

# Vermessung des frequenzabhängigen Verhaltens von Niederspannungsnetzen im Inselnetzbetrieb und Nachbildung mit Daten des Marktstammdatenregisters

Themenbereich 2 Energieerzeugung/-infrastruktur und Netze

Sebastian SEIFRIED<sup>1(1)</sup>, Tobias LECHNER<sup>(1)</sup>, Dominik J. STORCH<sup>(1)</sup>, Simon FISCHER<sup>(1)</sup>, Claudia BERNECKER-CASTRO<sup>(2)</sup>, Johanna TIMMERMANN<sup>(2)</sup>, Kathrin SCHAARSCHMIDT<sup>(3)</sup>, Ingo FISCHER<sup>(4)</sup>, Michael FINKEL<sup>(1)</sup>, Rolf WITZMANN<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Hochschule Augsburg, <sup>(2)</sup> Technische Universität München, <sup>(3)</sup> LEW Verteilnetz GmbH, <sup>(4)</sup> AVS Aggregatebau GmbH

## Motivation und zentrale Fragestellung

Durch die zunehmende Anzahl von PV-Anlagen (DEA) in Niederspannungsnetzen während der letzten Jahre, wurden die Netzanschlussrichtlinien fortlaufend weiterentwickelt, um einen stabilen Netzbetrieb garantieren zu können. Dies bedeutet, dass das Verhalten im erweiterten Frequenzbereich jeder im Netz vorhandenen DEA von dem jeweiligen Inbetriebnahmedatum abhängt. Im Forschungsprojekt LINDA 2.0 [1] wird mit einer Netzersatzanlage die Inselnetzfrequenz im erweiterten Frequenzbereich variiert, um das Verhalten von Niederspannungsnetzen zu ermitteln. Anschließend wird dieses Verhalten mit einer Abschätzung auf Basis des Marktstammdatenregisters (MaStR-Daten) verglichen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden bei der Entwicklung einer hybriden Netzersatzanlage, die die Einspeisung aus DEA zulässt, verwendet und können als Grundlage zur Abschätzung des frequenzabhängigen Verhaltens von Niederspannungsnetzen während Ausnahmesituationen im Verbundnetz dienen.

## Methodische Vorgangsweise

Mit einer Netzersatzanlage wird während Netzersatzversorgungsersätzen die Frequenz im versorgten Netz von 50 Hz auf 51,7 Hz erhöht und gleichzeitig die Leistungsänderung am Verknüpfungspunkt des Niederspannungsnetzes aufgezeichnet. Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine Frequenzanhebung (x blau) und die dabei gemessene Wirkleistung (x orange) am Netzverknüpfungspunkt mit einer Auflösung von 1 s.

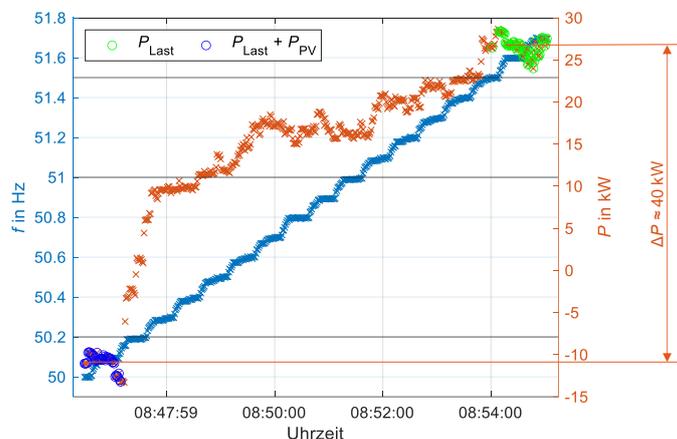


Abbildung 1: Frequenzverlauf (x blau) und gemessener Wirkleistungsverlauf (x orange) mit den markierten Werten (o), die für die Abschätzung der eingespeisten DEA-Leistung verwendet werden.

Es lässt sich erkennen, dass das Netz von Rückspeisung (negatives Vorzeichen der Wirkleistung) in Bezug (positives Vorzeichen) geht. Die blau eingekreisten Samples bilden die Summenleistung des Netzes vor und die grün eingekreisten nach der Frequenzanhebung ab. Es wird angenommen, dass sich die Grundlast in der Zeit vor und nach der Frequenzanhebung nicht ändert und DEAs sich spätestens bei 51,5 Hz vom Netz trennen. Mit dem gemessenen Verlauf und dieser Annahme kann somit die Reduktion der eingespeisten Leistung (in Abbildung 1 ca. 40 kW) aus DEAs abgeschätzt werden.

