# LANGFRISTSZENARIEN FÜR DIE TRANSFORMATION DES ENERGIESYSTEMS IN DEUTSCHLAND (LFS4)

Vorstellung Vorabanalyse Wasserstoff-Kernnetz | 18.11.2025

Vorabanalyse für Berücksichtigung des Wasserstoff-Kernnetzes in einem Topologieentwicklungspfad

Berkan Kuzyaka, Maximilian Evers, Joachim Müller-Kirchenbauer

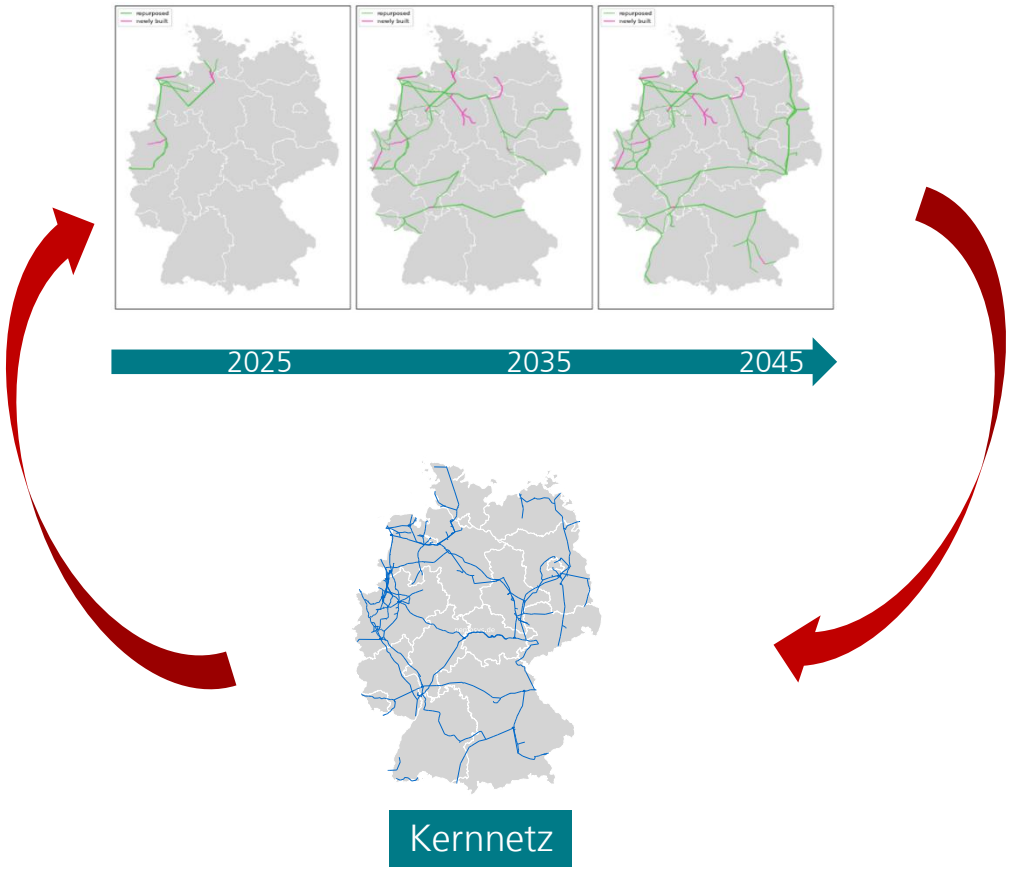
# Vorabanalyse: Berücksichtigung des Wasserstoff-Kernnetzes in einem Topologieentwicklungspfad (TEP)

**Ausgangslage:**

- Bisher waren die Leitungen des genehmigten Wasserstoffkernnetzes im LFS nicht detailliert berücksichtigt.
- § 28q EnWG verankert Leitungen gesetzlich, sofern deren Inbetriebnahme vor dem 31.12.2027 liegt. Alle anderen Leitungen sollen im Rahmen der NEP überprüft und bestätigt werden.
- Einspeiseseitige Verbesserungen
  - Berücksichtigung aktueller Projektplanungen
  - Berücksichtigung der GÜP, um flexibel auf Szenarioannahmen reagieren zu können
- Modellierung des korrespondierenden Erdgas-Restnetzes (Negativplanung)

**Zielsetzung:**

- Einbettung des Wasserstoffkernnetzes in einen bedarfsgerechten Topologieentwicklungspfad (TEP), der flexibel auf Szenarioannahmen angepasst werden kann



# Methodik: Abgleich des genehmigten Wasserstoffkernnetzes mit O45-Szenarien ermöglicht bedarfsgerechte Planung

**1** Identifikation der Pipelineabschnitte, die im §28q EnWG gesetzlich verankert sind

→

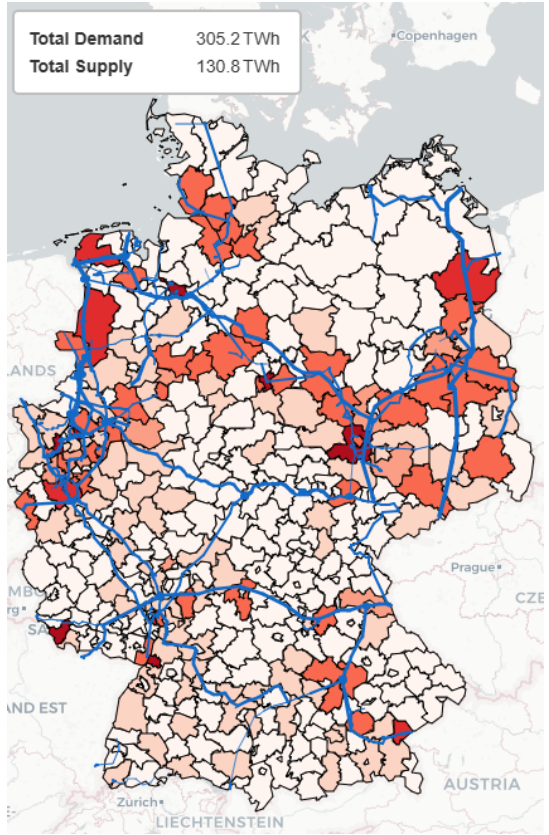
**2** Gegenüberstellung der Abschnitte im Wasserstoff-Kernnetz und O45-Strom-Topologien

↓

**3** Abgleich der Topologien mit den O45-Szenarieanforderungen

→

**4** Bedarfsgerechter Anschluss der Regionen zum Topologieentwicklungspfad




Kernnetz (Genehmigung vom 22. Oktober 2024) mit den Nachfragedaten von O45-Strom 2045

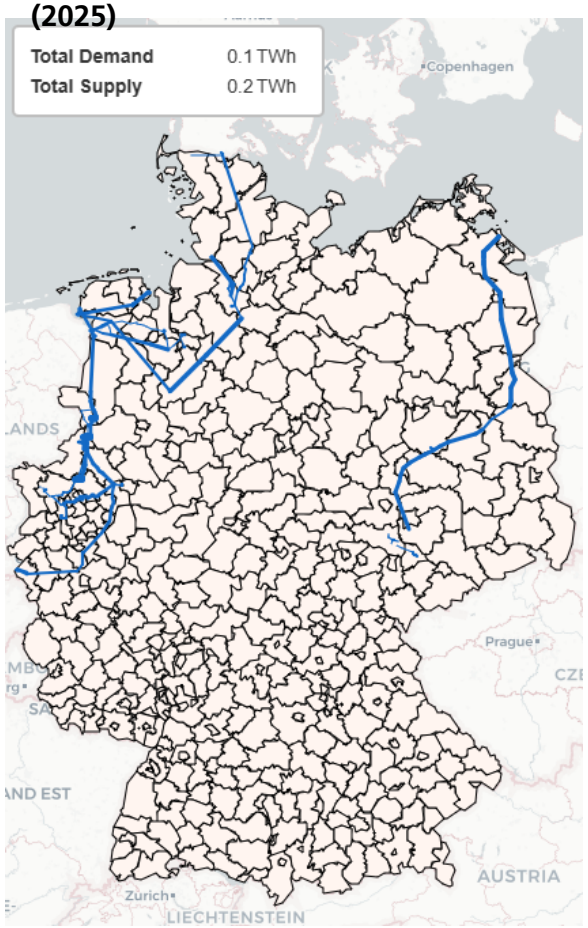
- 1) Die Leitungsabschnitte im genehmigten Wasserstoffkernnetz wurden untersucht und die gesetzlich verankerten Projekte identifiziert, von deren Betrieb auszugehen ist.
- 2) Alle anderen Projekte wurden mit den Leitungsabschnitten des O45-Strom-Szenarios gegenüber gestellt, um Gemeinsamkeiten, Unterschiede sowie mögliche Trassenplanungen zu identifizieren.
- 3) Trassenplanungsoptionen wurden mit den Anforderungen des O45-Strom-Szenarios verglichen und notwendige Anschlüsse identifiziert.
- 4) Regionen wurden im Topologieentwicklungspfad bedarfsgerecht angeschlossen.



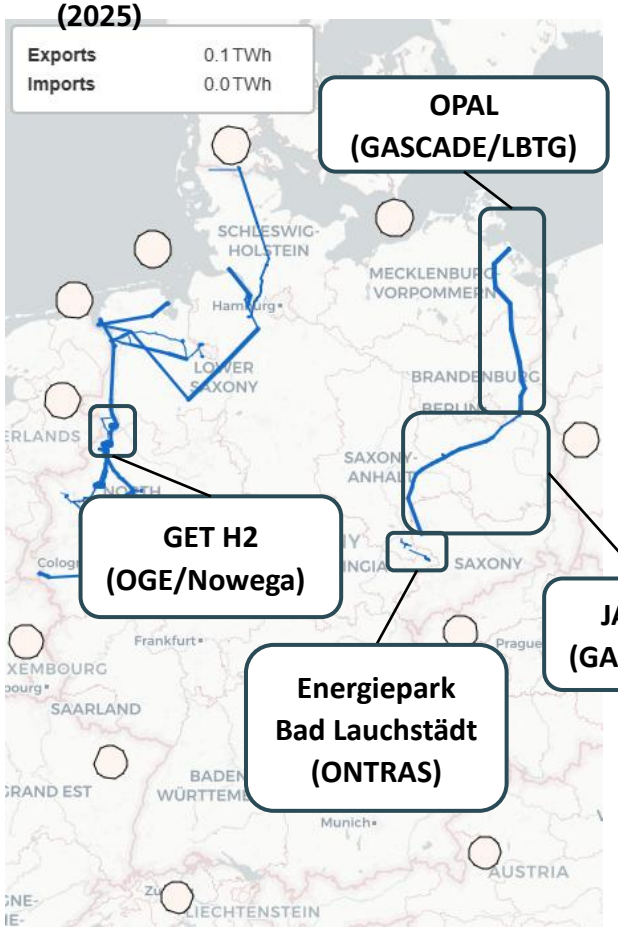
Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

# Flexibel anpassbares Wasserstoff-Startnetz je nach Szenarioanforderungen im Jahr 2025

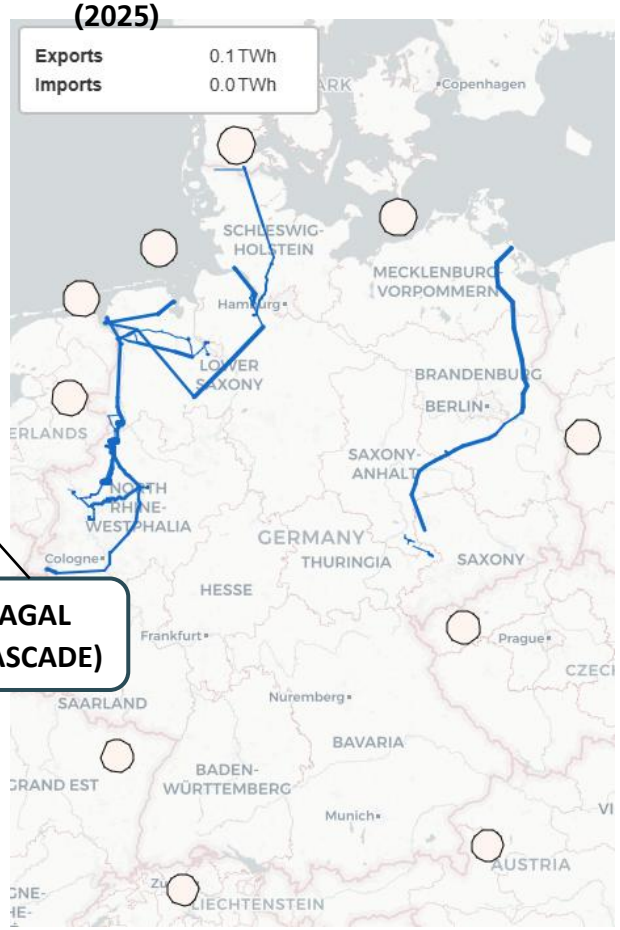
**Wasserstoffnachfrage in O45-Strom (2025)**




**Wasserstoffexport in O45-Strom (2025)**




**Wasserstoffimport in O45-Strom (2025)**




- Im Wasserstoff-Kernnetz sind bis Ende 2025 14 Pipelineprojekte mit einer Länge von 525 km (4 % Neubauanteil geplant).
- Diese Projekte sind im §28q EnWG verankert
- OPAL, JAGAL und Energiepark Bad Lauchstädt sind die ersten Projekte im Osten Deutschlands.
- GET H2 ist das einzige Neubauprojekt.
- Stützjahr 2025 ist aufgrund der geringen Angebot- und Nachfragemengen eher als Bauvorleistung zu betrachten, die verschiedene Regionen anbindet und flexibel angepasst werden kann.
- Dieses Stützjahr hat 2.300 km Netzlänge mit 85% Umwidmungsanteil.

# Zwischenschritt: Aufnahme der in § 28q EnWG verankerten Leitungen spätestens bis 2030

**Wasserstofftopologie (2025)**

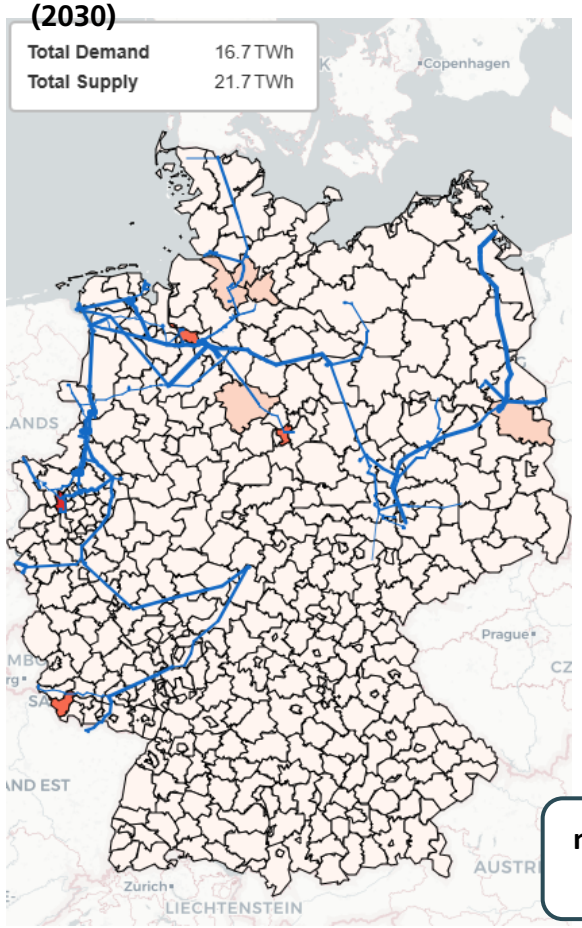
**Gesetzlich verankerte Leitungen (2027)**

**Wasserstofftopologie (2030)**

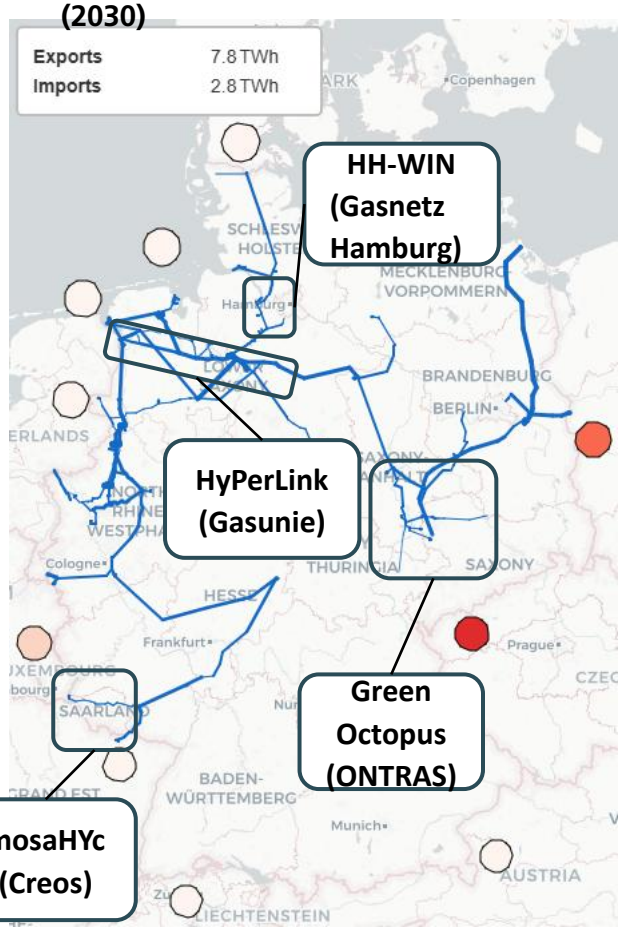
- In der mittleren Abbildung sind die im §28q EnWG verankerten Leitungsabschnitte zu sehen, die von NEP nicht mehr überprüft und bestätigt werden.
- In den kommenden Stützjahren wurden diese Leitungsabschnitte mitberücksichtigt.
- Sie haben eine Länge von 2.395 km und einen Neubauanteil von 32 %.
- Diese Leitungen ergeben kein zusammen-hängendes Netz.
- Sie befinden sich im Nordwesten und Osten Deutschlands sowie in der Region Salzgitter.

# Ab dem Jahr 2030 ergibt sich ein zusammenhängendes Netz, welches bereits viele GÜP anbindet

**Wasserstoffnachfrage in O45-Strom (2030)**




**Wasserstoffexport in O45-Strom (2030)**

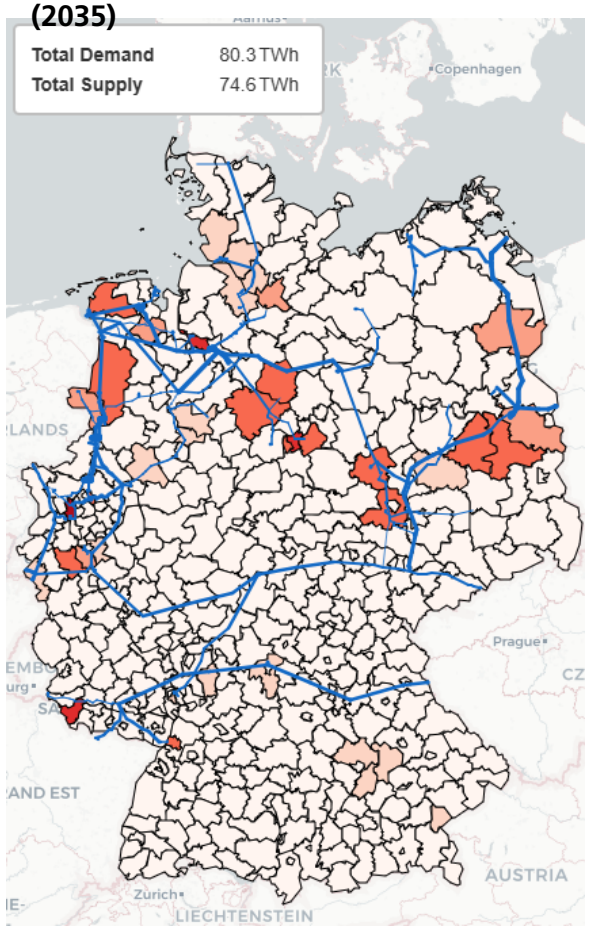



**Wasserstoffimport in O45-Strom (2030)**

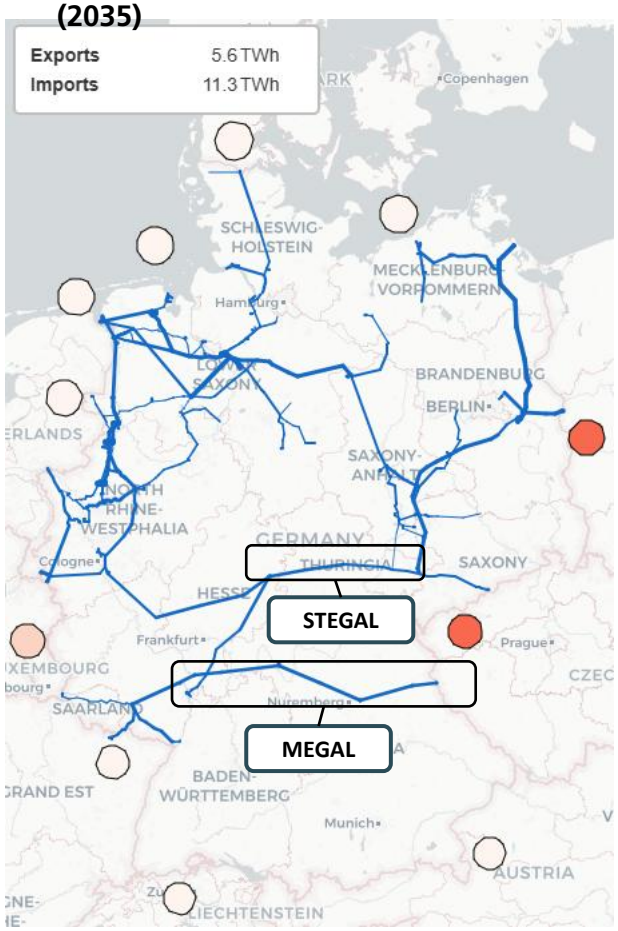
- Stützjahr 2030 ergibt ein zusammenhängendes Netz mit einer Länge von 4.700 km Netzlänge mit 85 % Umwidmungsanteil.
- Anschluss wichtiger Nachfragezentren
- Anbindung an Nachbarländern ist essenziell – dieses Stützjahr enthält daher bereit viele GÜP
  - Wasserstoff-Export nach Polen, Tschechien und Belgien
  - Wasserstoff-Import aus Belgien und Frankreich
- Anbindung Speicher-anlagen u.A. in Rüdersdorf, Reckrod, Huntoft für Versorgungssicherheit

# Ab dem Jahr 2035 erfolgt auch die Anbindung Bayerns über die MEGAL

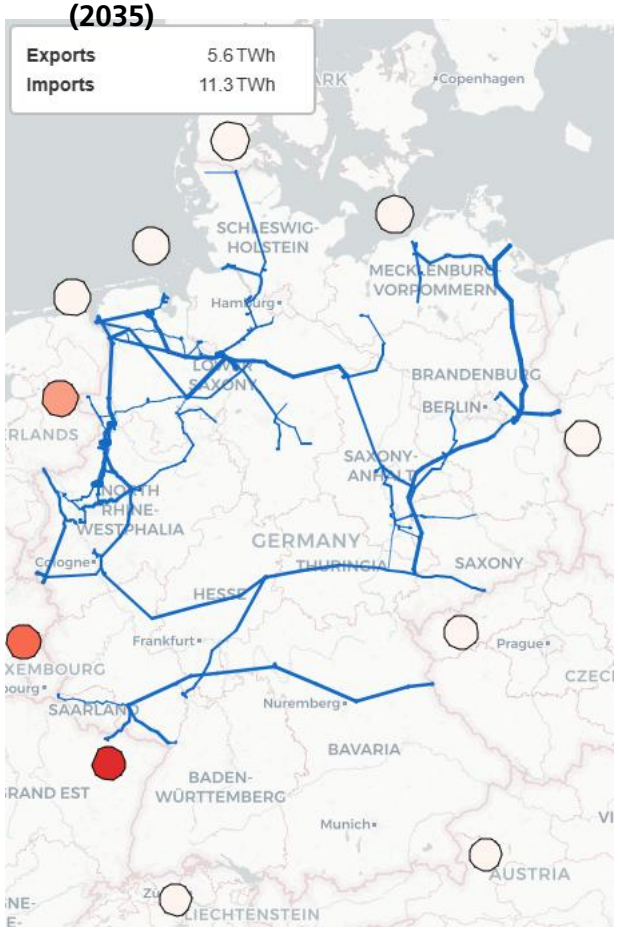
**Wasserstoffnachfrage in O45-Strom (2035)**




**Wasserstoffexport in O45-Strom (2035)**



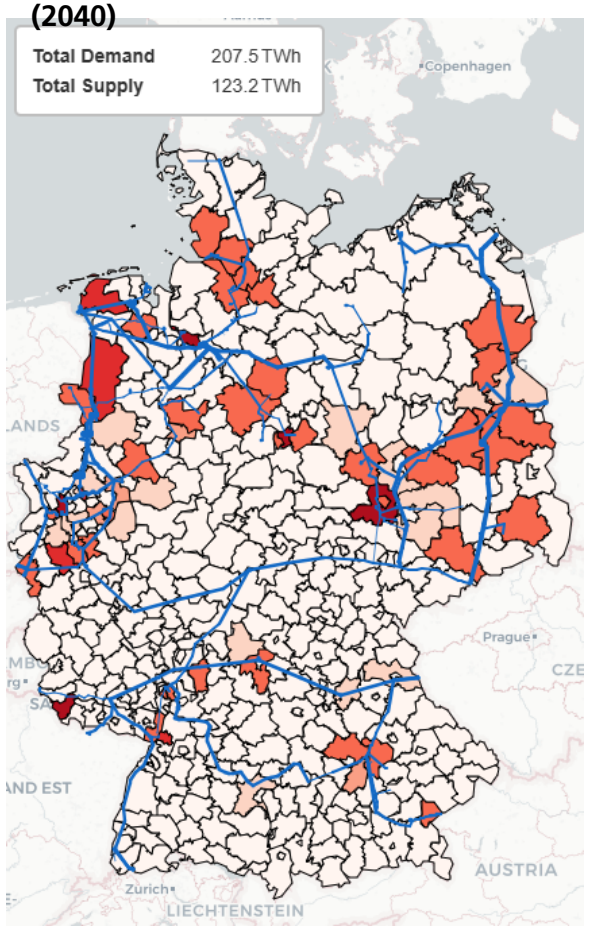

**Wasserstoffimport in O45-Strom (2035)**



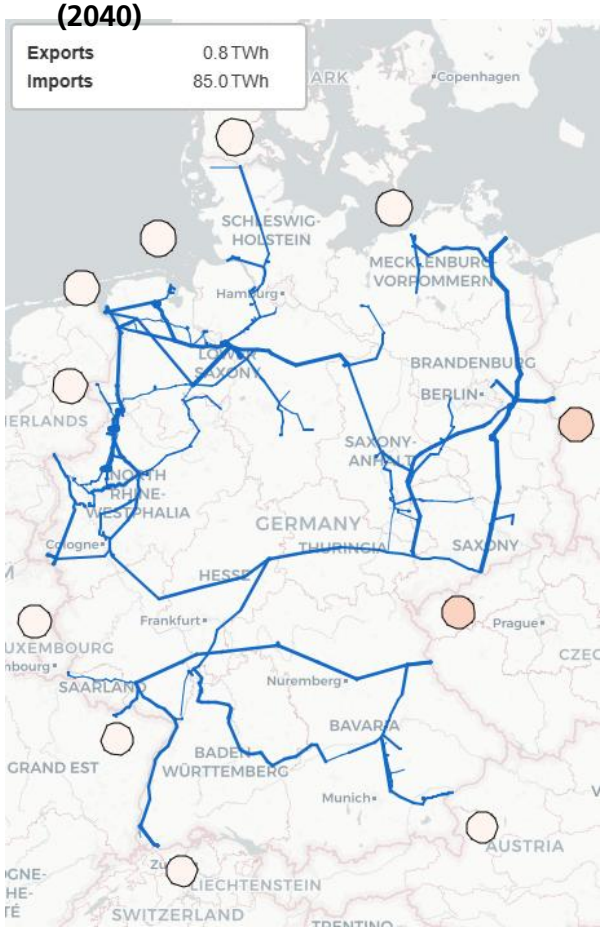

- 6.200 km Netzlänge mit 85 % Umwidmungsanteil. In diesem Stützjahr bekommen alle Bundesländer einen Anschluss
- Erweiterung der Projekte in allen Regionen zur Versorgung der Nachfragezentren
- Umstellung von STEGAL für ein robustes und resilientes Netz bei höheren Nachfragemengen sowie MEGAL für die süddeutsche Anbindung
- Bis auf Österreich und die Schweiz sind alle Nachbarländer angebunden
- Ggf. kann Cluster im Zentrum Bayern (1,2 TWh Nachfrage) bereits 2035 angebunden werden

# Ab dem Jahr 2040 sind alle Nachbarländer sowie Bedarfszentren in Deutschland angebunden

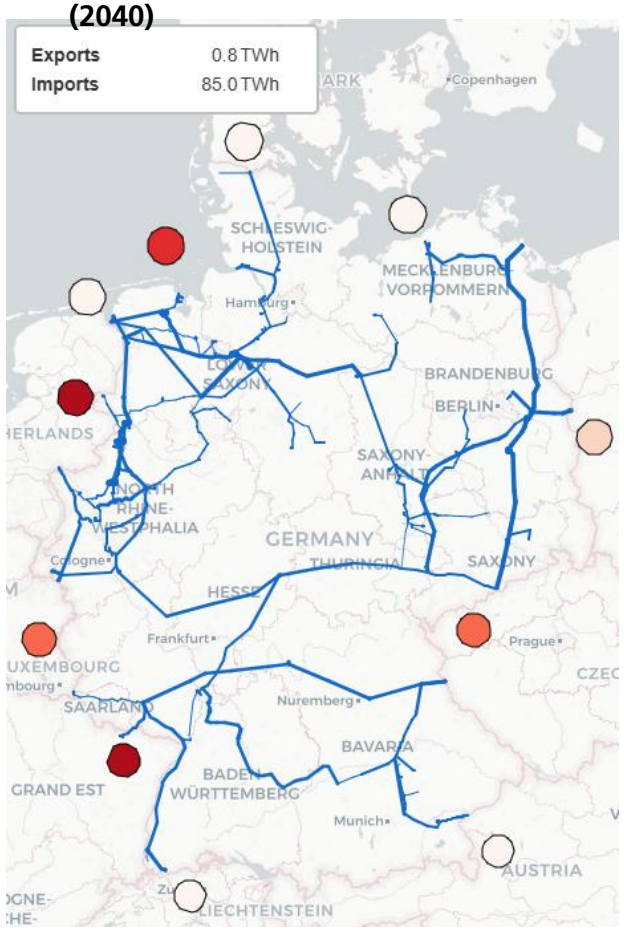
**Wasserstoffnachfrage in O45-Strom (2040)**




**Wasserstoffexport in O45-Strom (2040)**



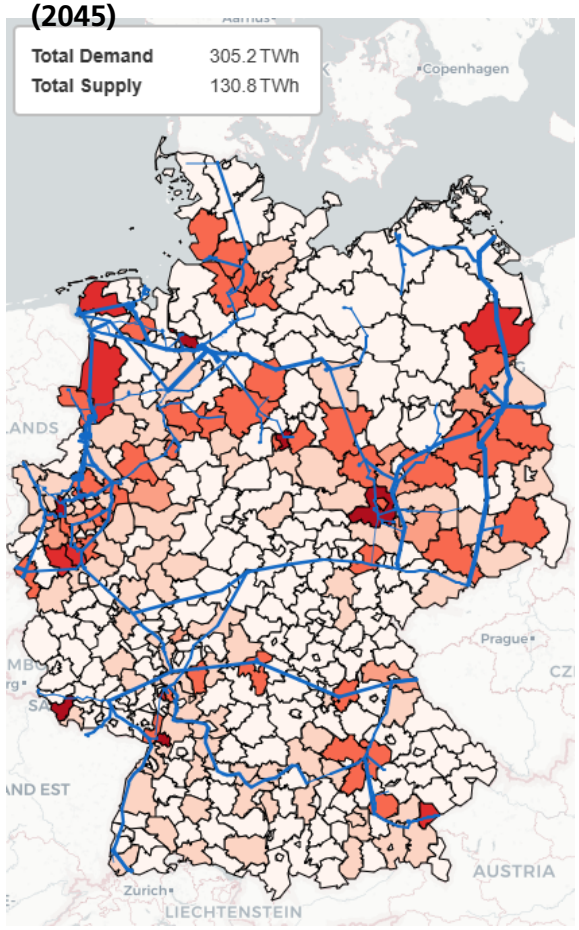

**Wasserstoffimport in O45-Strom (2040)**



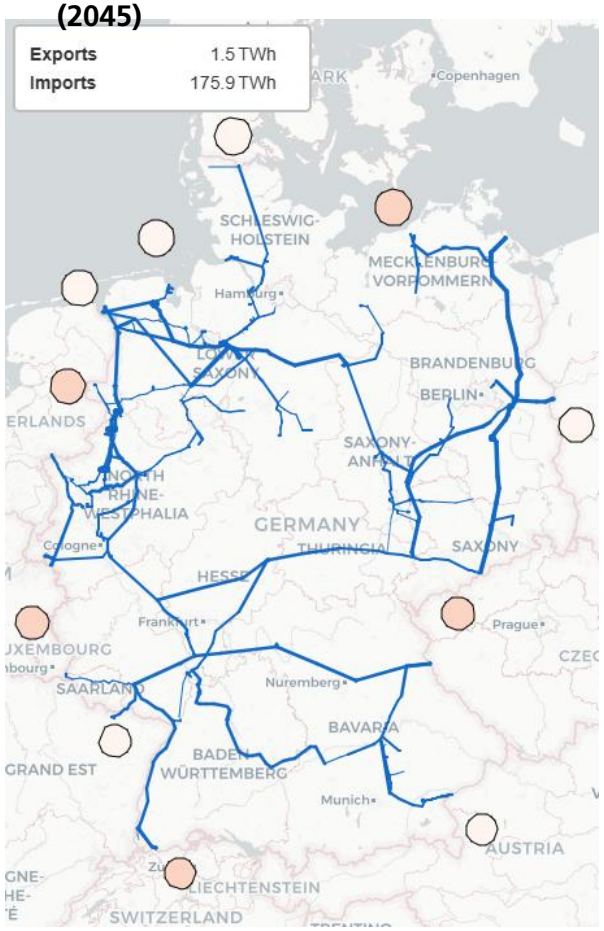

- Im Vergleich zu 2035 erhöht sich die Netzlänge um 1.500 km
- 7.700 km Netzlänge mit 85 % Umwidmungsanteil
- Hohe Wasserstoff-nachfragen im Zentrum Bayern erfordern nun auch Anbindung
- Österreich und dortige Speicherkapazitäten können mit unwesentlichen Mehrkosten ebenfalls angeschlossen werden
- Die Topologie kann ab 2040 somit den Austausch mit jedem Nachbarland gewährleisten
- In diesem Stützjahr sind alle Bedarfszentren angeschlossen

# Topologieentwicklungspfad kombiniert bedarfsgerechte Nachfrageentwicklung mit gesetzlichen Grundlagen

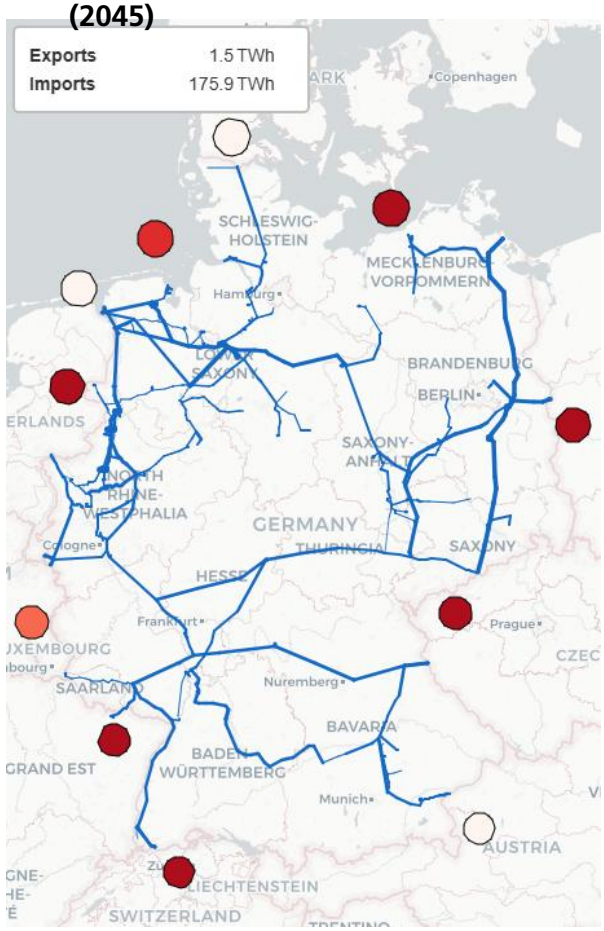
**Wasserstoffnachfrage in O45-Strom (2045)**




**Wasserstoffexport in O45-Strom (2045)**

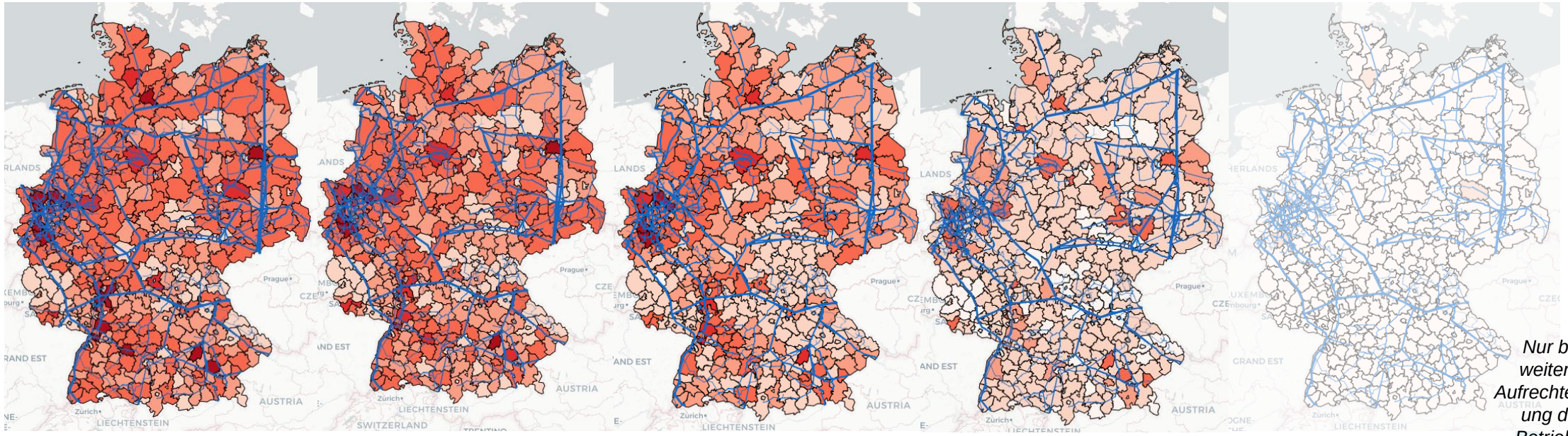



**Wasserstoffimport in O45-Strom (2045)**




- Stützjahr 2045 im TEP verbindet Regionen bedarfsgerecht unter Berücksichtigung von
  - gesetzlich verankerten Pipelineabschnitten
  - aktuellen Projektplanungen
  - Szenario-Anforderungen von O45-Strom
- Alle Nachfragezentren sowie alle Nachbarländer angeschlossen
- 7.850 km Netzlänge mit 85 % Umwidmungsanteil
- Zeitliche Staffelung ermöglicht mehr Umwidmungsanteil

# Der korrespondierende Entwicklungspfad für das Methannetz kann erdgasverstärkende Maßnahmen erfordern



*Nur bei weiterer Aufrechterhaltung der Betriebsmöglichkeit*

| 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|---|---|---|---|
| *30.500 km* | *27.000 km* | *25.500 km* | *25.300 km* |

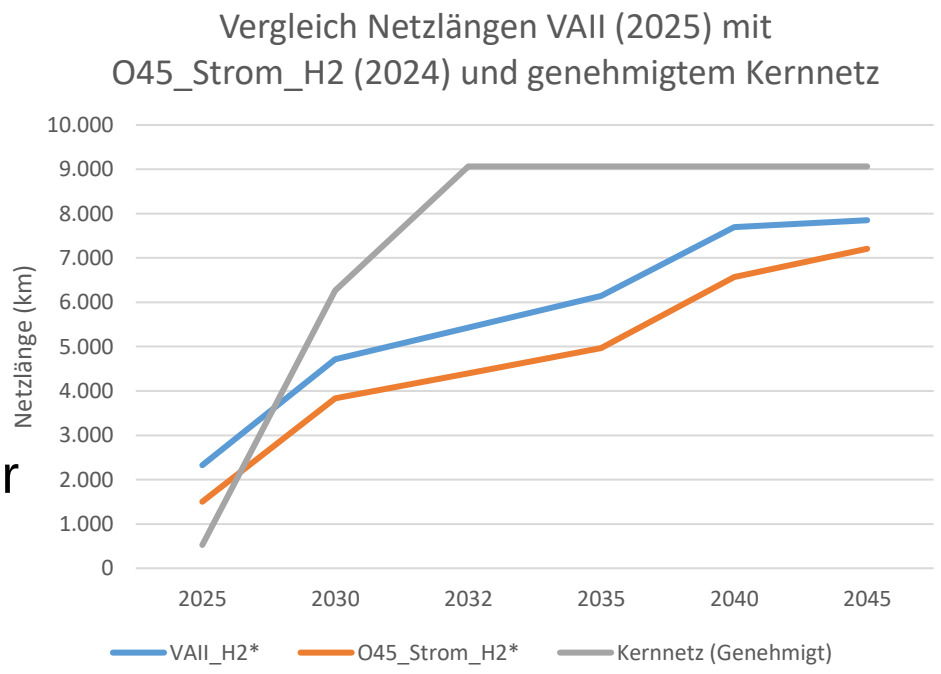
2045



Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

# Schlussfolgerungen und Auswirkungen auf die nächste Szenariorunde

- Der entwickelte Topologieentwicklungspfad bindet GÜP sowie Angebot– und Nachfragezentren an und basiert auf dem Wasserstoffkernnetz.
- Ein zeitlich angepasster Aufbau der Wasserstoff-transportnetzinfrastruktur ist bedarfsgerecht und hat positive Auswirkungen auf die Finanzierung.
- Der dadurch realisierbare Umwidmungsanteil ist höher als im Kernnetz.




* Für 2032 Werte interpoliert.

**Auswirkungen auf die nächste Szenariorunde:**

- Topologieentwicklungspfad ermöglich flexible Anpassung einer Grundtopologie auf die Szenarioannahmen.
- Kernnetzleitungen werden im LFS widergespiegelt (insbesondere gesetzlich verankerte).