

Vier Sensoren pro Rotorblatt liefern die entscheidenden Daten für die selbstentwickelte Software von fos4x.

## Sensorik steigert **Effizienz**

Die exakte Erfassung verschiedener Parameter an den Rotorblättern hilft, den **Ertrag von Windkraftanlagen** zu steigern – bis zu fünf Prozent. Faseroptische Sensoren liefern die entscheidenden Daten für die Software dahinter.

Der Aufstieg zur Windanlage ist 140 Meter lang. Peter Stähler nimmt ihn Stufe für Stufe, auf einer eisernen Leiter klettert der Ingenieur steil himmelwärts. Nach 20 Schweiß treibenden Minuten ein Zwischenziel: Stähler erreicht das Gondelhaus der 3 MW-Anlage. Es ist zwölf Meter lang und enthält den riesigen Generator, der Bewegung in elektrische Energie umwandelt. Doch Stäh-

ler muss weiter, sein Ziel sind die Rotorblätter. Er wird in sie hineinklettern und dort befestigen, was er aus seinem Münchener Büro mitgebracht hat: empfindliche Sensoren, die jede Bewegung an den fast 70 Meter langen Rotorblättern registrieren. (ausführlich zu Montage der Sensoren und den gelieferten Daten siehe Infokasten). Die Sensoren liefern einen genauen Überblick,

welche Kräfte an dem Windrad wirken. Für die Betreiber ist es die Chance, deutlich mehr Strom mit ihrer Anlage zu erzeugen. Denn: Die neuartigen Sensoren des jungen Münchener Unternehmens fos4X zeigen detailliert, welche Kräfte an einem Windrad zerren. So lassen sich dessen Lebensdauer verlängern, die operativen Kosten senken und sogar die Stromausbeute erhöhen.

### **Keine Angst vor Blitzschlägen**

Peter Stähler arbeitet bei fos4X, dem Entwickler dieser Sensoren. Anders als die meisten Fühler arbeiten sie mit Licht, sie nutzen dazu sogenannte Faseroptik. In den Leitungen fließt also kein Strom, sondern Licht. Deshalb können diese Sensoren ohne Blitzschutz direkt am Rotorblatt befestigt werden. Herkömmliche Fühler würden mit ihrer Elektronik Blitzschläge in den exponierten Windanlagen förmlich anziehen. Bislang werden die meisten Windenergieanlagen noch ohne Sensoren in den Rotorblättern aufgestellt.

Als Stähler endlich angekommen ist, spürt er den Wind, der am Rotor zerrt. „Da muss man seefest sein“, sagt der 35-jährige. Dann bewegt er sich von der Nabe 25 Meter in das Blatt hinein, am Ende geht das nur noch auf allen Vieren. Stähler spürt genau, wie Böen am Rotor zerren – obwohl die Anlage abgeschaltet ist. Sie ist trotzdem den Natur-



Firmenchef Lars Hoffmanns Leistung ist sportlich: Zunächst muss er die Anlage erklimmen, um anschließend in den Rotorblättern die Sensoren anzubringen.

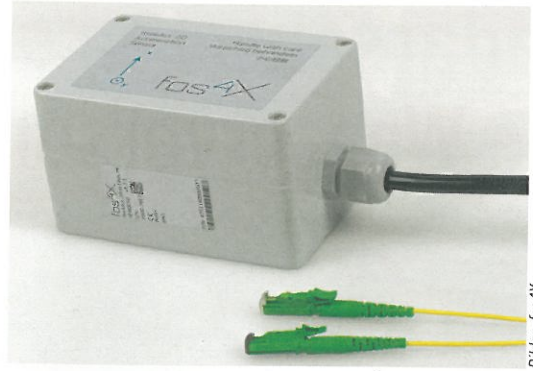


In den einzelnen Rotorblättern geht es eng zu.



## Die Sensoren – Montage und Arbeitsweise

Montage: Die Sensoren werden im Inneren der Rotorblätter verklebt. Idealerweise werden sie direkt im Blattwerk installiert, also in der Fabrik, in der die Rotorblätter gefertigt werden. So werden die Sensoren relativ bequem installiert, solange die Rotorblätter noch offen und gut zugänglich sind. Im Retrofit (also bei Nachrüstung) werden die Rotorblätter nacheinander in eine horizontale Position gestellt. In dieses horizontal stehende Rotorblatt kann der Techniker einsteigen. Die Dehnungssensoren werden typischerweise nahe der Blattwurzel verklebt, die Beschleunigungssensoren weiter in Richtung Blattspitze. Verklebt werden die Blätter mit Spezialklebern, die die Bedingungen im Inneren der Blätter über viele Jahre aushalten können. Sensordaten: Grundsätzlich liefern die Sensoren nur Wellenlängen bzw. Verschiebungen von Wellenlängen des reflektierten Lichtes. Diese Daten werden von dem dazugehörigen Messgerät mit Hilfe der „Blade Physics Library“ in nutzbare physikalische Größen wie Dehnungen oder Schwingungen umgewandelt. Zu diesen Sensordaten kommen noch weitere Anlagendaten wie z.B. Temperatur, Turbinendrehzahl usw. dazu. Aus allen Daten werden mit Hilfe selbstlernender Algorithmen und prädiktiver Methoden moderne Anwendungen (Apps) entwickelt, die die Anlagensteuerung optimieren. Diese Apps sind beispielsweise das Eiserkennungssystem (Rotor Ice Control), welches direkt in die Anlagensteuerung eingreift und bei Eisansatz die Anlage automatisch stoppt bzw. nach Abtauen automatisch wieder anfährt. Lastkorrektur: Da der Druck auf die Rotorblätter je nach Position unterschiedlich ist, wird die Stellung der einzelnen Blätter (Pitch-Winkel) bei Bedarf laufend korrigiert. Dieses System zur Lastminderung heißt „Individual Pitch Control“ (IPC). Die fos4X Dehnungssensoren werden eingesetzt, um dieses IPC zu ermöglichen. In Zukunft wird es noch eine Vielzahl weiterer Anwendungen zur Optimierung von Windanlagen und Windparks geben, die etwa die Geräuschpegel oder auch die Windschatteneffekte betreffen..



Bilder: fos4X

Der Beschleunigungssensor fos4Acc von fos4X.

kräften ausgeliefert, es zieht, tobt und pfeift hier oben kräftig. Sorgfältig klebt Stähler in jedem Rotorblatt vier Sensoren an, dann kann er wieder absteigen.

Mit den Daten, die das Messgerät jetzt aus dem Rotor liefert, errechnet die Software von fos4X den genauen Zustand an der Windanlage. Je nachdem, wie sich das Material des Rotors dehnt und schwingt, lässt sich errechnen, an welcher Stelle des riesigen Geräts welche Kraft wirkt. Dann werden die Anstellwinkel des Rotors entsprechend geändert. „Während einer Umdrehung herrscht an der tiefsten Stelle des Rotors ein anderer Wind als an der Spitze“, sagt Peter Stähler.

### Perfekte Steuerung der Rotorblätter

200 oder 70 Meter über Grund – das bedeutet eben völlig unterschiedliche Windverhältnisse. Für eine optimale Ausbeute müsste sich der Winddruck aber an jeder Stelle des Rotors gleich verteilen. „Die Anlagensteuerung kann mit Hilfe der Messungen die Anstellwinkel der Blätter so verändern, dass über die gesamte Rotation der gleiche Winddruck am Rotor anliegt“, erklärt Stähler den Individual Pitch Control genannten Vorgang. Die Anlage läuft damit deutlich ruhiger und liefert mehr Strom.

Ein weiterer Nutzen aus genauen Messergebnissen einer Windanlage ist ihre längere Lebensdauer. Die Programme von fos4X zeigen detailliert, wie stark das Windrad beansprucht wird. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf den Materialverschleiß ziehen. War die Anlage weniger häufig Extremlasten ausgesetzt, dann könnte sie also noch länger laufen als zu Beginn berechnet. Diese zusätzliche Zeit ist bares Geld für die Betreiber. Die Investition in Sensoren und Messtechnik rechnet sich deshalb schon nach wenigen Jahren, erzählt Stähler, als er wieder auf dem Boden angekommen ist.



## Hydraulik-Sofortservice 24h sofort vor Ort

Unsere 314 Einsatzfahrzeuge des Hydraulik-Sofortservice sind rund um die Uhr für Sie im Einsatz. Bei einem Maschinenausfall werden alle Arbeiten direkt ausgeführt – persönlich, schnell und zuverlässig. Mit unserer flächendeckenden Fahrzeugflotte sind wir sofort vor Ort – ein Anruf genügt: **0800 77 12345**.

HANSA-FLEX AG  
Zum Panrepel 44 • 28307 Bremen  
Tel.: 0421 48907-0 • [info@hansa-flex.com](mailto:info@hansa-flex.com)  
[www.hansa-flex.com](http://www.hansa-flex.com)

# HANSA FLEX