LANGFRISTSZENARIEN FÜR DIE TRANSFORMATION DES ENERGIESYSTEMS IN DEUTSCHLAND (LFS4)

Vorstellung Vorabanalysen | 18.11.2025

Vorabanalyse für Branchen- und standortscharfe Modellierung der Wasserstoffnetzknoten

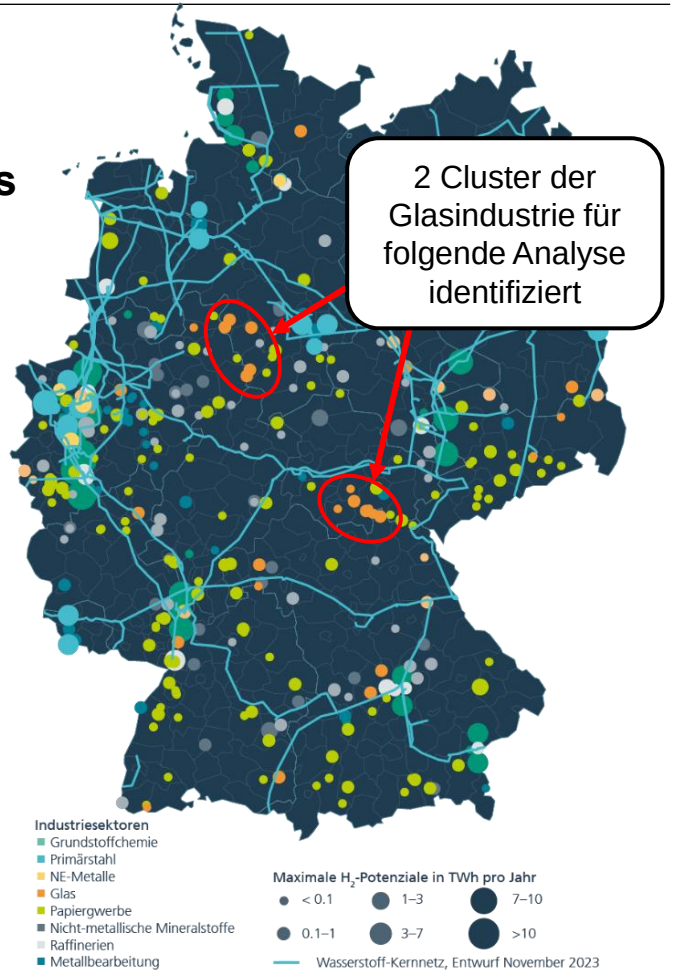
Marius Neuwirth, Tobias Fleiter (Fraunhofer ISI)

Maximilian Evers, Berkan Kuzyaka, Ahmed Morsy, Joachim Müller-Kirchenbauer (TUB E&R)

Vorabanalyse II: Branchen- und standortscharfe Modellierung der Wasserstoffnetzknoten

- Ausgangslage
  - Große Verbundstandorte (Chemie, Stahl) im Kernnetz berücksichtigt
  - **„Kleinere“ Standorte anderer Branchen liegen teils abseits des Kernnetzes**
    - z.B. Glas, Keramik, Ziegel, Metallverarbeitung
    - Teilweise große **Herausforderungen bei der Elektrifizierung**
  - Unschärfe in den O45-Szenarien über das Kernnetz hinaus
    - Keine greifbare Aussage zur Anbindung über das Kernnetz hinaus durch Vermischung zu Mittelwerten in NUTS3-Regionen

- Zielsetzung
  - Realitätsprüfung und Plausibilisierung der leitungsgebundenen Anbindung von "kleinen" Standorten an das Kernnetz am Beispiel der Glasindustrie

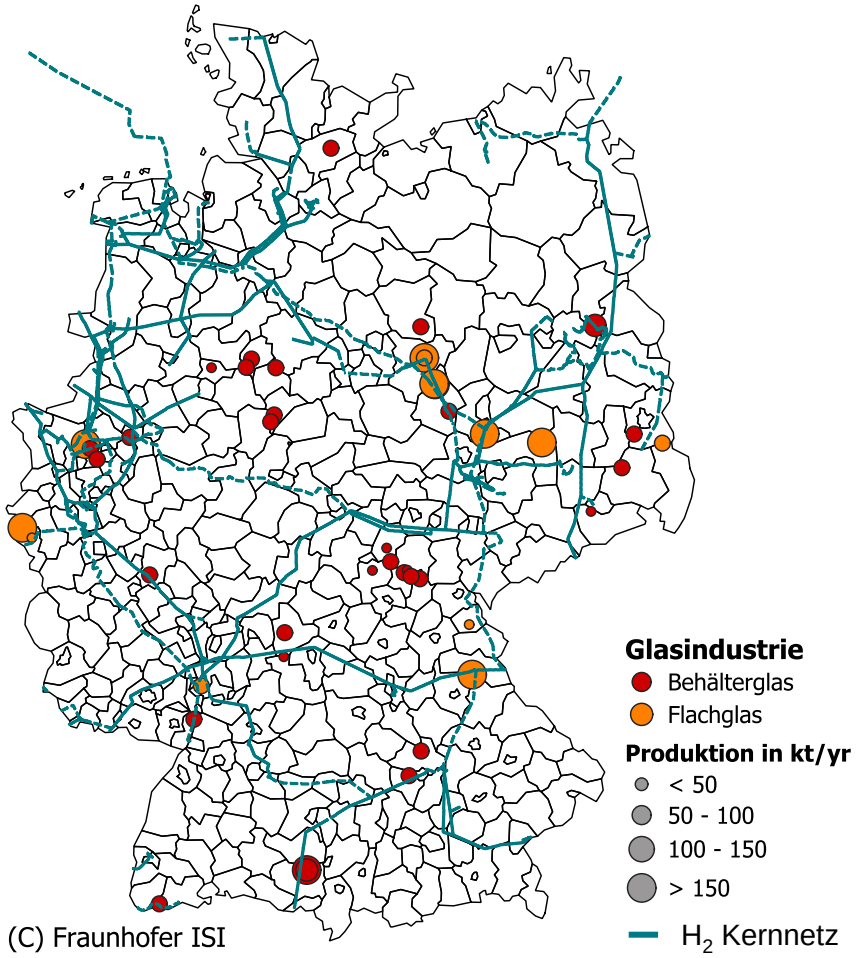


Fraunhofer ISI: Policy Brief „CO2-neutrale Prozesswärme (2024)
https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/policy-briefs/2024-07_policy_brief_prozesswaerme_co2-neutral_elektrifizierung_wasserstoff.pdf

Methodische Vorgehensweise: Schrittweise Ermittlung von Wasserstoffbedarfen und Deepdives in Verteilnetze

Ermittlung von Wasserstoffbedarfen einzelner Glasindustriestandorte → Abgleich mit Wasserstoffnetz-topologien → Clustern von Glas-industriestandorten, die abseits der Wasserstofftopologie liegen

Untersuchung der Cluster hinsichtlich Leistung/Energiemenge sowie Synergien bei der Anbindung anderer Industriestandorte → Infrastrukturanalyse hinsichtlich Anbindung a) an die Wasserstoff-transportnetz b) an das Methan-transportnetz c) an die Verteilnetze → Ökonomische Untersuchung der erforderlichen Infrastruktur-anpassungen

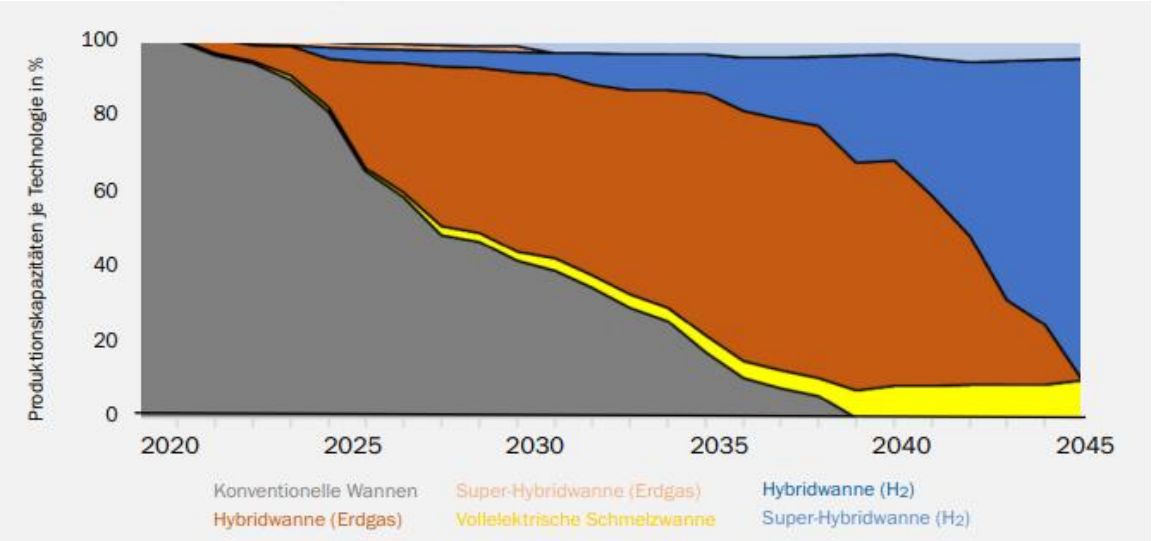


(C) Fraunhofer ISI

Identifizierung der Glasindustrie-Standorte Möglichkeiten der zukünftigen Wasserstoffnutzung

- Notwendigkeit von Wasserstoff in der Glasindustrie
  - Prozess für Behälter und Flachglas grundsätzlich elektrifizierbar
  - Technische Hürden in der Produktion (Wärmeverteilung)
  - Technische Hürden in der Infrastruktur (Stromanschlussleistung)
  - Roadmap Glas (2022): 2045
    - **70% H_2-Hybridwannen** für Behälterglas in Hybridszenario
    - **90% H_2-Hybridwannen** der Glasindustrie im Wasserstoffszenario

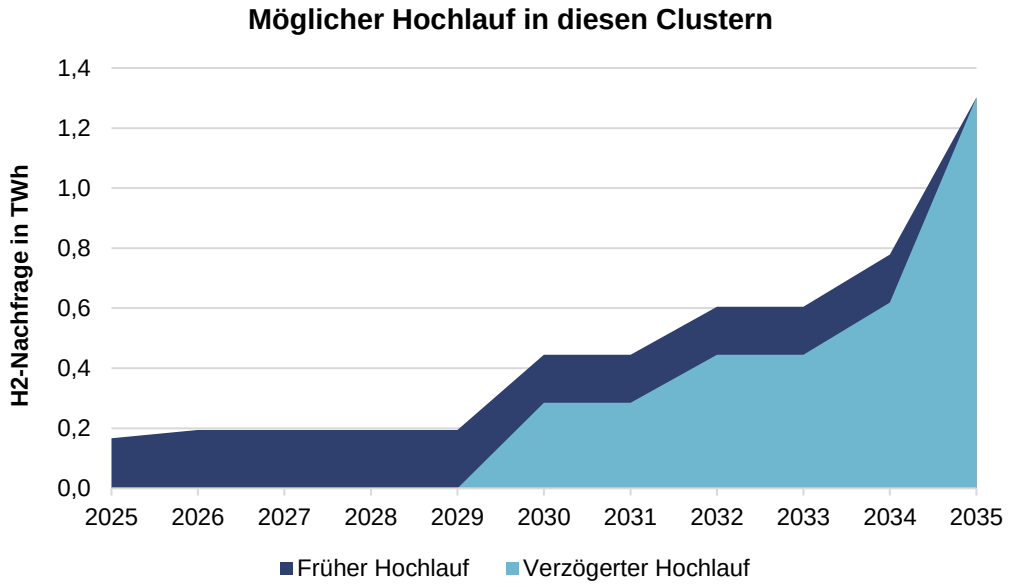
Roadmap der Glasindustrie: BV Glas H_2-Szenario

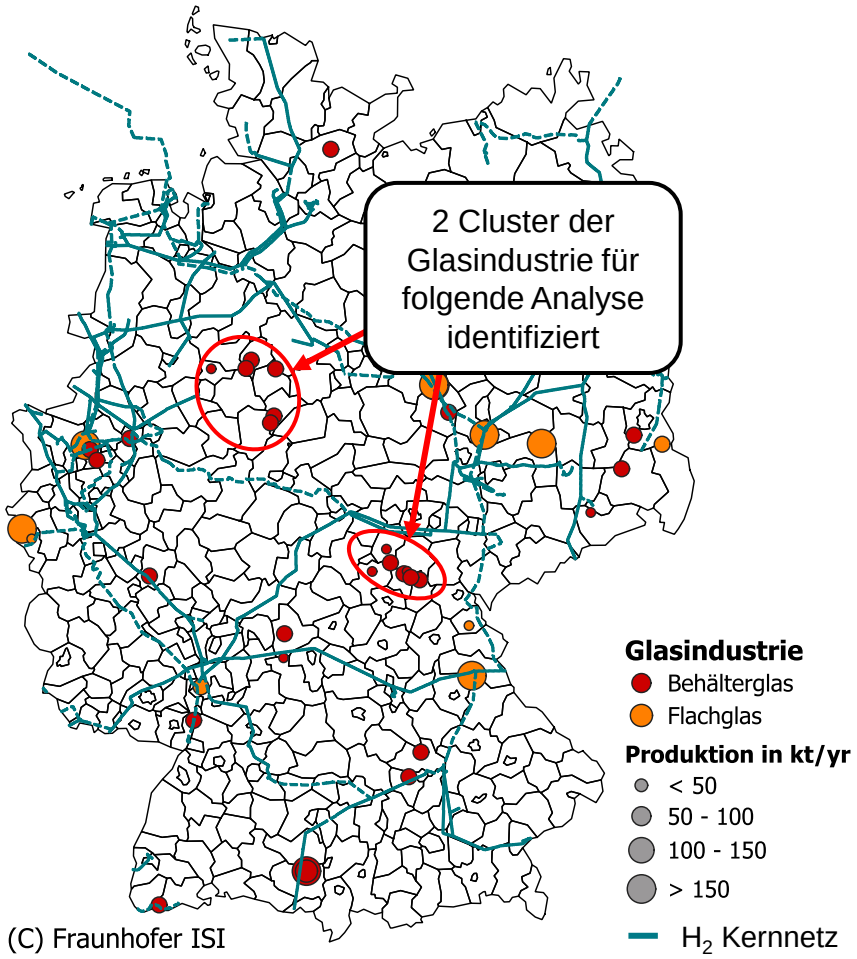


Roadmap Glas (2022): S.66

Quantifizierung der Glasindustrie-Standorte Cluster in Thüringen & Niedersachsen

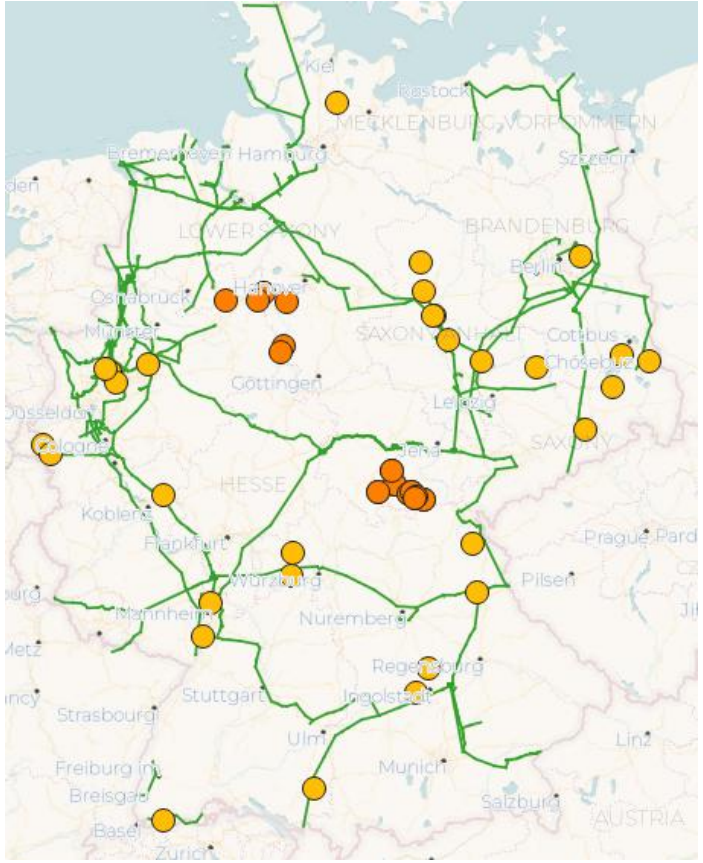
- Insgesamt 14 Unternehmen in den beiden Clustern
  - Alle Unternehmen **Behälterglas**
    - 6 Unternehmen im Cluster Niedersachsen
    - 8 Unternehmen im Cluster Thüringen
  - Landkreise teilweise bereits im Kernnetzantrag erwähnt, jedoch nicht angeschlossen, Entfernung zu unwirtschaftlich
  - Umrechnung des Szenarios O45-H2 auf einzelne Standorte





