

H₂-ready und klimaneutral bis 2045

Kosten und Aufwand für die H₂-Umrüstung der dt. Gasnetze

- Update 2024 -

Jonas Sperlich

DBI-Gruppe

DVGW H₂ Lunch & Learn, 08. Mai 2024

1 Hintergrund & Zielstellung

2 Methodik

3 Szenariorahmen

4 Modell-Input

5 Ergebnisse

6 Fazit & Ausblick

1 Hintergrund & Zielstellung

1 Hintergrund & Zielstellung

Hintergrund

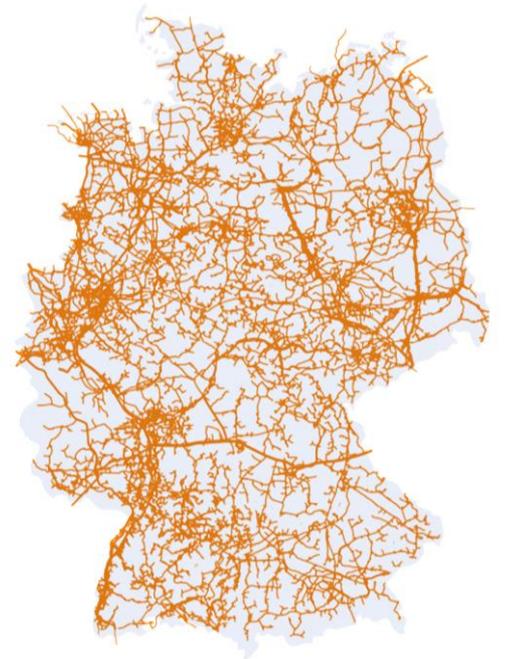
Deutschland verfügt über eine bestens ausgebaute Infrastruktur für den Transport und die Verteilung von Gas. Die Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur für die großflächige Bereitstellung von Wasserstoff (H₂) in Deutschland erfordert einen Transformationsprozess!

Dt. Gasinfrastruktur	Fernleitungsnetze	Verteilnetze
Leitungslänge	43.300 km ²	562.447 km ¹
Anzahl Marktllokationen industrieller u. gewerblicher Letztverbraucher	500.000 ²	1.606.300 ²
Anzahl Marktllokationen Haushaltskunden	-	12.874.500 ²
Ausspeisung	154,5 TWh ²	641,4 TWh ³

Zielstellung

- DVGW und Netze Südwest haben DBI damit beauftragt, aktualisierte H₂-Transformationskosten für die dt. Gasnetzinfrastruktur zu ermitteln, aufbauend auf dem DVGW-Projekt „Roadmap Gas 2050“, Transformationspfade (D2.3)³.
- Schwerpunkt: technische und wirtschaftliche Analyse zur Ermittlung von Anpassungsbedarfen & Kosten zur Ertüchtigung der dt. Gasinfrastruktur hinsichtlich Wasserstoff bis zum Jahr 2045

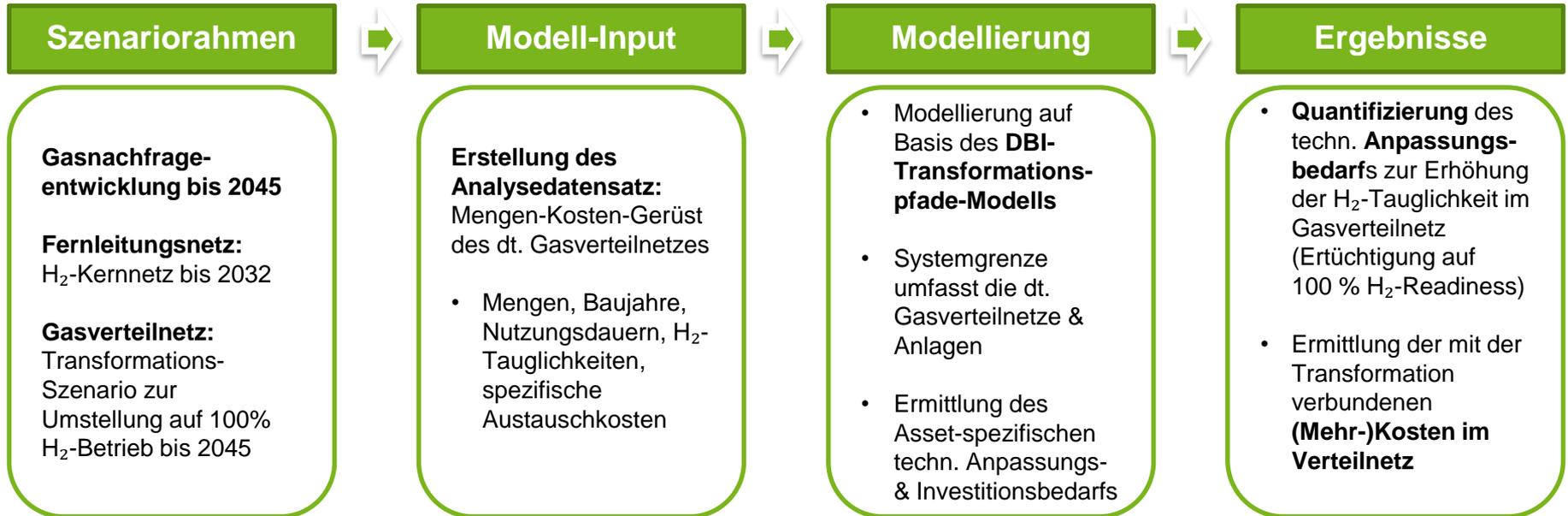
Das deutsche Gasnetz⁴



— Deutsches Gasnetz
(dargestellt in der
Druckstufe > 4 bar.)

2 Methodik

Schematische Darstellung der Methodik zur Berechnung der Transformationskosten



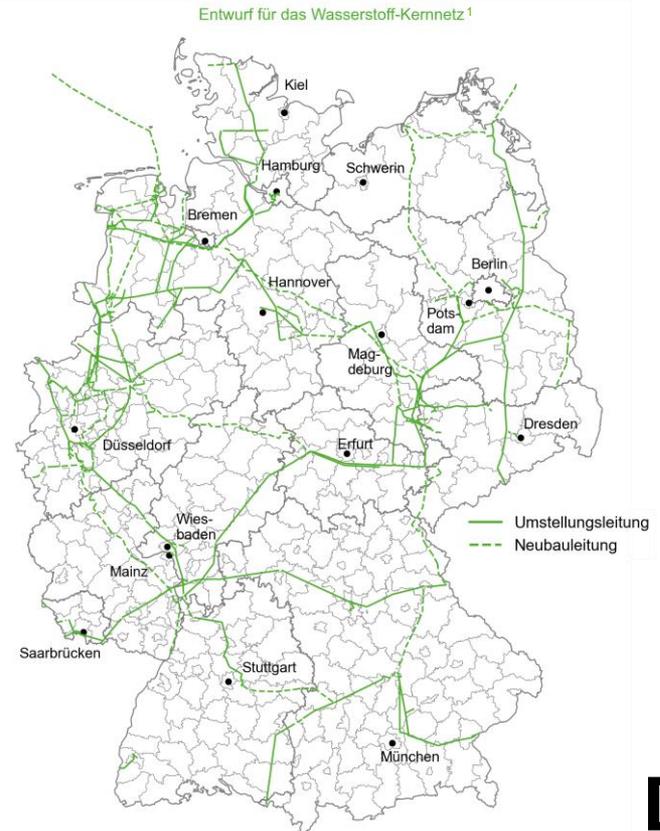
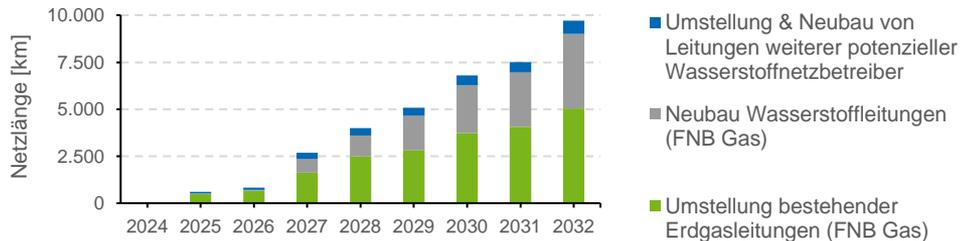
3 Szenariorahmen

Szenario Fernleitungsnetz

Die Basis bilden die Planungen zum H₂-Kernnetz (Zieljahr 2032) gemäß dem Antragsentwurf der FNB vom 15.11.2023 ¹:

- **Gesamtlänge: ca. 9.700 km bis 2032**, davon ca. 60 % umgestellte Erdgasleitungen
- **Investitionskosten: 19,8 Mrd. € & 2 Mrd. €** für erdgasverstärkende Maßnahmen
- Einspeise- bzw. Ausspeisekapazitäten: rund 100 GW bzw. 87 GW.

