



EnSySim - THERESAnext

SIMULATIONSUMGEBUNG ZUR ENTWICKLUNG INTELLIGENTER BETRIEBSALGORITHMEN FÜR SEKTORKOPPELENDE SPEICHER

Autoren: Herling, M.; Kittan, T.; I. Goikoetxea, Kratzsch, A.
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch
Ansprechpartner: Martin Herling, martin.herling@hszg.de

Motivation

Vor dem Hintergrund des Pariser Klimaschutzabkommens und der aktuellen deutschen Klimaschutzgesetzgebung, sieht sich das deutsche Energiesystem tiefgreifenden Veränderungen ausgesetzt. Um die anvisierten Ziele erreichen zu können, ist bis 2045 eine Umstellung auf nahezu komplett erneuerbare Energieerzeugung notwendig. Die volatile Natur des Energiedargebots in Form von Sonne und Wind macht es dabei erforderlich, die Stromeinspeisung durch steuerbare Erzeugungseinheiten bzw. den Verbrauch möglichst flexibel an die Situation anzupassen. Flexibilität kann auch durch den intelligenten Betrieb von Speichern und Netzen bereitgestellt werden. Besonders durch eine Kopplung dieser mit den Sektoren Wärme, Gas und Verkehr mittels Power-To-X-Technologien oder direkter Elektrifizierung können wesentlich größere Potentiale erschlossen werden, als bei einer isolierten Betrachtung des Stromsektors. Durch Nutzung der Flexibilität soll der Netzausbau, durch den dann geringeren resultierenden überregionalen Austausch, auf ein Mindestmaß reduziert und der sichere Betrieb der Netze gewährleistet werden. Zugleich gilt es aber, die Nutzung dieser Möglichkeiten aufgrund der bei Energieumwandlung und -speicherung auftretenden Wirkungsgradketten und Exergieverluste auf ein zweckdienliches Minimum zu beschränken.

Zielstellung

Um ein Quartier oder Versorgungsgebiet mit zusätzlicher Flexibilität auszustatten, sind sektorkoppelnde Energiespeicher ein denkbarer Ansatz. Allein die Auslegung dieser Systeme stellt die Ausführenden vor große Herausforderungen. Die sonst z. B. bei Transformatoren oder Wärmeerzeugern übliche Auslegung anhand zu erwartender Maximallasten stößt durch die sektorkoppelnden Eigenschaften auf Grenzen. Um eine optimale, d. h. sowohl an der Wirtschaftlichkeit als auch der Versorgungssicherheit orientierte, Dimensionierung vornehmen zu können, ist Detailwissen über den Einsatz der zu errichtenden Anlage vonnöten. Um auf benötigte Leistungen und Kapazitäten sowie Lastgradienten schließen zu können, müssen daher umliegende Systeme und marktwirtschaftlich darstellbare Anwendungsfälle analysiert werden. Derartige Untersuchungen können auf Basis synthetischer und historischer Zeitreihen durchgeführt werden. EnSySim liefert dafür die entsprechenden Werkzeuge.

Energiesystemmodell

Sprechen Sie uns an! Lessons Learned: Berechnungsgeschwindigkeit optimieren

Nettostromerzeugung (Leistung)

Nettostromerzeugung (Energie)

Umgebung

Einsatzumgebung analysieren

Im Kern stellt EnSySim eine Objektstruktur zur Verfügung, die nach einer Initialisierungsphase Zeitreihen für Energieverbrauch und -erzeugung eines Quartiers bereitstellt. Der Grundgedanke ist nun, dass das Verhalten einzelner energietechnischer Anlagen, wie beispielsweise BHKWs oder eben sektorkoppelnder Speicher, zur Simulationslaufzeit über die Vorgabe von Betriebsstrategien beeinflusst und Effekte auf systemischer Ebene studiert werden können. Betriebsstrategien können dabei einfache regelbasierte Steuerungen sein. Es ist nun aber auch möglich, lernende Agenten einzusetzen, um die Komplexität die sich z. B. durch Sektorkopplung ergibt zu adressieren (siehe Kasten RL-Agent).

Für die Erzeugung von Lastprofilen wird zum einen auf Standardlastprofile zurück gegriffen, um elektrischen Verbrauch zu generieren. Zum anderen wird für prototypische Gebäude eine Heizlastberechnung auf Basis von Wetterdaten vorgenommen, die die thermischen Versorgungsanforderungen definiert. Die implementierten Erzeugertechnologien können Gebäuden oder Versorgungsgebieten zugeordnet werden und decken so die Bedarfe entweder lokal oder über Nahwärme- bzw. die Verteilnetze.

Mit dem System lassen sich zum einen bestehende Quartiere modellieren, um Transformations- oder Machbarkeitsstudien durchzuführen. Zum anderen können generische Szenarien erstellt und anschließend Technologien auf ihre Passfähigkeit hin bewertet werden, um optimale Anwendungsszenarien zu identifizieren.

Optimale Betriebsstrategien entwickeln

Eine wesentliche Herausforderung bei der Auslegung sektorkopplender energietechnischer Anlagen ist die Berücksichtigung des späteren Betriebs bei Planung und Auslegung. Eine Vielzahl von Einflussfaktoren sind für die Bestimmung von optimalen Speicherkapazitäten sowie installierter Leistung von Bedeutung. Klassische Methoden werden dabei der Komplexität der Aufgabe nicht gerecht. Diese entsteht zum einen aus Zielkonflikten, die die Anwendbarkeit regelbasierter Steuerungen einschränkt. Zum anderen spielen insbesondere bei Langzeitspeichern lange Vorhersagefenster eine Rolle, durch die Modellprädiktive Regelungen an ihre Grenzen stoßen.

Eine mögliche Lösung des Problems stellen selbstlernende Algorithmen, wie das von uns eingesetzte Deep-Q-Learning, dar. Durch wiederholte Interaktion mit dem umgebenden System lernt dabei ein Software-Agent eine nahezu optimale Betriebsstrategie. Ein Vorteil dieses Ansatz ist die Möglichkeit der Generalisierbarkeit, die Parameterscans und Variantenvergleiche wesentlich beschleunigen kann.

Sprechen Sie uns an! Lessons Learned: baselines3-Integration

Betriebsstrategie

Sie planen die Erstellung von Transformationsstudien? Sprechen Sie uns an!

Fundierte bewerten

Die zeitreihenbasierte Analyse des Anlagenbetriebs unter Berücksichtigung der zukünftigen Einsatzumgebung einer Anlage erlaubt es, Dimensionierungsgrößen aus den Randbedingungen Versorgungssicherheit und Marktwirtschaftlichkeit gleichermaßen abzuleiten. Das Koordinierungsproblem des Anlagenbetriebs lösen wir durch den Einsatz selbstlernender Algorithmen.

Der nächste zentrale Schritt für die erfolgreiche Anwendung der vorgestellten Planungsmethodik wird die Modellierung der marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Form von Kostenfunktionen sein, um eine optimierte Betriebsweise zwischen Strom- und Wärmegeführt darzustellen zu können.

