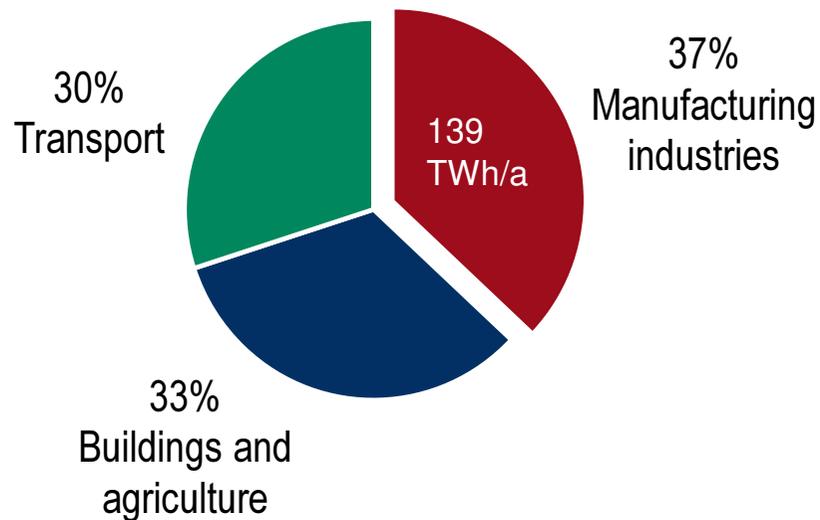


WEGE ZUR KLIMANEUTRALITÄT IN ÖSTERREICHS INDUSTRIE

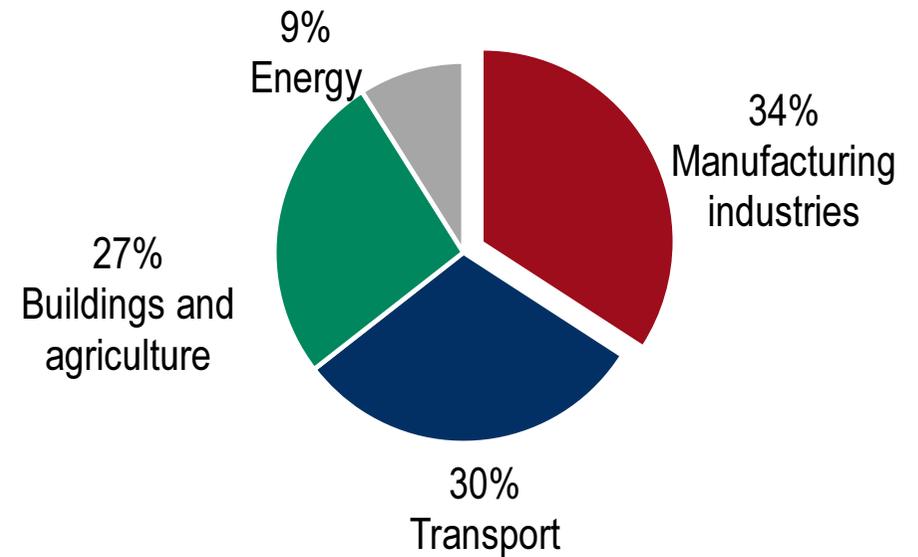
THOMAS KIENBERGER

DIE INDUSTRIE IST FÜR 1/3 DER THG-EMISSIONEN IN ÖSTERREICH VERANTWORTLICH

Primärenergiebedarf nach Sektor^[1]



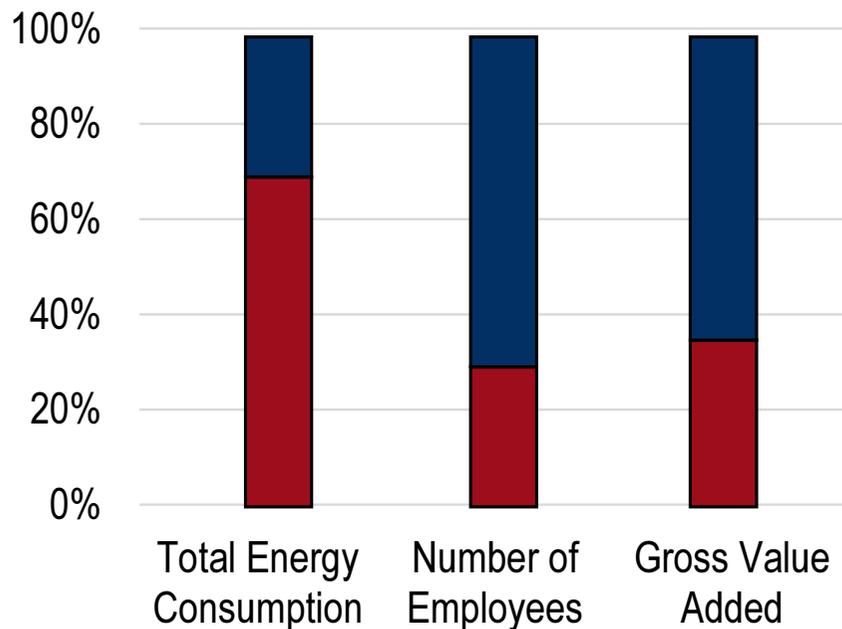
THG-Emissionen nach Sektor^[2]



[1] Sejkora et al., „Exergy as Criteria for Efficient Energy Systems – A Spatially Resolved Comparison of the Current Exergy Consumption, the Current Useful Exergy Demand and Renewable Exergy Potential“, *Energies*, 2020

[2] Austrian Federal Environment Agency, „National Inventory Report 2021“

DIE INDUSTRIE IST FÜR 1/3 DER THG-EMISSIONEN IN ÖSTERREICH VERANTWORTLICH



- **Energy Intensive Subsectors** [3]
 (e.g. Iron & Steel, Pulp & Paper, ...)
 - Extract or process raw or produce basic materials
 - Exhibit a limited range of varying production processes and principles

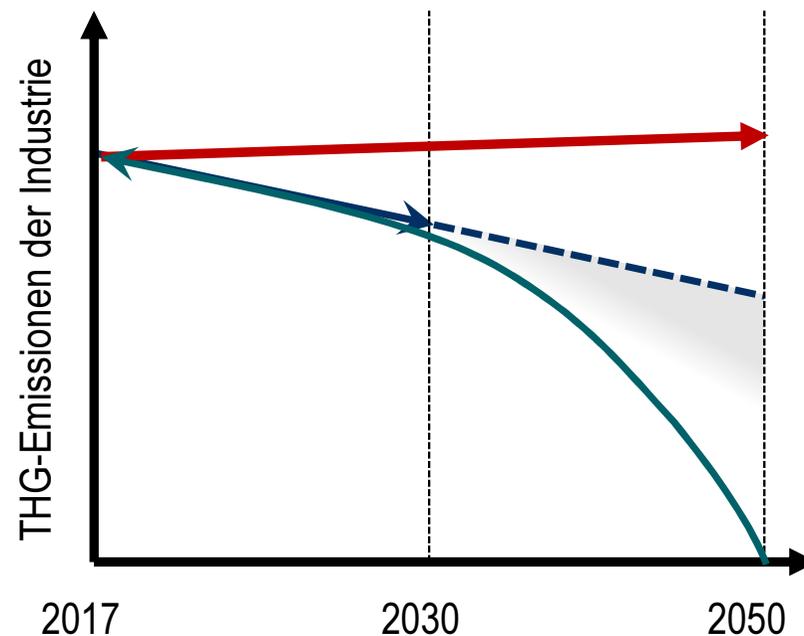
- **Non-Energy Intensive Subsectors** [3]
 (e.g. Machinery, Food & Beverages, ...)
 - Further processing of basic materials and specialisation to specific end-consumer products
 - Vast range of processes and products involved

[3]...European Commission, Statistical Office of the European Union, EuroStat Database, 2022

WEGE ZUR KLIMANEUTRALITÄT DER ÖSTERREICHISCHEN INDUSTRIE

Szenarien sind keine Prognosen, sondern spannen Handlungsräume auf um:

- No-regret Maßnahmen abzuleiten
- Chancen aber auch Schwierigkeiten zu erkennen
- Um Industriepolitik, FTI-Politik, Infrastrukturpolitik evidenzbasiert zu gestalten



