

Energiebereitstellung für die Grundstoffindustrie: eine gesamtsystemische Perspektive

Markus Kaiser

Ahmad Itani, Charlotte Senkpiel, Patrick Jürgens, Christoph Kost

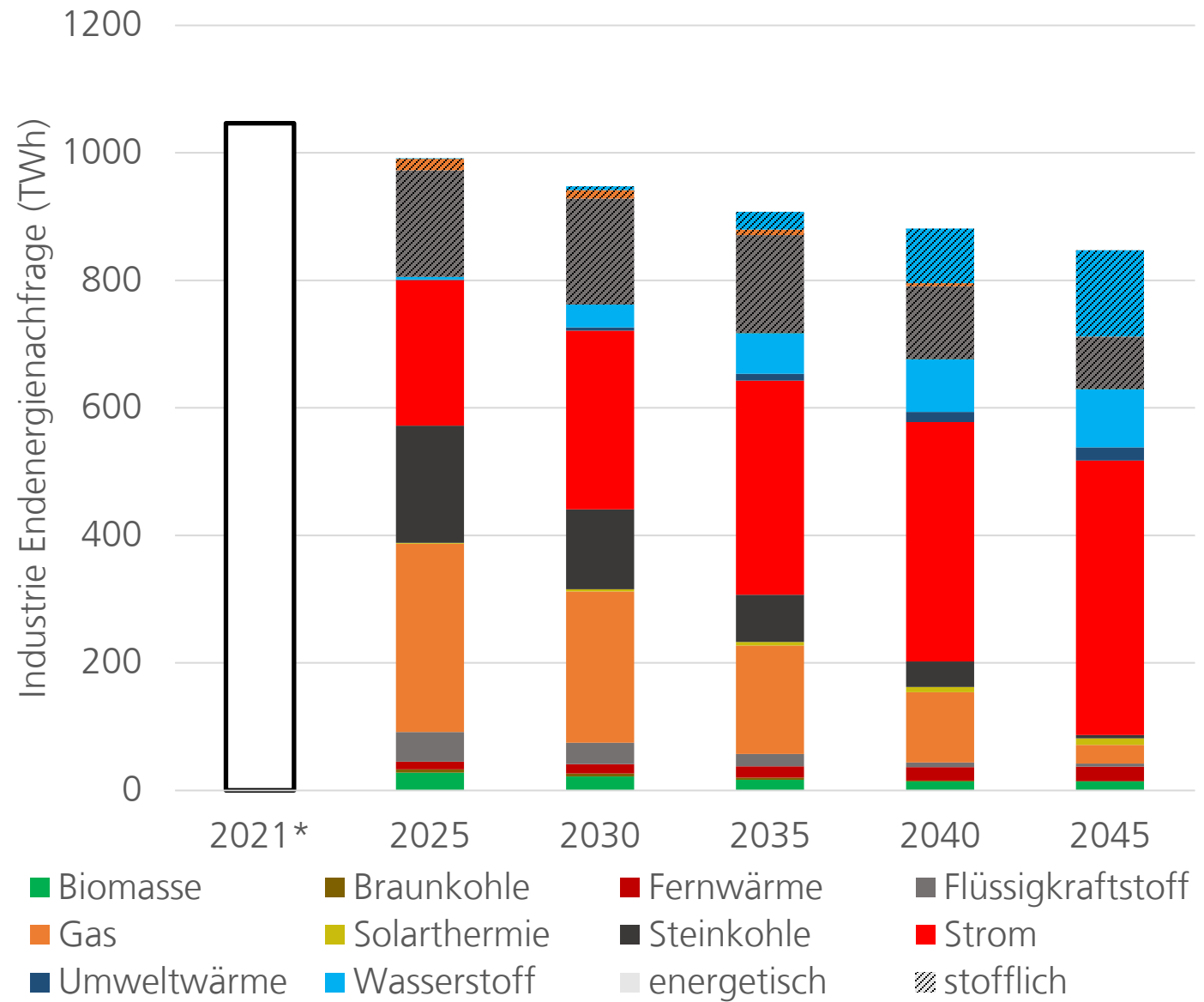
18. Symposium Energieinnovation

Graz, 15. Februar 2024

www.ise.fraunhofer.de

Forschungsfragen

1. Wie können Produktionsrouten industrieller Grundstoffe in einem Gesamtsystemmodell abgebildet werden?
2. Wie gestaltet sich die Transformation von Stahl-, Chemie- und Zementindustrie kostenoptimal aus Gesamtsystemsicht?
3. Welchen Bedarf hat die Grundstoffindustrie für den fEE- und PtX-Ausbau in Deutschland?



Das Energiesystemmodell REMod

Methode

Räumliche Auflöung

- Deutschland als Ein-Knoten-Modell

Umwandlungs- und Verbrauchssektoren

- Einbeziehung aller Verbrauchssektoren und Energieträger
- Mehrere Technologien werden separat optimiert
- Detaillierte Abbildung von Sektorkopplung

Optimierung

- Minimierung der Transformationskosten
- Jahresscharfe, simulationsbasierte Optimierung

Simulation

- Stündliche Simulation des Betriebs

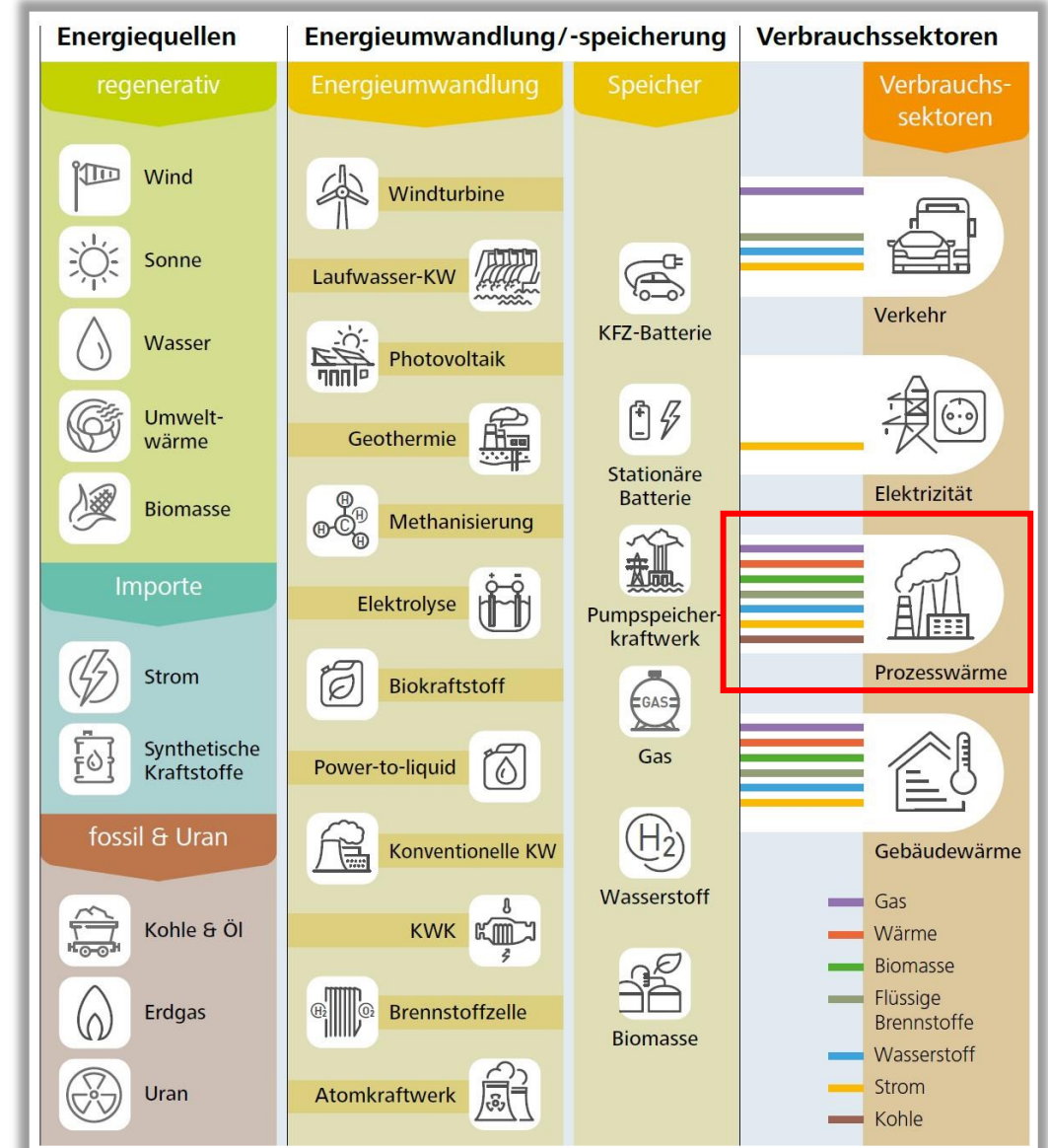
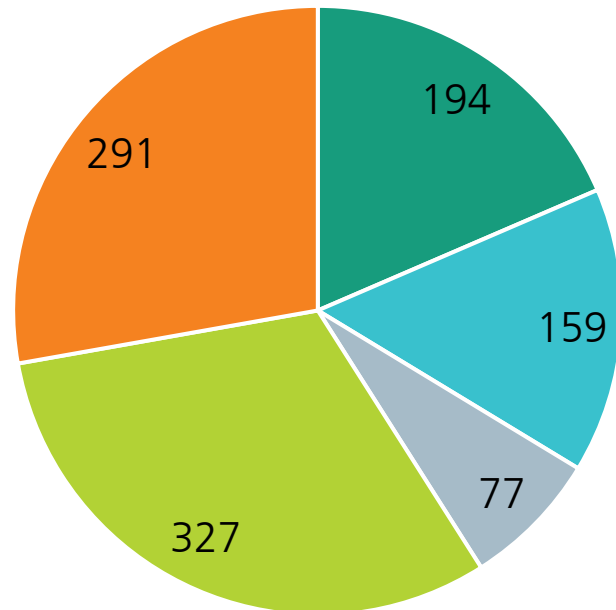


