

# EINFLUSS DES WIRKLEISTUNGSUSTAUSCHES ZWISCHEN SYNCHRONGEBIETEN ÜBER VSC INTERKONNEKTOREN

Markus GEULEN<sup>1</sup>, Martin KNECHTGES<sup>2</sup>, Albert MOSER<sup>3</sup>

## Inhalt

### *Hintergrund*

Aus dem Strukturwandel im Elektrizitätsversorgungssystem resultiert eine steigende Durchdringung Leistungselektronisch gekoppelter Erzeuger, wodurch stabilisierende Einflüsse auf die Systemstabilität reduziert werden. Gleichzeitig besteht weiterhin das Risiko von Systemauftrennungen, welche sehr große Leistungsungleichgewichte, die beherrscht werden müssen, zur Folge haben. VSC Interkonnektoren zwischen Synchrongebieten in Europa werden aktuell im Fahrplanbetrieb zum Wirkleistungsaustausch verwendet. Die Regelbarkeit der Umrichter lässt dabei eine automatisierte Anpassung der Wirkleistungsübertragung mit einer Steilheit von bis zu 1 pu/s zu. Dies macht frequenzstützende Leistungsflüsse zwischen Synchrongebieten im Fehlerfall möglich und findet im Rahmen von bilateralen Absprachen zwischen TSOs in Notfallkonzepten bereits statt [1]. Gleichzeitig ist die räumliche Ausweitung der Märkte zur Beschaffung von Regelprodukten Ziel der ENTSO-E [2]. So werden schon heute automatic Frequency Restoration Reserves (aFRR) und manual Frequency Restoration Reserves (mFRR) über die Plattformen MARI und PICASSO Europaweit gehandelt. Eine Analyse des Potentials und der Regelbarkeit von VSC-Interkonnektoren für den frequenzstützenden Einsatz zur Verbesserung der Systemstabilität ist somit notwendig.

### **Methodik**

Im Rahmen dieses Papers wird der automatisierte Austausch von Wirkleistung zwischen Synchrongebieten in Europa aufgrund von Frequenzabweichungen untersucht. Dabei werden zwei Konzepte zur Nutzung dieses Potentials gegenübergestellt [3, 4]:

- 1) Nutzung des Potentials für einen gemeinsamen Markt für Frequency Containment Reserves (FCR) in Europa
- 2) Nutzung des Potentials für stützende Wirkleistungsflüsse im Rahmen von Notfallkonzepten

Die Untersuchungen finden im Rahmen einer RMS Zeitbereichssimulation statt. Dazu werden drei Netzäquivalente, wie in Abbildung 1 dargestellt, über VSC HGÜ Systeme im Dreieck verbunden. Die Netzäquivalente sind hinsichtlich Netzanlaufzeitkonstante, Last und verfügbarer Primärregelleistung, angelehnt an die Verbundsysteme CE, Nordel und UK dimensioniert. Ein Netzäquivalent besteht dazu aus einem Synchrongenerator mit Drehzahlregler, Spannungsregler und Turbine, einem Umrichter (PV + Wind) und einer ZIP-Last. Drei Punkt-zu-Punkt VSC HGÜ Systeme verbinden die Synchrongebiete jeweils miteinander. Die Übertragungsleistung der VSC HGÜ Systeme orientiert sich an den bereits existierenden sowie geplanten VSC Interkonnektoren zwischen den Synchrongebieten. Untersucht werden Leistungsungleichgewichte mit variablem Fehlerort (CE, Nodel, UK) und Vorzeichen.

---

<sup>1</sup> IAEW der RWTH Aachen, Schinkelstr. 6, 52062 Aachen, Tel.: + 49 241 80 97881, m.geulen@iaew.rwth-aachen.de, <https://iaew.rwth-aachen.de>

<sup>2</sup> IAEW der RWTH Aachen, Schinkelstr. 6, 52062 Aachen, Tel.: + 49 241 80 97884, m.knechtges@iaew.rwth-aachen.de, <https://iaew.rwth-aachen.de>

<sup>3</sup> IAEW der RWTH Aachen, Schinkelstr. 6, 52062 Aachen, Tel.: + 49 241 80 97652, info@iaew.rwth-aachen.de, <https://iaew.rwth-aachen.de>

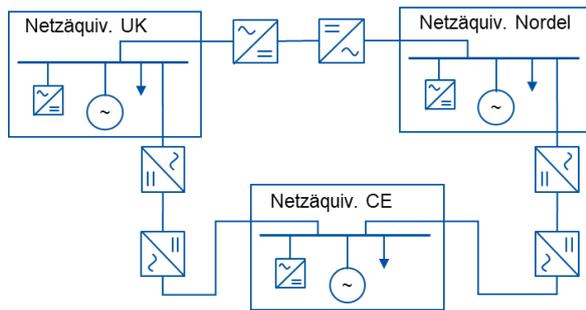


Abbildung 1: Untersuchtes System.

Die HGÜ-Kopfstationen sind netzfolgend geregelt [5], sodass eine Station die zu übertragende Wirkleistung und eine Station die DC-Spannung regelt. Wie Abbildung 2 zeigt, wird die Wirkleistungsübertragung eines HGÜ-Systems abhängig von den Systemfrequenzen an den Kopfstationen über Statikregler angepasst. Die Parametrierung der Statikregler ist dabei abhängig vom gewählten Konzept zur frequenzabhängigen Änderung der Wirkleistungsübertragung.

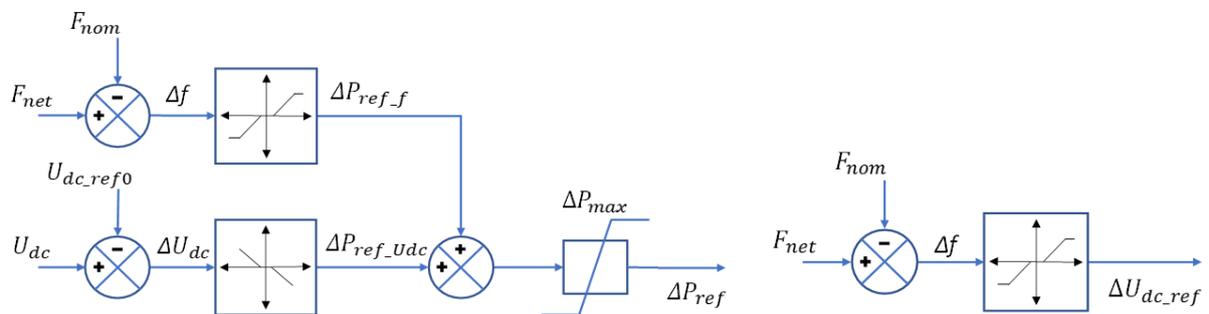


Abbildung 2: Statikregler zur frequenzabhängigen Beeinflussung der Wirkleistungsübertragung

## Ergebnisse

Die Langfassung des Papers enthält eine detaillierte Beschreibung des untersuchten Netzes und der verwendeten Statikregler. Die verwendeten Parameter, die die Funktionalität der Regelkonzepte sicherstellen, werden vorgestellt und dimensioniert. Die Frequenzverläufe der verschiedenen Leistungsungleichgewichte werden analysiert und die Auswirkungen der Regelkonzepte durch Vergleich mit einem Grundfall ohne frequenzabhängige Beeinflussung der Wirkleistungsübertragung verglichen.

## Referenzen

- [1] © ENTSO-E 2021, „ENTSO-E Continental Europe Synchronous Area Separation on 08 January 2021“ ENTSO-E [Online]. <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/> (Aufgerufen 01.12.2021).
- [2] COMMISSION REGULATION (EU) 2017/2195, „Establishing a guideline on electricity balancing“. ENTSO-E, CL2017R2195DE0010010.0001.3bi\_cp 1.1 [Online]. <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/> (Aufgerufen 01.12.2021).
- [3] D. Whitley, „Operational Limits and Conditions for Mutual Frequency Support over HVDC Report“ ENTSO-E [Online]. <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/> (Aufgerufen 01.12.2021).
- [4] M. Scherer, „Overview: Operational Limits and Conditions for Frequency Coupling“ ENTSO-E [Online]. <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/> (Aufgerufen 01.12.2021).
  - A. Roehder, B. Fuchs, J. Massmann, M. Quester, „Transmission system stability assessment within an integrated grid development process“, Cigre Science & Engineering, vol. 8, June, 2017
- [5] Roehder, B. Fuchs, J. Massmann, A. Schnettler „A Generic VSC-HVDC Model for Power System Stability Studies in the Network Planning Process“, EPRI Conference on HVDC and FACTS, Palo Alto, USA, 20/21 August, 2015.