

SCHWARZSTART, BETRIEB UND SYNCHRONISATION EINES UMRICHTERBASIERTEN INSELNETZES GEFÜHRT DURCH EINEN NETZBILDENDEN BATTERIESPEICHER

Carolin VOGEL^{1*}, Anja UFKES², Rolf WITZMANN¹

Motivation

Die Entwicklung der Versorgungsstruktur, weg von wenigen zentralen Großkraftwerken hin zu vielen, zunehmend umrichterbasierten, dezentralen Erzeugungseinheiten erfordert ein Umdenken in der Netzführung, um auch zukünftig eine zuverlässige und stabile Stromversorgung zu gewährleisten. Gleichzeitig rückt die Entwicklung von Konzepten zur Bewältigung großflächiger Versorgungsausfälle in den Fokus. [1] Historisch wird die Notversorgung kritischer Infrastrukturen (z. B. Krankenhäuser) priorisiert [2]. Auch für Industriebetriebe ist die Weiterversorgung im Falle von Versorgungsausfällen jedoch von Bedeutung, da sonst erhebliche materielle und wirtschaftliche Schäden entstehen können.

Im Forschungsprojekt INZELL (Netzstützung und Systemdienstleistungserbringung durch eine Industriezelle mit Inselnetzfähigkeit und Erneuerbaren Energien) wird ein ganzheitliches Konzept für die Weiterversorgung eines Mittelspannungswerksnetzes entwickelt. Grundlage für die Versorgung des Werksnetzes im Inselnetzbetrieb bilden ein schwarzstartfähiges Batteriespeichersystem (BESS) mit netzbildender Funktion sowie vorhandene Photovoltaik- und Windkraftanlagen. [3] Im Rahmen eines ersten Feldversuchs zur Erprobung des Inselnetzbetriebs mittels netzbildendem BESS wurde ein vereinfachter Inselnetz-Testaufbau am Campus der OTH Regensburg errichtet [4]. Die Erkenntnisse des Feldversuchs fließen u. a. in die Modellbildung zur simulativen Untersuchung des Werksnetzes ein.

Testaufbau und Untersuchungsschwerpunkte

Im Gegensatz zum Mittelspannungswerksnetz (20 kV), befindet sich der Inselnetz-Testaufbau auf Niederspannungsebene (0,4 kV). Lastseitig sind eine ohmsch-induktive Lastbank (GLB, ≤ 1000 kVA), eine Asynchronmaschine (ASM, 11 kW) und eine Kondensatorbank (C-Bank, 35 kvar) vorhanden. Erzeugungsseitig ist neben dem BESS (68,5 kVA) auch ein Notstromaggregat (NEA, 40 kVA) vorhanden. Beide Erzeugungseinheiten können sowohl netzbildend als auch netzparallel betrieben werden, wobei der Fokus der Untersuchungen auf dem netzbildenden Verhalten des BESS liegt. Der grundsätzliche Aufbau des Inselnetzes mit netzbildendem BESS ist in Abbildung 1 dargestellt.

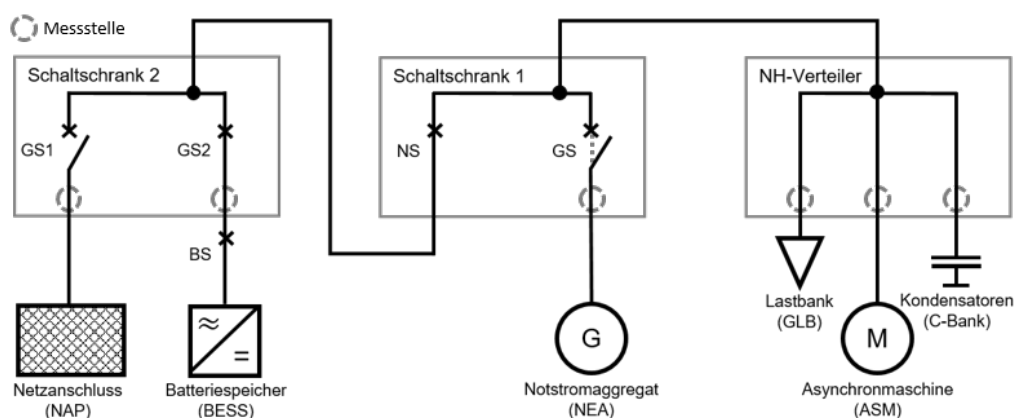


Abbildung 1: Schematische Darstellung des 0,4 kV Inselnetzes mit netzbildendem BESS

¹ Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstraße 21, D-80333 München, <https://www.epe.ed.tum.de/hsa>
Tel.: 0049 89 289-25090, E-Mail: carolin.vogel@tum.de

² Technische Universität Clausthal, Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme, Leibnizstraße 28, D-38678 Clausthal-Zellerfeld

Im Rahmen der Versuche im Inselnetz-Testaufbau werden die folgenden Anwendungsfälle untersucht:

- Inselnetzbildung und -betrieb mit einem netzbildenden Erzeuger
- Inselnetzbildung und -betrieb mit einem netzbildenden und einem netzparallelen Erzeuger
- Inselnetzbildung und -betrieb mit zwei netzbildenden Erzeugern
- Synchronisation des Inselnetzes mit dem öffentlichen Netz

Ziel der Untersuchungen ist es, den Einfluss der im Inselnetz verfügbaren Stellgrößen auf Spannung und Frequenz für jeden der genannten Anwendungsfälle zu identifizieren. Dabei werden u. a. folgende Größen variiert: Steigung der $f(P)$ - bzw. $U(Q)$ -Statik des BESS durch Anpassung der Referenzwerte für U , f , P und Q , Nennleistung des BESS durch Zu- oder Abschalten einzelner Umrichtereinheiten, Auslastung des BESS durch Zu- oder Abschaltung zusätzlicher Last- und/oder Erzeugungsleistung.

Erste Ergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche zum Schwarzstart und Betrieb des Inselnetzes sowie zur anschließenden unterbrechungsfreien Synchronisation mit dem öffentlichen Netz werden in der Langfassung detailliert vorgestellt. In Abbildung 2 sind exemplarisch die 10 ms-RMS-Messdaten von ohmsch-induktiven Lastsprüngen im Inselnetz (links) sowie Versuchen zur Synchronisation (rechts) dargestellt. Generell zeigt sich ein stabiles Spannungs- und Frequenzverhalten im Inselnetz entsprechend der hinterlegten $f(P)$ - bzw. $U(Q)$ -Statiken des netzbildenden BESS. Dies gilt sowohl für ohmsch-induktive Belastungen mit der GLB oder dem NEA als auch für die Zuschaltung der ASM oder der C-Bank. Selbst bei hohen Belastungen des BESS mit bis zu 150 % der Nennleistung werden Spannung und Frequenz auf den anhand der Statiken einzustellenden Werten gehalten. Zum Zusammenbruch des Inselnetzes kommt es nur bei Versuchen, die explizit zur Erfassung des Abbruchverhaltens des BESS durchgeführt werden.

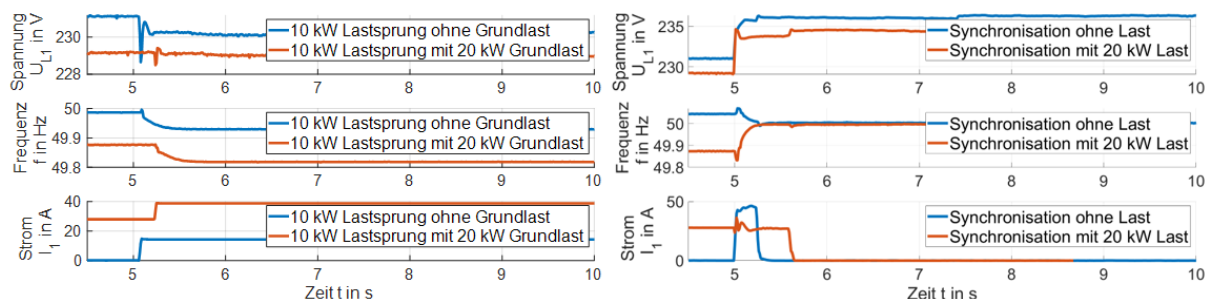


Abbildung 2: Zeitverläufe (10 ms-RMS-Messdaten) verschiedener Inselnetzversuche mit netzbildendem BESS, links: ohmsch-induktive Belastung durch GLB mit $\cos(\phi)=0,9$; rechts: Synchronisation mit dem öffentlichen Netz

Referenzen

- [1] T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann, M. Poetzsch und U. Riehm, „Was bei einem Blackout geschieht - Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls“, Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag - 33, Berlin, 2010.
- [2] M. Nuschke, „Frequenzstabilität im umrichterdominierten Verbundnetz“, Dissertation, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 2021.
- [3] Projektwebsite INZELL, [Online]. <https://forschungsprojekt-industriezelle.de/>
- [4] L. Brey, „Erprobung von Inselnetz-Betriebsstrategien im Outdoor-Leistungslabor am Campus der OTH Regensburg“, 2023. [Online]. <https://forschungsprojekt-industriezelle.de/blog-post/>



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages