

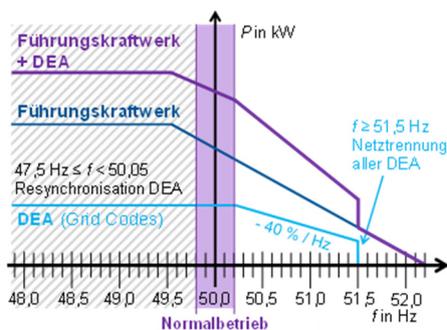
ANALYSE DES REALEN VERHALTENS EINER HETEROGENEN PV-ANLAGENPOPULATION BEI ÜBERFREQUENZ-SITUATIONEN MITHILFE EINES INSELNETZ-FELDVERSUCHS

Christoph J. STEINHART¹, Michael GRATZA², Sonja BAUMGARTNER¹,
Michael FINKEL¹, Rolf WITZMANN², Georg KERBER³

Motivation und zentrale Fragestellung

Die Analysen des Büros für Technikfolgenabschätzungen beim Deutschen Bundestag zeigen die gravierenden Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls. Eine Notversorgung von kritischer Infrastruktur mittels Inselnetzen, gespeist durch die lokal vorhandenen Erzeugungsanlagen, kann in solchen Fällen den Schaden erheblich minimieren [1]. Das Forschungsprojekt LINDA (Lokale Inselnetzversorgung und beschleunigter Netzwiederaufbau mit dezentralen Erzeugungsanlagen) entwickelt ein allgemeingültiges Konzept für den stabilen Inselnetzbetrieb im Notversorgungsfall [2].

Um das LINDA-Konzept möglichst flächendeckend ohne aufwändige Netznachrüstungen einsetzen zu können, verzichtet es auf eine eigene Kommunikationsinfrastruktur. Ein Führungskraftwerk mit einer flachen $P(f)$ -Statik ist für einen ausgeglichenen Wirkleistungshaushalt verantwortlich. Die Inselnetzfrequenz ist in einer Bandbreite von ca. 5 Hz variabel und stellt sich abhängig von der aktuellen Last- und Erzeugungssituation ein. Sie ist damit zentrale Kommunikations- und Regelgröße. [2] Wie in Abbildung 1 dargestellt tragen die dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) durch ihre Leistungsreduktion in Überfrequenz-Situationen zum ausgeglichenen Wirkleistungshaushalt bei. Die historisch gewachsene Erzeugerstruktur führt zu Anlagenverhalten gemäß unterschiedlichen Netzanschlussbedingungen. So erfolgt die Wirkleistungsreduktion bei Anlagen nach VDE-AR-N 4105 [3] und der BDEW-Mittelspannungsrichtlinie [4] durch eine Rampenfunktion. Bei Altanlagen gemäß VDE V 0126-1-1 [5] und nachgerüsteten Anlagen gemäß SysStabV [6] sind hingegen Abschaltungen bei festen Frequenzschwellwerten zulässig.



Zentrale Fragestellungen für die Funktionstüchtigkeit des LINDA-Konzepts sind, ob sich die DEA in der Realität gemäß der anzuwendenden Normen verhalten und ob sie Leistungssprünge hervorrufen, die zu einer Destabilisierung des Inselnetzes führen. Weiterhin ist relevant, dass die Inselnetzerkennung der DEA bei einer gewollten Notversorgungsinsel nicht anspricht. Zur Klärung der Fragestellungen wird das reale Verhalten von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) im Netzbezirk Feldheim analysiert.

Abbildung 1: Wirkleistungs-Regelungskonzept

Methodik

Zur Untersuchung des PV-Anlagenverhaltens in Überfrequenz-Situationen wurde ein Inselnetz-Feldversuch mit einem Wasserkraftwerk als Führungskraftwerk durchgeführt. Im Inselnetzgebiet sind 133 PV-Anlagen mit einer Summenleistung von 1,47 MW_p und heterogenem Normverhalten installiert. Neben ca. 400 Haushalten und Kleingewerben als vorhandene Lasten wurden kleinstufig schaltbare Lastbänke in das Netz integriert. Diese ermöglichten eine Einstellung nahezu beliebiger Inselnetzfrequenzen in der gewünschten Bandbreite zwischen 47,5 Hz und 52,0 Hz entlang der resultierenden $P(f)$ -Statik aus Führungskraftwerk und DEA durch gezielte Lastvorgaben.

