



Wasserstoff im Fokus - wo stehen wir?

Einblicke aus dem Monitoringbericht zur Energiewende

1 Vorstellung - Monitoringbericht

2 Erkenntnisse aus dem Monitoringbericht

2a Wasserstoffbedarfe

2b Herstellung des Wasserstoffs in DE

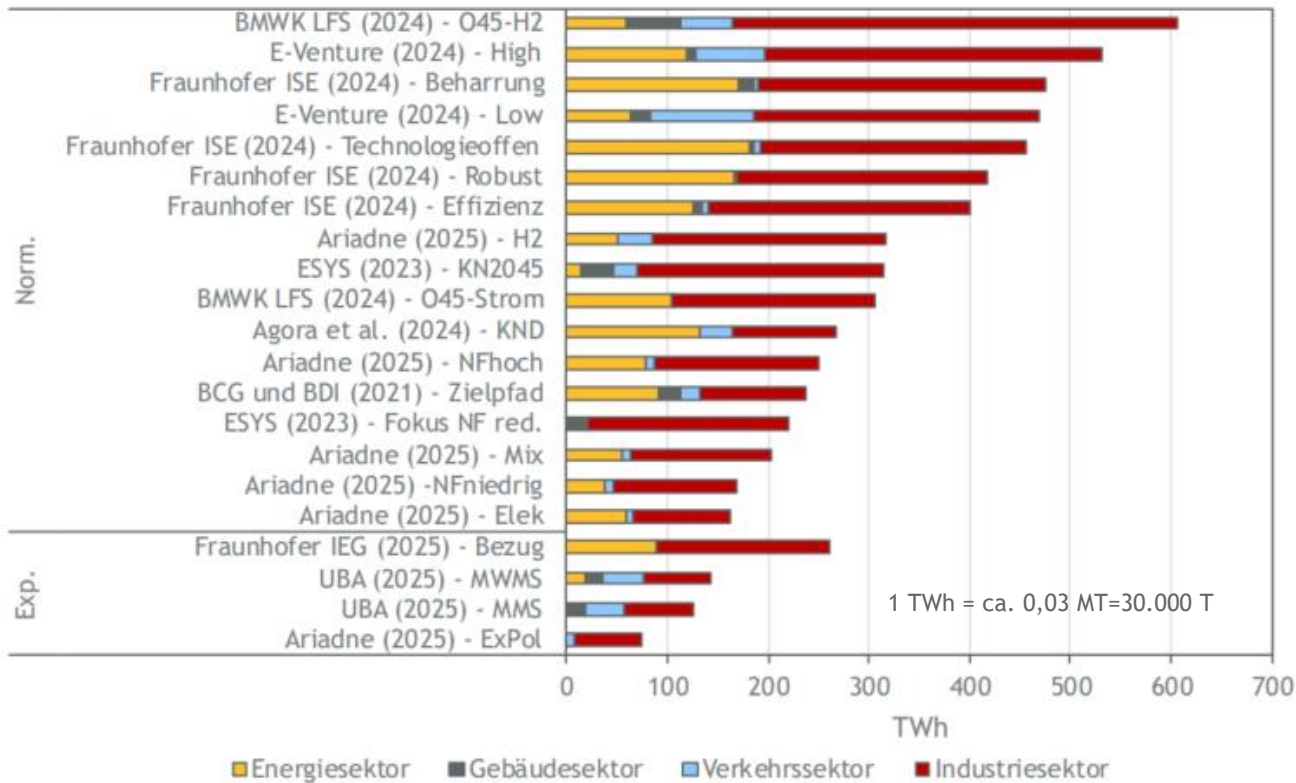
3 Internationaler Blick auf Wasserstoffherstellung (IEA)

„Monitoringbericht“ - Auftrag und Methoden

Studie	Szenario	Normativ/ Explorativ	Strombedarf je Sektor							THG
			Ind	H ₂	RZ	Geb	Verk	FW	Σ	
BMBF/Ariadne (2025)	Mix	N	x	x		x	x	x	x	x
	Elek									
	H ₂									
	NFhoch									
	NFniedrig									
Aurora Energy Research (2025)	ExPol	E	x	x	x	x	x		x	
	Central	E								
	High	E								
	Low	E								
	Net Zero	N								
BDI/BCG/IW (2025)	Optimiert	N	x	x	x	x	x	x	x	
EnBW/Aurora (2025)	Kosten-red.	N		x					x	
	Kosten-red. + red. NF									
UBA (2025)	MMS	E	x	x	x	x	x	x	x	x
	MWMS									
E-Venture (2024)	Low	N (>2030) E (≤ 2030)	x	x	x	x	x	x		
	High									
Agora (2024)	KND	N	x	x	x	x	x	x	x	x
BMWK LFS (2024)	O45-Strom	N	x	x	x	x	x	x	x	x
	O45-H2									
McKinsey (2025)	Transformation	N	x	x	x	x	x	x	x	
	Trend	E								
Fraunhofer ISE (2024)	Technologieoffen	N	x	x		x	x	x	x	x
	Effizienz									
ESYS (2023)	KN2045	N	x	x	x	x	x	x	x	x
	Fokus NF-red.									
	Fokus Techn.									
	Fokus NF & Techn.									
BDI/BCG (2021)	Zielpfad	N	x	x	x	x	x	x	x	
	Referenzpfad 2030	E								
dena (2025)	Szenario	E			x					
UBA (2024)	SHS	N						x		
	VHS									
Prognos (2022)	KNG	N				x				x

- **Schwerpunkt:** sechs Themenfelder aus dem Koalitionsvertrag
- **Methoden**
 - Metaanalyse der vorhandenen Studien, Berichten und öffentlich verfügbaren Informationen
 - Normative vs. explorative Szenarien
 - Zusätzlich: ergänzende Informationen von BNetzA sowie die ÜBN
 - Keine eigene Modellierung
 - Keine systemischen Interdependenzen

