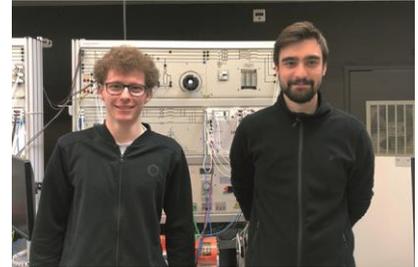


## Solutions for grid frequency support under increasing integration of renewable generation

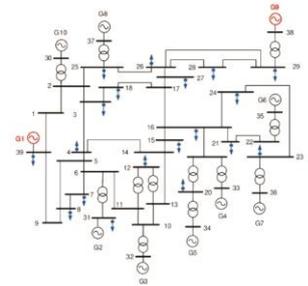
Die Frequenzstabilität ist entscheidend für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb von Stromnetzen. Dabei stellt sich die Frequenz aus der momentanen Leistungserzeugung und dem momentanen Leistungsverbrauch ein. Im Normalbetrieb befinden sich diese im Gleichgewicht. Fällt beispielsweise ein Stromerzeuger aus, wird dieses Gleichgewicht gestört und die Frequenz sinkt. Um dem entgegenzuwirken, besitzen Synchrongeneratoren eine rotierende Masse, welche eine Trägheit besitzt. Die Trägheit wirkt der schlagartigen Frequenzänderung entgegen, bevor weitere stabilisierende Einheiten aktiviert werden. Im Gegensatz zu den Synchrongeneratoren enthalten umrichtergekoppelte Erzeuger (CIG) keine Trägheit. Diese werden in Stromnetzen weltweit vermehrt eingesetzt, während gleichzeitig die Stromerzeugung mit Synchrongeneratoren verringert wird. Dies bedeutet, dass die Trägheit in Stromnetzen abnimmt. Um die Trägheit in Stromnetzen dennoch aufrechtzuerhalten, müssen Kraftwerkssteuerungen (PPC) in die CIGs implementiert werden. Damit die Trägheit durch die erneuerbaren Energien bereitgestellt werden kann, dürfen diese nicht am maximum power point (MPP) betrieben werden. Dies hat zur Folge, dass zusätzliche Leistungsverluste entstehen. Um diese Verlustleistung zu eliminieren, können Batteriespeicher (BESS) in das Stromnetz eingebunden werden. Diese BESS sind dann wiederum mit einem PPC ausgestattet und können auch virtuelle Trägheit bereitstellen.

In dieser Bachelorarbeit werden die Anforderungen an diese Steuerungen und an die BESS analysiert. Dies dient dazu, Lösungen für die Gewährleistung der Frequenzstabilität in Stromnetzen während eines Erzeugungsausfalls zu präsentieren. Für diese Arbeit wurden zwei Testsysteme mit der Software DlgSILENT PowerFactory analysiert. Basierend auf unseren Resultaten empfehlen wir, Zusatzregelungen in Stromnetzen zu implementieren. Dazu sollen BESS verwendet werden, da so die Photovoltaik-Generatoren (SPVG) nicht für die Regelung zuständig sind und somit bei voller Leistung betrieben werden können. Zusätzlich empfehlen wir, die BESS für grosse Kapazitäten auszuliegen, da die Kosten pro Kilowattstunde so abnehmen.

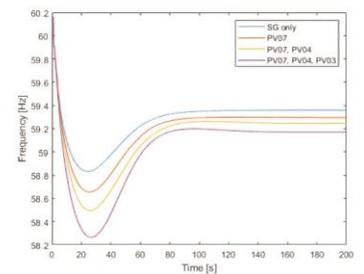


Diplomierende  
Janick Müller  
Lukas Nösberger

Dozierende  
Petr Korba  
Miguel Ramirez Gonzalez



Eine Darstellung des 39 Bus New England Systems als Single Line Diagram.



Simulation aller Testfälle des 39 Bus New England Systems bei einem Erzeugungsausfall.