



Brüel & Kjær Vibro

Brüel & Kjær Vibro

Wind Turbine Monitoring

22.Spreewindtage Rheinsberg 2013

Präsentiert von:

Rüdiger Wedow

Vertriebsbeauftragter Deutschland

Ruediger.wedow@bkvibro.com



Brüel&Kjaer Vibro GmbH

- Dänisches Headquarter in Nærum – bei Kopenhagen
 - Systemhaus – Projekt Auslieferung, Global Service, System Entwicklung, Remote Monitoring Centre
- Deutsches Headquarter in Darmstadt
 - Produkthaus – Herstellung und Entwicklung Standardprodukte
- Gößter unabhängiger Lieferant von on-line schwingungsbasierte Monitoring Systeme
- 50 Jahre am Markt
- 200 Angestellte weltweit



Unser Markt

Schwingungs Monitoring und Performance Monitoring für rotierende und Kolbenmaschinen.

- Petrochemie, Oil & Gas
 - Offshore
 - LNG Plants
- Energie
 - konventionell
 - Nuklear
 - Wasser
 - Wind
- Andere
 - Schwerindustrie
 - Papier
 - Wasser Aufbereitung
 - Radar Installationen
 - US Navy





Brüel & Kjær Vibro

Remote Condition Monitoring von Windturbinen

Von der Datenerfassung bis verwertbare Informationen





Agenda

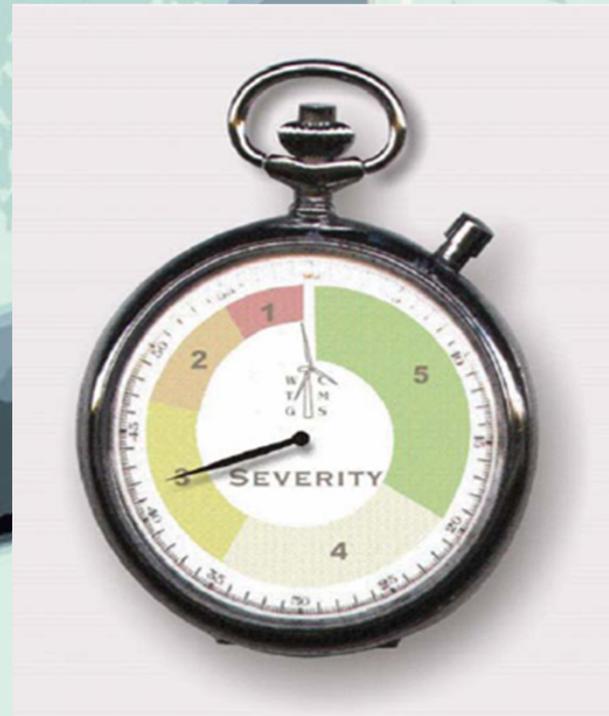
- Motivation für Condition Monitoring
- Monitoring Prinzipien und echte Beispiele
- Herausforderungen für eine kost-effizientes CMS Programm
- Wie wird eine "Alarmflut" vermeiden
- Wie unterstützt unser Service- Center
- Studie ROI
- Zusammenfassung

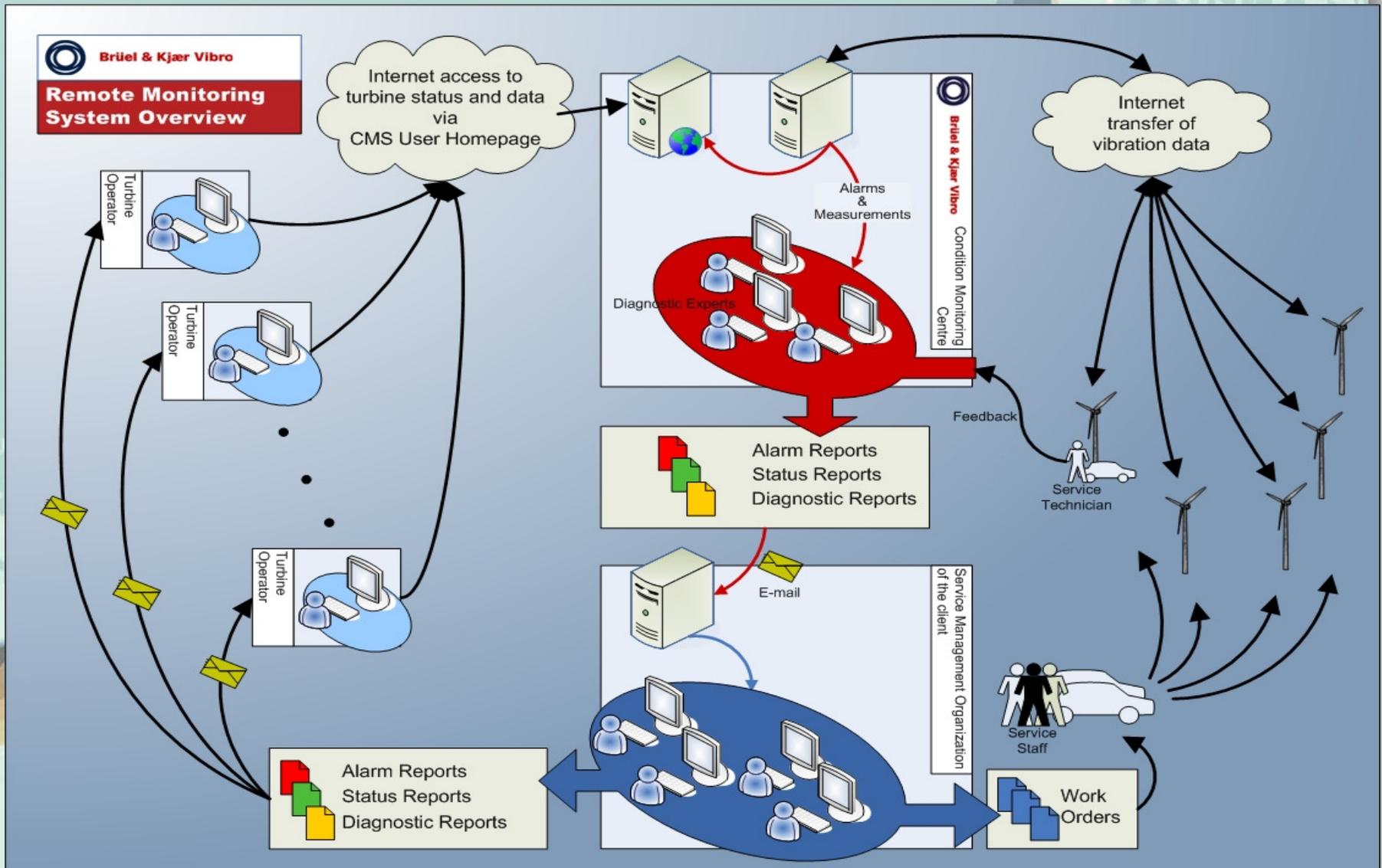




Condition Monitoring

- Bewertungen der “Gesundheit” von Maschinen mit der Analyse von Messsignalen
 - **Schwingungen**
 - Temperaturen
 - Oil Qualität ...
- Bewerten der zur Verfügung stehenden Zeit bis zum Fehler → optimieren der **Planung** von Servicaktivitäten
- Vorteile:
 - Reduzierung Produktionsverlust
 - Möglichkeit der Reparatur

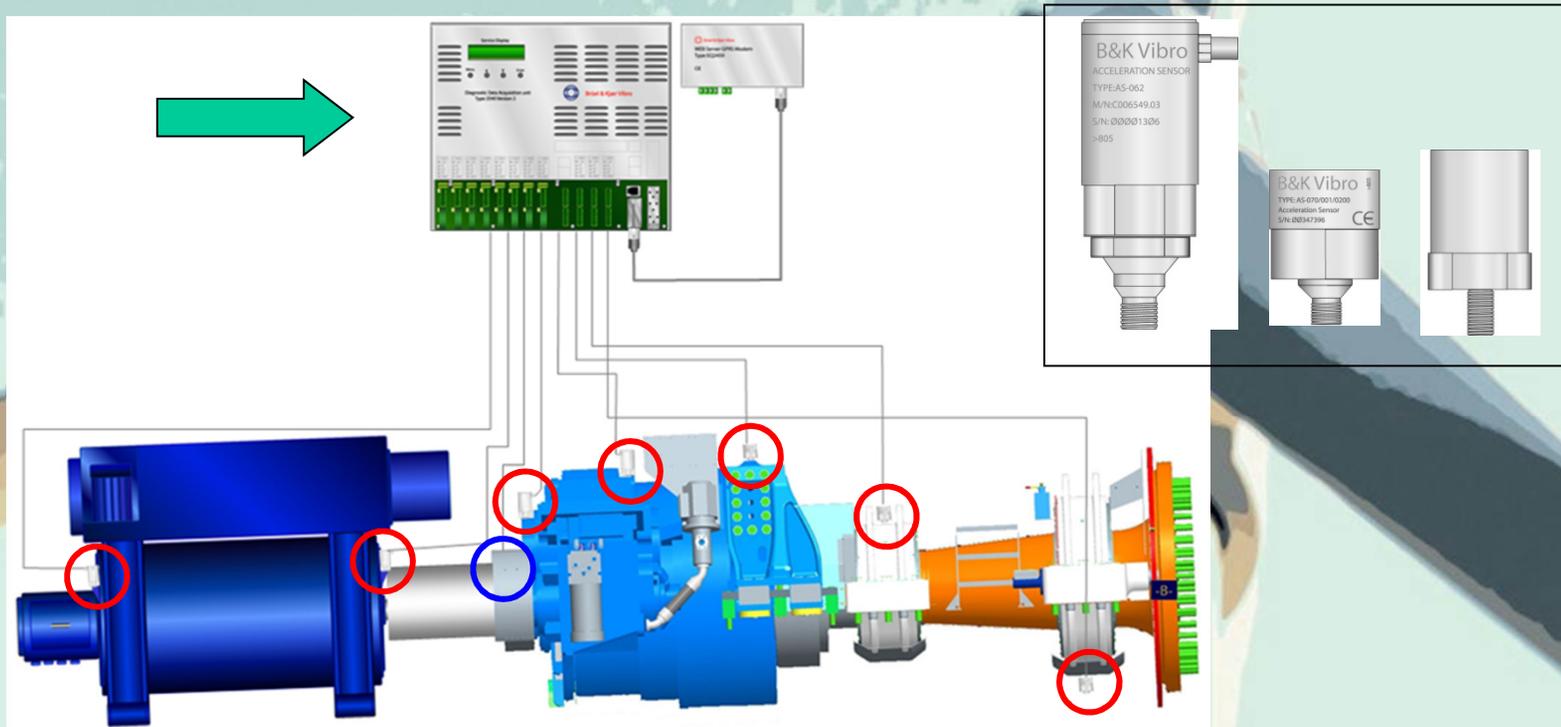






Condition Monitoring System

- **Hardwarekomponenten im Windturbinenhaus:**
 - Diagnostische Datenerfassungseinheit (DDAU)
 - Schwingungssensoren am Hauptlager(s), alle Getriebestufen, Generatorenlager and Haupttrandelemente (z.Bsp.Turmschwingungen). Drehzahlsensor an der Generatorwelle.





