



Dieses Projekt wird aus
Mitteln der FFG
gefördert.

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



FFG Sondierungsvorhaben

Marktprämien 2.0 - Marktwertanalyse

Stakeholder Workshop

Wien, 11. Juli 2024

Franziska Schöniger, Daniel Schwabeneder, Florian Hasengst, Gustav Resch

Competence Unit Integrated Energy Systems

Center for Energy, AIT Austrian Institute of Technology

franziska.schoeniger@ait.ac.at

- **Strompreis- & Marktwertentwicklung** ist entscheidend für die wirtschaftlichen Auswirkungen von CfDs
 - Aufzeigen eines Überblicks über historische und zukünftige Entwicklungen von Strompreisen & erneuerbaren Marktwerten
- Strommarktmodellbasierte Analyse der zukünftigen Marktwerte von erneuerbaren Energien
 - Analyse des österreichischen und Europäischen Strommarktes für 2030 und 2050
 - Veranschaulichung verschiedene möglicher Welten: Bewertung verschiedener Szenarien in Bezug auf deren **Energiemix, Brennstoff- und Emissionspreise** und der Verfügbarkeit von **Flexibilitätsoptionen und Netzausbau**
 - Ergebnisse: Basis für die ökonomischen Bewertungen von CfD Designs im Projekt

1. Überblick historische Entwicklung & Szenarien (empirische Analyse, Literatur)
 - Strompreisentwicklung inkl. Szenarien
 - Historische Marktwerte der erneuerbaren Energien

2. Modellierete Szenarien
 - Annahmen
 - Modellergebnisse (Strompreise und Marktwerte)

Marktprämien 2.0 - Marktwertanalyse



Dieses Projekt wird aus
Mitteln der FFG
gefördert.

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Überblick historische Entwicklung & Szenarien (Literatur)

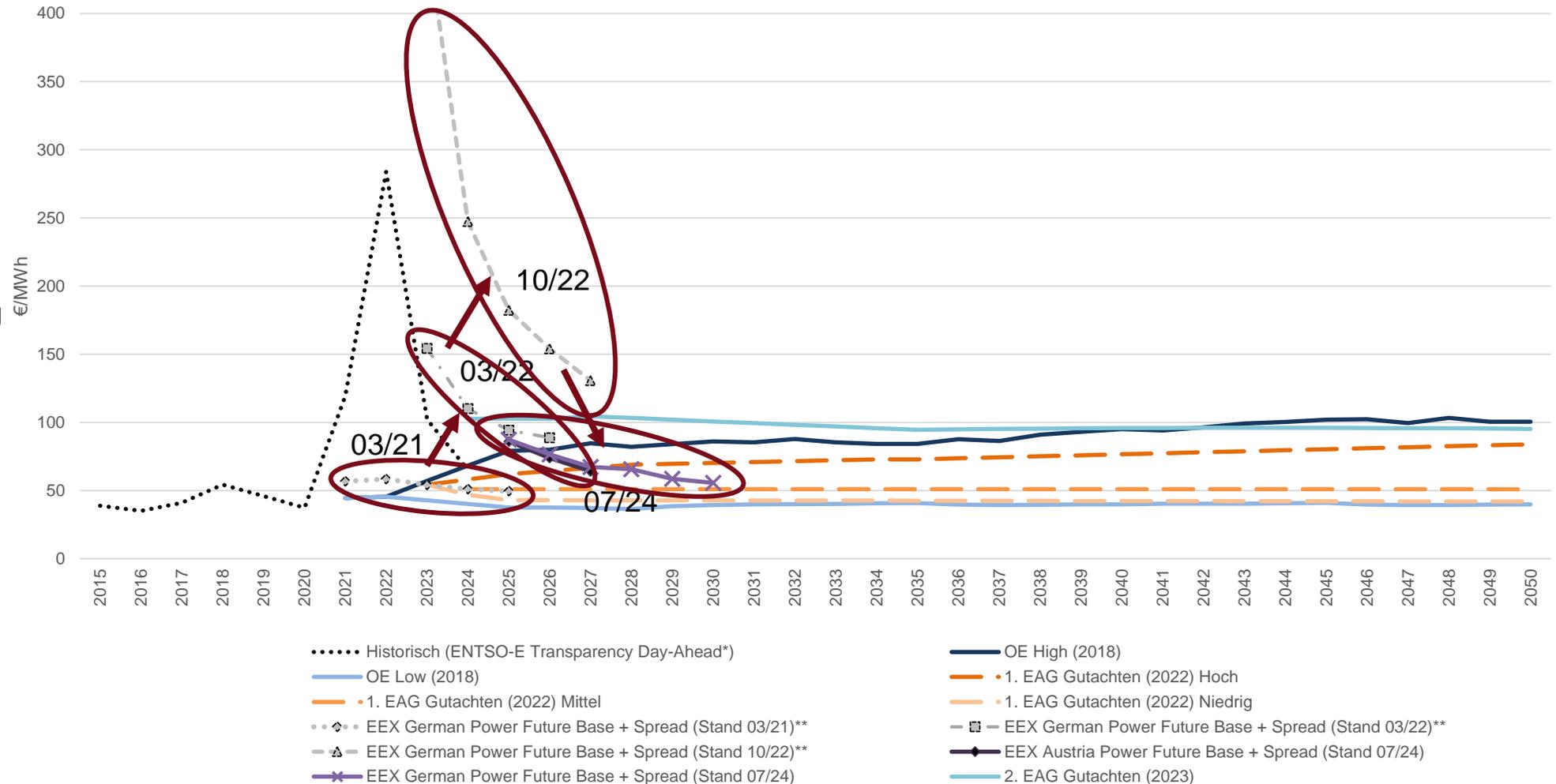


Strompreisentwicklung

STROMPREISENTWICKLUNG UND SZENARIEN (LITERATUR)

Strompreis AT (real, €₂₀₂₃)

- Historische Preise: Große Disruption 2022
- Entwicklung der Futures-Preise
- Strompreisprognosen gehen nach dem Schock wieder zurück, sind aber immer noch höher als zuvor



*bis 30.09.2018 Gebotszone DE-AT-LU, ab 01.10.2018 Gebotszone AT; **Zeitraum für die Durchschnittsbildung der Settlement-Notierungen: 28.12.20-19.03.21, 31.1.22-16.3.22 und 12.9.22-24.10.22 und 1.3.24-1.7.24; Annahme für Spread AT-DE im Jahresdurchschnitt 2,5 €₂₀₂₀/MWh



Historische Marktwerte der erneuerbaren Energien

Frequently used benchmarks to measure the value of renewable electricity generation

- **Market value** (or capture price): The technology-specific **volume-weighted average price** at which the renewable electricity can be sold on the market during a specific period (e.g., one year) [EUR/MWh]
- **Market value factor** (or capture rate): Ratio of the market value and the time-weighted average electricity price (base price) (metric for the valence of electricity with a certain time profile relative to a flat profile)

$$\text{Market value} \left[\frac{\text{EUR}}{\text{MWh}} \right]$$

$$= \frac{\text{sum}(\text{hourly revenues})[\text{EUR}]}{\text{sum}(\text{hourly el. production})[\text{MWh}]}$$

$$\text{Market value factor} [\%]$$

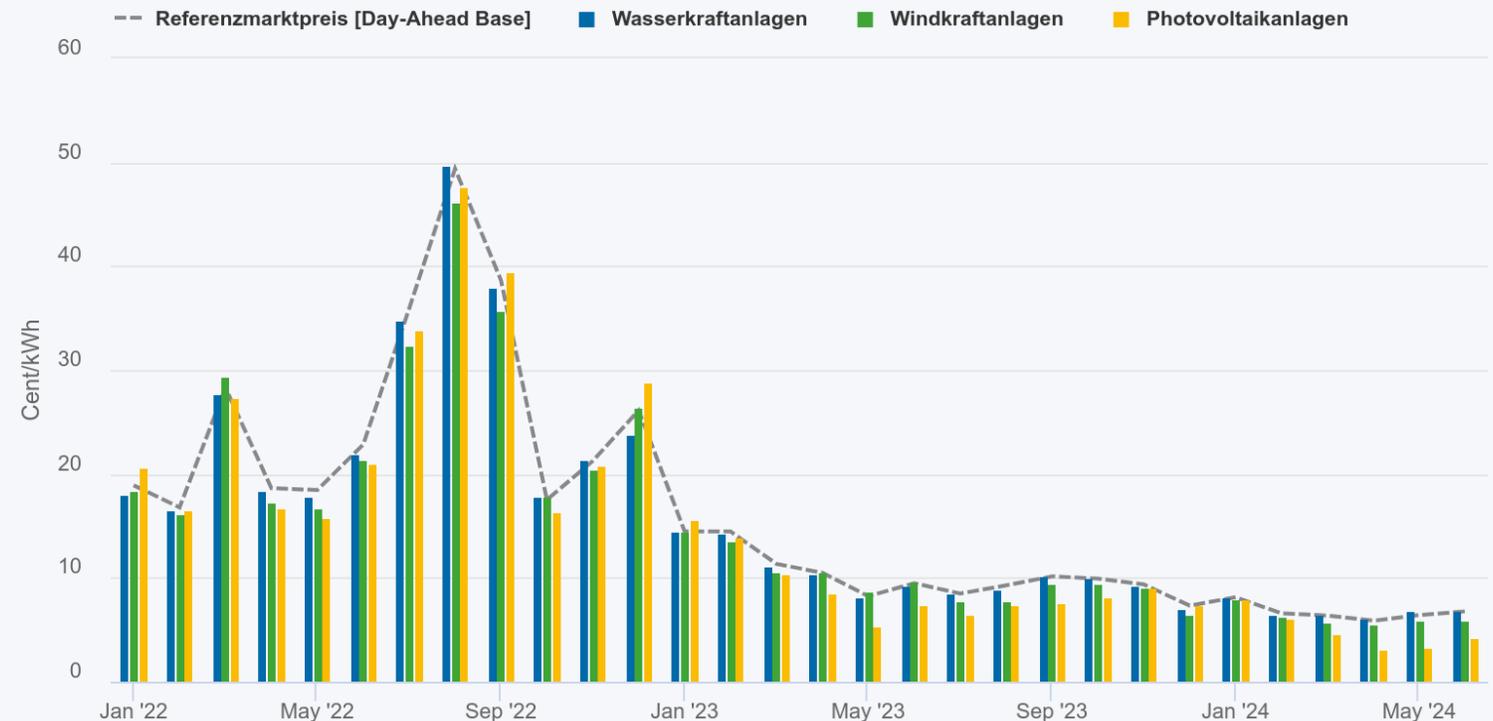
$$= \frac{\text{Market value} \left[\frac{\text{EUR}}{\text{MWh}} \right]}{\text{mean}(\text{hourly el. price}) \left[\frac{\text{EUR}}{\text{MWh}} \right]} * 100\%$$

REFERENZMARKTPREIS UND REFERENZMARKTWERT

- 2022: Ausnahmejahr aufgrund von Störungen des Strommarktes
- Wind- und Laufwasserkraft in etwa auf gleichem Niveau (zwischenjährliche Schwankungen)
- PV-Marktwerte niedriger
- Aktueller Referenzmarktwert (**Juni 2024**):
 - Laufwasser: **6,92 Cent/kWh**
 - Wind: **6,05 Cent/kWh**
 - Solar PV: **4,24 Cent/kWh**

REFERENZMARKTWERT gem §13 EAG

(Monatswerte ab 2022)

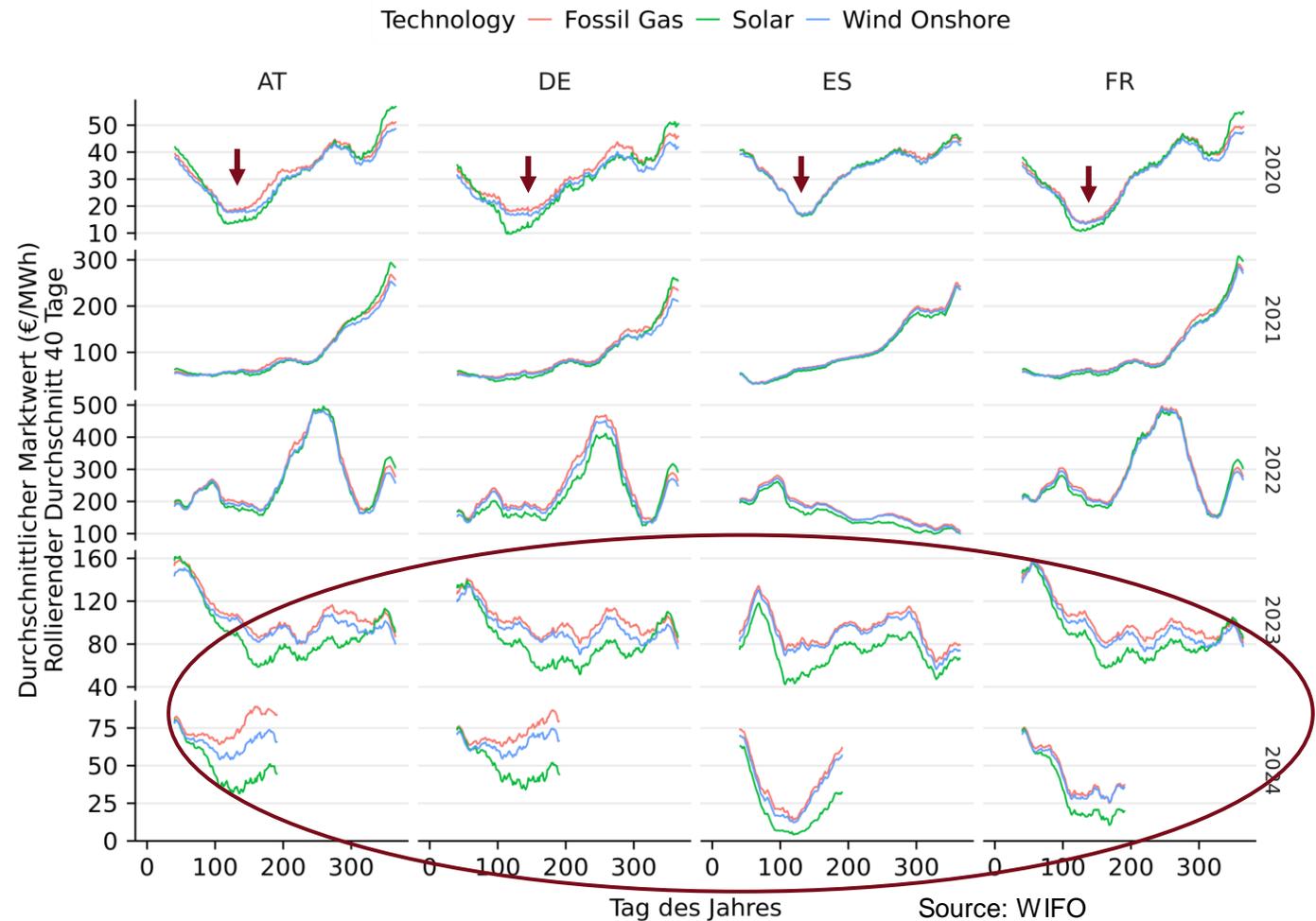


Quelle: E-Control | Datenstand: 04. Juli 2024

SAISONALE UND NATIONALE MUSTER DER MARKTWERTE

- 2021 + 2022 sehr **ungewöhnliche** Muster
- Letzte zwei Jahre: wieder **größere relative Unterschiede** zwischen Technologien, **niedrige Marktwerte für PV**
- Mindestmarktwerte im **Frühjahr/Sommer** als länderübergreifendes Muster

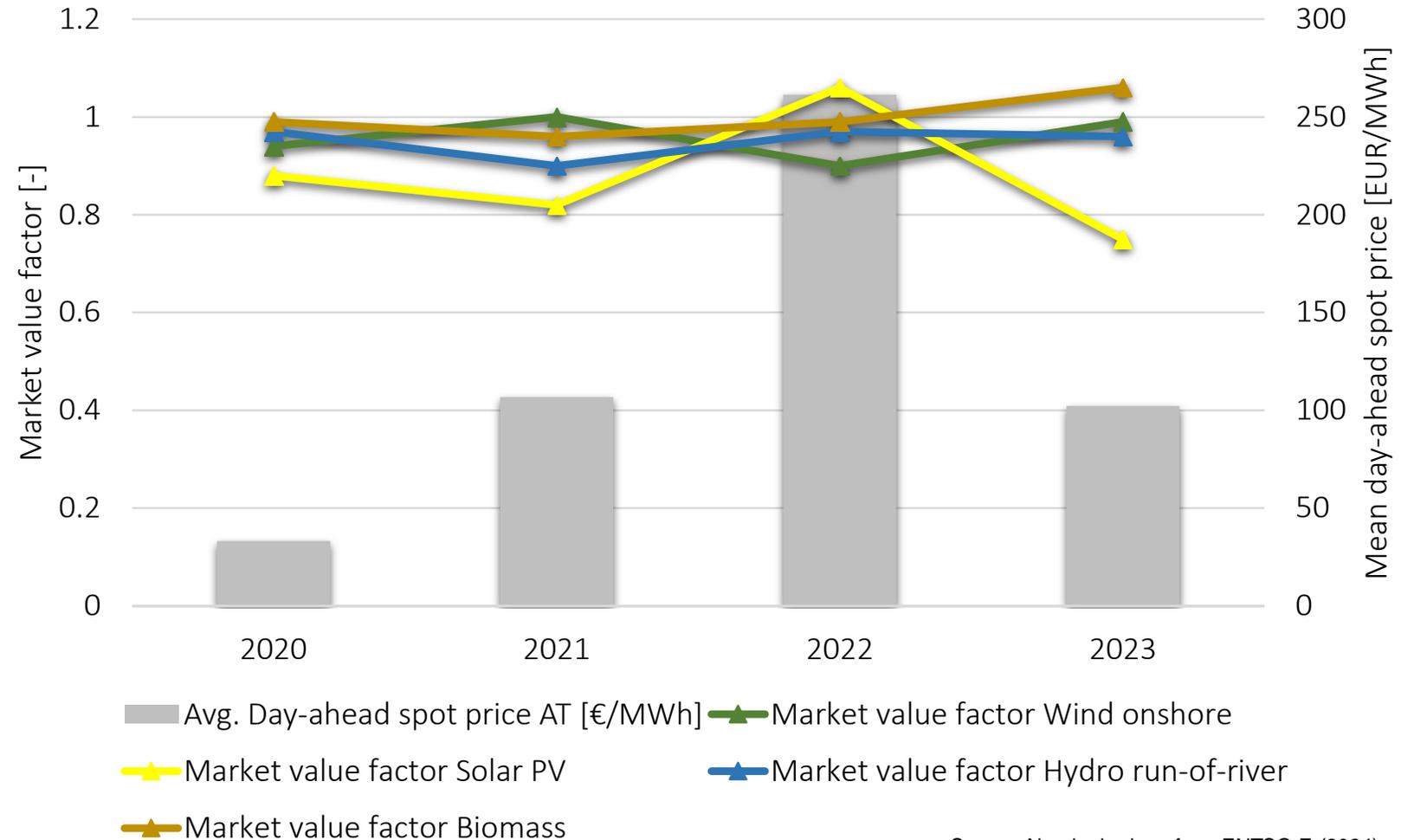
Marktwert von Stromproduktionstechnologien



Source: WIFO
Energiedaten für Österreich

HISTORISCHE MARKTWERTFAKTOREN FÜR ÖSTERREICH

- Sinkender Marktwerttrend für Solar PV (Ausnahme 2022)
- Etwa gleiches Niveau für Wind- und Wasserkraftwerke (0,9-1,0)



Source: Nominal values from ENTSO-E (2024)

Marktprämien 2.0 - Marktwertanalyse



Dieses Projekt wird aus
Mitteln der FFG
gefördert.

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Modellierte Szenarien

- Lineares Optimierungsmodell des Strommarktes IESOpt am AIT
 - Stromsystem + Sektorkopplung (Elektrifizierung der Mobilität, Industrie, Heizen/Kühlen)
 - Geographischer Scope: EU + CH, NO, UK
 - Modellierte Jahre: 2030 + 2050 (nahe + mittlere Zukunft)
 - Wetterjahr: 2008
- Szenarioannahmen basieren auf dem Projekt SECURES (ACRP, 2020-2023, TU Wien, AIT, BOKU)
 - ABER: Kein Klimawandel berücksichtigt in Marktprämien 2.0 Szenarien
 - Weitere Information: www.secures.at
 - Suna, D., Resch, G., Schöniger, F., Hasengst, F., Pardo-Garcia, N., Totschnig, G., Widhalm, P., Formyer, H., Maier, P., Leidinger, D., & Nadeem, I. (2024) Securing Austria's Electricity Supply in Times of Climate Change. In Lampalzer/Hainzl (eds.): Climate.Changes.Security. – Navigating Climate Change and Security Challenges in the OSCE Region. Schriftenreihe der Landesverteidigungsakademie No. 04/2024. ISBN: 978-3-903359-76-5
https://www.bmlv.gv.at/pdf_pool/publikationen/book_climate_11_securing_austrias_electricity_supply.pdf

- Zwei unterschiedliche Dekarbonisierungsambitionen: **Reference + Decarbonisation Needs**
- Ziel: Aufzeigen der Sensitivitäten in beiden Welten

Reference (REF): Österreich strebt bis 2030 und darüber hinaus eine Stromversorgung auf der Grundlage erneuerbarer Energien an. In anderen Sektoren und EU-Ländern sind die Ambitionen zur Dekarbonisierung jedoch geringer.

- **General (EU-wide): Existing measures** and targets are acknowledged (according to ENTSOe-TYNDP / NECPs)
- **AT:** „100%“ RES based electricity supply in accordance with certain assumptions (Demand: UBA-WAM-NEKP - Scenarios)

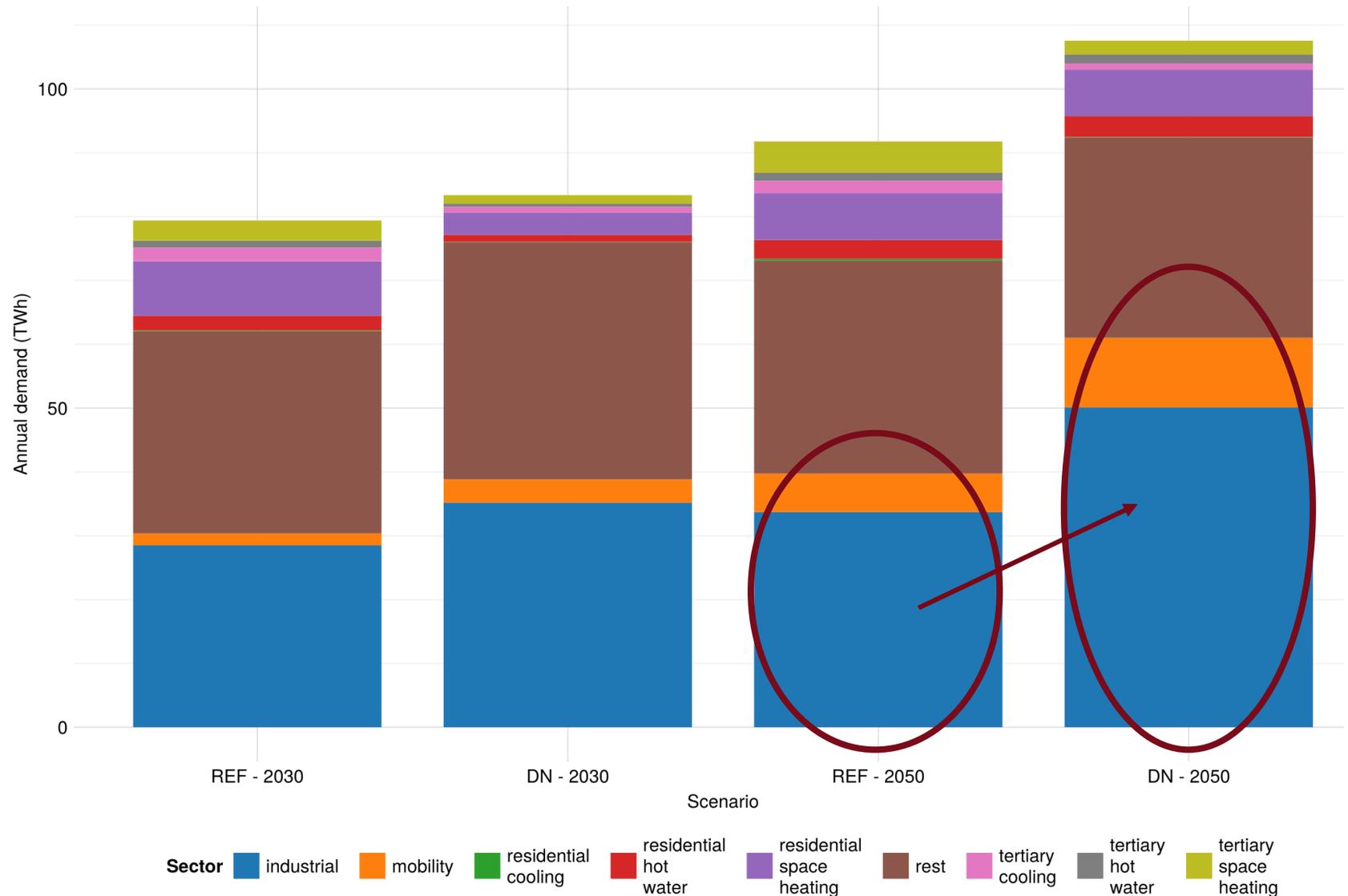
Decarbonization Needs (DN): Starke Dekarbonisierungsambition in der ganzen EU, um Net zero in 2050 zu erreichen. Ein starker Anstieg der Stromnachfrage wird erwartet, gefördert durch starke Sektorkopplung zur Dekarbonisierung anderer Sektoren wie Industrie und Mobilität.

- **General (EU-wide):** Measures are taken for a **deep decarbonisation by 2050**
→ Implicit **decarbonisation of industry (NEFI-AT) and mobility** → **strong sector-coupling**
- **EU-wide (and AT):** Emission target → **100% climate neutrality until 2050** (European Green Deal)

DN: Höhere Nachfrage & höhere erneuerbare Erzeugung

JÄHRLICHER STROMBEDARF ÖSTERREICH

- Analoge Entwicklungen für alle Länder
- Anstieg der Stromnachfrage von 2030 → 2050
- Höhere Nachfrage in DN als REF aufgrund der starken Elektrifizierung von Industrie, Heizung/Kühlung und Mobilität



VIER SENSITIVITÄTSANALYSEN

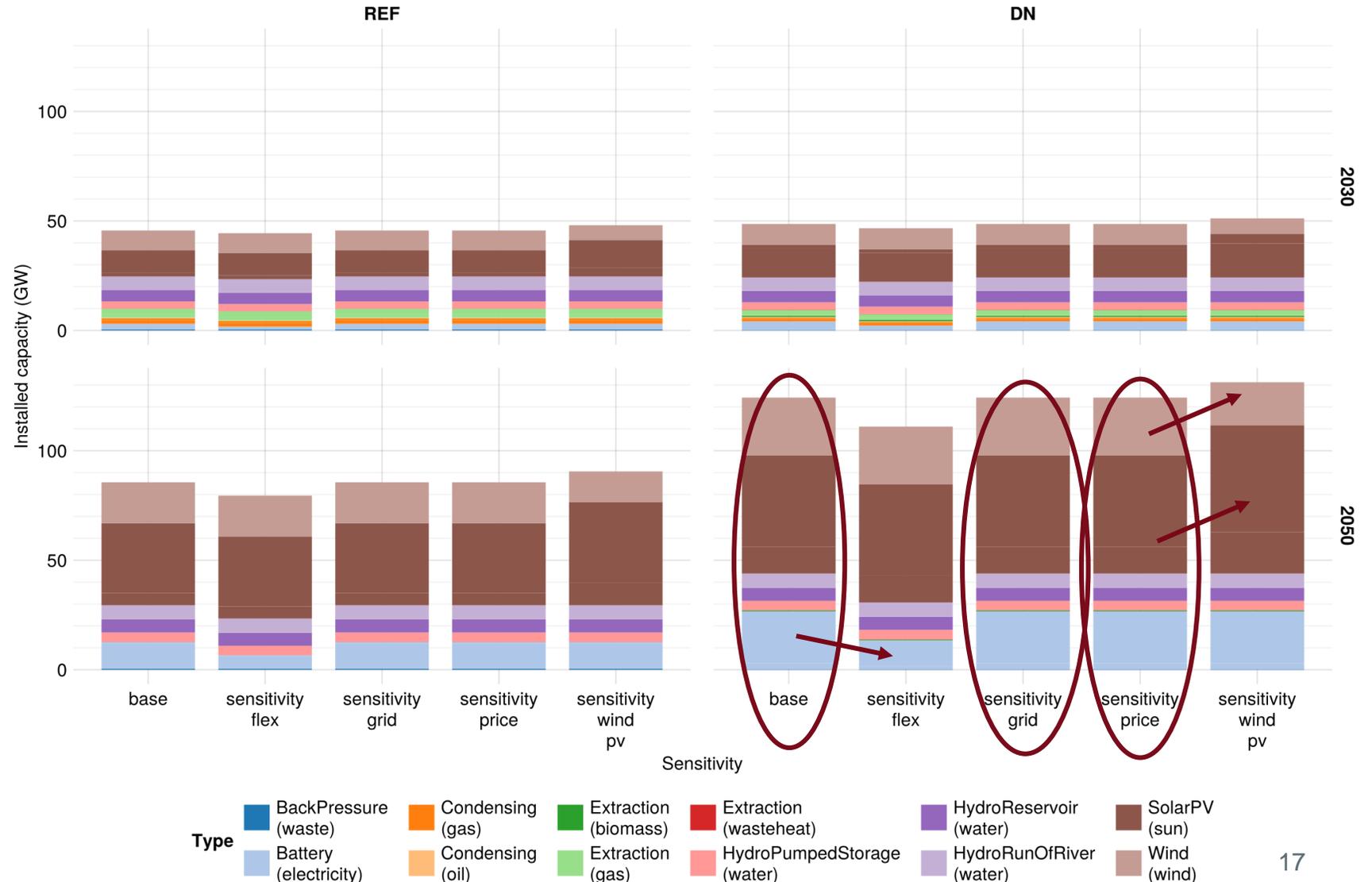
BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN AUF PREISE UND MARKTWERTE



- **Sensitivity flex**: Reduktion von Speicherkapazitäten
 - Batteriekapazität -50% (Kurzfristspeicher)
 - Wasserstoffspeicherkapazität -50% (Langfristspeicher)
- **Sensitivity grid**: Cross-border Übertragungsnetzkapazitäten aller Länder -25%
- **Sensitivity price**: Erhöhung der Emissions- und Brennstoffpreise um 25%
- **Sensitivity Wind PV**: Verschiebung von Wind zu PV im Energiemix (in allen Ländern)
 - Reduktion der Winderzeugung um 25%
 - Erhöhung der PV Erzeugung um die gleiche Stromerzeugungsmenge

INSTALLIERTE STROM-ERZEUGUNGSKAPAZITÄT ÖSTERREICH

- Exogene Kapazitäten
- Gleiche Erzeugungskapazitäten in base und sensitivity runs grid + price
- Sensitivity flex: reduzierte Batterie- und H2-Speicherkapazitäten
- Sensitivity wind + PV: Erhöhte PV Erzeugung, reduzierte Winderzeugung (25%) → erhöhte Gesamtkapazität





Modellergebnisse

STROMPREISE

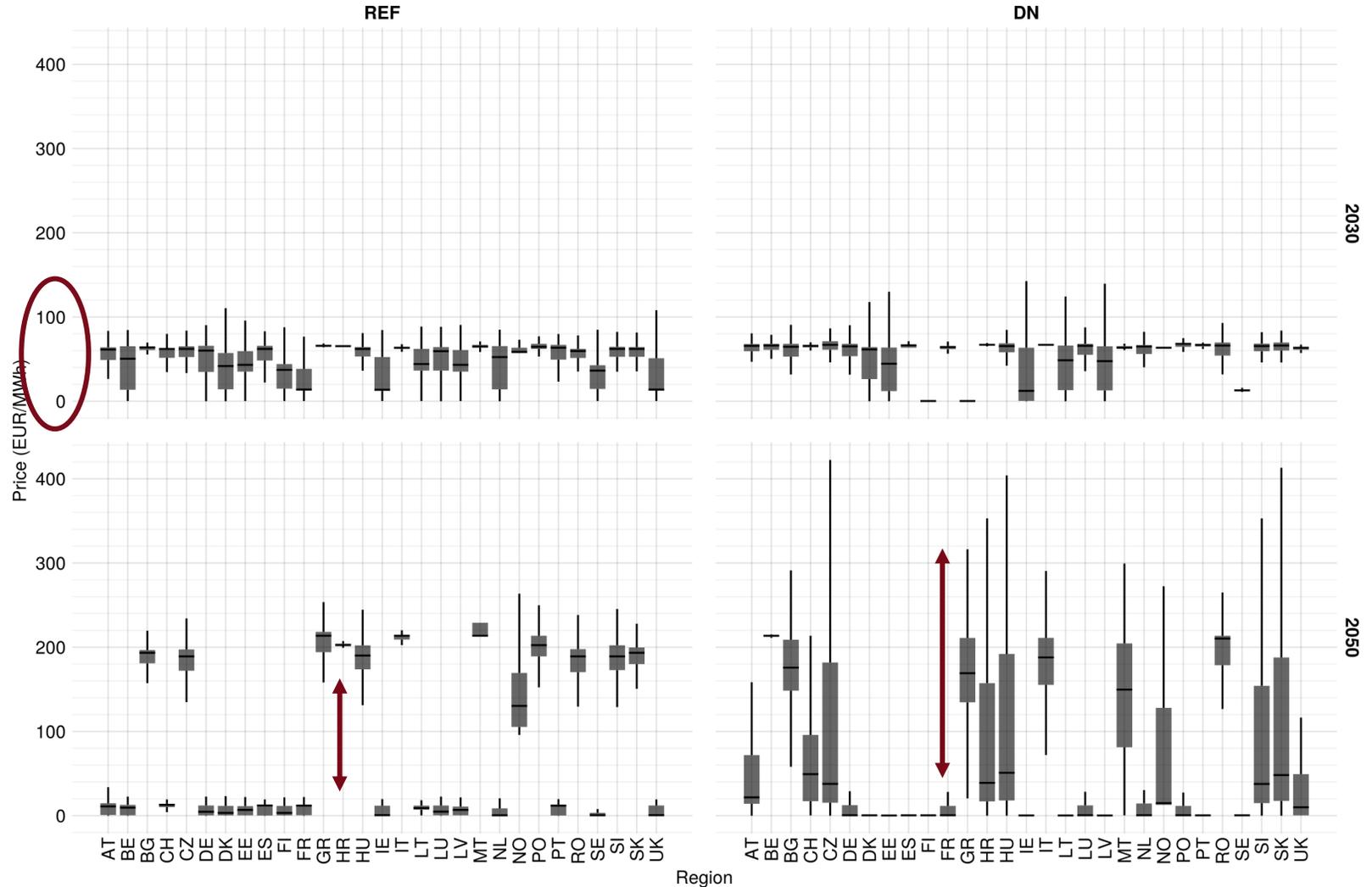
2030:

- Werte zwischen 0 und 100 EUR/MWh (keine negativen Preise aufgrund des linearen Programms)

2050:

- Unterschiede zwischen den Ländern nehmen zu (höherer und niedrigerer Anteil erneuerbarer Energien)
- Die Preisspanne innerhalb eines Landes nimmt in DN zu (hohe Nachfrage, hohe Erzeugung aus erneuerbaren Energiequellen)

→ Große Unterschiede zwischen Jahreszeiten und Sensitivitäten



All values in EUR₂₀₂₀.

Inflation AT EUR₂₀₂₀ → EUR₂₀₂₄ : +22%

ELEKTRIZITÄTSPREISE JE SZENARIO

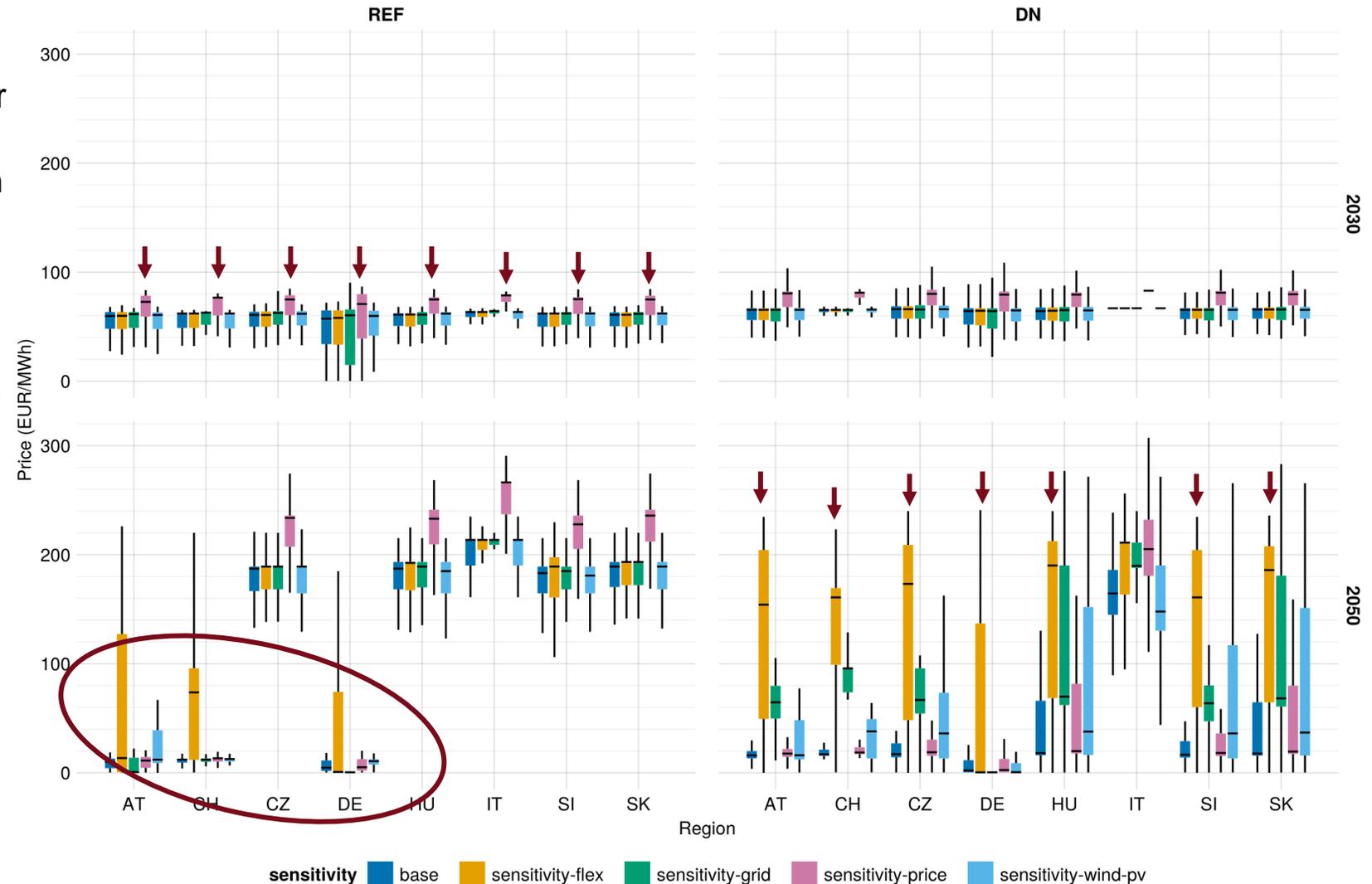
2030:

- Relativ ähnliche Preise außer im Szenario sensitivity-price (Rest an fossilen Kapazitäten im System)

2050:

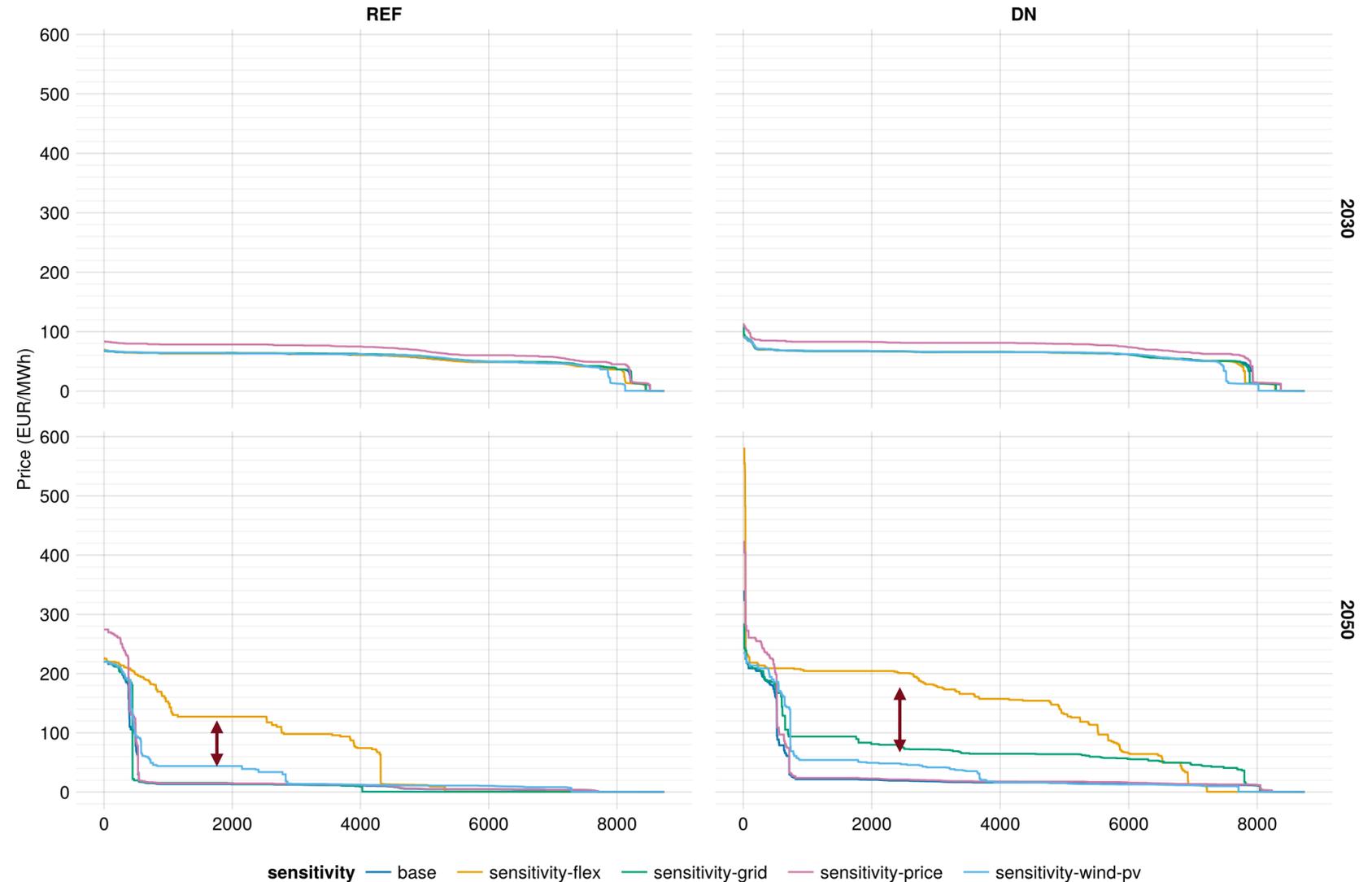
- Je erneuerbarer das System, desto weniger anfällig für Emissions-/Brennstoffpreise
- ABER: Reduzierte Flexibilität (Batterien und saisonaler Wasserstoffspeicher, auch Netz) erhöht die Preise deutlich

All values in EUR₂₀₂₀.



STROMPREIS-DAUERKURVE ÖSTERREICH

- Unterschiede 2050 größer als 2030: **Systeme mit höherer Nachfrage + höherem Erneuerbarenanteil** reagieren **sensitiver** auf die untersuchten Einflüsse
- Reduzierte Verfügbarkeit der **Flexibilitäten** (sensitivity-flex) **erhöht die Strompreise** hauptsächlich aufgrund teurerer Erzeugungsalternativen



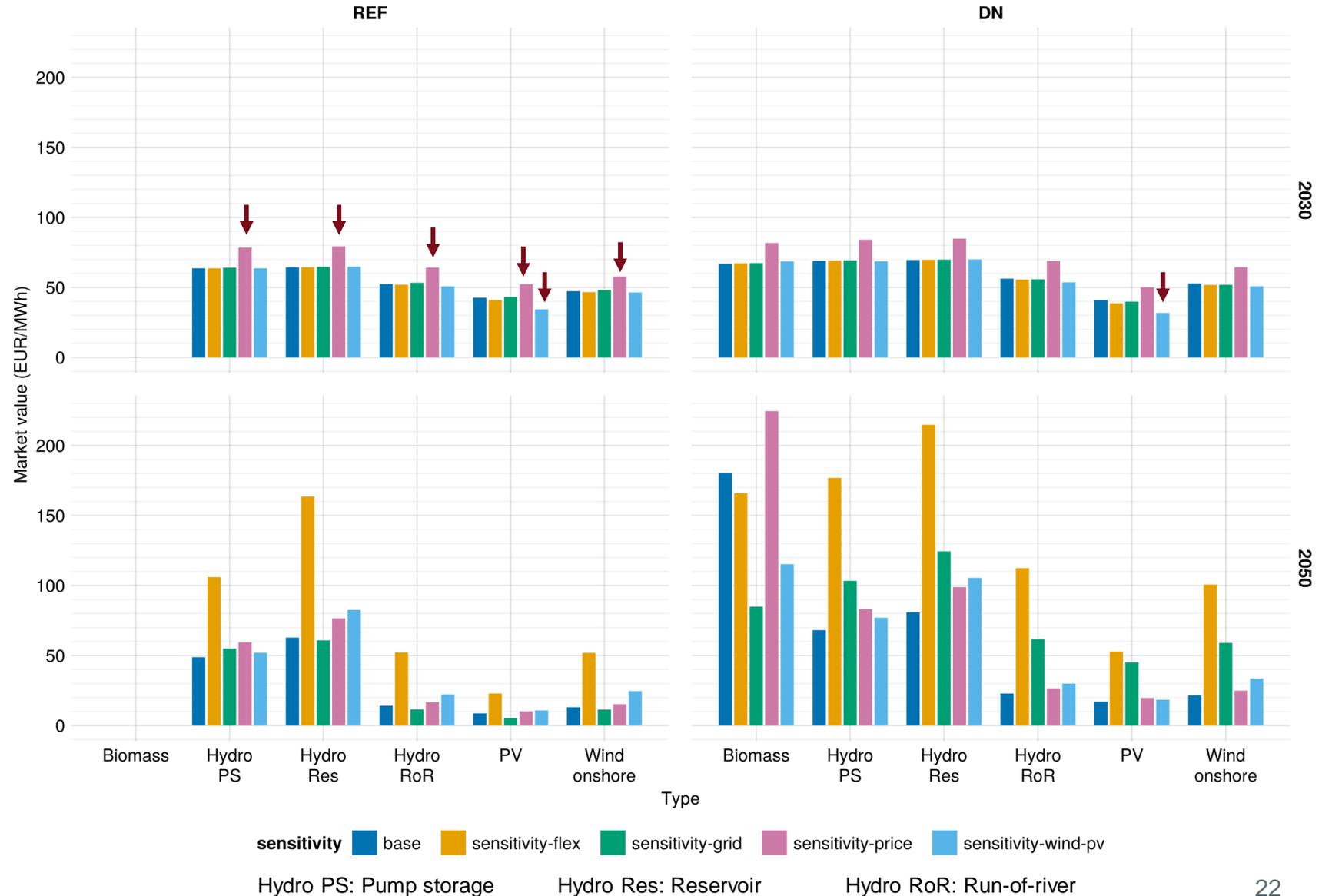
MARKTWERTE (CAPTURE PRICE)

2030:

- Relativ uniform
- Höchste für Steuerbare (Biomasse, Hydro PS + Reservoir)
- Erhöhung für price sensitivity (höherer Strompreis)
- Reduktion des PV Marktwertes in sensitivity wind/PV (Kannibalisierung)

2050:

- Größere Unterschiede (wie Strompreise)
- Sinkende Marktwerte für nicht-steuerbare, erhöhte für steuerbare Technologien
- Marktwerte steigen mit Flexibilitätsreduktion



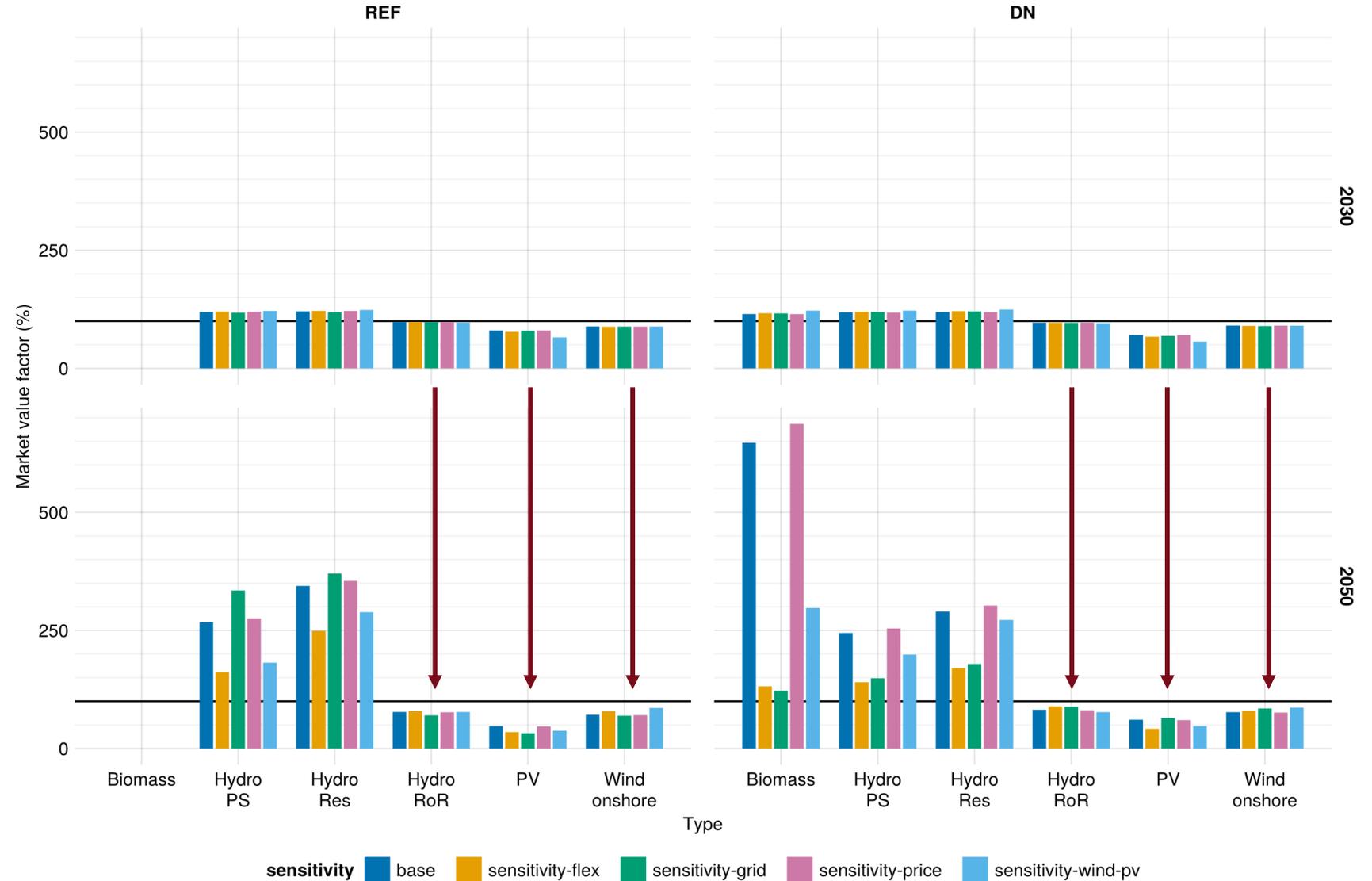
MARKTWERTEFAKTOR (CAPTURE RATE)

2030:

- Relativ nahe zu 100%
- Ähnliches Bild wie historische Zahlen

2050:

- Abnehmender Trend für nicht-steuerbare Technologien
Laufwasser, PV, Wind (PV bis unter 50%)



MARKTWERTFAKTOR WIND

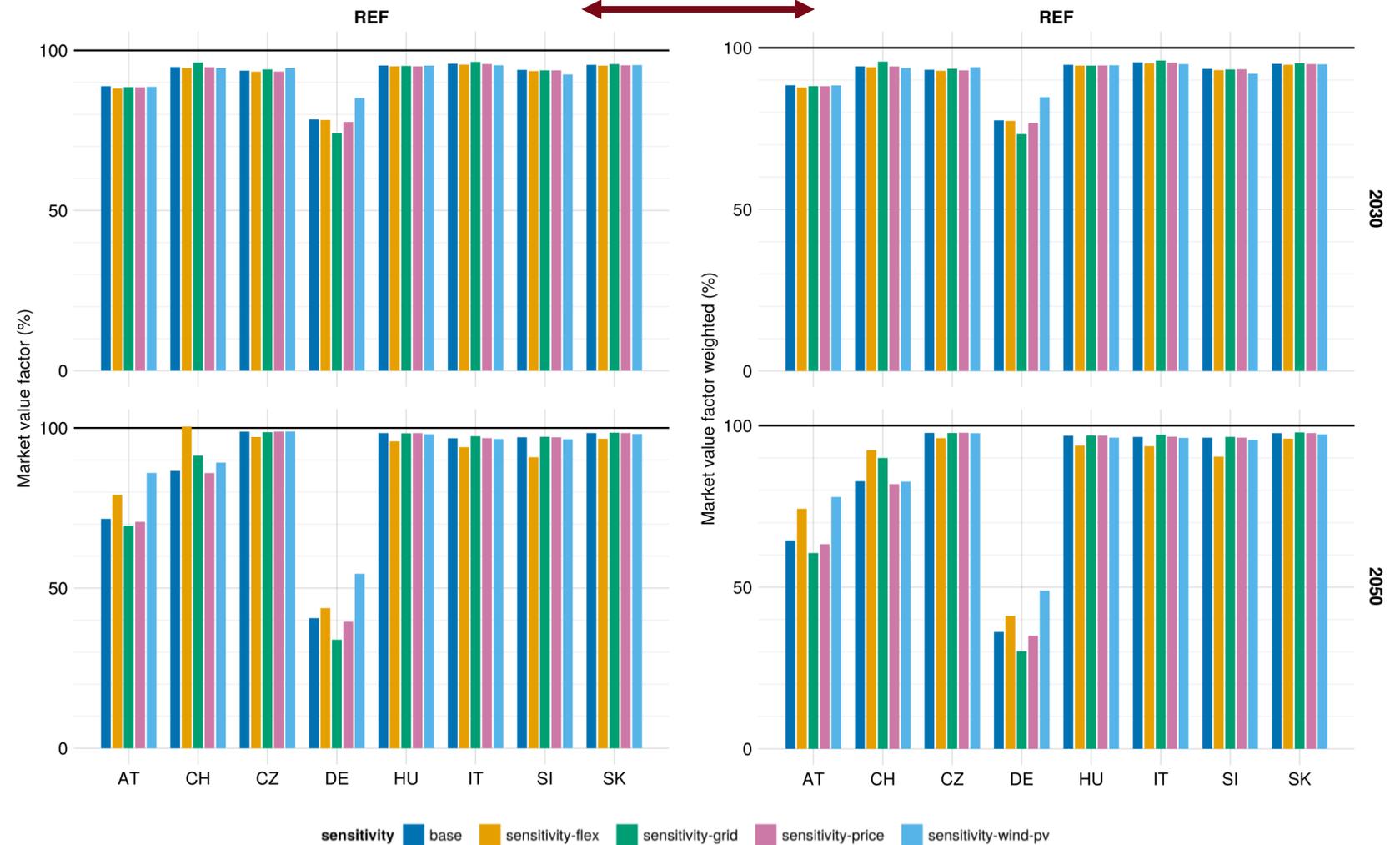
- Marktwertfaktor Wind in den Nachbarländern

Vergleich von zwei Berechnungsmethoden:

- Zeitgewichteter durchschn. Strompreis (Default)
- Nachfragegewichteter durchschn. Strompreis

→ **Sehr geringe Unterschiede zwischen den Methoden, Robustheit**

Time-weighted average electricity price (default) ← Demand-weighted average electricity price



- Historische Entwicklung: **Die letzten vier Jahre waren außergewöhnlich** in Bezug auf Strompreis- und Marktwertdynamiken
- Starke **technologiespezifische** und **jahreszeitliche Charakteristika** des Marktwertes
- Der **Einfluss von Emissions- und Brennstoffpreisen** auf Strompreise (und Marktwerte) sinkt, je höher der Erneuerbarenanteil des Stromsystems ist
- Der **Einfluss der Verfügbarkeit von Flexibilität** (z.B. Speicher und Netzausbau) auf Strompreise (und Marktwerte) steigt mit höherem Anteil Erneuerbarer → Zukünftige Bedeutung von Flexibilität des Systems für Strompreise und Marktwerte



Dieses Projekt wird aus
Mitteln der FFG
gefördert.

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



DANKE

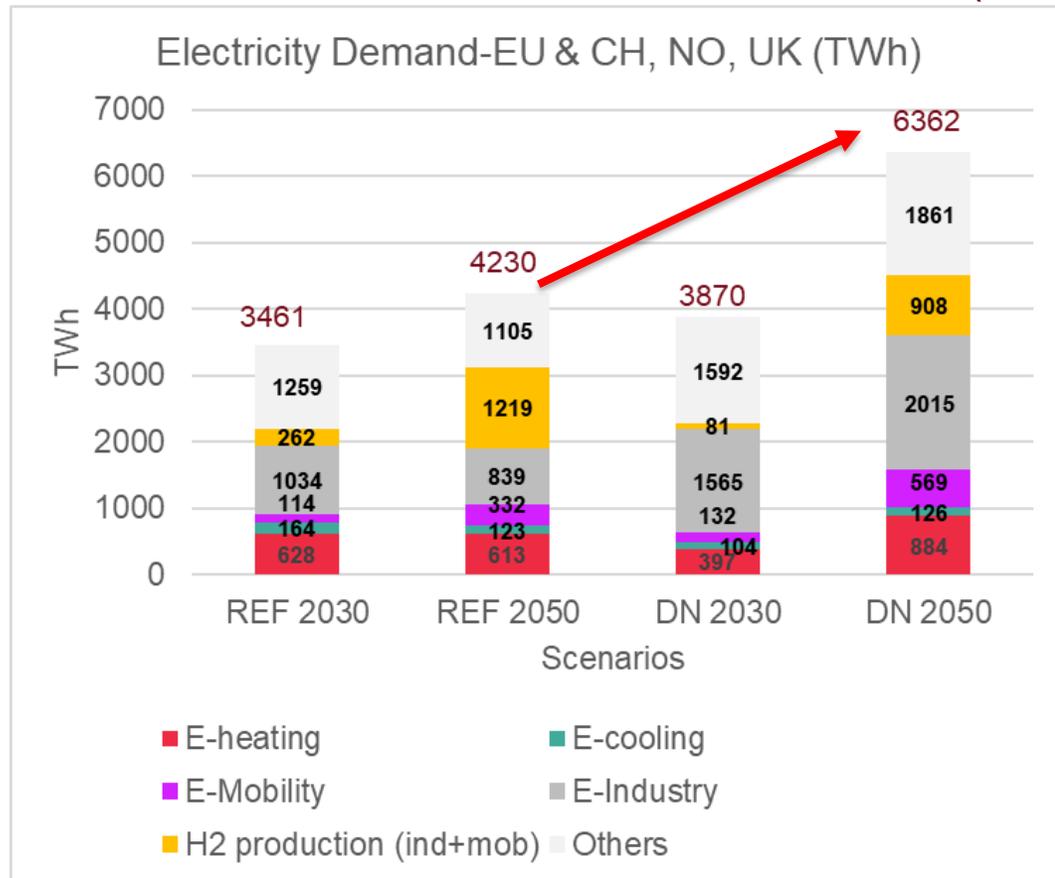
Franziska Schöniger

AIT, Center for Energy

franziska.schoeniger@ait.ac.at

ELECTRICITY DEMAND - EUROPE

ELECTRICITY DEMAND – EUROPE (TWh)



INSTALLED CAPACITIES - EUROPE

INSTALLED CAPACITIES - EUROPE (GW)

