

REGELLEISTUNGSBEDARF IM EUROPÄISCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZ

Jens D. SPREY¹, Annika KLETTKE¹, Albert MOSER¹

Motivation

Die Einhaltung des Gleichgewichts zwischen Erzeugung und Nachfrage elektrischer Energie ist für einen stabilen Betrieb des Energieversorgungssystems zu jedem Zeitpunkt sicherzustellen. Der strukturelle Wandel des Erzeugungssystems als auch die Schaffung europäischer Binnenmärkte für Elektrizität verändern dabei jedoch die Anforderungen an eine bedarfsgerechte und effiziente Systemführung des europäischen Übertragungsnetzes.

Zum einen führt der steigende Anteil an dargebotsabhängiger und somit volatiler Einspeisung bei der Planung der Last-/Einspeisesituation zu Abhängigkeiten von Prognosen und Wettermodellen. Jede Prognose unterliegt Unsicherheiten, welche in einer Abweichung der realen Einspeisung vom prognostizierten Wert resultiert. Für den Ausgleich dieser Abweichungen, sowohl seitens der Erzeugung als auch der Nachfrage muss durch die Übertragungsnetzbetreiber Regelleistung vorgehalten werden, die bei Bedarf abgerufen wird. Zum anderen strebt ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) einen gemeinsamen Regelenergiemarkt in Europa an. Dieser soll historisch gewachsene, nationale Konzepte der Leistungsfrequenzregelung zur Regelleistung harmonisieren, um vorhandene Synergien zu nutzen. Regelzonenübergreifende Maßnahmen im Bereich der Regelleistungsvorhaltung sowie des -abrufs bieten das Potential Kosten zu senken und die Sicherheit des Netzbetriebs zu erhöhen.

Beide Entwicklungen führen zu neuen, innovativen Konzepten wie dem Imbalance Netting Process, welcher in der Lage ist, die Regelleistungsaktivierung zu reduzieren. Grundsätzlich muss jedoch auch zukünftig in jedem Zeitpunkt ausreichend Regelleistung zur Verfügung stehen.

Methodik

Obwohl der reelle Bedarf an Regelleistung in Europa, je Regelzone, je Stunde und je Situation stark verschieden ist und eine starke Volatilität aufweist, so ist die derzeitige Dimensionierung und Beschaffung der benötigten Menge an Regelleistung in vielen Teilen starr und unflexibel. Ziel des Beitrages ist es daher, die motivierten Veränderungen in einem Verfahren zur Regelleistungsdimensionierung zu berücksichtigen und die Bestimmung der benötigten Regelleistung bedarfsgerechter zu gestalten.

Dafür sind zunächst die Auswirkungen der Prognosefehler der Einspeisung erneuerbarer Energien auf die Leistungsbilanzabweichungen sowie mögliche stochastische Abhängigkeiten zwischen diesen zu analysieren. Aus der direkten Wetterabhängigkeit lässt sich hierbei neben geografischen auch eine zeitliche Abhängigkeit der Einflussfaktoren auf die Leistungsbilanz vermuten. Soll die dimensionierte Regelleistung bedarfsgerecht für mehrere Regelzonen bestimmt werden, sind diese stochastischen Abhängigkeiten regelzonenübergreifend und situativ abzubilden. Darüber hinaus gilt es Ausgleichseffekte sowie Restriktionen, die sich aus dem zugrundeliegenden Übertragungsnetz ergeben, in die Dimensionierung zu integrieren. Als ein wesentlicher Bestandteil ist hier der Imbalance Netting Process zu nennen. Dieser ermöglicht durch die Nutzung von freien Übertragungskapazitäten zwischen Regelzonen die Vermeidung von gegenläufigen Regelleistungsabrufen. Dies führt zu einer reduzierten Aktivierung und somit zu einer Verringerung der eingesetzten Regelenergie.

Die Integration dieser Effekte in die Regelleistungsdimensionierung führt zu einer situativen Betrachtung einzelner Situationen. Mittels einer Monte-Carlo-Simulation werden Szenarien möglicher Leistungsbilanzabweichungen generiert. Die Ziehung der Szenarien s je Region geschieht dabei für jeden betrachteten Zeitpunkt t und berücksichtigt die geografischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Regionen. Die generierten Szenarien werden anschließend in einer Netzbetriebssimulation genutzt, um die optimierte regionale Vorhaltung zu bestimmen. Eine schematische Darstellung ist nachfolgend gegeben.

¹ RWTH Aachen, IAEW, Schinkelstraße 6, 52056 Aachen, Tel.: +49 241 80-96711, Fax: +49 241 80-92197, sy@iaew.rwth-aachen.de, www.iaew.rwth-aachen.de

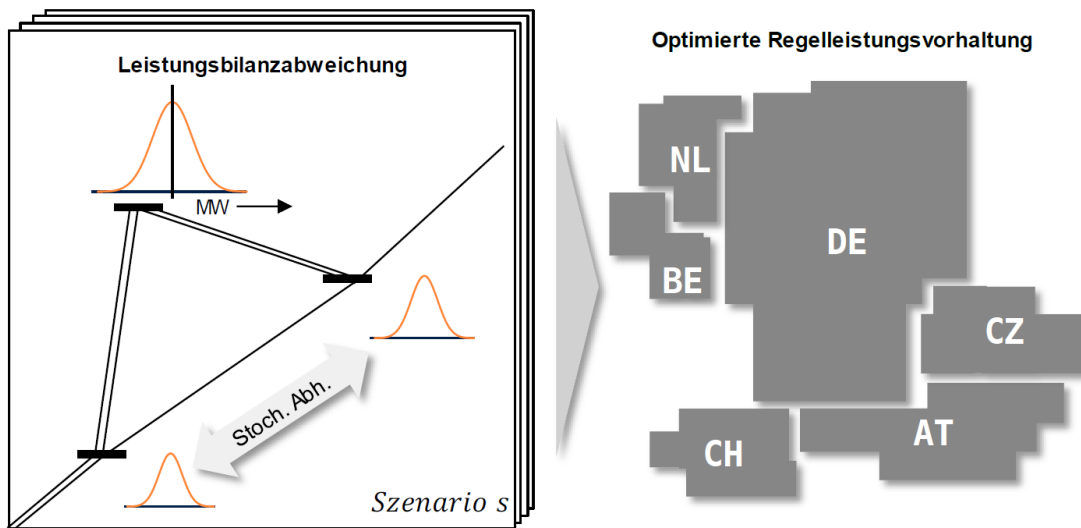


Abbildung 1: Schematischer Verfahrensablauf.

Die optimierte Regelleistungsvorhaltung stellt dabei sicher, dass die benötigte Regelleistung zu jedem Zeitpunkt vorgehalten wird und auch aktiviert werden kann. Darüber hinaus lassen sich regionale Mindestvorhaltungsmengen, aber auch eine effiziente Verteilung der Vorhaltung auf einzelne Regionen bestimmen. Das zur Lösung aufgestellte Optimierungsproblem basiert dabei auf einem Security-Constrained Optimal Power Flow. Dadurch werden kritische Netzzustände berücksichtigt sowie alle technischen Randbedingungen des Übertragungsnetzes eingehalten.

Ergebnisse

Anhand der exemplarischen Untersuchungen lassen sich die Wechselwirkungen der motivierten Veränderungen im Energieversorgungssystem mit dem Regelleistungsbedarf quantifizieren. Weiterhin kann gezeigt werden, welche Regelleistungsmengen zukünftig wo vorgehalten werden müssen. Grundsätzlich können Fragestellungen der Kapazitätsreservierung bzw. -berücksichtigung für Regelenergie im Übertragungsnetz beantwortet werden. So ergibt sich für jede Regelzone individuell zeitlich abhängig ein Regelleistungsbedarf, welcher jedoch bei Vorhandensein freier Übertragungskapazitäten durch eine andere Regelzone gedeckt werden kann (vgl. Abb. 2). Die geschlossene Optimierung über alle Szenarien erlaubt eine gültige, regionale Bestimmung der Regelleistungsvorhaltung.

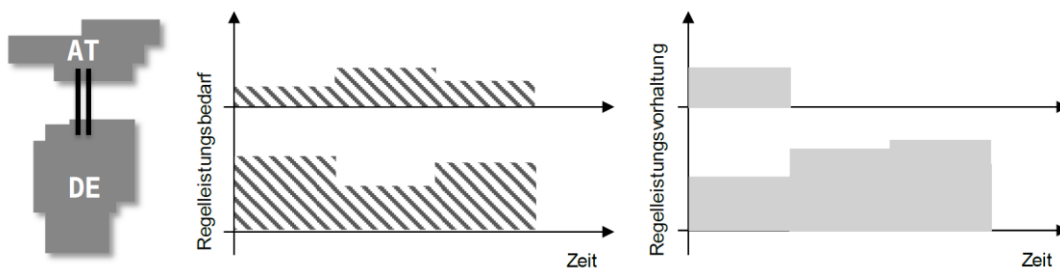


Abbildung 2: Ergebnisdarstellung