

Blindleistungskompensation von 110-kV-Hochspannungskabeln im Salzburger Verteilnetz

Philipp Möschl-Brandl¹, Dominik Grall², Philipp Hackl², Fabian Ivos²

Motivation

Mit zunehmendem Verkabelungsgrad rückt das Spannungsniveau in Schwachlastzeiten in Kombination mit starker dezentraler Einspeisung vermehrt in den Fokus. Insbesondere der Zubau von 110-kV-Kabelstrecken beeinflusst das Blindleistungsverhalten zukünftig deutlich und erfordert eine umfassende Untersuchung.

Zur Einordnung der aktuellen und zukünftigen Blindleistungsbilanz im Salzburger Verteilnetz ist in Abbildung 1 links der Verkabelungsgrad mit dem prozentualen Anteil an Systemkilometern der jeweiligen Spannungsebene nach Netzentwicklungsplan 2024 [1] dargestellt. Die rechte Abbildung zeigt die resultierende Blindleistungserzeugung³ nach Einbau der zusätzlichen Kabelstrecken im 110-kV-Netz. Neben dem Verkabelungsgrad ist die Blindleistungserzeugung der Leitungen im Leerlauf auf Basis von [2] abgebildet und um die zusätzliche Blindleistungserzeugung von drei geplanten Kabelstrecken erweitert.

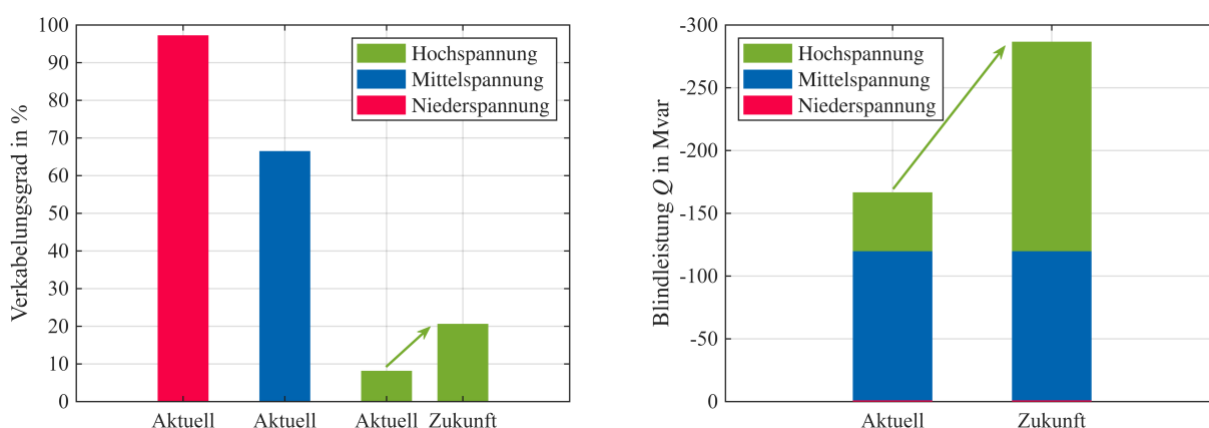


Abbildung 1: Verkabelungsgrad (links) und Blindleistungserzeugung (rechts) der Leitungen im Salzburger Verteilnetz nach Spannungsebene

In Anbetracht der in Abbildung 1 gezeigten Auswirkung der geplanten 110-kV-Kabelprojekte auf die Blindleistungsbilanz, erfolgte eine gemeinsame Untersuchung von TU Graz und Salzburg Netz hinsichtlich des Spannungsprofils im Salzburger Verteilnetz.

Als einfache und insbesondere tageszeitunabhängige Kompensationsmethode wurden seitens des Netzbetreibers Kompensationsdrosseln in Betracht gezogen. Die durchgeführte Studie untersucht die Positionierung der Kompensationsdrosseln im Netz sowie deren Schaltverhalten. Abschließend erfolgt ein Einblick in die praktische Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse.

Blindleistungsbilanz und Positionierung der Kompensationsdrosseln

Die Studie analysiert das resultierende Spannungsniveau an den einzelnen Netzknoten in mehreren Szenarien, wobei die Bewertung anhand eines repräsentativen Stark- und Schwachlastfalles erfolgt.

