

Auf die Betriebsbedingungen von Windenergieanlagen passgenau abgestimmte Spezialschmierstoffe

# Reibungsloser Betrieb bei allen Temperaturen

Windenergieanlagen arbeiten weltweit in allen Klimazonen und oft unter ungünstigen klimatischen Bedingungen. Insbesondere extreme Temperaturen und Temperaturschwankungen stellen hohe Herausforderungen an Komponenten und Betriebsstoffe.



damit in einem weiten Temperaturbereich zuverlässig läuft – denn auch in nordischen Ländern kann es im Sommer durchaus wärmer werden.

## Getriebe-Kaltstart – aber sicher!

Während bei stationären Industriegetriebenen relativ konstante Umgebungstemperaturen dominieren, arbeiten WEA oft bei wechselnden und eher niedrigeren Temperaturen. Solche Rahmenbedingungen erfordern Hochleistungsgetriebeöle mit sorgsam abgestimmten Rohstoff- und Additivkonzepten, die für die jeweils spezifischen Materialpaarungen und Belastungen ausgelegt sind. Moderne Additivtechnologie bei den Getriebeölen sorgt dafür, dass auch bei niedrigeren Öltemperaturen im Betrieb von Getrieben ein zuverlässiger Schutz gegen Schäden an Zahnrädern und Wälzlagern vorhanden ist. So folgen die Getriebeöle des Tribologieexperten Klüber Lubrication einem ganzheitlichen Ansatz, der bei der Entwicklung nicht nur die Bauteile des Getriebes und die Komponenten des Schmierstoffs berücksichtigt, sondern auch großen Wert auf kompetente Beratung und geeignete Prüfverfahren legt.

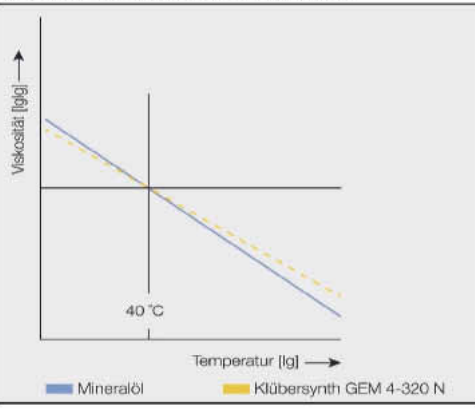
Mit der Temperatur verändert sich die Viskosität eines Öles. Bei steigender Temperatur wird das Öl dünnflüssiger, bei niedrigeren Temperaturen steigt die Viskosität, das Öl wird dickflüssiger. Der Viskositätsindex (VI) beschreibt das Viskosität-Temperatur-Verhalten eines Öls. Um so höher der Viskositätsindex, desto weniger verändert sich die Viskosität eines Öles bei wechselnden Temperaturen. Um für einen Kaltstart eine Viskosität mit einem ausreichenden Tragevermögen des Öles zur Verfügung zu stellen und einen möglichst weiten Temperaturbereich abzudecken, sollten Betreiber von WEA nur synthetische Getriebeöle mit einem hohen Viskositätsindex (VI) verwenden. Dieser ist u. a. abhängig vom verwendeten Grundöl. Deshalb werden für einen hohen Viskositätsindex häufig sogenannte VI-Verbesserer verwendet.

Allerdings können VI-Verbesserer bei Getriebeölen auch Nachteile mit sich bringen: Durch Zerscherung der hier oftmals verwendeten Polymere kann es zu einem Viskositätsverlust und dadurch zu verringerter Tragfähigkeit des Öles kommen. Es gibt auf dem Markt jedoch auch

*Spezialschmierstoffe von Klüber Lubrication verlängern die Wartungsintervalle gegenüber Standard-schmierstoffen signifikant*

**Die Probleme, die beim Betrieb** einer Windenergieanlagen (WEA) bei Niedrigtemperaturen auftreten können, werden jedoch im Vorfeld oftmals nicht ausreichend berücksichtigt. Enormer Wartungsaufwand und hohe Kosten sind die Folgen. Viele der Probleme lassen sich mit einem auf die jeweilige Reibstelle und die speziellen Betriebsbedingungen passgenau abgestimmten Schmierstoff vermeiden. So kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen nur ein speziell entwickelter Schmierstoff seine Funktion zuverlässig erfüllen. Ein solcher Spezialschmierstoff kann gleichzeitig dafür sorgen, dass die WEA auch bei höheren Umgebungstemperaturen und

Viskositäts-Temperatur-Verhalten von Ölen



Bilder: Klüber Lubrication

*Klübersynth GEM 4-320 N zeigt eine deutlich bessere Viskositätsstabilität unter schwankenden Betriebsbedingungen als Mineralöle*

*Klübersynth AG 14-61 ist ein Haftschmierstoff für Zahnkranz-Ritzelantriebe, der eigens für Anwendungen bei Tieftemperaturen entwickelt wurde*

einige Produkte, die einen weiten Temperaturbereich abdecken und dennoch auf VI-Verbesserer und deren Nachteile verzichten, wie z. B. Klübersynth GEM 4-320 N, ein Getriebeöl auf Polyalphaolefinbasis.

