

EINE MODELLGESTÜTZTE ANALYSE DER ERZEUGUNGSSICHERHEIT IN EINEM GEKOPPELTEN DEUTSCHEN UND FRANZÖSISCHEN ELEKTRIZITÄTSMARKT

Philipp RINGLER*¹, Andreas BUBLITZ*¹, Massimo GENOESE¹, Wolf FICHTNER¹

Motivation

Im Zuge einer fortschreitenden Liberalisierung der Elektrizitätsmärkte, einer Integration von nationalen Teilmärkten sowie eines Anstiegs der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen rückt die Frage der Versorgungssicherheit im europäischen Elektrizitätssystem zunehmend in den Fokus. Unter weiterer Berücksichtigung des alternden und auf Bereitstellung von Grundlast ausgerichteten konventionellen Kraftwerksparks stellt sich die Frage, ob bestehende Marktstrukturen die Besonderheiten von Elektrizitätssystemen ausreichend abbilden, um Versorgungssicherheit gewährleisten zu können.

Versorgungssicherheit in Elektrizitätsmärkten umfasst mehrere zeitliche Dimensionen. Langfristig muss in einem Elektrizitätssystem sichergestellt sein, dass genügend Erzeugungsleistung vorgehalten wird, um Nachfrageänderungen und Extremsituationen bei einer geringen kurzfristigen Preiselastizität der Nachfrage sowie beschränkter Speichermöglichkeiten abdecken zu können. Dieser Aspekt wird auch mit Erzeugungssicherheit (engl. „generation adequacy“) bezeichnet (Roques 2008; Stoff 2002).

In liberalisierten Strommärkten hängt Erzeugungssicherheit daher maßgeblich von den Investitionsentscheidungen dezentraler Akteure ab. Im in Europa vorherrschenden Marktdesign mit einer hauptsächlich Vergütung gelieferter Energie („energy-only“) müssen adäquate Preissignale auftreten, damit ausreichend Erzeugungskapazitäten zugebaut bzw. wirtschaftlich betrieben werden können. Insbesondere Spitzenlastkraftwerke mit wenigen Volllaststunden sind dabei auf viele bzw. ausreichend hohe Preisspitzen angewiesen, um die über die gesamte Betriebsdauer anfallenden Fixkosten zu decken. Durch die zunehmende Einspeisung aus erneuerbaren Energien stellt sich vermehrt die Frage nach der Wirtschaftlichkeit dieser für den sicheren Betrieb des Systems notwendigen Kraftwerke.

Gleichzeitig wird innerhalb von Europa die Bildung eines europäischen Stromgroßhandelsmarktes angestrebt. Unter anderem soll durch Market-Coupling als grenzüberschreitende Engpassmanagementmethode zwischen mehreren Marktgebieten die Auslastung von Interkonnektoren verbessert werden. Traditionell wird Versorgungssicherheit auf nationaler Ebene definiert. Jedoch kann eine verstärkte Integration europäischer Märkte erfordern, diese Sichtweise auf Versorgungssicherheit anzupassen und eine Harmonisierung der nationalen Marktdesigns vorzunehmen, um unerwünschte Nebeneffekte (z. B. „capacity leakage“, Cepeda und Finon 2011) zu vermeiden.

Methodik

Für die Analysen in diesem Beitrag wird das agentenbasierte Simulationsmodell *PowerACE* (Genoese 2010) erweitert und angewendet. Agentenbasierte Modelle wurden bereits vielfach zur Untersuchung von energiewirtschaftlichen Fragestellungen eingesetzt (Guerci 2010). Ein derartiger Ansatz bietet unter anderem die Möglichkeit, interagierende Marktteilnehmer und Teilmärkte, oligopolistische Wettbewerbsstrukturen sowie private Information und individuelle Strategien einzelner Akteure abzubilden. Ebenso können wichtige technische Gegebenheiten berücksichtigt werden.

PowerACE bildet die zentralen Akteure (z. B. Energieversorger, Netzbetreiber, Nachfrager) auf den verschiedenen Großhandelsmärkten (z. B. Day-Ahead-Markt, Forward-Markt) ab, wobei mehrere Marktgebiete gleichzeitig simuliert werden können (Abbildung 1). Auf der Angebotsseite werden im Modell alle im Betrieb befindlichen Kraftwerke sowie erwartete Zubauten berücksichtigt. Für Elektrizitätsnachfrage, Übertragungskapazitäten und Erzeugung aus erneuerbaren Energien liegen

¹ Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) (IIP), Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Hertzstraße 16, 76137 Karlsruhe, Deutschland, {philipp.ringler, andreas.bublitz, massimo.genoese, wolf.fichtner}@kit.edu

jeweils stündliche Zeitreihen vor. Die Day-Ahead-Märkte der modellierten Marktgebiete können gekoppelt werden, indem, analog zum Markträumungsverfahren an der EPEX SPOT, die Wohlfahrt unter der Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Übertragungskapazitäten maximiert wird. Durch die Optimierung über alle Gebote aus den beteiligten Marktgebieten kann eine verbesserte Auslastung von Kraftwerken sowie ein Ausgleich von Extremsituationen erreicht werden.

Das Modell ist in der Lage, sowohl kurzfristige als auch langfristige Entwicklungen zu analysieren. Aufgrund der stündlichen Auflösung eignet es sich auch zur Untersuchung von Extremsituationen.

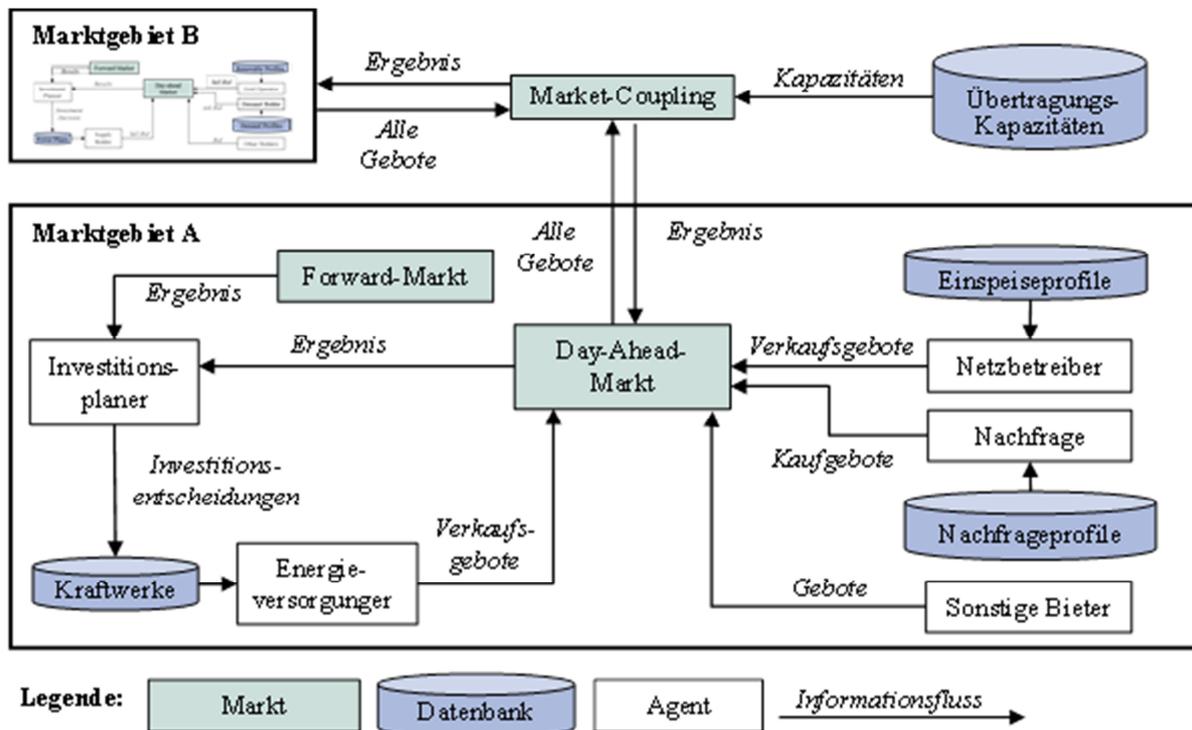


Abbildung 1: Vereinfachte Struktur des PowerACE-Modells

Untersuchte Fragestellungen und erwartete Ergebnisse

In diesem Beitrag werden mithilfe von *PowerACE* relevante Entwicklungen (z. B. Day-Ahead-Strompreise, Investitionen) und Wechselwirkungen zwischen gekoppelten Strommärkten bis 2030 untersucht. Dies wird am Beispiel von Deutschland und Frankreich, zwei miteinander verbundene Marktgebiete mit unterschiedlicher Erzeugungsstruktur, durchgeführt. Dabei werden insbesondere auch kurzfristige Effekte in Extremsituationen und das Investitionsverhalten in energy-only-Märkten analysiert. Schließlich werden Auswirkungen auf Erzeugungssicherheit in beiden Marktgebieten aufgegriffen.

Quellen

- Cepeda, M.; Finon, D. (2011): Generation capacity adequacy in interdependent electricity markets. In: *Energy Policy* 39 (6), S. 3128–3143.
- Genoese, M. (2010): *Energiewirtschaftliche Analysen des deutschen Strommarkts mit agentenbasierter Simulation*. Baden-Baden: Nomos.
- Guerci, E.; Rastegar, M. A.; Cincotti, S. (2010): Agent-based Modeling and Simulation of Competitive Wholesale Electricity Markets. In: *Handbook of Power Systems II*. Berlin, Springer, S. 241–286.
- Roques, F. A. (2008): Market design for generation adequacy: Healing causes rather than symptoms. In: *Utilities Policy* 16 (3), S. 171–183.
- Stoft, S. (2002): *Power System Economics. Designing Markets for Electricity*. Piscataway: IEEE Press/John Wiley & Sons.