

Motivation

Ein stabiles Stromnetz erfordert zu jeder Zeit Gleichgewicht zwischen erzeugter und verbrauchter Energie. Die volatile Einspeisung der zunehmenden Wind- und Solarenergie erschwert es Erzeugung und Verbrauch im Gleichgewicht zu halten. Um dieses Gleichgewicht gewährleisten zu können, sind Speichertechnologien notwendig [1]. Neben den neuen, relativ unerforschten, Speichertechnologien wie Druckluft, Wärme oder Power to Gas, ist die Pumpspeicherung eine bewährte Methode mehrere Gigawattstunden zu speichern und mit einem Zykluswirkungsgrad jenseits der 80% Grenze wieder ins Netz einzuspeisen [2]. Die von der Netzseite geforderten raschen Umschaltprozesse in solchen Anlagen können jedoch dynamische Vorgänge verursachen, welche zu Schäden an der Anlage bzw. zu Instabilitäten im Netz führen können [3].

Im Rahmen dieses Projekts werden diese Vorgänge untersucht um in weiterer Folge rasche Umschaltprozesse zu ermöglichen, ohne systemkritische Belastungen hervorzurufen.

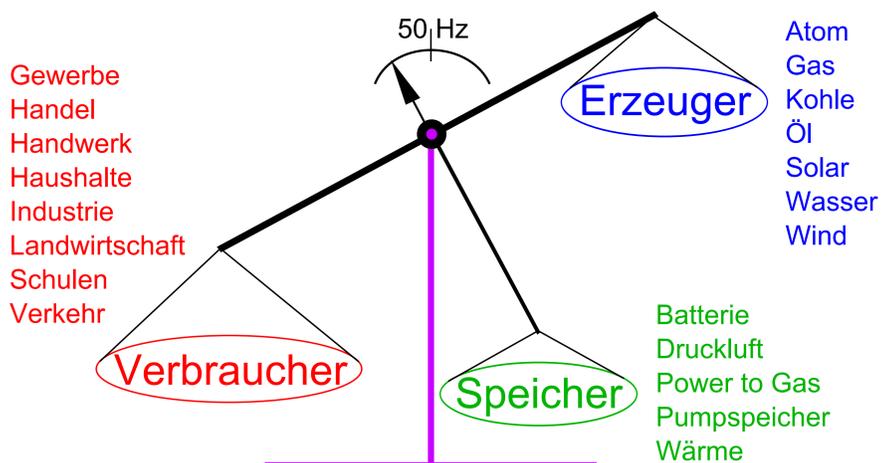


Abbildung 1: Gleichgewicht im Stromnetz
Verbraucher, Speicher und Erzeuger

Netzstudie

Mit Hilfe der Simulationssoftware SIMSEN können Anlagen inklusive elektrischem Netz abgebildet und untersucht werden. Ein Beispielfall ist die Untersuchung des britischen Netzes für den Fall, dass eine Erzeugungseinheit mit 300 MW ausfällt.

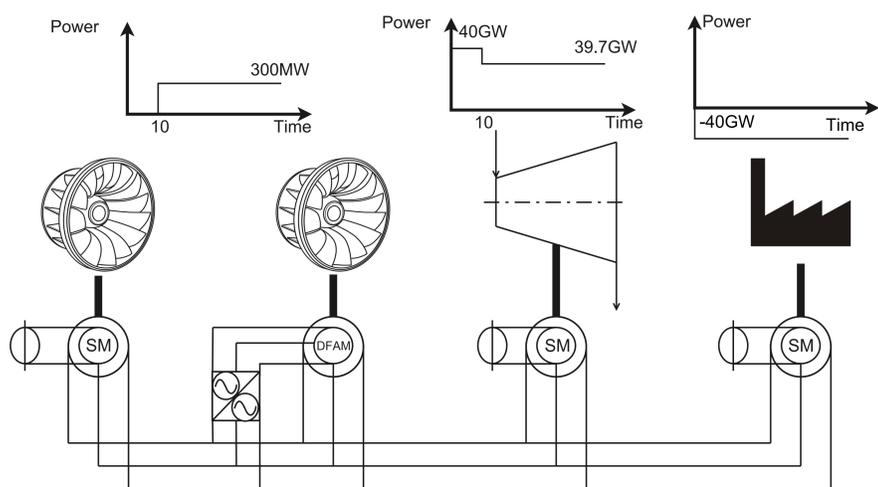


Abbildung 2: Modell britisches Netz

Simuliert wurde der Fall konstanten Verbrauchs, einer konstanten Erzeugung die nach 10 Sek um 300 MW einbricht und zwei Pumpturbinen (mit fixer Drehzahl und mit variabler Drehzahl) die diesen Einbruch ausgleichen sollen. Die beiden Pumpturbinen sind über eine gemeinsame Druckrohrleitung und ein gemeinsames Netz miteinander gekoppelt.

Simulation

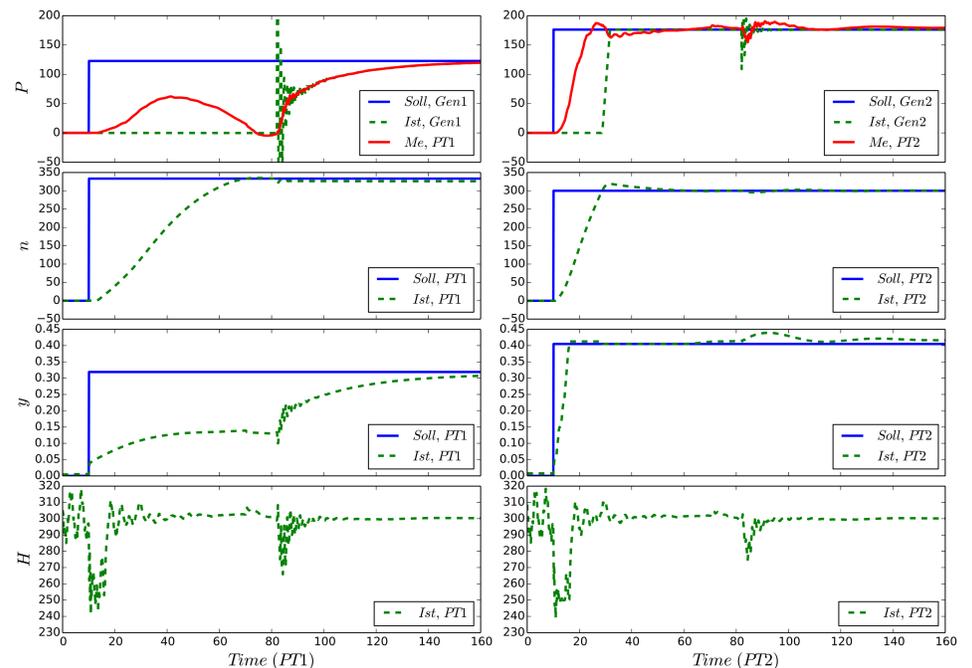


Abbildung 3: Pumpturbinenparameter zur Netzstudie

Abbildung 3 zeigt in blau die Sollwerte und in grün die Istwerte der wichtigsten Pumpturbinenparameter (Leistung, Drehzahl, Leitapparatstellung und Druckhöhe) beider Pumpturbinen für den Fall der Netzstabilisierung. Zusätzlich ist in den obersten beiden Subplots die Leistung der jeweiligen Pumpturbine dargestellt. Die Istwerte der obersten zwei Subplots zeigt die Leistung die jeweils ins Netz eingespeist wird. Ersichtlich ist, dass die Pumpturbine 2 (PT2) mit variabler Drehzahl wesentlich früher Leistung liefert als Pumpturbine 1 (PT1) mit fixer Drehzahl. Die variable Drehzahl liefert die Möglichkeit dem Leistungssollwert exakt zu folgen mit der Drehzahl als schwingenden Parameter, während sich dies bei fixer Drehzahl gegenteilig verhält. Falls PT1 mit einer Synchrondrehzahl entsprechend der Nennnetzfrequenz zugeschaltet wird, anstatt mit der Drehzahl entsprechend der tatsächlichen Netzfrequenz, kommt es zu Leistungsschwingungen, die binnen kürzester Zeit die Drehzahl entsprechend der aktuellen Netzfrequenz (siehe Abbildung 4) anpassen. Nach der Anpassung der Drehzahl läuft die Pumpturbine nicht mit Nenn Drehzahl sondern mit einer proportional zur Frequenzabweichung variierten Drehzahl (Abbildung 3 Subplots der Drehzahl (n)).

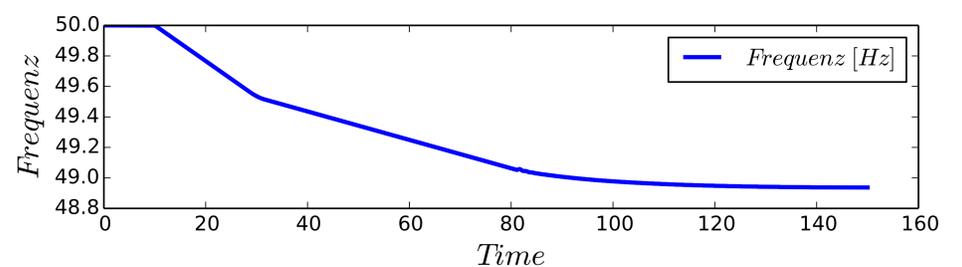


Abbildung 4: Verlauf der Netzfrequenz

Da beim Zuschalten einer Anlage die Synchrondrehzahl über die tatsächliche Netzfrequenz ermittelt wird, treten diese Schwingungen in der Praxis normalerweise nicht auf. Weiters wurde die Annahme getroffen, dass es im Netz keine Primär- und Sekundärregelleistung [4] gibt. Unter realen Bedingungen würde diese einer Netzänderung entgegenwirken. Nichts desto trotz zeigt diese Studie den Einfluss einer Pumpturbine auf die andere. Ersichtlich ist dies in den Druckhöhenverläufen der Abbildung 3. Die Leistungsschwingungen der PT1 verursachen Druckstöße [5], welche sich über die Rohrleitung bis hin zur PT2 ausbreiten und dort wiederum zu einer schwingenden Leistungseinspeisung führen.

Fördergeber und Projektpartner

Das K-Projekt GSG-GreenStorageGrid wird im Rahmen von COMET - Competence Centers for Excellent Technologies durch das BM-VIT, das BMFWF, die Wirtschaftsagentur Wien, durch das Land NÖ und durch das Forschungsressort des Landes Oberösterreich im Wege des Amtes der Oö Landesregierung - Abteilung Wirtschaft gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt.



References

- [1] M. Popp: *Speicherbedarf bei einer Stromversorgung mit erneuerbaren Energien*, Springer Verlag, 2010
- [2] M. Könemund: *Energiespeicher im Vergleich-zentrale und dezentrale Anwendungen*, Arbeitskreis Netzintegration, 2012
- [3] M. Popescu, D. Arsenie und P. Vlase: *Applied Hydraulic Transients for Hydropower Plants and Pumping Stations*, 2003
- [4] consentec: *Beschreibung von Regelleistungskonzepten und Regelleistungsmarkt*, Studie im Auftrag der deutschen Übertragungsnetzbetreiber, 2014
- [5] C. Platero, C. Nicolet, J. Sanchez und B. Kawkabani: *Increasing wind power penetration in autonomous power systems through no-flow operation of Pelton turbines* Renewable Energy, 2014, 68, 515 - 523