

# WIND-KRAFT

*Journal* & Natürliche Energien

Ausgabe 4/2019  
39. Jahrgang  
Preis : 5 Euro

**Heliatek-Solarmodule  
auf dem Turm einer  
Acciona AW77/1500 Anlage  
in Spanien :  
Sonnenstrom für den  
Eigenverbrauch**



**Messeausgabe HUSUM Wind:  
MesseneWS, das EEG und  
viel Sektorenkopplung**

## Karberg und Hennemann / CJC® Ölpflegesysteme:

### Wie wertvoll ist effiziente Ölpflege und Online-Fernüberwachung bei Altanlagen?

Trotz schwerwiegender Getriebe- und Lagerschäden konnte die Windenergieanlage #3 im Windpark Elsterheide noch weitere 18 Monate Strom in das Netz einspeisen, bis die Vorbereitungen für den Getriebeaustausch abgeschlossen waren.

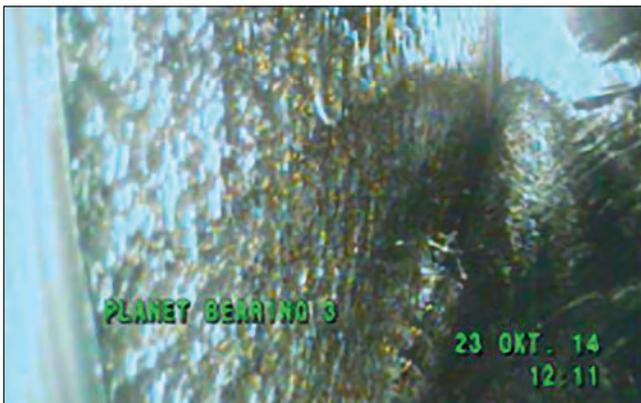


Bild oben: Endoskopie Planetenlager: PB3 cat 5, Schadbildbreite: ca. 11 Wälzkörper. Unten: Verzahnung: PB1-3 cat 3

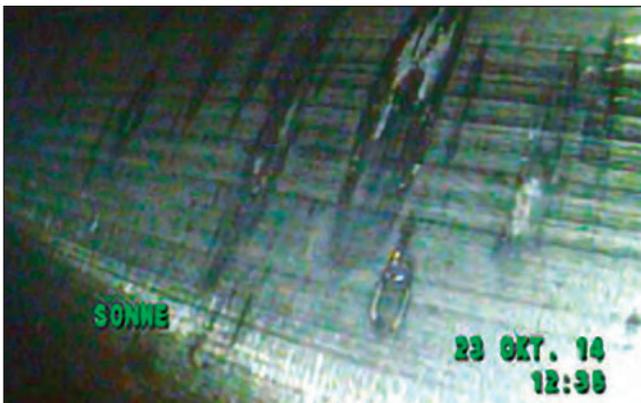
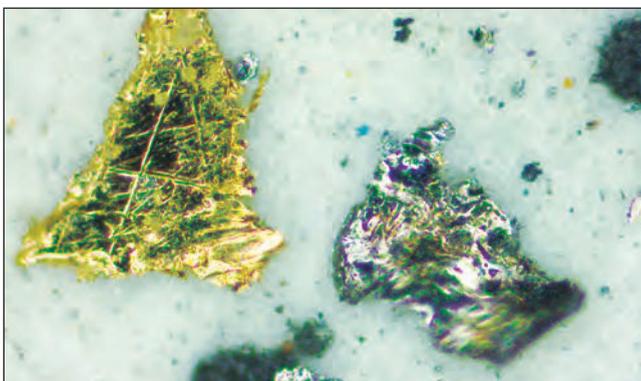


Bild unten: Vergrößerung (50-fach): Öl verunreinigt mit Buntmetallen (Messing, Kupfer) und Eisen aus Komponentenverschleiß (Partikelgröße: <1 µm bis 2 mm) sowie Ölalterungsprodukten (schwarze Ablagerungen < 5 µm)



Der Windpark Elsterheide ist in einem ehemaligen Tagebau für Braunkohle errichtet worden. Trotz Wiederherstellung des Gebietes wurde aufgrund des weichen Bodens und dem hohen Risiko von Erdbeben nachträglich ein Sperrgebiet errichtet, welches verhindert, dass normale Fahrzeugkrane im Windpark eingesetzt werden dürfen.

Ein kurzfristiger und schneller Getriebeaustausch ist daher nicht möglich.

