

GIS-basierte Analyse von Nachnutzungsstrategien für Biogasanlagen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff in Niedersachsen

Die Masterarbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Flexible Energieträger für die Energiewende: Entwicklung eines Open-WebGIS zur digitalen Analyse von PtG-Potentialen an dezentralen Energiestandorten (H2-FEE)“ durchgeführt.

In Kooperation mit

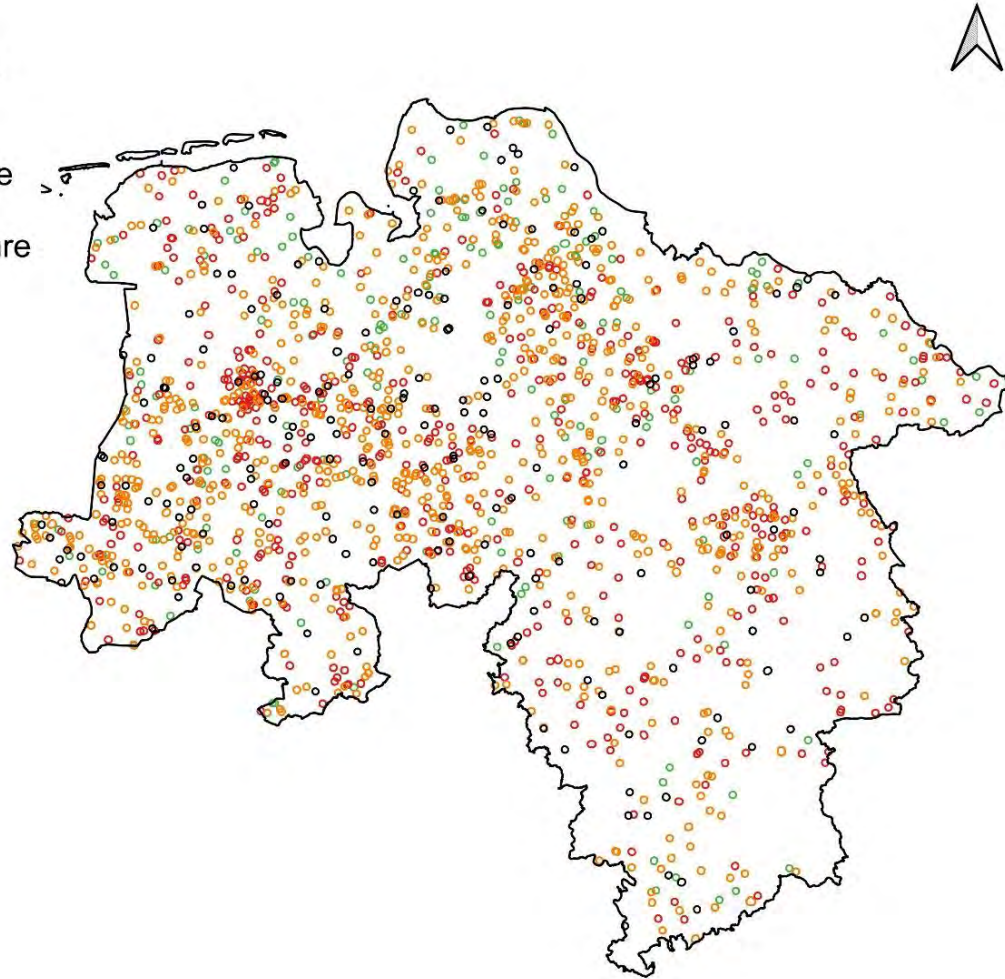


Drohende Stilllegung eines Großteils der niedersächsischen Biogasanlagen

Problemstellung

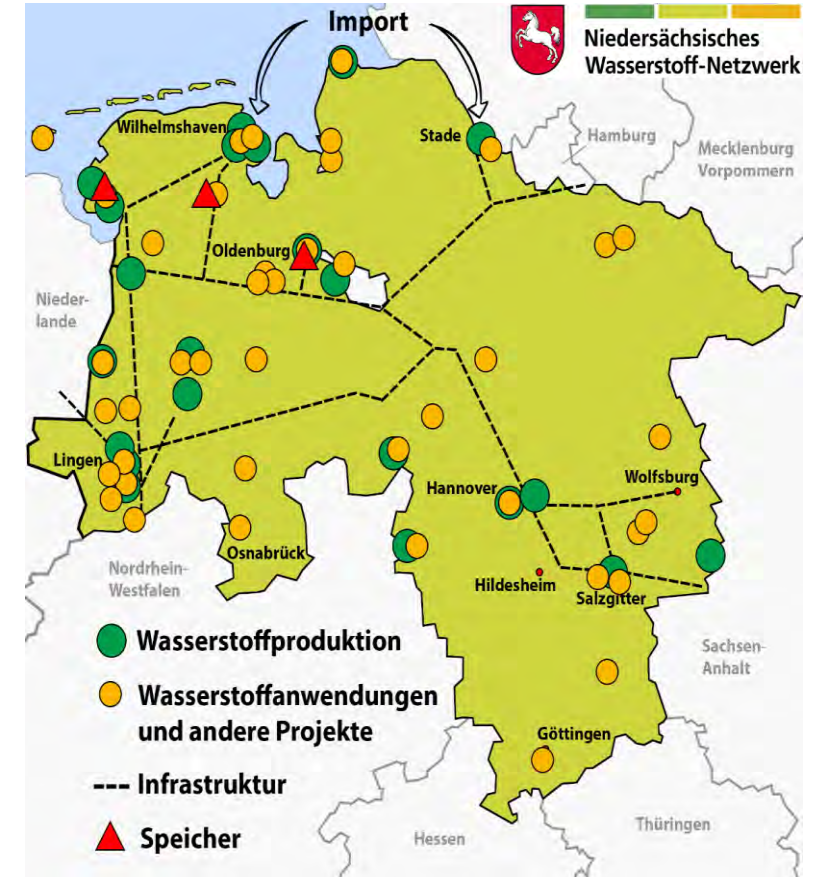
Legende

- Biogasanlagen - Bestand
- Biogasanlagen - keine Angabe IBD
- Biogasanlagen - < 5 Jahre bis EEG-Förderende
- Biogasanlagen - < 10 Jahre bis EEG-Förderende



0 25 50 km

Quelle: Eigene Darstellung



Quelle: Niedersächsisches Wasserstoff-Netzwerk

Power-to-Gas-Anlage als Nachnutzungsstrategie

Zielsetzung

Forschungsfrage 1

Welche Synergien ergeben sich durch die Kopplung einer Biogasanlage mit einer Power-to-Gas-Anlage hinsichtlich Prozessführung, Prozesstechnik und Wirtschaftlichkeit?

Forschungsfrage 2

Unter welchen Voraussetzungen ist die Kopplung einer Biogasanlage mit einer Power-to-Gas-Anlage wirtschaftlich umsetzbar?

Forschungsfrage 3

Wie groß ist das Methanisierungspotenzial von Biogasanlagen durch grünen Wasserstoff in Niedersachsen?

Agenda



Wissenschaftliche Grundlagen – Biologische Methanisierung als Nachnutzung



Methodik – Von der Fallstudie zum niedersächsischen Methanisierungspotenzial



Ergebnisse – Synergien bei der Kopplung einer Biogas- mit einer Power-to-Gas-Anlage



Diskussion – Wirtschaftlichkeit und Realisierungswahrscheinlichkeit



Fazit und Ausblick – Biologische Methanisierung als Zukunftsmodell?

Vorteile biologischer gegenüber chemischer Methanisierung

Wissenschaftliche Grundlagen



TRL

Abwärmenutzung

Robustheit

Reinheit Eduktgas

CO₂-Quelle

Komplexität

Flexibilität Dynamik

Chemische Methanisierung

6-8

gut möglich

gering

S, NH₃, O₂ schädlich

reines CO₂

mittel bis hoch

gering

Biologische Methanisierung

4-7

bedingt möglich

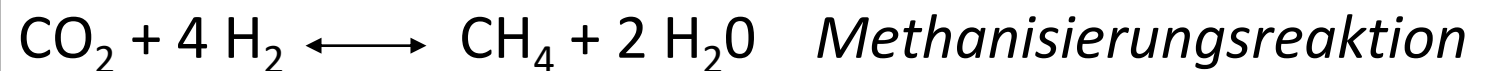
hoch

geringer Anspruch

Rohbiogas

gering

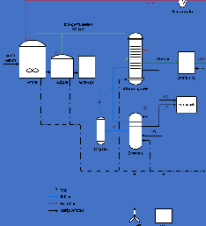
hoch



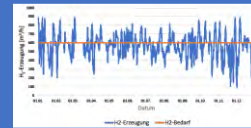
Von der Fallstudie zum niedersächsischen Methanisierungspotenzial

Methodik

TEIL I: Fallstudie Nachnutzungsstrategie Biogasanlage



Auslegung PtG-Prozesskette



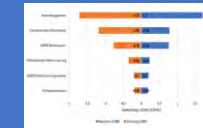
Forschungsfrage 1

Detailanalyse Flächen- potenziale

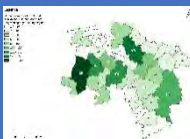


Forschungsfrage 2

Wirtschaftlichkeits- analyse



TEIL II: NI-Analyse Methanisierungs- potenzial durch Biogasanlagen in Niedersachsen



Biogasanlagen- Kataster



Forschungsfrage 3

Landesweite Flächen- potenziale

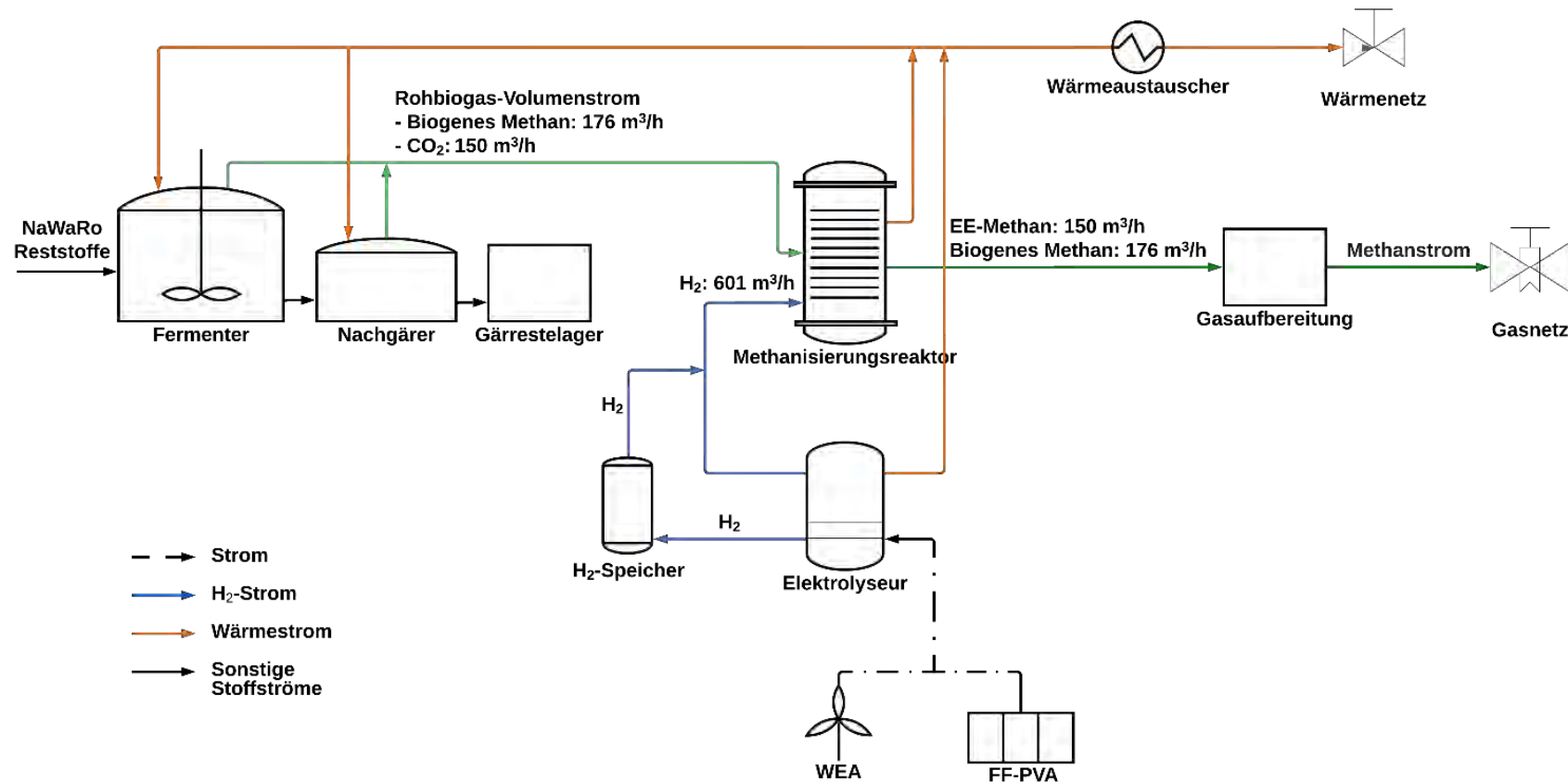


Methanisierungs- potenzial



Synergien bei der Kopplung der Biogasanlage mit einer PtG-Anlage

Ergebnisse - Fallstudie



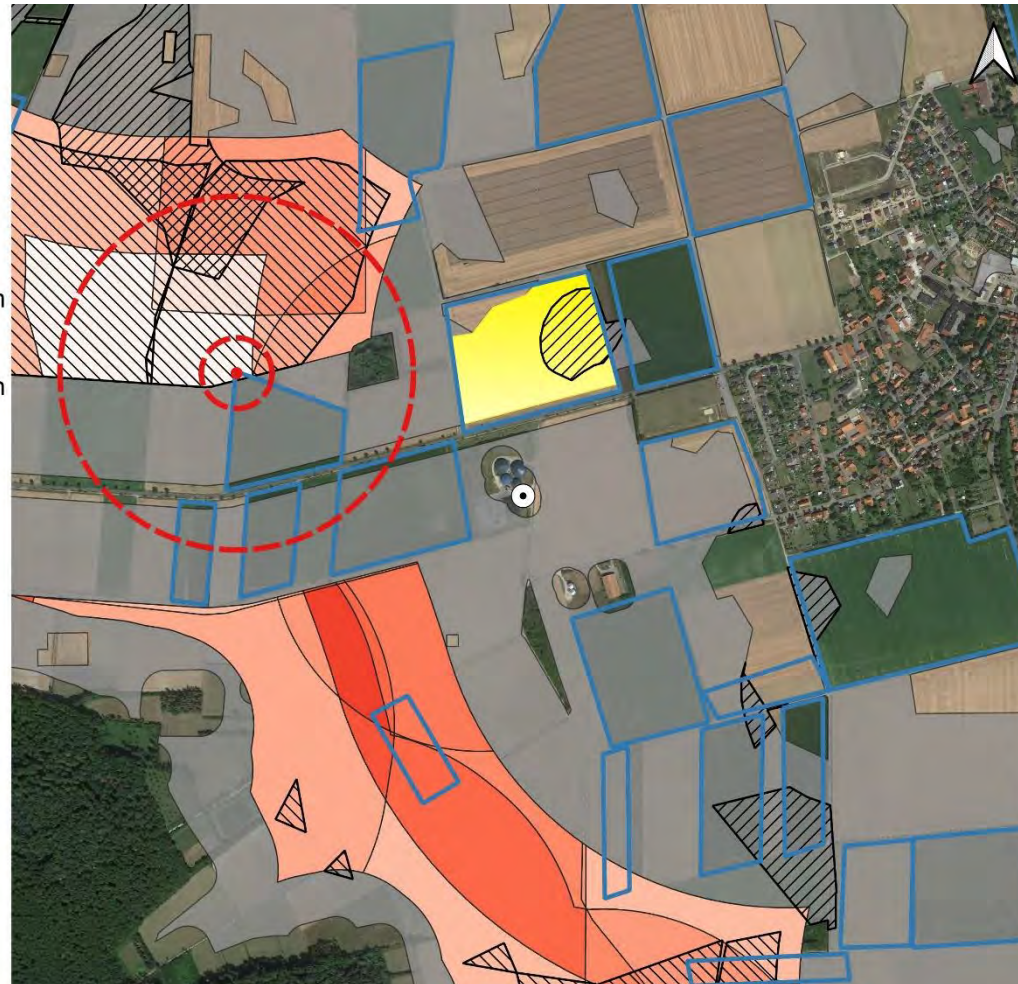
Ausreichende Verfügbarkeit von Flächenpotenzialen im Umkreis der Biogasanlagen

Ergebnisse - Fallstudie

Legende

- Biogasanlage Sibbesse
- Anbauflächen
- ⊙ Windenergieanlage
- Freiflächen-Photovoltaik-
anlage (7 ha)
- ▨ Windpotenziale auf
mensch- und
naturverträglichen Flächen
- ▩ Solarpotenziale auf
mensch- und
naturverträglichen Flächen
- Potenzialfläche Solar
- Potenzialfläche Wind
mit Einzelfall-Scoring
- 0
- 2
- 3
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

0 100 200 m



Gewichtung nach
Bons et al. (2022)

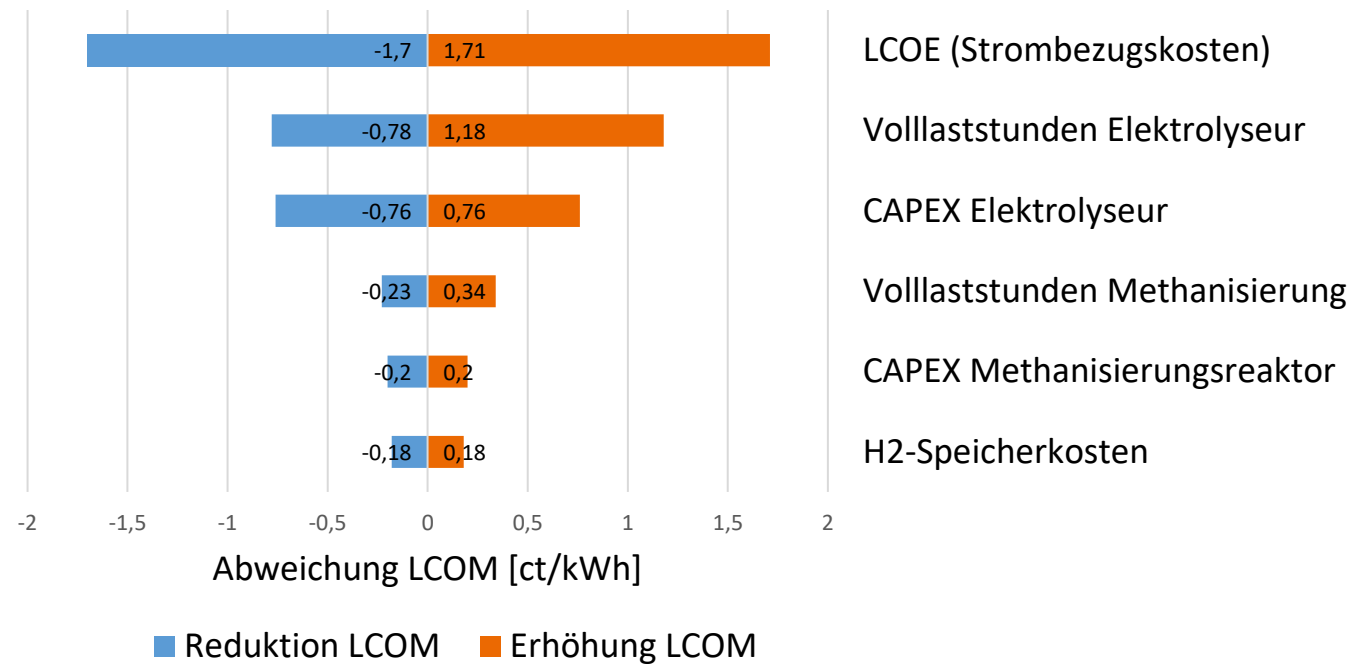
Starke Abhängigkeit zwischen Methan- und Wasserstoffgestehungskosten

Ergebnisse - Fallstudie

Basis-Szenario

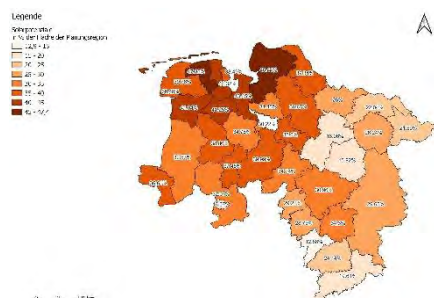
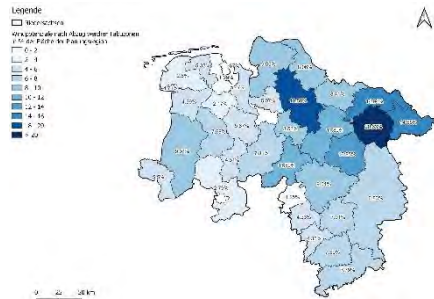
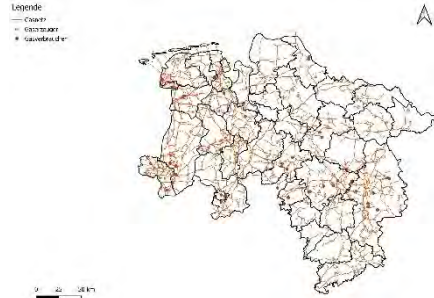
LCOE	– 5,36 ct/kWh
LCOH	– 10,72 ct/kWh
LCOM	– 14,76 ct/kWh

Sensitivitätsanalyse



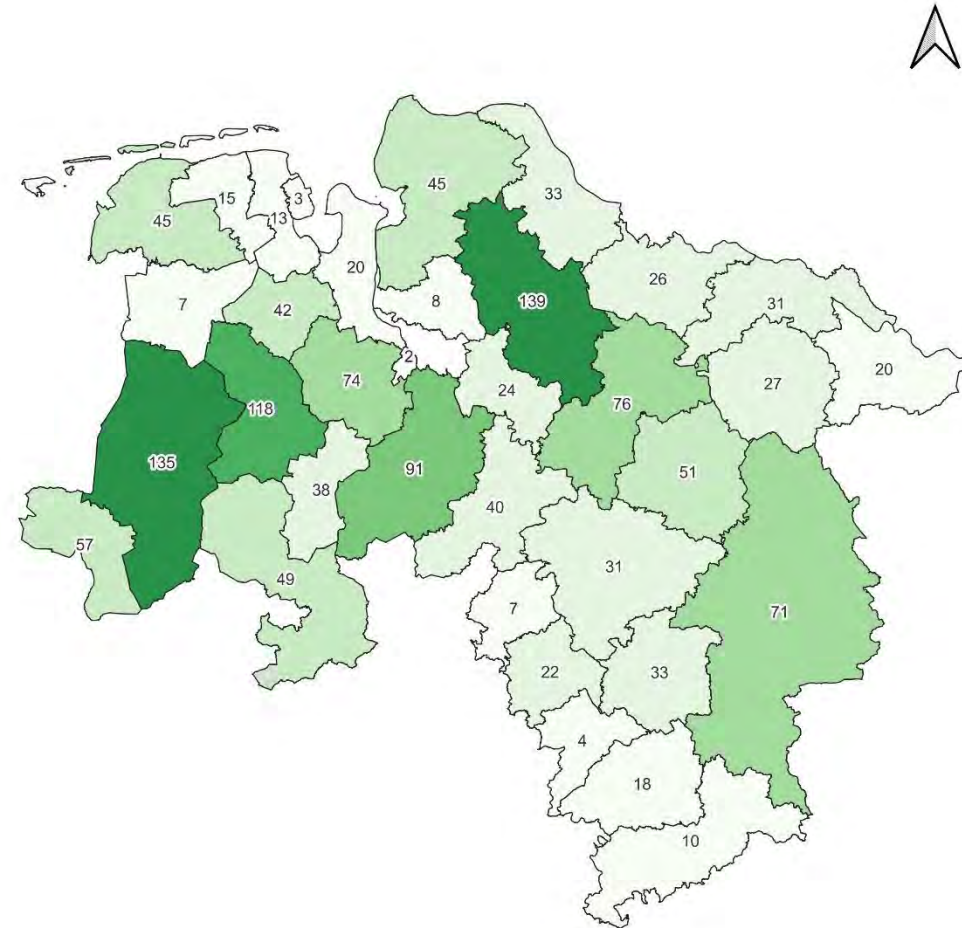
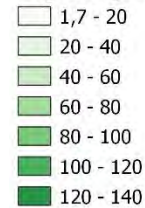
EE-Potenziale kein limitierender Faktor für Methanisierungspotenzial

