



Quelle: alle Bilder Electro Static Technology

Induzierte Spannungen

Wellenerdung für Windenergieanlagen

Induzierte Spannungen durch den Frequenzumrichter können Lager der Windkraftgeneratoren beschädigen und Stillstände zur Folge haben. Eine Lösung hierfür sind Wellenerdungsringe, die solche Schäden zuverlässig verhindern.

Windenergieanlagen (WEA) wandeln die Energie des Windes in elektrische Energie um, indem der Wind zum Drehen einer Generatorwelle genutzt wird. Die Generatoren verwenden ein Getriebe und einen Frequenzumrichter, um die Frequenz der gewonnenen elektrischen Energie an die Netzfrequenz von 50 Hz bzw. 60 Hz anzupassen. Auch zur Erregung des Generators selbst werden meist Frequenzumrichter genutzt. Des Weiteren kommen Generatoren mit Permanentmagneten zum Einsatz. Auch bei permanenterrregten Generatoren induziert der Frequenzumrichter Spannungen in die Generatorwelle. Diese Spannung entlädt sich über jeden vorhandenen niederohmigen Strompfad zur Erde.

Die Strompfade führen in der Regel durch die Generator- oder Getriebelager. Die Entla-

dung durch diese beweglichen Teile verursacht kumulative Schäden durch Elektroerosion. Die entstandenen Schäden werden als Riffelbildung oder auch als Waschbretteffekt bezeichnet (**Bild 1**). Die Folge kann ein Generatorausfall sein. Die meisten Generatoren haben Hybrid- oder isolierte Lager, die widerstandsfähig gegenüber elektrischen Schäden durch Kreisströme sind. Gekoppelte Bauelemente wie Getriebe und Tachometer sind jedoch gefährdet (**Bild 2**). Windgeneratoren sind daher zusätzlich mit einer Rotorerdung ausgestattet, die das Risiko für diese Bauelemente verringern soll. Generatoren, die durch Frequenzumrichter geregelt sind, verwenden meist Kohlebürsten zur Erdung der Welle, Ausführungen mit Permanentmagnet nutzen teilweise auch Rollen auf der Bremsscheibe. Beide Methoden bieten einen niederohmigen

Pfad für Niederfrequenz- und Gleichstrom. Diese ansonsten schädlichen Ströme fließen damit durch die Kohlebürsten oder Rollen, ohne weiteren Schaden zu hinterlassen.

Gefahr durch hochfrequente Ströme

Die Wellenspannung enthält jedoch neben den niedrigen auch hohe Frequenzen, und Kohlebürsten und Rollen haben eine hohe Impedanz (Widerstand) gegenüber hochfrequenten Strömen. Daher besteht auch mit einer Kohlebürste oder Rolle immer noch die Gefahr, dass das System elektrisch beschädigt wird. Windenergieanlagen benötigen also zusätzlich eine Wellenerdung mit geringer Impedanz für hohe Frequenzen. Die technische Lösung für diese Anforderung sind Wellenerdungsringe, die von Aegis entwickelt wurden.



Bild 1: Lager mit Riffelbildung – ein durch Elektroerosion verursachter »Washbretteffekt« an der Lauffläche



Bild 2: Getriebe mit Streifenbildung durch Stromübergang, den sogenannten »tiger stripes«



Bild 3: Die Ringe der PRO-Serie von Aegis umschließen die Welle mit Hunderttausenden von leitfähigen Mikrofasern

Die Ringe der PRO-Serie von Aegis umschließen die Welle mit Hunderttausenden von leitfähigen Mikrofasern (Bild 3). Diese Fasern besitzen in der Summe eine große Oberfläche, was ihnen eine niedrige Impedanz für hochfrequente Ströme verleiht. Mit Hybridlagern zur Blockierung von Kreisströmen, einer Rolle oder Kohlebürste zur Übertragung von Gleich- und Niederfrequenzstrom und einem Wellenerdungsring für hohe Frequenzen ist das System vollständig gegen elektrische Lagerschäden geschützt.

Messungen auf Windkraftanlage

Electro Static Technology, der Hersteller der Aegis-Wellenerdungsringe, führte auf einer Windkraftanlage für einen Generatorhersteller Messungen durch. Gemessen wurde auf einer 140 m hohen Anlage mit 135 m Rotorblattdurchmesser mit einem permanenten Generator mit Frequenzrichterregelung. Der Generator verfügt über Rollen auf der Bremsscheibe für die Niederfrequenz-Erdung und über eine Wellenerdung in Art eines »Geigenbogens« für hochfrequente Spannungen.

Ohne jegliche Wellenerdung wies die hochfrequente Wellenspannung einen zu hohen Betrag von $U_{ss} = 20\text{ V}$ (Spitze/Spitze) auf. Mit dem »Geigenbogen« konnte die Spannung auf etwas mehr als 4 V gesenkt werden. Unter 5 V befindet man sich auf einem sicheren Niveau für die Wellenspannung. Jedoch zeigte der »Geigenbogen« einen starken Verschleiß, da diese Bauelemente mit Federkraft gegen die rotierende Welle gedrückt werden.

Wellenspannung auf sicheres Niveau senken

Nach Montage des PRO-Rings konnte die Wellenspannung auf ein sicheres Niveau von weniger als einem Volt gesenkt werden (Bild 4). Hinzu kommt, dass die Fasern des Aegis-Segments nicht unter Spannung stehen. Sie berühren den Schleifring nur leicht und sind dadurch langlebiger als andere Erdungssysteme. Mit dieser Lebensdauer und der niedrigen Impedanz bei hohen Frequenzen stellen die Aegis-Segmente und Wellenerdungsringe ein effektives Erdungssystem für hochfrequente Wellenspannungen in Windenergieanlagen dar. ●



Bild 4: Nach Montage des PRO-Rings konnte die Wellenspannung auf weniger als einem Volt gesenkt werden

Autor:

Jens Leipner, Sales Manager North Europe & Expert Wind Turbines, Electro Static Technology

