

# AKTUELLE MUSTERNETZE ZUR UNTERSUCHUNG VON SPANNUNGSPROBLEMEN IN DER NIEDERSPANNUNG

Marco LINDNER<sup>1</sup>, Christian AIGNER<sup>1</sup>, Rolf WITZMANN<sup>1</sup>,  
Frank WIRTZ<sup>2</sup>, Ibrahim BERBER<sup>3</sup>, Markus GÖDDE<sup>4</sup>, Robert FRINGS<sup>4</sup>

## Einleitung

Als Herzstück der deutschen Energiewende stellt die Integration von fluktuierenden Erzeugungsanlagen erneuerbarer Energien Verteilnetzbetreiber vor zunehmend größere Herausforderungen. Um den klassischen, brandherdorientierten Netzausbau zu vermeiden wird aktuell eine Vielzahl an Untersuchungen zu innovativen Methoden der statischen Spannungshaltung sowie Verteilnetzflexibilisierung vorangetrieben. Verschiedenste Studien stützen Ihre Aussagen auf zum Teil stark generalisierte und vereinfachte Verteilnetzmodelle oder Ausschnitte vereinzelter, realer Verteilnetze. Beide Lösungsansätze führen zu Ergebnissen, die nicht ohne Weiteres auf andere Netze und schon gar nicht auf ein ganzes Land übertragen werden können. Dies führt neben der Lösungssuche für regionale Fragestellungen vor allem bei Normen- oder Richtlinienempfehlungen zu Problemen. Die Modellbildung sollte daher gezielt dem Untersuchungszweck angepasst werden und alle gewünschten Effekte beinhalten.

Im Projekt „U-Control“ liegt der Untersuchungsschwerpunkt auf dem Verhalten verschiedener Verfahren der statischen Spannungshaltung, welche in Verteilnetzen unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten beleuchtet werden. Daher trägt die korrekte Nachbildung der Spannungsverhältnisse im Netz maßgeblich zur Modellbildung der Mittel- und Niederspannungsnetze bei.

## Datengrundlage

Die Datengrundlage der Musternetzbildung besteht aus 358 digitalisierten Niederspannungsnetzen mit insgesamt 1550 Niederspannungssträngen aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands. Neben einem Großteil an stark verkabelten, ländlichen Netzen kommen auch Netze mit hohem Freileitungsanteil oder (vor-)städtischem Charakter vor. Ziel der Musternetzerzeugung war es, für jede Netzklasse und regionalen Netztyp ein Musternetz zu definieren. Insgesamt wurden 29 elektrische und 2 geografische Netzparameter stranggenau ausgewertet und in einer Datenbank erfasst.

## Methodik

Wiederholend kontrovers diskutiert wird das Thema der Klassifizierung von elektrischen Energieversorgungsnetzen. Hierbei werden die Eingangsdaten kategorisiert und in Klassen eingeteilt. Kerber verfolgt einen Ansatz der subjektiven Einteilung der Netze durch Luftbildaufnahmen und Bevölkerungszahlen [1]. Walker distanziert sich vom „Stadt-, Land-, Übergangsprinzip“ und begegnet der Problematik ergebnisoffen mit Hilfe einer mathematischen Faktoranalyse mit nachgelagerter Plausibilitätsprüfung sowie einer darauf aufbauenden Clusteranalyse nach der Ward Methode [2].

In dieser Arbeit hat sich, mit Blick auf den Untersuchungszweck, der mittlere, geografische Hausabstand als primärer Klassifizierungsparameter etabliert. Mit Hilfe von empirischen Verteilungsfunktionen der klassifizierten Daten können synthetische Netze erstellt werden. Dabei werden vorab die Transformatorgröße und die Auslastung des zu erstellenden Netzes per Quantil vorgegeben. Über das Quantil wird die Anzahl der Netzverknüpfungspunkte (NVP) und damit die Auslastung des Transformators errechnet. Anschließend werden iterativ Netzstränge aus den Verteilungsfunktionen des Verbraucher-sammenwiderstands und der Leitungsparameter erzeugt und dem Transformator zugewiesen. Wiederholt wird, bis die gewünschte Anzahl an NVP erreicht ist.

<sup>1</sup> Technische Universität München, Professur für elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstraße 21, 80333 München, [marco.lindner@tum.de](mailto:marco.lindner@tum.de), [www.een.ei.tum.de](http://www.een.ei.tum.de)

<sup>2</sup> Bayernwerk AG, Lilienthalstraße 7, 93049 Regensburg, [www.bayernwerk.de](http://www.bayernwerk.de)

<sup>3</sup> Netze BW GmbH, Schelmenwasenstraße 15, 70567 Stuttgart, [www.netze-bw.de](http://www.netze-bw.de)

<sup>4</sup> INFRAWEST GmbH, Lombardenstraße 12-22, 52070 Aachen, [www.infracwest.de](http://www.infracwest.de)

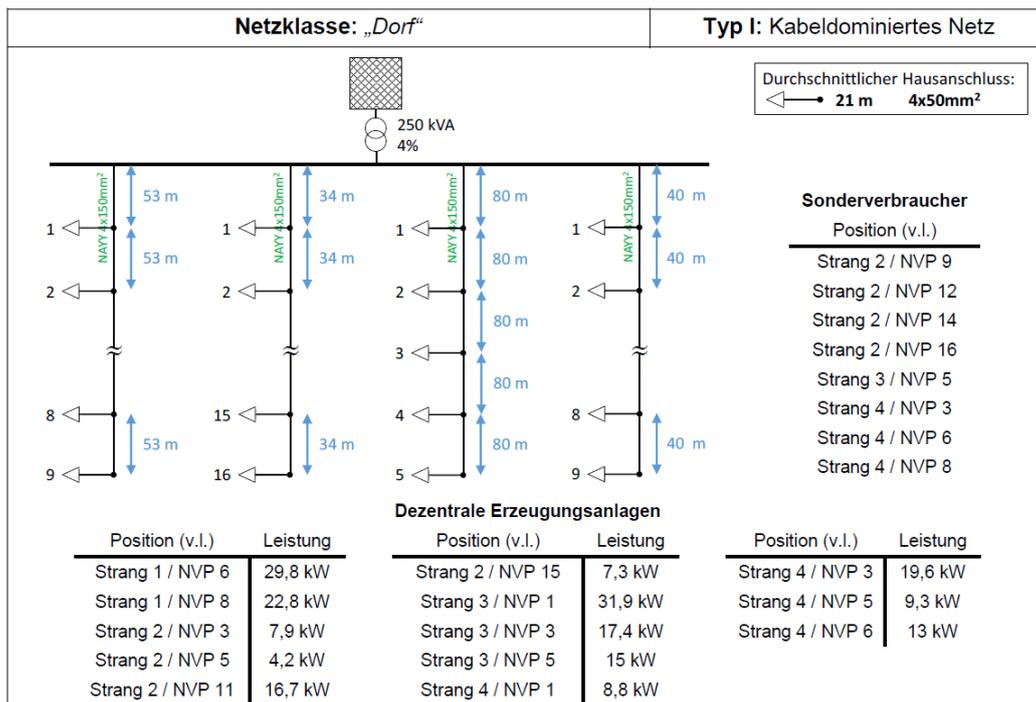
Das stochastische Ziehen der Leitungsparameter erfolgt nach einem Verfahren, welches die Repräsentativität der synthetischen Netze gegenüber der Datenbasis aufrechterhält. Dabei werden Netzstränge erzeugt, die dem Mittel der jeweiligen Klasse entsprechen.

Die Versorgungsaufgabe der zu modellierenden Niederspannungsnetze besteht aus Haushalts- und Sonderverbrauchslasten sowie dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA), hauptsächlich auf Basis von Photovoltaik. Während normale Haushaltslasten rein stochastisch auf die vorhandenen NVP verteilt werden können, muss beim Anschluss von Sonderverbrauchskunden der elektrische Abstand zum Transformator berücksichtigt werden. Die Installation von PV-Anlagen in realen Netzen ist hingegen abhängig von mehreren technischen und sozio-ökonomischen Faktoren und kann aus Sichtweise der Netzplanung nur stochastisch nachgebildet werden. Jedoch würde eine rein stochastische Positionierung auch unrealistische Netznutzungsfälle erzeugen. Daher fließen sowohl Position als auch Leistung der DEA über eine transformatorgebieteischarfe Indexfunktion in die Modellierung mit ein.

Die so entstehenden, synthetischen Netze werden automatisiert auf Einhalten des zulässigen Spannungsbandes sowie der Betriebsmittelbelastbarkeit überprüft. Zusätzlich werden Maßnahmen zum kategorischen Ausschluss unrealistischer Kombinationen statistischer Parameter ergriffen.

## Ergebnisse

Zur Erstellung der Musternetze wurde jeweils die am häufigsten auftretende Transformator-Bemessungsscheinleistung sowie das 50 % Quantil der Netzauslastung herangezogen. Im Vergleich mit den Simulationsergebnissen der vollständigen Netzmodelle können die auslegungsrelevanten Spannungen erfolgreich durch die Musternetze nachgebildet werden. Die Ergebnisse fließen zusammen mit der Modellierung der überlagerten Mittelspannungsnetze als Simulationsgrundlage in das Projekt „UControl“ ein. Die vollständigen Niederspannungs-Musternetze sind der Langfassung zu entnehmen.



## Referenzen

- [1] G. Kerber, "Aufnahmefähigkeit von Niederspannungsverteilstnetzen für die Einspeisung aus Photovoltaikkleinanlagen," 2011.
- [2] G. Walker, "Ein Standardisierter Ansatz zur Klassifizierung von Verteilnetzen," VDE-Kongress, 2014.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages