

EINFLUSS VON SPANNUNGSÄNDERUNGEN UND ANDEREN QUELLEN AUF NIEDERFREQUENTE STERNPUNKTSTRÖME

Philipp SCHACHINGER^{1*}, Dennis ALBERT¹, Herwig RENNER¹, Georg ACHLEITNER²

Niederfrequente Sternpunktströme

Niederfrequente Sternpunktströme können in Energieübertragungsnetzen zu schweren Störungen führen. Der Einfluss reicht von erhöhten Betriebsgeräuschen von Transformatoren, über erhöhten Blindleistungsbedarf und Spannungsverzerrungen bis hin zu Blackouts. Diese niederfrequenten Sternpunktströme, oft als DC oder Quasi-DC bezeichnet, können aufgrund ihrer Frequenzanteile in zwei Kategorien eingeteilt werden [1]: Ströme mit einer Frequenz zwischen 0.01 mHz bis zu 1 mHz werden durch Änderungen des Erdmagnetfelds hervorgerufen und als geomagnetisch induzierte Ströme (GICs) bezeichnet. Die Anteile der niederfrequenten Ströme mit Frequenzen zwischen 1 mHz und 1 Hz werden typischerweise durch andere Effekte bzw. von Menschen verursacht.

Ausgelöst durch erhöhte Geräuschpegel an Transformatoren werden seit 2017 an mittlerweile neun Transformatoren im APG Netz die Sternpunktströme mit einem eigens dafür entwickeltem Messgerät gemessen. Die Ergebnisse werden für die Verifikation der GIC-Simulationsrechnung [2] und der Identifikation von andere DC-Quellen genutzt.

Frequenzschwankungen durch diskrete Leistungsänderungen

Wie in [3] beschrieben, kommt es in der Netzfrequenz zu Schwankungen im 1/4, 1/2, 3/4 und 1 Stundentakt. Diese Schwankungen korrelieren mit den Handelszeiten und Produkten des Energiehandels. Sichtbar wird dies vor allem, wenn man die Frequenzverläufe mehrerer Tage übereinanderlegt und den Mittelwert für jeden Zeitpunkt eines 24 Stunden Intervalls berechnet. In Abbildung 1 ist der minütliche Mittelwert der Phasor-measurment-unit (PMU) Frequenzmessung in der Nähe von Wien für 31 Tage dargestellt.

Hervorgerufen werden die Frequenzänderungen durch die unterschiedlichen An- und Abrampzeiten von Kraftwerken. Abhängig vom PMU-Messort können Änderungen auch im Spannungsverlauf gesehen werden. Der minütliche Mittelwert für zwei Spannungen zeigt zu den Zeitpunkten der Frequenzänderung ebenfalls zyklische Änderungen.

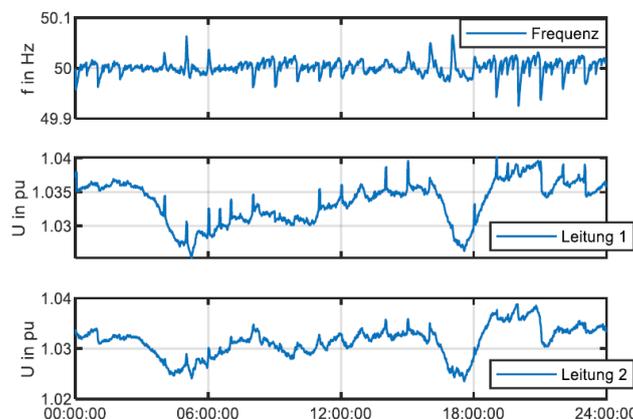


Abbildung 1: Tägliche Mittelwerte für Netzfrequenz und Spannungen auf zwei Leitungen

¹ Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz +43 (0) 316 873-8054, philipp.schachinger@tugraz.at, iean.tugraz.at

² Austrian Power Grid AG, Wagramer Straße 19, A-1220 Vienna, www.apg.at

Eine Analyse der PMU Daten im Frequenzbereich zeigt deutliche Anteile mit den Periodendauern von 15 und 30 Minuten bzw. Vielfachem davon, wobei diese unterschiedlich stark ausgeprägt sind.

Zusammenhang zwischen PMU Daten und Sternpunktmessungen

Niederfrequente Sternpunktströme weisen tägliche Muster auf, die, abhängig vom Messort, zum einen den täglichen Änderungen des Erdmagnetfelds folgen, zum anderen den wiederkehrenden Einfluss anderer Quellen zeigen. Messungen in Wien zeigen beispielsweise einen erhöhten Rauschpegel zu den Betriebszeiten der U-Bahn [4].

Abbildung 2 zeigt die Mittelwerte von zwei der neun installierten Sternpunktmessgeräte im österreichischen Übertragungsnetz. Client #01 misst an einem Transformator an Leitung 1, Client #05 an Leitung 2. Die Änderungen im 15 bzw. 30 Minutentakt sind in Magnetfeldmessungen nicht vorhanden, entstehen also nicht durch Änderungen im Erdmagnetfeld. Diese zyklischen Änderungen korrelieren jedoch mit den Änderungen der Betriebsspannung an jeweiligen Leitungen.

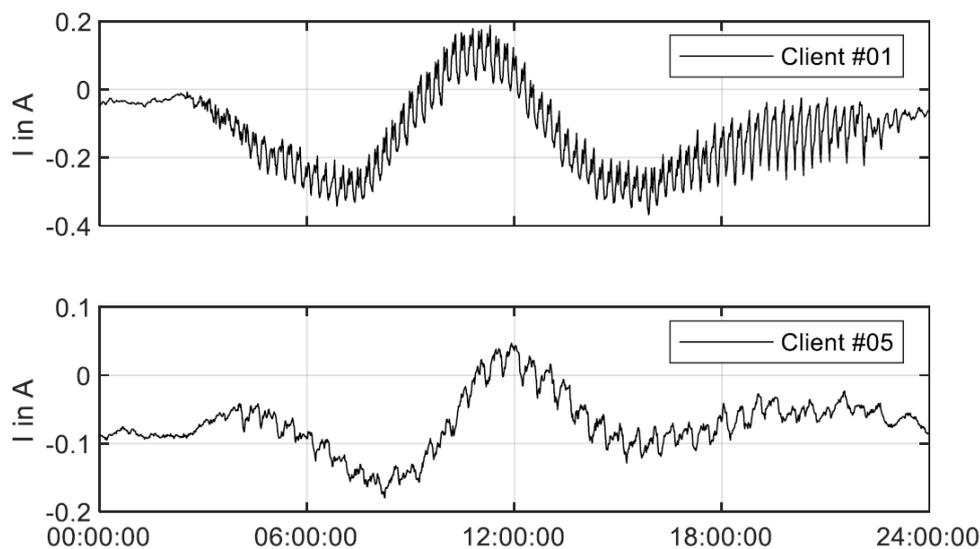


Abbildung 2: Mittelung der gemessenen Sternpunktströme

Die Frequenzanalyse zeigt übereinstimmende Spektren zwischen Sternpunktströmen und den Spannungen an den jeweiligen Leitungen.

Fazit

Spannungsänderungen im Hoch- und Höchstspannungsnetz, teilweise hervorgerufen durch den Energiehandel bzw. dessen Auswirkungen, führen zu AC und DC Sternpunktströmen. Mit den vorliegenden Daten kann eine weitere Ursache für den Grundrauschpegel in den Sternpunktmessungen identifiziert werden.

Referenzen

- [1] D. Albert, P. Schachinger, H. Renner, P. Hamberger, F. Klammler, and G. Achleitner, "Field experience of small quasi DC bias on power transformers A first classification of low-frequency current pattern and identification of sources," in *Cigre Session 48*, Paris, 2020.
- [2] P. Schachinger and D. Albert, *LFC Simulator*. Institute of Electrical Power Systems, 2021. Accessed: Aug. 17 2021. [Online]. Available: https://github.com/P-Schachinger/LFC_simulator
- [3] Benjamin Schäfer, Christian Beck, Kazuyuki Aihara, Dirk Witthaut, and Marc Timme, "Non- Gaussian power grid frequency fluctuations characterized by Lévy-stable laws and superstatistics," *Nat Energy*, no. 3, pp. 119–126, 2018, doi: 10.1038/s41560-017-0058-z.
- [4] T. Halbedl, "Low Frequency Neutral Point Currents on Transformer in the Austrian power Transmission Network," PhD Thesis, Institute of Electrical Power Systems, Graz University of Technology, Graz, 2019. Accessed: Nov. 11 2021. [Online]. Available: <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=5cc8220f5d096&location=browse>