

# NIEDERFREQUENTE STERNPUNKTSTRÖME IM ÜBERTRAGUNGSNETZ – EIN ÜBERBLICK ÜBER AKTUELLE UND ZUKÜNFTIGE FORSCHUNG IN ÖSTERREICH

Philipp SCHACHINGER<sup>1</sup>, Dennis ALBERT<sup>1</sup>, Herwig RENNER<sup>1</sup>, Rachel L.  
BAILEY<sup>2</sup>, Georg ACHLEITNER<sup>3</sup>, Gerald LEBER<sup>4</sup>

## Einleitung

Geomagnetische Variationen des Magnetfeldes durch Weltraumwetter können Ströme im Erdboden induzieren. Leitfähige geerdete verbundene Infrastruktur mit einer geografisch weiten Ausdehnung, wie beispielsweise das elektrische Energieübertragungsnetz, bieten niederohmige Wege für induzierte Ströme, die zu Ausfällen oder Schäden im Netz führen können [1, 2].

Um die Auswirkungen auf das Energieübertragungsnetz besser zu verstehen, wurden Simulationen und Messungen im In- und Ausland durchgeführt. An der TU Graz und der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) wurden zwei unabhängige GIC-Simulationsmodelle erstellt und mit Transformatorsternpunktmessungen im österreichischen Stromübertragungsnetz verglichen. In diesem Beitrag werden die bis heute in Österreich durchgeführten Forschungen zusammengefasst und die Fragen und Forschungsfelder für morgen skizziert.

## Weltraumwetter

Das Erdmagnetfeld wird durch ein inneres und äußeres Magnetfeld gebildet. Der innere Teil wird durch den Erdkern gebildet, während das äußere Magnetfeld durch das Weltraumwetter beeinflusst wird. Das äußere Magnetfeld dominiert die Magnetosphäre, in welchem mehrere Stromsysteme interagieren und den äußeren magnetischen Teil des Erdfeldes bilden [3]. Die verschiedenen Stromsysteme werden unter anderem vom umgebenden Sonnenwind beeinflusst. Energiereiche Eruptionen auf der Sonnenoberfläche die sich im interplanetaren Raum ausbreiten werden als koronale Massenauswürfe oder Sonnenstürme bezeichnet. Deren Häufigkeit korreliert mit dem elf Jahre dauernden Sonnenzyklus, wobei wir das nächste Maximum im Jahr 2024 erwarten. Ein Überblick über die Stromsysteme in der Magnetosphäre ist in [4] zu finden.

## Modellierung, Simulation und Analyse von GIC

Zwei unabhängige Modelle zur Simulation von GICs im österreichischen Stromübertragungsnetz wurden entwickelt und untersucht. Das am Institut für elektrische Anlagen und Netze der TU Graz verwendete Modell berechnet die induzierten Ströme aus Magnetfeld-, Erdmodell- und Netzdaten und erzielt dabei sehr gute Korrelationen zwischen Simulation und Messung [5].

---

<sup>1</sup> Institut für Elektrische Anlagen und Netze, TU Graz, Inffeldgasse 18, +43 316 873 8054, philipp.schachinger@tugraz.at, www.iean.tugraz.at

<sup>2</sup> Institut für Weltraumforschung, rachel.bailey@oeaw.ac.at, https://www.iwf.oeaw.ac.at

<sup>3</sup> Austrian Power Grid AG, Wien, georg.achleitner@apg.at, www.apg.at

<sup>4</sup> Siemens AG, Elingasse 3, 8160 Weiz, www.siemens.at

## Messungen im österreichischen Übertragungsnetz

Transformator-Sternpunktmessungen von niederfrequenten Strömen werden in vier Umspannwerken in Österreich durchgeführt (siehe Abbildung 1). Die kontinuierlichen Messungen sind seit dem Jahr 2016 in Betrieb.



Abbildung 1: Sternpunktmesstationen

## Zukünftige Arbeit in Österreich

Für die weitere Forschung im Bereich der niederfrequenten Ströme (engl. Low Frequency Currents, LFCs) in Österreich identifizieren die Autoren die folgenden vier Interessensgebiete und Aufgaben.

### Feld 1: Modellierung, Simulation und Messungen

- Vergleich verschiedener Strommessverfahren,
- Installation weiterer Messeinheiten,
- Erweiterung der Messeinheit um einen Vibrationssensor,
- Verwendung eines detaillierteren Erdleitfähigkeitsmodells.

### Feld 2: Vorhersage von Weltraumwetter und -effekten in Stromnetzen

- Machine Learning zur Vorhersage des Weltraumwetters,
- Modellierung anderer LFC-Verursacher,
- Blindleistungsbedarfsberechnung auf Basis von LFCs

### Feld 3: Gegenmaßnahmen gegen Sternpunktströme in Stromnetzen

- GIC-Risikomanagement für das Übertragungsnetz,
- kurz- und langfristige Gegenmaßnahmen,
- invasive und nicht-invasive Gegenmaßnahmen.

### Feld 4: Leistungstransformatoren unter LFC-Einfluss

- Blindleistungsbedarf in Abhängigkeit von LFC,
- Verhalten verschiedener Transformatortypen,
- Einfluss von LFC bei asymmetrischen und symmetrischen Lastsituationen.

## Referenzen

- [1] Royal Academy of Engineering, "Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure," Royal Academy of Engineering, London, UK. Available: [www.raeng.org.uk/spaceweather](http://www.raeng.org.uk/spaceweather)
- [2] L. J. Lanzerotti, "Space Weather: Historical and Contemporary Perspectives," *Space Science Reviews*, vol. 212, pp. 1253–1270, Oct. 2017.
- [3] G. Le, J. A. Slavin, R. J. Strangeway, "Space Technology 5 observations of the imbalance of regions 1 and 2 field-aligned currents and its implication to the cross-polar cap Pedersen currents," *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, vol. 115, pp. A07202, 2010.
- [4] H. Lühr, V. Haak, "Geophysik: Das Magnetfeld der Erde: Ein Schlüssel zum Verständnis der Dynamik im Erdinnern und der elektromagnetischen Prozesse im erdnahen Weltraum," *Physikalische Blätter*, vol. 56, pp. 33–38, 2000.
- [5] T. Halbedl, "Low Frequency Neutral Point Currents on Transformer in the Austrian Power Transmission Network," Ph. D. dissertation, Institute of Electrical Power Systems, Graz University of Technology, Graz, 2019.