Im Frühjahr 2014 zeichnete sich an der Anlage #3 ein Getriebe-schaden ab. Es folgte ein langer Prozess, bei dem Eurowind Energy A/S, Betreiber des Windparks Elsterheide, abgesehen von der Beschaffung des Getriebes und der geeigneten Kran-technologie auch die Koordination der verschiedenen Bauunter-nehmen meistern und letztendlich die Genehmigung des Säch-sischen Oberbergamtes einholen musste.

**Eurowind bat CJC® um einen Lösungsvorschlag.**

**Das von Eurowind an CJC® formulierte Projektziel:**

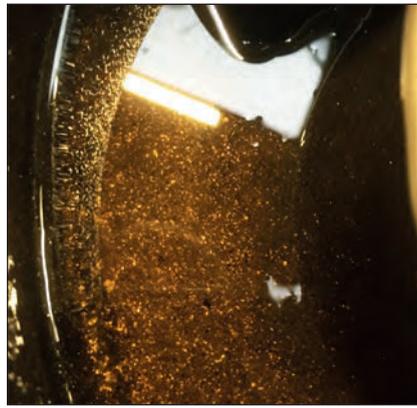
**Die Gebrauchsdauer des defekten Getriebes so weit wie möglich zu verlängern, um die Instandhaltungsmaßnahme planbar zu machen und die Kosten im kalkulierten Budget zu halten.**

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden zwei Maßnahmen getrof-fen. Zum einen wurde ein zusätzliches Feinfiltersystem mit um-fangreicher Sensortechnologie zur Fernüberwachung des Öl- und Getriebezustands installiert (Pumpenleistung: 250 l/h, Fil-terfeinheit: 3 µm absolut / 1 µm nominal, Tiefenfilter, Filterma-terial: 100% nachwachsende Rohstoffe). Die Auslegung des Fil-ters wurde bewusst überdimensioniert, um den enormen Ein-trag von abrasiven Verschleißpartikeln in den Griff zu bekom-men und das Öl optimal zu pflegen. Durch die Entfernung von Partikeln, Ölalterungsprodukten, Wasser und Säuren werden höchste Ölrreinheiten erzielt, so dass weiterem ölbedingten Ver-schleiß vorgebeugt wird. Die Übermittlung exakter Ölzustands-werte ermöglicht es darüber hinaus, frühzeitig Anzeichen von abnormalem Verschleiß am Getriebe zu erkennen, so dass ggf. rechtzeitig, kostengünstig und planbar eingegriffen werden kann.

Zum anderen wurde die Nennleistung der Windenergieanlage von 2 MW auf 1,5 MW begrenzt, um gleichzeitig die Belastung auf das Getriebe zu reduzieren und weiteren Materialschaden zu mindern.

**Die Geschichte dahinter:**

Im August 2014 wurde anhand der halbjährlich durchgeführten Ölanalysen festgestellt, dass es zu einem erheblichen Partikel-eintrag gekommen war. Innerhalb von 6 Monaten (Februar bis August 2014) erhöhte sich der kumulierte Gehalt an Partikeln > 4 µm um das 47-fache auf über 6 Mio. Partikel in 100 ml Öl. Die Reinheitsklasse verschlechterte sich von 17/16/13 auf 23/20/13 (gemäß ISO 4406). Das Ergebnis der Getriebeendoskopie be-legte einen bereits weit fortgeschrittenen Verschleiß mit schwerwiegenden Schäden am Getriebe (Schadenskategorie 5). Innerhalb kürzester Zeit wäre es zu einem vollständigen Getrie-beausfall gekommen.



Fotos oben, links und mitte: Im Filterfuß sind deutlich die Anzeichen des starken Verunreinigungsgrades des Öls zu erkennen. Metallstücke, die groß genug sind, um bei dem relativ geringen Volumenstrom im Filterfuß zu sedimentieren, belegen den extrem schlechten Verschleißzustand des stark beschädigten Getriebes.

Foto oben rechts: Tiefenfilter nach 18 Monaten Feinfiltration – noch nicht gesättigt, 30-50% längere Standzeit möglich. Fotos unten: Metallspäne am Peilstab, im Ölsumpf und als Wischprobe.



Bereits kurz nach Installation des zusätzlichen Filtersystems am 12. November 2014 konnte der kumulierte Gehalt an Partikeln > 4 µm in 100 ml Öl auf ca. 20.000 begrenzt werden, was einer Ölreinheit von ISO Code 15 entspricht. Eine Ölanalyse durch ein unabhängiges Labor bestätigte im Januar 2015 eine Ölreinheitsklasse von 14/13/9 (gemäß ISO 4407).

Messungen zeigen, dass insbesondere Partikel < 5 µm eine besonders schädliche Wirkung auf Systemkomponenten haben. Allein die Zirkulation von Partikeln im Ölsystem verursacht weitere Partikel und ergibt eine Kettenreaktion des Verschleißes. Je feiner filtriert wird, desto länger ist die Gebrauchsdauer von Getriebe und Komponenten.

Das zusätzliche Ölpflegesystem regulierte den Partikelgehalt und reduzierte weiteren Verschleiß.

Im Juni/Juli 2015 registrierte die im Feinfiltersystem integrierte Sensortechnologie einen erneuten, unerwarteten Anstieg im Partikelgehalt und sendete an den Betreiber Eurowind Energy A/S einen Alarm. In Abhängigkeit vom Schweregrad der Partikelbelastung erfolgen unterschiedliche Alarmmeldungen (Gut, Achtung, Kritisch). In diesem Fall wurde der Partikelanstieg als abnormaler Ver-

ANALYSENERGEBNISSE	Aktuelle Probe	11 vorherige Untersuchungen nicht angezeigt		
LABORNUMMER	2711725	2530395	2436834	2339024
GESAMTBEWERTUNG	?	✓	✓	✓
Untersuchungsdatum	22.08.2014	17.02.2014	08.08.2013	17.01.2013
Datum Probenentnahme	18.08.2014	13.02.2014	07.08.2013	16.01.2013
Datum letzter Ölwechsel	14.12.2011	14.12.2011	14.12.2011	14.12.2011
Nachfüllmenge seit Wechsel	-	-	-	-
Laufzeit seit Wechsel	-	-	-	-
Laufzeit gesamt	h 71612	67200	62707	57929
Öl gewechselt	Ja	Nein	Nein	Nein
ZUSATZTESTE				
Neutralisationszahl	mgKOH/g 1.06	0.99	1.04	0.97
Reinheitsklasse	ISO 4406 (1999) 23/20/13	17/16/13	17/16/13	17/16/12
A: >4µm = ISO >4µm	Anzahl/100ml 6034288	127758	103187	94971
B: >6µm = ISO >6µm	Anzahl/100ml 775840	48339	55646	43981
C: >14µm = ISO >14µm	Anzahl/100ml 4503	7208	4127	2401
D: >21µm	Anzahl/100ml 1201	1502	635	1500
E: >38µm	Anzahl/100ml 300	0	0	300
F: >70µm	Anzahl/100ml 0	0	0	0
Reinheitsklasse	SAE AS 4059 > 12A	8A	8A	8B

Oben: Ölanalyse vom 22.08.2014, VOR Installation des Ölpflegesystems. Ölreinheitsklasse: 23/20/13

Unten: Ölanalyse vom 28.01.2015, NACH Installation des Ölpflegesystems. Ölreinheitsklasse: 14/13/9

Customer	: EuroWind	Type machine	: Mølle no 3
Department	: Esterheide Windpark	Serial number	: 292780
Make machine	: V-22985	Date	: 28-01-2015
Type of oil	: Mobil SHC XMP 320		
Sampling place	: CJC valve		
PROCEDURE TO ESTIMATE THE NUMBER OF PARTICLES.			
Pore size filter disc	: 0,8 micron		
Sampled volume	: 100 ml (Standard volume = 100 ml)		
Method of particle count	: ISO / Microscope		
PARTICLE COUNTING.		PARTICLES IDENTIFICATION.	
NUMBER OF PARTICLES PER 100 ML	> 2 µm : 9877	Metal	: 95 %
	> 5 µm : 6851	Fibres	: %
	> 15 µm : 265	Synthetics	: %
COLOUR TEST FILTER DISC	: white	Resin	: 5 %
ISO CLASSIFICATION ACC. 4407	: 14/13/9		



**Bild oben:** Daten aus dem CJC® T2Render Online-Monitoring-System zeigten deutlich die Entwicklung des Partikelgehalts und den Partikelanstieg, bei dem der Alarm an den Windenergieanlagen-Betreiber gesendet wurde.

Alle Darstellungen: Karberg und Hennemann

**Tabelle unten:** Während der 18-monatigen Planungszeit konnten hohe Einsparungen in Hinsicht auf Beschaffungs-, Personal- und Transportkosten realisiert sowie Umsatz generiert werden:

**Einsparungen: 37.750 EUR. Umsatz: 218.700 EUR**  
**Einsparungen, gesamt: 256.450 EUR**  
**Amortisationszeit: < 1 Monat**

Gebrauchsdauerverlängerung - Windkraftgetriebe (2MW)		
<b>Kosten bei Störung im Normalfall</b>	<b>Einfluss-Predictive-Faktor</b>	<b>neue Kosten mit Predictive-Faktor</b>
Beschaffungskosten, Getriebe € 100.000	Beschaffungskosten, Getriebe 25%	Beschaffungskosten, Getriebe € 75.000
Personalkosten € 15.000	Personalkosten 35%	Personalkosten € 9.750
Transport & Krantechnologie € 30.000	Transport & Krantechnologie 25%	Transport & Krantechnologie € 22.500
<b>Gesamt € 145.000</b>	<b>Einsparungen durch Predictive-Faktor € 37.750</b>	<b>Gesamt € 107.250</b>
<b>Stromproduktion statt Turbinenausfall</b>		
Ausgedehnte Produktion 270 Tage	Ø Turbinenauslastung 45%	Stromproduktion im Zeitraum € 218.700
Preis pro kW € 0,05		
Nennleistung 1500 kW		
<b>Einsparungen, gesamt</b>		
Stromproduktion im Zeitraum € 218.700		Einsparungen, gesamt € 256.450
Einsparungen durch Predictive Faktor € 37.750		
<b>Einsparungen vs. Investition</b>		
Investitionsausgaben (CAPEX) € 10.000	Laufzeit in Jahren 2	Return on Investment (ROI) 1208%
Betriebskosten (OPEX) pro Jahr € 4.800	Betriebskosten (OPEX), gesamt € 9.600	Amortisationszeit in Jahren 0,06

schleiß eingestuft und die Entwicklung des Öl- und Getriebezustands als sehr kritisch kategorisiert.

Die Rücksprache mit Eurowind Energy A/S ergab, dass die Servicegesellschaft ein Software Update durchgeführt hatte, das die Leistungsbegrenzung der Windenergieanlage aufhob und die Nennleistung wieder von 1,5 MW auf 2 MW erhöhte. Die volle Belastung des Getriebes an der Leistungsgrenze führte zu einem beschleunigten Verschleiß und den erneuten plötzlichen Anstieg des Partikelgehalts. Dank der Online-Fernüberwachung des Ölzustands mittels Sensortechnologie und dem frühzeitigen Alarm konnte Eurowind Energy A/S die Ursache aufklären und schnell die entsprechende Gegenmaßnahme – Regulierung zurück auf 1,5 MW – treffen, bevor es zu einem folgenschweren Turbinenausfall kam.

Die Windenergieanlage konnte im Anschluss weitere 9 Monate mit 1,5 MW gefahren werden und Strom einspeisen. Der Getriebeaustausch konnte nach Plan im März 2016 erfolgen.

**Preventive & Predictive Maintenance:** Durch effiziente Ölpflege in Kombination mit der Online-Überwachung des Öl- und Getriebezustands war es Eurowind Energy A/S gelungen, einen kurzfristigen, ungeplanten und kostenintensiven Ausfall zu vermeiden, die Windenergieanlage trotz der erheblichen Schäden im Getriebe und Lager weiter zu betreiben und somit Strom zu produzieren. Ohne die effiziente Ölpflege und ohne Online-Fernüberwachung wäre es bereits innerhalb eines Dreivierteljahres zu einem kurzfristigen Getriebeausfall gekommen. Halbjährliche Ölanalysen im Labor implizieren eine lange Reaktionszeit und hätten in diesem Fall nicht ausgereicht, um den Turbinenausfall zu verhindern.



**Søren G. Jeppesen, General Manager Eurowind Energy A/S:**  
 „Eurowind ist sehr zufrieden mit der Kooperation und der Implementierung eines zusätzlichen Filtersystems auf der vom Komplettausfall bedrohten Windenergieanlage #3 im Windpark Elsterheide. Unser Ziel: die Windenergieanlage trotz der schwerwiegenden Schäden an Getriebe und Lager solange weiter in Betrieb zu lassen und Strom ins Netz einzuspeisen – insgesamt über 18 Monate - bis die Vorbereitungen für die Errichtung des Krans abgeschlossen waren. Im Anschluss wurde das Filtersystem inklusive Sensortechnik an der Windenergieanlage #11, die ähnliche Probleme mit dem Getriebe aufweist, installiert – auch hier konnte das CJC® Filtersystem ähnlich gute Ergebnisse erzielen.“

**Karberg & Hennemann GmbH & Co. KG**  
**CJC® Ölpflegesysteme**  
 Marlowring 5, 22525 Hamburg  
 www.cjc.de  
 Ansprechpartner:  
 Jörg Schnitter  
 Key Account Manager Wind Segment  
 Tel.: +49 (0)40 8550479 - 23  
 email: wind@cjc.de  
 Autorin:  
 Kathleen Babatz, Marketing/Vertrieb