Sektoraler Wasserstoffbedarf im Jahr 2045 in ausgewählten Szenarien

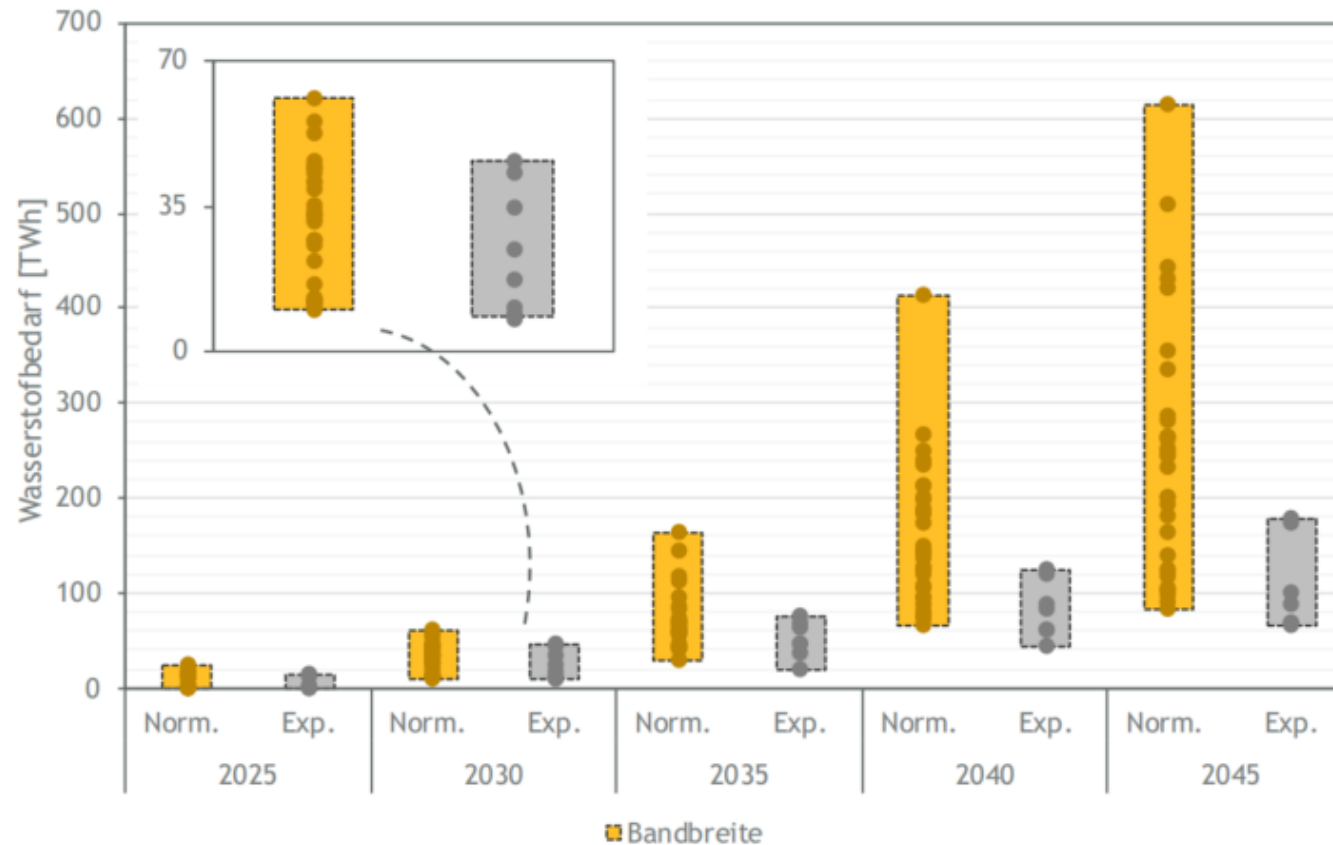


- Resultate aus den bestehenden Studien
 - normative Szenarien: 163-605 TWh; explorative Szenarien: 71- 262 TWh
 - Negative Korrelation mit Strombedarf
 - (Schwache) negative Korrelation mit Bedarfen an Wasserstoffderivaten
 - Gebäude und Verkehr annähernd vernachlässigbar

Alle dargestellten Szenarien von Ariadne (2025) beziehen sich auf die jeweilige Szenarienversion des Modells REMIND-EU v1.1.

Unsicherheit über Wasserstoffbedarfe in der Industrie konzentriert

Wasserstoffbedarf des Industriesektors in ausgewählten Szenarien



- Die **Diskrepanz** zwischen normativen und explorativen Szenarien **steigt über die Zeit**
- **Unterschiede durch Annahmen**
 - Steigerung der Effizienz
 - Erhalt der Industriestruktur
 - Rückkopplung mit den H₂-Preisen

(Agora et al., 2024; Ariadne, 2025; BCG und BDI, 2021; BMWK LFS, 2024; ESYs, 2023; E-Venture, 2024; Fraunhofer ISE, 2024b; UBA, 2025). Für Ariadne (2025) werden die Ergebnisse aller Modelle (REMIND, PyPSA-DE, REMod, FORECAST, ASTRA+ALADIN) dargestellt

Beispiel: Bedarfe im Stahlsektor - Stahlproduktion unverändert

**Rohstahlerzeugung 2024
(Gesamterzeugung Deutschland):
37,2 Mio. t**

- (1) ArcelorMittal Hamburg
- (2) ArcelorMittal Bremen
- (3) Benteler
- (4) Georgsmarienhütte Holding
- (5) Salzgitter
- (6) Brandenburger
Elektrostahlwerk
- (7) Hennigsdorfer Elektrostahlwerk
- (8) ArcelorMittal Eisenhüttenstadt
- (9) thyssenkrupp Steel Europe
- (10) HKM
- (11) ArcelorMittal Duisburg
- (12) Deutsche Edelstahlwerke
- (13) Buderus Edelstahl
- (14) Stahlwerk Thüringen
- (15) ESF Elbe-Stahlwerke Feralpi
- (16) BGH Edelstahl
- (17) Dillinger Hüttenwerke
- (18) Saarstahl
- (19) Badische Stahlwerke
- (20) Lech-Stahlwerke
- (21) Friedr. Lohmann
- (22) VDM Metals
- (23) Dörrenberg Edelstahl
- (24) Kind & Co. Edelstahlwerk
- (25) Vacuumschmelze



Integriertes Hüttenwerk
(Hochofen, Stahl- und Walzwerk)
Stahlproduktion auf Basis von
Eisenerz (Primärstahlproduktion)

Elektrostahlwerk
Stahlproduktion mit Strom
auf Basis von Stahlschrott
(Sekundärstahlproduktion)

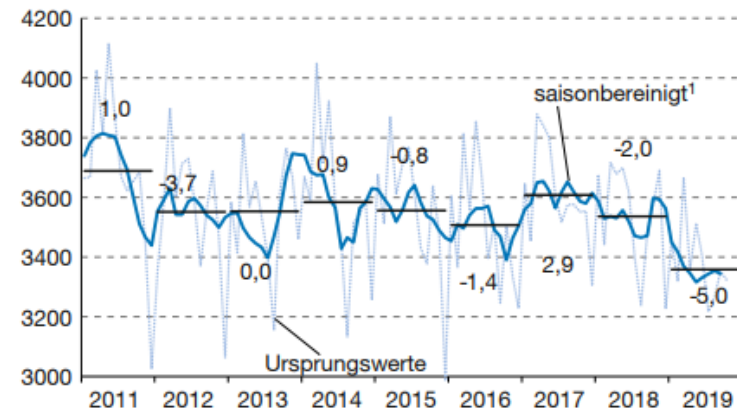
Stand: Januar 2025
Quelle: WV Stahl

- 2022 - fast 40 Millionen Tonnen Rohstahl in DE produziert, davon 70% Primärstahl (an 8 Standorten, via Hochofenroute)
- 50-55 Kg H₂ notwendig für eine Tonne Primärstahl bei einer wasserstoffbasierte Direktreduktion (DRI) mit anschließendem Elektrolichtbogenofen
- Wasserstoffbedarf für die stoffliche Nutzung von ca. 46 TWh pa (1,4 Mta)

Beispiel: Bedarfe im Stahlsektor - Anpassung der Produktion

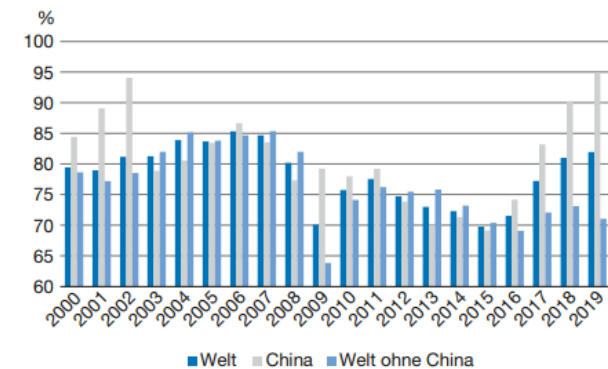
Rohstahlerzeugung in Deutschland

in 1000 t je Monat



Auslastung der Erzeugungskapazitäten für Rohstahl weltweit

¹ Gleitende Drei-Monats-Durchschnitte in %.

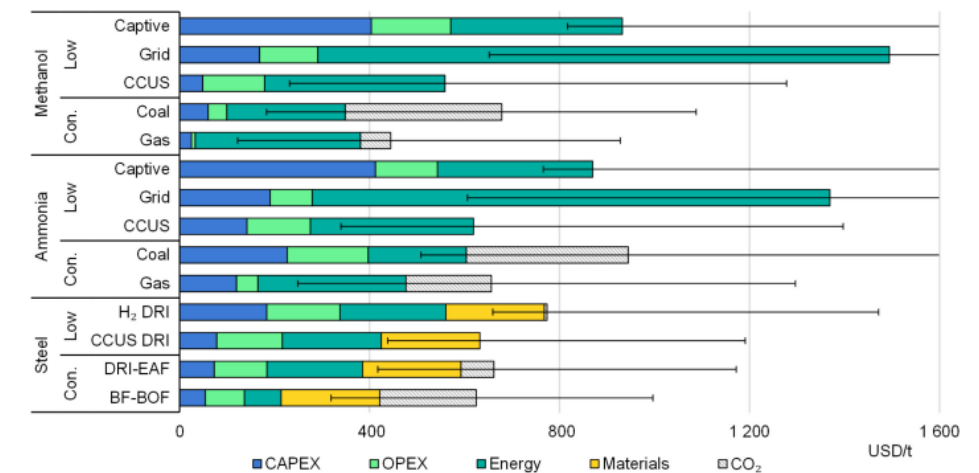


Quelle: Döhrn (2020)