(C) Fraunhofer ISI

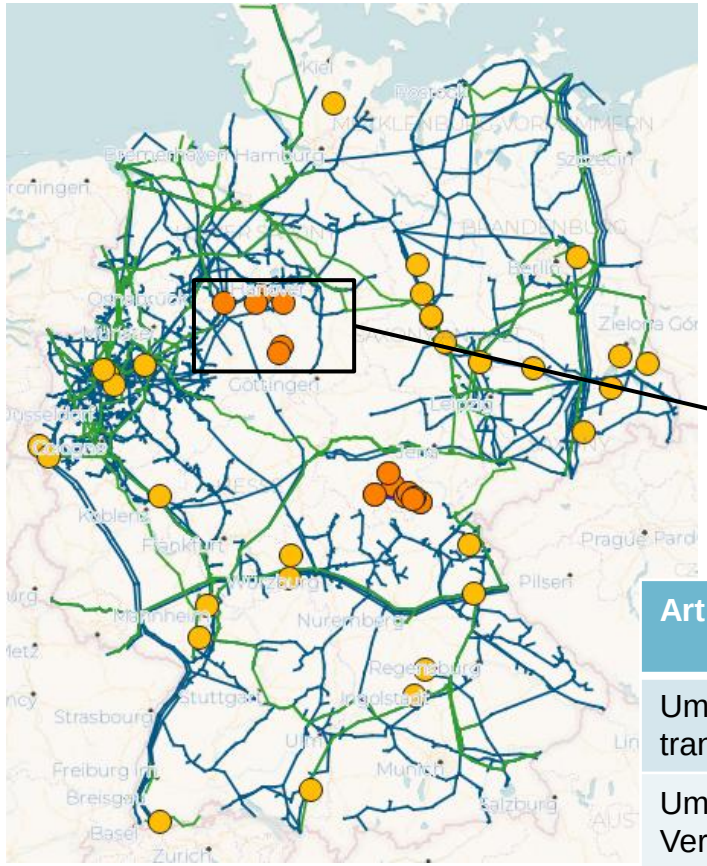
Insbesondere zwei Cluster in Niedersachsen und Thüringen liegen fernab des Wasserstoffkernnetzes

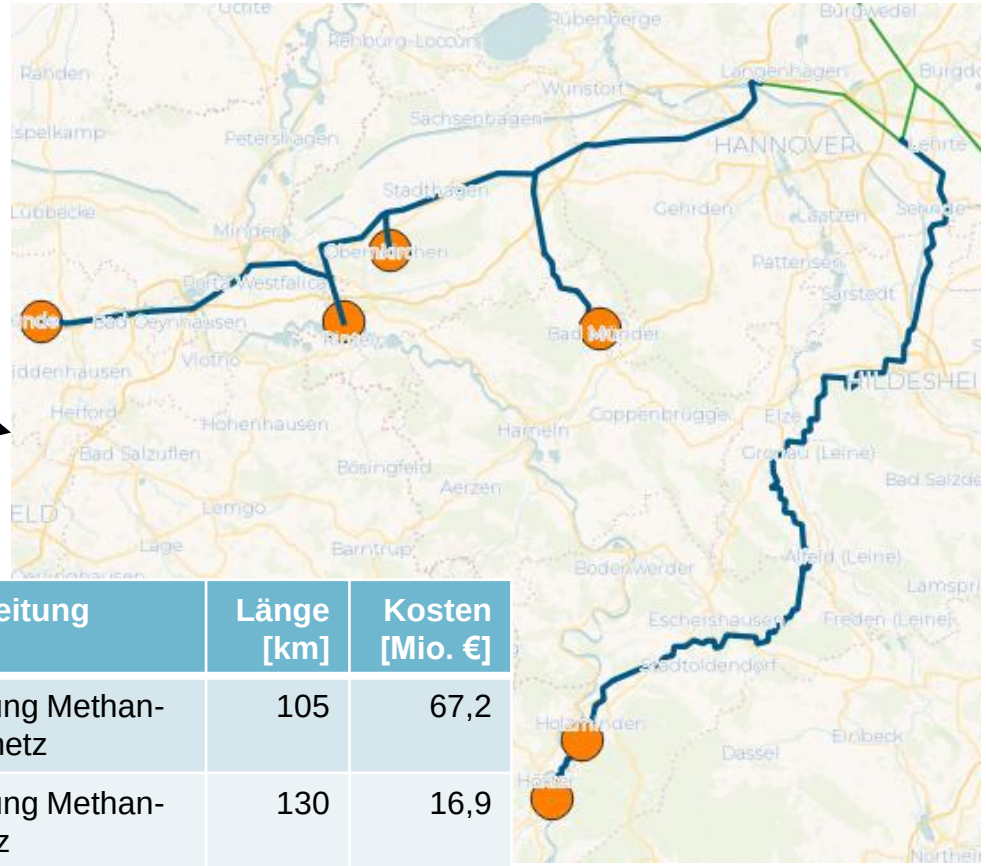


Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte

- Für die exemplarische Untersuchung der leitungsgebundenen Anbindungsmöglichkeiten der kleinen Behälterglasindustrien an das Wasserstoffkernnetz bieten sich die Cluster in Niedersachsen und Thüringen an.
- **Niedersachsen:**
  - 6 Standorte mit einem potenziellen Wasserstoffbedarf von etwa 0,7 TWh/a wurden identifiziert und untersucht.
  - Alternative Versorgungsoptionen (Schiene und Straße) wurden nicht geprüft, können jedoch eine Option sein.
- **Thüringen:**
  - 8 Standorte mit einem potenziellen Wasserstoffbedarf von ebenfalls etwa 0,7 TWh pro Jahr wurden identifiziert und untersucht.
  - Auch hier können alternative Versorgungsoptionen eine Alternative sein.
- Für die Umwidmung bestehender Erdgasleitungen ist die Verfügbarkeit der Leitungen grundlegend.
- Innerhalb eines Clusters stellen optimalerweise alle betroffenen Unternehmen auf Wasserstoff um.

Cluster Niedersachen: Anschluss kann weitestgehend durch Umwidmungsleitungen realisiert werden





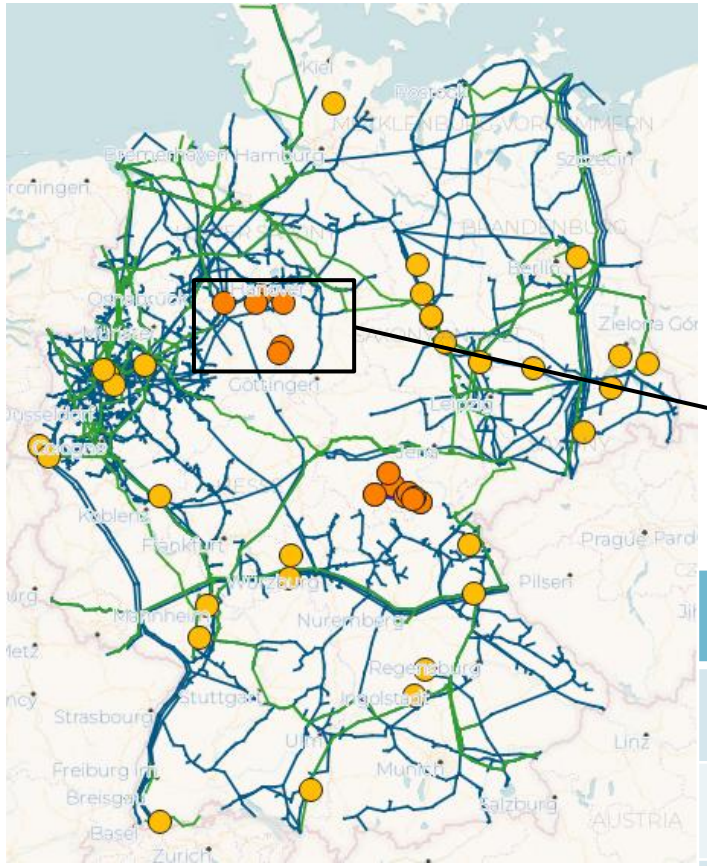
Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
Erdgasleitungen
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte

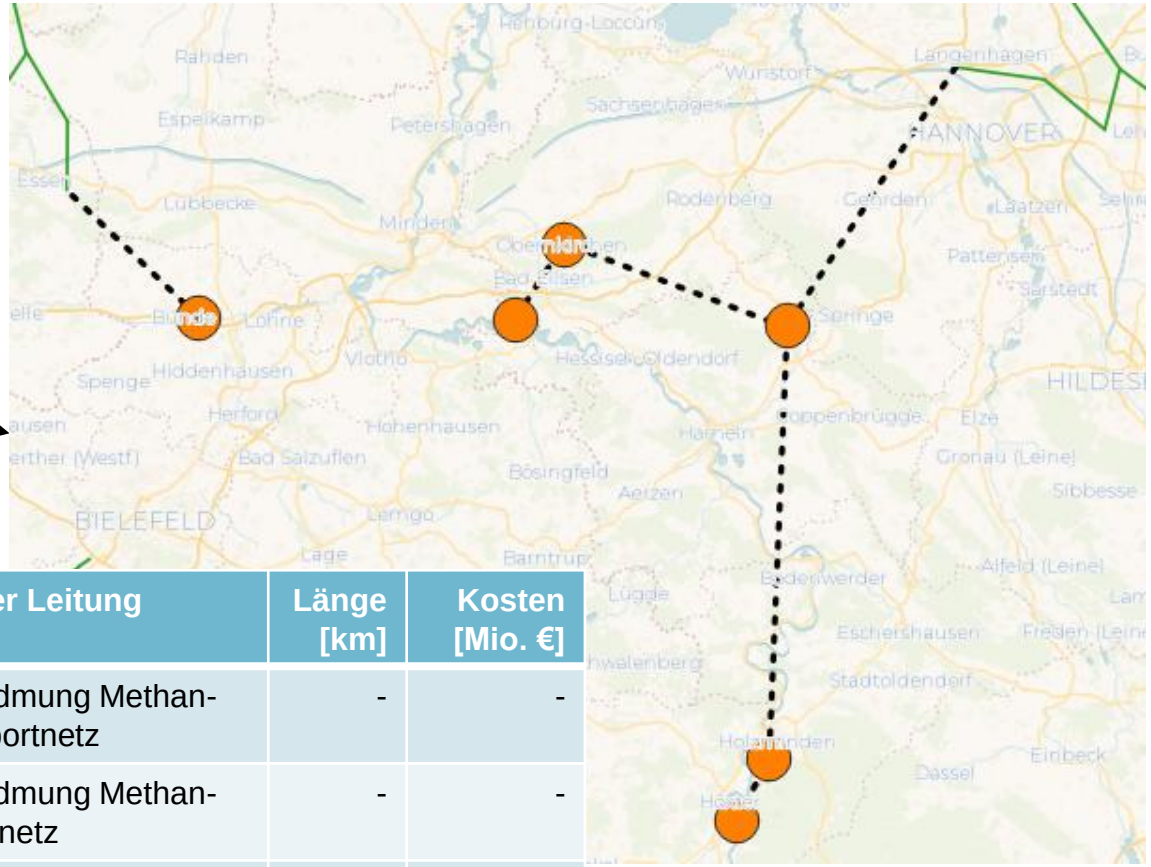
Art der Leitung	Länge [km]	Kosten [Mio. €]
Umwidmung Methan-transportnetz	105	67,2
Umwidmung Methan-Verteilnetz	130	16,9
Neubauleitungen	0,5	0,3
Summe	**235,5**	**84,4**

- 4 nördliche Standorte können über die Umwimdung von Methantransportnetz-leitungen ange-schlossen werden.
- Die beiden südlichen Standorte über Methanverteilnetz-leitungen
- Geringfügig sind neuzubauende, kurze Stichleitungen ebenfalls notwendig zum Anschluss der Standorte.
- Insgesamt werden etwa 235 km Leitungen benötigt.

Angenommene Kostenparameter:
Umwidmung von Methantransportnetzleitungen: 640.000 €/km
Umwidmung von Methanverteilnetzleitungen: 130.000 €/km
Neubauleitungen: 1.800.000 €/km

Cluster Niedersachen: Der Anschluss über Neubau-leitungen kann ggf. zu geringerem Leitungsbedarf führen





Art der Leitung	Länge [km]	Kosten [Mio. €]
Umwidmung Methan-transportnetz	-	-
Umwidmung Methan-verteilnetz	-	-
Neubauleitungen	132	79,2
Summe	**132**	**79,2**

Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
Erdgasleitungen
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte

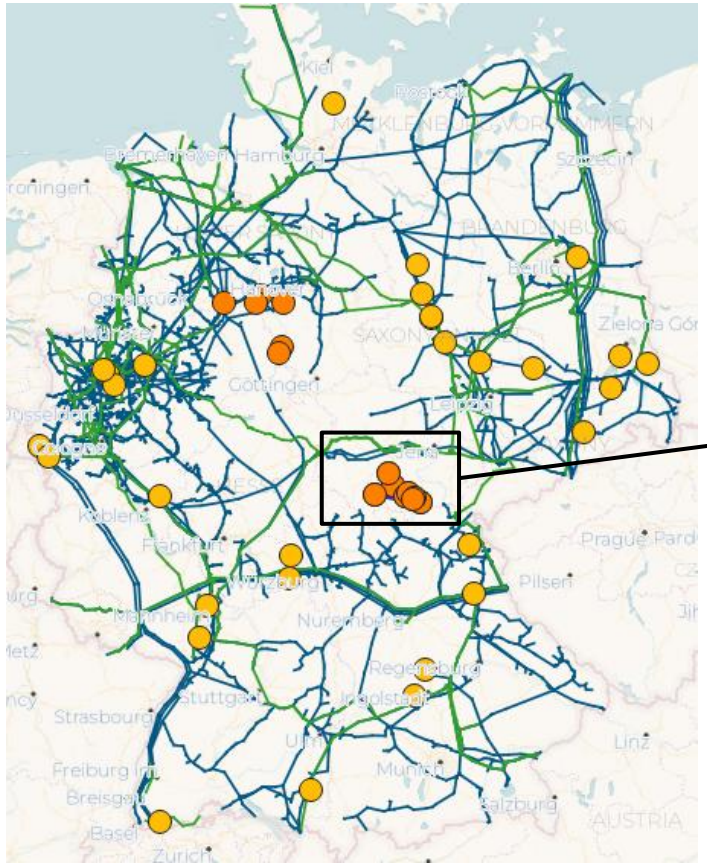
Wasserstoffleitungen (Neubau)

- Wird der Anschluss über Neubauleitungen realisiert, sind Leitungen im Umfang von mindestens 132 km notwendig.
- In Realität ist die benötigte Leitungslänge vsl. größer.
- 132 km Neubauleitungen führen zu einem Investitionsbedarf von etwa 80 Mio. €.

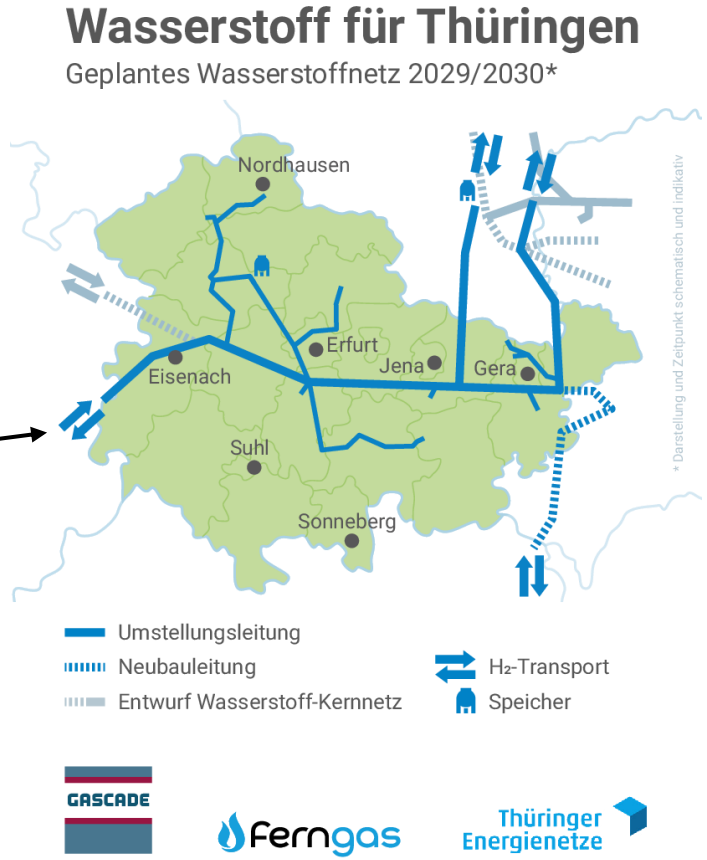
Angenommene Kostenparameter:

Umwidmung von Methantransportnetzleitungen:	640.000 €/km
Umwidmung von Methanverteilnetzleitungen:	130.000 €/km
Neubauleitungen:	1.800.000 €/km

Cluster Thüringen: Bestehende Planungen vorhanden, helfen jedoch nur bedingt zu Anbindung der Glasindustrie

