



Doctoral Thesis

Frequency Control in the European Power System Considering the Organisational Structure and Division of Responsibilities

Author(s):

Scherer, Marc

Publication Date:

2016

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010692129> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 23490

Frequency Control in the European Power System Considering the Organisational Structure and Division of Responsibilities

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

MARC SCHERER

MSc ETH EEIT
citizen of
Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Göran Andersson, examiner
Prof. Dr. Kjetil Uhlen, co-examiner

2016

Abstract

One of the core responsibilities of a transmission system operator is real-time control of mismatches between scheduled production and actual consumption of electric power, i.e. frequency control. Since the liberalisation of electricity markets and the increase of decentralised intermittent generation, the Continental European power system has been exposed to high and persisting frequency deviations.

This thesis investigates technical and organisational shortcomings of the existing frequency control framework in Continental Europe. The objective is to contribute to future concepts of frequency control that ensure an efficient and high frequency quality in the interconnected power system. Historical data are statistically analysed and used for time-sequential Monte Carlo simulations which enable the investigation of the current frequency control structure as well as frequency control coupling processes in future demand and production portfolios.

Although the domination of hourly imbalance periods and respective hourly products imposes a highly predictable operational pattern, market-induced imbalances have a severe impact on frequency quality. In this context, the benefits of harmonised ramping requirements and the reduction of the imbalance period are discussed. The current frequency control setup can be gradually centralised across Europe. Imbalance and reserve sharing can be practically implemented, and transfer capacities can be managed. Imbalance sharing does not require additional harmonisation of active power reserve processes and products. Reserve sharing, on the contrary, can only be managed on a non-discriminatory and fair basis if the active power reserve dimensioning as well as the activation rules are harmonised to grant a comparable performance.

The findings imply that system operators and national regulatory authorities should focus more closely on the dependency between schedule-based operation and market activity as well as on local active power reserves and cross-border frequency control processes.

Kurzfassung

Eine der Kernverantwortlichkeiten eines Übertragungsnetzbetreibers ist der Ausgleich zwischen Stromverbrauch und -erzeugung, d.h. die Netzregelung. Seit der Liberalisierung der Elektrizitätsmärkte und dem Anstieg dezentraler und variabler Stromerzeugung ist das kontinentaleuropäische Stromnetz hohen und anhaltenden Frequenzabweichungen ausgesetzt.

Diese Arbeit diskutiert technische und organisatorische Schwächen aktueller Netzregelstrukturen in Kontinentaleuropa. Ziel ist es, einen Beitrag in Bezug auf zukünftige Konzepte zur Netzregelung zu leisten, die eine effiziente und hohe Frequenzqualität im Verbundnetz sicherstellen. Dieses erfolgt anhand einer statistischen Analyse von historischen Daten, die für zeitsequenzielle Monte-Carlo-Simulationen genutzt werden. Diese ermöglichen es, aktuelle Regelstrukturen, aber auch Kopplungskonzepte unter zukünftigen Erzeugungs- und Nachfragestrukturen zu untersuchen.

Obwohl die Dominanz von stündlichen Fahrplanintervallen und den resultierenden Stundenprodukten ein vorhersagbares Betriebsmuster mit sich bringt, haben marktinduzierte Ungleichgewichte einen hohen Einfluss auf die Frequenzqualität. In diesem Zusammenhang werden die Vorteile harmonisierter Rampen sowie die Verringerung der Fahrplanintervalle diskutiert. Die Regelstrukturen können schrittweise zentralisiert werden in Kontinentaleuropa. Austauschprozesse für Ungleichgewichte und Regelreserven können im Rahmen der verfügbaren Transferkapazitäten umgesetzt werden. Der Austausch von Ungleichgewichten benötigt keine zusätzliche Harmonisierung der Netzregelprozesse und -produkte. Der Austausch von Regelreserven hingegen kann nur dann auf einer diskriminierungsfreien Basis umgesetzt werden, wenn die Regelenergie dimensionierung wie auch die Aktivierungsprozesse harmonisiert sind, um eine vergleichbare Erbringung zu gewährleisten.

Die Resultate implizieren, dass Netzbetreiber und nationale Regulierungsbehörden stärkeren Fokus auf den Zusammenhang zwischen fahrplanbasiertem Betrieb und Marktaktivitäten sowie die Abhängigkeiten zwischen lokalen und grenzüberschreitenden Netzregelprozessen legen sollten.