

Zustandsüberwachung an Windenergieanlagen

Unterschiedliche Diagnoseverfahren sind nötig – Aktueller Stand der Technik



Quelle: 8.2 Consulting AG

Diagnose: Experten können den Zustand der Getriebe von Windenergieanlagen feststellen.

Schäden am Antriebsstrang von Windenergieanlagen sind nach wie vor häufig der Grund für Störungen und ungeplante Stillstandszeiten. Deshalb ist eine frühzeitige Erkennung von Problemen besonders wichtig. Folgeschäden können so vermieden und die Instandhaltung besser geplant werden.

■ Jochen Ziehmann

Die Hauptkomponenten des Antriebsstrangs von Windenergieanlagen sind in der Regel die Rotorwelle mit dem Hauptlager, das Getriebe und der Generator. Es gibt mehrere technische Möglichkeiten, den Zustand dieser Bauteile zu beurteilen, ohne den Antriebsstrang zu zerlegen. Jedes Verfahren hat seine Vor- und Nachteile. Um ein umfassendes Bild über den Zustand der Anlage zu bekommen, werden oft mehrere Diagnosewerkzeuge gleichzeitig eingesetzt. Besonders hohe Erwartungen werden dabei an die Schwingungsanalyse gestellt. Aber auch sie hat ihre Grenzen.

Mehr als die Hälfte aller Windenergieanlagen in Deutschland hat ein mehrstufiges Getriebe, das die langsam drehende Rotorwelle auf eine zum Stromnetz passende Generator-drehzahl übersetzt. Meistens treibt die Rotorwelle eine Planetenstufe an, deren Sonnenrad zwei weitere Stirnradstufen bewegt. Die Lasten, denen ein Getriebe einer Windenergieanlage ausgesetzt wird, schwanken sehr stark und wurden in den letzten Jahren von den Entwicklern oft unterschätzt. Daher kam es häufig zu vorzeitigen Ausfällen durch Schäden an Lagern und Verzahnungen.

Sichtkontrollen bei Verzahnungen

Der einfachste und kostengünstigste Weg, den Zustand der Verzahnungen der Stirnradstufen festzustellen, ist die Sichtkontrolle. Dabei öffnet der Fachmann den Getriebedeckel und kann beginnende Schäden an der Verzahnung wie Graufleckigkeit und „Pitting“ erkennen. Ausbrüche und Risse der Verzahnung lassen sich deutlich erkennen. Ein einfacher Magnet, kurz ins Getriebeöl getaucht, sammelt Metallspäne, die Rückschlüsse auf erhöhten Verschleiß zulassen. In der Regel hört der Experte die Lager des Antriebsstrangs auch noch mit einem elektronischen Stethoskop ab. So ergibt sich ein grobes Bild vom Zustand der Anlage. Die Verzahnung der Planetenstufe kann bei dieser Methode nicht eingesehen werden. Auch die Getriebelager sind meistens nicht zugänglich.

Schäden per Videoendoskopie feststellen

Die Videoendoskopie ist eine visuelle Untersuchung mit Hilfe eines winzigen Videoendoskops am Ende eines Lichtwellenleiters. Sie



Jochen Ziehmann
Geschäftsführer der 8.2 Ingenieur-
partnerschaft Obst & Ziehmann
Sachverständiger für Condition Monitoring
T +49/40/429489-71
F +49/40/429489-80
jochen.ziehmann@8p2.de

Jürgen Holzmüller
Vorstandsvorsitzender der
8.2 Consulting AG
T +49/4941/604283-0
juergen.holzmuller@8p2.de



Quelle: 8.2 Consulting AG

Getriebeverzahnung: Mit etwas Erfahrung kann der Diagnostiker den Zustand beurteilen.



Quelle: 8.2 Consulting AG

Sichtkontrolle: Diese Art der Inspektion ist ein einfaches und effektives Verfahren.

wird schon seit längerer Zeit als Hilfsmittel in der Medizin eingesetzt, gewinnt aber auch in der Industrie an Bedeutung. Hierbei wird eine nur wenige Millimeter große Sonde in das Getriebe eingeführt. Der Techniker kann so in das Innere des Getriebes sehen. Er kann mit Fotos oder Videos den Zustand der schwer zugänglichen Komponenten wie den Planetenlagern und -verzahnungen feststellen und anschaulich dokumentieren. So ist es möglich, den Verschleißzustand des Getriebes deutlich und kaum anfechtbar zu bewerten. Diese Arbeit erfordert viel Zeit und Geduld. Damit diese Diagnosemethode wirtschaftlich bleibt, werden die einzelnen Bauteile des Getriebes in der Regel nur stichprobenartig untersucht. Einige Bauteile sind für das Endoskop nicht zugänglich. Es kann also passieren, dass Schäden an schwer erreichbaren Teilen übersehen werden. Auch die Haupt- und Generatorlager sind für das Endoskop in den meisten Fällen nicht einsehbar.

Schwingungsanalysen gefordert

Das am häufigsten eingesetzte Diagnose-Werkzeug zur Zustandsüberwachung ist die Schwingungsanalyse (siehe auch S. 20-26). Mit ihrer Hilfe können Unregelmäßigkeiten der beteiligten Wellen, Lager und Zahnradstufen erkannt werden, ohne den Antriebsstrang zu zerlegen. Die Anlage läuft hierbei im normalen Betrieb. Die Schwingungen werden mit Beschleunigungssensoren direkt am Gehäuse aufgenommen und in einem Datenerfassungssystem digitalisiert. Die aufgenommenen Signale werden später mit einer Analyse-Software ausgewertet.

Wenn er den Aufbau des Getriebes kennt, kann der erfahrene Diagnostiker anhand der auftretenden Frequenzen den Zustand der einzelnen Komponenten grob beurteilen. Es wird hierbei zwischen „Offline“-Messungen, bei der ein Techniker in bestimmten Zeitabständen die

Schwingungen des Antriebsstrangs misst und dem „Online Condition Monitoring“, bei dem ein fest installiertes Messsystem die Schwingungen permanent überwacht, unterschieden.

Mithilfe der permanenten Überwachung, die in der Regel kostenintensiver ist, lassen sich Trends bilden und bei Überschreitung von Grenzwerten automatisch Alarmmeldungen erzeugen. Die Schwingungsanalyse wird in anderen Industriezweigen schon lange erfolgreich eingesetzt. In der Windindustrie hat sie noch Schwierigkeiten, da sich hier die Bauteile ungewöhnlich langsam drehen und sich die Lasten und Drehzahlen durch den wechselnden Wind ständig verändern. Mit Algorithmen wie der Hüllkurven- und der Ordnungsanalyse versucht man, diesen erschwerten Bedingungen zu begegnen. Heutige Verfahren haben oft noch Probleme bei der zuverlässigen Erkennung von Schäden an den langsam laufenden Komponenten und dabei besonders den Planetenlagern. Einige Hersteller von „Online Condition Monitoring“-Systemen melden aber schon erste Erfolge auch bei diesen Bauteilen. Sehr zuverlässig ist die Schwingungsanalyse bei der Erkennung von Unwuchten, Ausrichtfeldern und Generatorschäden. Bei Hauptlagern ist sie oft die einzig verfügbare Diagnosemethode.

Weitere Diagnosewerkzeuge

Als Ergänzung zur Schwingungsanalyse, die zurzeit oft noch Probleme mit der Planetenstufe hat, wird der Einsatz von Partikelzählern diskutiert, die permanent die Anzahl der Metallteile im Ölstrom zählen und dadurch Rückschlüsse auf den Zustand der Bauteiloberflächen zulassen. Es gibt außerdem die Möglichkeit, von Zeit zu Zeit eine Ölanalyse durchzuführen. Hierbei nimmt ein Techniker eine Ölprobe, die dann im Labor auf Anzahl und Größe der enthaltenen Metallteile untersucht wird. Beide Methoden

geben generelle Hinweise auf Schäden. Eine detaillierte Aussage zur Ursache der erhöhten Anzahl von Metallpartikeln und damit des geschädigten Bauteils ist in der Regel nicht möglich.

Potenzial der Diagnoseverfahren

Sichtkontrolle, Videoendoskopie und Schwingungsanalyse ergänzen sich in ihren Ergebnissen. Um einen zuverlässigen Überblick über den Zustand des Antriebsstrangs einer Windenergieanlage zu bekommen und um die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, einen Schaden zu übersehen, müssen heute noch mehrere Diagnoseverfahren angewandt werden. Bei der Schwingungsanalyse gibt es hierbei noch einiges Potenzial für Verbesserungen. So werden sich in den nächsten Jahren die Algorithmen zur Erkennung von Schäden noch verbessern. In der ersten Entwicklungsphase der Systeme wurde vorrangig darauf geachtet, die Vorgaben des Allianz Zentrums für Technik und des Germanischen Lloyds einzuhalten.

Im zweiten Schritt werden weitere Verfahren zum Zuge kommen, die in anderen Industriezweigen bereits erfolgreich Schäden erkennen. Es werden oft Expertensysteme eingesetzt, die für eine zuverlässige Aussage die Rückmeldungen aus dem Feld benötigen. Hier wird es in den nächsten Jahren noch vorkommen, dass Fehlalarme erzeugt oder Schäden unterschätzt werden. Da diese Systeme aber durch die Rückmeldungen dazulernen, wird die Erkennungsrate sich noch stark verbessern. Das Ziel, die Restlebensdauer der Komponenten vorhersagen und damit eine zustandsorientierte Instandhaltung planen zu können, wird noch ein paar Jahre auf sich warten lassen. Es wird aber bereits mit Hochdruck daran gearbeitet. ■

Weiterführende Infos auf energy20.net:

more @ click E2079200