

BEWERTUNGSMETHODIK FÜR DIE ANFORDERUNGEN DER ÜBERTRAGUNGSNETZEBENE AN DIE BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG DER VERTEILNETZEBENE

Steffen GARSKE¹, Marcel SARSTEDT¹, Lutz HOFMANN¹

Hintergrund

Die Transformation des Elektroenergiesystems führt durch die zunehmende Durchdringung der Verteilnetzebene mit dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) zu einer Verdrängung der thermischen Großkraftwerke aus dem Netzbetrieb im Übertragungsnetz. Geänderte Erzeugungsschwerpunkte, weitreichende Netzausbaumaßnahmen sowie die Rückwirkung der unterlagerten Verteilnetzebene auf das Übertragungsnetz führen zu regionalspezifischen Anforderungen bzgl. der lokalen Blindleistungsbereitstellung und zu geänderten vertikalen Wirk- und Blindleistungsflüssen zwischen den einzelnen Spannungsebenen [1]. Dadurch steigen die Anforderungen an die Netzbetriebsführung, bspw. für die Spannungshaltung und das damit einhergehende Spannungsebenen übergreifende Blindleistungsmanagement [2]. Maßnahmen können ein Netzausbau mit Kompensationsanlagen oder definierte Leistungsvorgaben bzgl. des Blindleistungsaustausches mit der Verteilnetzebene sein. Beide Aspekte führen zu Kosten und Einschränkungen sowohl auf Übertragungs- als auch Verteilnetzseite und müssen daher gegeneinander abgewogen und idealerweise zwischen den Systemebenen optimiert werden.

Zielstellung

Da die Verteilnetzebene eine sehr heterogene Struktur aufweist, ist eine Charakterisierung des Leistungsaustausches zwischen den beiden Systemebenen und die Bewertung des verfügbaren Potentials für eine netzdienlichere Blindleistungsbereitstellung gegenüber dem Übertragungsnetz eine Herausforderung [2]. Diese über mehrere Spannungsebenen reichende Problemstellung benötigt eine geeignete Modellierung sowohl der Übertragungs- als auch der Verteilnetzebene. Zudem ist eine Bewertungsmethodik der technischen und wirtschaftlichen Aspekte sowie eine Diskussion der technischen Machbarkeit erforderlich. Ziel ist es, verschiedene Varianten für den Blindleistungsaustausch sowie unterschiedliche Vorgaben bspw. für das Blindleistungsverhalten der DEA für die lokalen Anforderungen der Übertragungsnetzebene bewerten zu können (vgl. auch [3], [4]).

Bewertungsmethodik

Die Anforderungen der Übertragungsnetzebene gegenüber der Verteilnetzebene bzgl. der notwendigen bzw. optimalen Blindleistungsbereitstellung werden in dieser Arbeit in einem Übertragungsnetzmodell aus einer integrierten Netz- und Energiemarktsimulation ermittelt [5]. Mit Hilfe synthetischer Verteilnetzmodelle [6] lässt sich für beliebige Untersuchungsregionen im Übertragungsnetz der Leistungsaustausch mit einzelnen Verteilnetzen für verschiedene Vorgaben bzgl. des Blindleistungsaustausches (siehe Abbildung 1) untersuchen [5]. Dabei können jeweils unterschiedliche Anforderungen an das lokale Blindleistungsmanagement berücksichtigt werden.

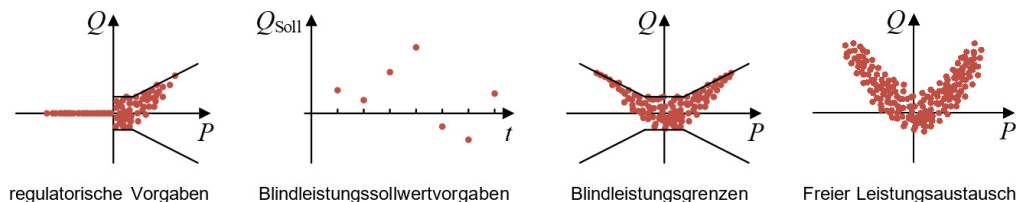


Abbildung 1: Übersicht über verschiedene Blindleistungsvorgaben zw. Übertragungs- und Verteilnetz

¹ Leibniz Universität Hannover, Institut für Elektrische Energiesysteme, Appelstraße 9a, 30167 Hannover, Tel.: +49 511 762 19985, garske@ifes.uni-hannover.de, www.ifes.uni-hannover.de

In auslegungsrelevanten Netznutzungsfällen (Stark- und Schwachlast mit hoher und geringer dezentraler Einspeisung [6]) wird der Leistungsaustausch zwischen Übertragungs- und Verteilnetzebene durch die Verwendung eines Optimierungsansatzes bewertet.

Unter Einhaltung der technischen Nebenbedingungen (Einhaltung der Spannungsbänder, maximale Betriebsmittelauslastung) werden die Freiheitsgrade des nachgebildeten Verteilnetzes, wie die Blindleistungsbereitstellung durch DEA, geeignete Stufung der Transformatoren und Einsatz von Kompensationsanlagen bei den unterschiedlichen Vorgaben für den vertikalen Blindleistungsaustausch optimiert. So lassen sich in einer multiobjektiven Zielfunktion verschiedene Bewertungsfaktoren gemeinsam auf Basis eines Kostenvergleichs berücksichtigen, bspw. der notwendige Kompensationsbedarf gegenüber den auftretenden Entschädigungszahlungen bei Verletzung der Blindleistungsvorgaben. Zudem können die Netzverluste beider Systemebenen in einem gesamtwirtschaftlichen Vergleich minimiert werden. Das Optimierungsproblem wird als Optimal-Power-Flow-Problem auf Basis einer Erweiterung des Optimal-Reactive-Power-Dispatch-Problems um Kostenfunktionen der verschiedenen Bewertungsfaktoren beschrieben. Die Optimierung wird mithilfe einer Heuristik (Partikelschwarmoptimierung) durchgeführt.

Ergebnisse

Die Methodik ermöglicht die Problemstellung auf das erweiterte Übertragungs- und Verteilnetzmodell anzuwenden. Die Optimierung kann entweder für das gesamte System oder für die Übertragungs- bzw. Verteilnetzebene getrennt durchgeführt werden. Die verschiedenen Blindleistungsvorgaben werden so detailliert über mehrere Spannungsebenen evaluiert, womit sich aus verschiedenen Untersuchungen geeignete Anwendungsfälle für die einzelnen Varianten ableiten lassen. Zudem sind grundsätzliche Unterschiede zwischen den einzelnen Vorgaben ermittelbar. Für die jeweils lokalen Eigenschaften des Blindleistungsmanagements einzelner Untersuchungsregionen kann mit den Ergebnissen bewertet werden, welche Netzebene von welchen Leistungsvorgaben profitiert und welche Vorgaben wirtschaftliche Vorteile erbringen.

Mit der Bewertungsmethodik werden für das entwickelte Netzmodell verschiedene Fallstudien untersucht, um das Verfahren zu validieren und für einzelne Untersuchungsregionen eine Abschätzung der Nutzbarkeit der jeweiligen Potentiale der Verteilnetzebene gegenüber dem Übertragungsnetz zu erhalten. Im ersten Schritt wird dabei stets das vorhandene technische Potential der Verteilnetzebene ermittelt, anschließend erfolgte eine Anpassung der Blindleistungsvorgaben und Zielfunktionen (siehe [1], [2]). Zudem erfolgt eine Diskussion der technischen Machbarkeit für beide Seiten, wenn bspw. die Realisierbarkeit der Koordination zwischen den beiden Netzebenen fraglich ist oder ggf. nicht alle technischen Potentiale vollständig nutzbar sind.

Zusammenfassung und Ausblick

Eine Bewertung der Anforderungen der Übertragungsnetzebene an die Verteilnetzebene bzgl. der Blindleistungsbereitstellung benötigt neben einem geeigneten Spannungsebenen übergreifenden Systemmodell eine standardisierte Bewertungsmethodik (vgl. [1], [3], [4]). Diese wird in dieser Arbeit für das vorliegende adaptierte Systemmodell von Übertragungs- und Verteilnetz entwickelt und in verschiedenen Fallstudien evaluiert. Die Fallstudien zeigen, dass mit der gewählten Methodik die lokalen Gegebenheiten in beiden Netzebenen berücksichtigt werden können und eine Optimierung des Leistungsaustausches mit unterschiedlichen Blindleistungsvorgaben realisierbar ist. Der Modellierungsansatz kann im nächsten Schritt bspw. mithilfe weiterer Untersuchungsregionen oder auch mit Verteilnetzmodellen auf Basis realer Netzdaten validiert werden. Die Bewertungsmethodik wird im Weiteren auf die individuellen Besonderheiten im Übertragungsnetz bspw. im Hinblick auf den anstehenden Netzausbau sowie für weitere Anwendungsfälle erweitert.

Literatur

- [1] ENTSO-E: Reactive Power Management at T-D Interface, ENTSO-E guidance document for national implementation for network codes on grid connection, 16. November 2016, Brussels, Belgium, 2016.
- [2] FNN Forum Netztechnik/ Netzbetrieb im VDE: Blindleistungsmanagement in Verteilungsnetzen, VDE, 2014.

- [3] P. Schäfer: Gestaltungsoptionen für ein spannungsebenenübergreifendes Blindleistungsmanagement zwischen Verteil- und Übertragungsnetz, Aachener Beiträge zur Energieversorgung, Aachen, 2016.
- [4] M. Greve: Vertikale Blindleistungsbereitstellung aus dem Verteilnetz, Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft TU Dortmund, Dortmund, 2016.
- [5] S. Garske, G. Schlömer, L. Hofmann: Evaluation of Reactive Power Management Strategies and Grid Loss Characteristics based on Generic Distribution Grid Models, NEIS Conference 2017, Hamburg, Germany, 2017.
- [6] S. Garske, C. Blaufuß, M. Sarstedt, L. Hofmann: Reactive Power Management Analysis based on Generic Distribution Grid Models, IEEE PES ISGT Europe 2017, Turin, Italy, 2017.