

Vorhersage von Primärregelleistungspreisen mittels ökonometrischer Ansätze und Künstlicher Intelligenz

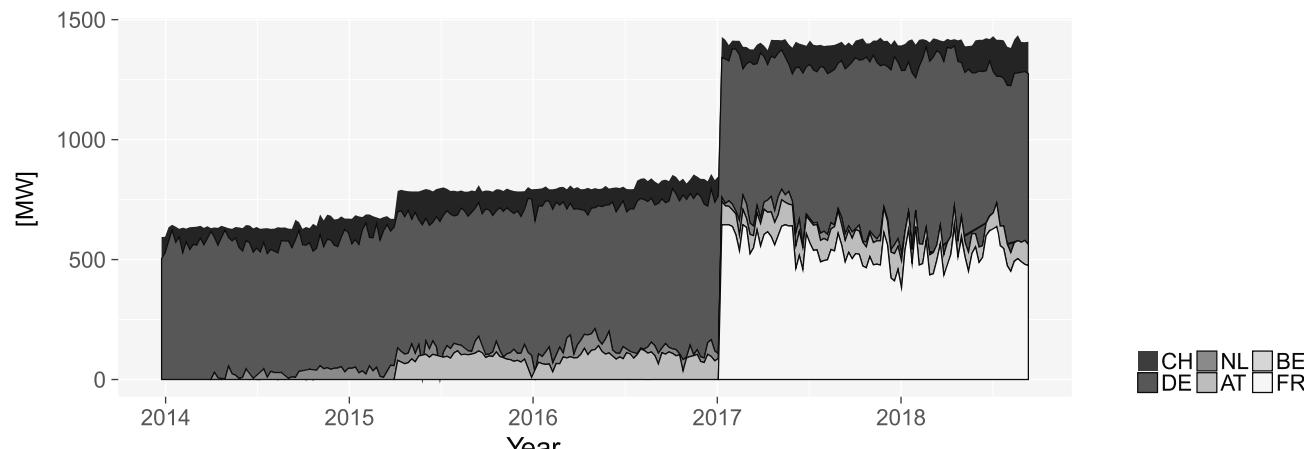
13.02.2019 @IEWT2019, Wien

Emil Kraft, Julian Rominger, Vincent Mohiuddin, Dogan Keles

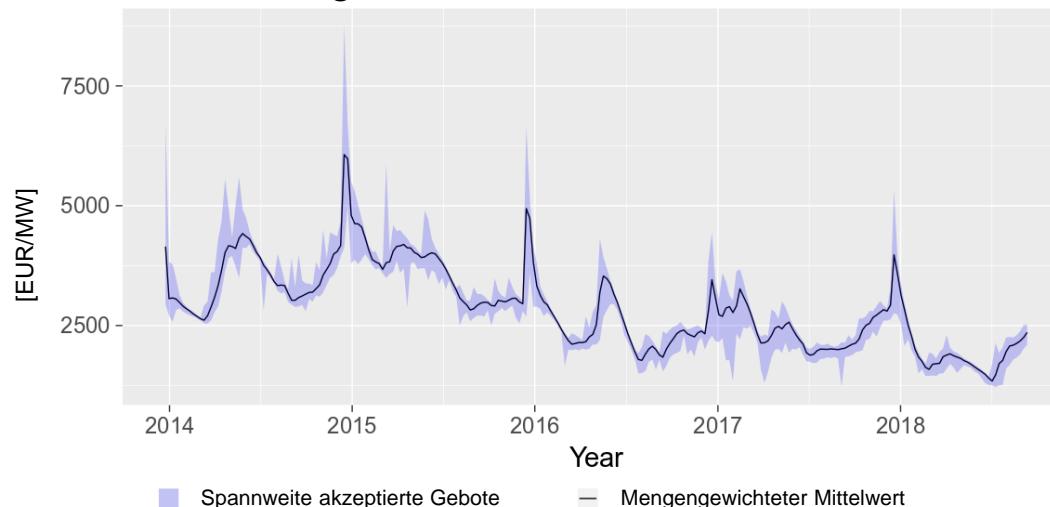
Lehrstuhl für Energiewirtschaft (Prof. Wolf Fichtner)
Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlsruhe, Deutschland

Motivation - Primärregaleistung

Mengenanteile der Länder an der Bereitstellung



Entwicklung der Preise



Motivation

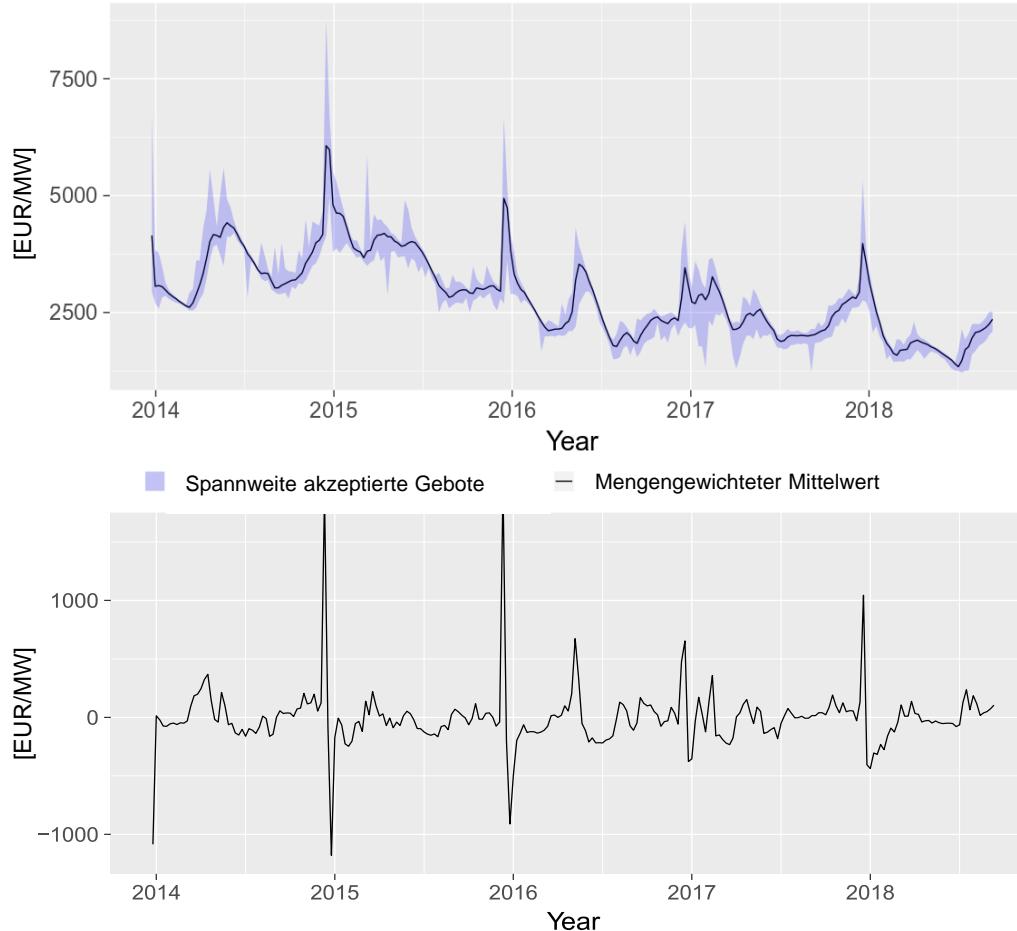
- Primärregelleistung (PRL) wird von den Übertragungsnetzbetreibern von Österreich, Deutschland, Frankreich, Belgien, der Schweiz und den Niederlanden gemeinsam über wöchentliche Auktionen beschafft
- Auktion
 - Wöchentlich, jeden Dienstag 15:00 Uhr
 - Symmetrisches Produkt
 - Leistungspreis [EUR/MW]
 - Gebotspreisauktion (pay-as-bid)
 - Aktivierung erfolgt über Proportionalregler
- Marktteilnehmer benötigen Preisprognosen, um ein qualifiziertes Gebot abgeben zu können
- Keine (den Autoren bekannte) Literatur zur PRL-Preisprognose vorhanden
- Forschungsfrage:
 - Wie kann eine kurzfristige Vorhersage des PRL-Preises erstellt werden?

Methodik (1/4)

Definition der abhängigen Variable

- Abhängige Variable:

$y = \text{Mengengewichteter Mittelwert aller bezuschlagten Gebote}$



Methodik (2/4)

Modellauswahl SARIMA(X) und Neuronales Netz

- Ziel: Berücksichtigung von autoregressiven und exogenen Faktoren zur Vorhersage
- Lineare Ansätze:
 - Lineare Regression (LR)
 - Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA),
 - Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Factors (SARIMAX)
- Modellordnungen nach Hyndman-Khandakar-Algorithmus bestimmt
- Nichtlinearer Ansatz:
 - Künstliche Neuronale Netze (ANN)
- Feed Forward, 1 Hidden Layer mit $N/2$ Neuronen, Logistische Aktivierungsfunktion, Lags gemäß entsprechendem SARIMA-Modell, Mittelwert aus 50 Netzen mit zufälligen Startgewichten

Methodik (3/4)

Auswahl und Vorbereitung exogene Variablen

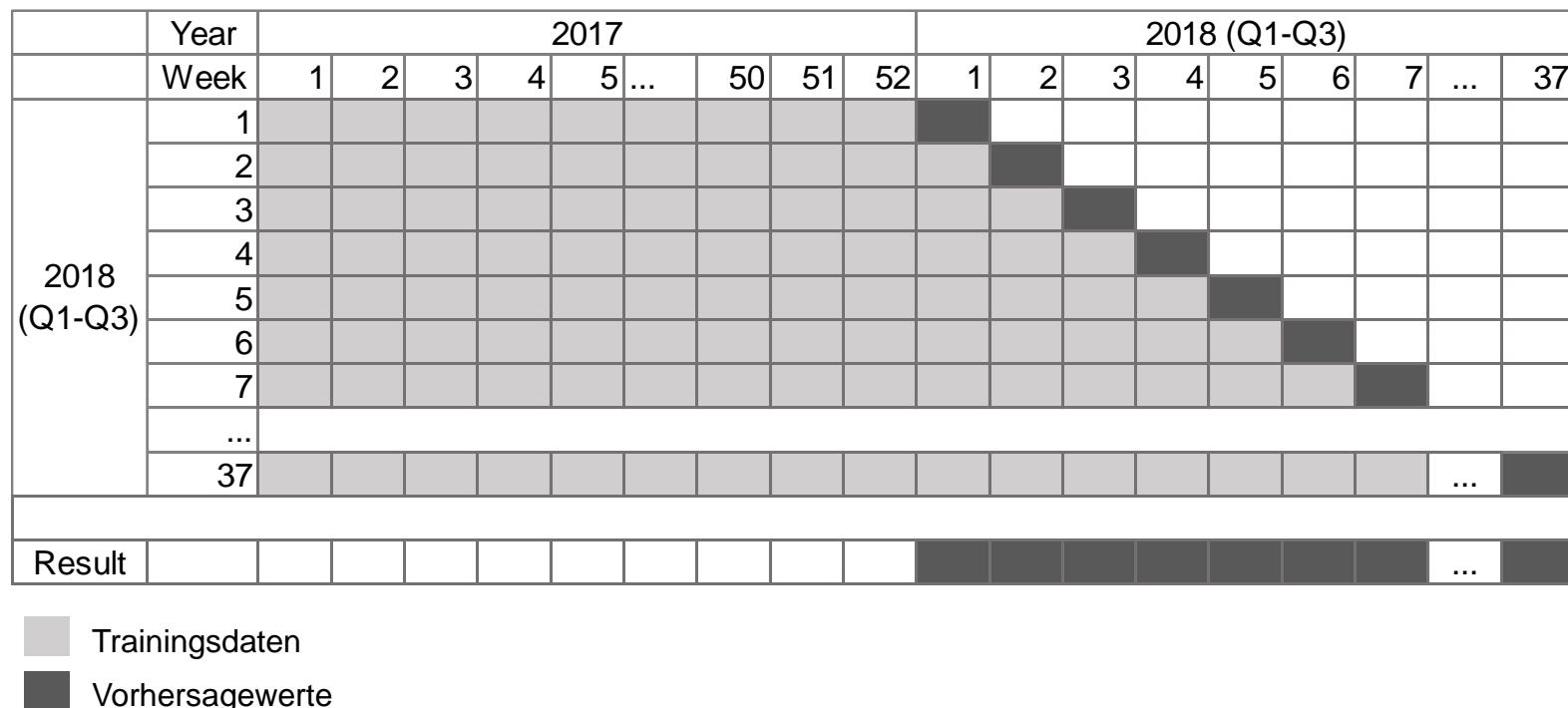
- Exogene Variablen sollen Opportunität des Flexibilitätseinsatzes und Knappheit am Markt wiedergeben
 - **Spannweite (range)**, Schiefe (skewness) und Wölbung (kurtosis) der Gebote der Vorauktion
 - **Mengengewichteter Durchschnittspreis Week-Ahead Future Phelix (DE-AT)***
 - **Mengengewichteter Durchschnittspreis Week-Ahead Future Frankreich (FR)**
 - Durchschnittlicher Day-Ahead Base Preis in DE-AT
 - Durchschnittlicher Day-Ahead Base Preis in FR
 - **Geplante nichtverfügbare Leistung in DE-AT**
 - Geplante nichtverfügbare Leistung in FR
 - Mittelwert aus Week-Ahead Lastprognose max und min
 - **Mittelwert Last DE-AT der kommenden Woche**
 - **Mittelwert Last FR der kommenden Woche**
 - Anzahl gesamtdeutsche Feiertage in Woche
- Auswahl mittels linearer Regression und minimalem korrigiertem AIC
- Wegen Vorlaufzeit von einer Woche scheiden aus:
 - PV- und Windprognose
 - Vortägliche Lastprognose

* Aufgrund der Einführung von DE-Futures werden für 2018 Phelix- und DE-Futures berücksichtigt.

Methodik (4/4)

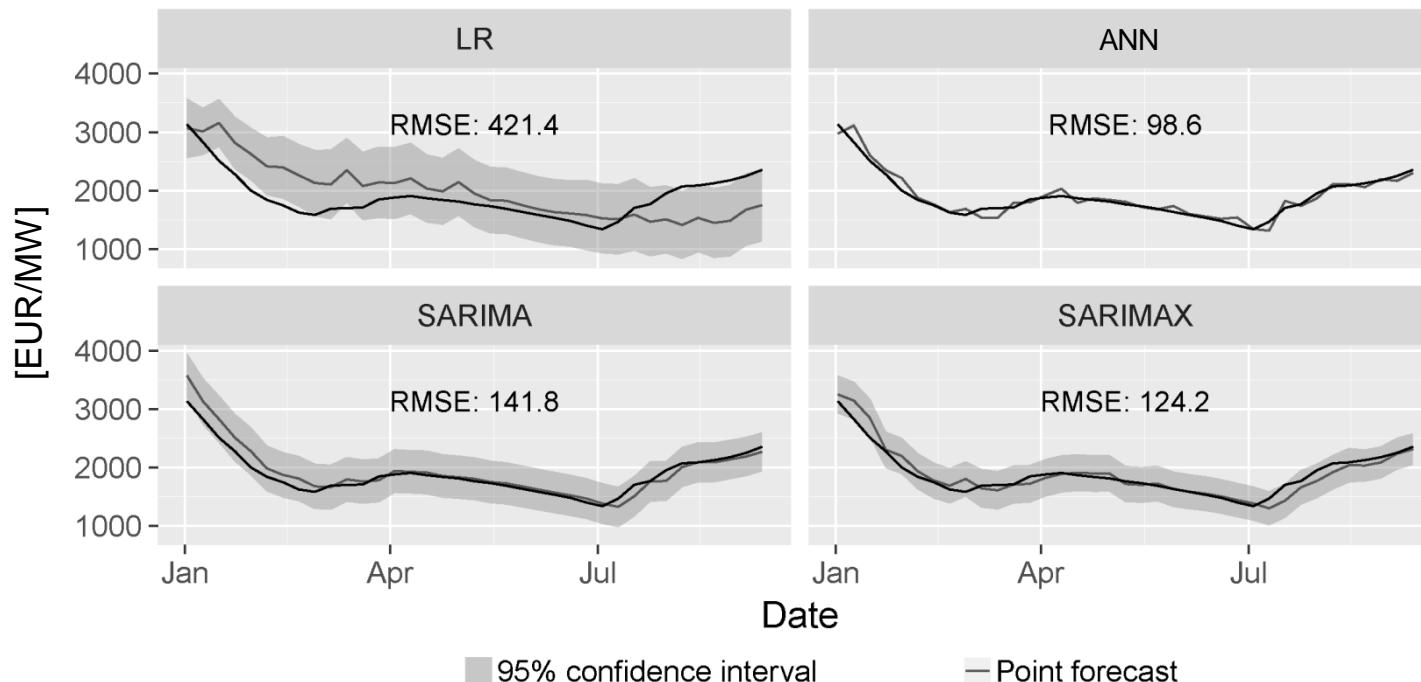
Modelltraining und rollierende Vorhersage

- Trainingsdaten 2017, Vorhersage für Q1-Q3 2018
- Modelle werden nach jedem Vorhersageschritt mit neuer Information erneut geschätzt und angepasst



Ergebnisse

- Persistenzvorhersage ergibt RMSE von 144,4
- SARIMA(X) Modelle neigen dazu, Trends zu stark fortzuschreiben
 - Exogene Faktoren erhöhen die Modellgüte
- ANN liefert höchste Modellgüte, Einfluss exogener Variablen könnte jedoch, insb. bei Trendwechsel, stärker eingebunden werden



Schlussfolgerungen und Ausblick

- Autoregressive Faktoren und exogene Faktoren (Last, Nichtverfügbarkeit konventioneller Blöcke und Spotmarktpreis) eignen sich zur Vorhersage des nächsten PRL-Preises
 - Modellansätze SARIMA und SARIMAX liefern verwendbare Ergebnisse, ANN die besseren
 - Weitere Untersuchungen zur besseren Einbindung der exogenen Faktoren in ANN könnten Vorhersagen weiter verbessern
 - Ausblick: Änderungen am Marktdesign angekündigt
 - Tägliche Ausschreibung T-2 (noch in 2019?)
 - Grenzpreisverfahren statt Gebotspreisverfahren
 - Integration weiterer Marktgebiete möglich
- Modellansätze auch in verändertem Marktdesign verwendbar

Backup

Year 2018 (Q1–Q3)

