

Modellkopplungsmethoden und Testfälle für die gekoppelte Simulation der Strom- und Gasnetze der Nordwestregion Niedersachsens



D. Jung^{1*}, O. Raventós Morera¹, C. Käding¹, D. Peters¹, H. Langnickel¹, A. Pluta¹, F. Schuldt¹, A. Dyck¹, K. von Maydell¹

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme, Oldenburg
*daniel.jung@dlr.de

Motivation

Das Klimaneutralitätsziel 2045 der Bundesregierung bedingt einen stark beschleunigten Ausbau erneuerbarer Erzeugungskapazität sowie einen hohen Bedarf an emissionsfreien Energieträgern wie Wasserstoff [1].

- Hoher Ausbaubedarf im Stromnetz
- Notwendigkeit einer neuen Wasserstoff-Infrastruktur
- Bedeutung Wasserstoff
 - als saisonaler Speicher [3,5]
 - zur Flexibilisierung der Stromnachfrage [4]
- Integration und stromnetzorientierter Betrieb von Wasserstoffkomponenten

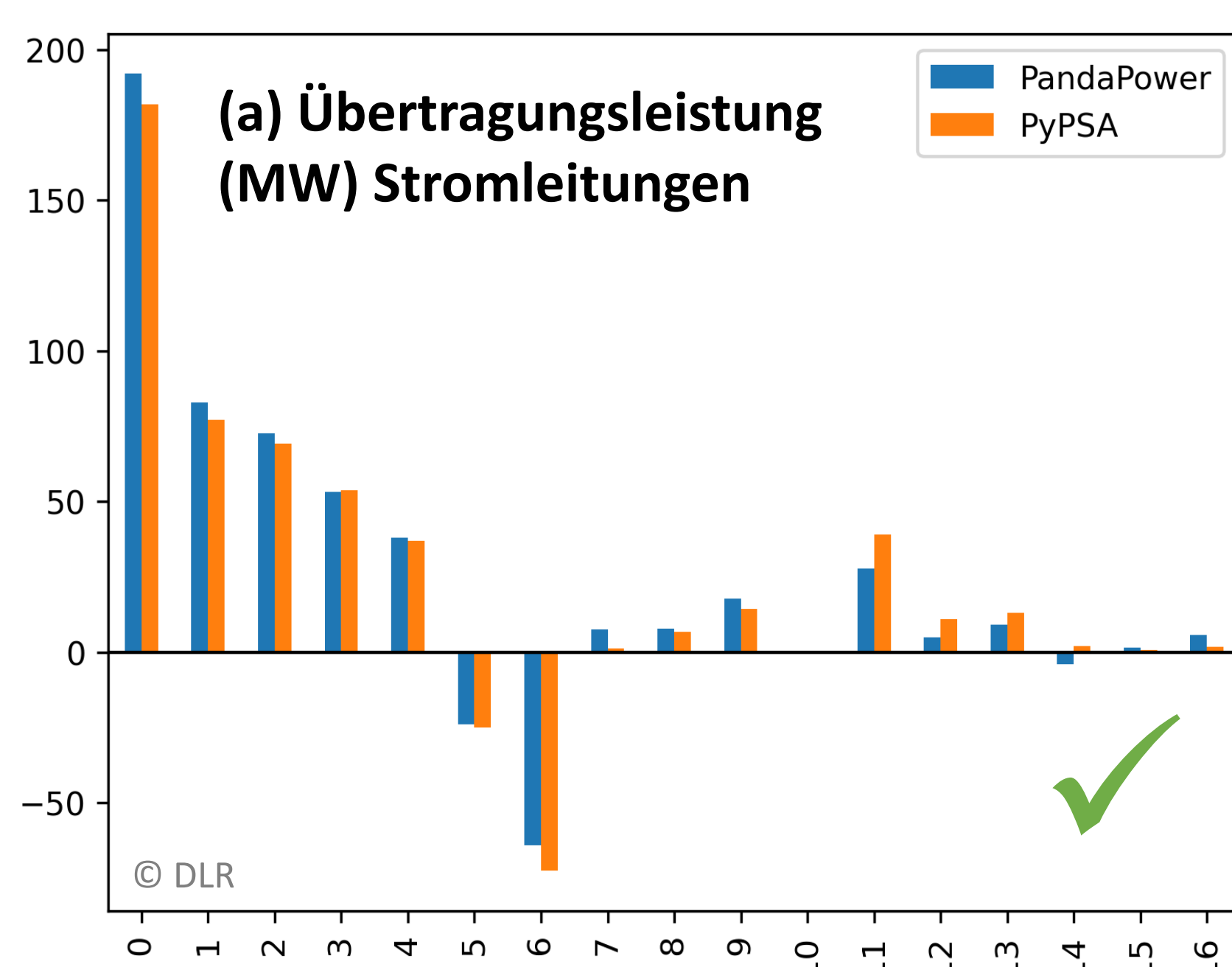
Modellkopplungsmethoden

Datenaustausch zwischen den Modellen

- Gesamtsystemoptimierung liefert *Optimal Dispatch* (Kraftwerks-/Elektrolyseur-einsatz)
- Physikalische Simulation liefert neue Randbedingungen an den Optimierer
 - Tatsächlicher Stromverbrauch von Elektrolyseuren und Verdichtern
 - Tatsächlicher Gasverbrauch der Kraftwerke

Kopplungsarten / Softwareoptionen

- Integrierte Softwareumgebungen Strom & Gas
 - **Gesamtsystemoptimierung** (PyPSA, REMix)
 - **Kombinierte Simulation** (SAInt)
- **Co-Simulation Strom & Gas**
 - PandaPower & PandaPipes
 - PowerFactory & PandaPipes
- **Kopplung Optimierer & Simulator**
 - PyPSA & PandaPower/PandaPipes



Integrierte Strom-Gas-Testsysteme

Herausforderungen

- *Es gibt quasi keine etablierten integrierten Stromnetz-Gasnetz-Testmodelle.* Im Strombereich sind die **IEEE-Testfälle** sehr verbreitet, im Gasbereich setzen viele auf **GasLib**.
- Optimierungsmodelle benötigen **Zeitreihen, Erzeugungskapazitäten** und **Betriebskostendaten**, die die IEEE-Testfälle meist nicht enthalten.
- Simulatoren wiederum benötigen Sollwerte für **Druck** und **Flussraten**, die die GasLib-Netze nicht enthalten.

Implementierung Strom-Gas-Testsystem

- Wir folgen weitestgehend Jia et al. [2] und kombinieren **IEEE 14-bus** mit **GasLib 11-node**, mit Änderungen:
 - Wasserstoff als Medium
 - Anpassung des Kraftwerkparks (Wind statt Kohle)
- Implementierung in PandaPower (AC-Lastfluss) und PandaPipes (statisch-hydraulisch), gekoppelt mit PyPSA

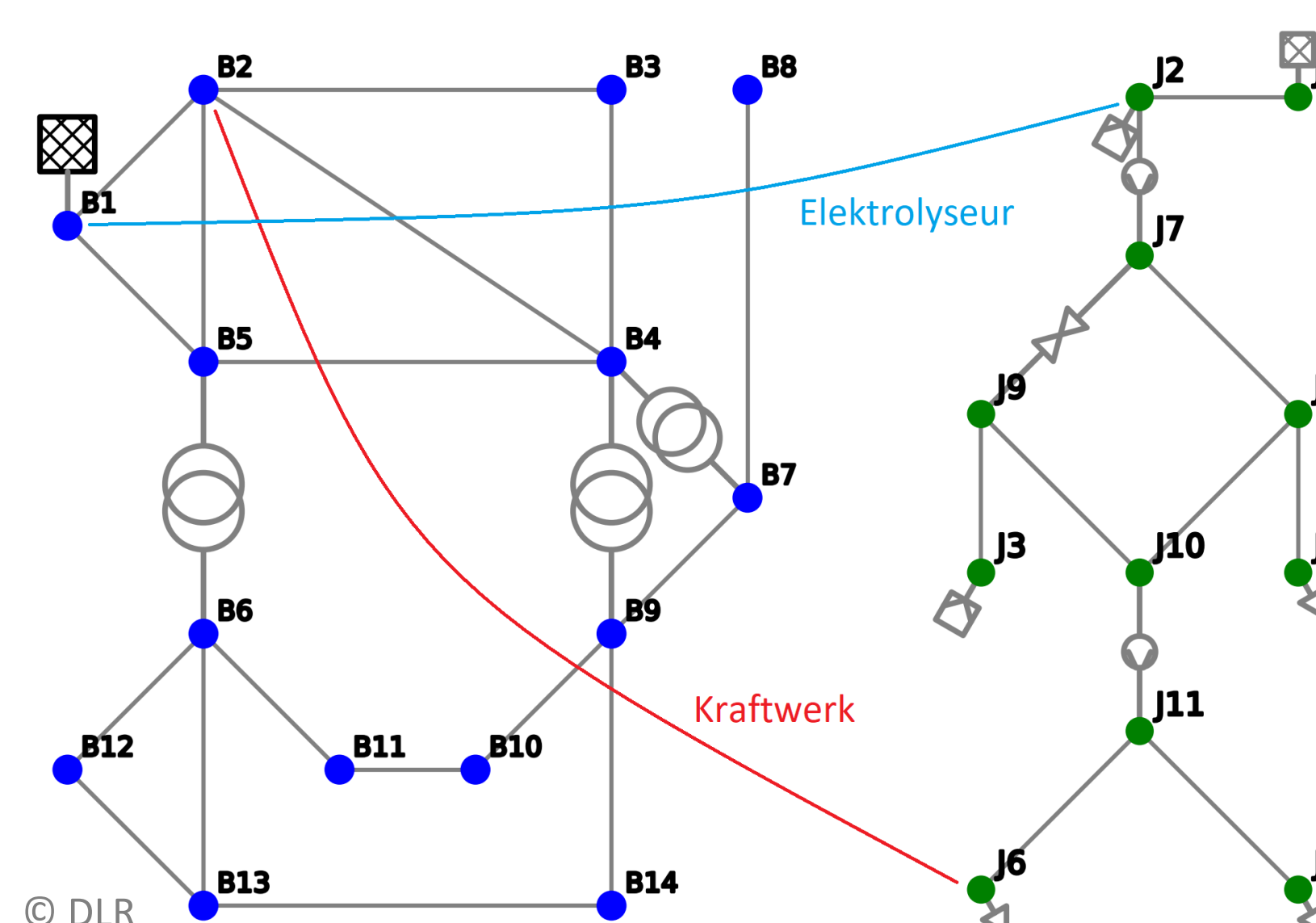


Abbildung 1. Das gekoppelte Strom-Gas-System: IEEE 14-Bus-Testfall mit GasLib 11-Node-Testsystem.

- Zunächst zwei Szenarien:
 1. **EE-Peakerzeugung**
 2. **Dunkelflaute**

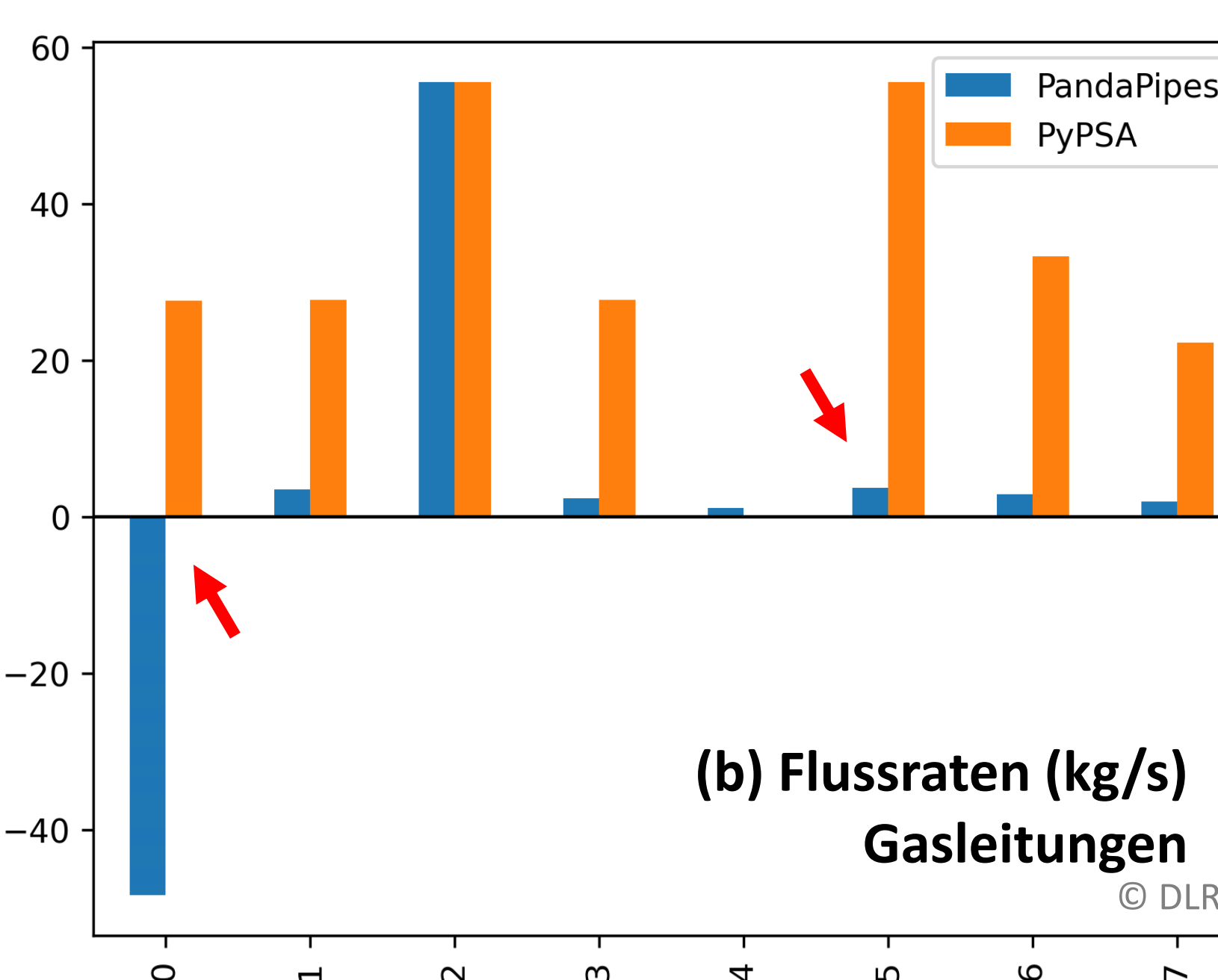


Abbildung 2. Optimierungs- und Simulationsmodelle müssen sorgfältig aufeinander abgestimmt werden.

