

Agenda

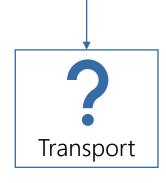


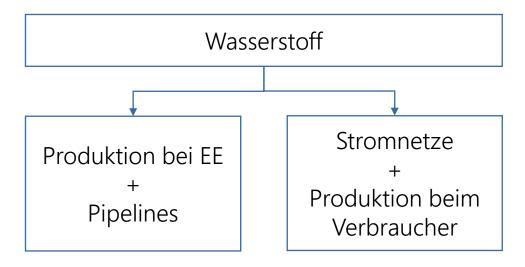
- Motivation: Was bedeutet die Produktion von synthetischen Gasen für die Gasinfrastruktur?
- Forschungsfragen: Wie wirken sich die Kosten auf Gasleitungen und Umwandlungsanlagen aus?
- Methodik: Aus den gegebenen Eingangsdaten bestimmt ein Optimierungsmodell die zu analysierenden Ergebnisse
- Eingangsdaten: Regionalisierungen, Erdgasnetz, Kosten
- Optimierung: Modellierung Deutschlands als Graph
- Ergebnisse: Erheblicher Ausbau des Wasserstoffnetztes bis
 2050

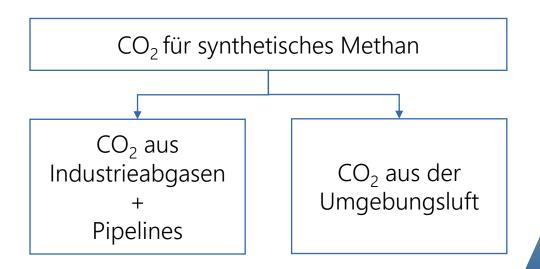
Was bedeutet die Produktion von synthetischen Gasen für die Gasinfrastruktur?



Ergebnis aus Klimaschutzszenarien für Deutschland: nennenswerte Produktion synthetischer Gase







Forschungsfragen: Wie wirken sich die Kosten auf Gasleitungen und Umwandlungsanlagen aus?



Gasleitungen

Wo, wann und in welchem Umfang sind Wasserstoff- und CO₂-Leitungen in Deutschland neu- und umzubauen?

Umwandlungsanlagen

Wo werden prospektiv Elektrolyseure und Methanisierungsanlagen verortet?





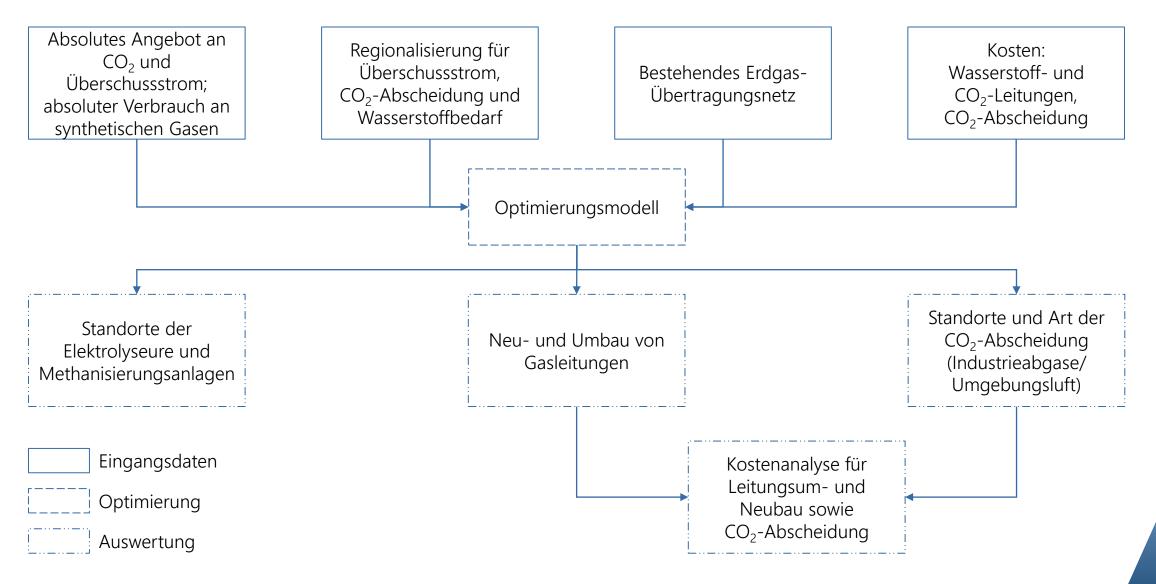


Kosten

Wie hoch sind die Kosten verschiedener Infrastrukturoptionen?

Methodik: Aus den gegebenen Eingangsdaten bestimmt ein Optimierungsmodell die zu analysierenden Ergebnisse

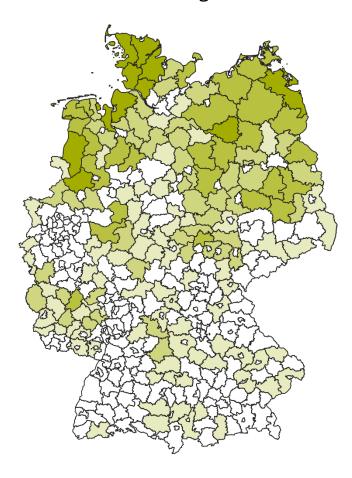




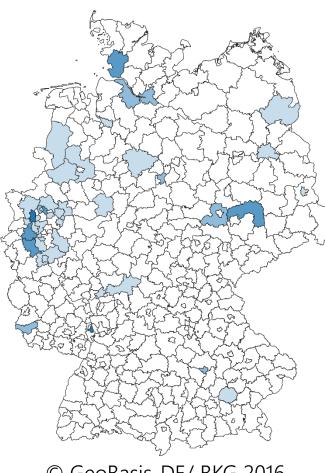
Eingangsdaten – Schematische Regionalisierung



Große Mengen EE

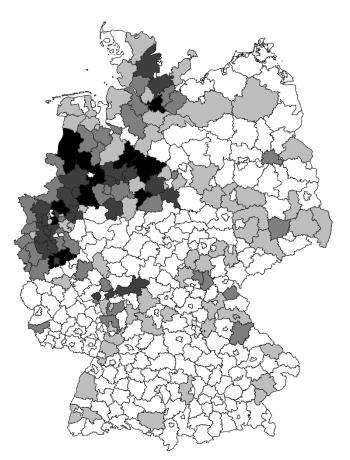


Wasserstoffverbrauch



© GeoBasis-DE/ BKG 2016

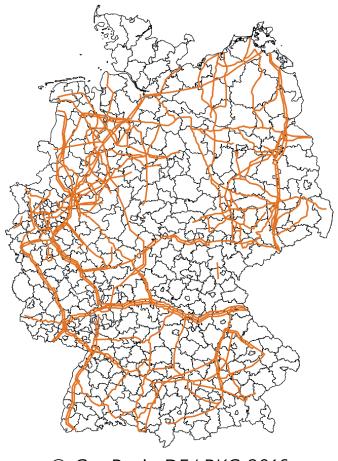
CO₂ aus Industrieabgasen



Eingangsdaten – Bestehendes Erdgasnetz







© GeoBasis-DE/ BKG 2016

Quelle: /ENTSO-01 17/

Eingangsdaten – Kostendaten





Unterirdische Gasleitungen günstiger als Stromfreileitungen



Wasserstoffleitungen etwas teurer als Erdgasleitungen gleichen Durchmessers



Umbau von Erdgas- in Wasserstoffleitungen relativ günstig im Vergleich zum Neubau



CO₂-Abscheidung aus der Umgebungsluft teurer als aus Industrieabgasen

Optimierung: Modellierung Deutschlands als Graph



Modellkomponenten



Neubau von Wasserstoff- und CO₂-Leitungen (Übertragungsund Verteilnetz)



Umbau von Erdgas- in Wasserstoff-Übertragungsleitungen



Elektrolyse und Methanisierung



Approximation der Kosten für Stromnetze durch Netzentgelte für Industriebetriebe

Nebenbedingungen



Deckung des Wasserstoffverbrauchs über Leitungen oder lokale Elektrolyse



CO₂-Abscheidung aus Industrieabgasen auf das lokale Angebot begrenzt



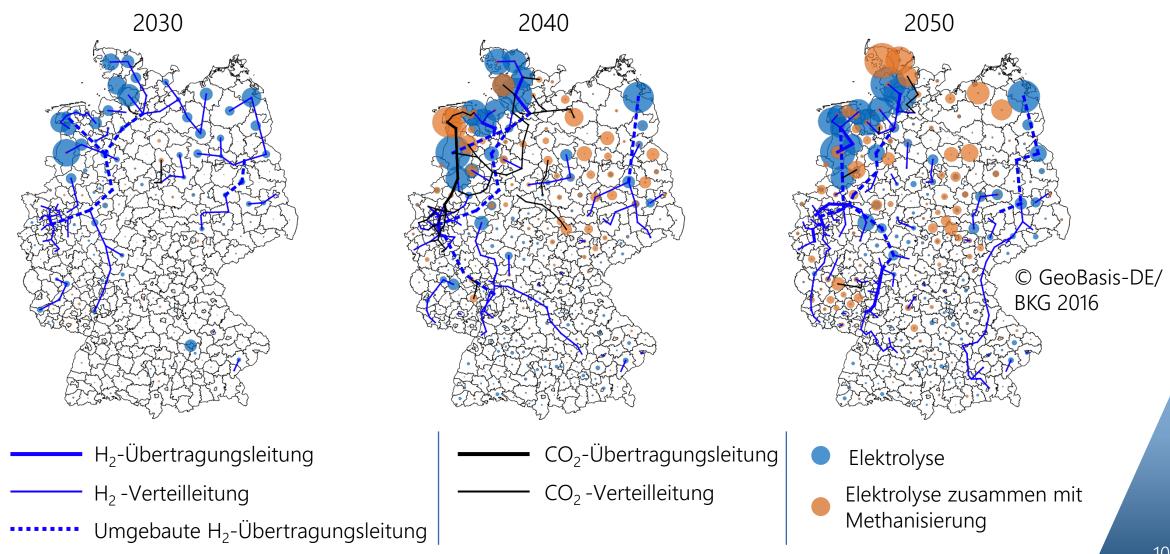
Gasflüsse immer kleiner als die verbauten Leitungen



Energieerhaltung

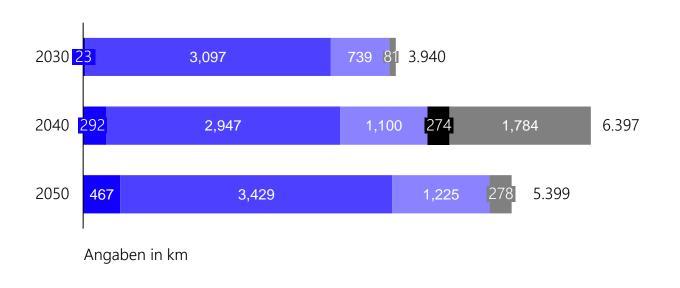
Ergebnisse – Überblick



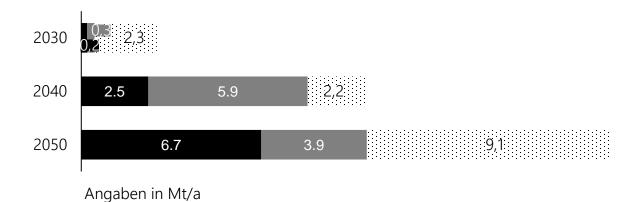


Ergebnisse – Leitungslängen und CO₂-Abscheidung





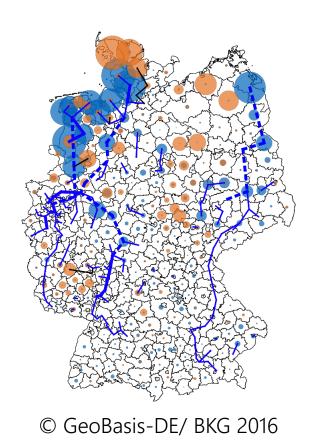
- Wasserstoff-Transportleitungen
- Wasserstoff-Verteilleitungen
- Umgebaute Wasserstoff-Transportleitungen
- CO₂-Transportleitungen
- CO₂-Verteilleitungen



- CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre
- CO₂-Abscheidung aus der Industrie
- Nicht verwendetes CO₂ aus der Industrie

Ergebnisse für das Jahr 2050





	Verbrauch an synthetischem Methan	Abscheidung an CO ₂
99,3 TWh	59,7 TWh	13,0 Mt

Länge des Leitungsnetzes		Spez. Transportkosten von Wasserstoff
5 399 km	3,6 Mrd. €	6,50 €/MWh

Netzentwicklungsplan Gas: Wasserstoff 5 900 km Jährliche EEG-Umlage: Kernumlage 2021 26,4 Milliarden € Netzentgelte für Industriekunden: Erdgas 3 €/MWh Strom 26 €/MWh

H₂-Übertragungsleitung

---- H_2 -Verteilleitung

Umgebaute H₂-Übertragungsleitung

--- CO_2 -Übertragungsleitung --- CO_2 -Verteilleitung

Elektrolyse

Elektrolyse zusammen mit Methanisierung

Quelle: /VDF-01 20/, /NETZ-01 20/, /DENA-13 18/



Diskussion

Fragen? Anregungen?





Moritz Höchtl, M. Sc. Student

Technische Universität München

Tel: +49 (0)176 57626411

Email: moritz.hoechtl@web.de





Tobias Hübner, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Forschungsgesellschaft für
Energiewirtschaft mbh

Tel: +49 (0)89 158121-26

Email: thuebner@ffe.de



Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.

Am Blütenanger 71 – 80995 München

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: info@ffe.de
Internet: www.ffe.de

Twitter: @FfE_Muenchen

Literaturverzeichnis



Bezeichnung	Zitierung
/BKG-01 16/	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG): Verwaltungsgebiete 1:2500000 - Stand: 01.01.2016. Frankfurt am Main: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), 2016.
/DENA-13 18/	Bründlinger, Thomas et al.: dena-Leitstudie Integrierte Energiewende - Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050 - Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Berlin: Deutsche Energie-Agentur, 2018.
/ENTSO-01 17/	European Network of Transmission System Operators for Gas (ENTSOG): Transparancy Platform . In: https://transparency.entsog.eu. (Abruf am 2017-01-19); Brüssel: European Network of Transmission System Operators for Gas (ENTSOG), 2017.
/FFE-03 17/	von Roon, Serafin; Dufter, Christa; Guminski, Andrej: Laufendes Projekt: Das Kopernikus-Projekt SynErgie - Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung in: https://www.ffegmbh.de/kompetenzen/system-markt-analysen/645-das-kopernikus-projekt-synergie (Abruf: 24.01.2017) (Archived by WebCite® at http://www.webcitation.org/6nkjY1erk). München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2017
/FFE-104 19/	Fattler, Steffen et al.: Dynamis Hauptbericht - Dynamische und intersektorale Maßnahmenbewertung zur kosteneffizienten Dekarbonisierung des Energiesystems. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2019.
/FFE-145 17/	Estermann, Thomas et al.: Kurzstudie Power-to-X - Ermittlung des Potenzials von PtX-Anwendungen für die Netzplanung der deutschen ÜNB. München: FfE, 2017.
/FFE-76 19/	Ganz, Kirstin et al.: Studie zur Regionalisierung von PtG-Leistungen für den Szenariorahmen NEP Gas 2020-2030. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE), 2019.
/GUI-01 20/	Wang, Anthony et al.: European Hydrogen Backbone - How a Dedicated Hydrogen Infrastructure can be Created. Utrecht: Guidehouse, 2020.
/HYCOM-01 07/	European Hydrogen Infrastructure Atlas - PART II: Industrial surplus hydrogen and markets and production. Brüssel: Roads2HyCom, 2007
/JLF-04 12/	Krieg, Dennis: Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff. Jülich: Jülich Forschungszentrum, 2012.
/NETZ-01 20/	Netztransparenz: Gedeckelte EEG-Umlage von 6,5 Cent pro Kilowattstunde für 2021 erfordert Bundeszuschuss von 10,8 Milliarden Euro. Bayreuth, 2020.
/VDF-01 20/	Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.: Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030 - Entwurf: 01. Juli 2020. Berlin: Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V., 2020.