

EINFLUSS VERMASCHTER TOPOLOGIEKONZEPTE AUF DIE NETZPLANUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHUTZKOORDINATION

Daniel WOLTER¹, Markus ZDRALLEK¹, Martin BILLER², Johann JÄGER²,
Christian SCHACHERER³, Ivana MLADENOVIC³

Einleitung

Aufgrund der hohen Durchdringung von dezentralen Energiewandlungsanlagen erreichen viele, insbesondere ländliche Verteilungsnetze in Deutschland die Grenzen zulässiger Netzbetriebszustände. Überlastungen von Betriebsmitteln wie Leitungen oder Transformatoren und Überschreitungen der zulässigen Spannungsvorgaben sind die Folge. Im Rahmen des Forschungsprojektes NeToVe – gefördert durch das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) – werden neue Topologiekonzepte zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von bestehenden Verteilungsnetzen untersucht.

Lösungsansatz

Um die Herausforderungen aufgrund der hohen Durchdringung von dezentralen Energiewandlungsanlagen an die Verteilungsnetze zu beherrschen, sind neben dem klassischen Netzausbau oder innovativen Maßnahmen (z.B. der Einsatz regelbarer Ortsnetztransformatoren) auch neue Topologiekonzepte eine Alternative. Diese Topologiekonzepte sind durch einen höheren Vermaschungsgrad der Netze charakterisiert und führen im Allgemeinen mit geringerem Aufwand und geringeren Kosten zu deutlich robusteren Netzen. Die nachfolgend vorgestellten Topologiekonzepte werden in diesem Beitrag auf repräsentative 20 kV-Mittelspannungsnetze in Deutschland angewendet.

Schutzkonzept

Eine Erhöhung der Vermaschung eines Netzes führt zu zusätzlichen Pfaden zur Speisung eines Fehlers. Dies hat u.a. zur Folge, dass in solchen Fällen die in der Mittelspannungsebene üblichen ungerichteten Kurzschlussanzeiger nicht mehr zur Bestimmung des fehlerhaften Leitungsabschnitts herangezogen werden können. Darüber hinaus erschweren Zwischeneinspeisungen durch dezentrale Energiewandlungsanlagen eine zuverlässige Abschätzung des Fehlerorts durch andere Verfahren, wie z.B. Distanzschutz. Im Folgenden wird das Konzept eines in diesem Projekt entwickelten Gegenstromvergleichsschutzes vorgeschlagen, welcher die erhöhte Vermaschung der Netze nutzt und robust gegen Zwischeneinspeisungen ist.

Methodisches Vorgehen bei der Netzplanung

Um den Einfluss der Topologiekonzepte auf die Schutzkoordination und die Netzausbaukosten zu untersuchen, wird ein dreistufiges Vorgehen angewendet, wie im Folgenden dargestellt.

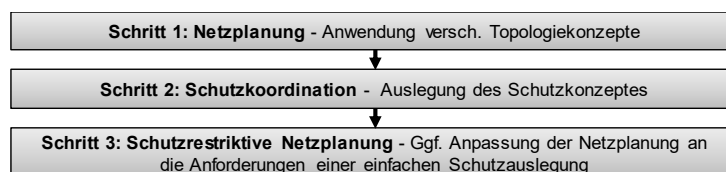


Abbildung 1: Vorgehen bei der Netzplanung

Grundsätzlich wird bei der Netzplanung das Prinzip einer einfachen Netztopologie verfolgt, d.h., dass die Netze nur soweit vermascht werden, solange das während des Projekts erarbeitete Schutzkonzept praktikabel bleibt. Dies schließt mehr als eine Querverbindung zwischen zwei Abgängen bzw. eine zusätzliche Querverbindung innerhalb eines geschlossenen Rings aus.

¹ Bergische Universität Wuppertal, Rainer-Gruenter-Straße 21, 42119 Wuppertal, Tel.: +49 202 439 1931
daniel.wolter@uni-wuppertal.de, www.eev.uni-wuppertal.de

² Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme, Cauerstraße 4, Haus 1, Tel.: +49 9131 85 295 17, martin.biller@fau.de, www.ees.eei.fau.de

³ Siemens AG, Corporate Technology, Günther-Scharowsky-Staße 1, 91058 Erlangen, Tel.: +49 9131 7-30486,
christian.schacherer@siemens.com

Schritt 1: Netzplanung unter Berücksichtigung neuer Topologiekonzepte

Um die beschriebenen Überlastungen in den Beispielnetzen zu vermeiden, werden wenn möglich zunächst die nachfolgenden Topologiekonzepte sukzessive angewendet.

Topologiekonzept	Beschreibung
Variante 1: Closed-loop-Betrieb	Offene Halbringe werden geschlossen betrieben
Variante 2: Querverbindungen	Zusätzliche Querverbindungen zwischen zwei geschlossenen Ringen
Variante 3: MS-Netzkupplungen	MS-Netze werden mittelspannungsseitig gekuppelt

Tabelle 1: Topologiekonzepte in der Netzplanung

Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Varianten ist in [1] veröffentlicht. Falls ein Topologiekonzept nicht zur Behebung aller Überlastungen führt, wird ein ergänzender, konventioneller Kabelausbau vorgenommen.

Schritt 2: Schutzkonzept

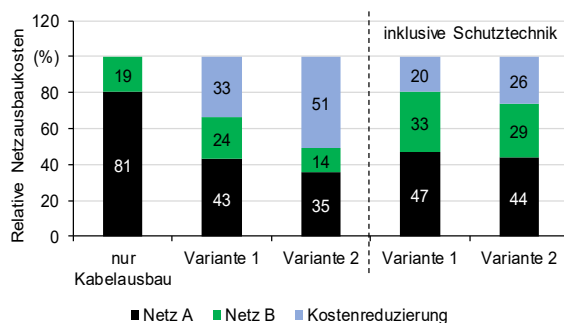
Um geschlossene Ringstrukturen effektiv zu schützen, wurde ein Schutzkonzept basierend auf einem Gegensystemstromvergleich entwickelt. Synchronmaschinen und umrichterbasierte DEA (gemäß aktueller TAB Mittelspannung [2]) stellen nur im Mitsystem aktive Elemente dar, das Gegensystem ist vollständig passiv. Für geschlossene Ringe fließen die Fehlerstromanteile aller Abgänge an der Sammelschiene, entsprechend der Impedanzen zur Fehlerstelle hin, zusammen. Aus dem Verhältnis der Fehlerströme lässt sich der Fehlerort unabhängig von Mitsystemquellen und Fehlerwiderstand bestimmen. Der dem Schutzkonzept zugrundeliegende neue Schutzalgorithmus ist in [3] veröffentlicht.

Schritt 3: Schutzrestriktive Netzplanung

Um eine möglichst einfache Schutzauslegung zu gewährleisten, kann es sinnvoll sein, die in Schritt 1 vorgenommene Vermaschung zum Teil wieder rückgängig zu machen. Beispielsweise werden geschlossene Trennschalter in der Mitte zweier Halbringe wieder geöffnet. Die dann wieder auftretenden Überlastungen werden mittels eines Kabelausbaus behoben.

Ergebnisse

Die Abbildung 2 zeigt die Netzausbaukosten zweier benachbarter 20 kV-MS-Netze der einzelnen Varianten für ein zukünftiges Szenario relativ zu einem konventionellen Kabelausbau. Die Ersparnisse



inklusive einer Anpassung der Schutztechnik werden zwar reduziert bezogen auf die Einsparungen ohne Anpassung der Schutztechnik (Balken 2 und Balken 3), reduzieren die Kosten im Mittel allerdings immer noch deutlich um 23 %. Eine Kupplung zweier Erdschlussgebiete in Variante 3 und die entsprechende Schutzauslegung ist stark von der jeweiligen Sternpunktbehandlung abhängig und ist aufgrund fehlender Informationen und deswegen nicht dargestellt.

Abbildung 2: Vergleich der Netzausbaukosten

Literatur

- [1] Wolter, D., Zdrallek, M., Stötzel, M., Schacherer, C., Mladenovic, I., Biller, M., Impact of Meshed Grid Topologies on Distribution Grid Planning and Operation, 24th International Conference on Electricity Distribution, Glasgow (2017)
- [2] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz, Berlin (2008)
- [3] Biller, M., Jaeger, J., Robust Distance Protection Algorithm for Closed-Ring Structures, Advancements in Power System Automation and Protection (APAP), Jeju (2017)