

Auswirkungen dynamischer Netzentgelte auf bivalente Industrie-Prozesse

Jonathan Sejdija, Ralf Schemm, Florian Maurer

21.11.2025

Flexibilisierung und Elektrifizierung der Industrie ist ein wichtiger Bestandteil der Energiewende

INSTITUT NOWUM-ENERGY

ENERGY TRANSITION

Renewable energy capacity surged around the world in 2024

Apr 14, 2025

<https://www.weforum.org/stories/2025/04/renewable-energy-transition-wind-solar-power-2024/>

Timely integration is essential for widespread uptake of solar PV and wind

<https://www.iea.org/energy-system/electricity/renewable-integration>

An Electrification Action Plan to secure EU industry's future

<https://www.e3g.org/publications/an-electrification-action-plan-to-secure-eu-industry-s-future/>

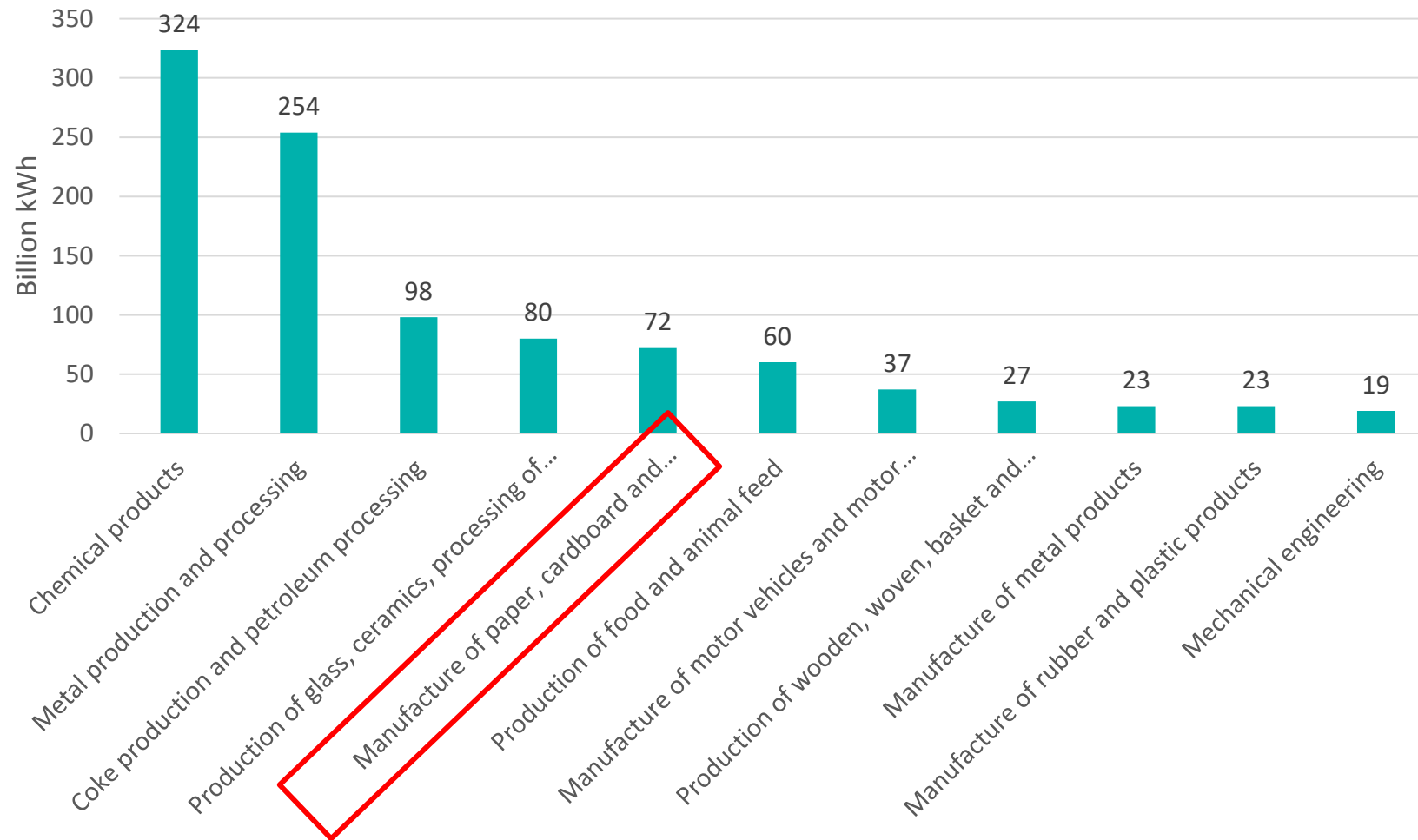
ENERGY TRANSITION

Negative energy price record in Europe, and other top energy stories

<https://www.weforum.org/agenda/2024/09/negative-energy-price-record-in-europe-and-other-top-energy-stories/>

Die Papierindustrie in Deutschland gehört zu den Energieintensivsten Verbrauchern mit Elektrifizierungspotenzial

INSTITUT NOWUM-ENERGY



Statistisches Bundesamt (Destatis): Produktionsindex energieintensive Branchen,

Stand: 23. August 2024, abgerufen am 19. Februar 2025 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/produktionsindex-energieintensive-branchen.html>

Statische Netzentgelte und Vollbenutzungsstunden bremsen flexible Lasten aus

Berechnung der Netzentgelte: §17 Abs. 2 StromNEV

- **Leistungspreis** $\approx 80 \%$:
 - **Leistungspreis** \times Spitzenlast
- **Arbeitspreis** $\approx 20 \%$:
 - **Arbeitspreis** \times Arbeit

Gilt für alle Unternehmen

Produzierende Unternehmen steuern ihren Verbrauch vor allem mit dem **Ziel, Spitzenlasten zu reduzieren.**

Netzentgeltreduzierung: §19 Abs. 2 Satz 2 StromNEV

- **Jahresverbrauch** $> 10 \text{ GWh}$
- **Benutzungsstunden** $= \frac{\text{Jahresverbrauch}}{\text{Spitzenlast}}$
- Schwellenwerte:
 - $\geq 7.000 \rightarrow$ Netzentgeltreduzierung bis zu 80%
 - $\geq 7.500 \rightarrow$ Netzentgeltreduzierung bis zu 85%
 - $\geq 8.000 \rightarrow$ Netzentgeltreduzierung bis zu 90%

Die Benutzungsstunden-Regel begünstigt **kontinuierlichen Energieverbrauch.**

Unternehmen haben nur geringe **Anreize für Flexibilität.**

Gleichmäßiger Lastgang



Hoher Rabatt

Flexibler Lastgang mit Spitzen



Risiko des Rabattverlusts

BNetzA öffnet die Türe zu dynamischen Netzentgelten

Status Quo

Individuelle
Netzentgelte nach
§19.2 StromNEV

Fokus auf Bandlast und
hohe
Benutzungsstunden

Wenig Anreize für
Flexibilität

BK-04-22-089 aktuell zur Diskussion

Bundesweite
Festlegung zu
individuellen
Netzentgelten

Sonderregeln für
flexible
Lastanpassung in
definierten
Zeitfenstern

Netzdienliches
Verhalten
wird ausdrücklich
adressiert

Zielbild

Dynamische, zeit- und
netzzustandsabhängige
Netzentgelte

Starke Signale für
flexible
Lastverschiebung

Systemdienliche
Nachfrage-
flexibilität wird belohnt

Die Referenztag-Logik zur Bestimmung der Niedrigpreis-Zeitfenster basiert auf vorausgegangenen Tagen

$$d_{\text{ref}} = \begin{cases} d - 3, & \text{falls } d \text{ ein Montag ist,} \\ d - 1, & \text{falls } d \text{ ein Dienstag bis Freitag ist,} \\ d - 7, & \text{falls } d \text{ ein Samstag oder Sonntag ist.} \end{cases}$$

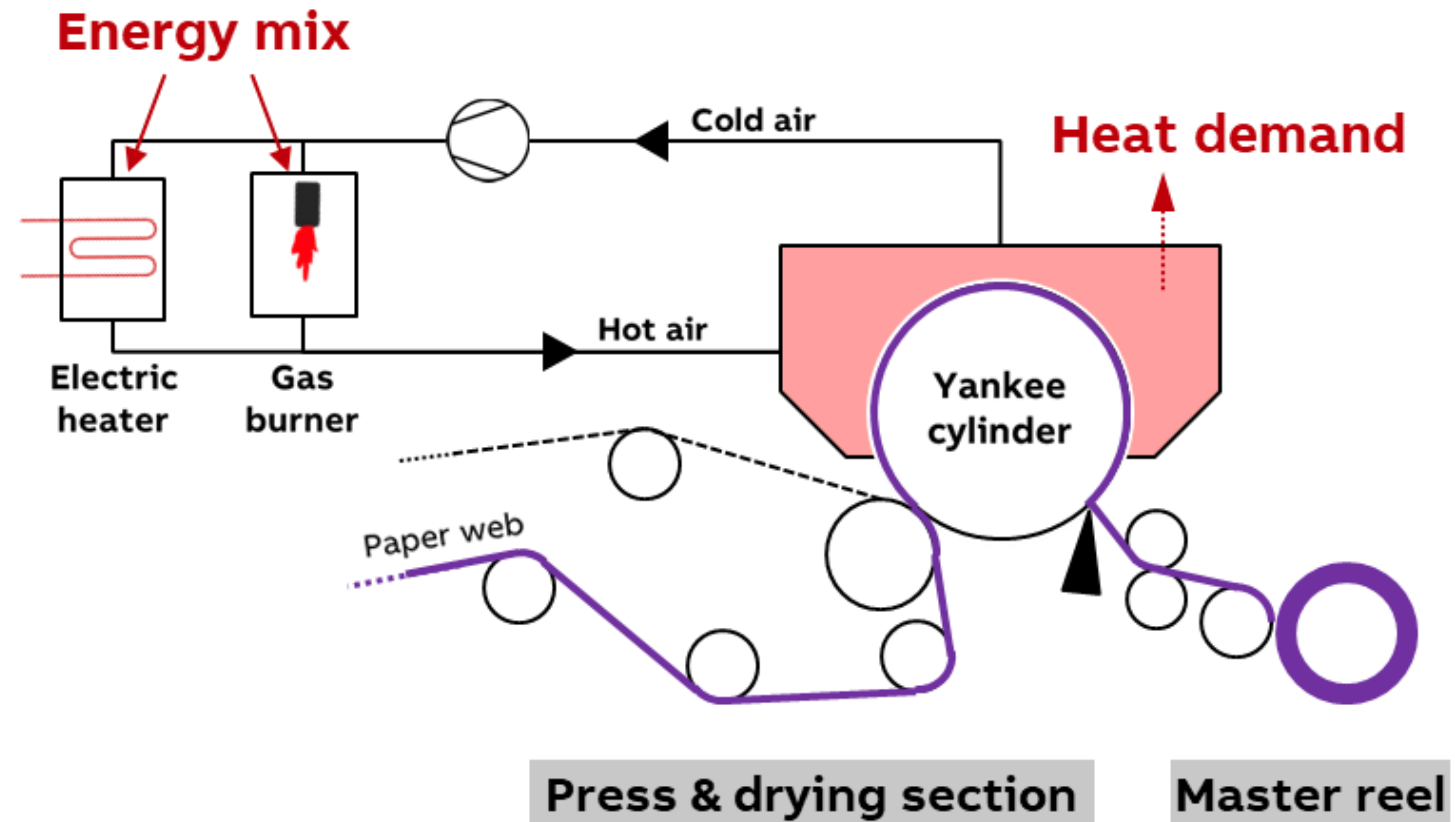
$$C_{\text{grid}} = C_{\text{cap}} + C_{\text{work}}$$

$$C_{\text{cap}} = p_{\text{cap}} \cdot P_{\text{max}}$$

$$C_{\text{work}} = \sum ((p_e(t) + \underline{N}) \cdot E_e(t))$$

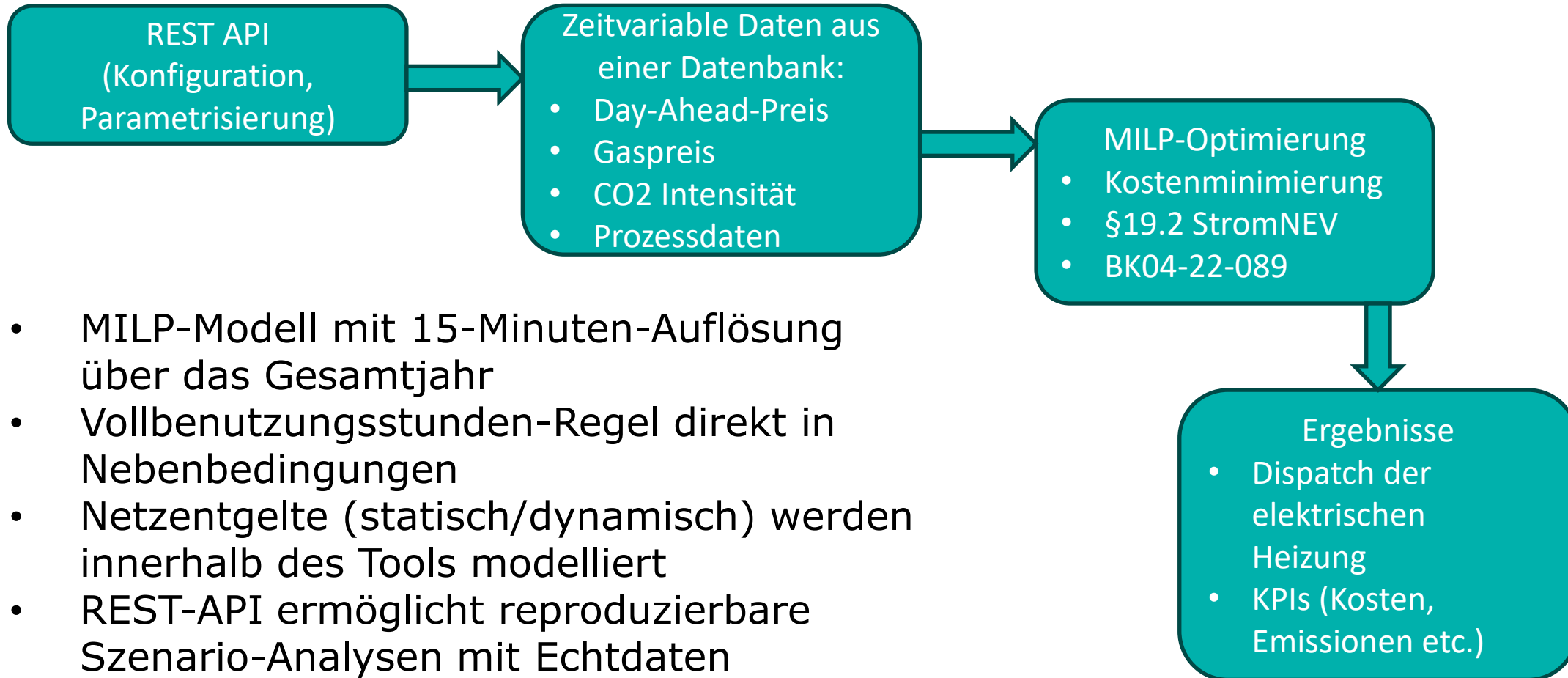
Reduzierte Netzentgelte werden in Form von Vergünstigungen auf den Arbeitspreis der Netznutzung N angewendet!

- Wahlweise Betrieb mit Gasbrennern oder elektrischen Heizern
- Hoher thermischer Energiebedarf, relevante Flexibilität (**8 MW**) und realer Anwendungsfall machen den Use-Case für Netzentgelt-Fragen besonders interessant





Lauricella, M., Sejdija, J., et al. (2025). Energy supply optimization and demand-side flexibility of a paper drying plant.

Regulatorik explizit im Optimierungsmodell abbilden





Statisches vs. Dynamisches Netzentgelt: Szenario-Setup

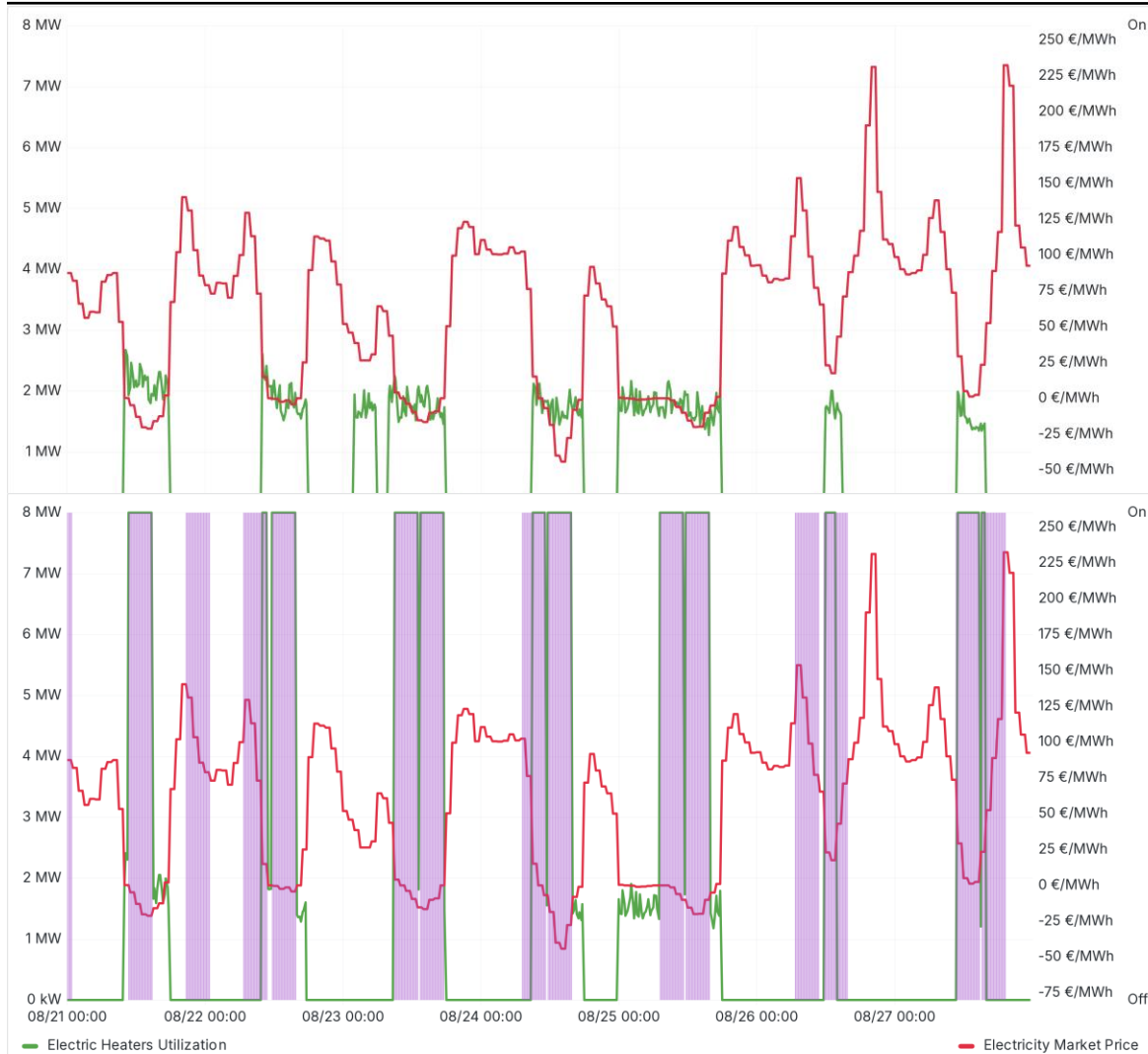
Parameter	Statisches Netzentgelt	Dynamisches Netzentgelt
Basis-Arbeitspreis N	20 €/MWh (reduziert nach §19.2)	20 €/MWh (reduziert nach §19.2)
Zeitliche Variation	 Konstant	 Niedrigpreis-Zeitfenster
Rabatt in Niedrigpreis-Zeitfenstern	/	20% Rabatt ($r = 0.20$)
Vollbenutzungsstunden	Standard Berechnung nach §19.2	Zusatz-Last in Niedrigpreis-Zeitfenstern ausgenommen

Entscheidend: Im dynamischen Szenario gefährdet zusätzliche Last in Niedrigpreis-Zeitfenstern NICHT den Rabatt aus §19.2 StromNEV!

Dynamische Netzentgelte reizen Elektrifizierung und Emissionsminderung an

Key Performance Indicator	Statische Netzentgelte	Dynamische Netzentgelte
 Genutzte Elektrische Energie (GWh)	2,46	6,44
Eingesparte Emissionen (tCO2)	145	459
Eingesparte Kosten (€)	67 400	214 000
Durchschnittlicher Strompreis während elektrisch geheizt wurde (€/MWh)	13,80	13,40
 Anteil elektrischer Zuheizung in Niedrigpreis-Zeitfenstern (%)	54,7	90,4
Anteil der jährlichen Betriebsstunden der Elektroheizung bei Volllast (%)	3,5	9,2

Großteil der elektrischen Wärmebereitstellung erfolgt in Niedrigpreis-Zeitfenstern

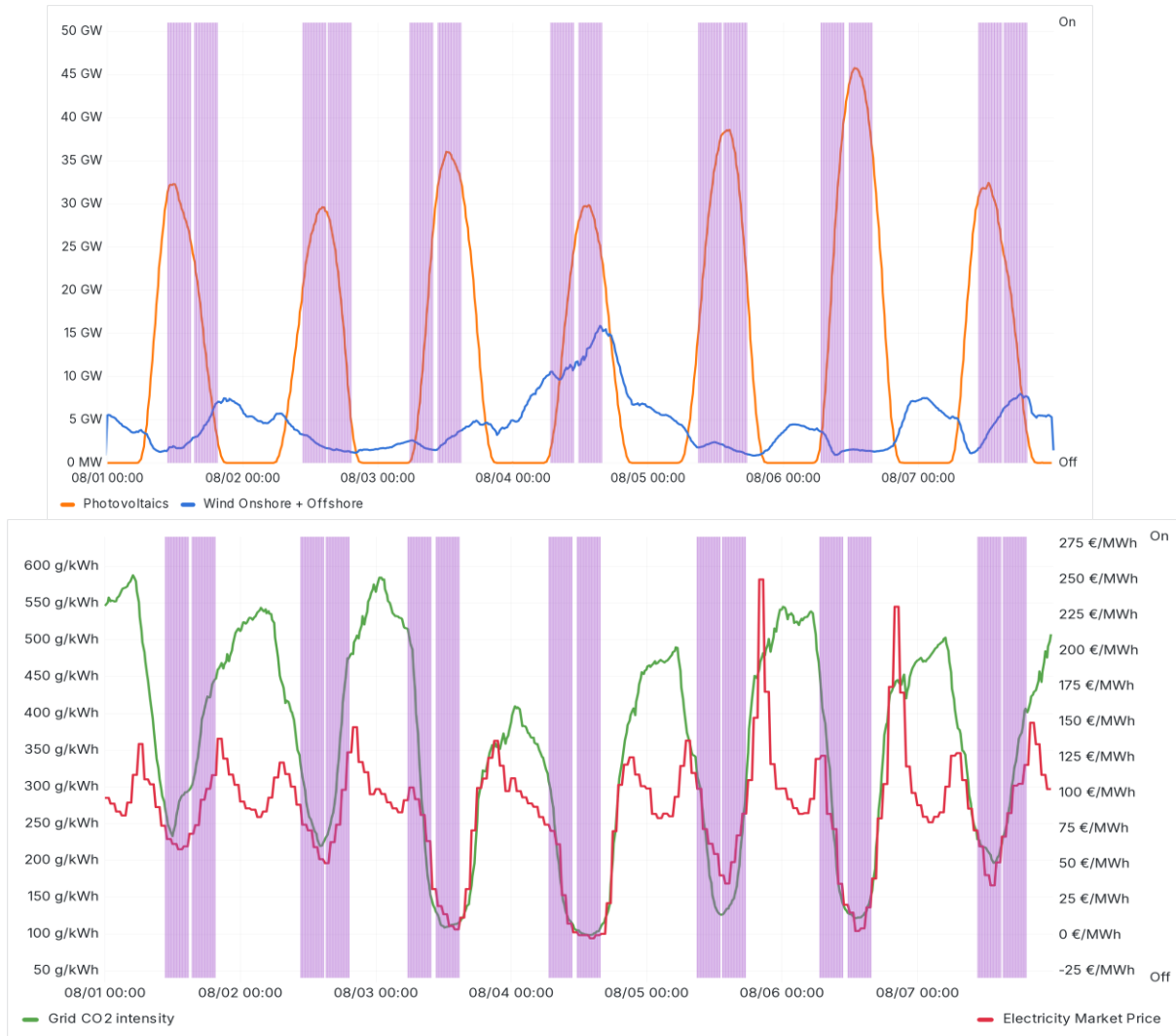


Statische
Netzentgelte

Dynamische
Netzentgelte

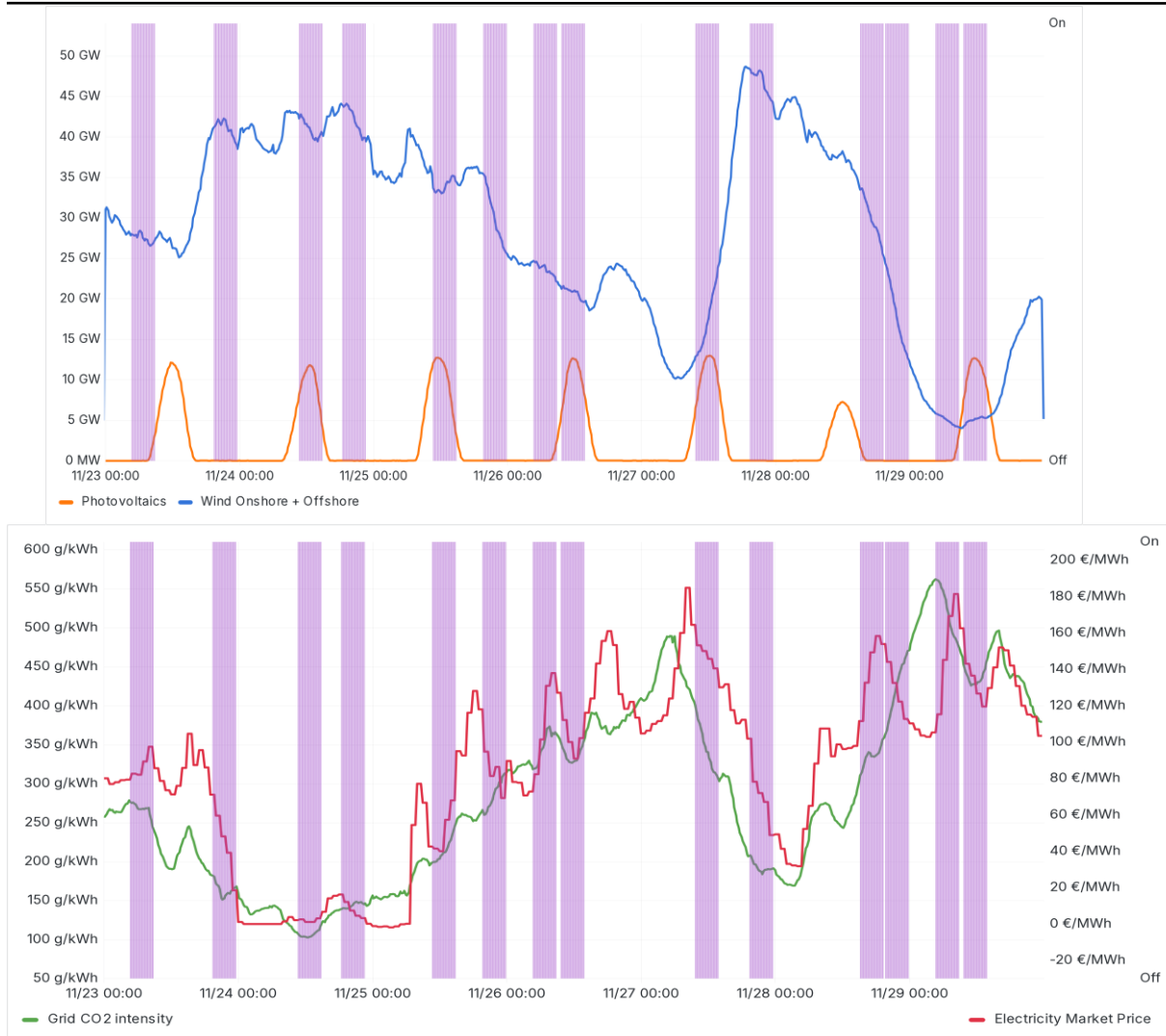
- Wenn Netzentgeltlogik Flexibilität nicht bestraft, sondern gezielt belohnt, wird installierte elektrische Leistung tatsächlich genutzt
- Teilweise in systemdienlichen Zeiten mit niedrigen Preisen und Emissionen

Tarifdesign steuert Systemwirkung: im Sommer Top



- Im Sommer treffen Niedrigpreis-Zeitfenster gut mit niedrigen Preisen, hoher PV-Einspeisung und niedriger CO₂-Intensität zusammen
- Dynamische Netzentgelte können so Kosten und Emissionen gleichzeitig senken

Tarifdesign steuert Systemwirkung: im Sommer Top, im Winter Flopp



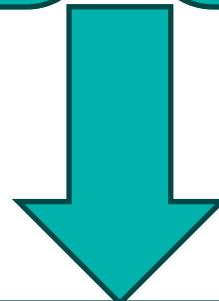
Im Winter hingegen orientieren sich die Fenster an der Referenztags-Logik innerhalb eines 6–22-Uhr-Bandes und „verfehlen“ häufig die windgetriebenen Niedrigpreis- und Niedrig-CO₂-Phasen, die auch nachts auftreten

Flexibilität wird belohnt, nicht bestraft

- Bivalente Prozesse können zur Dekarbonisierung beitragen
- Wenn Tarifdesign Vollbenutzungsstunden-Logik intelligent anpasst

Aber: Tarifdesign muss stimmen!

- Sommer: gutes Alignment mit PV und niedrigen Emissionen
- Winter: Referenztags-Logik verfehlt windgetriebene Niedrigpreis-Phasen



Unser Vorschlag:

Forecast-basierte Fenster statt Referenztage zur Bestimmung der Zeitfenster

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Jonathan Sejdija

+49. 241. 6009 54517

sejdija@fh-aachen.de

<https://github.com/jsejdija>

Veröffentlichung:

<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7603178/v1>