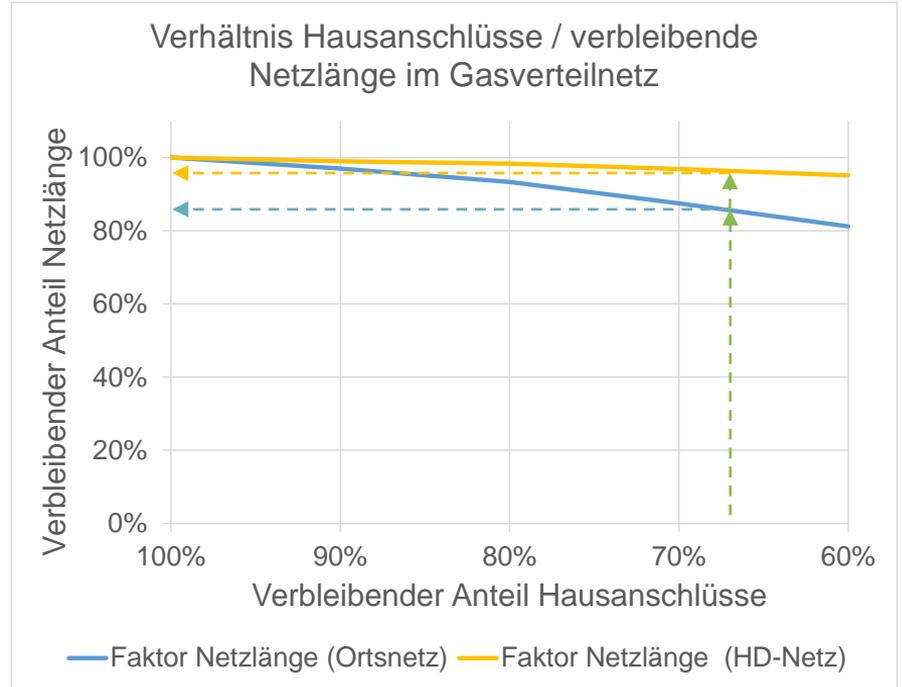
Annahme: Da weitere Entwicklung des H₂-Kernnetzes über 2032 hinaus derzeit nicht absehbar ist, wird Kernnetz entsprechend der aktuellen Planung auch als H₂-Fernleitungsnetz für 2045 vorausgesetzt.



¹ [FNB Gas H₂-Kernnetz](#) (Abrufdatum: 08.05.2024)

Szenario Gasverteilnetz - Randbedingungen

- Erwarteter Ausbau von Wärmenetzen und zunehmende Elektrifizierung, insbesondere im Bereich Haushalte & GHD
- Rückgang der Gaskunden: 2/3 (9,2 Mio.) der heutigen Hausanschlüsse (13,7 Mio.) für Haushalte & GHD sind 2045 noch am Netz und werden dann mit Wasserstoff versorgt
- Teile der Gasverteilnetze werden außer Betrieb genommen
 - **Reduzierung Ortsnetzlänge auf 86%** der heutigen Netzstruktur
 - **Reduzierung HD-Netzlänge auf 96%** der heutigen Netzstruktur



Eigene Darstellung, nach ¹

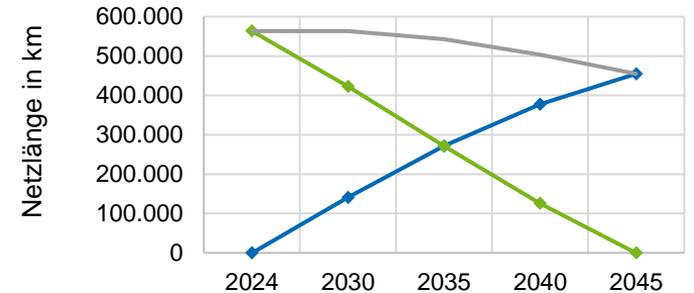
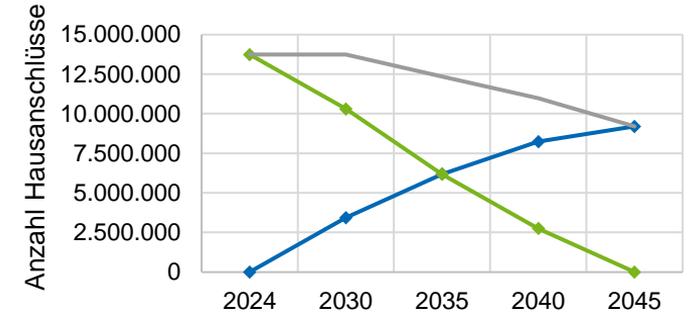
¹ DVGW TransNetz, G 202145, 2023

3 Szenariorahmen

Szenario Gasverteilnetz – H₂-Readiness

- sukzessive Ertüchtigung für 100% H₂-Readiness bis zum Jahr 2045 unter Berücksichtigung der bis dahin rückläufigen Netzlängenentwicklung & Rückgang der Anzahl an Hausanschlüssen

Jahr	Netzlängenentwicklung im Gasverteilnetz	Entwicklung Anzahl Hausanschlüsse SLP-Kunden	Anteil Gasverteilnetz mit 100% H ₂ -Readiness
2024	100% = 563.600 km ¹	100% = 13.730.042	0%
2030	100% = 563.600 km	100% = 13.730.042	25%
2035	96% = 542.891 km	90% = 12.357.038	50%
2040	89% = 503.151 km	80% = 10.984.034	75%
2045	81% = 454.595 km	67 % = 9.199.128	100%



— H₂-Netz VNB — CH₄-Netz VNB — Gesamtnetz VNB

Gruppe

¹ [DVGW H2vorOrt, GTP-Ergebnisbericht 2023](#)

