

Titel	Dynamische Grenzwertermittlung für Teilnetzidentifikationsverfahren in der Mittelspannung
Art	Bachelor- oder Masterarbeit
Betreuer	Herr Frederik Puhe (Westnetz GmbH, Fachbereich: Technologie)
Beginn	Sobald wie möglich

Problemstellung

In elektrischen Verbundsystemen beruht der sichere Betrieb wesentlich auf der Solidarität der Netze und der darüber zusammengeschalteten Erzeugungsanlagen. Die Netzbetreiber stimmen miteinander ab, wie sich die Netze bei Störungen verhalten und gegenseitig unterstützen. Dies betrifft sowohl die regeltechnischen Fähigkeiten als auch die Leistungsreserven für das Gesamtsystem. Aufgrund der dezentralen Erzeugung in den Verteilnetzen und den alternativen Erzeugungstechnologien ergeben sich hierbei neue Chancen und Herausforderungen. Das Solidaritätsprinzip garantiert die Sicherheit des europäischen Verbundsystems - und dies zu geringen volkswirtschaftlichen Kosten. Diese Solidarität ist auch für den künftigen Betrieb unverzichtbar.

Allerdings kommt es vor, dass Stromnetze ungewollt ohne Verbindung zu einem vorgelagerten Netz betrieben werden. Diese Netze werden als Teilnetze bezeichnet und wurden vor allem in der Niederspannung beobachtet. Der Begriff ist bisher noch nicht einheitlich festgelegt, weshalb i.R.d.A. der Begriff der „Teilnetze“ Verwendung finden soll. Der VDE beispielsweise verwendet den Begriff der „ungewollten Inselnetze“ und definiert diesen wie folgt:

„Der Inselbetrieb ist der Zustand eines vom größeren Rest des Netzes getrennten Teilnetzes, in dem dezentrale Erzeugungsanlagen den Verbrauch der angeschlossenen Lasten decken. Ursachen der Trennung sind z.B. Schalthandlungen des Netzbetreibers, Auslösen von Schutzeinrichtungen oder Ausfälle von Betriebsmitteln. Bei einem unbeabsichtigten Inselnetzbetrieb vollzieht sich dieser Vorgang außerhalb der Kontrolle des Netzbetreibers. Spannung und Frequenz des getrennten Teilnetzes sind nicht vom Netzbetreiber zu beeinflussen.“

Im Zuge der Energiewende gibt es einen starken Anstieg der verteilten fluktuierenden Erzeugung in den niedrigen Spannungsebenen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die lokalen Lasten durch die lokale Erzeugungsleistung gedeckt wird. Die daraus resultierende ausgeglichene Leistungsbilanz zwischen Teil- und Verbundnetz ist eine zwingende Voraussetzung für das Entstehen von Teilnetzen. Aufgrund der Vielzahl fluktuierender Erzeugung in den unteren Spannungsebenen, lag der Fokus bis dato vor allem auf der Niederspannungsebene. Daher wird bereits heute in der technischen Anschlussrichtlinien (VDE-AR-N 4105) gefordert, dass Erzeugungsanlagen in der Niederspannungsebene mit Teilnetzerkennungssystemen ausgestattet werden müssen. So werden

aktuell Teilnetze unter anderem durch eine Überwachung des Phasenwinkels (Vektorsprung) oder des Frequenzgradienten (ROCOF) detektiert. In der Mittelspannungsebene existieren für solche Teilnetzerkennungssysteme bislang keine Vorgaben, da angenommen wurde, dass aufgrund der großen Differenz zwischen den lokalen Lasten und Einspeisungen kein lokales Gleichgewicht existiert und daher kein stabiler Teilnetzbetrieb möglich ist. Es wurde angenommen, dass wegen der größeren elektrischen Lasten ein lokales Gleichgewicht von Erzeugung und Verbrauch aus technischen Gründen ausgeschlossen werden könne. Der anhaltende Zubau von weiteren leistungselektronisch gekoppelten Erneuerbare-Energien-Anlagen (EEA) mit Regelfähigkeit von Frequenz und Spannung wird in Verbindung mit bereits existierenden rotierenden Generatoren zukünftig die Wahrscheinlichkeit von Teilnetzbildungen auf der Mittelspannungsebene weiter erhöhen. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (DENA) empfiehlt in einer Studie von 2017 weitergehende Untersuchungen und die Durchführung von Pilotprojekten zur Integration von Teilnetzerkennungsverfahren in der Mittelspannung.

Neben Vorgaben zur Integration solcher Teilnetzidentifikationsverfahren werden auf Mittelspannungsebene keinerlei Grenzwerte für Teilnetzidentifikationsverfahren gefordert. Eine dynamische Grenzwertermittlung ist notwendig, um abhängig von den Netzkonstellationen und den darin befindlichen Lasten und Erzeugungseinheiten, Teilnetze zuverlässig erkennen zu können. Denn werden Grenzwerte zu gering gewählt, kann dies zu Fehlauflösungen führen. Ungewollte Versorgungsunterbrechungen wären die Folge. Die Wahl zu groß dimensionierter Grenzwerte verschlechtern dem Gegenüber die Identifikationswahrscheinlichkeit.

Ziele

Auf Grundlage der Problemstellung, dass auf Mittelspannungsebene bis dato keine Vorgaben zur Parametrierung von Teilnetzidentifikationsverfahren gefordert werden, besteht das Ziel dieser Arbeit darin, ein Verfahren zu entwerfen, mit Hilfe dessen dynamische Grenzwerte unterschiedlicher etablierter Teilnetzidentifikationsverfahren (wie dem Verfahren zur Überwachung des Phasenwinkels oder des Frequenzgradienten) ermittelt werden können. Diese Grenzwerte sind vor allem abhängig von den Eigenschaften der im Netz befindlichen Lasten und Erzeugungseinheiten sowie von der Übertragungstechnologie (Kabel/Freileitung).

Vorgehensweise

Als Bachelorarbeit:

- Systematische Aufbereitung des Standes des Wissens zur Teilnetzbildung sowie zur Grenzwertermittlung von Teilnetzidentifikationsverfahren in der Niederspannung
- Erhebung von Anforderungen an eine Grenzwertermittlung von Teilnetzidentifikationsverfahren
- Entwurf eines Verfahrens zu dynamischen Grenzwertermittlung von etablierten Teilnetzidentifikationsverfahren auf Mittelspannungsebene
- Detaillierte Dokumentation des Entwicklungsstandes und Ableiten von Folgearbeiten

Als Masterarbeit werden ergänzend die folgenden Themen erarbeitet:

- Erzeugen eines Skriptes in der Programmierumgebung Python zur dynamischen Ermittlung von Grenzwerten eines ausgewählten Teilnetzidentifikationsverfahrens (z.B. Vektorsprungrelais) auf Basis realer Last und Einspeisedaten
- Aufzeigen der Plausibilität der ermittelten Grenzwerte auf Basis eines realen Netzmodells in der Simulationsumgebung von DigSILENT PowerFactory
- Dokumentation der Ergebnisse und Ableiten von Folgearbeiten

Optionale Fragestellungen

- Wie lässt sich auf Basis der ermittelten Grenzwerte ein geeignetes Prüfverfahren für Teilnetzidentifikation in der Mittelspannung entwickeln?

Erwünschte Vorkenntnisse

- Fachrichtung Elektrotechnik / Elektrische Energietechnik
- Grundkenntnisse in der Programmierumgebung von Python
- Grundkenntnisse in der Simulationsumgebung von DigSILENT PowerFactory
- Grundkenntnisse in Aufbau und Struktur von Nieder- und Mittelspannungs-Netzen

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Frederik Puhe

Florianstr. 15-21

44139 Dortmund

Tel.: +49 231 438 4656