

Schwarzstart und Netzwiederaufbau

Im Zuge des Italienblackouts 2003 und der Netztrennung des ENTSO-E Netzgebietes 2006 führten zu einer vermehrten Forschungs- und Versuchstätigkeit im Bereich Schwarzstartfähigkeit und Netzwiederaufbau. Diese Tätigkeiten mündeten im ENTSO-E Network Code on Emergency and Restoration, der 2017 in Kraft trat. Die Netzwiederaufbaustrategien für das Österreichische Stromnetz konzentrieren sich auf Wasserkraftwerke in Salzburg und Kärnten, wobei durch die große Anzahl an schwarzstartfähiger Anlagen mehrere Möglichkeiten zum Aufbau eines Inselnetzes gegeben sind. Der Ablauf und die Organisation des Netzwiederaufbaus wird regelmäßig in groß angelegten Schwarzstart- und Netzwiederherstellungstests untersucht werden. Das Institut für Elektrische Energiesysteme (IEAN) kooperiert bei diesen Tests als wissenschaftlicher Partner bei der Vorbereitung und Bewertung mit österreichischen Netz- und Kraftwerksbetreibern.

Der Fokus des Institutes liegt dabei auf der Verbesserung der Frequenzstabilität in den frühen Stadien der Netzwiederherstellung und der Bewertung möglicher Chancen und Herausforderungen einer parallelen Netzwiederherstellung mit mehreren Inseln.

Evaluierung der Frequenzstabilität

Die Netzinseln in der frühen Phase der Netzwiederherstellung haben nur eine geringe Anzahl synchronisierten Generatoren, was zu einer hohen Frequenzänderungsrate (ROCOF) führt. Es ist daher wichtig, die vorhandenen Möglichkeiten zur Stabilisierung der Netzfrequenz zu untersuchen, um auch in dieser Phase des Netzwiederaufbaus Verletzung der Frequenzgrenzen bei Lastzuschaltungen zu vermeiden und einen sicheren und zügigen Netzwiederaufbau zu gewährleisten. Eine allgemein anwendbare Betriebsmaßnahme zur Verbesserung der Frequenzstabilität ist die Nutzung zusätzlicher Rotationsenergie durch Synchronisation weiterer Generatoren.

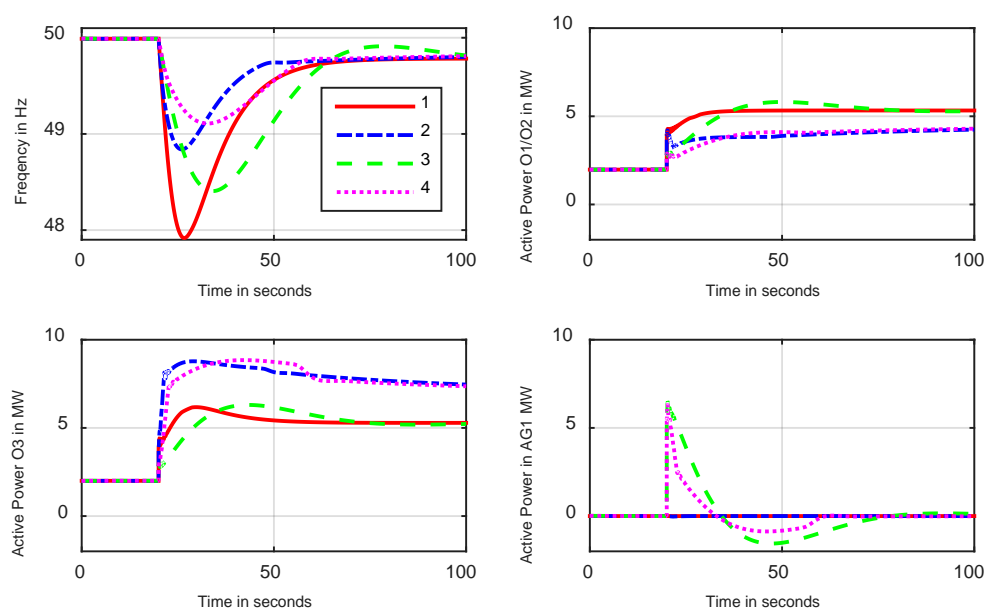


Figure 1: Simulation Frequenzantwort eines positiven Lastsprunges von 10 MW. Die weiteren Graphen zeigen die Wirkleistung der Frequenzregelenden Generatoren O1-O3 und des zusätzlichen Generators AG1. Die Düsenvorhaltung von O3 ist für Messung 2 und 4 aktiv, AG1 ist bei Messung 1 und 2 abgeschaltet

Eine technisch anspruchsvollere Lösung besteht darin, die Reaktionsgeschwindigkeit der Frequenzregelung zu erhöhen. Die Arbeit des Instituts konzentriert sich in diesem Bereich auf die Erstellung geeigneter Reglermodelle für die simulationsunterstützte Untersuchung des Frequenzverlaufes und verschiedener Generator- und Reglerkonfigurationen. Beispielhaft für diese Arbeit ist die Modellierung der Düsenvorhaltung mit Strahlablenkerregelung einer Pelton-Einheit. Die Frequenzregelung der Pelton-turbine mit dem Strahlablenker ermöglicht eine schnelle Leistungssteigerung, indem ein Teil des Wasserstrahls ständig von der Turbine weggeleitet wird.

Paralleler Netzwiederaufbau

Die große Anzahl von Kraftwerken, hauptsächlich Wasserkraftwerken, mit bestätigter Schwarzstartfähigkeit im österreichischen Übertragungs- und Verteilnetz bietet die Möglichkeit, die Netzwiederaufbaustrategie an die tatsächlichen Rahmenzustände des Blackouts/Großstörung anzupassen. Folglich muss die bestehende Möglichkeit mit zwei parallelen Inseln während der Netzwiederherstellung und deren Synchronisation geübt und bewertet werden.

Das Hauptproblem nach der eigentlichen Synchronisation ist die kontrollierte Übergabe der Frequenzregelung zwischen den ehemaligen Inseln. Die Inseln haben eine ausgeglichene Last und Erzeugung. Daher wird nach der Synchronisation keine Wirkleistung zwischen ihnen übertragen. Wenn die Frequenzsteuerung an eine frühere Insel übergeben wird, entspricht die übertragene Wirkleistung dem Anteil der Lastabdeckung, der zwischen den früheren Inseln verschoben wurde.

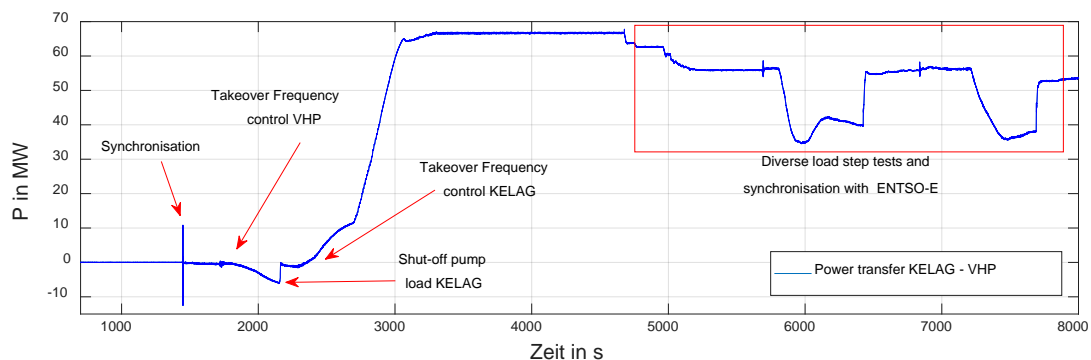


Figure 2: Measured active power transfer between two island after synchronization from 2017 grid restoration test Kärnten

Zukünftige Herausforderungen und Möglichkeiten

Immer mehr Wasserkraftwerke werden entweder im Rahmen von Sanierungsprojekten bei Neubauprojekten mit Umrichtern an das Netz angeschlossen um ein höheres Maß an Betriebsflexibilität bieten. Diese Änderung der Technologie beeinflusst auch die Strategien für Schwarzstart und Netzwiederherstellung, da durch die Entkopplung der Generatordrehzahl von der Netzfrequenz die positiven Auswirkungen der zusätzlichen Rotationsenergie und des Drehmoment-Drehzahl-Verhaltens von Pumpen für die Stabilisierung der Frequenz der Insel nicht mehr verfügbar ist. Es können jedoch durch entsprechende Regelkonzepte der Umrichter komplexere Frequenzsteuerungsstrategien implementiert werden.

Die folgenden Themen stehen daher im Fokus der zukünftigen Forschung auf dem Gebiet der optimalen Netzwiederherstellung:

- Zeitverzögerte virtuelle Schwungmasse
- Effizientere Nutzung der rotierenden Energie im Inselbetrieb
- Betriebliche Möglichkeiten von Frequenzentkopplung zwischen Netz mit Generator/Pumpeinheiten

Ein effizientes und anwendbares Forschungsergebnis setzt vorhandene Kompetenz in Regelungstechnik und dynamischer Netzwerksimulation, sowie Hardware-in-the-Loop Systeme für Voruntersuchungen und Industriepartner voraus, die bereit sind, Schwarzstart- und Netzwiederherstellungstests in großem Maßstab durchzuführen.

Veröffentlichungen

2019

Polster, S., Renner, H., Schürhuber, R., et al.

Best practice grid restoration with hydropower plants

In: Wasserwirtschaft. 109, Sonderh. 1, p. 107-112, 2019 [Journal]

Polster, S., Schürhuber, R., Renner, H., et al.

Modelling of Black Start and Island Grid Operation with Deflector Controlled Pelton Units

In: Hydro 2019, Porto, Portugal, 2019 [Conference]

2018

Polster, Renner, H., et al.

Regionaler Netzwiederaufbau - Voraussetzungen und Herausforderungen

In: 15. Symposium Energieinnovation, Graz, Austria, 2018 [Conference]

2013

Schmaranz, R., Polster, J., Brandl, S., Renner, H., et al.

Blackout – Key Aspects for Grid Restoration

In: International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Frankfurt, Germany, 2013 [Conference]

2011

Brandl, S., Schmaranz, R., Hübl, I., Weixelbraun, M., Renner, H., et al.

Evaluation of Islanded Grid Operation Tests and Dynamic Modelling

In: International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Frankfurt, Germany, 2011 [Conference]

Project Information



Kontakt



Fakten



Partner



Herwig Renner [[Link zur Visitenkarte](#)]

Dauer: 2006 – laufend
Koordinator: Herwig Renner
Aktuelle Mitarbeiter: Alexander Rainer,
Stefan Polster
Ehemalige Mitarbeiter: Michael
Weixelbraun, Klaus Köck und andere

- Austrian Power Grid
- Kärnten Netz
- Energienetze Steiermark
- Verbund Hydro Power
- Illwerke VKW
- KELAG