<sup>1</sup> Jungautor, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg, +49 821 5586-3639, sebastian.seifried@hs-augsburg.de, <https://www.hs-augsburg.de/Elektrotechnik/Sebastian-Seifried-M.Eng..html>

Diese Frequenzanhebung wird mehrmals am Tag durchgeführt, um mehrere Stichproben für das Verhalten des Netzes im erweiterten Frequenzbereich zu erhalten. Der gemessene Wirkleistungsverlauf, welcher durch Zu- und Abschalten von Lasten beeinflusst wird, wird nicht gefiltert oder gemittelt, um Wirkleistungssprünge durch DEA mit definierten Schaltschwellen nicht zu verfälschen.

Da die Verteilung und Inbetriebnahmedaten der Anlagen und somit deren Verhalten am Netz in den vermessenen Gebieten nicht einheitlich ist, ist in diesem Fall eine Verallgemeinerung nicht zielführend. Um Rückschlüsse auf andere Netzgebiete ziehen zu können, bietet das Marktstammdatenregister [2] die Möglichkeit, die in Deutschland installierten DEA hinsichtlich lokaler Verwaltungseinheit, installierter Leistung und Inbetriebnahmedatum einzuordnen. Basierend auf dieser Datengrundlage wird für die jeweils betrachtete Gemeinde ein aggregiertes Verhalten gemäß den Netzanschlussrichtlinien abgeschätzt.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Abbildung 2 stellt das normierte DEA-Verhalten für ein untersuchtes süddeutsches Niederspannungsnetz dar. Die Kurven zeigen den ermittelten Wirkleistungsverlauf der DEA der einzelnen Stichproben. Die in der Legende angegebene Zeit gibt für jeden Leistungsverlauf die Gesamtdauer der jeweiligen Frequenzanhebung an. Die gestrichelte Linie stellt den aus dem Marktstammdatenregister abgeschätzten Bereich dar. Die gemessenen Verläufe unterscheiden sich von dem abgeschätzten Verlauf.

Ein Grund für die Abweichung stellen die MaStR-Daten dar, da diese für die meisten DEA keine stationsscharfe Zuordnung, sondern lediglich eine Zuordnung auf Gemeindeebene zulassen. Das Ergebnis stellt somit das typische Verhalten sämtlicher DEA in der entsprechenden Gemeinde dar. Außerdem kann aufgrund der Systemstabilitätsverordnung (SysStabV) [3] bei ca. 37 % der Anlagen in der exemplarischen Gemeinde keine genaue Zuordnung zu einer einzelnen Netzanschlussrichtlinie vorgenommen werden. Für diesen Anteil der Anlagen ist ein Bereich definiert (grau eingefärbt), in dem die Summenkennlinie liegen kann. Die Grenzen für diesen Bereich ergeben sich unter der Annahme, dass sich die Anlagen alle bei einer Schaltschwelle von 50,2 Hz oder 51,0 Hz trennen und bilden somit den Worst-Case ab.

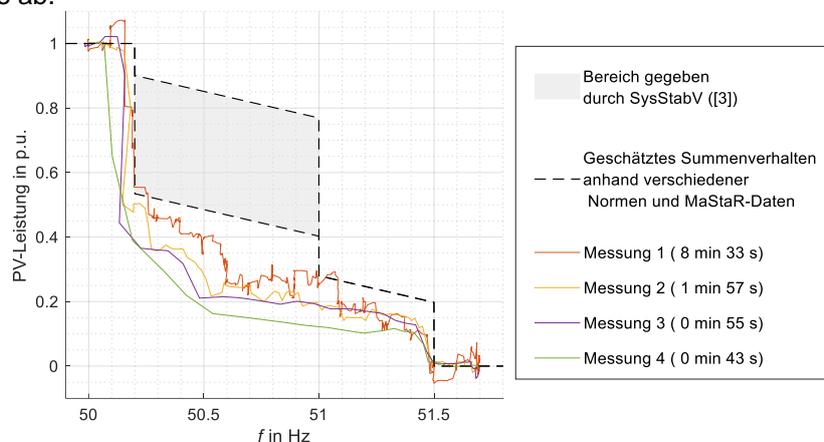


Abbildung 2: Normiertes DEA-Verhalten bei unterschiedlichen Frequenzanhebungen sowie modelliertes Verhalten basierend auf MaStR-Daten

In der Langfassung wird das Vorgehen zur Netzvermessung, ein Überblick über die Netzanschlussrichtlinien sowie die Auswertung weiterer Einsätze im erweiterten Frequenzbereich vorgestellt. Außerdem wird analysiert, inwieweit die Daten des Marktstammdatenregisters eine Bewertung des Netzverhaltens zulassen. Zusätzlich zur Netztrennung der DEA, wird ebenfalls deren Rücksynchronisierung nach einer Frequenzabsenkung untersucht.

## Literatur

- [1] T. Lechner *et al.*, „Lokale (teil-)automatisierte Inselnetz- und Notversorgung mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen (LINDA 2.0): Poster“ in *Innovationen im Verteilnetz*, München, 2021.
- [2] Bundesnetzagentur, *Marktstammdatenregister*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> (Zugriff am: 15. August 2021).
- [3] *Systemstabilitätsverordnung - SysStabV*, Bundesrat, 2012.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages