



# Gefahren rechtzeitig vorbeugen

**Sensorlösungen zur zuverlässigen Überprüfung von Windkraftanlagen**

*Windkraftanlagen müssen aus Sicherheits- und Kostengründen rund um die Uhr überwacht werden. Blitzschläge, defekte Rotorblätter oder Turmbewegungen bei extremen Böen können schwerwiegende Folgen bis hin zum Einsturz nach sich ziehen. Eine entsprechende Sensorik kommt schon bei der Fertigung zum Einsatz, genauso wie bei der Echtzeit-Überprüfung der aktiven Anlagen. Die Sensoren ermöglichen ein zeitnahes Eingreifen in die Produktion.*

Die Kraft des Windes wird seit jeher z. B. in Form von Windmühlen oder bei Segelschiffen genutzt. Heute ist die Stromerzeugung die wichtigste Form der Windenergienutzung, daher werden Windturbinen Onshore und Offshore zur Energiegewinnung eingesetzt. Die Rotortürme dieser Großanlagen sind dutzende Tonnen schwer und ragen gigantisch in die Höhe, wobei der durchschnittliche Rotordurchmesser bei rund 110 m liegt, die durchschnittliche Nabenhöhe bei etwa 130 m. Fällt eine solche Anlage ungeplant aus, zieht das einen großen finanziellen Aufwand nach sich. Kräne und andere Maschinen stehen den Technikern i. d. R. nicht zeitnah zur Verfügung. Vor allem Offshore-Parks können ohnehin nicht zu jeder Tages- und Nachtzeit erreicht werden. Bedingt durch Abnutzung und Komplexität der Anlagen besteht neben den umweltbedingten Einflüssen auch noch eine Vielzahl an Fehlermöglichkeiten, ob Wellenprobleme, Getriebefehler, Zahnradabnutzung, Materialermüdung, Un-

Michael Kuran ist Mitarbeiter aus dem Bereich Beratung & Vertrieb Sensorik bei der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG in Ortenburg

wucht, Temperaturdifferenzen, Schmierungsfehler, Lagerspiel, die nicht nur den problemlosen Betrieb stören, sondern auch weitere Schäden nach sich ziehen können. Predictive Maintenance spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Die vorausschauende Überwachung durch präzise Sensorik beginnt bereits bei der Fertigung und geht über in Prüfstand und Echtzeitüberwachung im laufenden Betrieb. Die Abnutzung von Teilen oder Abweichungen in der Produktion sollen schon vor Eintreten größerer Schadensfälle erkannt werden. So ist ein Eingreifen möglich, noch lange bevor einzelne Teile ihren Dienst versagen oder ein Werkzeug verschleißt. Dokumentiert werden längst nicht nur Istzustände, auch die Beobachtung von Trends aus der Veränderung von Messgrößen lässt sich analysieren und auswerten. Wartungen sind somit planbar und plötzliche Ausfälle und Standzeiten der Großanlagen werden auf ein Minimum reduziert. Dadurch lässt sich die Produktivität optimieren, während gleichzeitig Ressourcen effizient genutzt und Gelder eingespart werden.

Mit Sensorlösungen von Micro-Epsilon werden zahlreiche kritische Daten erfolgreich gemessen und gezielt ausgewertet. Bei einer Windkraftanlage sind u. a. der Versatz des Kupplungsringes, Spaltmessungen am Gleitlager, Temperaturüberwachungen des Generators oder Luftspaltüberwachungen im Generator wichtige Faktoren.

## Messung des Versatzes des Kupplungsringes

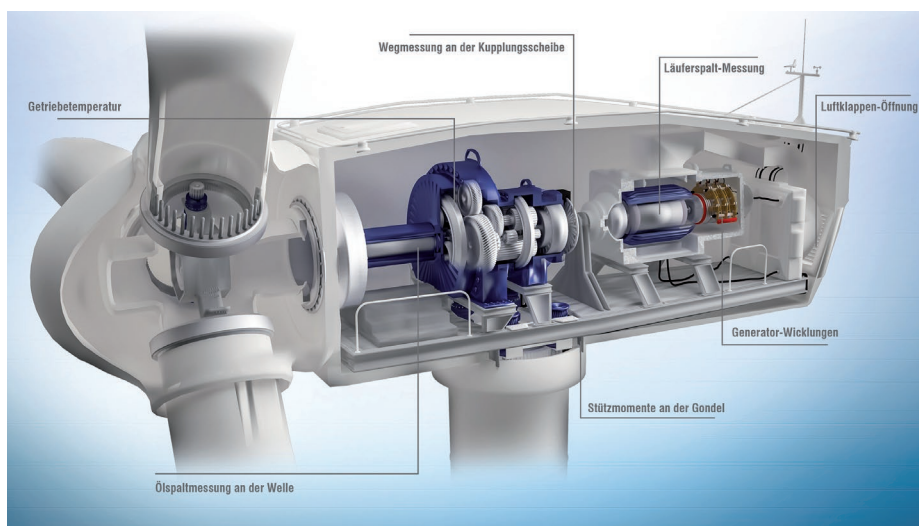
In über 100 m Höhe wirken die enormen Kräfte des Windes auf Rotorblätter, Gehäuse und Turm ein. Getriebe und Generator sind daher elastisch gelagert. Die Kupplungen in Windkraftanlagen müssen daher die Relativbewegungen von Getriebe und Genera-

tor ausgleichen. Bei der Messung des Kupplungsringversatzes erfolgt die Abstandsmessung mit Wirbelstromsensoren auf den metallischen Kupplungsring. Dadurch wird das Lastprofil ermittelt. Die Überwachung der Messwerte ist notwendig, um unnötigen Verschleiß von Kupplungen, Lagern oder Wellendichtungen oder im Extremfall gravierende Schäden an der Windturbine zu vermeiden. Gemessen wird dabei in verschiedene Richtungen – axial, radial und tangential. Die Wirbelstromsensoren der Reihe Eddy NCDT 3001 und 3005 sind temperaturkompensiert und bieten daher eine hohe Stabilität auch bei stark schwankenden Umgebungstemperaturen. Sie sind werkseitig auf ferromagnetische bzw. nicht ferromagnetische Materialien abgestimmt, wodurch eine Linearisierung vor Ort entfällt.

Aufgrund der werkseitigen Kalibrierung bieten die Eddy NCDT 3001 und 3005 Sensoren eine hohe Genauigkeit und Temperaturstabilität, was für den Dauereinsatz in industriellen Umgebungen von Vorteil ist. Unter anderem durch das M12-Gewinde lassen sich die Sensoren schnell austauschen. Sie sind nach IP67 robust aufgebaut und können durch ihre kompakte Bauweise mit integrierter Elektronik in kleinste Bauräume eingebunden werden. Daher werden die Sensoren vor allem zur vorausschauenden Verschleiß- und Zustandsüberwachung eingesetzt. Im Vergleich zu induktiven Schaltern und Sensoren liefern diese Modelle eine höhere Bandbreite, und sind deshalb ideal zur Überwachung und genauen Erfassung schneller Bewegungen geeignet.

## Spaltmessung am Gleitlager

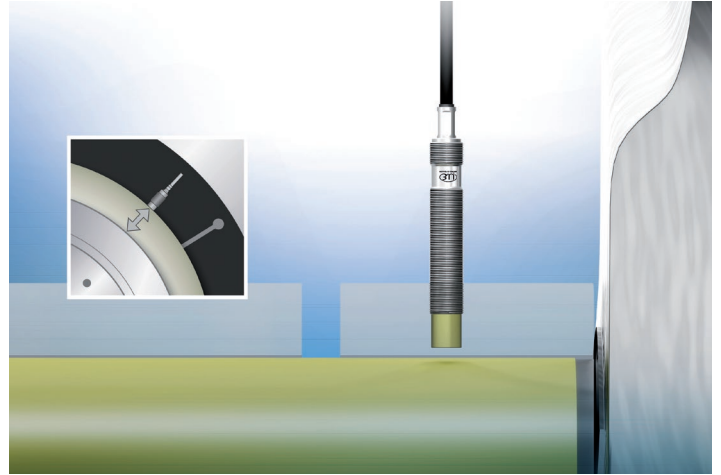
Hydrostatische Lager werden an vielen Großanlagen wie Steinmühlen, Teleskop-



**01** Bei einer Windkraftanlage sind u. a. der Versatz des Kupplungsringes, Spaltmessungen am Gleitlager, Temperaturüberwachungen des Generators oder Luftspaltüberwachungen im Generator wichtige Faktoren



**02** Bei der Messung des Kupplungsringversatzes findet die Abstandsmessung mit Wirbelstromsensoren auf dem metallischen Kupplungsring statt



**03** Bei einer Störung in der Hydraulik kann der Öldruck sinken und der Spalt würde im Extremfall geschlossen. Der Sensor misst durch den Ölfilm und die Gleitlagerschicht hindurch direkt auf die Welle

anlagen oder auch Windkraftanlagen verwendet. Messaufgabe ist die Überwachung des Spaltmaßes zwischen Lagerfläche und Welle. Im Schmierpalt befindet sich ein Ölfilm, der einen direkten Kontakt von Lagerfläche und Welle verhindert. Bei einer Störung in der Hydraulik kann der Öldruck sinken und der Spalt würde im Extremfall geschlossen. Die Folge wäre die Beschädigung des Lagers, was wiederum zu einem Ausfall der Anlage führen kann. Der Sensor wird dazu seitlich am Lagerschuh montiert. Er misst durch den Ölfilm und die Gleitlagerschicht hindurch direkt auf die Welle. Zum Einsatz kommen berührungslose Wirbelstrom-Wegsensoren der Serie Eddy NCDT 3001 und 3005. Sie zeichnen sich durch ihre robuste und kompakte Bauform mit integriertem Controller aus. Wirbelstromsensoren von Micro-Epsilon werden häufig in Anwendungen eingesetzt, in denen hohe Präzision bei schwieriger Umwelt gefordert wird. Besonders ausgeprägt ist die Resistenz der Wirbelstromsensoren gegenüber

Druck, Schmierstoffen und extremen Temperaturen. Eine weitere Anforderung an die Sensorik ist eine schnelle Inbetriebnahme und die Möglichkeit bestehende Anlagen nachzurüsten. Aufgrund des weltweiten Einsatzes der Anlagen muss ein einfacher Austausch des Sensors gewährleistet sein.

### Luftspaltüberwachung im Generator

Bei großen Generatoren oder Elektromotoren ist es wichtig, den Rundlauf des Läufers im Innern des Motors gegenüber dem des Stators zu bestimmen. Durch Unwucht im Betrieb, die bei Windkraftanlagen unter anderem durch Verschleiß aufgrund extremer Wind- und Wetterbedingungen auftritt, kann der Läufer den Stator berühren – die mögliche Folge wären große Schäden. Daher wird während des Betriebes der Abstand zwischen Stator und Läufer, der Läuferpalt, mit optischen oder mit kapazitiven Sensoren überwacht. Bei den kapazitiven Sensoren kommen Sensoren mit einem Messbereich von 0 bis 8 mm zum Einsatz.

Kapazitive Sensoren von Micro-Epsilon sind für berührungslose Weg-, Abstands- und Positionsmessungen konzipiert. Sie zeichnen sich durch ihre Langzeitstabilität, Zuverlässigkeit und Temperaturstabilität aus. Bei der Luftspaltüberwachung im Generator beträgt die durchschnittliche Temperatur etwa 120 °C. Die moderne und innovative Micro-Epsilon Sensortechnologie macht hochpräzise Messungen auch in schwierigen Umgebungen möglich. Die eingesetzten Sensoren wurden speziell für Messungen im Generator optimiert. Sie sind vibrationsfest und durch ein spezielles Gehäuse geschützt. Ihr einzigartiger, triaxialer Aufbau macht einen Einbau auch in leitfähige Materialien möglich, denn an der vorderen Sensorkante befinden

sich neben der Messelektrode auch die Schutzringelektrode und die Erdung. Kapazitive Sensoren von Micro-Epsilon zeichnen sich durch eine hohe elektromagnetische Verträglichkeit aus. Ein Tausch der Sensoren ist ohne neue Kalibrierung möglich, während herkömmliche Systeme aufwendig kalibriert und linearisiert werden müssen.

Durch den Einsatz innovativer Sensorik lassen sich nicht nur an Windturbinen sondern generell in nahezu allen Anwendungen verschiedenster Branchen Reparaturen vermeiden, Ausfälle reduzieren, Wartungszyklen planen und Kosten senken. Im Vergleich zu manuellen Prüfungen durch Mitarbeiter, deren Kontrollen Schwankungen je nach Ermüdungsgrad und Tagesleistung unterliegen, liefern Sensoren hochpräzise, zuverlässige und über den gesamten Prozess gleichbleibende Messergebnisse. Micro-Epsilon ist führend im Bereich der hochpräzisen Messtechnik. Die Produktpalette umfasst induktive, konfokal-chromatische und kapazitive Sensoren, dazu Laser-, Wirbelstrom-, Seilzug- und Temperatursensoren, außerdem Prüfanlagen sowie Messsysteme z. B. für modernste 3-D-Oberflächeninspektion. Die zumeist kundenorientierten Sensorlösungen stammen alle aus einer Hand und werden im eigenen Unternehmen, entwickelt, produziert und von dort aus vertrieben. Mehr Präzision, Miniaturisierung, einfache Maschinenintegration und Datenübertragung über modernste Schnittstellen stehen im Fokus. Mit 25 Tochterunternehmen im In- und Ausland bündelt das Unternehmen langjähriges Know-how in der hochpräzisen Messtechnik und bietet ein weltweit einzigartiges Produktportfolio modernster Sensortechnologien für die künftigen Anforderungen der Industrie.

[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)



**04** Induktive Sensoren auf Wirbelstrombasis werden häufig in Anwendungen eingesetzt, in denen hohe Präzision bei schwieriger Umwelt gefordert wird