

Strategien für die Multi-Market- Optimierung von Biogasanlagen

+ Bonusmaterial Batteriespeicher

M.Sc. Martin Dotzauer
Produktmanager Biogas

Energy2market
ist Teil der EDF-Gruppe

05.02.2025 Nossen



1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher



1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher



1. Märkte

Stromgroßhandel

Over the Counter (OTC)

Power Purchase Agreements (PPA)

Terminmarkt (EEX)

Spotmarkt (EPEX)

Systemdienstleistungen

Frequenzhaltung (Regelenergie)

Spannungshaltung

Versorgungswiederaufbau

Engpassmanagement (Redispatch)

1. Marktsegmente

Spotmarkt (EPEX)

Day-Ahead Auktion (DA)

Intraday Auktion (ID_A)

Intraday kontinuierlich (ID_k)

Regelenergie

Primärregelleistung (PRL)

Sekundärregelleistung (SRL)

Minutenreserveleistung (MRL)

2. Marktsegmente - Spotmarkt



- Einheitliche Gebotszone für Erzeugungsanlagen in D „DE_LU“
- Marktkoppelung mit benachbarten Gebotszonen über Grenzkuppelkapazitäten
- verschiedene Handelsplätze: **EPEX (Paris)**, EXAA (Wien), Nord Pool (Oslo)

Marktsegment	Granularität	Gate Closure	Auktionsverfahren
Day-ahead	1h*	Vortags 12:00 Uhr	Pay-as-cleared / uniform pricing
ID Auktion	15 min	Vortags 15:00 Uhr	Pay-as-cleared / uniform pricing
ID kontinuierlich	15 min	5min vor Lieferung	Pay-as-bid

*1 Umstellung auf 15min in der Diskussion

2. Marktsegmente - Regelenergie



- Getrennte Auktionen für Regelleistungsmarkt (RLM) & Regelarbeitsmarkt (RAM)
- Leistungsfreie Gebote im RAM möglich, Erlöse aber nur bei Abrufen
- Vermarktete Regelbänder müssen konstant 4h vorgehalten werden

Marktsegment	Reaktionszeit	Vollständige Aktivierung	Regelrichtung	Granularität
PRL	Instantan / automatisch	30 s	Symmetrisch	RLM 4h / kein RAM
SRL	30 s	5 min	NEG / POS	RLM 4h / 15 min RAM
MRL	k.a.	12,5 min	NEG / POS	RLM 4h / 15 min RAM

1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher

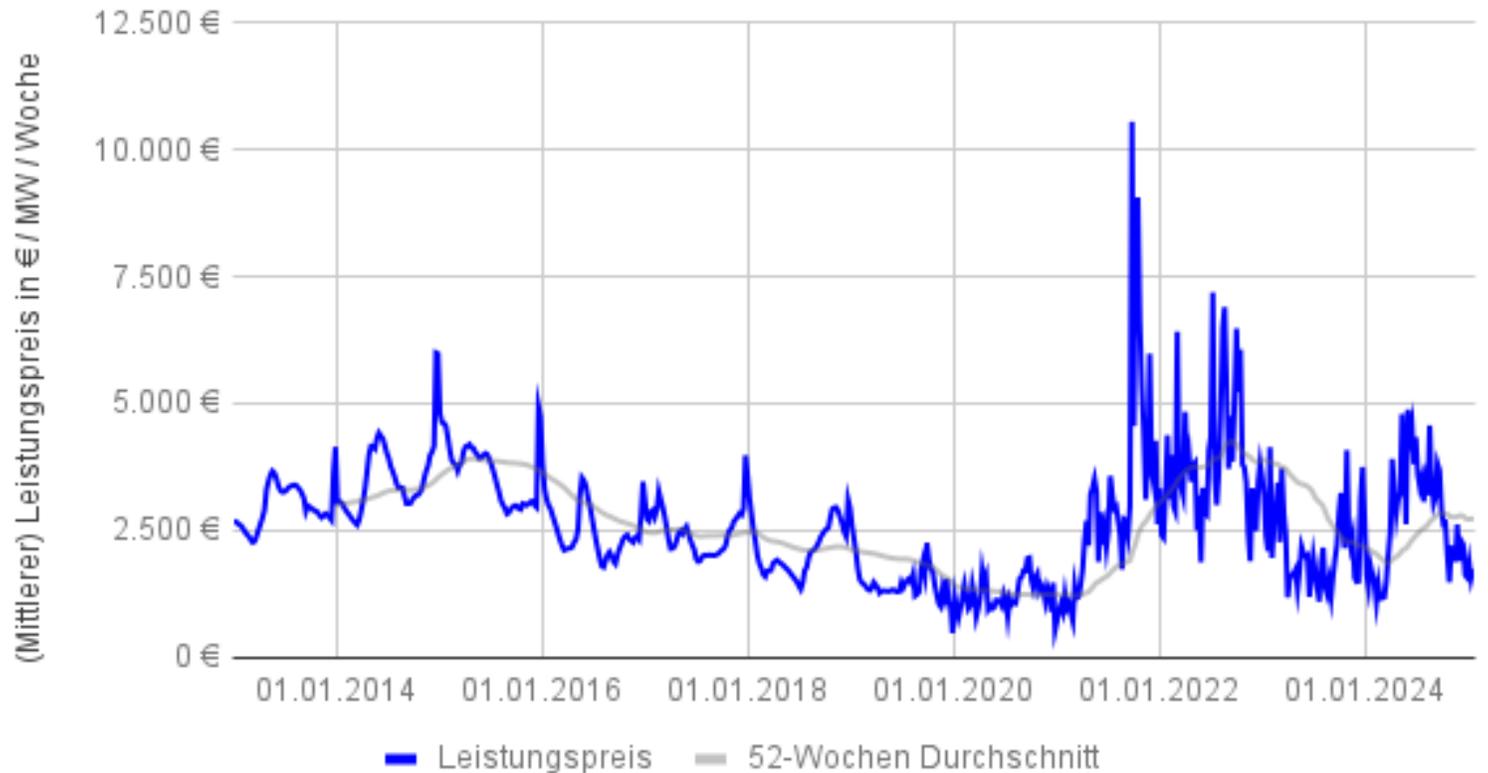


3. Preise - PRL



- Preisniveau Q4 2024: ca. 2.000 €/MW/Woche
- PRL im Teillastbereich z.B. bei 85% Teillast mit +/- 15%
- $P_{inst} = 1\text{MW}$ ergeben 0,15 MW Regelband → **300 €/Woche**

PRL - Langfristige Preishistorie

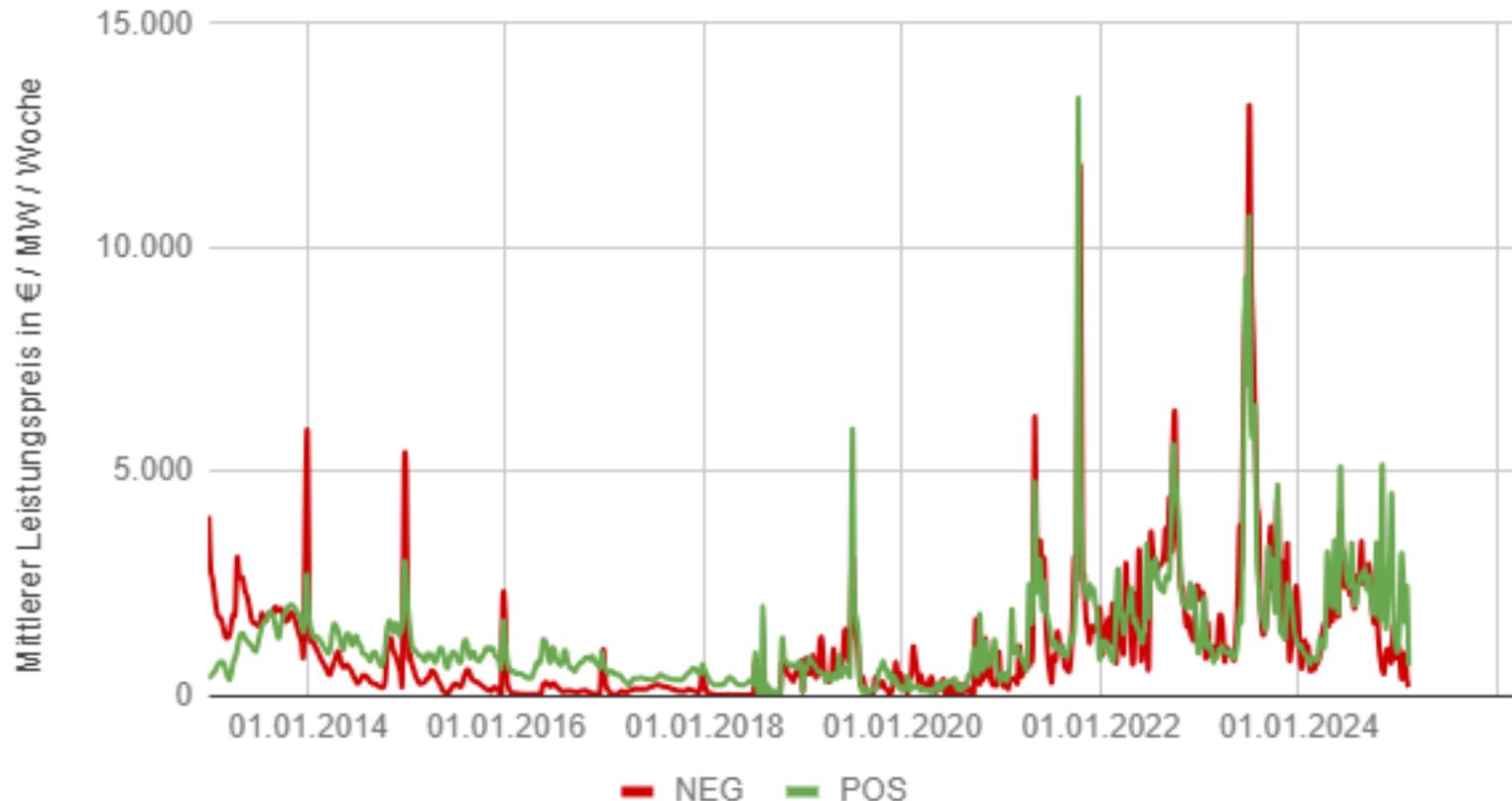


Quelle: <https://www.regelleistung-online.de/prl/leistungspreise/>

3. Preise - SRL

- Preisniveau Q4 2024:
1000 €/MW/Woche POS
2500 €/MW/Woche NEG
- $P_{PQ} \leq P_{inst}$
- $P_{inst} = 1\text{MW}$
„Dauerläufer“
 $P_{PQ} = 0,5\text{ MW SRL NEG}$
→ **500 €/Woche**

SRL - Historische Preisentwicklung

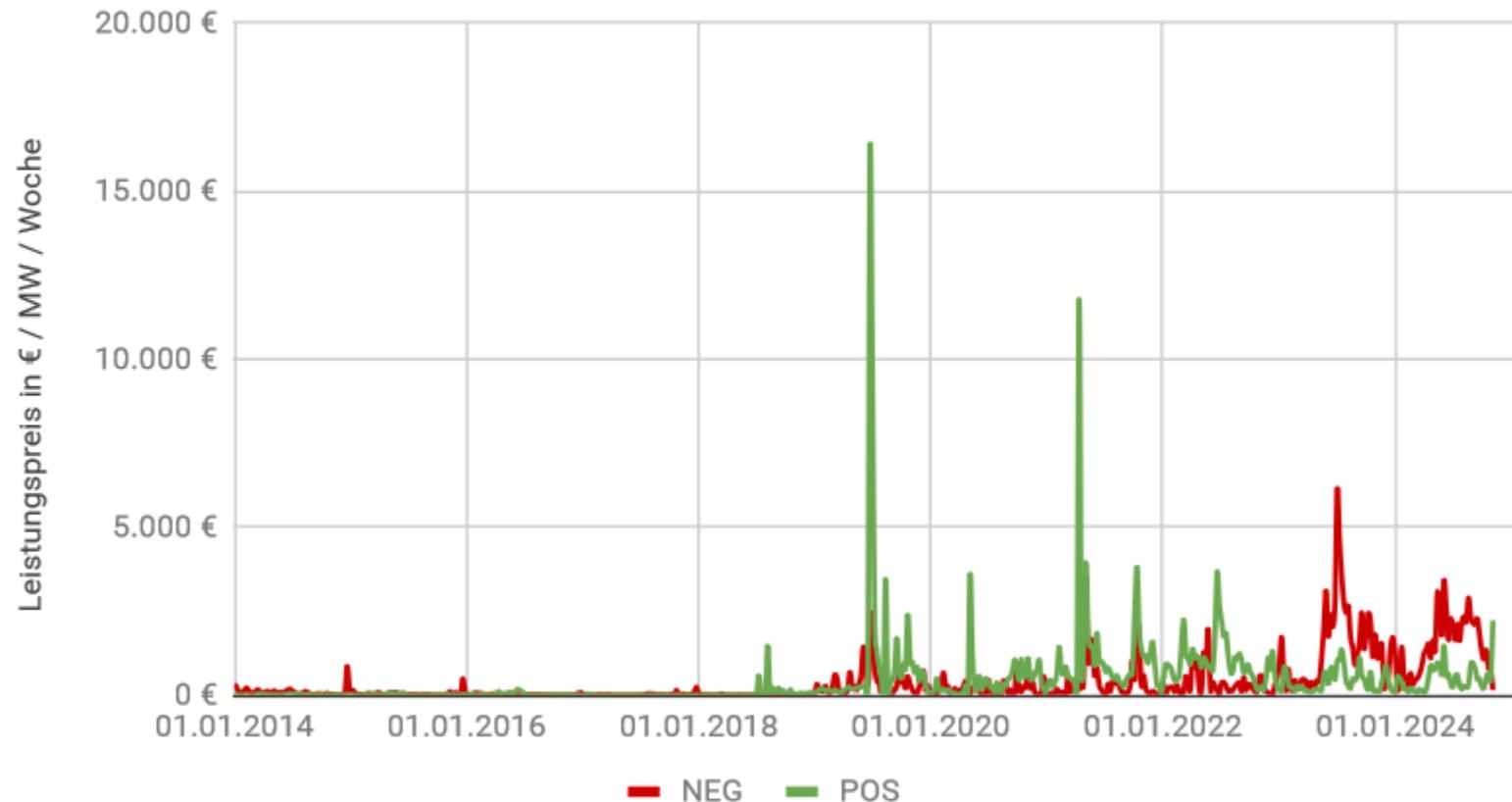


Quelle: <https://www.regelleistung-online.de/prl/leistungspreise/>

3. Preise - MRL

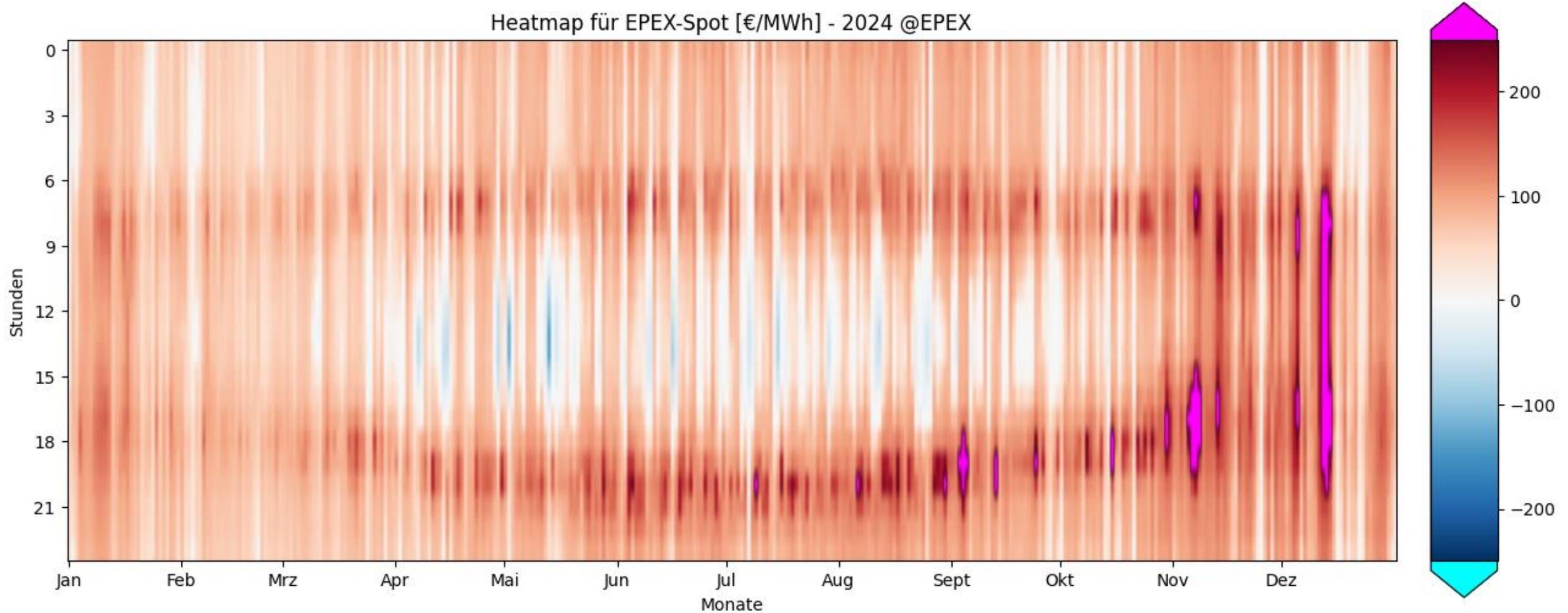
- Preisniveau Q4 2024:
900 €/MW/Woche POS
600 €/MW/Woche NEG
- $P_{PQ} \leq P_{inst}$
- $P_{inst} = 1\text{MW}$ „Dauerläufer“
 $P_{PQ} = 0,5\text{ MW MRL NEG}$
→ **450 €/Woche**

MRL - Historische Preisentwicklung



Quelle: <https://www.regelleistung-online.de/prl/leistungspreise/>

3. Preise – Day-Ahead Heatmap 2024

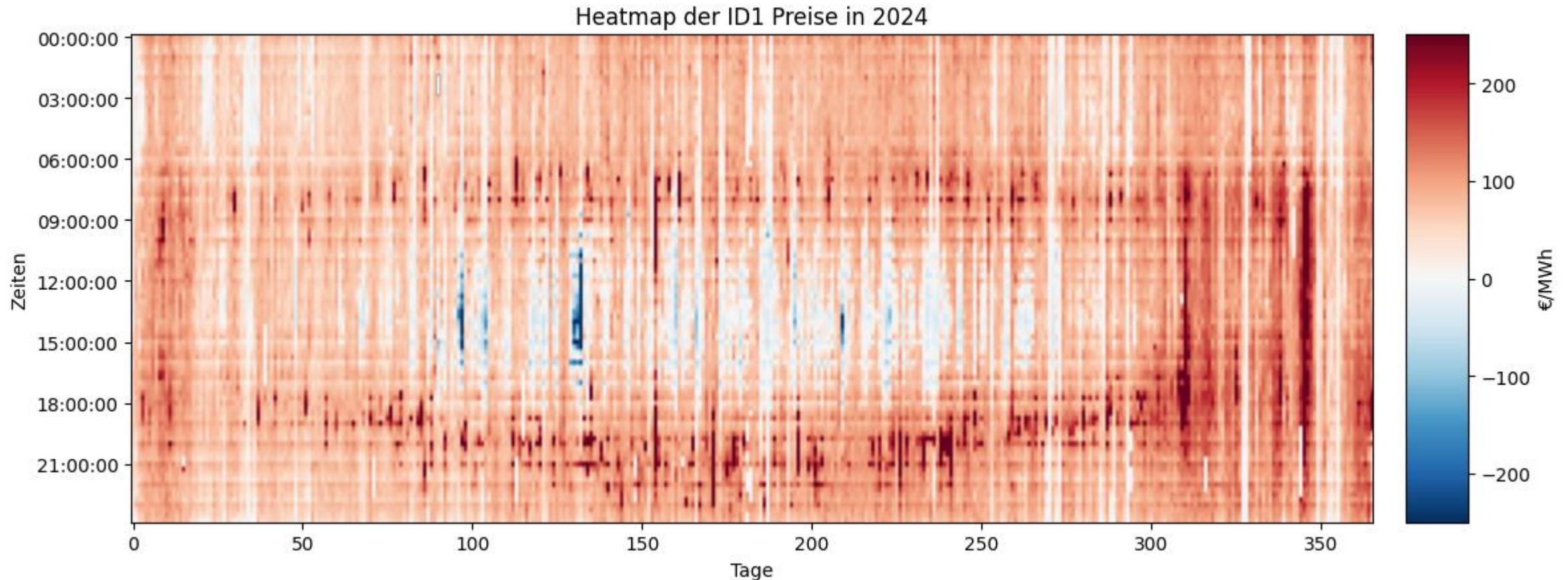


Primärquelle: transparency.entsoe.eu/
Sekundärquelle: gpm.db | 2025-02-03 15:36:23
source code @ gitlab.com/M.Dotzauer/gpm_dbtb

Copyright Martin Dotzauer 2024
Creative Commons Attribute 4.0
creativecommons.org/licenses/by/4.0

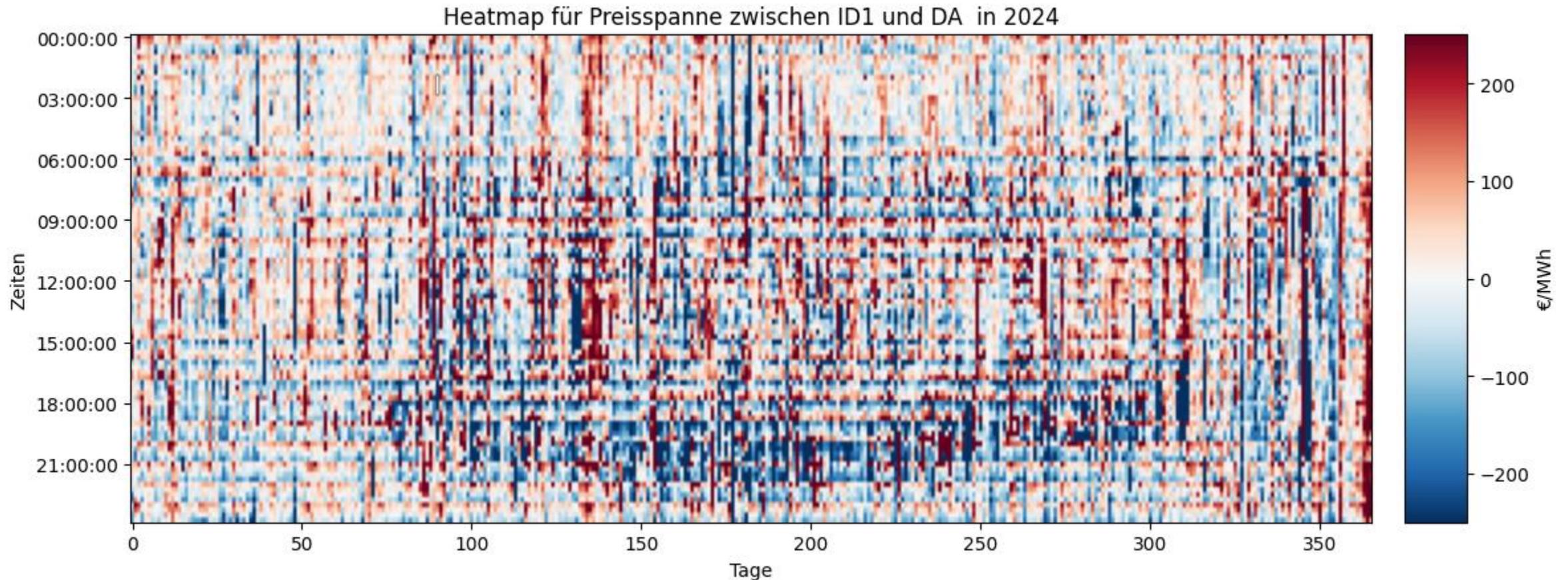


3. Preise – Intraday Heatmap 2024



Quelle: E2m 2025, ID1 – Preisindex aller Transaktionen innerhalb der letzten Stunde vor Handelsschluss

3. Preise – Intraday Heatmap 2024

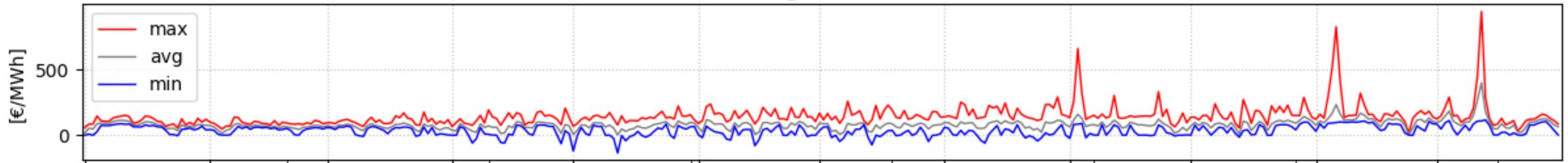


Quelle: E2m 2025, Preisspanne = ID1 - DA

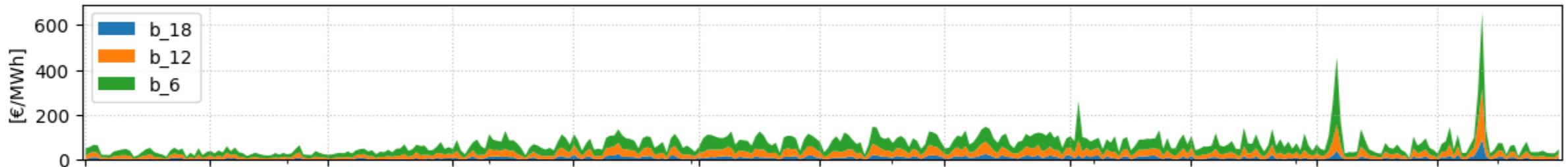
3. Preise – Day-Ahead Spreisspannen (dyn. Spread)