Verringerung der Stahlproduktion wahrscheinlich

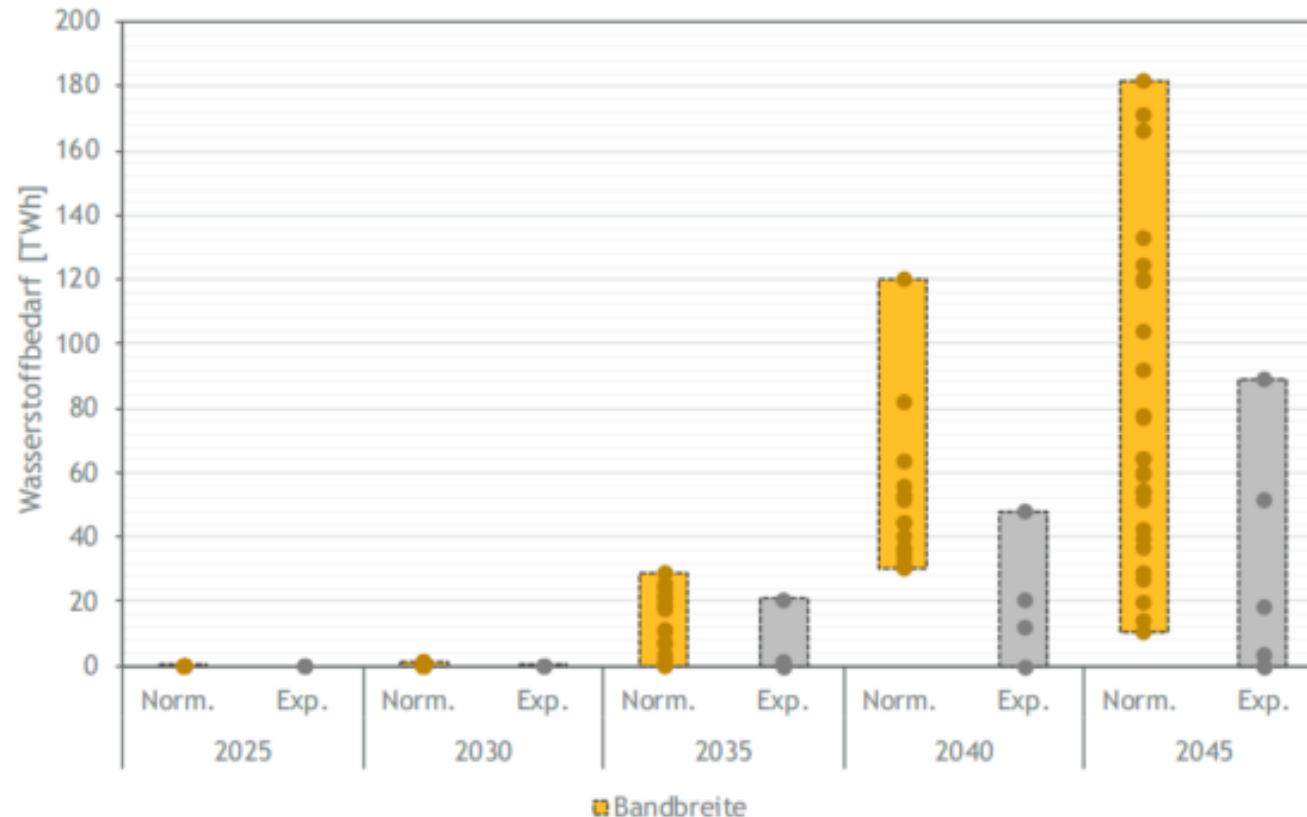
- Fortschreitender industrieller Strukturwandel
- Wasserstoffbasierter Stahl voraussichtlich deutlich teurer als fossil produzierter Stahl

Figure 2.9 Levelised cost of production of selected materials by technology, 2024



IEA. CC BY 4.0.

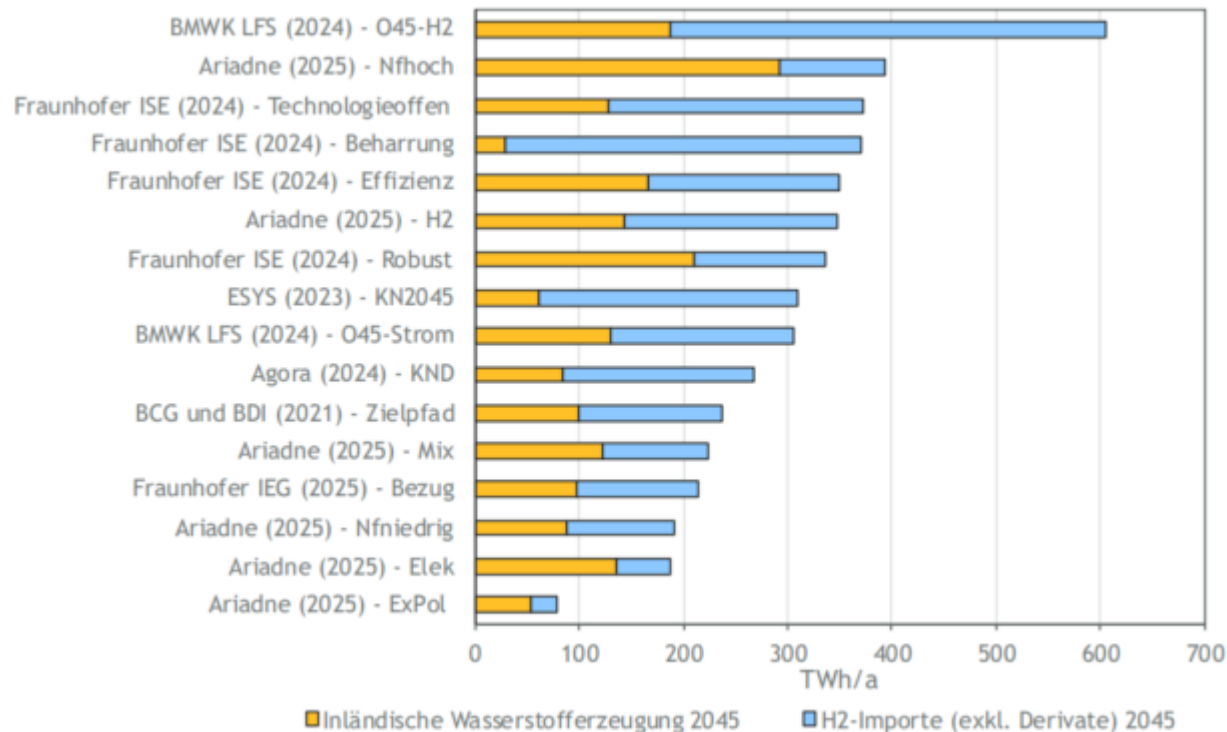
Wasserstoffbedarf des Energiesektors in ausgewählten Szenarien



- Signifikante Bedarfe vor 2035 unrealistisch
- Beitrag zur Versorgungssicherheit und Deckung des Wärmebedarfs
- **Alternative Technologien** für flexible Kraftwerke wie Biomasse oder fossile Kraftwerke (mit CCS)

(Agora et al., 2024; Ariadne, 2025; BCG und BDI, 2021; BMWK LFS, 2024; ESYs, 2023; E-Venture, 2024; Fraunhofer ISE, 2024b; UBA, 2025). Für Ariadne (2025) werden die Ergebnisse aller Modelle (REMIND, PyPSA-DE, REMod, FORECAST, ASTRA+ALADIN) dargestellt.

Inländische Wasserstoffherzeugung und Importe im Jahr 2045

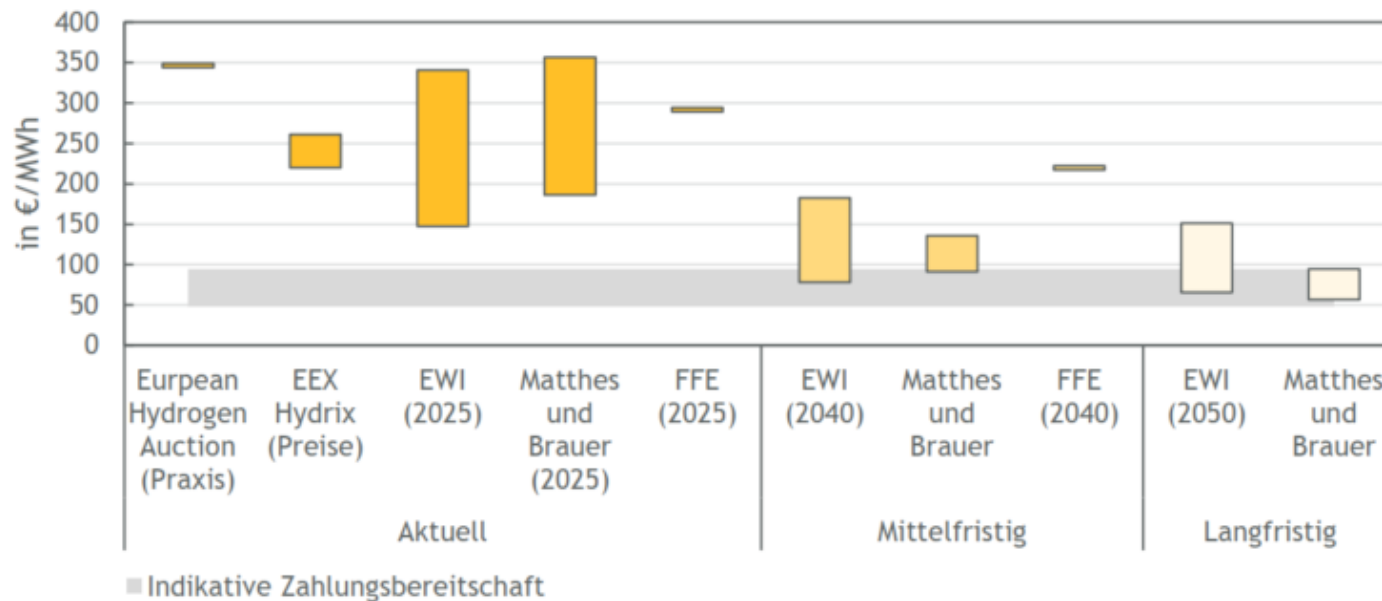


- Heimische Elektrolyseure können Flexibilität im Gesamtsystem bereitstellen
- Potenzial für neue Importabhängigkeit
- Anteil der Importe auch eine **politische Entscheidung**

In E-Venture (2024) und UBA (2025) werden keine Angaben zur Importmenge gemacht. Alle dargestellten Szenarien von Ariadne (2025) beziehen sich auf die jeweilige Szenarienversion des Modells REMIND-EU v1.1. In diesen ist auch Wasserstoffbereitstellung für die Derivateherstellung in den hier angegebenen Erzeugungs- und Importmengen mit enthalten.

Preisliche Wettbewerbsfähigkeit wird die Importquote beeinflussen

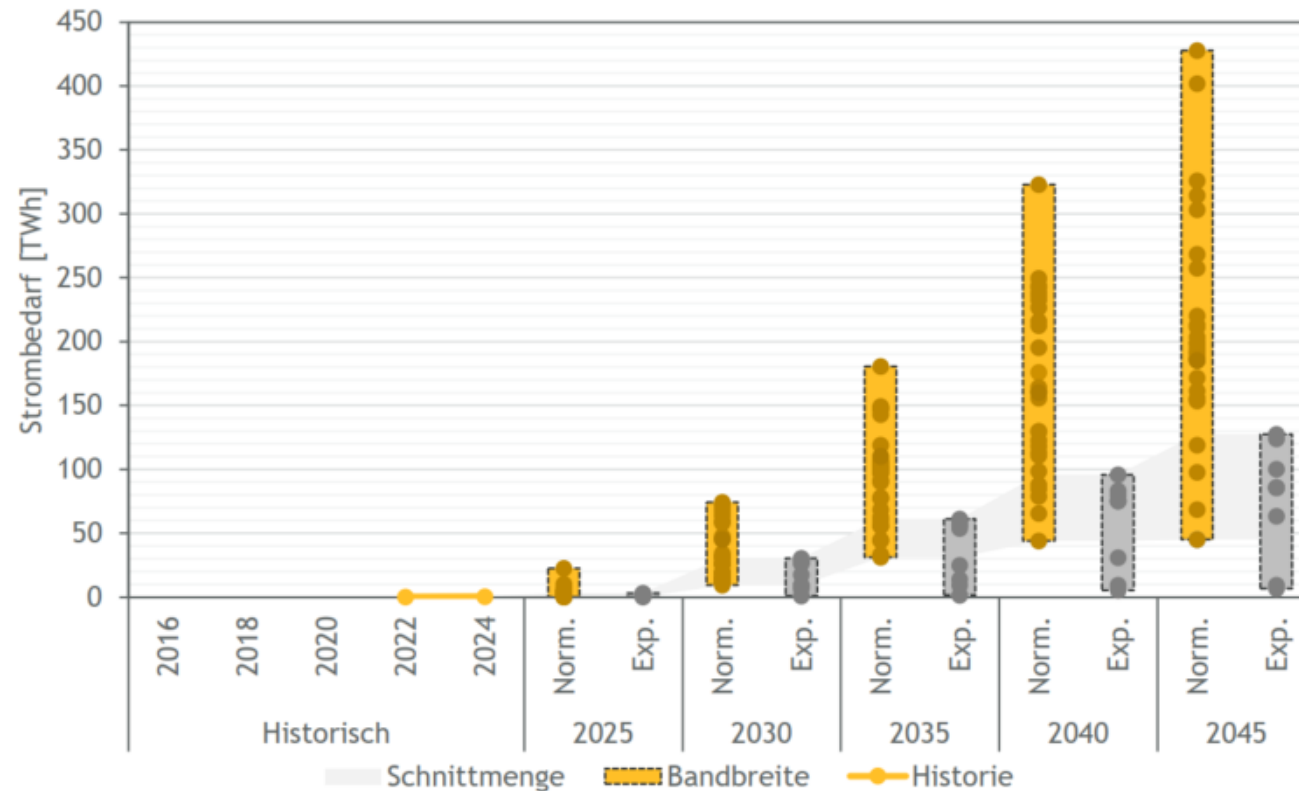
Produktionskosten von erneuerbarem Wasserstoff in Deutschland



