



UNIVERSITY OF GRAZ
Institute of Banking and Finance



umweltbundesamt^U
ENVIRONMENT AGENCY AUSTRIA

Quantum



INTEGRATE

Österreichs Pfad zur Klimaneutralität

Identifizierung eines **über die Sektoren integrierten** Rahmens und Anreizsystems

Implikationen für Gesamtwirtschaft, Verteilung und Budget



○ Umsetzungs-Herausforderungen

- Konsistenter Gesamtplan
- Finanzierung
- Neu erforderliche Kapazitäten der Bereitstellung

Politikpaket(e)



UNIVERSITY OF GRAZ
Institute of Banking and Finance



umweltbundesamt^U
ENVIRONMENT AGENCY AUSTRIA

Quantum



Zukunftsbilder eines klimaneutralen Österreichs



Überblick

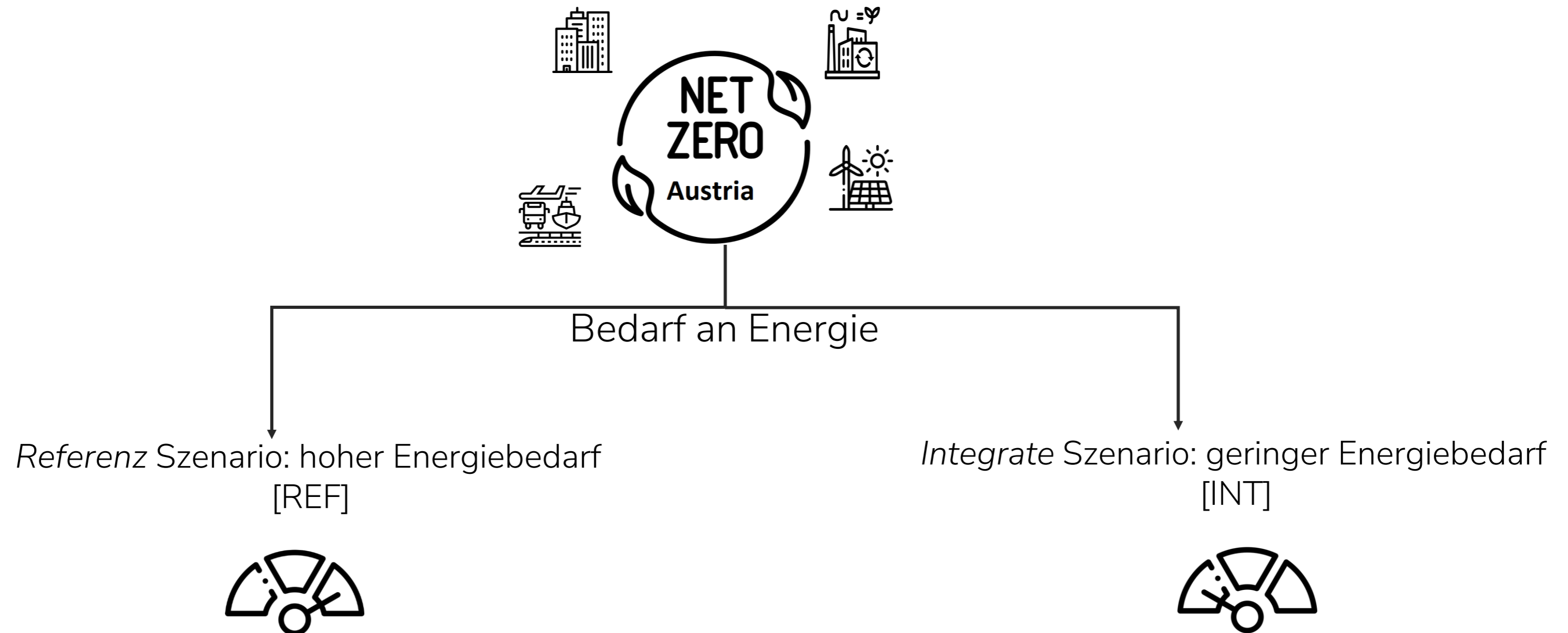
- Motivation und Forschungsschwerpunkt
- Vorstellung der Szenarien

- Methode zur Evaluierung der Szenarien

- Ergebnisse und zentrale Erkenntnisse
- Schlussfolgerung aus der Gesamtbetrachtung

Ziel und Motivation: Klimaneutralität in allen Sektoren ab 2040

Definition im Projekt: 100% erneuerbare Energieproduktion und Netto-Null-Bilanz der CO₂-Emissionen



Spezifikation der Energienachfrage in den Szenarien (I)



REF (hoher Energiebedarf)



INT (geringer Energiebedarf)



Gebäude:

- Gebäudemodell-Simulationen (Tosatto et al. 2023)

- Standard-Gebäudesanierungsrate
- Standard-Gebäudequalität
- Heizungstausch

- Umfassende Sanierung: höhere Sanierungsrate und verbesserte Gebäudequalität
- Heizungstausch



Industrie:

- New Energy for Industry (AIT; Alton et al. 2022)
- ExpertInneninterviews
- Literaturrecherche

- Produktionswachstum
- Wesentliche Technologieänderung: höhere Nachfrage nach Energieträgern