Ergebnisse - niedersachsenweite Analyse



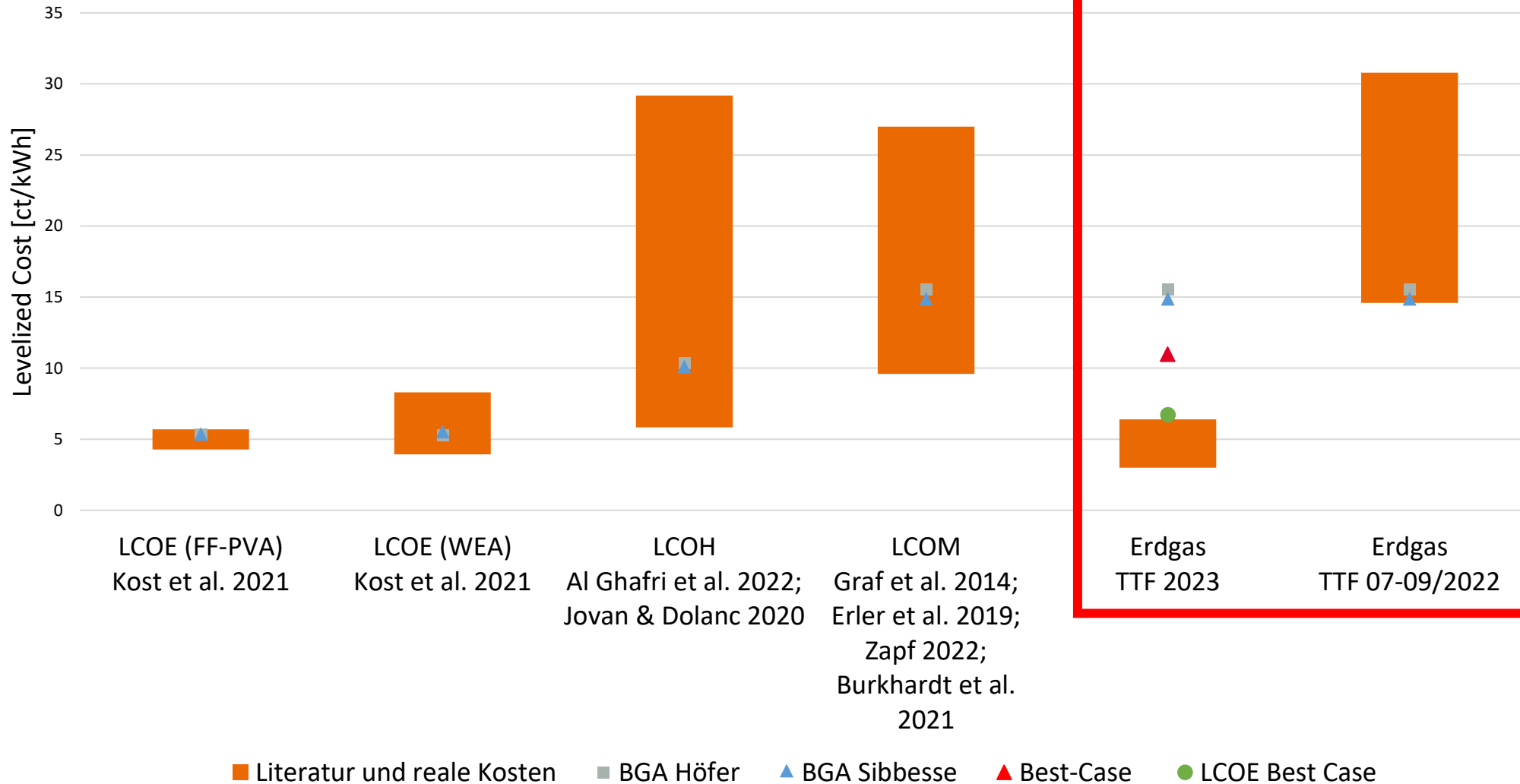
Legende

Methanisierungspotenzial in Mio.
Kubikmeter CH₄ pro Jahr durch
Biogasanlagen je Planungsregion



Wirtschaftlichkeit der PtG-Anlage nur unter bestimmten Voraussetzungen

Diskussion - Fallstudie

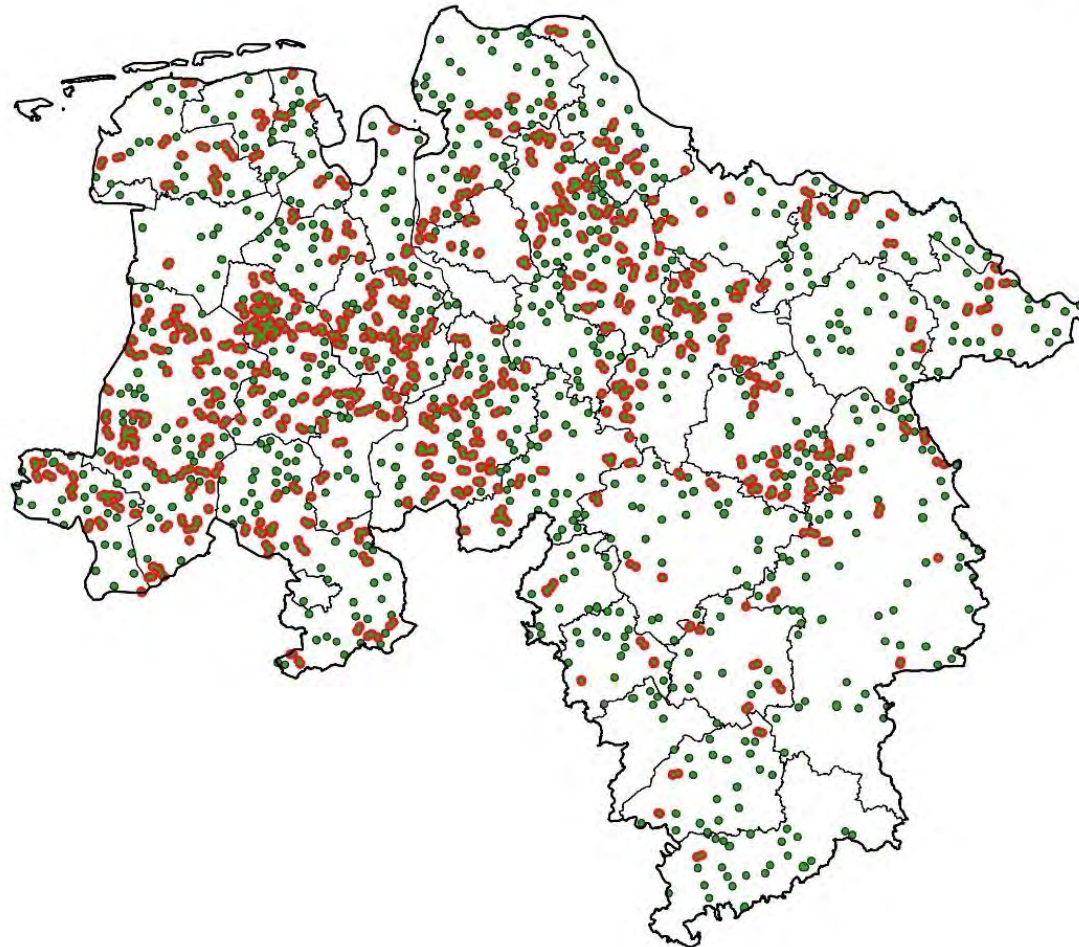


Hohes Methanisierungspotenzial durch Biogasanlagen in Niedersachsen

Diskussion - niedersachsenweite Analyse

Legende

- Planungsregionen
- Biogasanlagen-Cluster
- Biogasanlagen
- Puffer 1000 m



0 25 50 km



Nachnutzung Biogasanlagen: Biologische Methanisierung als Zukunftsmodell

Fazit und Ausblick

- + Synergien durch Kopplung von Biogasanlagen mit biologischer ex-situ Methanisierung u.a. durch die **CO₂-Quelle**, **Komplexität**, Abwärmennutzung und **Auslastung** der PtG-Anlage
- + Verfügbarkeit **EE-Potenzialflächen** i.d.R. kein limitierender Faktor
- PtG-Anlage nur unter **regulatorischen Rahmenbedingungen** wirtschaftlich

Ausblick auf weiterführende Forschung

- Untersuchung von Vermarktungsstrategien und **Wirtschaftlichkeit**
- **Wasserverfügbarkeit** als limitierender Faktor für die Wasserstoffherzeugung
- Raumverträglichkeit und dezentrale H₂-Erzeugung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Rückfragen oder konkrete Projektideen? Melden Sie sich gerne bei mir!

Jonas Berndmeyer

Project Manager

Email: jonas.berndmeyer@nefino.de

Phone: 0511546885-51



Mehr Infos zum Forschungsprojekt H2-FEE: <https://www.wasserstoff-niedersachsen.de/h2fee/>

Literaturverzeichnis (1/2)

Al Ghafri, S. Z. et al. (2022): "Hydrogen liquefaction: a review of the fundamental physics, engineering practice and future opportunities". In: Energy & Environmental Science 15 (7), S. 2690–2731.

Bär, K. & Graf, F. (2020): Techno-ökonomische Bewertung der Kopplung von Biogasanlagen mit biologischer Methanisierung.

Bär, K.; Mörs, F.; Götz, M. & Graf, F. (2015): Vergleich der biologischen und katalytischen Methanisierung für den Einsatz bei PtG-Konzepten.

Bons, M.; Jakob, M.; Sach, T. & Klessmann, C. (2022): Analyse der Flächenverfügbarkeit für Windenergie an Land post-2030.

Burkhardt, M.; Uellendahl, H.; Horn, O.; Viertmann, O.; Vith, W. & Fischer, D. (2021): Bedarfsgerechte Speicherung fluktuierender erneuerbarer (Wind-) Energie durch Integration der Biologischen Methanisierung im Rieselbettverfahren im Energieverbund in Schleswig-Holstein. Techn. Ber. Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg & Hochschule Flensburg.

European Energy Exchange (EEX) (2023): European Energy Exchange: Indizes TTF - Stand:19.05.2023. URL: <https://www.eex.com/de/marktdaten/erdgas/indizes>.

Erler, R.; Schuhmann, E.; Köppel, W. & Bidat, C. (2019): Erweiterte Potenzialstudie zur nachhaltigen Einspeisung von Biomethan unter Berücksichtigung von Power-to-Gas und Clusterung von Biogasanlagen (EE-Methanisierungspotential). Abschlussbericht, DVGW Forschung. DVGW.

Götz, M.; Lefebvre, J.; Mörs, F.; McDaniel Koch, A.; Graf, F.; Bajohr, S.; Reimert, R. & Kolb, T. (2016): "Renewable Power-to-Gas: A technological and economic review". In: Renewable Energy 85, S. 1371–1390.

Götz, M.; McDaniel Koch, A. & Graf, F. (2014): State of the Art and Perspectives of CO₂ Methanation Process Concepts for Power-to-Gas Applications. International Gas Union Research Conference, Copenhagen.

Groniewsky, A.; Kust´an, R. & Imre, A. (2022): "Efficiency Increase of Biological Methanation based Power-to-Methane Technology Using Waste Heat Recovery with Organic Rankine Cycle". In: Periodica Polytechnica Chemical Engineering 66 (4), S. 596–608.

Jovan, D. J. & Dolanc, G. (2020): "Can Green Hydrogen Production Be Economically Viable under Current Market Conditions". In: Energies 13 (24).

Literaturverzeichnis (2/2)

- Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V. (3N) (2023): Biogas in Niedersachsen – Inventur 2021.
- Kost, C.; Shammugam, S.; Fluri, V.; Peper, D.; Memar, A. D. & Schlegl, T. (2021): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien.
- Krautwald, J. & Baier, U. (2016): Biologische Methanisierung - Methanogenese als mikrobiologische Alternativ zur katalytischen Methanisierung.
- Milanzi, S.; Spiller, C.; Grosse, B.; Hermann, L. & Müller-Kirchenbauer, J. (2018): Technischer Stand und Flexibilität des Power-to-Gas-Verfahrens.
- Salbrechter, K.; Lehner, M. & Grimm, S. (2021): "Standardisierte Biogasaufbereitung und Methanisierung". In: 12. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien.
- Schmidt, M.; Schwarz, S.; Stürmer, B.; Wagener, L. & Zuberbühler, U. (2018): "Technologiebericht 4.2a Power-to-gas (Methanisierung chemisch-katalytisch) innerhalb des Forschungsprojekts TF Energiewende".
- Weizsäcker, C. C. v.; Lindenberger, D. & Höffler, F., Hrsg. (2016): Interdisziplinäre Aspekte der Energiewirtschaft. Energie in Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. 12726-8.
- Zapf, M. (2022): Stromspeicher und Power-to-Gas im deutschen Energiesystem: Rahmenbedingungen, Bedarf und Einsatzmöglichkeiten. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.