



Optimierung von Batterien im Markt – Wie verdient man Geld?

13.12.2024

Kenneth Laga

Flexibilität durch Batteriespeicher

Batteriespeicher können auf unterschiedlichen Märkten unterschiedliche Arten von Flexibilitäten bereitstellen.



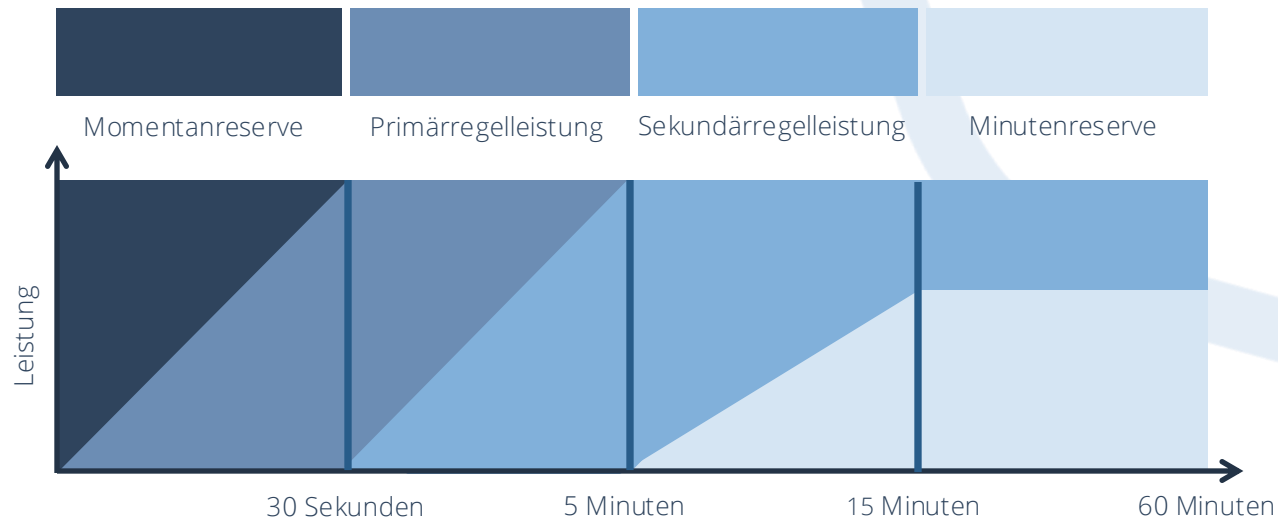
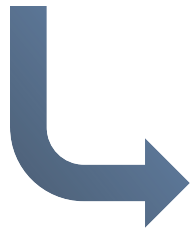
Netzdienstlicher Betrieb

Bereitstellung von Regelleistung zum Ausgleich von Schwankungen der Stromnetzfrequenz.



Marktorientierter Betrieb

Einbezug sowie Bereitstellung von kurzfristig lieferbarem Strom an den Spotmärkten.



Vermarktungsstrategien für Batteriespeicher

Die Vermarktungsstrategie spielt eine entscheidende Rolle, um das Erlöspotenzial von Batteriespeichern in der Regelleistung sowie am Spotmarkt zu bewerten.



Netzdienlicher Betrieb

Bereitstellung von Regelleistung zum Ausgleich von Schwankungen der Stromnetzfrequenz.



Marktorientierter Betrieb

Einbezug sowie Bereitstellung von kurzfristig lieferbarem Strom an den Spotmärkten.



Primärregelleistung (FCR)

- Symmetrische Leistungsvorhaltung
- Dauer: 4-Stunden-Blöcke
- Pay-as-Clear Vergütung



Sekundärregelleistung (aFRR)

- Leistungsvorhaltung (positiv oder negativ)
- Dauer: 4-Stunden-Blöcke
- Pay-as-Bid Vergütung für die vorgehaltene Leistung
- Pay-as-Clear Vergütung für die erbrachte Arbeit



Day-Ahead-Markt

- Vermarktung von Stunden- und Viertelstundenprodukten am Vortag
- Pay-as-Clear Vergütung für die vermarktete Arbeit
- Ertrag abhängig von untertägigen Preisspreads



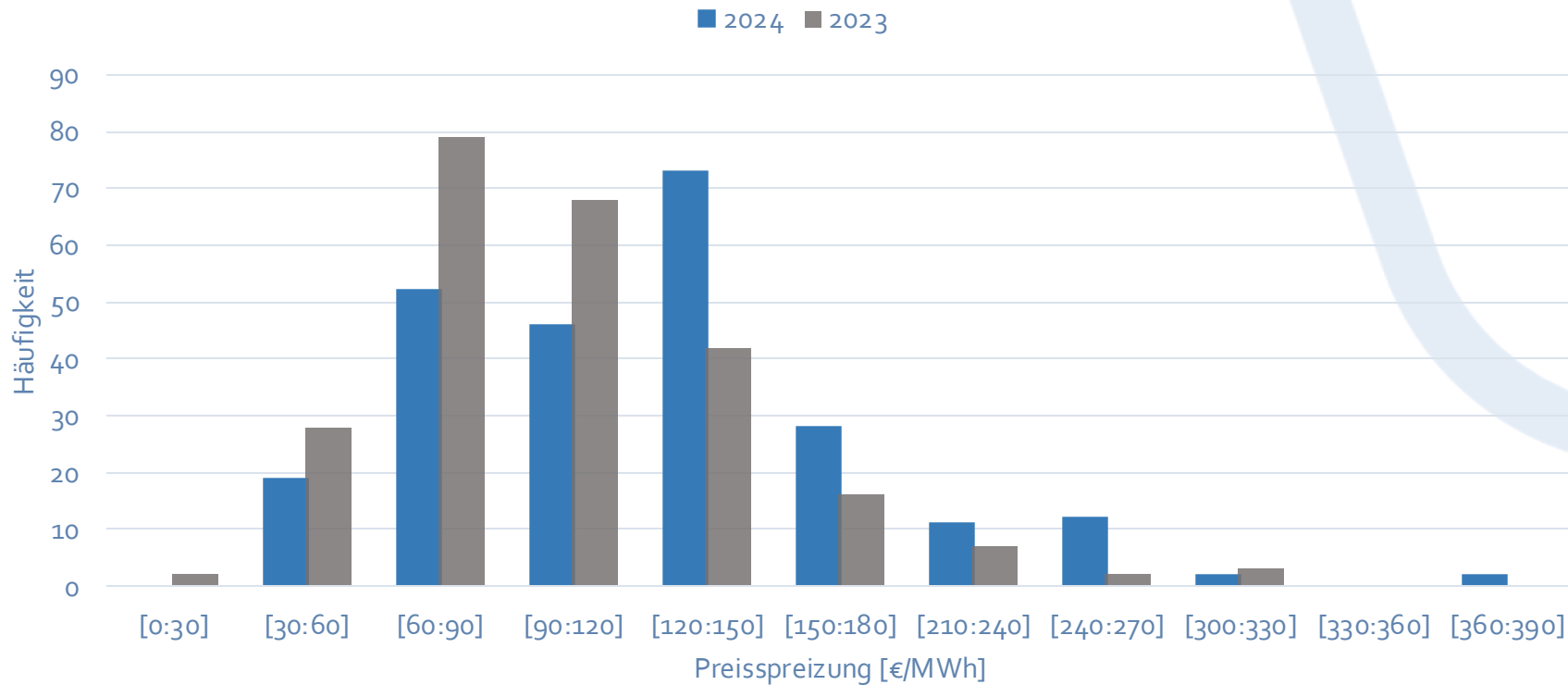
Intraday-Markt

- Vermarktung bis kurz vor Lieferung
- Pay-as-Bid Vergütung für die vermarktete Arbeit
- Ertrag abhängig von Preisvolatilität





Vermarktung am Day-Ahead Markt

Batteriespeicher profitieren vom massiven PV-Zubau, welcher aufgrund steiler Merit-Order-Kurven zu einer starken Zunahme der untertägigen Preisspreizung führt.

Untertägige Spreizung der Spotpreise 2023 + 2024 (März - Oktober)



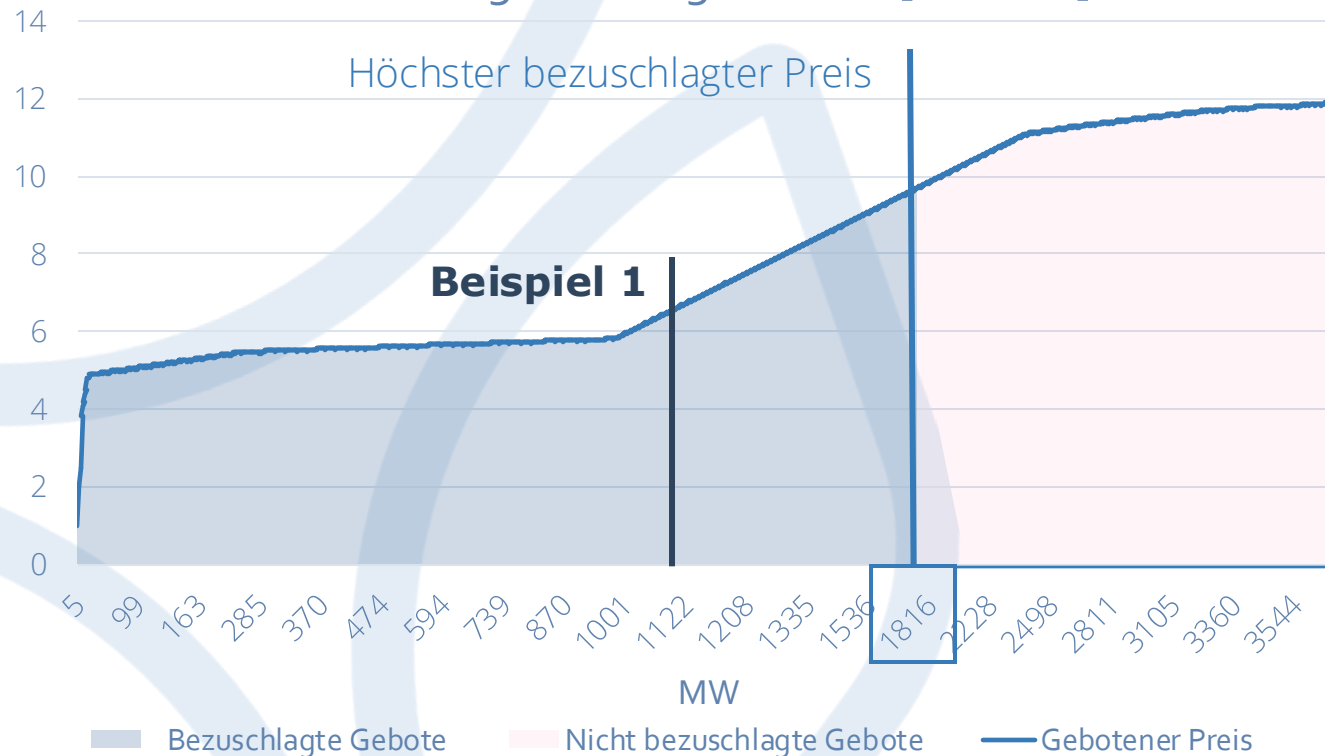
Untertägige Preisspreizung

-  **Day-Ahead Optimierung:** Laden in den günstigen Stunden und Entladen in den teuren Stunden eines Tages
-  Der Tag beginnt nach Sonnenaufgang mit mittleren Spotpreisen um 100 €/MWh
-  In den **Mittagsstunden** fiel der Preis in 2024 auf etwa 25 €/MWh, mit Senken ins Negative
-  In den Abendstunden, zum **Ende der Solarstromproduktion**, klettert der Preis im Mittel auf 140 €/MWh, mit Spitzen ins Positive

Vermarktung von Leistung

Es werden alle Gebote in aufsteigender Reihenfolge sortiert. Durch das Pay-as-Bid-Verfahren bei der aFRR erhalten nun alle Marktteilnehmer ihren gebotenen Preis, sofern sie bezuschlagt wurden.

Übersicht aller gebotenen Preise in der Sekundärregelleistungsauktion [€/MW/h]



Beispiel 1: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **6,8 €/MW/h** für einen 4-Stunden-Block

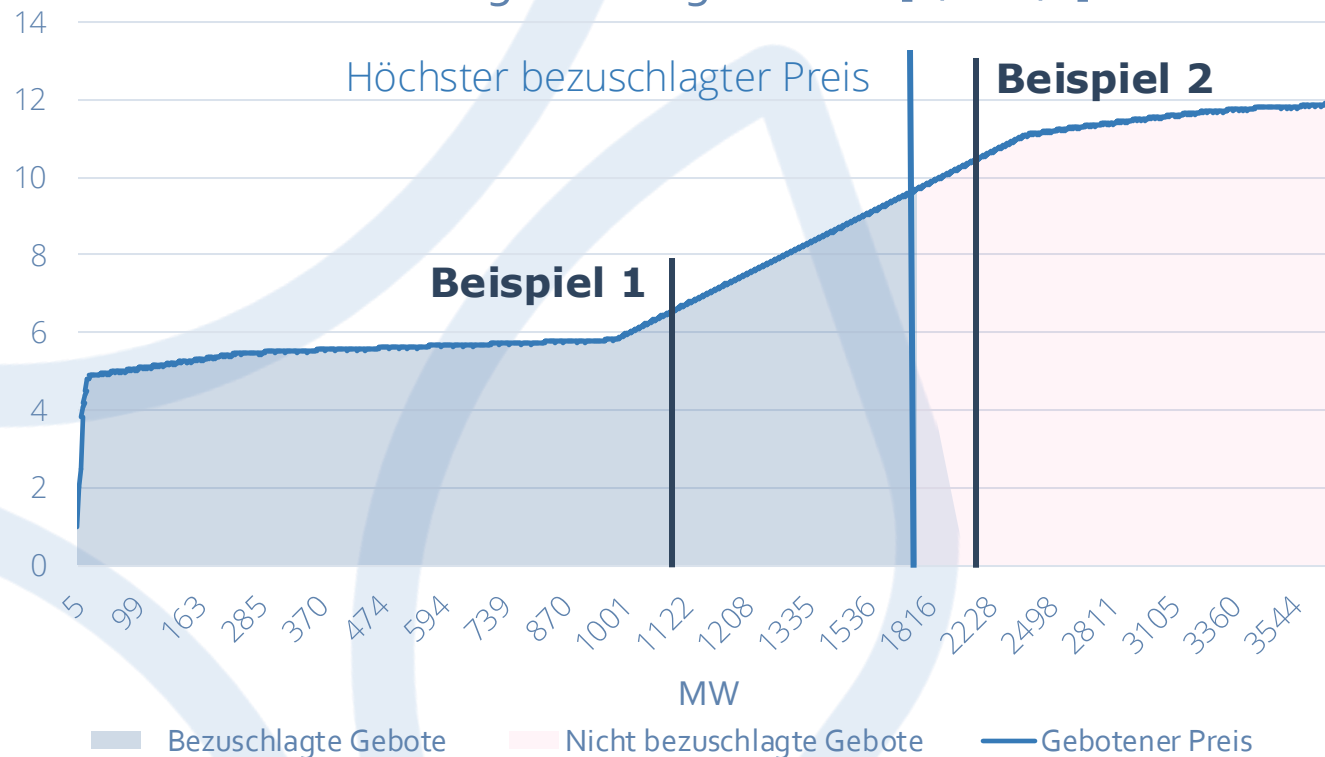
- ⊞ Gebotener Preis: 6,8 €/MW
- ⊞ Gebotene Menge: 1 MW
- ⊞ Erlös = 6,8 €/MW/h * 1 MW * 4h = 27,2€

Bedarf an vorgehaltener Leistung: 1816 MW

Vermarktung von Leistung

Durch das Pay-as-Bid-Verfahren erhalten alle Marktteilnehmer ihren gebotenen Preis, sofern sie bezuschlagt wurden.

Übersicht aller gebotenen Preise in der Sekundärregelleistungsauktion [€/MW/h]



Beispiel 1: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **6,8 €/MW/h** für einen 4-Stunden-Block

- ⊗ Gebotener Preis: 6,8 €/MW
- ⊗ Gebotene Menge: 1 MW
- ⊗ Erlös = 6,8 €/MW/h * 1 MW * 4h = 27,2 €

Beispiel 2: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **10,4 €/MW/h** für einen 4-Stunden-Block

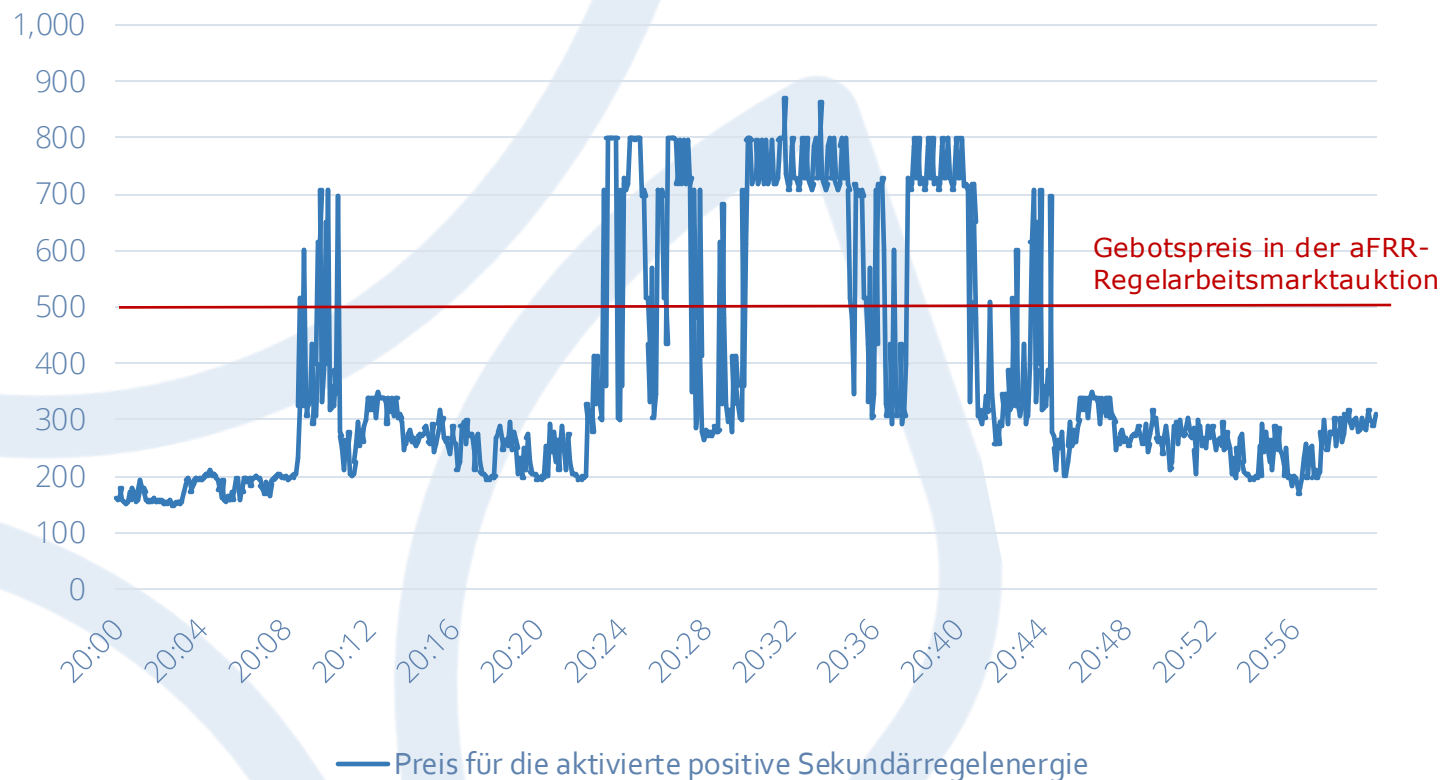
- ⊗ Gebotener Preis: 10,4 €/MW
- ⊗ Gebotene Menge: 1 MW
- ⊗ Erlös = 0

Ziel: **Erlösmaximierung** durch bestmögliche Schätzung des **höchsten bezuschlagten Preises**

Vermarktung von Sekundärregelenergie

Die richtige Vermarktungsstrategie in der Arbeitspreisauktion der aFRR kann einen erheblichen Hebel auf die Erlöse haben. Hierbei bieten gute aFRR-Arbeitspreisprognosen einen enormen Vorteil.

Preisverlauf für positive Sekundärregelenergie [€/MWh]



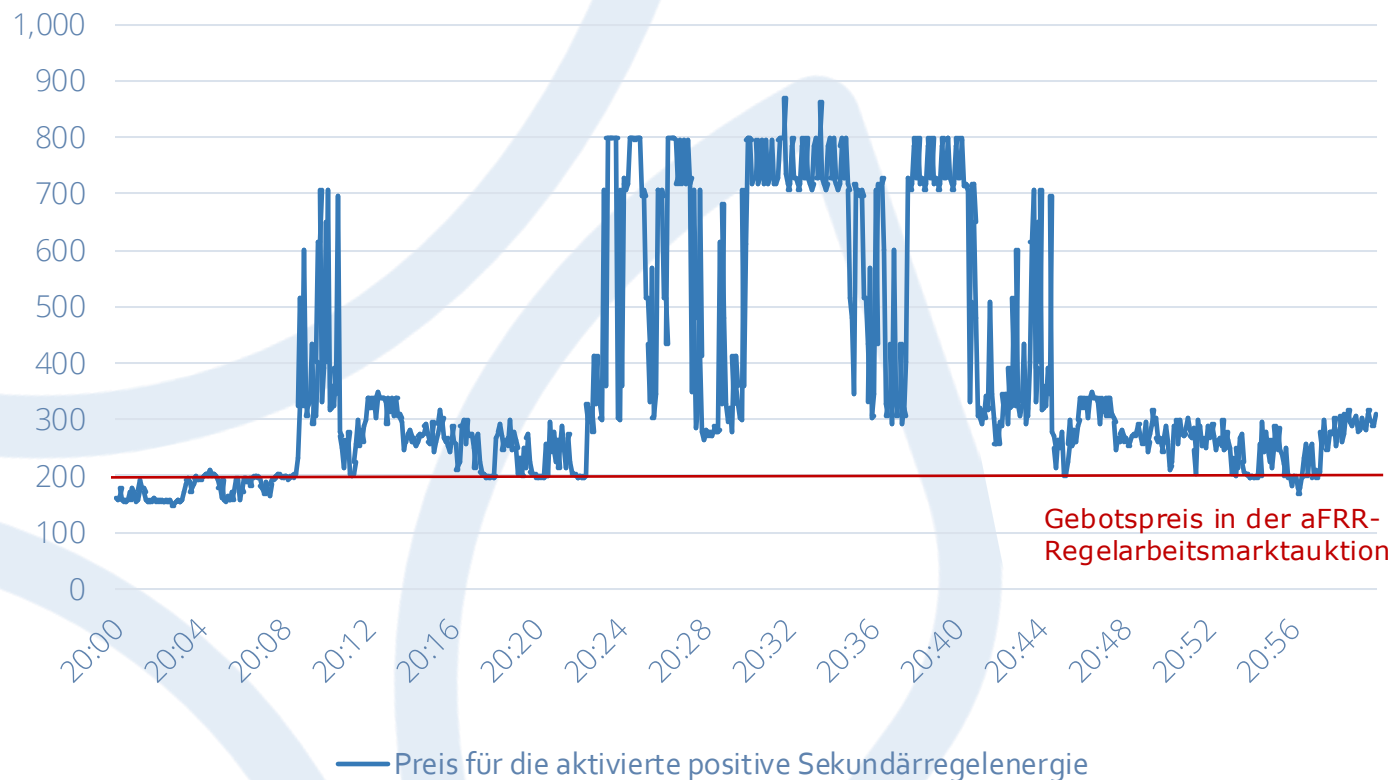
Beispiel 1: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **500 €/MWh** im Zeitbereich 20 – 21 Uhr

- ⊞ Abgerufene Arbeit: 0,24 MWh
- ⊞ Absoluter Erlös: 174 €
- ⊞ Relativer Erlös: 725 €/MWh

Vermarktung von Sekundärregelenergie

Die richtige Vermarktungsstrategie in der Arbeitspreisauktion der aFRR kann einen erheblichen Hebel auf die Erlöse haben. Hierbei bieten gute aFRR-Arbeitspreisprognosen einen enormen Vorteil.

Preisverlauf für positive Sekundärregelenergie [€/MWh]



Beispiel 1: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **500 €/MWh** im Zeitbereich 20 – 21 Uhr

- ⊗ Abgerufene Arbeit: 0,24 MWh
- ⊗ Absoluter Erlös: 174 €
- ⊗ Relativer Erlös: 725 €/MWh

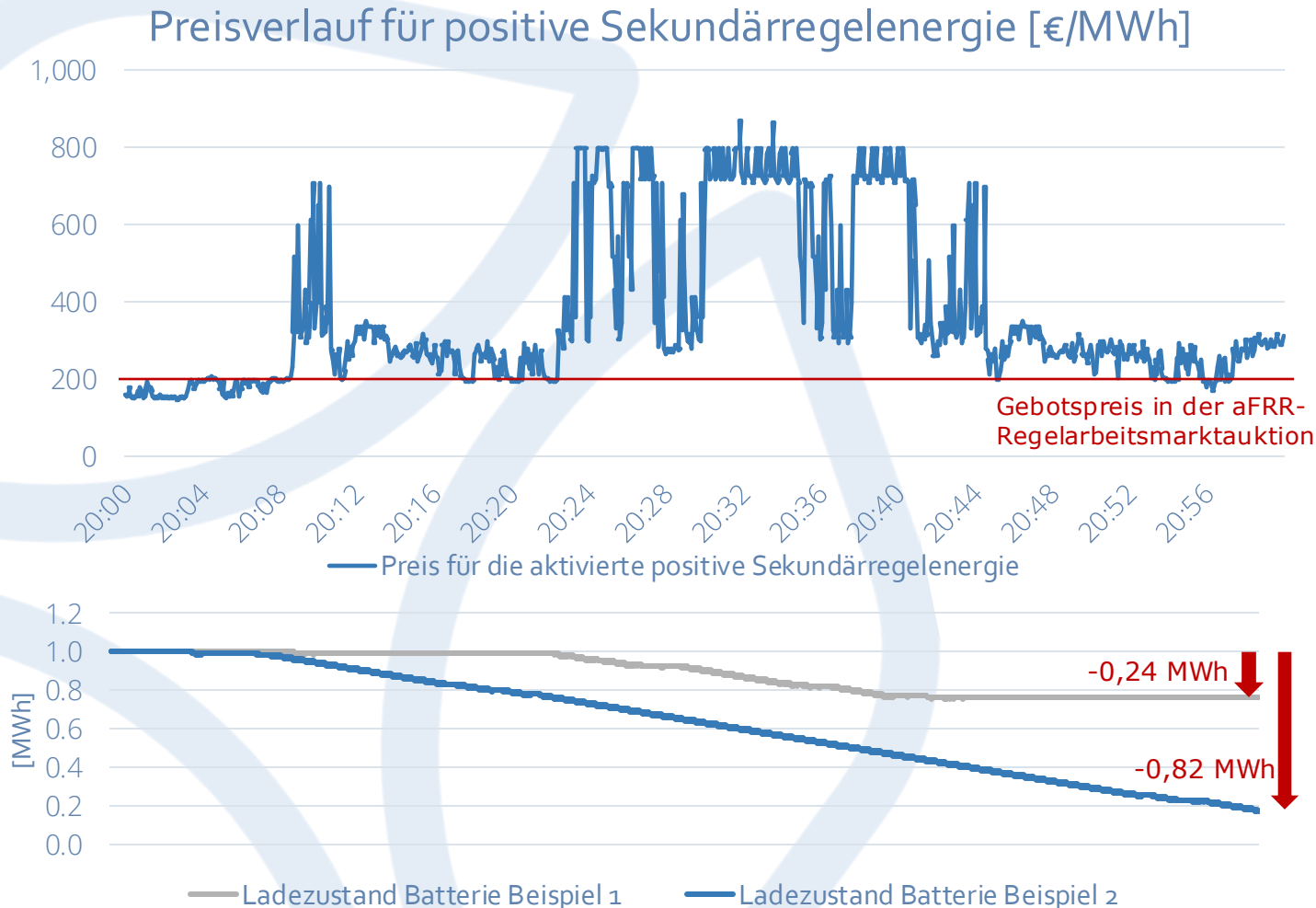
Beispiel 2: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **200 €/MWh** im Zeitbereich 20 – 21 Uhr

- ⊗ Abgerufene Arbeit: 0,82 MWh
- ⊗ Absoluter Erlös: 339 €
- ⊗ Relativer Erlös: 414 €/MWh

Ziel: **Maximierung** der absoluten Erlöse bei **Minimierung** der absoluten Arbeit

Vermarktung von Sekundärregelenergie

Das Ziel bei der aFRR-Arbeitspreisauktion ist die Maximierung der Erlöse bei gleichzeitiger Minimierung der zu erbringenden Arbeit.



Beispiel 1: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **500 €/MWh** im Zeitbereich 20 – 21 Uhr

- ⊗ Abgerufene Arbeit: 0,24 MWh
- ⊗ Absoluter Erlös: 174 €
- ⊗ Relativer Erlös: 725 €/MWh

Beispiel 2: Abgabe von 1 MW bei einem Gebotspreis von **200 €/MWh** im Zeitbereich 20 – 21 Uhr

- ⊗ Abgerufene Arbeit: 0,82 MWh
- ⊗ Absoluter Erlös: 339 €
- ⊗ Relativer Erlös: 414 €/MWh

Ziel: **Maximierung** der absoluten Erlöse bei **Minimierung** der absoluten Arbeit

Entscheidungsfindung

Die möglichen Erlöse auf den unterschiedlichen Märkten werden mehrere Tage im Voraus prognostiziert.

D-1

...

08

09

10

11

12

13

14

15

16

...

D

1. Auktion:
Primärregelleistung

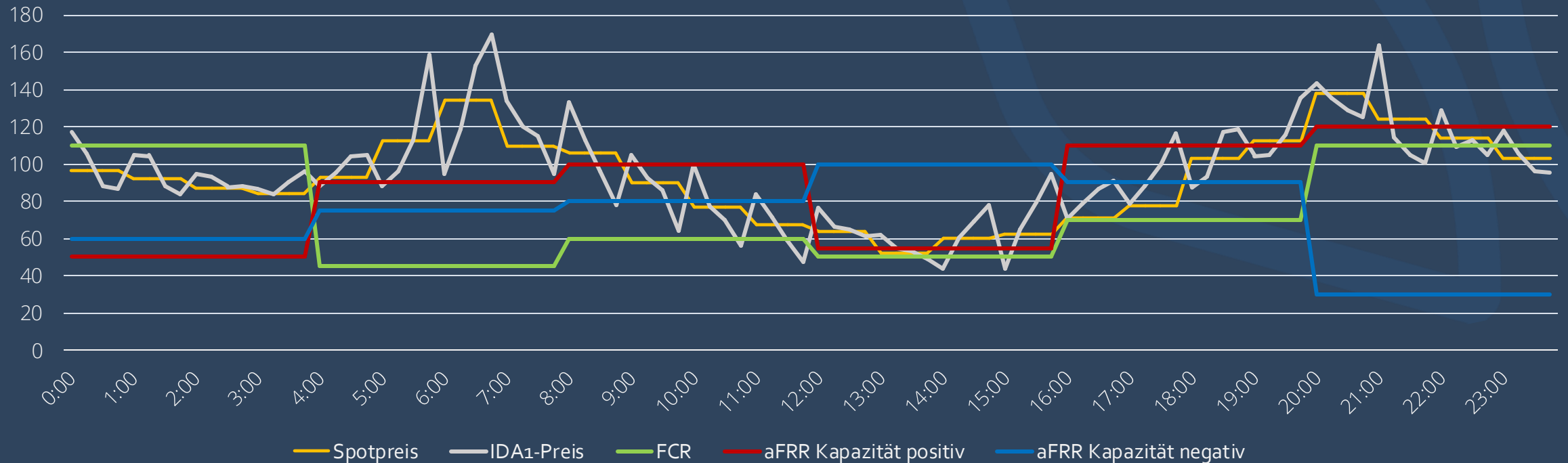
2. Auktion:
Sekundärregelleistung

3. Auktion:
Day-Ahead

4. Auktion:
Intraday 1

Beginn des kontinuierlichen
Intradayhandels für den
nächsten Tag

Überblick der Preis- bzw. Erlösvorhersagen für den Folgetag [€/MWh]



Marktübergreifende Optimierung

Die verbleibende Kapazität wird an der Day-Ahead- und Intraday-Auktion vermarktet.

D-1 ... 08 09 10 11 **12** 13 14 **15** 16 ... D

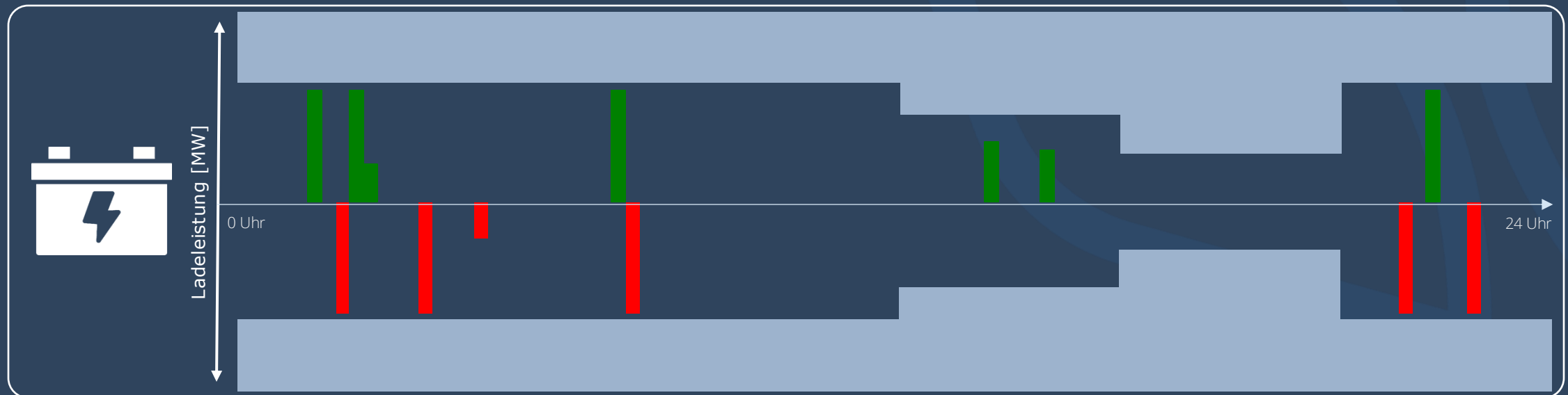
1. Auktion:
Primärregelleistung

2. Auktion:
Sekundärregelleistung

3. Auktion:
Day-Ahead

4. Auktion:
Intraday 1

Beginn des kontinuierlichen
Intradayhandels für den
nächsten Tag



■ Regelenergie

■ Fahrplan (Ladevorgänge)

■ Fahrplan (Entladevorgänge)

■ Intraday Käufe

■ Intraday Verkäufe

Marktübergreifende Optimierung

Eine kombinierte, flexible Vermarktungsstrategie sorgt für optimale und diversifizierte Erlöse.

D-1 ... 08 09 10 11 12 13 14 15 **16** ... D

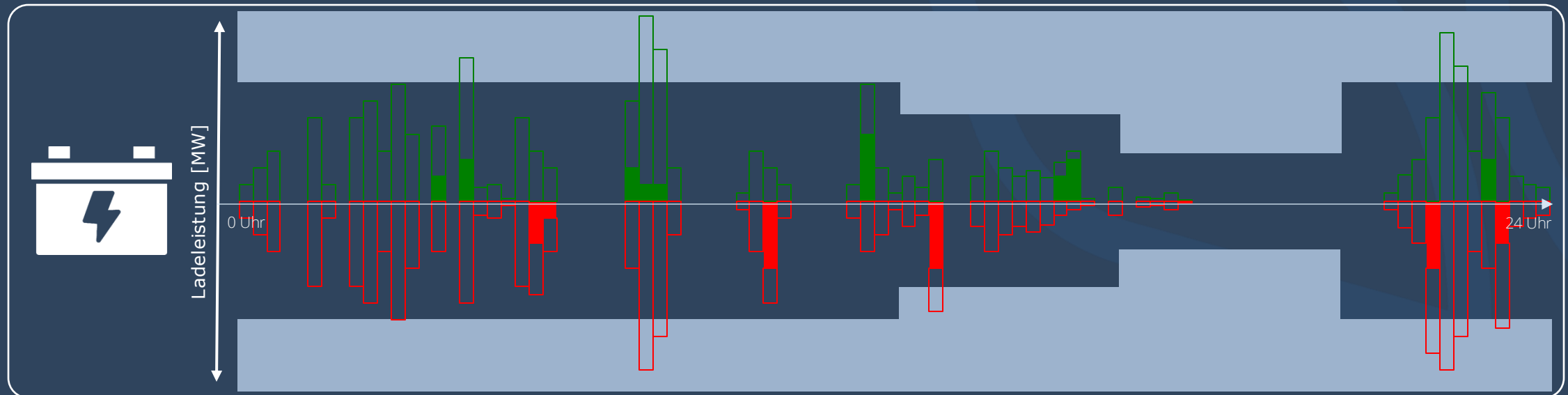
1. Auktion:
Primärregelleistung

2. Auktion:
Sekundärregelleistung

3. Auktion:
Day-Ahead

4. Auktion:
Intraday 1

Beginn des kontinuierlichen
Intradayhandels



■ Regelenergie

■ Fahrplan (Ladevorgänge)

■ Fahrplan (Entladevorgänge)

□ Intraday Käufe

□ Intraday Verkäufe

Algo Trading im Intradayhandel

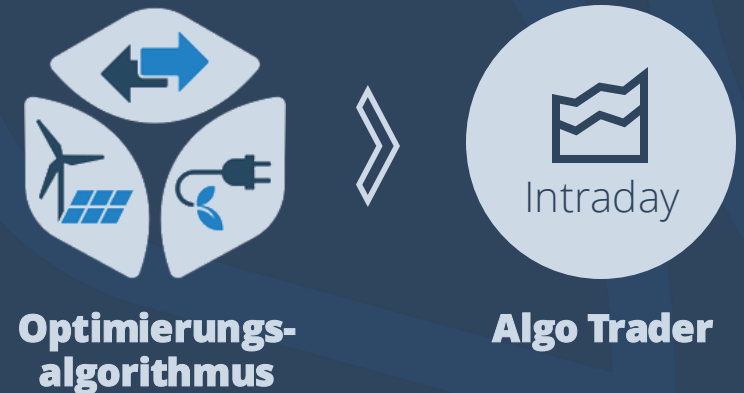
Der algorithmische Handel ermöglicht es auf Preisschwankungen intelligent zu reagieren und den Batteriefahrplan stets optimal zu gestalten.

Was ist Algo Trading?

- ⊗ Algorithmic Trading ist der automatisierte Handel von z.B. Stromprodukten mithilfe von Computeralgorithmen. Die Kauf- und Verkaufsgeschäfte werden auf Basis von vordefinierten Kriterien wie Marktbedingungen und Preisbewegungen durchgeführt

Wie funktioniert der QUADRA Algo Trader?

- ⊗ Übermittlung der Zielposition
- ⊗ Parametrisierung von **passiven** und **aggressiven** Strategien
- ⊗ **Marktanalyse** und **Strategieauswahl**
- ⊗ Dynamische Anpassung auf Basis des aktuellen Zeitpunkts, der Liquidität, der Preisbewegung, der noch zu handelnden Menge, ...
- ⊗ KI-gestützte **Preisprognosen** senden dem Algo Trader Handelssignale
- ⊗ Vollautomatisierter algorithmischer Intradayhandel



Monitoring

Es ist zwingend erforderlich, dass der Batteriespeicher kontinuierlich gemonitort und neu optimiert wird, sodass diverse Störfaktoren die Vermarktung nicht beeinträchtigen.

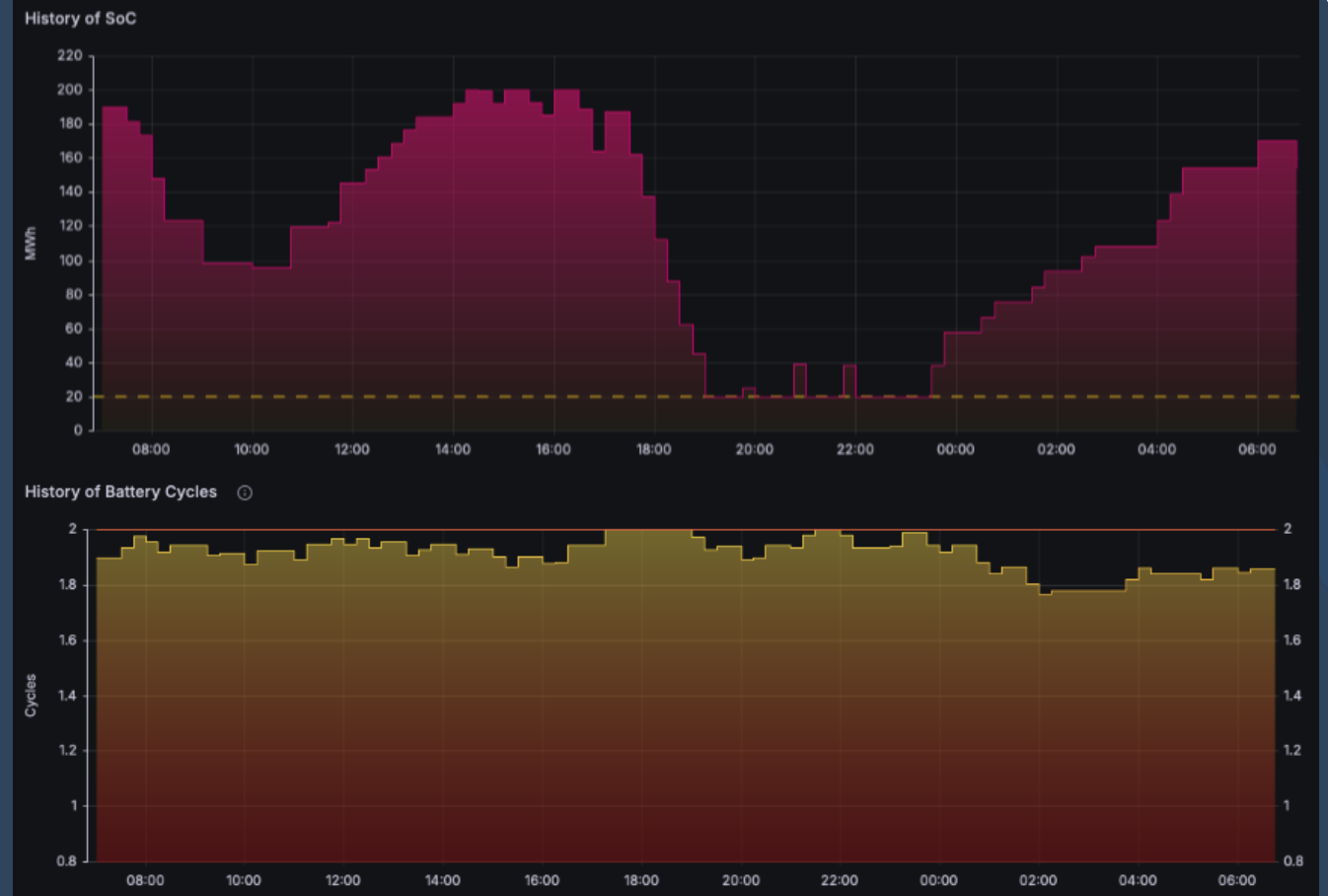
// Automatisiertes Echtzeit-Datenmanagement

// Monitoring der Fahrpläne und des Ladezustandes

// Einhaltung der technischen Restriktionen

// Hochfrequente Neuoptimierung

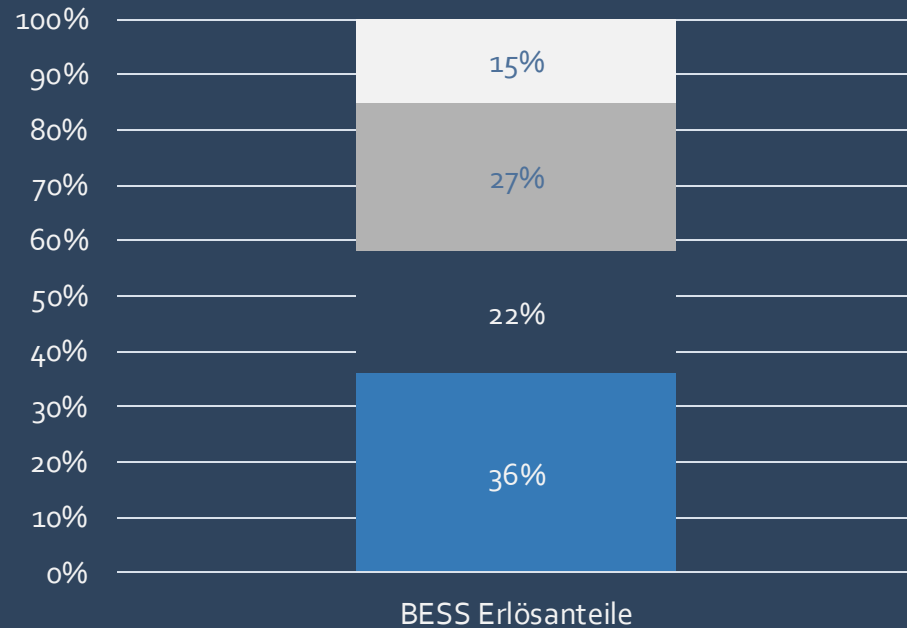
// Alerting



Märkte der Zukunft

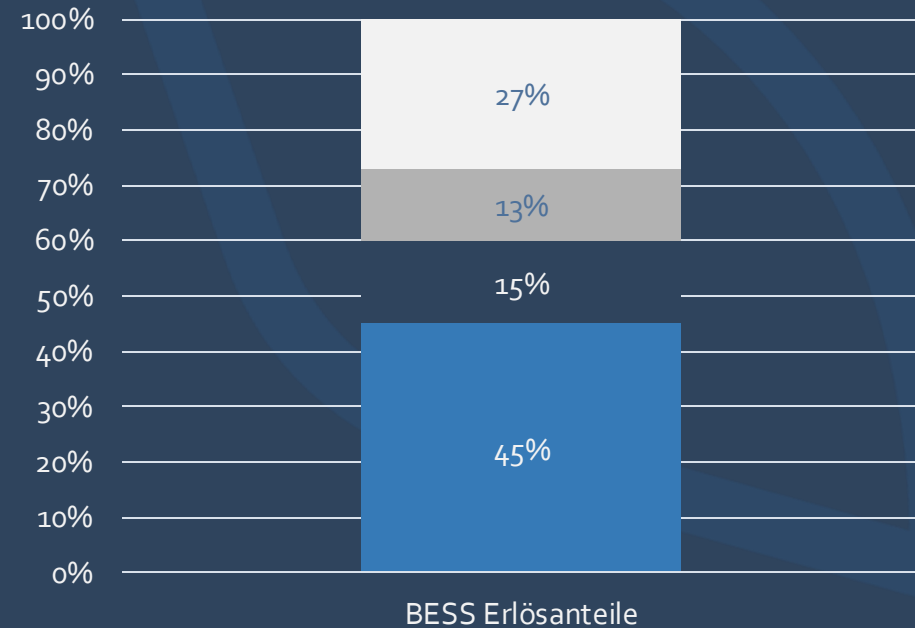
Derzeit setzen sich die Gesamterlöse aus diversen Erlössträngen zusammen. Langfristig wird insbesondere der Intraday- sowie Sekundärregelleistungsmarkt ertragsreich gesehen.

Zusammensetzung der Erlöse Heute



■ Intraday und DayAhead ■ FCR
■ aFRR Capacity ■ aFRR Energy

Mögliche Zusammensetzung der Erlöse 2030



■ Intraday und DayAhead ■ FCR
■ aFRR Capacity ■ aFRR Energy

Unser Angebot

QUADRA hat aufgrund langjähriger Erfahrung die bestehenden Fähigkeiten, IT-Plattformen und Marktzugänge genutzt und eine hochmoderne Optimierung für Batteriespeichersysteme realisiert.

Innovations
projekte

50 MW

Im virtuellen
Kraftwerk
angebunden

150 MW

Unter Vertrag

Stand Alone
BESS

300 MW

Vertragspipeline bis
Ende 2026
(Stand heute)

// Märkte

Cross-market Optimierung auf allen relevanten Märkten (DayAhead, Intraday, FCR, aFRR)

// Profit Share

QUADRA ist durch ein Profit Share Modell incentiviert maximale Erlöse für Ihre Kunden zu generieren

// Index Abrechnung

Transparenz, Skalierbarkeit und einen klaren Risikotransfer durch Abrechnung auf Basis veröffentlichter Preis-Indizes

// Langjährige Erfahrung

Langjährige Erfahrung und eigenständige Entwicklung von Preis- und Wettervorhersagen

Zusammenfassung

Um Batteriespeicher optimal zu bewirtschaften sind neben vollumfänglichen Marktzugängen diverse Preis- und Erlösprognosen sowie eine Optimierung in Echtzeit erforderlich.

- ⊗ Es gibt zahlreiche Möglichkeiten mit Batteriespeichern Geld zu verdienen
- ⊗ Besonders die Optimierung auf dem Großhandels- und Sekundärregelleistungsmarkt hat stark an Bedeutung gewonnen
- ⊗ Für die Maximierung der Erlöse ist eine High-End Lösung mit kontinuierlicher Neuoptimierung und einem Monitoring des Batteriespeichers in Echtzeit erforderlich

QUADRA energy unterstützt in der Bewirtschaftung mit:

- ⊗ KI-gestützten Prognosen und Optimierungen
- ⊗ Einem Konzept entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- ⊗ Automatisierter Ausführung von Handelsgeschäften in Echtzeit
- ⊗ Diversen Vertragskonstrukten
- ⊗ Einem attraktiven Kundenportal

Vielen Dank für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!

Kenneth Laga

Portfoliomanager

T +49 211-960690-33

E kenneth.laga@quadra-energy.com



QUADRA Energy GmbH
Klaus-Bungert-Straße 5b
40468 Düsseldorf