- Zusätzlich verstärkte Kreislaufwirtschaft: Recycling und Re-use
- Energieintensität geringer als in REF



Verkehr:

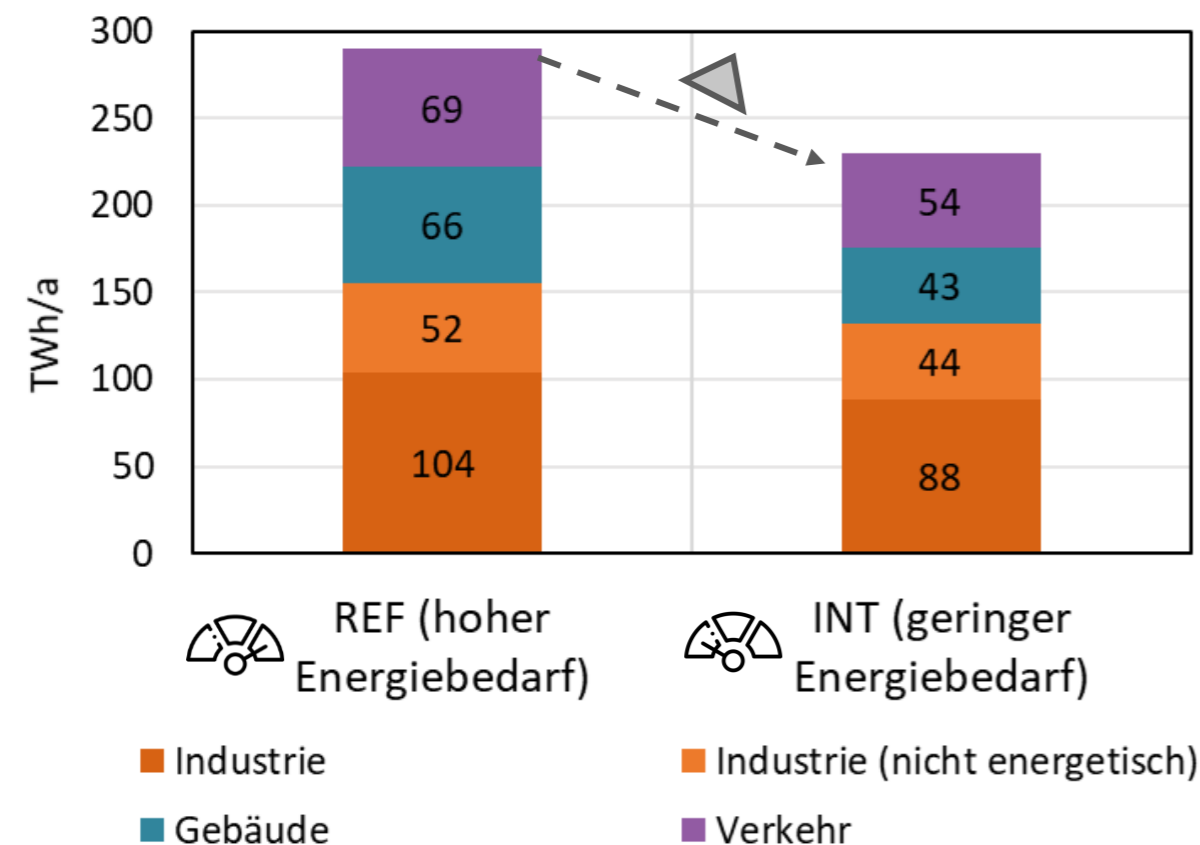
- Bestehende Verkehrsszenarien: Transition Mobility, Quality Projekt, DESSTINEE Modell

- Verkehrsleistung steigt
- Elektrifizierung und Verlagerung

- Verhaltensänderung: Verkehrsleistung nahezu konstant
- Elektrifizierung und Verlagerung

Spezifikation der Energienachfrage in den Szenarien (II)

