

KOORDINATIONSKONZEPTE ZUR HEBUNG VON BLINDLEISTUNGSPOTENTIALEN AUS DER VERTEILNETZEBENE

Christian ZIESEMANN^{1*}, Jonas MEHLEM¹, Albert MOSER¹

Hintergrund und Motivation

Die klimapolitischen Ziele der deutschen Bundesregierung führen zu einer Stilllegung eines großen Teils von konventionellen Kraftwerken bei einer gleichzeitigen Zunahme der dezentralen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (EE). Diese Entwicklungen sollen gemäß dem Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung durch einen früheren Kohleausstieg „idealerweise“ bis 2030 und einer Verschärfung der Ausbauziele von EE weiter verstärkt werden. [1]

Gemäß der aktuellen Ausgestaltung der Spannungshaltung in Deutschland nutzt der Übertragungsnetzbetreiber die im Übertragungsnetz (ÜN) angeschlossenen Blindleistungsquellen zur Durchführung seiner Spannungshaltung. Zusätzlich unterstützt der ÜN die Spannungshaltung der angeschlossenen Verteilnetze (VN) durch die Bereitstellung von Blindleistung an den Kuppelstellen zwischen ÜN und VN.

Der Rückbau von Großkraftwerken mit Anschluss im ÜN führt zu einem massiven Wegfall von Blindleistungsquellen im ÜN, welchen es im Rahmen der Systemdienstleistung der Spannungshaltung auszugleichen gilt. Dem Wegfall von Blindleistungsquellen im ÜN steht ein Zubau von Anlagen auf Basis von EE im VN gegenüber, welche wiederum über ihren Wechselrichteranschluss als Blindleistungsquellen fungieren können. Eine Deckung der Blindleistungsbedarfe im ÜN könnte somit zukünftig vermehrt über die Bereitstellung von Blindleistung aus im VN angeschlossenen Anlagen erfolgen. [2] Vor diesem Hintergrund ist das aktuell bestehende Koordinationskonzept zur Spannungshaltung zu hinterfragen.

Die aktuelle Ausgestaltung der Spannungshaltung wird in dieser Arbeit über das Konzept „keine aktive Koordination“ abgebildet. Hierbei optimieren sich die ÜN- und VN-Ebene innerhalb der technischen und betrieblichen Grenzen unabhängig voneinander. Diesem Konzept wird eine „zentrale Optimierung“ gegenübergestellt, in welcher die Netzebenen gemeinsam optimiert werden.

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der Spannungshaltung unter Anwendung der beiden Koordinationskonzepte vor dem Hintergrund der Verschiebung von Blindleistungsquellen aus dem ÜN in die VN-Ebene. Hierzu werden die beiden Konzepte „keine aktive Koordination“ und „zentrale Optimierung“ bezüglich der resultierenden Blindleistungsflüsse an den Netzkuppeltransformatoren verglichen und mögliche bisher ungenutzte Blindleistungspotentiale aufgezeigt.

Methodik

Zur Untersuchung der Koordinationskonzepte werden die Arbeitspunkte der spannungsregelnden Betriebsmittel im Netz mithilfe einer Spannungs-Blindleistungsoptimierung bezüglich der Verluste optimiert. Die Spannungs-Blindleistungsoptimierung basiert auf einem gemischt-ganzzahligen linearen Optimierungsproblem und einem bereits Redispatch-optimierten Netz ohne strombedingte Netzengpässe. Je nach Koordinationskonzept sind die Steuerbereiche wie auch die zur Verfügung stehenden Blindleistungsquellen unterschiedlich festgelegt.

Koordinationskonzept 1 – Keine aktive Koordination

Das erste Koordinationskonzept orientiert sich an der aktuellen Ausgestaltung des Blindleistungsaustausches und kann über ein zweistufiges Verfahren abgebildet werden.

In einem ersten Optimierungsschritt werden zunächst die betrieblichen Blindleistungsmaßnahmen des VN optimiert. Hierbei wird die Zielfunktion über eine Minimierung der Verlustleistung aller Betriebsmittel im HS-Netz definiert. Die bestehenden Blindleistungsmaßnahmen können dabei ausschließlich im

¹ IAEW der RWTH Aachen University, Templergraben 55, 52062 Aachen, Tel. +49 241 80 92473, E-Mail c.ziesemann@iaew.rwth-aachen.de, <https://www.iaew.rwth-aachen.de/>

Rahmen der technischen und betrieblichen Grenzen eingesetzt werden und dürfen nicht zu einer Verletzung von Blindleistungsgrenzen an den Netzkuppltransformatoren führen. Verbleibende Flexibilität in Form von ungenutzten Blindleistungspotentialen kann zur Verlustminimierung eingesetzt werden.

In einem zweiten Schritt erfolgt die Optimierung der netzbetrieblichen Blindleistungsmaßnahmen im ÜN, wobei keine erneute Anpassung der Maßnahmen im VN zulässig ist. Als Nebenbedingungen werden Strombelastbarkeits- und Spannungsbandgrenzen im HöS-Netz genutzt.

Die Stufensteller der HöS/HS-Netzkuppltransformatoren werden als Freiheitsgrade des HS-Netzes angesehen. Da eine Anpassung des Einsatzes der HöS-Blindleistungsmaßnahmen das Spannungsniveau ändert und somit auch Einfluss auf die Spannungshaltung und Verlustleistung unterlagerter Netze hätte, wird der Spannungsbetrag der Netzkuppltransformatoren auf die im ersten Schritt ermittelte optimale Knotenspannung im HS-Netz geregelt. [3]

Koordinationskonzept 2 – Zentrale Koordination

Das Konzept der zentralen Koordination dient zur Bewertung des technischen Blindleistungspotentials der VN-Ebene zur Stützung der Spannungshaltung im ÜN. Die zentrale Koordination wird durch eine gemeinsame Optimierung der HöS- und HS-Ebene modelliert. Hierbei wird von den individuellen Verantwortungsbereichen der ÜN- und VN-Betreiber abstrahiert und die Beobachtungs- und Steuerbereiche einer zentralen, übergreifenden Instanz zugeordnet.

Ergebnisse

Im Rahmen der geplanten Untersuchungen werden die beiden Koordinationskonzepte an einem exemplarischen HöS-HS-Netzmodell simuliert. Die durch die beiden Koordinationskonzepte verursachte Beeinflussung des vertikalen Blindleistungsaustauschs zwischen der ÜN- und VN-Ebene kann zu vor- und nachteiligen Effekten für die entsprechenden Netzebenen führen. Ausgewertet werden neben den resultierenden Blindleistungsflüssen an den Netzkuppltransformatoren daher auch die Einhaltung der Spannungsbänder, das Spannungsniveau wie auch die Verlustleistung in den Netzebenen. Der Vergleich der beiden Koordinationskonzepte soll abschließend das technische Potential zur Deckung von Blindleistungsbedarfen im ÜN aus der VN-Ebene aufzeigen.

Referenzen

- [1] Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP), 2021
- [2] Netzentwicklungsplan Strom 2035 (2021), zweiter Entwurf, Übertragungsnetzbetreiber, 2021
- [3] P. Schäfer, Dr.-Ing, Gestaltungsoptionen für ein spannungsebenenübergreifendes Blindleistungsmanagement zwischen Verteil- und Übertragungsnetz, Dissertation, RWTH Aachen University, 2016