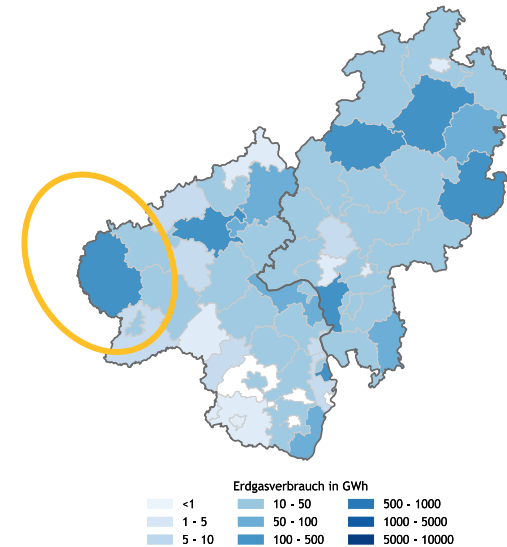


Industriebranchen weisen sehr unterschiedliche regionale Verteilung auf

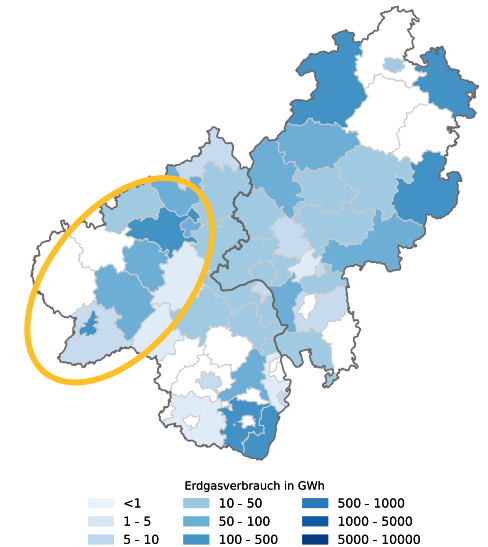
Kraftwagen



Nahrungsmittel



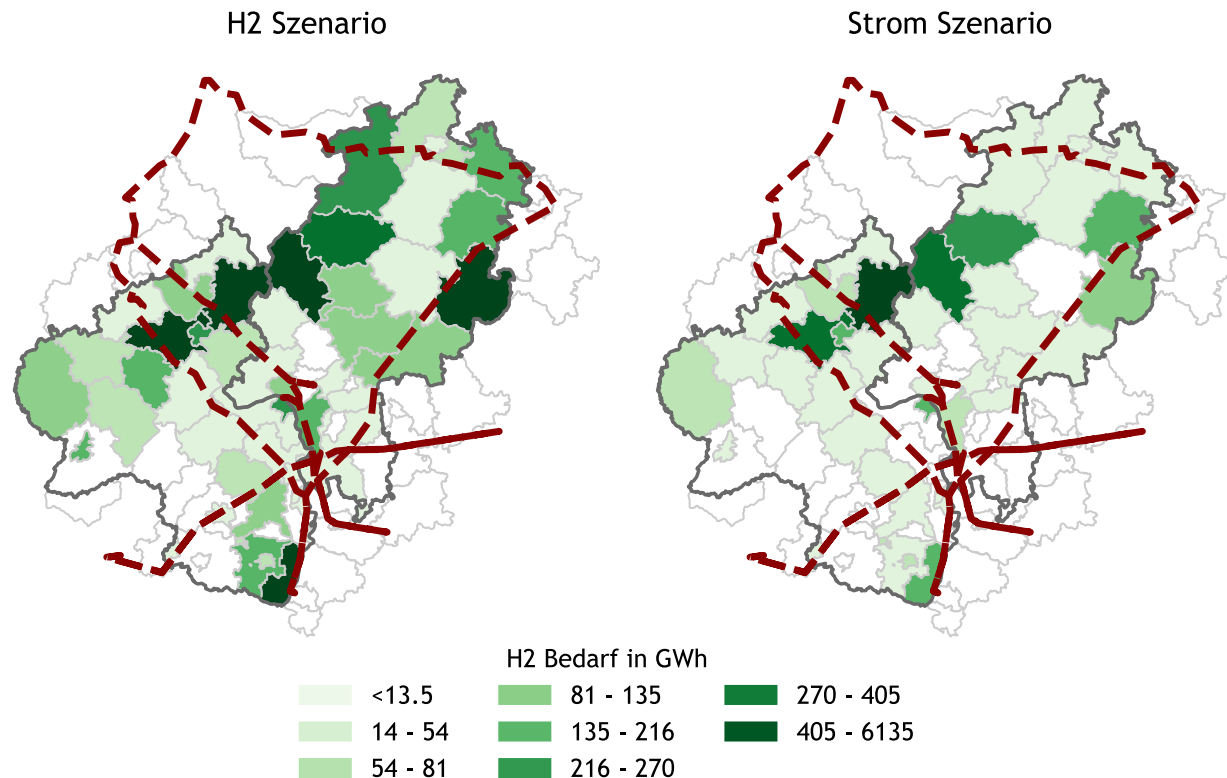
Papier



Quellen: [EWI \(2024\): Potenzielle Wasserstoffbedarfe in Hessen und Rheinland-Pfalz](#)

Zoom auf Rheinland-Pfalz und Hessen: Regionen mit heute hohem Erdgasbedarf auch höchster potenziellen H₂-Bedarf

Potenzieller Wasserstoffbedarf (energetische Nutzung)¹ und Wasserstoffkernnetz



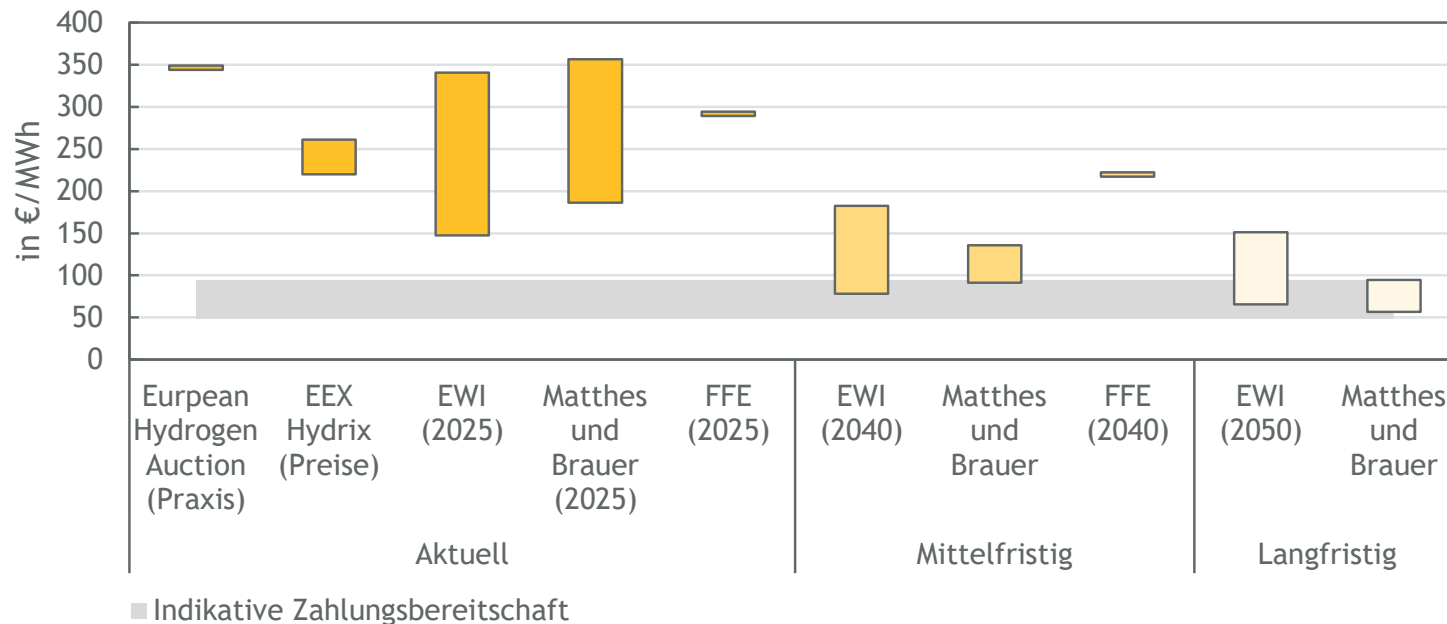
Auswertung

- Wasserstoffbedarf in Rheinland-Pfalz und Hessen durch Industriebranchen wie Glas, Keramik, Zement, ggf. Papier, Metallerzeugnisse, Kraftwagen
- Die meisten Regionen mit potenziellem H₂-Bedarf verfügen wenigstens über eine angrenzende Pipeline im Wasserstoff-Kernnetz
- In den Regionen außer Reichweite des Wasserstoff-Kernnetzes entsteht der Wasserstoffbedarf in Betrieben der Metallerzeugung, der Kraftwagen- und der Glas-, Keramik- und Zementindustrie

Quellen: [EWI \(2024\): Potenzielle Wasserstoffbedarfe in Hessen und Rheinland-Pfalz](#) | 1: Stofflicher Bedarf in Stahl, Chemie- und Pharmazieindustrie in dieser Analyse nicht berücksichtigt

Wasserstoffbereitstellungskosten: Kosten könnten auch langfristig über der Zahlungsbereitschaft liegen

Produktionskosten von erneuerbarem Wasserstoff in Deutschland¹



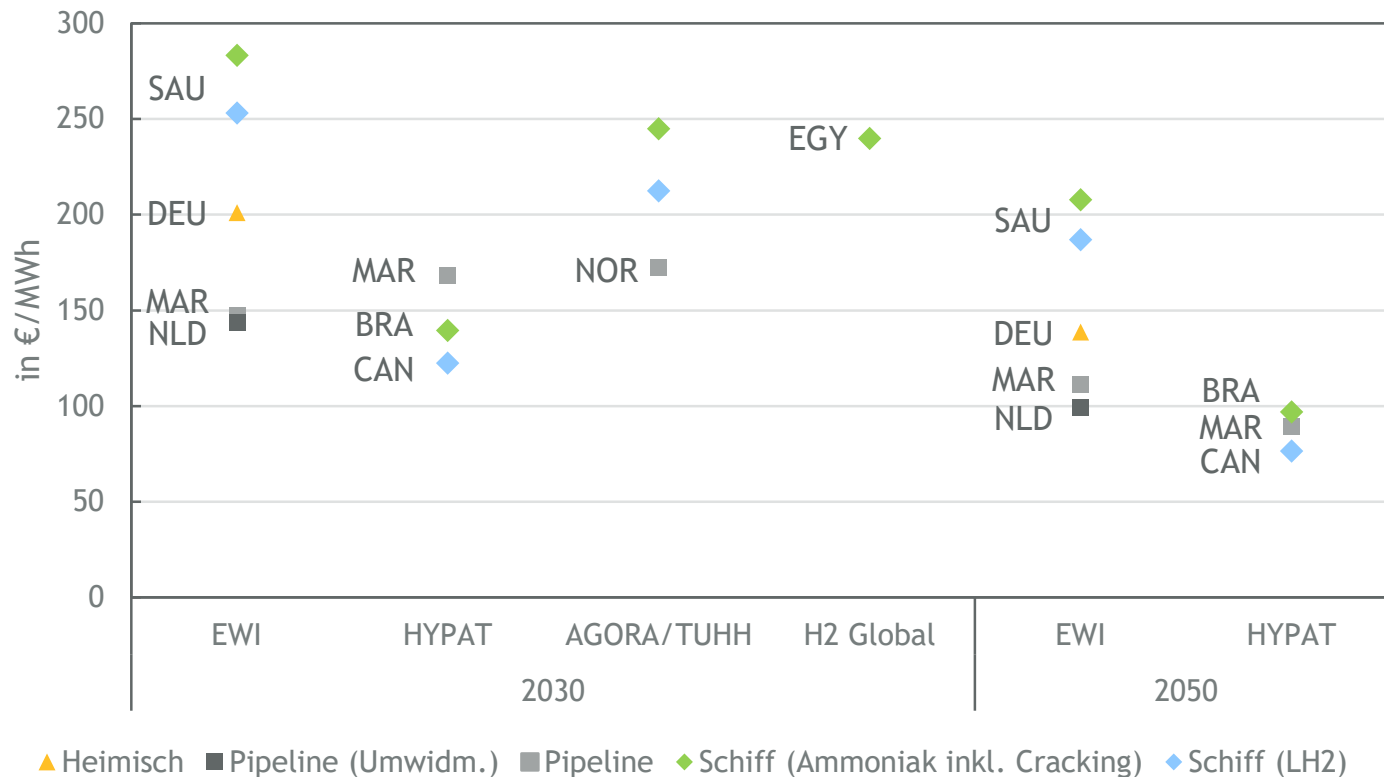
Auswertung

- Hauptursachen für Spannweite in Studien sind Unterschiede bei der EE-Verfügbarkeit, Investitionskosten und Volllaststunden
- Sinkenden Produktionskosten durch sinkende Strombezugskosten und Lern-/Skaleneffekte
- Strombezugskosten: Bis zu 75 % der Gesamtkosten, beeinflusst durch Regulierung und Portfolioeffekte
- Elektrolyseurkosten: Bis zu 50 % der Gesamtkosten; beeinflusst durch Lebensdauer, Wirkungsgrad und Finanzierung

: Indikative Zahlungsbereitschaft: Abschätzung basiert auf einem Erdgaspreis von 35 €/MWh und einem CO₂-Zertifikatspreis von 70-300 €/t CO₂ | Quelle: [EWI & BET \(2025\): Energiewende. Effizient. Machen.](#)

Wasserstoffbereitstellungskosten: Importe könnten langfristig günstiger sein als heimische Produktion

Wasserstoffbereitstellungskosten von Importen nach Deutschland



Auswertung

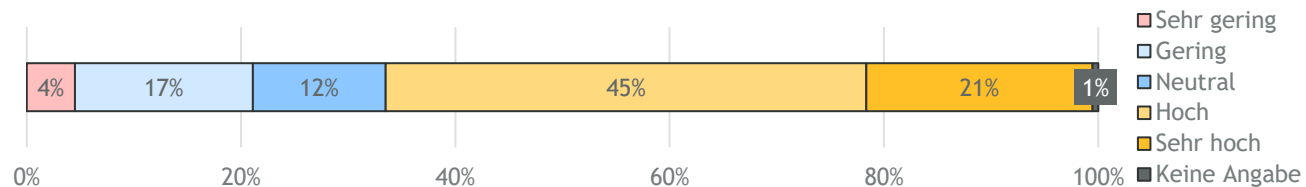
- Langfristig könnte ein großer Teil des Wasserstoffs importiert werden → attraktive EE-Potenziale
- entscheidende Kostenfaktoren: Strombezug, Elektrolyse, Finanzierung, Auslastung, Transport
- Europa: günstige EE-Standorte, Pipeline-Transport möglich
- Afrika: PV/Wind günstig, Infrastruktur für Export nötig
- Übersee: Flüssigwasserstoff / Ammoniak, Transport- und Umwandlungskosten entscheidend

Quelle: [EWI & BET \(2025\): Energiewende. Effizient. Machen.](#)

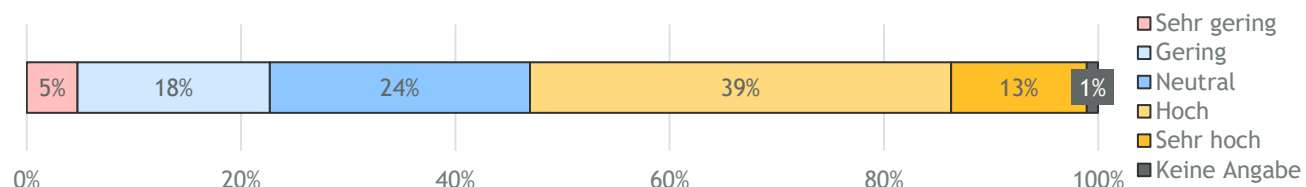
Bedeutung von Wasserstoff

Die Marktakteure schätzen die Bedeutung von Wasserstoff überwiegend als hoch oder sehr hoch ein

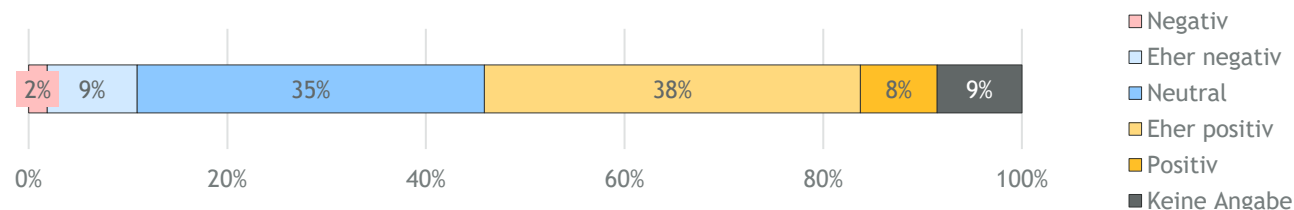
Die Bedeutung klimaneutralen Wasserstoffs



Die Bedeutung kohlenstoffarmen Wasserstoffs



Vernetzung zwischen den Stakeholdern



Befragung um H2-Marktindex 2025

- Das politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Interesse an klimaneutrale und kohlenstoffarmem Wasserstoff als Energieträger ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen.
- Gleichzeitig ist die Schaffung eines neuen Marktes eine herausfordernde Koordinationsaufgabe.
- Für den breiten Einsatz von Wasserstoff ist die Vernetzung der Stakeholder entscheidend

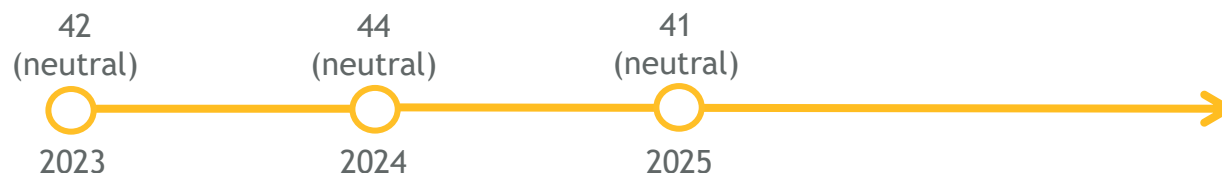
Anzahl der Antworten aller drei Zusatzfragen jeweils: N = 379.

Quelle: [EWI \(2025\): H2-Marktindex 2025](#)

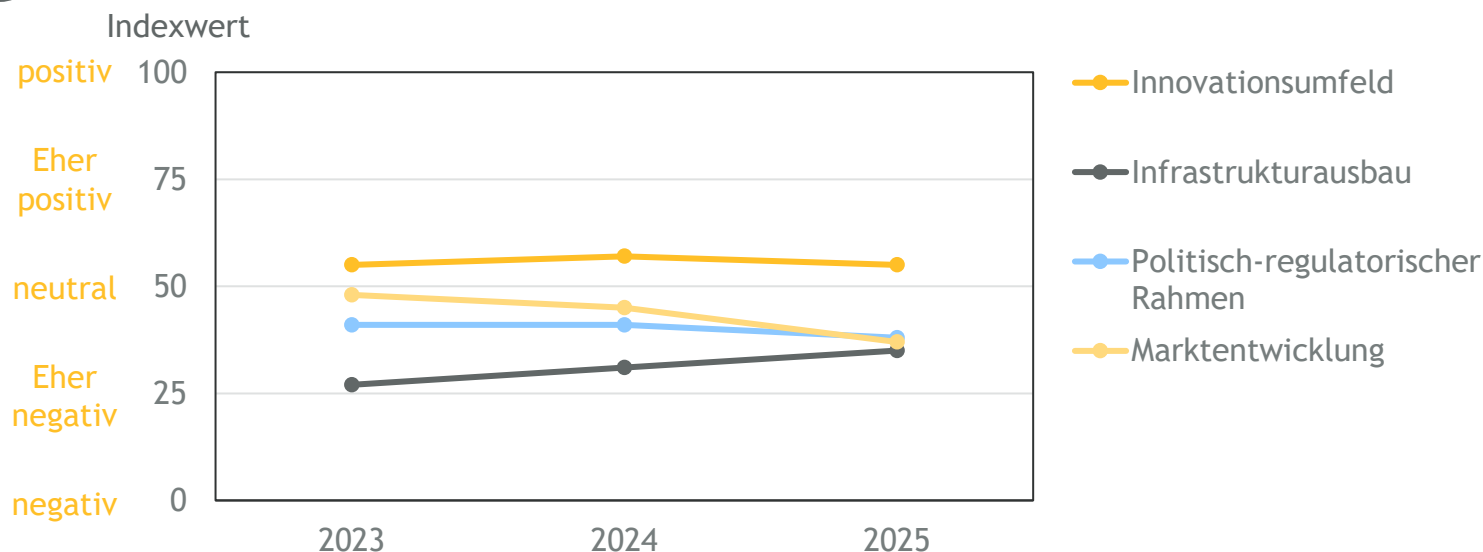
Der H2-Marktkindex misst die Wahrnehmung der Stakeholder zum Wasserstoffmarkthochlaufs - Indexwert gesunken



Entwicklung des H2-Marktkindex



Entwicklung des H2-Marktkindex nach den vier Themenfeldern¹



Befragung um H2-Marktkindex 2025


- H2-Marktkindex zeigt Trends und Entwicklungen des Wasserstoffmarkts
- Gesamtbewertung 2025 mit Indexwert 41 Markthochlauf wird etwas negativer eingeschätzt
- Innovationsumfeld stabil, Infrastrukturausbau leicht verbessert, positivere Bewertung der Pipeline-Infrastruktur
- Politisch-regulatorischer Rahmen gesunken, schwächerer politischer Wille?
- Marktentwicklung gesunken - geringere Attraktivität und pessimistischere Erwartungen

1: Im Vergleich zum H2-Marktkindex 2023 wurde in 2024 eine Anpassung der Indexfragen im Themenfeld Infra-strukturausbau vorgenommen. Zur Vergleichbarkeit mit der Befragung in diesem Jahr wurde der Indexwert aus dem Jahr 2023 für dieses Themenfeld unter Berücksichtigung der nachträglichen Anpassung erneut berechnet. | Quelle: [EWI \(2025\): H2-Marktkindex 2025](#)


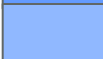
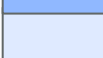
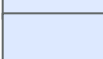

Stakeholdergruppen: Treiber des Wasserstoffmarkthochlaufs

Die politische Zielsetzung wird von vielen Stakeholdern als größter Treiber genannt, die Einschätzung der Netzbetreiber ist homogener als in anderen Gruppen

Größte Treiber des Wasserstoffmarkthochlaufs	Stakeholder- übergreifend	Equipment- hersteller	Erzeuger/ Händler	Verteilnetz- betreiber	Fernleitungs- netzbetreiber	Speicher- betreiber	Verbraucher - Industrie	Verbraucher - Gebäude, Verkehr & Energie
Politische Zielsetzung (z.B. Wasserstoff-Strategien)	52%	37%	46%	60%	62%	31%	36%	57%
Schaffung von Investitionssicherheit (z.B. bilaterale Abnahmeverträge)	44%	40%	44%	39%	43%	46%	34%	29%
Angebotsseitige Förderprogramme (z.B. Investitionskostenförderung)	43%	49%	54%	27%	19%	38%	30%	26%
Regulatorische Instrumente (z.B. THG-Quote)	38%	21%	48%	19%	38%	46%	30%	31%
Technologische Innovationen	32%	42%	20%	12%	5%	31%	25%	17%
Nachfrageseitige Förderprogramme (z.B. Klimaschutzverträge)	31%	30%	48%	21%	24%	31%	51%	26%
Marktbasierte Instrumente (z.B. Europäischer Emissionshandel)	29%	30%	30%	10%	14%	8%	25%	17%
Planungsinstrumente (z.B. Kommunale Wärmeplanung)	28%	12%	8%	40%	62%	15%	9%	23%
Privatwirtschaftliche Initiativen (z.B. European Hydrogen Backbone)	21%	12%	4%	26%	10%	0%	8%	20%
Integration von Nachhaltigkeit in das Unternehmensbild	18%	7%	10%	18%	0%	23%	28%	14%
Instrumente zur Marktentwicklung (z.B. Wasserstoffdoppelauktionen, Marktintermediäre)	13%	19%	32%	5%	14%	23%	8%	6%

-  **Die drei größten Treiber: Stakeholder-übergreifend**
- 1 Politische Zielsetzung: 52 %
 - 2 Schaffung von Investitionssicherheit: 44 %
 - 3 Angebotsseitige Förderprogramme: 43 %

Legende

	100 % der Befragten identifizieren diesen Treiber als einen der fünf bedeutendsten.
	
	
	0 % der Befragten identifizieren diesen Treiber als einen der fünf bedeutendsten.
	

Anzahl der Befragten: Stakeholder-übergreifend N = 380, Equipment-Hersteller N = 57, Wasserstoffherzeuger/-händler N = 50, Verteilnetzbetreiber N = 120, Fernleitungsnetzbetreiber N = 21, Speicherbetreiber N = 13, Wasserstoffverbraucher (Industrie) N = 53, Wasserstoffverbraucher (Gebäude, Verkehr, Energiesektor) N = 35. | Quelle: [EWI \(2025\): H2-Marktindex 2025](#)

Stakeholdergruppen: Hemmnisse des Wasserstoffmarkthochlaufs

Investitionskosten und -risiken sowie begrenzte Wasserstoffverfügbarkeit werden von den meisten Stakeholdern als die größten Hemmnisse eingestuft

Größte Hemmnisse des Wasserstoffmarkthochlaufs	Stakeholder- übergreifend	Equipment- hersteller	Erzeuger/ Händler	Verteilnetz- betreiber	Fernleitungs- netzbetreiber	Speicher- betreiber	Verbraucher - Industrie	Verbraucher - Gebäude, Verkehr & Energie
Hohe Investitionskosten	52%	48%	47%	43%	41%	64%	52%	49%
Hohe Investitionsrisiken	52%	45%	51%	43%	45%	50%	48%	40%
Begrenzte Wasserstoffverfügbarkeit	47%	29%	14%	53%	59%	29%	48%	46%
Unzureichende Wettbewerbsfähigkeit	44%	26%	39%	26%	23%	43%	59%	37%
Hohe Betriebskosten	44%	33%	45%	13%	14%	21%	72%	49%
Unzureichende Wasserstoffnachfrage	32%	36%	57%	39%	50%	50%	4%	11%
Hohe Endkundenpreise	31%	19%	25%	38%	32%	29%	37%	40%
Unzureichende Förderungen	29%	17%	16%	16%	5%	29%	13%	20%
Übermäßige Regulierung	29%	14%	43%	15%	14%	7%	35%	23%
Unzureichender Ausbau des Wasserstoff- Transportnetzes	23%	17%	8%	17%	5%	14%	15%	26%
Unzureichender Ausbau der dezentralen Wasserstoff-Infrastruktur (bspw. Verteilnetze oder H2-Tankstellen)	18%	12%	6%	18%	9%	14%	7%	31%
Unzureichende Wasserstoff-Importinfrastruktur	16%	12%	8%	11%	23%	0%	7%	17%
Unsicherheiten über Weiternutzung der Infrastruktur im Erdgasmarkt	16%	7%	0%	28%	9%	0%	6%	9%
Unzureichende Regulierung	15%	5%	14%	23%	18%	21%	4%	11%
Zu niedrige Emissionskosten	9%	5%	10%	2%	0%	7%	9%	3%
Unzureichendes Grünstromangebot	7%	3%	8%	1%	0%	7%	6%	0%
Unzureichende Kompetenzen	6%	16%	4%	7%	0%	0%	0%	6%
Personalmangel	6%	7%	0%	11%	5%	0%	2%	0%
Unzureichender Wissenstransfer (Forschung -> Anwendung)	4%	9%	6%	3%	0%	7%	0%	3%



Die drei größten Hemmnisse: Stakeholder-übergreifend

1

Hohe Investitionskosten: 52 %

2

Hohe Investitionsrisiken: 52 %

3

Begrenzte Wasserstoffverfügbarkeit: 47 %

Legende

	100 % der Befragten identifizieren dieses Hemmnis als eins der fünf bedeutendsten.
	0 % der Befragten identifizieren dieses Hemmnis als eins der fünf bedeutendsten.

Anzahl der Befragten: Stakeholder-übergreifend N = 380, Equipment-Hersteller N = 57, Wasserstoffherzeuger/-händler N = 50, Verteilnetzbetreiber N = 120, Fernleitungsnetzbetreiber N = 21, Speicherbetreiber N = 13, Wasserstoffverbraucher (Industrie) N = 53, Wasserstoffverbraucher (Gebäude, Verkehr, Energiesektor) N = 35. | Quelle: [EWI \(2025\): H2-Marktindex 2025](#)

Befragung einzelner Stakeholdergruppen: Heterogene Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen des Markthochlaufs



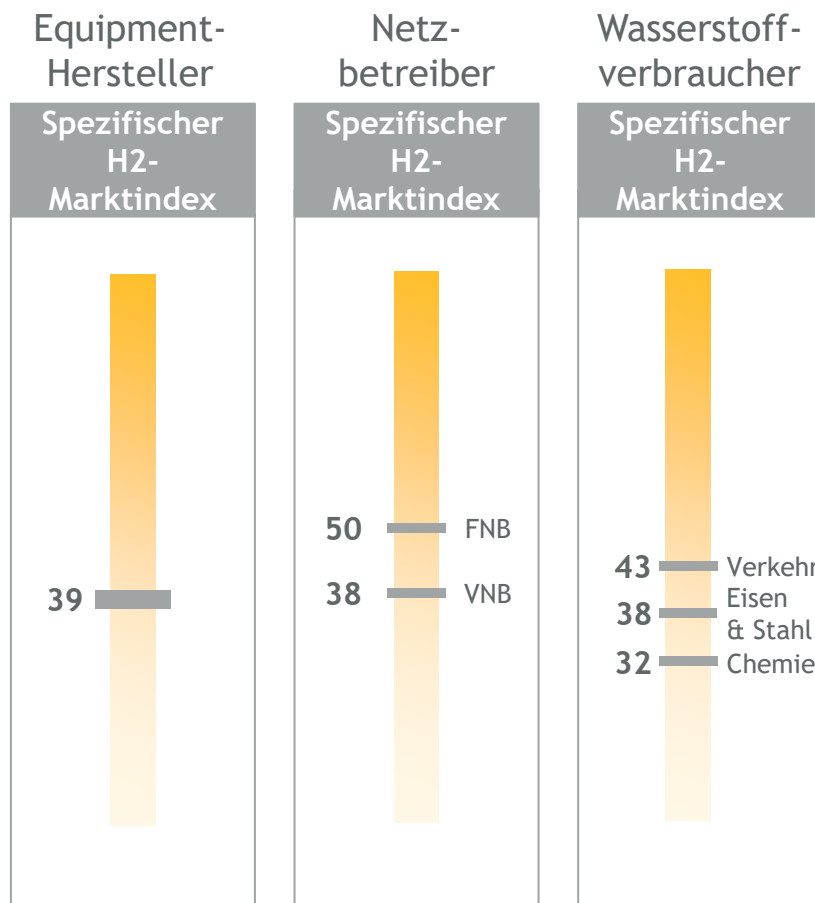
Die drei größten Treiber: Stakeholder-übergreifend

- 1 Politische Zielsetzung
- 2 Schaffung von Investitionssicherheit
- 3 Angebotsseitige Förderprogramme



Die drei größten Hemmnisse: Stakeholder-übergreifend

- 1 Hohe Investitionskosten
- 2 Hohe Investitionsrisiken
- 3 Begrenzte Wasserstoffverfügbarkeit



Befragung zum H2-Markindex 2025

- Politische Zielsetzungen und Investitionssicherheit gelten übergreifend als wichtigste Treiber des Wasserstoffmarkthochlaufs
- Förderprogramme zentral: Equipment-Hersteller fokussieren auf angebotsseitige, industrielle Verbraucher auf nachfrageseitige Unterstützung
- Hemmnisse: Betriebskosten und Wettbewerbsfähigkeit vor allem für Verbraucher kritisch
- Stimmungsbild heterogen: FNB neutral, industrielle Stakeholder bis zu 18 Punkte niedriger

Quelle: [EWI \(2025\): H2-Markindex 2025](#)



EWI - Eine Wissensfabrik

Das EWI ist gemeinnützig und versteht sich als Wissensfabrik mit dem Ziel, neues Wissen über zunehmend komplexe Energiemärkte zu schaffen, zu verbreiten und nutzbar zu machen.

Forschungs- und Beratungsprojekte

Das EWI forscht und berät zu zunehmend komplexen Energiemärkten - praxisnah, energieökonomisch fundiert und agenda-neutral.

Neuste volkswirtschaftliche Methoden

Das EWI analysiert den Wandel der Energiewelt mit neusten volkswirtschaftlichen Methoden und detaillierten computergestützten Modellen.

EWI Academy

Das EWI bietet Trainings zu aktuellen energiewirtschaftlichen Themen für Unternehmen, Politik, NGOs, Verbände sowie Ministerien an.

KONTAKT

 Dr.-Ing. Ann-Kathrin Klaas
ann-kathrin.klaas@ewi.uni-koeln.de
+49 (0)221 650 853-68

 <https://www.ewi.uni-koeln.de>

 @ewi_koeln

 EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln