

GRID4EU: ERFAHRUNGEN MIT EINEM AUTONOM SCHALTENDEN SYSTEM IN DER MITTELSPANNUNG

Lars JENDERNALIK¹, Thomas WIEDEMANN²,

Peter NOGLIK³, Anton SHAPOVALOV⁴

¹ Westnetz GmbH, Grillostr. 5, 45141 Essen, lars.jendernalik@westnetz.de

² RWE Deutschland AG, Kruppstr. 5, 45128 Essen, thomas.wiedemann@rwe.com

³ ABB AG, Forschungszentrum, Wallstadter Straße 59, 68526 Ladenburg, peter.noglik@de.abb.com

⁴ TU Dortmund, 44227 Dortmund, anton.shapovalov@tu-dortmund.de

Kurzfassung: Der immer weiter fortschreitende Ausbau von dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) führt bereits heute zu Engpässen in Verteilnetzen. Neben dem konventionellen Netzausbau suchen Netzbetreiber nach Alternativen, die Flexibilität in den Betrieb einbringen und weitere DEA-Integration unterstützen. Im deutschen Teil des europäischen Demonstrationsprojekt Grid4EU wird ein autonomes System zur Netzüberwachung und Steuerung entwickelt. Durch Stationsautomatisierung und intelligente Algorithmen wird ein Netzengpassmanagement ermöglicht und der Netzbetrieb optimiert.

Keywords: Mittelspannung, Smart Grid, Automatisierung, Monitoring, Netzbetrieb

1 Trends in der Energieversorgung

Mit der Energiewende erfolgt eine Umstrukturierung der Energieerzeugung. In Deutschland sind der Ausstieg aus der Kernkraft bis zum Jahr 2022 und die Reduktion von klimaschädlichen CO₂-Emissionen um 80 bis 95 Prozent bis 2050 geplant, was nur durch verminderten Einsatz und durch den Abbau der konventionellen Kraftwerke unterstützt werden kann. Diese Faktoren betonen die Bedeutung der Integration von dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) im Netz. So sollen bis zum Jahr 2050 80 Prozent der Stromversorgung aus erneuerbaren Energien stammen [1].

Der zukünftige Wandel der Erzeugungsstruktur erfordert eine Anpassung in den Energieübertragungsnetzen und nicht zuletzt in der Verteilnetzebene. In der Vergangenheit war der Leistungsfluss ausschließlich vertikal gerichtet: von den Großkraftwerken zu den Verbrauchern. Dabei wurde die Energie über Höchst- und Hochspannungsnetze in die Mittel- und Niederspannungsnetze transportiert. Durch die dezentrale Integration von erneuerbaren Energien in den Mittel- und Niederspannungsnetzen entstehen horizontale Leistungsflüsse, die zum einen eine Rückspeisung in die überlagerte Netzebenen bedeuten und zum anderen zu lokalen Engpässen führen können. Diese Entwicklung kann durch einen umfangreichen Um- und Ausbau des Netzes, eine Reorganisation des Netzbetriebs, eine Anpassung regulatorischer Rahmenbedingungen und eine Integration zusätzlicher Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen verhindert werden. Ohne diese Maßnahmen ist eine vollständige Ausnutzung der Erzeugungsleistung aus EEG-Anlagen nicht möglich. [2]

Alternativ zum im Allgemeinen kostspieligen Netzausbau geht der Trend zur Verteilnetzautomatisierung. Dabei wird die Netzinfrastruktur mit Mess- und Steuerelementen

ausgestattet um aktiv auf das volatile Einspeise-Last-Verhalten zu reagieren. Solche automatisierten Netze müssen zukünftig nicht kontinuierlich von einer zentralen Instanz kontrolliert und gesteuert werden, vielmehr wird die Anforderung an eine dezentralisierte Selbstverwaltung gestellt. Für die Vision einer autonomen und automatisierten Netzführung sind Algorithmen und intelligente Geräte erforderlich, die im Zusammenspiel mit der konventionellen Netztechnik erprobt werden müssen. An dieser Stelle gewinnen Forschungsprojekte, bei denen zukünftige Smart Grids Konzepte demonstriert werden, immens an Bedeutung.

2 Das Europäische Projekt GRID4EU

Das im Rahmen des FP7 laufende EU-weite Demonstrationsprojekt Grid4EU⁵ (www.grid4eu.eu) ist im November 2011 gestartet und hat als Ziel bis Januar 2016 verschiedene Smart Grid Ansätze zu entwickeln, diese im Feld zu testen und als Alternativen für Reduktion oder Unterstützung des konventionellen Netzausbaus zu evaluieren. Im Fokus des Projekts stehen Themen wie Automatisierung in Mittel- und Niederspannungsnetzen, Integration der DEA, Speichertechnologie, Demand Side Management und kontrollierter Inselnetzbetrieb.

Das Projekt ist ein Verbund von sechs Demonstrationsprojekten in Europa (Abb. 1), jeweils unter der Federführung eines überregionalen Verteilnetzbetreibers (ERDF (Frankreich), Enel (Italien), Iberdrola (Spanien), Vattenfall (Schweden), CEZ (Tschechien) und RWE (Deutschland)). Jedes Teilprojekt untersucht eine eigene Lösung, angewendet im regionsspezifischen Netz. Jedoch weisen alle Projekte Synergien auf, die als Basis für eine Skalierbarkeits- und Reproduzierbarkeitsanalyse bei einem potentiellen europaweiten Rollout dienen.



Abb. 1: Europäische Verbundpartner im Projekt GRID4EU

⁵ Gefördert durch die EU unter FP7 (Grant agreement Nr. ENER/FP7/268206)

3 Das deutsche Demonstrationsprojekt

Im deutschen Teilprojekt Grid4EU Demo 1 arbeiten TU Dortmund, RWE Deutschland AG, Westnetz GmbH und ABB AG in enger Kooperation an der Implementierung und Felddemonstration eines autonomen, intelligenten Systems zur Überwachung und Steuerung eines Mittelspannungsnetzes.

Dabei werden ausgewählte Ortsnetzstationen mit Mess- und Fernmeldetechnik ausgestattet. Als steuerndes Element werden an einigen von diesen automatisierten Stationen Leistungsschalter installiert. Somit ist es möglich die Netztopologie aktiv zu konfigurieren und die Lastflussverteilung im Netz zu beeinflussen.

Das System soll als eine kostengünstigere, auf Standardtechnologien basierende, Alternative zu einem klassischen SCADA-System in der Mittelspannung in den folgenden Anwendungsfällen eingesetzt werden:

- Topologieänderung zum Ausgleich der Ströme und Spannungen bei Grenzwertverletzung
- Verlustreduzierende Nachführung der Netztopologie
- Automatisierte Netzwiederversorgung nach einem Fehler
- Manueller Netzbetrieb und Messwerverfassung

3.1 Ziele

- **Integration** einer steigenden Anzahl **dezentraler Einspeiser** (Wind, Photovoltaik, ...) im Mittelspannungsnetz und in den unterlagerten Niederspannungsnetzen
- **Vermeidung** von **Netzausbau**
- Höhere **Versorgungszuverlässigkeit, kürzere Wiederversorgungszeiten** nach einer Störung
- **Erhöhung** des **Beobachtungs- und Steuerungsgrades** des Mittelspannungsnetzes im Hinblick auf Überlast- und Fehlererkennung
- **Verringerung** von **Netzverlusten**

3.2 Rahmenbedingungen

Die Installation der erforderlichen „intelligenten“ Technik erfolgt im Gebiet der Westnetz GmbH in der Gemeinde Reken in Nordrhein-Westfalen. Das städtisch-ländlich gemischte Gebiet weist gemäßigte klimatische Bedingungen auf. Das betroffene Netzgebiet umfasst etwa 100 Stationen, von denen 7 schalt- & fernsteuerbar ausgeführt werden. 11 weitere Stationen werden mit Messmodulen ausgestattet. Das Verhältnis von Maximallast zu Einspeisung ist aktuell etwa ausgeglichen, es wird jedoch eine starke Zunahme dezentraler Einspeiser erwartet.

