



## Siemens Transformers – Case Study

# Geräuscharme Trafos dank Gleichstrom-Kompensation

Auswirkungen von Gleichstrom werden eliminiert

### Die Herausforderung

Niemand will laute Transformatoren haben, schon gar nicht im urbanen Umfeld. Viele Energieversorger und Netzbetreiber achten deshalb bei der Bestellung von Transformatoren besonders auf die Geräusche, die die Einheiten später im Betrieb produzieren werden. Doch was, wenn ein leiser Transformator auf der Anlage erhöhte Geräuschpegel zeigt? Oder wenn ein Transformator, der bereits seit Jahren installiert ist, plötzlich so laut wird, dass Anrainer sich gestört fühlen?

Durch die vermehrte Energieerzeugung durch Wind- und Solar-Kraft steigt der Anteil von Gleichstrom im Netz. Aber bereits wenige hundert Milliampere können zu einer erheblichen Geräuscherhöhung führen.

Der österreichische überregionale Netzbetreiber APG war mit einer solchen Situation konfrontiert. Als die ersten Beschwerden von Anwohnern eingingen, wurde zunächst Ursachenforschung betrieben. Es stellte sich heraus, dass die Einheiten nicht einfach so über Nacht lauter geworden waren: Eine Belastung mit Gleichstrom hatte dazu geführt, dass die ansonsten einwandfrei funktionierenden Transformatoren zur Lärmbelästigung geworden waren.



Blick in die Gleichstrom-Kompensationsanlage

### Die Lösung

Bei Siemens Transformatoren wird seit längerem an der Thematik „Gleichstrom im Versorgernetz und die Auswirkungen auf den Transformator“ gearbeitet.

Es gibt drei verschiedene konventionelle Strategien, mit diesem Problem umzugehen – sie alle sind jedoch nicht perfekt:

- Ersatz des Transformators – löst das Problem nicht
- Installation externer Schallwände – sehr teuer / nicht immer möglich
- Einsatz von DC-Blockern – bei asymmetrischer Belastung nicht hilfreich

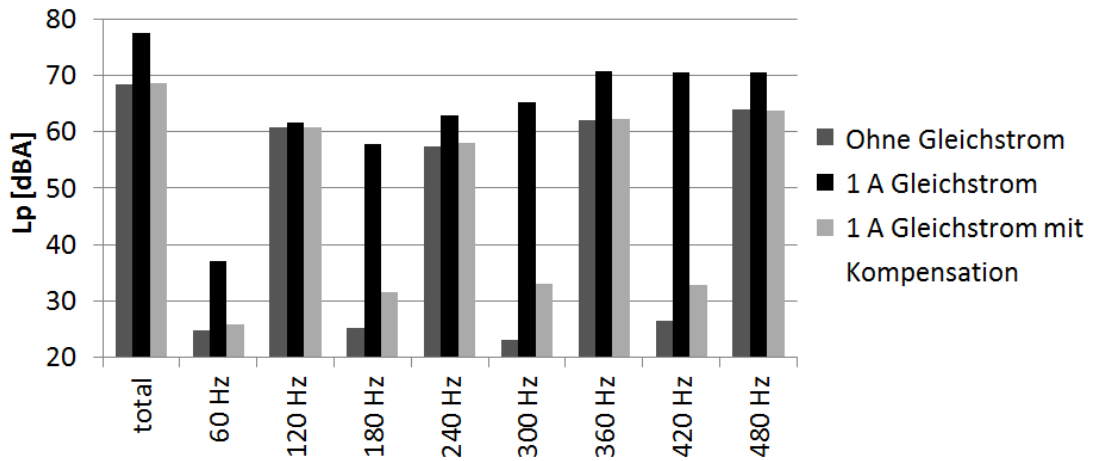
Der von Siemens Transformatoren entwickelte Ansatz basiert nicht darauf, die Gleichstrom-Belastung zu eliminieren, sondern deren Auswirkungen auf den Transformator. Da der Gleichstromfluss nicht blockiert wird, werden auch keine anderen Transformatoren im Netz durch Gleichstrom belastet.

Die Lösungen zur Gleichstrom-Kompensation von Siemens für einphasige und dreiphasige Einheiten mit 3-schenkligem Kern lagen bereits vor.

Durch einige Anpassungen konnte auch für die bei APG im Einsatz befindlichen 5-Schenkelkern-Transformatoren eine zufriedenstellende Lösung erstellt werden.

### Austrian Power Grid (APG)

Die Austrian Power Grid AG ist der unabhängige Übertragungsnetzbetreiber Österreichs und für das heimische Übertragungsnetz auf der Höchstspannungsebene verantwortlich. Das APG-Netz erstreckt sich auf einer Trassenlänge von etwa 3.500 km, welches das Unternehmen mit einem Team von 450 Spezialistinnen und Spezialisten betreibt, instand hält und laufend den steigenden Anforderungen seitens Wirtschaft und Gesellschaft anpasst. Nur ein leistungsfähiges Übertragungsnetz macht es möglich, Strom aus erneuerbaren Energien in die europäische und die heimische Stromversorgung einzubinden und so die Energiewende zu verwirklichen.



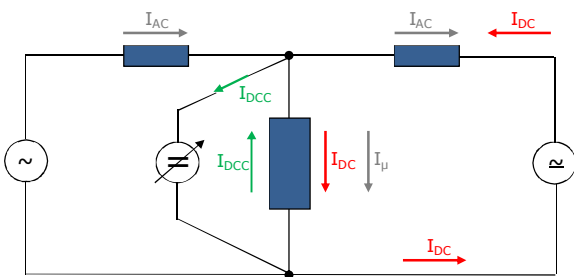
Geräuschpegel eines Transformators mit Gleichstrom-Belastung ohne (schwarz) und mit Kompensation (hellgrau).

### Technische Besonderheiten

#### 1. Auswirkungen von Gleichstrom auf den Transformator

Durch die magnetische Konduktivität von Trafo-Kernen kann bereits ein geringer Anteil an Gleichstrom große Auswirkungen haben, u.a. erhöhter Blindleistungsstrombedarf und damit verbunden, höhere Verluste. Ein einphasiger Trafo produzierte im Test 30 Prozent mehr Verluste mit einer Belastung von 1.0 A Gleichstrom.

Weiters führt eine DC-Belastung des Kerns auch zur Erhöhung der Geräuschentwicklung. Siemens-eigene Messungen haben gezeigt, dass eine Belastung mit asymmetrischem Gleichstrom von 0,14 A bereits zu einer Erhöhung der Geräusche um 17 dB(A) führen kann. Das Ziel war es deshalb, eine Technik zu entwickeln, die den Transformator unempfindlich für eine Gleichstrom-Belastung macht.



Funktionsweise der Gleichstrom-Kompensation anhand des Trafo Ersatzschaltbildes: Der vorhandene Gleichstrom  $I_{dc}$  wird durch den Kompensationsstrom  $I_{bcc}$  in seiner Wirkung auf den Trafokern aufgehoben.

#### 2. Geräuschsenkung durch Gleichstrom-Kompensation

Das Konzept der Gleichstrom-Kompensation von Siemens Transformatoren basiert nicht darauf, das Fließen von Gleichstrom durch den Transformator zu verhindern, sondern im Kern ein Magnetfeld zu erzeugen, das dem, durch den vorhandenen Gleichstrom erzeugten Feld entgegenwirkt. Dieses Magnetfeld wird über eine zusätzliche Wicklung, der Kompensationswicklung, erzeugt.

Der dafür notwendige benötigte Gleichstrom wird vom Steuergerät ermittelt und in die Kompensationswicklung gespeist. Das Magnetfeld, verursacht durch den netz-seitigen Gleichstrom, sowie das in der Kompensationswicklung erzeugte Magnetfeld heben sich im Kern gegenseitig auf. Im Transformator Kern resultiert somit das im normalen Betrieb vorhandene Wechselfeld.

Wie die Vergleichsmessungen zeigen, kann bei aktivierter Gleichstromkompensation die Auswirkung des Gleichstromes auf das Transformatorgeräusch nahezu vollständig eliminiert werden.

#### Ruhe und Effizienzsteigerung in Einem

In modernen Übertragungsnetzen steigt der Anteil an Gleichstrom-Komponenten im Netz an – sowohl durch regenerative Energien als auch durch statische Blindleistungskompensation und mit Gleichstrom betriebene Züge. Aktive Gleichstrom-Kompensation ist die Lösung der Wahl, um Transformatoren weiterhin verlust- und geräuscharm zu betreiben.

Herausgeber und Copyright © 2015:

Siemens AG  
Energy Management Division  
Freyeslebenstraße 1  
91058 Erlangen, Germany  
© 04.2015, Siemens AG

Siemens AG  
Transformers  
Katzwangerstraße 150  
90461 Nürnberg