

# Power-to-Heat als Flexibilität für das Energiesystem – Ergebnisse des open-source Projekts eGon

Clara Büttner

Hochschule Flensburg

14.12.2023





*„Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines offenen, netzebenen- und sektorübergreifenden Planungstools zur Untersuchung der Auswirkungen der Sektorkopplung auf den optimalen Einsatz und Ausbau von Flexibilitätsoptionen in Deutschland.“*

- Laufzeit: Dezember 2019 - Juli 2023
- Projektwebsite: <https://ego-n.org/>
- Open-Source- and Open-Data-Projekt: <https://github.com/openego>
- Projektpartner:

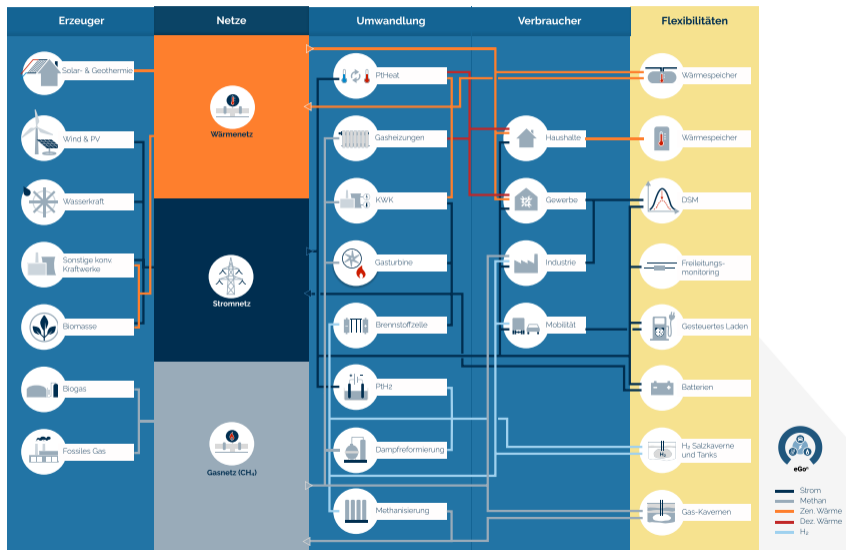


Gefördert durch:



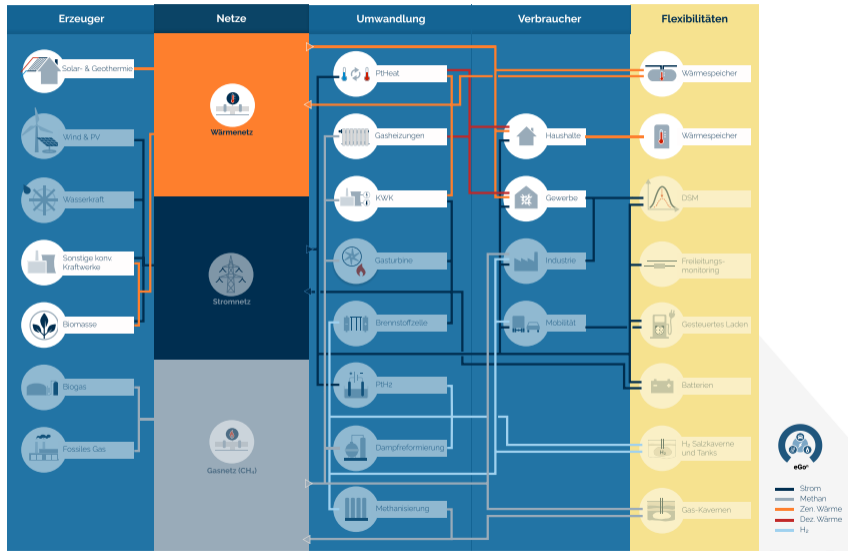
- Wie sehen zukünftige Energiesysteme in Deutschland mit einer hohen Durchdringung von EE und Sektorenkopplung aus?
- Wie groß ist der zukünftige Netz- und Speicherausbaubedarf auf verschiedenen Netzebenen?
- Wie beeinflussen im Zuge der Sektorenkopplung entstehenden neuen Bedarfe das Stromsystem?
- Wie können Flexibilitäten aus den neuen Sektoren zu einem kostenoptimalen Gesamtsystem beitragen?

