

Kurzfassung

Durch den steigenden Anteil an erneuerbaren Energien werden mehr Windkraftanlagen entwickelt und eingesetzt. Deshalb müssen Windenergieanlagen im Falle eines Netzfehlers zur Netzstützung beitragen. Momentan wird dies in langwierigen Zertifizierungsprozessen im Feld geprüft. Um den Zertifizierungsprozess von Windenergieanlagen zu verkürzen, sollen die Tests an Prüfständen durchgeführt werden. Am CWD existiert ein solcher Prüfstand, welcher einen umrichterbasierten Netzemulator zur Abbildung des elektrischen Netzes nutzt. Ein Teil des Zertifizierungsprozesses ist die Durchführung von LVRT Tests. LVRT Tests beschreiben die Fähigkeit einer Energieerzeugungsanlage einen Spannungseinbruch im Netz zu durchfahren. LVRT Tests werden bei Feldmessungen mit einem FRT Container, der auf dem Prinzip eines passiven Spannungsteilers basiert, durchgeführt. Am CWD werden Spannungseinbrüche direkt vom Netzemulator vorgegeben. Da der Beitrag einer Energieerzeugungsanlage zur Netzstützung bei einem Spannungseinbruch direkt von der Netzimpedanz am Netzknoten abhängt, wird zuerst geprüft, ob der Netzemulator in der Lage ist, die geforderten Netzimpedanzen und Netzwinkel am Anschlussknoten zu erzeugen. Dazu werden dreiphasige LVRT Tests am CWD durchgeführt. Mittels eines Modells des Aufbaus am CWD und den Messergebnissen der dreiphasigen LVRT Tests wird festgestellt, dass der Netzemulator sowohl die Netzimpedanz als auch den Netzwinkel präzise einstellen kann. Dann werden in dieser Arbeit zweiphasige LVRT Tests am CWD mit Tests aus dem Feld verglichen, um festzustellen, welche Einstellungen am CWD genutzt werden sollen, um mit den Feldmessungen vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Zudem wird festgestellt, welchen Einfluss die eingestellte Netzimpedanz am CWD auf die Ergebnisse hat. Da bei einem zweiphasigen LVRT Test durch den Aufbau des FRT Containers am Anschlusspunkt zwei phasenspezifische Impedanzen auftreten, die der Netzemulator nicht darstellen kann, werden Messungen mit zwei Netzimpedanzen durchgeführt. Die eine Netzimpedanz entspricht der Impedanz, welche im Feld während des Spannungseinbruches in den einbrechenden Phasen am PCC entsteht. Mit dieser Impedanz weisen die Messungen am CWD eine Abweichung im Spannungsbetrag von bis zu 0,04 p.u. und in der Phasenlage von bis zu 3° gegenüber der Feldmessung auf. Die andere Netzimpedanz am CWD entspricht der Impedanz, die in der nicht einbrechenden Phase im Feld am PCC während des Spannungseinbruches entsteht. In diesem Fall weisen die Messungen am CWD eine Abweichung von bis zu 0,15 p.u. im Spannungsbetrag und eine Abweichung von bis zu $31,2^\circ$ in der Phasenlage gegenüber der Feldmessung auf.

Abstract

Due to the increasing share of renewable energy, more wind turbines are developed and put into service. Therefore wind turbines must participate in stabilizing the grid in case of a grid fault. Currently this is tested in a lengthy certification process in the field. To shorten this process, these tests should be done on a test bench. Such a test bench, which uses an inverter based grid emulator, exists at the CWD. Part of the certification process is the execution of LVRT tests. An LVRT test describes the ability of a power generating unit to stay connected to the grid during a drop in the grid voltage. In the field a FRT Container, which uses a passive voltage divider, is used to carry out the LVRT tests. At the CWD the grid emulator directly generates the voltage drop. Due to the impact, a power generating unit can have stabilizing the grid, being directly proportional to the grid impedance at the local grid node, the actual grid impedance and grid angle provided by the grid emulator is checked first. For this three phase LVRT test are conducted at the CWD. Using the results of these tests and a model of the test bench, it is determined, that the grid emulator at the CWD has the capabilities to provide an accurate grid impedance and grid angle. Then the results of two phase LVRT tests conducted at the CWD are compared with LVRT tests conducted in the field, to determine the settings at the CWD which generate comparable results to the field tests. Additionally, it is determined, what the influence of the grid impedance on the resulting voltage is. Because the construction of the FRT Container causes two phase specific impedances at the PCC during a two phase LVRT test, which cannot be emulated by the grid emulator, the tests at the CWD are conducted using two impedances. The first impedance corresponds to the impedance, which is created in the phases with the voltage drop at the PCC in the field. Using this impedance differences of up to 0.04 p.u. in the voltage level and up to 3° in the phase change occur. The second impedance corresponds to the impedance in the unaffected phase at the PCC in the field. Using this impedance differences of up to 0.15 p.u. in the voltage level and up to 31.2° in the phase change occur.