Auf dem **Prüfstand**

Zylinder von Hänchen bewegen weltweit eine der größten Testeinrichtungen für Lager

Einen Prüfstand der Superlative, der Großlager für Windkraftanlagen auf Herz und Nieren testet, betreibt Wälzlagerhersteller Schaeffler.

Bild: Schaeffler

Etwa 40 GW Windenergie-Leistung werden jährlich weltweit installiert. Dabei kommen immer größere Anlagen zum Einsatz: 5 MW sind im Offshore-Bereich heute üblich, die 6-MW-Grenze ist bereits erreicht. Die Rotoren haben einen Durchmesser von über 150 Metern – beinahe so hoch wie das Ulmer Münster mit dem höchsten Kirchturm der Erde. Ein Rotor wiegt über 100 t und ist vielfältigen dreidimensionalen Kräften ausgesetzt. Dreh- und Angelpunkt im eigentlichen

Der Schaeffler-Prüfstand Astraios testet Großlager bis zu einem Außendurchmesser von 3200 mm für Windkraftanlagen bis zu 6 MW.

Bild: Stefan Körber - Fotolia

Wortsinn ist das als Kegelrollenlager ausgeführte Wälzlager, das die durch den Wind verursachten sehr dynamischen Kräfte aufnehmen muss. Hochleistungslager von Schaeffler Technologies stellen sicher, dass die Lager über die gesamte Lebensdauer zuverlässig arbeiten. Schlüssel für die Qualität dieser Lager mit derzeit bis zu 3200 mm Außendurchmesser ist das hauseigene Prüfsystem Astraios, das mit Hydraulik-Zylindern von Hänchen die Giganten bewegt und auf Herz und Nieren prüft. Es ist einer der modernsten, größten und leistungsfähigsten Großlager-Prüfstände der Welt.

„In unserem Prüfstand müssen wir oszillierende Taumelbewegungen mit extremen Belastungen simulieren." So beschreibt Reinhold Korn, Leiter Prüfanlagenbau/Elektro-Systemtechnik bei Schaeffler in Schweinfurt, die Herausforderung. „Wir fahren mit unserer Prüfstandsautomatisierung SARA Messergebnisse ein, um die Berechnungen zu verifizieren. Zugleich reagieren wir auf einen Markt, in dem der Kunde nachweisbare Prüfungen der Berechnungen verlangt." Bis zu 20 Mitarbeiter waren bei Konstruktion, Berechnung, Montage und Inbetriebnahme der 350 t schweren Anlage im Einsatz. Das Projekt hatte ein Investitionsvolumen von einer Million Euro für die Infrastruktur und sechs Millionen Euro für den Prüfstand.

Ursprünglich sollte der Großlagerprüfstand Astraios alle Lager von Windkraftanlagen mit bis zu 3 MW testen. Der Wert wurde später auf 6 MW angehoben, da durch die Offshore-Technologie zunehmend Großanlagen zum Einsatz kommen. Die konkrete Anlage für einen Kunden war dabei der Ausgangspunkt. Jeder Prüfzyklus von Astraios hält sich dabei an die jeweiligen Eckdaten der Kunden und an das Koordinatensystem für Belastungen des Germanischen Lloyd und berücksichtigt die entsprechenden Kräfte und Momente.

Die Anlagen haben Lager mit einem Außen-Durchmesser von 3200 mm. Der 16 m lange, 6 m breite und 6 m hohe Prüfstand nimmt Einzel-, Rotor- und Blattverstellungslager bis 3500 mm Außendurchmesser mit einem Gewicht von bis zu 15 t auf. In der Vergangenheit waren nur Tests bis 700 mm möglich. Mit der aktuellen Anlage lassen sich durch Extrapolation Berechnungen bis 7000 mm mit hoher Genauigkeit überprüfen.

Je vier hydraulische Radial- sowie Axial-Zylinder

Acht Achsen sind in Form von Hydraulik-Zylindern bei den Tests im Einsatz, um die dreidimensionale Taumelbewegung abzubilden. 300 kW elektrische und 600 kW hydraulische Leistung ermöglichen die Realisierung der folgenden Testparameter: Ein Drehmoment von 150 kNm bei einer Nenndrehzahl von 12,4 min^{-1} und einer Maximaldrehzahl von 60 min^{-1}.

Die Axialkraft deckt den Bereich von ±6 MN, die Radialkraft ±4 MN. Die Prüfkräfte resultieren aus dem Winddruck für eine Leistung von 6 MW, aus Scherkräften durch stark unterschiedliche Windgeschwindigkeiten am Boden und in der Höhe sowie dem Nickmoment bei Böen.

Sie wirken auf die projizierte Fläche des Rotors sowie über die Hebel der über 75 m langen Rotorblätter. Astraios arbeitet deshalb mit einem statischen Nickmoment von ±15 MNm und einem dy-

Bilder: Beyer

Insgesamt acht Zylinder von Hänchen erbringen die Lasten und Momente, wie sie unter realen Bedingungen in der Windkraftanlage herrschen.
Hänchen-Hydraulik integrierte dafür eine komplette lineare Antriebseinheit mit induktivem Wegmesssystem und komplexem Ventilblock.
Der aufwendig konstruierte Ventilblock von Hänchen ist bedeutend für das ausgefeilte Gesamtkonzept.

Der Ventilblock von Hänchen erlaubt unter anderem eine Inbetriebnahme ohne Vorinbetriebnahme.

namischen Nick- sowie Giermoment von ±5 MNm. Dabei werden die Messgrößen Kraft, Moment, Drehzahl, Temperatur, Durchfluss, Position, Weg, Verlagerung, Schwingung und Partikel berücksichtigt. 300 Sensoren erfassen diese Parameter, 100 davon im 1-kHz-Takt, die anderen mit 10 bis 100 Hz. Insgesamt acht Gleichlauf-Testzylinder von Herbert Hänchen führen die linearen Bewegungen aus.

Am Belastungsrahmen sind vier hydraulische Radial- sowie vier Axial-Zylinder befestigt. Sie erzeugen die realen Lasten und Momente, die in einer Windkraftanlage auftreten. Eine Pumpenanlage mit den Leistungsstufen 200 kW, 400 kW und 600 kW treibt diese Antriebe an. Die Grundfrequenz der Anlage beträgt 1 Hz, bei der Kräfteüberlagerung sind Schwingungen bis zu 10 Hz gegeben.

Dabei simulieren die Radial-Zylinder das Gewicht der Rotornabe mit den Rotorblättern von über 100 t. Sie arbeiten typischerweise mit einem Hub von 7 mm. Jeder dieser Radial-Zylinder der Hänchen-Baureihe 320 hat eine Leistung von 1 MN. Die Axial-Zylinder generieren mit einer Leistung von 1,5 MN die Windlasten, die aus der statischen Axiallast sowie den dynamischen Nick- und Giermomenten bestehen. Der Hub von nur 1 mm belegt die hohe Leistungsfähigkeit der eingesetzten schwimmenden Ringspaltdichtung Servofloat von Hänchen. Ein erhöhter Abrieb wurde durch eine Optimierung der Abstreifringe beseitigt. „Bei dieser und bei anderen Aufgaben hatten wir auch nach Verkauf und Montage eine sehr gute und konstruktive Zusammenarbeit mit Hänchen", betont Korn.

Die Hydraulik-Zylinder, die über Kraft und Weg geregelt werden, sind letztlich komplette lineare Antriebseinheiten. Ein wichtiges Element bilden die integrierten induktiven Wegmess-Systeme. Auch der aufwendig konstruierte Ventilblock spielt eine bedeutende Rolle. Der Hydraulik-Spezialist aus Ostfildern bei Stuttgart war hier für die Integration der gesamten linearen Antriebseinheit verantwortlich. Dieses ausgefeilte Gesamtkonzept erlaubte eine Inbetriebnahme ohne Vorinbetriebnahme. „Alles hat sofort funktioniert", betont der Leiter Prüfanlagenbau. „Das ist sehr hohe Ingenieurskunst." *fa* ■

Schaeffler und Hänchen

Ein Prüfstand der Superlative

Die gute Zusammenarbeit der beiden Unternehmen war Grundlage für einen Prüfstand der Superlative, der weltweit für Aufsehen gesorgt hat. Schaeffler als Auftraggeber ist ein weltweit führender Anbieter von Wälzlagern und Linearprodukten ebenso wie ein renommierter Zulieferer der Automobilindustrie für Präzisionskomponenten und Systeme in Motor, Getriebe und Fahrwerk. Mit rund 79.000 Mitarbeitern weltweit und einem Umsatz von rund 11,2 Milliarden Euro ist Schaeffler eines der größten Industrieunternehmen in Familienbesitz.

Auch das 1925 gegründete Hydraulikunternehmen Herbert Hänchen ist ein Familienunternehmen, das mit 210 Mitarbeitern seit 1952 an seine Kunden in der ganzen Welt jährlich 11.000 Hydraulik-Zylinder liefert. Für viele Einsatzbereiche bieten die Antriebsspezialisten Serienlösungen an, ohne auf teure Sonderkonstruktionen mit hohem Prototypen-Risiko zurückgreifen zu müssen.

Autor Jörg Beyer für Hänchen Hydraulik