DEKARBONISIERUNG VON ENERGIESYSTEMEN

Kosten, Speicherbedarf und Sektorkopplung

Niklas Hartmann, Christoph Kost, Hans-Martin Henning

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

AEE Suisse Kongress 2018

20. März 2018

www.ise.fraunhofer.de

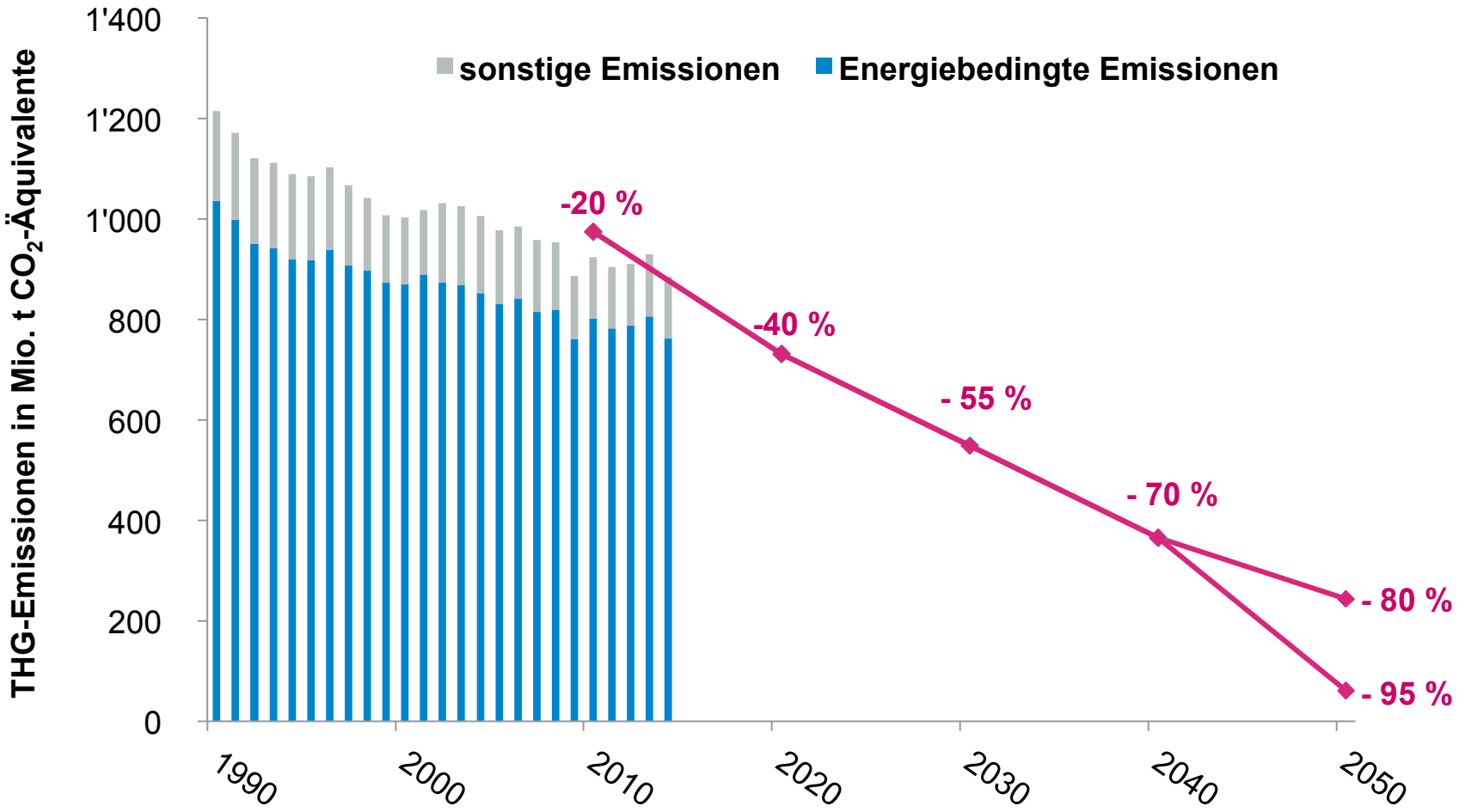
© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

- Klimaschutzziele in Deutschland
- Methodik
- Ergebnisse Deutschland
- Übertrag auf die Schweiz
- Zusammenfassung & Fazit

© Fraunhofer ISE

Klimaziele bis 2050: Reduktion der THG-Emissionen um 80 bis 95 %



Quelle: „Energiedaten, Gesamtausgabe“, BMWi, Stand Mai 2016

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

Regenerative Energien Modell »REMod«

Minimierung der Transformations-kosten →

REMod-D Renewable Energy Model – Deutschland

- Techno-ökonomische optimierung
- Stündliche zeitliche Auflösung 2015-2050

Stromerzeugung und -speicherung

Brennstoffe (inkl. Biomasse und Power-to-Hydrogen/ Gas/Fuel)

Verkehr (unter-schiedliche Antriebs-konzepte)

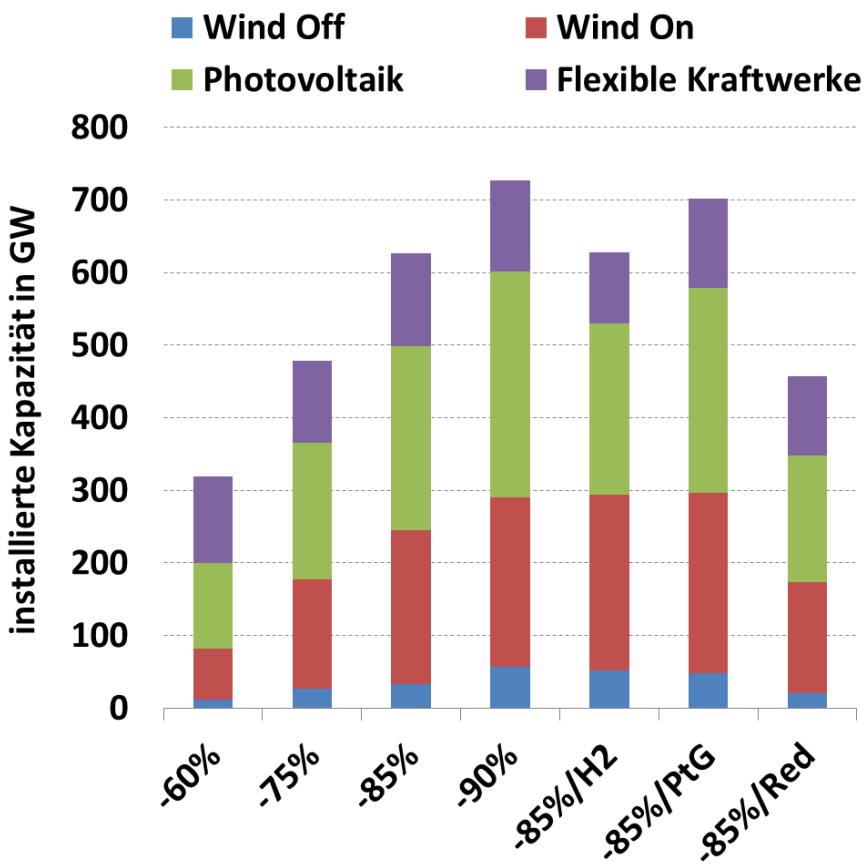
Wärme (Gebäude, inkl. Fernwärme und Speicher)

Prozesse in Gewerbe und Industrie

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

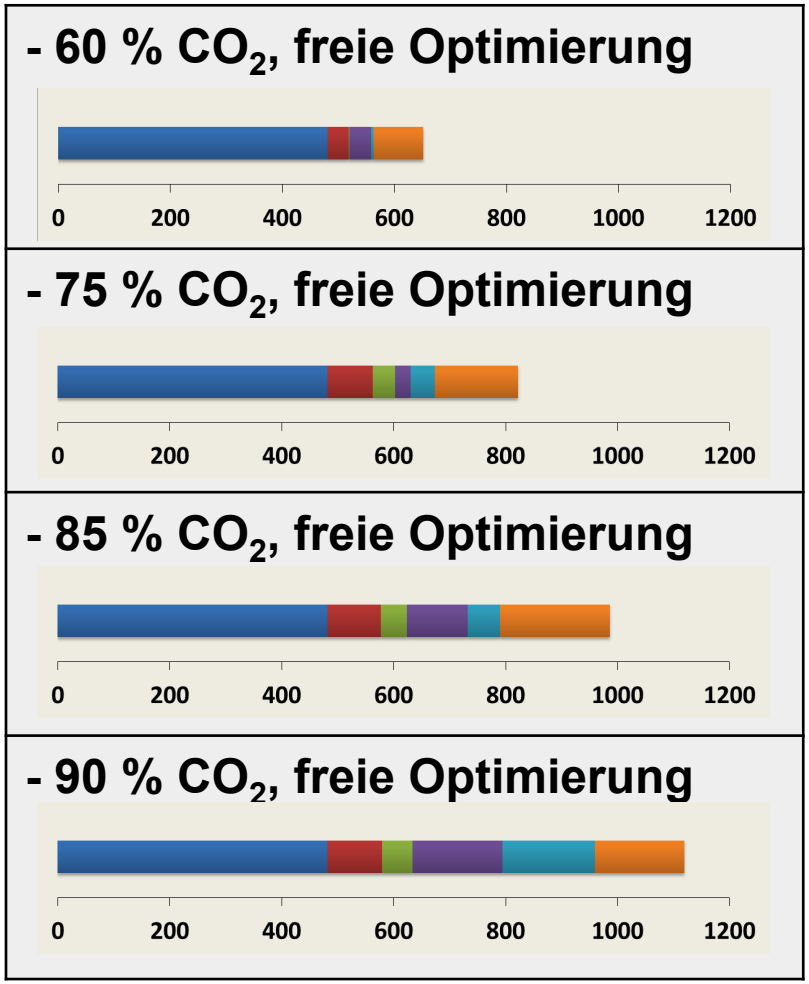
Zentrale Ergebnisse – Stromerzeugung 2050



- Installierte Kapazität der Wandler fluktuierender erneuerbarer Energien (FEE: Sonne, Wind) hängt signifikant vom Klimaschutzziel ab
- Installierte Kapazität flexibler, thermischer Kraftwerke immer ähnlich (80-100 GW), allerdings Unterschiede in Volllaststunden
- 85-%-Ziel ohne Verbrauchsreduktion, Effizienz auf Nutzungsseite und Ausstieg aus Kohleverstromung usw. kaum mit installierten Leistungen FEE erreichbar, die gesellschaftlich verträglich erscheinen

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

Zentrale Ergebnisse – Stromnutzung 2050



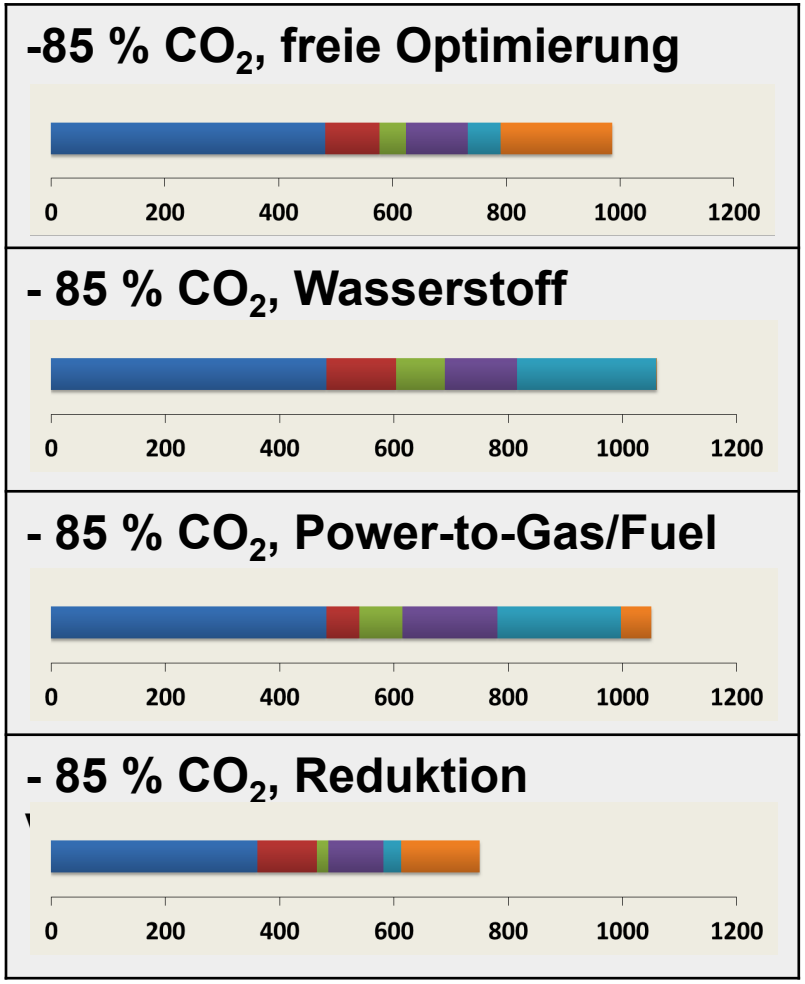
- Stromnutzung steigt deutlich mit Zielen der CO2-Absenkung (rund 650 TWh bei -60 %; rund 1150 TWh bei -90%)

Sektorkopplung

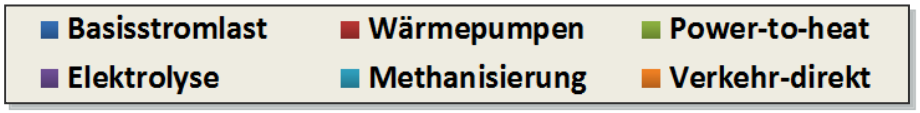
- Zunächst vor allem durch direkte Stromnutzung (Wärmepumpen, direkte Nutzung im Verkehr)
- Bei höheren Zielwerten CO2-Absenkung zunehmend Wasserstoff (direkte Nutzung und Weiter-konversion in Power-to-Fuel) und Power-to-Gas

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

Zentrale Ergebnisse – Stromnutzung 2050

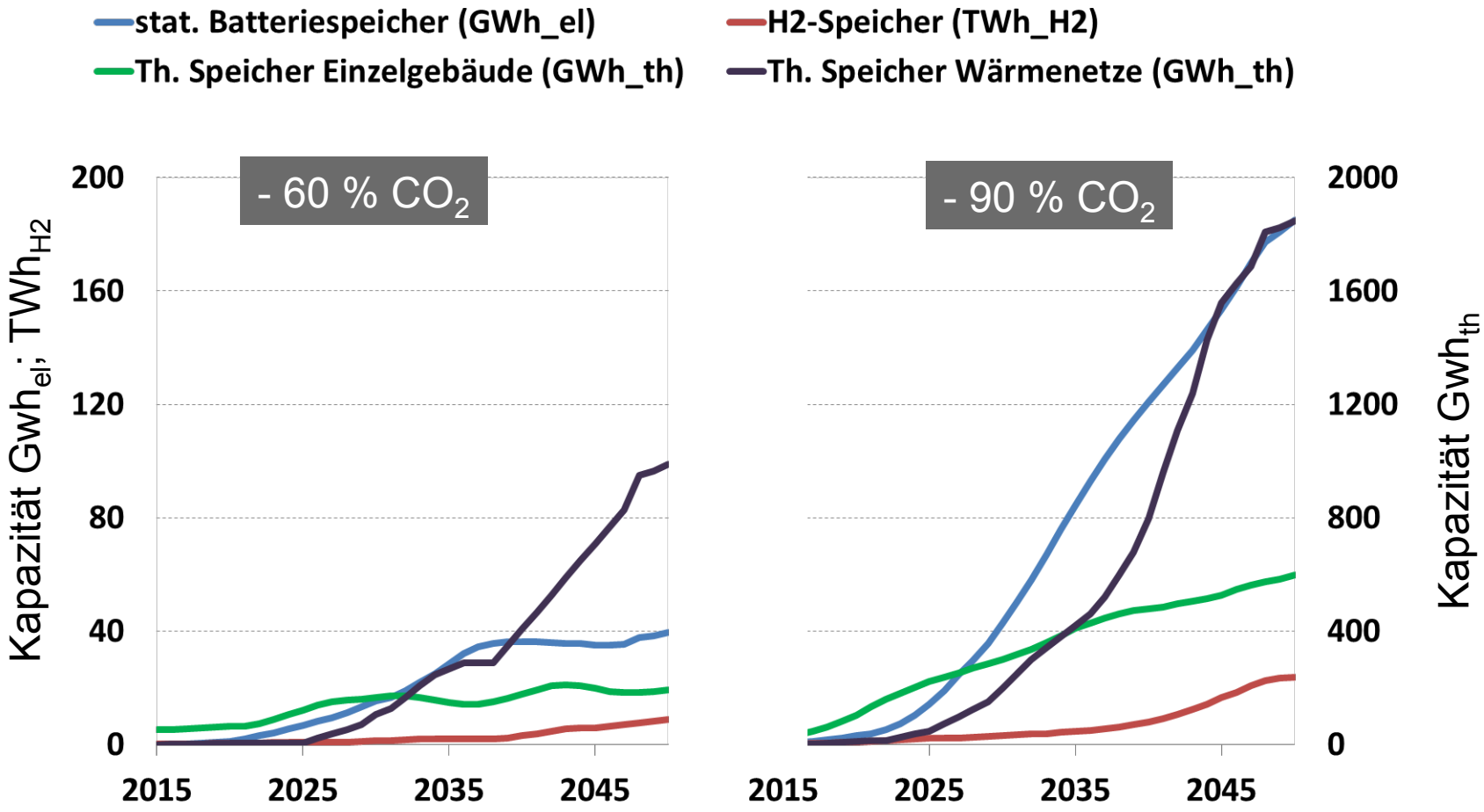


- Stromnutzung rund 1000 TWh mit Ausnahme bei „moderaten“ Randbedingungen (dann rund 750 TWh)
- Rund 50 % des erzeugten Stroms gehen in Technologien der Sektorkopplung
- Bei „moderaten“ Bedingungen direkte Stromnutzung dominant gegenüber Konversion in H2 und Power-to-Gas/ Fuel



© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

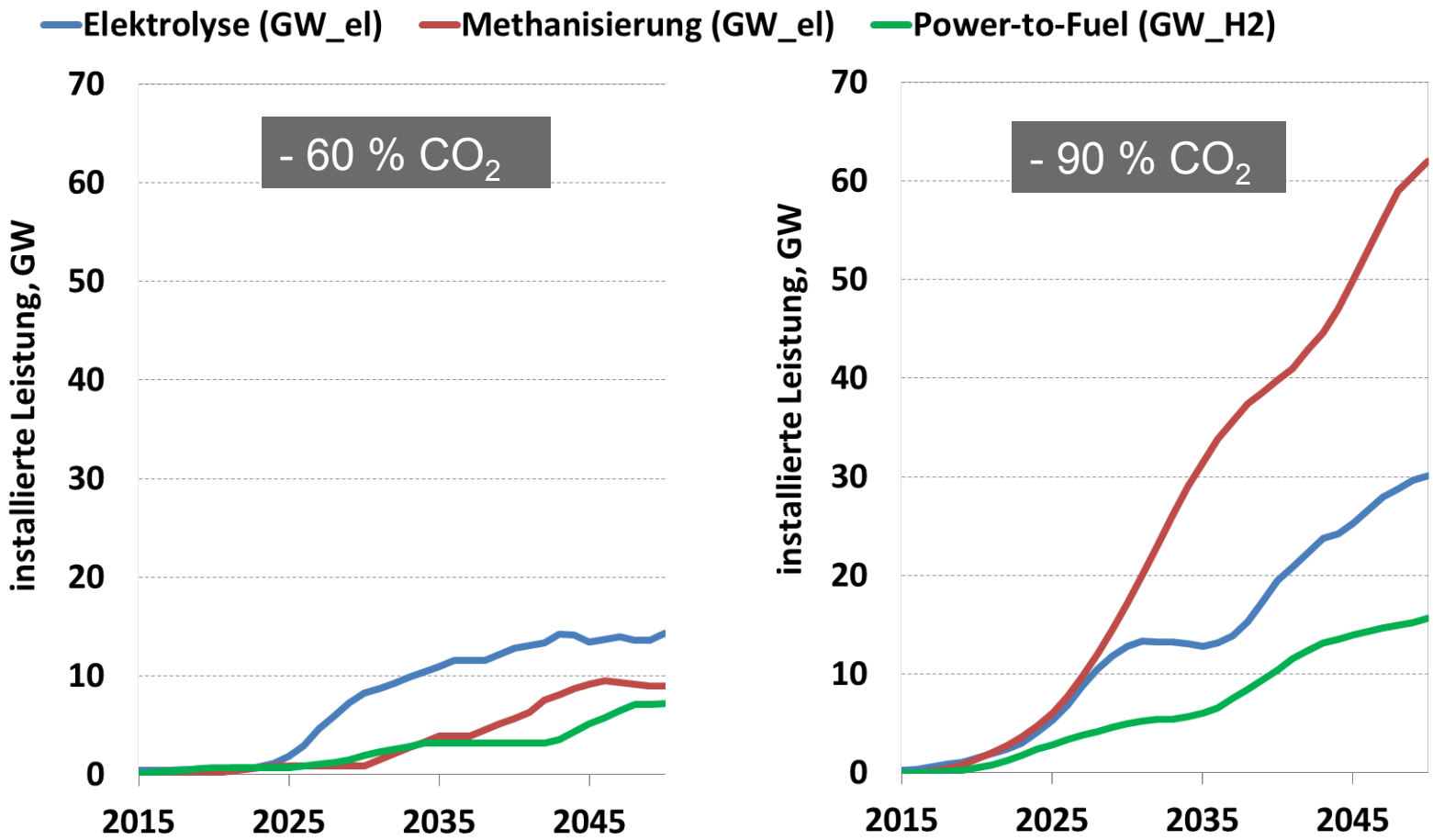
Zentrale Ergebnisse – Ausbau Energiespeicher



- Speicherbedarf ist ab dem Jahr 2025 gegeben

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

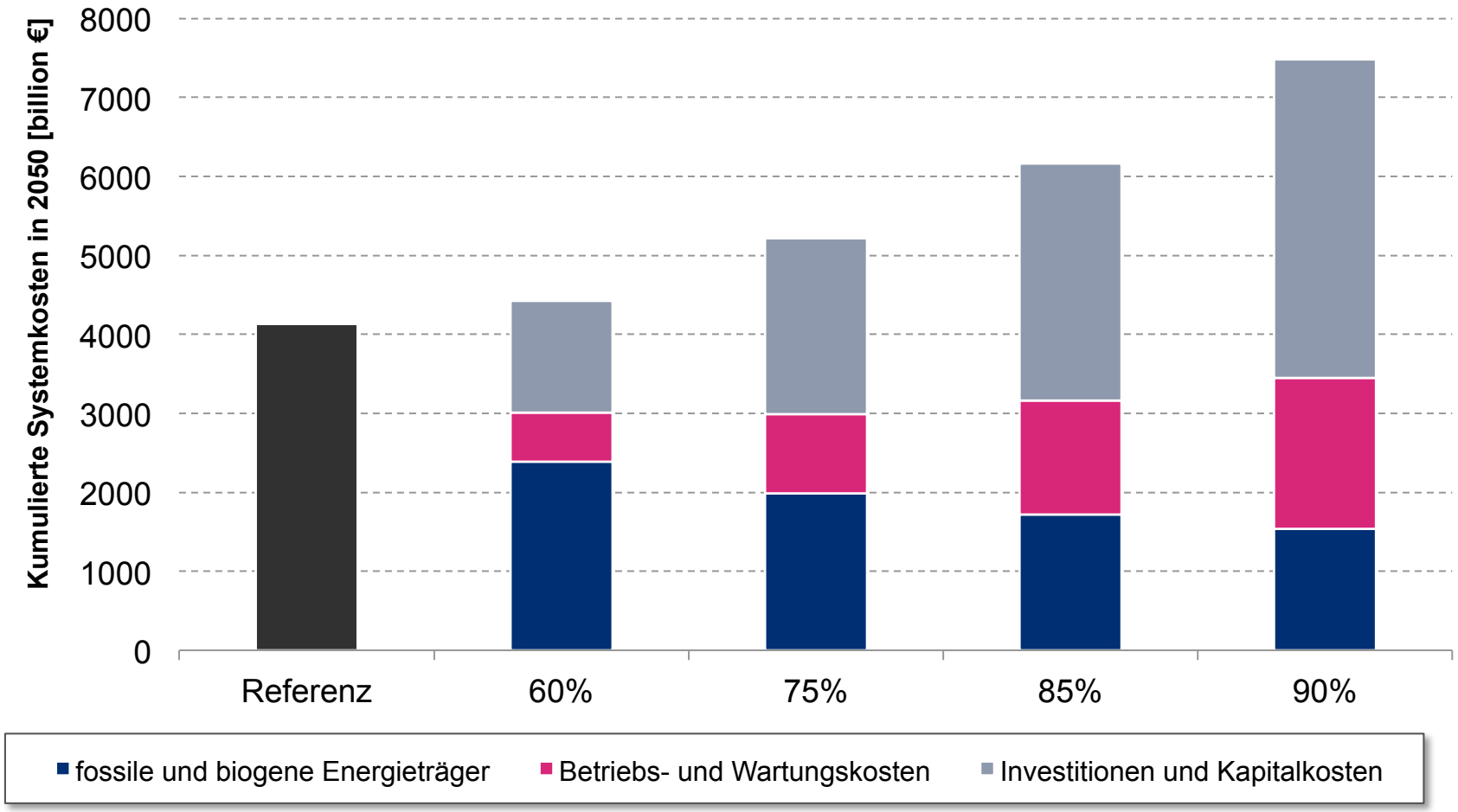
Zentrale Ergebnisse – Ausbau PtG/Fuel-Techniken



- Speicherbedarf ist ab dem Jahr 2025 gegeben

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

Zentrale Ergebnisse – Systemkosten



- jährlichen Mehrkosten in Höhe von 1 – 2 % des heutigen BIP möglich

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

(Zwischen)Fazit

- Bei ambitionierten Klimazielen ist voraussichtlich ein starker **Ausbau erneuerbarer Erzeugungsanlagen** (Photovoltaik, Wind) notwendig
- Gleichzeitig ist ein **flexibler Kraftwerkspark** benötigt (aber: wenige Volllaststunden)
- Jährlichen Mehrkosten in Höhe von **1 – 2 % des heutigen BIP** möglich
- **Sektorkopplung** ist selbst bei einer Absenkung der energiebedingten CO_2-Emissionen um 60 % schon **wesentlicher Bestandteil der Systemlösung**
  - Zunächst überwiegend **direkte Stromnutzung** (Wärmepumpen, Power-to-Heat, Batterie/E-Motor in PKW)
  - Aber: selbst bei Absenkung um 60 % sind schon **Langzeitspeicher** notwendig
- **Regulatorische Instrumente** sind notwendig, die dem gerecht werden (intersektorale Lenkungswirkung, „level playing field“)

<u>Achtung:</u>

- Fragen der **gesellschaftlichen Akzeptanz** können entscheidend sein
- Aufgrund langer technischer Lebensdauer einzelner Komponenten bestehen **"lock-in Effekte"**

© Fraunhofer ISE

Übertrag auf Schweiz I
Erneuerbar?, flexibel?, Akzeptanz?

- Ziele THG Minderung im Vergleich zum Jahr 1990
  - - 20 % bis zum Jahr 2020
  - - 50 % bis zum Jahr 2050
  - Ausstieg aus Kernenergienutzung bis 2050
- Anteil Erneuerbare Energien
  - 64 % am Stromverbrauch
  - 22 % am Endenergieverbrauch
- Flexibilität
  - durch Pumpspeicherwerke heute schon gegeben
  - Aber: negativer Außenhandelssaldo 2016
  - Wofür werden die Pumpspeicher & Speicherseen eingesetzt?

© Fraunhofer ISE

Übertrag auf Schweiz II
Erneuerbar?, flexibel?, Akzeptanz?

- Sektorkopplung
  - Zur Dekarbonisierung aller Sektoren sicherlich sinnvoll
  - Nutzung von Power-to-heat und Power-to-gas, vor allem in den Stadtwerken
  - Kann Akzeptanz erhöhen
- Kosten für Transformation der Energieversorgung
  - Derzeit wenige Ertragsmöglichkeiten für PSW in der Schweiz
  - Nutzung der Schweiz als Pumpspeicher für ausländische Erneuerbare Energien?

© Fraunhofer ISE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fotos © Fraunhofer ISE

Quelle: Ausfelder et al.: Sektorkopplung - Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft), München 2017. ISBN: 978-3-9817048-9-1.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dr. Niklas Hartmann

www.ise.fraunhofer.de

niklas.hartmann@ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE