
WASSERSTOFF ALS FLEXIBILITÄTSOPTION IM EUROPÄISCHEN STROMSEKTOR

15. Symposium Energieinnovation

15. Februar 2018, Graz

Benjamin Lux

Motivation

- Pariser Klimaabkommen: Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf höchstens 2 °C [1]
- Dekarbonisierungsziel der Europäischen Kommission für 2050: 80% gegenüber 1990 [2]
- Lösungsansatz: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Herausforderung: Wind- und Sonnenenergie sind dargebotsabhängig
- Mögliche Flexibilitätsoptionen:

- Fossile Brennstoffe



- Europäisches Stromnetz



- Stromspeicher



- Synthetische Kraftstoffe



[1] (UNFCCC 2015)

[2] (Europäische Kommission 2011)

Zentrale Forschungsfrage & Arbeitshypothesen

Zentrale Forschungsfrage:

Welche Rolle kann Wasserstoff als saisonaler Stromspeicher und Flexibilitätsoption im europäischen Stromsystem spielen?

Arbeitshypothesen:

- (1) Ein höheres Ambitionsniveau beim Klimaschutz erhöht die Attraktivität von Wasserstoff als Stromspeicher.
- (2) Höhere Restriktionen beim Netzausbau erhöhen die Attraktivität von Wasserstoff als Flexibilitätsoption.
- (3) Die endogene Wasserstoffnachfrage aus dem Verkehrssektor bietet Mitnahmeeffekte für die Nutzung von Wasserstoff als Stromspeicher.

Methodik

Bestandsmodell Enertile

- Simultane Optimierung des Zubaus/Einsatzes von Kraftwerken, KWK, EE, Kuppelkapazitäten und Speichern
- Europa und MENA-Region für 2020, 2030, 2040 und 2050 in stündlicher Auflösung



Zielfunktion:

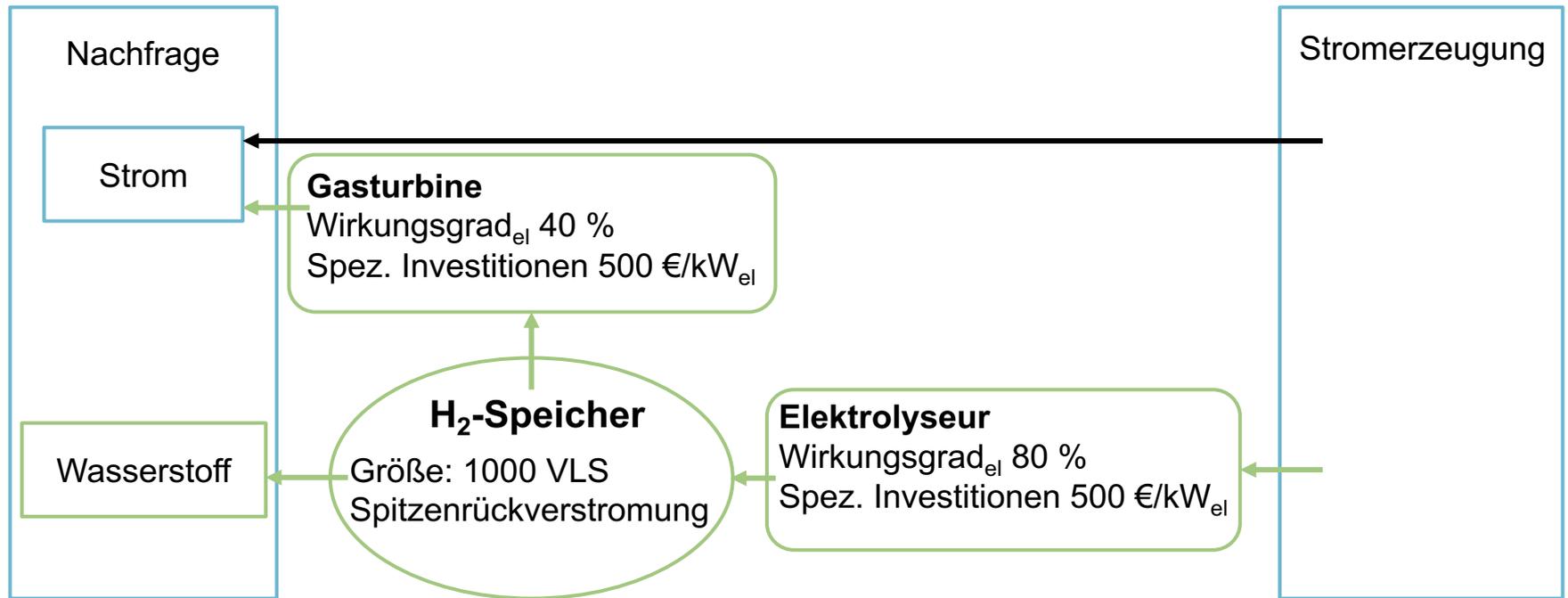
Minimierung aller Kosten für Stromerzeugung, Übertragung und Speicherung (CAPEX, OPEX, Brennstoffe und CO₂-Kosten)

Zentrale Nebenbedingungen:

Exogene Strom- und Wärmenachfragen müssen in jeder Stunde und Region zur Deckung gebracht werden

Methodik

Modellerweiterung Wasserstoffmodul



Methodik

Szenarioanalyse

Betrachtungshorizont: Europa für das Stützjahr 2050

Referenzszenario

- CO₂-Preis: 100 €/t
- Erdgaspreis: 40 €/MWh
- Exogene Stromnachfrage: 4187 TWh
- Maximale Interkonnektorenkapazität: 20 GW
- Wasserstoffmodul aus

Basisszenario

- Wasserstoffmodul an

CO₂-Preisvariation

- Hohe Dekarbonisierung
CO₂-Preis: 200 €/t
- Max. Dekarbonisierung
CO₂-Preis: 400 €/t

Netzrestriktionsvariation

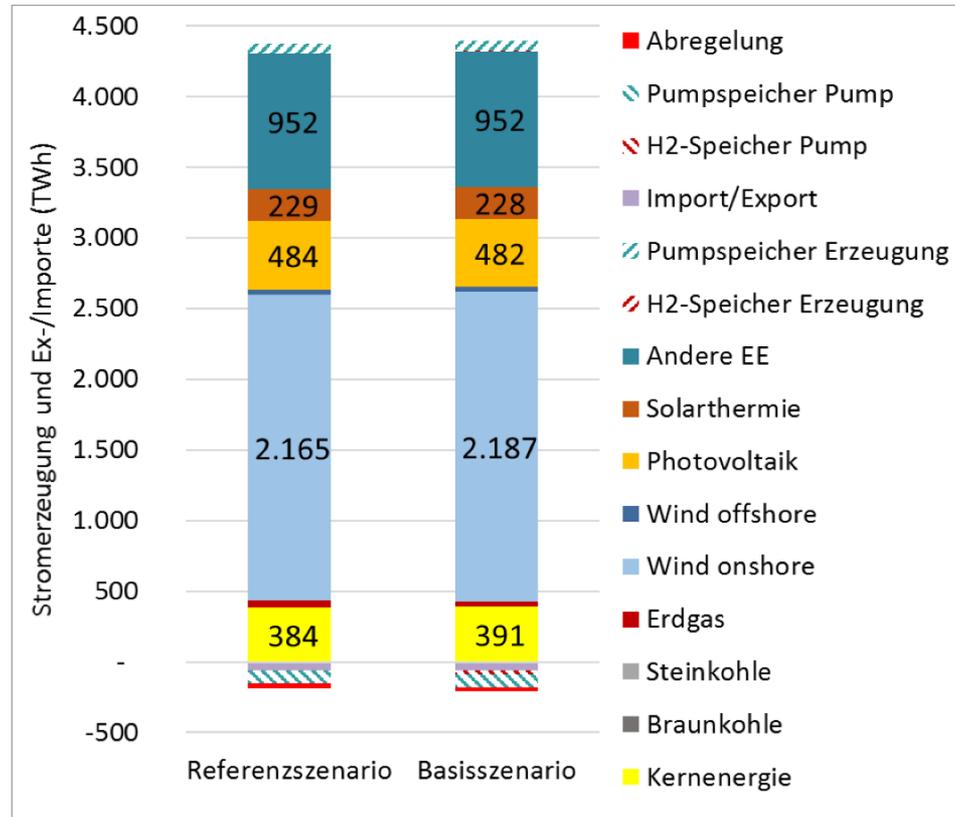
- Restriktiver Netzausbau
Max. Kapazität: 10 GW
- Extensiver Netzausbau
Max. Kapazität: 40 GW

Mobilitätsszenario

- Wasserstoffverkehrsnachfrage: 28,7 TWh^[3]
- CO₂-Preis: 200 €/t

^[3] (Europäische Kommission 2016)

Ergebnisse Referenz- und Basisszenario Stromerzeugung



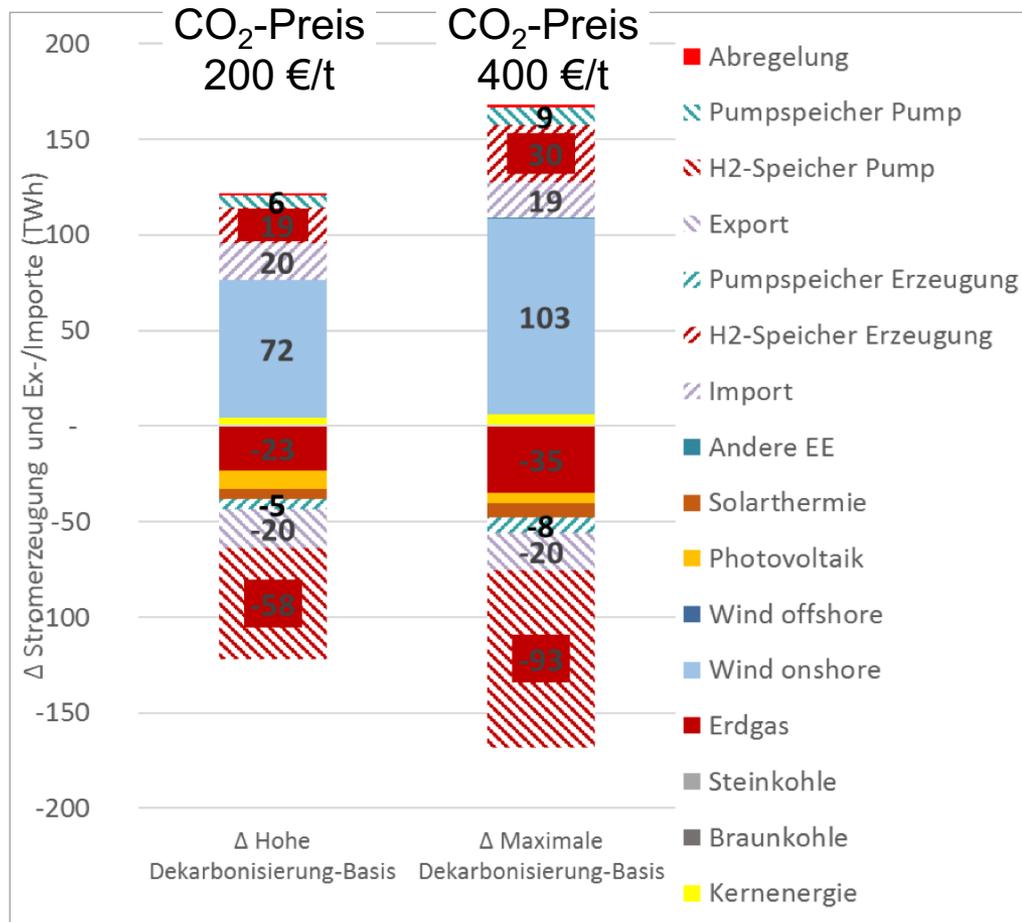
Referenzszenario:

- 90 % der Nachfrage werden aus regenerativen Quellen gedeckt
- 38 TWh Strom aus Erdgas zur Spitzlastdeckung
- Abregelung von EE: 36 TWh (1%)
- 95 %ige Dekarbonisierung gegenüber 1990

Basisszenario:

- Wasserstoff kommt nur auf den Britischen Inseln zum Einsatz
- 8,8 TWh Strom aus Wasserstoff zur Spitzenlastdeckung

Ergebnisse CO₂-Preisvariation Differenz Stromerzeugung

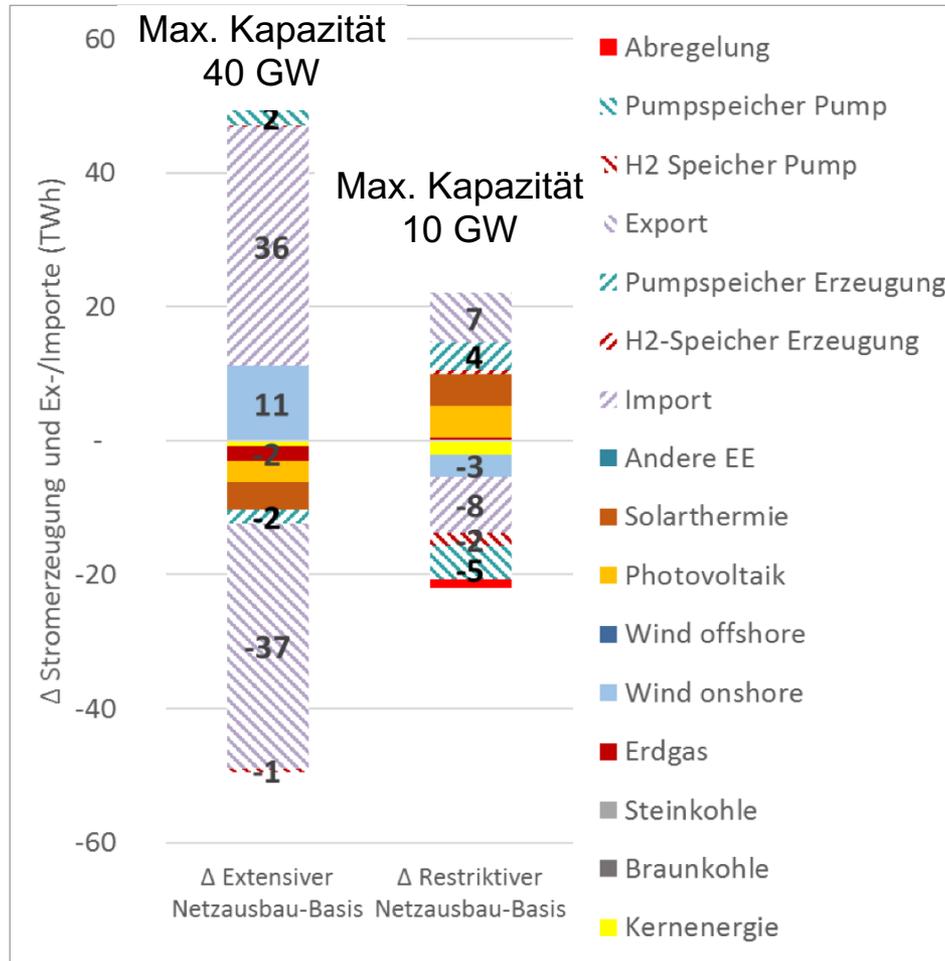


Arbeitshypothese (1): Ein höheres Ambitionsniveau beim Klimaschutz erhöht die Attraktivität von Wasserstoff als Stromspeicher.

- Fossiles Erdgas wird mit steigendem CO₂-Preis größtenteils durch „Windgas“ substituiert
- Bei einem CO₂-Preis von 400 €/t werden 39 TWh Strom aus Wasserstoff erzeugt
- 70 % der Wasserstoffnutzung auf den Britischen Inseln
- Ausbau von Windkraft und Wasserstoffspeichern folgen günstigsten Windpotentialen

Ergebnisse Netzrestriktionsvariation

Differenz Stromerzeugung



Arbeitshypothese (2): Höhere Restriktionen beim Netzausbau erhöhen die Attraktivität von Wasserstoff als Flexibilitätsoption.

Restriktiver Netzausbau:

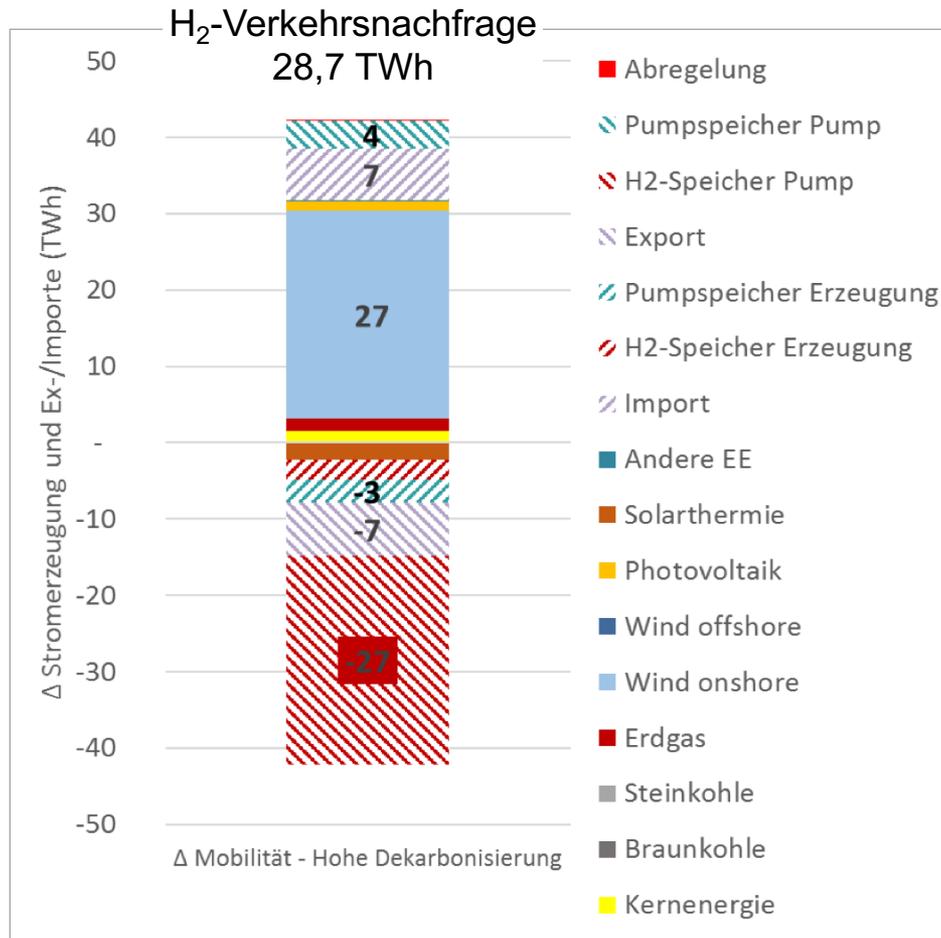
- In Kontinentaleuropa weiterhin keine Nutzung von Wasserstoff als Stromspeicher
- Erhöhung der Wasserstoffrückverstromung um 7 % in Großbritannien und Irland

Extensiver Netzausbau:

- Keine Auswirkungen auf die Nutzung von Wasserstoff als Stromspeicher

Ergebnisse Mobilitätsszenario

Differenz Stromerzeugung



Arbeitshypothese (3): Die endogene Wasserstoffnachfrage aus dem Verkehrssektor bietet Mitnahmeeffekte für die Nutzung von Wasserstoff als Stromspeicher.

- Aus Wasserstoff zurückverstromte Strommenge reduziert sich um 9 %
- Wasserstoffbedarf aus dem Verkehr und Rückverstromungsoption konkurrieren um dieselben Stunden günstigen erneuerbaren Stroms

Zusammenfassung

- Insgesamt findet Wasserstoff nur in begrenztem Maß als Stromspeicher Verwendung.
- Die Modellergebnisse bestätigen Arbeitshypothese (1): Der vorherrschende CO₂-Preis dominiert die Entscheidung über einen wirtschaftlichen Einsatz von Wasserstoff als Stromspeicher.
- Die Modellergebnisse bestätigen Arbeitshypothese (2) nur bedingt: Ein restriktiver Netzausbau erhöht lediglich an den Systemgrenzen den Einsatz von Wasserstoff als Stromspeicher.
- Arbeitshypothese (3) kann durch die Modellergebnisse nicht bestätigt werden: Es können keine Mitnahmeeffekte aus der Doppelnutzung von Wasserstoff im Verkehrssektor und als Stromspeicher gefunden werden.

Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

Quellen

Europäische Kommission (2011): A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Brüssel.

Europäische Kommission (2016): EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emissions. Trends to 2050. Luxemburg.

UNFCCC (2015): Paris Agreement English. Online verfügbar unter http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf