



Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Bündnis90/Die Grünen, Ortsverband Hexental, 16. Mai 2023

Erkenntnisse und Folgerungen aus der Energiesystem-Analyse

Energiesystemanalyse – Methodik

Annahmen für vier „Energiewelten“ / Szenarien

Referenz

kosten-
optimaler
Pfad

■ –

Beharrung

Beharrung auf
konventionellen
Technologien

- Verkehr: weiterhin hoher Anteil von Verbrennungsmotoren bei PKW-Neuzulassungen
- Gebäude: weiterhin Gaskessel bei Neuinstallationen, Wärmepumpen; geringere Sanierungsrate

Inakzeptanz

massive
gegen V
und L

Reduktion energiebedingter
THG-Emissionen entsprechend
Klimaschutzgesetz (2045 klimaneutral)

- Reduktion der Ausbaupotenziale für Windenergie
- Geringerer Netzausbau, auch für Stromimporte

Suffizienz

Energieeinsparungen
und Verhaltens-
änderungen

- Rückgang des Energieverbrauchs in allen Sektoren (z.B. weniger gefahrene km, Abnahme der Stromnachfrage, hohe Energieeffizienz)
- Systemdienliches Verhalten (z.B. Vehicle-to-Grid, Gebäude)

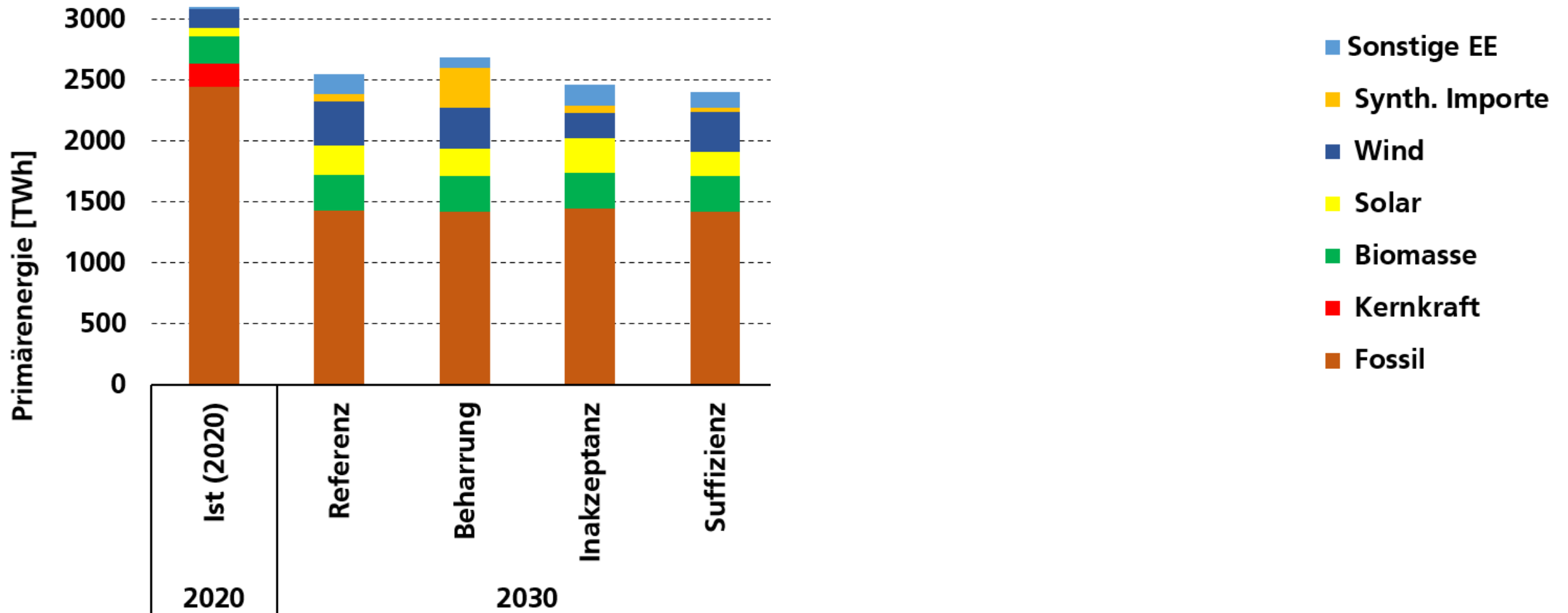
Energiesystemanalyse – Ergebnisse

Primärenergieaufkommen nach Energieträgern bzw. -quellen



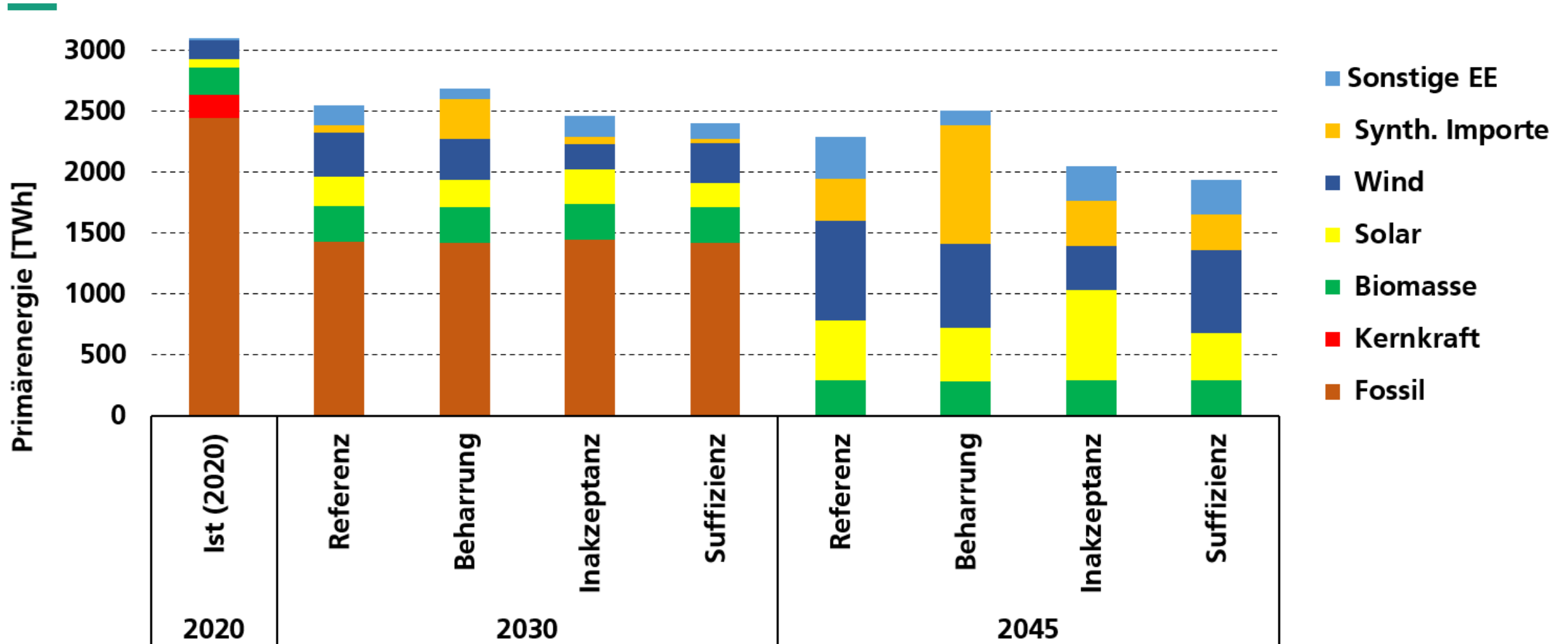
Energiesystemanalyse – Ergebnisse

Primärenergieaufkommen nach Energieträgern bzw. -quellen



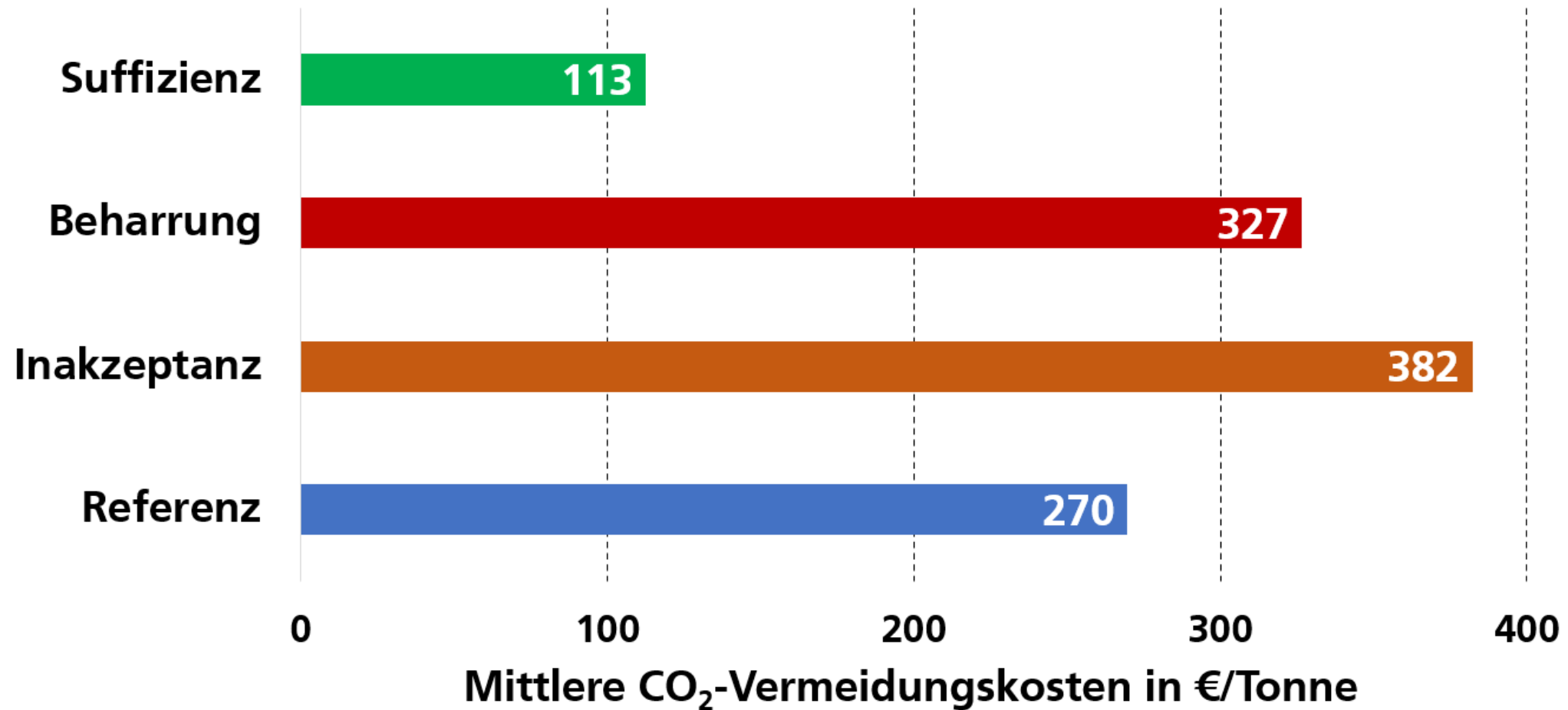
Energiesystemanalyse – Ergebnisse

Primärenergieaufkommen nach Energieträgern bzw. -quellen



CO₂-Vermeidungskosten

Vergleich mit Business-as-usual-Szenario (keine Einhaltung von Klimazielen)



Aspekte einer sicheren Energieversorgung

Die vier Elemente der Versorgungssicherheit

1

Elektrotechnische Versorgungssicherheit (Frequenz- u. Spannungshaltung, Momentanreserve, ...)
→ Leistungselektronik

2

Fortwährende Strombedarfsdeckung bei hohen Anteilen volatiler EE („kalte Dunkelflaute“)
→ Neues Paradigma des Netzbetriebs: **Flexibilisierung, regelbare Residualkraftwerke**

3

Sicherstellung der **Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit von Importenergieträgern**
→ **Erhöhung des Anteils heimischer Energieträger**; Diversifizierung bei Import

4

Cyber-Sicherheit des flexibilisierten, digitalisierten Energiesystems
→ **Hohe Standards für Datenkommunikation, Konzepte für Cyberresilienz**

Aspekte einer sicheren Energieversorgung

Die vier Elemente der Versorgungssicherheit

1

Elektrotechnische Versorgungssicherheit (Frequenz- u. Spannungshaltung, Momentanreserve, ...)
→ Leistungselektronik

2

Fortwährende Strombedarfsdeckung bei hohen Anteilen volatiler EE („kalte Dunkelflaute“)
→ Neues Paradigma des Netzbetriebs: **Flexibilisierung, regelbare Residualkraftwerke**

3

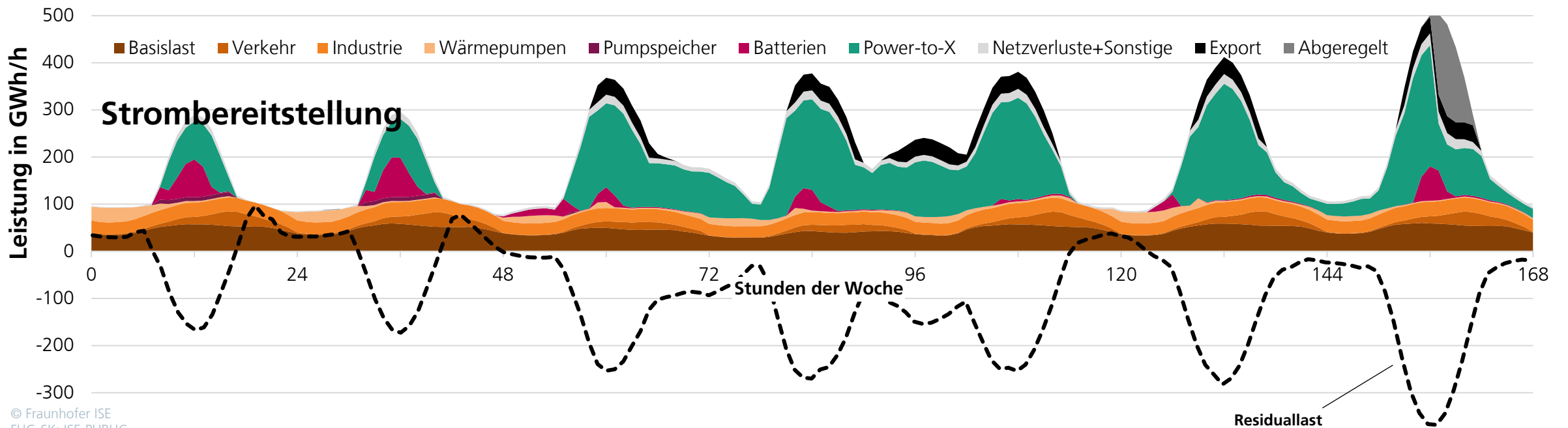
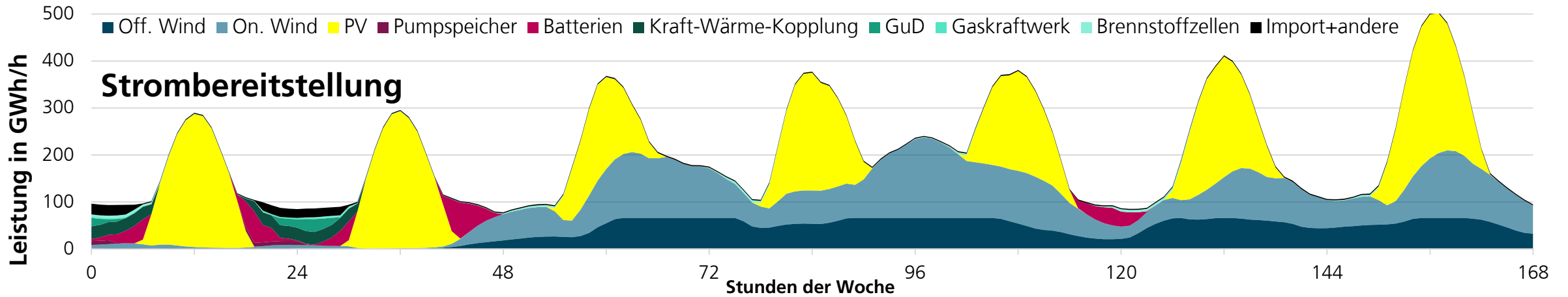
Sicherstellung der **Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit von Importenergieträgern**
→ **Erhöhung des Anteils heimischer Energieträger**; Diversifizierung bei Import

4

Cyber-Sicherheit des flexibilisierten, digitalisierten Energiesystems
→ **Hohe Standards für Datenkommunikation, Konzepte für Cyberresilienz**

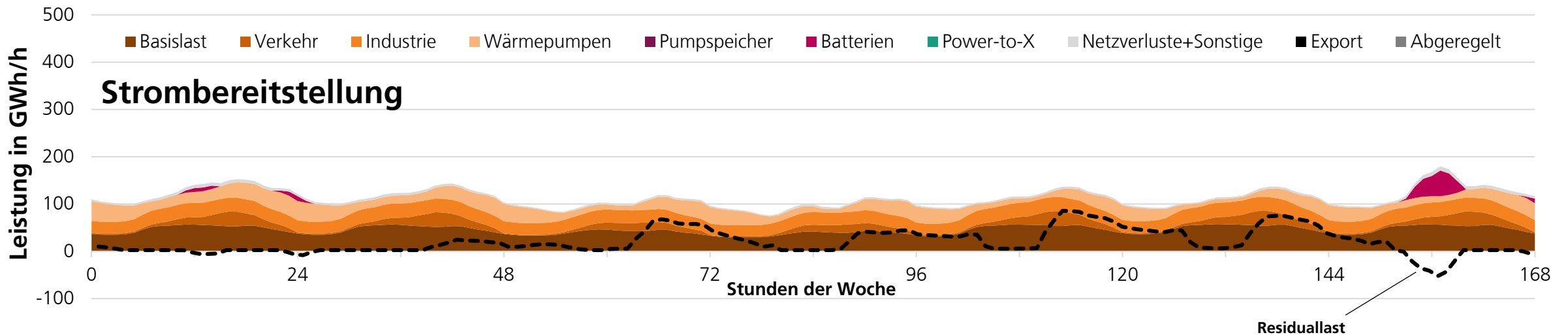
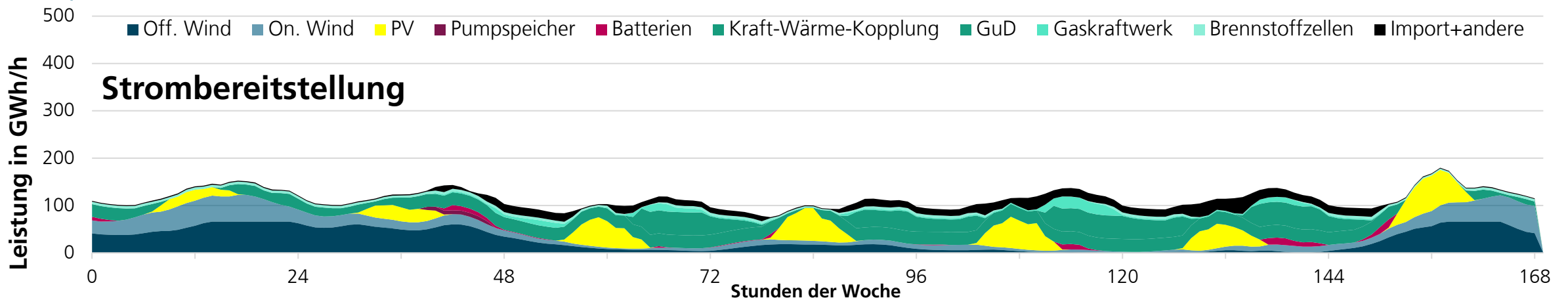
Aspekte einer sicheren Energieversorgung – Fortwährende Strombedarfsdeckung

Beispiel Zeitverlauf Sommerwoche 2045



Aspekte einer sicheren Energieversorgung – Fortwährende Strombedarfsdeckung

Beispiel Zeitverlauf Winterwoche 2045



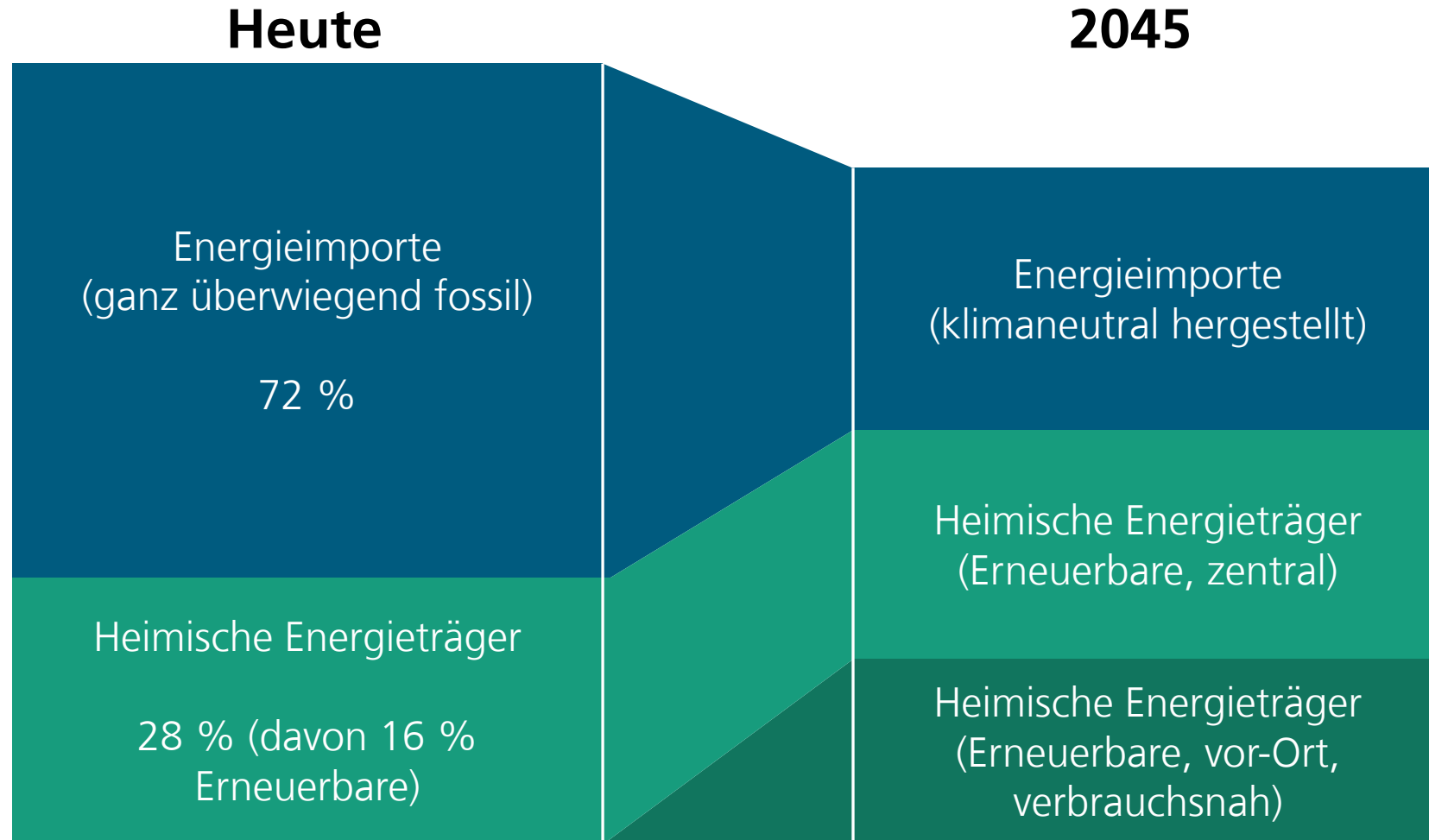
Aspekte einer sicheren Energieversorgung – Fortwährende Strombedarfsdeckung

Beispiel Zeitverlauf Winterwoche 2045



Aspekte einer sicheren Energieversorgung: Abhängigkeit von Energieimporten

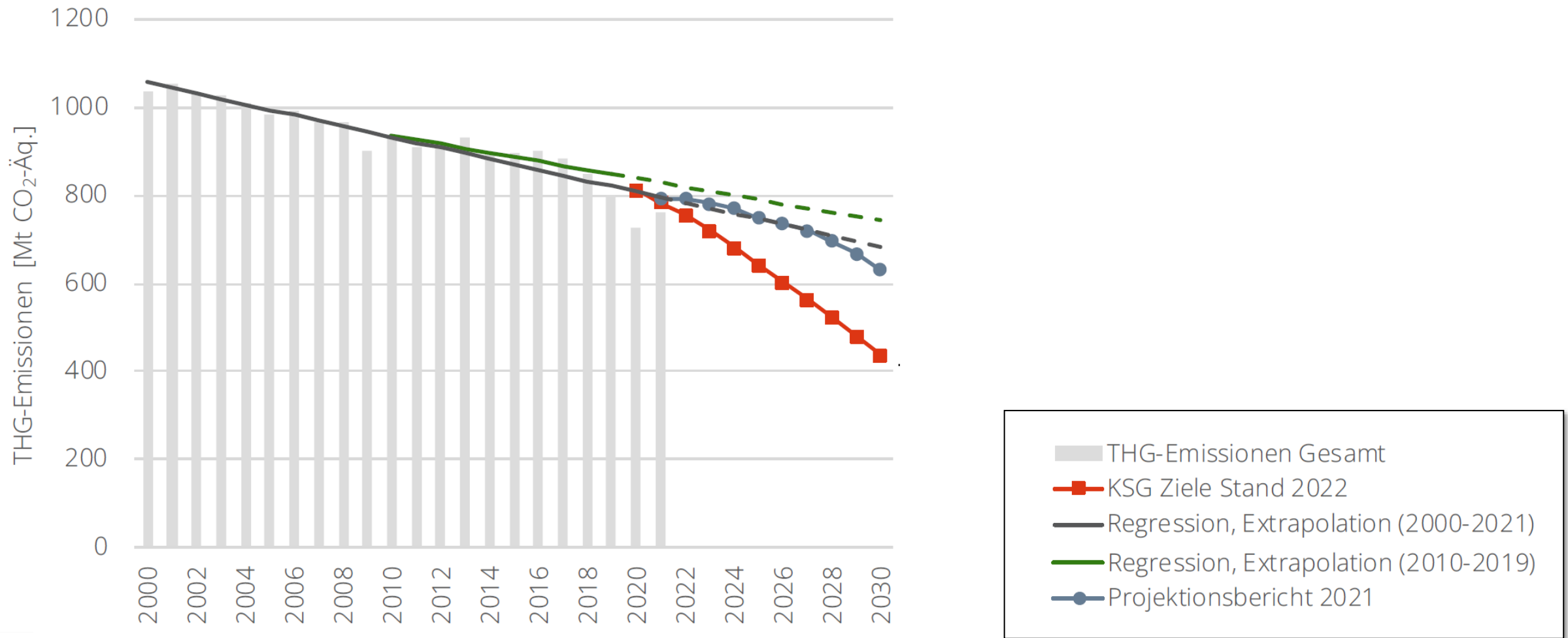
Übergang zu größerer Energiesouveränität: Primärenergie heute (2020) und morgen



- Reduktion des Primärenergieaufkommens, selbst bei künftigem Wirtschaftswachstum (Effizienz, Elektrifizierung)
- Reduktion der Energieimporte auf Grund höheren Aufkommens heimischer Energieträger, insbesondere Strom aus Photovoltaik und Wind
- Starker Zuwachs verteilter, verbrauchsnahe Erzeugung in der bebauten Umwelt

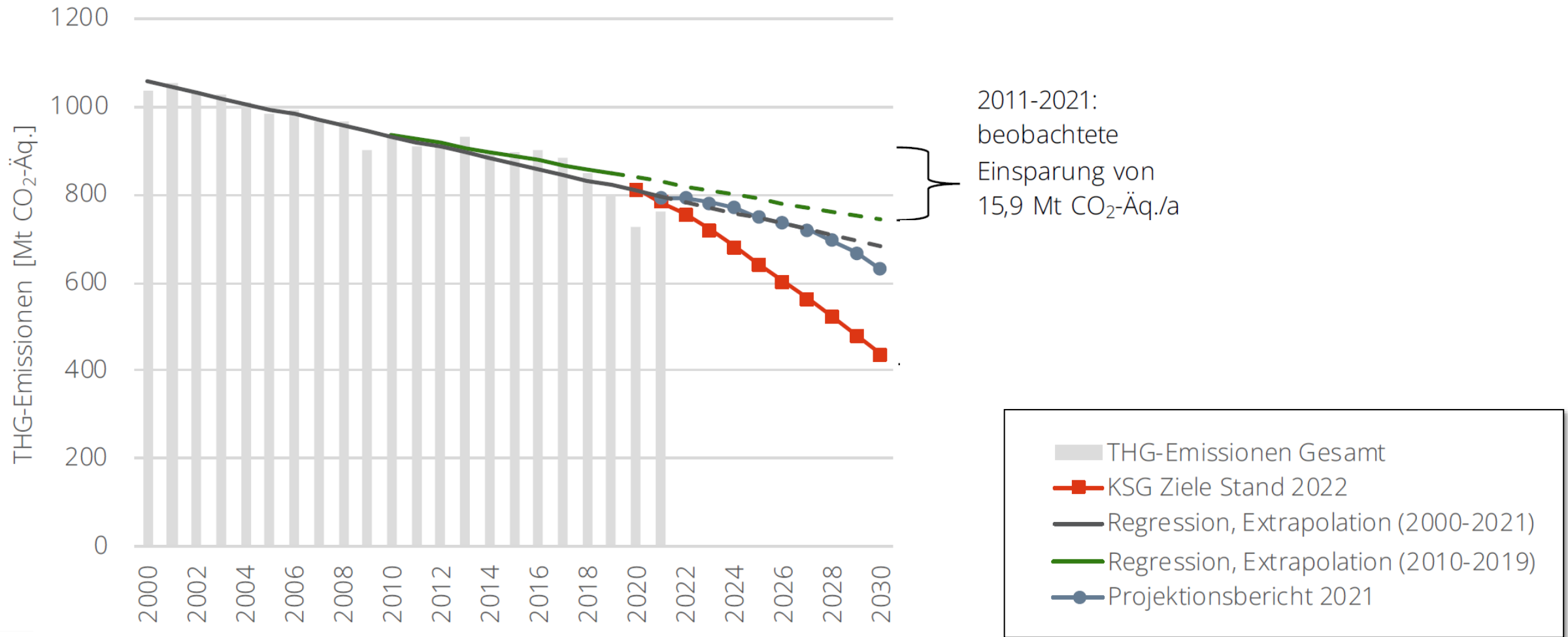
Einführung

Extrapolation 2030



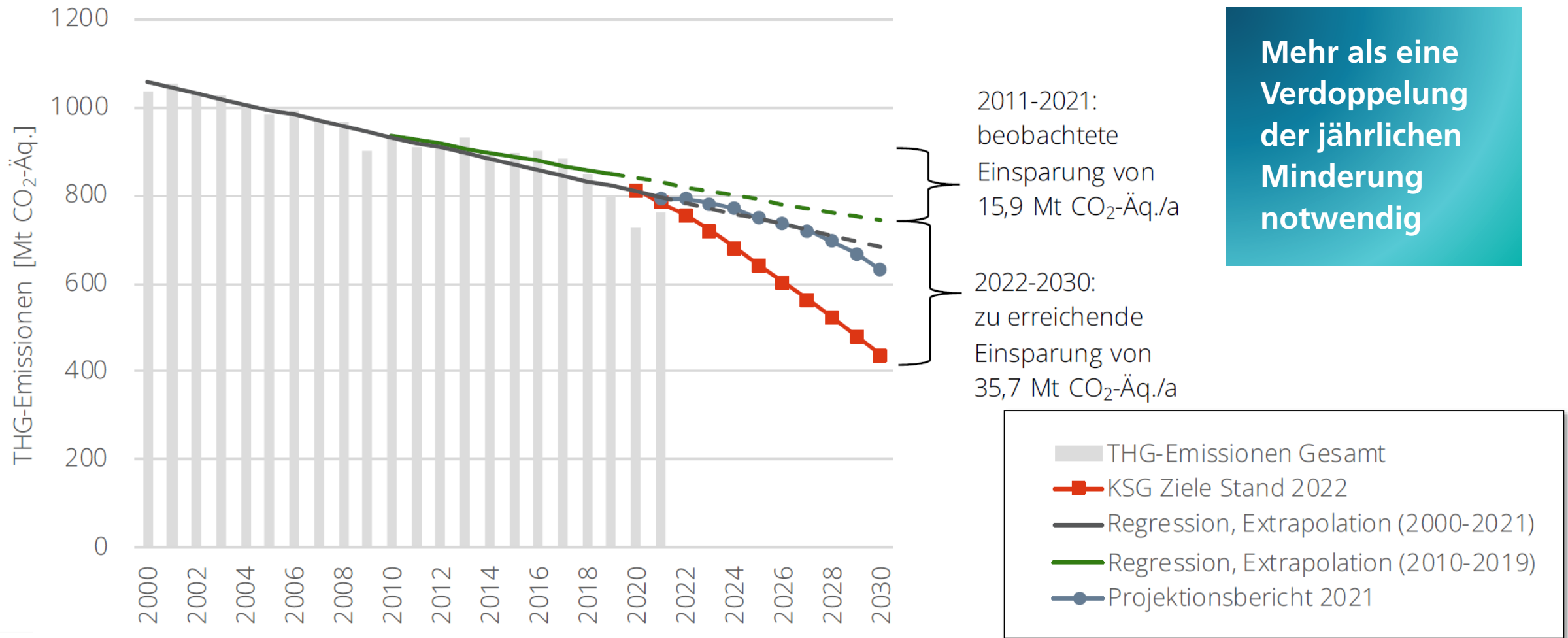
Einführung

Extrapolation 2030



Einführung

Extrapolation 2030



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Institutsleiter Fraunhofer ISE | www.ise.fraunhofer.de |
hans-martin.henning@ise.fraunhofer.de
Professur für Solare Energiesysteme | Universität Freiburg |
hans-martin.henning@inatech.uni-freiburg.de

 **Fraunhofer**
ISE

 **INATECH**