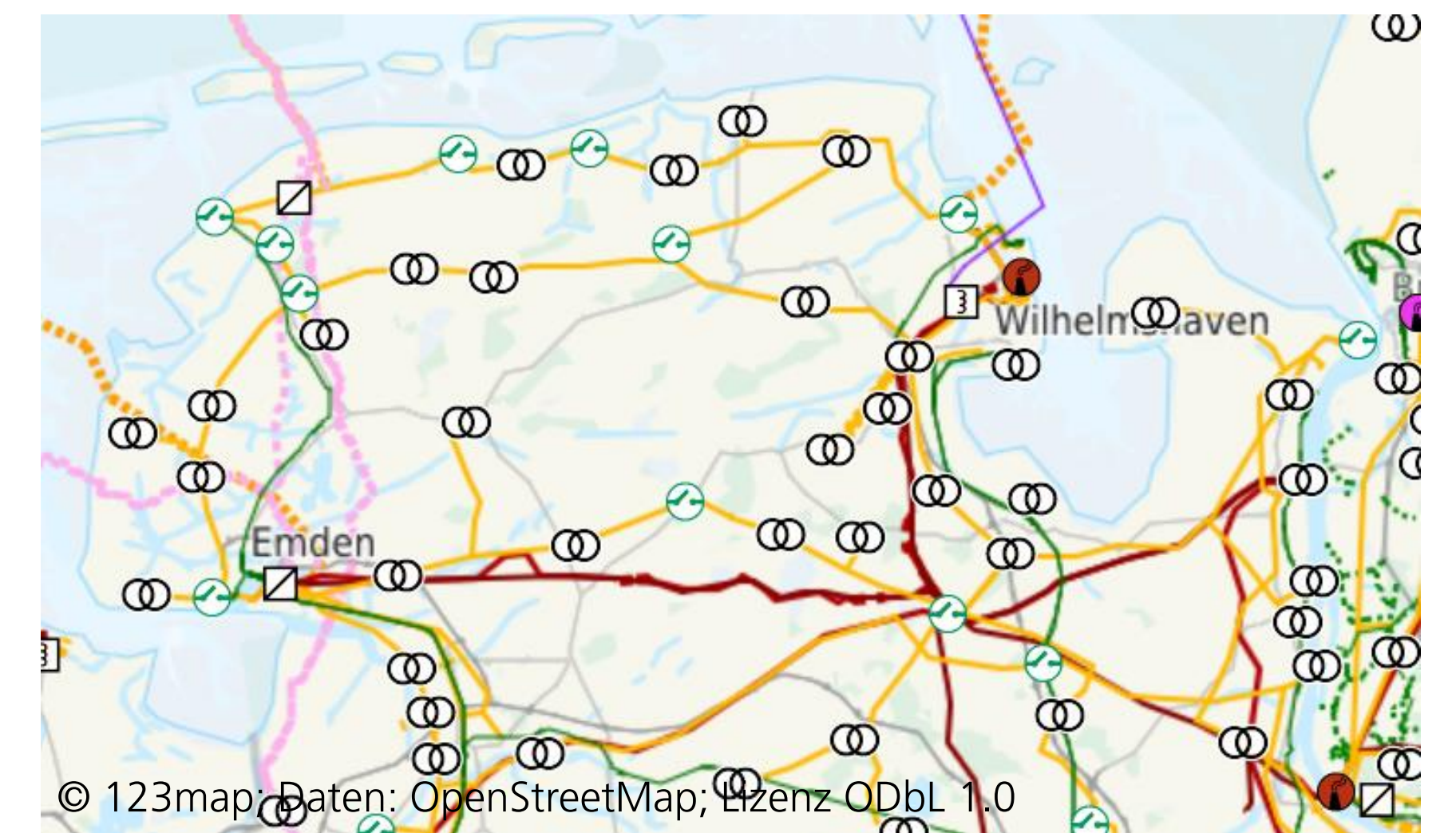


Abbildung 3. Das Stromnetz Nordwest-Niedersachsens (gelb: 110 kV, rot: 220/380 kV, rosa: HGÜ).

DESYS: Design und Betrieb vernetzter Energiesysteme

Mit Hilfe des entwickelten Analysetools können anschließend im DLR-Projekt **DESYS** systemrelevante Forschungsfragen untersucht werden.

- Zukünftige Wechselwirkungen zwischen Strom- und Wasserstoffnetzen
- Konzepte für den gemeinsamen Betrieb von Elektrolyseuren und Wasserstoffkraftwerken hinsichtlich:
 - Dimensionierung
 - Netzanschlusspunkten
 - koordinierte Betriebsführung

Die Region **Nordwest-Niedersachsen** ist besonders interessant, da hier bereits frühzeitig Komponenten einer zukünftigen, transformierten Energiewelt etabliert werden sollen:

- Elektrolyseure
- Offshore-Windenergie
- Gleichstromübertragungsleitungen
- Import und Speicherung von grünem Wasserstoff

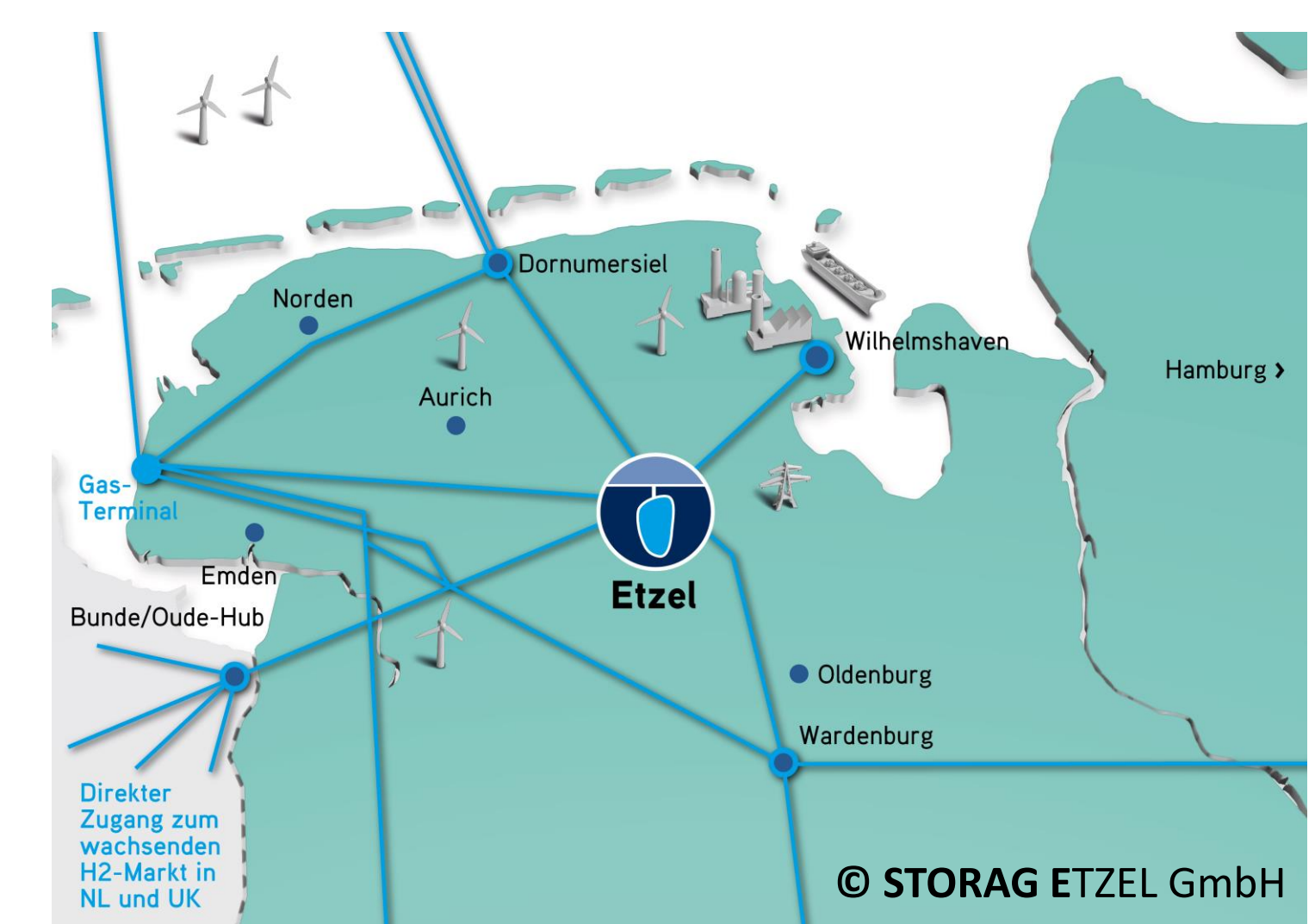


Abbildung 4. Der Speicher-standort Etzel im möglichen zukünftigen Wasserstoffnetz der Nordwestregion.

Forschungsschwerpunkte

Untersuchung des kombinierten Strom- und Gassystems hinsichtlich

- Flexibilitätsbedarf/-bereitstellung
- Netzstabilität / robustem Netzbetrieb
- Resilientes Gesamtsystem

[1] „Update der Nationalen Wasserstoffstrategie: Turbo für die H2-Wirtschaft,“ Bundesministerium für Bildung und Forschung, [Online]. Available: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energie-wende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html. [Zugriff am 28.7.2023].

[2] W. Jia, T. Ding, C. Huang, Z. Wang, Q. Zhou and M. Shahidepour, "Convex Optimization of Integrated Power-Gas Energy Flow Model With Applications to Probabilistic Energy Flow," in *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 36, no. 2, pp. 1432-1441, March 2021, doi: 10.1109/TPWRS.2020.3018869.

[3] Peters et al., „Integration von Wasserstoffenergiespeichern – Nutzen für Stromnetze?,“ in Konferenz für Zukünftige Stromnetze, Berlin, 2023.

[4] „Energy System 2050 – Towards a decarbonized Europe,“ TransnetBW GmbH, Stuttgart, 2022.

[5] „Bericht zu Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität,“ Bundesnetzagentur, Bonn, 2023.

Fördert durch:



HELMHOLTZ

