

Kostenoptimale Defossilisierung der deutschen Industrie

24.11.2022 | F. KULLMANN, J. LINSSEN, L. KOTZUR, D. STOLTEN

- ▶ ... was haben wir gemacht?
- ▶ ... wie haben wir es gemacht?
- ▶ ... wie sieht eine treibhausgasneutrale Strategie aus?
- ▶ ... welche Schlussfolgerungen lassen sich ziehen?

Treibhausgasneutrales Szenario bis 2045 („Netto Null“)



- ▶ Exkurse zu verschiedenen Themenbereichen, z.B.
 - ▶ LULUCF-Emissionssenke
 - ▶ Ausbau Erneuerbarer Energien
 - ▶ Wasserstoffimportpreis
 - ▶ Defossilisierung der chemischen Industrie

Grundlegende Annahmen und Rahmenbedingungen

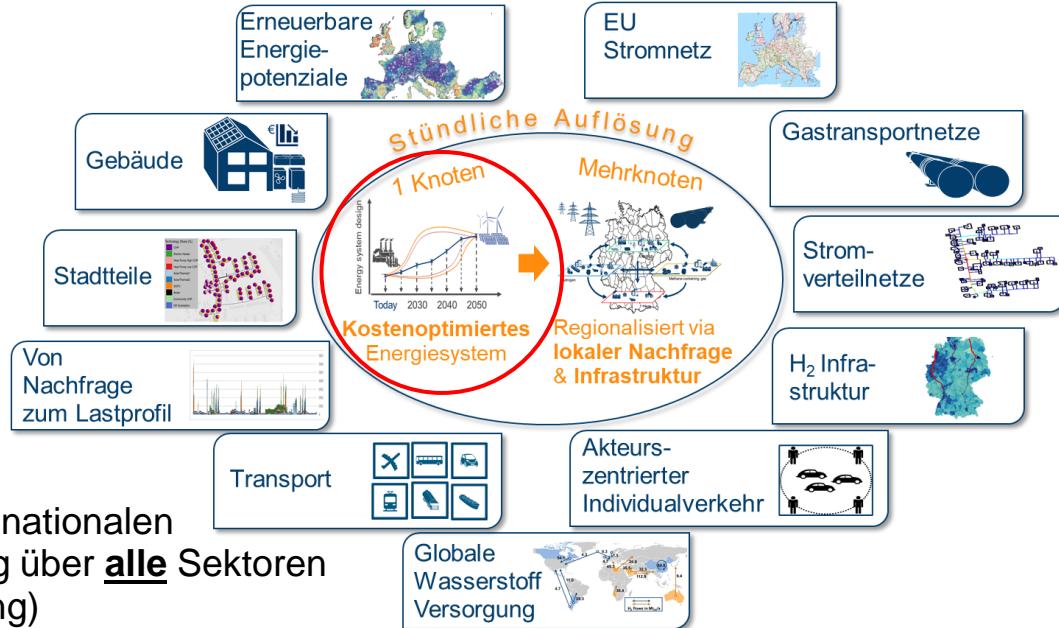
- ▶ Treibhausgasminderungsziele ab 2030 entsprechend dem Klimaschutzgesetz (KSG)
- ▶ THG-Emissionen der Landwirtschaft lassen sich nicht vollständig vermeiden
- ▶ Ausstieg aus der Kernenergie und Kohleverstromung entsprechend AtG und KV BG
- ▶ Jährliches BIP-Wachstum von 1,2%, moderat steigende Energiepreise etc.

Vorgehensweise, Modelle, Methoden

Kernmodell



**Integriertes Energiesystemmodell
ETHOS/NESTOR**



Methode



1. **Optimierung** der nationalen Energieversorgung über alle Sektoren (Kostenminimierung)
2. **Optimierte** H₂-Infrastrukturanalyse

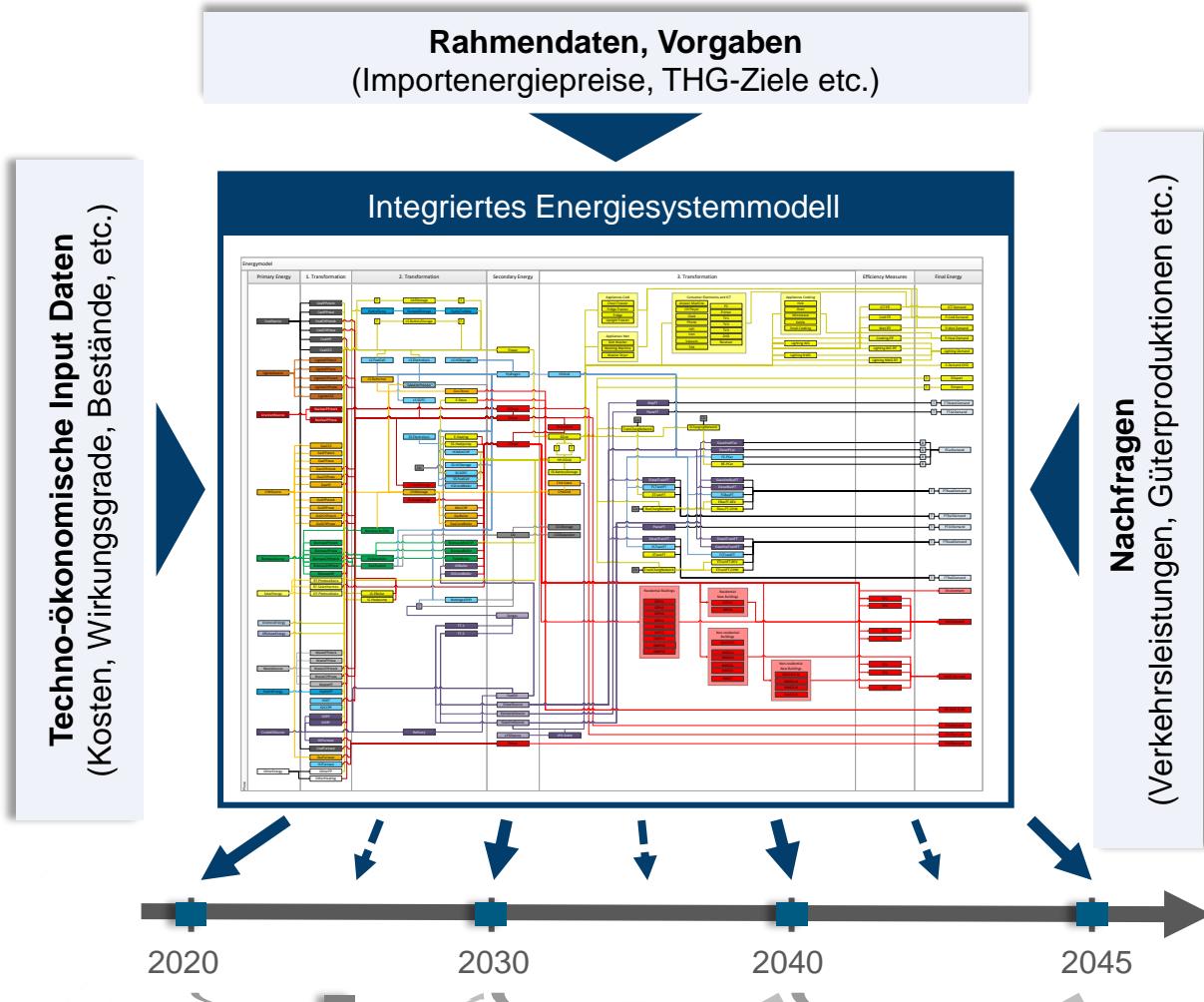
Ergebnis



Kostenoptimales Szenario
unter den gesetzten Randbedingungen
„Allwissender Planer“

NESTOR: National Energy System with SecTOR Coupling

Das ETHOS / NESTOR-Modell



Besonderheiten u. Merkmale

- Nationale Energieversorgung
- Detaillierte Abbildung von:
 - Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude und Verkehr
 - PtX Technologien
 - Energiespeicher
 - CO₂ Abscheidung u. Speicherung
 - ...
- Ca. 1300 Techniken
- Stündliche Auflösung

Methode

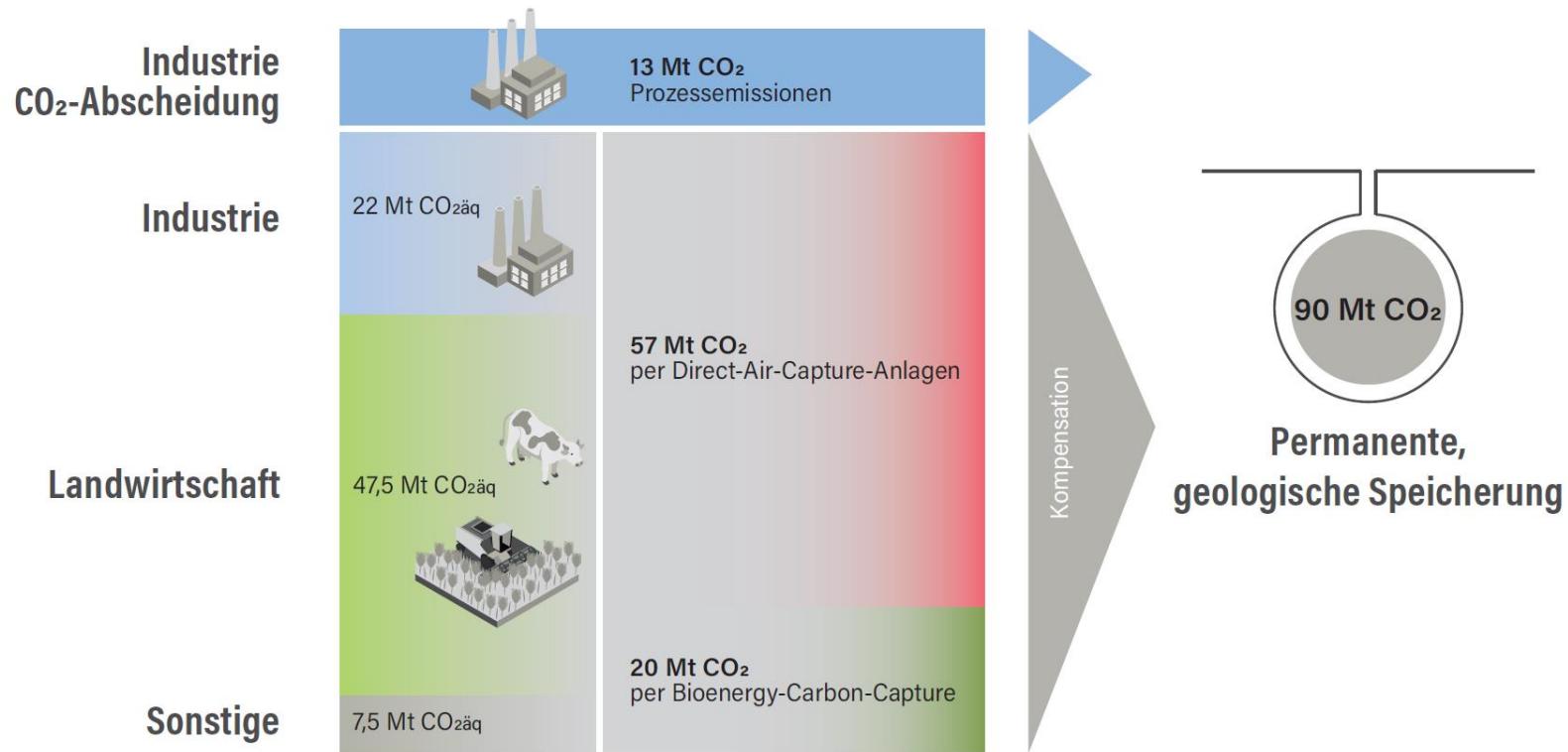
Kostenoptimierung

„Alle Minderungsmaßnahmen stehen miteinander im Wettbewerb“

NESTOR: National Energy System with SecTOR Coupling

Ergebnisse

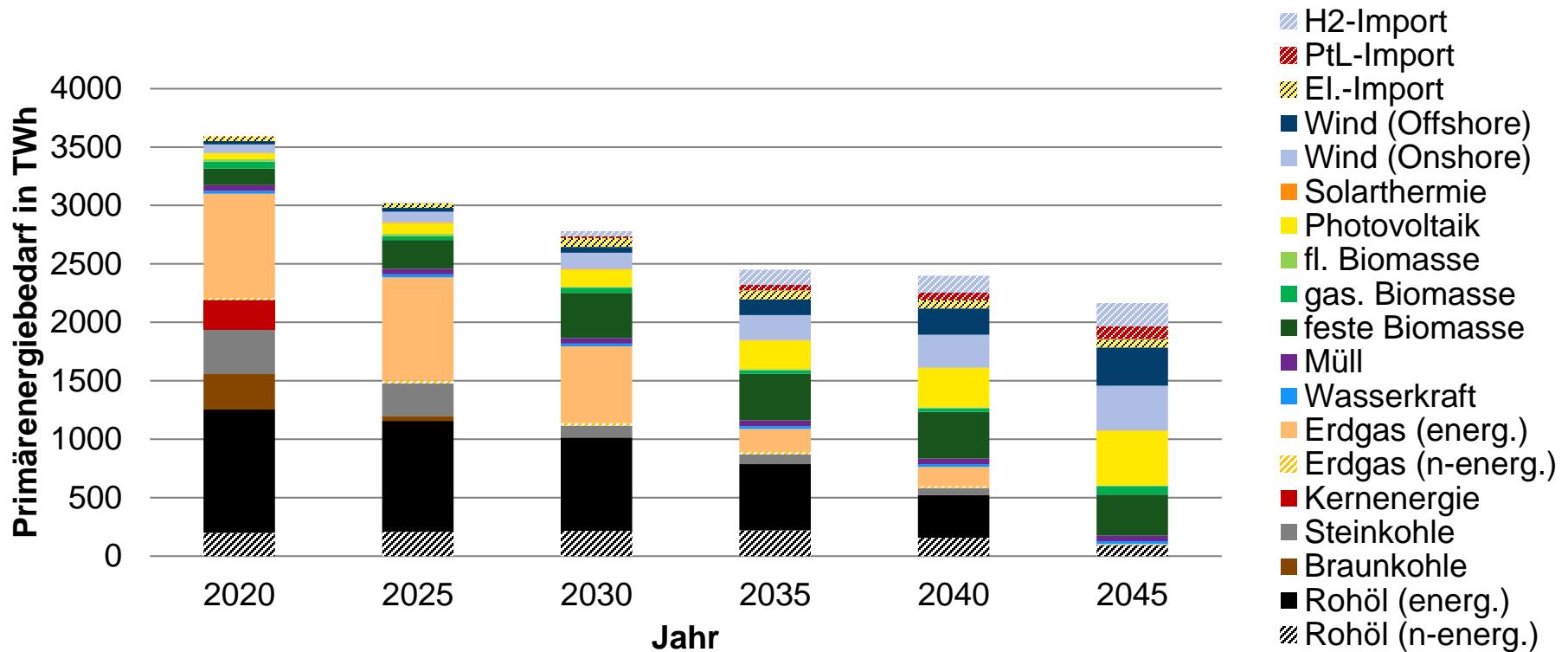
Jährlicher geologischer CO₂ Speicherbedarf **ohne** LULUCF Maßnahmen im Jahr 2045



► Jährliche geologische CO₂ Speicherung von ca. 90 Mio.t im Jahr 2045

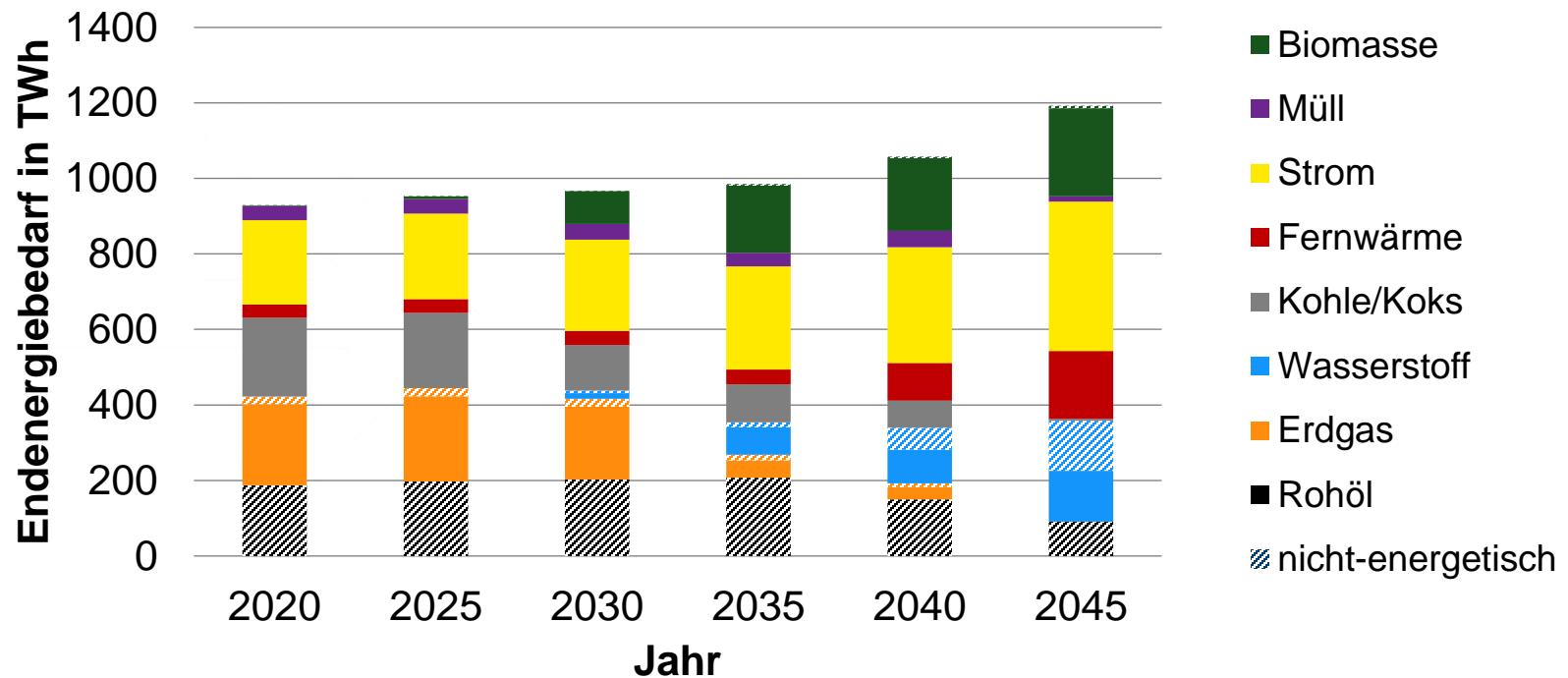
LULUCF: Land use, Land-use change and Forestry (Landnutzung, Forstwirtschaft etc.)

Primärenergiebedarf in Deutschland bis 2045



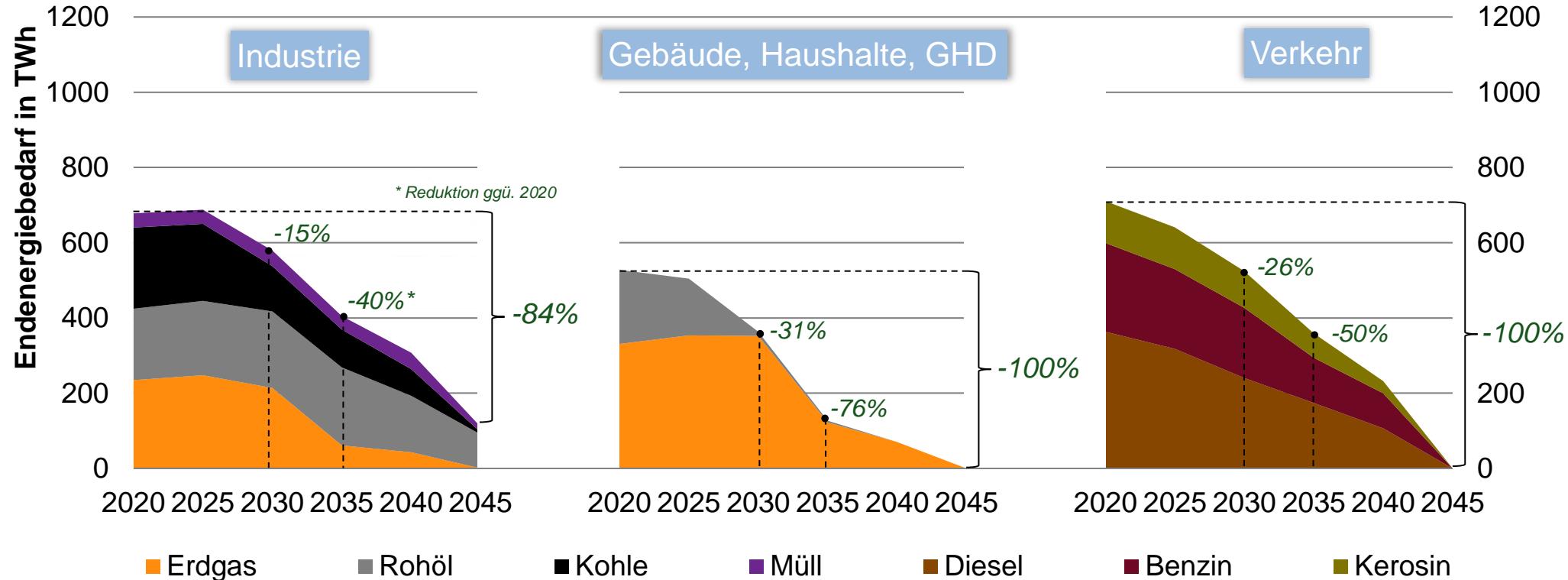
► Import wasserstoffbasierter Energieträger und Ausbau von Wind und PV

Industrieller Endenergiebedarf bis 2045



► Biomasse für Prozesswärmeverzeugung und Elektrifizierung der Prozesse

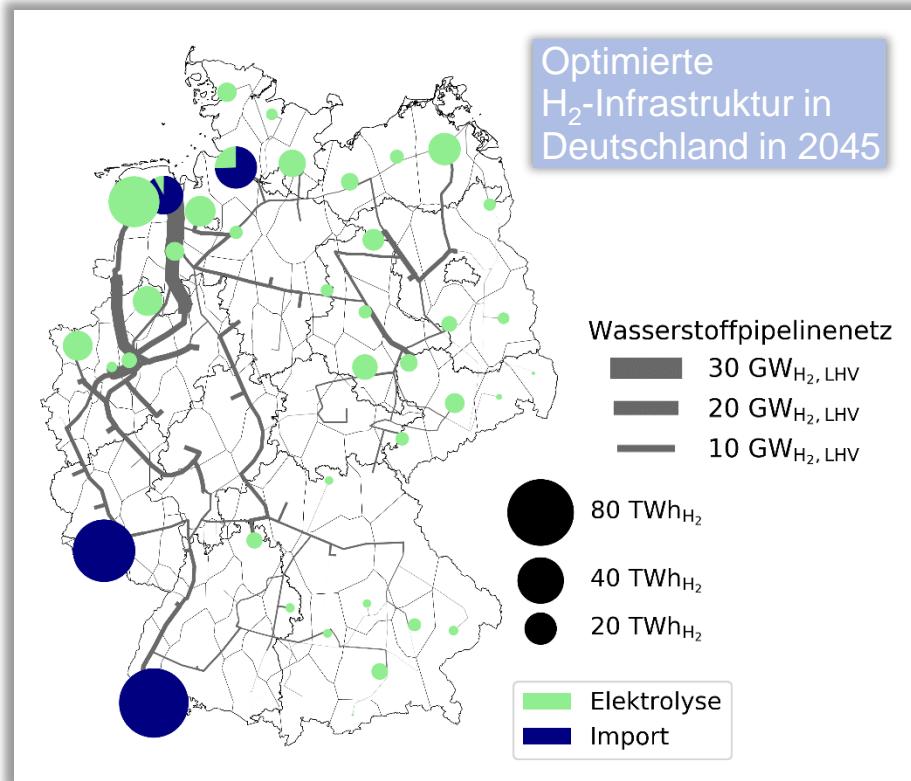
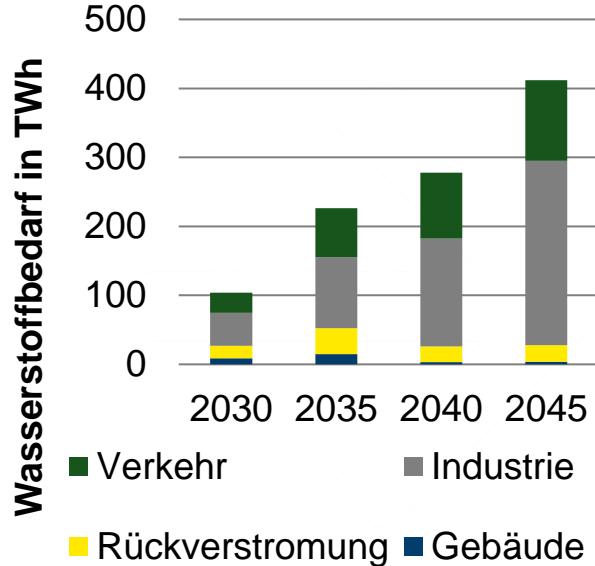
Verbrauch fossiler Energieträger in den Sektoren



- Keine neuen erdgasbasierten Heizungssysteme ab 2025-2030
 ► Keine neuen Benzin- und Dieselfahrzeuge ab 2035

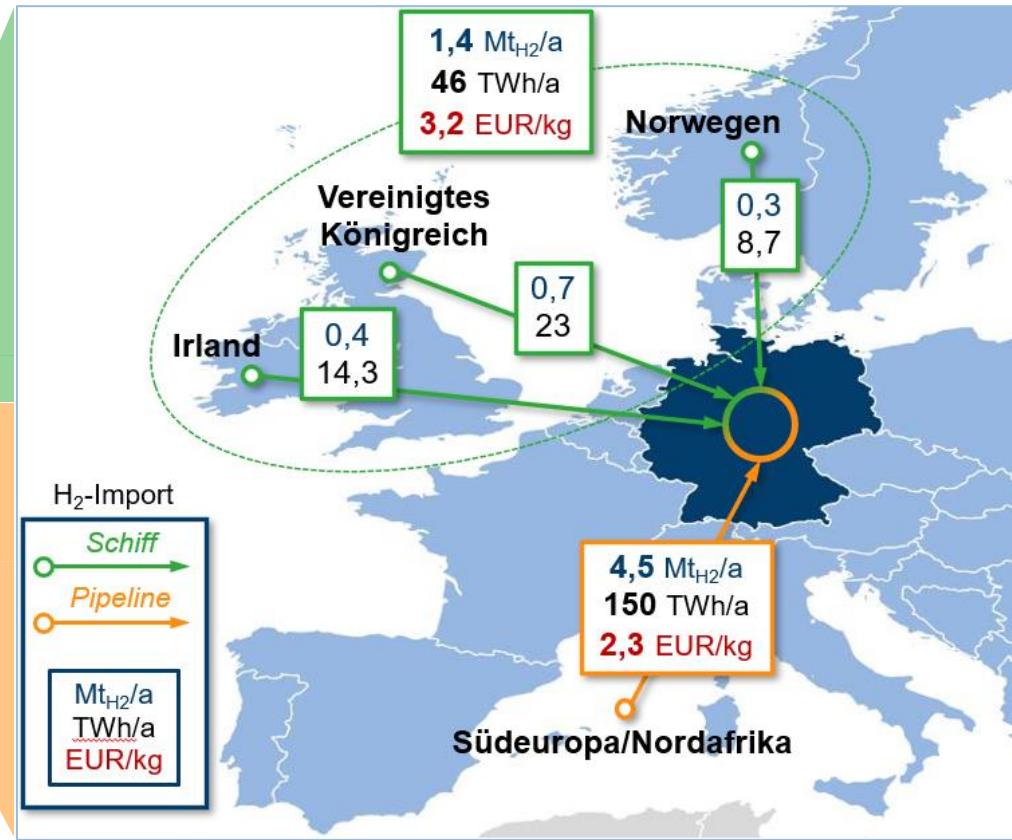
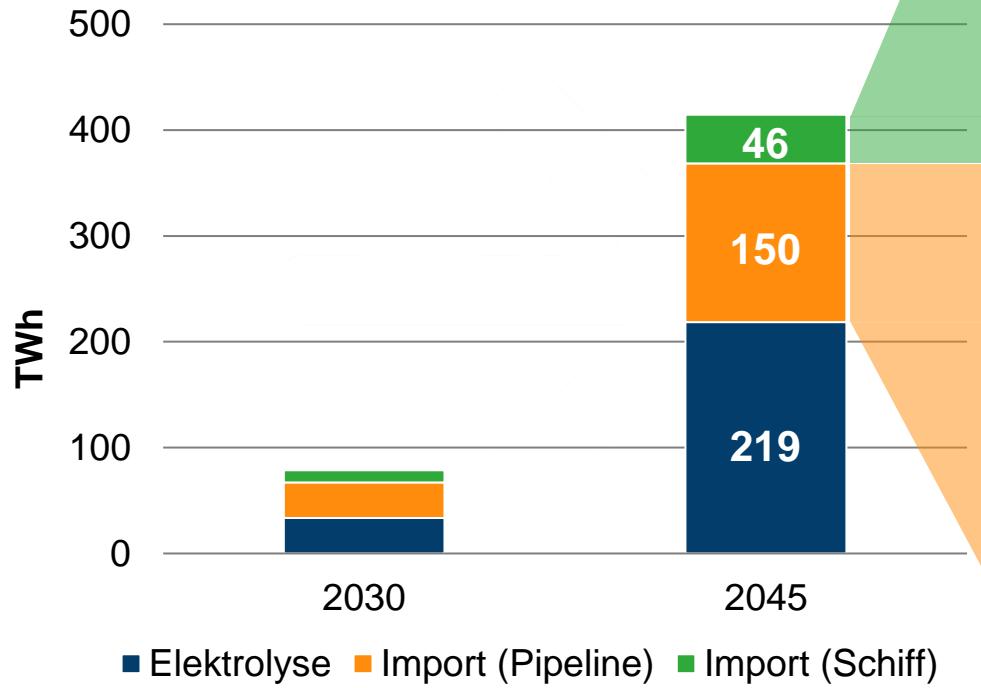
Wasserstoff

Wasserstoff als ein wichtiger Baustein für das Gelingen der Energiewende



► Salzkavernen und Pipelines zeitnah ausbauen

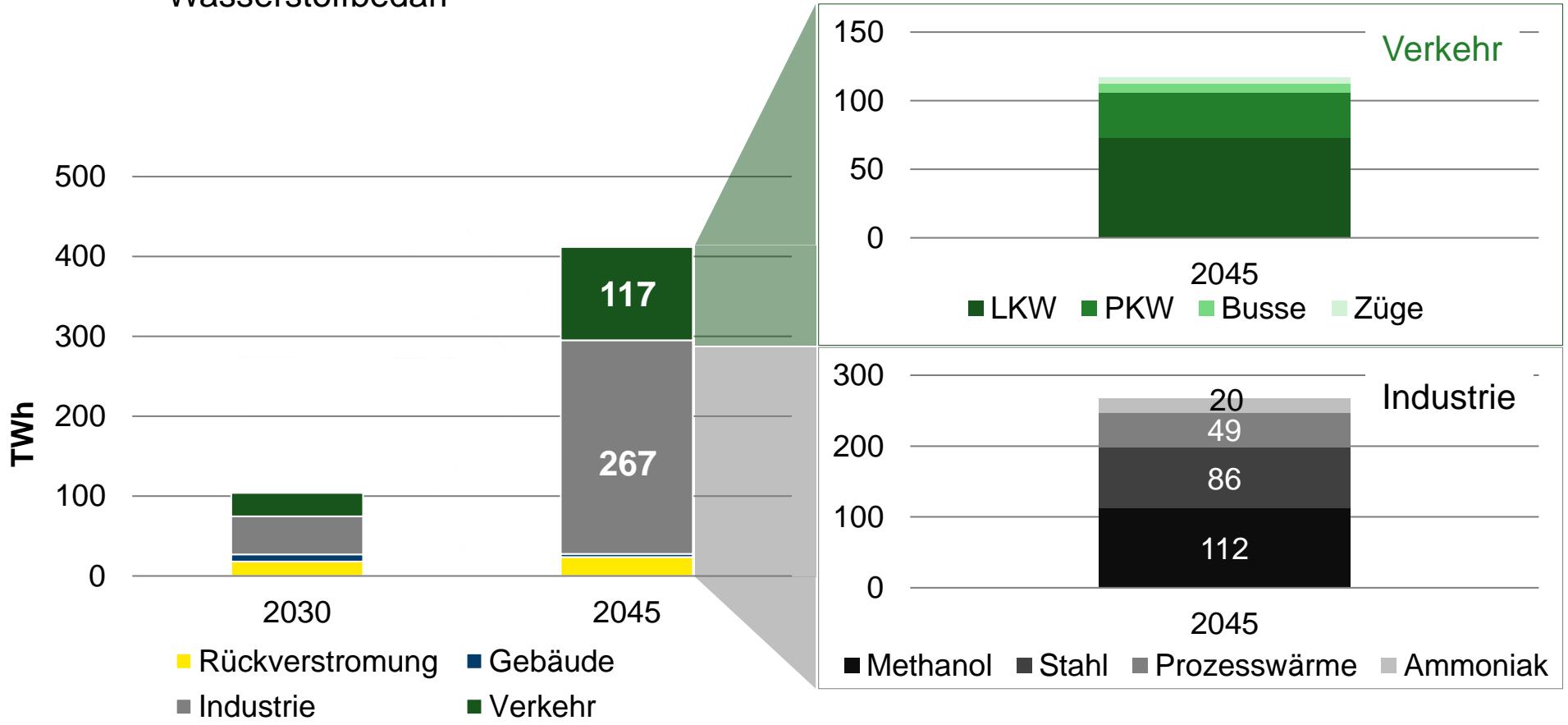
Wasserstoffaufkommen im Jahr 2045



- Elektrolyse ■ Import (Pipeline) ■ Import (Schiff)

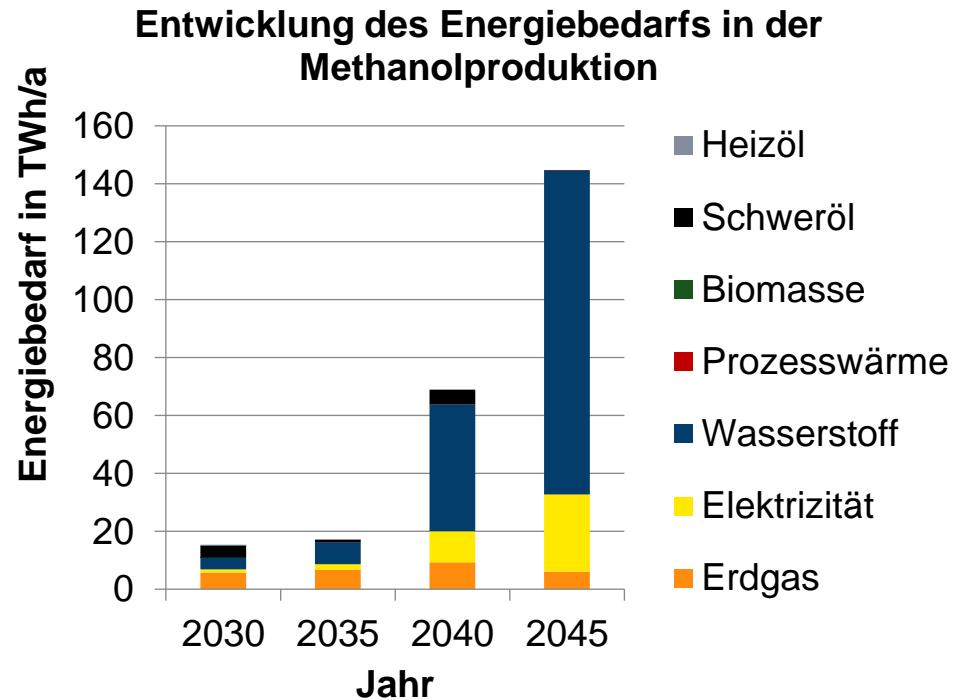
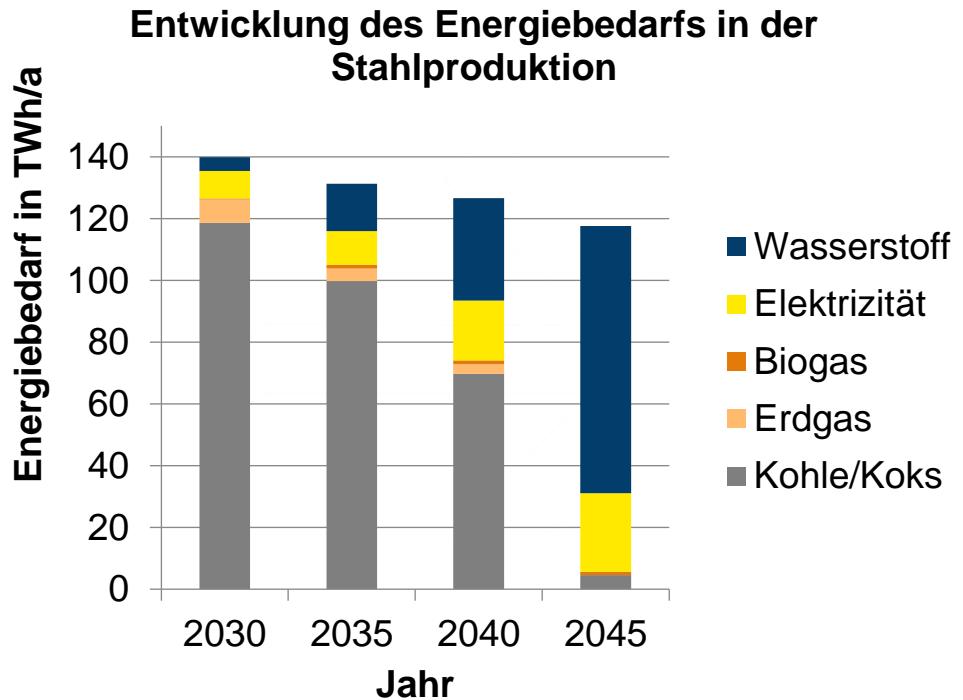
- ▶ Wasserstoffimporte sind notwendig
▶ Inländische Wasserstoffproduktion ist ebenfalls ökonomisch darstellbar

Wasserstoffbedarf



- ▶ Etwa 70% des zukünftigen Wasserstoffbedarfs entfällt auf die Industrie
 ▶ Wasserstoffeinsatz in Gebäuden spielt nur eine geringe Rolle

Wasserstoffbedarf in der Industrie



- Stahlproduktion zukünftig über Wasserstoffdirektreduktion
► Methanolnachfrage steigt signifikant wegen Methanol-to-Olefin Route
(ersetzt Steam-Cracker auf Basis von Rohbenzin)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Institut für Energie- und Klimaforschung
Techno-ökonomische Systemanalyse (IEK-3)
Forschungszentrum Jülich
www.fz-juelich.de

Auf dieser Seite finden Sie unsere
Studie zum Download
sowie weitere Informationen:



Felix Kullmann
+49(0)151 21270557
f.kullmann@fz-juelich.de