- Einbettung aller Sektoren in eine integrierte Betrachtung



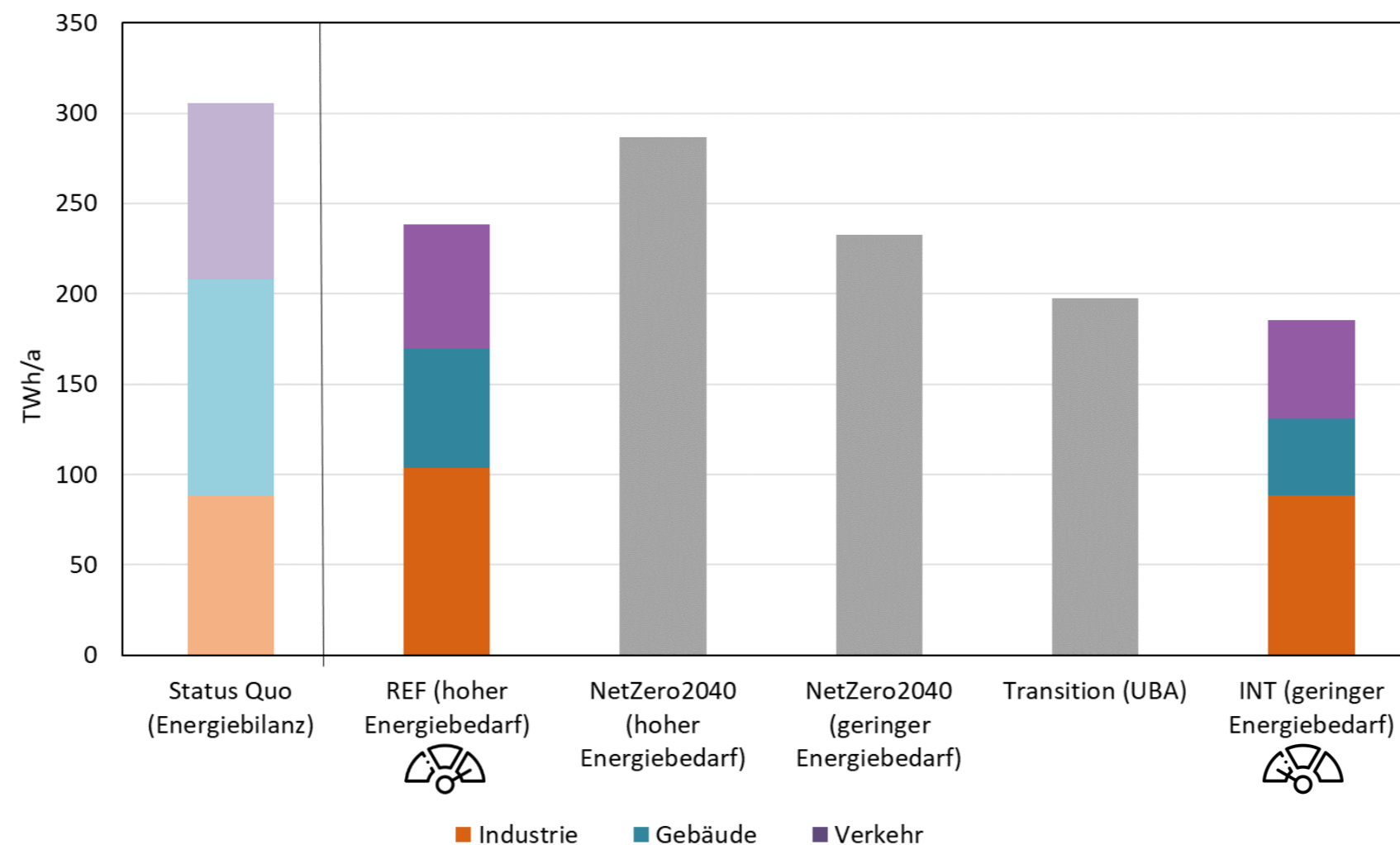
- Energieeinsparung in INT im Vergleich zu REF: -20%
- Nicht-energetischer Verbrauch muss berücksichtigt werden
- Struktur des Energiesystems verändert sich im Zuge der Klimaneutralität
 - Elektrizität ist wesentlicher Energieträger
 - Synthetische Gase (Wasserstoff, Methan) gewinnen an Bedeutung

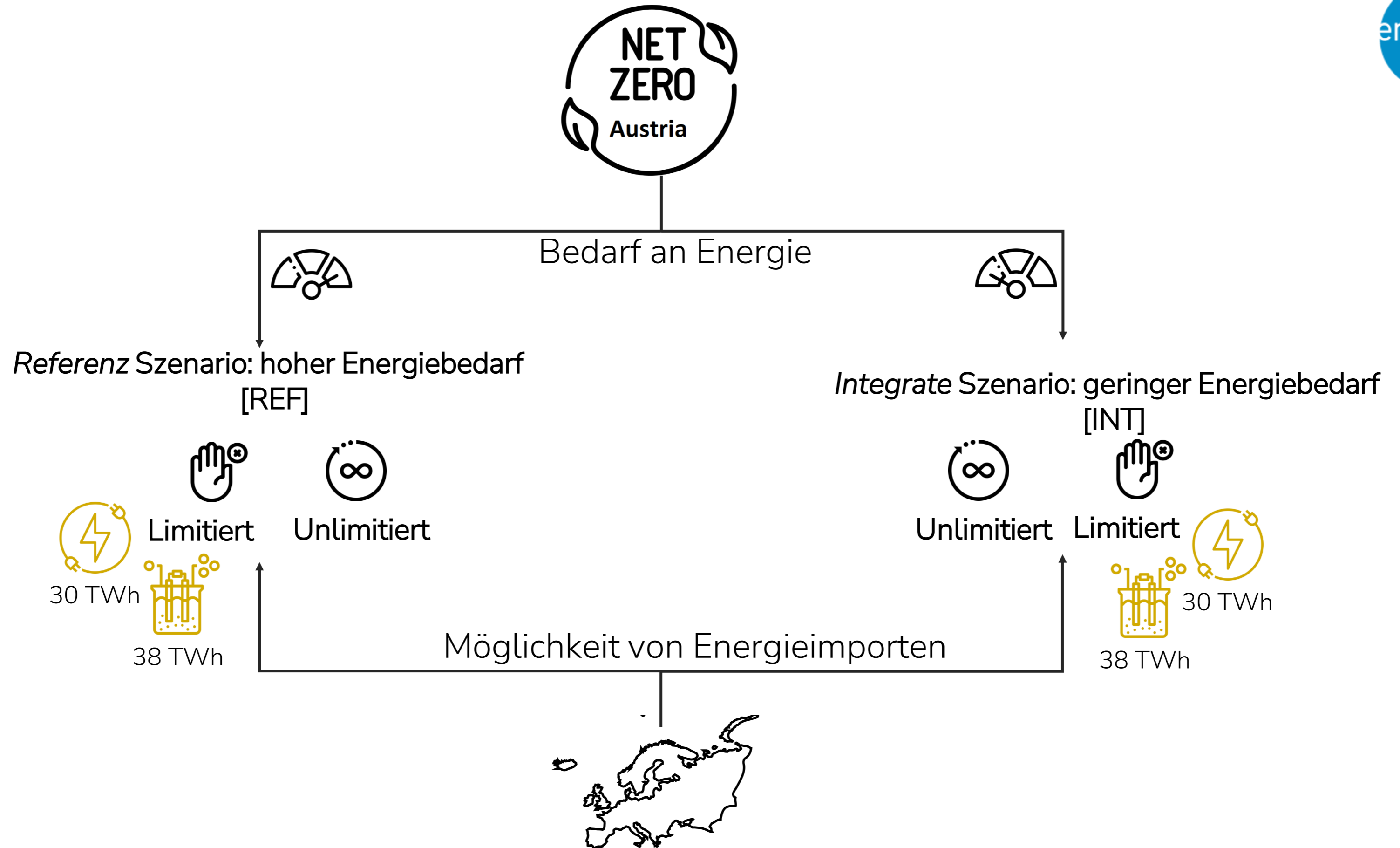
Energetischer Endverbrauch und nicht energetischer Verbrauch von Energieträgern in einem klimaneutralen Österreich (TWh pro Jahr)

Vergleich unterschiedlicher Energiebedarfsszenarien

- Verfügbarkeit integrierter, sektorübergreifender Energiebedarfsszenarien mit Ziel Klimaneutralität derzeit noch gering
 - Netzero2040 (ACRP Projekt, Leitung: BOKU)
 - Transition Szenario (Energie und Treibhausgasszenarien 2023, Leitung: UBA)

Energetischer Endverbrauch in einem klimaneutralen Österreich (TWh pro Jahr)





Evaluierungsmethode und Analyse

Quantitative Analyse in einem gekoppelten Modellverbund



Europaweites Energiesystemmodell

- Zielfunktion: Kostenoptimierung des europaweiten Energiesystems
- Je nach Energiebedarfsszenario und weiteren Bedingungen wird die Energieerzeugung bestimmt
- Stellt ein mögliches Abbild einer optimalen Erzeugerstruktur dar

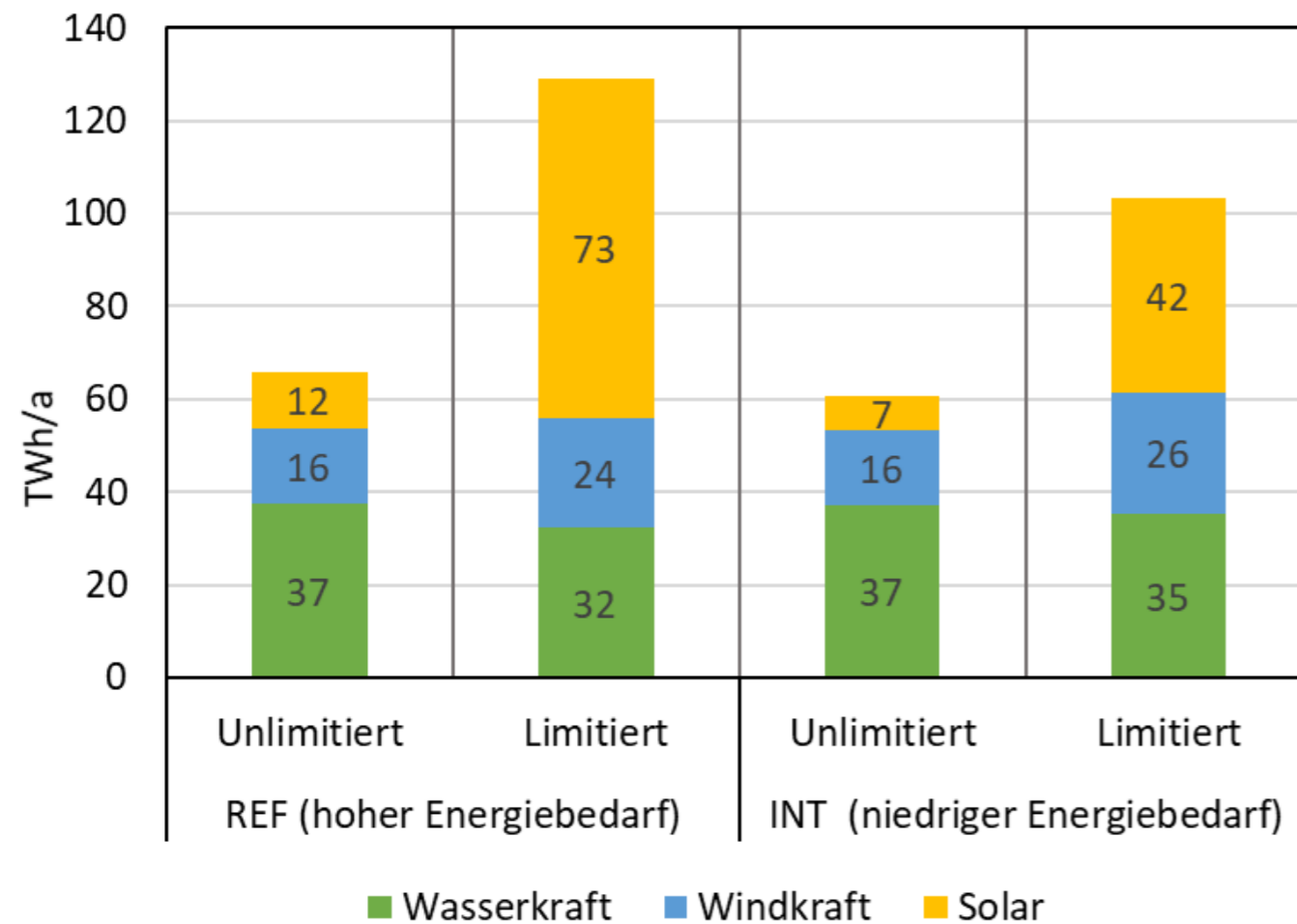


Volkswirtschaftliches Modell

- Gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiebedarfsszenarien und der optimalen Energieerzeugung
- Fokus: Wohlfahrt (Maß für Konsummöglichkeiten), BIP, Einkommen, sektorale Effekte und Verteilungswirkungen

Implikationen für die Energieerzeugung (I)

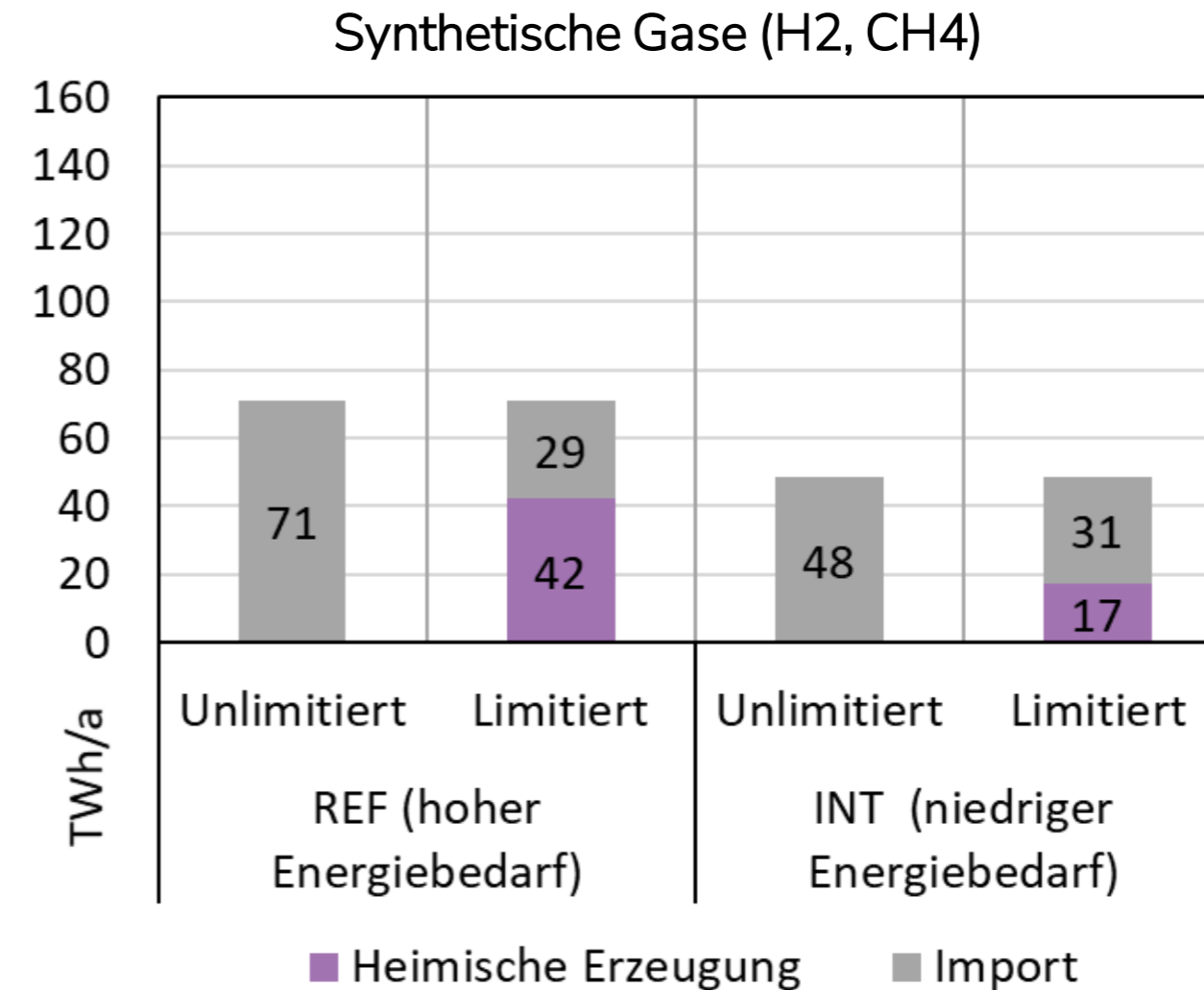
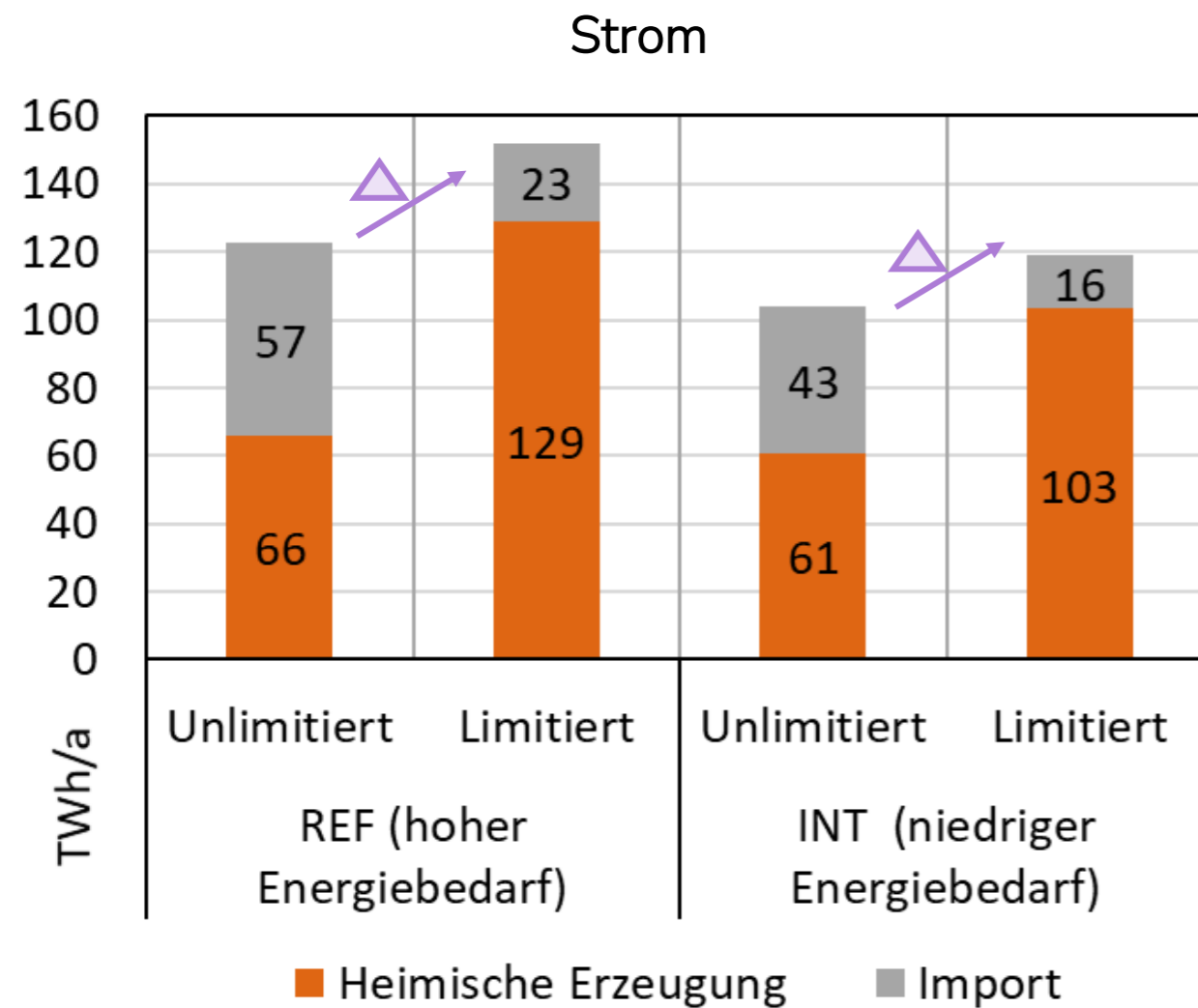
Erneuerbare heimische Stromerzeugung



- Heimische Stromproduktion hängt stark von Energiebedarf und Import-Möglichkeit ab
- Höhere heimische Stromproduktion notwendig, durch limitierte Importmöglichkeit von Synthetischen Gasen (H₂)
- Bewusstsein für Dringlichkeit der Energiewende erforderlich (Infrastrukturausbau)

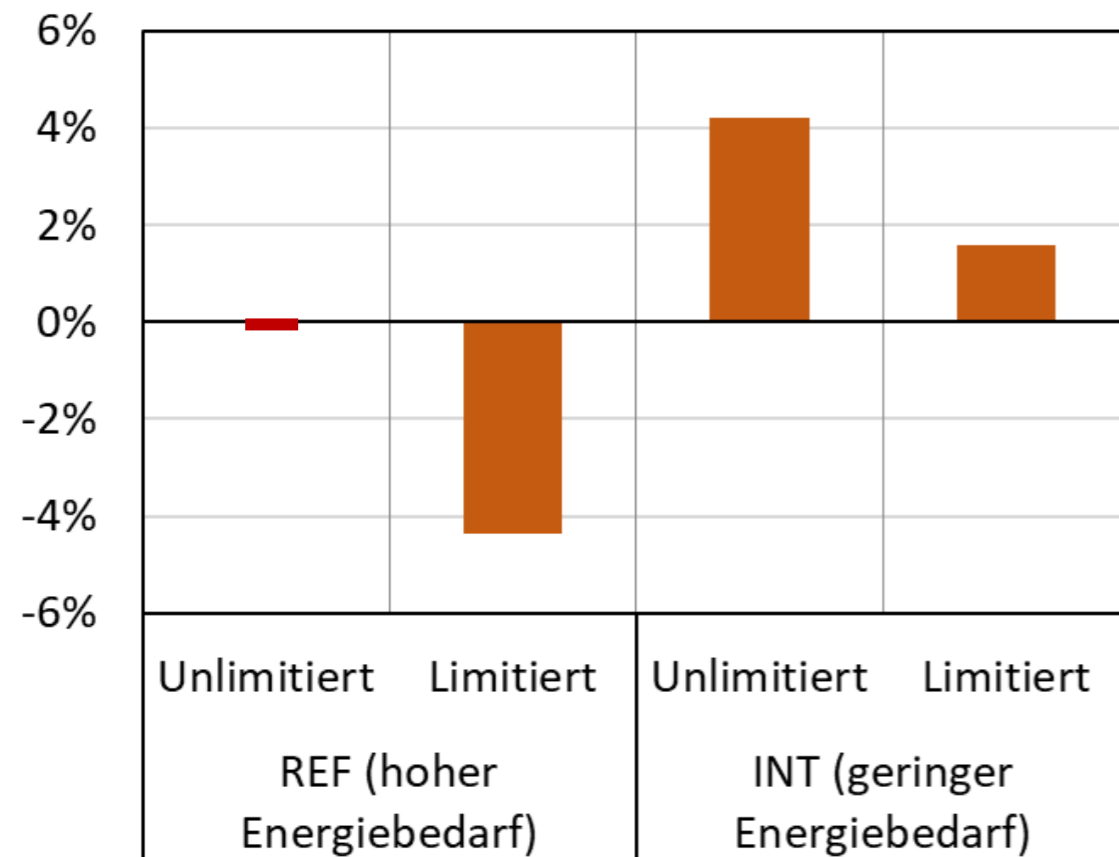
Implikationen für die Energieerzeugung (II)

○ Trade-off zwischen Import und Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung



Gesamtwirtschaftliche Implikationen

- Reales Bruttoinlandsprodukt (BIP) als Indikator
- Effekte immer relativ zu einem Basis-Szenario: *REF_unlimitert*

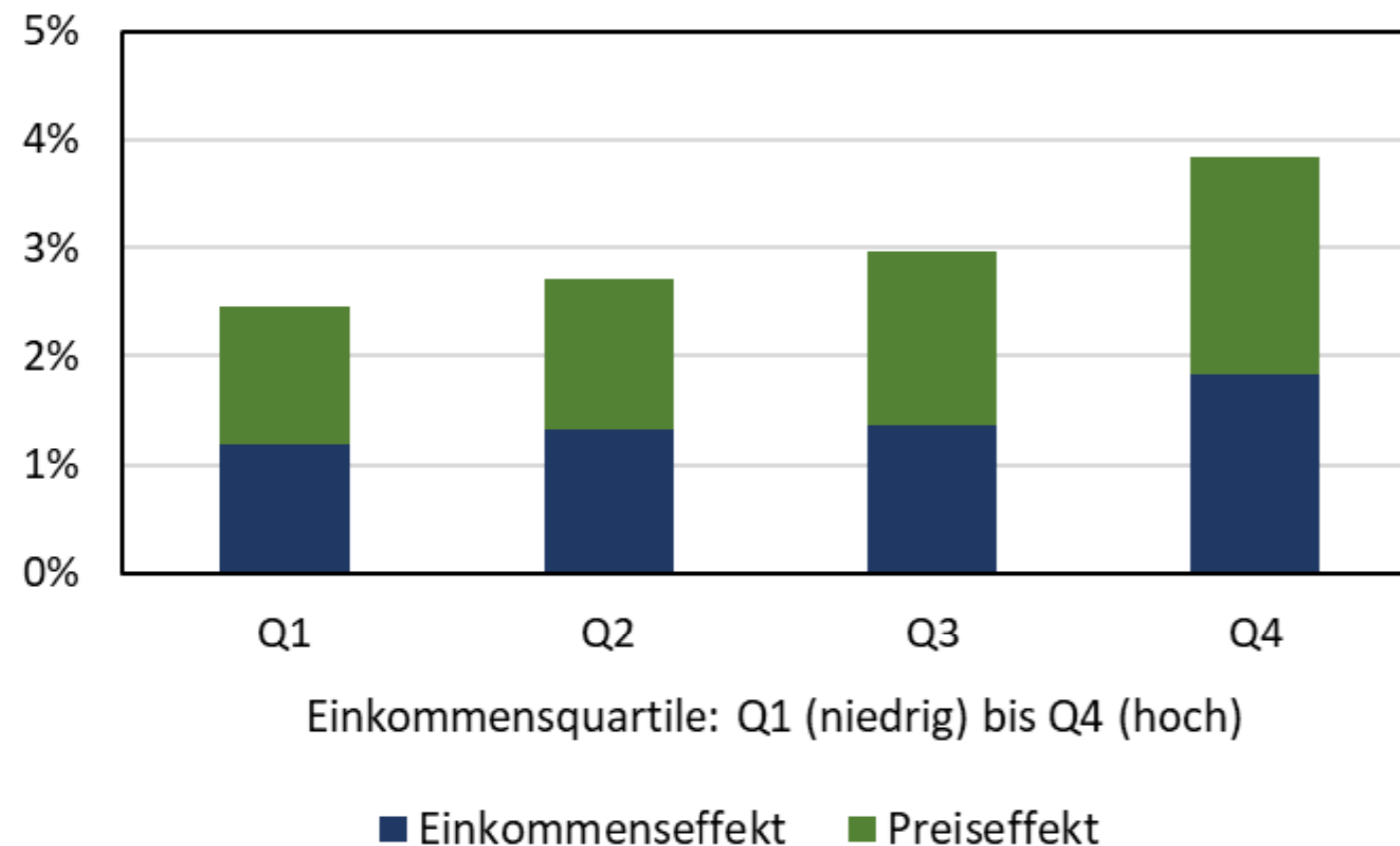


%-Änderung BIP relativ zu Basis-Szenario
REF_unlimitert

- Energievermeidung bringt positive Wertschöpfungseffekte
- Klimaneutralität und Wohlfahrtsgewinne schließen sich nicht aus

Verteilungswirkungen: Realer Konsum

○ Reale Konsumeffekte in INT_unlimitiert relativ zu REF_unlimitiert



- Positiver, regressiver Effekt auf reale Konsummöglichkeiten der Haushalte (höhere Einkommensgruppen profitieren am stärksten)
- Gesamteffekt setzt sich aus Preisrückgang und Einkommenszuwachs zusammen, zu etwa gleich starken Anteilen

%-Änderung realer Konsum nach Einkommensquartilen:
INT_unlimitiert relativ zu REF_unlimitiert

Schlussfolgerungen

- Nicht energetischer Verbrauch muss in Gesamtbetrachtung miteingerechnet werden
 - sonst unterschätzt man deutlich den Aufwand im Sektor Energie (Infrastruktur, Kosten, etc.)
- Reduktion von Energienachfrage ist volkswirtschaftlich vorteilhaft
- Große Unsicherheiten ab 2030
 - Infrastrukturausbau, Kosten klimaneutraler Energieträger, Potenzial der Kreislaufwirtschaft, etc.,
 - Führt zu großen Bandbreiten in Verbräuchen, Erzeugerstruktur und Gesamteffekten
- Strategische Planung ab 2030 notwendig
 - Trade-off zwischen Ausbau erneuerbarer Energie und Importe von Energie

Quellenverzeichnis:

- Transition Szenario: Anderl et al., 2024, Energie und Treibhausgasszenarien 2023 (<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0882.pdf>)
- IIASA Datenexplorer: <https://data.ece.iiasa.ac.at/netzero2040/#/login?redirect=%2Fworkspaces>
- Tosatto et al. 2023, Methodology for the calculation of energy scenarios to achieve carbon neutrality in the building stock, Proceedings of the International IBPSA Conference, 2023
- Nagovnak et al., 2024, Assessment of technology-based options for climate neutrality in Austrian manufacturing industry, Helyion, 10, 2024

Icons:

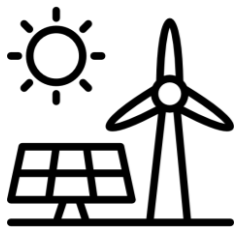
Alle Icons sind verfügbar auf flaticon.com mit folgenden AutorInnen: Columbio, Freepik, Phlplus, Handicon, Ultimatearm

INTEGRATE Policy Package



INDUSTRIE – verstärktes Recycling von

- Stahlschrott
- Kunststoffen
- Nicht-metallischen Mineralstoffen
- Holzprodukten



ENERGIE – beschleunigter Ausbau von

- Stromversorgung
- Wasserstoff
- CCU
- Fernwärme
- Entsprechender Infrastruktur

INTEGRATE Policy Package



GEBÄUDE – Steigerung von

- Sanierungsqualität
- Sanierungsrate
- Ersatz fossiler Brennstoffe



FINANZSEKTOR – Aufbau von

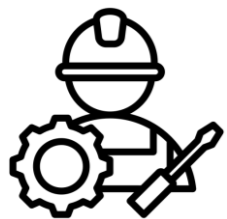
- Zentraler Datenbank mit klima- und nachhaltigkeitsrelevanten Unternehmensinfos
- Kompetenzen in der Realwirtschaft
- Information über grüne Finanzierungsinstrumente
- Einheitlicher & simpler Förderlandschaft
- Klimabonus/Malus bei der Kreditvergabe

INTEGRATE Policy Package



INNOVATION – Umbau von

- Steuer- und Subventionssystem → Wettbewerbsfähigkeit zirkulärer Produkte
- F&E- und Umsetzungs-Förderlandschaft → Kreislaufwirtschaft
- Wertschöpfungsketten → Vernetzung



ARBEITSMARKT – Ausbau von

- Qualifizierungsmaßnahmen für Klimaneutralität & Kreislaufwirtschaft