

# Untersuchung der Ausbringung von Messtechnik auf die Zustandsschätzung in Niederspannungsnetzen

(2) Energieerzeugung/-infrastruktur und Netze

Armin FATEMI<sup>(1)</sup>, Franziska TISCHBEIN<sup>(1)</sup>, Dr.-Ing. Frank WIRTZ<sup>(2)</sup>, Dr.-Ing. Christin SCHMOGER<sup>(3)</sup>, Stefan DORENDORF<sup>(3)</sup>, Dr.-Ing. Annika SCHURTZ<sup>(4)</sup>,

Prof. Dr.-Ing. David ECHTERNACHT<sup>(5)(4)</sup>, Univ. Prof. Dr. sc. Andreas ULBIG<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>IAEW der RWTH Aachen, <sup>(2)</sup>Bayernwerk Netz GmbH, <sup>(3)</sup>E.DIS, <sup>(4)</sup>E-Bridge Consulting, <sup>(5)</sup>Hochschule Düsseldorf

## Motivation und zentrale Fragestellung

Der Ausbau dezentraler Erzeugungsanlagen sowie die Integration neuer Verbraucher im Zuge der Sektorenkopplung (bspw. Wärmepumpen und Ladeinfrastruktur) führt zu einer zunehmenden Bedeutung der Kenntnis des Netzzustandes in der Niederspannungsebene für unterschiedliche Anwendungsfälle. Die Bayernwerk Netz GmbH hat die E-Bridge Consulting GmbH sowie das Institut für elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen mit einer Studie zur Ausbringung von Messtechnik für die Zustandsschätzung in Niederspannungsnetzen beauftragt. Dabei wird untersucht welchen Einfluss unterschiedliche Ausstattungsvarianten mit Messtechnik (intelligente Ortsnetzstationen und Kabelverteilerschränke sowie intelligente Messsysteme) auf die Güte der Netzzustandsschätzung haben.

## Methodische Vorgangsweise

Für das jeweils betrachtete Niederspannungsnetz wird zunächst eine Lastflusssimulation mit viertelstündlicher Auflösung gerechnet. Dabei wird ein Jahr simuliert, wobei sowohl für die Haushalts- und Gewerbelasten als auch Wärmepumpen und Ladeinfrastruktur probabilistische Zeitreihen verwendet werden, um den realen Netzzustand besser abzubilden und eine größere Diskrepanz zwischen realen Messwerten und Pseudomesswerten zu gewährleisten. Die durch die Lastflussrechnung ermittelten Werte für Ströme und Spannungen im Netz werden als (fiktiver) realer Netzzustand angenommen.



Abbildung 1 Übersicht der methodischen Vorgangsweise

Ausgehend von diesem realen Netzzustand und der jeweiligen betrachteten Ausbringungsstrategie für reale Messtechnik werden für die Messgrößen auf Basis vorgegebener Messfehlerverteilungen stochastisch Messwerte generiert. Diese werden zusammen mit Ersatzwerten für nicht gemessene Last- und Einspeisungen, bspw. auf Basis von Standardlastprofilen, [1,2] als Eingangsdaten für eine Zustandsschätzung verwendet (vgl. Abbildung 1).

Durch Abgleich der Ergebnisse der Zustandsschätzung mit dem realen Netzzustand kann für jede Viertelstunde der Jahressimulation der Schätzfehler der Spannung und des

Stroms für jedes Netzelement berechnet werden.

Im Rahmen der Auswertung werden dabei das 95%-Quantil des Schätzfehler des Strombetrages sowie das 99%-Quantil des Schätzfehler des Spannungsbetrages betrachtet [3]. Durch einen Vergleich der Simulationsergebnisse für unterschiedliche Netze und Ausstattungsvarianten mit Messtechnik können geeignete Ausbringungsstrategien abgeleitet werden, die die Genauigkeitsanforderungen der unterschiedlichen Anwendungsfälle an die Zustandsschätzung erfüllen.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Zunächst werden in der Studie Anwendungsfälle für die Netzzustandskenntnis in den Niederspannungsnetzen identifiziert und die für die jeweiligen Anwendungsfälle (bspw. Netzplanung, Netzanschluss, Netzbetriebsführung) maximal tolerierbaren Schätzfehler definiert. Außerdem werden die möglichen Quellen für Messwerte (intelligente Ortsnetzstationen, intelligente Kabelverteilerschränke und intelligente Messsysteme) hinsichtlich Kosten und Einsetzbarkeit (bezogen auf die Messwerterfassung und die jeweils zu erwartenden Messabweichungen) analysiert. Darauf aufbauend erfolgt für vier repräsentative Niederspannungsnetze eine Simulation der sich ergebenden Schätzfehler bei unterschiedlichen Ausbringungsvarianten an Messtechnik mit der zuvor beschriebenen methodischen Vorgangsweise. Als Ergebnis erhält man anschließend eine Aussage, welche Ausbringungsvariante die Anforderungen an die definierten Anwendungsfälle erfüllt.

Die Ausstattungsvarianten unterscheiden sich hinsichtlich der gewählten Messtechnik sowie der Durchdringungsrate der Ausbringung in dem Netz. Dabei werden auch Kombinationen von Messtechnik, wie z. B. die Ausbringung einer intelligenten Ortsnetzstation sowie 11% intelligente Messsysteme im Netz, betrachtet.

Auf Basis der Simulationsergebnisse sowie der ermittelten Anforderungen für die einzelnen Anwendungsfälle wird eine Ausbringungsstrategie für die zukünftige Smartifizierung der Niederspannungsnetze entwickelt. Damit wird in dieser Studie die Ausbringung von hinreichend Sensorik (bei intelligenter Verteilung) gemeint, um eine Beobachtbarkeit mit ausreichender Schätzgüte zu erreichen. Durch die vorige Kostenanalyse kann bei der Strategieentwicklung nicht nur das Schätzergebnis der Variante, sondern auch die potenziellen Kosten in Betracht gezogen werden.

## **Literatur**

- [1] Echternacht D. et al. „Smart Area Aachen – in field test of meter placement and state estimation algorithms for distribution grids” 2015 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies 2015
- [2] N. Stocker, A. Ulbig et al. „Assessing the accuracy of distribution grid analysis for various combinations of grid measurements“, 2021 CIRED Conference
- [3] Echternacht D. „Optimierte Positionierung von Messtechnik zur Zustandsschätzung in Verteilnetzen” Aachen 2015