

# Analyse methodischer Modellierungsansätze im Kontext von Verteilnetzsimulationen

Netzmodellierung und Versorgungssicherheit  
Andreas WEIß<sup>1(1)</sup>, Janis REINHARD<sup>(1)</sup>, Mathias MÜLLER<sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.

## Motivation und zentrale Fragestellung

Durch die Energiewende befindet sich das gesamte Energiesystem im Wandel, jedoch resultieren insbesondere in den untersten Ebenen des Stromnetzes, der Verteilnetzebene, neue Belastungssituationen. Der umfangreiche Zubau erneuerbarer Energien (EE-)Anlagen, wie z. B. Photovoltaik-Anlagen, sorgt für Energieüberschüsse und dementsprechend für eine zeitweise Umkehr des Lastflusses. Eine gegenläufige Entwicklung resultiert aus direkter Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätssektors, durch welche eine zusätzliche Netzbelastung resultiert. Die Entwicklungen sind dabei stark von der Regionalität geprägt, wobei ländliche Verteilnetze vorwiegend mit dem EE-Ausbau konfrontiert werden, wohingegen (vor-)städtische Verteilnetze primär vor der Aufgabe der Deckung der zusätzlichen Last durch die neuen Verbraucher stehen. /ÜNB-02 18/

Zur Entwicklung und Überprüfung von Lösungen für die bevorstehenden Herausforderungen bei der Umsetzung der Energiewende im Verteilnetz, sind Simulationsmodelle ein gängiges Werkzeug, um realitätsnahe Zustände abbilden zu können. Das über diverse Forschungsprojekte kontinuierlich weiterentwickelte Stromnetz- und Energiesystem-Modell für Verteilnetze „GridSim“ stellt eines dieser Werkzeuge zur Beantwortung der aktuellen Forschungsfragen rund um das Verteilnetz dar /FFE-99 19/. Die Simulationen beginnen dabei grundsätzlich mit dem Initialisierungsprozess, welcher nach Auswahl der Verteilnetztopologie vorrangig die Verteilung und Dimensionierung der darin angeschlossenen Komponenten und Netzbetriebsmittel umfasst. Je nach Projekt variiert die Datenbasis und somit auch die Methode, welche Netztopologien selektiert und welche Komponenten darin verteilt werden können. So besteht die Option bei Verfügbarkeit der entsprechenden Parameter, die Verteilnetztopologie realitätsgetreu einschließlich aller elektrischer Kenngrößen zu parametrieren oder bei Nichtverfügbarkeit synthetische/regionstypische Netztopologien als Näherung oder Generalisierung anzunehmen. Für Komponenten ergeben sich vergleichbare Optionen von der realitätstreuen Verteilung auf einzelne Netzknoten bis hin zur zufälligen Verteilung auf Basis von Durchdringungsgraden. Somit kann sowohl in Abhängigkeit der Datengrundlage als auch der spezifischen Forschungsfrage eine geeignete Modellparametrierung durchgeführt werden, um fundierte Ergebnisse zur Ableitung von Erkenntnissen und Handlungsempfehlungen zu erhalten.

Das Ziel dieses Papers ist die Darstellung und der Vergleich verschiedener Modellierungsansätze im Kontext der Simulation aktueller Netzbelastungssituationen in der Niederspannungsebene. Es wird evaluiert, welcher Modellierungsansatz zur Beantwortung verschiedener Problem- und Fragestellungen geeignet ist und durch welche Rahmenbedingungen der Einsatz begünstigt bzw. bedingt wird. Auch werden die Vor- und Nachteile der Modellierungsansätze herausgearbeitet und an exemplarischen Simulationen quantifiziert, wie viele Zufallsverteilungen bei der Berechnung von Netzbelastungszuständen für ein stabiles Ergebnis notwendig sind.

## Methodische Vorgangsweise

Im Rahmen der Publikation wird zunächst das Stromnetz- und Energiesystem-Modell für Verteilnetze „GridSim“ vorgestellt. Um die Grundlage der Konfigurationsoptionen beispielhaft darzustellen, wird für die verschiedenen Komponenten deren Initialisierungsprozess einschließlich Verteilung und Auslegung verdeutlicht. Auch der Simulationsablauf und die Auswertungsoptionen im Modell stellen einen grundlegenden Baustein der weiteren Analyse dar und werden erörtert.

Basierend auf vergangenen Projekten werden, einschließlich eines Grundlagen-Exkurses, die verschiedenen Konfigurationsoptionen vorgestellt. Insbesondere die jeweiligen Problem- und Fragestellungen sowie die Notwendigkeit der jeweiligen Eingangsdaten werden hervorgehoben. Es erfolgt eine Gegenüberstellung der Modellierung entsprechend statistischer Näherungen bzw.

---

<sup>1</sup> „Jungautor“, Am Blütenanger 71, 80995 München, +49 (0)89 158121-64, aweiss@ffe.de, www.ffe.de

Generalisierung im Vergleich zur Konfiguration auf Detailebene der Netzanschlussknoten eines Verteilnetzes. Im Fall der statistischen Modellierung wird die Simulation basierend auf einer Typnetztopologie und Durchdringungsgraden konfiguriert, während im alternativen Fall eine auf Detailebene der Anschlussknoten genaue Komponentenverteilung erfolgt. An Beispielsimulationen, mit dem Fokus auf Auswirkungen der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen auf die Netzbelastung, werden methodische Unterschiede, Herausforderungen sowie Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze exemplarisch verdeutlicht. Dabei werden skalare Indikatoren ermittelt, welche Aussagen hinsichtlich der Auslastung von Betriebsmitteln und Spannungsqualität ermöglichen und in einem iterativen Prozess, die für ein stabiles Ergebnis notwendige Anzahl an Zufallsverteilungen identifiziert.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Es wurden verschiedene Methoden zur Konfiguration von Verteilnetzsimulationsszenarien am Beispiel eines bestehenden Modells analysiert und verglichen. Dabei wurde das Spektrum der Konfiguration von Modellierung entsprechend statistischer Näherungen bzw. Generalisierung bis hin zur Verteilung der Komponenten auf Detailebene der Netzanschlussknoten verdeutlicht. Es wurde gezeigt, welche Problem- und Fragestellungen sich mit den verschiedenen Ansätzen adressieren lassen. Auch wurde quantifiziert, mit welcher Anzahl an zu simulierenden Zufallsverteilungen, sich nach statistischer Auswertung die Abweichungen zu den Mittelwerten von skalaren Kennzahlen der Netzbelastung nur marginal verändern.

## **Literatur**

- /FFE-99 19/ Müller, Mathias et al.: Methodology for Simulation of large Distribution Grids with dynamic Generation of Load Profiles. Dublin: 3rd E-Mobility Power System Integration Symposium, 2019.
- /ÜNB-02 18/ Szenariorahmen für den Netzentwicklungsplan Strom 2030 (Version 2019) - Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin, Dortmund, Bayreuth, Stuttgart: 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, 2018.