



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 Kolben-
maschinen.

- 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





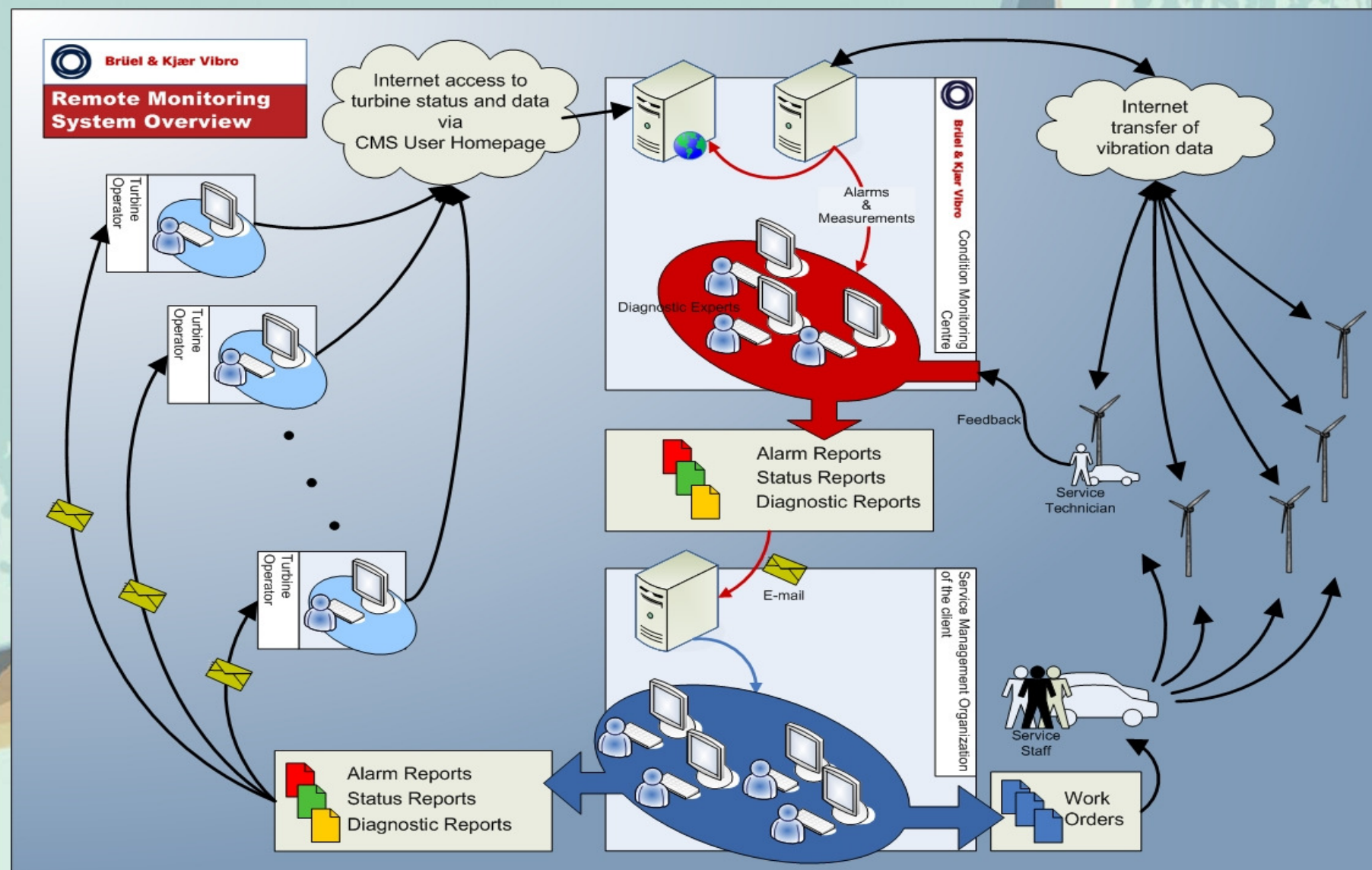
Condition Monitoring

- 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





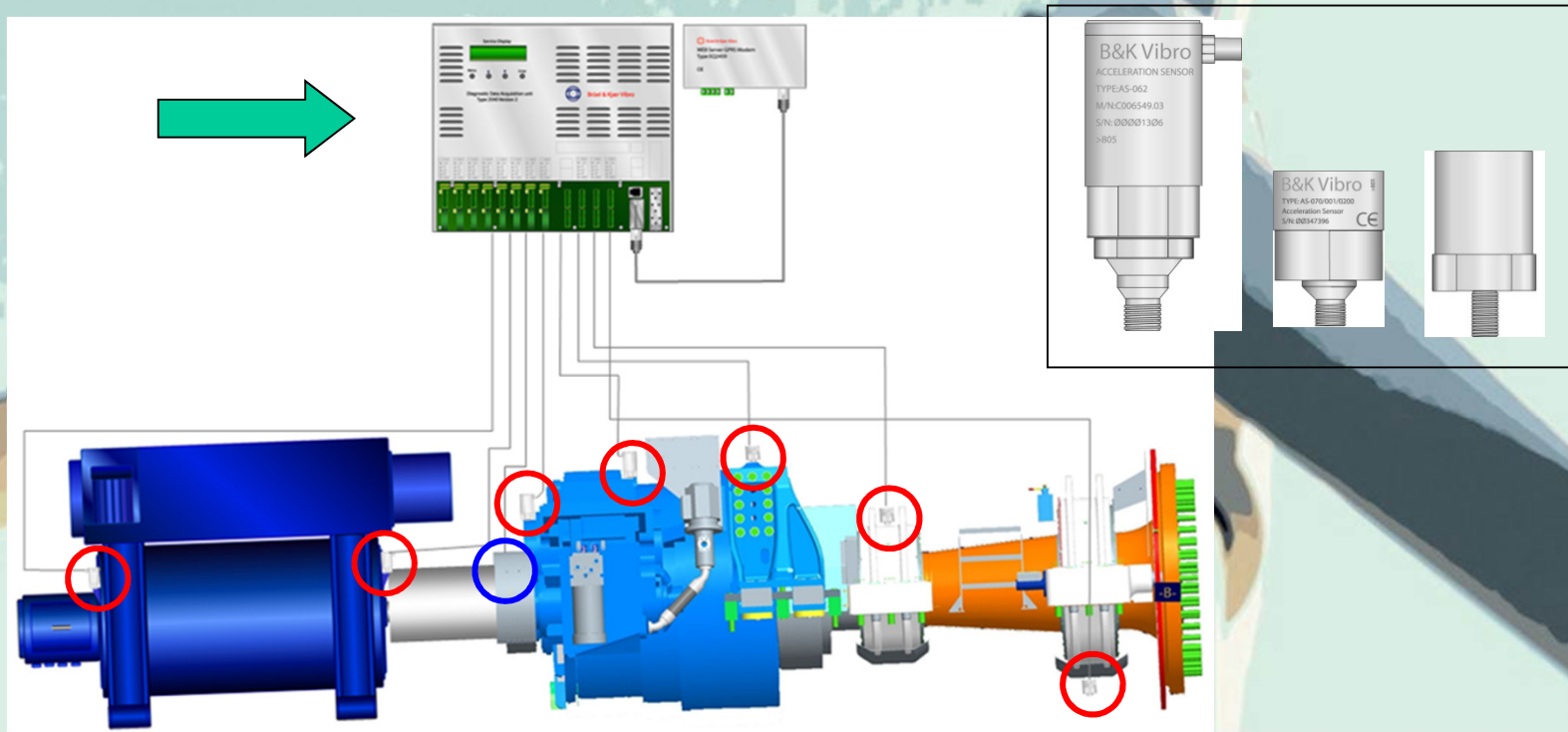
Brüel & Kjær Vibro





Condition Monitoring System

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





Fehler Erkennung mit historischen Trends von Fehlersymptomen

- **Fehlerarten**

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

- **Beispiel von Trendparametern**

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



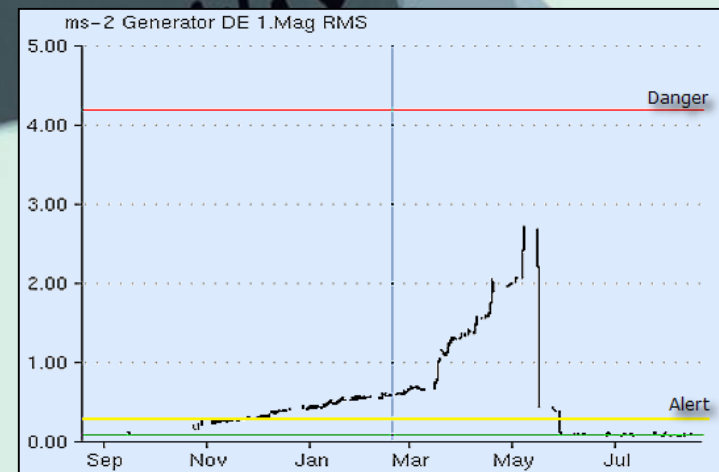


Beispiele Schadenserkennung

Generator Lagerschaden

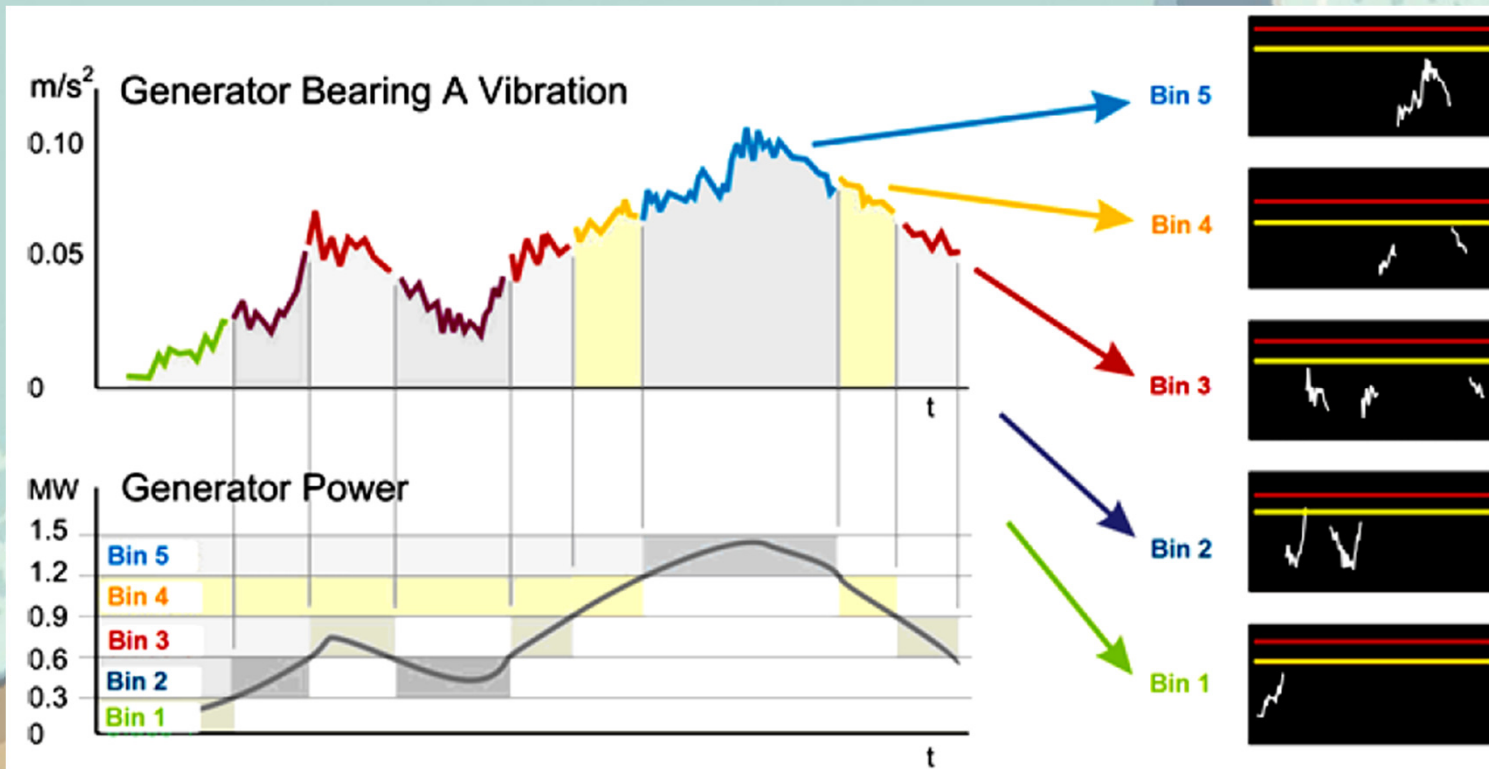


Kupplungsschaden





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?

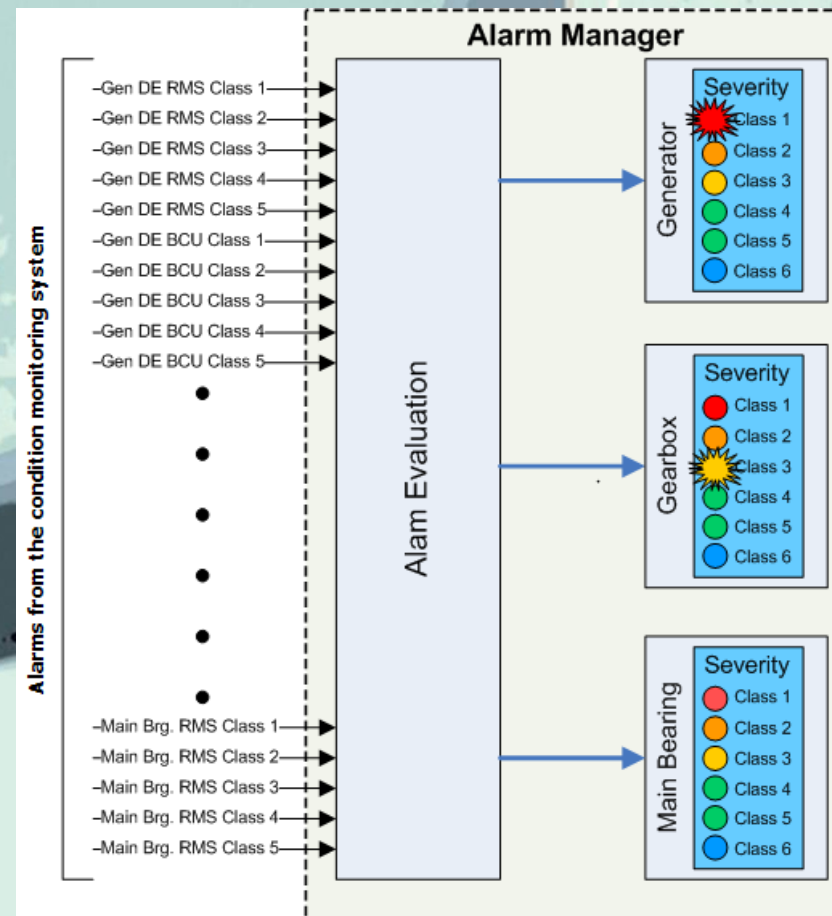
- **Technische Herausforderung**
 - Ereignisse in jeder Turbine können zu einer **Kaskade** von Alarmen führen
 - Anspruch, nur einen Alarm per erkannten Fehler/Schädigung- Level
 - Die **Schädigung** von allen Alarmen müssen bewertet werden
 - Ein **automatisches** Alarmmanagement
- **Operative Herausforderungen**
 - 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

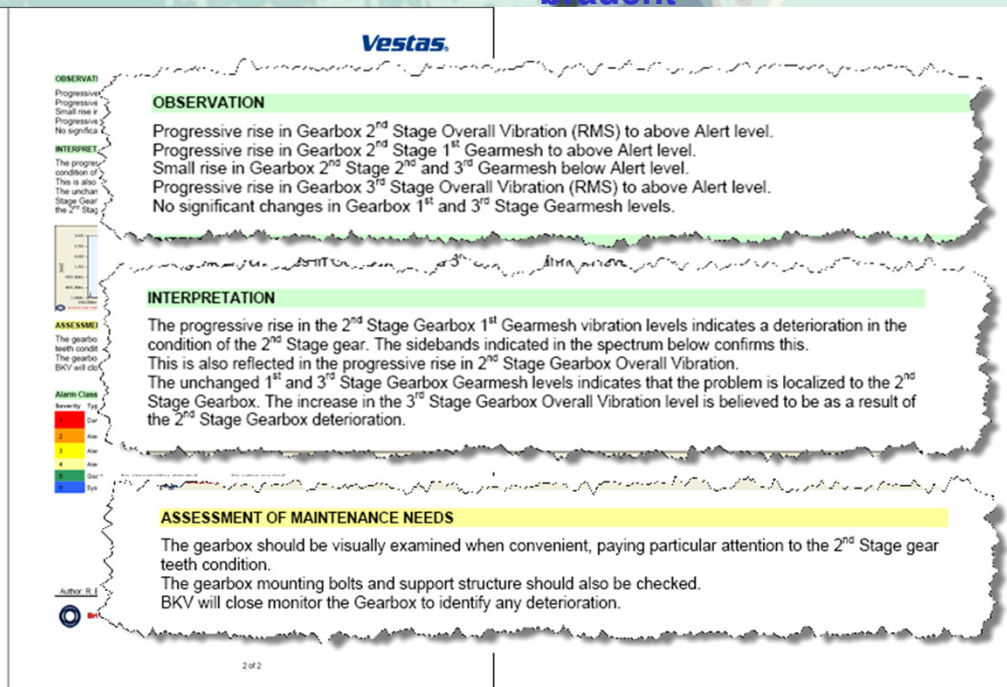
- Alarme werden **klassifiziert** gemäß Ihrer Schädigungsgrades
- Neue Alarme werden nur freigegeben wenn ein neues Schädigungslevel erreicht ist
- Maximal 4 Mitteilungen werden erfolgen bei “Anstehen der Störung”
- Jede Schädigungsklassifizierung enthält eine **Vorlaufzeit** bis zur empfohlenen Serviceaktion

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**



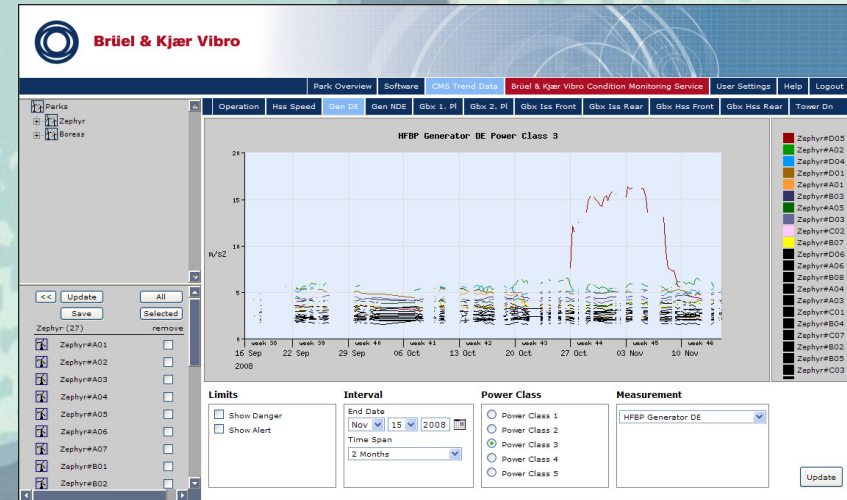


Operator Daten Zugang

Park Alarm Status

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	0	1	0	0	0
20010	Zephyr#A02	28-04-2006	0	3	0	0	0	0
20009	Zephyr#A03	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
20198	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	15-10-2008	0	0	0	0	0	0
20211	Zephyr#C05	27-04-2006	0	0	0	0	4	0
20206	Zephyr#C06	15-12-2008	0	0	0	0	1	0
20208	Zephyr#D01	28-04-2006	0	0	0	0	2	0
20195	Zephyr#D02	27-04-2006	0	1	2	0	0	0
20207	Zephyr#D03	27-02-2007	0	0	0	0	0	0
20204	Zephyr#D04	27-04-2006	0	0	0	0	0	0
20194	Zephyr#D05	1-03-2009	0	0	1	0	1	0
20197	Zephyr#D06	27-04-2006	0	0	1	3	0	0
20203	Zephyr#D07	1-03-2007	0	2	0	0	1	0
20202	Zephyr#D08	27-04-2006	0	0	0	0	0	1
20190	Zephyr#D09	15-12-2008	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 (Schadigungsgrad & 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 / vorausschauendes 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 Getriebe & 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

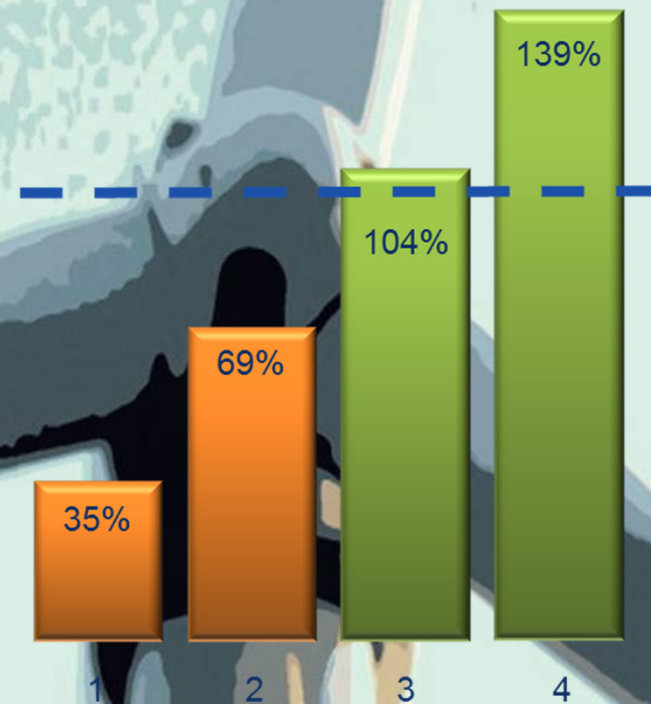
Bearings





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

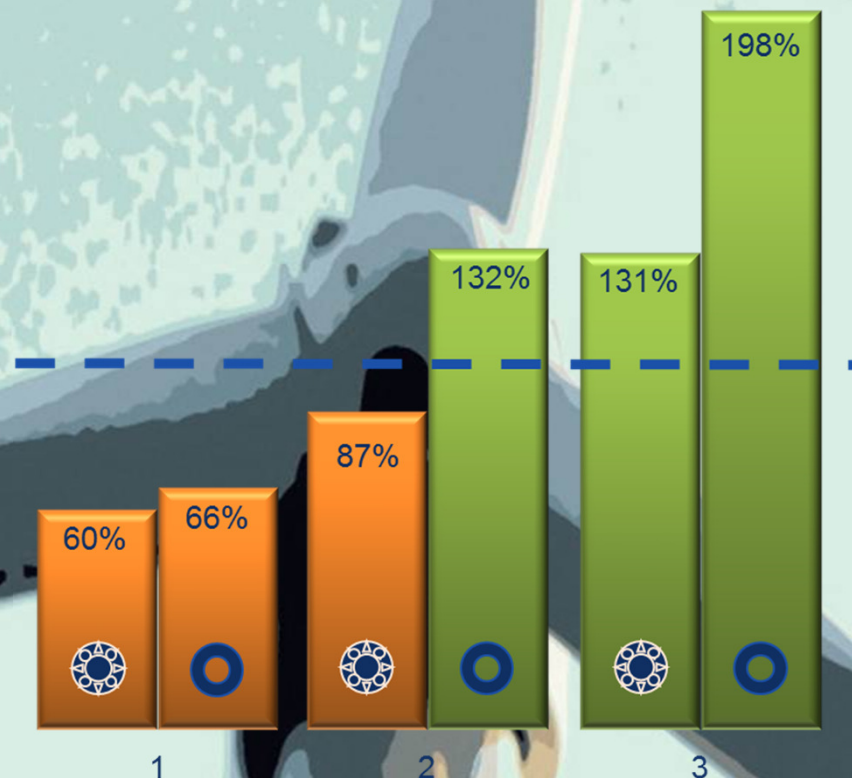
- 4 vermeidbare Fehler
 - 1 Generator = \$146,380
 - 1 Gen. Lager = \$10,998
- CM system + services = \$390,000 (5 yrs)
- Breakeven nach dem 2ten Generator!





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	7	8	9	10

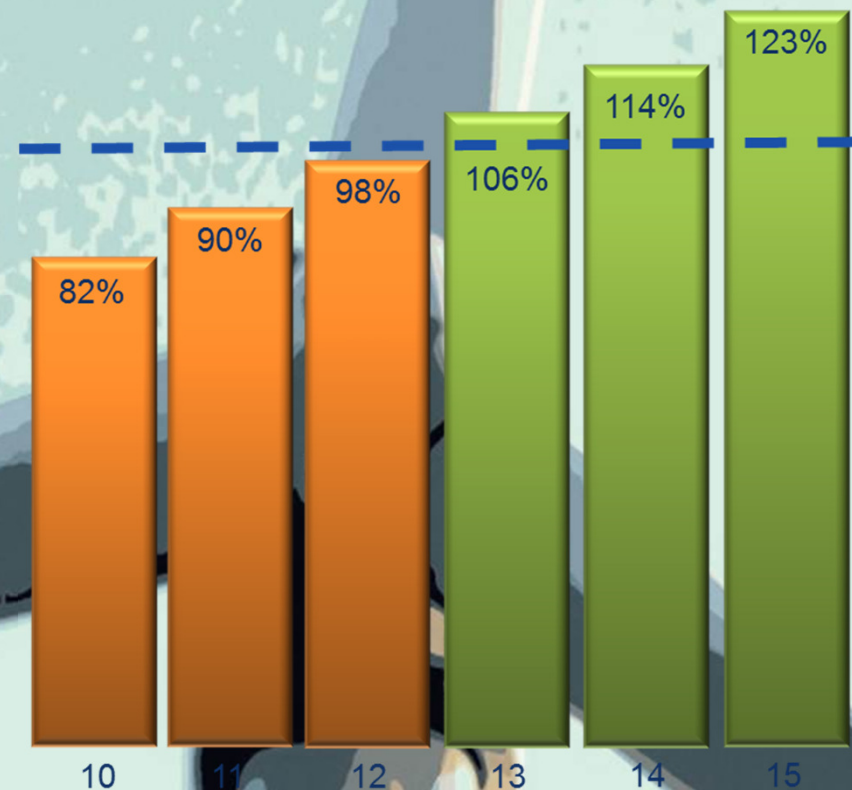


Bearings



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

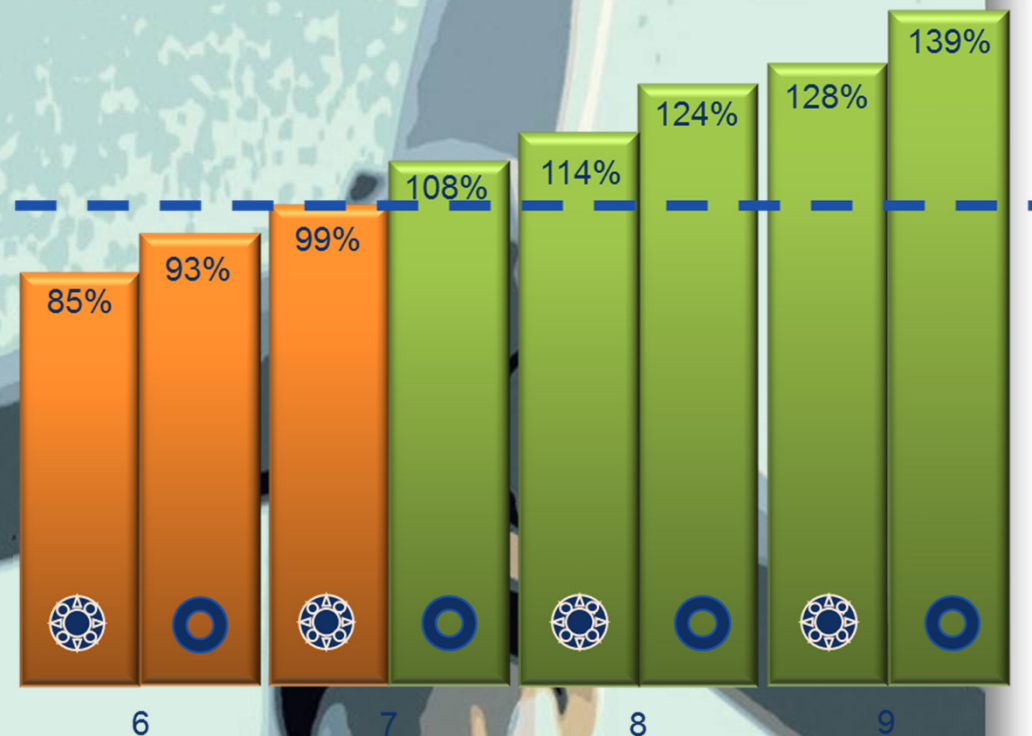
- 20 vermeidbare Ausfälle
 - 1 Generator = \$146,380
 - 1 Gen.Lg. = \$10,998
- CM system + services = \$1.65m (5 yrs)
- Breakeven ab dem 13ten Generator!





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	7	8	9	10

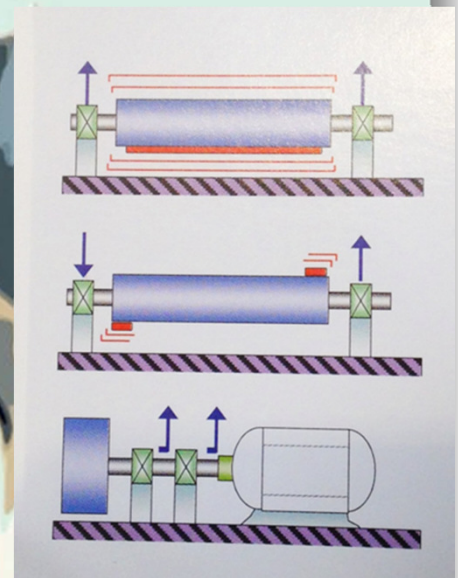


Bearings



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:
 - SchmierungLubrication issues
 - Versatz
 - Unwucht





Brüel & Kjær Vibro

Danke für Ihre Aufmerksamkeit