In den dargestellten Studien erfolgt der Strombezug RFNBO-konform. Eine Fortführung der Netzentgeltbefreiung wird dabei vorausgesetzt, Baukostenzuschüsse werden nicht berücksichtigt. (EEX, 2025; EWI, 2025a; FfE, 2025b; Matthes & Brauer, 2025)

- **Wasserstoffproduktionskosten in Deutschland** - 240 EUR/MWh im 2025 und 200 EUR/MWh im 2030 (EWI 2025)
- Der **Import** von grünem Wasserstoff **via Pipeline** aus Europa oder Nordafrika mittelfristig günstiger (150-170 EUR/MWh)
- **Schiffsimporte** aufgrund von Verlusten bei der Umwandlung und beim Transport möglicherweise deutlich teurer (ca. 250-300 EUR/MWh)

Große Bandbreite hinsichtlich des Strombedarfs für inländische Elektrolyse

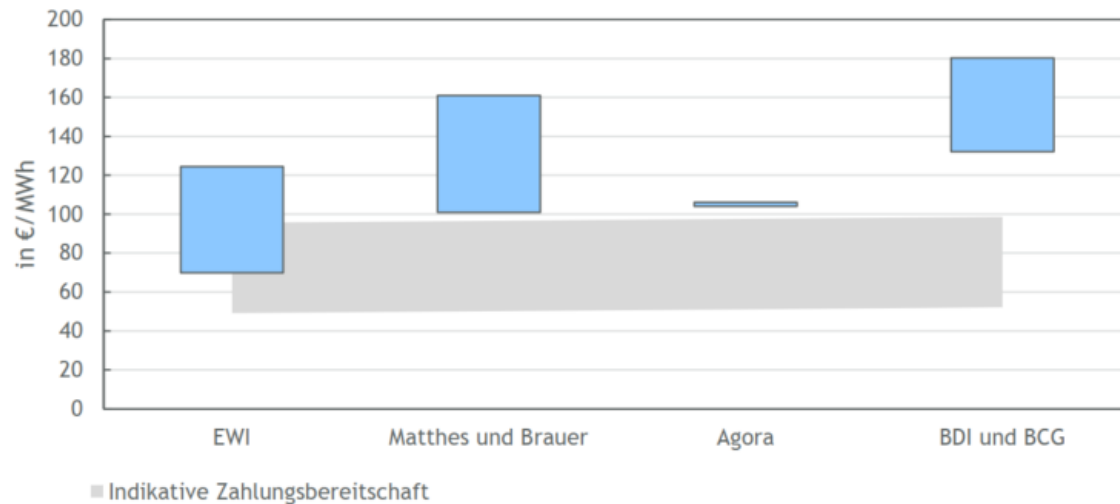


Entwicklung der Stromnachfrage für Elektrolyse

- Unsicherheit über Wasserstoffbedarf
- Unterschiede durch Annahmen
 - Importquoten
 - Umsetzung des Elektrolyse-Ziels der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS)
 - Alternative Technologien

Kohlenstoffarmer Wasserstoff - eine gute Alternative?

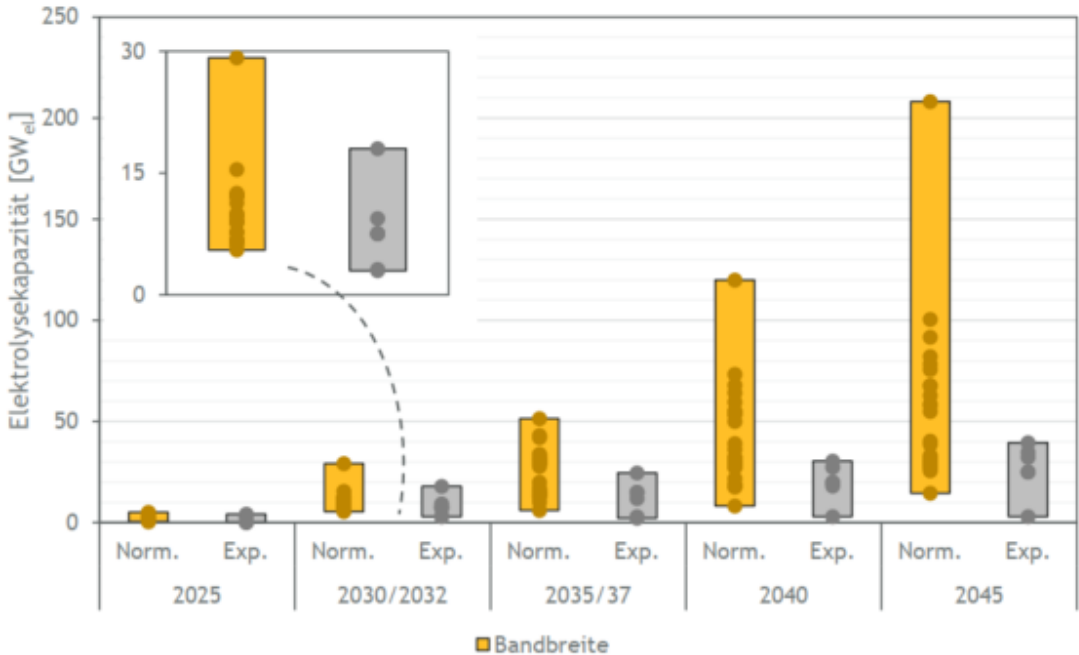
Aktuelle Produktionskosten für kohlenstoffarmen Wasserstoff basierend auf Dampfreformierung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung unter der Voraussetzung von verfügbarer Infrastruktur