Fehler Erkennung mit historischen Trends von Fehlersymtomen

- Fehlerarten

- Lager Fehler
- Kupplungsfehler
- Ausrichtfehler
- Getriebefehler
- Unwuchten
- Support Struktur Fehler

- Beispiel von Trendparametern

- Overall RMS
- Hochfrequenz Bandpass Wert
- Zahneingreiffrequenzen
- Lager Frequenzen
- etc.





Beispiele Schadenserkennung

Generator Lagerschaden

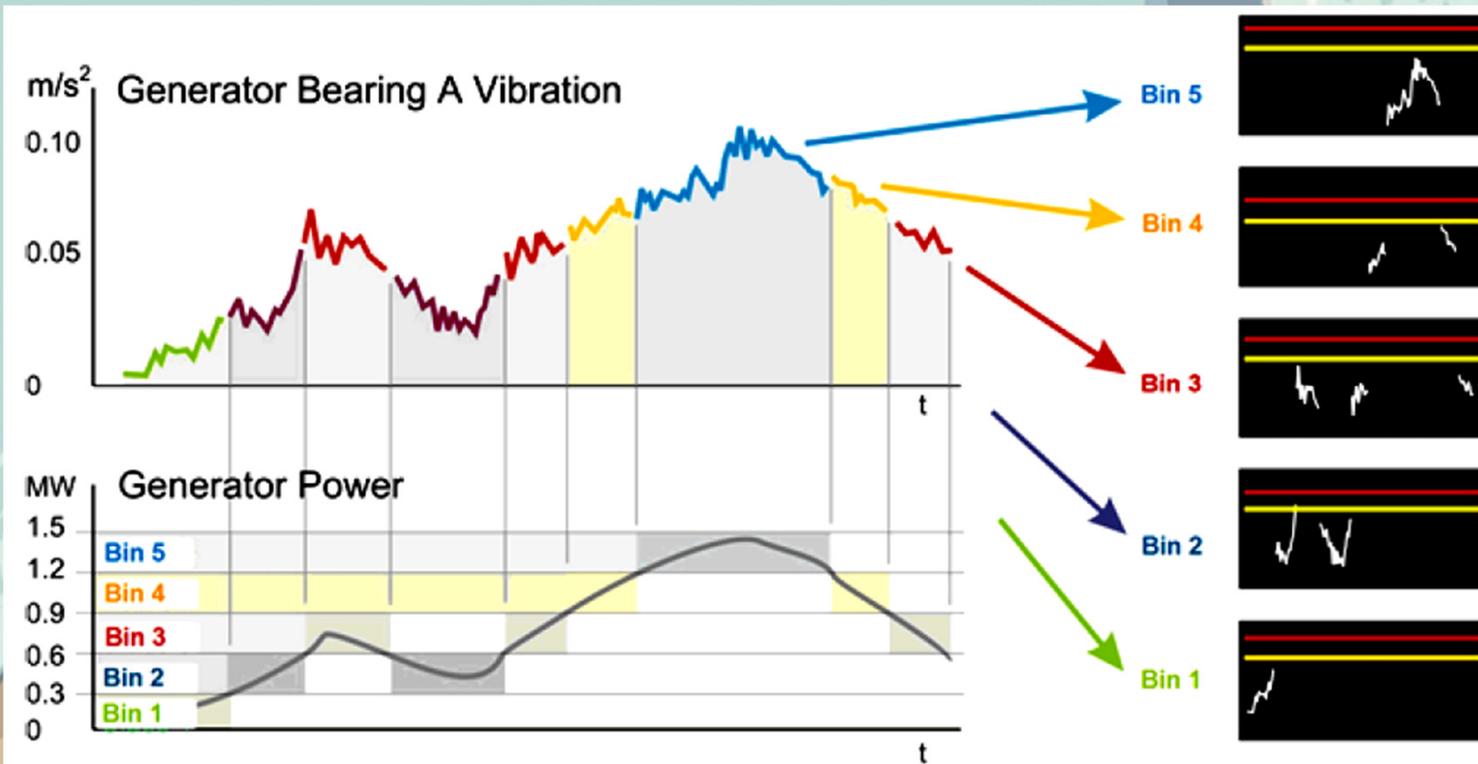


Kupplungsschaden





Schädigungs Bewertung im Trend der Leistungs- Bin's (Kasten/Schlauch)



- Individuell gelernte Alarm Levels (gelbe Linie)
- Turbinentyp spezifisches Gefahren Level levels (rote Linie)



Wie ist eine kosteneffiziente Zustandsüberwachung bei einer großen und geographisch verteilten Flotte zu erreichen?

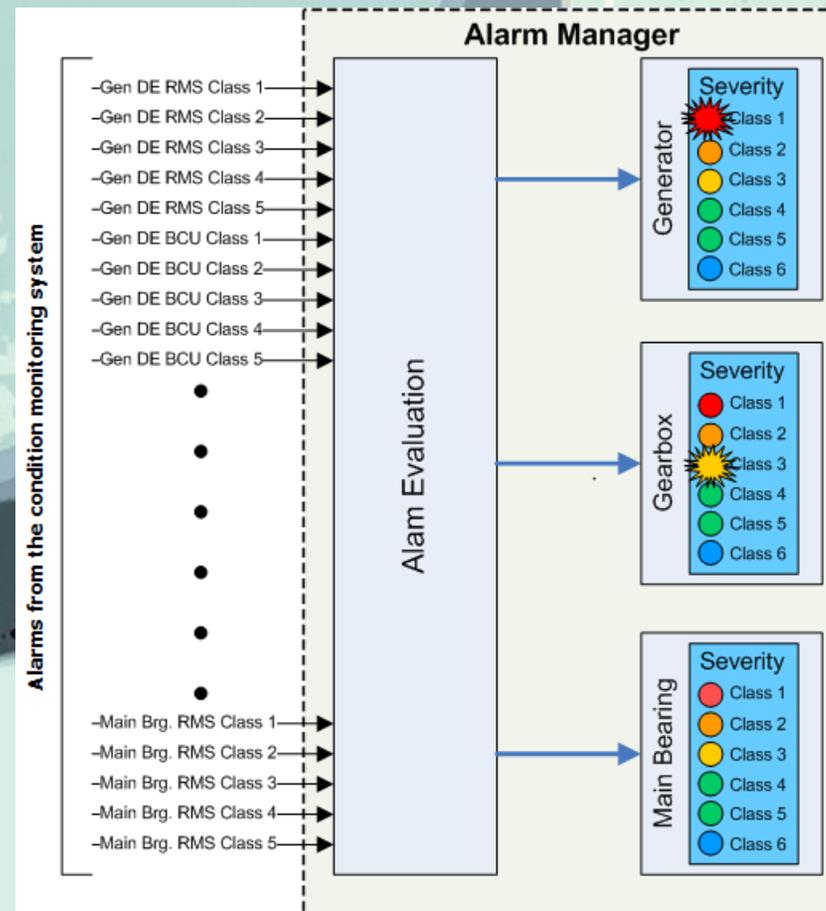
- **Technische Herausforderung**
 - Ereignisse in jeder Turbine können zu einer **Kaskade** von Alarmen führen
 - Anspruch, nur einen Alarm per erkannten Fehler/Schädigung- Level
 - Die **Schädigung** von allen Alarmen müssen bewertet werden
 - Ein **automatisches** Alarmmanagement
- **Operative Herausforderungen**
 - Betriebsführer braucht einen **klaren Hinweis** was zu tun ist und wann
 - **Feedback** ist zu implementieren um ein kontinuierliches Lernen, **performance Monitoring**, zu gewährleisten





Automatisches Alarm Management – keine Alarmflut

- **Zuverlässige** Fehlererkennung benötigt ein Monitoring von 1000+ alarm limits per turbine.
- Um eine **Alarmflut** zu vermeiden werden die Alarminformationen fein gefiltert und auf eine physische Ursache gefolgert.
- Den Schädigungsgrad des potentiellen Schadens bewertet der Alarm Manager von den Angaben der Alarm Muster.
 - Die finale Schädigungsgrad performed ein Diagnostiker





Schädigungs Klassifikation – Handlungsinformationen

- Alarme werden **klassifiziert** gemäß Ihrer Schädigungsgrades
- Neue Alarme werden nur freigegeben wenn ein neues Schädigungslevel erreicht ist
- Maximal 4 Mitteilungen werden erfolgen bei “Anstehen der Störung”
- Jede Schädigungsklassifizierung enthält eine **Vorlaufzeit** bis zur empfohlenen Serviceaktion

Alarm Klassifizierungen			
Klasse	Typ	Beschreibung	empfohlene Handlung
1	Gefahr	ernste Schädigungen	Unverzügliches Handeln / Abschalten der Anlage um Schäden zu verhindern
2	Alarm	erhebliche Schädigungen	Aktion so schnell als möglich, innerhalb 2 Wochen
3	Alarm	Fortschreitende Schädigungen	Aktion wenn es planmäßig passt, bis zu 2 Monate
4	Alarm	Kleine Schädigungen	Aktion zur nächsten Wartung
5	Gut	Kein abnormes Verhalten	Keine Handlung nötig
6	System	Hardware Probleme	korrekt so bald als möglich



Reporting – Klare Aussagen über den Schädigungsgrad und bewerten der restlichen Lebenszeit

- Diagnose der erkannten potentiellen Fehler sind zusammengefasst in einem **Alarm Report**
- Festes Reportformat mit klarer Trennung zwischen
 - Betrachtung
 - Bedeutung
 - **Einschätzung was der Service braucht**



Vestas.

OBSERVATION

Progressive rise in Gearbox 2nd Stage Overall Vibration (RMS) to above Alert level.
Progressive rise in Gearbox 2nd Stage 1st Gearmesh to above Alert level.
Small rise in Gearbox 2nd Stage 2nd and 3rd Gearmesh below Alert level.
Progressive rise in Gearbox 3rd Stage Overall Vibration (RMS) to above Alert level.
No significant changes in Gearbox 1st and 3rd Stage Gearmesh levels.

INTERPRETATION

The progressive rise in the 2nd Stage Gearbox 1st Gearmesh vibration levels indicates a deterioration in the condition of the 2nd Stage gear. The sidebands indicated in the spectrum below confirms this. This is also reflected in the progressive rise in 2nd Stage Gearbox Overall Vibration. The unchanged 1st and 3rd Stage Gearbox Gearmesh levels indicates that the problem is localized to the 2nd Stage Gearbox. The increase in the 3rd Stage Gearbox Overall Vibration level is believed to be as a result of the 2nd Stage Gearbox deterioration.

ASSESSMENT OF MAINTENANCE NEEDS

The gearbox should be visually examined when convenient, paying particular attention to the 2nd Stage gear teeth condition. The gearbox mounting bolts and support structure should also be checked. BKV will close monitor the Gearbox to identify any deterioration.

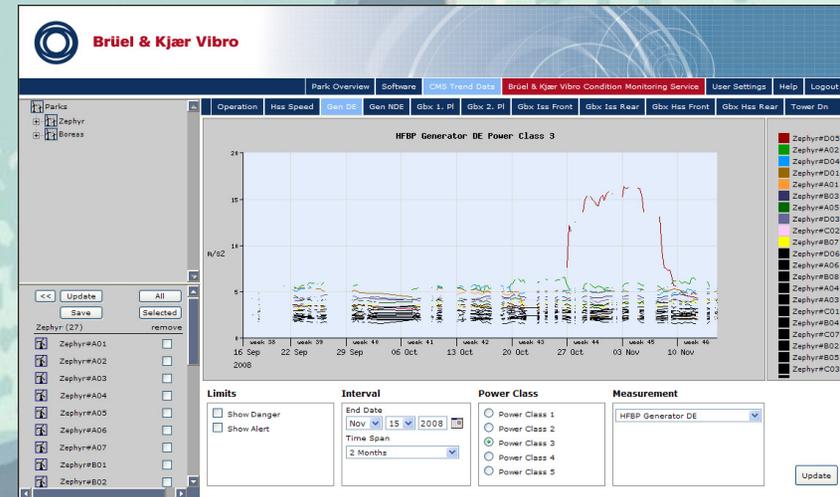
Author: B.L.

2 of 2



Operator Daten Zugang

System ID	Turbine	Start Date	Sev 1	Sev 2	Sev 3	Sev 4	Sev 6 HW	Sev 6 Info
20010	Zephyr#A01	28-11-2008	0	3	0	0	0	0
20005	Zephyr#A02	11-10-2006	0	0	0	0	2	0
20188	Zephyr#A04	28-04-2006	0	0	0	0	1	0
20192	Zephyr#A05	28-04-2006	0	0	0	0	0	0
20191	Zephyr#A06	4-03-2006	0	0	0	0	1	0
20214	Zephyr#A07	19-02-2007	0	0	0	0	0	1
20199	Zephyr#B01	27-02-2007	0	0	0	0	0	0
20212	Zephyr#B02	19-02-2007	0	0	1	0	0	0
20213	Zephyr#B03	24-01-2007	0	0	1	0	0	0
20193	Zephyr#B04	27-02-2007	0	0	0	2	1	0
20187	Zephyr#B05	1-11-2006	0	0	0	0	0	0
20201	Zephyr#B06	28-04-2006	0	0	0	0	4	0
20189	Zephyr#B07	1-11-2006	0	0	0	1	0	0
20215	Zephyr#B08	28-04-2006	0	0	0	0	1	0
20209	Zephyr#C01	28-09-2006	0	0	0	0	0	0
20196	Zephyr#C02	27-04-2006	0	0	0	0	0	0
20216	Zephyr#C03	28-04-2006	0	0	0	0	0	0
20199	Zephyr#C04	18-10-2008	0	0	0	0	0	0
20211	Zephyr#C05	27-04-2006	0	0	0	0	4	0
20206	Zephyr#C06	18-12-2008	0	0	0	0	1	0
20208	Zephyr#D01	28-04-2006	0	0	0	0	0	0
20195	Zephyr#D01	27-04-2006	0	1	2	0	0	0
20207	Zephyr#D02	27-02-2007	0	0	0	0	0	0
20204	Zephyr#D03	27-04-2006	0	0	0	0	0	0
20194	Zephyr#D04	1-03-2009	0	0	1	0	1	0
20203	Zephyr#D05	27-04-2006	0	0	1	3	0	0
20202	Zephyr#D06	1-03-2007	0	2	0	0	1	0
20202	Zephyr#D07	27-04-2006	0	0	0	0	0	1
20190	Zephyr#D08	18-12-2008	0	1	0	1	0	0
30 Turbines			0	7	7	7	19	2



- **Park Alarm Status Übersicht**
 - Momentaner Status
 - Anzeigen des Schädigungsgrades
 - Anzeigen der Art des Problems- Maschine oder System

- **CMS Trend Daten**
 - Durchsicht von allen historischen Daten
 - Identifizieren des **"Ausreißers"** in der Turbine für weitere Untersuchungen
 - **Prüfen** für Rückkehr zum normalen Verhalten nach der Serviceaktion



Zusammenfassung

Eine große Menge an WTG benötigen ein CM- Programm mit:

- Alarm Management System
- Klare Aussagen für den Service (Schädigungsgrad & verbleibende Reaktionszeit)
- Feedback Zirkulation (Felderkenntnisse vs. Diagnosen)
- Erfahrendes Diagnose Team



Die Online Condition Monitoring Solution

- Brüel & Kjær Vibro hat eine erfolgreiche Lösung speziell für das Windturbinen-Monitoring.
- Der Remote Monitoring Service unterstützt unseren Kunden und trifft seinen Bedarf an Informationen.
- Das Condition Monitoring Center und die Hardware sind beim Germanischen Lloyd zertifiziert.
- Das Brüel&Kjaer Vibro Angebot bietet eine **komplette** Lösung von dem Messsystem bis zur verfolgbaren Informationen
- 3700+ Turbinen sind aktuell online und werden überwacht
- Zusätzlich sind 1900 Systeme an unserer Kunden ausgeliefert bis jetzt in diesem Jahr.



Es arbeiten bereits mit Brüel & Kjær Vibro

- Hersteller
 - Vestas = OEM
 - Suzlon = OEM
 - General Electric
- Besitzer / Operators
 - Arise Wind Power (Sweden)
 - Dong (Denmark, U.K. Offshore)(Over 2GW Installed)
 - VattenFall (Sweden, Denmark, U.K. Offshore)(Over 2 GW Installed)
 - E.ON (U.K. Holland)(Over 1 GW Installed)
 - Kepco (South Korea)
- Service Companies
 - Total Wind (Denmark, Sweden, European based)



Turbine Typen die zur Zeit überwacht werden.

- Hersteller
 - Vestas
 - V80/V90-2MW
 - V100-2MW
 - V90-3MW
 - V112-3MW
 - V52-1.5MW
 - Suzlon
 - S64-1.5MW
 - S82-1.8MW
 - S88-2.1MW
 - S95-2.1MW
 - S97-2.1MW
 - General Electric
 - 1.5 SL
 - 1.5 SLE
 - 2.5
 - Sinoval
 - 1.5MW
 - NegMicon
 - NM52
 - NM64



Vorteile von Condition Monitoring / vorauschauendes Monitoring an Windturbinen.

- Erweiterte Warnungen von Schäden.
- **Reduzieren** unnötige Serviceeinsätze an den Turbinen.
- Verbesserte Logistik Planung.
- Kann genutzt werden um Lebenszeiten von fehlerhaften Komponenten zu verlängern.
- Spezifische Komponenten können bei geplanten Serviceeinsätze überprüft werden.
- Reduzieren von wahrscheinlichen Folgeschäden.



Vorteile von Condition Monitoring / vorausschauendes Monitoring an Windturbinen.

- Fehler Warnung bis zu 6 Monate im Vorraus.
- Condition Monitoring kann nicht die Betriebszeit erhöhen aber die ungeplanten Stillstandszeiten reduzieren .
- Bei effektiver Nutzung der Daten, ermöglicht es effektiv zu nutzende Abschaltzeiten.
- Erinnern möchte ich aber auch daran das nicht alle Fehler erkannt werden können und nicht alle Schädigungen lange Vorwarnzeiten ermöglichen.
- Condition Monitoring ermöglicht eine effektive Service Strategie- Mehr Betriebszeit und ein Maximum an Produktion ist das Resultat.



Aussichten von Brüel & Kjær Vibro CMS.

- Das Brüel & Kjær Vibro CMS system kann im Werk installiert werden (Vestas) oder Nachgerüstet werden.
- Brüel & Kjær Vibro bietet ein Spektrum von Trainingskurse.
- Brüel & Kjær Vibro arbeitet zur Zeit an ergänzende Systeme (Öl-Debris-System) zur OnLine-Überwachung.
- Kontinuierlich entwickeln wir die Hardware, Software und den Service.



Die Studie

- Reale Daten von europäischen 20 1.5MW WTG site
- Vermeiden Totalausfall durch Früherkennung der Fehler, um nur ein Lager oder Zahnrad anstelle eines GB oder GEN zu ersetzen
- Ersparniss kalkuliert als:
- Ermitteln des "breakeven" des Investments (ROI)

$$\text{Savings} = \text{Cost of catastrophic fault} - (\text{Cost of correcting the fault} + \text{Cost of CMS and Service})$$



Aktuelle Daten: 20 WTG Farm / 5 Jahresperiode ROI – vermeidbare Fehler

- 7 vermeidbare Fehler
- 3 Getrieb & 4 Generatoren
 - 1 Generator = \$146,380
 - 1 Gen. Lager = \$10,998
 - 1 Getriebe = \$268,580
 - 1 Getr.lager = \$11,830
 - 1 Welle/ Zahnrad = \$33,280
- CM system + services = \$390,000 (5 yrs)

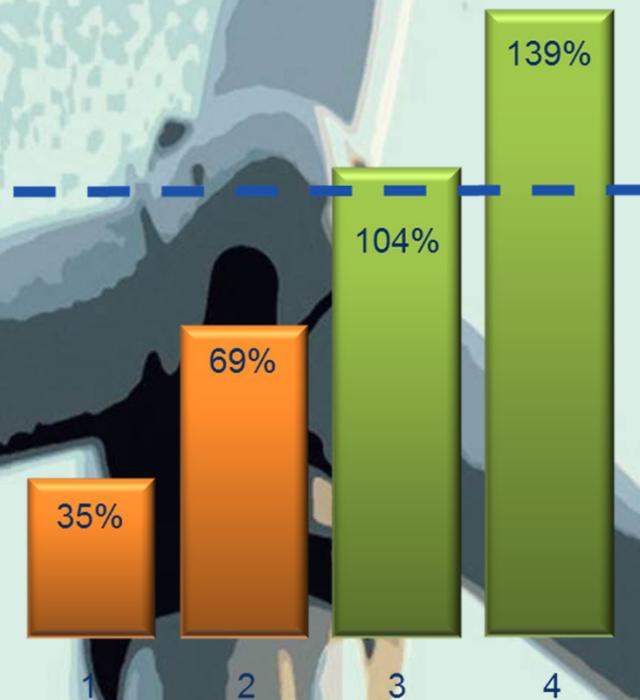
 Shaft/gear
 Bearings





Aktuelle Daten: 20 WTG Farm / 5 Jahresperiode ROI – vermeidbare Fehler

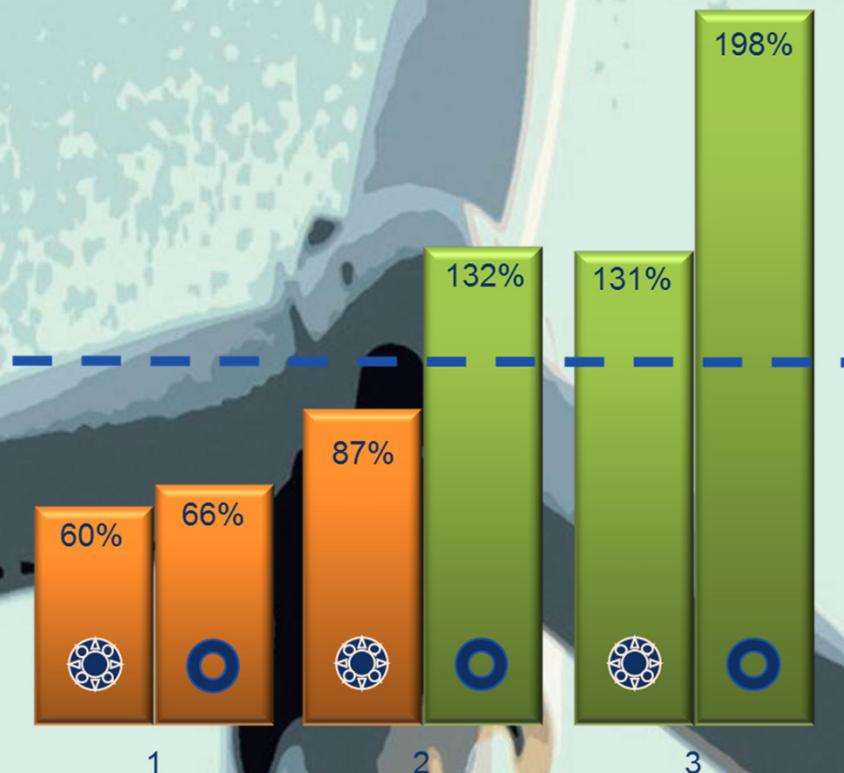
- 4 vermeidbare Fehler
 - 1 Generator = \$146,380
 - 1 Gen. Lager = \$10,998
- CM system + services = \$390,000 (5 yrs)
- Breakeven nach dem 2ten Generator!





Aktuelle Daten: 20 WTG Farm / 5 year period ROI – vermeidbare Getriebefehler

- 3 vermeidbare Fehler
 - 1 Getriebe = \$268,580
 - 1 Getr.Lg. = \$11,830
 - 1 Welle/ZR = \$33,280
- CM system + services = \$390,000 (5 yrs)
- Breakeven nach dem 2ten Generator!





Kombinierte Ereignisse ROI vermeidbare Ausfälle – 5 Jahresperiode– 20 Turbinen

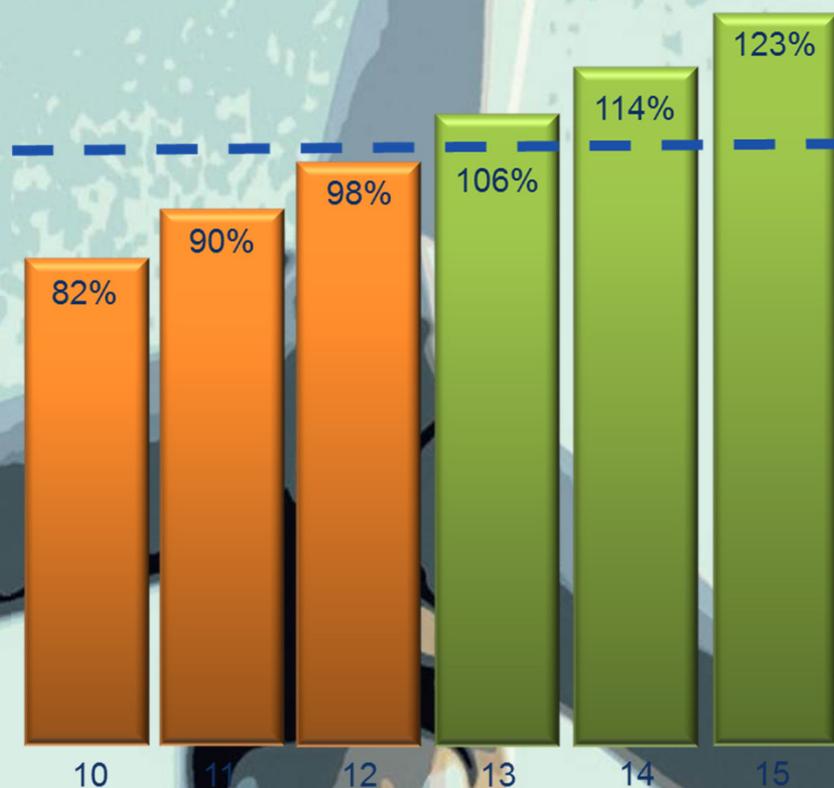
Shaft/gear

10	638%	673%	707%	742%	777%	812%	846%	881%	916%	950%
9	578%	612%	647%	682%	717%	751%	786%	821%	855%	890%
8	517%	552%	587%	622%	656%	691%	726%	760%	795%	830%
7	457%	492%	526%	561%	596%	631%	665%	700%	735%	769%
6	397%	431%	466%	501%	536%	570%	605%	640%	674%	709%
5	336%	371%	406%	441%	475%	510%	545%	579%	614%	649%
4	276%	311%	345%	380%	415%	450%	484%	519%	554%	588%
3	216%	250%	285%	320%	355%	389%	424%	459%	493%	528%
2	155%	190%	225%	260%	294%	329%	364%	398%	433%	468%
1	95%	130%	164%	199%	234%	269%	303%	338%	373%	407%
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	



Prognose für 100 WT in einem Park ROI – Aufwendungen Generator Defekte

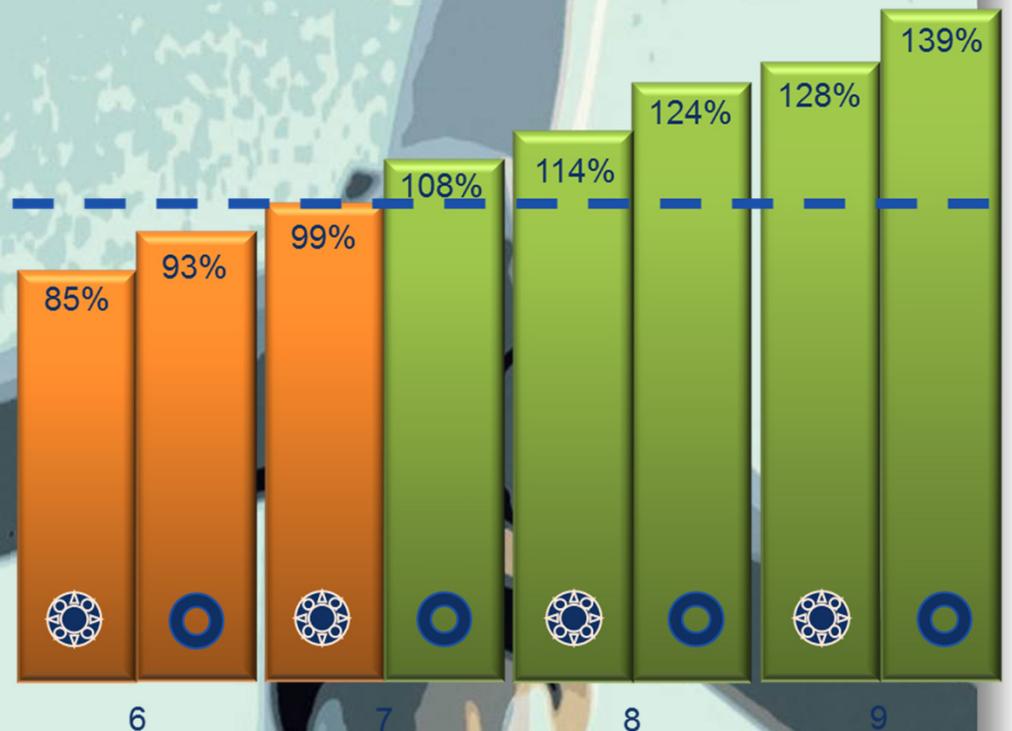
- 20 vermeidbare Ausfälle
 - 1 Generator = \$146,380
 - 1 Gen.Lg. = \$10,998
- CM system + services = \$1.65m (5 yrs)
- Breakeven ab dem 13ten Generator!





Prognose für 100 WT in einem Park ROI – Aufwendungen Generator Defekte

- 9 vermeidbare Ausfälle
 - 1 Getriebe = \$268,580
 - 1 Getr.Lag.= \$11,830
 - 1 Welle/ZR = \$33,280
- CM System + Service = \$1.65m (5 yrs)
- Breakeven ab dem 8ten Getriebe!





Kombinierte Ereignisse ROI vermeidbare Ausfälle – 5 Jahresperiode – 100 Turbinen

Shaft/gear

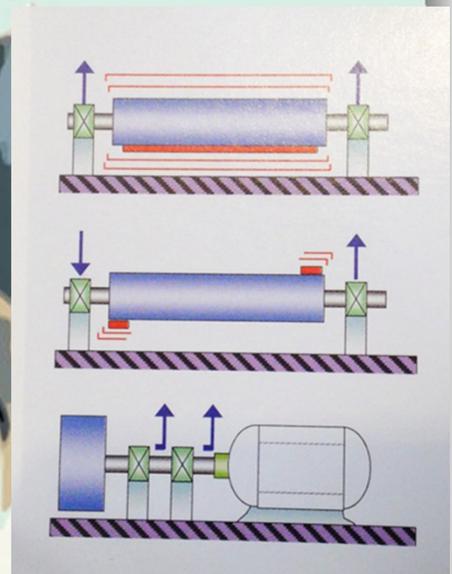
10	176%	184%	192%	201%	209%	217%	225%	233%	241%	250%
9	159%	167%	176%	184%	192%	200%	208%	216%	225%	233%
8	142%	151%	159%	167%	175%	183%	191%	200%	208%	216%
7	126%	134%	142%	150%	158%	166%	175%	183%	191%	199%
6	109%	117%	125%	133%	142%	150%	158%	166%	174%	182%
5	92%	100%	108%	117%	125%	133%	141%	149%	157%	166%
4	75%	83%	92%	100%	108%	116%	124%	132%	141%	149%
3	59%	67%	75%	83%	91%	99%	108%	116%	124%	132%
2	42%	50%	58%	66%	74%	83%	91%	99%	107%	115%
1	25%	33%	41%	49%	58%	66%	74%	82%	90%	98%
	1	2	3	4	5	6		9	10	





Zusammenfassung

- Amortisation durch die Vermeidung von einer geringen Anzahl von katastrophalen Ausfällen
- basierend auf die niedrigsten Kosten für die Komponenten
- Nicht berücksichtigt:
 - Reduzierte Versicherungsprämien
 - Leistungsprämien
 - Reduziertes Ersatzteillager
 - Reduzierten unplanmäßige Ausfallzeiten
- Noch nicht berücksichtigt andere Fehler, wie:
 - SchmieringLubrication issues
 - Versatz
 - Unwucht





Brüel & Kjær Vibro

Danke für Ihre Aufmerksamkeit