# Was heißt für uns Sektorenkopplung?



- Strom
- Methan
- Zen. Wärme
- Dez. Wärme
- H<sub>2</sub>

# Was heißt für uns Sektorenkopplung?

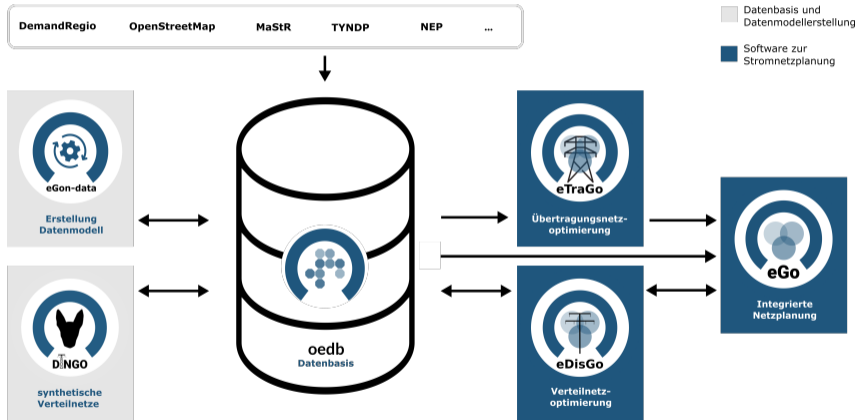


## eGon2035

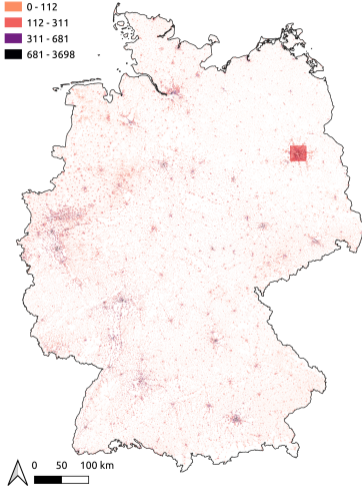
- Zieljahr 2035
- Orientierung am NEP 2021, Szenario C2035
- Alle Bedarfe Strom-, Gas- und Wärmesektor
- Mobilitätssektor: E-PKW und H<sub>2</sub> Schwerlastverkehr Bedarfe
- Netze: Strom (ÜN und VN), Methan (ÜN)
- Flexibilitätsoptionen: DSM, DLR, flex. Laden, Energiespeicher, PtX ...
- Szenariovariante eGon2035\_lowflex

## eGon100RE

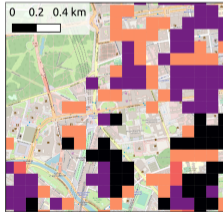
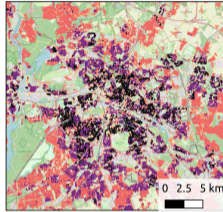
- 100% erneuerbares Energiesystem
- Vorgelagerte Optimierung des Erzeugungsparks (pypsa-eur)
- Alle Bedarfe Strom-, Gas- und Wärmesektor
- Mobilitätssektor: E-PKW und H<sub>2</sub> Schwerlastverkehr Bedarfe
- Netze: Strom (ÜN und VN), Methan (ÜN), Wasserstoff (ÜN)



Wärmebedarfe in Haushalten



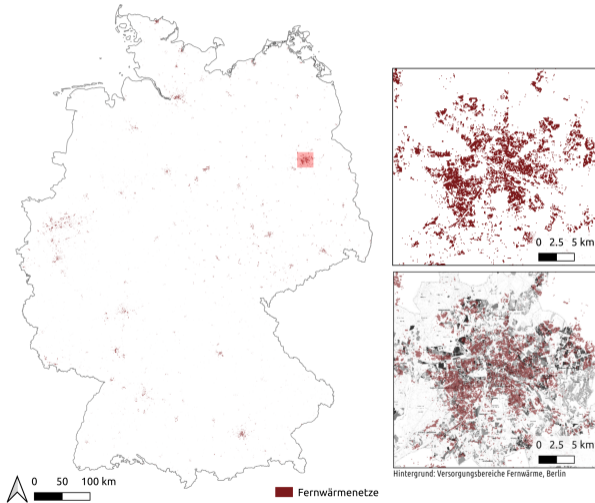
Wärmebedarf in Haushalten



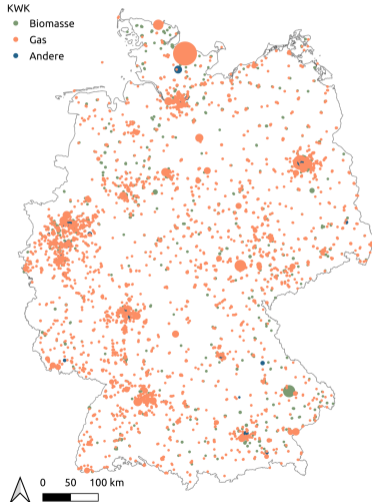
- Haushalte und GHD
- Industrie als Brennstoffbedarfe
- Verteilung auf Hektarzellen nach Peta 5.0.1 [1]
- Höchste Auflösung: Gebäude
- Bedarfe eGon2035:

Sektor	Bedarf
Haushalte	379 TWh
GHD	122 TWh





- Vorgegebener Fernwärmeanteil nach Szenario
  - eGon2035: 13,75%
- Basierend auf Status Quo Netzen nach Zensus 2011
- Ausbau nach Wärmebedarfsdichte



KWK in Fernwärmenetzen eGon2035

Eingangsdaten: Installierte Leistungen je Technologie in Deutschland [2]

Ziel: Installierte Leistung je Technologie und Fernwärmenetz

Kaskadierte Verteilung:

1. KWK Anlagen (nach MaStr)
2. Geothermie (nach Potential)
3. Wärmepumpen, Elektroheizungen
4. Gas als Backup

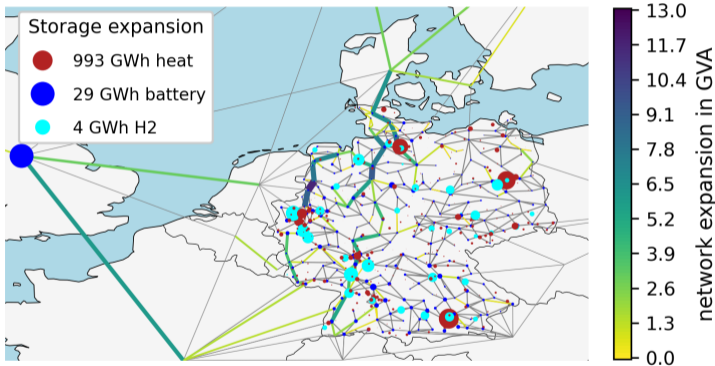
## Input:

- Lastzeitreihen
- Netztopologien
- Kraftwerke
- Grenzkosten
- Investitionskosten
- Potentielle Standorte von Speichern



## Output:

- Einsatz von Kraftwerken
- Redispatch-Bedarf
- Netzausbau
- Speicherausbau

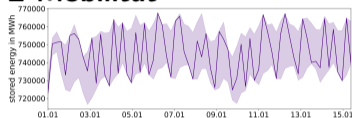


- Viel Netzausbau im Norden
- Wärmespeicher in Fernwärmenetzen
- Kleine Wasserstoffspeicher
- Batterien: Heimspeicher

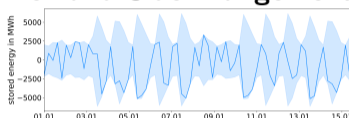
Quelle: Büttner et al., Influence of Flexibility Options on the German Transmission Grid - a Sector-Coupled Mid-Term Scenario. [3]

Einsatz und Potentiale in den ersten beiden Wochen des Jahres:

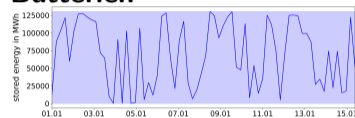
## E-Mobilität



## Demand Side Management



## Batterien

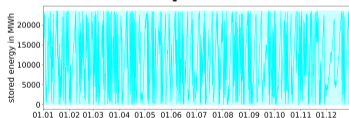


Einsatz und Potentiale über das Jahr:

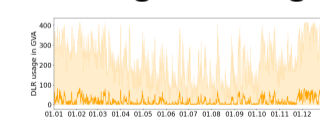
## Wärmespeicher



## Wasserstoffspeicher

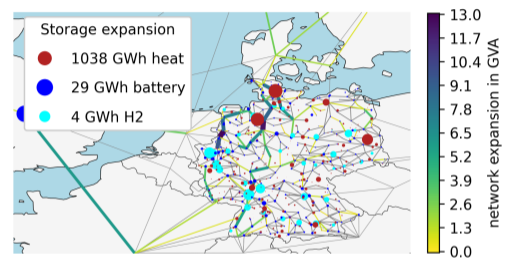
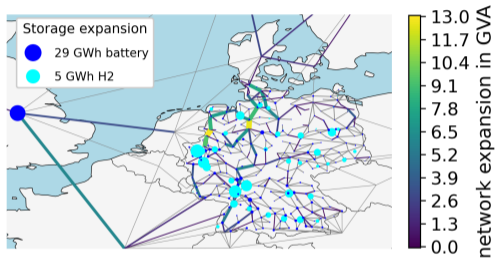


## Freileitungsmonitoring



Quelle: Büttner et al., Influence of Flexibility Options on the German Transmission Grid - a Sector-Coupled Mid-Term Scenario. [3]

# Welchen Beitrag kann Flexibilisierung der Wärme erbringen?



keine Flexibilitäten möglich

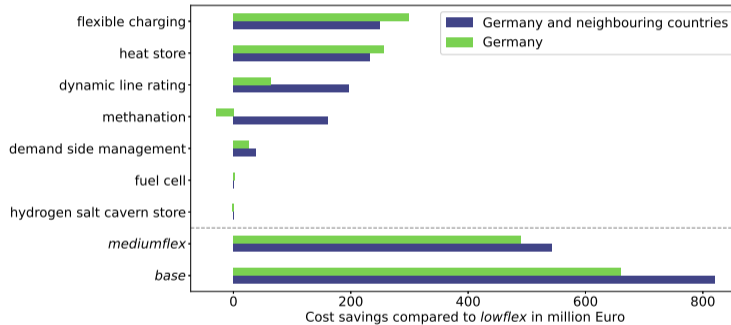
nur Wärmespeicher möglich

→ Kostenersparnis von über 200 Millionen Euro / Jahr in Deutschland

→ In System mit mehr EE / PtH höheres Potential

Quelle: Büttner et al., Influence of Flexibility Options on the German Transmission Grid - a Sector-Coupled Mid-Term Scenario. [3]

# Was wäre, wenn Wärmespeicher nicht zur Verfügung stünden?



Quelle: Büttner et al., Influence of Flexibility Options on the German Transmission Grid - a Sector-Coupled Mid-Term Scenario. [3]

- Die integrierte Planung des Strom- Wärme-, Gas- und Mobilitätssektors sowie Stromnetzplanung über alle Spannungsebenen ist essenziell um kostengünstige und effiziente Systeme zu erhalten
- Die Notwendigkeit von Flexibilitätsoptionen und Netzausbau hängt stark von den Gegebenheiten und der Position im Netz ab.
- **Wärme, insbesondere Wärmenetze, bieten Flexibilisierungspotential das noch unterschätzt wird.**
- Mittelfristig stellt der Wasserstoffsektor wenig direkte Flexibilität für den Stromsektor bereit, kann aber zur Dekarbonisierung der Wärme beitragen.
- Flexibilitäten können bereits mittelfristig Systemkosten und Treibhausgasemissionen senken sowie EE-Einspeisung und damit Importunabhängigkeit fördern





## **Clara Büttner**

Hochschule Flensburg

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

[clara.buettner@hs-flensburg.de](mailto:clara.buettner@hs-flensburg.de)

0461 - 805 3008

- [1] Europa-Universität Flensburg, Halmstad University and Aalborg University. Pan-european thermal atlas - residential heat demand, 2021. URL <https://s-eenergies-open-data-euf.hub.arcgis.com/maps/d7d18b63250240a49eb81db972aa573e/about>.
- [2] Übertragungsnetzbetreiber. Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021, 1. Entwurf, 2021.
- [3] Clara Büttner, Katharina Esterl, Ilka Cußmann, Carlos Epia, Jonathan Amme, and Amélia Nadal. Influence of Flexibility Options on the German Transmission Grid — a Sector-Coupled Mid-Term Scenario. 2023. URL <https://ssrn.com/abstract=4442243> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4442243>.