Um beim Anfahren einer WEA bei niedrigeren Temperaturen Schäden zu vermeiden, werden für eine sichere Schmierung die Getriebeöle oftmals aufgeheizt, um die maximal zulässige Viskosität für die zu schmierenden Komponenten zu erreichen. Nach dem Aufheizen müssen die Getriebeöle bis zum Erreichen der erforderlichen Betriebsviskosität eine unveränderte, gleich hohe Performance zeigen. Es gilt dabei eine Überhitzung und daraus resultierende Schädigung des Getriebeöles zu vermeiden. Auch bei längerer Lagerung und niedrigeren Temperaturen, z. B. in unbeheizten Lagerhäusern oder beim Transport, dürfen die Getriebeöle keine irreversiblen chemischen Veränderungen aufzeigen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von Klübersynth GEM 4-320 N war eine geringe Rückstandsbildung und gute Filtrierbarkeit. Es erzielt diese Vorteile durch den Verzicht auf metallhaltige Additive wie Zink, Molybdän und Magnesium sowie durch seine hohe Scherstabilität. Umfangreiche Tests in Zusammenarbeit mit den Herstellern der verwendeten Ölfilter haben gezeigt, dass

die Filteranlagen auch bei niedrigeren Temperaturen und den dadurch höheren Viskositäten keinen Schaden nehmen.

### Untere Gebrauchstemperatur bei Lagerfetten

Die Produktmerkmale eines Schmierfettes wie Konsistenz, Scherviskosität oder Grundölviskosität ändern sich je nach mechanisch-dynamischer Beanspruchung und Temperatur. Diese Veränderungen können Einfluss auf die Funktion der Lager einer WEA nehmen. Diese arbeiten teilweise bei sehr niedrigen Betriebstemperaturen, die mitunter sogar unterhalb des Pourpoints des Grundöls des Fettes liegen.

Während sich die Generatoren- und Hauptlager durch die Wärmeentwicklung innerhalb der Kanzel und durch die Eigenerwärmung während des Betriebs aufheizen, herrschen bei den Blattlagern die niedrigsten Temperaturen an einer WEA. Ihre Temperatur entspricht nahezu der Umgebungstemperatur. Die Gebrauchstemperaturangaben bei Schmierfetten sind Richtwerte, abhängig vom Schmierstoffaufbau und der Anwendung. Was geschieht nun, wenn die Temperatur unter die untere Gebrauchstemperatur des Fettes fällt? Das Fett wird fester,

# SLF. DA BEWEGT SICH WAS.

## Kugellager und Rollenlager

von 30 mm bis 1600 mm Außendurchmesser  
in verschiedenen Ausführungen

## Spindeleinheiten

Bohr-, Fräs- und Drehspindeln

Spindeln mit angeflanschem  
bzw. integriertem Motor

Spindeln für spezielle Einsatzgebiete



Rekonditionierung  
von Wälzlagern

Spindel- und Lagerungstechnik  
Fraureuth GmbH

Fabrikgelände 5  
D-08427 Fraureuth

Tel.: +49 (0) 37 61 / 80 10  
Fax: +49 (0) 37 61 / 80 11 50

E-Mail: [slf@slf-fraureuth.de](mailto:slf@slf-fraureuth.de)  
[www.slf-fraureuth.de](http://www.slf-fraureuth.de)

SPINDEL- UND LAGERUNGSTECHNIK FRAUREUTH GMBH





SNR-FEB-2-Wälzlagerfett-Test, Wettbewerbsprodukt 1: Wegen Überschreitung der Verschleißwerte wurde der Test nach 13,5 Stunden abgebrochen



SNR-FEB-2-Test, Wettbewerbsprodukt 2: Wegen Überschreitung der Verschleißwerte wurde der Test nach 39,6 Stunden abgebrochen



SNR-FEB-2-Test: Klüberplex BEM 41-141 erreicht die maximale Laufzeit von 50 Stunden

sollte allerdings noch weich und haftfähig sein. Gute Hafteigenschaften verhindern ein „Wegschieben“ des Fettes, sodass die Fettschicht im Tribokontakt eine Schmierwirkung behält.

Die untere Gebrauchstemperatur bezeichnet die Temperatur, bei der das Produkt den Fließdrucktest oder die Tieftemperatur-Drehmomentprüfung (IP 186) noch bestanden hat. Sie bedeutet nicht, dass das Produkt noch eine gute Schmierwirkung bei tiefen Temperaturen hat. Der Fließdrucktest sowie der Tieftemperatur-Drehmomenttest liefern nur Hinweise auf das Tieftemperaturverhalten eines Fettes. Geeignete Tieftemperaturbauteiltests (z. B. SNR-FEB 2) liefern hierzu weitere Erkenntnisse.

#### Ergebnisse im SNR-FEB-2-Wälzlagerfett-Test

Das Verschleißschutzverhalten von Schmierfetten in Wälzlagern bei kleinen oszillierenden Abwälz- und Gleitbewegungen und konstanter Last ermittelt die SNR-FEB-2-Wälzlagerfett-Prüfmaschine. Hierbei wird eine Axialkraft von 8000 N aufgewendet, was einer Hertz'schen Pressung von 2100 N/mm<sup>2</sup> entspricht. Die Versuchsdauer beträgt fünf bzw. 50 Stunden, die Frequenz 24 Hz und der Schwingwinkel  $\pm 3^\circ$ . Die Temperatur der unteren Wellenscheibe liegt bei  $-20^\circ\text{C}$  bzw. Raumtemperatur. Der Test mit Klüberplex BEM 41-141 ergab bei Raumtemperatur einen Wälzkörperverschleiß von unter 5 mg. Bei  $-20^\circ\text{C}$  lag das Messergebnis unter 20 mg. Beides sind sehr gute Werte, die von anderen marktüblichen Schmierstoffen oft nicht erreicht werden.

#### Funktionsweise der Additive

Schmierfette für Wälzlager in WEA sollten mit einem speziell für diese Bedingungen abge-

stimmten Additivpaket ausgestattet sein. Obwohl die für eine Reaktion der Additive benötigten Temperaturen eher hoch sind, bedeutet dies nicht, dass die Umgebungstemperatur ebenso hoch sein muss. Unter der vorherrschenden hohen Hertz'schen Pressung steigt die Schmierstofftemperatur im Schmierpalt sehr schnell auf eine für eine Additivreaktion nötige Temperatur an. Dadurch ist die Funktionalität der Antiwear- und Extreme-pressure-Additive gegeben und ein Verschleißschutz kann auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen gewährleistet werden. Ausschlaggebend für die erfolgreiche Entwicklung eines Fettes für Tieftemperaturanwendungen ist in jedem Fall, die Schmierwirkung des gesamten Fettkonzepts und nicht nur die Tieftemperatureigenschaften der einzelnen Fettbestandteile zu testen. Das ist der Fall bei dem Spezialschmierfett Klüberplex BEM 41-141, das über ein speziell auf die Bedingungen in Wälzlager in WEA abgestimmtes Additivpaket verfügt.

#### Fette zuverlässig zur Schmierstelle fördern

Schmiersysteme müssen das Fett über den gesamten Temperaturbereich zuverlässig zur Schmierstelle fördern. Um Fette bei Temperaturen selbst unterhalb der unteren Gebrauchstemperatur des Fettes zu fördern, können Anpassungen des Schmiersystems Abhilfe schaffen. Bewährt haben sich eine Erhöhung des Leitungsquerschnittes oder eine Beheizung des Systems. Auf alle Fälle sollte vermieden werden, dass der Gesamtgedruck im Schmiersystem, z. B. durch Verteiler oder auftretende Rohrreibungswiderstände, den maximal erlaubten Förderdruck des Systems überschreitet. Zahnkranz-Ritzelantriebe an Blatt- und Azimutlagern werden zum großen Teil noch manuell nachgeschmiert. Um jedoch möglichst geringe Stillstandzeiten zu realisieren, gilt es, den Wartungsaufwand zu reduzieren. Dazu kommen vermehrt Zentralschmiersysteme zur Nachschmierung der offenen Antriebe zum Einsatz. Wichtig ist dabei, dass die konzeptionell sehr zähen Haftschmierstoffe auch unter sehr niedrigen Betriebstemperaturen noch gut förderbar sind.

#### Die Autoren:

Dr. Victor Camargos,  
Head of Business  
Unit Wind Energy,  
and Peter Mages,  
Business Develop-  
ment Manager,  
Klüber Lubrication,  
München

## Info & Kontakt

Klüber Lubrication München SE & Co. KG  
Dr. Victor Camargos  
Head of Business Unit Wind Energy  
Tel.: 089 7876-340  
victor.camargos@klueber.com  
www.klueber.com



Detaillierte  
Informationen zu den  
Spezialschmierstoffen