LANGFRISTSZENARIEN FÜR DIE TRANSFORMATION DES ENERGIESYSTEMS IN DEUTSCHLAND (LFS4)

Vorstellung Kurzszenarien | 18.11.2025
Einsatz von PtL im Stromsektor

Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

Agenda: Einsatz von PtL im Stromsektor

- Hintergrund und Fragestellung
- Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor
- Effizienz und Kostenabschätzung
- Schlussfolgerungen

Einsatz von PtL im Stromsektor

Hintergrund und Fragestellung

Hintergrund:

- Im öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs wird zunehmend über Flüssigkraftstoffe als alternative Option für Backup-Kraftwerke diskutiert.

Fragestellungen:

- Ist der Einsatz von klimaneutralen Flüssigkraftstoffen in Gaskraftwerken kosteneffizient?
- Kann der Einsatz bestehender Öl/Gas-Infrastrukturen die notwendige Anbindung von Spitzenlast-Kraftwerken an kostenintensive H2-Infrastruktur (H2-Speicher und H2-Zuleitung) ersetzen?
- In welchen Situationen kann Methanol einen Vorteil bringen ?
- Wie hoch sind die Mehrkosten einer Methanolstrategie ?

Agenda: Einsatz von PtL im Stromsektor

- Hintergrund und Fragestellung
- Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor
- Effizienz und Kostenabschätzung
- Schlussfolgerungen

Einsatz von PtL im Stromsektor

Abbildung der Versorgungsketten

LH2

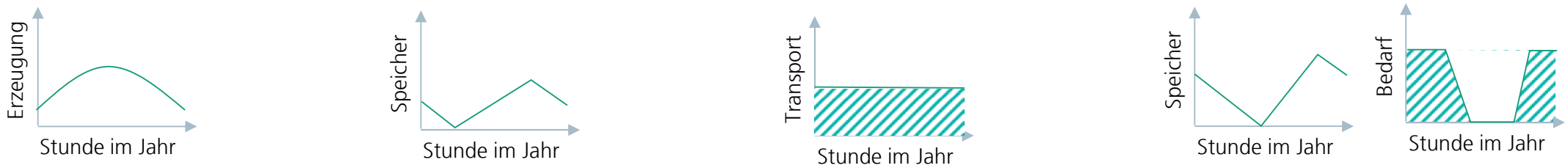
Strom-speicher → Elektrolyse → Verflüssigung → H2-Speicher Exporthafen → Laden Exportterminal → Schiffstransport → Entladen Importterminal → H2-Speicher Importhafen → H2-Kraftwerk

Methanol

Strom-speicher → Elektrolyse → MeOH-Synthese → MeOH-Speicher Exporthafen → Laden Exportterminal → Schiffstransport → Entladen Importterminal → MeOH-Speicher Importhafen → Gas-Kraftwerk

DACC → MeOH-Synthese

Saisonalität Importe



Speicher im Exportland mit 50% der Kapazität der saisonalen Rückverstromung im Importland für volle Terminalauslastung

Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

Agenda: Einsatz von PtL im Stromsektor

- Hintergrund und Fragestellung
- Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor
- Effizienz und Kostenabschätzung
- Schlussfolgerungen

Einsatz von PtL im Stromsektor

Modellgestütze Analyse mit Enertile

Basis: O45-Strom im Jahr 2045

Fragestellung:

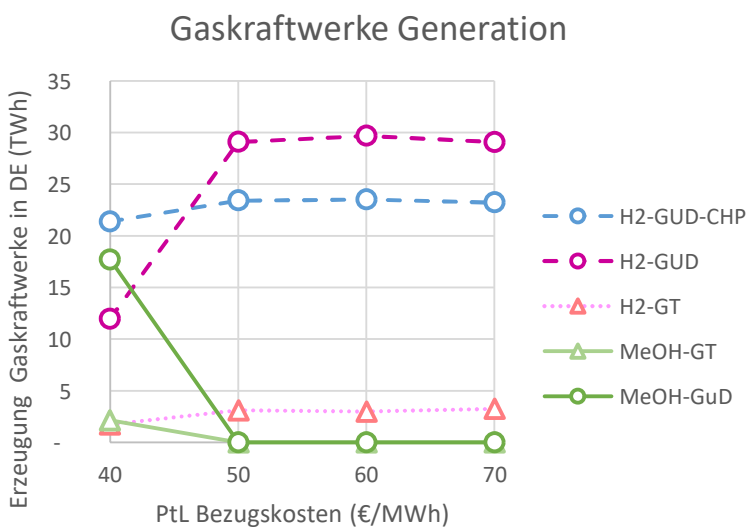
- Ab welchem Preis von Methanol wird der Brennstoff in Kraftwerken eingesetzt ?
- Freiwillige Zusatzanalyse: Hat das Stromnetz einen Einfluss ?

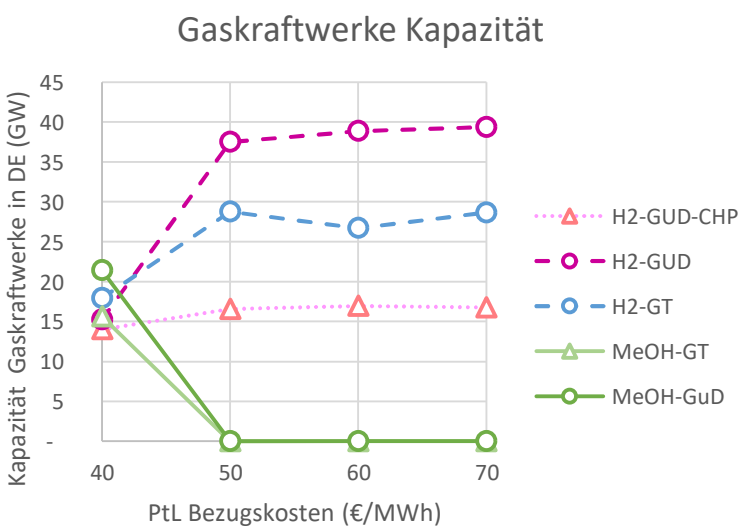
Einsatz von PtL im Stromsektor

Modellgestütze Analyse mit Enertile

Parametervariation in Systemanalyse: PtL Import Bezugskosten

- Keine europäische Produktion von PtL, Schiffsimport von PtL nach DE und Europa
- Variation der PtL Bezugskosten bei Import





Einordnung:

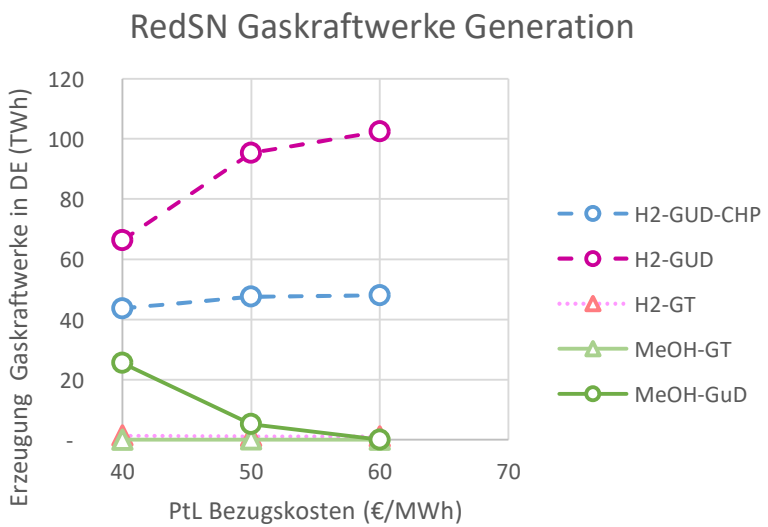
- Die Importkosten von PtL müssten geringer sein als die Produktions-kosten von Wasserstoff in Europa (58 €/MWh).
- Der erhoffte Kostenvorteil bei der Speicherung von MeOH in bestehenden Flüssigtankspeichern ggü. neuen H2-Speichern ist sehr klein und hat kaum Einfluss auf das Ergebnis

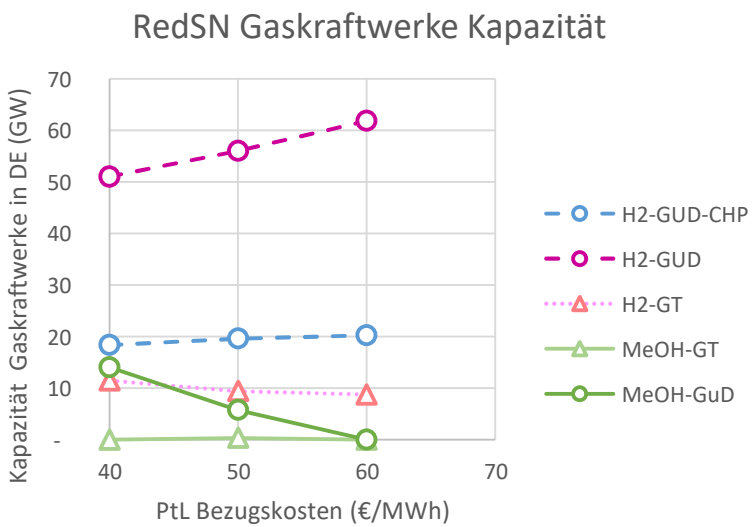
Einsatz von PtL im Stromsektor

Modellgestütze Analyse mit Enertile

Parametervariation in Systemanalyse: PtL Import Bezugskosten

- Keine europäische Produktion von PtL, Schiffsimport von PtL nach DE und Europa
- Variation der PtL Bezugskosten bei Import
- Reduzierter Stromnetzausbau (RedSN) in DE und Europa
- LKW-Transport von PtL von Küstenregionen nach Süd-DE / Zentraleuropa



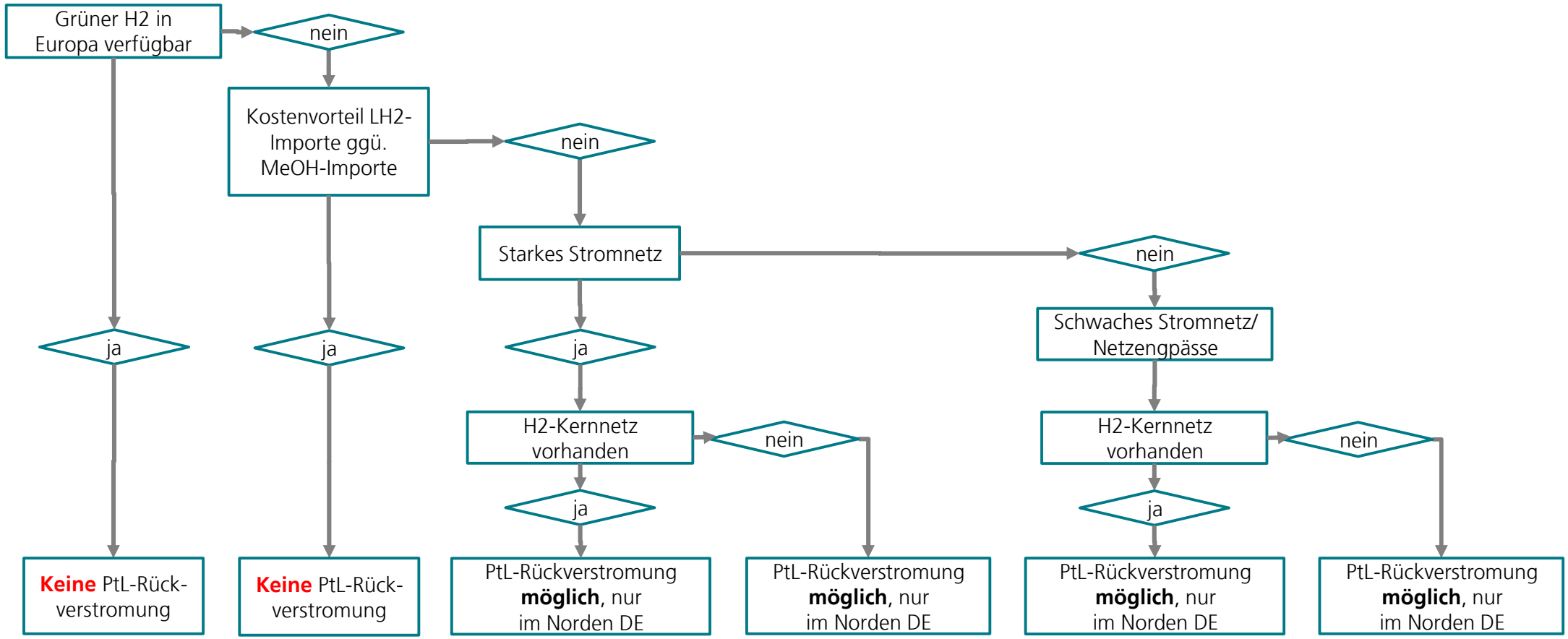


Einordnung:

- Ein vollzogener Ausbau der geplanten Stromnetze bis 2030 reicht aus, um die Rückverstromung auf Regionen in Norddeutschland zu begrenzen.
- Die Notwendigkeit eines MeOH-Transports in Regionen abseits von Importhäfen besteht nicht.

Einsatz von PtL im Stromsektor

Entscheidungsbaum - Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor



Nur für den Fall kostenkompetitiver Flüssigkraftstoffe

Agenda: Einsatz von PtL im Stromsektor

- Hintergrund und Fragestellung
- Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor
- Effizienz und Kostenabschätzung
- Schlussfolgerungen

Einsatz von PtL im Stromsektor

Effizienz- und Kostenabschätzung

Erzeugung (europäisch oder globale Vorzugsländer):

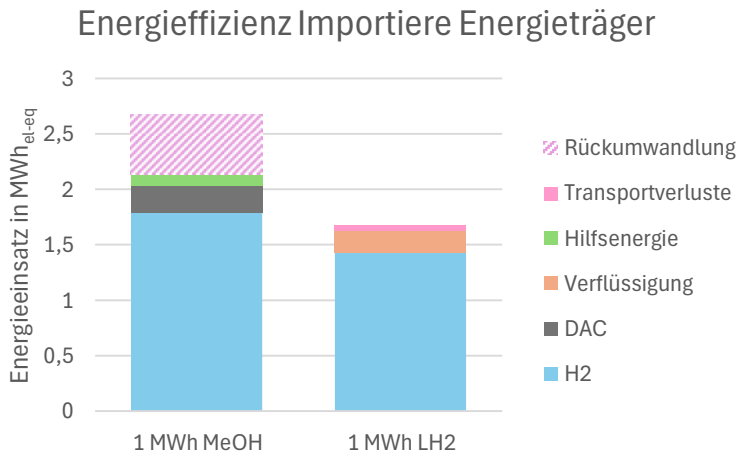
- Kostenvorteile liegen bei grünem H2
  - Auf der grünen Route ist H2 immer im Vorteil
    - Die synthetische Erzeugung von MeOH aus erneuerbaren H2 bringt Effizienzverluste mit sich
    - Energieeffizienz: Für 1 MWh MeOH wird 1,25 MWh H2, 0,25 MWh el. Strom für DAC und 0,1 MWh Hilfsenergie benötigt
  - Kompensation von fossilen Kohlenwasserstoffen möglicherweise günstiger, erfordert jedoch teuren DACCS-Einsatz

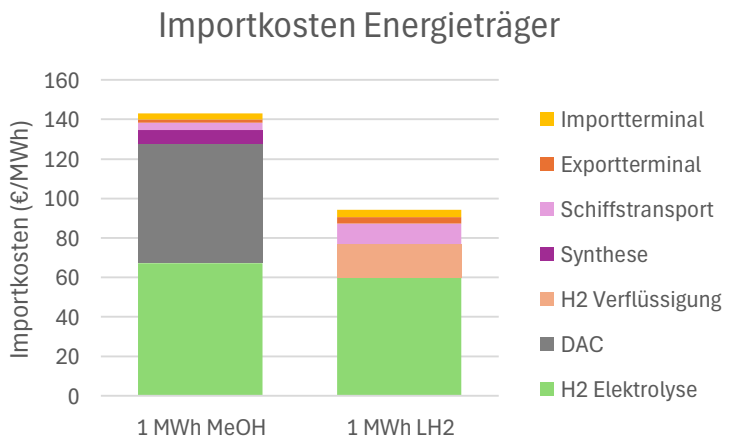
Internat. Schiffstransport (Import aus globalen Vorzugsländern):

- Kostenvorteile von MeOH beim Transport vernachlässigbar ggü. Mehrkosten bei der Erzeugung

Fazit:

- Ist grüner H2 aus Europa verfügbar, ist dieser deutlich kostengünstiger als importiertes MeOH
- Wird grüner H2 als LH2 importiert, fallen Kostenvorteile geringer aus





Einsatz von PtL im Stromsektor

Kostenabschätzung aus Enertile-Szenarien

- Wenn grüner Wasserstoff in Europa verfügbar ist, beziehen die H2-GUD-Kraftwerke den Wasserstoff zu etwa 90 €/MWh, die Spitzenlast-Kraftwerke zu etwa 100 €/MWh, bei Produktionskosten von etwa 60 €/MWh.
- Ist man auf Schiffsimporte von flüssigem Wasserstoff angewiesen, verteuert sich der Wasserstoff-Bezug der H2-Kraftwerke um etwa 30 €/MWh.
- Der Methanol-Bezug aus Schiffsimporten ist für GUD-Kraftwerke etwa 55 €/MWh, für GT-Kraftwerke etwa 40 €/MWh teurer.
  - Wenn alle Gas-Kraftwerke (GUD, GUD-KWK und GT) statt auf Wasserstoff auf Methanol umstellen, würde das 6,1 Mrd. € jährliche Mehrkosten verursachen
  - Wenn nur Spitzenlast-Kraftwerke statt auf Wasserstoff auf Methanol umstellen, lägen die Mehrkosten bei 0,3 Mrd. € Mehrkosten.

Agenda: Einsatz von PtL im Stromsektor

- Hintergrund und Fragestellung
- Umstände für möglichen Lösungsraum PtL im Stromsektor
- Effizienz und Kostenabschätzung
- Schlussfolgerungen

Einsatz von PtL im Stromsektor

Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

- Für synthetisches Methanol als PtL-Importe sind höhere Kosten als für H2-Importe, insbesondere aber als für europäisch produzierten und gehandelten Wasserstoff anzunehmen
- Für den Einsatz CO2-neutraler Flüssigkraftstoffe in Gaskraftwerken sind nur CO2-kompensierte Kohlenwasserstoffe bei niedrigen fossilen Brennstoffpreisen kosteneffizient ggü. grünem H2
- Selbst bei einem reduzierten Stromnetz-Ausbau kommt ein möglicher Einsatz von Flüssigkraftstoffen in Gaskraftwerken nur in norddeutschen Regionen zum Einsatz
- Nur im Falle eines sehr schwachen Stromnetzes *UND* gleichzeitig fehlendem H2-Kernnetz wäre ein LKW-Transport von Flüssigkraftstoffen und Einsatz in Zentral- und Süddeutschland denkbar
- *Für den Einsatz in Spitzenlastkraftwerken sind die Mehrkosten gering, der mögliche Nutzen ist jedoch sehr begrenzt*
- *Technischer Hinweis: Nicht jede Turbine kann Methanol und Erdgas bzw. H2 einsetzen.*

Fragen & Diskussion ?