

Integration von Wasserstoffenergiespeichern – Nutzen für Stromnetze?

Dorothee Peters*, Mirza Sarajlic, Frank Schuldt, Karsten von Maydell

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

Einleitung

Die Integration von Wasserstoffenergiespeichern ins Stromnetz im Rahmen der Transformation des Energiesystems bietet die Möglichkeit diese netzorientiert zu errichten und zu betreiben. Abbildung 1 gibt einen Überblick über Wasserstoffenergiespeicher zur saisonalen Energiespeicherung und möglichen Komponenten. Diese Komponenten können gemeinsam oder auch räumlich getrennt voneinander errichtet und betrieben werden, um weiteren Nutzen für das Stromnetz zu erzeugen. Anhand von Stromnetzmodellen wurde die Integration von Elektrolyseanlagen an zwei potentiellen Standorten im derzeitigen Hoch- bzw. Höchstspannungsnetz untersucht. In der rechten Spalte werden Wasserstoffbedarf, Elektrolyseleistung und Speicherkapazität im zukünftigen Energiesystem 2045 bzw. 2050 dargestellt.

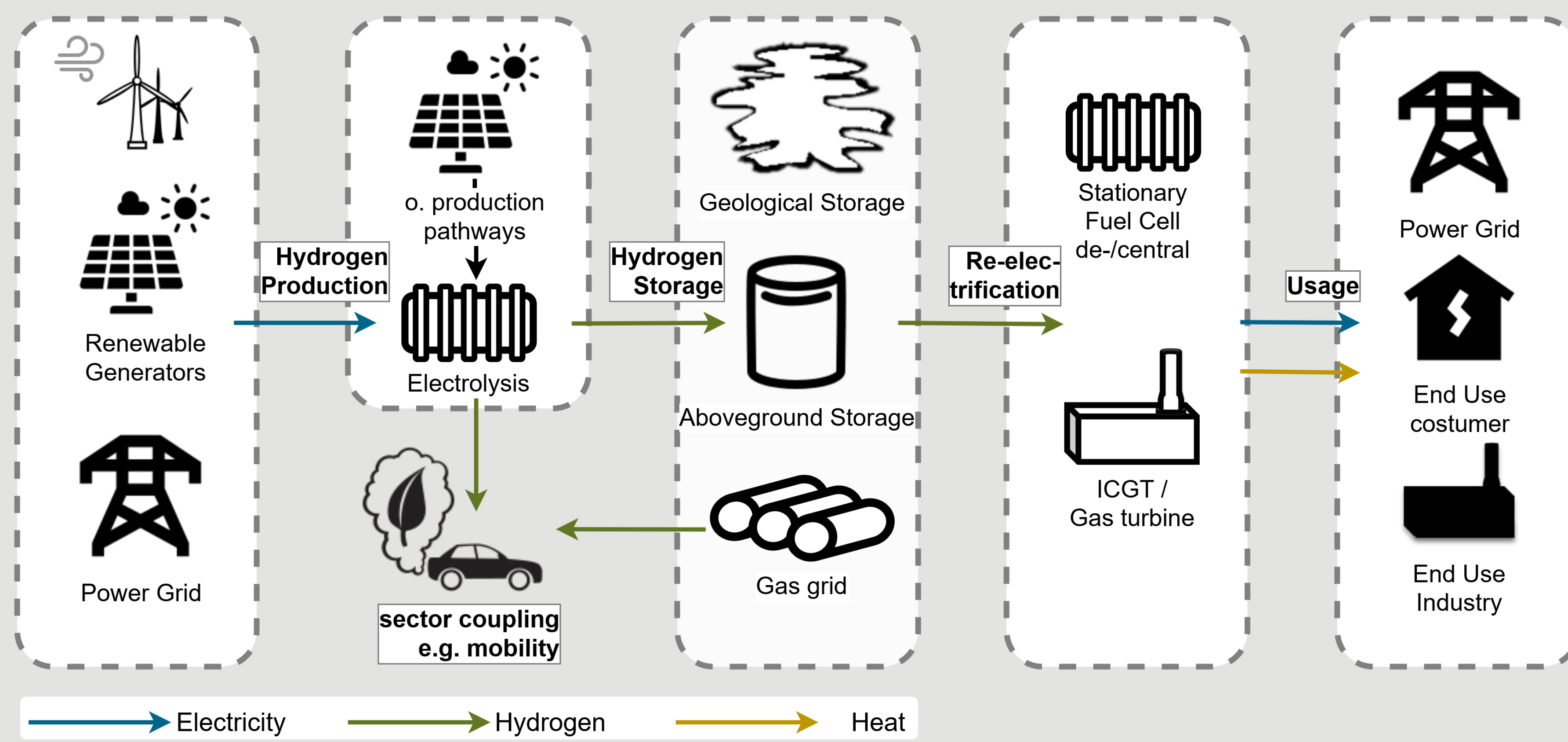


Abbildung 1: Wasserstoffenergiespeicher und -komponenten

HyCavMobil – Wasserstoffherzeugung und -speicherung in Brandenburg

Das Forschungsprojekt HyCavMobil untersucht die Speicherung von Wasserstoff in Salzkavernen. Zur Untersuchung der Integration in das bestehende 110 kV Stromnetz auf wurde ein regionales Simulationsmodell aus Open-Access-Netzdaten entwickelt.

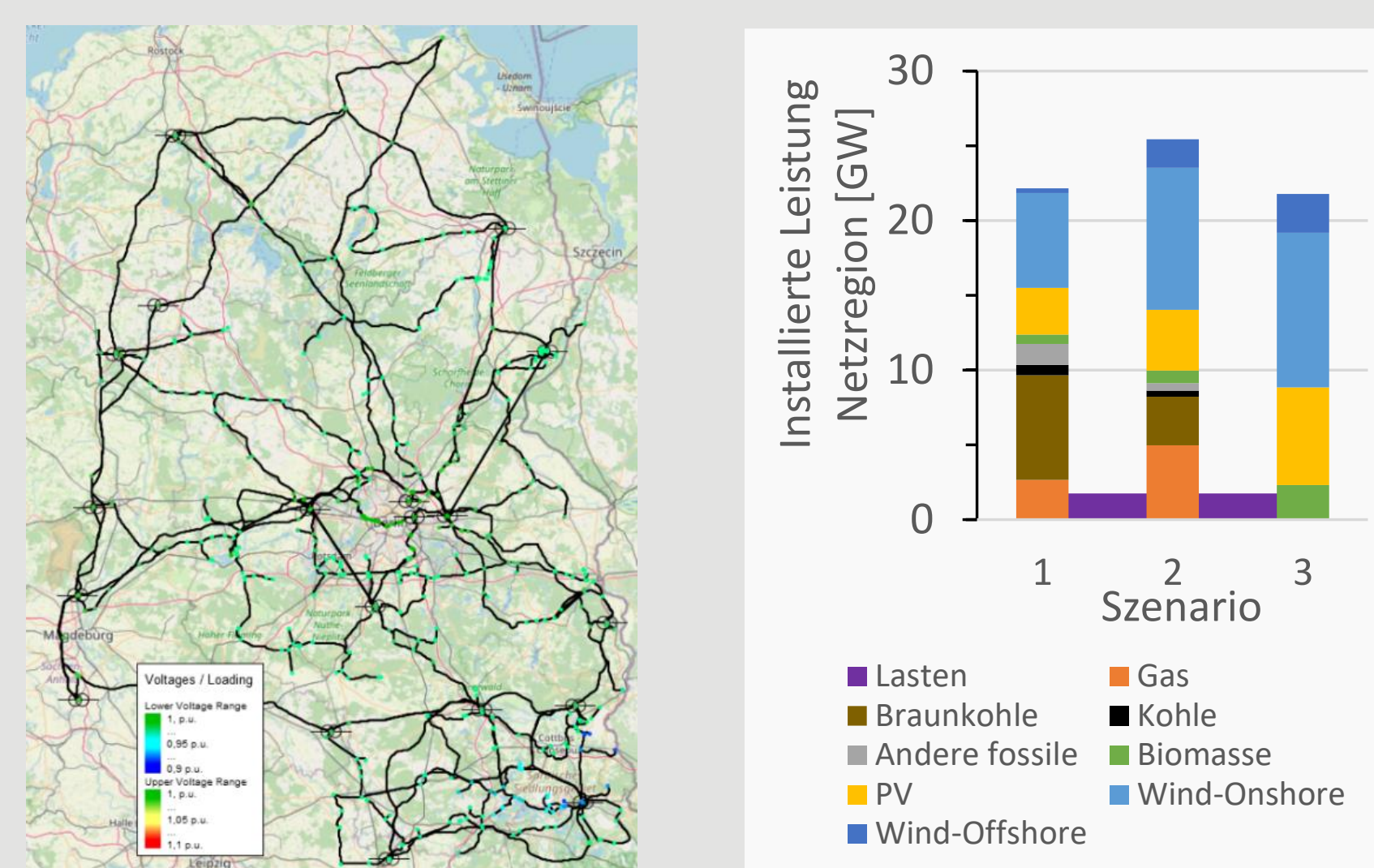


Abbildung 2: Regionales Stromnetzmodell Brandenburg und Szenarien aus open_eGo

Die Integration der Elektrolyseanlage wurde für drei Szenarien – 1: Status Quo, 2: NEP 2035 und 3: 100% EE sowie unterschiedliche Dimensionierungen der Anlage von 2-200 MW untersucht.

Die Leitungsauslastung im 110 kV Netz sinkt für Szenario 2 und 3 aufgrund des Netzausbaus im Höchstspannungsnetz. Die 380 kV Netzebene wird Szenario 3 wieder stärker ausgelastet. Die Elektrolyseanlage erhöht die Auslastung im 110 kV Netz (Abb. 3), wirkt aber kaum auf höhere Netzebenen.

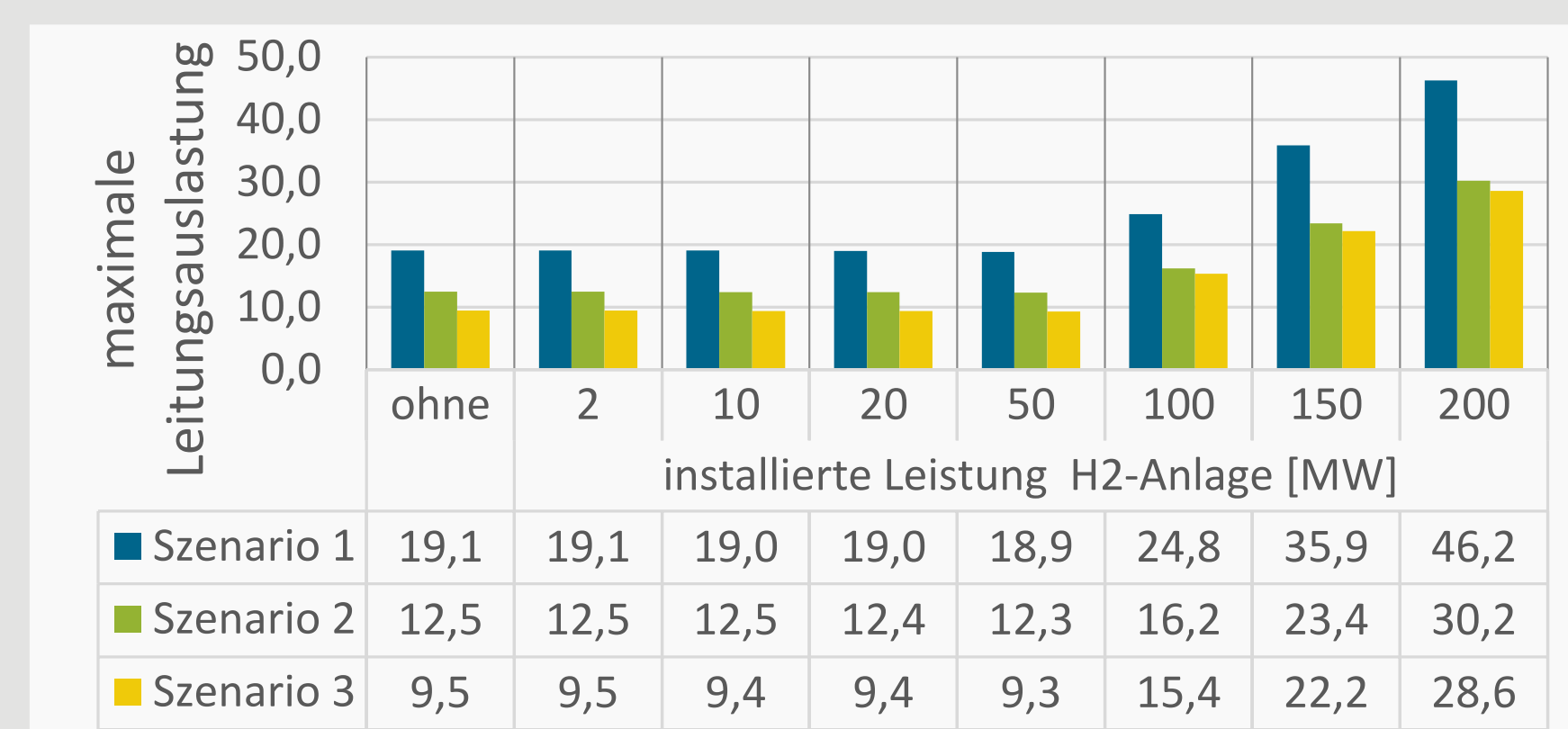


Abbildung 3: Leitungsauslastung der 110 kV Netzebene

Netzausbau und Netzengpassmanagement

Der beschleunigte Ausbau von EE-Anlagen erzeugt weiteren Netzausbaubedarf:

- ca. 1/3 zusätzlich im HÖS-Netz ggü. NEP 2035 [1]
- zusätzlich Netzausbaubedarf in Verteilnetzen [2]

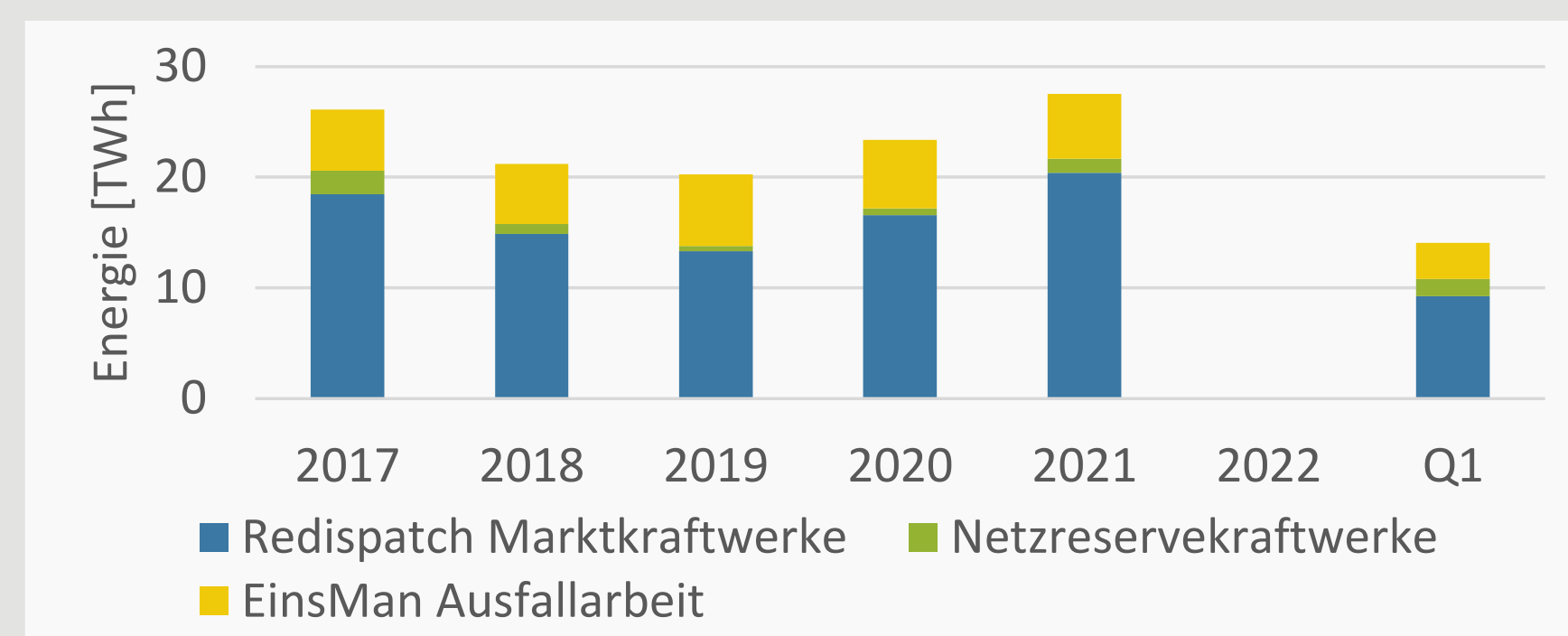


Abbildung 4: Netzengpassmanagementmaßnahmen der Jahre 2017 bis 2022 [BNetzA]

Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem

Überblick Ergebnisse Gesamtsystemstudien [1,3,4,5,6]:

- Elektrolyseure als Flexibilität mit begrenzter Betriebsdauer
- Elektrolysestandorte hängen von Platzierungskriterien ab – Spannungsfeld H₂-Nachfrage ggü. Netz-/Stromverfügbarkeit
- 100-560 GWh Speicherkapazität für kurz- und mittelfristige Speicherung aus anderen Technologien
- 35-72 TWh H₂-Speicherbedarf für saisonale Speicherung
- Gasturbinen, GuD-Kraftwerke oder andere als regelbare Kraftwerke <1.500 Stunden im Jahr

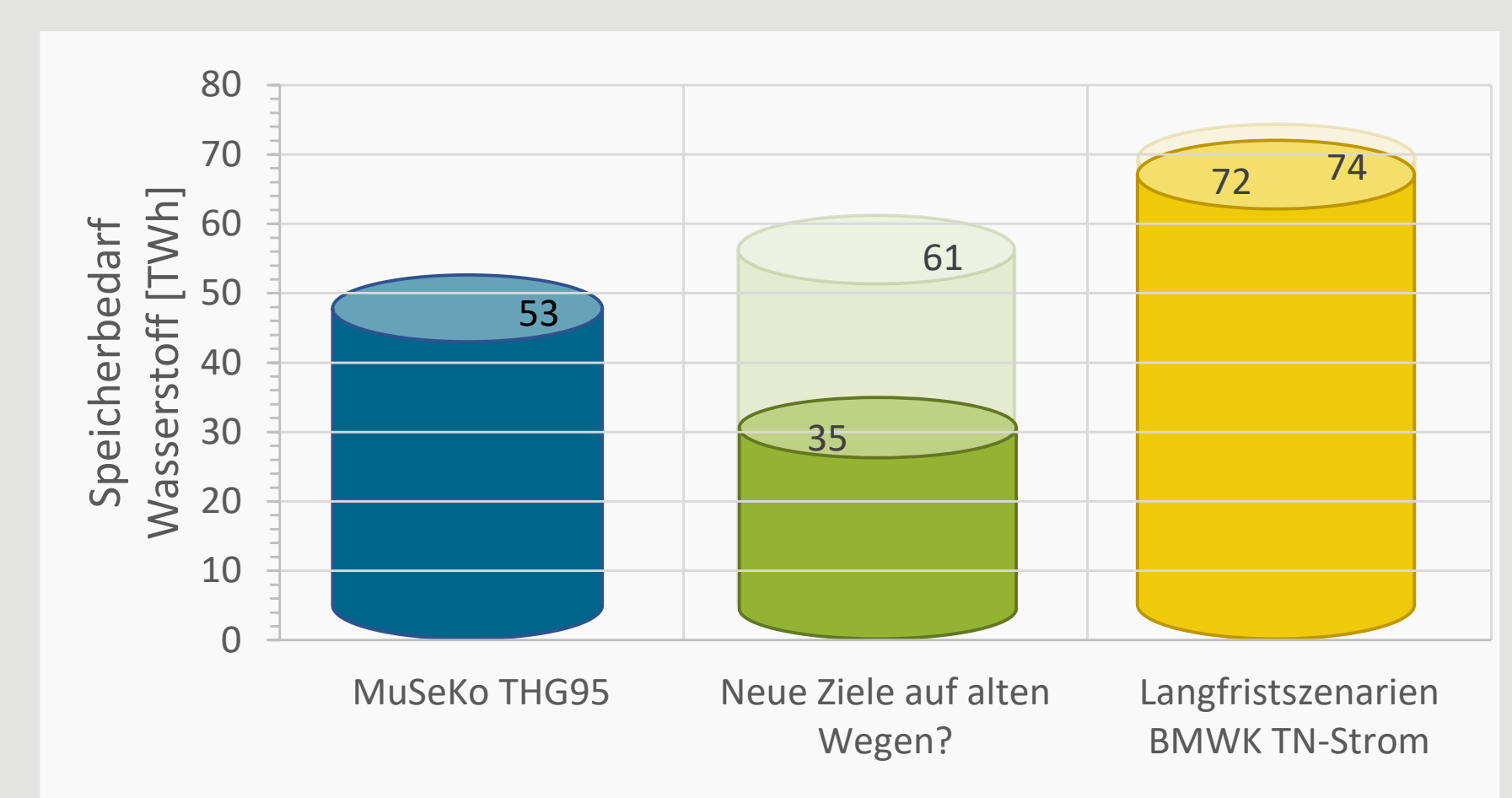
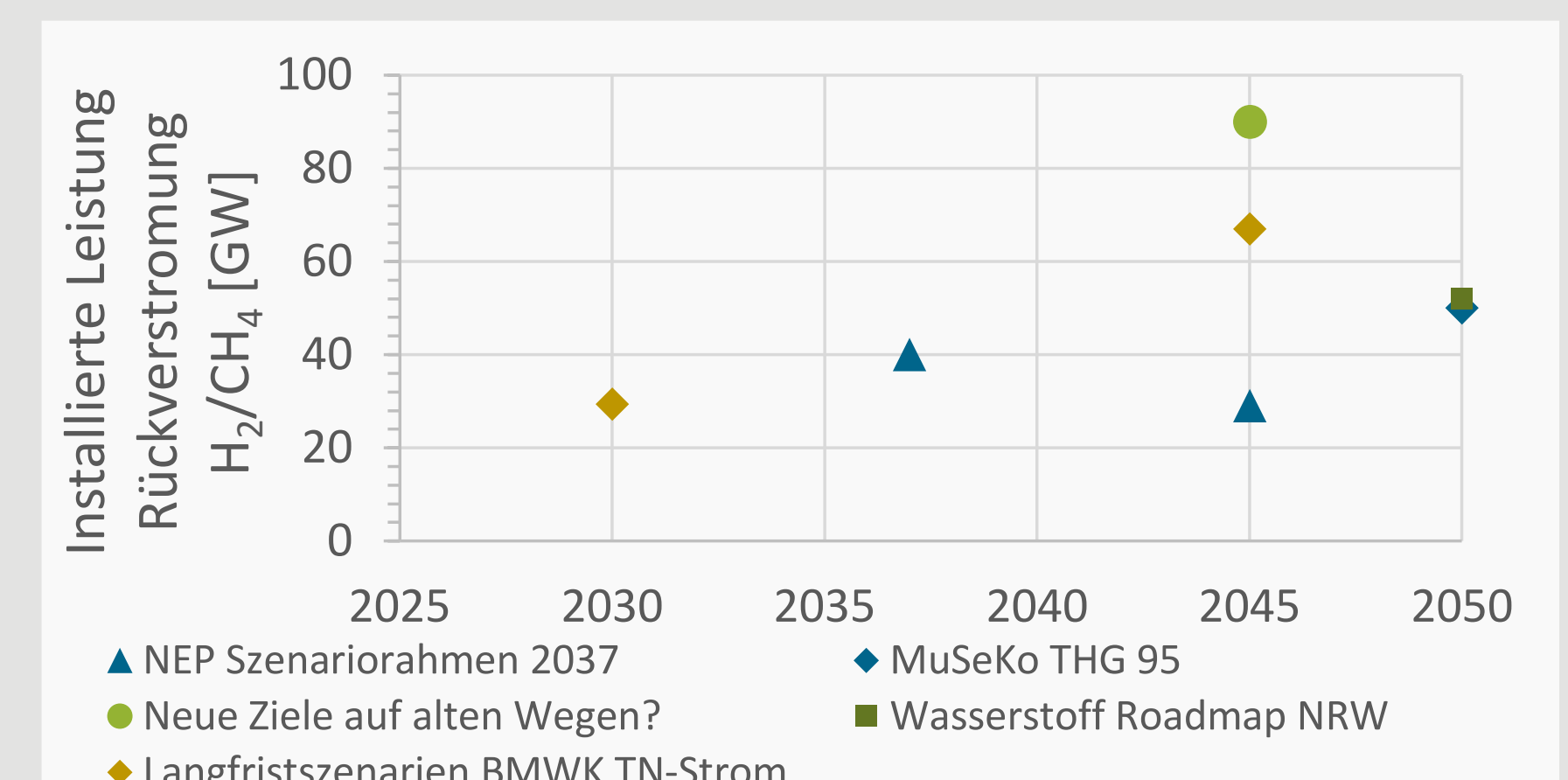
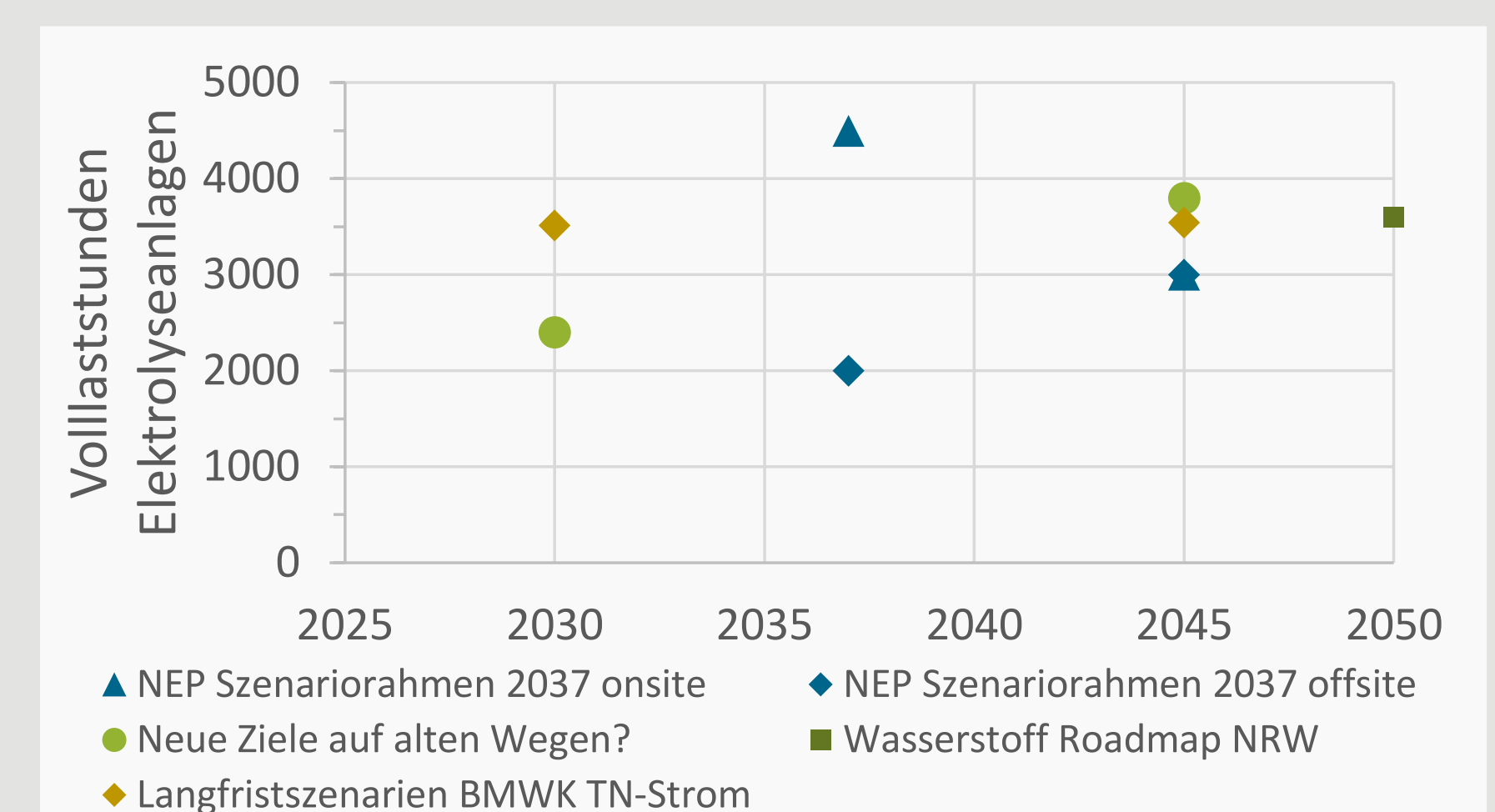
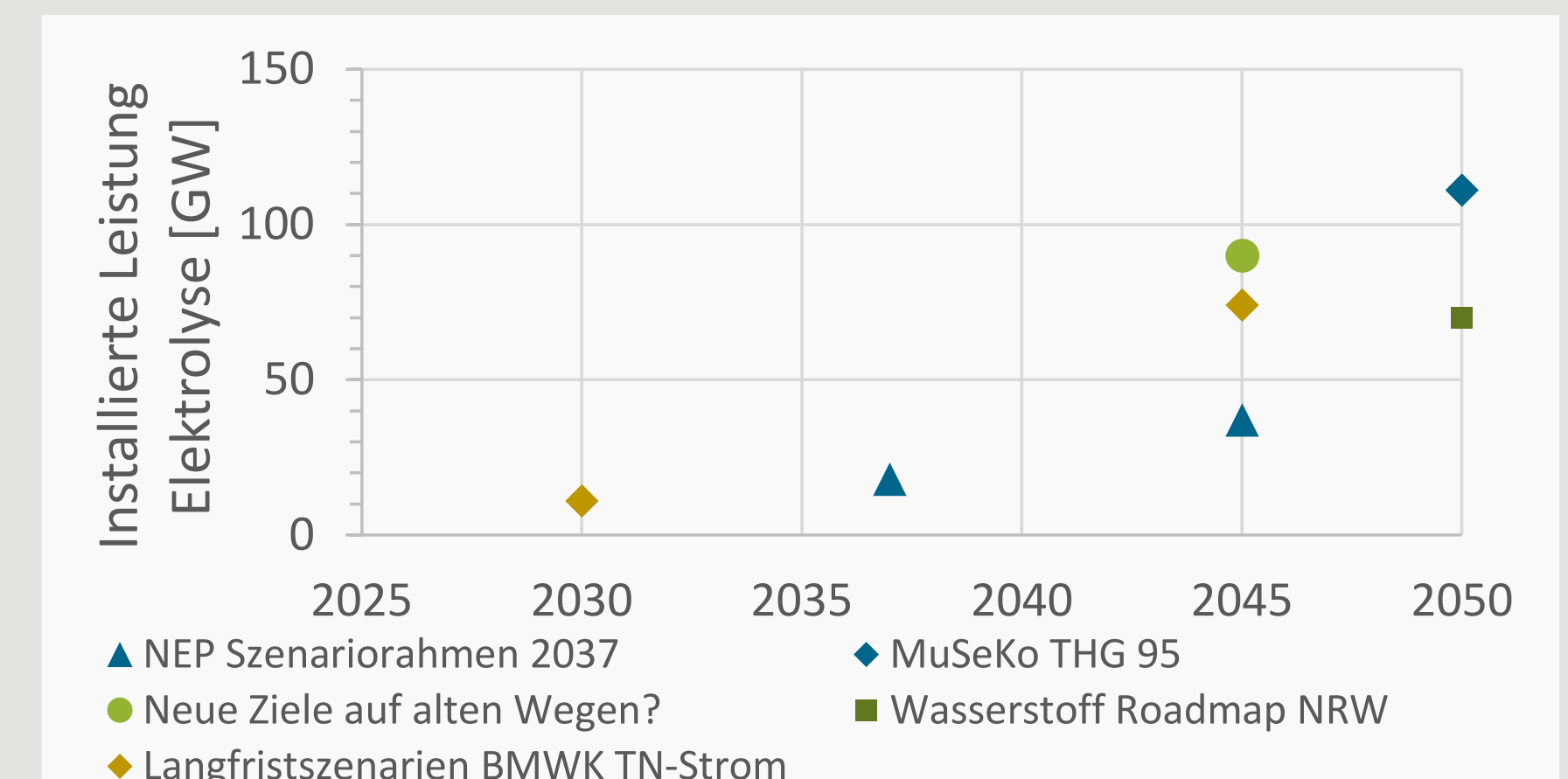


Abbildung 6-9: Ergebnisse der Gesamtsystemstudien zur zukünftigen Elektrolyseleistung, Volllaststunden, Rückverstromungsleistung und Speicherbedarf

H₂ReNoWe – H₂-Druckluftspeicherwerk in Nordwest-Niedersachsen

Für das existierende Druckluftspeicherwerk Huntorf wird im Forschungsprojekt H₂-ReNoWe ein Konzept für den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger entwickelt. Das neuartige Konzept H₂-Druckluftspeicherwerk umfasst Erzeugung, Speicherung und Rückverstromung mittels Elektrolyse, Wasserstoffspeicherung und Wasserstoffverbrennung in einer Gasturbine.

Für die Integration in das vorhandene Stromnetz werden verschiedene Betriebsstrategien untersucht:

- Erlösoptimierter Betrieb mit Wasserstoffverkauf und hohen Betriebszeiten der Elektrolyse von ca. 7000 h bzw. 8500 h
- Flexibler Betrieb bei Windeinspeisung 1500 h, 3000 h, 4500 h

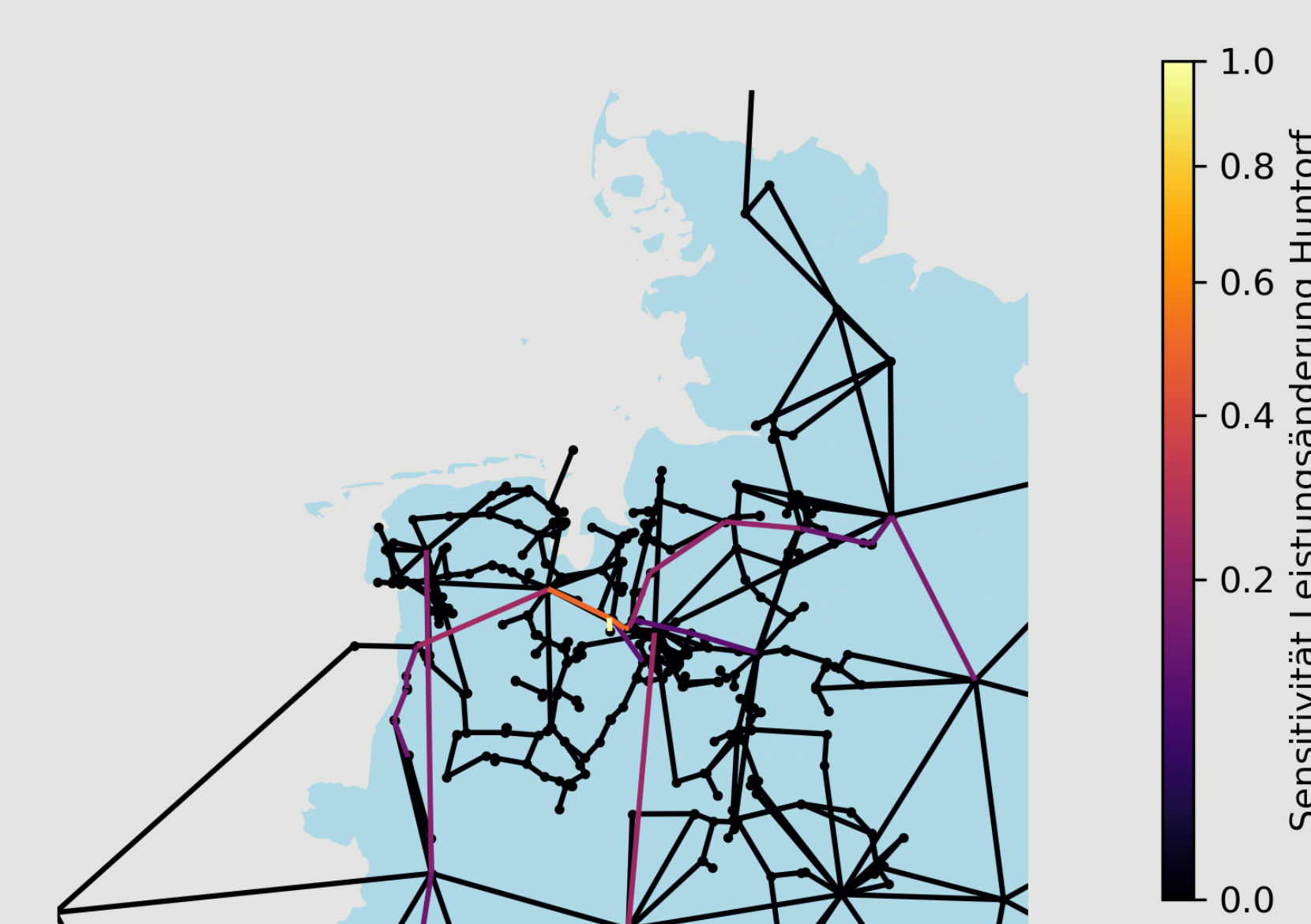


Abbildung 5: Regionales Stromnetzmodell NW-Niedersachsen: Sensitivität der Leitungen auf eine Leistungsänderung am Anschlusspunkt KW Huntorf

Das Kraftwerk ist in der 220 kV Netzebene angeschlossen, diese Leitungen sind am sensitivsten auf die zusätzliche Last durch die Elektrolyseanlage. Die Leitungsauslastung steigt in dieser Spannungsebene entsprechend der Betriebsstunden. In der 380 kV Netzebene werden Leitungen durch eine hohe Betriebsdauer (erlösoptimierter Betrieb) entlastet, da zusätzlicher Windstrom lokal verbraucht wird. Diese Entlastung ist von Anschlussort und -leistung der Elektrolyseanlage abhängig.

Zusammenfassung

Elektrolyseanlagen können bereits im heutigen Stromnetz zur verbesserten Integration von EE-Anlagen eingesetzt werden. In der Zukunft sollten Elektrolyseure an Standorten mit hohen regionalen Überschüssen platziert werden, um zusätzlichen Netzausbaubedarf zu vermeiden. Derzeit bestehen allerdings kaum Anreize für netzdienliche Allokation und Betrieb von Elektrolyse bzw. Power-to-Gas Anlagen.

Danksagung

Das Forschungsprojekt HyCavMobil wird gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (FKZ 03B10902B) im NIP II. Das Forschungsprojekt H₂-ReNoWe ist Innovationslabor für Wasserstofftechnologie des Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur. Die Autoren danken A. Klaas von der TU Clausthal für die optimierten Betriebszeitreihen des H₂-Druckluftspeicherwerks.

[1] Fraunhofer ISI, consentec, ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, TU Berlin, „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland,“ 2022.
[2] Bundesnetzagentur, „Bericht zum Zustand und Ausbau der Verteilernetze,“ Bonn, 2021.
[3] 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, „Szenario 2037 mit Ausblick 2045,“ 2022.
[4] S. Cerniauskas et al., „Wissenschaftliche Begleitstudie der Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen,“ Forschungszentrum Jülich, Jülich, 2021.
[5] FZ Jülich, „Neue Ziele auf alten Wegen? Strategien für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis zum Jahr 2045,“ Jülich, 2021.
[6] M. Fette et al., „Multi-Sektor-Kopplung“, Fraunhofer IFAM, DLR TT, Brennstoff- und Gerätetechnik, Gas- und Wärme-Institut Essen, Bremen, 2020.