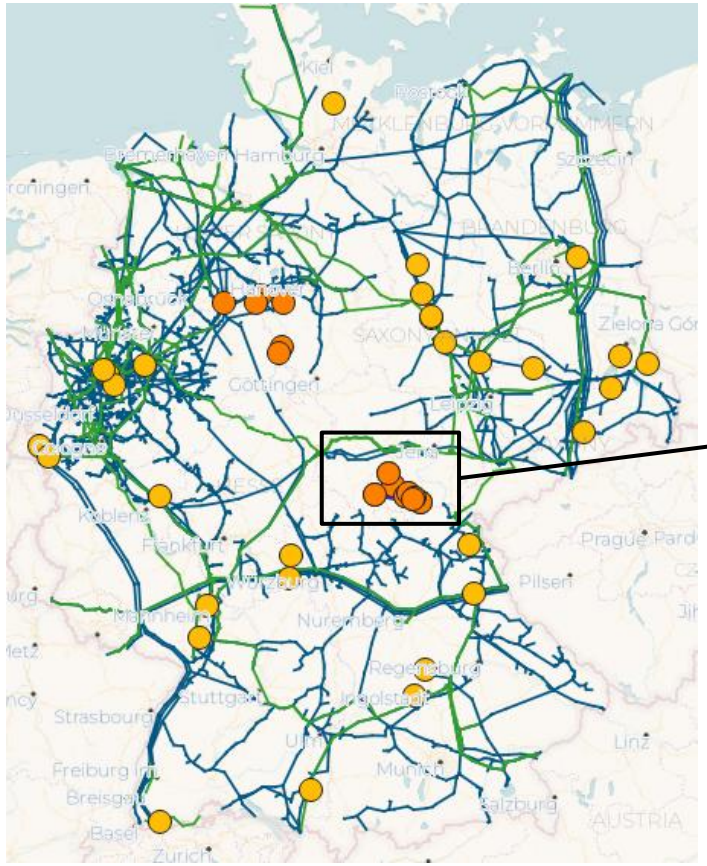


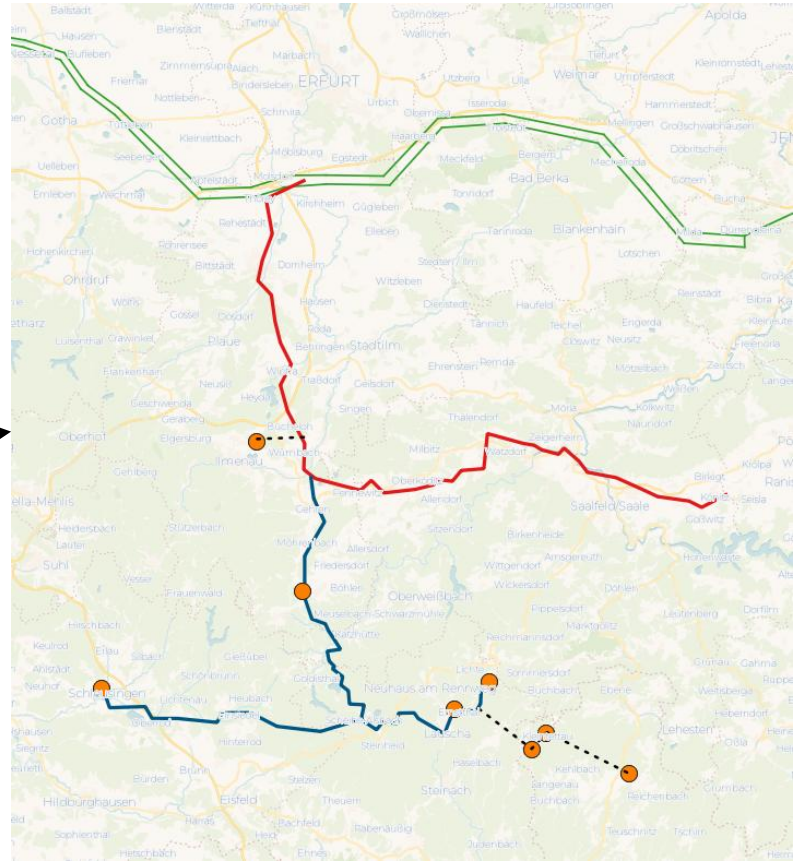
Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
Erdgasleitungen
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte



- Thüringen plant bereits die Erweiterung des Wasserstoff-kernnetzes bis 2029/2030.
- Ziel ist im Wesentlichen die Anbindung von Speichern und einzelnen Industriestandorten.
- Die Erweiterung ist hauptsächlich durch die Umwidmung von Methanverteilnetzleitungen geplant.
- Die Erweiterung hilft bei der Anbindung der Glasindustrie-standorte jedoch nur bedingt.
- Dennoch ist die Planung in den nachfolgenden Detailanalysen berücksichtigt.

Cluster Thüringen: Zum Anschluss der Glasindustrie sind zusätzlich Umwidmungs- und Neubauleitungen notwendig





Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
Erdgasleitungen
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte

Wasserstoffleitungen (Neubau)
Wasserstoffleitungen (geplant)

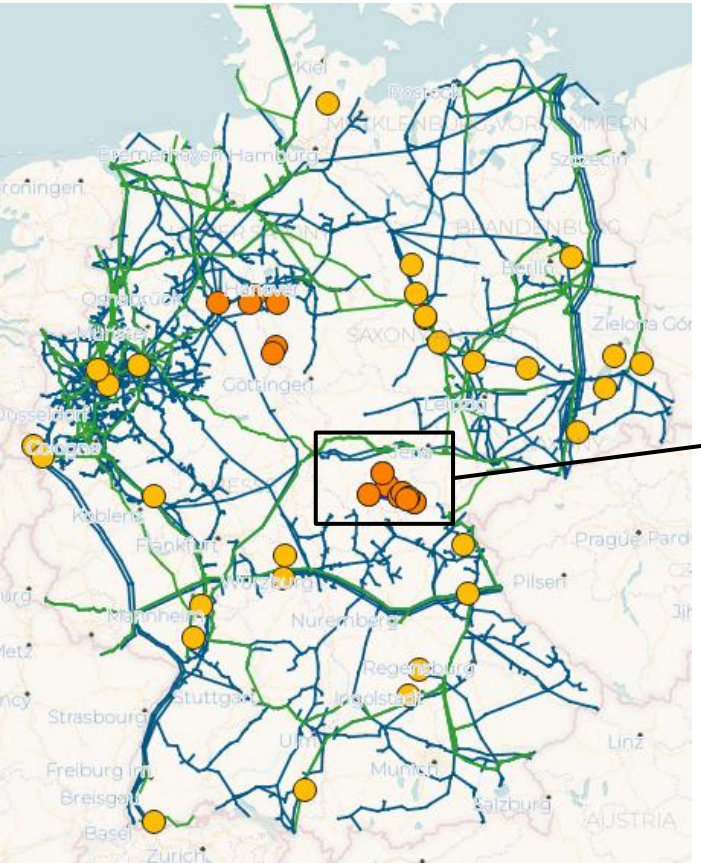
- Weite Teile der Glasindustrie-standorte können durch die Umwidmung von Methan-verteilnetzleitungen angebunden werden.
- Die Standorte im Südosten müssen über Neubauleitungen angebunden werden.
- Insgesamt bestünde ein Leitungs-bedarf von etwa 116 km.

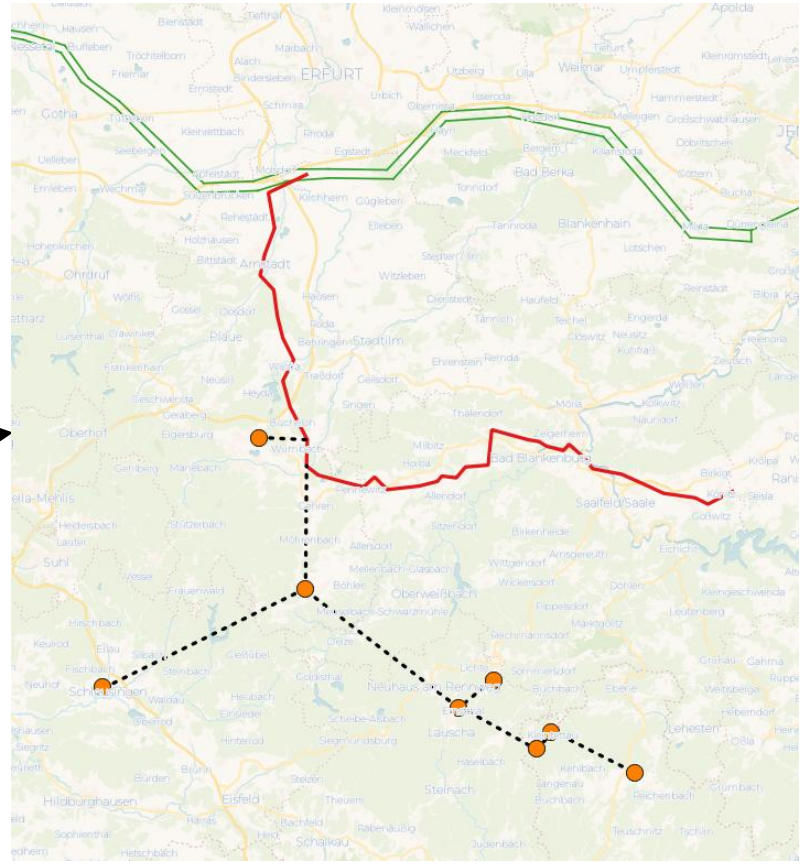
Art der Leitung	Länge [km]	Kosten [Mio. €]
Umwidmung Methan-transportnetz	-	-
Umwidmung Methan-Verteilnetz*	96	12,48
Neubauleitungen	20	12
Summe	**116**	**24,48**

Angenommene Kostenparameter:
Umwidmung von Methantransportnetzleitungen: 640.000 €/km
Umwidmung von Methanverteilnetzleitungen: 130.000 €/km
Neubauleitungen: 1.800.000 €/km

* nur vertikale Leitung enthalten

Cluster Thüringen: Anschluss über Neubauleitungen führt zu etwa dem doppelten Investitionsbedarf





Wasserstoffleitungen (Kernnetz)
Erdgasleitungen
alle Glasindustriestandorte
betrachtete Glasindustriestandorte

Wasserstoffleitungen (Neubau)
Wasserstoffleitungen (geplant)

- Für die Anbindung der Standorte mit Neubauleitungen an die bereits geplante (rote) Umwidmungsleitung, sind mindestens weitere 71 km notwendig.
- Leitungslängen von etwa 100 km führen bereits zu dem doppelten Investitionsvolumen im Vergleich zur Anbindung via Umwidmung.

Art der Leitung	Länge [km]	Kosten [Mio. €]
Umwidmung Methan-transportnetz	-	-
Umwidmung Methan-Verteilnetz*	29	3,77
Neubauleitungen	71	42,6
Summe	**100**	**46,37**

Angenommene Kostenparameter:
Umwidmung von Methantransportnetzleitungen: 640.000 €/km
Umwidmung von Methanverteilnetzleitungen: 130.000 €/km
Neubauleitungen: 1.800.000 €/km

* nur vertikale Leitung enthalten

Schlussfolgerungen und Auswirkungen auf die kommende Szenariorunde

- Die Verfügbarkeit der Methanleitungen ist essenziell für die Anbindung ganzer Cluster an das Wasserstofftransportnetz.
- Die Anbindung von Industriestandorten ist ein wesentlicher Kostenfaktor. Unter Umständen ist eine alternative Versorgung per Bahn oder LkW für ausgewählte Industriestandorte sinnvoller.
- Mögliche Synergien mit anderen Industriestandorten sind bei der Anbindung zu überprüfen. In den hier untersuchten Clustern konnten allerdings keine Synergien gefunden werden
- Die Informationen über Pläne der Verteilnetzbetreiber sind oft unklar.
- Auswirkungen auf die nächste Szenariorunde:
  - Abschätzung der Kosten zur Anbindung aller Industriestandorte mit signifikanten Wasserstoffnachfragen ist denkbar.
  - Deep-dives in konkrete Verteilnetzmodellierungen im Rahmen zusätzlicher Analysen sind ebenfalls denkbar.
- Die entwickelte Methodik ist übertragbar auf weitere Untersuchung, die gezeigten Ergebnisse jedoch nicht.