3.3 Konzept

Die Idee ist, wichtige Ortsnetzstationen im Netz mit autonom arbeitenden Schalt- & Messmodulen auszustatten, um Daten des aktuellen Netzzustandes zu sammeln (Abb. 2). Die gesammelten Daten werden in einer Zentraleinheit in der Umspannanlage zusammengeführt. Diese Zentraleinheit wirkt wiederum auf die fernsteuerbaren Schalter um

die Netztopologie anzupassen und somit auf veränderte Einspeise- oder Lastsituationen bzw. Netzfehler zu reagieren. Alle relevanten Informationen wie z.B. die aktuelle Netztopologie werden dem übergeordneten SCADA-System mitgeteilt. Die Versorgungsqualität steigt und es kann mehr regenerative Energie aufgenommen werden ohne das Netz kostenintensiv ausbauen zu müssen.

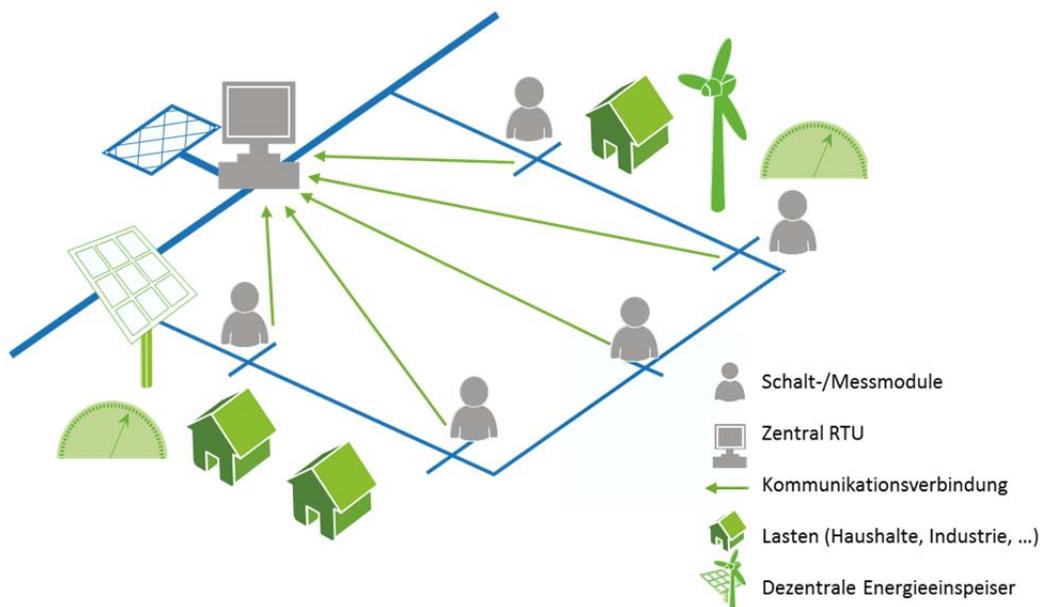


Abb. 2: Konzept eines autonom schaltenden Systems (ASS)

3.4 Optionen zum Aufbau der „Hardware“

Basierend auf dem Zustand der bestehenden Ortsnetzstationen wurden drei Optionen zur Einbringung der intelligenten Komponenten erarbeitet:

Option 1

Es erfolgt ein vollständiger Ersatz alter Ortsnetzstationen durch intelligente neue Kompaktstationen.

Option 2

Der Ersatz der Mittelspannungsschaltanlagen in begehbaren Ortsnetzstationen sowie die Implementierung der intelligenten Komponenten.

Option 3

Eine neuartige Schaltschranklösung zur Unterbringung der neuen Mittelspannungsschaltanlage sowie der intelligenten Komponenten als Ergänzung bestehender Ortsnetzstationen.