¹ Hochschule Augsburg, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg, Tel.: +49 821 5586-3362, christoph.steinhardt@hs-augsburg.de, www.hs-augsburg.de/LINDA

² Technische Universität München, Professur für Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstraße 21, 80333 München, Tel.: +49 89 289-22017, michael.gratza@tum.de, www.tum.de

³ LEW Verteilnetz GmbH, Schaezlerstraße 3, 86150 Augsburg, Tel.: +49 821 328-1386, georg.kerber@lew-verteilnetz.de, www.lew-verteilnetz.de

Dieser Inselnetzaufbau erlaubte die Messung des realen PV-Anlagenverhaltens in Überfrequenz-Situationen und bei Rücksynchronisation nach Netztrennung. Anhand des Datums der Inbetriebnahme, installierter Wirkleistung und Spannungsebene wurde in Vorbereitung auf den Feldversuch das zu erwartende Normverhalten bestimmt. Dieses kann nun mit dem realen Verhalten verglichen werden (Abbildung 2).

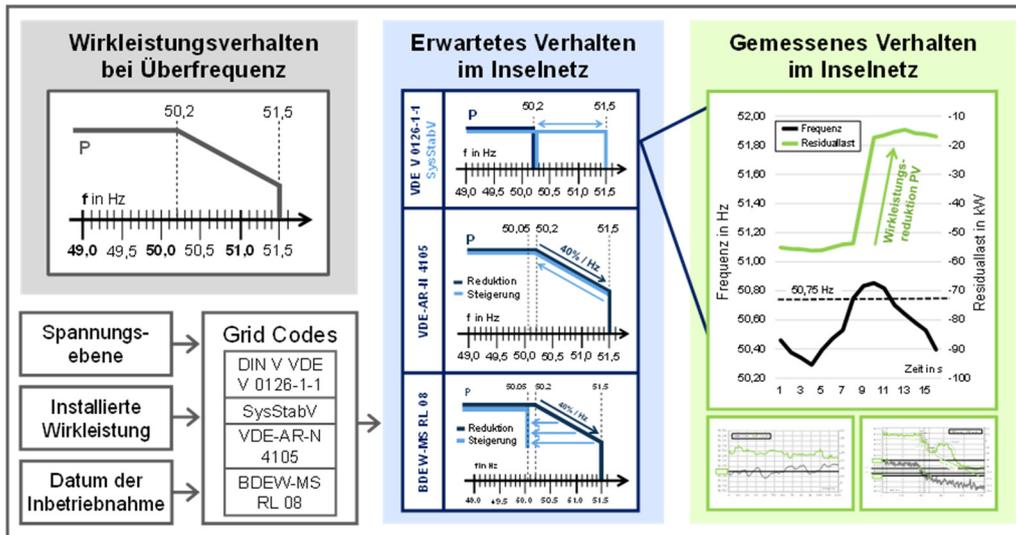


Abbildung 2: Wirkleistungsreduktion von PV-Anlagen in Überfrequenz-Situationen

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Vorgestellt werden Messergebnisse zur Wirkleistungsreduktion und -steigerung von PV-Anlagen mit Frequenzschwellwerten und Rampenfunktionen in und nach Überfrequenz-Situationen. Auf Basis der Messergebnisse lässt sich das Zusammenwirken der unterschiedlichen PV-Anlagen analysieren und deren Einfluss auf die Inselnetzstabilität ermitteln sowie ein Vergleich mit dem erwarteten Normverhalten durchführen. Weiterhin werden Messergebnisse zur Rücksynchronisation nach Netztrennung der dezentralen Erzeugungsanlagen gezeigt. Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere (Insel-)Netze wird in der Langfassung ebenfalls thematisiert.

Literatur

- [1] T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann, M. Poetzsch und U. Riemann, Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften - am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, 2010.
- [2] C. J. Steinhart, M. Finkel, M. Gratza, R. Witzmann, G. Kerber und K. Schaarschmidt, Local Island Power Supply with Distributed Generation Systems in Case of Large-Scale Blackouts, Helsinki: CIRED, 2016.
- [3] VDE, VDE-AR-N 4105 Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Technische Mindestanforderung für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz, Berlin: VDE Verlag, 2011.
- [4] BDEW, Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz (Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz), Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2008.
- [5] VDE, DIN V VDE V 0126-1-1:2013-08 - Selbsttätige Schaltstelle zwischen einer netzparallelen Eigenerzeugungsanlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz, 2013.
- [6] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Verordnung zur Gewährleistung der technischen Sicherheit und Systemstabilität des Elektrizitätsversorgungsnetzes (Systemstabilitätsverordnung - SysStabV), Berlin, 2012.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages