

TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE DER STRATEGIEN ZUR SPANNUNGSHALTUNG UND BLINDBLEISTUNGSKOMPENSATION IM ÖSTERREICHISCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZ

Stefan Aistleitner^{1(*)}, David Böhm², Wilhelm Süßenbacher¹

Motivation

Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) fordert den Gesamtstromverbrauch bis 2030 bilanziell zu 100% aus erneuerbaren Energien zu decken. Bereits 2024 konnten 94% des Bruttostromverbrauchs aus Erneuerbaren produziert werden. Im Jahr 2024 entfiel mit 2.130 MW (83%) der Großteil des Erneuerbaren-Zubaus in Österreich auf Photovoltaik-Anlagen [1].

Der zunehmende Anteil leistungselektronischer und volatiler Einspeiser reduziert den Kraftwerkseinsatz und damit die Möglichkeit einer nahezu kontinuierlichen Blindleistungsbereitstellung durch konventionelle Kraftwerke.

Besonders in Netzbereichen, in denen konventionelle Kraftwerke aufgrund der zuvor genannten Rahmenbedingungen stillgelegt werden oder generell keine Erzeugungsanlagen angeschlossen sind, kann durch die Implementierung von Kompensationsanlagen die erforderliche Blindleistung in Abhängigkeit der vorherrschenden Netzspannung erzeugungsunabhängig bereitgestellt werden. Verschiedenste Technologien wie klassische Kompensationseinrichtungen (Drosseln, C-Batterien) oder MSCDN-Anlagen bzw. FACTS können lokal, je nach Bedarf und Anforderung, installiert werden [2]. Eine gezielte bzw. direkt verortete Blindleistungskompensation an den relevanten Netzknoten optimiert den Blindleistungshaushalt bzw. die Spannungshaltung und verbessert die Übertragungskapazität der bestehenden Netzinfrastruktur [3].

Somit kann nach dem Prinzip „Netz-Optimierung vor Verstärkung und Ausbau“ (NOVA-Prinzip) eine effiziente Netzplanung abgewickelt werden.

Aus diesen Aspekten lässt sich die Forschungsfrage ableiten, welche Strategien am besten für eine effiziente Spannungshaltung und Blindleistungskompensation geeignet sind. Im Rahmen der Arbeit wird dies für ein 220-kV-Netz anhand einer umfassenden Analyse gängiger Kompensationsanlagentypen untersucht.

Methodik

Den Ausgangspunkt der Betrachtung stellen AC-Lastflussanalysen basierend auf einem Netzmodell des TYNDP 2024 (Szenario National Trends 2030) dar. In diesem Modell werden neben der bestehenden Netzinfrastruktur auch zukünftige Leitungsbauprojekte abgebildet. Die Simulation erfolgt in stündlicher Auflösung für das Jahr 2030 [4].

Für die Analyse wird ein repräsentativer Bereich des österreichischen Übertragungsnetzes ausgewählt. Mittels Lastflussberechnungen wird der Blindleistungsbedarf aller Netzelemente ermittelt. Weiters wird ein Referenzspannungsband (232 – 240 kV) definiert, dessen Einhaltung mittels der untersuchten Kompensationsanlagen sichergestellt werden soll.

Für den Vergleich der Technologien wird zuerst ein ideales Kompensationselement (keine Q-Grenzen für die Regelung) simuliert und der maximal erforderliche kapazitive bzw. induktive Blindleistungsbedarf zur Spannungshaltung ermittelt. Anschließend erfolgt ein modelltechnischer Vergleich des idealen Kompensationselements mit den unterschiedlichen Kompensationsanlagentypen. Die Simulation ermöglicht dabei eine Betrachtung des Spannungsniveau benachbarter Standorte als auch des Verhaltens der Kompensationsanlagen bei Ausfällen unterschiedlicher Betriebsmittel (z.B.: Transformatoren, Leitungen, Kraftwerke oder Kompensationsanlagen). Im Rahmen der Analyse werden die

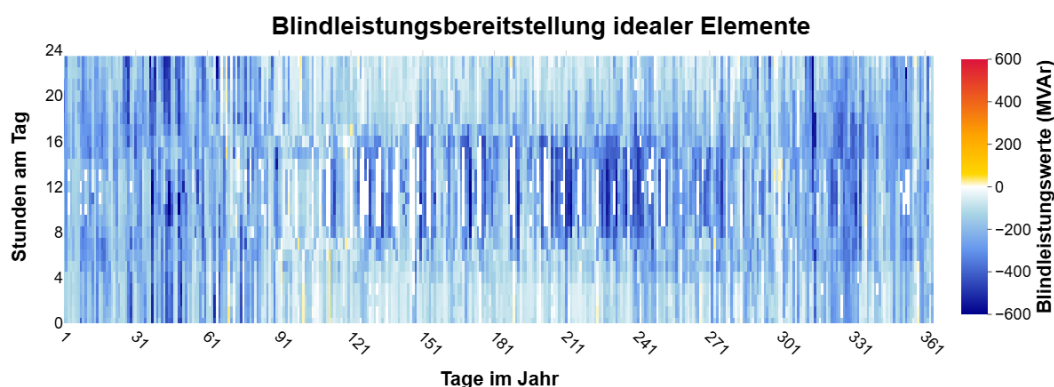
¹ Fachhochschule Oberösterreich, Stelzhamerstraße 23, 4600 Wels, stefan.aistleitner@students.fh-wels.at, wilhelm.suessenbacher@fh-wels.at, <https://fh-ooe.at/>

² Austrian Power Grid, Wagramer Straße 19 (IZD-Tower), 1220 Wien, david.boehm@apg.at, <https://www.apg.at/>

Kompensationsanlagen sowohl hinsichtlich technischer Kriterien (Spannungsbandeinhaltung, Schalt­häufigkeit, Einsatzdauer, Regelverhalten, Kompensation von Net­zrückwirkungen) als auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Investitionskosten, laufende Betriebskosten, Marktverfügbarkeit) bewertet und miteinander verglichen. Auf diese Weise kann die aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am besten geeignete Blindleistungskompensationstechnologie für das untersuchte Netzgebiet ermittelt werden.

Ergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung zeigt sich, dass der Blindleistungsbedarf im untersuchten Netzgebiet sich mit der Tages- bzw. Jahreszeit ändert. Die Einspeisung aus PV-Anlagen um die Mittagszeit wirkt dabei als wesentlicher Treiber und verursacht einen erhöhten kapazitiven Blindleistungsbedarf (Abbildung 1). In den Abend- und Nachtstunden reduziert sich dieser Bedarf wieder. Während dieses Zeitraumes wirkt das Netz nur leicht kapazitiv oder induktiv, wodurch kein unmittelbarer Kompensationsbedarf entsteht.



Die Untersuchung zeigt zudem, dass die Investitionskosten für Blindleistungskompensationsanlagen deutlich variieren und zwischen 0,02 und 0,15 Mio. EUR/MVAr liegen können. Aus diesem Grund ist auch den wirtschaftlichen Gesichtspunkten in der Wahl der geeigneten Technologie wesentliche Aufmerksamkeit zu schenken [2].

Referenzen

- [1] E-Control, „Monitoringbericht,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.e-control.at/eag-monitoringbericht>. [Zugriff am 26 10 2025].
- [2] 50Hertz Transmission GmbH, „Netzentwicklungsplan Strom 2037,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.netzentwicklungsplan.de/>. [Zugriff am 05 11 2025].
- [3] APG, „Netzentwicklungsplan 2023,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.apg.at/stromnetz/netzausbau/netzentwicklungsplan-2023/>. [Zugriff am 05 11 2025].
- [4] ENTSO-E, „TYNDP 2024, Scenarios Report,“ 2025. [Online]. Available: <https://2024.entsos-tyndp-scenarios.eu/>. [Zugriff am 05 11 2025].