

Transformationspfade zur Treibhausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher nach COP 21

Abschlussbericht

Gert Müller-Syring, Marco Henel, Marek Poltrum, Anja Wehling,
Elias Dannenberg, Josephine Gladien
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Leipzig
Dr. Marcus Stötzel, Fabian Möhrke
Bergische Universität Wuppertal
Felix Ortloff, Franziska Kratz
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut, Karlsruhe

Müller-Syring, G.; Henel, M.; Poltrum, M.; Wehling, A.; Dannenberg, E.; Gladien, J.; Krause, H. (DBI GUT); Zdrallek, M.; Möhrke, F. (Bergische Universität Wuppertal); Ortloff, F. (EBI): Transformationspfade zur Treibhausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher nach COP21. Bonn: DVGW, November 2018.
[Kommerziell verfügbar unter <https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsbericht-g-201624/>, Stand: 23.06.2020]

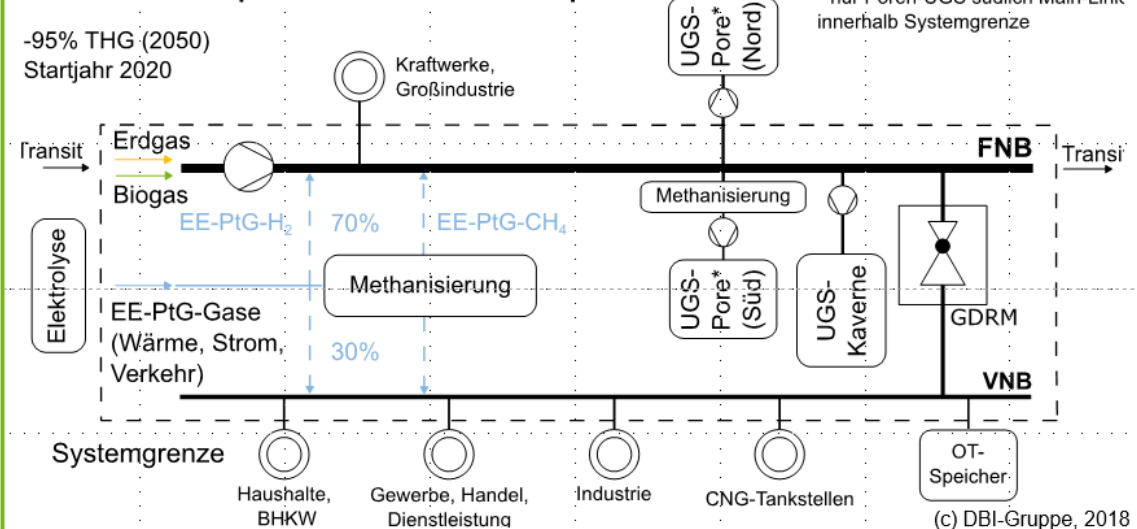
Ziel

- Ermittlung kostenoptimaler **Transformationspfade** inklusive Mehrkosten für eine Transformation der **Gasnetze und Gasspeicher** hin zur **Treibhausgasneutralität** innerhalb der Technologiepfade Beimischung von **erneuerbarem Power-to-Gas-Wasserstoff (EE-PtG-H₂)** und **erneuerbarem Methan (EE-PtG-CH₄)**

Damals: brute force Algorithmus

Systembild

Transformationspfade Gasnetze und Gasspeicher

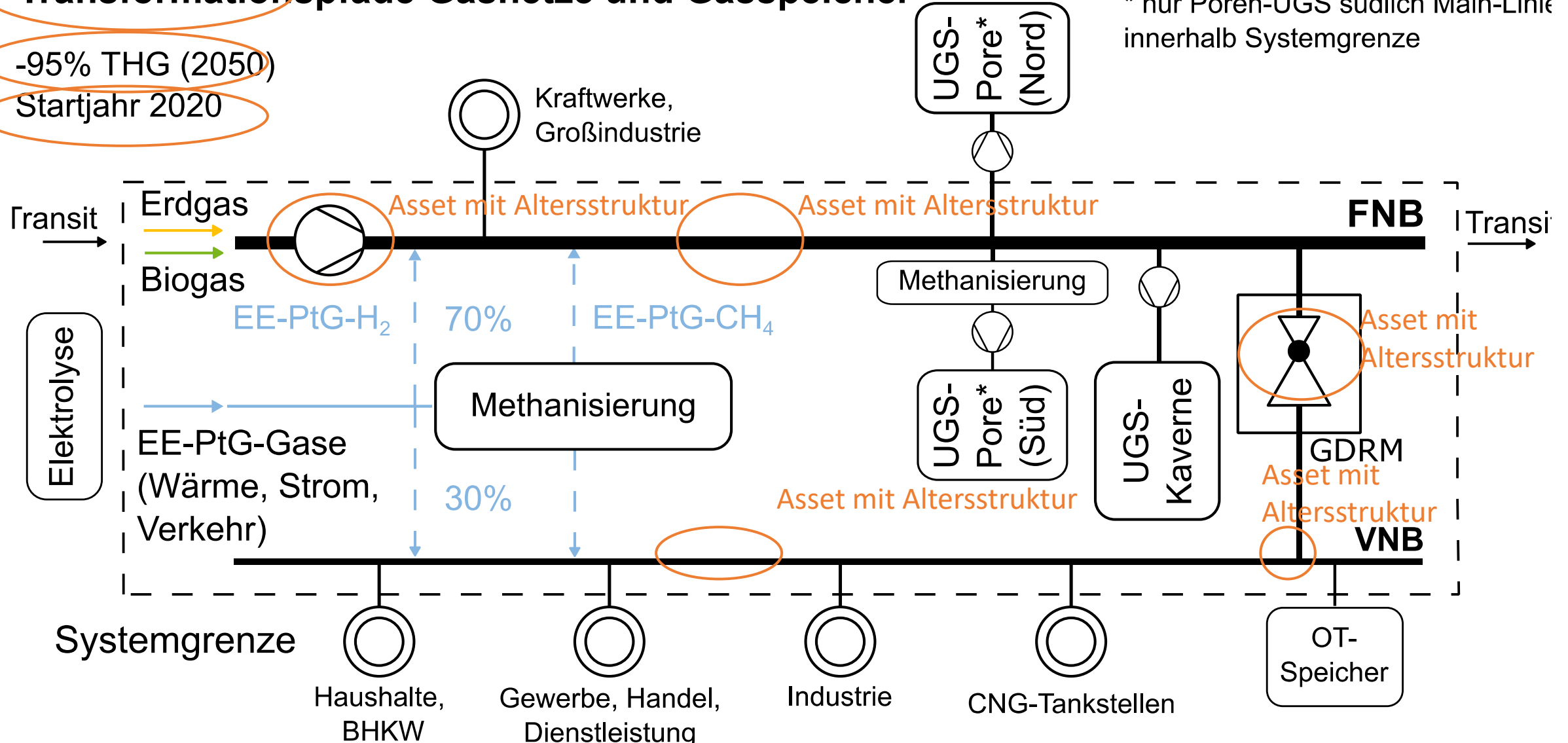


Transformationspfade Gasnetze und Gasspeicher

-95% THG (2050)

Startjahr 2020

* nur Poren-UGS südlich Main-Linie innerhalb Systemgrenze



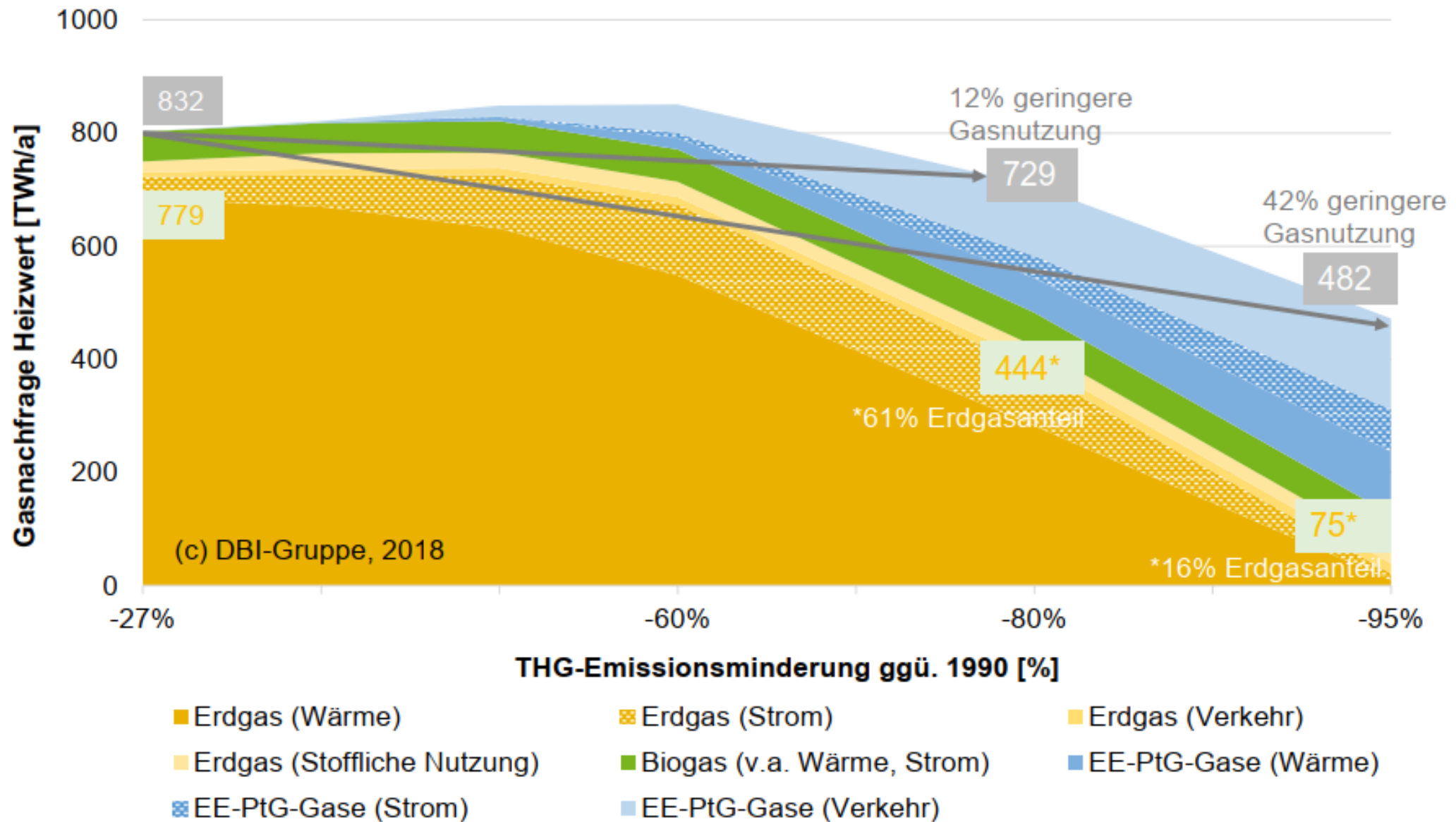


Abbildung 4.1: Entwicklungsszenarien für die Gasnachfrage in Deutschland nach J. Nitsch (2016): Energiewende nach COP1, Szenario „KLIMA 2050“

Aufgabenstellung

Es ist ein Maßnahmenplan zur kostengünstigen Anpassung eines Assetbestandes vom Startjahr $j=2023$ bis zu einem Zieljahr $j=2045$ zu finden.

Dabei soll eine Asset-Attribut H_2 jeweils von h_{2ist} zu $h_{2soll}(j)$ erhöht werden zwischen 0 ... 100 .

Gegeben sind Assets i mit

- einem Alter zum Startjahr a_{start} und einer technischen Lebensdauer a_{end} , nach der das Asset ersetzt wird,
- Investitionskosten für den Austausch I_i und
- einem Startwert $h_{2ist}(i)$ und einem Zielwert $h_{2soll}(j)$ für die Gesamtheit aller Assets.

Zwei Maßnahmen stehen je Asset mit zugehörigen „Kostenträgern“ zur Verfügung:

1. Regulärer Ersatz des Assets nach Ende der technischen Lebensdauer (Ersatzinvestitionen)
2. Außerordentlicher (vorzeitiger) Ersatz des Assets zur Einhaltung $h_{2soll}(j)$ (Mehrinvestitionen)

Die jährlichen Gesamtinvestitionen, i.e. die Summe aus Ersatzinvestitionen und Mehrinvestitionen, darf einen bestimmten Wert nicht überschreiten.

Die Mehrkosten sind zu minimieren.

(1) Entscheidungsvariable

- $x_{i,j} \in \{0,1\}$ mit Asset i und $j \in \{Startjahr, \dots, Zieljahr\}$
- $x_{i,j} = 1 \rightarrow$ Asset i wird in Jahr j vorzeitig ausgetauscht

(2) Zielfunktion

- Minimiere Mehrinvestitionen (MI):
 - $MI = \sum_{j=Startjahr}^{Zieljahr} \sum_{h2i < h2soll_j} x_{i,j} \cdot I_i$

(3) Nebenbedingungen

- Nur ein vorzeitiger Assettausch pro Asset
 - $\sum_{j=Startjahr}^{Zieljahr} x_i \leq 1$
- Compliance
 - $h2_{i,j} \in \{0, \dots, 100\}$ und $\min(h2_{i,j}) \geq h2soll(j)$
- Jährlich zulässige Gesamtinvestitionen (GI)
 - $EI(j) + MI(j) < GI_{j,zul}$
- EI: Ersatzinvestition Jährlich

Start

- Durchlauf Zeitreihe nur Ersatzinvestitionen
 - Compliance-Nebenbedingung muss nicht erfüllt werden
 - $h2_{i,j} \in \{0, \dots, 100\}$ und $\min(h2_{i,j}) \geq h2soll(j)$
- Ausgehend davon Greedy
 - Alle Jahre, in denen die Gesamtinvestitionen noch nicht ausgeschöpft sind, auffüllen mit
 - Den als nächstes zu tauschenden Assets und
 - Dabei den jeweils größten Investitionsvolumina

Mutation

- Erforderliche Mehrinvestition je Asset in den Jahren früher tätigen, sofern zulässige Gesamtinvestitionen noch nicht erschöpft (Nachbarschaft?)

Tabelle 4.2: Zusammensetzung Mehrkosten zur Treibhausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher

Außerordentliche Kosten der Wasserstoff-Einspeisung

Wasserstoffbedingte vorzeitige Anpassung Gasnetze und Gasspeicher
sowie Wasserstoff-Einspeisung (CAPEX + OPEX)

+ Methanisierungskosten Netz

CAPEX und OPEX (fix, CO₂-Gestehung, Umwandlungsverluste)
sowie EE-Methan-Einspeisung (CAPEX + OPEX)

+ Methanisierungskosten für den Betrieb von Poren-UGS

CAPEX und OPEX (fix, CO₂-Gestehung, Umwandlungsverluste)

= Mehrkosten für die Treibhausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher
