

IMPLEMENTIERUNG EINER KOMBINIERTEN PLANUNGS- UND ECHTZEITSTEUERUNG PROAKTIVER PROSUMER-AGENTEN FÜR LOKALE ENERGIE- UND FLEXIBILITÄTSMÄRKTE

Martin ASMAN^{1*}, Christian DERKSEN², David CANO-TIRADO³, Markus ZDRALLEK³

Motivation

Bedingt durch eine steigende Anzahl an leistungsstarken Verbrauchern sowie dezentralen Erzeugungsanlagen stehen besonders elektrische Verteilnetze vor großen Herausforderungen. Die dort vermehrt auftretenden lokalen Netzengpässe können durch zentrale Märkte nicht behoben werden, sondern erfordern die Betrachtung neuer Marktkonzepte [1]. Lokale Handelsplattformen ermöglichen sowohl den Handel von Energie zwischen Endkunden untereinander als auch von netzdienlicher Flexibilität zwischen Endkunden und Netzbetreibern. Die Teilnahmevoraussetzung an lokalen Handelsplattformen ist das Bereitstellen von Fahrplänen, mit denen der Handel von Energie und Flexibilität erfolgt. Aufgrund von schwer prognostizierbaren konventionellen Lasten sowie Unsicherheiten in Wetterprognosen, welche die Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien beeinflussen, ist ein Abweichen von erstellten Fahrplänen höchst wahrscheinlich. Die Integration von Fahrplandaten in Echtzeitsteuerungsprozessen bietet das Potenzial, Abweichungen von Fahrplänen durch den Einsatz von Flexibilität im Betrieb gegenzusteuern und somit die Umsetzung lokaler Marktkonzepte zu ermöglichen.

Methodik

Dieser Beitrag stellt die Aufwände und das Potenzial einer kombinierten Planungs- und Echtzeitsteuerung für häusliche Energiesysteme mithilfe von Prosumer-Agenten vor. Als Anwendungsszenario dient eine integrierte Plattform für einen Peer-to-Peer-Energiehandel in Kombination mit einer aktiven Netzführung in der Verteilnetzebene. Die Steuerung wird durch Software-Agenten realisiert, welche in der Lage sind, Aufgaben sowohl autonom als auch proaktiv auszuführen und dabei mit Energiesystemen zu interagieren [2]. Das Marktdesign der lokalen Handelsplattform bilden sequenzielle Parallelmärkte, bei denen der Handel von Energie und Flexibilität in zwei getrennten, konsekutiven Märkten stattfindet. Um an diesen Märkten teilnehmen und agieren zu können, benötigt der Prosumer-Agent vier Kernfunktionen. Diese umfassen Planungsfunktionen zur Abschätzung der eigenen Energiebilanz für ein Handelsintervall, die Ermittlung lokal verfügbarer Flexibilitätspotenziale und die Generierung von Geboten oder Anfragen für den Energie- und den Flexibilitätsmarkt. Ferner stellt die Fähigkeit, Planungsergebnisse in echtzeitnahe Kontrollentscheidungen und Steuerungsbefehle umzusetzen, die letzte dieser vier Kernfunktionen dar.

Dies setzt jedoch voraus, dass Prosumer-Agenten wissen, welche Energiesysteme unter ihrer Kontrolle stehen und welche Flexibilität jedes einzelne System bietet. Dieses Wissen liefert das Energie-Optionsmodell (EOM) [3], ein vereinheitlichender Modellierungsansatz zur Beschreibung energietechnischer Fähigkeiten und somit der hierzu korrespondierenden Flexibilitätspotenziale von Energiesystemen. Abhängig von den lokal verfügbaren Energiesystemen und einer hierzu gehörenden EOM-Konfiguration werden diese Modelle von Prosumer-Agenten genutzt, um die vorab beschriebenen Anforderungen für die Kernfunktionen zu erfüllen.

Die softwaretechnische Grundlage für die Implementierung des hier vorgestellten Prosumer-Agenten bildet das Konzept und das Framework des sogenannten Energie-Agenten [4]. Es bietet ein generelles, erweiterungsfähiges Konzept, das die Kombination von Planungs- und Echtzeitsteuerungsprozessen

¹ Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik, Bergische Universität Wuppertal | Rainer-Grunter-Str. 21 | 42119 Wuppertal, Deutschland | +49 202 439 1852 | asman@uni-wuppertal.de,
Webauftritt: <https://www.evt.uni-wuppertal.de/de/>

² Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Softwaretechnik, Universität Duisburg-Essen |
Universitätsstraße 9 | 45141 Essen, Deutschland | +49 201 18 34586 | christian.derksen@uni-due.de,
Webauftritt: <https://www.softec.wiwi.uni-due.de/>

³ Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik, Bergische Universität Wuppertal

ermöglicht. So können mehrere Planungsstrategien mit unterschiedlichen Zielen parallel ausgeführt werden. Basierend auf diesen unterschiedlichen Planungsergebnissen wird ein einziger Fahrplan für den Echtzeitsteuerungsprozess des Agenten extrahiert. Das Steuerungskonzept des Energie-Agenten erlaubt es ferner, unterschiedlich geplante Ausführungspläne zusammenzuführen, sodass ein zusammengefasster Plan für den Echtzeitsteuerungsprozess des Prosumer-Agenten verwendet werden kann.

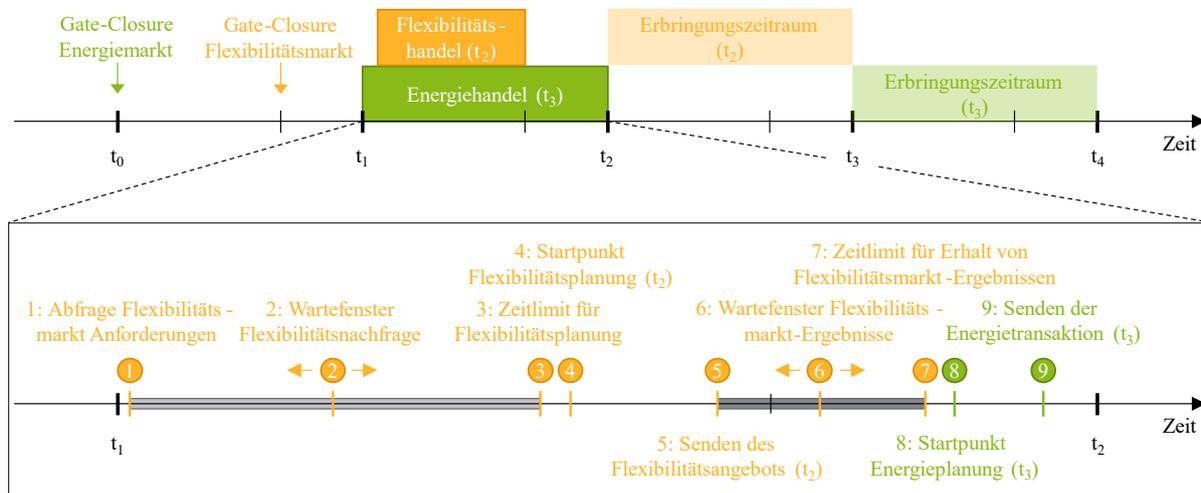


Abbildung 1: Übersicht über Handel- und Lieferzeiten (oben) sowie dem Zustandsverlauf eines Prosumer-Agenten in einem Marktzyklus von 15 Minuten (unten)

Die Planungsprozesse und somit die inhärente Komplexität des Prosumer-Agenten richten sich nach dem gewählten Marktdesign. Aufgrund der konsekutiven Märkte sowie der Abhängigkeit zwischen Flexibilitäts- und Energieplanung wird ein fest definierter Planungsablauf des Prosumer-Agenten benötigt, der in Abbildung 1 schematisch für einen Marktzyklus dargestellt ist. In dem Echtzeitsteuerungsprozess werden die zusammengefassten Planungsergebnisse kontinuierlich mit aktuellen Messdaten verglichen. Unabhängig von Planungsergebnissen oder Echtzeitvorgaben durch Eigentümer oder Netzbetreiber erfolgt die eigentliche Umsetzung entsprechend den aktuellen Vorgaben über die in Echtzeit verfügbare Flexibilität.

Vorläufige Ergebnisse

Erste Ergebnisse des hier vorgestellten Konzeptes haben gezeigt, dass eine kombinierte Planungs- und Echtzeitsteuerung eine technisch und ökonomisch vorteilhafte Teilnahme von Prosumer-Agenten an lokalen Energie- und Flexibilitätsmärkten ermöglicht. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass Netzbetreibereingriffe im Betrieb umgesetzt werden können und somit einen Beitrag zum kurativen Netzengpassmanagement geleistet wird. Zudem kann durch das zyklische Erstellen von Kurzfristprognosen die Prognosegüte gegenüber üblichen Prognosen deutlich verbessert werden.

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Diese Arbeit wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimapolitik und dem Projektträger Jülich GmbH (PTJ, FKZ: 03EI6035E)

Referenzen

- [1] C. Aichele und O. D. Doleski, Smart Market: Vom Smart Grid zum intelligenten Energiemarkt. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- [2] M. Wooldridge, An introduction to MultiAgent Systems. Chichester: Wiley, 2009.
- [3] C. Derksen und R. Unland, „The EOM: An Adaptive Energy Option, State and Assessment Model for Open Hybrid Energy Systems,“ in Proceedings of the 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 2016, S. 1507–1515.
- [4] C. Derksen, T. Linnenberg, R. Unland, und A. Fay, „Unified Energy Agents as a Base for the Systematic Development of Future Energy Grids,“ in Multiagent system technologies, Berlin: Springer, 2013.