4 Modell-Input

Mengen-Kosten-Gerüst der dt. Gasverteilnetze

- Erfassung des aktuellen Asset-Bestands der dt. Gasverteilnetzinfrastruktur
- Modellierung der Fernleitungsnetze entfällt (hier Abbilden der aktuellen Planungen zum H₂-Kernnetz basierend auf dem Antragsentwurf der FNBs vom 15.11.2023)



- **Relevante Assets der dt. Gasverteilnetze (Netzebene VNB)**
 - Gasverteilnetzleitungen (nach Druckstufe, Material, Baujahr, Nennweite)
 - Gasteknische Anlagen (GDR, GMA, GDRMA) + Hauptkomponenten
 - Armaturen und Einbauteile im Verteilnetz
 - Komponenten des Hausanschlussbereichs

Techno-ökonomische Parameter

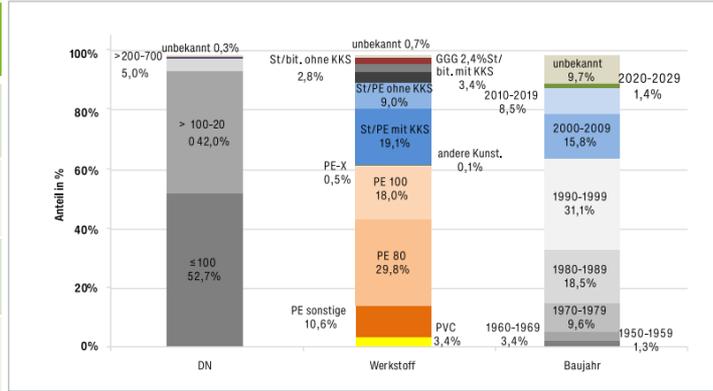
- Altersstruktur basierend u.a. auf DVGW-GaWaS
- technische Nutzungsdauern
- H₂-Tauglichkeit
- Asset-spezifische Austauschkosten

Rohrleitungen (VNB)

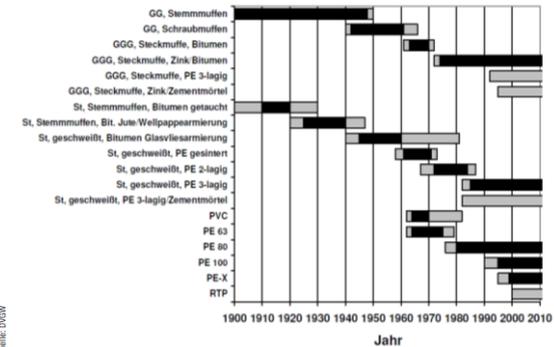
- Bildung von Leitungsklassen anhand von Nennweite, Druckstufe, Material & Baujahr bzw. Verlegezeitraum (Quellen: GTP-Ergebnisberichts 2023¹, der Bestanderfassung Gas aus den Jahren 2011 bis 2022², allgemeine Verlegezeiträume nach DVGW G 402 (2011)³)

VNB	Netzlänge ¹
Netzanschlussleitungen	169.900 km
Netzlänge ≤ 16 bar	371.900 km
Netzlänge > 16 bar	21.800 km
SUMME	563.600 km*

Leitungen VNB ≤ 16 bar²



Allgemeine Verlegezeiträume³



*gerundeter Wert, Gesamtnetzlänge im Verteilnetz laut¹ beträgt 562.447 km

¹ DVGW H2vorOrt, GTP-Ergebnisbericht 2023 ² DVGW energie | wasser-praxis, Nr. 1 (2024), „Bestands- und Ereignisdatenerfassung Gas - Ergebnisse aus den Jahren 2011 bis 2022“

³ DVGW G 401 (2009) – zurückgezogen, DVGW G 402 (2011)

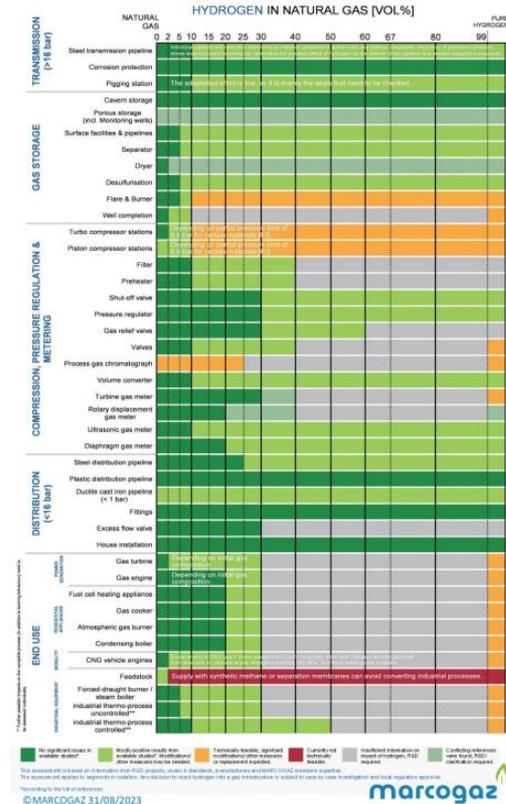
H₂-Tauglichkeit

Die Bewertung der Wasserstofftauglichkeit der im Mengen-Kosten-Gerüst erfassten Assets der dt. Gasverteilnetzinfrastruktur basiert auf der DVGW-Datenbank verifHy¹ bzw. den Kompendien Wasserstoff VNB & FNB², der Marcogaz-Infografik 2023³ sowie dem GTP-Ergebnisbericht 2023⁴.

Auf dieser Basis wurden folgende Assets der dt. Gasverteilnetzinfrastruktur als nicht für Wasserstoff geeignet eingestuft:

- Rohrleitungen aus Grauguss (GG)
- Messtechnik: Gaszähler, Prozessgaschromatographen
- GDR(M)A-Komponenten: Filter, Vorwärmer, Sicherheitsventile

OVERVIEW OF AVAILABLE TEST RESULTS* AND REGULATORY LIMITS FOR HYDROGEN ADMISSION INTO THE EXISTING NATURAL GAS INFRASTRUCTURE AND END USE



¹ DVGW-Datenbank verifHy² Kompendien Wasserstoff VNB & FNB (2019 bzw. 2021)

³ Marcogaz (2023) ⁴ DVGW H2vorOrt, GTP-Ergebnisbericht 2023

Modellannahmen für die Berechnung der Transformationskosten

Folgende Aspekte werden im Rahmen der Modellierung berücksichtigt:

Regulären Erneuerung

- Planmäßiger Ersatz von Assets nach dem Ende ihrer technischen Nutzungsdauer* (hier: Erwartungswert)
** Die angesetzten erwarteten technischen Nutzungsdauern können von realen zustandsbezogenen Nutzungsdauern abweichen.*
- Altersstruktur der Assets (Baujahr) + technische Nutzungsdauer bestimmt reguläres Erneuerungsjahr
- Annahme: keine explizite Anpassung der Gasverteilnetzinfrastruktur für Wasserstoff, aber, wenn möglich, Einsatz von wasserstofftauglichen Komponenten

Außerplanmäßige Erneuerung zur Erhöhung der H₂-Tauglichkeit

- Anpassungsbedarf wird bestimmt durch die aktuelle H₂-Verträglichkeit der Assets im Gasnetz sowie durch die Zielwerte zur H₂-Tauglichkeit entsprechend des Transformationsszenarios
- außerplanmäßiger Austausch erfolgt immer vor dem Ende der angesetzten technischen Nutzungsdauer

5 Ergebnisse

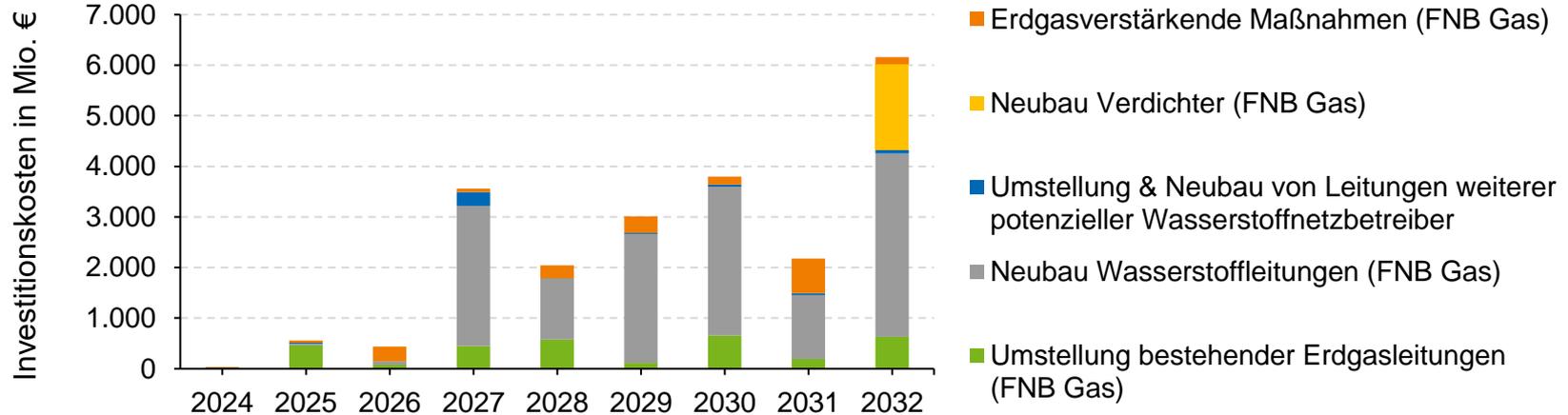
Fernleitungsnetz

Investitionen gemäß Antragsentwurf zum H₂-Kernnetz der FNBs vom 15.11.2023 ¹:

- **19,8 Mrd. €* für den Aufbau des Kernnetz** bis zum Jahr 2032 und **2,0 Mrd. € für erdgasverstärkende Maßnahmen**

*Investitionskosten für Umstellungs- und Neubauleitungen inkl. Nebenanlagen, wie beispielsweise GDRM-Anlagen

- **Betriebskosten** des H₂-Kernnetzes ab 2032: **ca. 0,41 Mrd. €/Jahr** ¹

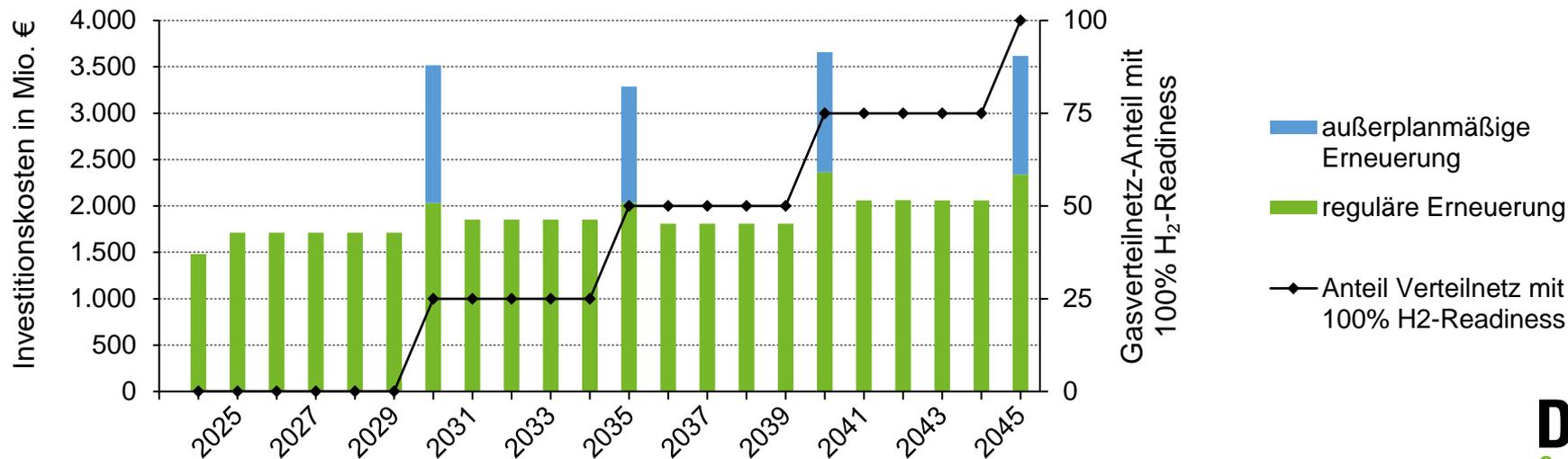


¹ [FNB Gas H₂-Kernnetz](#) (Abrufdatum: 08.05.2024)

Gasverteilnetz

- **Investitionskosten: 47 Mrd. €* für vollständige Ertüchtigung & Umstellung des dt. Gasverteilnetzes**, welches auf Basis des abgestimmten Szenarios im Jahr 2045 noch 2/3 der Gasanschlüsse für Haushalte und Gewerbe sowie 81% seiner heutigen Netzlänge aufweist

* Investitionskosten beinhalten Kosten für reguläre & außerplanmäßige Erneuerung des Verteilnetzes im Zuge der Umstellung auf den Wasserstoffbetrieb

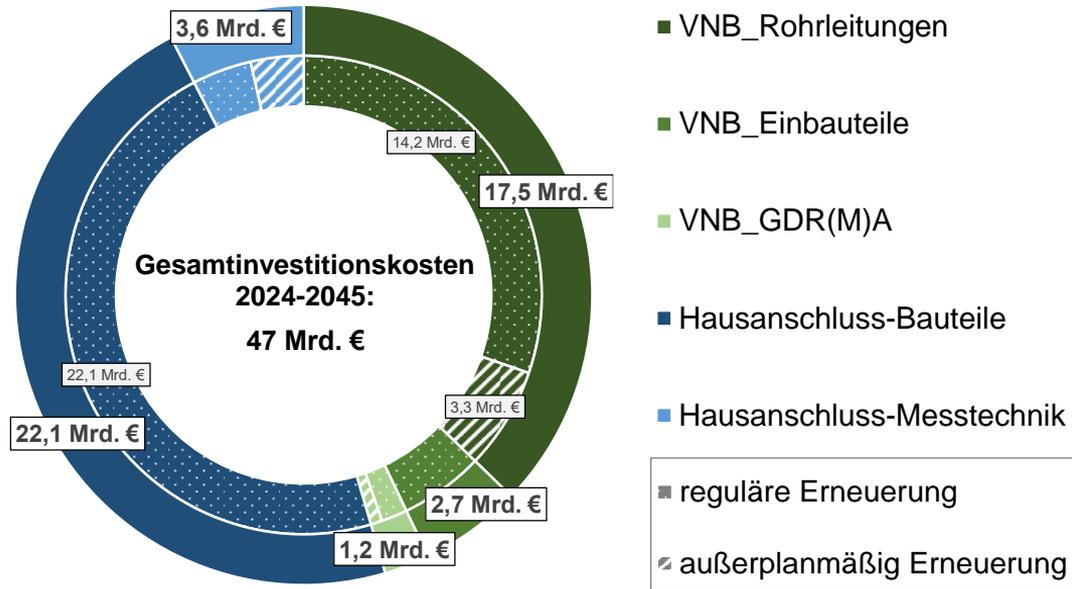


Gasverteilnetz

Zusammensetzung der Gesamtinvestitionskosten (2024-2045)

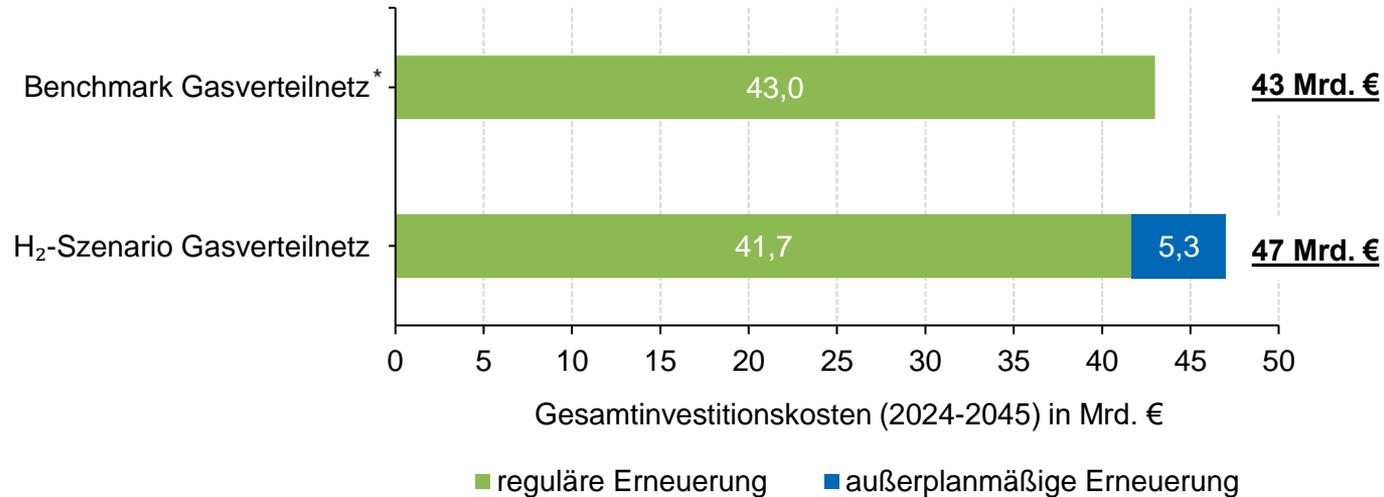
- außerplanmäßige Erneuerung zur Erhöhung der H₂-Readiness macht nur einen geringen Anteil an den Gesamtinvestitionskosten aus (11%)
- **Großteil der Assets der dt. Gasinfrastruktur bereits für Wasserstoff geeignet**
- **Anpassungsbedarf** besteht insbesondere im Bereich der **Messtechnik**.

Teile der nicht für Wasserstoff geeigneten Assets werden bereits im Rahmen der regulären Erneuerung ersetzt (Annahme)



Gasverteilnetz

Im Vergleich zur ausschließlich regulären Erneuerung des Gasverteilnetzes (Benchmark)* unter Berücksichtigung der bis zum Jahr 2045 rückläufigen Netzlängenentwicklung und einem Rückgang der Anzahl an Hausanschlüssen ergeben sich für die Transformation **H₂-Mehrkosten** in Höhe von **4 Mrd. €**.



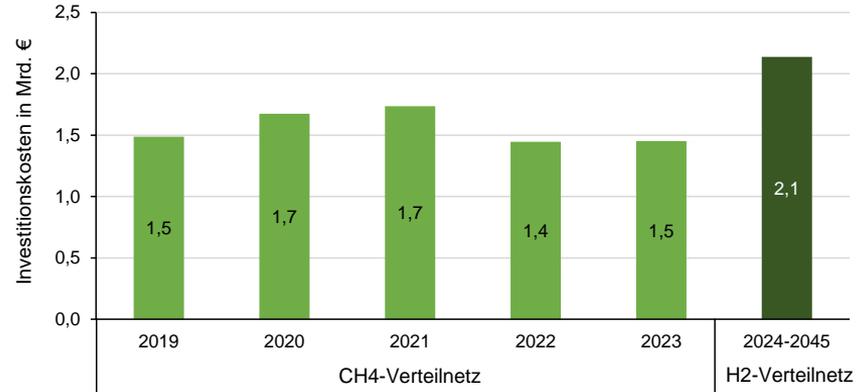
* Benchmark: hier wird kein H₂-Verteilnetz aufgebaut oder Netze für H₂ angepasst

Gasverteilnetz – Einordnung der Ergebnisse

- Durchschnittliche jährliche Investitionen in das Gasverteilnetz der letzten 5 Jahre auf Basis des Monitoringberichts 2023 der BNetzA¹: **1,56 Mrd. €**
- durchschnittliche jährliche Investitionskosten als Ergebnis der Modellierung (2024-2045): **2,14 Mrd. €** (entspricht **Anstieg um 37 %**)

Der Anstieg der durchschnittlichen jährlichen Investitionskosten ist neben den Investitionen in die H₂-Readiness im Wesentlichen auf die reguläre Erneuerung des Verteilnetzes zurückzuführen (aufgrund der fortschreitenden Alterung der Komponenten im Gasnetz).

Jährliche, historische Investitionen in das Gasverteilnetz 2019-2023 und durchschnittliche jährliche Investitionen in das H₂-Verteilnetz 2024-2045



¹ BNetzA „Monitoringbericht 2023“

Gasverteilnetz – Vergleich Roadmap Gas 2050 (2022) ¹ vs. Aktualisierung 2024

	RMG 2050 (2022) ¹ (2021-2045)	Aktualisierung 2024 (2024-2045)
Gesamtinvestitionen Benchmark	89 Mrd. € (Ø 3,6 Mrd. €/Jahr)	43 Mrd. € (Ø 1,9 Mrd. €/Jahr)
Gesamtinvestitionen H ₂ -Transformation	104 Mrd. € (Ø 4,2 Mrd. €/Jahr)	47 Mrd. € (Ø 2,1 Mrd. €/Jahr)
H₂-Mehrinvestitionen	15 Mrd. € (Ø 0,6 Mrd. €/Jahr)	4 Mrd. € (Ø 0,2 Mrd. €/Jahr)

- **Gründe für das neue Ergebnis:**

- Neues Szenario für das Verteilnetz (Rückgang der Gaskunden und Netzlängen-Reduzierung)
- Anpassung Kostendaten (Insbesondere Rohrleitungskosten)
- Anpassung H₂-Tauglichkeiten der Assets im Gasnetz auf Basis Kenntnisstand 2024
- Aktualisierung Mengen-Gerüst auf Basis neuester Veröffentlichungen (2023/2024)
- 3 Jahre kürzerer Betrachtungszeitraum (2024-2045)

¹ [DVGW „Roadmap Gas 2050“, TP2.2.1 „Transformationspfade“ \(D2.3\), 2022](#)

6 Fazit & Ausblick

6 Fazit & Ausblick

- Im Rahmen dieser Kurzstudie wurde untersucht, welche **Kosten für die Transformation der dt. Gasnetzinfrastrukturen** bis zum **Jahr 2045** anfallen. Dazu wurde ein Szenario zur Entwicklung der Wasserstoffnachfrage definiert und die zur Versorgung erforderliche Verteilnetzlänge ermittelt.
- Die Ermittlung der Transformationskosten der dt. Gasnetzinfrastruktur hat ergeben, dass sich die dt. Gasnetze bis zum Jahr 2045 mit **überschaubarem Mehraufwand kosteneffizient für Wasserstoff** ertüchtigen lassen:
 - Der größte **Anpassungsbedarf** besteht im Bereich der **Messtechnik** (Zählerwechsel), der **HD-Leitungsumstellung** und in der Ertüchtigung von **GDRM-Anlagen**.
 - Die **Mehrkosten** für die H₂-Transformation des Gasverteilnetzes liegen bis zum Jahr 2045 bei **4 Mrd. €** und damit 9 % über den Kosten für die ausschließlich reguläre Erneuerung der Verteilnetze (Benchmark).
 - Insgesamt fallen für **Erhalt und Transformation der Gasverteilnetze 47 Mrd. €** an, für den **Aufbau des H₂-Kernetzes** inkl. erdgasverstärkender Maßnahmen **22 Mrd. €**.
- Damit steht eine Infrastruktur zur Verfügung, die über 9 Mio. Haushalte und Gewerbekunden sowie die Industrie und Gaskraftwerke mit Wasserstoff versorgen kann.
- Aufgrund der unterschiedlichen regionalen Gegebenheiten in Deutschland sollten VNB individuelle Betrachtung zur H₂-Transformation ihrer Gasnetze durchführen (z.B. im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung bzw. der Erstellung des [Gasnetzgebietstransformationsplans](#) (kurz: GTP)).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ihr Ansprechpartner

Jonas Sperlich

Projektingenieur für Netzprojekte & Transformationspfade

Tel.: +49 (0) 341 2457 156

E-Mail: jonas.sperlich@dbi-gruppe.de

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 34 · D-09599 Freiberg

🌐 www.dbi-gruppe.de

