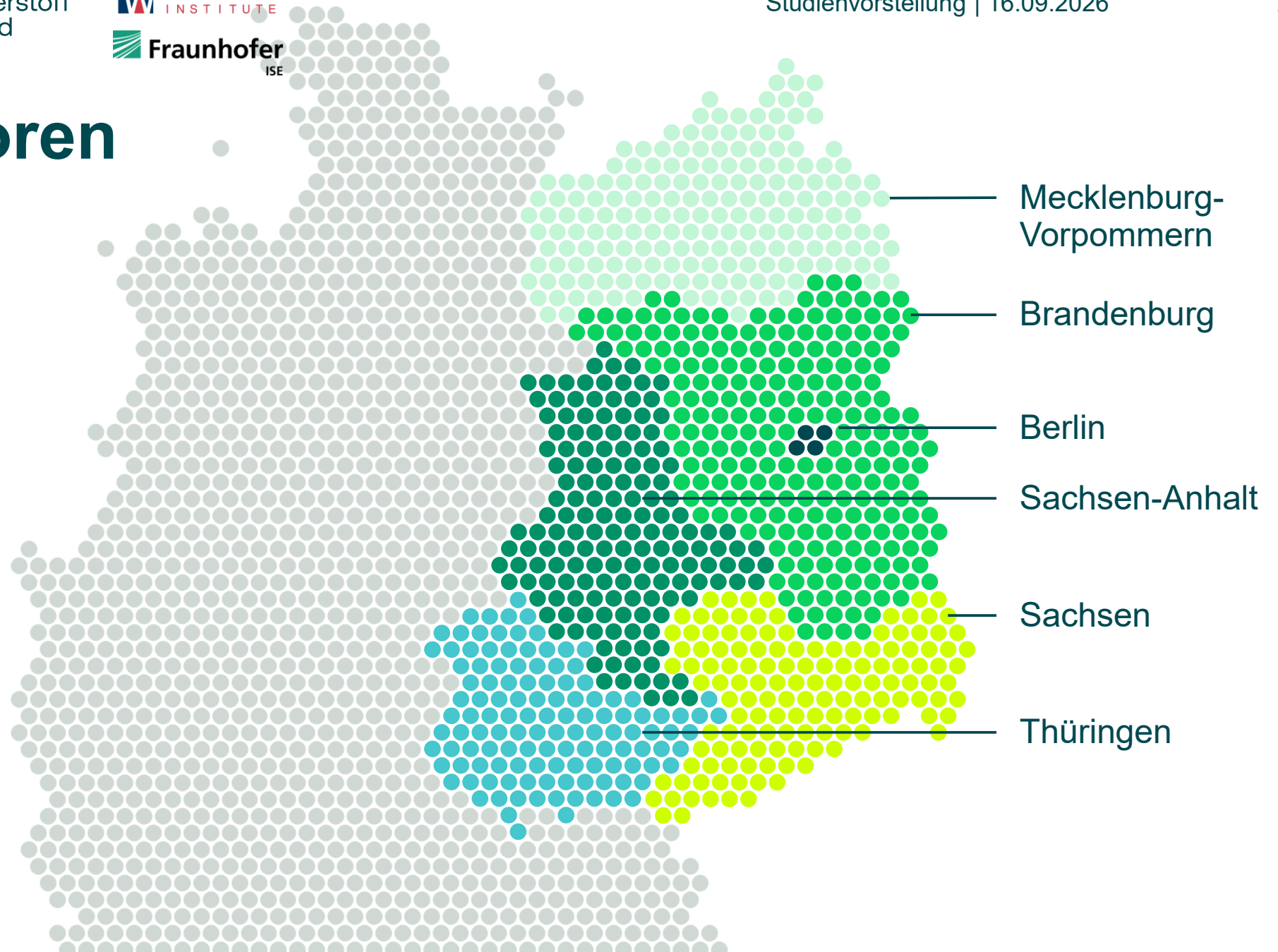


Wertschöpfungs- und Arbeitsmarkt- potenziale der **Wasserstoffwirtschaft** in Ostdeutschland

Studienvorstellung | 16. September 2026

Dominik Härle, IWO | Florian Fickler, WifOR Institute | Tom Smolinka,
Fraunhofer ISE

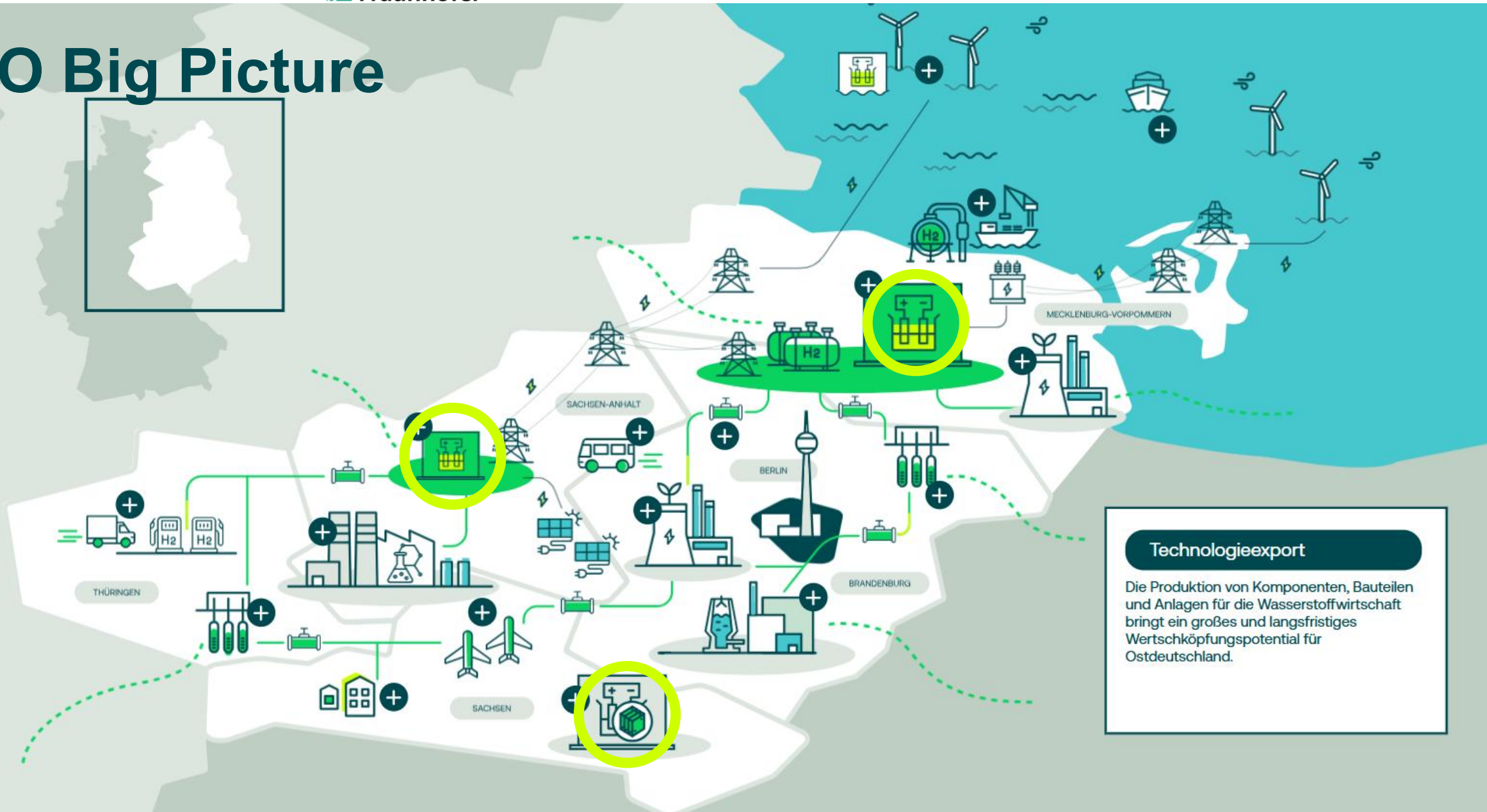
Die Initiatoren



Ostdeutschland als Schlüsselregion der Wasserstoffwirtschaft



IWO Big Picture



Wertschöpfungs- und Arbeitsmarktpotentiale der Wasserstoffwirtschaft in Ostdeutschland

Inhalte der Studie

- Markthochlauf für Elektrolyseure im Kontext der Wasserstoffwirtschaft
- Elektrolyseure als Schlüsseltechnologie und Wertschöpfungssystem
- Ostdeutschland als Produktions- und Zulieferstandort
- Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale bis 2045
- Resilienz industrieller Wertschöpfungsketten

Auftragnehmer

- WifOR Institute
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE



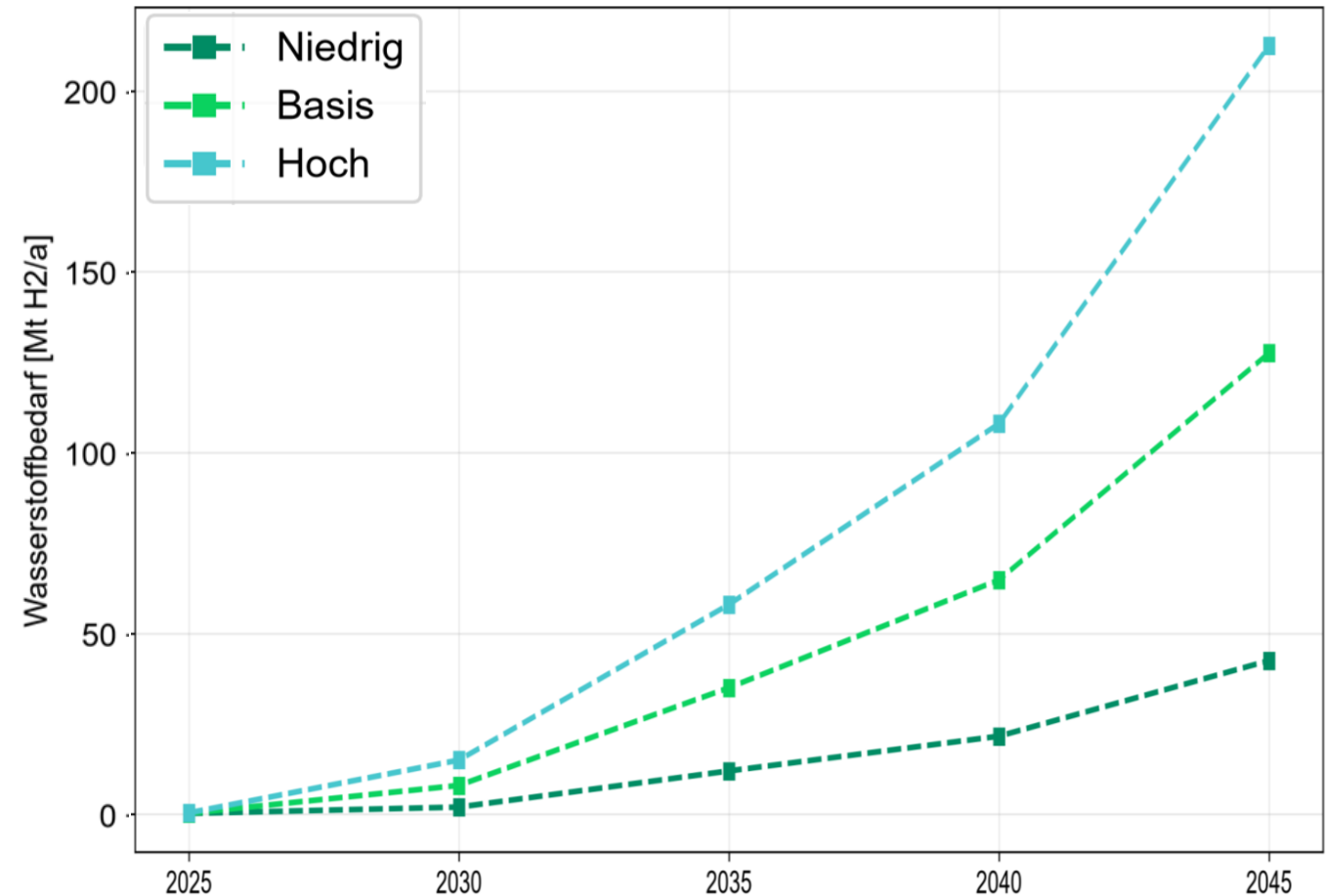
Wie entwickelt sich der Elektrolyseurmarkt?



Annahme beschleunigter Markthochlauf ab 2030

Derzeit Verlangsamung des Markthochlaufs trotz ambitionierter globaler Erwartungen an die H₂-Wirtschaft

- EL-Zubau in 2025: ca. 3 GW
 - Ab 2030 wird deutliche Beschleunigung erwartet → 2045 global 50–210 Mt_{H₂}/a
- Aufbau erheblicher Elektrolysefertigungskapazitäten weltweit
- typisch für die Frühphase neuer Märkte
 - EL-Fertigungskapazität 2025: ca. 60 GW



Prognostizierte Entwicklung des globalen, jährlichen Wasserstoffbedarfs in MtH₂/a basierend auf den drei definierten Szenarien (Niedrig, Basis, Hoch).

1) International Energy Agency, "Global Hydrogen Review 2025," 2025.

2) bp, "Energy Outlook: 2025 edition," 2025.

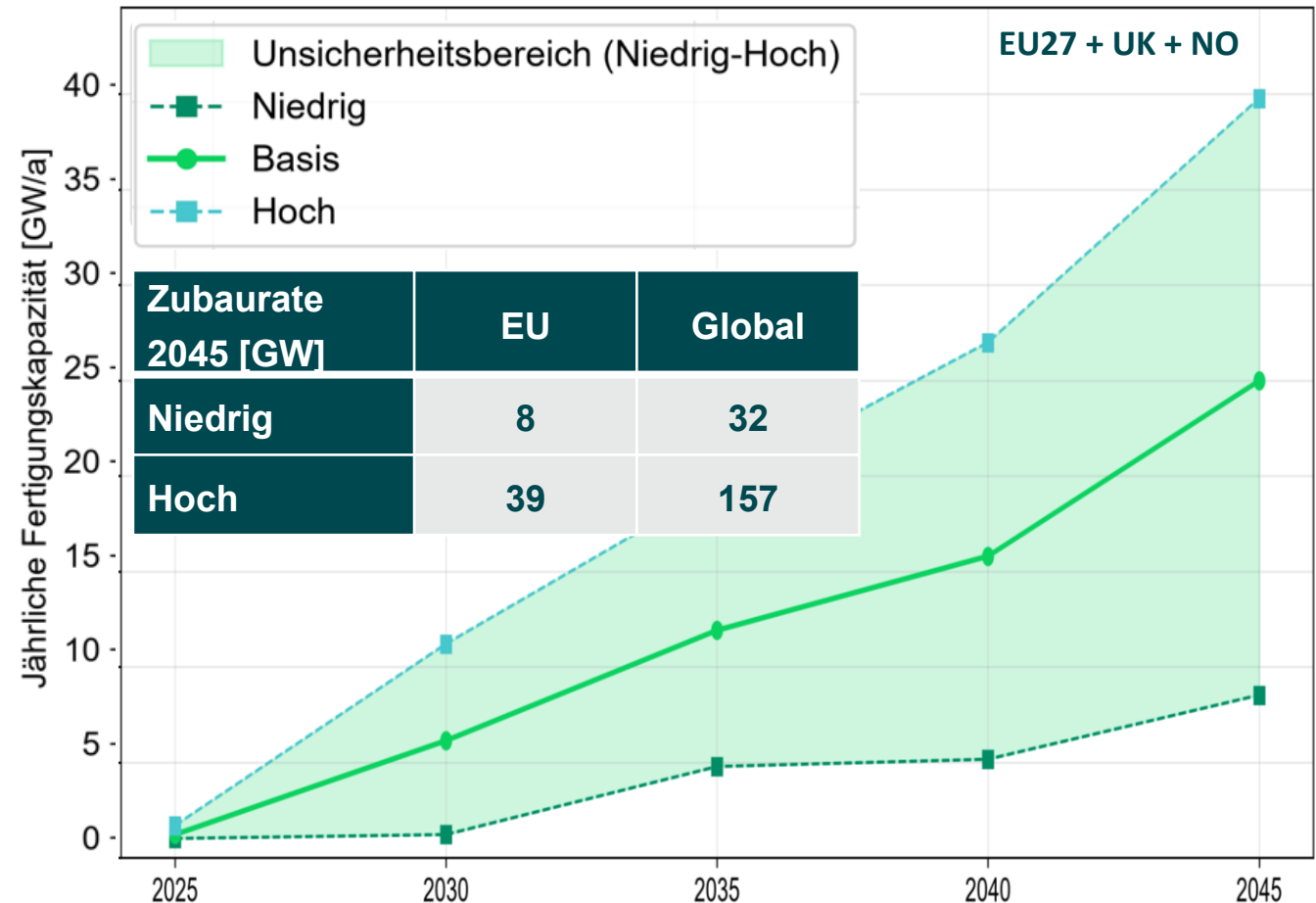
3) M. Wappler, et al, DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.07.253.

Benötigte Elektrolyse- Fertigungskapazitäten in Europa

Umrechnung des Wasserstoffbedarfs auf benötigte Fertigungskapazitäten mittels Volllaststunden, Systemeffizienzen und Ersatzraten (ab 2045)

Annahmen für Europa:

- 70 % der EL-Kapazität wird aus europäischer Produktion gedeckt (Industrial Accelerator Act der EU)
- Europäische Hersteller bedienen 20 % des Weltmarkts (konservative Schätzung gemäß EU-Marktanteil Maschinenbau)



Entwicklung der jährlichen, europäischen Fertigungskapazität in GW/a (Zubaurate) in den definierten Szenarien über die Stützjahre hinweg.

1) International Energy Agency, "Global Hydrogen Review 2025," 2025.

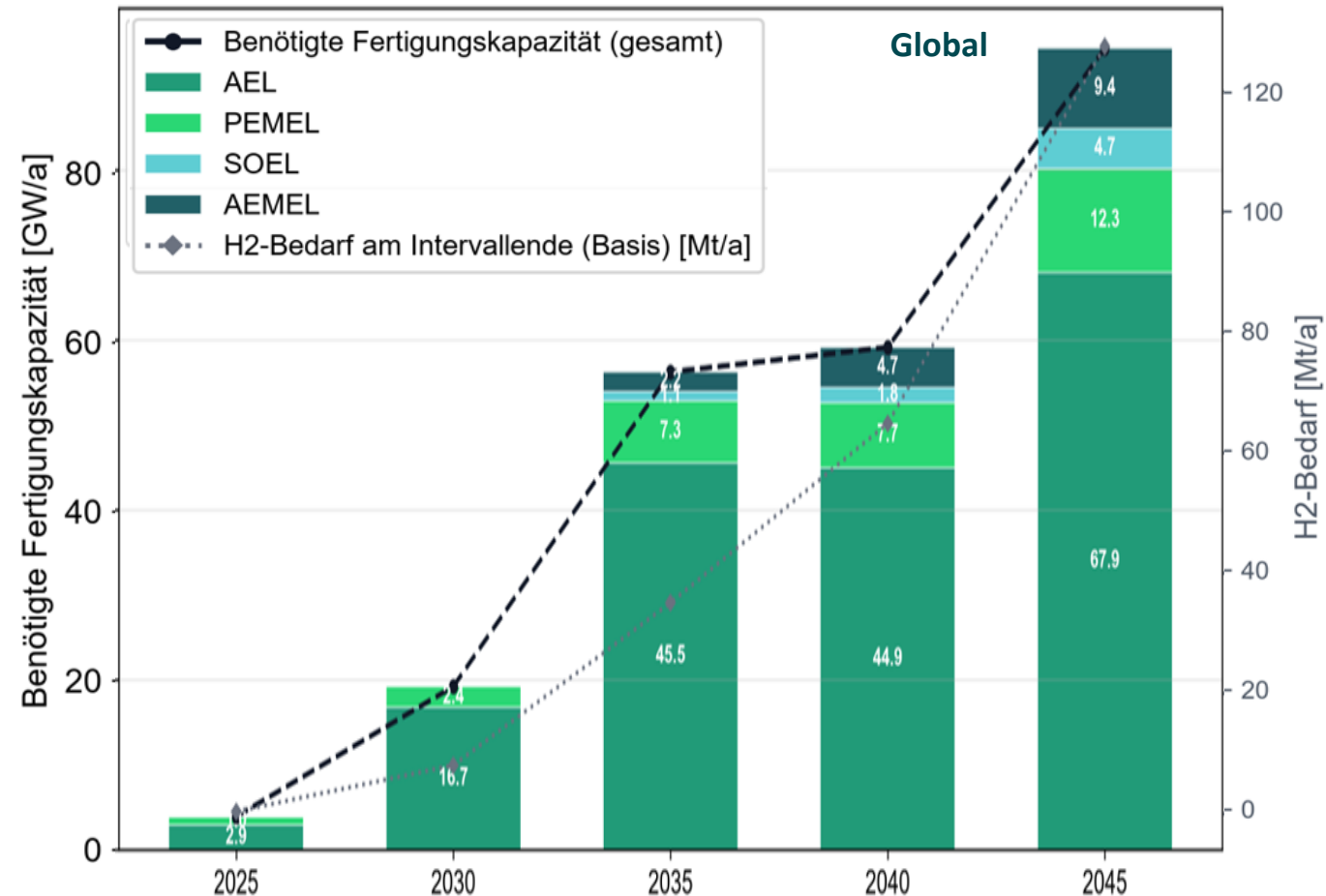
4) A. Deasy-Millar et al. "Clean Hydrogen Monitor," 2025.

