

Modellierung und Prognose von Regelenergie: Abrufwahrscheinlichkeit und Abrufdauer

Hintergrund

Da der permanente Ausgleich zwischen Stromangebot (Erzeugung) und Stromnachfrage (Last) nicht immer optimal erreicht werden kann, wird – neben anderen Ausgleichsmechanismen - Regelreserve als System- und Netzdienstleistung durch die Übertragungsnetzbetreiber vorgehalten und bei Bedarf als Regelenergie eingesetzt. Obwohl in Deutschland immer mehr Stromlast durch volatile (wetterabhängige) Erneuerbaren Energie-Quellen statt konventionellen Kraftwerken gedeckt wird, ist die absolute Häufigkeit des Abrufs von Regelenergie in der Vergangenheit stetig gesunken. Das erscheint kontraintuitiv, da der Ausgleich von Stromangebot und Stromnachfrage aufgrund der geringeren Regelbarkeit der Erzeugungsanlagen unsicherer geworden ist.

Inhalte der Arbeit

In der Arbeit sollen – je nach Typ, Umfang und Vertiefung – verschiedenen Fragestellungen hinsichtlich der Modellierung und Prognose für Abrufwahrscheinlichkeit und Abrufdauer von Regelenergie nachgegangen werden.

1. Hat sich neben der Häufigkeit der Abrufe auch die Dauer der Abrufe verringert?
2. Können Muster oder Anomalien hinsichtlich des Regelenergieabrufs detektiert werden?
3. Lassen sich die Erkenntnisse auf alle Regelleistungsprodukte (FCR, aFRR, mFRR) anwenden?
4. Haben die regulatorischen Veränderungen des Marktdesigns der Regelenergie-Auktionen (Europäische Harmonisierung für aFRR und mFRR) veränderte Muster aufgezeigt?
5. Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Strommix der Erzeugung eines Landes, den Strom-Lastprofilen und dem Einsatz von Regelleistung?
6. Wie hat sich der Zusammenhang zwischen den Regelleistungsauktionen und den Strombörsen (DA/ID) entwickelt?

Zusammenfassung der möglichen thematischen Ausgestaltung:

- Literaturrecherche zu Studien, Analysen und Berichten zum Status Quo der Modellierung von Regelenergieabruf sowie Signalen und Variablen zur Vorhersage von Abrufwahrscheinlichkeit und -dauer
- Aufbereitung von Datenquellen zur Analyse der Regelenergieprodukten (in Deutschland oder mehrere Europäische Länder)
- Statistische und grafische Analysen der Abruf- und Auktionsdaten von Regelenergieprodukten (z.B. mit Verfahren der **Explainable AI**)
- Modellierung von Abrufwahrscheinlichkeiten und Abrufdauer der Regelleistungsprodukte mit klassischen statistischen Verfahren und ML-Methoden für Deutschland oder mehrere Europäische Länder (z.B. mit **Klassifikationsalgorithmen**)
- Statistische Analyse des Zusammenhangs von Europäischen Regelenergiemärkten und Strommärkten (z.B. mit **linearen Regressionsverfahren** oder **nicht-linearen Regressionsverfahren**)

Datenquellen

- Datensätze zu Regelenergieabrufen für Deutschland (Quelle: Regelleistung.net und Netztransparenz)
- Datensätze zu Regelenergiepreisen für Deutschland (Quelle: SMARD)
- Datensätze zu Preisen und Volumen von Regelenergie für verschiedene Europäische Länder (Quelle: ENTSO-E)
- Datensätze für regionale und überregionale Wetterdaten für verschiedene Länder Europas (Quelle: Meteostat und Copernicus Climate Services)

Vorkenntnisse/Anforderungen

- Energiewirtschaftliches und energietechnisches Grundwissen
- Statistisches und mathematisches Grundwissen
- Grundwissen mit MS Office Anwendungen (Excel, Word, PowerPoint)
- Grundwissen in min. 1 höheren Programmiersprache (Python, R, Julia, MATLAB etc.)
Optional: Grundwissen in Java

Typ

- Bachelor – oder Masterarbeit

Beginn/Dauer

- Ab sofort
- Dauer abhängig von jeweiliger PO

Ansprechpartner/Betreuer

- [Eric Jahnke](#)

Arbeitsgruppe

- Sustainable Energy Markets and Future Energy Commodities

Bewerbung

- Mit CV und aktuellem Transcript of Records an: eric.jahnke@kit.edu

Quellen

1. <https://www.regelleistung.net/de-de/>
2. <https://www.netztransparenz.de/de-de/Systemdienstleistungen>
3. <https://www.smard.de/home/downloadcenter/download-marktdaten/>
4. <https://transparency.entsoe.eu/balancing/r2/balancingVolumesReservationPrice/show>
5. <https://meteostat.net/de/>
6. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/10.24381/cds.f6951a62?tab=overview>