

AUSWIRKUNGEN ASYMMETRISCH ANGESCHLOSSENER DEZENTRALER ERZEUGUNGSANLAGEN AUF DIE EFFEKTIVITÄT GÄNGIGER NETZPLANUNGSKRITERIEN

Christian AIGNER¹, Rolf WITZMANN¹

Motivation

Die dezentrale Einspeisung erneuerbarer Energien erfolgt zu einem beachtlichen Teil durch Klein- und Kleinanlagen, welche in der Regel nicht dreiphasig an das Stromsystem angeschlossen werden. In der VDE AR-N4100 [3] ist eine Schiefastgrenze von 4,6 kVA je Phase und Netzanschlusspunkt festgelegt, bis zu welcher der Anschluss erfolgen darf. Untersuchungen zeigten dabei, dass bei den Netzbetreibern kaum Kenntnis über die Aufteilung in den Kundenanlagen herrscht, womit von keiner gleichmäßigen Phasenaufteilung, wie üblicherweise bei der Netzplanung angenommen - ausgegangen werden kann. Im Folgenden soll untersucht werden, welche Auswirkungen asymmetrische Einspeisung auf symmetrisch ausgelegte Netze hat.

Methodik

Netzmodell und Versorgungsaufgabe

Als Untersuchungsgrundlage dient ein ländlich geprägter, synthetisch erzeugter Mittelspannungsstrang mit einer Gesamtlänge von 20 km und 33 unterlagerten Niederspannungsnetzen ländlichen und dörflichen Typs [1], [2]. Dies ermöglicht eine spannungsebenen-übergreifende Betrachtung. Insgesamt stehen 1208 potenzielle Netzverknüpfungspunkte für den Anschluss von dezentralen Erzeugern zur Verfügung. Die Anlagenleistungen sind der Verteilung aus dem deutschen DEA-Register entnommen. Um eine Repräsentativität zu erreichen, wird für alle Berechnungen ein probabilistischer Ansatz mit 1000 Zufallsverteilungen angewendet [1]. Darüber hinaus bleibt der Einfluss von Verbrauchern vernachlässigt.

Szenarien

Es werden drei Anschlusszenarien (siehe Tabelle 1) definiert. Im ersten Fall wird dabei der Anschluss mit den vom VDE [3] empfohlenen maximalen Schiefast durchgeführt, im nächsten Szenario wird der vorgegebene Maximalwert erweitert. Der letzte Fall spiegelt in einem Netzgebiet ermittelte reale Verhältnisse wider [4].

Tabelle 1: Phasenaufteilung der Erzeugungsanlagen

Szenario	S_4,6 kVA	S_7,4 kVA	S_zufDis [3]
Verteilung auf Außenleiter	$\leq 4,6 \text{ kVA}$: 100% L1 $> 4,6 \text{ kVA}$: 100% L123	$\leq 7,4 \text{ kVA}$: 100% L1 $> 7,4 \text{ kVA}$: 100% L123	$\leq 5,0 \text{ kVA}$: 85% L1 $5,0 \dots 10 \text{ kVA}$: 55%: L12, 20%L123, 15%L1 $\geq 10 \text{ kWp}$: 90%L123, 10% L12,L13

Durchdringungsgrade

Der Durchdringungsgrad wird im symmetrischen Fall beginnend mit dem ermittelten minimalen Integrationspotenzial von 2 MWp schrittweise bis zu einer Volldurchdringung mit 14 MWp gesteigert. Durch automatisierten Netzausbau wird für die Einhaltung aller Grenzwerte (Spannungsband und thermische Betriebsmittelauslastung) im symmetrischen Fall gesorgt. [1]

¹ Technische Universität München, Professur für Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstr. 21, Tel.: 089 289 25587, www.hsa.ei.tum.de; christian.aigner@tum.de

Ergebnisse

Abbildung 1 stellt den prozentualen Anteil an Knoten mit Grenzwertverletzungen im Netzgebiet bei asymmetrischer Belastung dar. Die Mittellinie repräsentiert den Median, die obere und untere Linie das 5%- und 95%-Quantil. Dabei kann es schon bei Einhaltung der gegebenen Schiefastgrenze vereinzelt zu ungeplanten Spannungsbandverletzungen kommen. Die Anschlusszenarien „S_7.4kVA“ und „S_zufDis“ führen bei symmetrischer Netzplanung zu unzulässigen Spannungsanhebungen in der Niederspannung (3%-Kriterium) und zur Überschreitung der maximal zulässigen Betriebsspannung von $U_n+10\%$ (10%-Kriterium) nach EN 50160. Die alleinige Einhaltung des Spannungsunsymmetriekriteriums (EN50160) reicht dabei nicht aus, um den asymmetriebedingten Spannungsbandverletzungen entgegenzuwirken. Die Überlastung von Transformatoren nimmt ebenfalls zu. Darüber hinaus wird das Verhalten bei Anwendung von statischer Spannungshaltung, für welche bei asymmetrischer Einspeisung abweichende Vorgaben gemacht werden, untersucht.

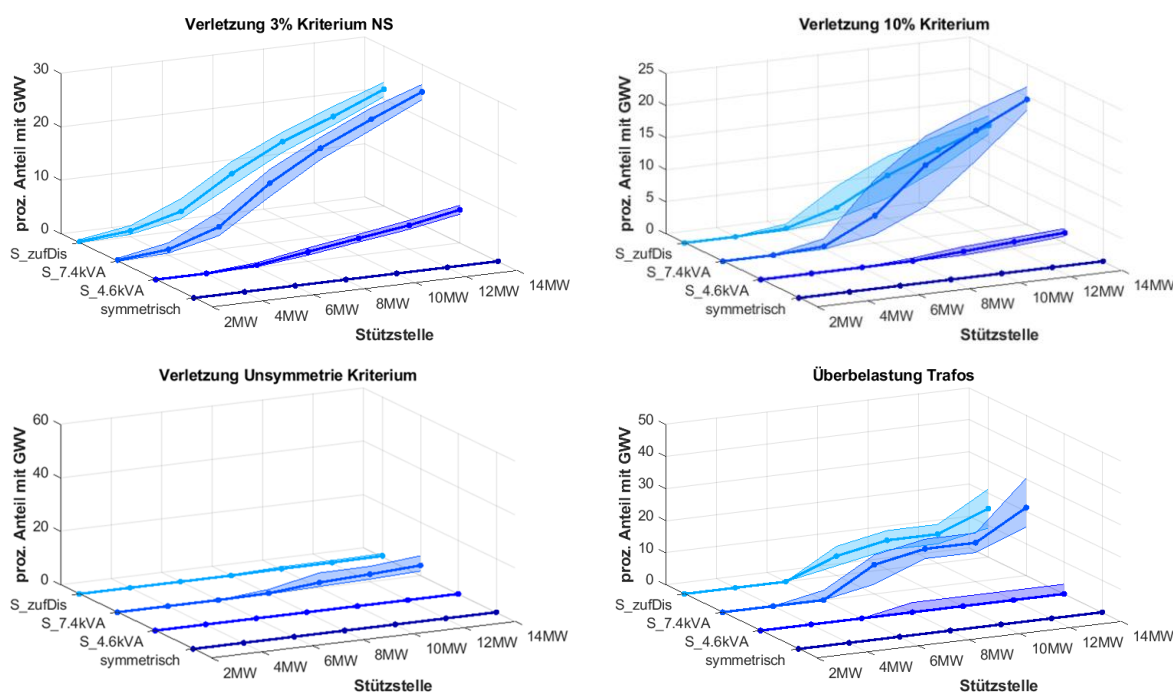


Abbildung 1: Verletzung von Spannungsgrenzwerten und Trafoüberlastung durch Asymmetrische Einspeisung

Zusammenfassung

In den Untersuchungen zeigt sich ein signifikanter Einfluss asymmetrisch einspeisender Erzeugungsanlagen. Eine Erweiterung der in [4] festgelegten Schiefastgrenze von 4,6kVA, wie sie beispielsweise subtil durch Elektromobilität erfolgt, scheint nicht sinnvoll und kann eine Anpassung gängiger Netzplanungsgrundsätze erforderlich machen. Die Vorgabe und Kenntnis der Phasenaufteilung und eine asymmetrische Netzverträglichkeitsprüfung seitens der Netzbetreiber kann künftig notwendig werden.

Referenzen

- [1] Aigner, C., Witzmann, R.: Influence of power system planning criteria on hosting capacity of distribution grids with high DER-penetration, Conference on Sustainable Energy Supply and Energy storage systems (NEIS), Hamburg, 20.-21. September 2018.
- [2] Lindner, M. et al.: Aktuelle Musternetze zur Untersuchung von Spannungsproblemen in der Niederspannung, 14. Symposium Energieinnovation, Graz, 10.-12. Februar 2016
- [3] VDE-AR-N 4100, Technische Anschlussregeln Niederspannung, VDE Verlag GmbH, Berlin, 2019
- [4] Pardatscher, R.: Planungskriterien und Spannungsqualität in Mittel- und Niederspannungsnetzen mit hoher Photovoltaik-Einspeisung, Dissertation, TU-München, 2015