5) IRENA, 2025"Regional energy transition outlook: European Union"

Anteil der Technologien am globalen Markthochlauf

Wichtigste Annahmen:

- **AEL** dominiert bis 2045 → niedrige Materialkosten, hoher Reifegrad, starke Asien-Dynamik
- **PEMEL** wächst, bleibt aber deutlich hinter AEL (Kostendruck aus Asien)
- Hochlauf **AEMEL** ab 2035 auf bis zu 10 % Marktanteil in 2045 (da geringeres TRL)
- Hochlauf **SOEL** ab 2035 auf bis zu 5 % Marktanteil in 2045 (da geringeres TRL)



Entwicklung der globalen Fertigungskapazität in GW/a (Zubaurate), aufgeteilt nach Stützjahr & geschätztem Anteil der EL-Technologie für das Basis-Szenario

Datenbasis: IEA Hydrogen Production Database

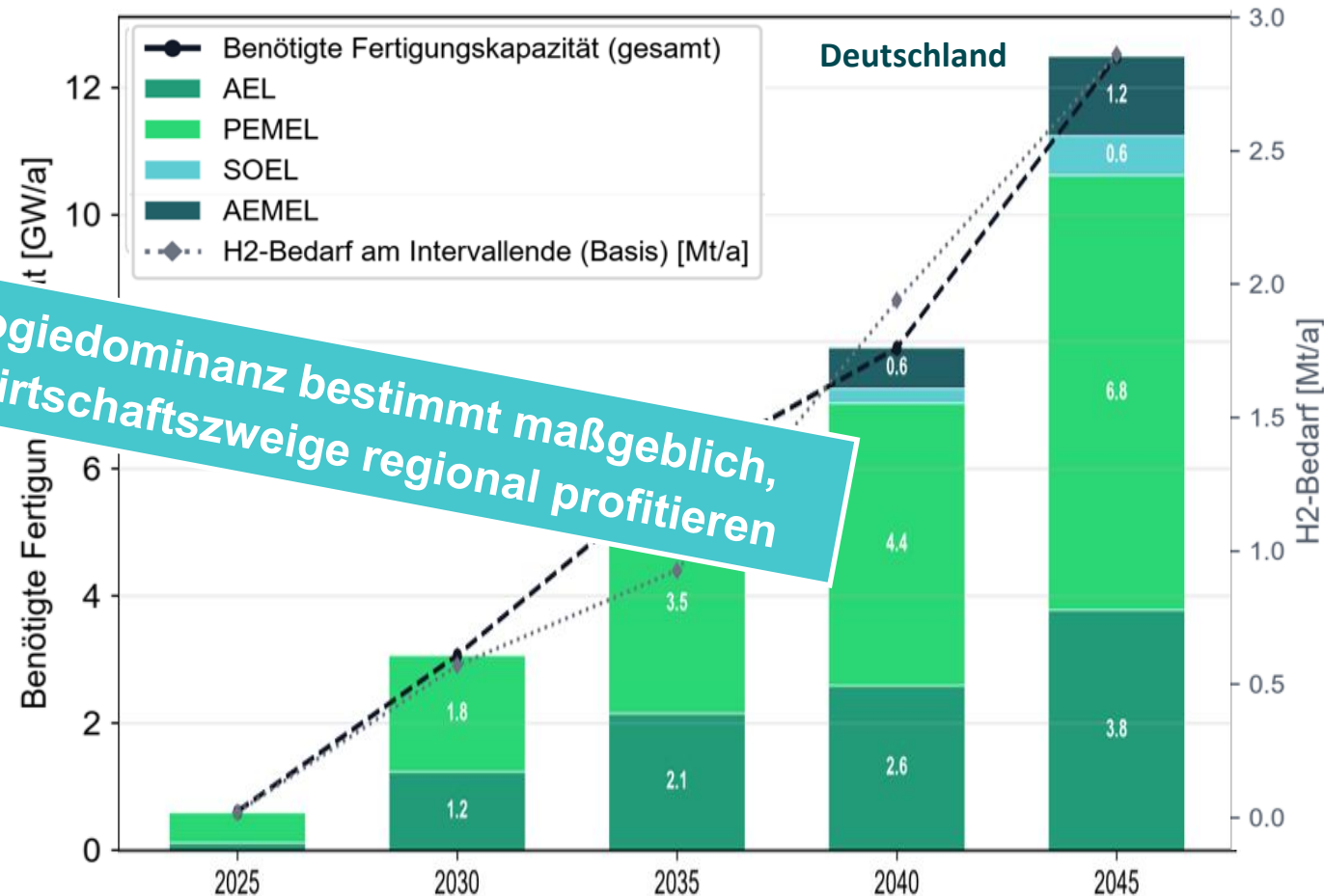
2025: operationale Projekte → 2030: FID-Projekte → 2030ff: lineare Fortschreibung

Anteil der Technologien am deutschen Markthochlauf

Wichtigste Annahmen:

- **AEL** wächst, bleibt aber deutlich hinter PEMEL zurück → Akteurslandschaft
- **PEMEL** dominiert Europa/Deutschland; Fördermaßnahmen, Netzstabilisierung, gut entwickelte Fertigungscluster
- Hochlauf **AEMEL** ab 2035 auf bis zu 10 % Marktanteil in 2045 (da geringeres TRL)
- Hochlauf **SOEL** ab 2035 auf bis zu 5 % Marktanteil in 2045 (da geringeres TRL)

Technologiedominanz bestimmt maßgeblich, welche Wirtschaftszweige regional profitieren



Entwicklung der deutschen Fertigungskapazität in GW/a (Zubaurate), aufgeteilt nach Stützjahr & geschätztem Anteil der EL-Technologie für das Basis-Szenario

Datenbasis: IEA Hydrogen Production Database

2025: operationale Projekte → 2030: FID-Projekte → 2030ff: lineare Fortschreibung

Welche Technologien und industriellen Kompetenzen sind relevant?



Übersicht der betrachteten Elektrolyse-Technologien

- **Technologischer Reifegrad:** AEL & PEMEL kommerziell etabliert, AEMEL & SOEL noch in Entwicklung
- **Elektrischer Wirkungsgrad:** Ähnlich bis auf SOEL (am höchsten, aber externe Wärmequelle notwendig)
- **Dynamik/Druck:** PEMEL ist Benchmark, AEMEL hat ähnliches Potenzial
- **Kosten/Material:** PEMEL benötigt Edelmetalle → höhere Kosten, AEL kostengünstigere Materialien aber geringere Leistungsdichte

Niedertemperatur (Wasser)-Elektrolyse		Hochtemperatur (Dampf)-Elektrolyse	
Alkalische Elektrolyse		Protonenaustausch-Elektrolyse	Festoxid-Elektrolyse
Flüssigelektrolyt	Polymerelektrolytmembran		Festoxidmembran
AEL	AEMEL	PEMEL	SOEL
ca. 50–60 kWh/kg	ca. 50–60 kWh/kg	ca. 50–60 kWh/kg	ca. 35–40 kWh/kg (bei Nutzung von Prozessdampf)
Nickelbeschichteter, perforierter Edelstahl	Nicht-edelmetallisch (Ni- oder Ni-Fe-Co-Legierungen)	Edelmetalle (Pt-Nanopartikel auf Kohlenstoffträger, Iridiumoxid)	Keramisch, Cermet (Perowskit-Oxide, Ni-YSZ-Cermet)
Wässrige KOH-Lösung mit porösem anorganischem Diaphragma (z. B. ZrO ₂).	AEM-Polymer (z. B. DVB-basiert), oft mit verdünnter KOH/NaHCO ₃ .	PFSA-Polymermembran (z. B. Nafion) als fester Protonenleiter.	Dichte keramische Sauerstoffionenleiter (meist YSZ, yttria-stabilisiertes Zirkoniumoxid).
Günstig, robust / niedrige Stromdichte	Wenig Edelmetalle / Membranlebensdauer	Hohe Dynamik, kompakt / Teure Edelmetalle	Hoher Wirkungsgrad / Starke Degradation

Methodisches Vorgehen zur Technologieanalyse

Bestimmung Kostenanteile und notwendigen
Kompetenzen für alle vier Technologien auf
Basis eines vergleichbaren Systemaufbau mit
identischen Systemgrenzen

- Referenzsystem: Nennleistung 100 MW_{DC},
H₂-Ausgangsdruck 30 bar und Reinheit 5.0
- Unterteilung in 8 Hauptkomponentengruppen:
Stack, Gasaufbereitung, Wasseraufbereitung,
Gleichrichter, Sensorik / Steuerung /
Messtechnik, Kühlsystem, Sicherheit /
Rohrleitungen, Kompressor (AEL, SOEL)

Technologie	Heute (€/kW)	2030	2035	2040	2045
AEL	900	700	520	450	400
AEMEL	1.500	1.000	700	520	430
PEMEL	1.000	850	620	520	460
SOEL	2.000	1.200	950	780	650

Übersicht der angenommenen, spezifischen Herstellkostenentwicklung der
betrachteten Elektrolysetechnologien, Fortschreibung auf Basis der Methodik
von Lernkurven zur Produktionskapazitätsverdopplung [13]

Zielparameter je Komponente

Materialien

Produktions-
schritte

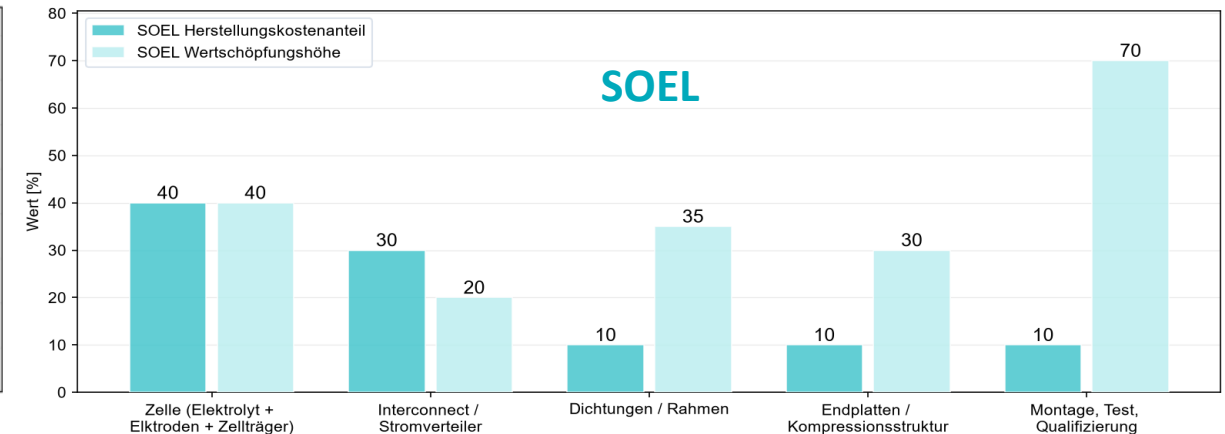
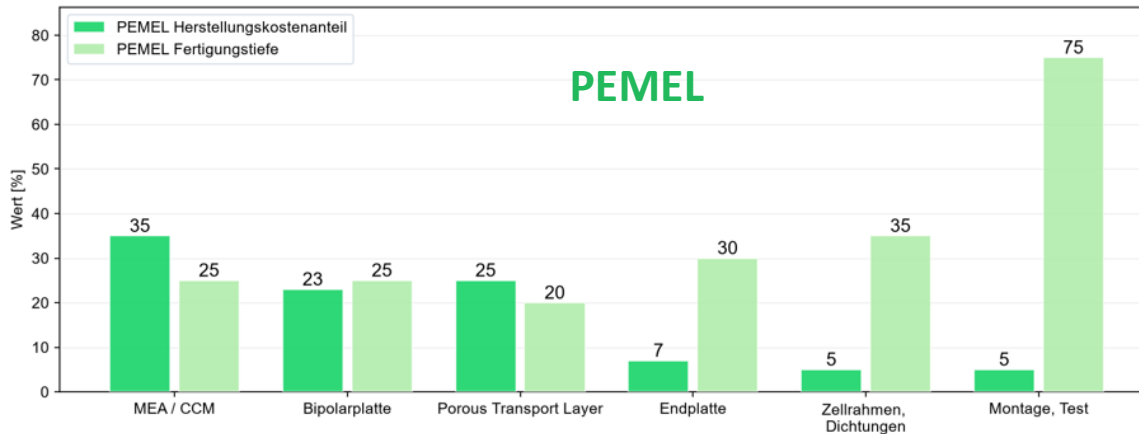
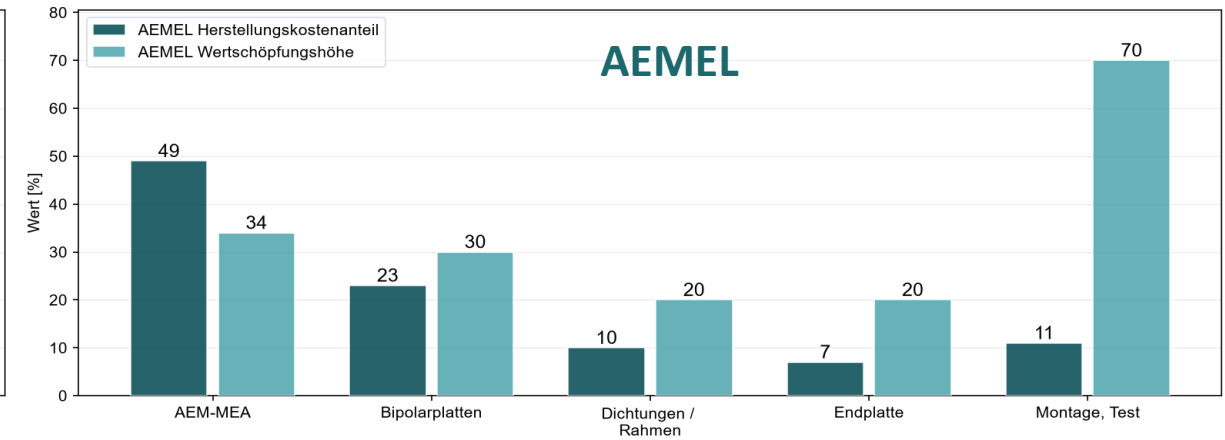
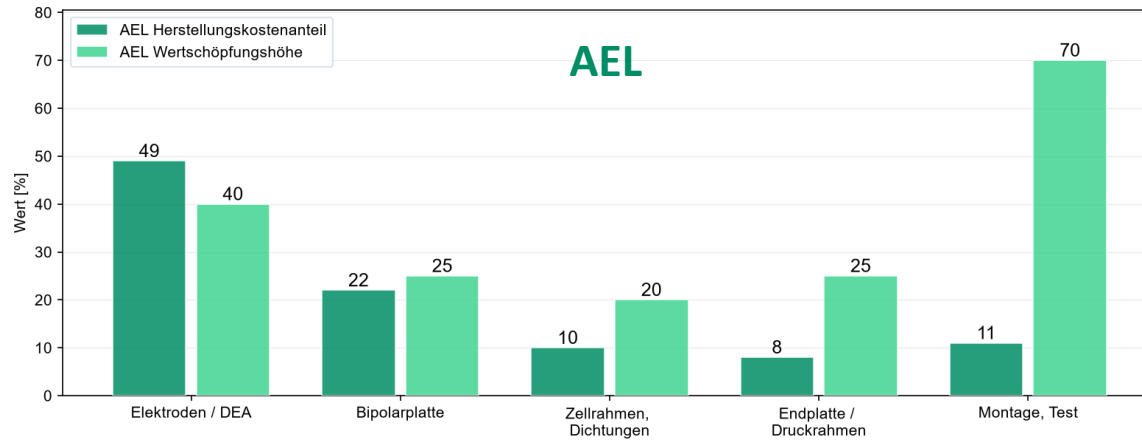
Fertigungstiefe

Herstellungs-
kostenanteile

Kompetenz-
anforderungen

Qualifikationen

Herstellungskostenanteile & Fertigungstiefe für Elektrolyse-Stacks



Wie gut ist Ostdeutschland positioniert und welches Produktionspotenzial besteht?



Bestehende Akteurslandschaft in Ostdeutschland

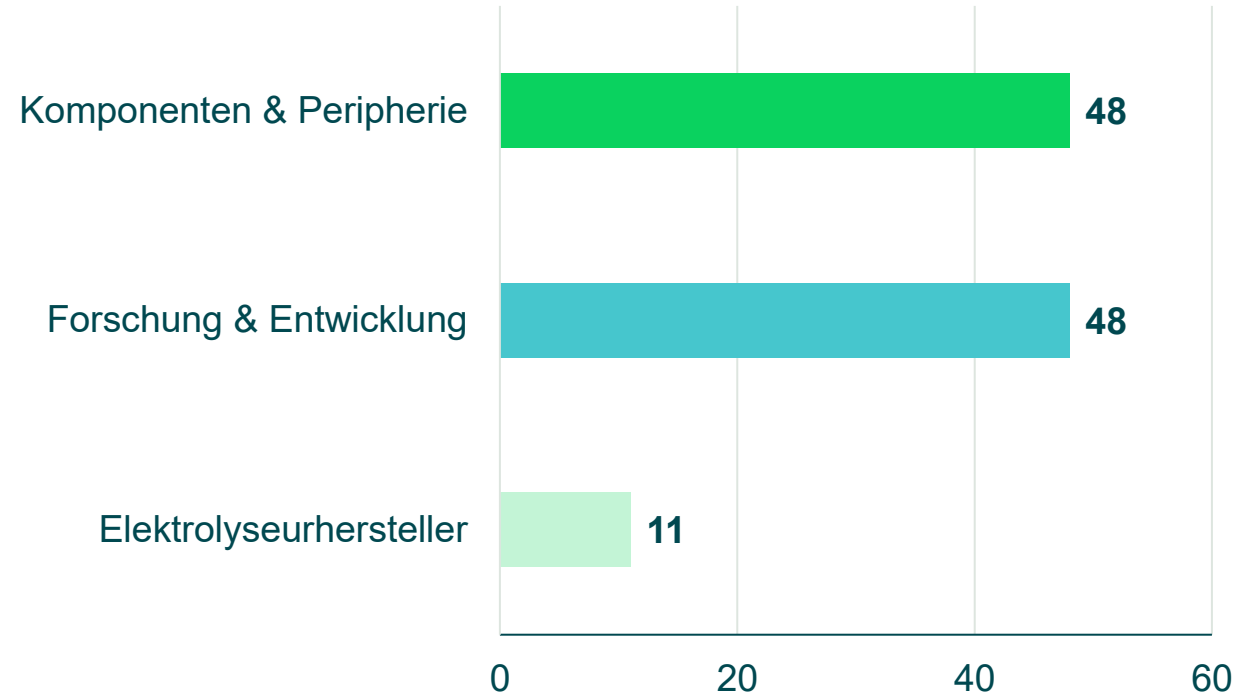
In der für Ostdeutschland durchgeführten **Akteursanalyse** konnten über 100 Firmen und Einrichtung identifiziert werden:

- Hersteller von Elektrolyseuren
- Anbieter von Komponenten & Peripheriegeräten
- Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen

Fazit: Ostdeutschland verfügt über eine überdurchschnittlich hohe F&E-Dichte im Bundesvergleich

Wie gut ist Ostdeutschland positioniert und welches Produktionspotenzial besteht?

16



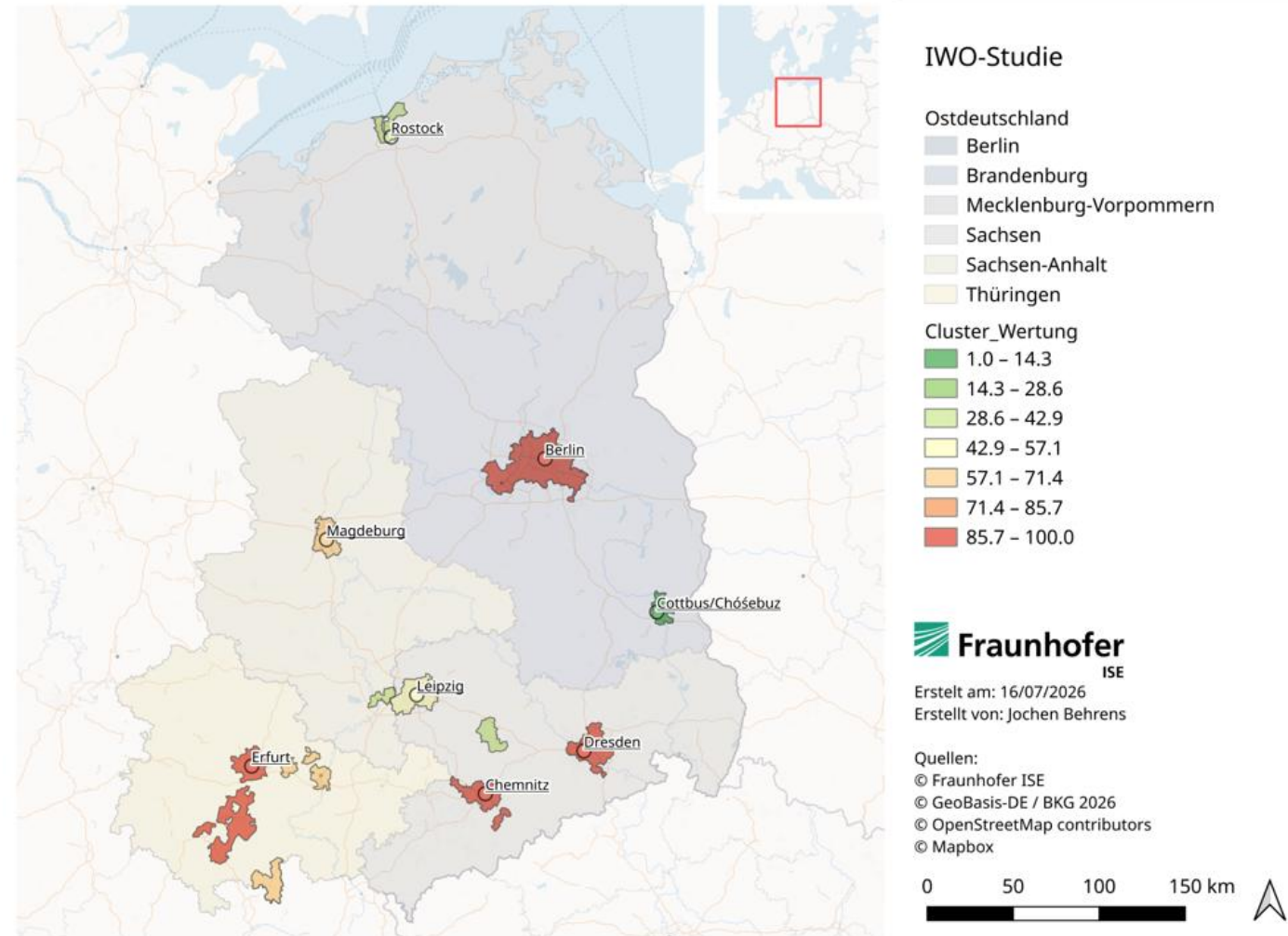
Auswertung der Unternehmensliste für die ostdeutschen Bundesländer, aufgeteilt nach den untersuchten Hauptkategorien (Branchen)

Ostdeutschland als Produktions- und Zulieferstandort

Ausgeprägte regionale Kompetenz-
schwerpunkte bestehen im Raum:

- Dresden–Chemnitz (AEL/SOEL) als
breitester Standort entlang der
Wertschöpfungskette
- Berlin-Postdam (PEMEL)
- Erfurt–Arnstadt–Sonneberg (Multi-Tech)

Fazit: Wesentliche Voraussetzungen sind
vorhanden, um bestehende industrielle
Kompetenzen weiterzuentwickeln und
zusätzliche Teile der Wertschöpfungskette
regional zu verankern.



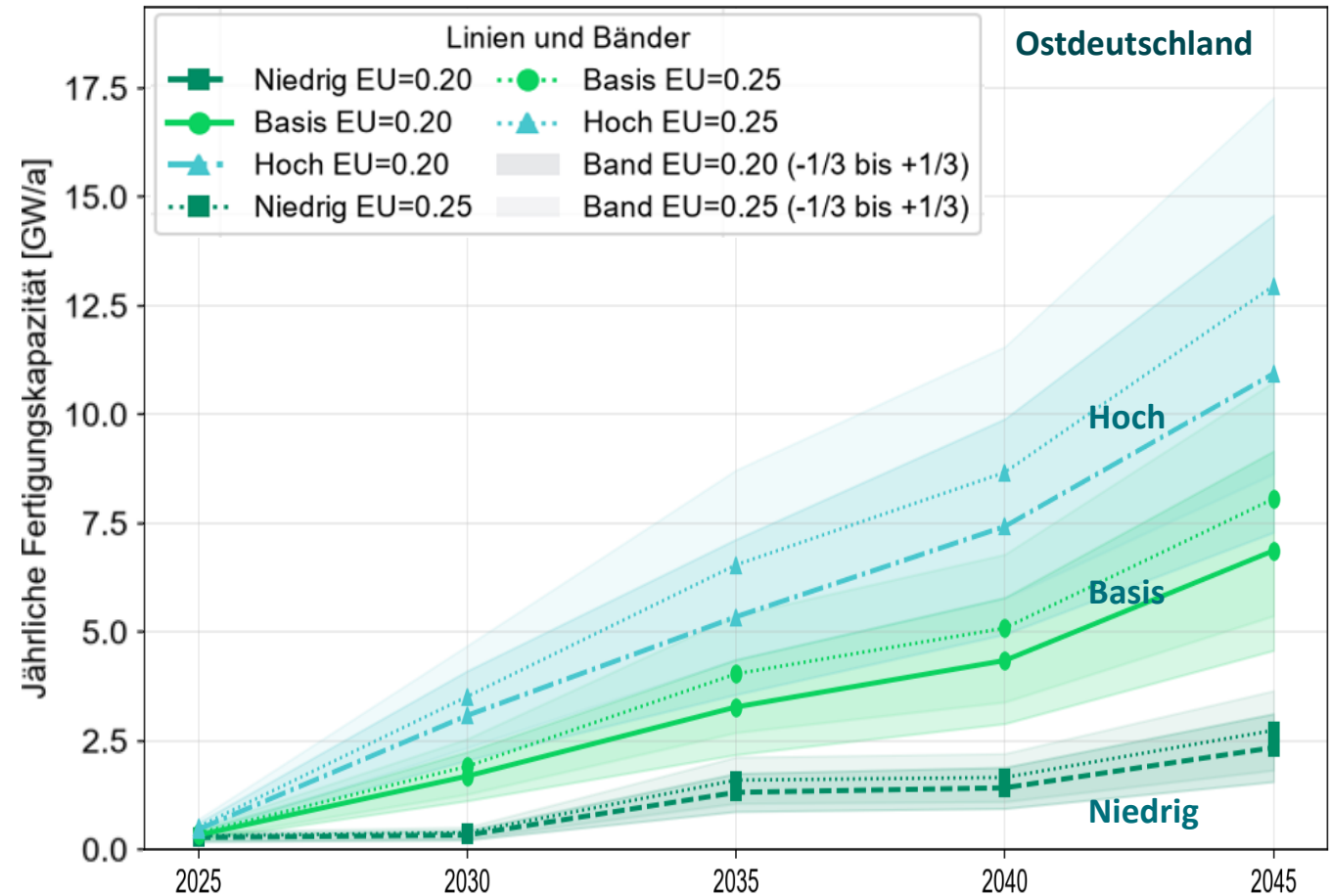
Clusterkarte von Ostdeutschland mit den Clusterwertungen nach Dichte, Breite und Balance, auf Gemeindeebene aufgelöst. Erstrecken sich Cluster über eine Gemeinde hinweg, werden die Gebietskulissen zusammengezogen.

Markthochlauf für Elektrolyseure aus Ostdeutschland

55 % der deutschen Fertigungskapazität
(OEM + Zulieferer) sind derzeit in den
ostdeutschen Bundesländern lokalisiert
(bestehenden/angekündigten Kapazitäten)

Annahmen für Fertigungskapazitäten:

- Europa deckt 70 % des europäischen (IAA) und 20 / 25 % des Weltmarkts ab
- Deutschland hat 50 % EU-Marktanteil
- Ostdeutschland deckt davon 55 % ab
- Sensitivitätsbetrachtung mit +/- 1/3 Band



Entwicklung der jährlichen Fertigungskapazität (Zubaurate) in GW/a für Ostdeutschland, in den drei Szenarien (Niedrig, Basis, Hoch) für einen EU-Anteil am globalen Markt von 20 % bzw. 25 %. Meta-Analyse von [1, 4, 5, 8] und eigenen Annahmen.

Von Elektrolyseuren zu regionaler Wertschöpfung



Von Produktionspotenzialen zu Wertschöpfung und Beschäftigung



- Wie groß die regionale Wirkung ausfällt, hängt nicht nur vom Produktionsvolumen, sondern auch von der Einbindung ostdeutscher Zulieferketten ab.

