

DER WERT DER GASINFRASTRUKTUR FÜR DIE ENERGIEWENDE IN DEUTSCHLAND

Studie für FNB Gas – Ergebnispräsentation

Oktober 2017

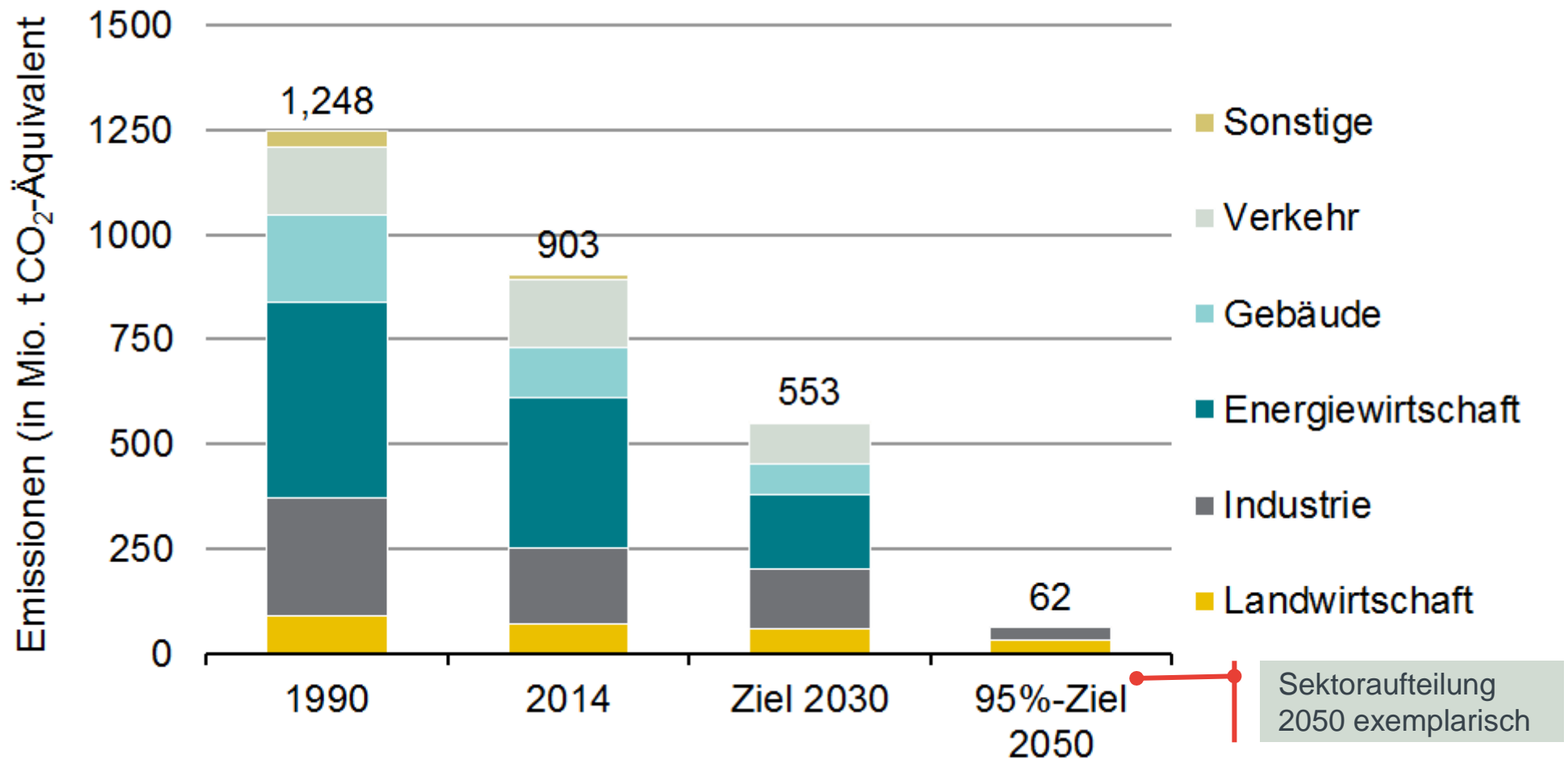


Agenda

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Prämisse: Erreichung des 95% THG-Ziels bis 2050 ...



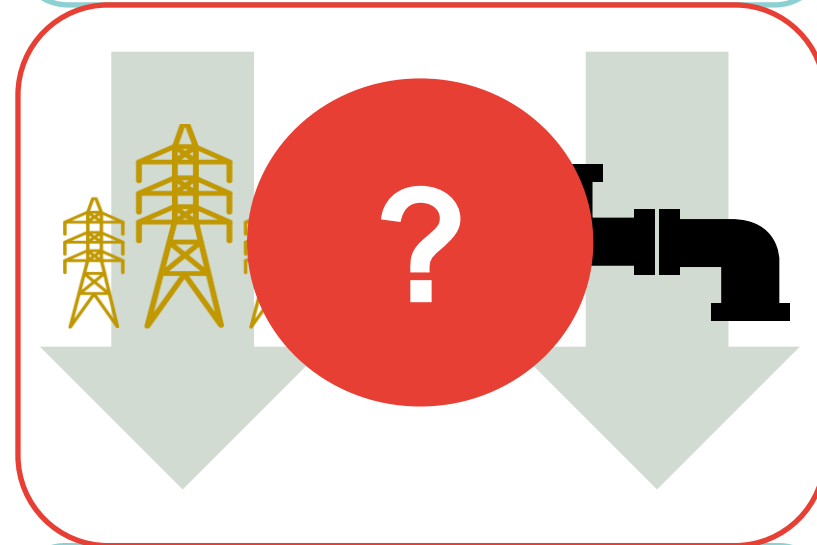
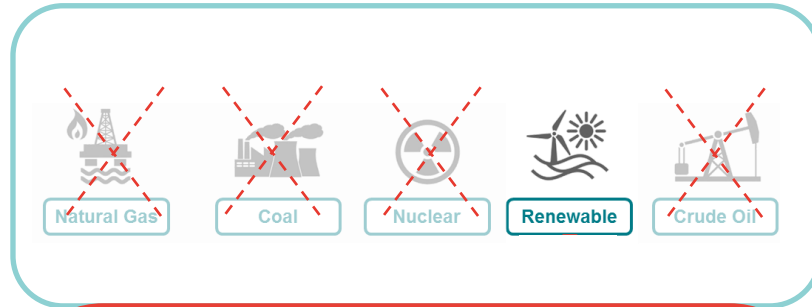
... was faktisch einer vollständigen Dekarbonisierung im Energie-, Wärme- und Verkehrssektor entspricht

Fragestellung: Welchen dauerhaften Beitrag kann Gasinfrastruktur für zukünftiges Energiesystem leisten?

Unstrittig: Klimaziele erfordern EE-Strom auch im Wärme- & Verkehrssektor

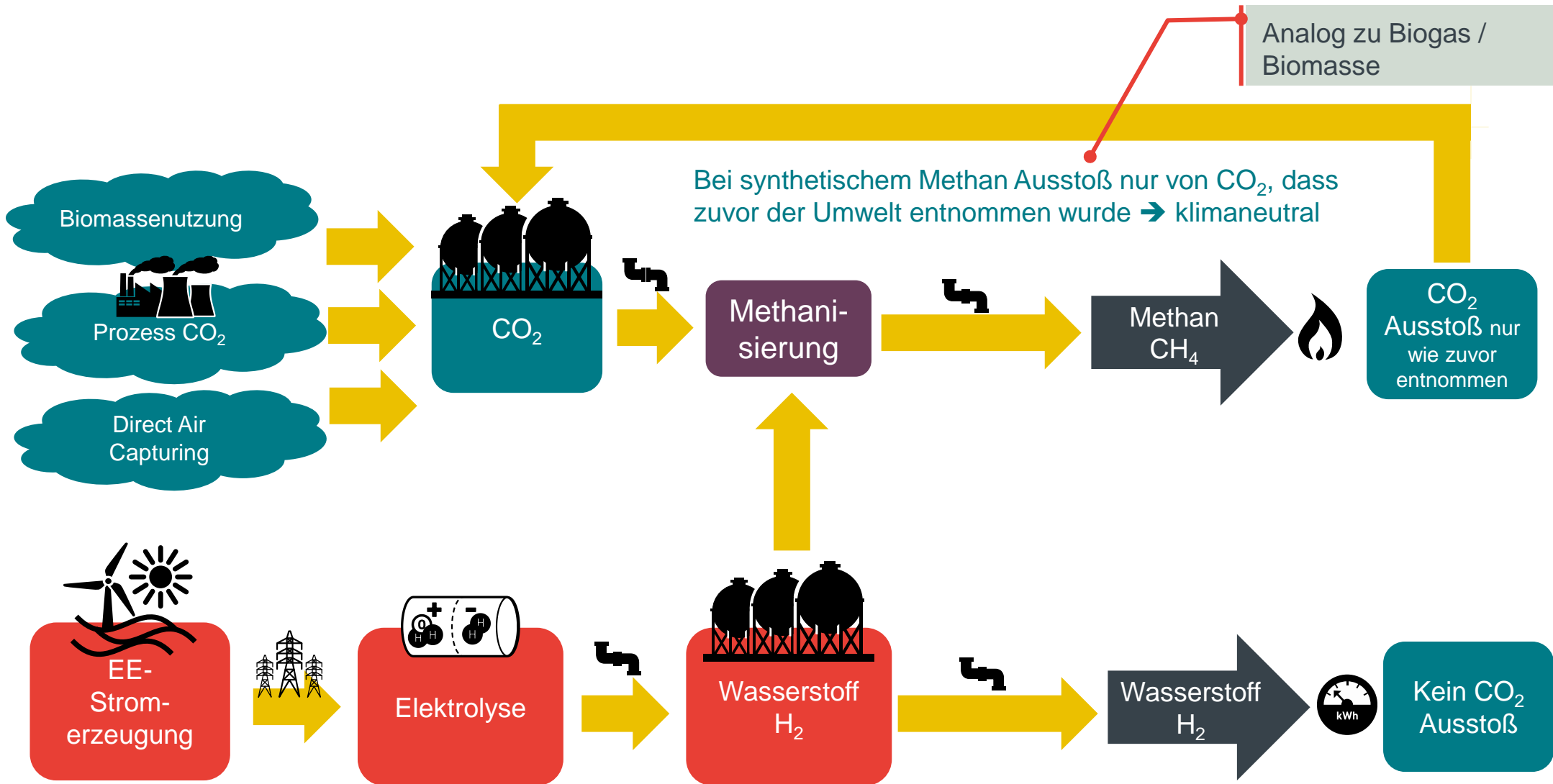
Bisher offen:
Über welche Infrastruktur und als welcher Energieträger sollte Erneuerbarer Strom zu den Verbrauchern gelangen?
→ Zentrale Frage dieser Studie

Prämisse: Auch bei vollständiger Dekarbonisierung zukünftig weiterhin umfassende Bedarfsdeckung bei Wärme, Mobilität, Industrieprozessen etc.



