

ORANGE

Organisation und Anforderungen von netzfreundlicher und gemeinschaftlicher Flexibilitätsnutzung

Techno-ökonomische Analyse der Anreize verschiedener Netztarif-Designs

Daniel Schwabeneder¹, Florian Strebl², David Reihs², Sarah Fanta¹, Bernadette Fina¹, Christoph Loschan³, Georg Lettner³

¹ AIT Austrian Institute of Technology, Center for Energy, Integrated Energy Systems

² AIT Austrian Institute of Technology, Center for Energy, Power and Renewable Gas Systems

³ TU Wien, Institute of Energy Systems and Electrical Drives, Energy Economics Group

EnInnov2024

18. Symposium Energieinnovation

14. 02. – 16. 02. 2024

TU Graz



MOTIVATION

- Die Elektrifizierung anderer Sektoren (Wärme, Transport, ...) und der Ausbau dezentraler Erzeugung kann zukünftig große Herausforderungen für Verteilnetze darstellen.
- Viele neue EndkundInnen-Technologien sind in der Lage Flexibilität bereitzustellen:
 - Batteriespeicher
 - Wärmepumpen und E-Boiler (thermische Trägheit von Gebäuden, Warmwasserspeicher)
 - Gesteuertes Laden von E-Autos
- Neben Netzausbau kann auch ein netzfreundlicher Betrieb dieser flexiblen Komponenten einen Teil zur Lösung beitragen.
- Netztarife können entsprechende Anreize für einen netzfreundlichen Betrieb dieser Komponenten liefern.

→ Techno-ökonomische quantitative Analyse der Anreize verschiedener Netztarif-Designs im Projekt ORANGE.

METHODISCHE VORGEHENSWEISE

1. **Annahmen** für verschiedene Niederspannungsnetzabschnitte
 - Portfolio von verschiedenen flexiblen Technologien (PV, Batterien, elektrische Boiler, Wärmepumpen, EV-Ladestationen)
 - Verschiedene Größen von Energiegemeinschaften (EG)
2. **Baseline**: Simulation des Betriebs von flexiblen Komponenten mit dem **aktuellen Netztarif**.
 - Rollierende Optimierung der Kosten mit Femto.jl (<https://codeberg.org/daschw-lab/Femto.jl>)
 - Berücksichtigung von EG-Handel
 - Berücksichtigung der gesamten Stromrechnung (Versorgertarif, Netztarif, Steuern & Abgaben)
3. Design **neuer Netztarife** basierend auf den Baseline-Ergebnissen
 - Gleiche Kosten wie Baseline im Baseline-Betrieb
4. **Optimierung** des Betriebs flexibler Komponenten mit dem **neuen Netztarif**
5. Netzsimulationen mit PowerFactory (<https://www.digsilent.de/en/powerfactory.html>)
6. Auswertung der Effekte von neuen Netztarifen auf verschiedene **KPIs** (Kostenkomponenten, Lastspitzen am Transformator, Leitungsauslastung, ...)

UNTERSUCHTE REPRÄSENTATIVE NETZABSCHNITTE

ÜBERBLICK

Name		Rural (EAG)	Rural (ÖNIP+)	Sub-urban (EAG)	Sub-urban (ÖNIP+)	Urban (EAG)	Urban (ÖNIP+)
Netzanschlusspunkte		19	29	76	48	260	133
EG-Teilnehmer		13	20	55	35	123	119
PV	2020	5	4	6	5	1	1
	2030	13	20	35	34	15	15
Flexible Komponenten	2020	8	14	83	33	180	95
	2030	23	47	138	116	215	163

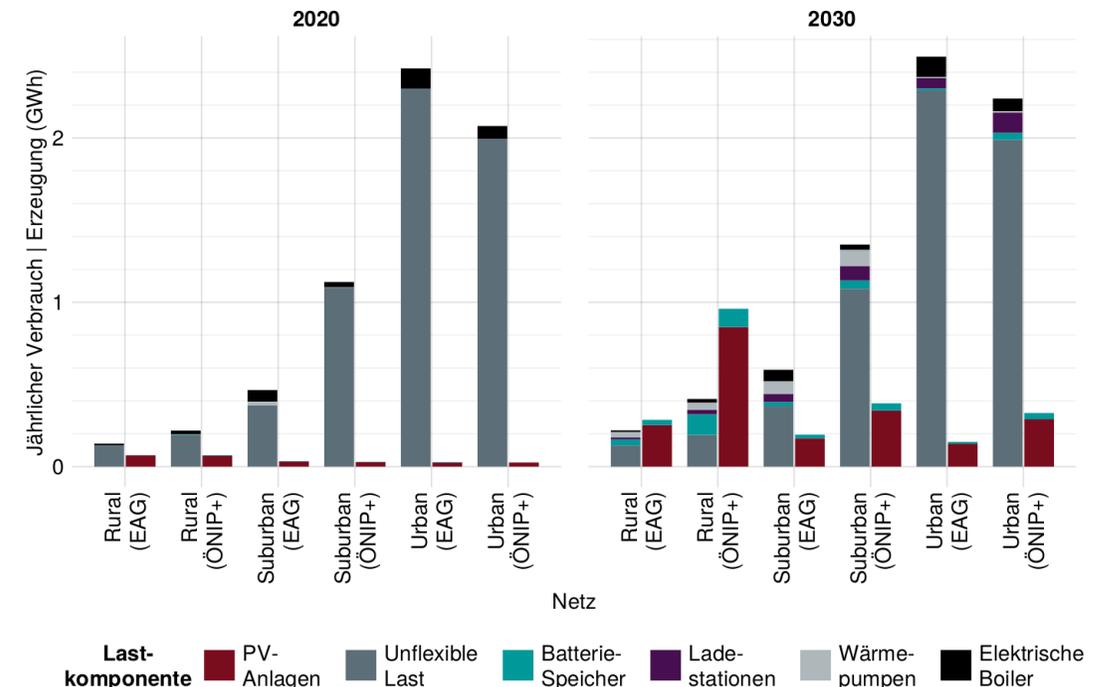
PV-Ausbauszenarien für 2030 basieren auf:

- EAG: Bundeskanzleramt Österreich. *Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG)*. 2021. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/RegV/REGV_COO_2026_100_2_1842895/REGV_COO_2026_100_2_1842895.pdf
- ÖNIP+: Umweltbundesamt. *Szenarien für die realisierbare erneuerbare Stromerzeugung im Jahr 2030 und 2040*. 2023. <https://www.wko.at/oe/news/0077-hue-nip-studie-umweltbundesamt-2023-szenarien-erneuerba.pdf>

EG-Struktur und flexible Komponenten: Cejka et al. *Typical future Energy Communities – An analysis on operational areas, member structure and used infrastructure*. <https://doi.org/10.1049/icp.2022.0757>

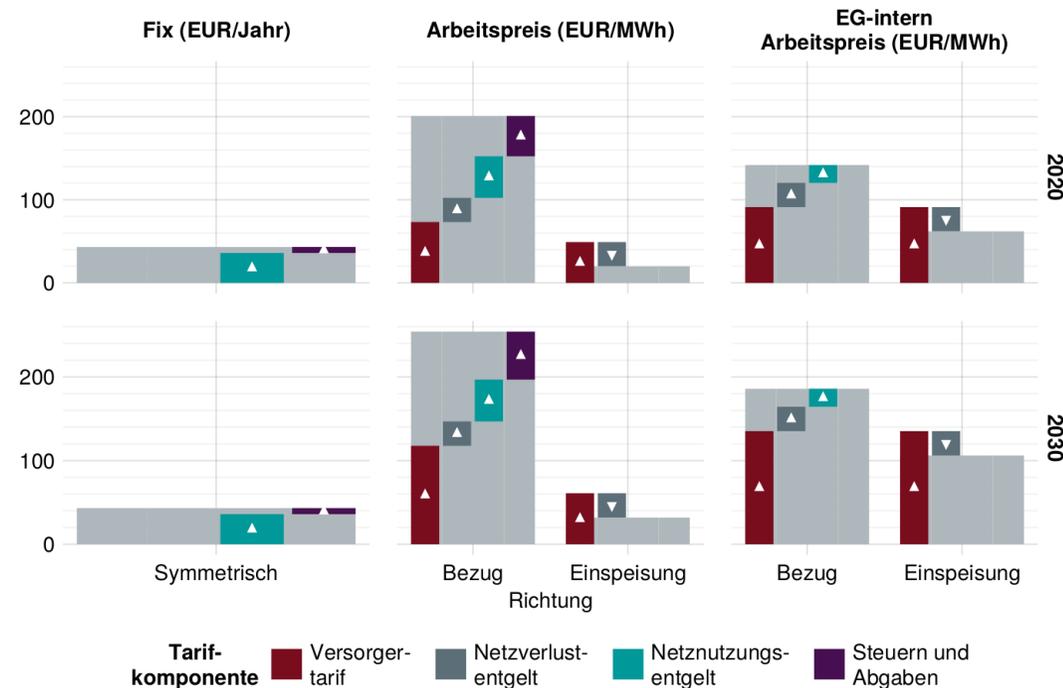
Netze: frontier economics, AIT. *Der volkswirtschaftliche Wert der Stromverteilnetze auf dem Weg zur Klimaneutralität in Österreich*. 2022. https://oesterreichsenergie.at/fileadmin/user_upload/Oesterreichs_Energie/Publicationsdatenbank/Studien/2022/Frontier_AIT-OE-Wert_der_Stromverteilnetze-Policy_Paper-Langfassung-28012022.pdf

JÄHRLICHER VERBRAUCH UND ERZEUGUNG VERSCHIEDENER KOMPONENTEN IN DEN NETZEN



ANNAHMEN TARIFE – BASELINE

TARIFKOMPONENTEN



QUELLEN

Versorgertarife

- Basierend auf stündlichen Spotmarktpreisen
 - 2020: <https://transparency.entsoe.eu/>
 - 2030: EDisOn Modellergebnisse: Loschan et al. *Hydrogen as Short-Term Flexibility and Seasonal Storage in a Sector-Coupled Electricity Market*. <https://doi.org/10.3390/en16145333>
- Dynamisch:
 - Bezug: Stündlicher Marktpreis + 40 EUR/MWh
 - Einspeisung: Stündlicher Marktpreis + 20 EUR/MWh
- Konstant:
 - Bezug: Stündlicher Marktpreis gewichtet mit H0-Profil + 40 EUR/MWh
 - Einspeisung: Stündlicher Marktpreis gewichtet mit PV-Profil + 20 EUR/MWh

Netztarife

- Netznutzungs- und -verlustentgelt: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2022_II_466/BGBLA_2022_II_466.htm
- Reduktion für Energiegemeinschaften: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2021_II_438/BGBLA_2021_II_438.htm

Steuern und Abgaben

- Elektrizitätsabgabe: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10005027>
- Mehrwertsteuer

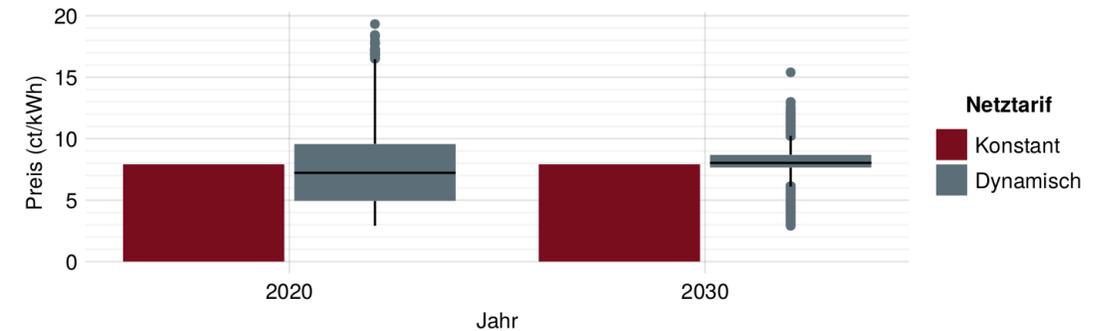
DYNAMISCHER NETZTARIF

TARIFDESIGN

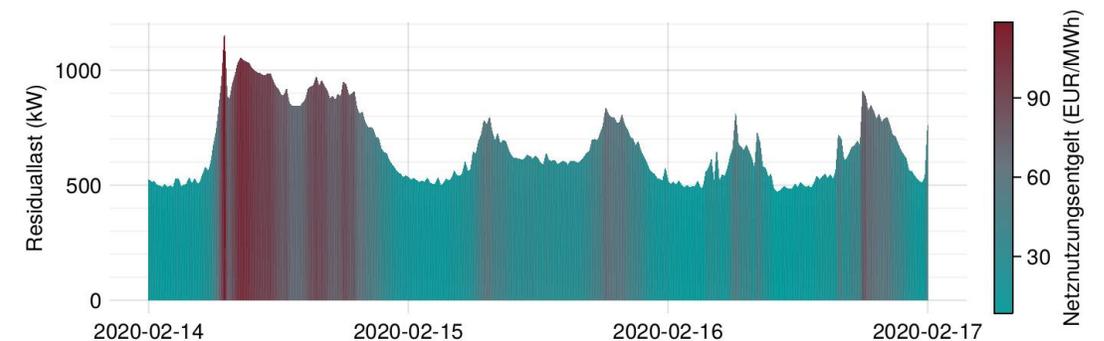
- Die Residuallast aller Netze wird als Profil für die dynamische Preiszeitreihe verwendet.
 - Hoher Verbrauch → hohe Preise
 - Geringer Verbrauch → niedrige Preise
- Es wird so transformiert, dass
 - der niedrigste Preis bei 0 ct/kWh liegt und
 - die gesamten Netztarifkosten aller EndkundInnen mit den Residuallasten aus dem Baseline-Betrieb gleich sind wie für den konstanten Netztarif.

→ Alle Netze, Energiegemeinschaften und flexible Technologien werden mit dem neuen dynamischen Netztarif optimiert.

ARBEITSPREISE NETZTARIF

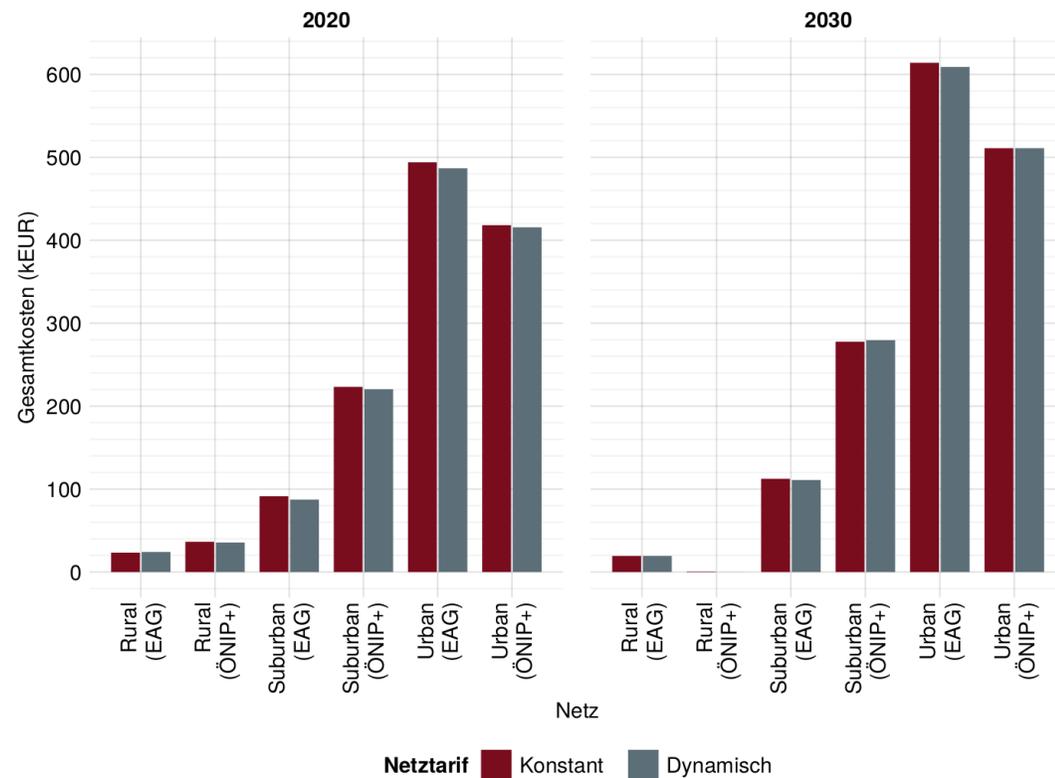


RESIDUALLAST BASELINE UND DYNAMISCHES NETZNUTZUNGSENTGELT

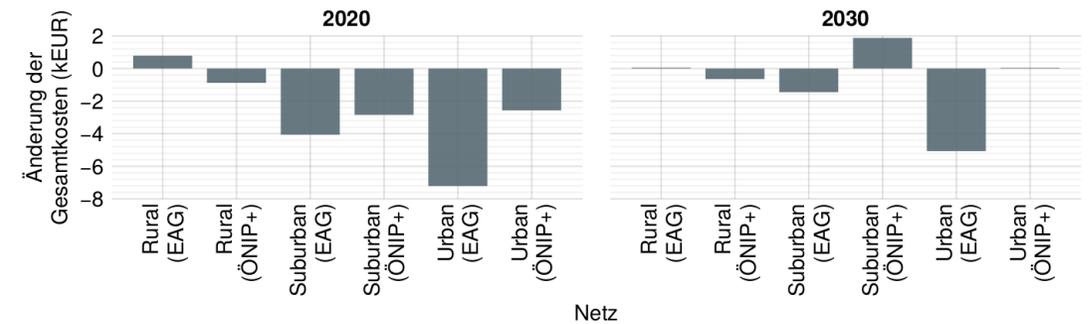


DYNAMISCHER NETZTARIF – ERGEBNISSE – KOSTEN

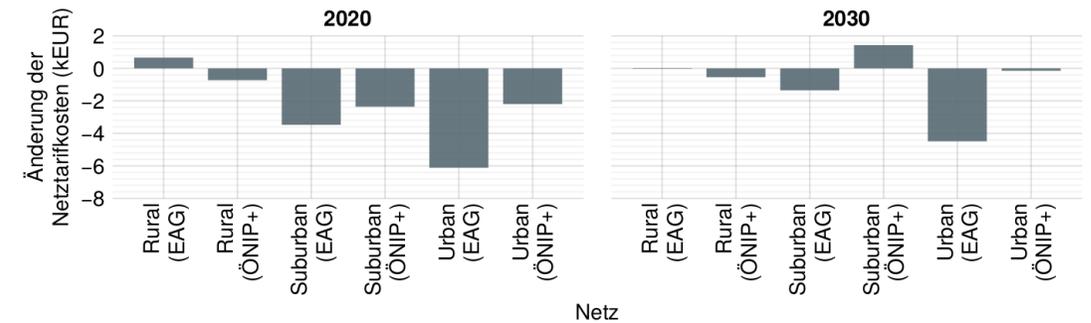
GESAMTKOSTEN – KONSTANT VS DYNAMISCH



ÄNDERUNG DER GESAMTKOSTEN

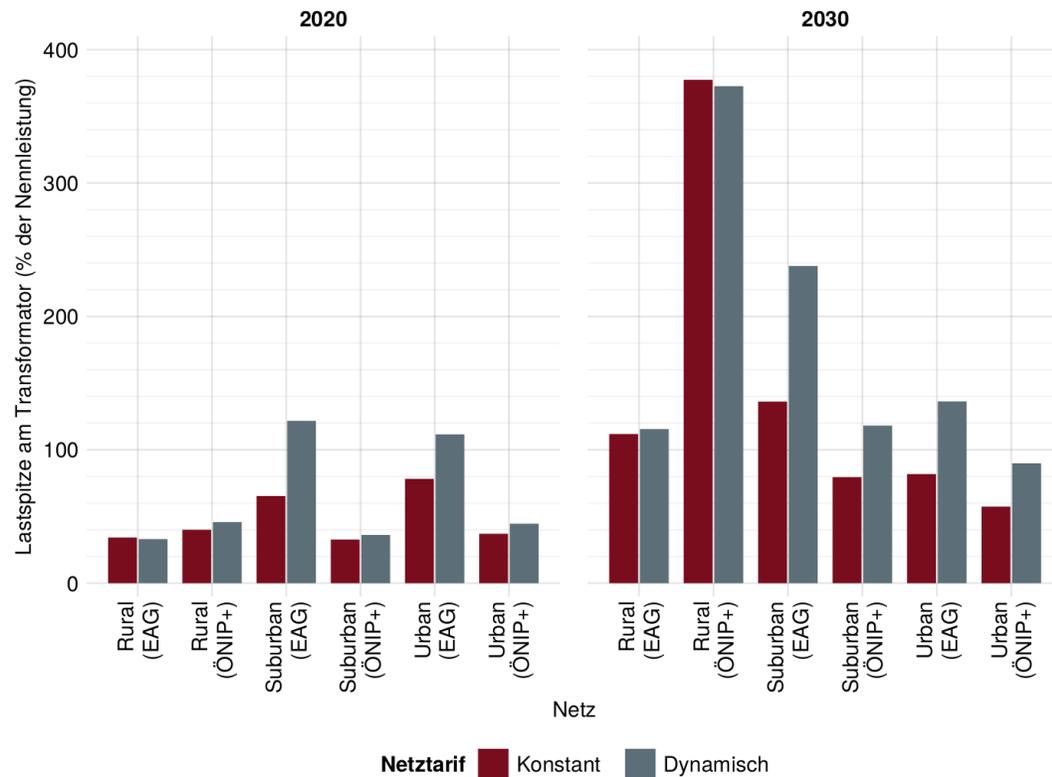


ÄNDERUNG DER NETZTARIFKOSTEN

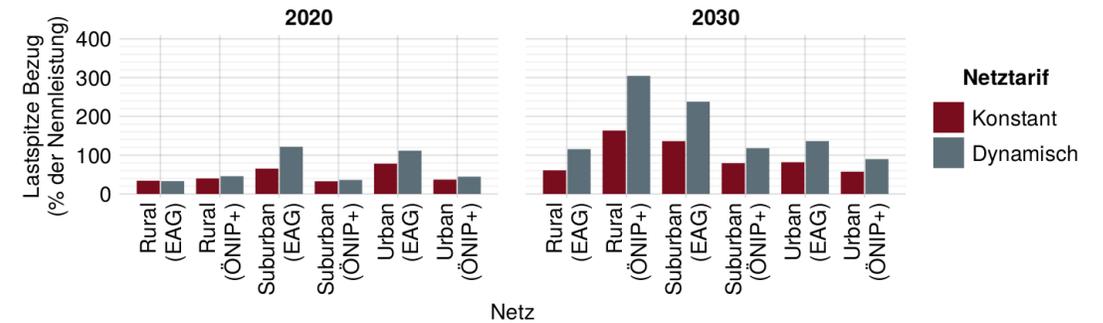


DYNAMISCHER NETZTARIF – ERGEBNISSE – LASTSPITZEN

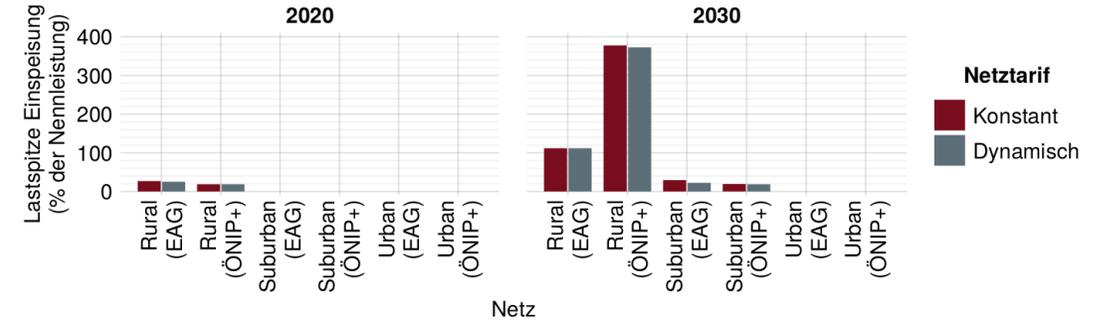
TRANSFORMATOR LASTSPITZEN



LASTSPITZEN BEZUG



LASTSPITZEN EINSPEISUNG

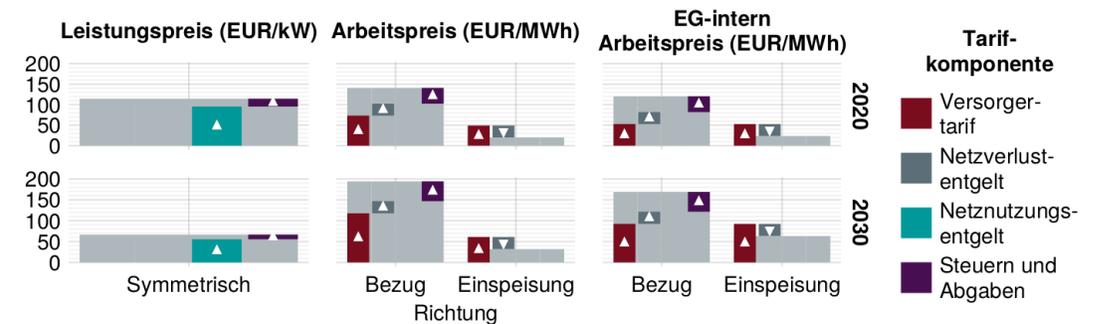


NETZTARIF MIT LEISTUNGSPREIS

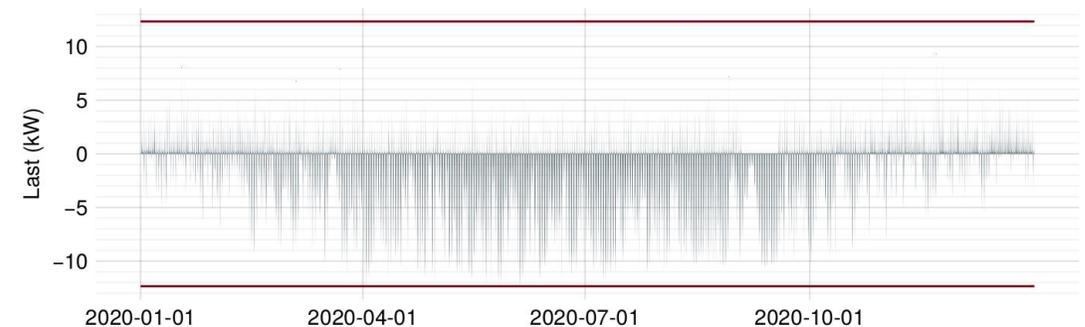
TARIFDESIGN

- Die fixe jährliche Komponente und der Arbeitspreis des Netznutzungsentgelts werden durch eine Leistungskomponente (EUR/kW) für die jährliche Bezugs-/Einspeisungsspitze ersetzt.
- Dazu werden die gesamten Netznutzungsentgelt-Kosten im Baseline-Szenario durch die Summe aller individuellen Leistungsspitzen dividiert
- Gleiche Kosten wie mit dem konstanten Netztarif im Baseline-Betrieb.
- Alle Netze, Energiegemeinschaften und flexible Technologien werden mit dem neuen Netztarif mit Leistungspreis optimiert.

TARIFKOMPONENTEN

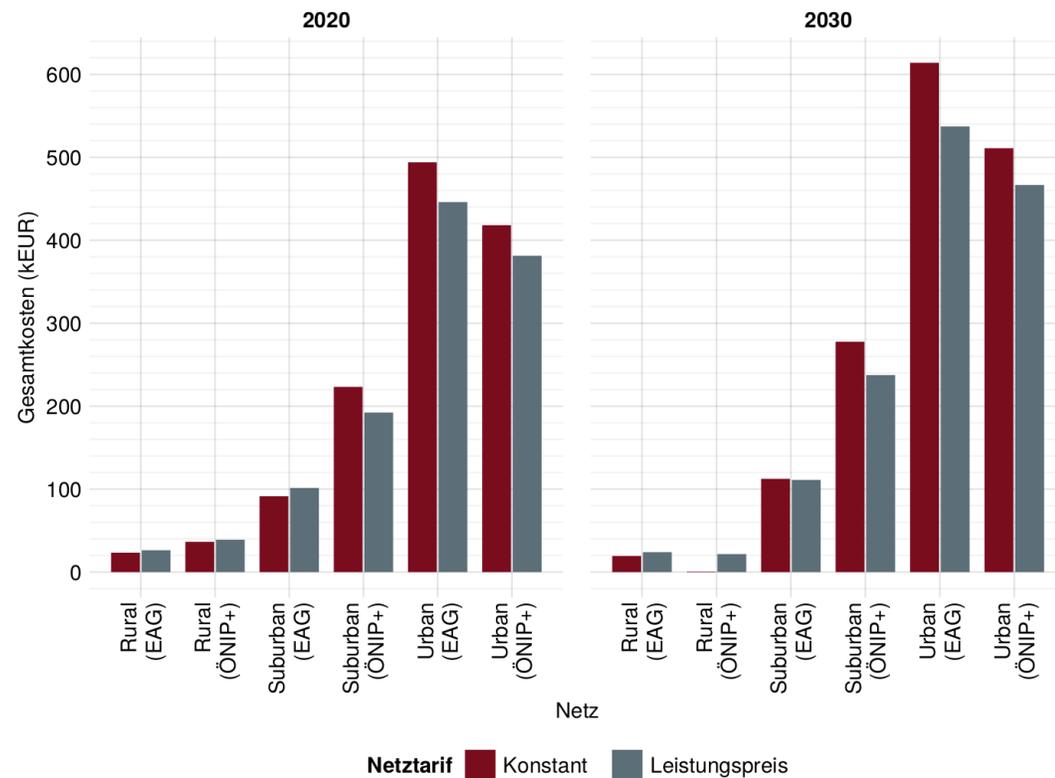


BEISPIELLAST MIT JÄHRLICHER LASTSPITZE

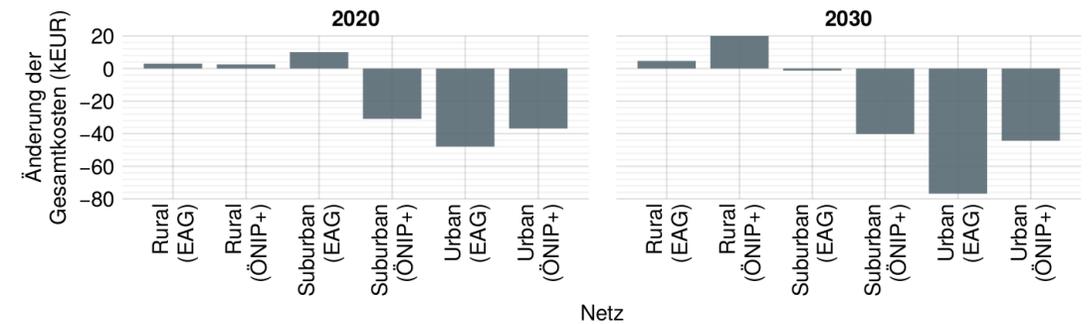


NETZTARIF MIT LEISTUNGSPREIS – ERGEBNISSE – KOSTEN

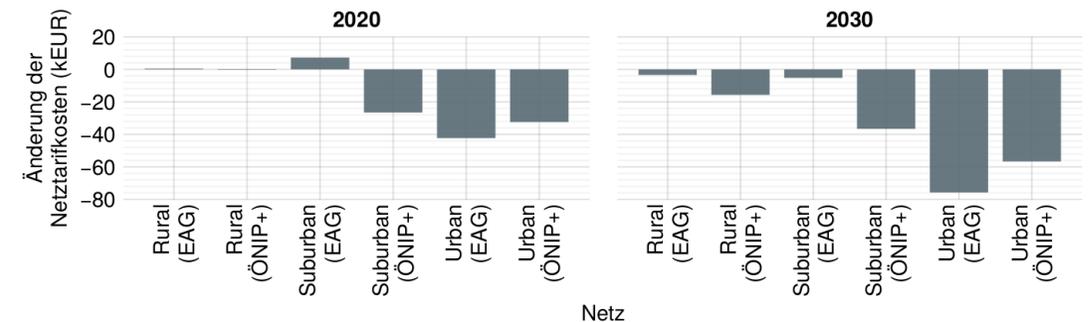
GESAMTKOSTEN – KONSTANT VS LEISTUNGSPREIS



ÄNDERUNG DER GESAMTKOSTEN

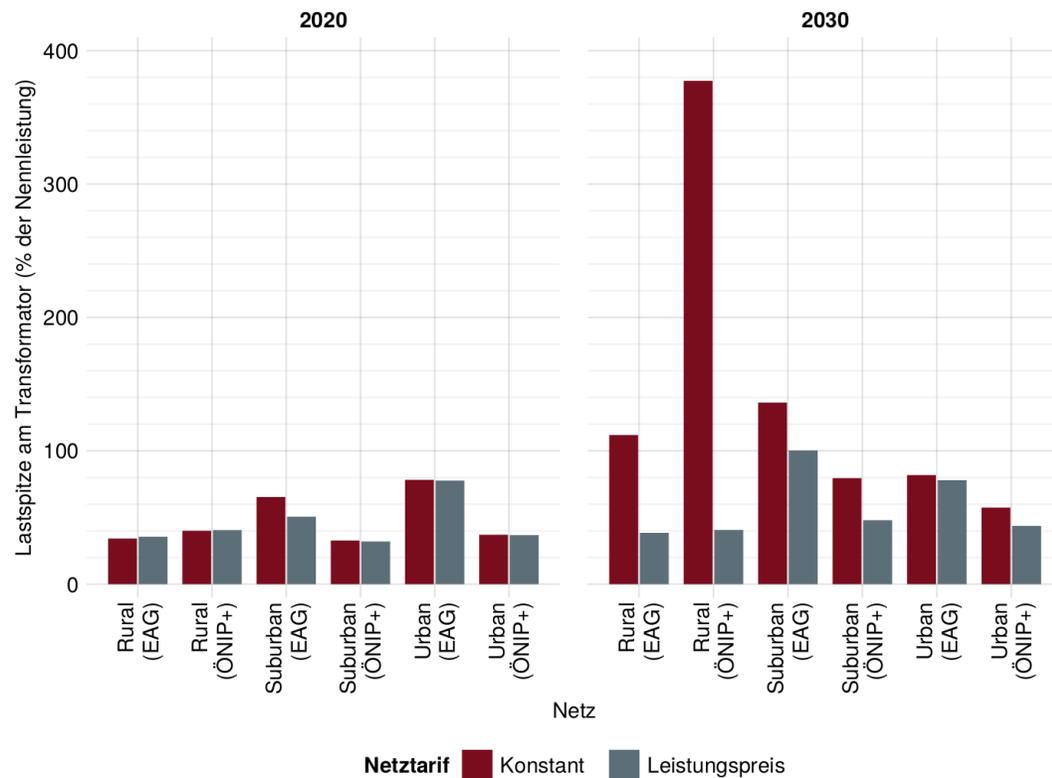


ÄNDERUNG DER NETZTARIFKOSTEN

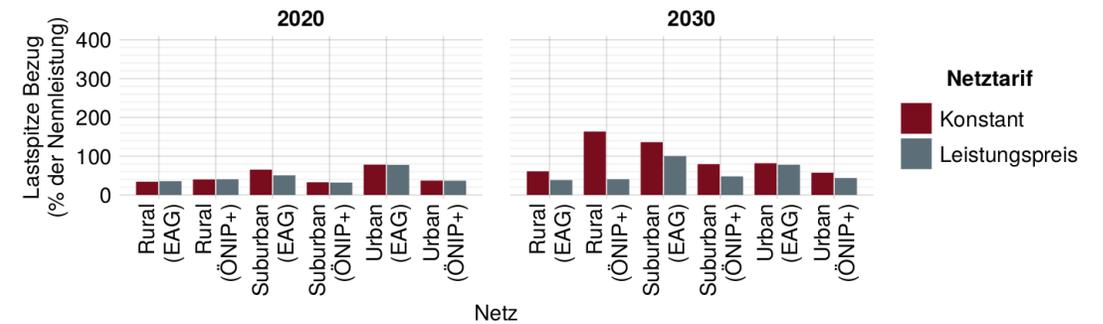


NETZTARIF MIT LEISTUNGSPREIS – ERGEBNISSE – LASTSPITZEN

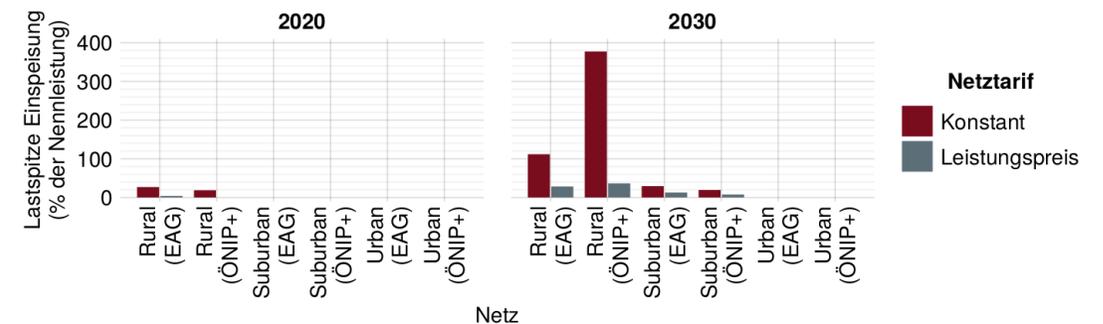
TRANSFORMATOR LASTSPITZEN



LASTSPITZEN BEZUG



LASTSPITZEN EINSPEISUNG

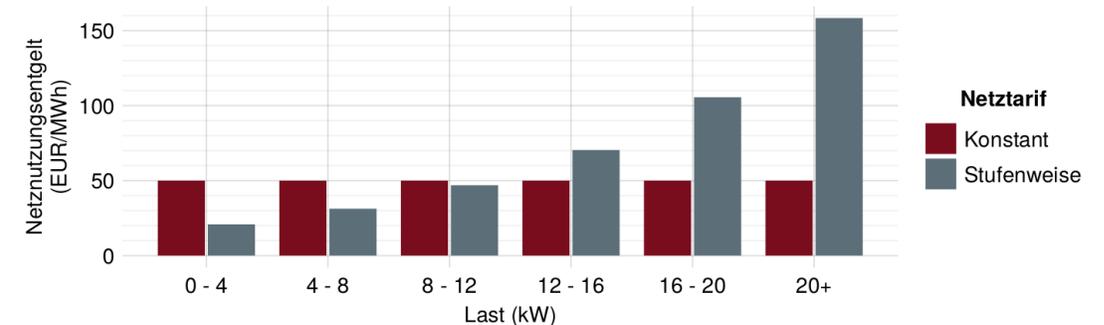


STUFENWEISER NETZTARIF

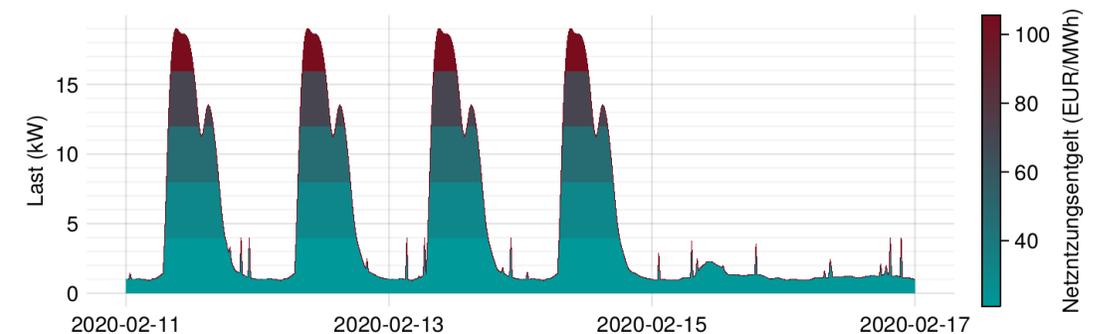
TARIFDESIGN

- Idee: Arbeitspreis in Abhängigkeit der aktuellen Leistung.
 - Günstiger Basispreis für die ersten 4 kW
 - In 4 kW – Schritten erhöht sich der Preis jeweils um 50 % zum vorigen Level.
- Der Basispreis wird aus den gesamten Netzkosten und den individuellen Residuallasten im Baseline-Betrieb so ermittelt, dass insgesamt die selben Kosten für den Baseline-Betrieb entstehen.
 - Alle Netze, Energiegemeinschaften und flexible Technologien werden mit dem neuen Netztarif mit Leistungspreis optimiert.

ARBEITSPREIS NETZNUTZUNGSENTGELT

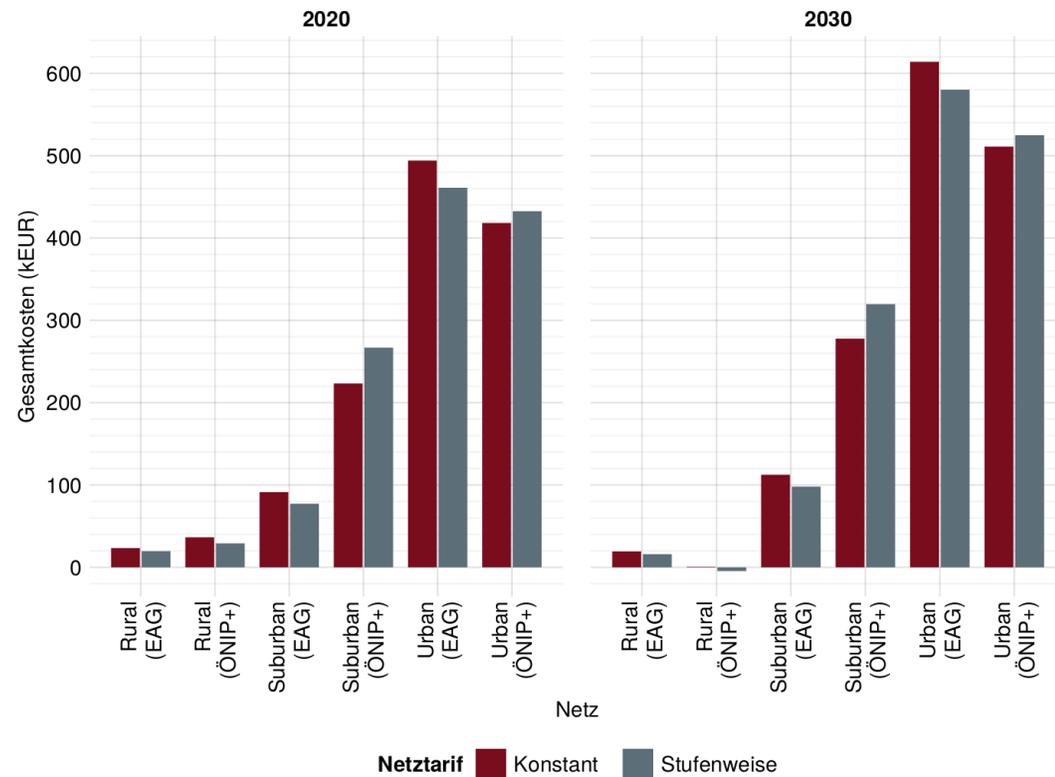


BEISPIELLAST MIT STUFENWEISEM NETZTARIF

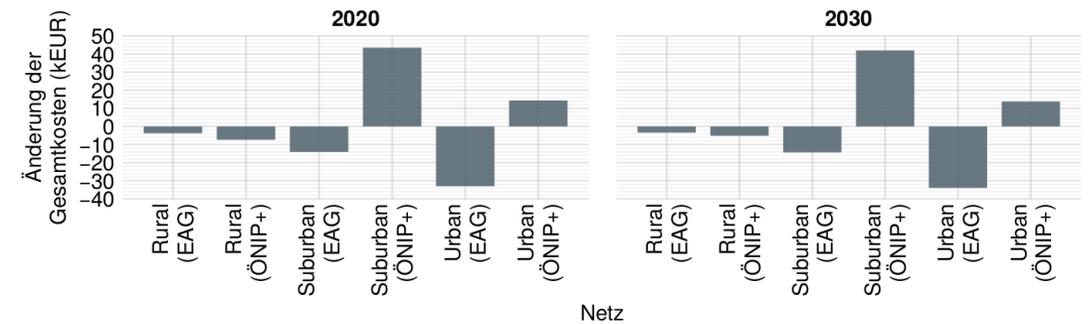


STUFENWEISER NETZTARIF – ERGEBNISSE – KOSTEN

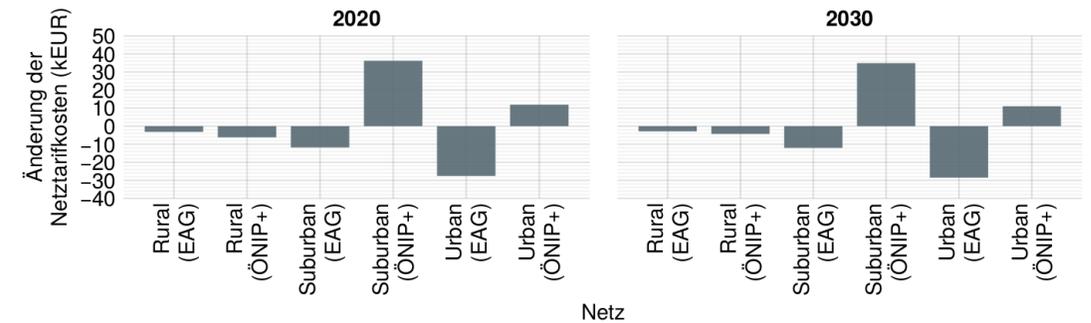
GESAMTKOSTEN – KONSTANT VS STUFENWEISE



ÄNDERUNG DER GESAMTKOSTEN

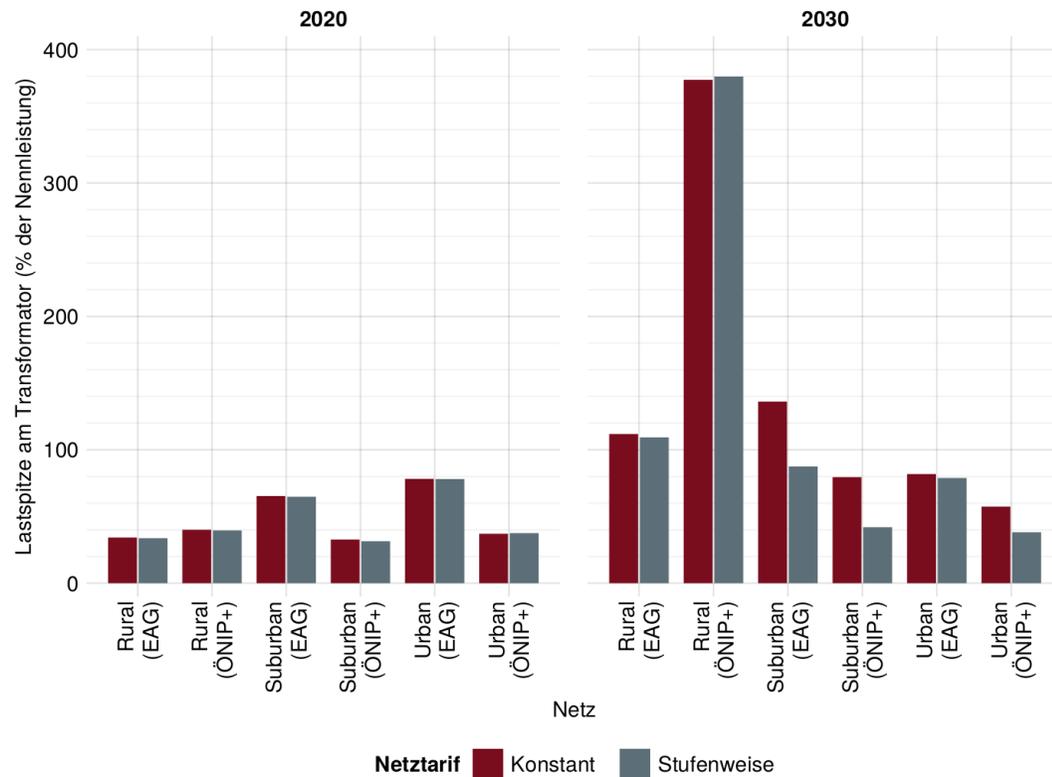


ÄNDERUNG DER NETZTARIFKOSTEN

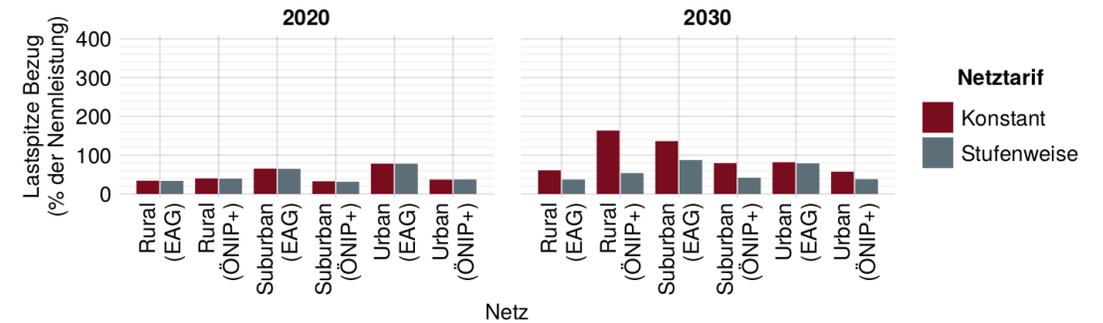


STUFENWEISER NETZTARIF – ERGEBNISSE – LASTSPITZN

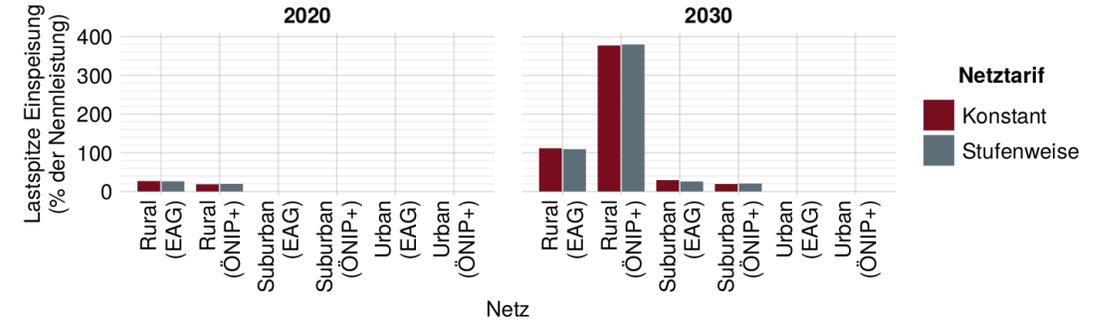
TRANSFORMATOR LASTSPITZEN



LASTSPITZEN BEZUG

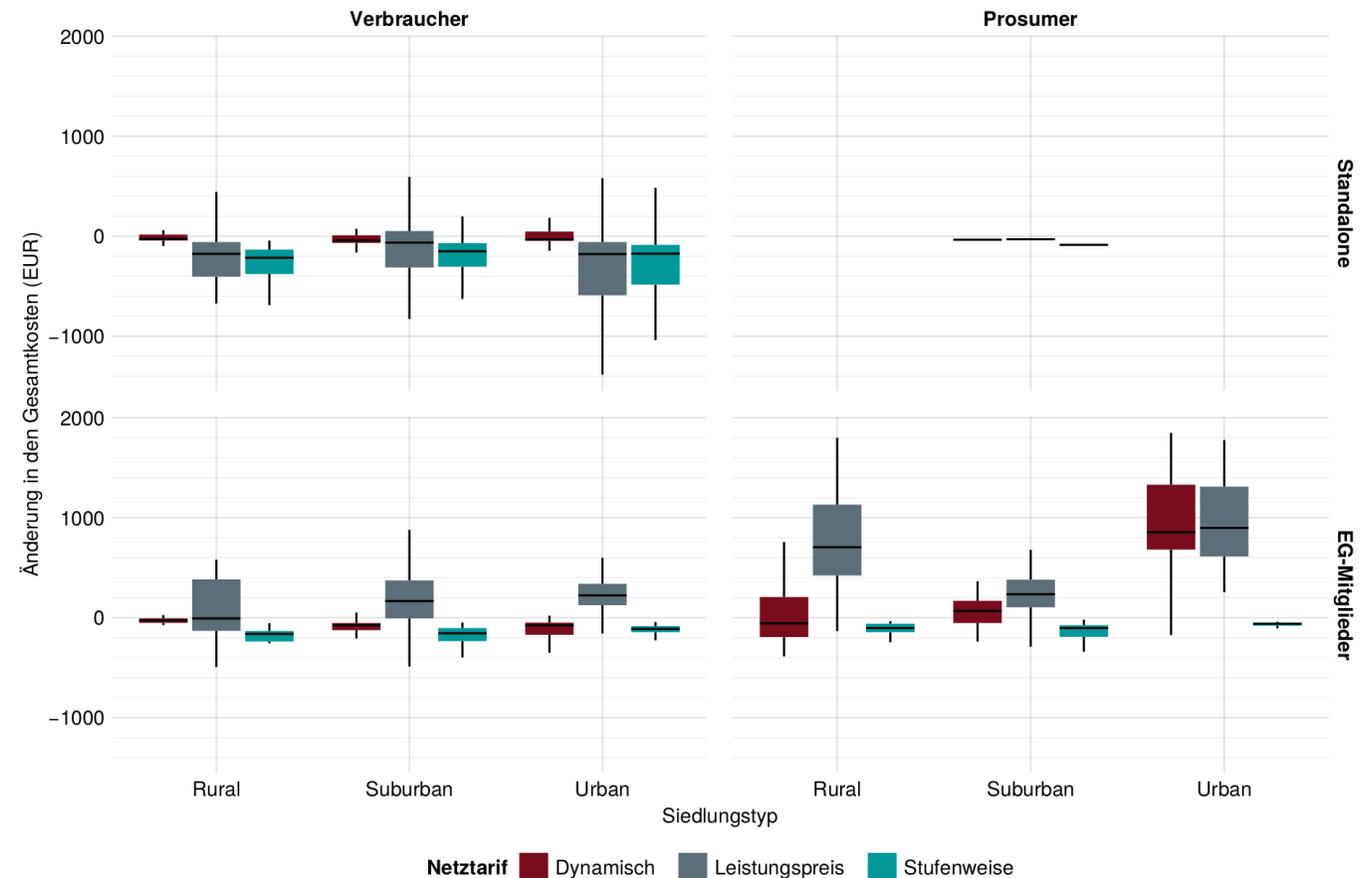


LASTSPITZEN EINSPEISUNG



AUSWIRKUNGEN AUF VERSCHIEDENE ENDKUNDINNEN-GRUPPEN

- Der **dynamische** Netztarif führt zu Mehrkosten für Prosumer in EGs:
 - Netztarif günstig zu Zeiten von PV-Erzeugung
 - Geringere Einsparungen im Netztarif durch EG-Handel
 - Geringere Erlöse für Prosumer durch EG-Handel
- Der **Leistungspreis** führt zu Mehrkosten für alle EG-Teilnehmer (keine Reduktion im Arbeitspreis vom Netztarif)
- Der **stufenweise** Netztarif führt zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Einsparungen unter den verschiedenen KundInnen-Gruppen.



ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

DYNAMISCH

- ✓ Kann in aktuellen Netzen zu Reduktion der Spitzenlasten am Transformator führen
- ✗ In Netzen mit hoher Flexibilitätsthroughdringung führen die Anreize zu höheren Spitzenlasten
- ☞ Lokalere / Individuelle Preissignale

LEISTUNGSPREIS

- ✓ Liefert korrekte Anreize zur Reduktion von Spitzenlasten
- ✓ Erzielt die höchsten Reduktionen der Spitzenlasten am Transformator
- ✗ Kann zu hoher PV-Abregelung führen
- ✗ Komplexe Planung und Optimierung für EndkundInnen
- ✗ Kein Anreiz zu netzfreundlichem Verhalten nach Lastspitzen
- ☞ Kürzere Perioden zur Bestimmung und Abrechnung der Spitzenlasten (monatlich, wöchentlich, ...)

STUFENWEISE

- ✓ Anreize zur verbrauchsseitigen Reduktion von Spitzenlasten
- ✓ Gleichmäßige Verteilung der Einsparungen unter verschiedenen KundInnen-Gruppen
- ✓ Behält Anreize zu netzfreundlichem Verhalten auch nach einmaligen Lastspitzen
- ✗ Keine Anreize für netzfreundliches Verhalten auf Erzeugerseite
- ✗ Benachteiligung von Kunden mit hohem Verbrauch
- ☞ Andere Wahl der Leistungslevels für Preissprünge
- ☞ Symmetrische Bepreisung auch für Einspeisung

THANK YOU!

Daniel Schwabeneder
Integrated Energy Systems
Center for Energy
AIT Austrian Institute of Technology
daniel.schwabeneder@ait.ac.at

Georg Lettner
Energy Economics Group
Institute of Energy Systems and Electrical Drives
TU Wien
lettner@eeg.tuwien.ac.at