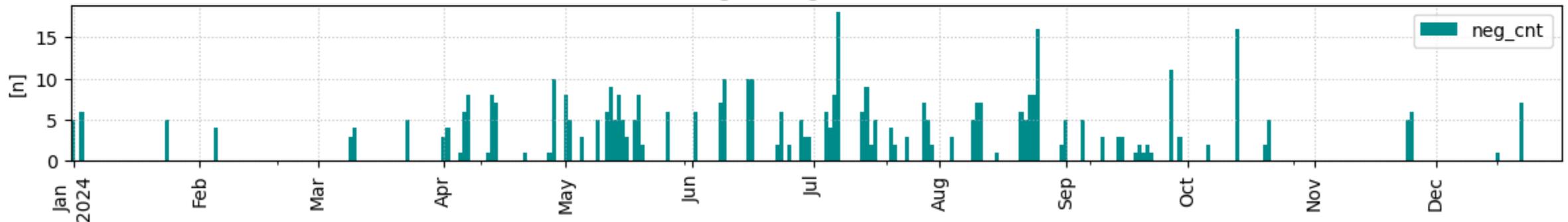
Tägliche Preistatistiken für 2024 @T_epex_da
Maximum / Tagesmittel / Minimum



Dynamische Preisspreads für die n-besten Stunden



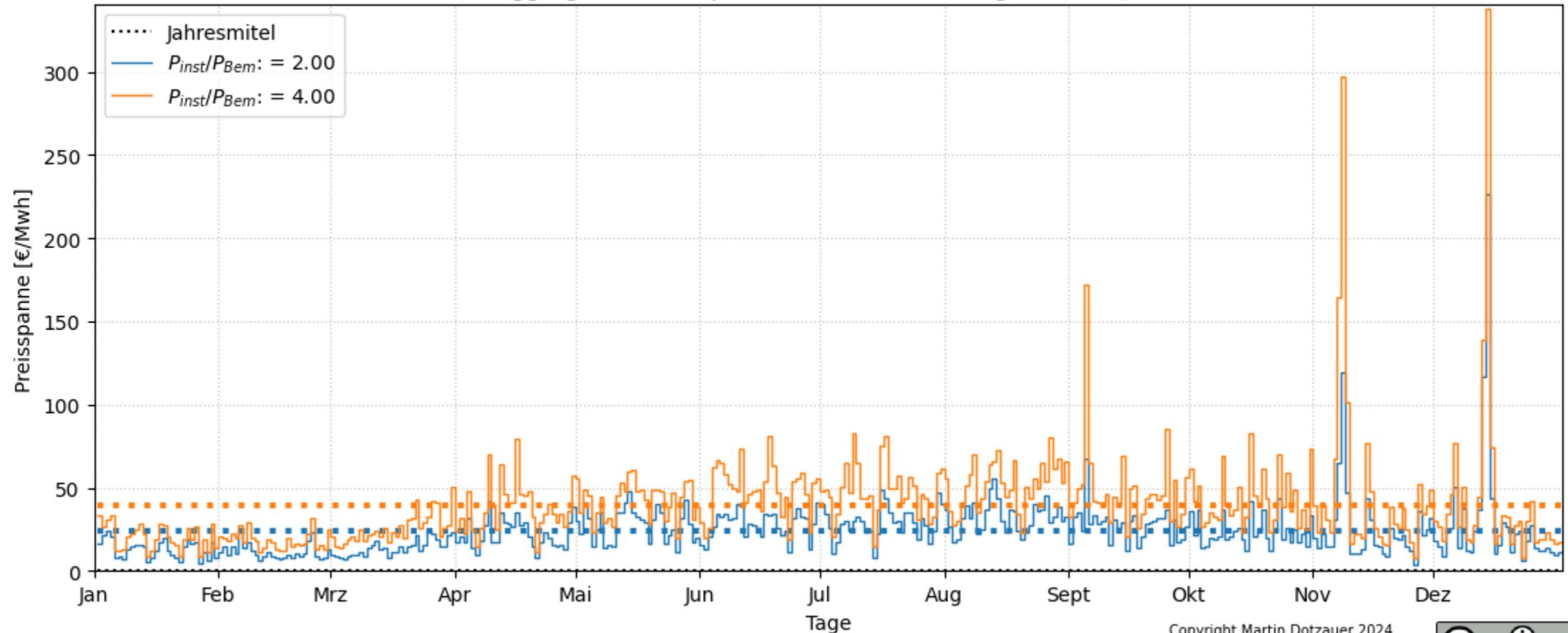
Häufigkeit negativer Preise



3. Preise – Preisspreizungen 2-fache & 4-fache ÜB



Disaggregierte Preisspannen für 2024 (auf Tagesbasis) @EPEX



Primärquelle: transparency.entsoe.eu/
Sekundärquelle: gpm.db | 2025-02-03 16:11:52
source code @ gitlab.com/M.Dotzauer/gpm_dbtb

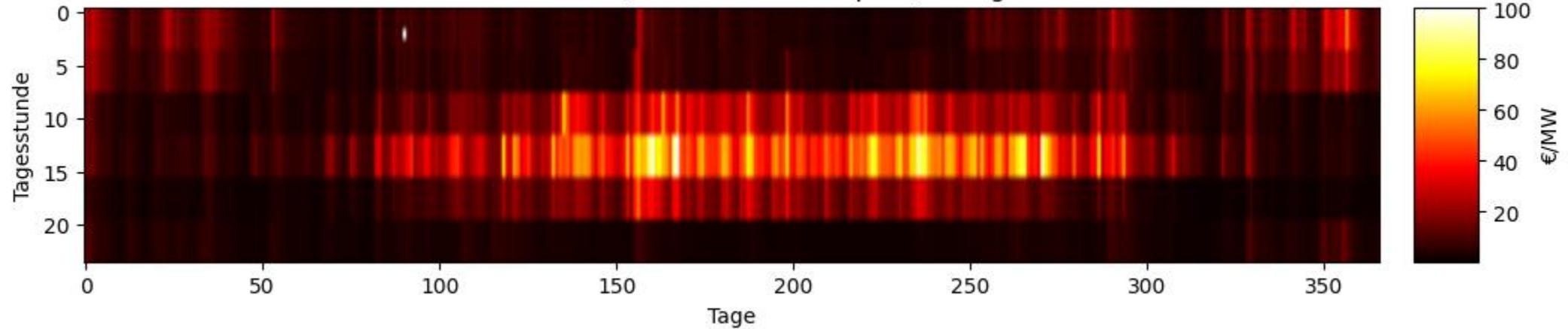
Copyright Martin Dotzauer 2024
Creative Commons Attribute 4.0
creativecommons.org/licenses/by/4.0



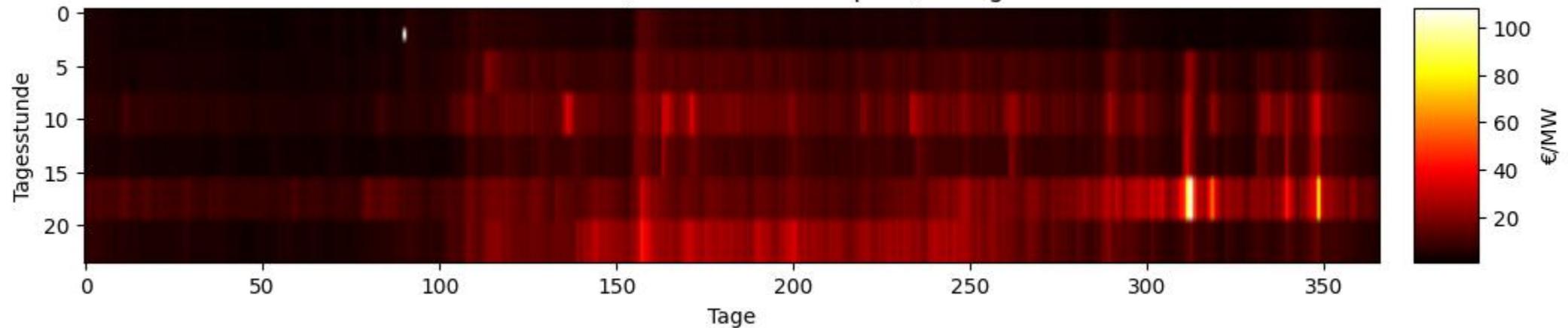
3. Preise – Muster SRL Leistungspreise



Preismuster für SRL NEG (50% von Maximalpreis) - Prognose - 2024



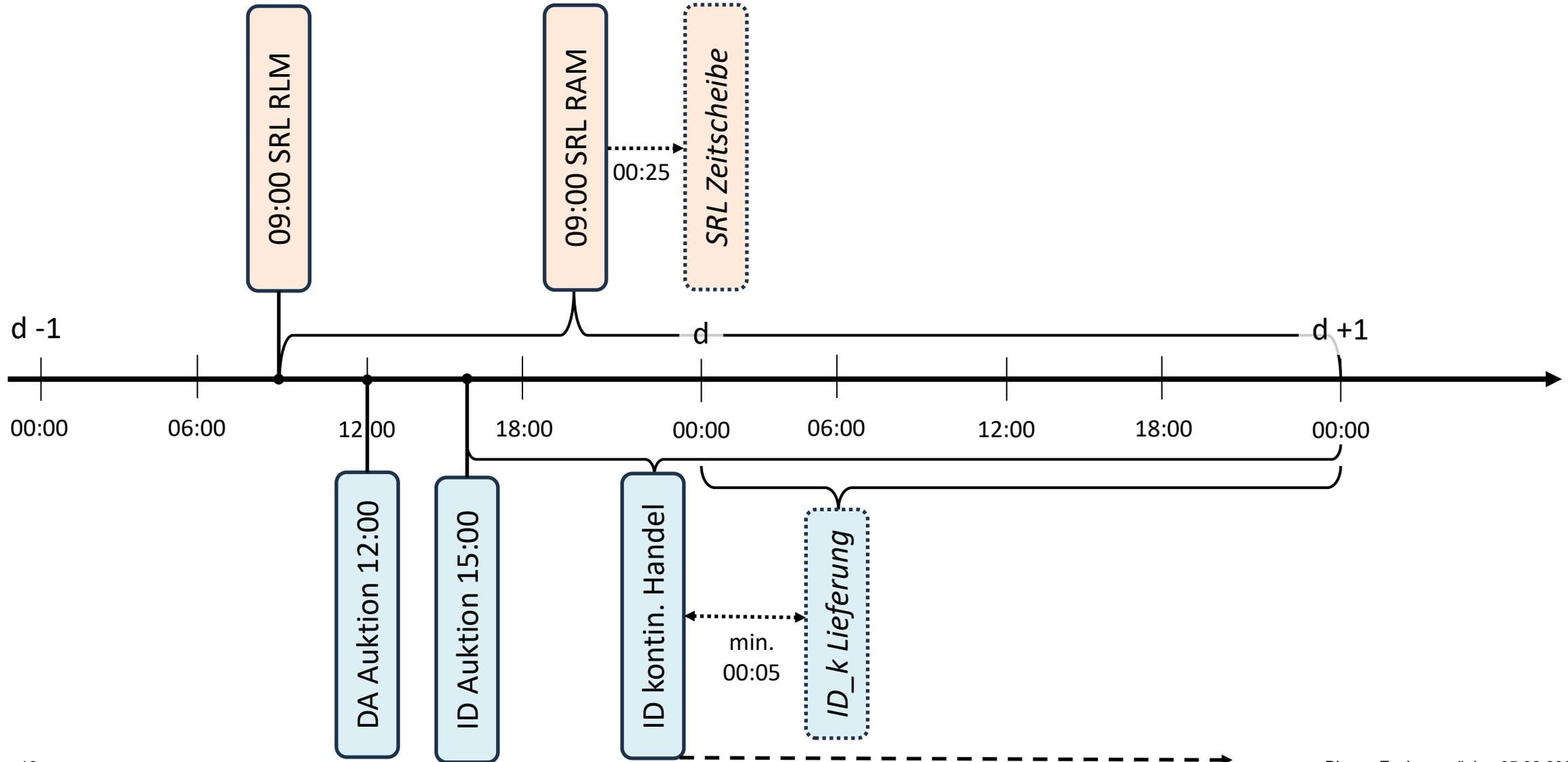
Preismuster für SRL POS (50% von Maximalpreis) - Prognose - 2024



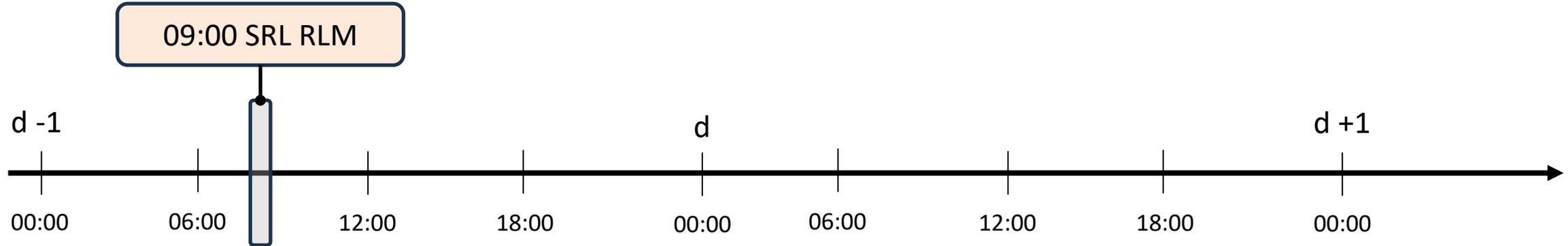
1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher



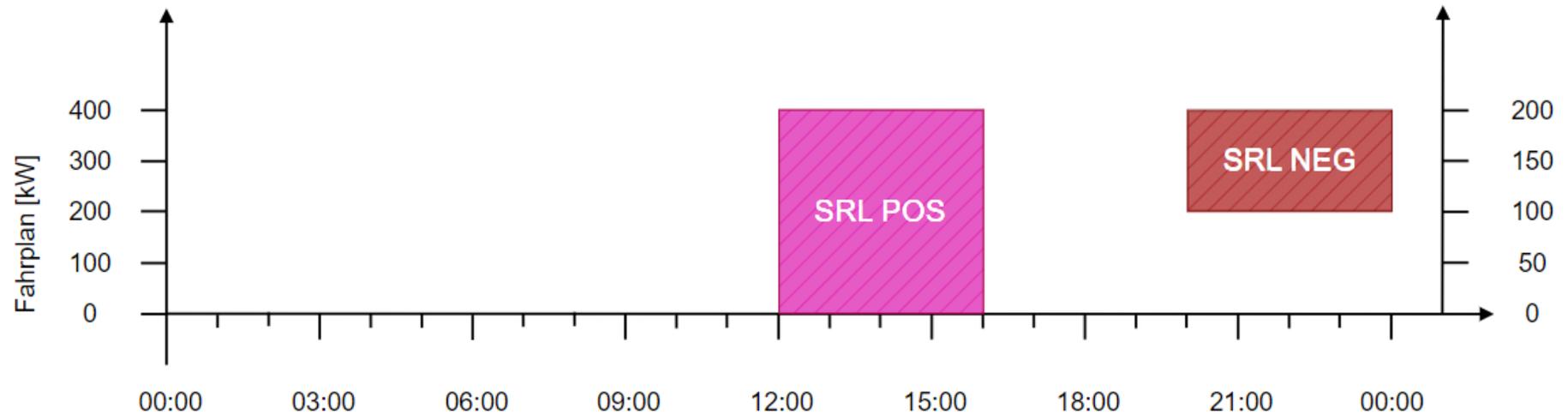
2. Marktprozesse – ausgewählte Märkte



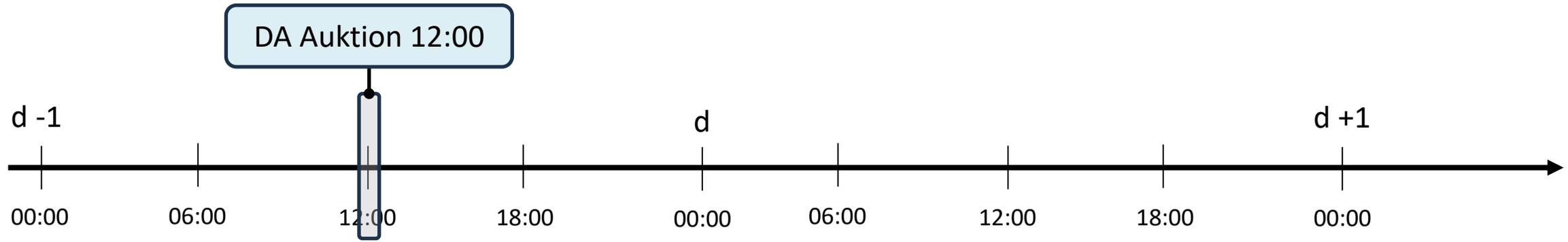
2. Marktprozesse – Market Stacking: SRL



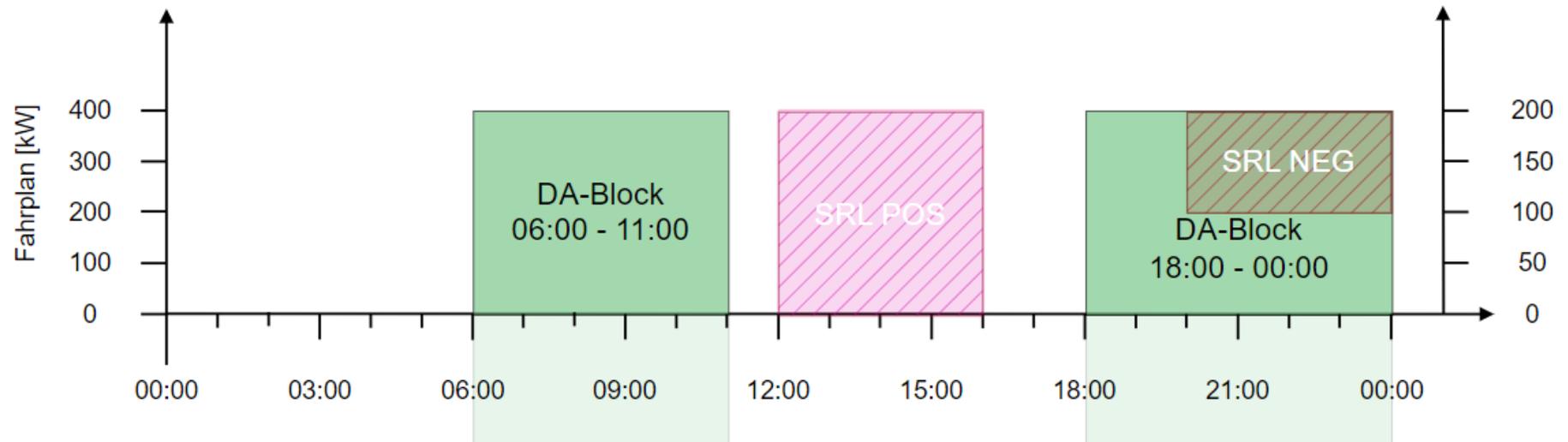
RE-Leistungsmarkt (4-Blöcke)



2. Marktprozesse – Market Stacking: DA_A



DA-Sollwert / initialer Fahrplan



1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher



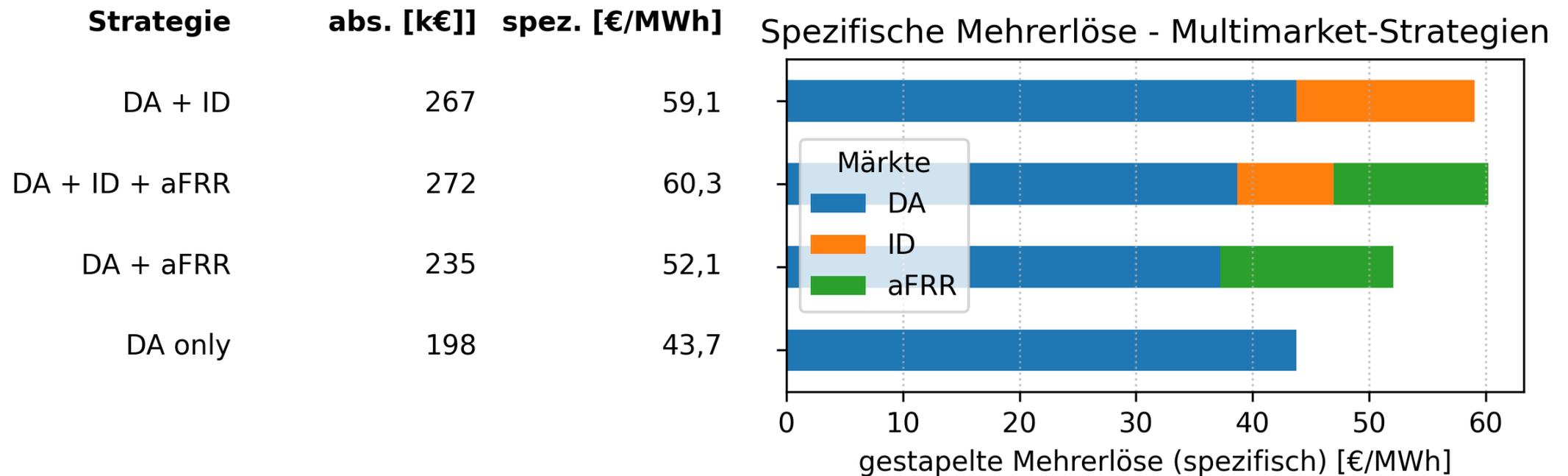
4. Beispielanlage A - Hochüberbaut

- $P_{\text{Bem}} = 513 \text{ kW}$, $P_{\text{inst}} = 1.720 \text{ kW}$ (mit zwei Maschinen)
- Nur eine Maschine präqualifiziert, $P_{\text{PQ}} = 50\% * 1.720 \text{ kW} = 710 \text{ kW}$
- $P_{\text{inst}} / P_{\text{Bem}} = 3,4 \rightarrow 7 \text{ h}$ tägl. Laufzeit
- Gasspeichervolumen 9.000 m^3 / 14.3 MWh Energieäquivalent
 \rightarrow ca. 28 Stunden Einspeicherdauer / 12 h Ausspeicherdauer
- Maximal 2 Startvorgänge pro Tag; Start- Stopp-Betrieb

4. Beispielanlage A – Hochüberbaut, 50% PQ



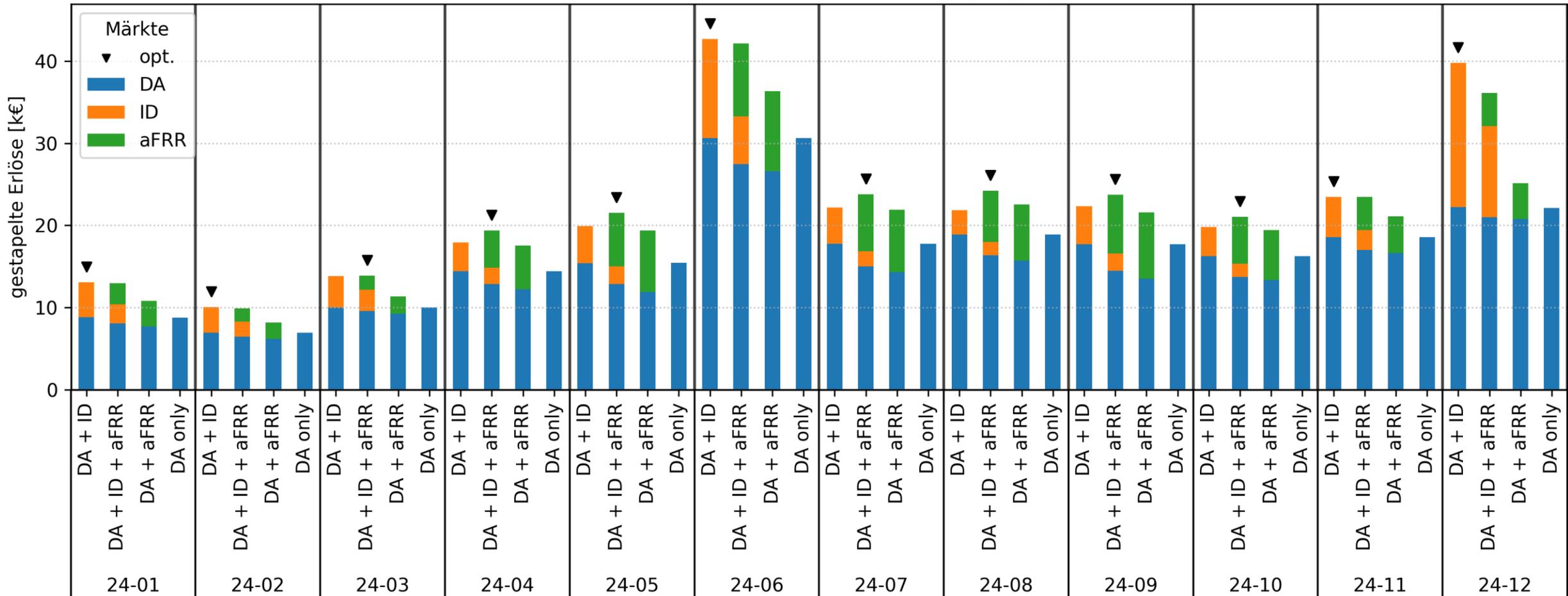
Backtesting für 1M7_PQ_50_Prozent
 24-01 - 24-12 | $P_{inst} = 1.8\text{MW}$ | $W_{el} = 4.52\text{GWh}$ | $P_{inst}/P_{Bem} = 3.4$



4. Beispielanlage A – monatliche Auswertung



Monatliche Erlöse aus dem Backtesting für die MaLo: 1M7_PQ_50_Prozent | 24-01 - 24-12



4. Beispielanlage B – moderat überbaut

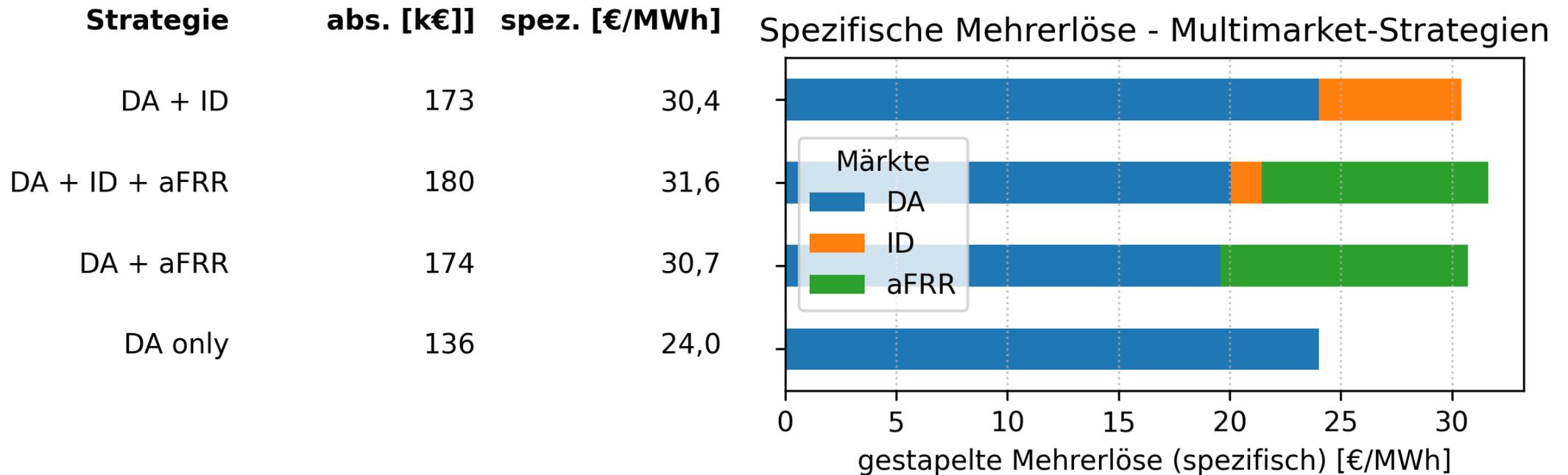


- $P_{\text{Bem}} = 646 \text{ kW}$, $P_{\text{inst}} = 1.203 \text{ kW}$ (eine Maschine)
- Vollständig präqualifiziert, $P_{\text{PQ}} = 1.203 \text{ kW}$
- $P_{\text{inst}} / P_{\text{Bem}} = 1,8 \rightarrow 13 \text{ h}$ tägl. Laufzeit
- Gasspeichervolumen 4.000 m^3 / 6.4 MWh Energieäquivalent
 \rightarrow ca. 10 Stunden Einspeicherdauer / 11 h Ausspeicherdauer
- Maximal 2 Startvorgänge pro Tag; Start- Stopp-Betrieb

4. Beispielanlage B – moderat überbaut, 100% PQ



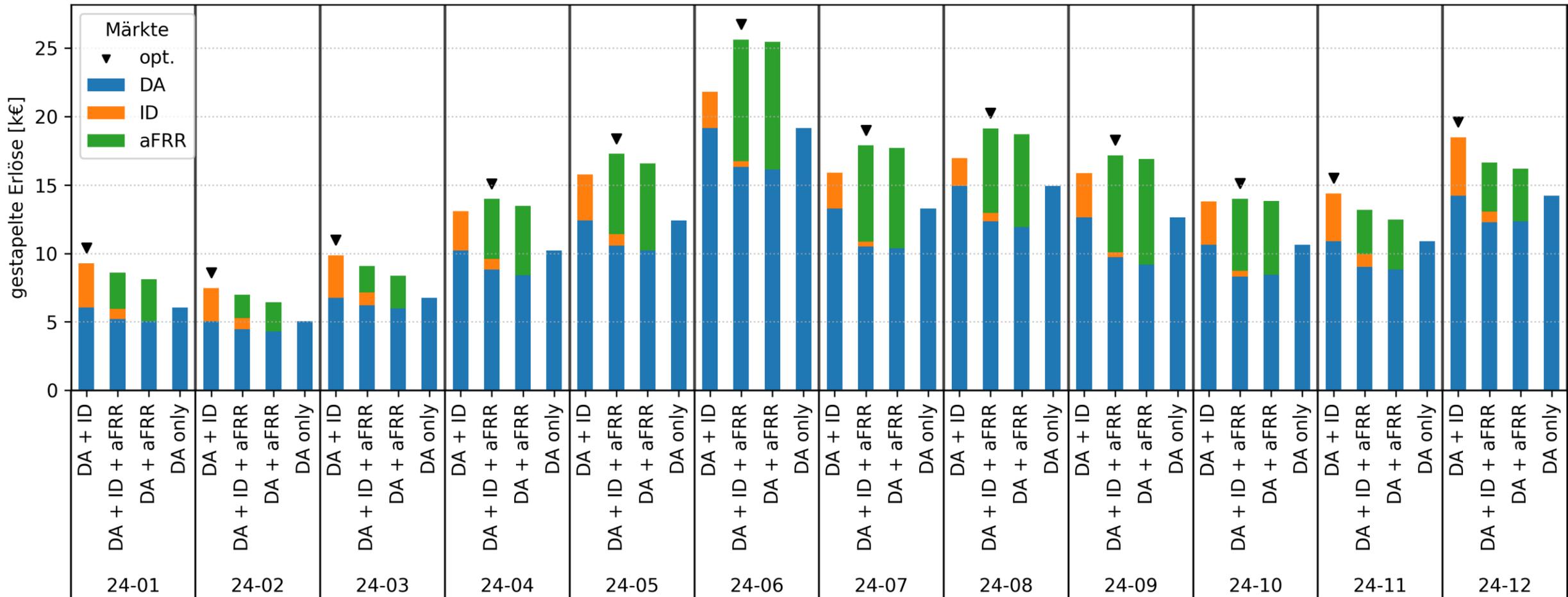
Backtesting für 1M2_PQ_100_Prozent
 24-01 - 24-12 | $P_{inst} = 1.2\text{MW}$ | $\bar{W}_{el} = 5.67\text{GWh}$ | $P_{inst}/P_{Bem} = 1.9$



4. Beispielanlage A – monatliche Auswertung



Monatliche Erlöse aus dem Backtesting für die MaLo: 1M2_PQ_100_Prozent | 24-01 - 24-12



4. Vermarktungsstrategien – Multi-Market Ansatz



- Zielkonflikt zwischen SRL und Intraday durch frühzeitige Festlegung von 4h-Zeitscheiben bei SERL versus kurzfristige Intraday-Optionen
- Abhängig von saisonalen Preisschwankungen gibt es nicht immer die eine beste Strategie → dynamischer Multimarket Ansatz
- Teilnahme am Intraday tendenziell Vorteilhaft bei hoher Überbauung und geringer präqualifizierter Leistung
- Teilnahme an der Regelenergie tendenziell Vorteilhaft bei geringer oder moderater Überbauung und hoher präqualifizierter Leistung

1. Strommarktsegmente
2. Preise & Potentiale
3. Marktprozesse
4. Vermarktungsstrategien für Biogasanlagen
5. Bonusmaterial Batteriespeicher

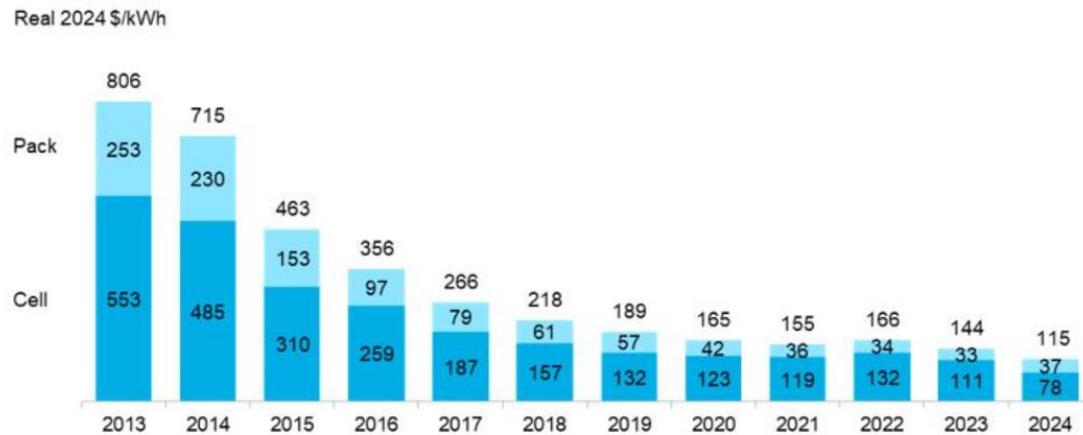


5. Bonus Batteriespeicher – Treiberfaktoren



Preisentwicklung Stromspeicher in €/kWh

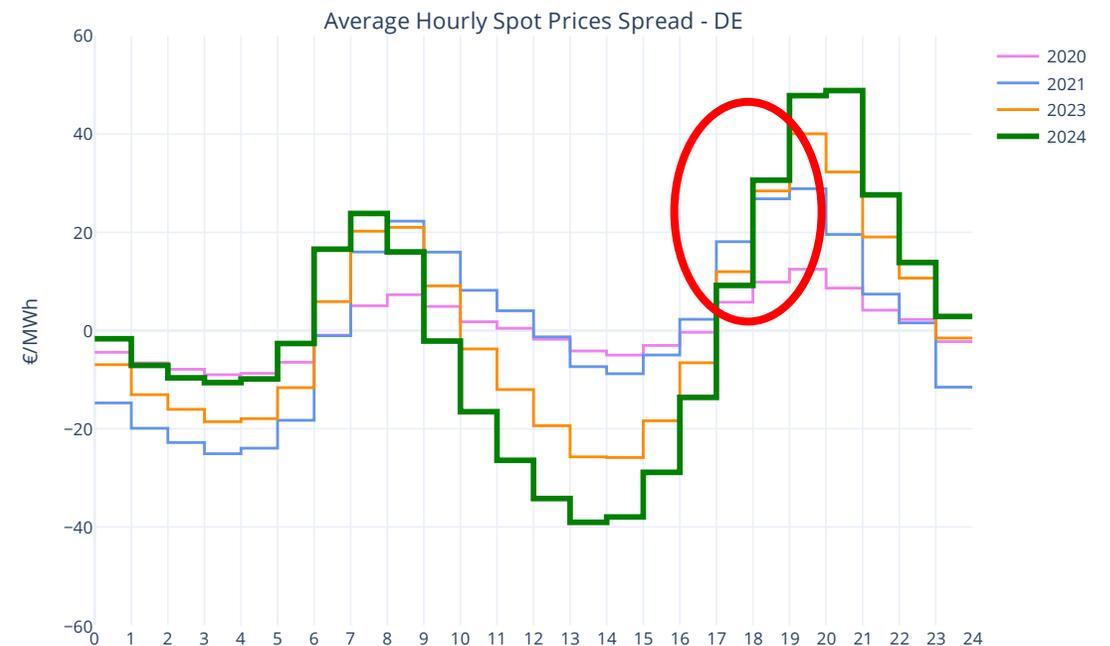
Figure 1: Volume-weighted average lithium-ion battery pack and cell price split, 2013-2024



Source: BloombergNEF. Note: Historical prices have been updated to reflect real 2024 dollars. Weighted average survey value includes 343 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles and

Quelle: [Lithium-Ion Battery Pack Prices](#) | BloombergNEF

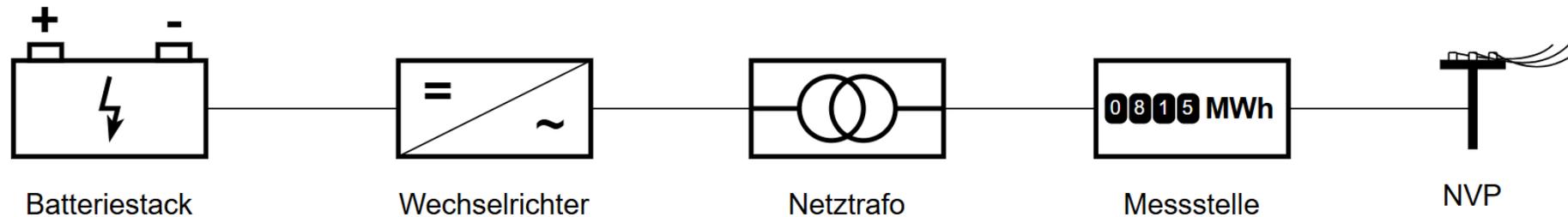
Entwicklung der Spreads am Energiemarkt in €/MWh



4. Technisches Setup – Batterie solo



Batterie solo / stand alone

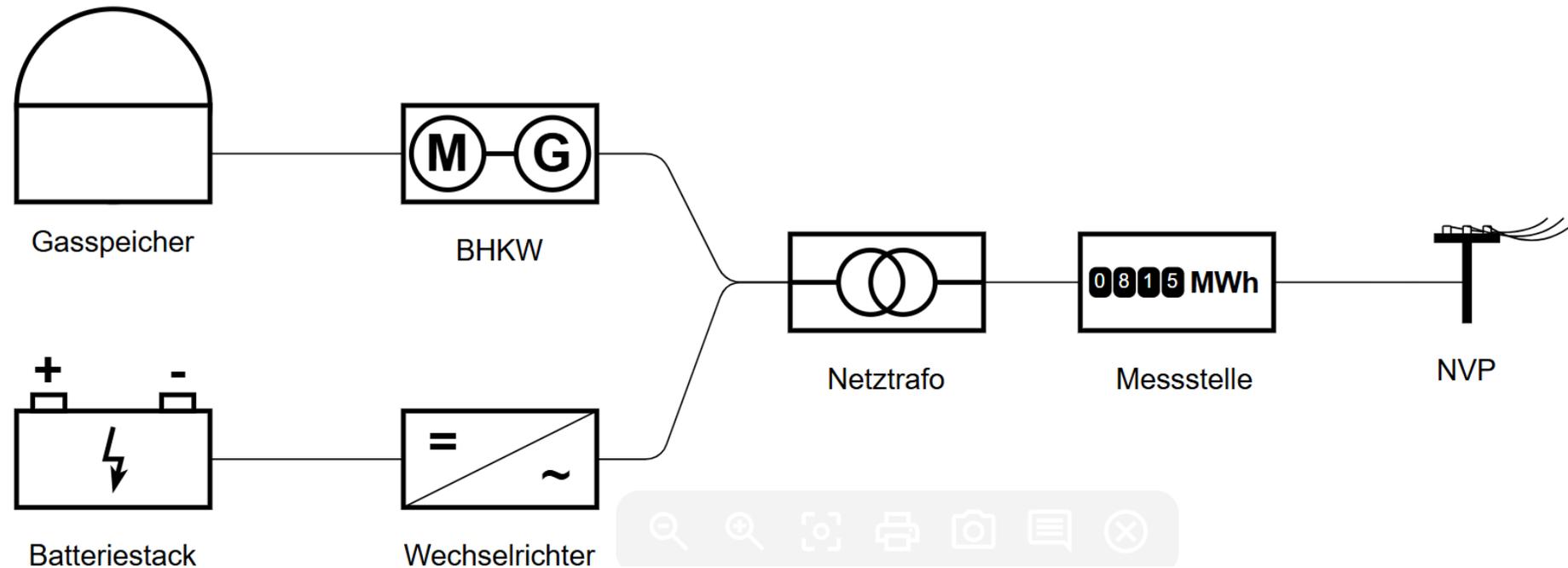


- Für freie bzw. frei werdende Kapazitäten an Netzverknüpfungspunkten (NVP)
- Eine mögliche post-EEG Option wenn das BHKW still gelegt werden muss
- Erlöse über Multimarket-Optimierung für DA / ID / SRL (?)

4. Technisches Setup – Biogasanlage + Batterie



Biogasanlage + Batterie / Co-location (ohne Netzbezug)

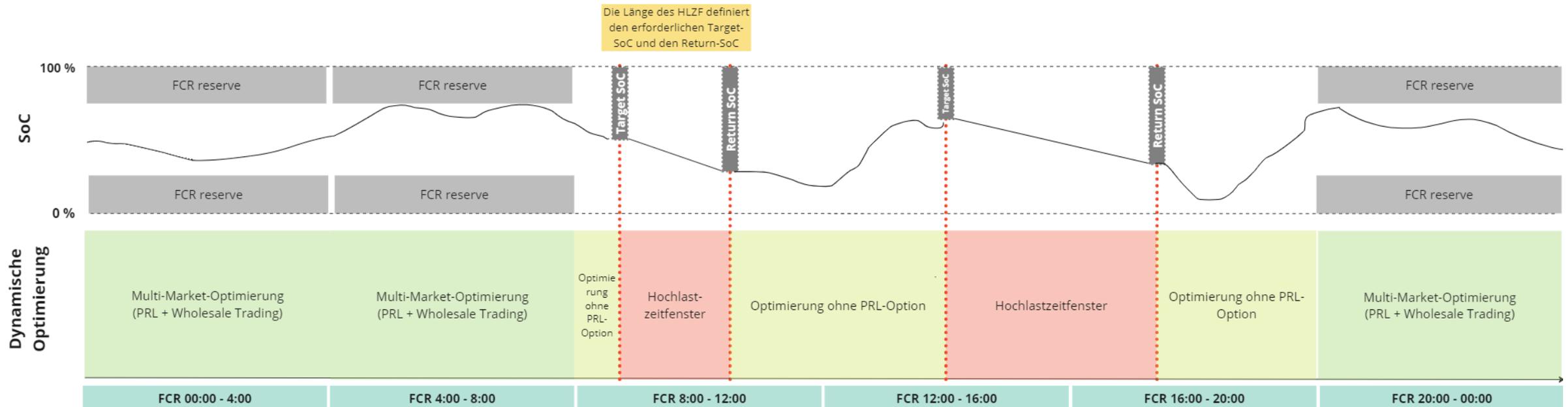


- Flexibilisierungsoption für Biogasverstromung in Kombination mit Gasspeicher
- Eigenverbrauchsoptimierung / Optimierung der Lastrampen für Fahrplan & SRL

4. Multi-Market Ansatz für einen Batteriespeicher



- Festlegung von Restriktionen für die Optimierung, z.B. für eine Primäranwendung mit Lastspitzenkappung oder Priorisierung des Eigenverbrauchs
- Prognosebasierte Optimierung aller Marktopportunitäten



5. Umfrage zu Batteriespeichern & Biogasanlagen



- Abfrage der Kundenbedürfnisse zur Entwicklung eines Batterieprodukts
- e2m fokussiert sich aktuell auf 2 Konzepte:
 1. Als Ersatz des BHKW – post-EEG
 2. Als Ergänzung zum BHKW – als „Flexturbo“
- Wir streben eine Kooperation um Kunden ein Komplettpaket anbieten zu können mit:
 1. Dienstleistungspaket (Planung, Projektierung, ...)
 2. Batteriespeichersystem inkl. Installation
 3. E2m-Optimierung & Vermarktungsprodukt





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

M.Sc. Martin Dotzauer
Produktmanager Biogas

www.e2m.energy