(Agora Energiewende and Agora Industry, 2024; BDI/BCG/IW, 2025; EWI, 2025b; Matthes & Brauer, 2025)

- EU (Juli 2025): -für **kohlenstoffarme Kraftstoffe** eine Treibhausgaseinsparung von mindestens **70 %** gegenüber einem fossilen Referenzprozess notwendig
- Für Wasserstoff: Schwellenwert von ca. **3,4 kg CO₂-Äq./kg H₂**.
- Dampfreformierung von Erdgas mit CO₂-Abscheidungsrate von 90% kann den Schwellenwert einhalten

Elektrolysekapazität in Deutschland in ausgewählten Szenarien¹



(Agora et al., 2024; Ariadne, 2025; BCG und BDI, 2021; BMWK LFS, 2024; ESYS, 2023; FNB Gas, 2024; Fraunhofer ISE, 2024b)

Angekündigte Elektrolyseprojekte in Deutschland bis zum Jahr 2030

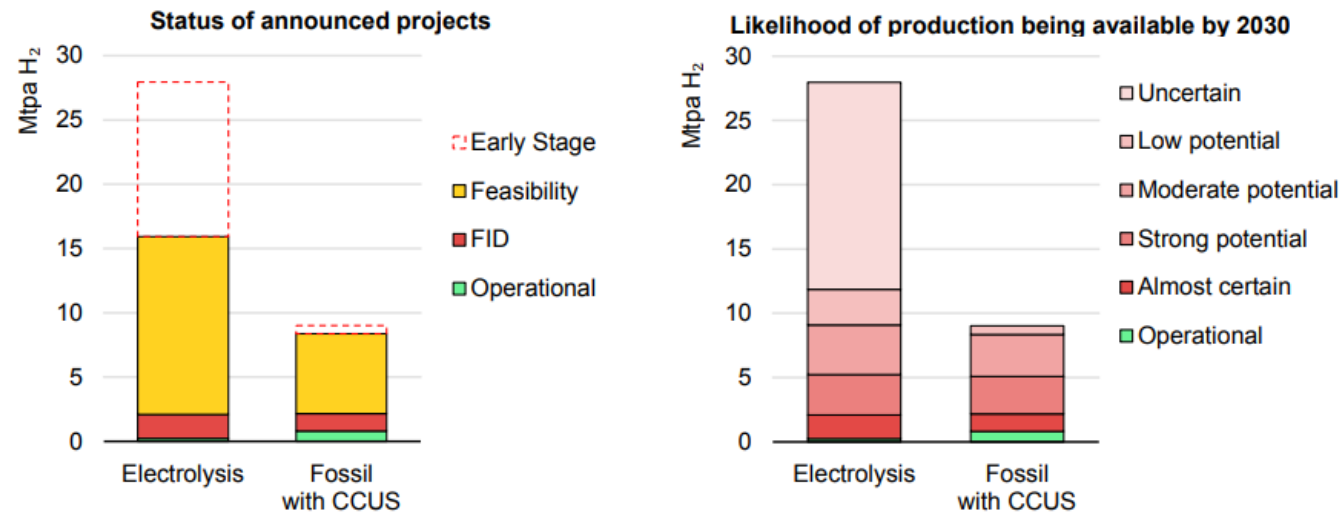
Datenbank	Angaben	Stand
Wasserstoff-Kompass	13,2 GW _{el} , davon 0,15 GW _{el} in Betrieb und 0,4 GW _{el} mit FID	05/24
IEA	12,2 GW _{el} , davon 0,12 GW _{el} in Betrieb und 1,3 GW _{el} mit FID	10/24
EWI	10,0 GW _{el} , davon 0,16 GW _{el} in Betrieb und 1,2 GW _{el} mit FID	06/25
Wasserstoffatlas	8,7 GW _{el}	06/24
Dena	8,2 GW _{el} , davon 0,12 GW _{el} in Betrieb und 1,2 GW _{el} mit FID	02/25

Überschlagsrechnung:

- Berücksichtigt man Projekte mit FID gemäß der EWI PtX-Datenbank (1,4 GW_{el}) bei Annahme von 4000 durchschnittlichen Volllaststunden im Jahr -> Strombedarf für die Elektrolyse im Jahr 2030 vom 5,5 TWh
- Berücksichtigt man alle geplanten Projekte, die bis 2030 in Betrieb gehen sollen (10 GW_{el}) -> Strombedarf für Elektrolyseure im Jahr 2030 vom 40 TWh

Hohe Unsicherheit über Elektrolysekapazität - ein globales Phänomen

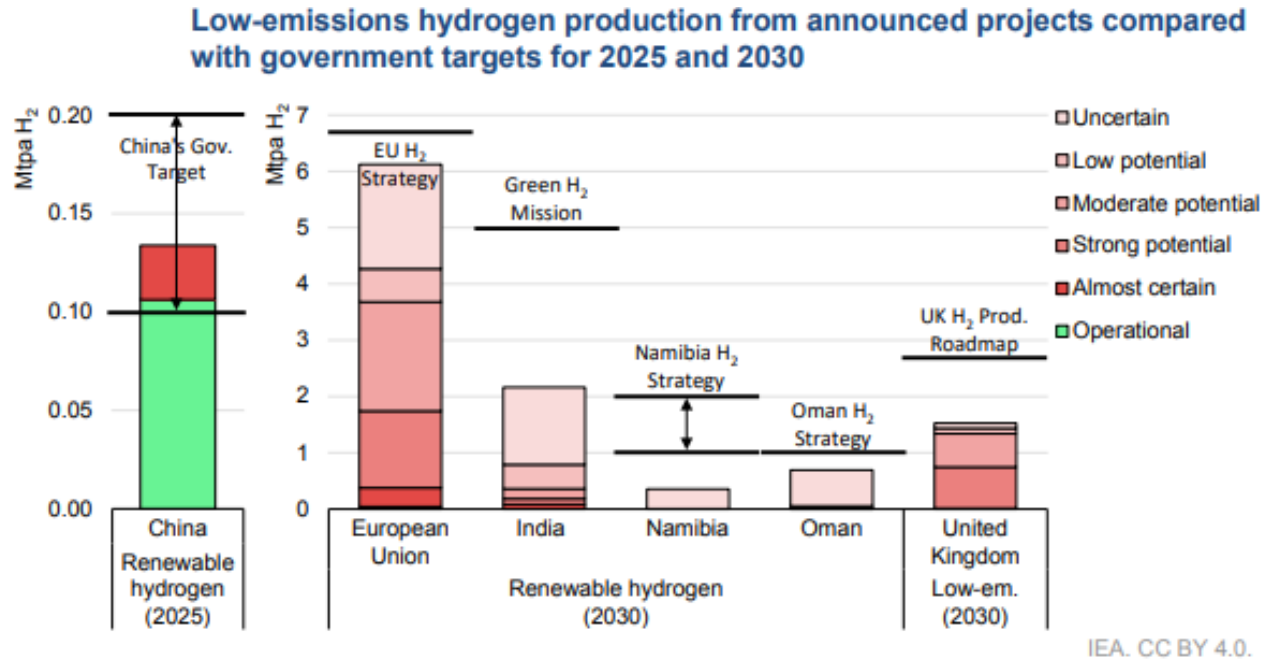
Low-emissions hydrogen production by technology, status and likelihood of being available by 2030, based on announced projects



IEA. CC BY 4.0.

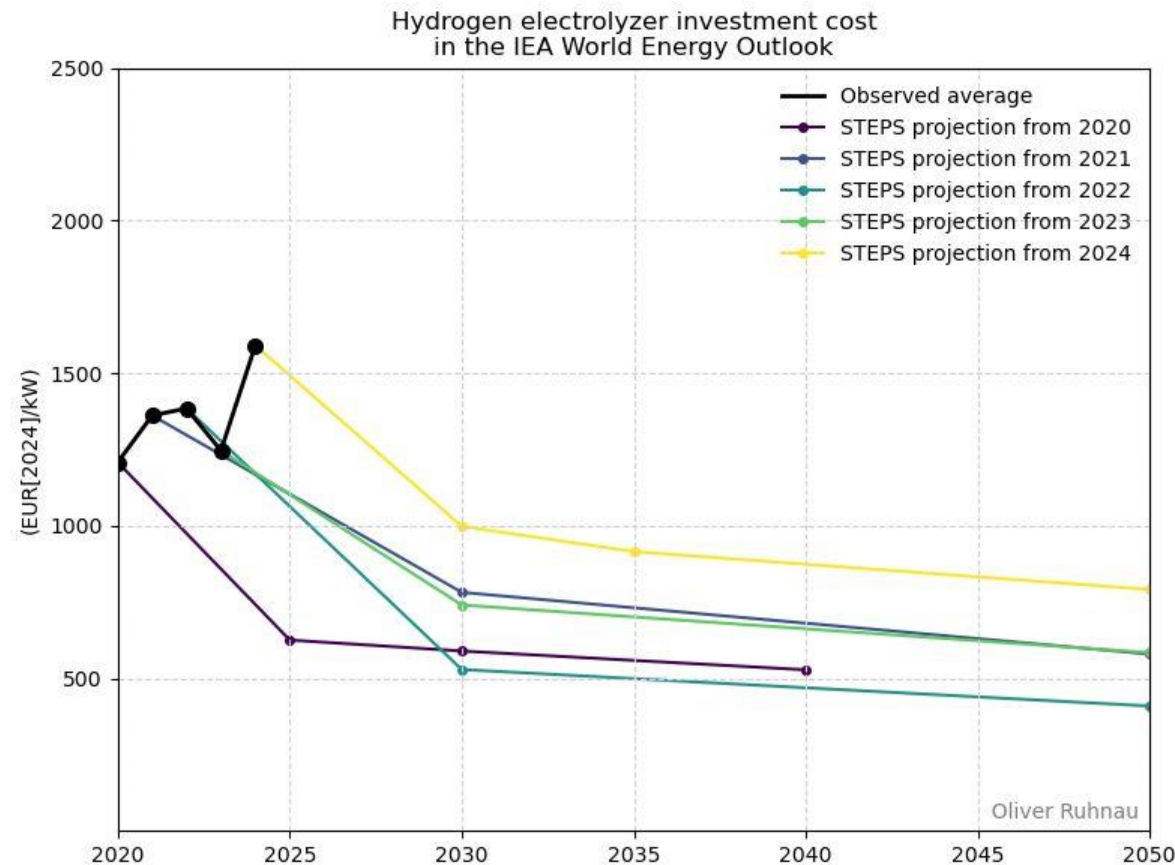
- Das **Gesamtvolumen** der möglichen Projekte zum ersten Mal im Jahr 2025 **gesunken**
- Aber **Anzahl der Projekte mit FID** gestiegen (4.2 Mtpa bis 2030)

Kurzfristige Wasserstoffziele nicht erreichbar



- Die ambitionierten Wasserstoffziele für 2030 dürfen generell verfehlt werden
- Ausnahme - China

Investitionskosten für Elektrolyseure höher als prognostiziert



- IEA (2025): Die Investitionskosten für Elektrolyseure im Jahr 2024 und 20230 (USD/kW):
 - China - 900 -> 675
 - Rest der Welt - 2300 -> 1600.
- Deutlicher Anstieg der Prognosen, insbesondere wegen Unterschätzung von BOP-Kosten



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

 Annette Becker, Geschäftsführerin
annette.becker@ewi.uni-koeln.de
+49 (0)221 650 745-47

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

 @ewi_koeln

 EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln