

vcvedffc

Exposee Modellgestützte Analyse von Vermarktungsoptionen für Batteriespeicher gekoppelte Wind- und PV-Systeme

Sebastian Trümper

Contents

1 Einleitung

Aufgrund neuer gesetzlicher Vorgaben ist der Regelleistungsmarkt, insbesondere der Sekundärregelleistungsmarkt, für Anbieter erneuerbarer Energien interessanter geworden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf die mögliche Erweiterung des Energieparks um eine Speichermöglichkeit. Diese Arbeit soll dazu dienen den grundsätzlichen Wert einer solchen Speichermöglichkeit am Sekundärregelleistungsmarkt zu ermitteln. Im Weiteren ist fraglich, ob ein zusätzlicher Nutzen des Stromspeichers durch direkte Kombination mit einem Wind-/Solarpark erzielt werden kann.

2 Genaue Ausgestaltung der Forschungsfrage

Gegenstand dieser Arbeit ist die Wertermittlung einer Speichermöglichkeit innerhalb des deutschen sekundären Regelleistungsmarktes. Dabei gilt ein besonderes Augenmerk den Unsicherheiten hinsichtlich des Preises und des Wetters bzw. der Wettervorhersagen.

3 Forschungsvorhaben

Um die wissenschaftliche Frage zu beantworten, soll ein Modell zur Analyse erstellt werden. Das Modell soll folgende Bereiche abdecken:

- Modell eines Stromspeichers (Kapazität von 2h als Industriestandard)
- Modell des Regelleistungsmarktes insbesondere des sekundären Regelleistungsmarktes
- Abbildung der Unsicherheiten hinsichtlich Wetter, Strom- und Regelpreis

4 Methodik

(Es gibt eine Variablenzusammenfassung am Ende dieses Abschnitts)

Im Kontext der Speicherwertermittlung sind mehrere Szenarien zu betrachten, diese werden die Unsicherheiten hinsichtlich des Preises und des Wetters abbilden.

Hierzu sind mögliche Korrelationen zwischen dem Preis und der Wettervorhersage zu beachten. Um die Korrelation zu analysieren, werden die Preise mit der Wettervorhersage kombiniert und in einem 2D-Diagramm abgebildet. Anhand dieses 2D-Diagramms wird dann mittels der "Least-Square-Methode" die Korrelation berechnet. Um einen eventuellen Einfluss der Jahreszeiten auf diese Korrelation zu berücksichtigen, wird hierzu ein "Mixed-Effect-Model" zusätzlich angewendet.

Zur Analyse des Wertes des Stromspeichers wird ein 2-stufiges stochastische Entscheidungsmodell etabliert. In der ersten Stufe werden Gebote für den Regelleistungsmarkt abgegeben. In der zweiten Stufe werden Gebote für den Regelarbeitsmarkt abgegeben. Zu beachten ist das beide Märkte "pay as you bid" Märkte sind, die Höhe des Gewinns ist also direkt vom gebotenen Preis abhängig.

(das Folgende ist jeweils für neg. und positive Regelleistungsmarkt aus zu fertigen)

Zu optimierende math. Terme:

$$\begin{array}{ll} \chi_s * \lambda_s^l * P(\lambda_s^l, PBV) & \text{mögl. Gewinn Regelleistungsmarkt} \\ \gamma_s * \lambda_s^a * P(s, \lambda_s^a) & \text{mögl. Gewinn Regelarbeitsmarkt} \end{array}$$

Optimierungsfunktion:

$$\max \pi = \chi_s * \lambda_s^l * P(\lambda_s^l, PBV) + \sum_s \gamma_s * \lambda_s^a * P(s, \lambda_s^a)$$

Nebenbedingungen:

$$\begin{array}{l} \gamma_s \geq \chi_s \\ \gamma_s, \chi_s \leq K \\ \chi_s = \chi_{s+1} \\ \lambda_s^l = \lambda_{s+1}^l \end{array}$$

Bei einer möglichen Modellerweiterung um einen Wind-/Solarpark würde sich dann die Optimierungsfunktion um einen möglichen Gewinn durch den Park erweitern.

- $P(s, \lambda_s^a) * \psi_s * \lambda_s^e$ mögl. Einspeisung im Falle das Regelarbeitsmarkt-Gebot Zuschlag erhält
- $(1 - P(s, \lambda_s^a)) * \psi_s * \lambda_s^e$ mögl. Einspeisung im Falle das Regelarbeitsmarkt-Gebot nicht den Zuschlag erhält
- $c(\gamma_s, \psi_s) = \begin{cases} 0 & \gamma_s + \psi_s \leq K \\ C * (\gamma_s + \psi_s - K) & \gamma_s + \psi_s \geq K \end{cases}$ Kosten/Strafe für Nichterbringung der Leistung

Damit würde sich dann die folgende, erweiterte Optimierungsfunktion ergeben:

$$\begin{aligned} \max \pi &= \chi_s * \lambda_s^l * P(\lambda_s^l, PBV) \\ &+ \sum_s \gamma_s * \lambda_s^a * P(s, \lambda_s^a) \\ &+ P(s, \lambda_s^a) * \psi_s * \lambda_s^e \\ &+ (1 - P(s, \lambda_s^a)) * \psi_s * \lambda_s^e \\ &- \begin{cases} 0 & \gamma_s + \psi_s \leq K \\ C * (\gamma_s + \psi_s - K) & \gamma_s + \psi_s \geq K \end{cases} \end{aligned}$$

Variablen:

| | |
|-----------------------|--|
| π | Gewinn |
| ρ | Prognose |
| B | Bedarf |
| $PBV = \rho/B$ | Prognose-Bedarf-Verhältnis |
| s | Szenario |
| χ_s | Regelleistungsmarkt Gebots-Menge |
| λ_s^l | Regelleistungsmarkt Gebots-Preis |
| $P(\lambda_s^l, PBV)$ | Wahrscheinlichkeit für Zuschlag bei Preis λ_s^l am Regelleistungsmarkt |
| γ_s | Regelarbeitsmarkt Gebots-Menge |
| λ_s^a | Regelarbeitsmarkt Gebots-Preis |
| $P(s, \lambda_s^a)$ | Wahrscheinlichkeit für Zuschlag bei Preis λ_s^a am Regelarbeitsmarkt |
| $P(s)$ | Wahrscheinlichkeit für Szenario s |
| K | Kapazität Netzanschlusspunkt |
| λ_s^e | Strompreis für reguläre Einspeisung |
| ψ | Strommenge der regulären Einspeisung |
| $c(\gamma_s, \psi)$ | Kosten für Strafe |
| C | Strafe für nicht erbrachte Leistung |

5 Ablaufplan

5.1 Basismodell

1. Modellierung des Stromspeichers inkl. Netzanschlusspunkt
2. Modellierung des Regelleistungsmarktes
3. Modell für Vermarktung des Stromspeichers am Regelleistungsmarkt
4. Testdaten für eine Simulation von Punkt 1.–3. in das Modell einspeisen
5. Kontrollieren, ob das Modell realistische Werte erzeugt
6. Ladesteuerung des Stromspeichers für den Regelarbeitsmarkt
7. Korrelation zwischen den verschiedenen Szenarien untersuchen
8. Formeln und Daten anhand von 7. aufarbeiten und einspeisen
9. Optimierung und Verfeinerung des Modells (z.B. diverse Speichertechnologien mit detaillierten Lastverläufen)

5.2 Modell Erweiterung

1. Modellierung von Wind-/Solarpark
 2. Modellierung des primären Strommarktes
 3. Vermarktung des Wind-/Solarpark Stroms am primären Strommarkt
 4. Kombination der Basis sowie der Modellerweiterung
- Optional: Speicheraufteilung zu verschiedenen Zwecken

5.3 Wissenschaftliche Dokumentation der Arbeit

1. Fragestellung und Relevanz aufzeigen
2. Methodik Erklärung
3. Modell Erklärung
4. Daten Erklärung
5. Auswertung der Ergebnisse
6. Ergebnisse in Kontext setzen
7. Zusammenfassung schreiben
8. Schlussfolgerungen ziehen