

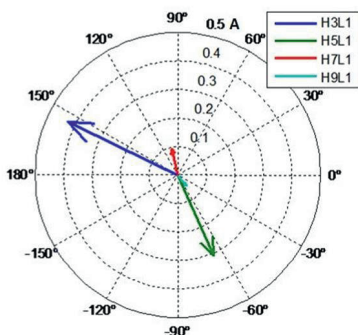
Ausbreitung von harmonischen Schwingungen in lokalen Leitungsnetzen

Fachgebiet: Energietechnik
Betreuer: Prof. Michael Höckel
Experte: Dr. Andreas Beer

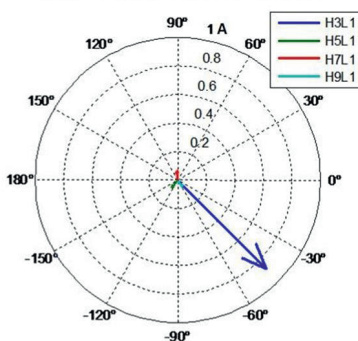
Durch die zunehmende Verwendung von leistungselektronischen Verbrauchern wird die Belastung des Netzes durch harmonische Ströme immer grösser. Deshalb wurde die Ausbreitung dieser Ströme in der Hausinstallation genauer analysiert. Auf Basis der Daten von Messungen in einem Laboraufbau wurde ein Netzmodell erstellt, mit welchem verschiedene Verbraucherkonfigurationen simuliert werden können.

Ausgangslage und Zielsetzung

Sinusförmige Verbraucher werden zunehmend durch Geräte ersetzt, welche harmonische Ströme erzeugen. Da diese Geräte leistungselektronische Schaltungen enthalten, verändern sie zudem die Netzimpedanz aus Sicht des Anschlusspunktes, wodurch Resonanzeffekte auftreten können. Ziel dieser Arbeit ist es, darzustellen, wie verschiedene Gerätetypen die Netzimpedanz beeinflussen. Durch die Analyse der harmonischen Ströme soll aufgezeigt werden, ob diese sich gegenseitig kompensieren oder lokale Spannungsverzerrungen hervorrufen. Zu genaueren Untersuchungen soll anhand Messungen einer definierten Gerätekonfiguration im Labor ein Netzmodell in einer Netzanalyse-Software erstellt und validiert werden.



Lastprofil Steckdosen und PC



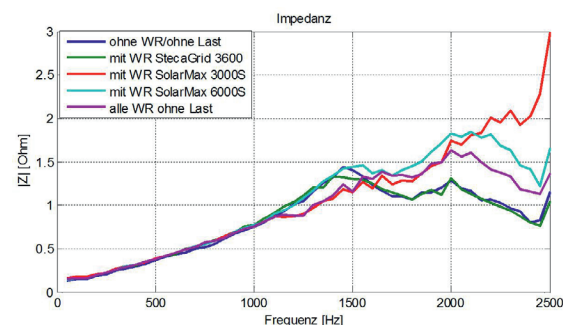
Lastprofil Beleuchtung

Vorgehen

Zur Analyse der Ausbreitung harmonischer Schwingungen wurden zeitgleiche Messungen der Verbraucherströme in mehreren Elektroverteilungen des Gebäudes BFH Tiergarten durchgeführt. Zur Auswertung der harmonischen Ströme wurden für die Verbraucher Lastprofile erstellt. Zudem wurden Netzimpedanzmessungen an verschiedenen Messpunkten ausgeführt. Der Laborversuch wurde mit mehreren Photovoltaik-Wechselrichtern und unterschiedlichen Lasten realisiert. Um die Daten der Labormessung zu verarbeiten, wurde ein Pythonskript erstellt.

Ergebnis

Durch das Vergleichen der Lastprofile wurde ermittelt, welche Stromharmonischen an den jeweiligen Verteilungen auftreten. Anhand der Winkellage verschiedener Profile kann ein Summenprofil erstellt werden und so das Zusammenspiel der verschiedenen Gerätetypen aufgezeigt werden. In den Zeigerdiagrammen ist ersichtlich, dass sich einige Harmonische so gegenseitig aufheben können. Bei der Labormessung wurde festgestellt, dass sich die frequenzabhängige Netzimpedanz durch das Zuschalten der Wechselrichter vergrössert.



Michael Reichenbach



Silvan Wüthrich