

Trade-Offs einer Eigenversorgung Deutschlands in einem 100% erneuerbaren europäischen Stromsystem

IEWT 2021 - Internationale Energiewirtschaftstagung

Shima Sasanpour, Karl-Kiên Cao

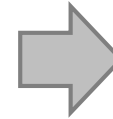
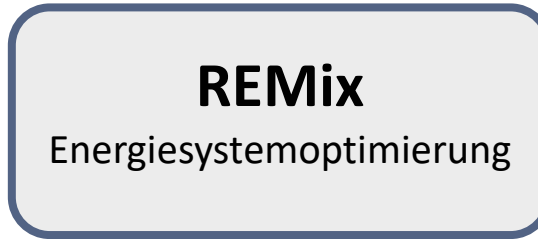
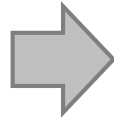
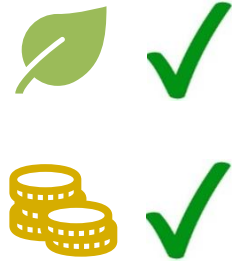
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Vernetzte Energiesysteme

A satellite-style photograph of the Earth from space, showing the curvature of the planet, blue oceans, white clouds, and green landmasses. The text 'Wissen für Morgen' is overlaid on the right side of the image.

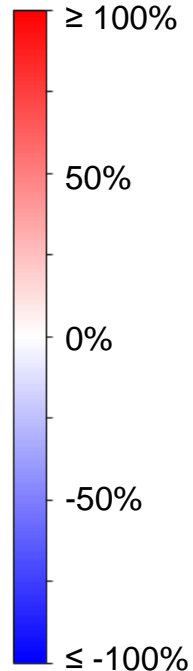
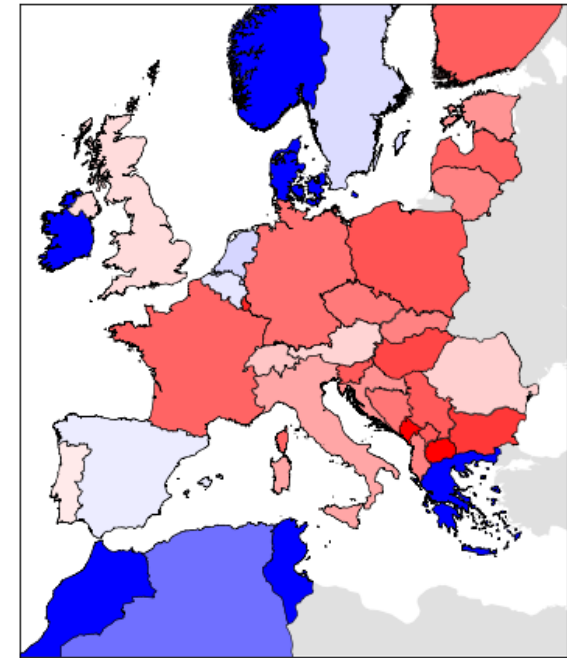
Wissen für Morgen

Motivation

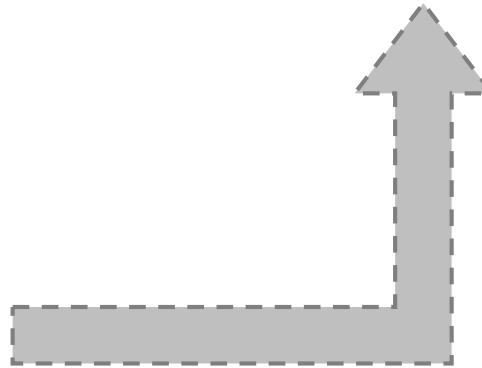
European Green Deal



Stromimport/ Bedarf

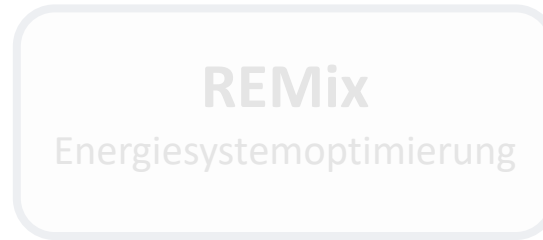


Nationale Ziele

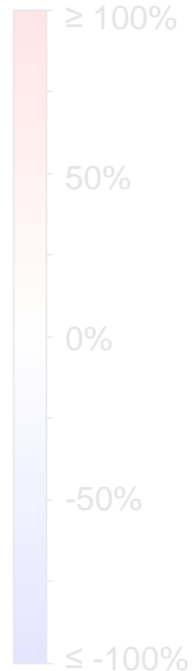


Motivation

European Green Deal

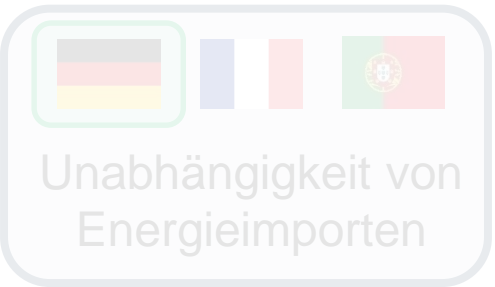


Stromimport/ Bedarf



Eigenversorgung vs. Kosten

Nationale Ziele

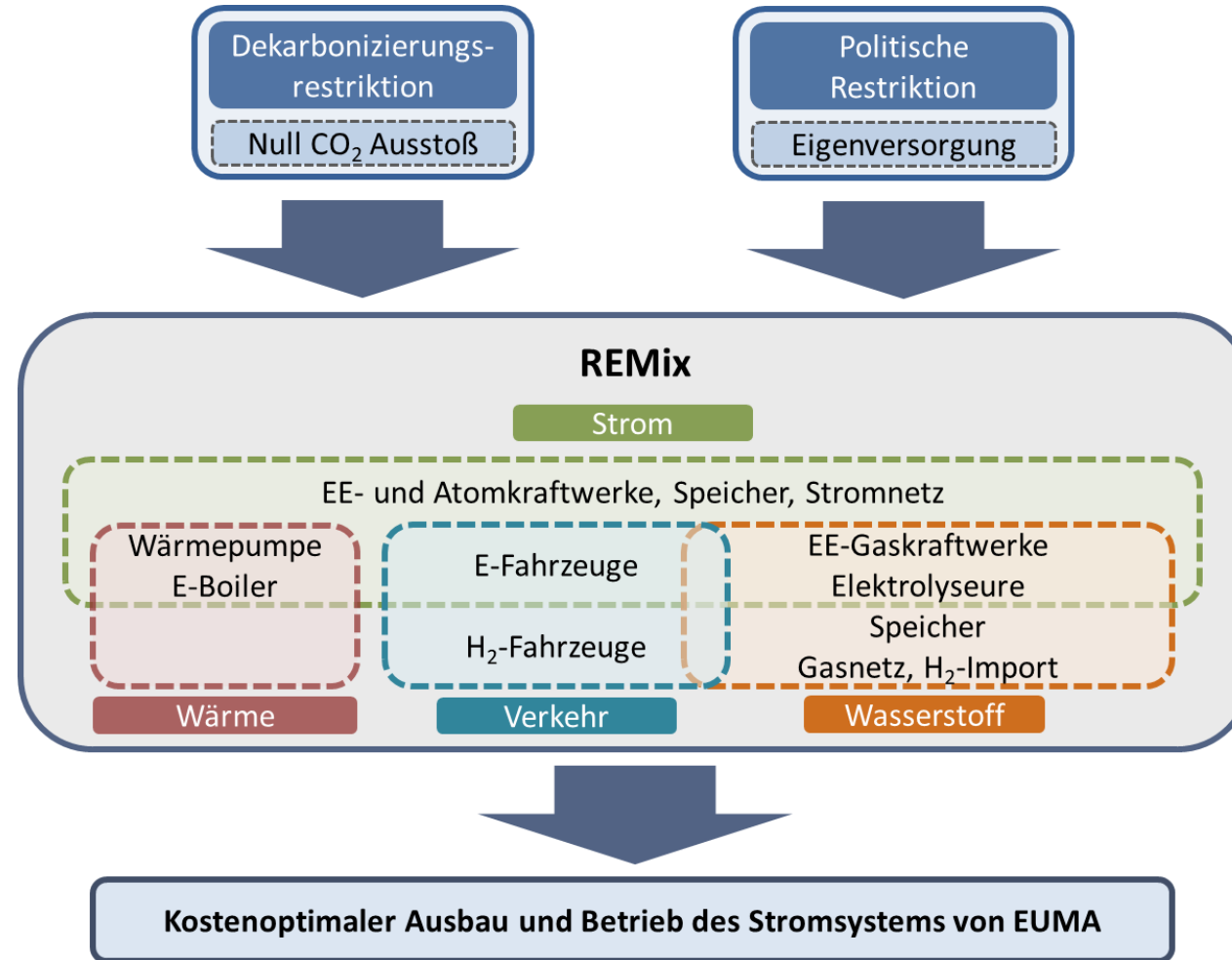


Modellaufbau

- Region:** Europa und Maghreb-Staaten
- Zeit:** 1 Jahr mit stündlicher Auflösung
- Optimierungsmodell:** REMix
- Vorgabe:** CO₂-neutraler Stromsektor
- Kraftwerke:**
- Erneuerbare
 - Atomkraft
 - Gasturbinen und Brennstoffzellen mit grünem H₂ (EE-Gaskraftwerke)



REMix




Eigenversorgung


- Netto-Eigenversorgung


$$\sum_t D_{t,r}^{ges} f^e \leq \sum_{g,t} E_{t,r,g}$$

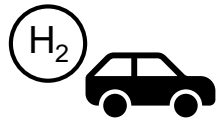
- Gesamte Nachfrage

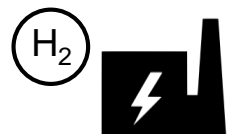
$$D_{t,r}^{ges} = D_{t,r}^{konv} + D_{t,r}^{Wärme} f^{E2W} + D_{t,r}^{ePkw} + D_{t,r}^{H2Pkw} f^{E2H2} + \frac{E_{r,EE-Gas,t}}{\eta_{EE-Gas}} f^{E2H2}$$











Eigenversorgung ohne H₂

Eigenversorgung mit H₂

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| t | ... Zeitschritt |
| r | ... Land |
| g | ... Kraftwerkstechnologie |
| $D_{t,r}^{ges}$ | ... gesamte Nachfrage |
| f^e | ... Eigenversorgungsfaktor |
| $E_{t,r,g}$ | ... erzeugter Strom |
| $D_{t,r}^{konv}$ | ... konventionelle Nachfrage |
| $D_{t,r}^{Wärme}$ | ... Wärmenachfrage |
| $D_{t,r}^{ePkw}$ | ... Nachfrage für E-Pkw |
| $D_{t,r}^{H2Pkw}$ | ... Nachfrage für H ₂ -Pkw |
| f^{E2W} | ... Strom-zu-Wärme-Faktor |
| f^{E2H2} | ... Strom-zu-Wasserstoff-Faktor |
| η_{EE-Gas} | ... Wirkungsgrad der EE-Gaskraftwerke |

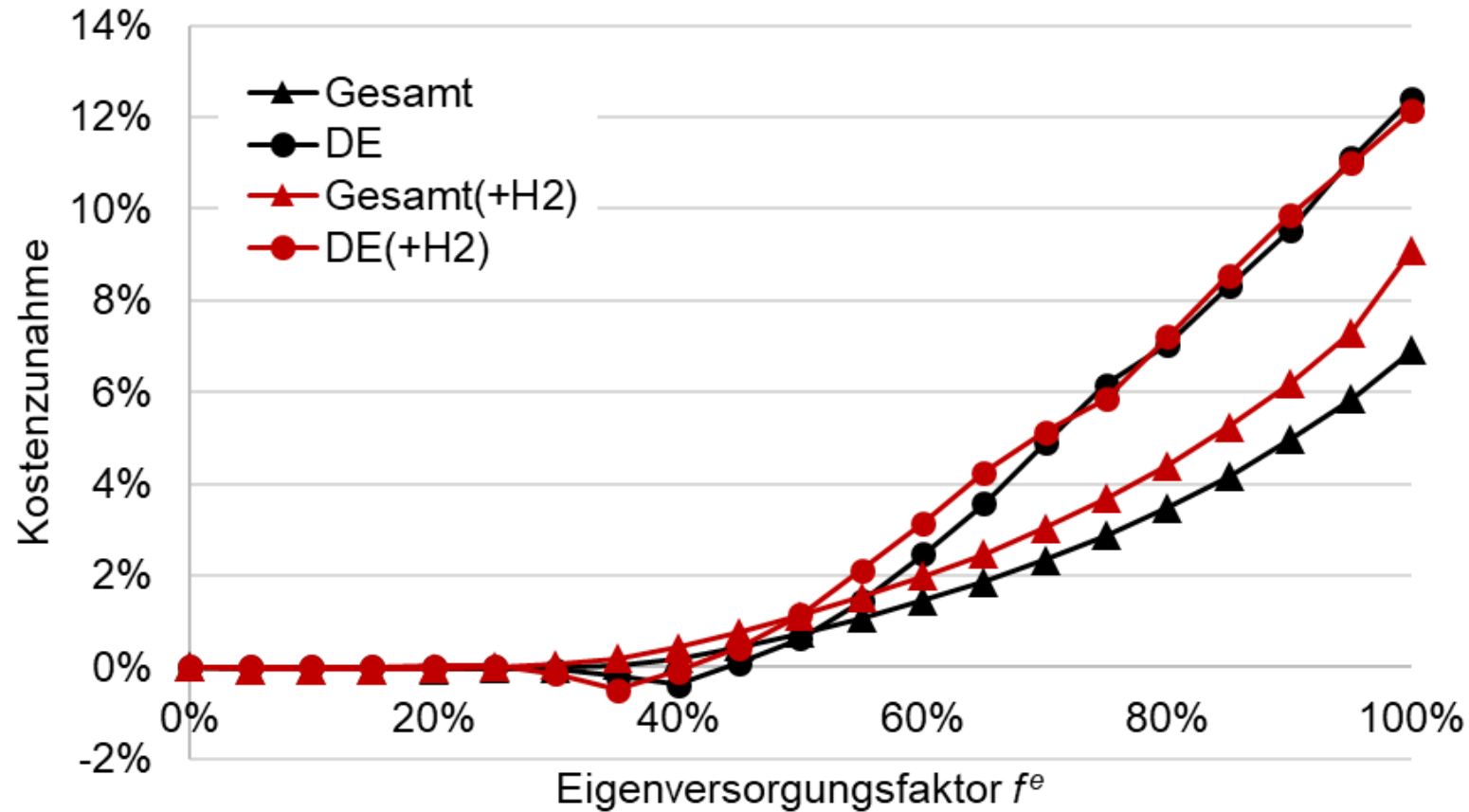


Szenarien

- **Basisszenario:** keine Eigenversorgungsvorgaben
- **Ohne H₂:** Eigenversorgung pro Land von $f^e = 5\%$ bis $f^e = 100\%$ in 5%-Schritten
- **Mit H₂:** Eigenversorgung pro Land von $f^e = 5\%$ bis $f^e = 100\%$ in 5%-Schritten



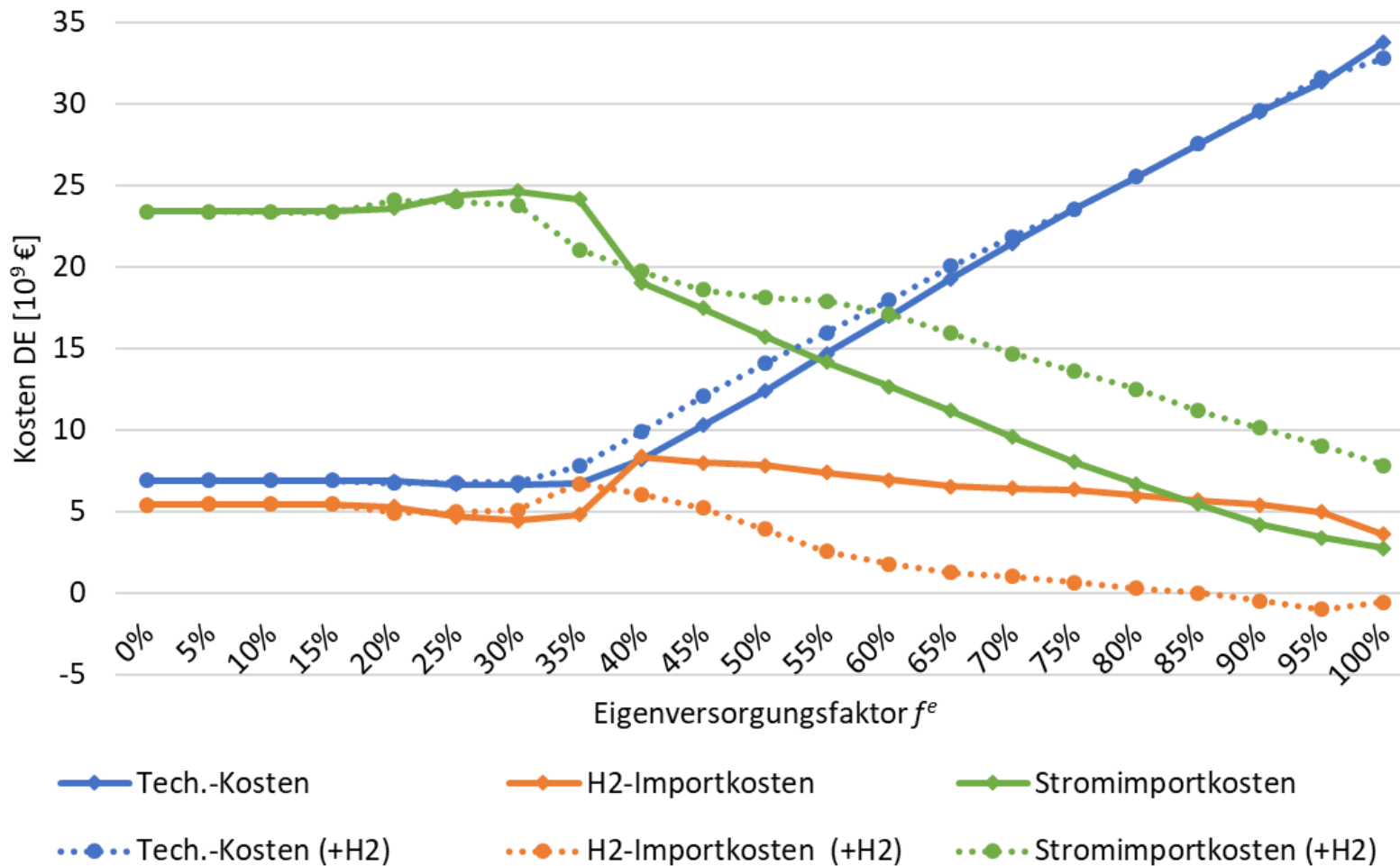
Kostenzunahme



- Höhere Kostenzunahme für Deutschland aufgrund geringerer EE-Potentiale
- H₂-Eigenversorgung verursacht im Gesamtsystem bis zu 2% zusätzliche Kosten
- Kostenzunahme mit/ohne H₂-Eigenversorgung für DE ähnlich hoch



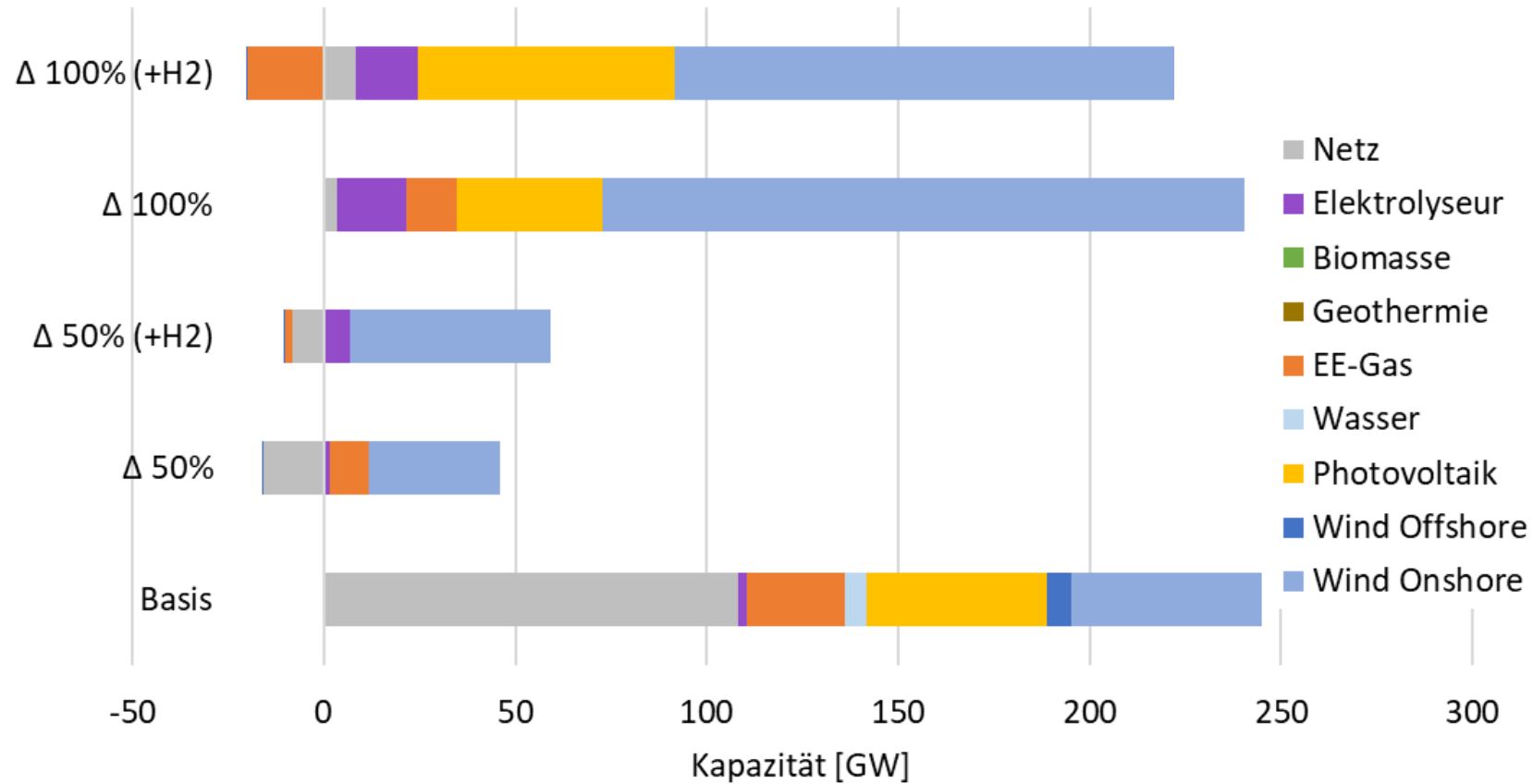
Kosten Deutschland



- Technologiekosten (Investitions- und Betriebskosten) steigen ähnlich stark an
- Ohne H₂-Eigenversorgung: Stromkosten etwa halb so hoch
- Mit H₂-Eigenversorgung: H₂-Importkosten spielen kaum eine Rolle



Kapazitäten Deutschland



- $f^e = 50\%$: verringerte Importabhängigkeit → geringere Netzkapazitäten
- Mit H₂-Eigenversorgung: mehr Flexibilität durch größeres Stromnetz
- $f^e = 100\%$: Kapazitäten verdoppeln sich und Stromnetzkapazitäten werden größer
- Mit H₂-Eigenversorgung: mehr Unabhängigkeit, aber geringere Diversität



Zusammenfassung und Ausblick

- Höhere Kosten für das deutsche Stromsystem durch geringere EE-Potentiale
- Kostenzunahme für DE mit und ohne H₂-Eigenversorgung ähnlich hoch (+12%)
- Mit H₂-Eigenversorgung: Höhere Unabhängigkeit, aber geringere Diversität
- 100% Eigenversorgung in DE: Kapazitäten verdoppeln sich

- Zusätzliche Berücksichtigung des H₂-Bedarfs aus energieintensiven Sektoren in zukünftigen Studien möglich
- Eigenversorgung für alle Länder gleich hoch angesetzt → tatsächliche Zielsetzungen?

