

Quantitative Analyse von Geschäftsmodellen für Aggregatoren

Daniel Schwabeneder, Andreas Fleischhacker, Georg Lettner

15. Symposium Energieinnovation

Graz, Austria

14.-16.02.2018

This work is part of the BestRES project:



Best practices and implementation of innovative
business models for Renewable Energy Aggregators



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N°691689.

Aggregation:

“a coordinated steering of vast amounts and types of consumers and producers”

Aggregators:

“legal entities that aggregate the load or generation of various demand and/or generation/production units and aim at optimizing energy supply and consumption either technically or economically”



We werden verbesserte Geschäftsmodelle entwickelt und implementiert??

- ❖ *1. Schritt:* Analyse existierender Geschäftsmodelle für Aggregatoren (in Europa und vor allem innerhalb des Konsortiums)
- ❖ *2. Schritt:* Qualitative Verbesserung existierender Geschäftsmodelle mittels Business Model Canvas
- ❖ *3. Schritt :* Quantitative Analyse der verbesserten Geschäftsmodelle
- ❖ *4. Schritt :* Implementierung und Monitoring der verbesserten Geschäftsmodelle

Fokus dieser Präsentation

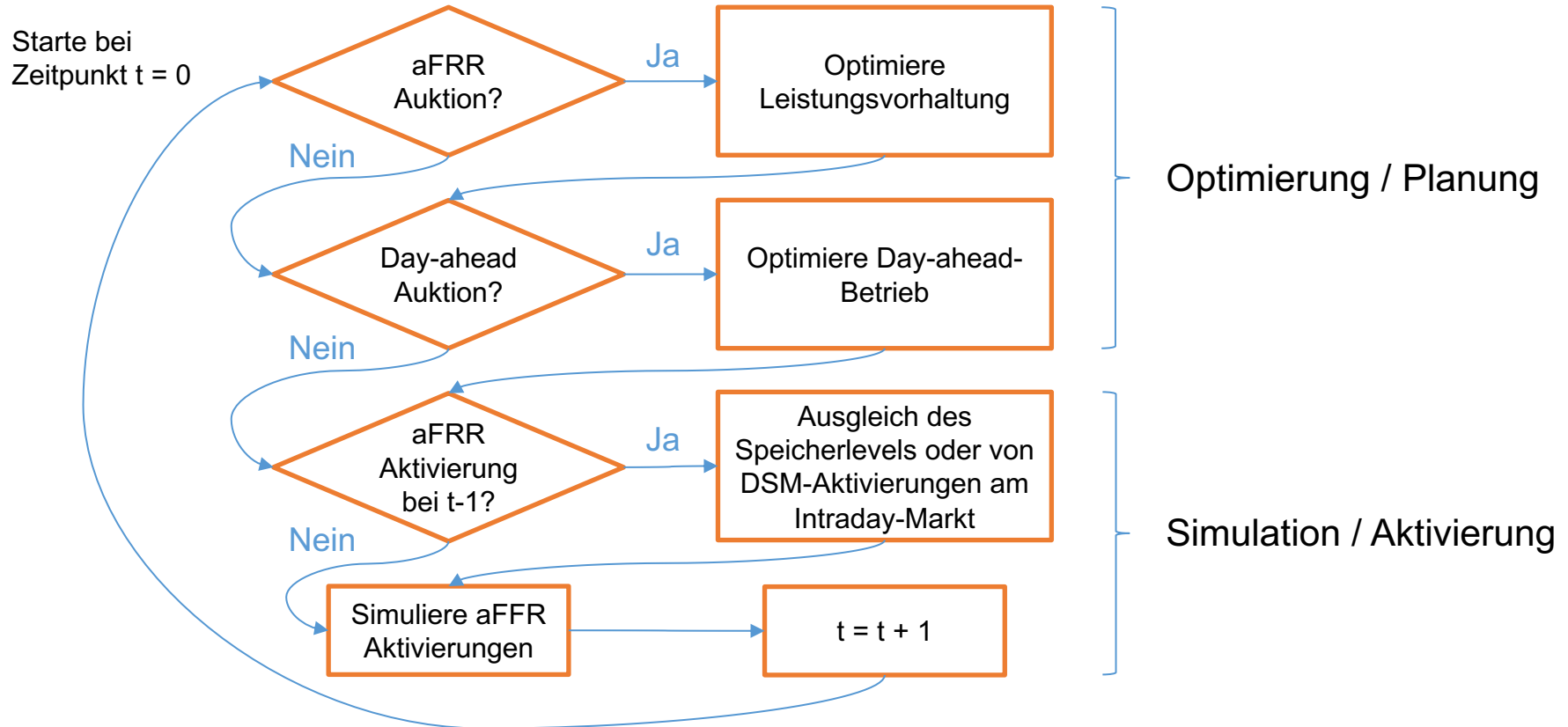
Viele Aggregatoren mit unterschiedlichen Portfolios in verschiedenen Märkten führen zu sehr unterschiedlichen Geschäftsmodellen.

Um diese Geschäftsmodelle und deren Einsatz techno-ökonomisch zu simulieren und zu analysieren ist ein flexibles Modellierungs-Framework erforderlich.

Dazu wurde eine Simulations- und Optimierungsbibliothek entwickelt, die es erlaubt, Modelle für viele unterschiedliche Kunden- und Technologieportfolios zu erstellen.

Diese Modelle simulieren den Einsatz des Aggregator-Portfolios am Day-Ahead-, Regelreserve- und Intradaymarkt.

Die Bibliothek wurde in Julia (<https://julialang.org>) implementiert und die Optimierungsmodelle werden mit Gurobi (www.gurobi.com) gelöst.



❖ Leistungsvorhaltung

(wöchentlich / täglich)

Das gesamte Portfolio des Aggregators wird gemeinsam optimiert.

Die Zielfunktion ist abhängig von der gewählten Bietstrategie:

- Maximiere pos./neg. Vorhaltung
- Maximiere den erwarteten Gewinn an aFRR- und Day-Ahead-Markt für gegebenen Preis (fix, relativ zu Day-Ahead-Opportunität, „optimal“ aus historischen Daten)

❖ Day-Ahead-Betrieb

(täglich)

Kann für jede Technologie individuell gelöst werden.

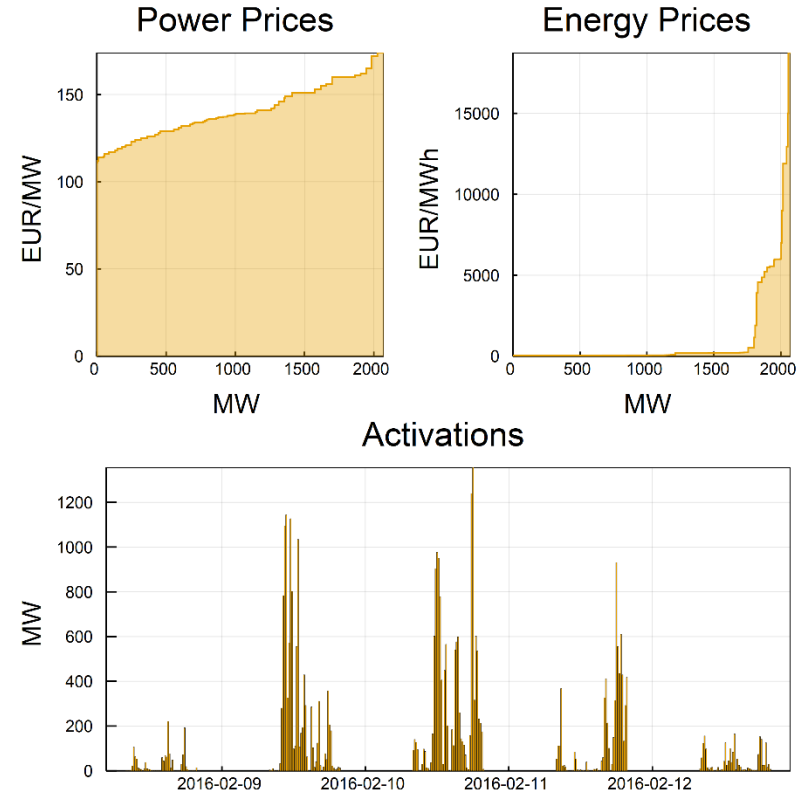
Zielfunktion: Maximiere den Profit am Day-Ahead-Markt unter Berücksichtigung der zuvor bestimmten Leistungsvorhaltung.

Regelreservemärkte werden beschrieben mittels einer Zeitreihe von Aktivierungen und einer Menge an Produkten (z.B. wöchentlich, peak-off-peak oder tägliche 4-Stunden-Produkte).

Jedes Produkt ist dabei charakterisiert durch

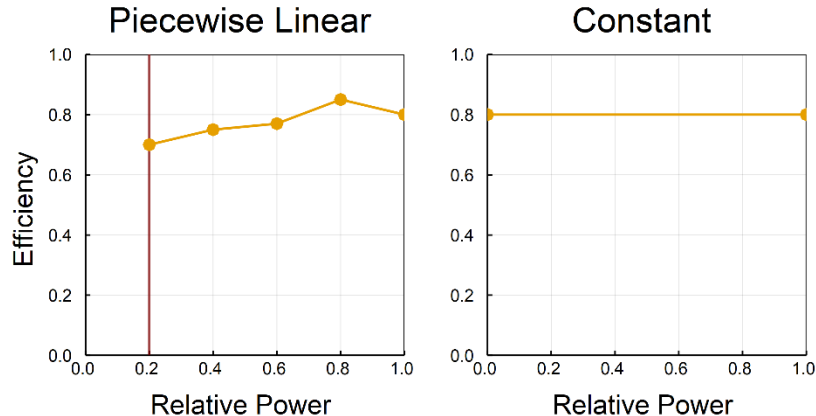
- Ausschreibungszeitpunkt
- Verfügbarkeit des Produkts
- Merit-Order-Kurve für Leistungspreise
- Merit-Order-Kurve für Energiepreise

Damit lässt sich zu jedem Zeitpunkt und Angebot, die Aktivierung bestimmen.



❖ Flexible Erzeuger

Charakterisiert durch Nennleistung, Wirkungsgradkurve, Start-Up-Kosten, Brennstoffkosten



❖ Flexible Last- bzw. Erzeugungsprofile

Z.B. verschiebbare Lasten, abregelbare Erzeugungsprofile, ...

Beschreibung der Flexibilitätsoptionen durch zeitliche Verfügbarkeit, minimale/maximale Änderung des Profils, maximale Anzahl an Aktivierungen pro Periode, minimale Pause zwischen Aktivierungen, ...

❖ Speicher, Batterien

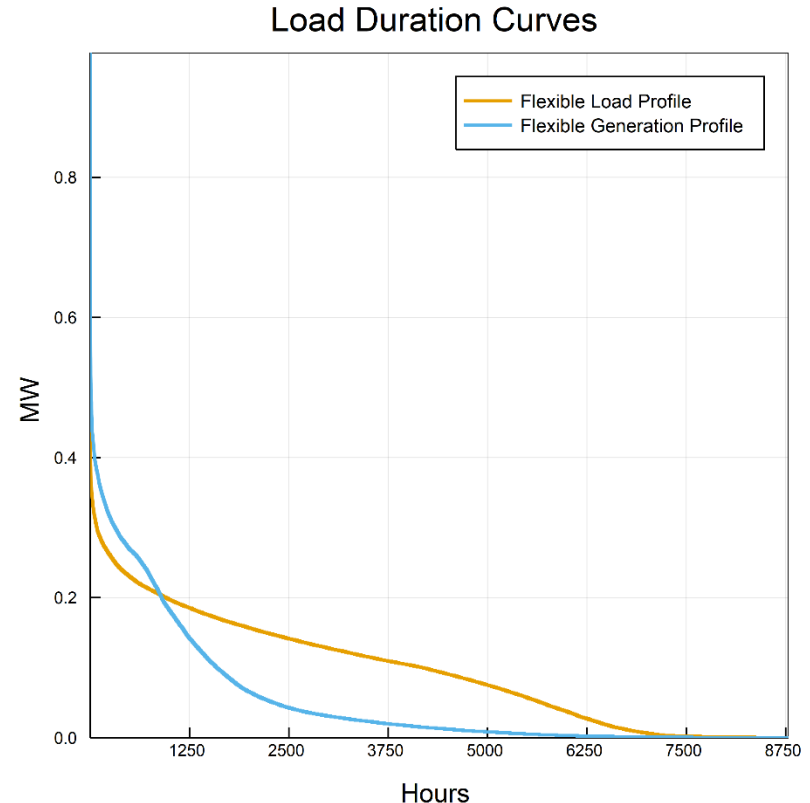
Charakterisiert durch Nennleistung, Speicherkapazität, Wirkungsgradkurven für Lade- und Entladevorgang, Standby-Verluste

Bei Optimierung zu beachten:

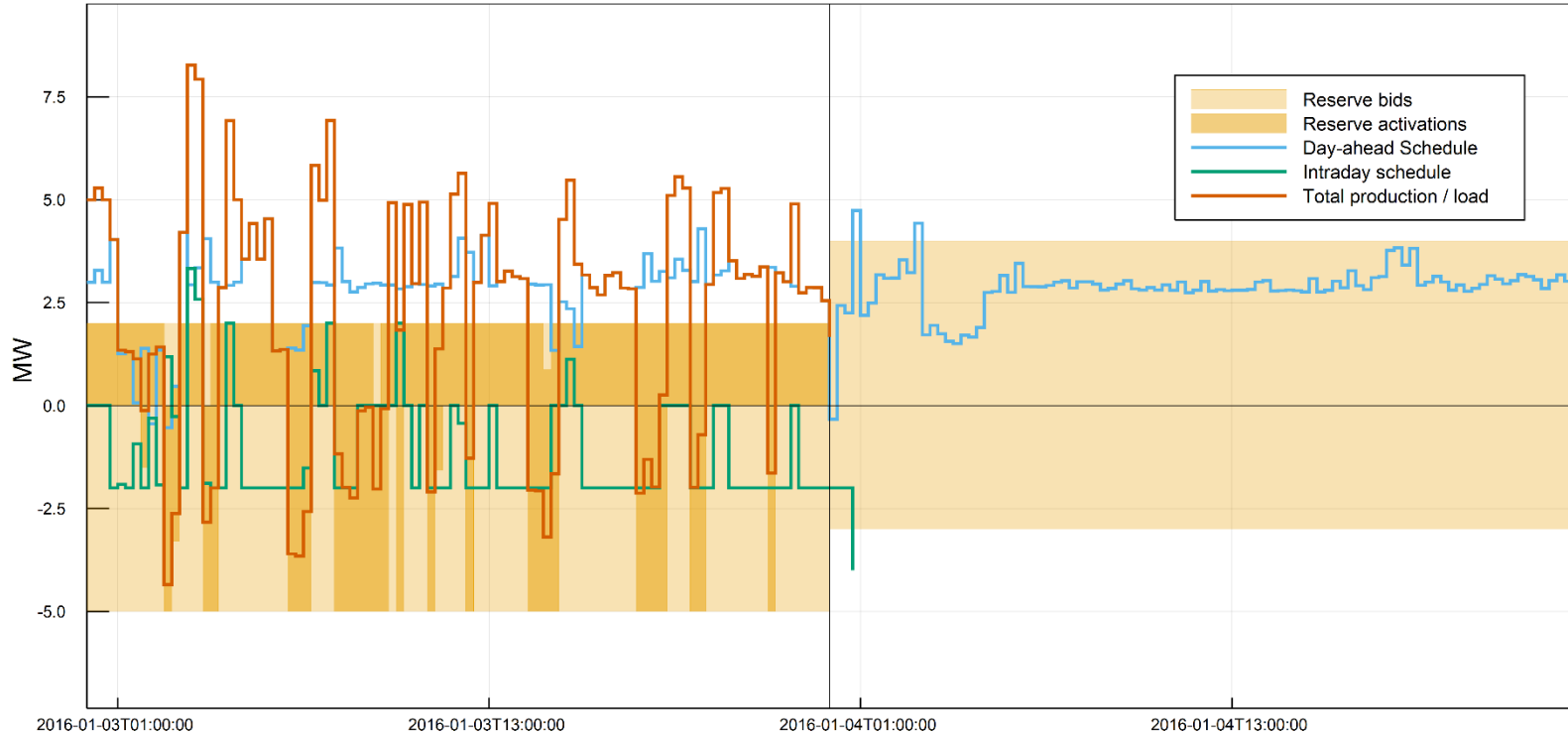
Für jede Vorhaltung von negativer/positiver Regelreserve ist auch Leistung für das Nachkaufen bzw. –verkaufen am Intradaymarkt vorzuhalten.

Um Regelreserve anzubieten, darf das Speicherlevel gewisse Grenzen (abhängig von der Angebotsgröße) nicht über- oder unterschreiten

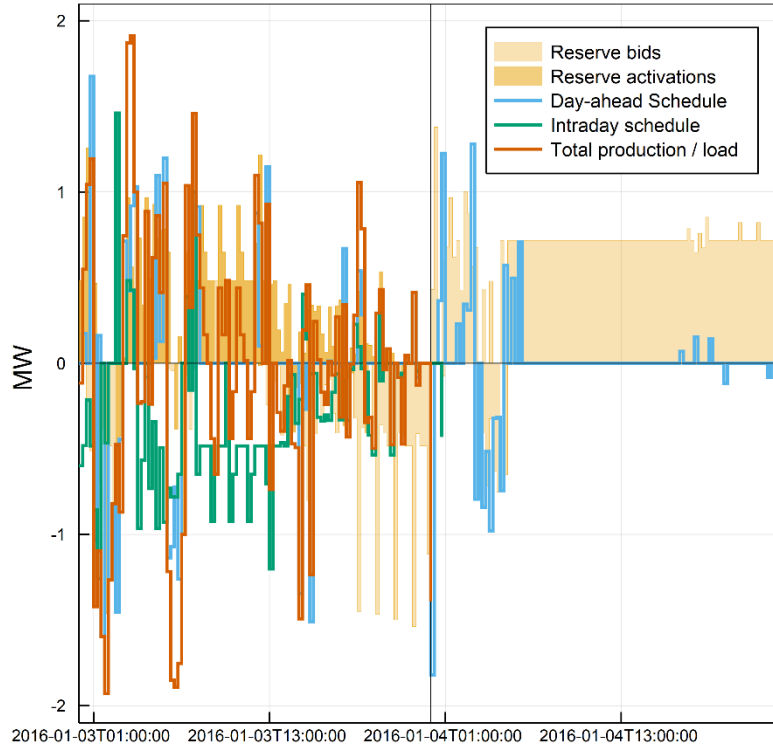
- Zwei Batterien (2 MW, 4 MW)
- Zwei flexible Erzeuger (2 MW, 1 MW) mit je einer konstanten und einer stückweise linearen Wirkungsgradkurve
- Ein Lastprofil mit bis zu drei möglichen Lastverschiebungen täglich zu Peak-Zeiten
- Ein reduzierbares Erzeugungsprofil
- Für den Regelreservemarkt werden die historischen Abrufe und Gebote für Deutschland aus dem Jahr 2016 von www.regelleistung.net verwendet.
- EPEXSpot-Preise und durchschnittliche Intradaypreise aus dem Jahr 2016 werden verwendet.



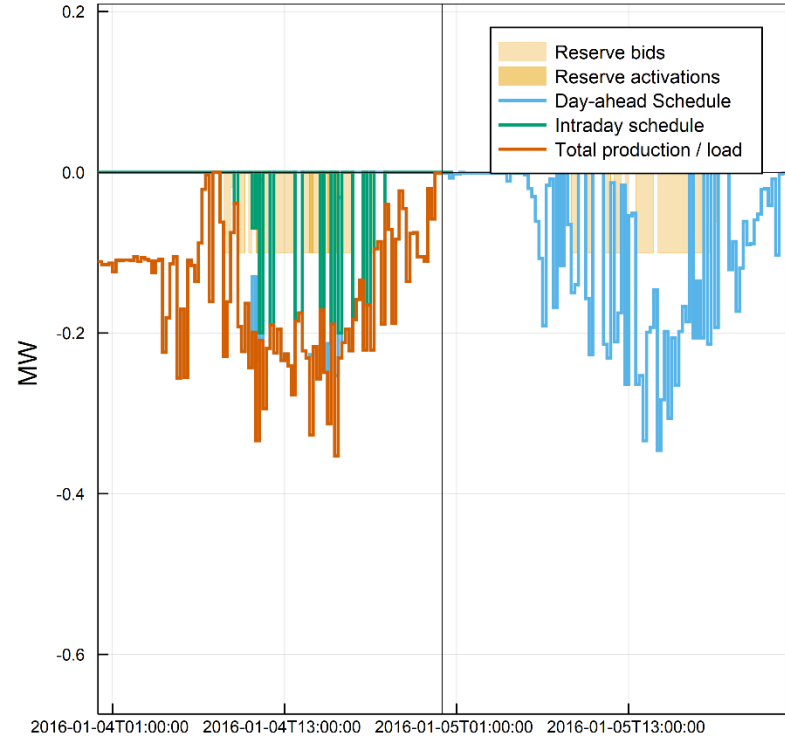
Aggregator Portfolio



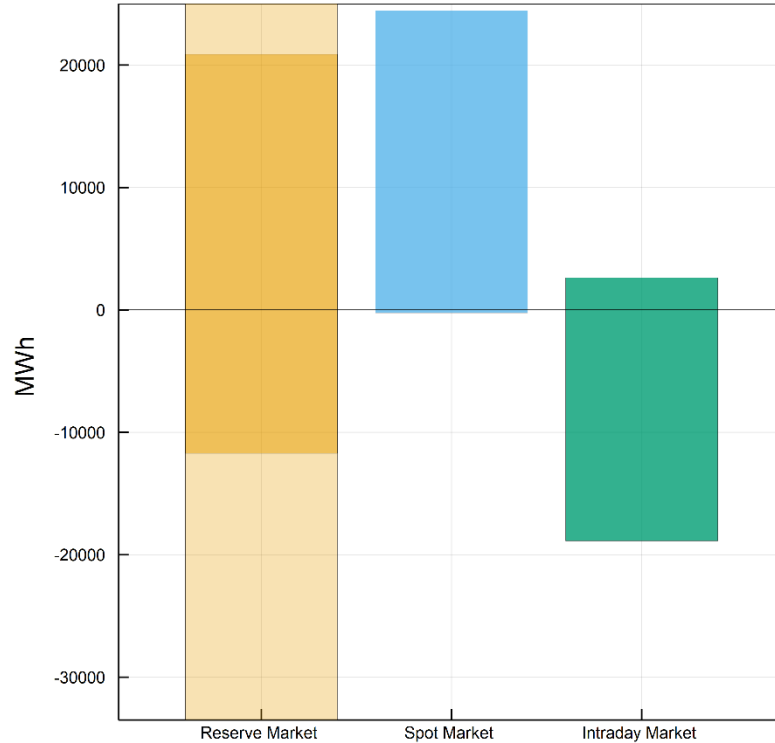
Battery



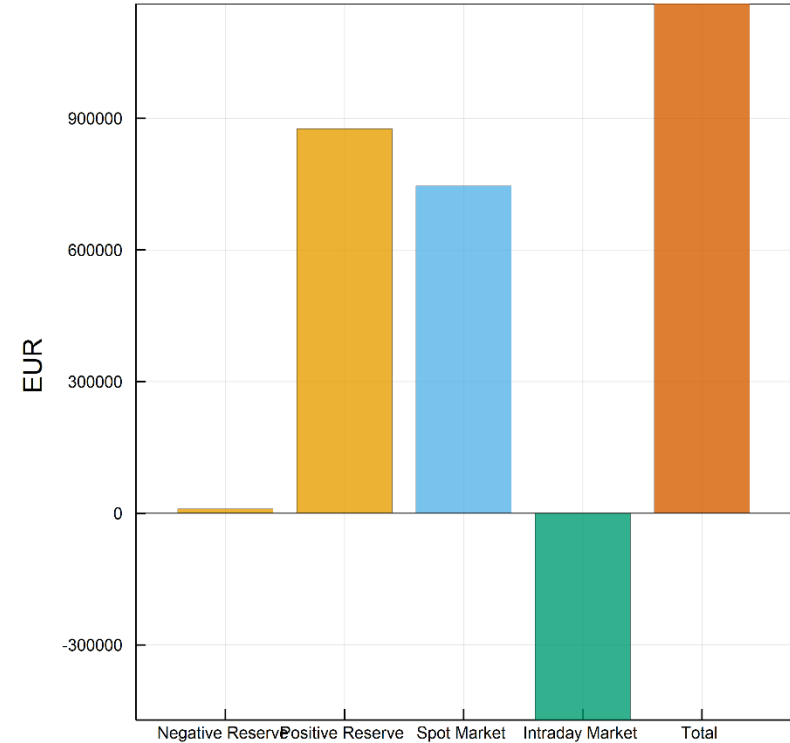
Flexible Load Profile



Quantities on different markets



Profit on different markets



Mit diesem Werkzeug lassen sich nun viele unterschiedliche Fragestellungen näher beleuchten, z.B.:

- Wie wirkt sich Änderungen im Marktdesign auf den Betrieb aus, z.B.: 4h-Produkte am Regelreservemarkt?

Dazu wurde aus den historischen wöchentlichen Daten ein fiktiver Markt mit 4h-Produkten erstellt:

- Gleiche Arbeitspreis-Merit-Order-Kurve zu gleichem Zeitpunkt
- Leistungspreise entsprechend der Produktdauer skaliert

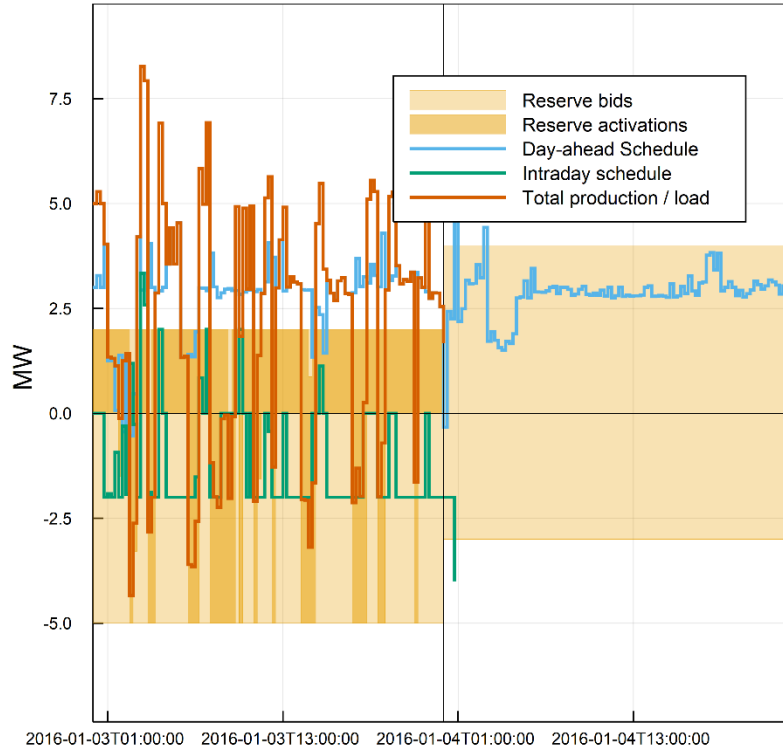
- Wie performen unterschiedliche Bietstrategien?

Standard: Verwende optimale Energie- und Leistungspreise (aus historischen Daten) bei der Planung und Optimierung der Leistungsvorhaltung.

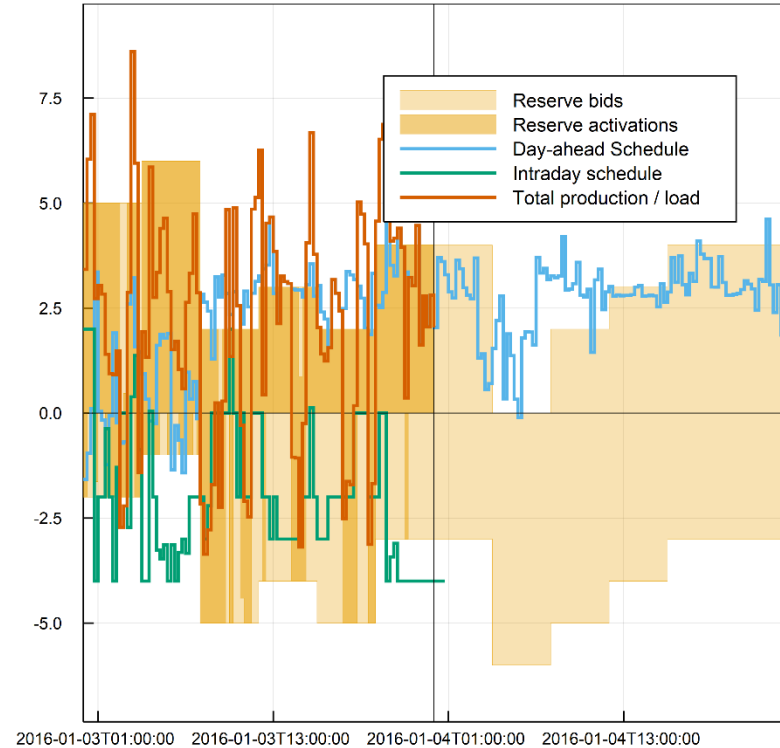
Alternativ können unterschiedliche Strategien simuliert werden.

Hier: Jährlicher Durchschnitt der historischen Gebote

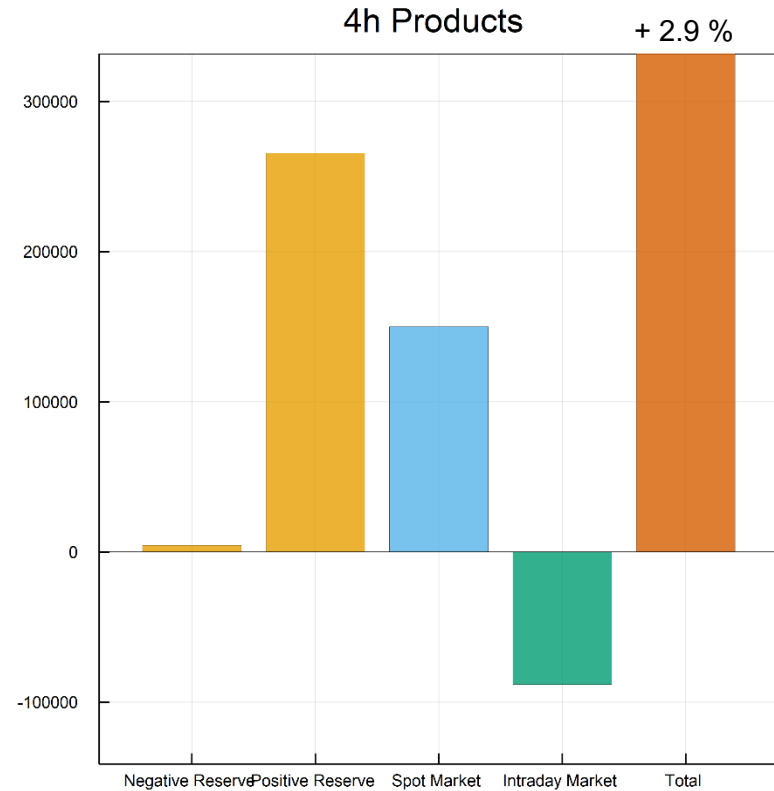
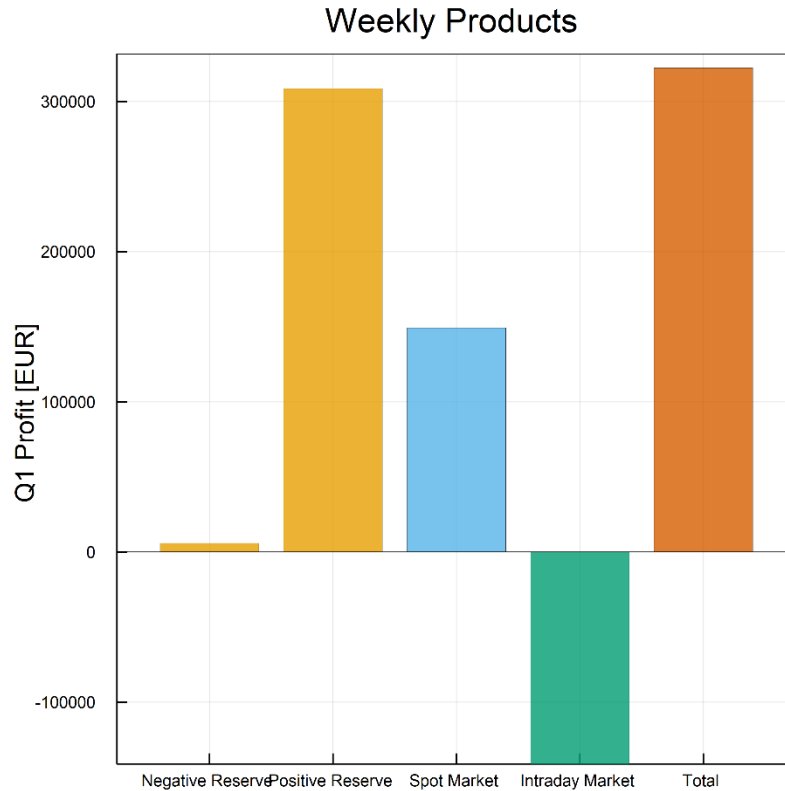
Weekly Products



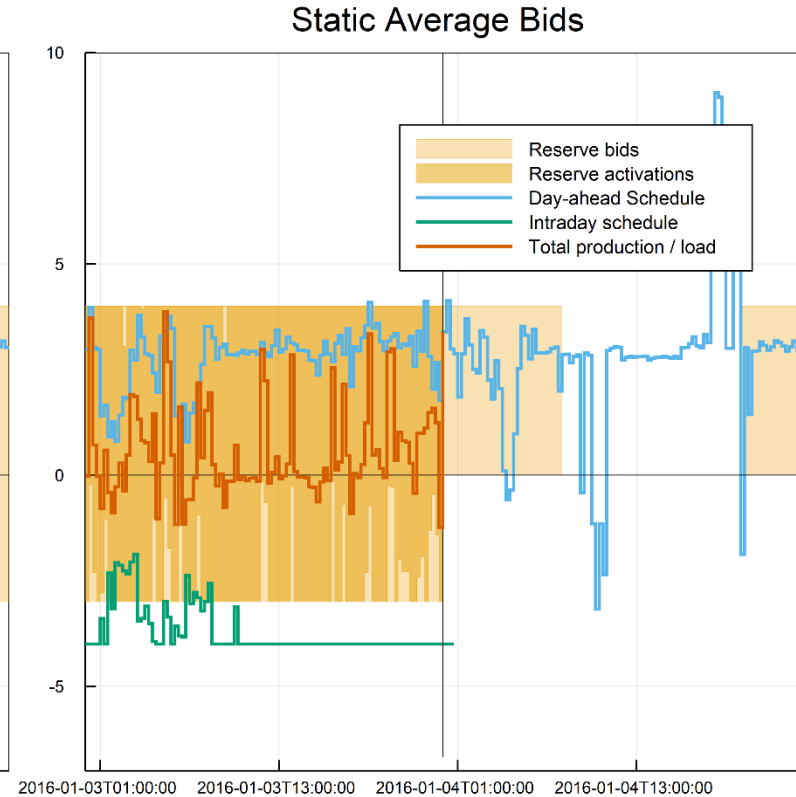
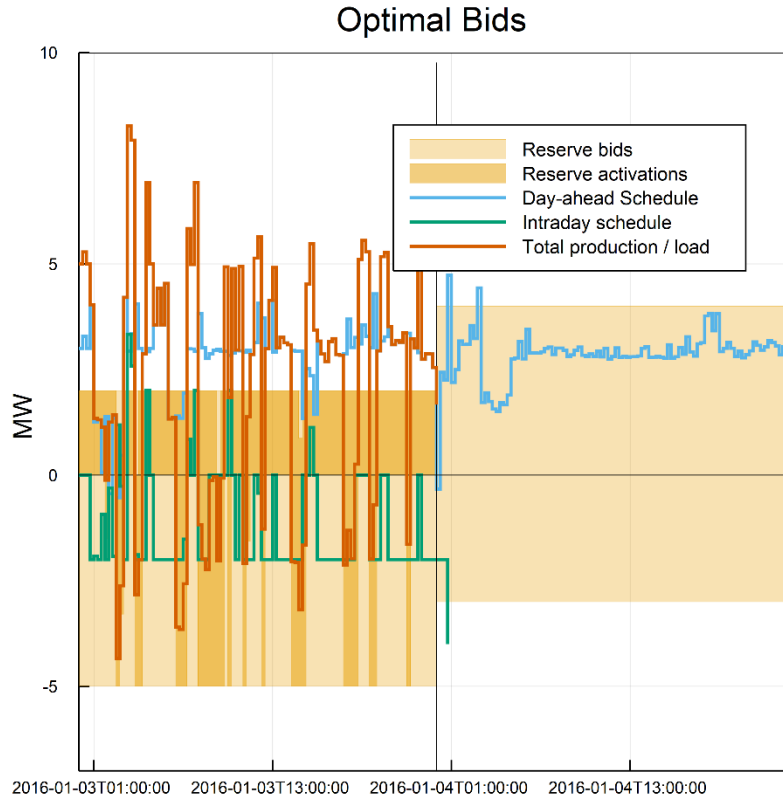
4h Products



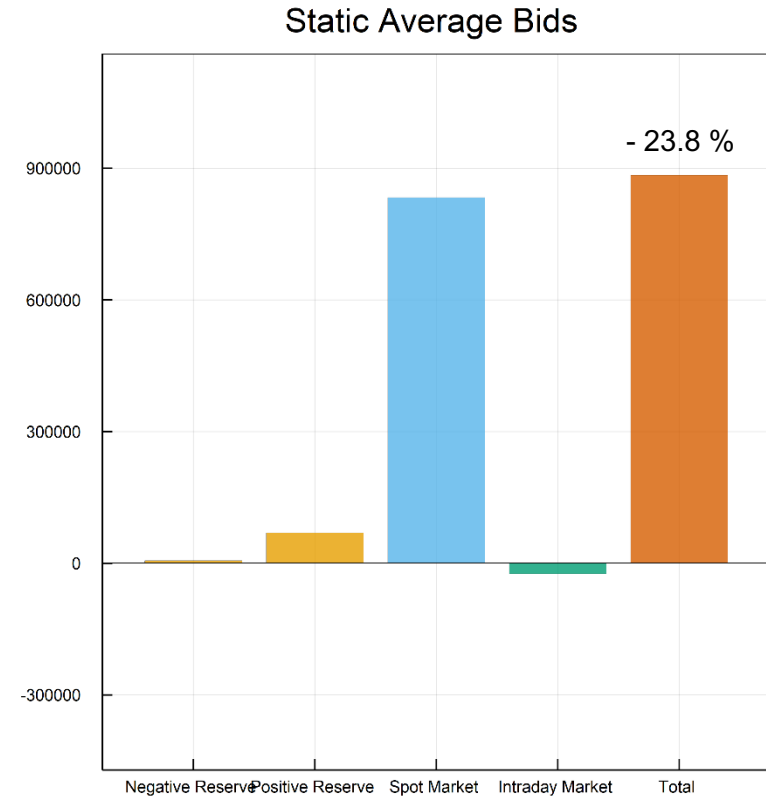
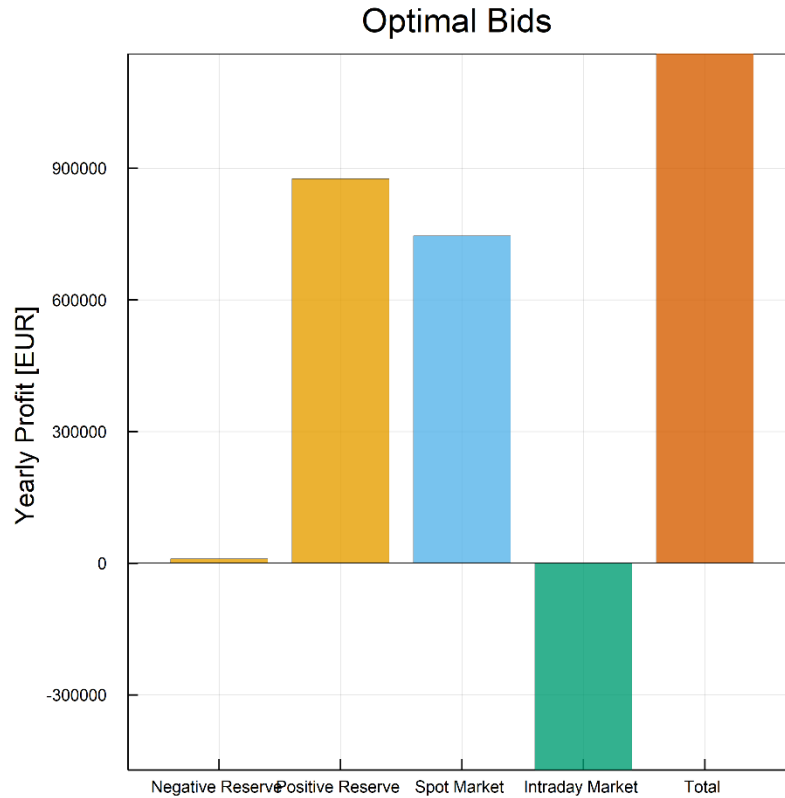
Vergleich 4h-Produkte



Vergleich simple Bietstrategie



Vergleich simple Bietstrategie



- ❖ Die entwickelte Simulations- und Optimierungsbibliothek ist ein gutes Werkzeug für die Analyse von vielen verschiedenen Geschäftsmodellen für Aggregatoren.
- ❖ Dieses Framework wird jetzt dazu verwendet um unterschiedliche verbesserte Geschäftsmodelle für Aggregatoren im Konsortium zu simulieren und mit den existierenden zu vergleichen.
- ❖ Für die Weiterentwicklung der Simulationsbibliothek ist geplant, Vorhersagefehler bzw. –unsicherheiten für Lastprofile und Day-Ahead-Preise zu berücksichtigen. Vermutlich wird das den Einfluss der Produktdauer auf den Betrieb erhöhen.

DANIEL SCHWABENEDER

Technische Universität Wien
Institute of Energy Systems and Electrical Drives
Energy Economics Group – EEG

Gußhausstraße 25-29 / E370-3
1040 Vienna, Austria

[P] +43 1 58801 370 375
[E] schwabeneder@eeg.tuwien.ac.at
[W] www.eeg.tuwien.ac.at