

VERBESSERUNG DER AUFNAHMEFÄHIGKEIT UND SICHERUNG DER NETZQUALITÄT VON VERTEILNETZEN

Markus MEYER¹, Bastian MAUCHER¹, Rolf WITZMANN¹

Problemstellung

Die große Zahl an Verbrauchern mit Schaltnetzteilen, sowie die zunehmende Anzahl von umrichter-basierten, dezentralen Erzeugungsanlagen in der Niederspannungsebene stellen die Netzbetreiber vor neue Herausforderungen. Hierbei sind insbesondere die Sicherung der Netzqualität und die Vermeidung zu hoher Betriebsmittelauslastungen der Niederspannungs-Verteilnetze zu nennen. Hohe Erzeugungsleistungen in den Niederspannungsnetzen führen mitunter zu einer Lastflussumkehr und damit zu einer Spannungsanhebung an den Niederspannungs-Netzknoten, wodurch immer häufiger Spannungen auftreten, die außerhalb des zulässigen Spannungsbandes liegen. Des Weiteren führt der Einsatz von Wechselrichtern und Schaltnetzteilen zu einer zunehmenden Oberschwingungsbelastung. Insbesondere Oberschwingungen der 3. Ordnung, führen – in Kombination mit den überwiegend einphasig angeschlossenen Verbrauchern sowie einphasigen Erzeugungsanlagen – zu einer zunehmenden Neutralleiterbelastung. Darüber hinaus kommt es durch die einphasigen Verbraucher und Erzeugungsanlagen zu Spannungsunsymmetrien.

Ziel des hier vorgestellten Vorhabens ist es, diesen Problemen mit Hilfe von ansteuerbaren Betriebsmitteln beizukommen und gleichzeitig die Aufnahmefähigkeit der Niederspannungs-Verteilnetze für zusätzliche dezentrale Erzeugungsanlagen zu erhöhen.

Lösungsansatz

Um den oben genannten Problemen entgegen zu wirken, sollen die im Folgenden beschriebenen Betriebsmittel zum Einsatz kommen. Hervorzuheben ist, dass neuartige Betriebsmittel bzw. Stromrichter eingesetzt werden, welche erst im Verlauf des Vorhabens entwickelt werden. Im Folgenden werden die verwendeten Betriebsmittel sowie das vorgesehene Regelkonzept vorgestellt.

PV-Wechselrichter

Bei den zum Einsatz kommenden Wechselrichtern handelt es sich um frei ansteuerbare Wechselrichter, d.h. die Blindleistung kann bis zur Scheinleistungsgrenze hin beliebig vorgegeben werden. Damit können die PV-Wechselrichter sowohl zur Spannungshaltung am Netzverknüpfungspunkt als auch zur gezielten Beeinflussung des Blindleistungsflusses im Niederspannungsnetz genutzt werden. Für den Feldtest ist eine Gesamtscheinleistung von 450 kVA vorgesehen.

Multifunktionaler Längsregler (MFL)

Bei dem Multifunktionalen Längsregler handelt es sich um einen Transformator, dessen Sekundärwicklung seriell in den Leitungsstrang eingebunden ist. Über einen Umrichter wird an der Primärseite des Transformators eine Spannung einprägt, um in der Sekundärwicklung eine Zusatzspannung zu erzeugen, die – innerhalb der Betriebsmittelgrenzen – in Betrag und Phase frei einstellbar ist. Der Umrichter des Längsreglers wird parallel zum Leitungsstrang mit dem Netz verbunden. Damit ist ein zusätzlicher Blindleistungsbezug durch den Shunt-Umrichter möglich. Der MFL hat damit die gleiche Funktionalität wie ein Unified-Power-Flow-Controller (UPFC). Darüber hinaus ist es mit dem MFL möglich, gezielt Oberschwingungen zu filtern und Unsymmetrien auszuregeln, indem in allen drei Phasen unterschiedliche Zusatzspannungen eingeprägt werden.

Batteriespeicher

Die Batteriespeicher können sowohl netzdienlich als auch nutzeroptimiert (Erhöhung des Eigenverbrauchs) betrieben werden, wobei mit dem Regelkonzept eine Kombination aus beiden Betriebsstrategien angestrebt wird.

¹ Technische Universität München, Professur für Elektrische Energieversorgungsnetze, Theresienstraße 90, 80333 München, www.hsa.ei.tum.de,
{Tel.: +49 89 289 25585, {markus.meyer|bastian.maucher}@tum.de},
{Tel.: +49 89 289 22004, rolf.witzmann@tum.de}

Entsprechend werden die Batterien, ebenso wie die PV-Anlagen, mit einem frei ansteuerbaren Wechselrichter ausgestattet. Dies ermöglicht sowohl die Blind- als auch Wirkleistungssteuerung der Batterie. Im Feldtest kommen drei Batterien mit jeweils 30 kW Nennleistung und 30 kWh nutzbaren Energieinhalt zum Einsatz.

Regelkonzept

Um die gewünschten positiven Auswirkungen auf die Netzqualität und Aufnahmefähigkeit der Verteilnetze zu erzielen, werden mehrere Regelziele, sowohl für das Verhalten des Niederspannungsnetzes gegenüber der Mittelspannungsebene, als auch für das Verhalten des Niederspannungsnetzes selbst, definiert.

In einer hierarchischen Struktur werden allen Betriebsmitteln, entsprechend ihrer jeweiligen Funktionalität, primäre und sekundäre Regelziele zugeordnet. Die Ansteuerung der Betriebsmittel erfolgt von einem Leitreechner aus, welcher sich an der Transformatorstation befindet. Die im Netz verteilten Betriebsmittel senden die von ihnen gemessenen Netzparameter, sowie ihren Status, an den Leitreechner. Dieser generiert aus den empfangenen Daten Sollwertvorgaben für die jeweiligen Betriebsmittel. Die Kommunikation zwischen Leitreechner und Betriebsmitteln wird über Broad-Band-Powerline-Kommunikation (BPL) realisiert. Der Leitreechner an der Transformatorstation wird – ebenfalls über BPL – an die Netzleitwarte des Netzbetreibers angebunden. Damit ist es dem Netzbetreiber möglich, dem Niederspannungsnetz, innerhalb der von den Betriebsmitteln und der momentanen Lastflusssituation vorgegebenen Grenzen, unterschiedliche Betriebsweisen vorzugeben und so das Niederspannungsnetz als virtuelles Kraftwerk zu betreiben.

Das Regelung, sowie das Zusammenspiel von Kommunikation und den verschiedenen Betriebsmitteln werden zunächst in einem Netzberechnungsprogramm modelliert, und anschließend in ein Programm zur Hardwareansteuerung portiert. Das Regelkonzept, sowie die anzusteuende Hardware (PVWechselrichter, Multifunktionaler Längsregler (UPFC), Batteriespeicher) werden im Labor (Nachbildung eines Niederspannungsnetzes, Anschlussleistung: 45 kVA) auf ihr Zusammenwirken hin untersucht. Ein abschließender Feldtest soll das entworfene Regelkonzept auf seine Robustheit, Zuverlässigkeit und Praxistauglichkeit testen.

Hinweis

Das hier vorgestellte Vorhaben „Verteilnetz 2020“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages