

# Roadmap Gas 2050: Lösungen für eine klimaneutrale Energieversorgung

## Transformation der Gasnetze bis zur H2-Einsatzbereitschaft

Jens Hüttenrauch

Abschluss-Workshop GAT 2022

11.10.22, Webkonferenz

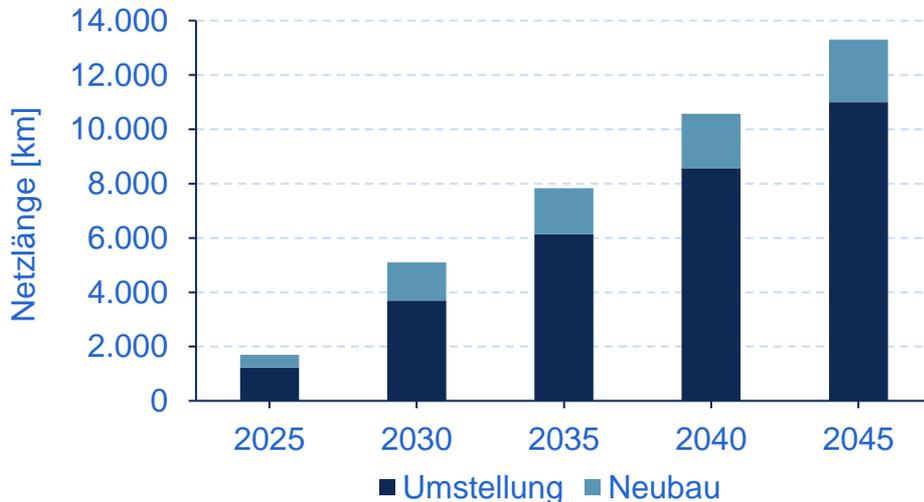
- Transport, Speicherung und Nutzung erneuerbarer Gase sind wesentliche Beiträge des Gassystems zur Erreichung der Klimaziele
- Erdgas substituieren mit regional verfügbaren, erneuerbaren Gasen wie Biomethan und SNG in Kombination mit Erzeugung und Import von Wasserstoff  
→ Dies erfordert eine Transformation der Gasinfrastruktur auf allen Ebenen
- Wichtige Aspekte sind daher:
  - Wie sieht die Transformation der Gasinfrastruktur aus?
  - Was ist bei der Umstellung eines Netzgebiets auf H<sub>2</sub> zu tun?

# Wie sieht die Transformation der Gasinfrastruktur aus?

- Die Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur für die großflächige H<sub>2</sub>-Bereitstellung in Deutschland erfordert einen Transformationsprozess!
- **Zentrale Fragestellungen für die Planung der Transformation:**
  - Was sind die begrenzenden Faktoren für die Integration von Wasserstoff in die deutsche Gasinfrastruktur?  
→ *Kenntnis über aktuelle H<sub>2</sub>-Verträglichkeiten erforderlich!*
  - Welche Anpassungsbedarfe und –kosten für die Gasinfrastruktur und Gasanwendungen bestehen im Rahmen der Transformation?  
→ *Identifizierung von Anpassungsmaßnahmen und Aufwendungen!*

### ➤ Szenario FNB/UGS: Aufbau eines separaten Wasserstoffnetzes

- H<sub>2</sub>-Netz basierend auf Veröffentlichungen des FNB Gas e.V.<sup>1</sup>
- Netzlänge: 13.300 km auf Haupttransportnetzebene
  - ca. 83 % Umstellung und ca. 17 % Neubau



<sup>1</sup> <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/>\*

\* Annahmen:

Werte für 2030: H<sub>2</sub>-Netz 2030 nach FNB Gas

Werte für 2045: H<sub>2</sub>-Netz 2050 nach FNB Gas

Werte für 2035, 2040: linear interpoliert

Werte für 2025: 1/3 der Werte für 2030

# Szenarien für die Transformationspfade

## Netzebene VNB

- **VNB-Szenario 1-4:** Festlegung von Zielwerten der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit
- Anpassung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit erfolgt für die gesamten Verteilnetze (keine teilnetzspezifischen Unterschiede)

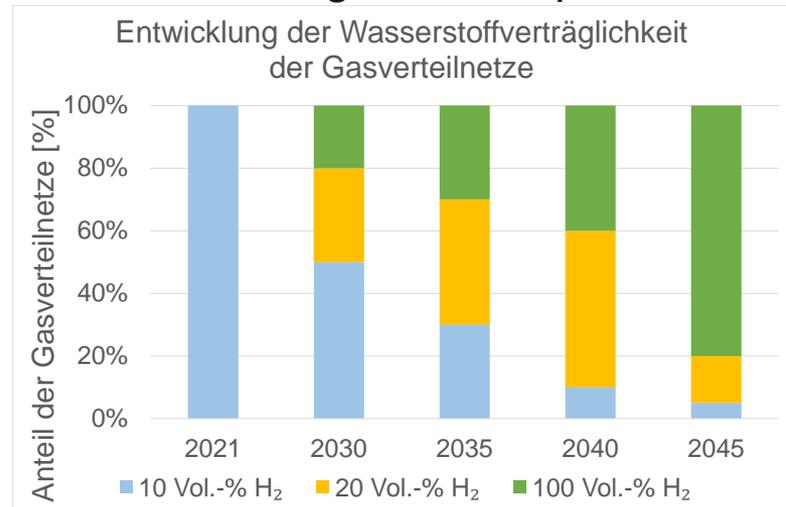
VNB	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
2021	10 Vol.-%	10 Vol.-%	10 Vol.-%	10 Vol.-%
2030	20 Vol.-%	20 Vol.-%	20 Vol.-%	
2035		30 Vol.-%		100 Vol.-%
2040				
2045			100 Vol.-%	

# Szenarien für die Transformationspfade

## Netzebene VNB

- **VNB-Szenario 5:** Festlegung des Verteilnetz-Anteils, welcher zu Stützjahren eine max. H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von 10, 20 bzw. 100 Vol.-% aufweisen muss
- Anpassung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit der Verteilnetze erfolgt teilnetzspezifisch\*

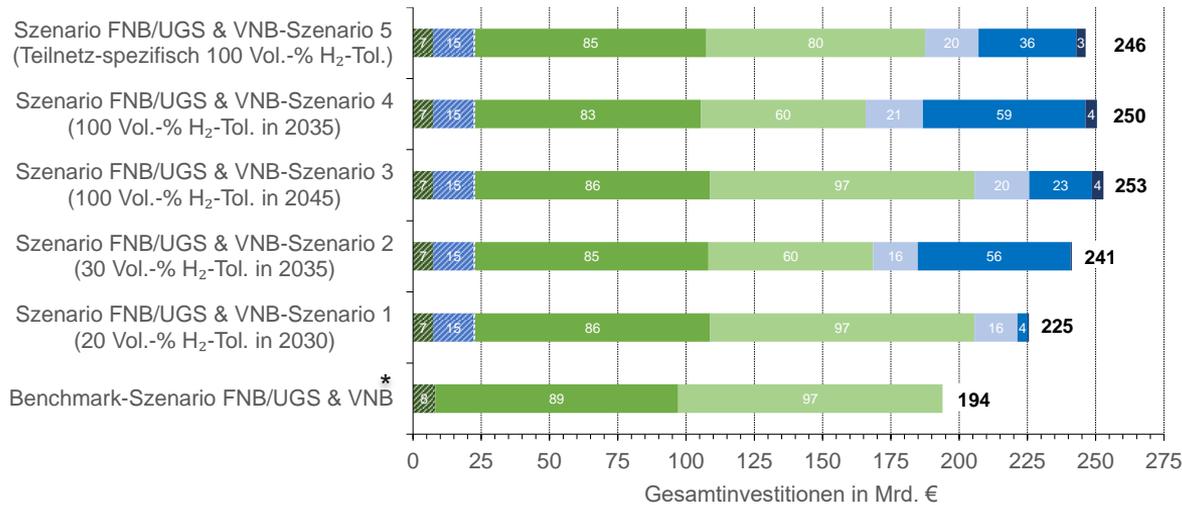
VNB	Anteil VNB mit max. 10 Vol.-% H <sub>2</sub> -Tol.	Anteil VNB mit max. 20 Vol.-% H <sub>2</sub> -Tol.	Anteil VNB mit max. 100 Vol.-% H <sub>2</sub> -Tol.
2021	100 %	0 %	0 %
2030	50 %	30 %	20 %
2035	30 %	40 %	30 %
2040	10 %	50 %	40 %
2045	5 %	15 %	80 %



\* Teilnetz: definierter Anteil am Gesamtnetz, keine regionalisierte Betrachtung

# Ergebnisse der Transformationspfade

## Zusammenführung und Vergleich der Szenarien (FNB + VNB S1 ... S5)



- Gasinfrastruktur FNB/UGS: reguläre Erneuerung
- Gasinfrastruktur FNB/UGS: außerplanmäßige Erneuerung & Aufbau H<sub>2</sub>-Netz
- Gasanwendungen FNB: außerplanmäßige Erneuerung
- Gasinfrastruktur VNB: reguläre Erneuerung
- Gasanwendungen VNB: reguläre Erneuerung
- Gasinfrastruktur VNB: außerplanmäßige Erneuerung
- Gasanwendungen VNB: außerplanmäßige Erneuerung
- Gasmobilität VNB: außerplanmäßige Erneuerung

\* Benchmark: hier werden kein H<sub>2</sub>-Netz aufgebaut oder Netze für H<sub>2</sub> angepasst

## Szenarienvergleich: Gesamtinvestitionen (2021-2045)

### Reguläre Erneuerung

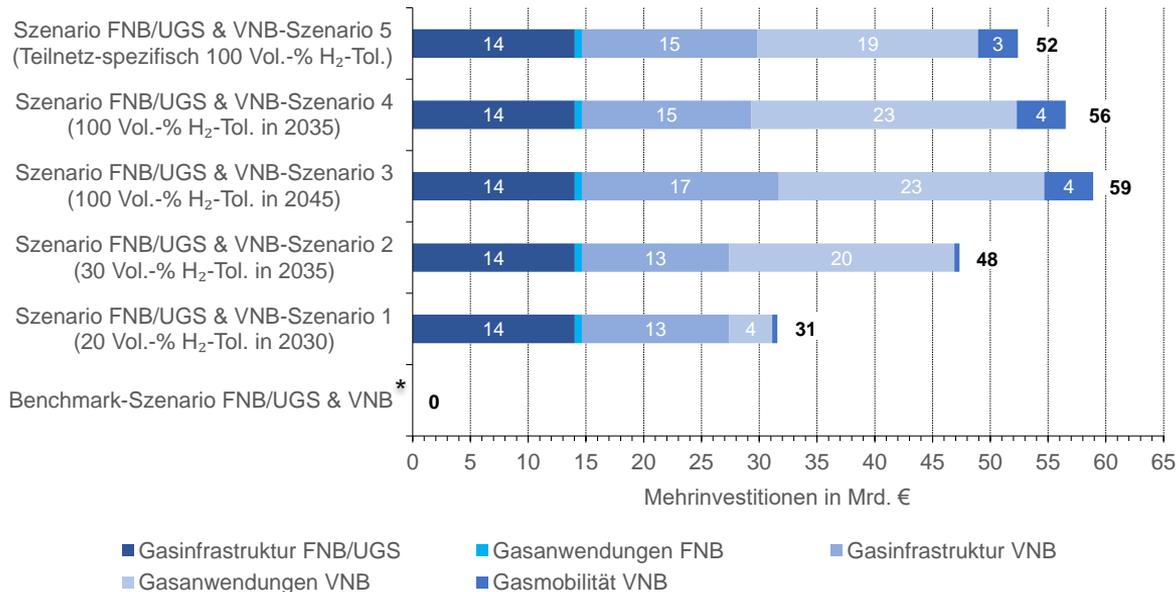
- basierend auf Altersstruktur & techn. Nutzungsdauern

### Außerplanmäßige Erneuerung

- basierend auf H<sub>2</sub>-Verträglichkeiten
- Der Unterschied zwischen 30 und 100 Vol.-% H<sub>2</sub> in den Transformationskosten ist gering

# Ergebnisse der Transformationspfade

## Zusammenführung und Vergleich der Szenarien (FNB + VNB S1 ... S5)



## Szenarienvergleich: Mehrinvestitionen (2021-2045)

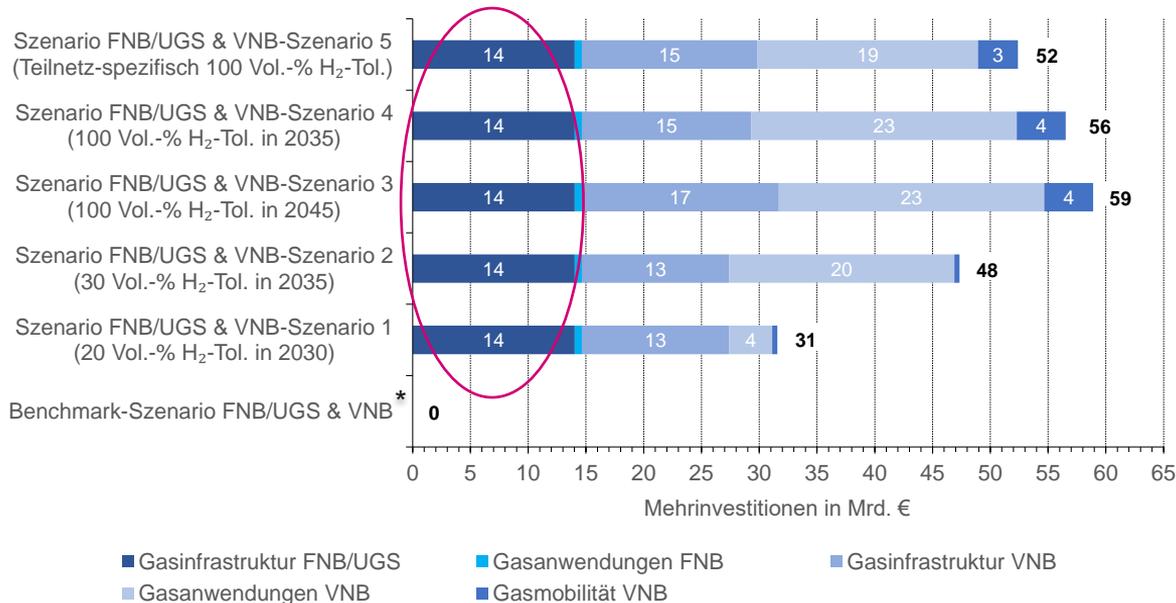
➤ Höhe der Mehrinvestitionen variabel in Abhängigkeit von:

- Zielwert der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit
- Anzahl der Stufen
- Anpassungszeitpunkt

\* Benchmark: hier werden kein H<sub>2</sub>-Netz aufgebaut oder Netze für H<sub>2</sub> angepasst

# Ergebnisse der Transformationspfade

## Zusammenführung und Vergleich der Szenarien (FNB + VNB S1 ... S5)



## Szenarienvergleich: Mehrinvestitionen (2021-2045)

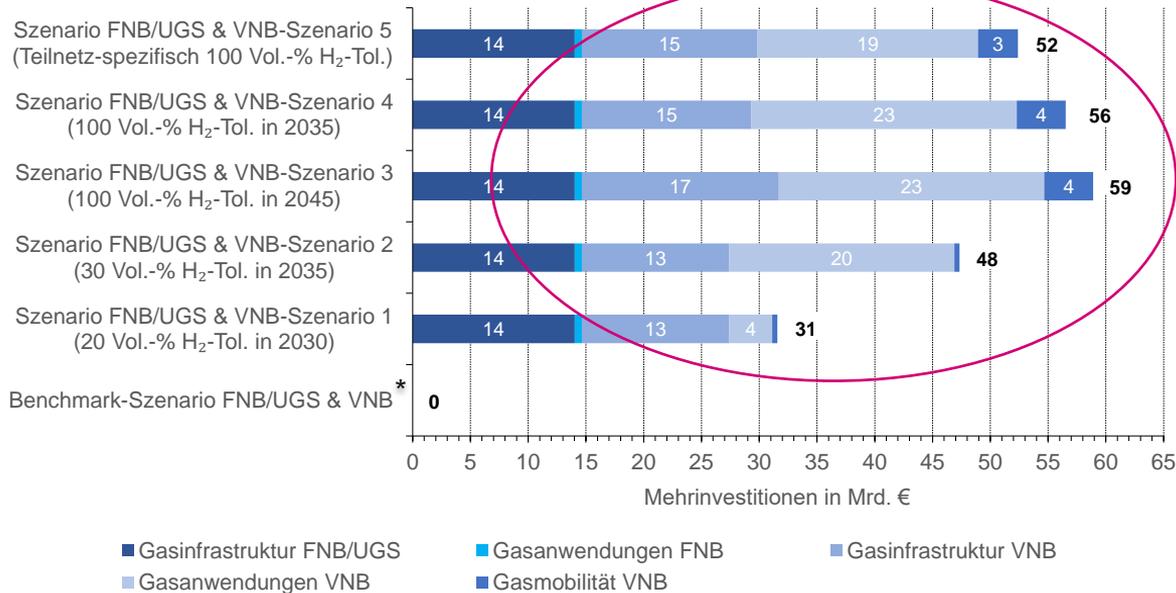
### ➤ FNB/UGS: Aufbau H<sub>2</sub>-Netz

- Neubau H<sub>2</sub>-Leitungen
- Umstellung Erdgasleitungen
- Anpassung der Hilfseinrichtungen
- Neubau Verdichter
- Umstellung UGS
- Anpassung Gaskraftwerke

\* Benchmark: hier werden kein H<sub>2</sub>-Netz aufgebaut oder Netze für H<sub>2</sub> angepasst

# Ergebnisse der Transformationspfade

## Zusammenführung und Vergleich der Szenarien (FNB + VNB S1 ... S5)



### Szenarienvergleich: Mehrinvestitionen (2021-2045)

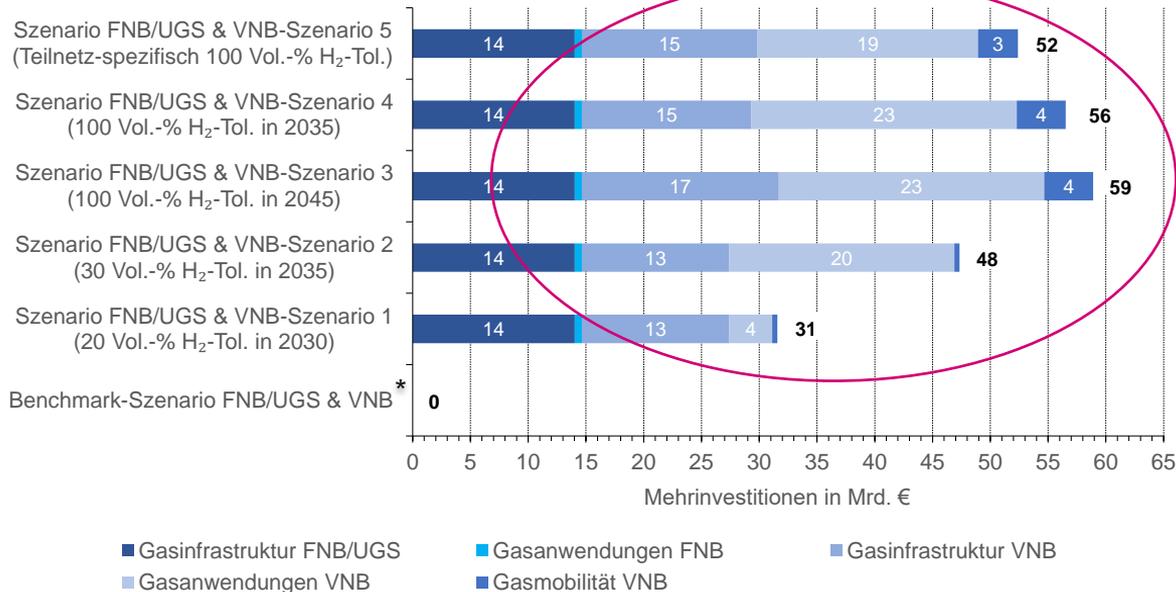
#### ➤ VNB: Anpassungsbedarf

- **10 Vol.-% H<sub>2</sub>:**
  - PGC
  - Gaskraftwerke
  - Erdgas-BHKWs
  - Gas-Mobilität
- **20 Vol.-% H<sub>2</sub>:**
  - Mess-Regeltechnik (Gaszähler, Mengenumwerter)

\* Benchmark: hier werden kein H<sub>2</sub>-Netz aufgebaut oder Netze für H<sub>2</sub> angepasst

# Ergebnisse der Transformationspfade

## Zusammenführung und Vergleich der Szenarien (FNB + VNB S1 ... S5)



## Szenarienvergleich: Mehrinvestitionen (2021-2045)

### ➤ VNB: Anpassungsbedarf

- **30 Vol.-% H<sub>2</sub>:**
  - Häusl. Gasgeräte
- **100 Vol.-% H<sub>2</sub>:**
  - Umstellung VNB-Leitungen
  - Anpassung GDRMA
  - Inneninstallation
  - Gaszähler, Gasgeräte

\* Benchmark: hier werden kein H<sub>2</sub>-Netz aufgebaut oder Netze für H<sub>2</sub> angepasst

- Für die zukünftige Verteilung von Wasserstoff kann das **deutsche Gassystem** mit überschaubarem Aufwand **kosteneffizient ertüchtigt** und **erweitert** werden.
- Die **Mehrinvestitionen** für Aufbau von H<sub>2</sub>-Netzen und die Anpassung der Gasinfrastruktur für H<sub>2</sub> (inkl. Anwendungen) liegen zwischen 16 und 30 % – ggü. regulärer Erneuerung
  - **FNB/UGS bei ca. 180 % (bedingt v. A. durch Neubau)**
  - **VNB zwischen 9 und 24 %, je nach Szenario**
- Der größte Anpassungsbedarf besteht im Bereich der Gasanwendungen bei der Umstellung auf 30 ... 100 Vol.-% H<sub>2</sub>
- Ausblick: Betrachtungen auch auf Netzbetreiberebene erforderlich, z.B. aufbauend auf der technischen Analyse nach Gasnetzgebietstransformationsplan GTP, H2vorOrt

# Was ist bei der Umstellung eines Netzgebiets auf H<sub>2</sub> zu tun?

# Transformationsplan zur Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

Überblick in Anlehnung an GTP von H2 vor Ort

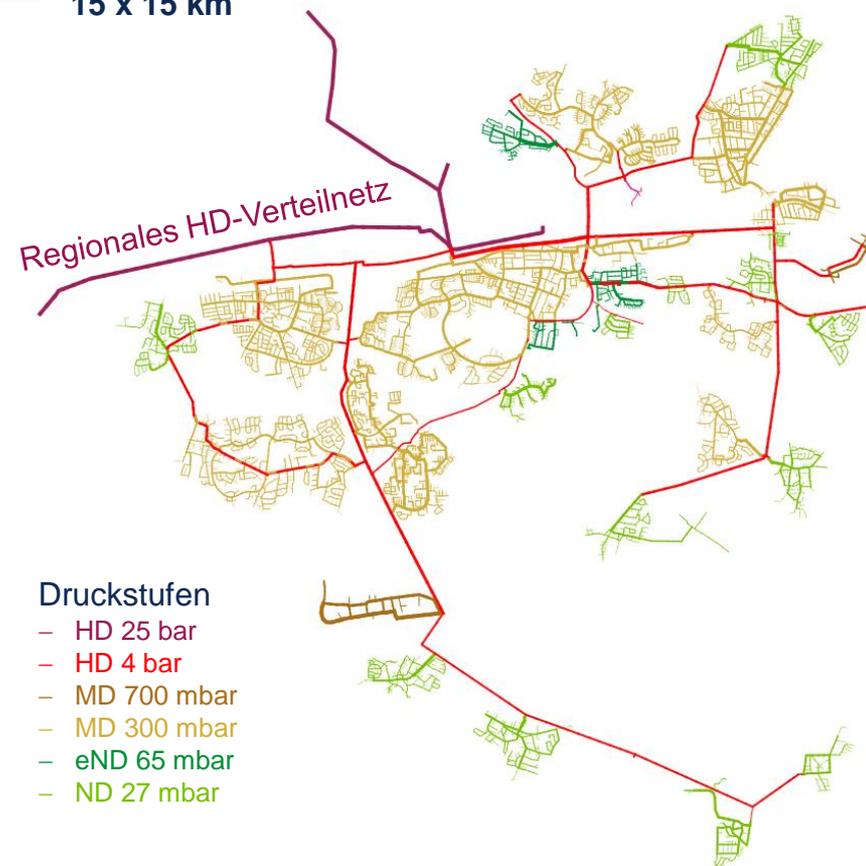


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz

- 6 Druckstufen
- 34 Teilnetze

15 x 15 km

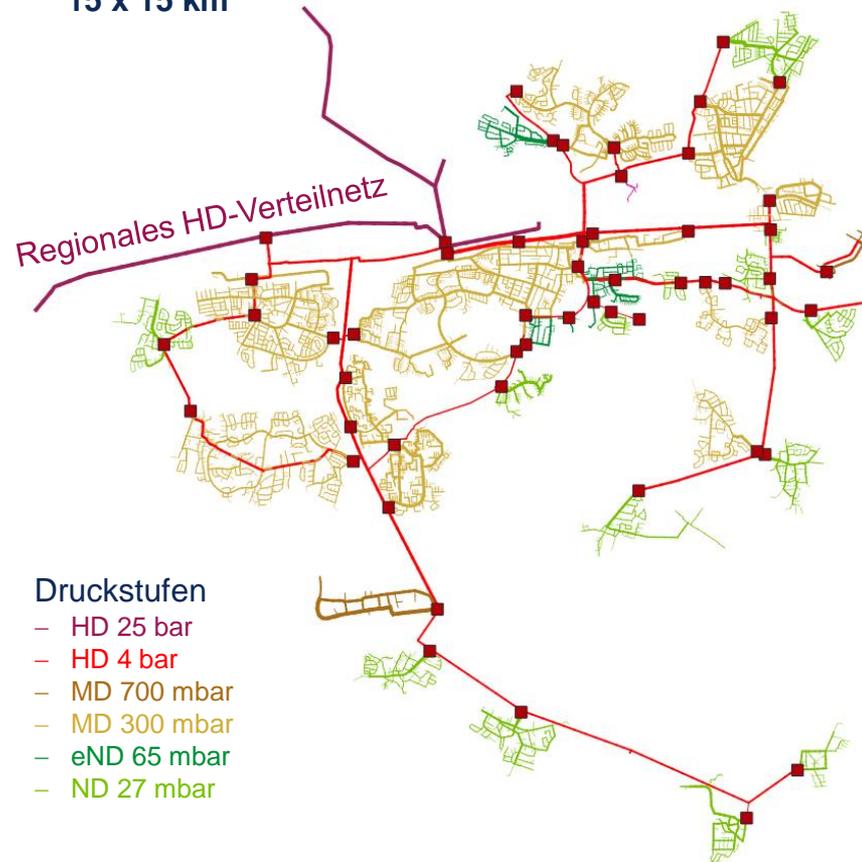


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz

- 6 Druckstufen
- 34 Teilnetze
- 54 Regelanlagen

15 x 15 km

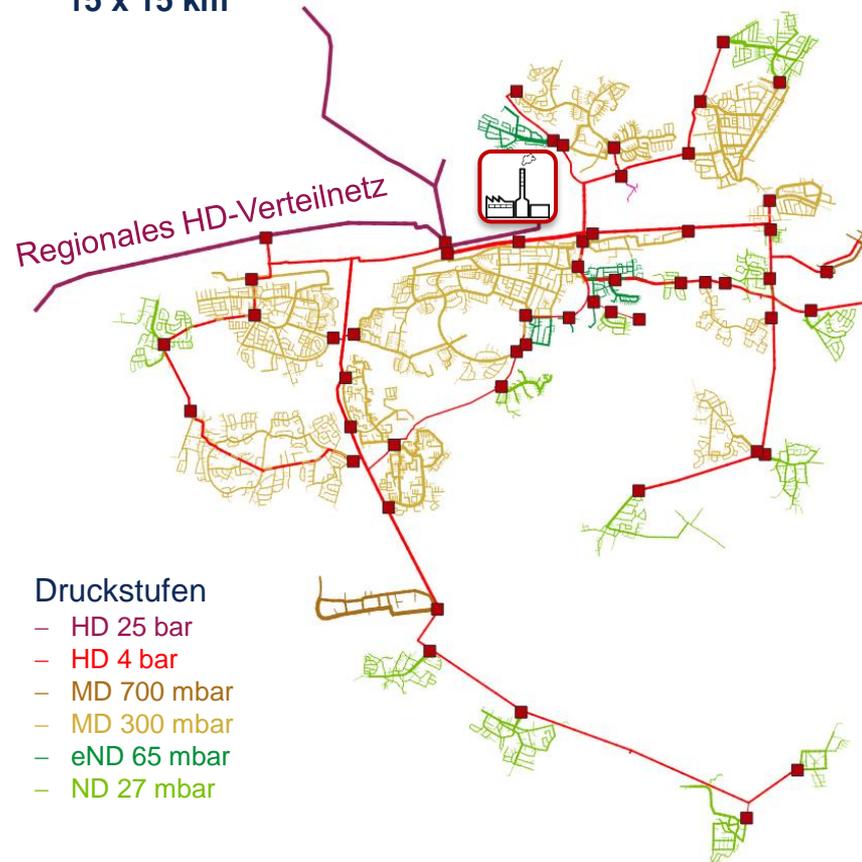


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz

- 6 Druckstufen
- 34 Teilnetze
- 54 Regelanlagen
- Mehrere Kunden mit H<sub>2</sub>-Versorgungspriorität
  - Gaskraftwerk

15 x 15 km

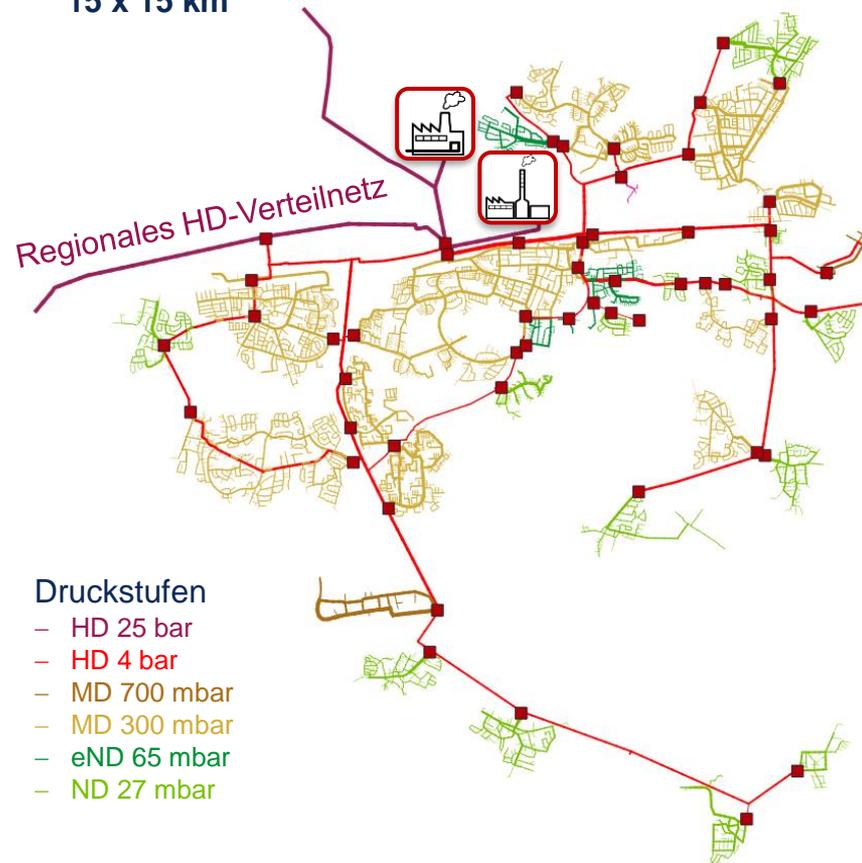


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz

- 6 Druckstufen
- 34 Teilnetze
- 54 Regelanlagen
- Mehrere Kunden mit H<sub>2</sub>-Versorgungspriorität
  - Gaskraftwerk
  - Fabrik

15 x 15 km



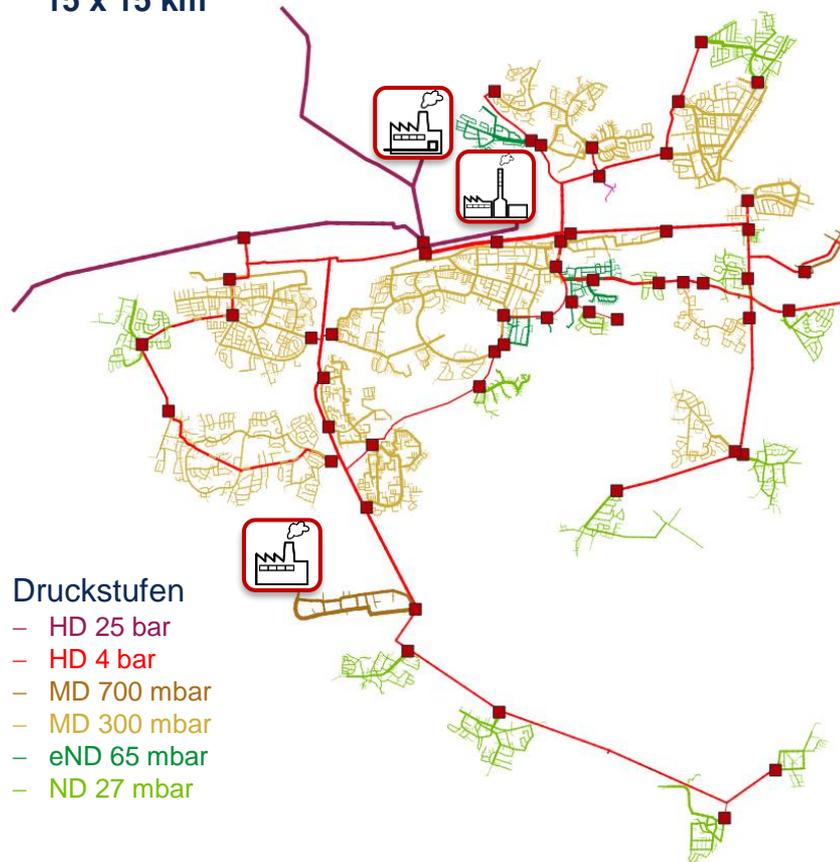
# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz

### Bestandsnetz

- 6 Druckstufen
- 34 Teilnetze
- 54 Regelanlagen
- Mehrere Kunden mit H<sub>2</sub>-Versorgungspriorität
  - Gaskraftwerk
  - Fabrik
  - Betriebe im Industriegebiet

15 x 15 km

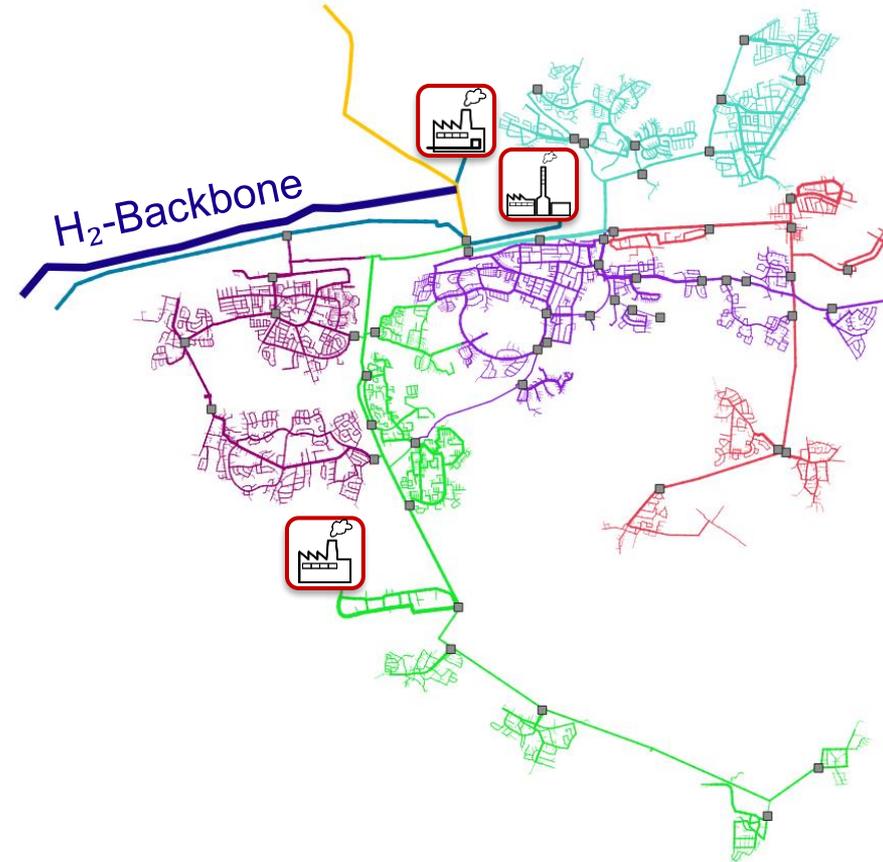


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“

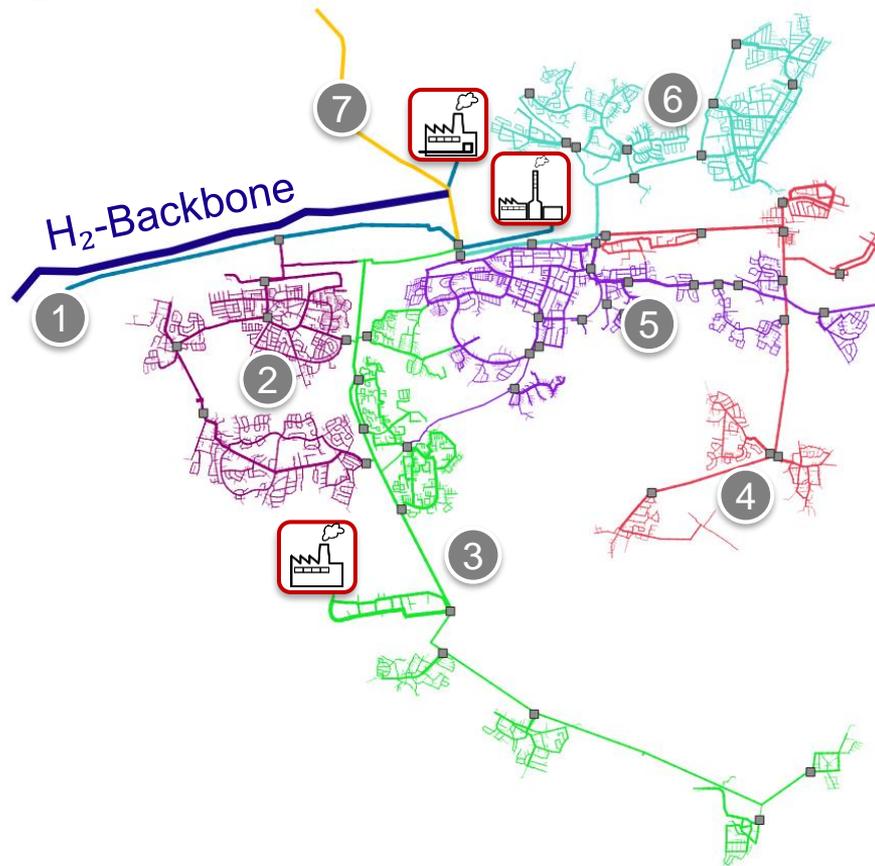


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen

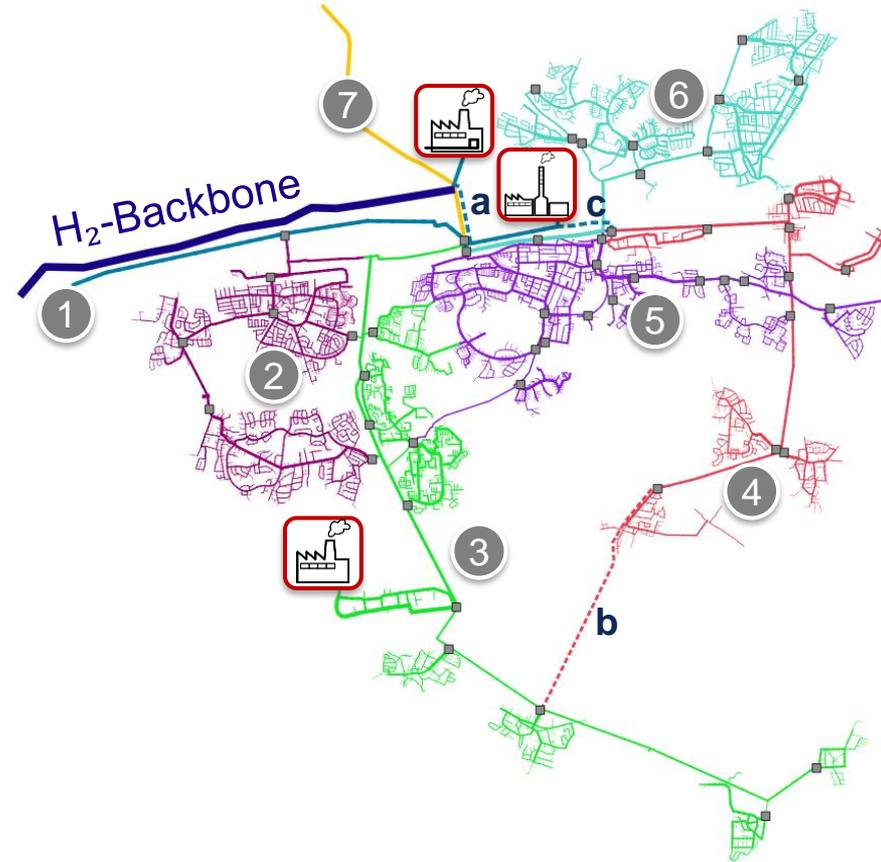


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

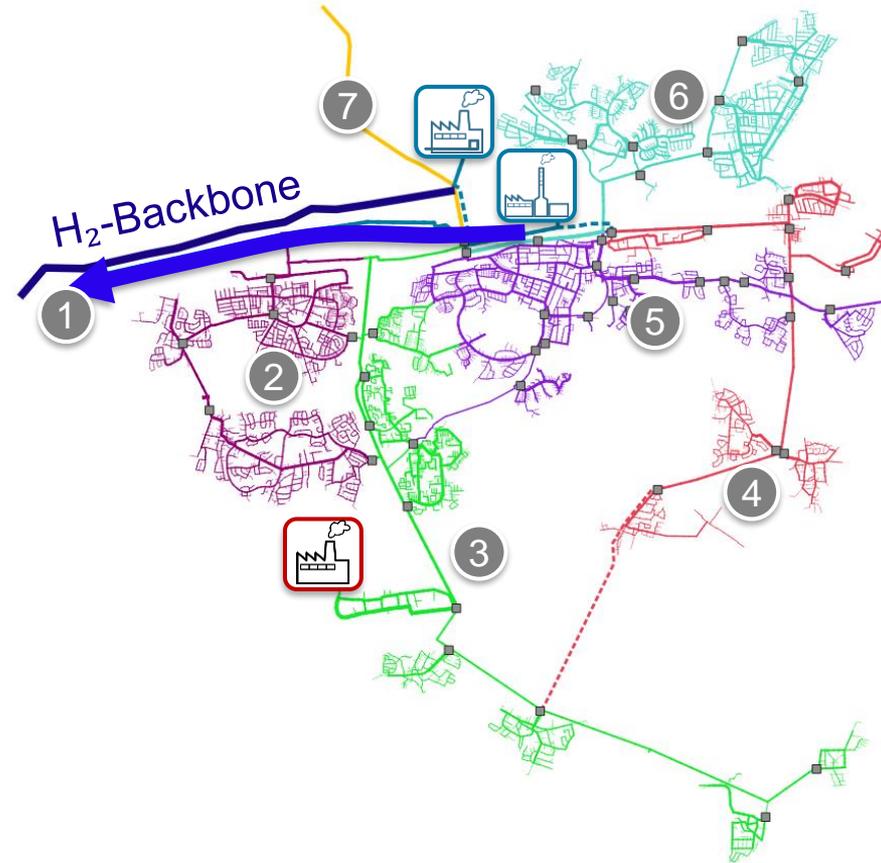


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

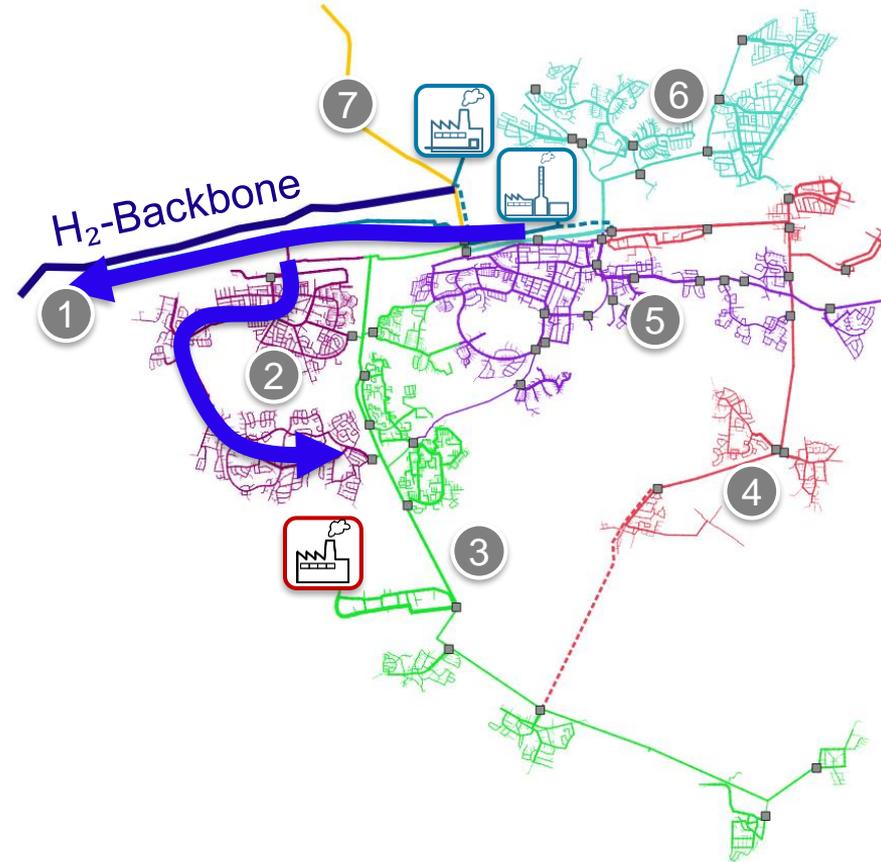


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

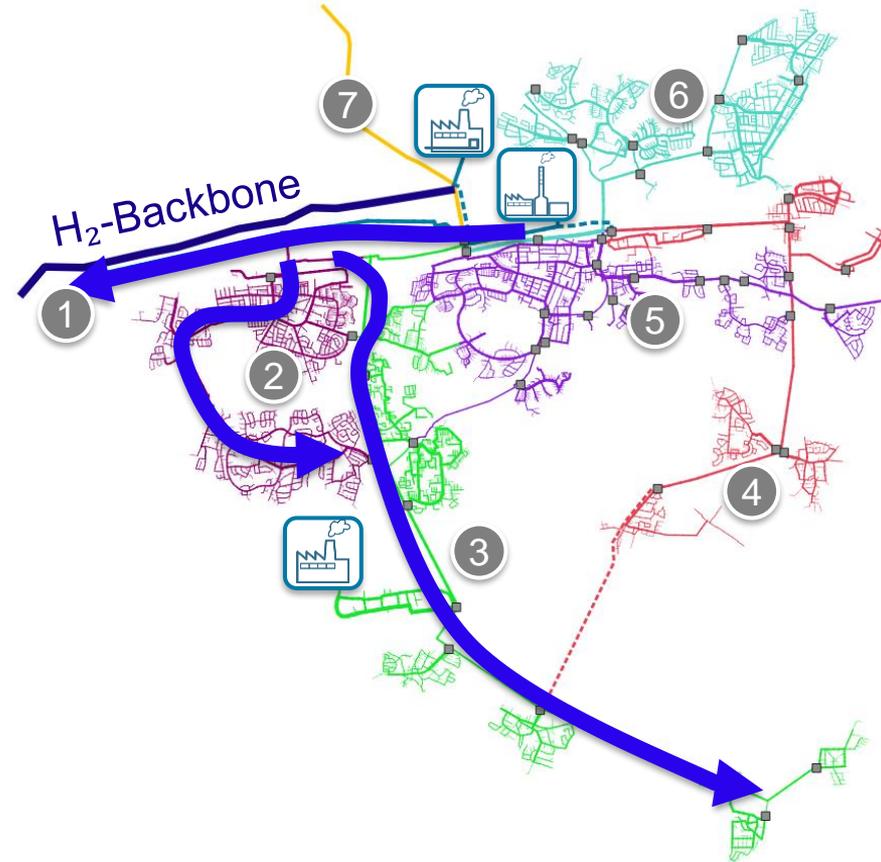


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

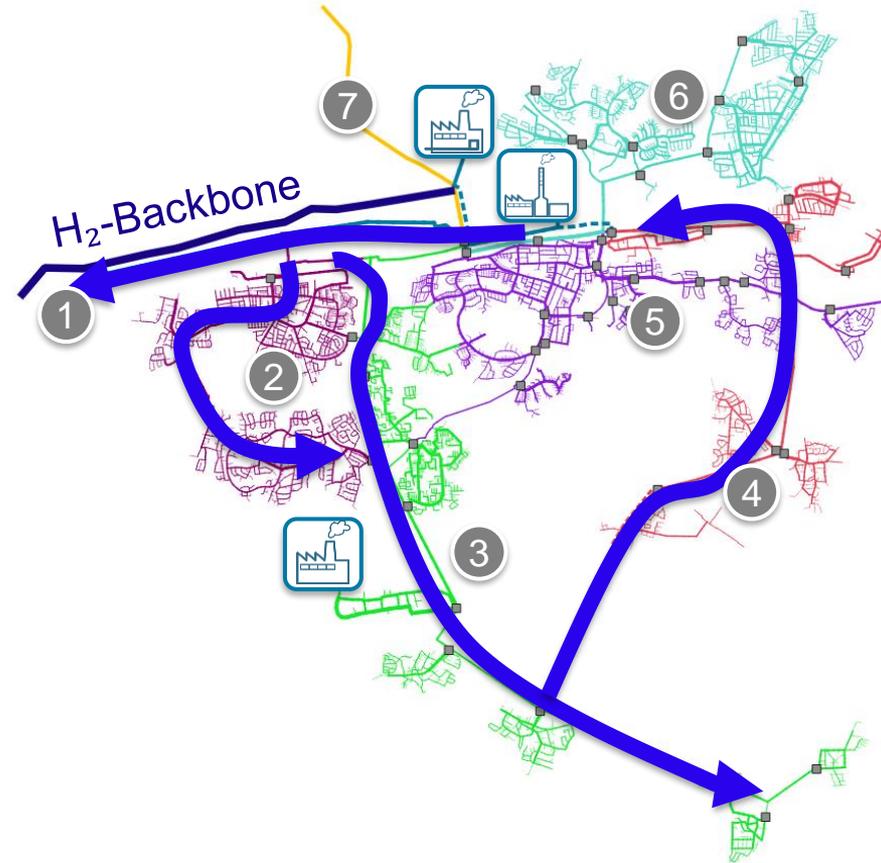


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

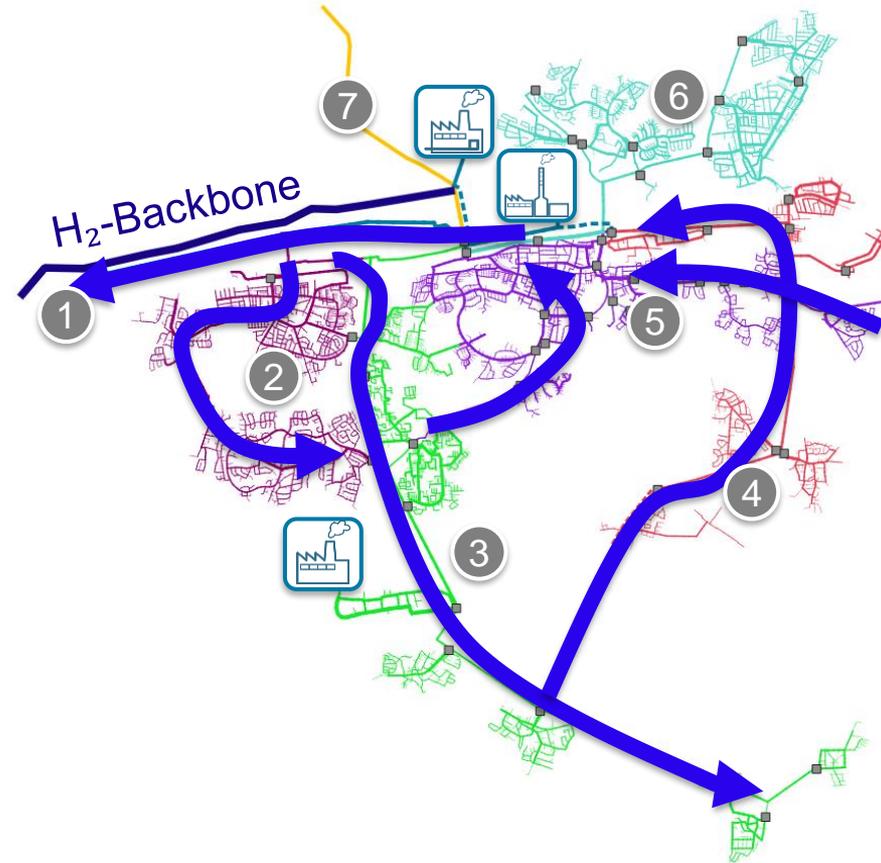


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

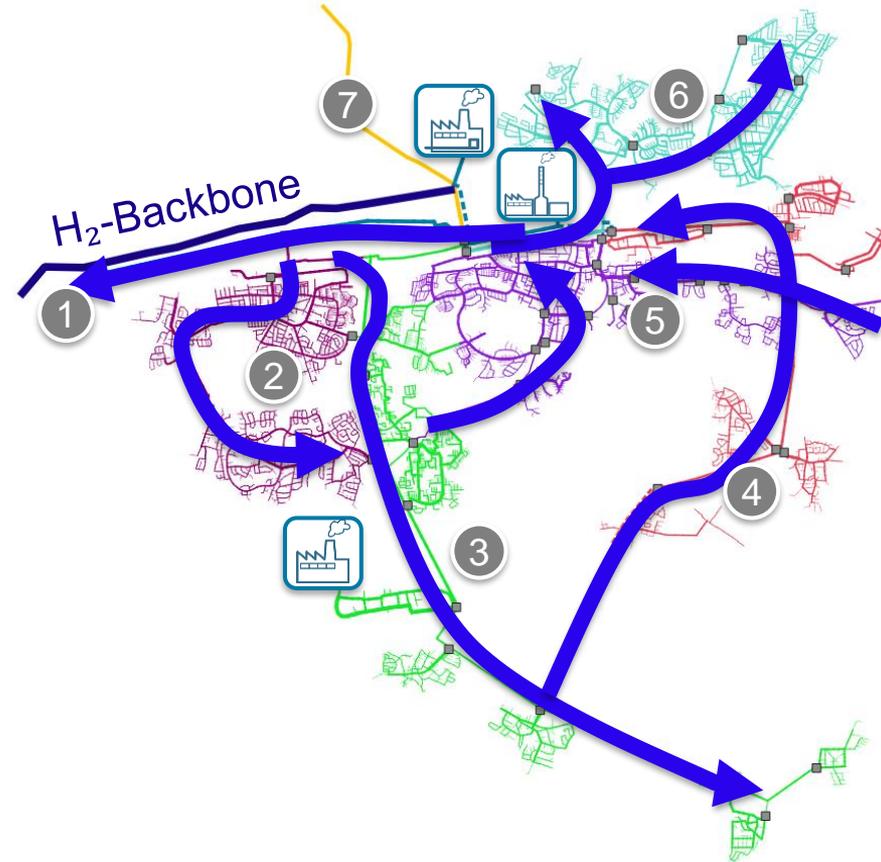


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

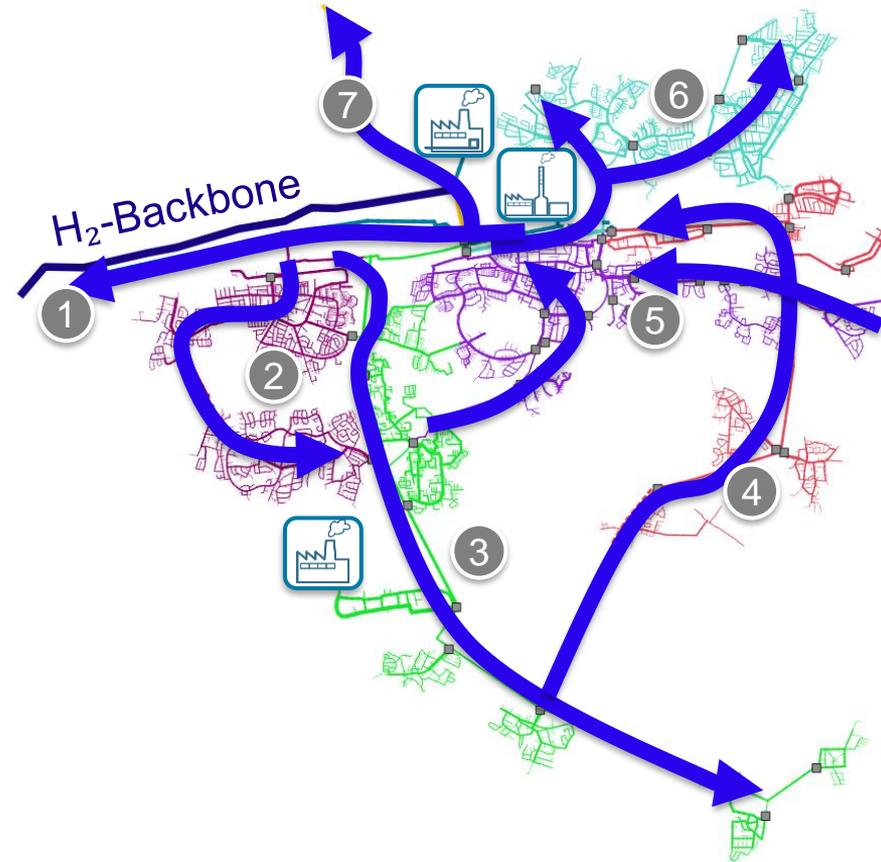


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung

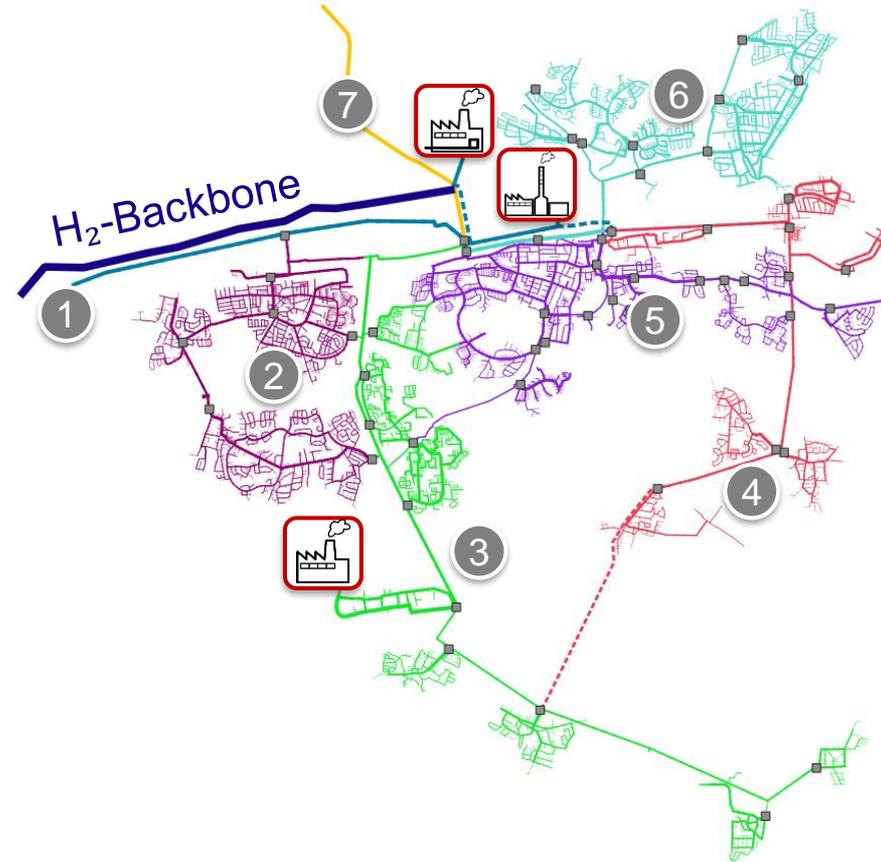


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellgebiete

### Einteilung in Umstellgebiete

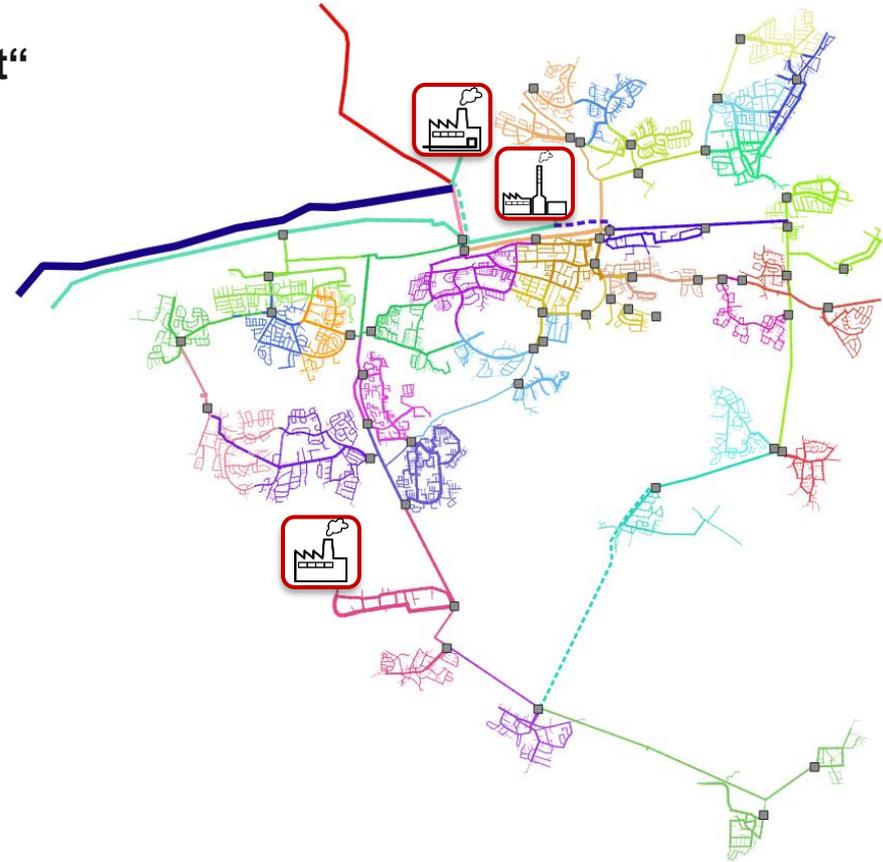
- Umstellgebiet = „strategische Einheit“
- 7 Umstellgebiete = 7 Umstellphasen
- 3 Neubauleitungen
  - a) H<sub>2</sub>-Parallelleitung
  - b) Erdgasleitung → später Umstellung
  - c) H<sub>2</sub>-Leitungserweiterung



# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

Bestandsnetz – Umstellbezirke

Einteilung in Umstellbezirke „operative Einheit“

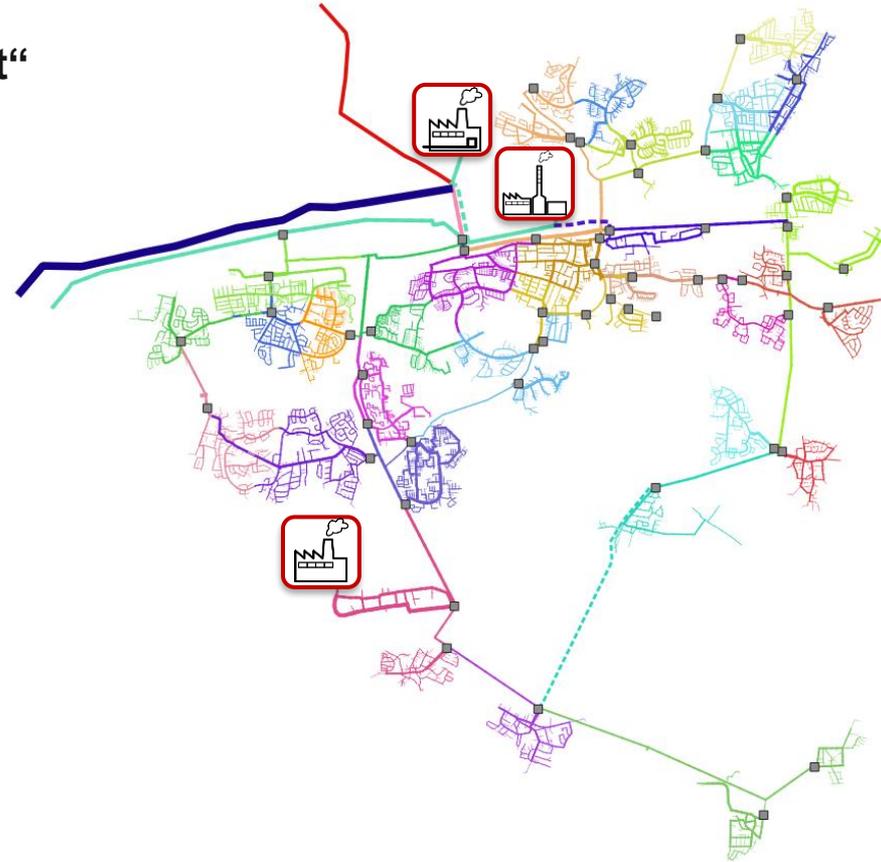


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellbezirke

### Einteilung in Umstellbezirke „operative Einheit“

- Annahme:
  - Bei Umstellung zu Beginn der Transformation in DE überwiegend **Gerätetausch** erforderlich (Status quo)
  - Im späteren Verlauf vermehrt **Geräteanpassung** (z.B. mit Umrüst-Kit)
  - Die Dauer dafür liegt bei 1 – 2 Stunden bis zu 1 Tag

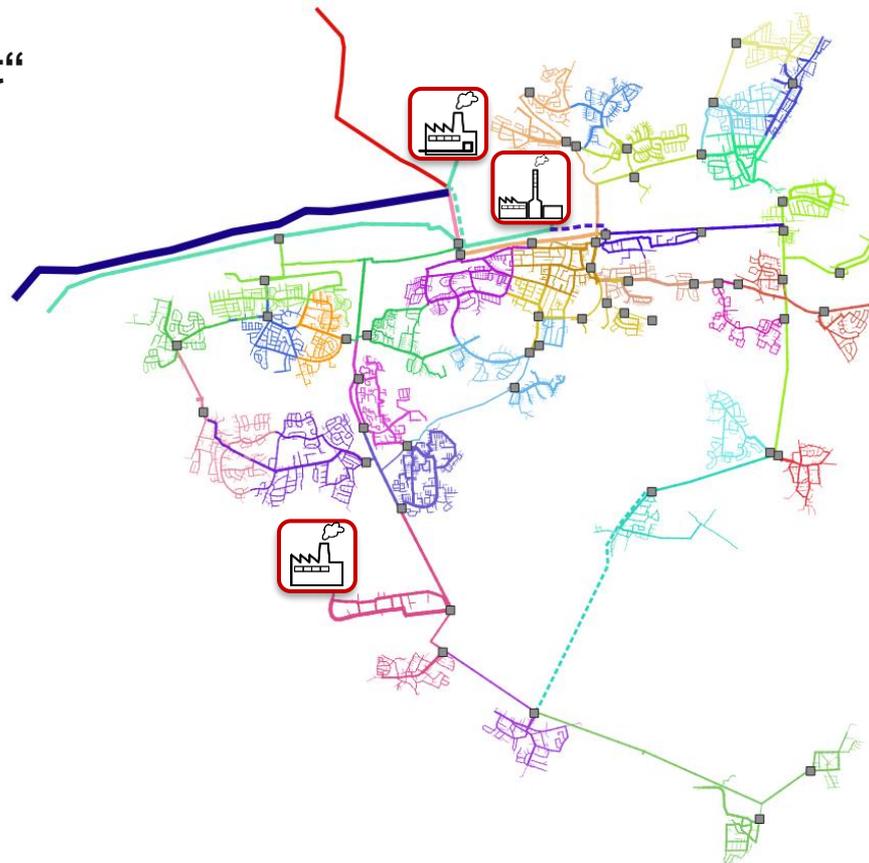


# Umstellung eines Netzgebietes auf H<sub>2</sub>

## Bestandsnetz – Umstellbezirke

### Einteilung in Umstellbezirke „operative Einheit“

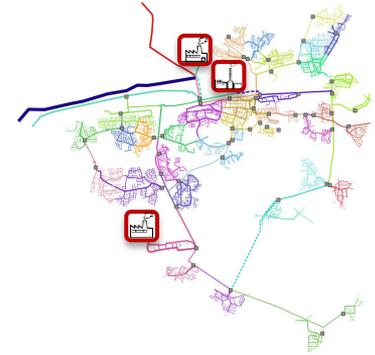
- Annahme:
  - Bei Umstellung zu Beginn der Transformation in DE überwiegend **Gerätetausch** erforderlich (Status quo)
  - Im späteren Verlauf vermehrt **Geräteanpassung** (z.B. mit Umrüst-Kit)
  - Die Dauer dafür liegt bei 1 – 2 Stunden bis zu 1 Tag
- Hier: 32 Umstellbezirke
  - etwa 500 Ausspeisepunkte je Bezirk
  - Bezirksgröße abhängig von
    - Anzahl verfügbarer Monteure
    - Verhältnis Geräteanpassung / Gerätetausch
  - Dauer der Umstellung für das Netzgebiet: 2 – 8 Monate



# Zwischenfazit

## Umstellung auf Wasserstoff

- Hohe Komplexität des Umstellungsprozesses und der Planung
- Einzelfallbetrachtung für jedes Netz / Netzgebiet erforderlich, auch Abhängigkeit von vor-/nachgelagerten Netzbetreibern
- Weiteres Ausgestalten des Umstellungsprozesses + Transformationsplanung benötigt
- Frühzeitige Sicherung / Aufbau von Personal für die Umstellung von Netz und Endanwendungen wird empfohlen



Hinweis: hier wurde von einer vollständigen Umstellung des Gasverteilnetzes, inkl. aller Kunden, ausgegangen. Effekte durch Einbau von Wärmepumpen oder den Ausbau von Wärmenetzen auf die Kundenstruktur und den Umstellbedarf werden u.A. im Projekt Transnetz betrachtet.

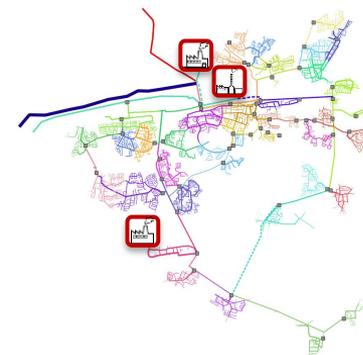
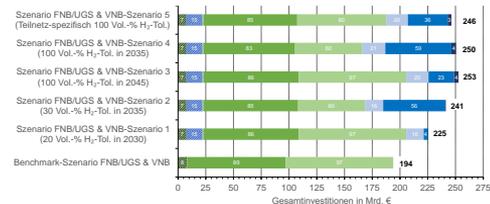
# Fazit & Ausblick

## Wie sieht die Transformation der Gasinfrastruktur aus?

- Das Gassystem kann mit überschaubarem Mehraufwand (je nach Szenario zwischen 16 und 30 % ggü. regulärer Erneuerung) kosteneffizient für Wasserstoff ertüchtigt und erweitert werden
- Die Transformation auf 100 % H<sub>2</sub>Readiness bietet kostenseitige und organisatorische Vorteile
- Schwerpunkt der Anpassungen: Gasanwendungen und Messtechnik

## Was ist bei der Umstellung eines Netzgebiets auf H<sub>2</sub> zu tun?

- Komplexer Prozess sowohl hinsichtlich Planung als auch Umsetzung
- Netzspezifisch und in Abhängigkeit von vor-/nachgelagerten Netzbetreibern
- Gehen Sie frühzeitig in die Planung und Sicherung/Aufbau des erforderlichen Personals



# Vielen Dank

## Jens Hüttenrauch

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

[jens.huettenrauch@dbi-gruppe.de](mailto:jens.huettenrauch@dbi-gruppe.de)

+49 341 2457 128

Mit Unterstützung von u.A.

- Sylvana Zöllner
- Jonas Sperlich
- Michael Wupperfeld

Hinweis: Detailergebnisse in den Deliverables D 2.2, D 2.3 und D 2.4, zu finden unter <https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/energieforschung/roadmap-gas-2050/transport-klimafreundlicher-gase> oder im DVGW Online Regelwerk