Methodik: Systemkostenanalyse über gesamte Wertschöpfungskette

Synthetisch hergestelltes Grünes Gas ist – analog zu Biogas – klimaneutral. Das gilt für Power-to-Hydrogen wie für Power-to-Methan



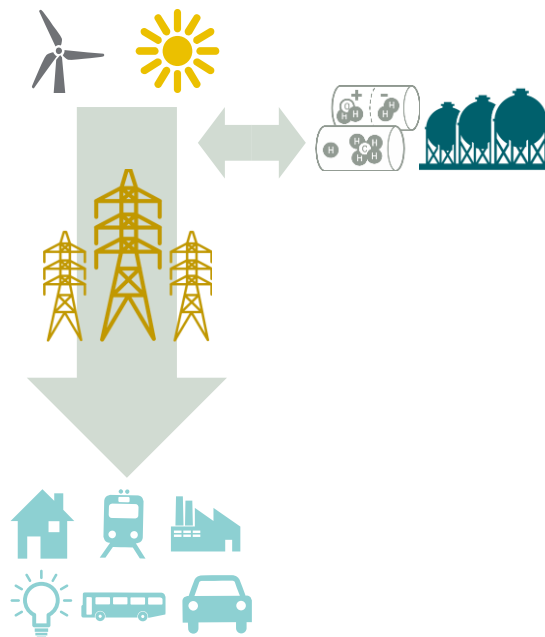
| | | |
|----|---|----------|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Wir betrachten 3 Szenarien mit unterschiedlich starker Nutzung von Gasinfrastruktur – 95% Emissionsreduktionsziel 2050 wird in allen erreicht

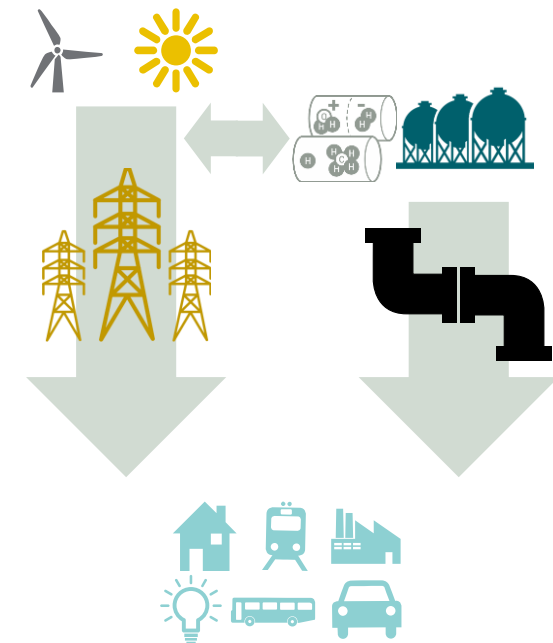
Nur Strom



Strom und Gasspeicher



Strom und Grünes Gas



- Endanwendungen primär direkt elektrifiziert (z.B. E-Fahrzeuge, WP, Direktheizungen)
- Keine gasbasierten Endanwendungen

▪ Kein Power-to-Gas

▪ Möglichkeit von „Power-to-Gas-to-Power“ zur Zwischenspeicherung

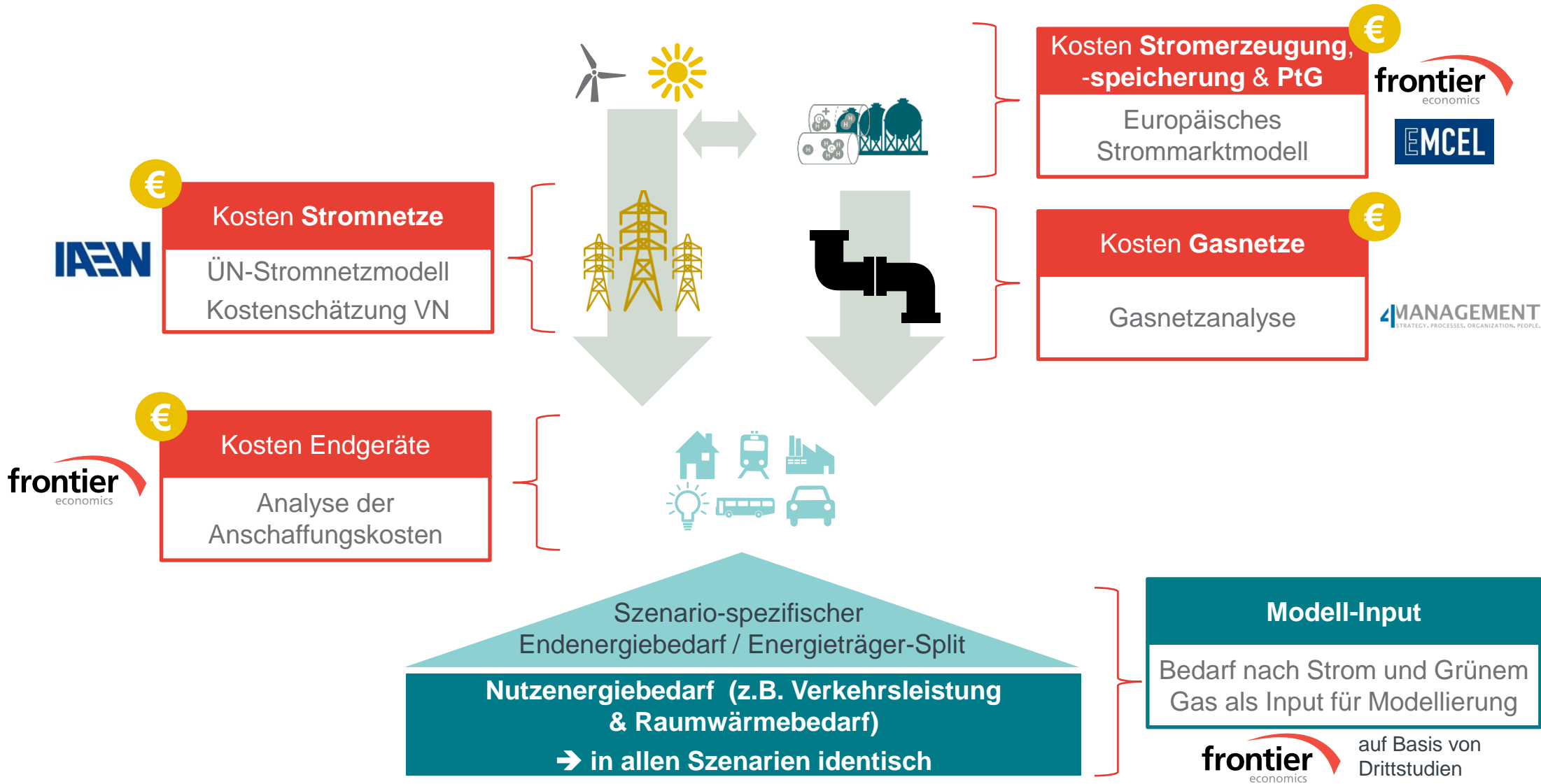
▪ Allein Stromnetze verbinden Stromerzeugung und Endenergienutzung

- Endanwendungen z.T. direkt elektrifiziert, z.T. auf Basis von Grünem Gas

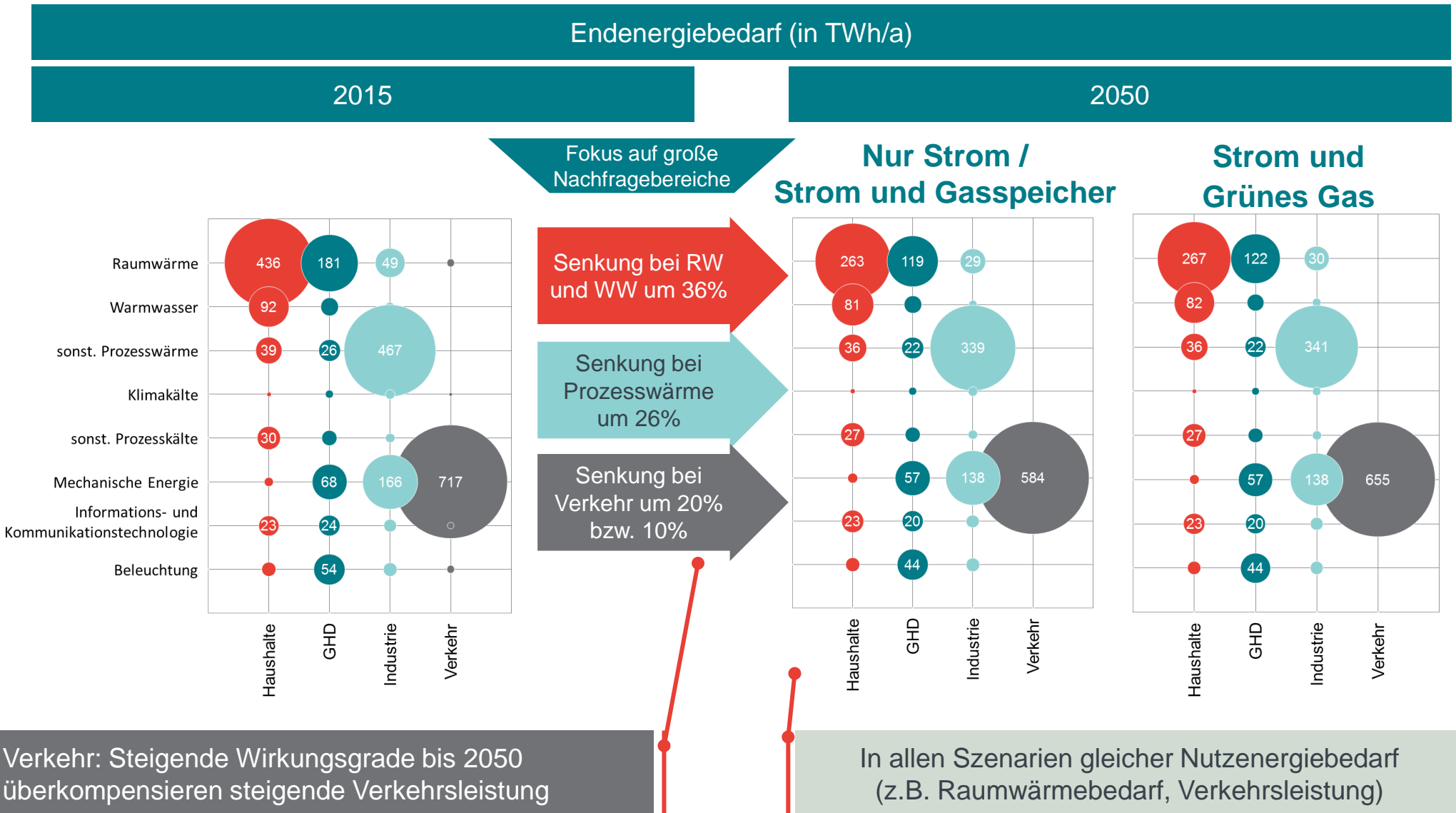
▪ „Power-to-Gas“ in Deutschland zur Erzeugung von Grünem Gas

▪ (Existierende) Gasinfrastruktur parallel zum Stromnetz

Methodik: Systemische Analyse der Kosten über die gesamte Versorgungskette von der Erzeugung bis zum Verbraucher

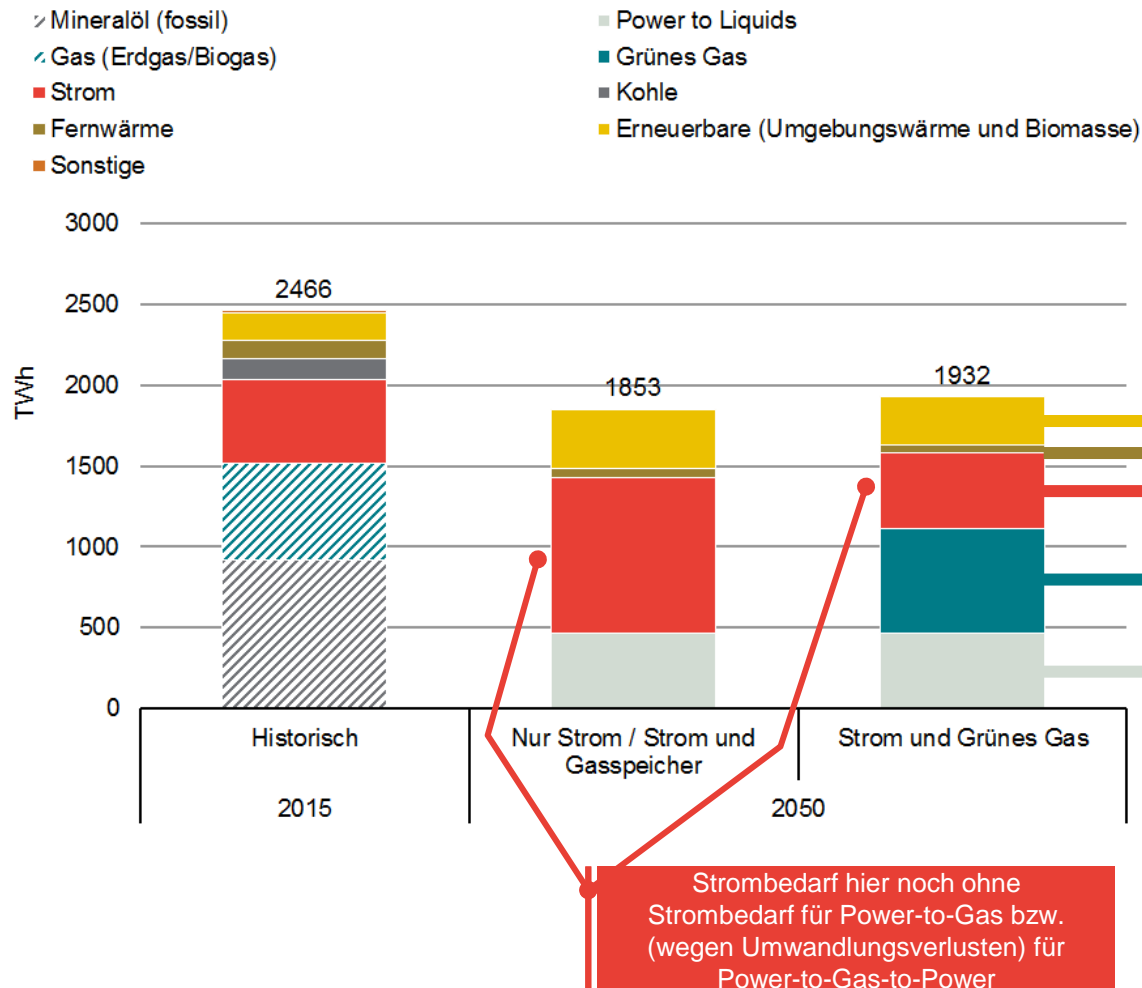


Identischer Nutzenergiebedarf in allen Szenarien, jedoch unterschiedlicher Endenergiebedarf durch verschiedene Endanwendungen



Unterschiedliche Endanwendungen führen zu unterschiedlichem Energieträger-Split, der im Systemkostenvergleich berücksichtigt wird

Endenergiebedarf (in TWh)



Berücksichtigung im Systemkostenvergleich

- Umgebungswärme kostenlos
- Biomasse in allen Szenarien konstant, daher im Systemkostenvergleich nicht betrachtet

- Fernwärme in allen Szenarien konstant
- Annahme: Deckung durch Abwärme & Biomasse

- Kosten der Deckung des Strombedarfs in **Strommarktmodell** ermittelt
- Kosten des erforderlichen Stromtransports in **Stromnetzmodell** ermittelt

- Kosten der Herstellung von Grünem Gas in **Strommarktmodell** ermittelt
- Kosten des erforderlichen Stromtransports in **Stromnetzmodell** ermittelt
- Gasnetzkosten in **Gasnetzanalyse** ermittelt

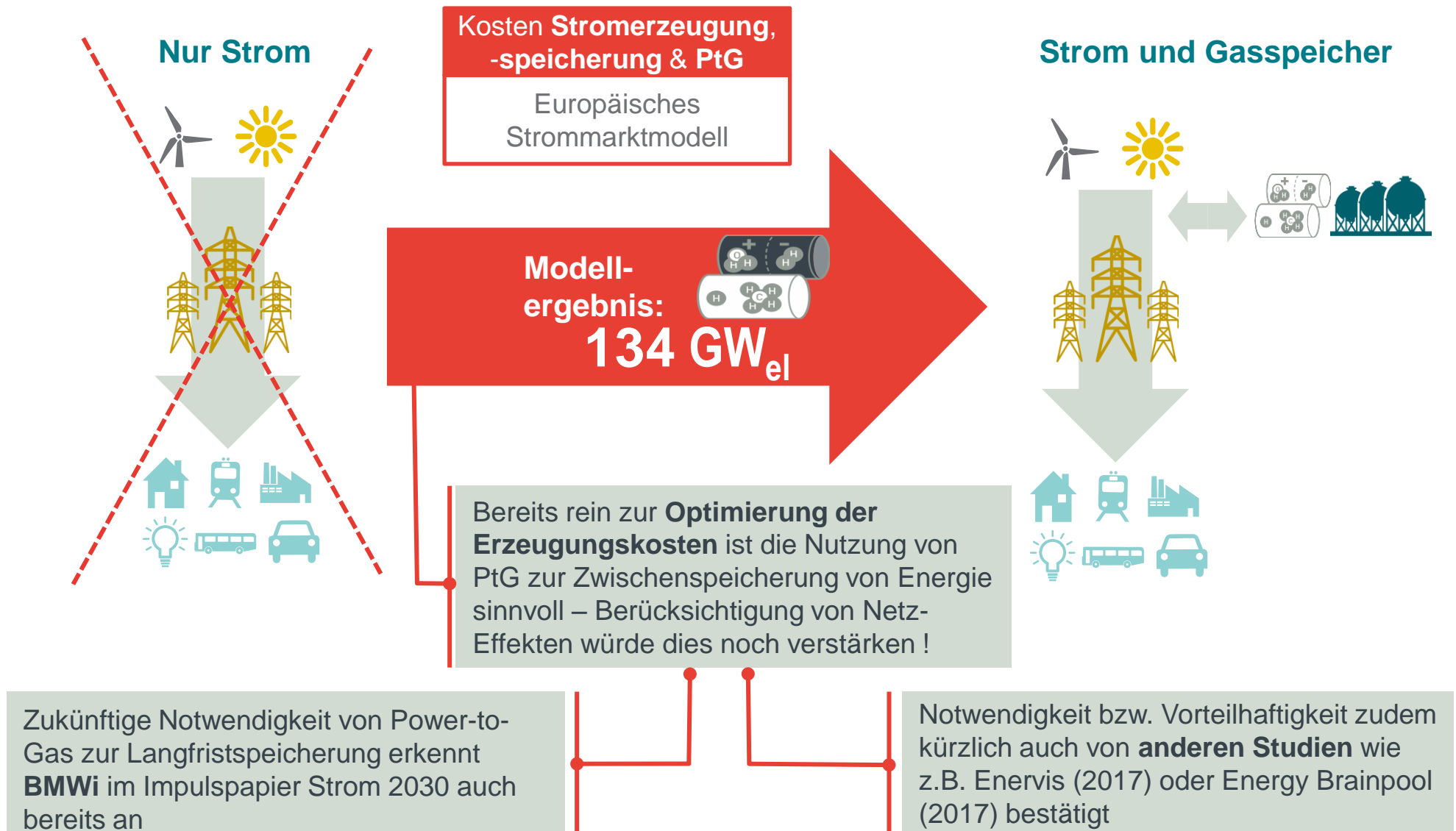
- Synthetische Flüssigbrennstoffe in allen Szenarien konstant
- Annahme: Deckung durch Importe



Fokus Modellierung

| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Das Szenario einer Energiewende ohne Gas zur Zwischenspeicherung kann sich in Modellierung nicht durchsetzen!

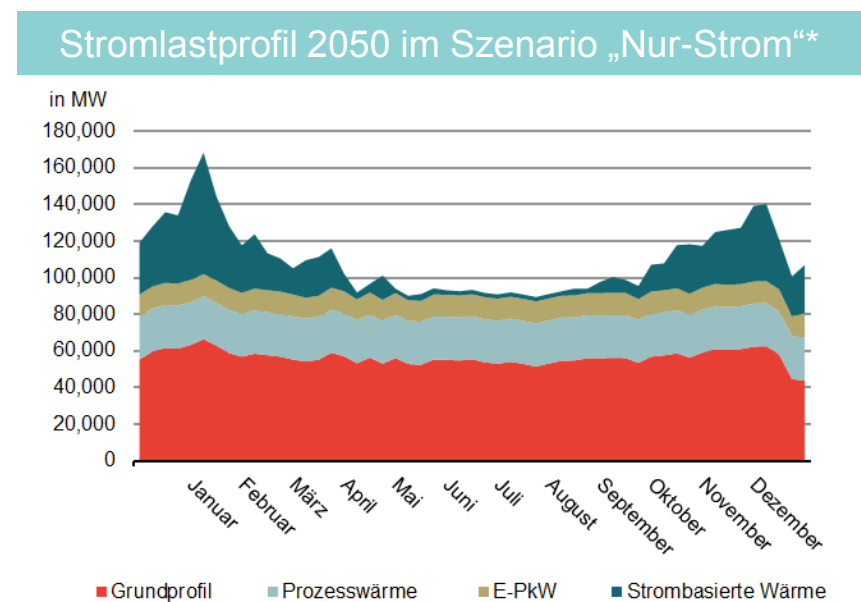
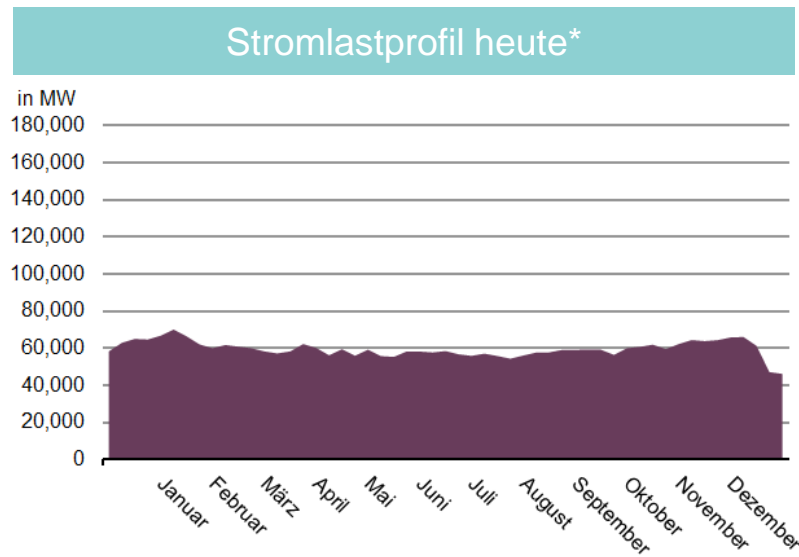


Energiewende in allen Sektoren stellt Energiesystem vor erhebliche Herausforderungen

Stromerzeugung hängt zunehmend vom Dargebot von Wind und Sonne ab
→ Absicherung von „Dunkelflauten“ notwendig

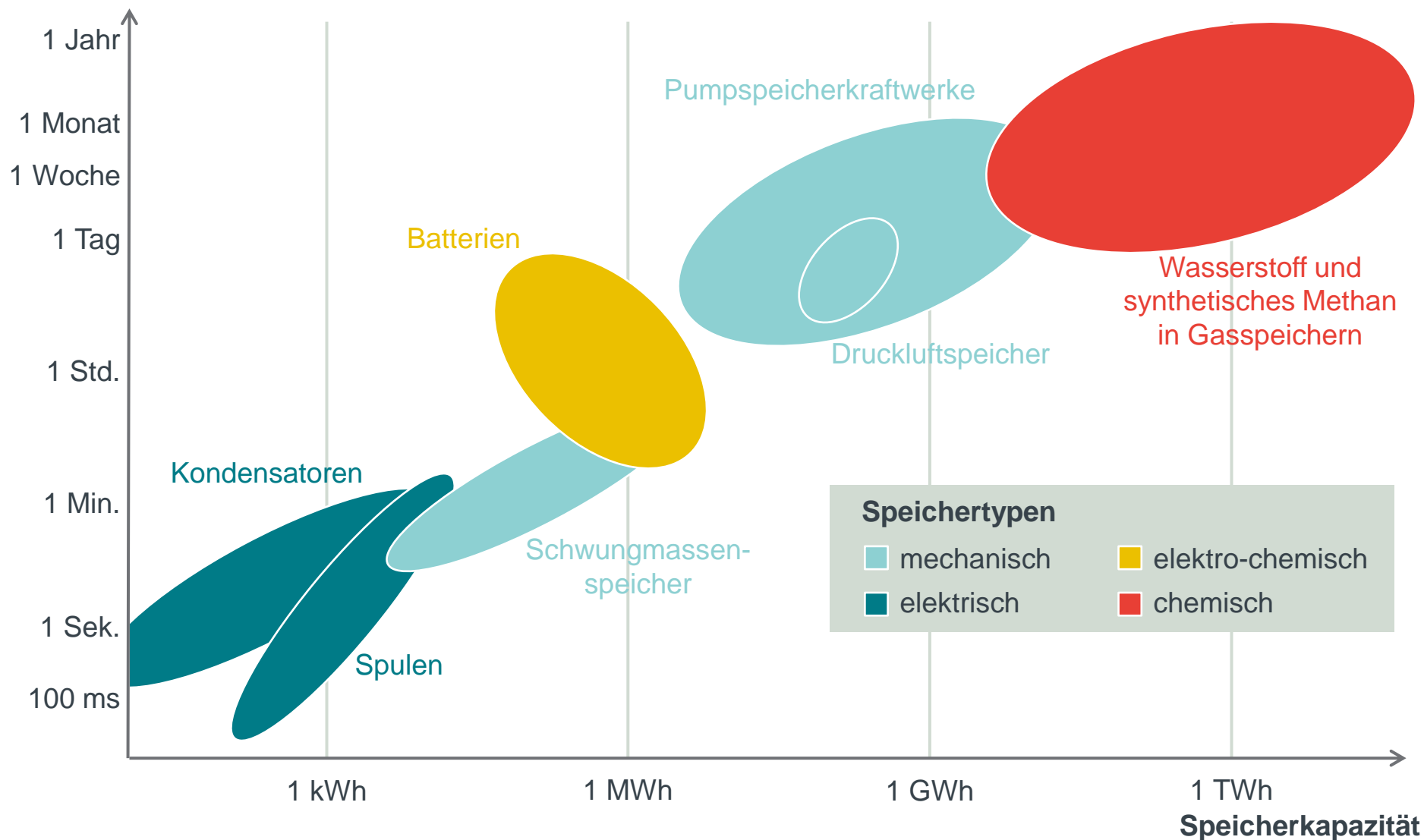
Stromverbrauch bei unmittelbarer Elektrifizierung des Wärmesektors mit erheblicher Saisonalität

Energiesystem muss auch zukünftig für **außergewöhnliche Ereignisse** (z.B. 1 in 20 Winter) vorbereitet sein

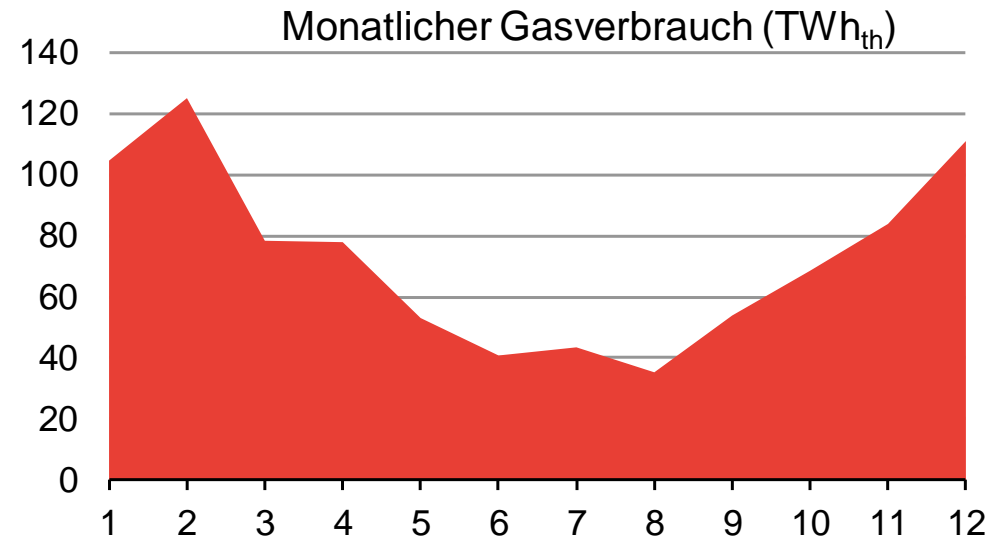
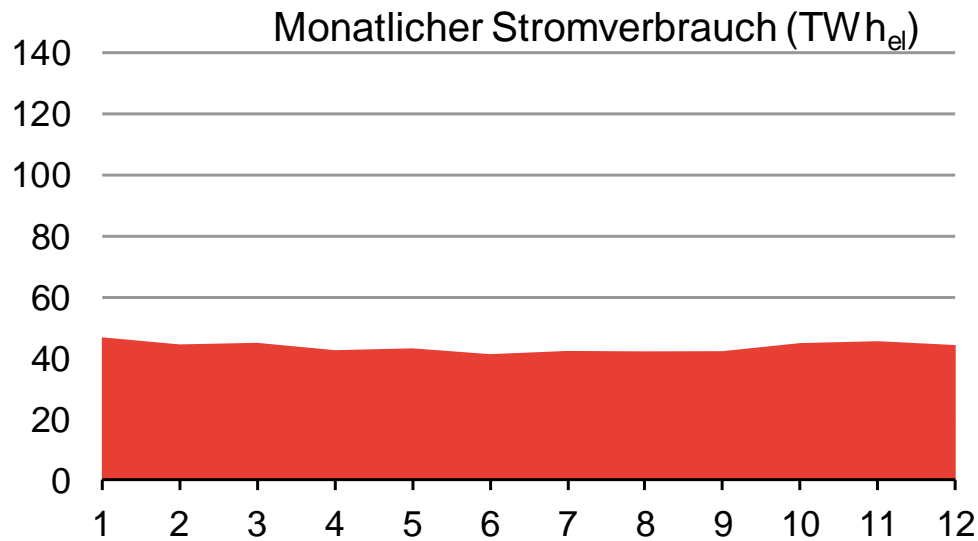


Technologien zur wirtschaftlichen direkten saisonalen Stromspeicherung weder heute noch absehbar vorhanden ...

Ausspeicherzeit



... Gassektor hingegen seit jeher Saisonalität ausgesetzt, notwendige Gasspeicher sind vorhanden und auch mit Grünem Gas nutzbar

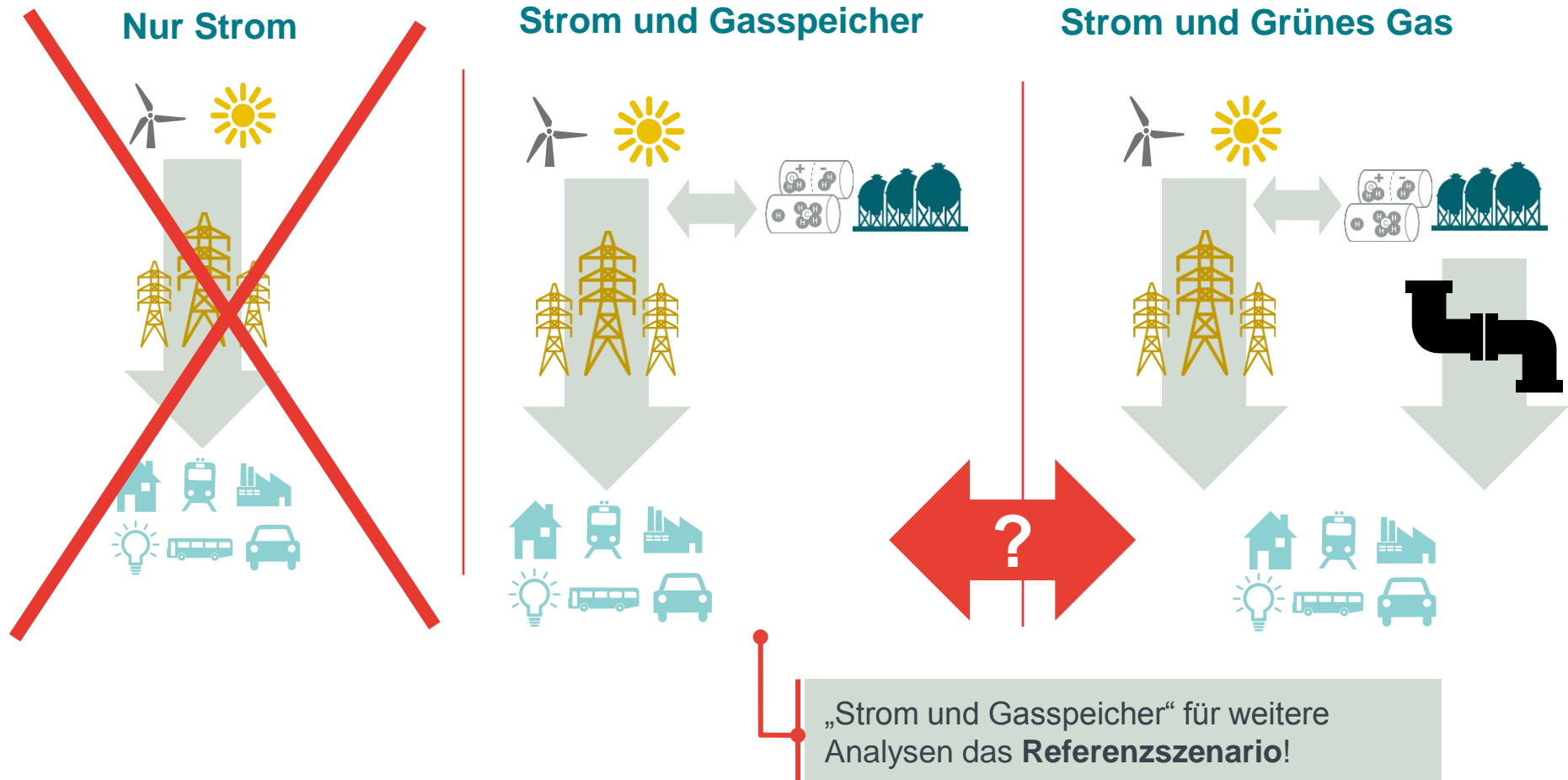


Strom-Speichervolumen in Deutschland: 0,04 TWh_{el}



Gas-Speichervolumen in Deutschland: 260 TWh_{th}

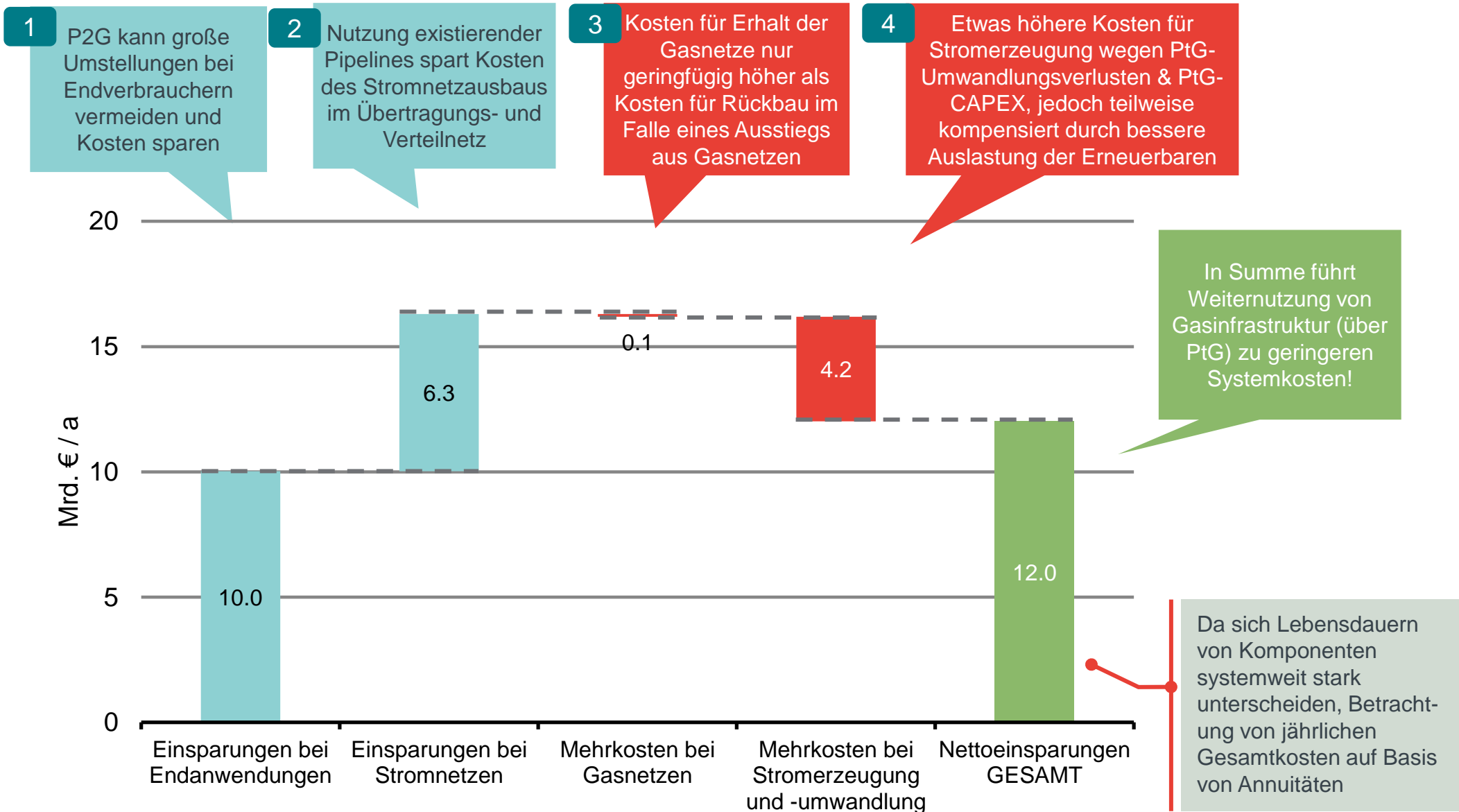
Fazit: Ohne Gas als Langfristspeicher ist eine umfassende Energiewende prohibitiv teuer und keine realistische Option...

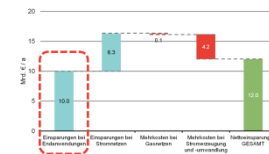


... daher hier Fokus auf Frage, welchen Beitrag die Nutzung von Gasnetzen durch Energietransport in der Fläche leisten kann

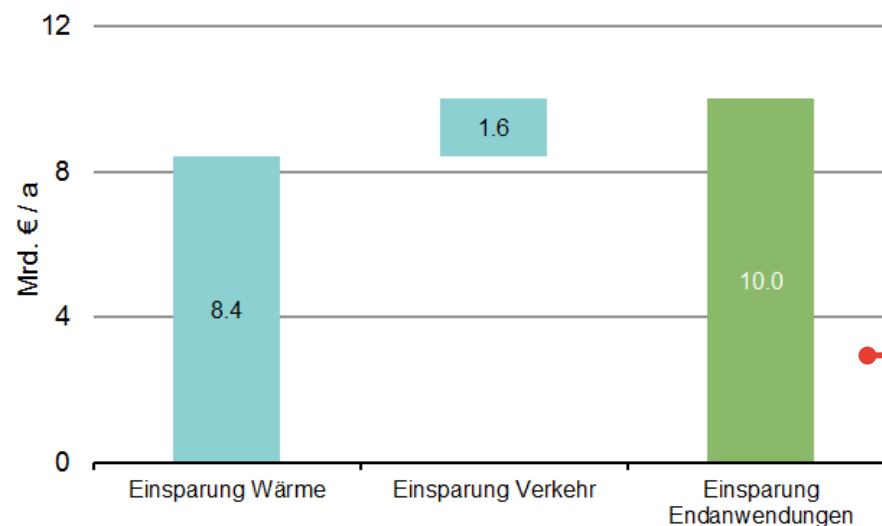
| | | |
|----|---|-----------|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Übersicht: Nutzung von Gasnetzen spart 12 Mrd. € jährlich durch günstigere Endanwendungen und vermiedenen Stromnetzausbau





Auf **Endverbraucherebene** können durch Grünes Gas große Umstellungen vermieden und jährlich ca. **10 Mrd. €** gespart werden



155 Mrd. €

Vermiedene Investitionen in Endanwendungen bis 2050



8,4 Mrd. €/a Kostenersparnis im Wärmebereich

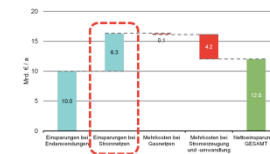
- Haupttreiber sind die im Vergleich zu insbesondere Brennwertthermen **kapitalintensiveren Wärmepumpen**
- Effizienzvorteile der Wärmepumpen wirken sich in geringerer Energienachfrage aus und werden daher im Bereich Stromerzeugung und -umwandlung berücksichtigt

1,6 Mrd. €/a Kostenersparnis im Verkehr



- Elektrofahrzeuge mit leicht höheren Anschaffungskosten als gasbasierte Fahrzeuge
- Geringere Wartungskosten (u.a. Motor) durch Kosten für Batterieaustausch kompensiert
- Geringerer Energiebedarf von Elektrofahrzeugen wird im Bereich Stromerzeugung und -umwandlung berücksichtigt

Insgesamt ergibt sich so eine Kostenersparnis von 10,0 Mrd. €/a

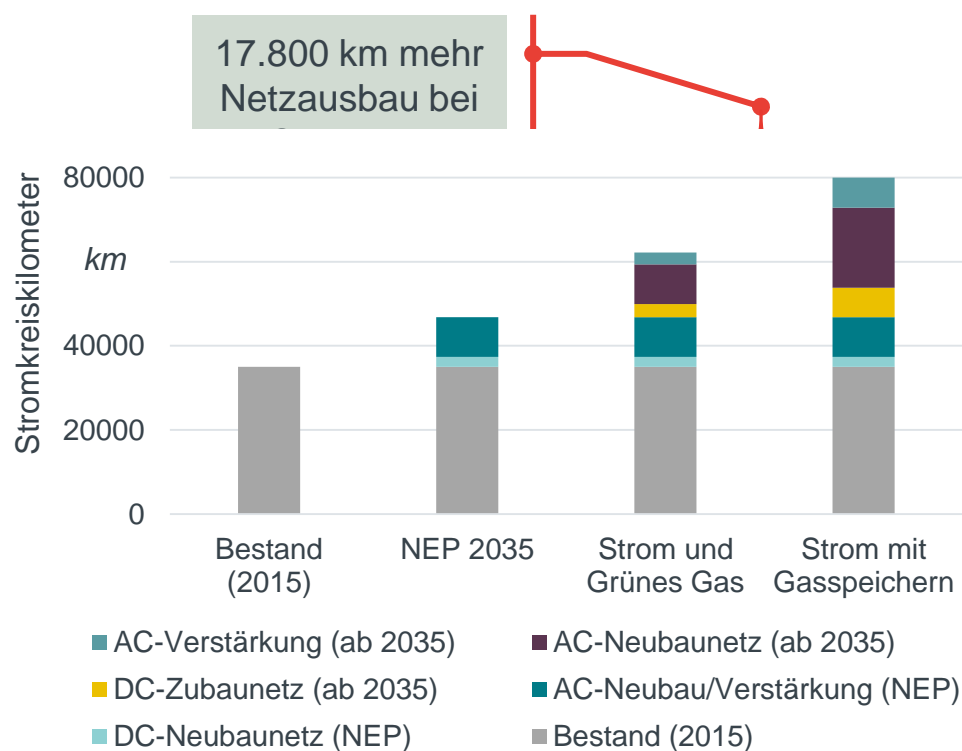


Durch Nutzung von Gasnetzen können Kosten für **Stromnetzausbau** von jährlich **6,3 Mrd. €** um das Jahr 2050 gespart werden

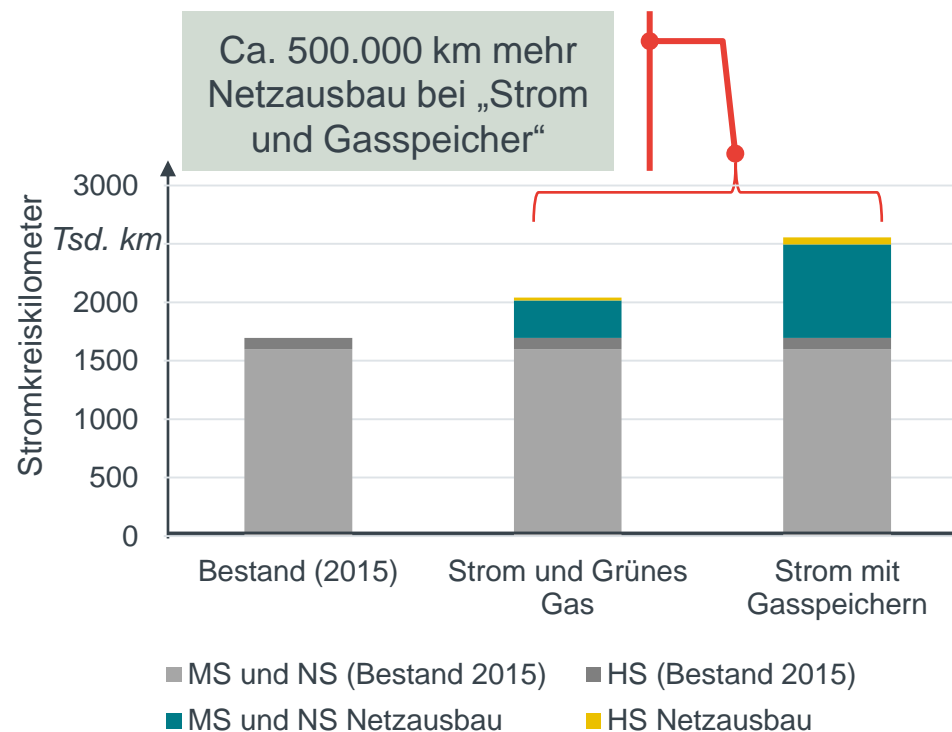
113 Mrd. €

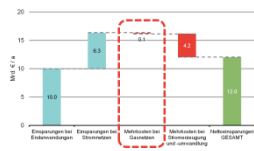
Vermiedene Investitionen in Stromnetze (VN / ÜN) bis 2050

1,9 Mrd. €/a Kostenersparnis im ÜN



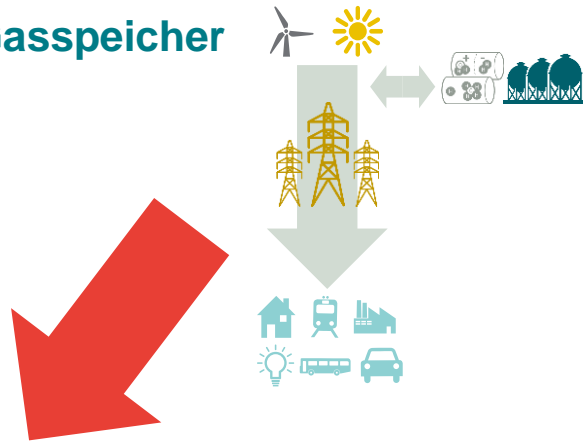
4,4 Mrd. €/a Kostenersparnis im VN



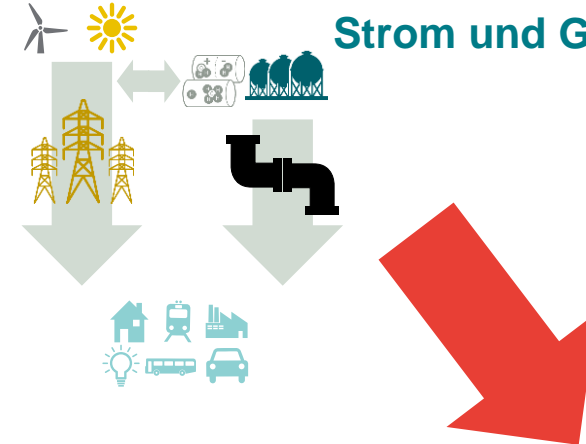


Gasnetzerhalt bei „Strom & Grünes Gas“ um 2050 nur jährlich 0,1 Mrd. € teurer als der ohne Gasnetznutzung nötige Rückbau

Strom und Gasspeicher



Strom und Grünes Gas



Rückbau von Gasnetzen Erhalt von Transit-Leitungen

- Berücksichtigung der Kosten für sichere Außerbetriebnahme sowie Rückbau
 - Rückbau (5%) / Verdämmung und Versiegelung (30%) / Versiegelung (65%)
- O&M Kosten nur noch für Transit-Netz sowie Speicheranbindungen

Weiterbetrieb der Gasnetze ABER: Kein Ausbau / Erweiterung



- Abschätzung der laufenden Kosten auf Basis der aktuellen Netzkosten
 - Aufwand für Wartung und Instandhaltung / O&M
 - Investitionen in Erneuerung der Netze

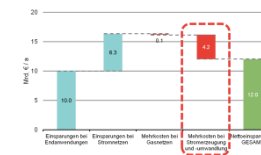
Annuitätische Kosten Netzurückbau
sowie O&M Transit

2,64 Mrd. €/a

Differenz:
0,11 Mrd. €/a

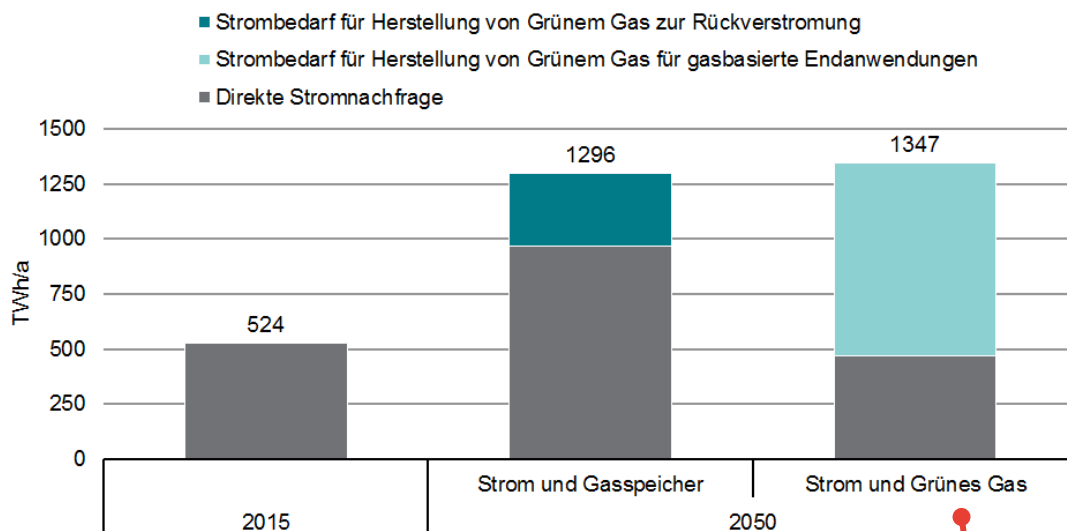
2,75 Mrd. €/a

Annuitätische Kosten
Weiterbetrieb



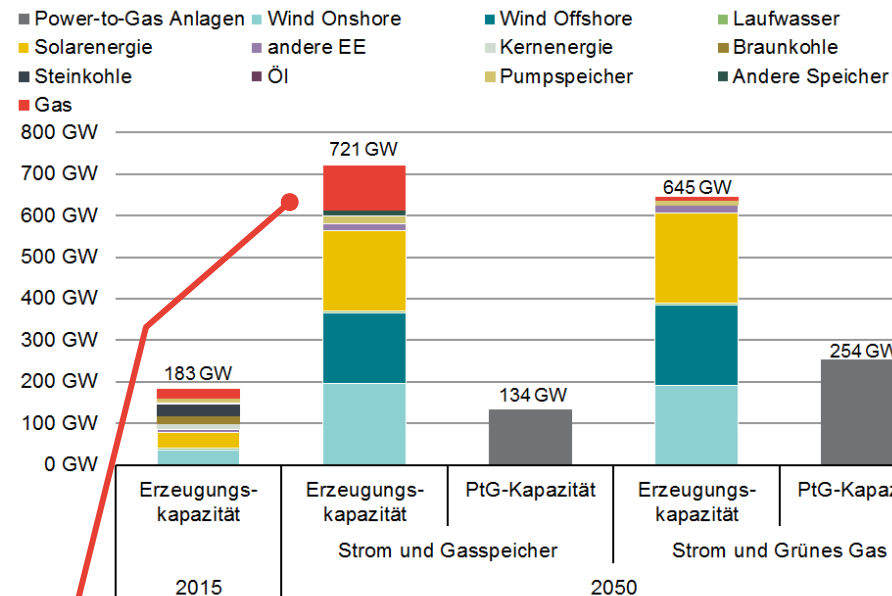
Kosten für Stromerzeugung & Umwandlung bei „Strom und Grünes Gas“ jährlich um 4,2 Mrd. € höher, aber geringere Kapazität

Stromerzeugung (in TWh/a)



- „Strom und Gasspeicher“ nutzt Power-to-Gas zur Rückverstromung (332 TWh/a) für saisonale Zwischenspeicherung
 - Bei „Strom und Grünes Gas“ wird Saisonalität über gasbasierte Endanwendungen bedient
- In Summe etwa 50 TWh/a höherer Strombedarf bei „Strom und Grünes Gas“

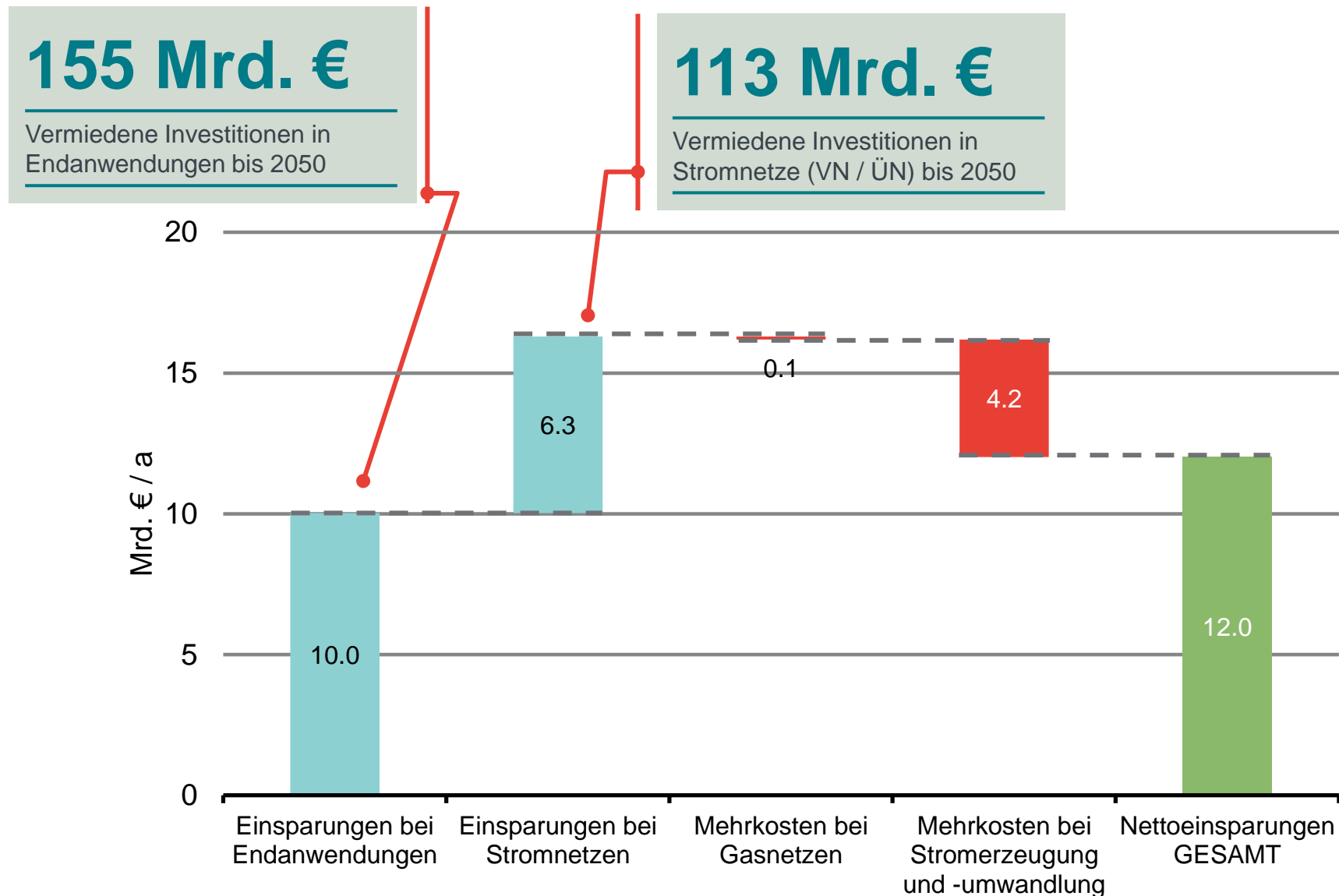
Installierte Kapazitäten (in GW)



„Strom und Gasspeicher“ benötigt zusätzliche Erzeugungskapazitäten zur Absicherung der Dunkelflaute

„Strom und Grünes Gas“ erfordert mehr PtG-Kapazität zur Bedienung der gasbasierten Endgeräte

Übersicht: Nutzung von Gasnetzen spart 12 Mrd. EUR jährlich durch günstigere Endanwendungen und vermiedenen Stromnetzausbau



| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Akzeptanz ist essenziell für die Energiewende – Einbeziehung der Gasinfrastruktur trägt zu höherer Akzeptanz bei



Netzausbau

- Starker Fokus auf Elektrifizierung erfordert enormen Stromnetzausbau, der in Bevölkerung auf immer geringere Akzeptanz stößt
- Gasnetze liegen bereits im Boden – Nutzung bestehender Gasnetze reduziert Stromnetzausbau im Übertragungsnetz um 40%



Windkraft

- Herausforderung für Akzeptanz der Bevölkerung für EE-Anlagen (insbesondere Wind Onshore) ist riesig – mit oder ohne Grünes Gas
- Durch Grünes Gas wird zwar mehr EE-Strom benötigt, allerdings wegen besserer Auslastung durch Gasspeicherung ähnlich EE-Kapazität



Speicher

- Pumpspeicher erfordern substantielle Eingriffe in die Natur – wenig Akzeptanz für Neubauten zu erwarten
- Speichervolumen existierender Gasspeicher ist riesig – Akzeptanzprobleme spielen hier kaum eine Rolle

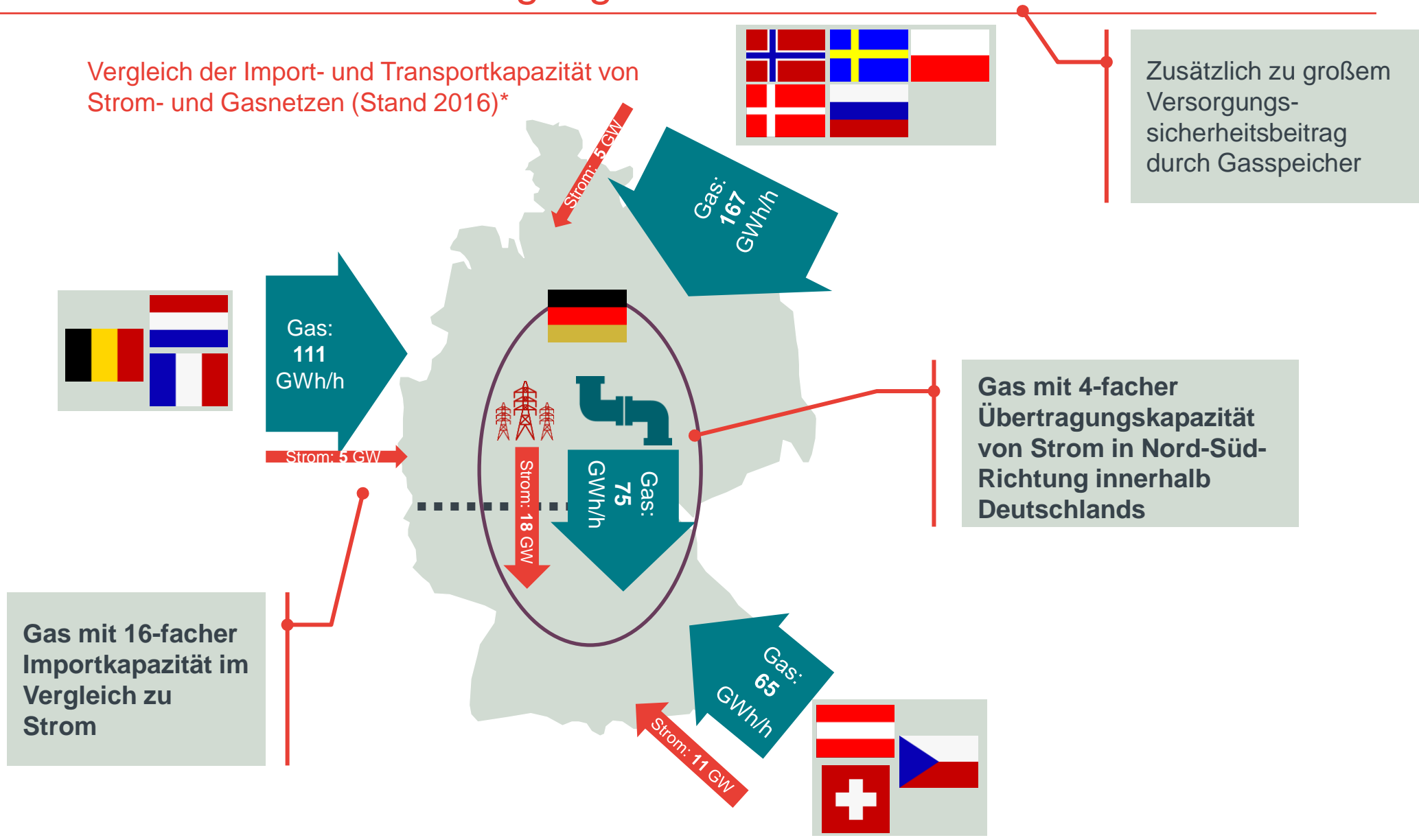


Endgeräte

- Erfolg einer Sektorkopplung erfordert Akzeptanz bei den Endverbrauchern, aber in Praxis bestehen oft große Widerstände bei privaten Umstellmaßnahmen
- Gasbasierte Anwendungen im Bestand bewährt; zudem Möglichkeit des „gleitenden Einstiegs“ durch Beimischungen

Gasnutzung ermöglicht zudem Rückgriff auf international stark vernetzte Gasnetze und erhöht Versorgungssicherheit somit weiter

Vergleich der Import- und Transportkapazität von Strom- und Gasnetzen (Stand 2016)*



| | | |
|----|---|----|
| 1. | Fragestellung: Welchen Beitrag kann die Gasinfrastruktur zur Energiewende liefern? | 2 |
| 2. | Unser Ansatz: Szenarien, Methodik und zentrale Annahmen | 6 |
| 3. | Ergebnis 1: Power-to-Gas zur Langfristspeicherung ist essenziell für Energiewende | 11 |
| 4. | Ergebnis 2: Einbeziehung von Gasnetzen senkt Kosten der Dekarbonisierung | 16 |
| 5. | Zudem: Einbeziehung von Gasinfrastruktur erhöht Akzeptanz und Versorgungssicherheit | 24 |
| 6. | Fazit | 27 |

Zusammenfassung: Erhalt von Gasinfrastruktur macht das System kostengünstiger & sicherer und erhöht die Akzeptanz der Energiewende!



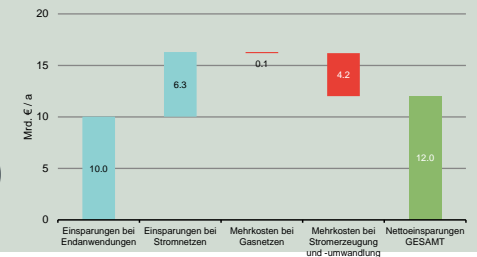
Sektor- kopplung ermöglichen

- Sektorkopplung (insbes. Wärmesektor) mit hohen Anforderungen an saisonale Energiespeicherung
- Energiewende ohne Grünes Gas zur Zwischenspeicherung nicht realistisch zu erreichen



Geringere Systemkosten

- Nutzung von Gasnetzen spart Systemkosten von 12 Mrd. EUR jährlich bzw. Ausbaukosten von 268 Mrd. EUR bis 2050



Akzeptanz

- Elektrifizierung erfordert enormen Stromnetzausbau, der in Bevölkerung auf immer geringere Akzeptanz stößt – Nutzung bereits bestehender Gasnetze reduziert Stromnetzausbau im Übertragungsnetz um 40%
- Zudem große Akzeptanzvorteile bei Endgeräten



Versorgungs- sicherheit

- Erhalt von Gasinfrastruktur ermöglicht Diversifizierung der Energiebeschaffung
- Vorhandene internationale Vernetzung erhöht Versorgungssicherheit weiter, Grünes Gas könnte auch importiert werden

Schlussfolgerung: Zukünftig integrierte Betrachtung von Infrastrukturen erforderlich, die fairen Wettbewerb von alternativen Lösungen ermöglicht

Studie zeigt grundsätzliche Vorteile einer Gasnutzung

- Ohne Gas zur Zwischenspeicherung keine Energiewende
- Nutzung von Gasnetzen kann Systemkosten senken und Akzeptanz und Versorgungssicherheit erhöhen

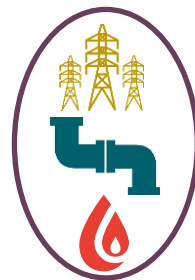
Studie bestimmt nicht den konkreten optimalen Mix der Energieträger

- Zukünftige Entwicklungen z.B. von Kosten oder Akzeptanz verschiedener Technologien sind unsicher
- Daher konkreter optimaler Technologiemitmix der Zukunft – z.B. auch H₂ vs. CH₄ – heute nicht seriös vorherzusagen
- Aber deutlich wird: in einem optimalem Mix spielen alle Technologien – und insbesondere auch die Gasnetze – eine wichtige Rolle

Schlussfolgerungen

Energieträger-Vergleiche müssen systemisch vorgenommen werden

- Partielle Analysen (z.B. der Wirkungsgrade der Umwandlung) führen zu Fehleinschätzungen!



Infrastrukturplanung muss integriert erfolgen

- Isolierte Planung einzelner Infrastrukturen im Zuge von Sektorkopplung nicht zeitgemäß!



Rahmenbedingungen müssen fairen Wettbewerb der Technologien zulassen

- Technologien müssen ihre jeweiligen Vorteile gegeneinander ausspielen können



Konsortialführung & Gesamtverantwortung

Dr. David Bothe

Dr. Matthias Janssen

Sander van der Poel

Theresa Eich

Schwerpunkt Stromnetzanalyse

Tim Bongers

Jan Kellermann

Lara Lück

Hao Chan

Schwerpunkt Gasnetzanalyse

Martin Ahlert

Carlos Andrés Quintero Borrás



Technologieexpertise Wasserstoff / PtG

Marcel Corneille

Johannes Kuhn

KONTAKT:

Dr. David Bothe

 +49 221 337 13 106
 +49 176 641 00 11 3
 david.bothe@frontier-economics.com

Dr. Matthias Janssen

 +49 221 337 13 117
 +49 176 326 71 64 6
 matthias.janssen@frontier-economics.com

Frontier Economics Ltd ist Teil des Frontier Economics Netzwerks, welches aus zwei unabhängigen Firmen in Europa (Frontier Economics Ltd, mit Büros in Brüssel, Dublin, Köln, London & Madrid) und Australien (Frontier Economics Pty Ltd, mit Büros in Melbourne & Sydney) besteht. Beide Firmen sind in unabhängigem Besitz und Management, und rechtliche Verpflichtungen einer Firma erlegen keine Verpflichtungen auf die andere Firma des Netzwerks. Alle im hier vorliegenden Dokument geäußerten Meinungen sind die Meinungen von Frontier Economics Ltd.