Abb. 3: Optionen zum Aufbau der „Hardware“

3.5 Ein vereinfachtes Beispiel der Funktionsweise

Im vorgegebenen Szenario steigt das Spannungsniveau an zwei Ortsnetzstationen, bedingt durch eine hohe Einspeisung von Photovoltaik- und Windenergie, in den kritischen Bereich von 10,7 kV bis 10,8 kV an (Abb. 4).

Beim Erreichen von 10,7 kV wird der Zustand: ESL1 (Endangered State Level 1) detektiert. Steigt der Spannungspegel nun konstant weiter an, wird ESL2 erreicht (2) und die Optimierung startet (3). Die Aufgabe des Algorithmus besteht darin, eine geeignete neue Netztopologie zu berechnen, um der zu erwartenden Überschreitung der Spannungsgrenze entgegenzuwirken. Ist die Optimierung beendet und eine geeignete Topologie gefunden, wird ein Schaltprogramm erstellt und dessen Ausführung aktiviert (4). Nach Beendigung der Schalthandlung herrscht ein geringeres Spannungsniveau als vorher (6). Somit entsteht ein Potential für das Netz weitere regenerative Energie aufzunehmen. [4]



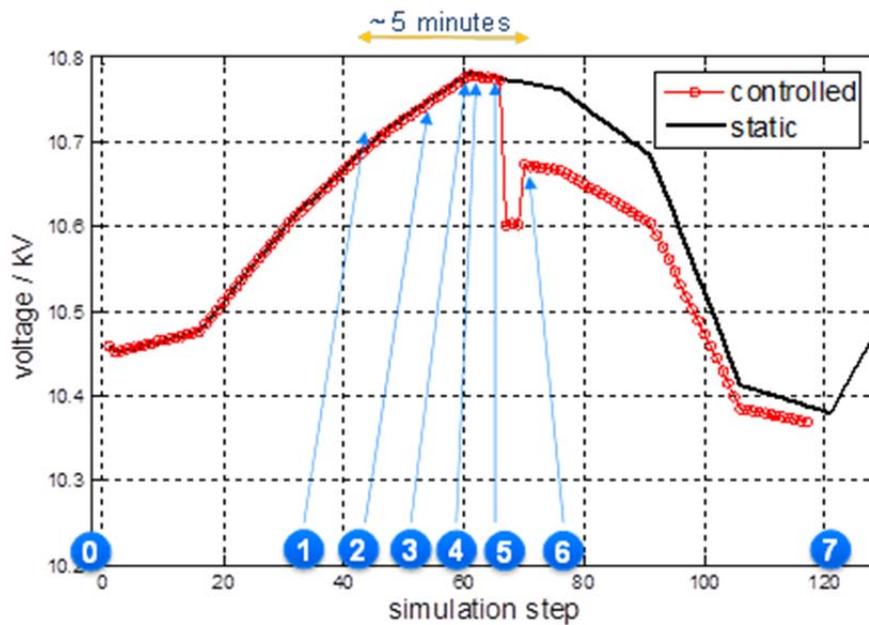


Abb. 4: Funktionsbeispiel

3.6 Auswirkungen auf die Versorgungsqualität

Die Ausfallhäufigkeit der Stationen im Netzgebietes Reken ist in der nebenstehenden

Situation	SAIDI in min/a	ASIDI in min/a
Ohne Intelligenz	12,8	14,9
Mit Multi-Modul-System	6,1	7,5

Tabelle sowie in Abbildung 5 zu sehen. Gelb markiert sind die 7 Schaltmodule. Die blauen Balken kennzeichnen den durchschnittlichen Ausfall in min/Jahr ohne Einsatz des autonom schaltenden Systems. Die roten Balken stehen für den Netzausfall in min/Jahr mit dem installierten autonom schaltenden System.

Es ist zu erkennen, dass der Einsatz des Systems die Ausfalldauer im Durchschnitt um etwa 50% senkt und die Versorgungsqualität im Netzgebiet somit deutlich gesteigert werden kann.

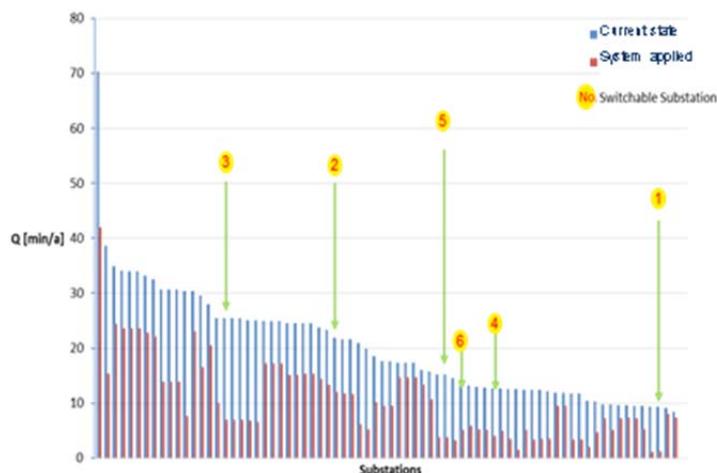


Abb. 5: Versorgungsqualität im Netzgebiet Reken

3.7 Testphasen

Der Test des autonom schaltenden Systems erfolgt im Feld in einem mehrstufigen Verfahren:

Phase 0 Es erfolgt eine Aufzeichnung der Messwerte und Schaltsignale sowie die anschließende Analyse (Prüfung auf Plausibilität). Es werden keine Schalthandlungen durchgeführt.

Phase 1 Die vorgeschlagenen Schalthandlungen werden an das SCADA System weitergeleitet und dort geprüft. Nach erfolgreicher Prüfung wird die Schaltung manuell vom Schaltungenieur durchgeführt.

Phase 2 Die vorgeschlagenen Schalthandlungen werden an das SCADA System weitergeleitet und dort geprüft. Nach erfolgreicher Prüfung gibt der Schaltungenieur die Anweisung an das System weiter, selbstständig zu schalten.

Phase 3 Alle Schalthandlungen werden automatisch durchgeführt. Es erfolgt eine Meldung im SCADA System.

4 Zusammenfassung

Grid4EU ist das aktuell größte Förderprojekt der EU. Mit den einzelnen Demonstrationsprojekten in 6 Ländern wird das Ziel verfolgt, die Praxistauglichkeit verschiedener Systeme im Feld zu testen. Wichtige Punkte hierbei sind u.a. die Anwendbarkeit, die Skalierbarkeit sowie die Replizierbarkeit der unterschiedlichen Lösungen. Der Erfahrungsaustausch zwischen den einzelnen DEMOs auf europäischer Ebene ist ebenfalls eine Kernfunktion.

DEMO 1 in Deutschland verfolgt das Ziel, den Automatisierungsgrad im Mittelspannungsnetz von Verteilnetzbetreibern zu erhöhen. Hierzu werden autonom arbeitende Schalt- & Messmodule in Ortsnetzstationen eingebaut, welche zu jeder Zeit die optimale Netztopologie herstellen. So wird ein kostenintensiver Netzausbau trotz steigender Anzahl dezentraler Einspeiser aus regenerativen Energien nach hinten geschoben und die Versorgungsqualität verbessert. Die beteiligten Partner sind: RWE Deutschland AG, Westnetz GmbH, TU Dortmund, ABB AG.

5 Referenzen

- [1] R. Garaude Verdier, L. Jendernalik: Smart Grids 2013: Project GRID4EU: Integration of Decentralised Energy Resources, Juni 2013
- [2] P. Noglik, L. Jendernalik, A. Shapovalov: et, Heft 01-02/2014: Erweiterte Steuerungsmöglichkeiten im Mittelspannungsnetz durch autonome Systeme, Januar 2014
- [3] L. Jendernalik, T. Wiedemann, P. Noglik, A. Shapovalov: CIRED 2015 Paper 0133: The German large scale demonstration project inside Grid4EU, June 2015