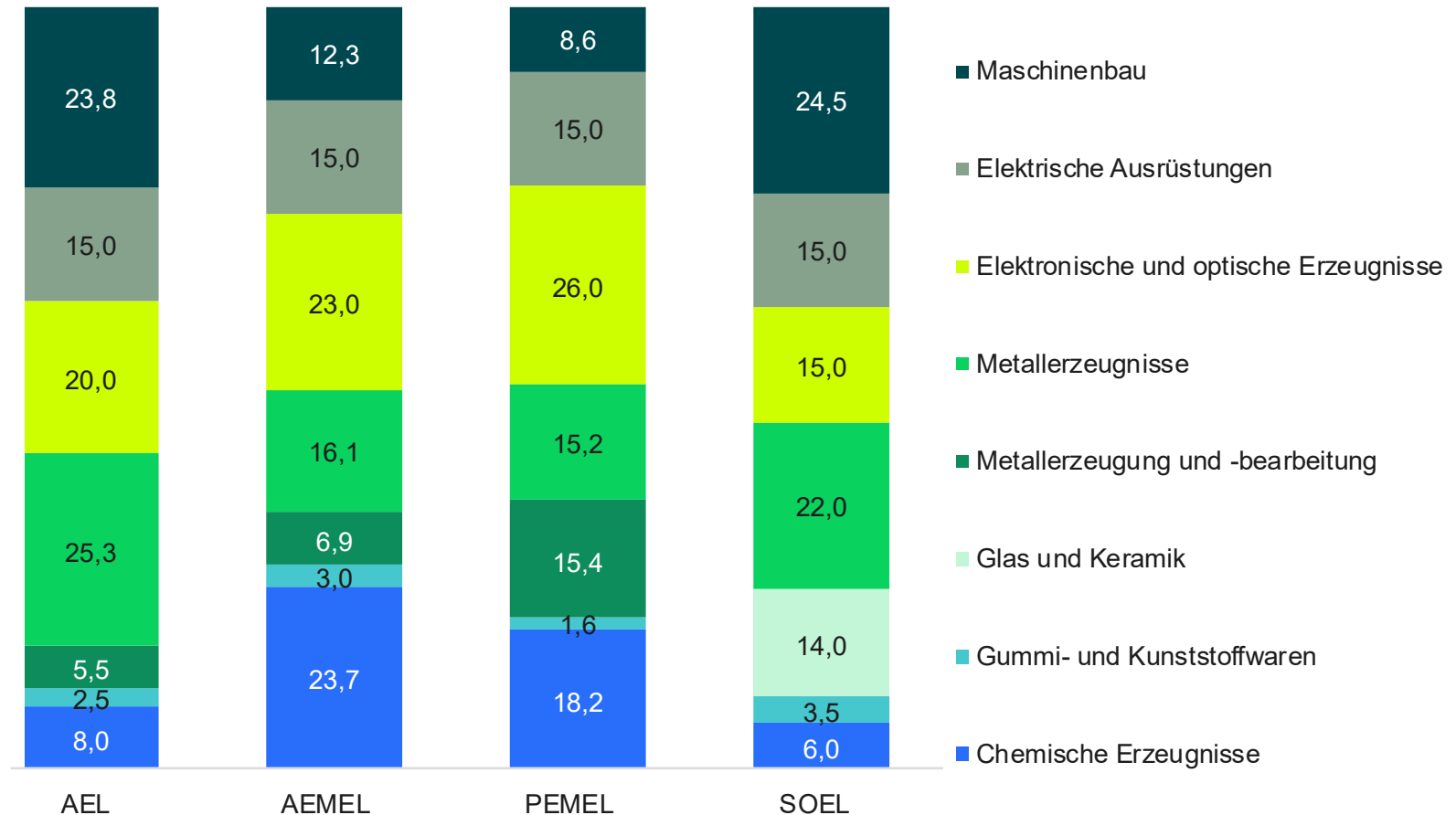
Die vier Elektrolysetechnologien setzen unterschiedliche industrielle Impulse

AEL und SOEL: Kompressoren erhöhen den Maschinenbauanteil auf rund 24 %

SOEL: Zellkomponenten schaffen einen relevanten Impuls für die Keramikherstellung (14 %)

Alle: Sensorik, Messtechnik und Steuerung sorgen für einen relevanten Elektronikanteil ($\geq 15\%$)

Anteile der Wirtschaftsbereiche an den Herstellkosten in Prozent



Im Basisszenario liegt das Wertschöpfungspotenzial 2045 bei rund 1,4 Mrd. € pro Jahr

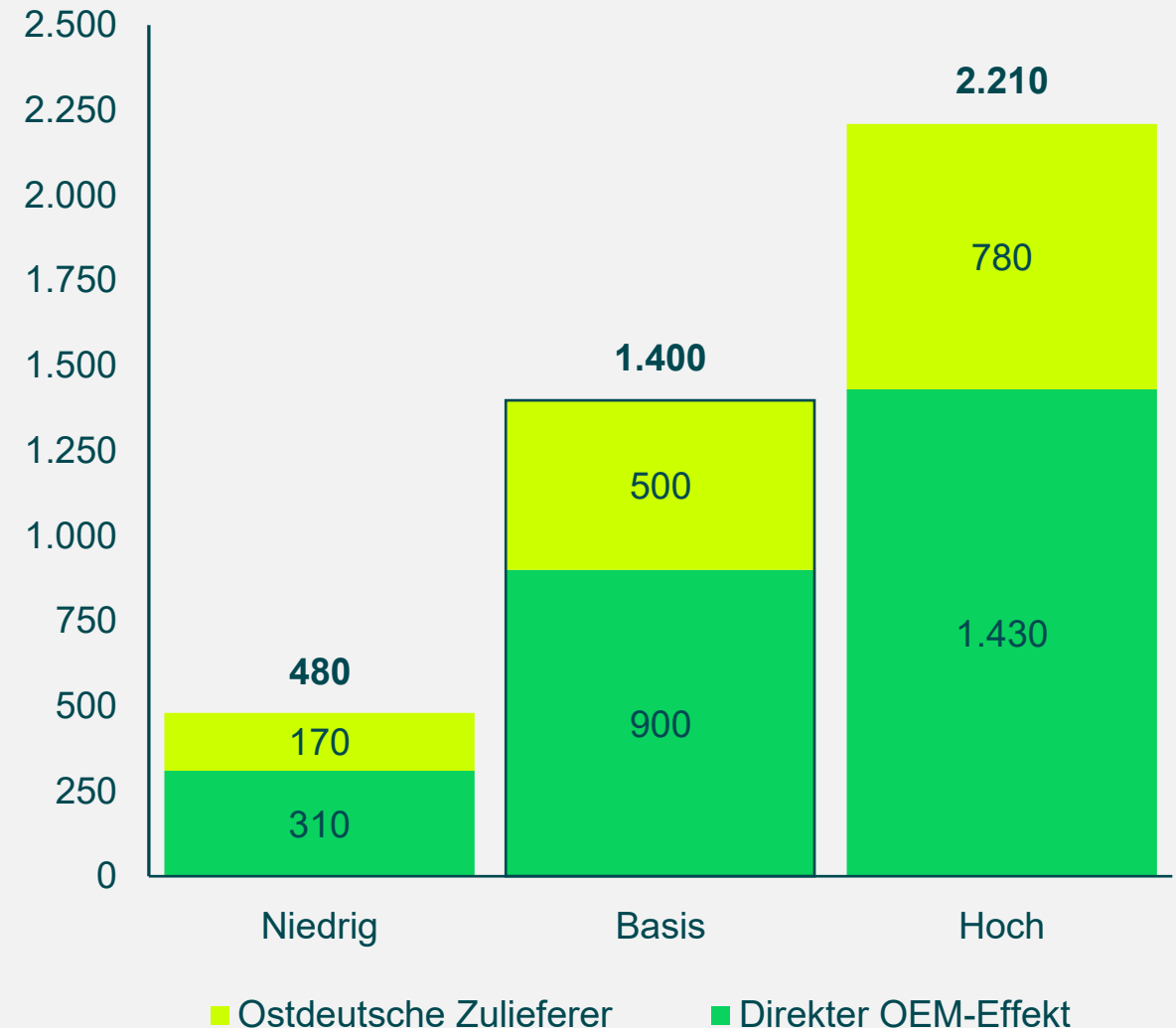
Der Markthochlauf bestimmt die Größenordnung:

Im hohen Szenario ist das jährliche Wertschöpfungspotenzial **mehr als viermal so hoch** wie im niedrigen Szenario.

Die Wirkung reicht deutlich über die OEMs hinaus:

Bei aktueller regionaler Zulieferstruktur entsteht **rund ein Drittel der Wertschöpfung bei ostdeutschen Zulieferern**

Bruttowertschöpfung in Ostdeutschland nach Markthochlaufszenario, 2045, in Mio. €



Stärkere regionale Zulieferketten erhöhen die Wertschöpfung in Ostdeutschland

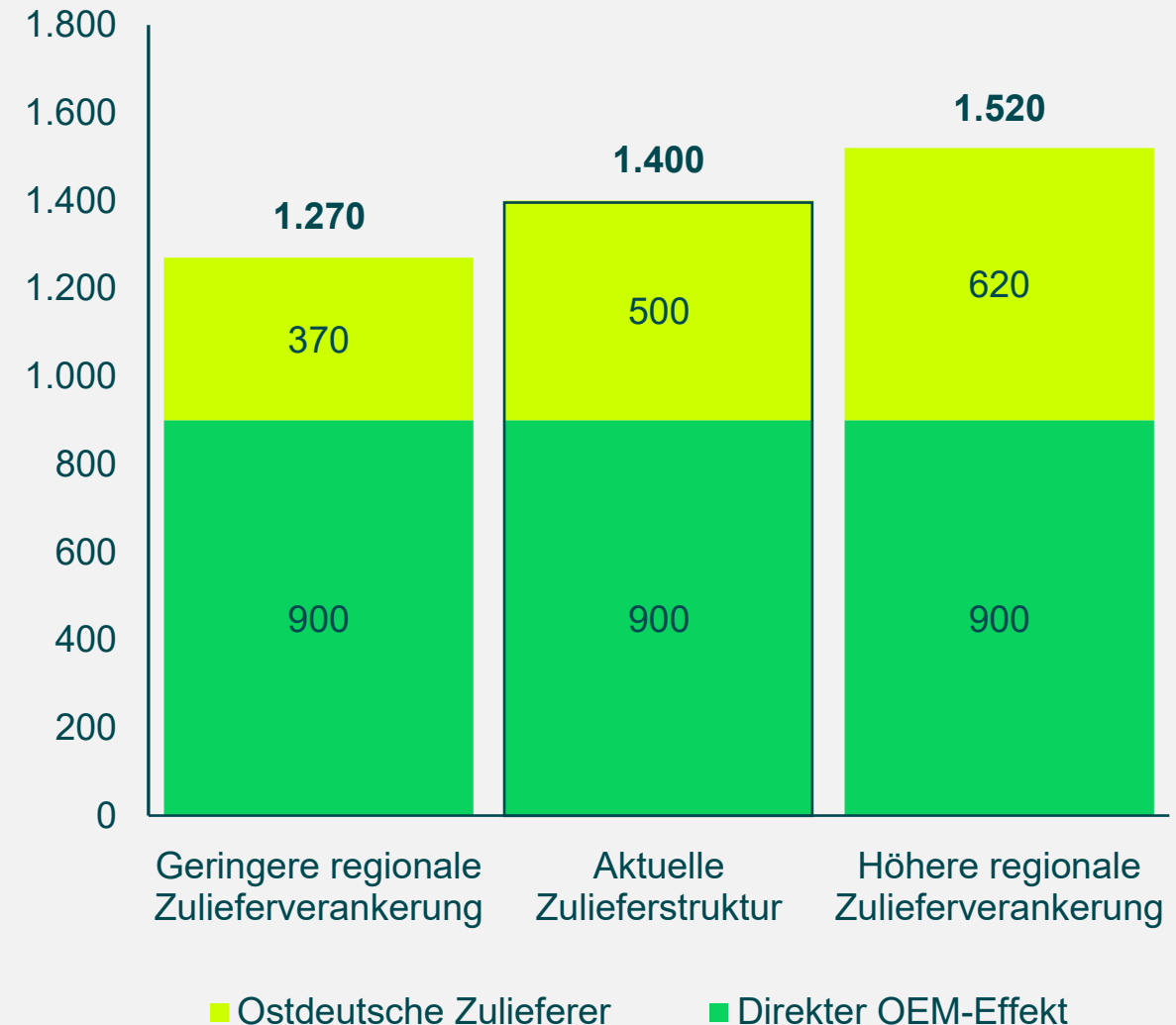
Die Zulieferstruktur ist ein eigenständiger Hebel:

Auch bei gleichem Produktionsvolumen kann eine **stärkere regionale Verankerung der Zulieferketten** zusätzliche Wertschöpfung in Ostdeutschland binden

Es besteht Regionalisierungspotenzial:

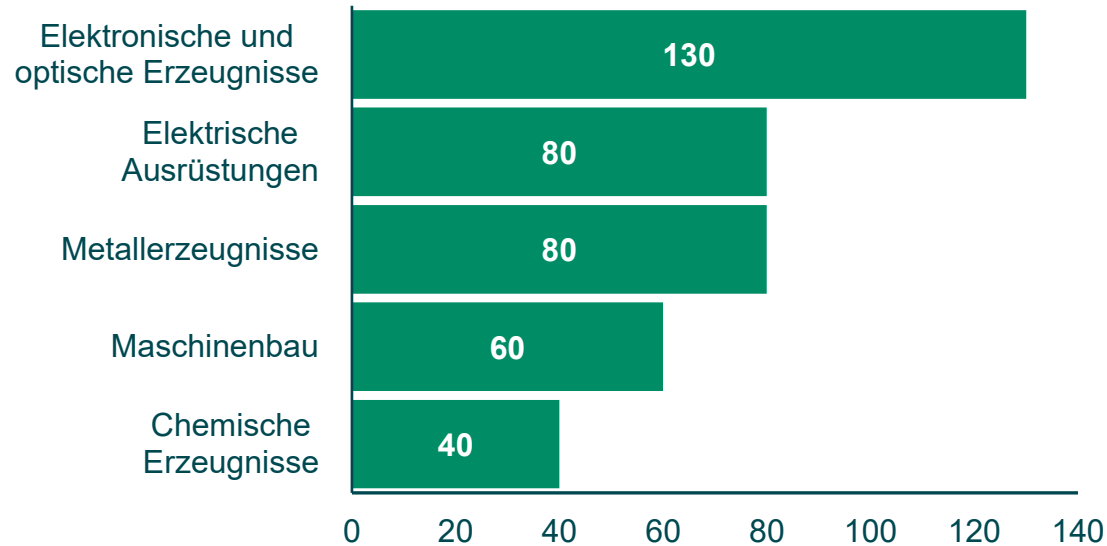
In der aktuellen Lieferstruktur entstehen rund **45 % der Zulieferwertschöpfung in Ostdeutschland**

Bruttowertschöpfung in Ostdeutschland im Basisszenario nach regionaler Zulieferstruktur, 2045, in Mio. €



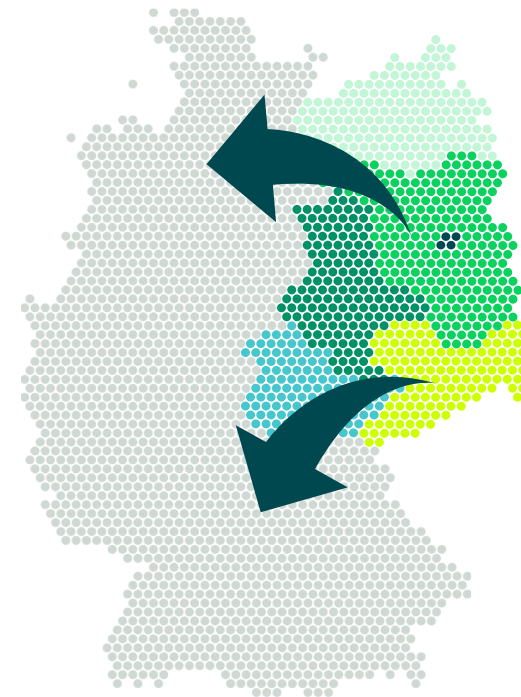
Die Elektrolyseurwirtschaft eröffnet industrielle Zulieferpotenziale, auch durch Produktion außerhalb Ostdeutschlands

Knapp vier Fünftel der indirekten Wertschöpfung konzentrieren sich auf fünf industrielle Zulieferbranchen



Bruttowertschöpfung in den Top-5 Zulieferbranchen; bei aktueller Zulieferstruktur im Basisszenario, 2045, in Mio. €

Zusätzliche Absatzchancen entstehen auch außerhalb der Region



Rund 250 Mio. € zusätzliche Bruttowertschöpfung* können im Basisszenario 2045 bei ostdeutschen Zulieferern durch Elektrolyseurproduktion in Westdeutschland entstehen

*Vereinfachte Zusatzabschätzung unter Annahme vergleichbarer Produktions- und Lieferstrukturen in Ost- und Westdeutschland

Welche Arbeits- und Fachkräfte werden benötigt?



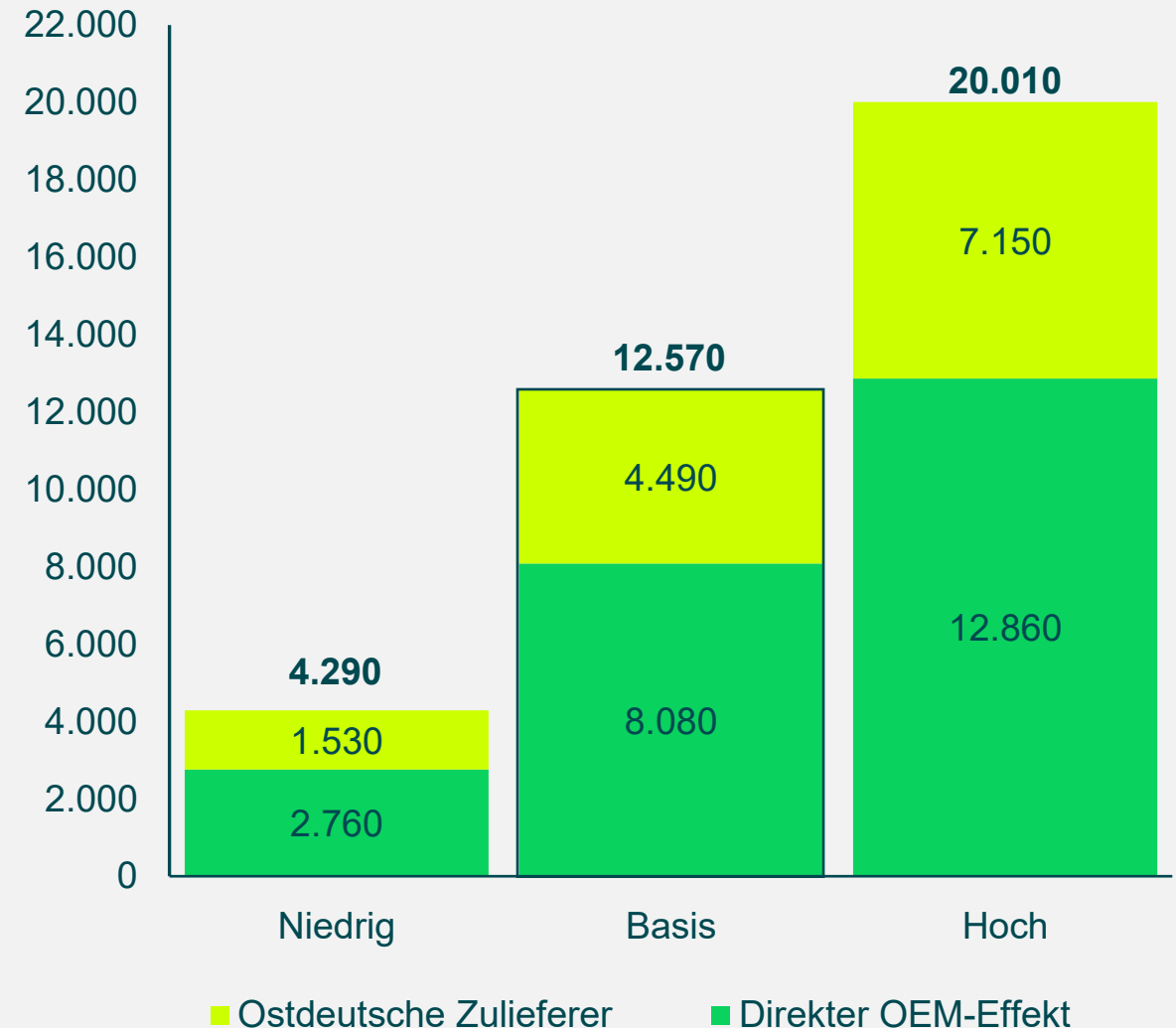
Im Basisszenario sind 2045 rund 12.570 Beschäftigte mit der Elektrolyseurproduktion verbunden

Das Beschäftigungspotenzial im Basisszenario
entspricht damit nahezu der heutigen Beschäftigung
in der **Telekommunikationsbranche in**
Ostdeutschland

Auch westdeutsche Produktion schafft
Beschäftigungspotenziale in Ostdeutschland:
Durch Zulieferverbindungen entsteht ein zusätzlicher
Beschäftigungseffekt von rund 1.730 Personen*
bei ostdeutschen Zulieferern

*Vereinfachte Zusatzabschätzung

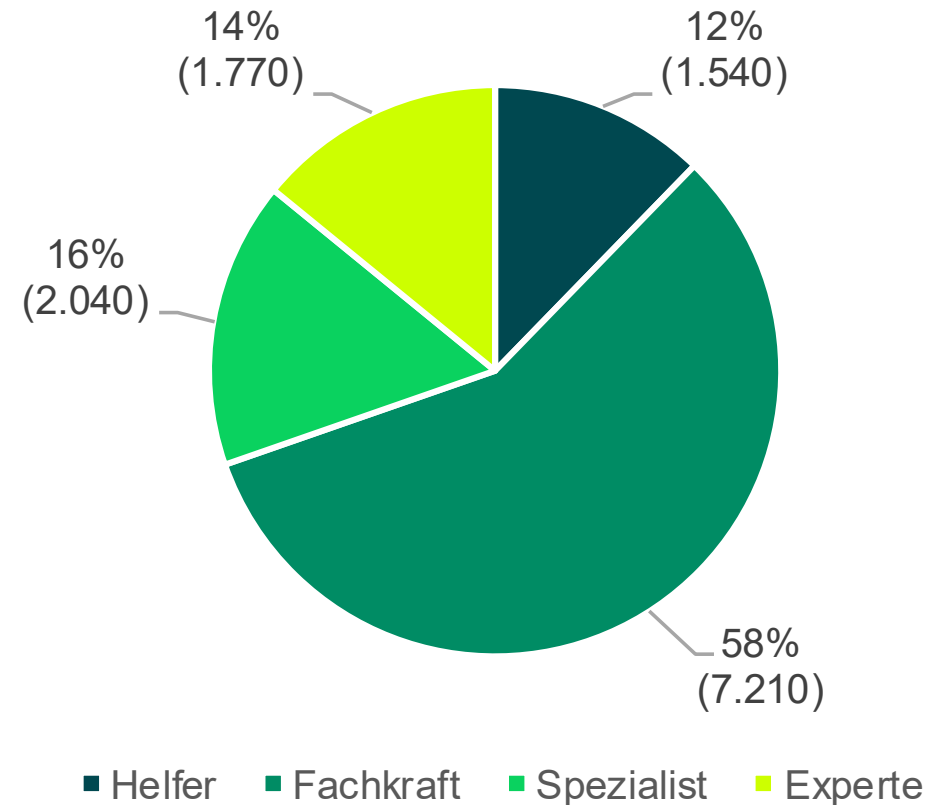
Beschäftigung in Ostdeutschland nach Markthochlaufszenario, 2045, in Personen



Der Beschäftigungsaufbau betrifft vor allem Fachkräfte aber auch Spezialisten und Experten

Schwerpunkt auf Fachkräfteniveau: Der Hochlauf schafft vor allem **klassische Industriearbeitsplätze**. Die betriebliche Ausbildung wird damit zu einem zentralen Hebel, um **das Beschäftigungspotenzial zu realisieren**

Breite Qualifikationsbasis erforderlich: Mit relevanten Anteilen von **Spezialisten und Experten** braucht der Hochlauf zugleich **Fortbildungs- und akademische Qualifikationswege**

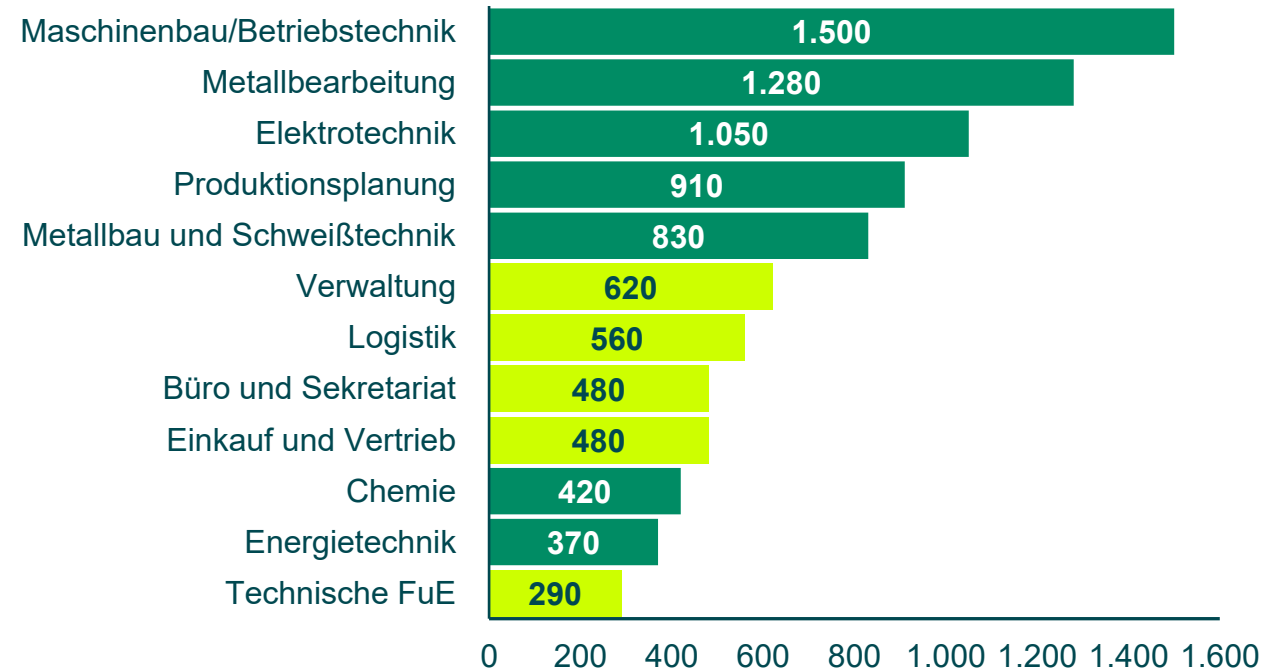


Beschäftigung nach Anforderungsniveau; bei aktueller Zulieferstruktur im Basisszenario, 2045, in Personen und Prozent; Einzelwerte gerundet

Die Beschäftigungseffekte konzentrieren sich auf technische Kernberufe, reichen aber deutlich darüber hinaus

Technisch-industrieller Kern: Rund 44 Prozent der Beschäftigungseffekte entfallen auf die fünf größten Berufsgruppen, vor allem mit technischen und produktionsnahen Kompetenzen

Der Hochlauf wirkt aber nicht nur in der Produktion: Auch Logistik, Verwaltung, Einkauf und Vertrieb sowie FuE sind beteiligt und **eröffnen damit breitere Beschäftigungschancen**



Beschäftigung nach Berufsgruppe; bei aktueller Zulieferstruktur im Basisszenario, 2045, in Personen; Einzelwerte gerundet

Weiterqualifizierung kann Beschäftigten den Zugang zu besonders gefragten technischen Berufen eröffnen

Engpässe sind bereits heute sichtbar:

Besonders angespannt ist die Situation in **Elektrotechnik** sowie **Metallbau- und Schweißtechnik**

Handlungsbedarf unterscheidet sich nach

Qualifikation: In der Elektrotechnik nimmt die Anspannung mit dem Anforderungsniveau zu; andere Berufe zeigen vor allem auf einzelnen Qualifikationsstufen eine angespannte Arbeitsmarktsituation

Aktuelle Engpasssituation in den fünf Berufsgruppen mit den größten Beschäftigungseffekten

Berufsgruppe	Fachkräfte	Spezialisten	Experten
Maschinenbau/Betriebstechnik	1,5	1,7	1,6
Metallbearbeitung	1,9	-	-
Elektrotechnik	1,7	2,0	2,2
Produktionsplanung	-	1,9	1,5
Metallbau und Schweißtechnik	2,1	-	-

kleiner 1,5: kein Engpassberuf
 1,5 bis unter 2,0: Berufe unter Beobachtung
 2,0 bis 3,0: Engpassberuf

Ein Strich („-“) kennzeichnet, dass keine Engpassdaten ausgewiesen sind. Die Analyse bildet die aktuelle Engpasslage ab und stellt keine langfristige Fachkräfteprognose dar

Was muss passieren, damit Ostdeutschland das Potenzial realisiert?



Drei Hebel entscheiden, wie viel des Potenzials in Ostdeutschland realisiert wird

1 Industrielle Basis nutzen

~80 % der indirekten Wertschöpfung entstehen in fünf industriellen Zulieferbranchen

Bestehende Industriekompetenzen sichtbar machen und **gezielt in Elektrolyseur-Lieferketten integrieren**



2 Regionale Wertschöpfung erhöhen

~1/3 der Wertschöpfung entsteht bei Zulieferern; zusätzlich sind rund 250 Mio. € durch Lieferungen an westdeutsche Elektrolyseurhersteller möglich

Regionale Zulieferbeziehungen stärken und ostdeutsche Unternehmen auch **überregional als Zulieferer positionieren**



3 Fachkräftebasis sichern

44 % des Beschäftigungseffekts entfallen auf fünf technische Kernberufe, teils bereits heute mit Engpässen

Fachkräftestrategien entwickeln und Ausbildung und Weiterbildung gezielt auf relevante Berufsprofile ausrichten



Fragen & Antworten

Link zur Studie



Vielen Dank!

Florian Fickler
WifOR Institute
Florian.Fickler@wifor.com

Tom Smolinka
Fraunhofer ISE
Tom.Smolinka@ise.fraunhofer.de