Weiterführen bestehender Trends – **Business as Usual (BAU)**

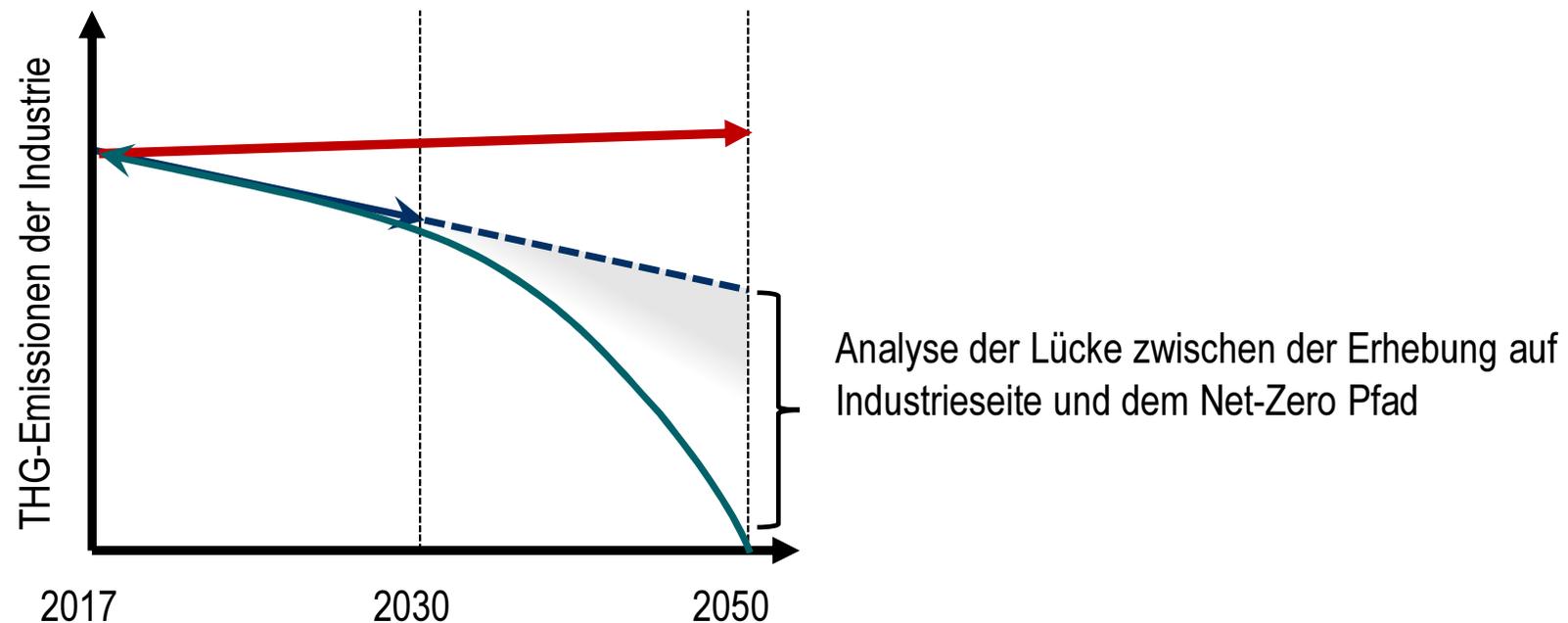
Innensicht der Industrie – wie sehen Experten aus der Industrie ihren Pfad zur Klimaneutralität - **Pathway of Industry (Pol)**

Wissenschaftlicher Pfad für eine Zero-Emission Zielerreichung, ausgehend von 2050 mittels Backcasting – **Zero Emission (ZEM)**

WEGE ZUR KLIMANEUTRALITÄT DER ÖSTERREICHISCHEN INDUSTRIE

Szenarien sind keine Prognosen, sondern spannen Handlungsräume auf, um:

- No-regret Maßnahmen abzuleiten
- Chancen aber auch Schwierigkeiten zu erkennen
- Um Industriepolitik, FTI-Politik, Infrastrukturpolitik evidenzbasiert zu gestalten



WEGE ZUR KLIMANEUTRALITÄT DER ÖSTERREICHISCHEN INDUSTRIE

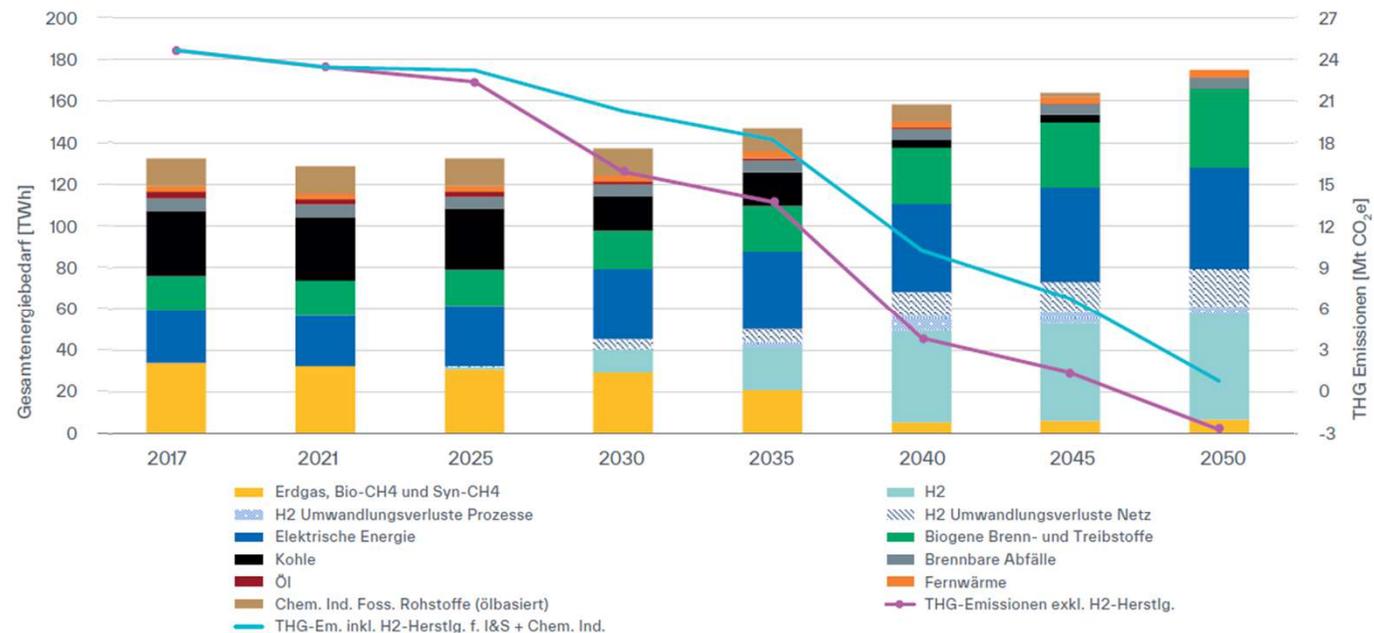
Geringe Unterschiede zwischen POI und ZEM

- Robuste Ergebnisse

Silverbullet-Lösungen gibt es kaum, oft entstehen Kombinationen dreier Handlungsfelder

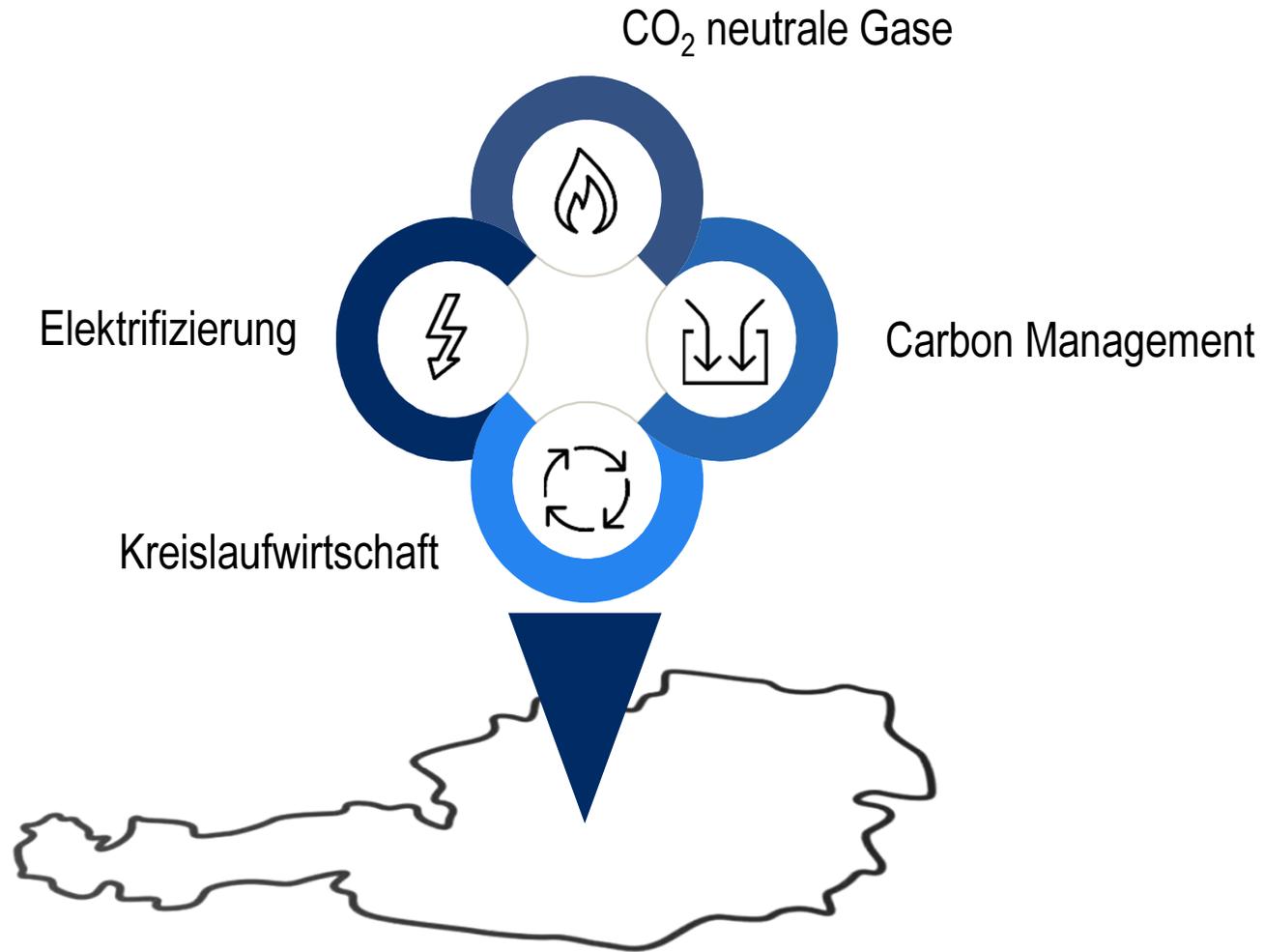
- Elektrifizierung
- Erneuerbare Gase
- Carbon-Management
- Kreislaufwirtschaft senkt Energiebedarfe on-top

*nicht untersucht: Verlagerung von Teilen der Wertschöpfungsketten

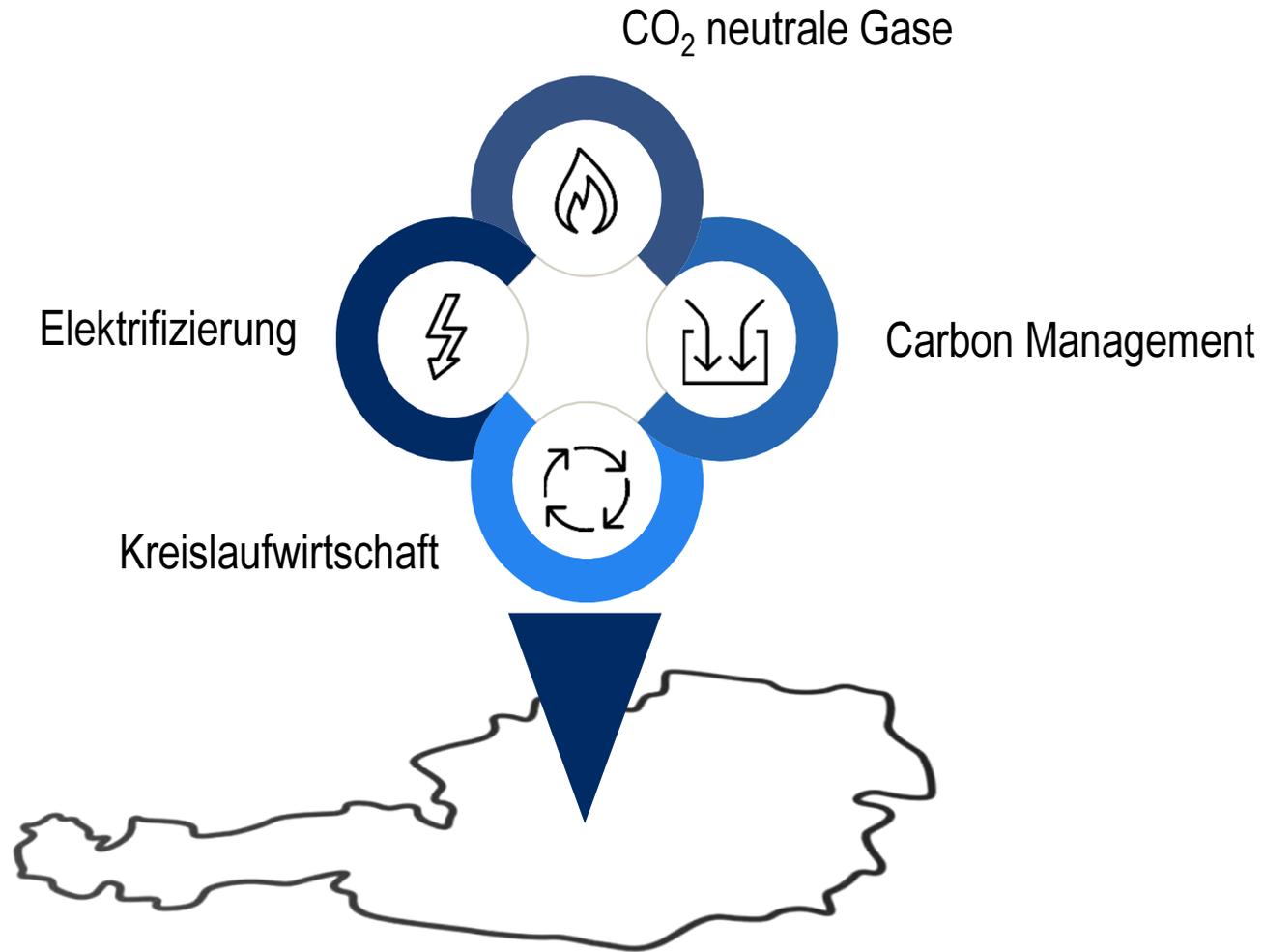


[4]...Nagovnak et al, Assessment of technology-based options for climate neutrality in Austrian manufacturing industry, 2024

HANDLUNGSFELDER



HANDLUNGSFELDER



ELEKTRIFIZIERUNG

Erste große Umsetzungen bereits am Entstehen – Stichwort Lichtbogenöfen voestalpine

Strombedarf der Industrie heute rund 24 TWh

Entwicklung und Treiber:

- Elektrifizierung von Wärmeanwendungen im Vordergrund
- Verdopplung bis 2050*

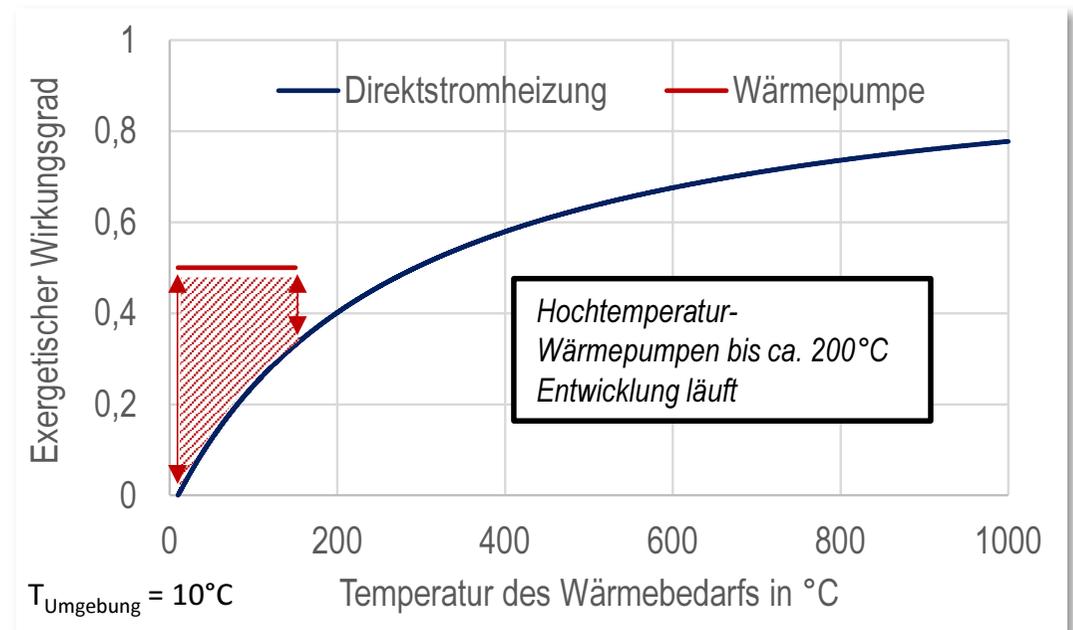
* Bedarfe für etwaige vorgelagerte Elektrolysen nicht eingerechnet.

Bedarfe:

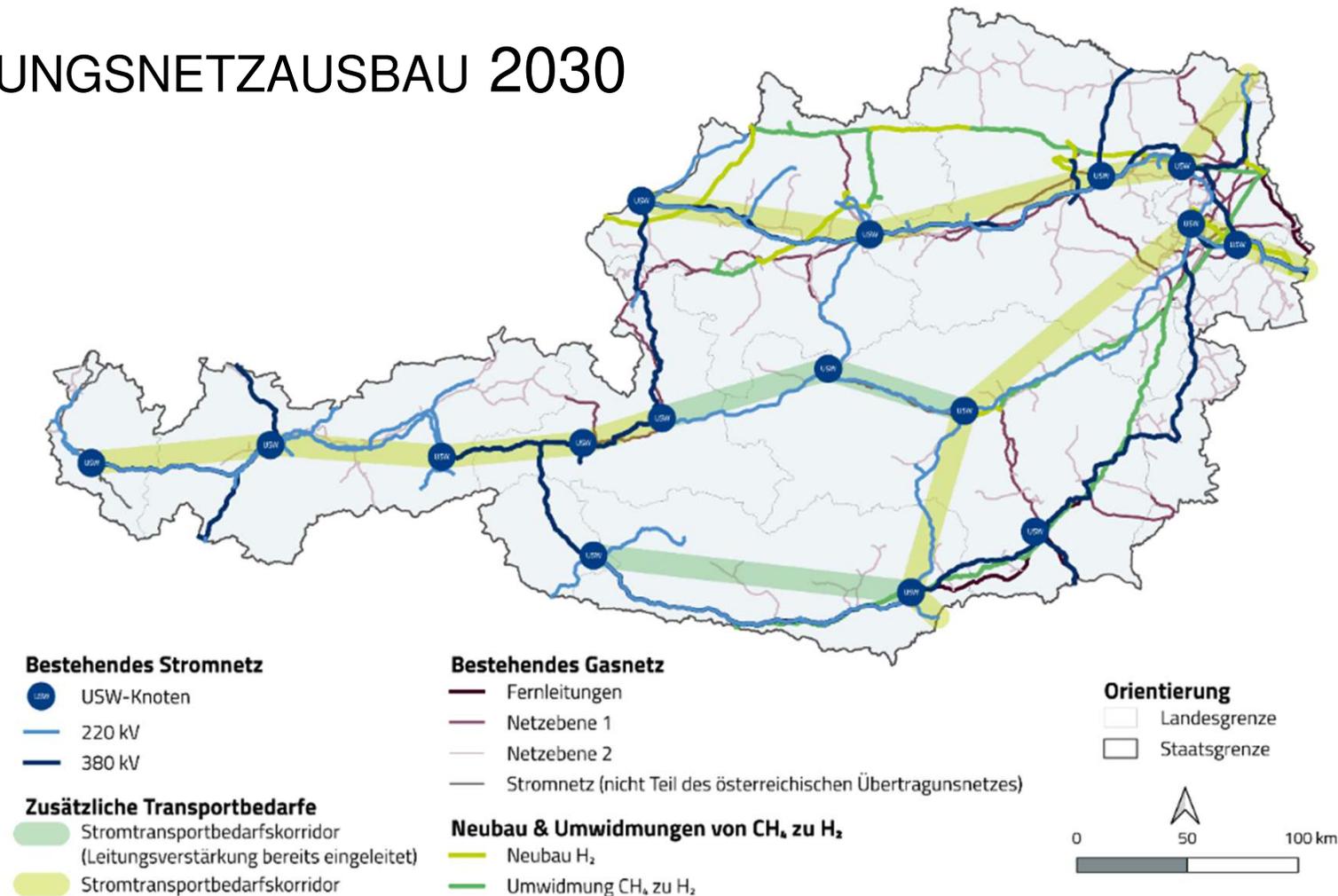
- Hochtemperaturelektrifizierung
 - Sektor Eisen und Stahl + ca. 5 TWh
 - Chemie + ca. 3,5 TWh
- Elektrifizierung bei Nieder- und Mitteltemperaturprozessen +10-15 TWh
- Strombedarf für CO₂-Abtrennung (Luftzerlegung) im Sektor nicht-metallische Mineralien + 2 TWh

$$COP = \frac{1}{\eta_{Carnot}} \cdot v = \left(1 - \frac{T_{Zu,1}}{T_{Ab,2}}\right)^{-1} \cdot v$$

$$\eta_{Ex} = \eta_{En} \cdot \frac{f_{ExOut}}{f_{ExIn}} = \left(1 - \frac{T_{Zu,1}}{T_{Ab,2}}\right) \cdot \left(1 - \frac{T_{Zu,1}}{T_{Ab,2}}\right)^{-1} \cdot v = v$$

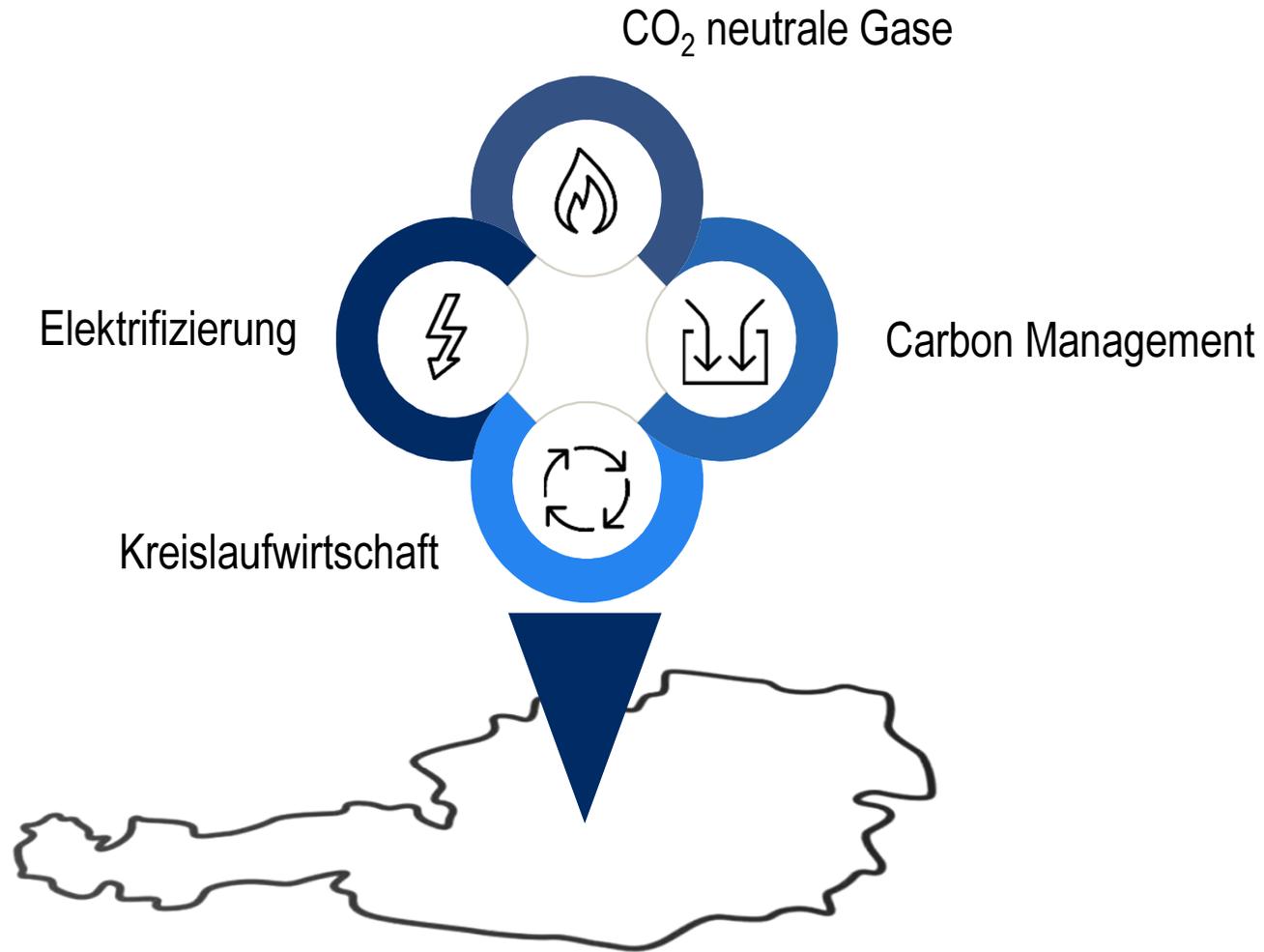


ÜBERTRAGUNGSNETZAUSBAU 2030



- Integration der Erneuerbaren und verstärkte Einbettung ins europäische Verbundnetz erfordert Ost-West Ausbau
- Zusätzliche Vermaschung erhöht Versorgungssicherheit

HANDLUNGSFELDER



NACHFRAGE AN KLIMANEUTRALEN GASEN FÜR DIE INDUSTRIE

Erdgasbedarf der Industrie heute rund 40 TWh

Entwicklung:

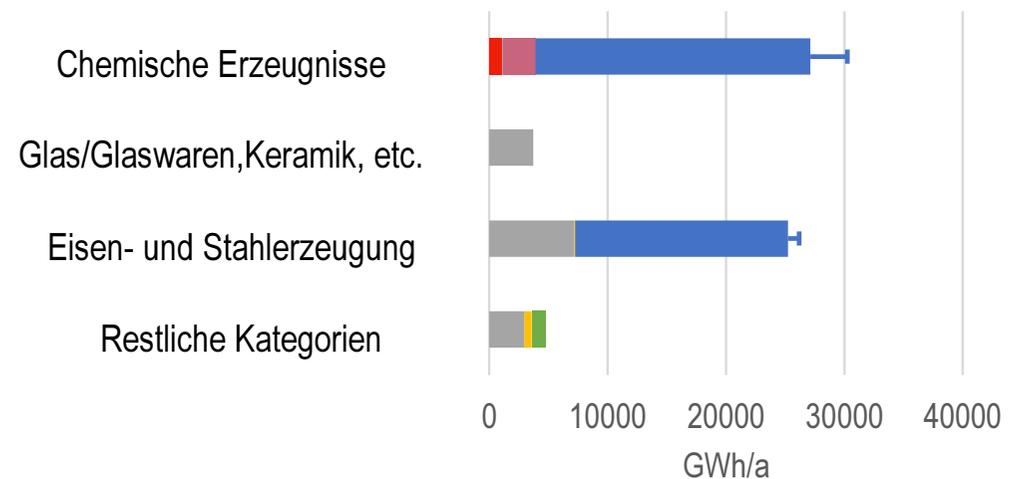
- Bei gleicher Industriestruktur 2050 signifikant größerer Gasbedarf (60 TWh Minimum)
- Erneuerbare Gase substituieren nicht nur Erdgas, sondern auch Kohle (Sektor Eisen und Stahl) und Naphta (Sektor Chemie)

Treiber:

- Bei thermodynamisch sinnvollem Vorgehen: Reduktionsmittelbedarfe
- Gewisse Hochtemperatur Anwendungen

Summe:
67 TWh

Szenario "Energieeffizienz"



■ Wärmebedarf (H2 od. CH4)
 ■ Raumheizung (H2 od. CH4)
 ■ Dampferzeugung (H2 od. CH4)
 ■ Industrieöfen (H2 od. CH4)
 ■ Standmotoren (H2 od. CH4)
 ■ Standmotoren (H2 für E-Fuels)
 ■ Prozessbedarf (H2 od. CH4)
 ■ Prozessbedarf (H2)

[5]...Baumann et al, Erneuerbares Gas in Österreich 2040, BMK 2021

AUFBRINGUNG VON KLIMANEUTRALEN GASEN

Bio-CH₄, Bio-SNG, grüner H₂



Technische Potenziale

Biomethan (Vergärungsroute) ca. 18 TWh

- Abfälle
- Halmgutartige Biomasse
- Landwirtschaftliche Reststoffe

Bio-SNG (Vergasungsroute)

ca. 42 TWh

- Energetisch zu nutzender Anteil am Holzzuwachs (heute vollständig in Verwendung...)

ca. 4 TWh

- Vergasung Gärrest

Grüner Wasserstoff

Im Jahr 2030 ca. 5 TWh (EAG)

Erschließbare Potentiale

Biomethan

- ca. 22-46 %

Bio-SNG

- ca. 9-17 %

Insgesamt in Österreich technische Potentiale an grünem Gas: ca. 64 TWh/a

Erschließbare Potentiale: max. 20 TWh

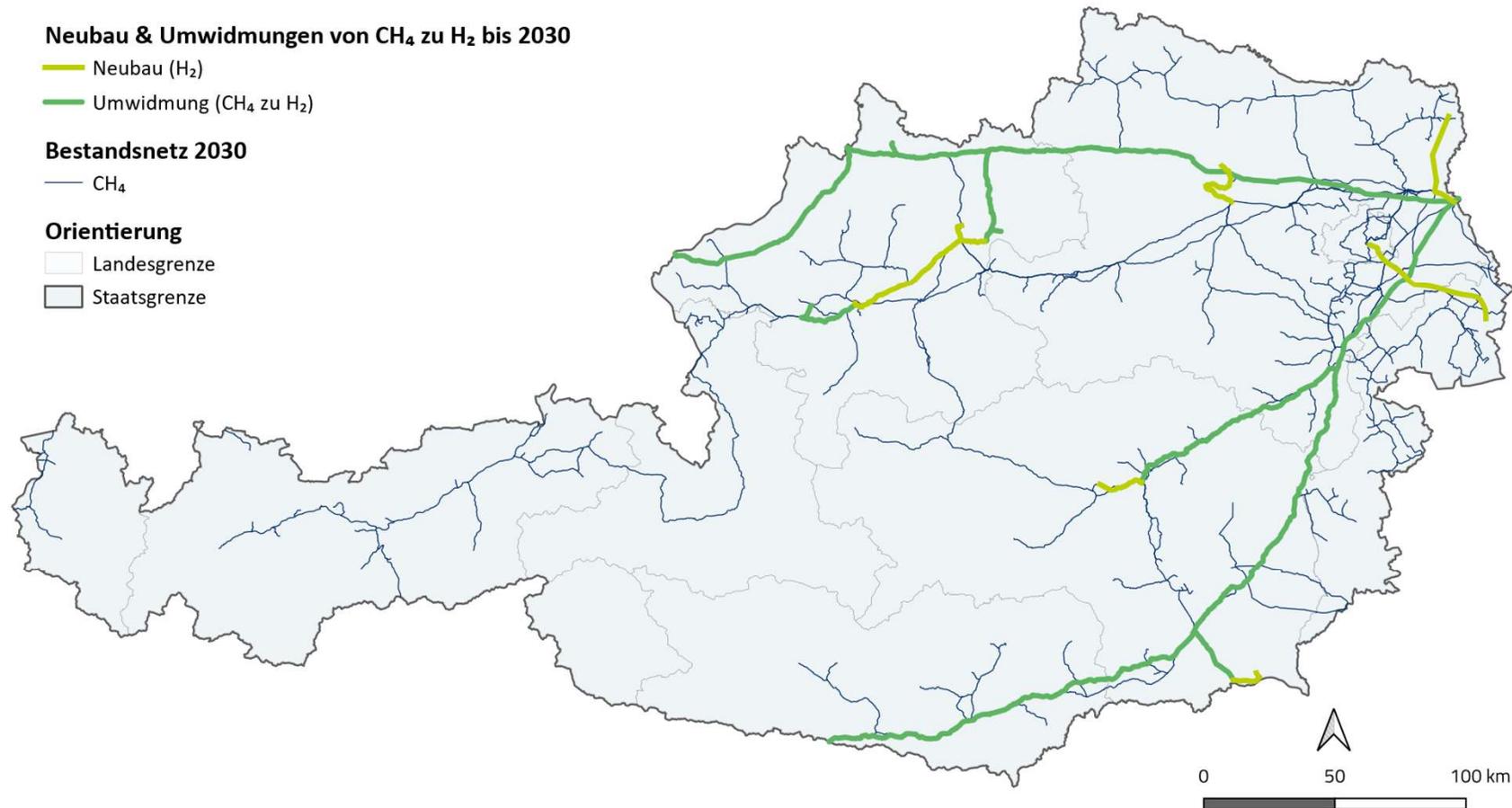
*Reicht nicht aus, um den Bedarf zu decken
→ Importrouten sind zu erschließen.*

[1] Sejkora et al., „Exergy as Criteria for Efficient Energy Systems – A Spatially Resolved Comparison of the Current Exergy Consumption, the Current Useful Exergy Demand and Renewable Exergy Potential“, *Energies*, 2020

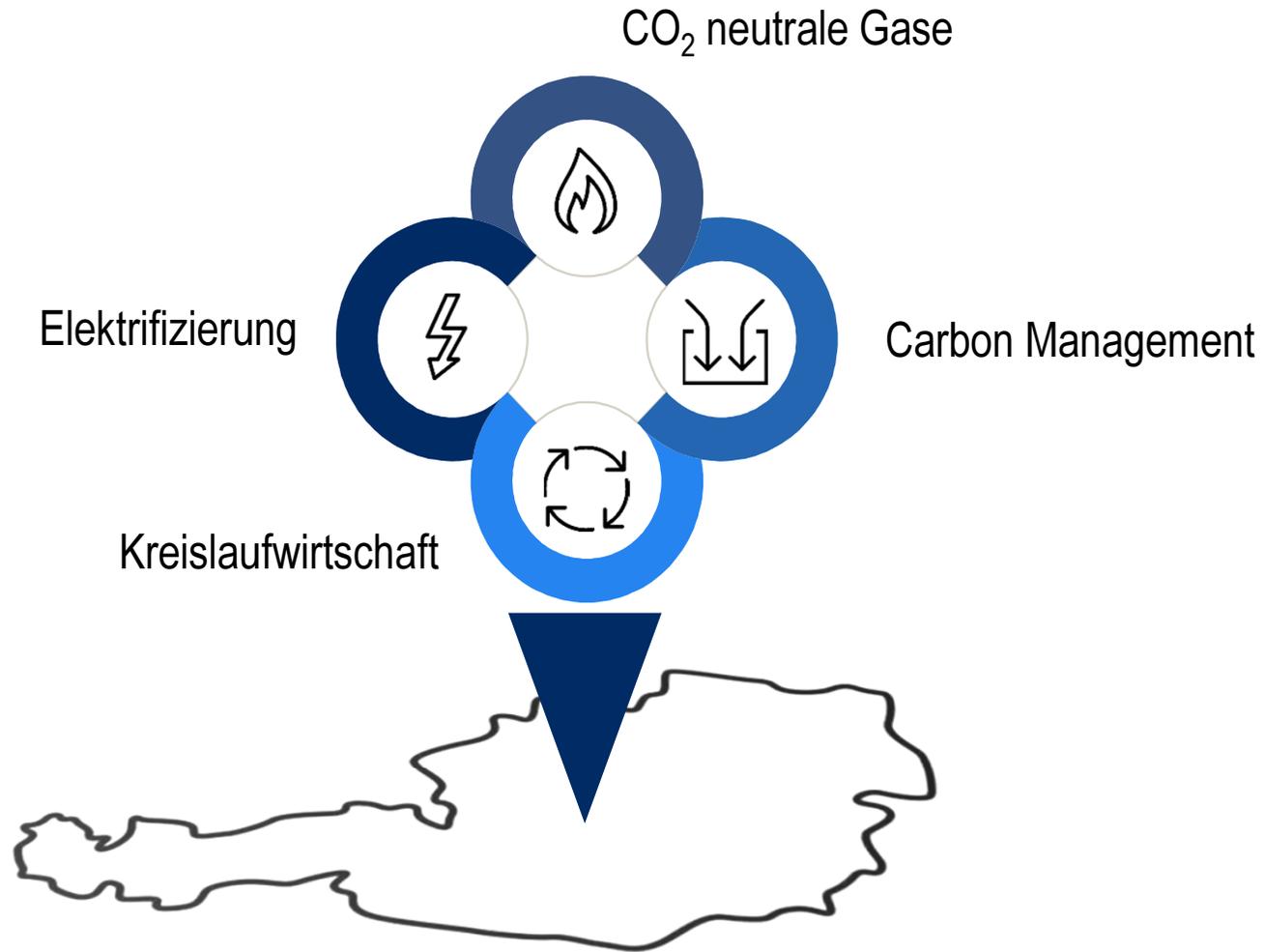
[6] Kühberger et al, RÜNES GAS STEIERMARK – BERECHNUNG VON BANDBREITEN ERSCHLIEßBARER POTENZIALE AN BIOMETHAN UND SYNTHETIC NATURAL GAS (SNG) AUS RESTSTOFFEN UNTER EINBINDUNG EINES STAKEHOLDERPROZESSES2022

INFRASTRUKTUR FÜR ERNEUERBARE GASE 2030

Aufbau eines H₂-Kernnetzes, größtenteils durch Umwidmung von Parallelstrukturen



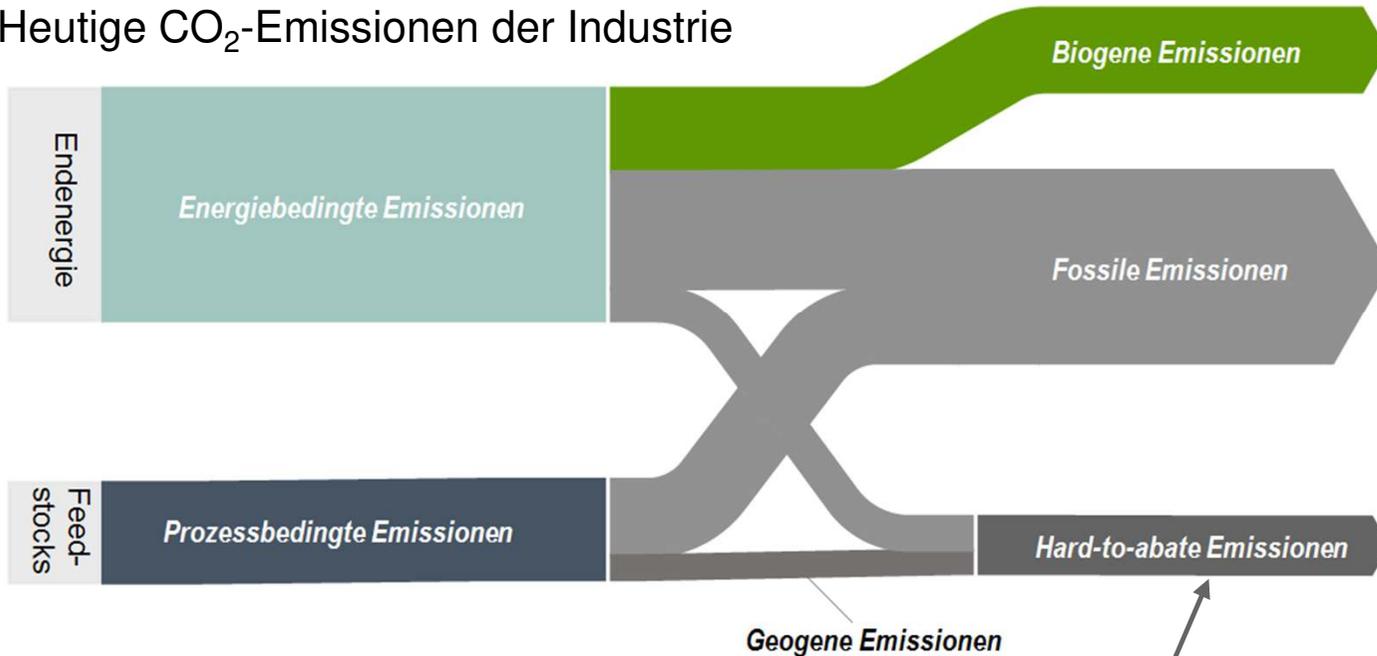
HANDLUNGSFELDER



CARBON-MANAGEMENT

THG-Emissionen in Österreich gesamt: 2021 ca. 73 MtCO₂

Heutige CO₂-Emissionen der Industrie



Biogene Emissionen aus industriellen Punktquellen: ca. 11 MtCO₂

Potential für CCU: Verfahren, bei denen CO₂ als Rohstoff für klimaneutrale Produkte* dient.

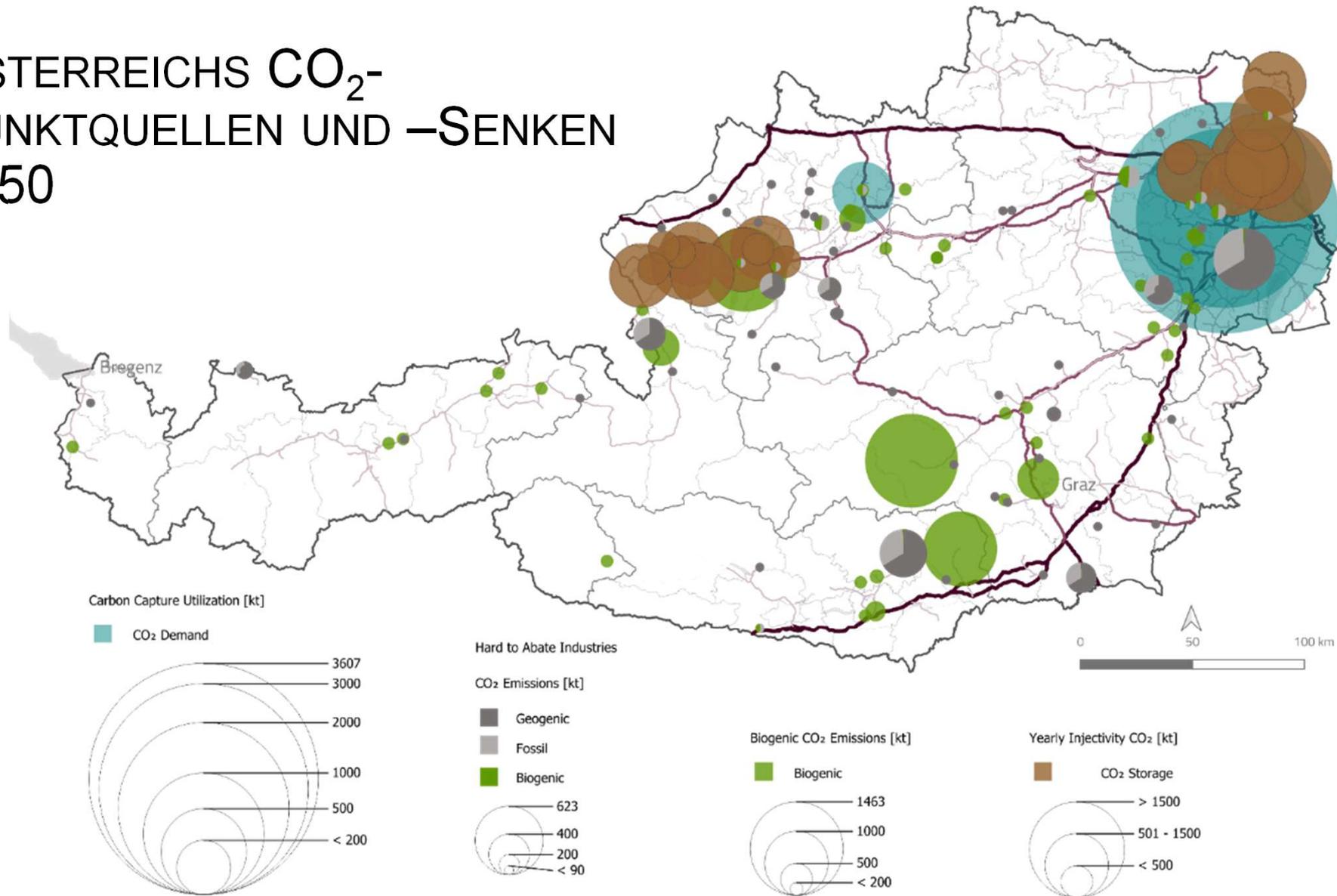
Hard-to-abate Emissionen: ca. 5 MtCO₂

CCS: Verfahren, bei denen CO₂ geologisch gespeichert wird.

*Anmerkung: Dafür ist aufgrund von kurzen Produktlebensdauern (max. Jahrzehnten) biogenes CO₂ nötig

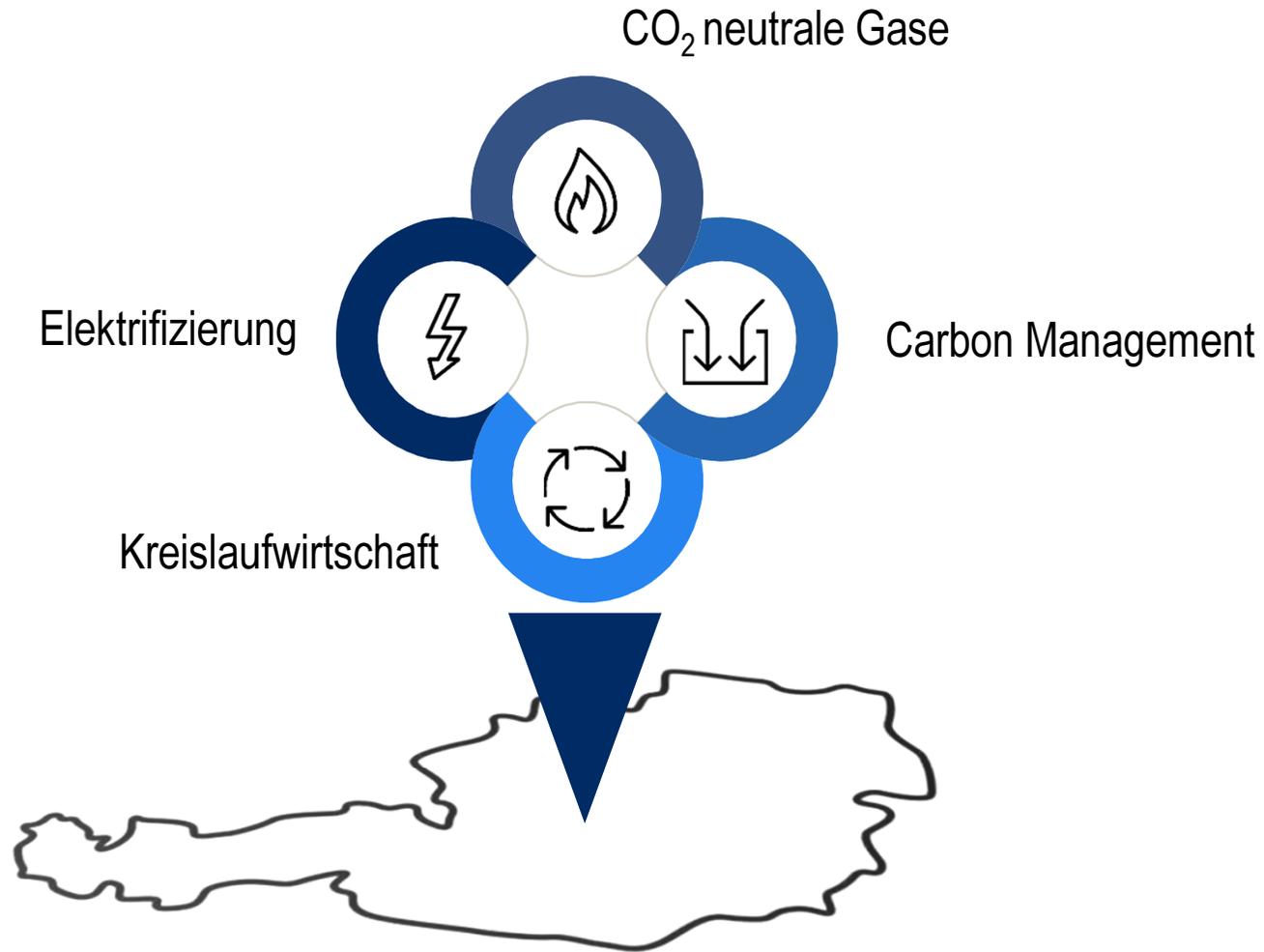
*Eigentlich Not-to-Abate:
Geogene Emissionen und fossile Emissionen aus der Müllverbrennung*

ÖSTERREICH'S CO₂- PUNKTQUELLEN UND -SENKEN 2050



[7] Hochmeister et al.: Carbonmanagement für ein klimaneutrales Österreich, 2024

HANDLUNGSFELDER

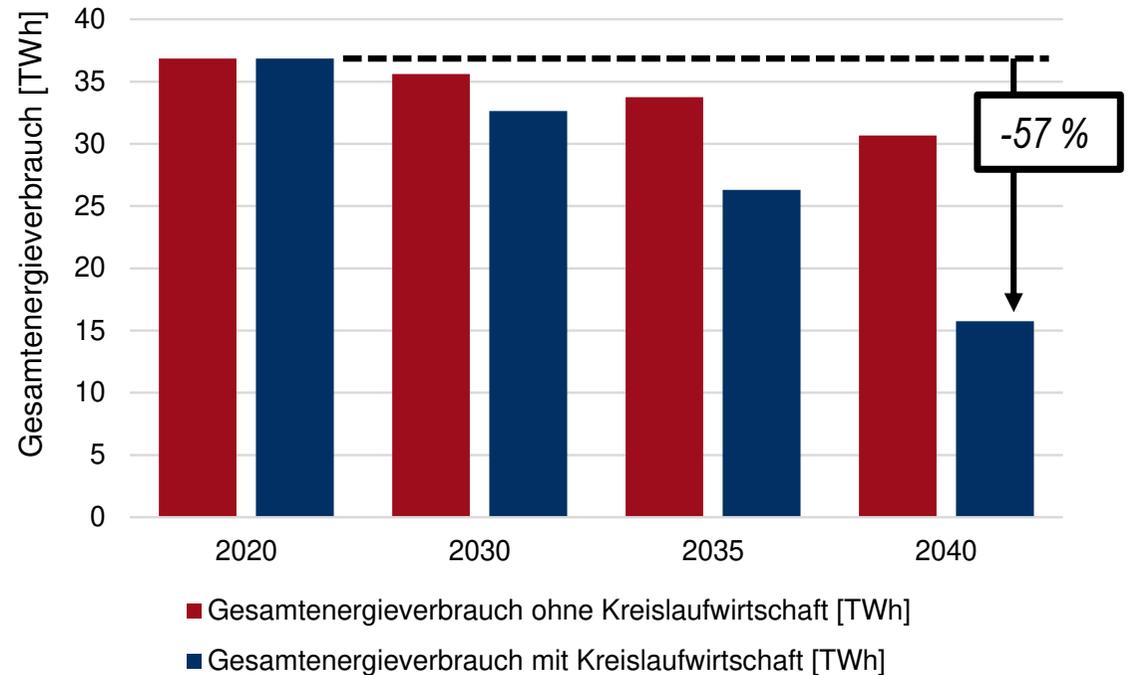


EXEMPLARISCH: SEKTOR EISEN UND STAHL

Grundsätzliche Änderung der Produktionsroute:

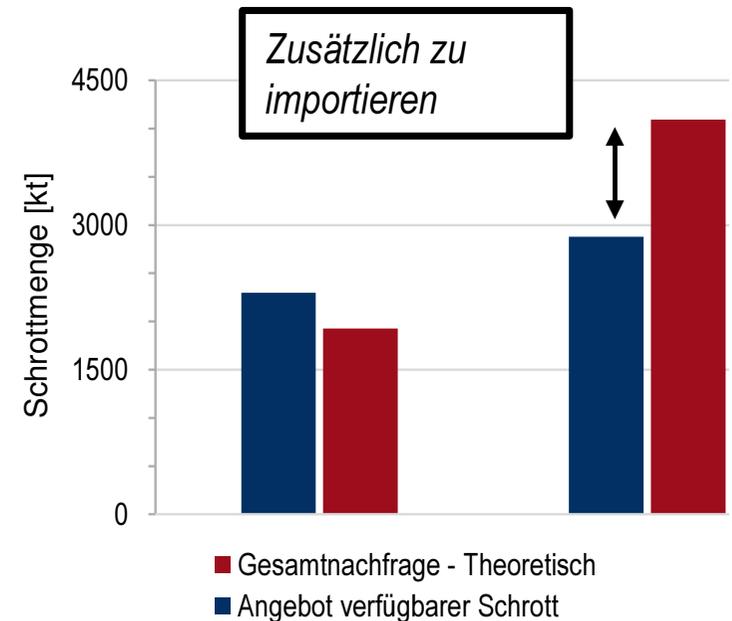
Ersatz des Hochofens durch DRI/EAF

- Erhöhung des Einsatzes von Schrott von 1930 kt im Jahr 2019 auf 4230 kt im Jahr 2040 (bei konstanter Stahlproduktion)
- Der Gesamtenergieverbrauch sinkt im Jahr 2040 unter Verwendung von DRI-EAF auf 15,4 TWh mit Kreislaufwirtschaft bzw. auf 30,67 TWh ohne Kreislaufwirtschaft
- Der spezifische Energieverbrauch kann 2040 im Vergleich zu 2019 **um 57 % sinken** (durch DRI-EAF und Kreislaufwirtschaft)



EXEMPLARISCH: SEKTOR EISEN UND STAHL

Technologie	Anwendung	TRL
Steigerung der Produktion von (hochwertigem) Sekundärstahl durch Elektrolichtbogenöfen (EAF)	Branchenebene	9
Verringerung der Produktionsverluste (z.B. Stahlblech in der Autoindustrie)	Branchenebene	9
Entfernung von Kupferreichen Schrottteilen durch sensorgestützte Sortierung	Branchenebene Abfallwirtschaftssystem	7
Sortierung von Stahlschrott nach Legierungen zur Steigerung der Qualität	Abfallwirtschaftssystem	6-7



Recyclingpotentiale können nur erschlossen werden wenn:

- Technologische Gaps durch Forschung geschlossen werden können
- Schrotteimporte gesichert sind...

FAZIT

nature energy

Article | Published: 08 September 2022

Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply

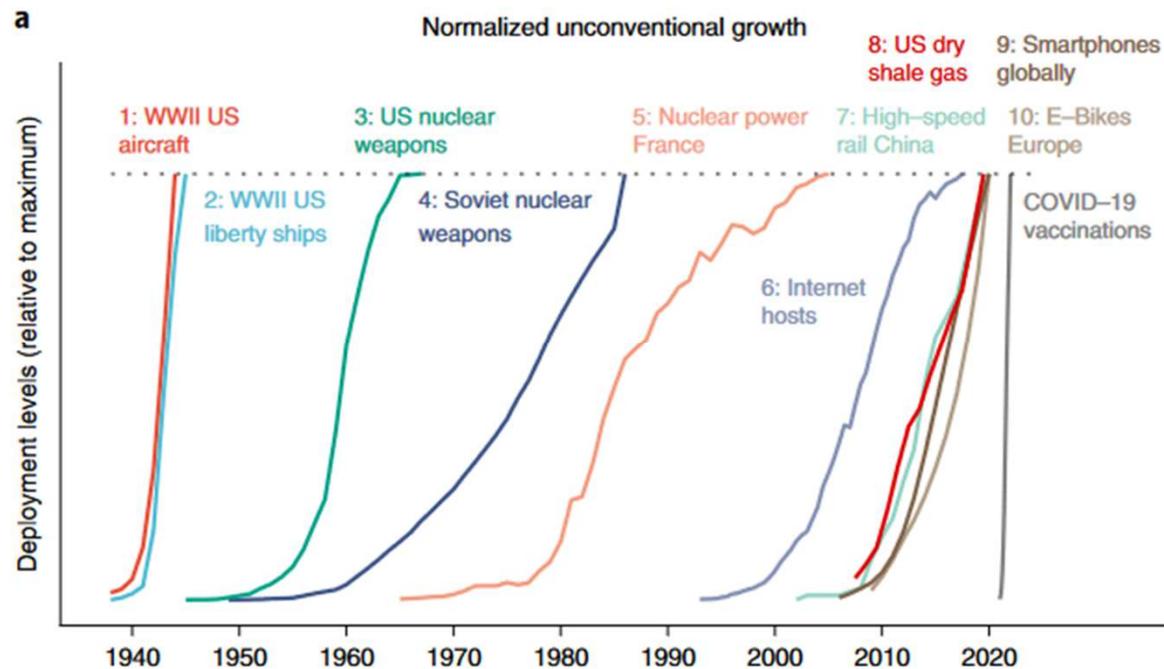
Adrian Odenweller, Falko Ueckerdt, Gregory F. Nemet, Miha Jensterle & Gunnar Luderer

Nature Energy 7, 854–865 (2022) | [Cite this article](#)

7683 Accesses | 261 Altmetric | [Metrics](#)

Schnelle (exponentielle) Penetrationsraten
neuartiger, kapital- und
infrastrukturintensiver Technologien

- sind historisch gesehen nicht ungewöhnlich
- ...Krisen beschleunigen sie



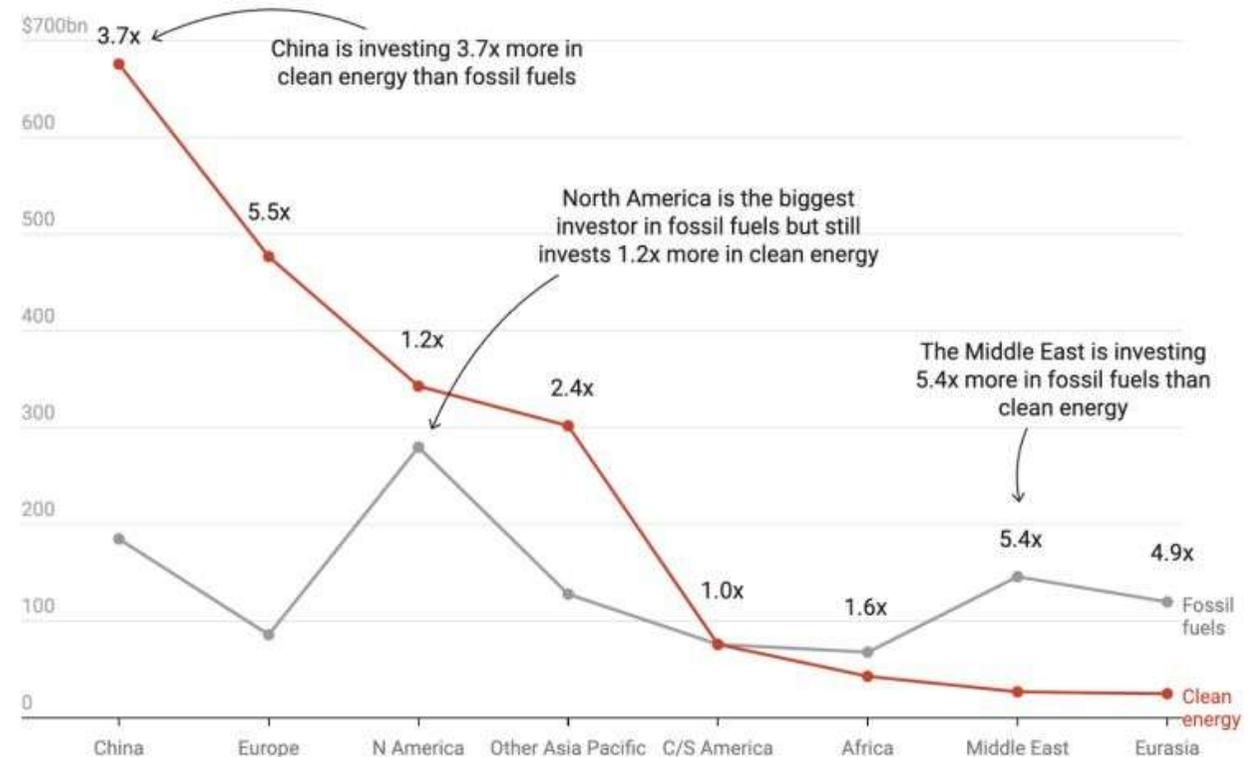
FAZIT

Zum Übergang in die Skalierungsphase in der Industrie brauchst's...

- FTI-Politik: Piloten für noch nicht skalierte Technologien, Forschung (Stichwort steigender Energiebedarf)
- Infrastrukturpolitik: Ausbau der versorgenden Strom- und Wasserstoffinfrastruktur
- Standortpolitik: CAPEX und OPEX Finanzierung um Übergang von Prototypen zu Industrielösungen zu ermöglichen.

China is the world's biggest investor in **clean energy** in 2024... ...and North America is the biggest for **fossil fuels**

Investment in energy by country or region in 2024, \$bn



Source: IEA World Energy Investment 2024

CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

Danke für Ihre Aufmerksamkeit