

Oberschwingungsleistung im Verteilnetz

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energy and Environment
Betreuer: Prof. Michael Höckel
Experte: Dr. Andreas Beer (Alevar GmbH)

Aufgrund der Zunahme von nichtlinearen Geräten im Netz wurde das Verhalten und die Ausbreitung von Oberschwingungsströmen und -spannungen im Verteilnetz untersucht. Feldmessungen an Trafostationen und Verteilkabinen zeigten, dass sich Oberschwingungsströme im Verteilnetz teilweise gegenseitig kompensieren und dass die Leistung in den Oberschwingungen weder einen signifikanten Einfluss auf die Energiekosten des Endkunden noch auf die Verluste im Netz hat.

Ausgangslage und Ziele

Die Anzahl nichtlinearer Geräte im Netz nimmt zu. Durch den Ausstieg aus der Atomkraft muss der Energiebedarf anderweitig abgedeckt werden. Photovoltaik spielt in der Energiewende eine zentrale Rolle, PV-Inverter sind jedoch ebenfalls nichtlineare Geräte und emittieren, besonders wenn sie an verzerrter Spannung betrieben werden, Stromüberschwingungen. Aufgrund der unterschiedlichen Winkeln zwischen Oberschwingungsspannung und -strom, können durch Wechselwirkungen zwischen Geräten Oberschwingungsströme stark kompensiert werden. Das Ziel der Arbeit war, ein besseres Verständnis für das Verhalten von Harmonischer Leistung zu schaffen. Für diese Arbeit wurden die folgenden Ziele definiert:

- Untersuchung des Verhaltens von diversen nichtlinearen Geräten an verzerrter Spannung
- Untersuchung der Ausbreitung und Kompensation von Harmonischen im Verteilnetz
- Bestimmung des Anteils an Netzverlusten verursacht durch Harmonische
- Einfluss von Aktiven-Harmonischen-Filtern messen und analysieren

Vorgehen und Resultate

Im Labor wurden nichtlineare Geräte auf das Verhalten bei sich ändernder Spannungsverzerrung getestet. Unter Annahme von üblichen Werten für die Impedanzwinkel im Niederspannungsnetz konnte deren Beeinflussung der Spannungsharmonischen abgeschätzt werden. Dabei wurde erkannt, dass die meisten Geräte die Spannungsqualität nicht zwingend verschlechtern oder gar verbessern. Es wurde gezeigt, dass manche Geräte linear auf Änderungen der Spannungsharmonischen reagieren und bei anderen Geräten das Verhalten an verzerrter Spannung schlecht abgeschätzt werden kann. Untersuchte Wechselrichter verhalten sich grösstenteils linear. Ausserdem sollten sie die Spannungsqualität nur selten negativ beeinflussen. Mittels Feldmessungen konnte gezeigt werden, wie und in welchem Masse sich Oberschwingungsströme an diversen Verknüp-

fungspunkten gegenseitig auslöschen. Zu welchen Kompensationen es genau kommt ist stark von den gleichzeitig verwendeten Geräten abhängig. Für die 3., die 5. und die 7. Harmonische wurden Kompensationen zwischen 40 und 70 % festgestellt. Wenn die Stromwinkel einer Harmonischen im Netz sehr unterschiedlich sind, ist mit einem starken Kompensationseffekt zu rechnen. Die Streuung der Winkel steigt mit zunehmender Ordnungszahl. Die durch Harmonische Ströme entstehenden Netzverluste wurden bei dieser Arbeit auf ca. 2 % geschätzt. Durch den Einsatz von Oberschwingungsfiltern konnte gezeigt werden, dass deren Einsatz nur in spezifischen Fällen sinnvoll ist. Bei zufälligem Einsatz der Filter sind sogar Erhöhungen der Spannungsharmonischen möglich. Durch die Messungen konnte gezeigt werden, dass die in den Oberschwingungen enthaltene Wirkleistung keine Relevanz bei der Energieabrechnung hat und auch bei steigender Verzerrung nicht haben wird. Grössere Mengen an bezogener elektrischer Energie enthalten einen Anteil an Oberschwingungswirkenergie, welcher kleiner ist als die normierte Zählertoleranz.

Ausblick

Erfahrungsgemäss stellt die Situation mit der Spannungsverzerrung im Netz aktuell kein Problem dar. Ergänzend zu dieser Arbeit können Netze untersucht werden, in welchen Ladestationen für die Elektromobilität installiert sind. Die Anzahl Ladestationen wird in den nächsten Jahren rasant zunehmen, weshalb man deren Einfluss auf die Spannungsqualität untersuchen sollte. Weiter könnte man die Messungen dieser Arbeit in Industriegebieten wiederholen, um auch die Ströme und Kompensationseffekte in diesem Bereich besser abschätzen zu können. In der Arbeit wurde gezeigt, welche Ströme theoretisch zur Verbesserung der Spannungsqualität führen sollten. Diese theoretischen Überlegungen könnten mittels eines Laboraufbaus mit entsprechenden Stromeinprägungen überprüft werden.



Ron Bruno Buntschu
ron.buntschu@gmx.ch