¹ Salzburg Netz GmbH, Bayerhamerstraße 16, 5020 Salzburg, Österreich, +43/676/86876267, philipp.moeschl-brandl@salzburgnetz.at, www.salzburgnetz.at

² Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, Österreich

³ Alle Beschreibungen werden im Verbraucherzählpfeilsystem durchgeführt.

Auf Basis der beiden Fälle folgen mehrere Szenarien durch die zusätzliche Errichtung von 110-kV-Kabelstrecken sowie unterschiedlichen Anordnungen von Kompensationsdrosseln. Bei der Kompensation erfolgt eine Einteilung in die Verwendung von zentralen und dezentralen Kompensationsdrosseln. Die zentrale Kompensation dient dazu, den Blindleistungsaustausch in Richtung Übertragungsnetzbetreiber zu minimieren. Die dezentrale Kompensation soll insbesondere lokal die Blindleistung der geplanten Kabelstrecken kompensieren.

Aus den simulierten Szenarien folgt der Einsatz von dezentralen als auch zentralen Kompensationsdrosseln. Dies führt zu einem möglichst ausgeglichenen Spannungsniveau an allen Netzknoten im 110-kV-Netz. Zusätzlich zeigt sich eine deutliche Verbesserung des Spannungsniveaus an allen Netzknoten durch die Inbetriebnahme eines weiteren Slack-Knotens.

Schaltvorgänge

Die Studie untersucht die beiden unterschiedlichen Kompensationsvarianten (zentral und dezentral) hinsichtlich der Schaltvorgänge. Der Fokus in diesem Beitrag liegt auf dem Schalten von zentralen Drosseln mit eigenem Schaltfeld. Die Simulation zieht die in der IEC 62271-110 [3] definierten Prüfkreise für Hochspannungs-Schaltgeräte heran. Der Leistungsschalter muss laut Norm in der Lage sein dem definierten Scheitelwert (u_c) sowie der Steilheit der wiederkehrenden Spannung ($RRRV$) standzuhalten. Die wiederkehrende Spannung muss unter dieser Hüllkurve sein, um ein erfolgreiches Abschalten zu gewährleisten. Hinzu kommt die Thematik der Wiederzündungen, welche zu Beschädigung von nahegelegenen Betriebsmitteln führen kann.

Bei der Auslegung eines Schaltfeldes zum Schalten einer Kompensationsdrossel sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Leistungsschalter sind für das Schalten von Kompensationsdrosseln zusätzlich nach IEC 62271-110 [3] zu prüfen
- Laut Norm sind minimale Bemessungsblindleistungen in definierten Prüfkreisen angegeben, wobei bei Unterschreitung eine zusätzliche Abstimmung mit den jeweiligen Schaltgeräteherstellern empfohlen ist
- RC-Dämpfungsglieder oder die Durchführung von „gesteuertem Schalten“ sind geeignete Methoden zur Vermeidung von Wiederzündungen

Umsetzung in der Praxis

Die Umsetzung in der Praxis wirft zusätzliche Fragen insbesondere in Richtung der Technologiewahl, den tatsächlich möglichen Aufstellungsorten der Kompensationsdrosseln sowie der Schutztechnik auf. Ziel seitens des Netzbetreibers ist es, die gewonnenen Erkenntnisse unter Berücksichtigung der örtlichen Rahmenbedingungen möglichst in der Praxis umzusetzen.

In einem ersten Projekt zur Umsetzung einer zentralen Kompensationsdrossel werden Einzelpol-Schalter für gesteuertes Schalten sowie Kleinsignalwandler (LPIT) für eine breitbandige Messung der Spannungs- und Stromverläufe verwendet. Dies ermöglicht im Nachgang einen Vergleich der Simulationsergebnisse mit der Praxis.

Referenzen

- [1] Salzburg Netz GmbH, „Netzentwicklungsplan für das Verteilernetz der Salzburg Netz GmbH,“ Salzburg Netz GmbH, Salzburg, 2024.
- [2] C. Groiß, D. Grubinger und R. Schwalbe, „Blindleistungsbilanz im Salzburger Verteilnetz,“ Symposium Energieinnovation, Technische Universität Graz, 2018.
- [3] OVE, „OVE EN IEC 62271-110: Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen, Teil 110: Schalten induktiver Lasten,“ OVE, Wien, 2018.