Abbildung von Produktionsrouten in einem Gesamtsystemmodell

Methode

Endenergie Industrie 2021 (TWh)



- Iron & Steel*
- Non-metallic minerals
- Feedstock
- Chemical & petrochemical
- Andere

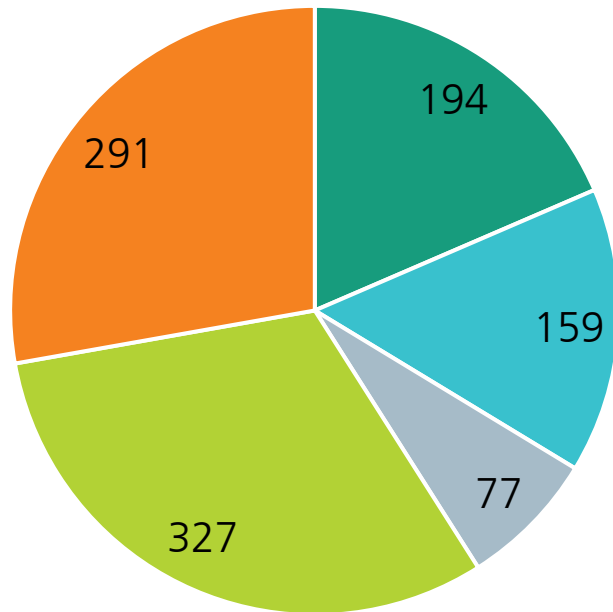
Motivation

- Erhöhen der technologischen Detailtiefe
- Berücksichtigen branchenspezifischer Randbedingungen
- Endogene Berücksichtigung von Rückkopplungen mit dem System

Abbildung von Produktionsrouten in einem Gesamtsystemmodell

Methode

Endenergie Industrie 2021 (TWh)



- Iron & Steel*
- Chemical & petrochemical
- Non-metallic minerals
- Andere
- Feedstock

Raumwärme

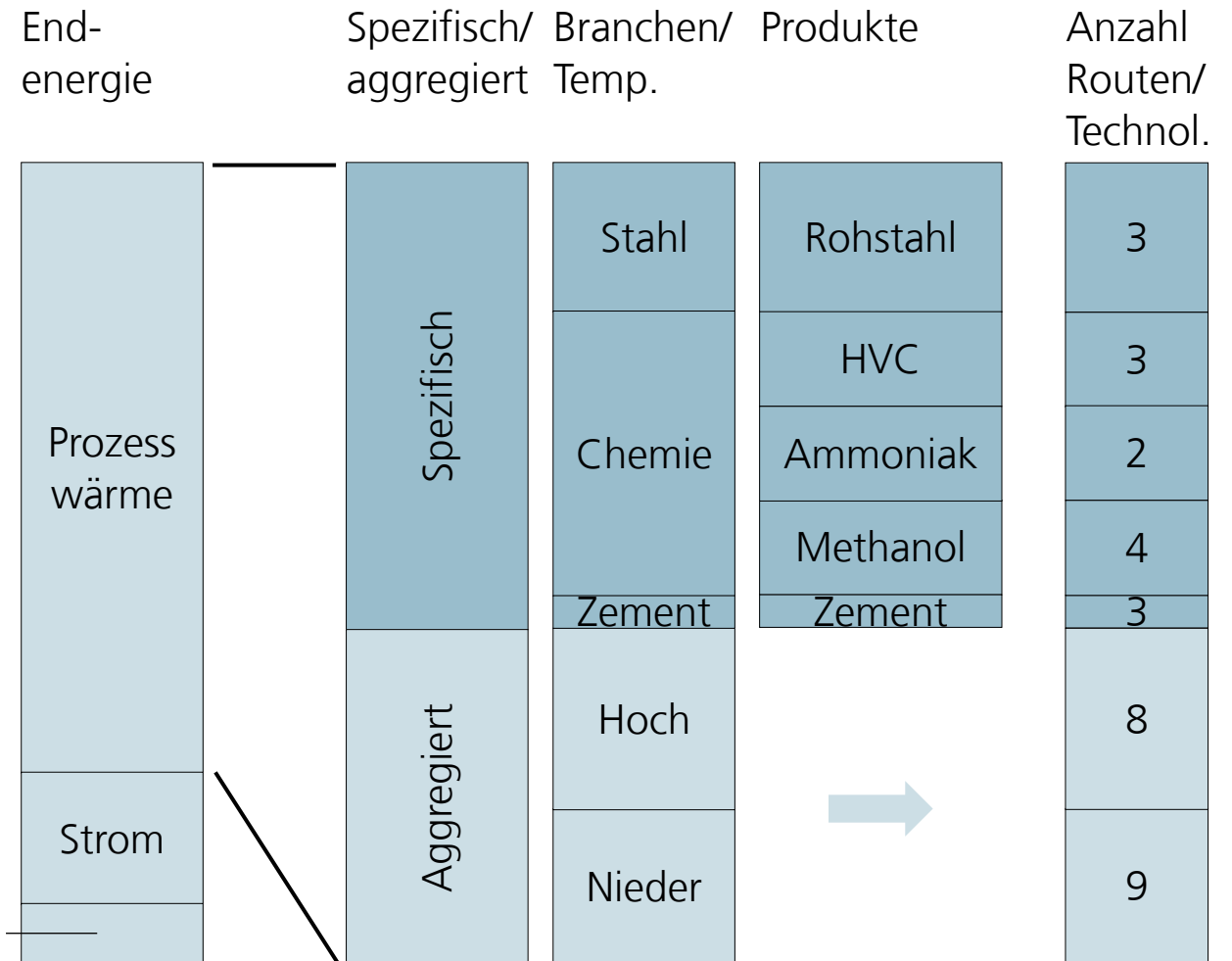
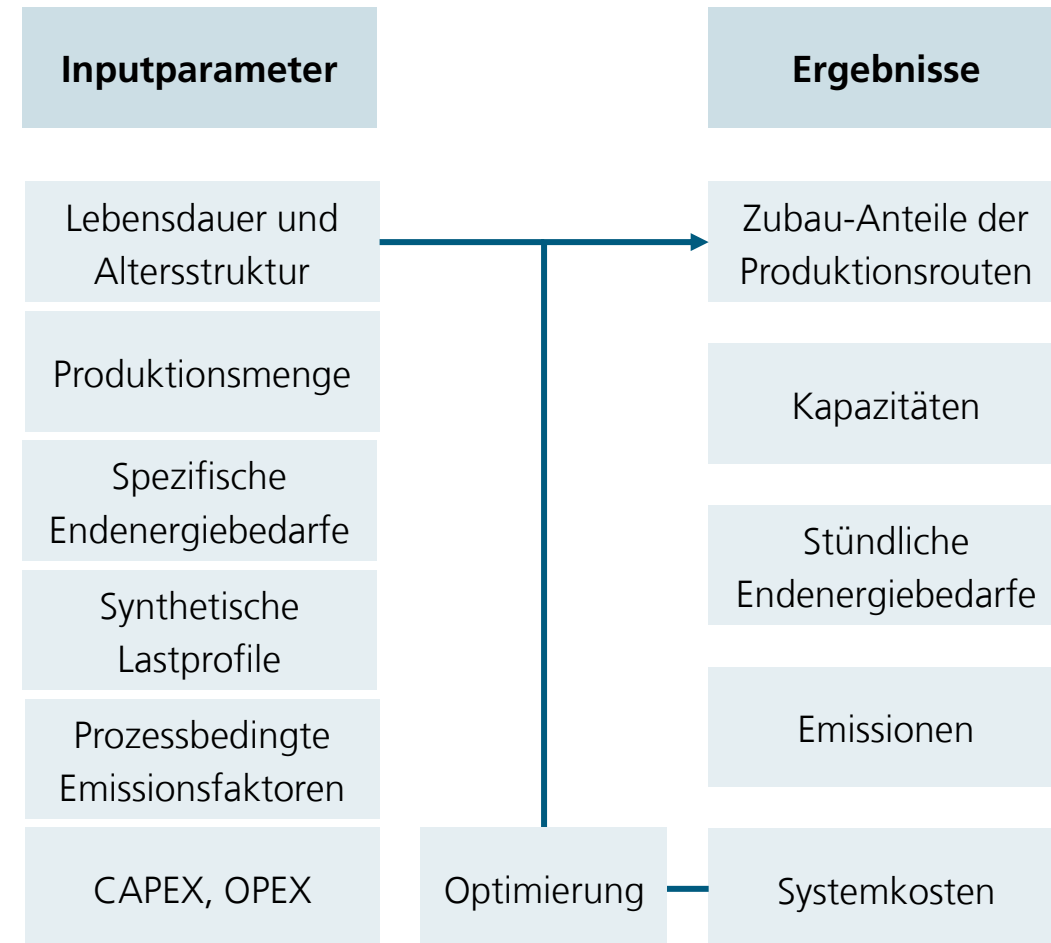
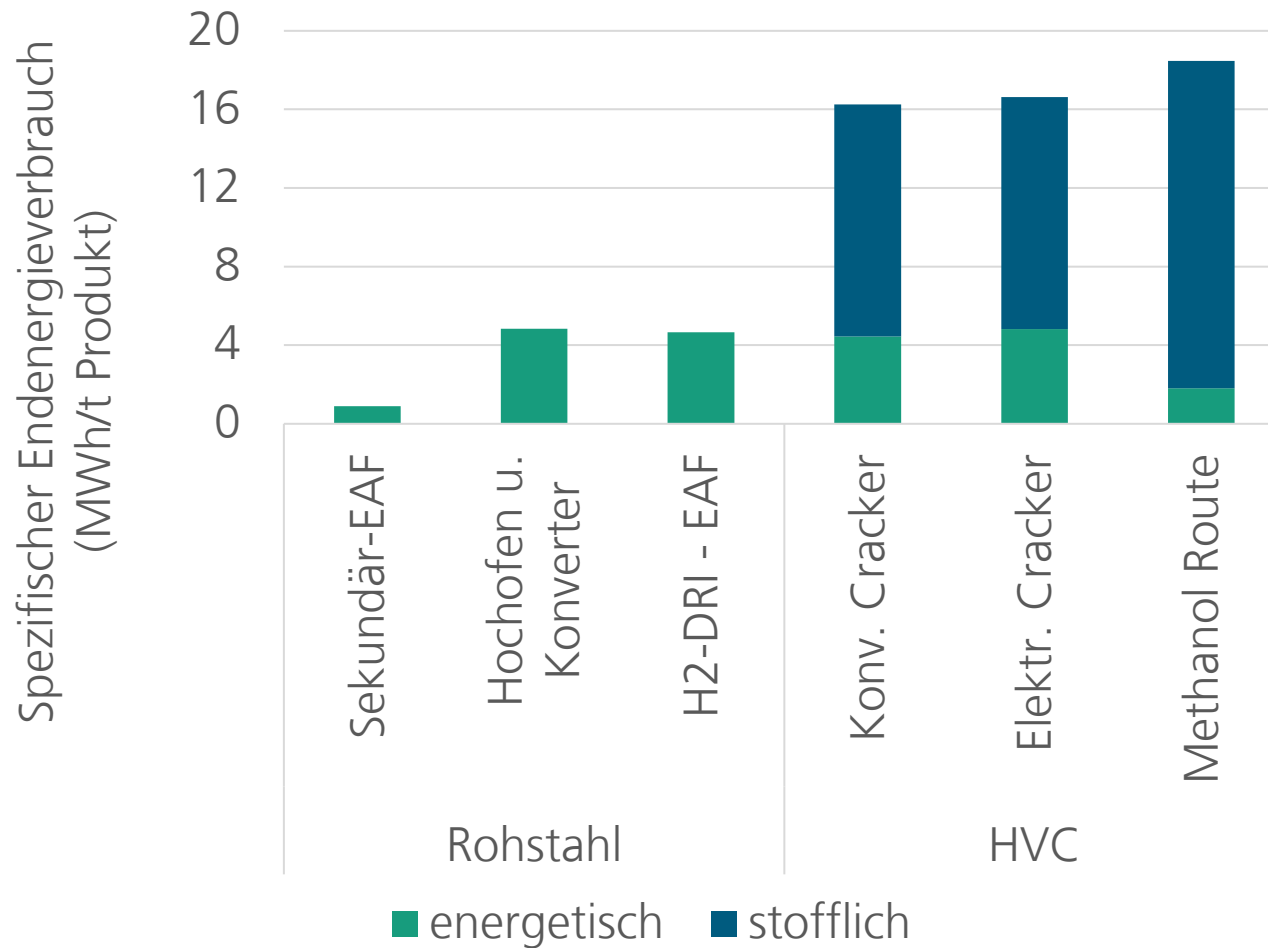


Abbildung von Produktionsrouten in einem Gesamtsystemmodell

Methode



Transformation der Grundstoffindustrie

CO₂-Reduktion

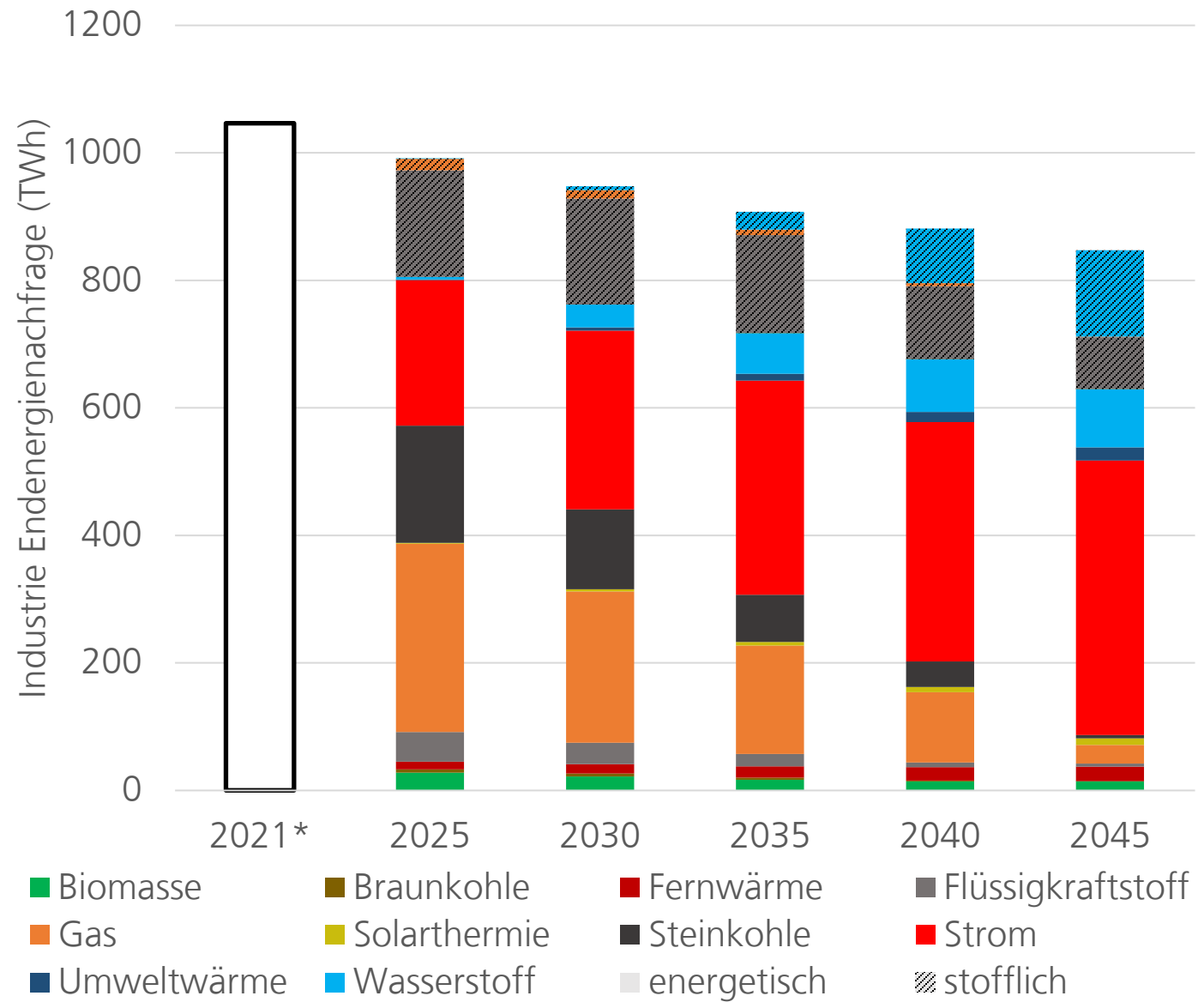
- -65% 2030
- -100% 2045
- KSG-konformes CO₂-Budget

Industrielle Nachfrage

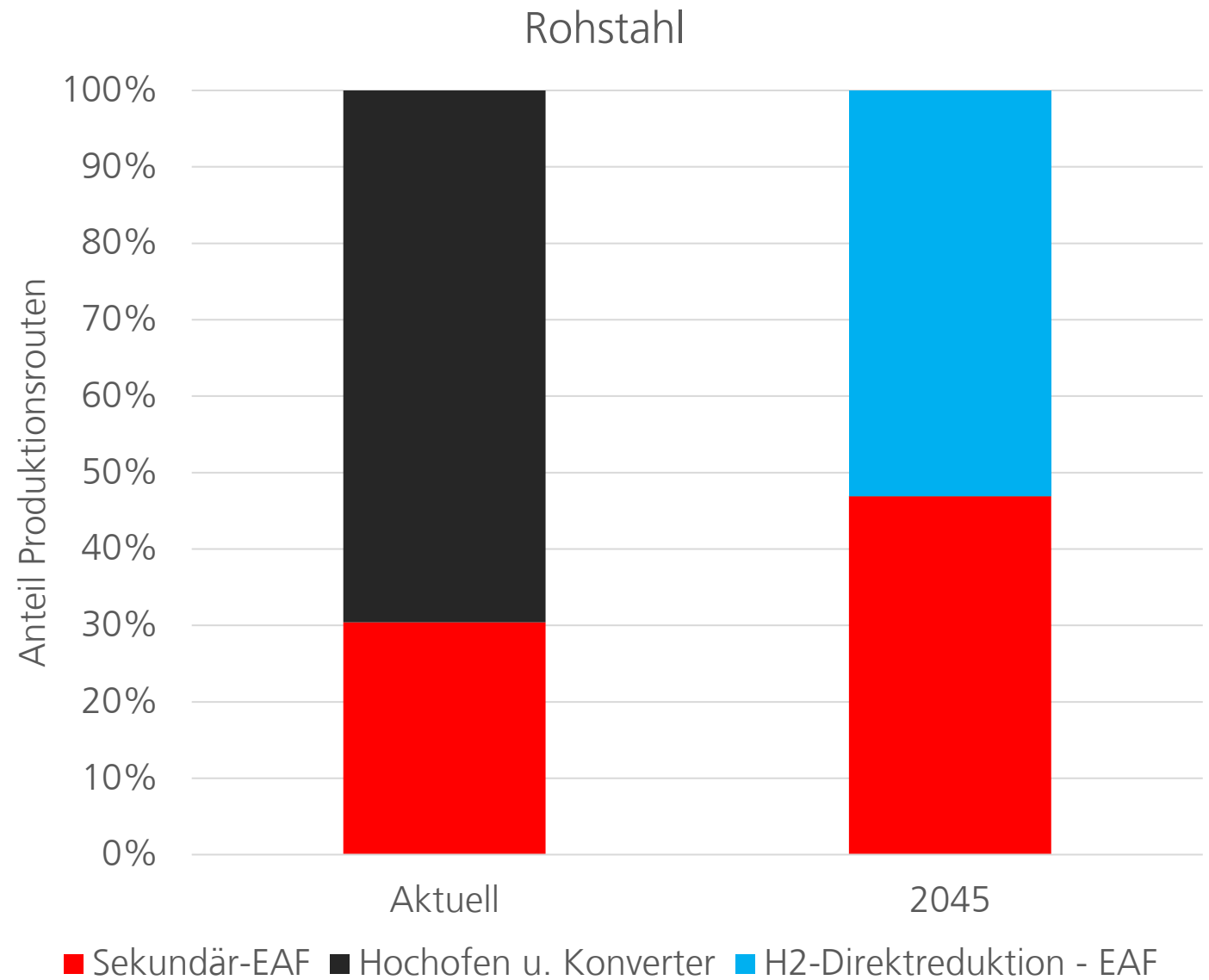
- Konstante Produktionsmengen der industriellen Grundstoffe
- Leichte Abnahme der restlichen Prozesswärme

Synthetische Importe

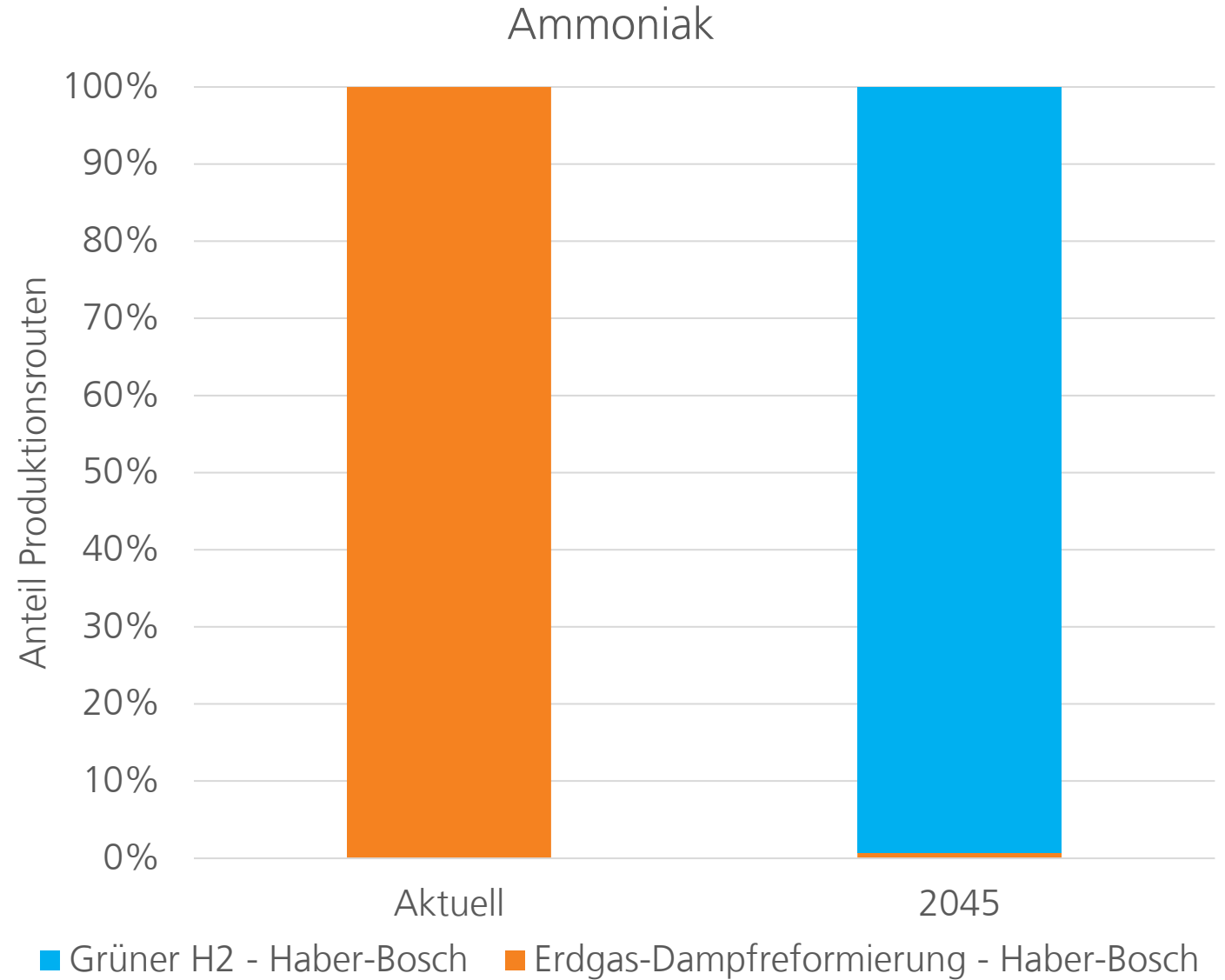
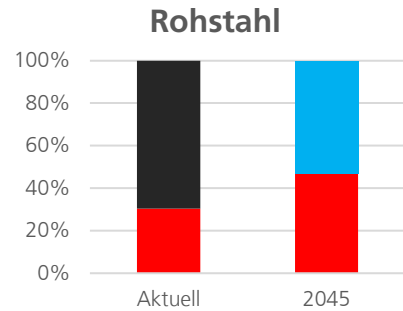
ansteigend auf 300 TWh in 2045



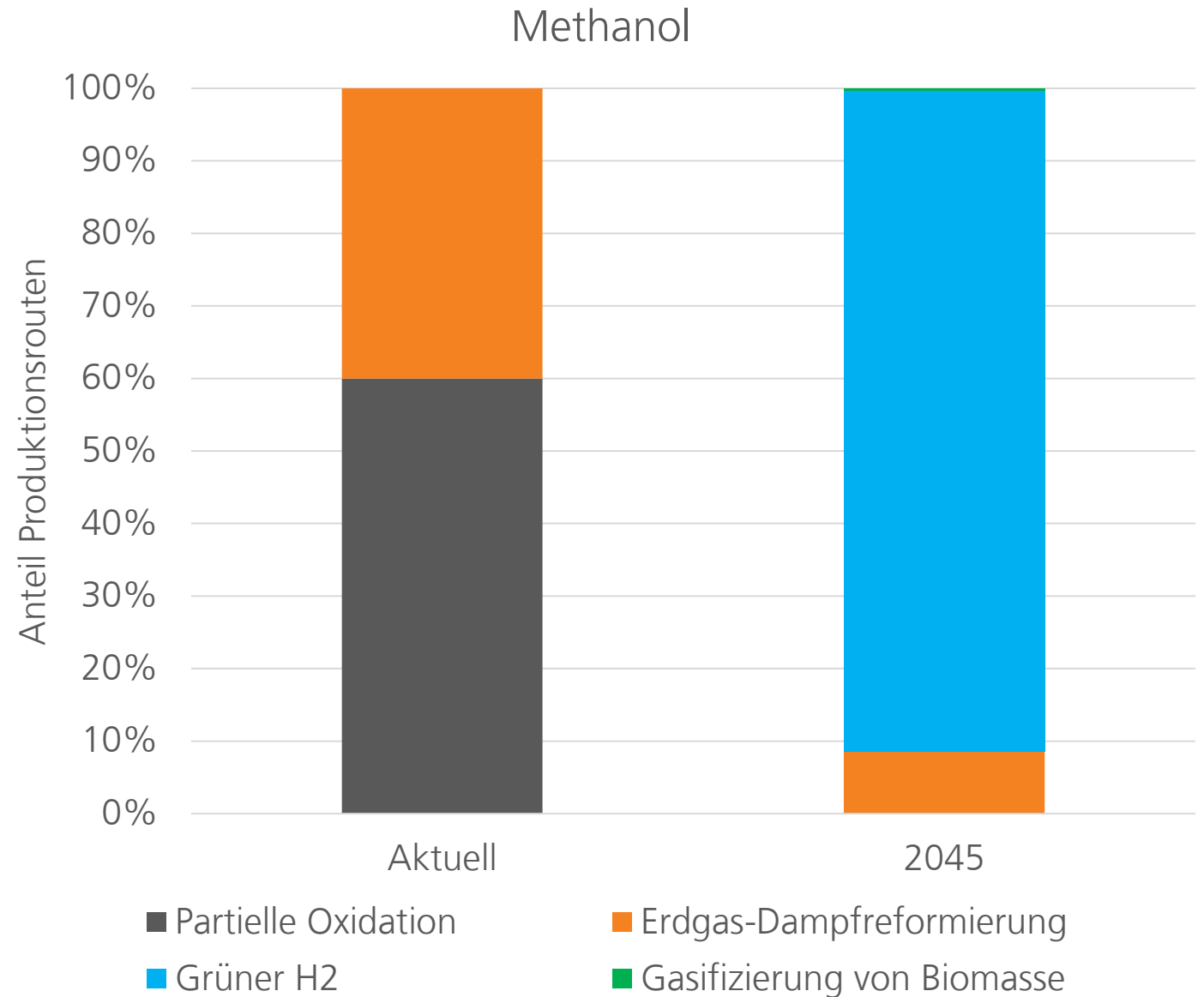
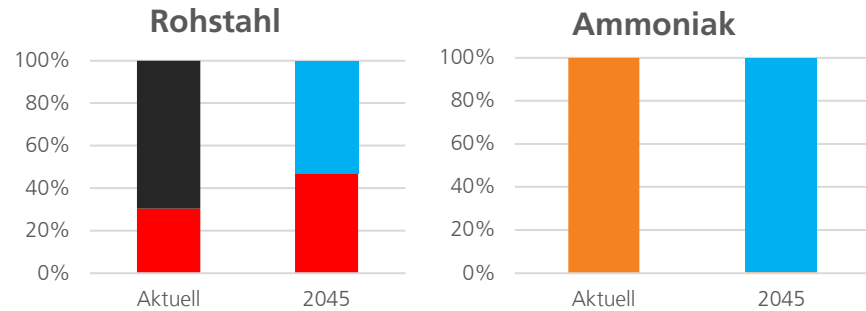
Transformation der Grundstoffindustrie



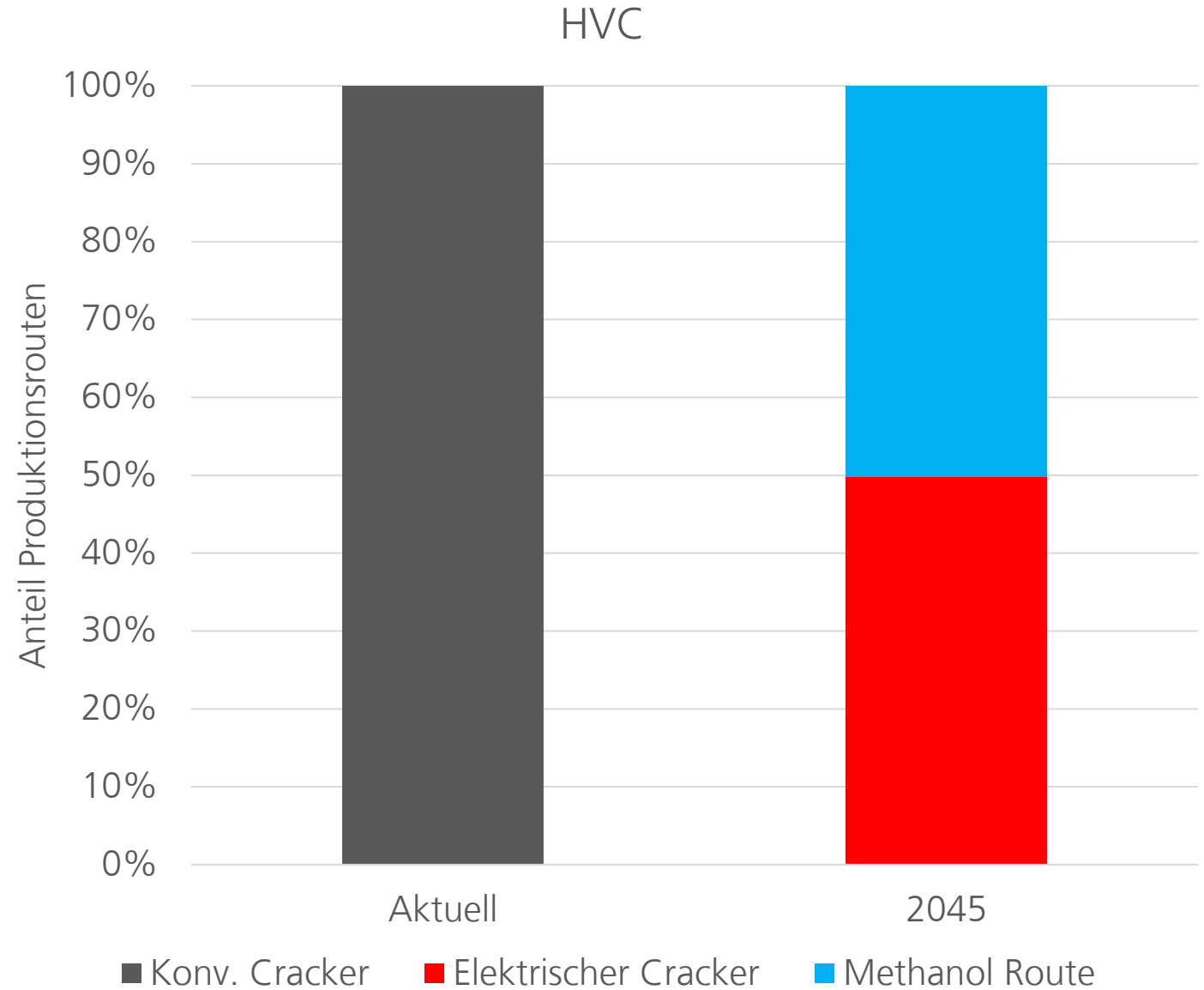
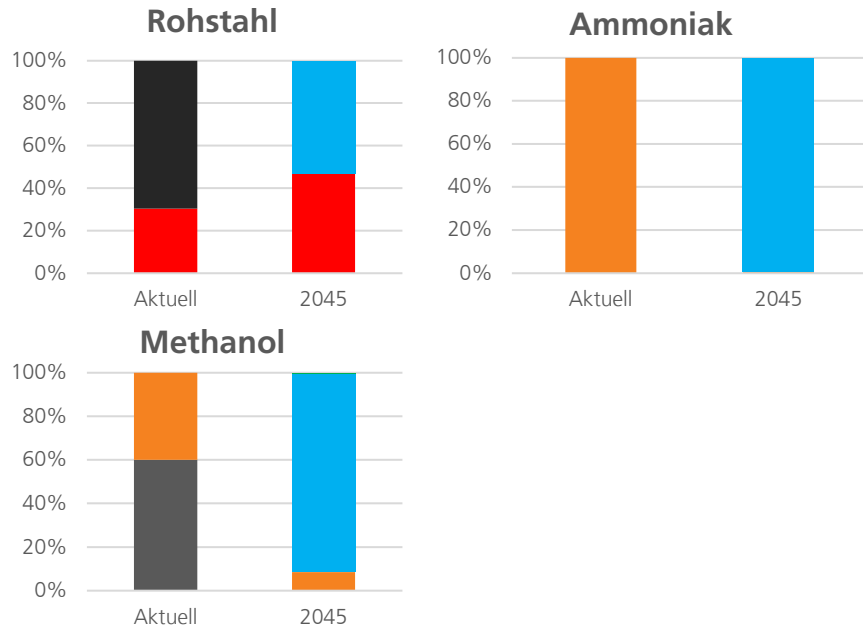
Transformation der Grundstoffindustrie



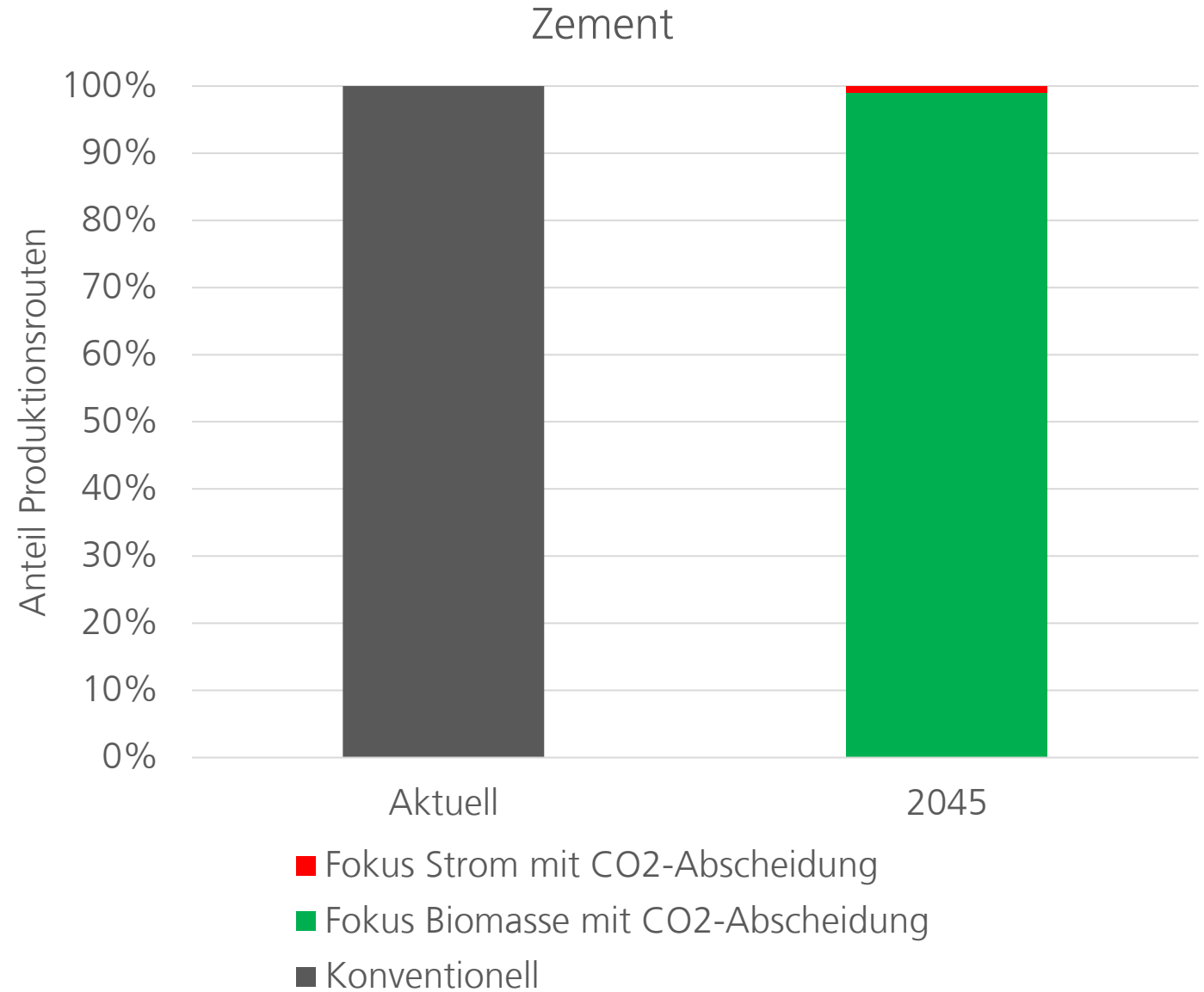
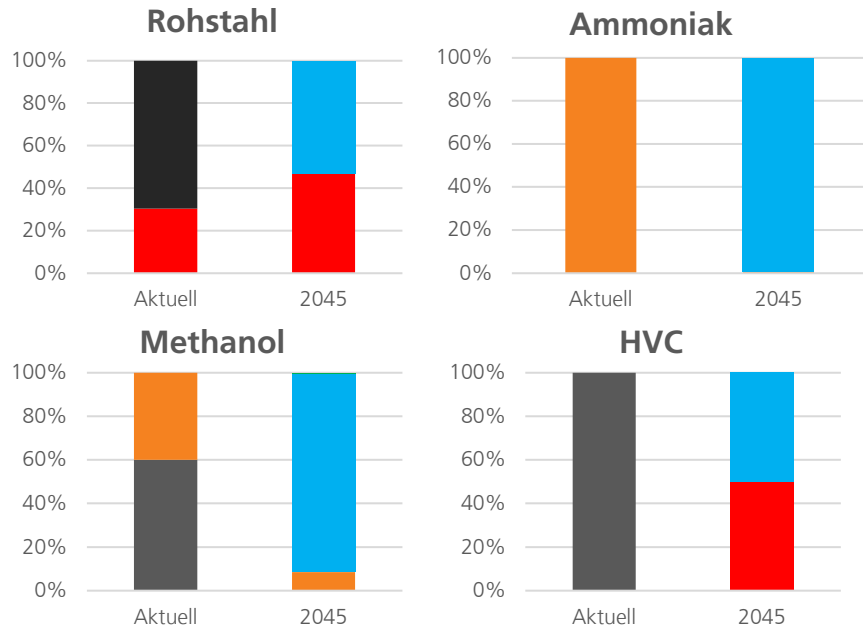
Transformation der Grundstoffindustrie



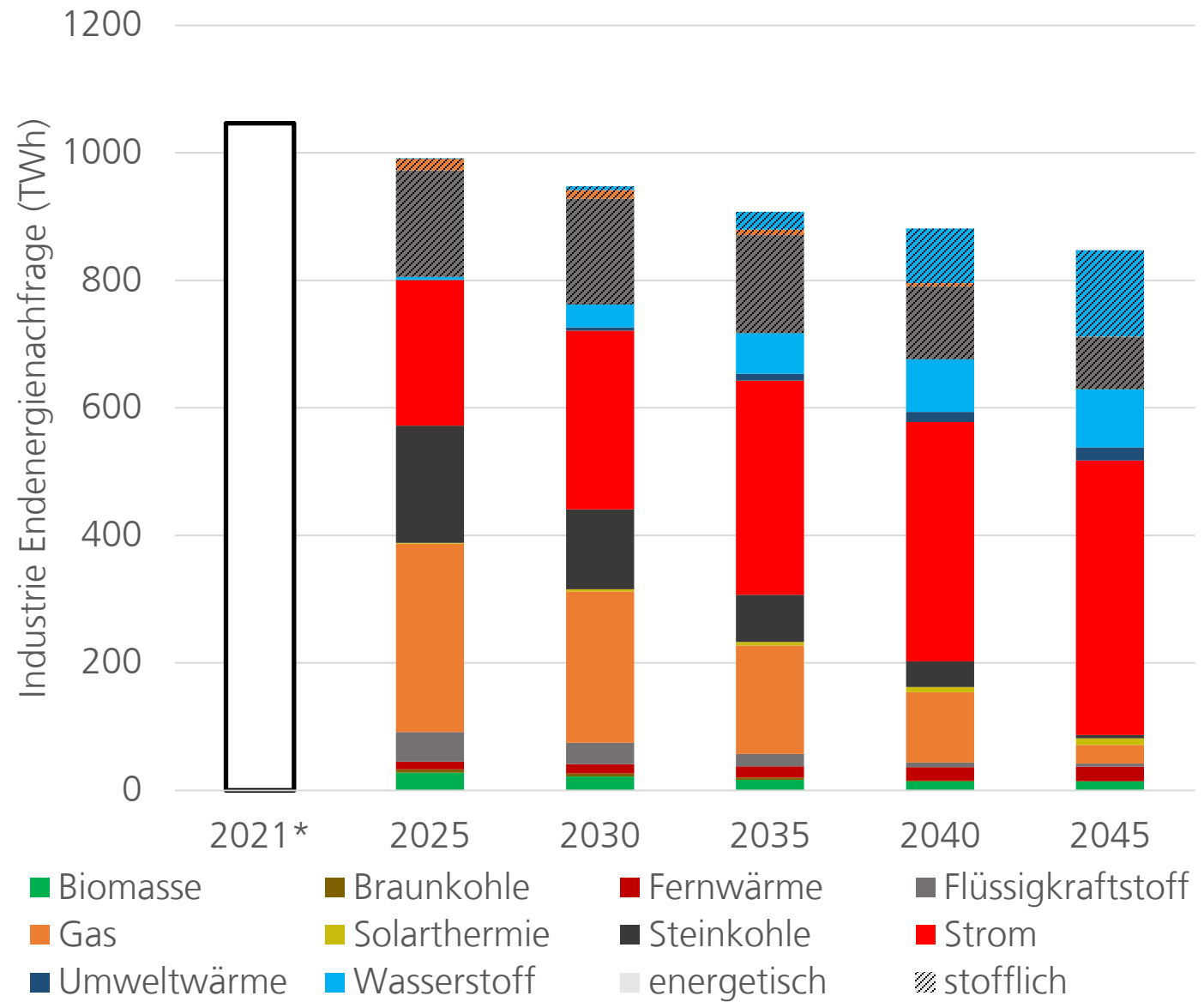
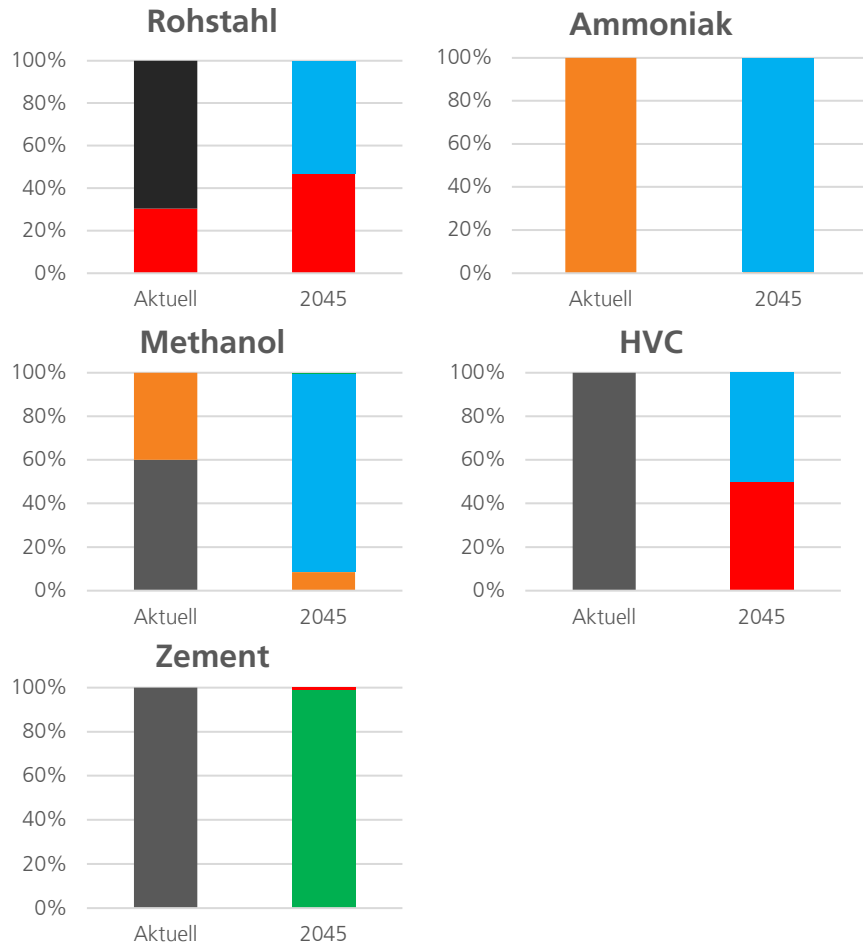
Transformation der Grundstoffindustrie



Transformation der Grundstoffindustrie



Transformation der Grundstoffindustrie



Welchen Bedarf an fEE- und PtX-Kapazitäten hat die Grundstoffindustrie?

Branchenanalyse

Methode

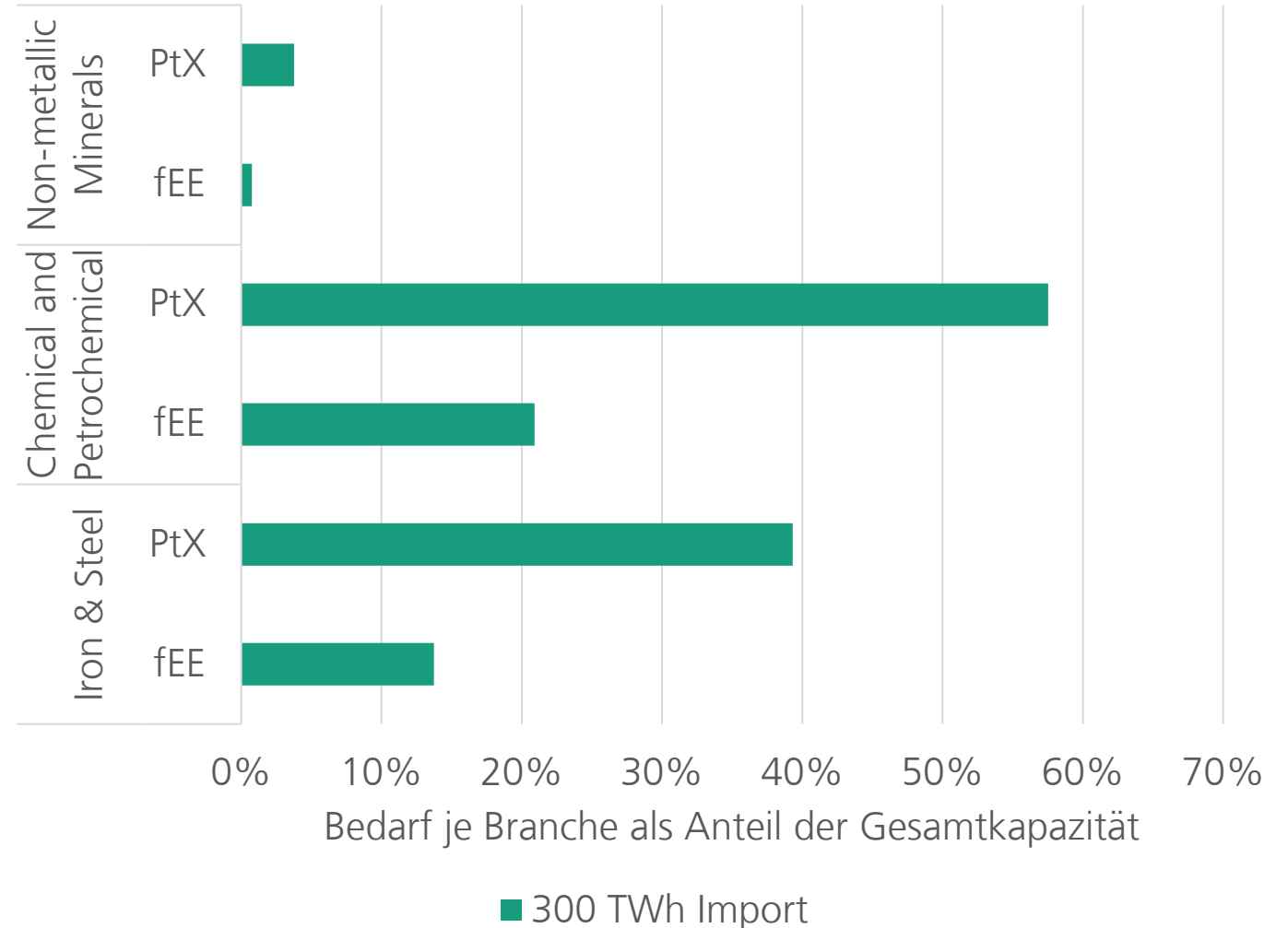
- Szenarien ohne einzelne Branchen
- CO₂-Ziel um Branchenanteil reduziert
- Differenz aus Basis minus "ohne Branche"

fEE-Kapazitäten

- Non-metallic minerals: 6 GW (1%)
- Chemical and Petrochemical: 161 GW (21%)
- Iron & Steel: 106 GW (14%)

PtX-Kapazitäten

- Non-metallic minerals: 4 GW (4%)
- Chemical and Petrochemical : 62 GW (58%)
- Iron & Steel: 42 GW (39%)



Welchen Bedarf an fEE- und PtX-Kapazitäten hat die Grundstoffindustrie?

Branchenanalyse

Methode

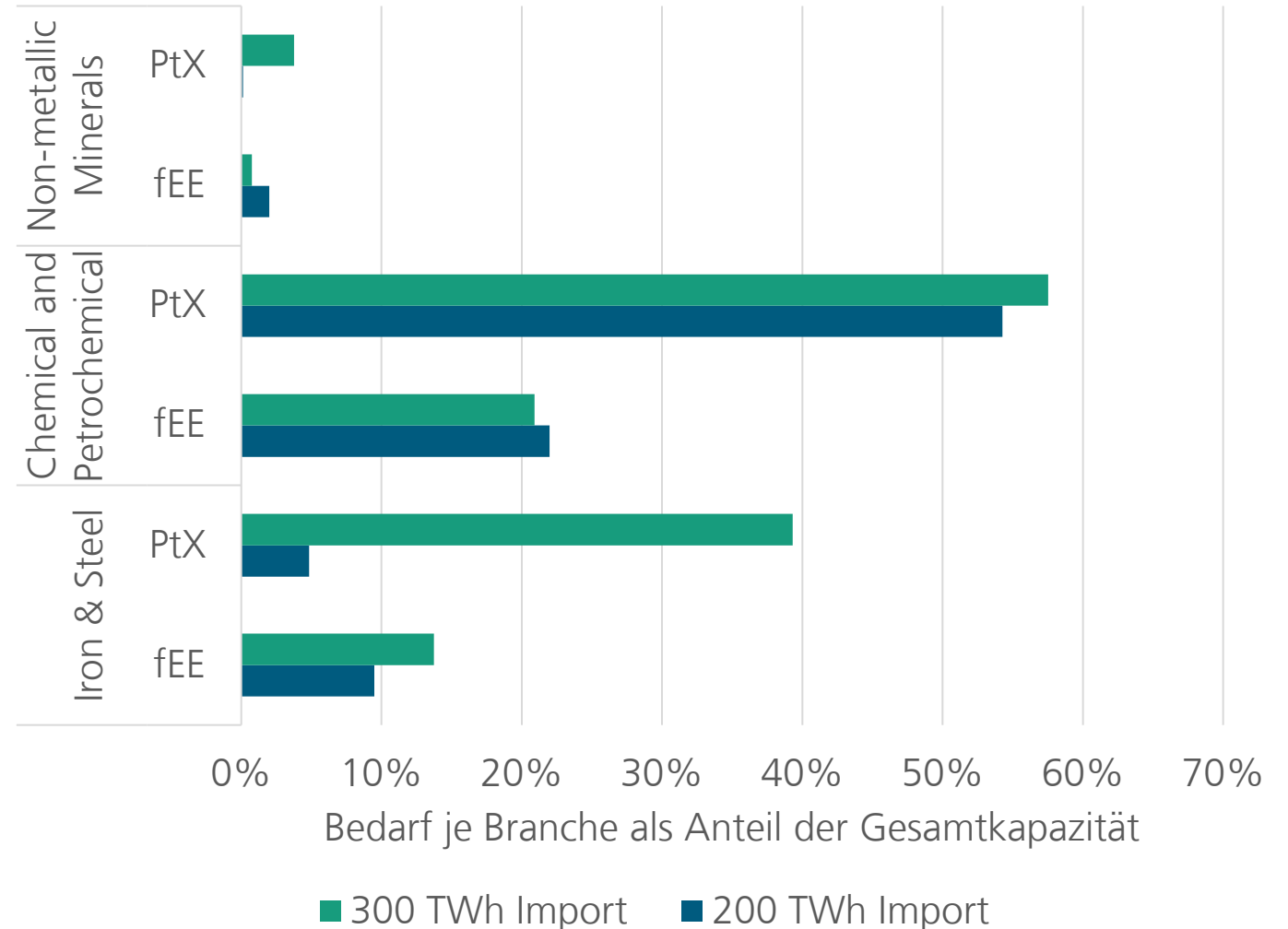
- Szenarien ohne einzelne Branchen
- CO₂-Ziel um Branchenanteil reduziert
- Differenz aus Basis minus "ohne Branche"

fEE-Kapazitäten

- Non-metallic minerals: 6 GW (1%)
- Chemical and Petrochemical: 161 GW (21%)
- Iron & Steel: 106 GW (14%)

PtX-Kapazitäten

- Non-metallic minerals: 4 GW (4%)
- Chemical and Petrochemical : 62 GW (58%)
- Iron & Steel: 42 GW (39%)



Zusammenfassung

Methode

- Detailtiefe eines Gesamtsystemmodells im Industriesektor über Abbildung einzelner Produktionsrouten für 6 industrielle Grundstoffe erhöht
- Parametrierung über Produktionsmenge und spezifische Energieverbräuche

Transformation der Grundstoffindustrie

- Erneuerbarer Strom für Prozesswärme und synthetische Energieträger als Feedstock sind zentral für die Transformation des Industriesektors

Energiebereitstellung für die Grundstoffindustrie

- fEE-Bedarfe: 1% (Non-metallic minerals), 21% (Chemical and Petrochemical) und 14% (Iron & Steel)
- PtX-Bedarfe: 4% (Non-metallic minerals), 58% (Chemical and Petrochemical) und 39% (Iron & Steel)

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Markus Kaiser
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ: 03EI1026A