

NETZBELASTUNG AUSGEWÄHLTER VERTEILUNGEN UND ABGÄNGE EINES KRANKENHAUSES ALS GRUNDLAGE ZUR AUSLEGUNG UND PLANUNG VON NOTSTROMSYSTEMEN

Sebastian SEIFRIED^{1(*)}, Tobias LECHNER¹, Johanna TIMMERMANN², Claudia BERNECKER-CASTRO², Andreas ALTMANN³, Jens KÜHNE³, Michael FINKEL¹, Rolf WITZMANN²

Motivation und zentrale Fragestellungen

Durch den Wandel in der elektrischen Energieerzeugung von zentralen Großkraftwerken hin zu vielen verteilten dezentralen Erzeugungsanlagen (z.B. Wind, PV-Anlagen, etc.) ist vermehrt große Erzeugungspotential in den Verteilnetzen vorhanden. Während eines Stromausfalls bleibt dieses Erzeugungspotential nach heutigem Stand in vielen Fällen ungenutzt, da die meisten Notstromsysteme auf Dieselmotoren zurückgreifen. In den Forschungsprojekten LINDA und LINDA 2.0 wurden Konzepte entwickelt, dieses Potential für eine Notstromversorgung mittels Inselnetzen für Kritische Infrastrukturen zugänglich zu machen. Um im Voraus abschätzen zu können, ob mit einer Inselnetzbildenden Einheit, wie beispielsweise einem Batteriespeicher, die Verbraucher einer Kritischen Infrastruktur betrieben werden können, muss vorher deren Energiebedarf, Leistungsverlauf und Zuschaltverhalten grob bekannt sein. Anhand des Energiebedarfs kann abgeschätzt werden, ob der Energievorrat für die auslegungsrelevante Dauer einer Notstromversorgung ausreichend ist, oder ob auf einen anderen Primärenergie-träger zurückgegriffen werden muss. Der Leistungsverlauf am Netzverknüpfungspunkt und das Zuschaltverhalten einzelner Geräte gibt Aufschluss darüber, ob die Integration des untersuchten Abgangs zu einer Schutzauslösung führt. Im Projekt LINDA 2.0 werden unterschiedliche Kritische Infrastrukturen hinsichtlich deren Energiebedarf und deren Zuschaltverhalten analysiert, um eine Datenbasis hierfür zu schaffen. In dieser Veröffentlichung wird speziell auf die elektrischen Eigenschaften eines Krankenhauses eingegangen. Dabei werden gesamte Niederspannungshauptverteilungen von Gebäuden sowie ausgewählte maßgebliche Einzelverbraucher oder Abteilungen analysiert, da diese im Hinblick auf eine Notstromversorgung mit spürbaren Lastsprüngen zugeschaltet sowie im Betrieb mit spürbaren Lastschwankungen betrieben werden würden.

Methodik

Während des regulären Betriebs eines Krankenhauses werden verschiedene Niederspannungshauptverteilungen und Abteilungen, die essentiell für die Versorgung von Patienten sind mit einem Leistungsmessgerät der Klasse A vermessen. Das Messgerät verfügt auch über eine Störschreiber-Funktion, die es ermöglicht 10-ms-RMS- und Oszilloskopbilder aufzuzeichnen, mit denen das Zuschaltverhalten der in der entsprechenden Abteilung vorhandenen Verbraucher zu analysieren. Dabei wird nicht im Detail auf die Geräte eingegangen, sondern primär auf den Verlauf von Wirk- und Blindleistung sowie den Maximalströmen während des Betriebs. Die Kenntnis dieser Größen/Verläufe sind essentiell für die Planung und den Betrieb einer Inselnetznottversorgung nach dem LINDA Prinzip, da hierbei ein Netz von außen der Kritischen Infrastruktur zur Verfügung gestellt wird. Für die bisherige Notstromversorgung von Krankenhäusern wird überwiegend auf einzelne Niederspannungs-Dieselmotoren zurückgegriffen. Diese ermöglichen oft nur den Betrieb von ca. 50 % der Verbraucher eines Krankenhauses, was eine besondere Anforderung hinsichtlich Leistungsbedarf und Laständerungsverhalten bei der Notstromversorgung mit Hilfe eines Inselnetzes zur Folge hat. Ein Inselnetz hat mit einer Lastübernahme von zunächst 50 % (z.B. 500 kW) der Hauslast aller nicht vom Krankenhaus-Aggregat versorgten Verbraucher und später mit einer mehr oder weniger sanften Übergabe der ggf. gestuften Last der notstromversorgten Verbraucher (Schonung des Dieselvorrates im Krankenhaus) zur rechnen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

¹ TH Augsburg, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg (DE), +49 821 5586-3639, sebastian.seifried@tha.de, www.tha.de

² TU München, Arcisstraße 21, 80333 München (DE), www.tum.de, +49 89 28901

³ Uniklinikum Leipzig, Liebigstraße 20, 04103 Leipzig (DE), www.uniklinikum-leipzig.de, +49 341 97109

Ergebnisse

In der Kurzfassung wird beispielhaft für die Magnetresonanztomographie (MRT) die Auswertung gezeigt. Im Ruhezustand weist dieser Abgang eine Leistung von etwa 10 kW auf. Während einer MRT-Aufnahme ist ein spezifischer Leistungsverlauf zu beobachten, welcher exemplarisch in Abbildung 1 in der obersten Achse dargestellt ist. Dabei sind Lastwechsel bis maximal 20 kW in positiver Richtung und bis 55 kW in negativer Richtung zu beobachten. Um die dynamische Belastung für eine Inselnetzbildende Einheit während den einzelnen Zeitschritten zu analysieren, werden beispielhaft drei einzelne Zeiträume (1...3-RMS) über die Störschreiber-Funktion in den mittleren Achsen der Abbildung durch die 10 ms-RMS-Bilder genauer dargestellt. Diese drei analysierten Zeiträume sind mit Rechtecken in dem gemessenen Verlauf gekennzeichnet. Einzelne Stromspitzen sind in den RMS-Bildern häufig nicht zu erkennen. Daher zeigen die untersten drei Achsen von Abbildung 1 die Oszilloskopbilder der drei Phasenströme (1...3-Osz) während sprunghaften Leistungsänderungen der Zeiträume 1...3-RMS. Die maximal gemessene Amplitude lag bei ca. $I_{\text{Scheitel}} = 240$ A. Der Leistungsfaktor der Abteilung lag während des gesamten Messzeitraums zwischen 0,86 bei niedriger und 0,99 bei hoher Bezugsleistung.

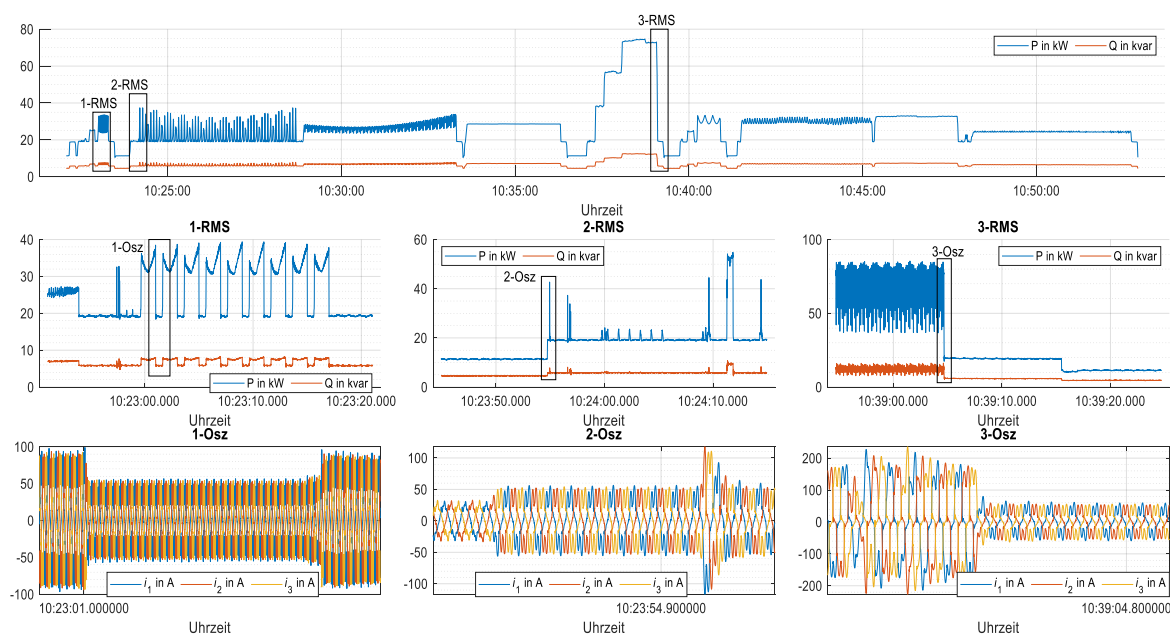


Abbildung 1: Oben: Verlauf von P und Q einer MRT-Aufnahme mit markierten Leistungsänderungen, die in den mittleren drei Bildern dargestellt sind; Mitte: 10 ms-Daten von Wirk- und Blindleistung der markierten Zeiträume; Unten: Stromverläufe der Phasenströme während den Leistungssprüngen

Innerhalb der gesamten Woche lag der Energieverbrauch während der MRT-Aufnahmen im Median bei 11 kWh pro Aufnahme. Es zeigt sich, dass der Energiebedarf einer MRT-Aufnahme stark von der Untersuchung abhängig ist und daher eine große Streuung aufweist. Vereinfacht kann eine Energiemenge von 15 kWh pro Aufnahme angenommen werden. In der Langfassung wird das Vorgehen der Messdatenauswertung beschrieben und die Auswertung für die gesamte Niederspannungshauptverteilung verschiedener Gebäude vorgestellt. Darüber hinaus wird der Vorgang der Netzübernahme durch eine Inselnetzbildende Einheit, die Rücksynchronisierung und die hierfür notwendigen Voraussetzungen beschrieben.

Verwendung der Ergebnisse

In weiterführenden Untersuchungen wird auf Basis der erhobenen Daten eine Lastmodellierung durchgeführt, um bewerten zu können, ob eine Inselnetzbildende Einheit für eine Kritische Infrastruktur geeignet ist. Hierfür ist die Kenntnis der Leistungsschaltperformance einer Inselnetzbildenden Einheit vergleichbar zu [1] essenziell. Die Untersuchung liefert wichtige Erkenntnisse für die Neuplanung der Notstromversorgung des untersuchten Krankenhauses.

Referenzen

- [1] C. J. Steinhart et al., „Gasmotoren als Führungskraftwerk im Inselnetzbetrieb“, Magazin für die Energiewirtschaft, 3-4, S. 38–42, 2018.