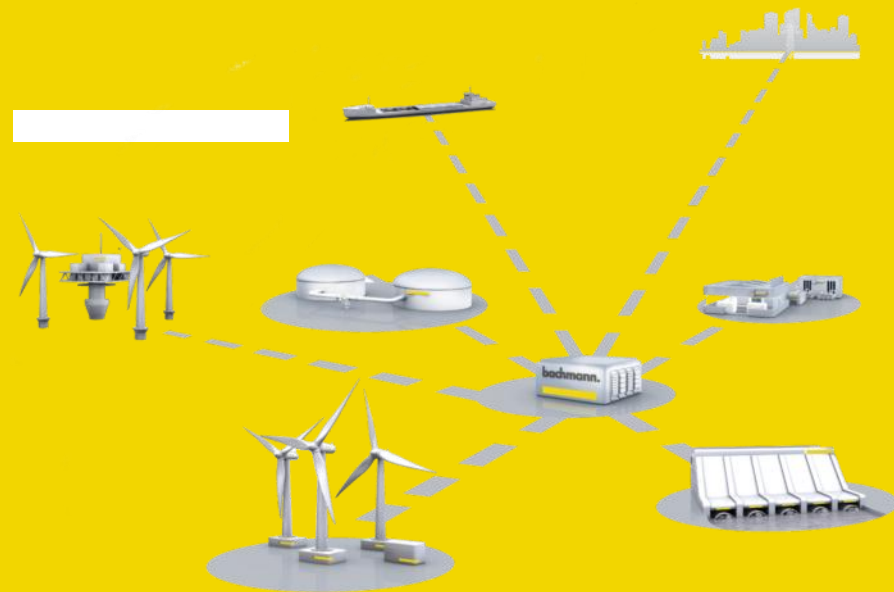


# Von der Messwerverfassung zur Informationsgewinnung – integrative Konzeptionen für Offshore WEA



**bachmann.**

## Condition Monitoring an Windenergieanlagen (WEA)

- Fakten Bachmann Monitoring GmbH
- Lebenszyklus/ LCC (Life Cycle Cost)
- Schwachstellen und Ausfallzeiten
- Fehlerursachen
- Messpunkte und online Analyse
- Zusätzliche Messgrößen und Funktionen
- CM-Teleservice mit Praxisbeispielen
- Kosten und Nutzen
- Ausblick und Fazit

# Fakten zur $\mu$ - Sen GmbH/ Bachmann Monitoring GmbH

- **Gründung** Juli 1998 bis 31.12.2010
- **Mitarbeiter** 40
- **Sitz** Technologiestandort Jena/ Rudolstadt – Thüringen
- **Zweck** Entwicklung, Produktion und Vertrieb intelligenter Sensoren Systeme und Lösungen für die zustandsorientierte Wartung
- **Aktuell** Die  $\mu$ -Sen wurde zur Bachmann Monitoring GmbH (BAM)

## Kurzportrait

- Partner für die Windenergiebranche (Mehr als 90 % des Umsatz mit CMS für WEA)
- Neue Sensoren und Verfahren zur Fehlerfrüherkennung an WEA
- Kernkompetenz: Körperschallbasierte Zustandsüberwachung
- Internet-basierter CM-Teleservice als Dienstleistung



# Fakten zur $\mu$ - Sen GmbH / Bachmann Monitoring GmbH

## Vom Sensor bis zum CM-System

- Die Bachmann überwacht aktuell ca. 1700 WEA
- Der Leistungsbereich: 250 kW – 5 MW (akkumulierte WEA-Leistung > 2 GW alle Typen renommierter WEA-Hersteller)
- GL zertifizierter und internetbasierter CM-Teleservice bzw. Remote Service



Späne im Getriebeöl

# Lebenszyklus und LCC

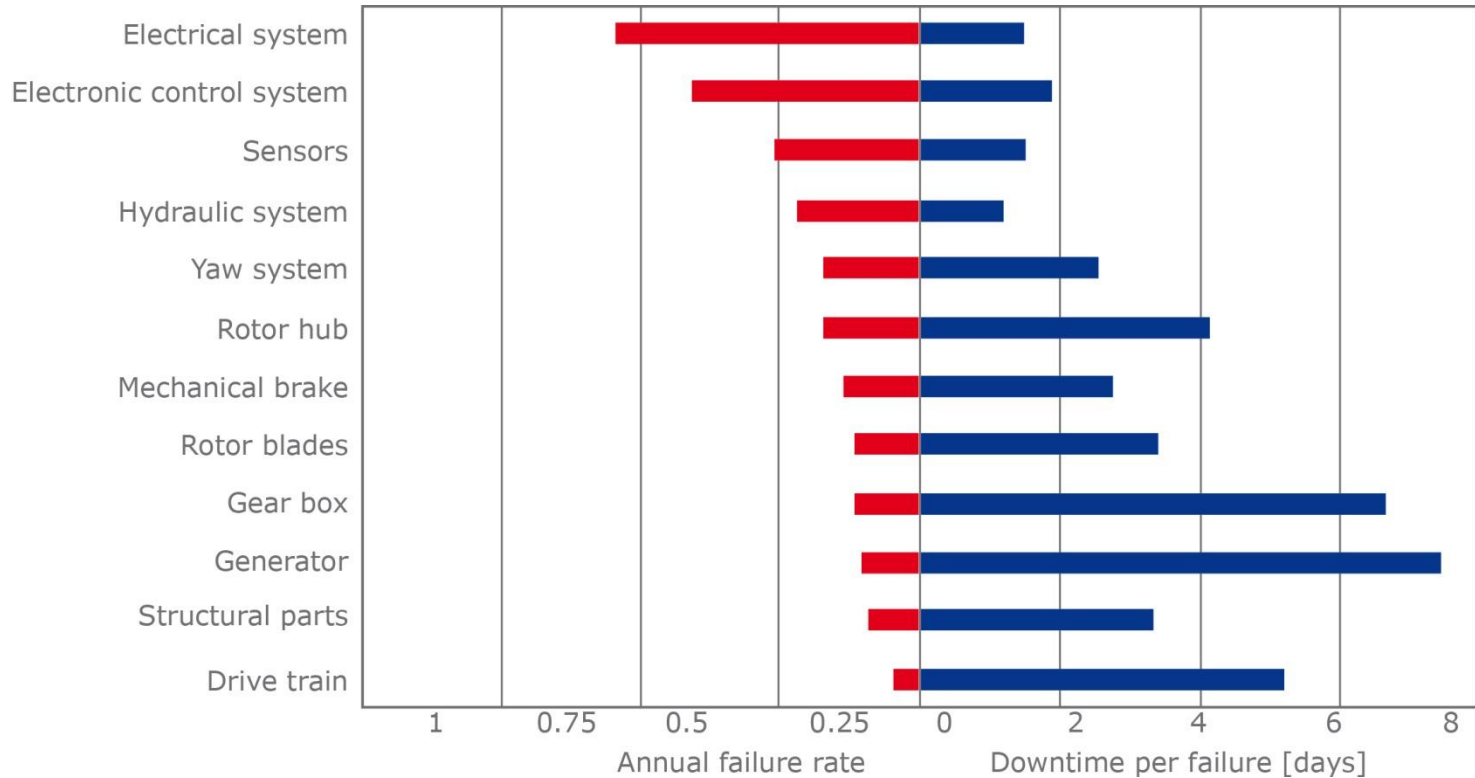
Kosten	Produktions- anlagen	Konventionelle Kraftwerke	WEA
Investition	25 %	30%	ca. 70-75 %
Energie, Treib- Brennstoffe usw.	44 %	40%	-
Wartung und Instandhaltung	31 %	30%	11 %* 13 %-16 % ? <b>ca. 25-30%!</b>

„Die jährlichen Gesamtkosten der Instandhaltung in Deutschland betragen ca. 135 - 210 Mrd. €“



Onshore-Fundament (oben )  
Tripod einer Offshore-WEA (unten)

# Verteilung der Ausfallzeiten auf wesentliche WEA-Komponenten



**Quelle:** Fraunhofer IWES (Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, 2009)

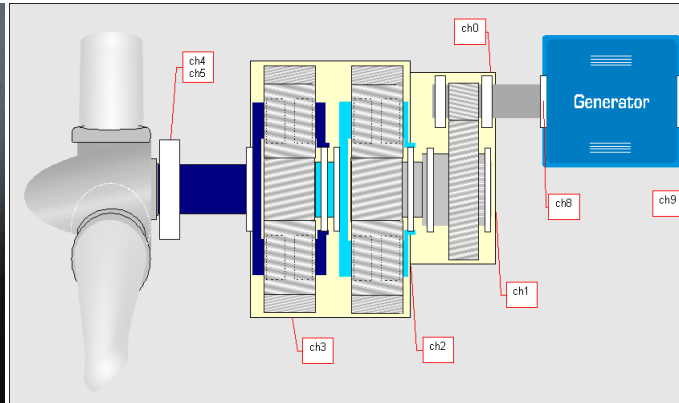
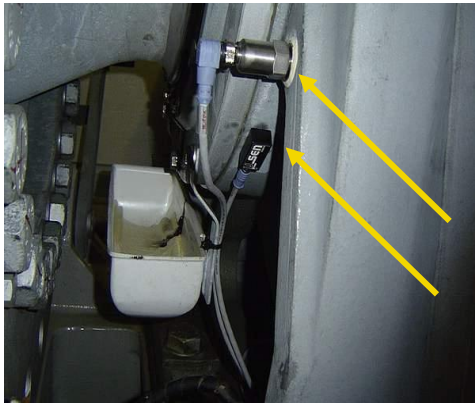
# Wesentliche Fehlerursachen

- Unwuchten
- Fehlausrichtungen
- Servicemängel
- Mangelschmierung
- Montagefehler
- Verschleiß
- Materialfehler
- Konstruktive Mängel
- Resonanzbereiche

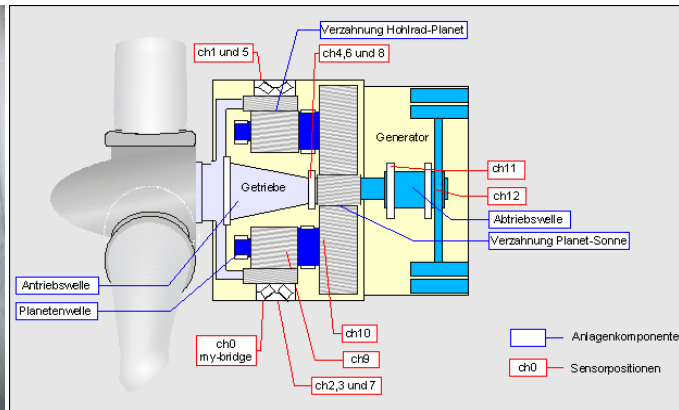
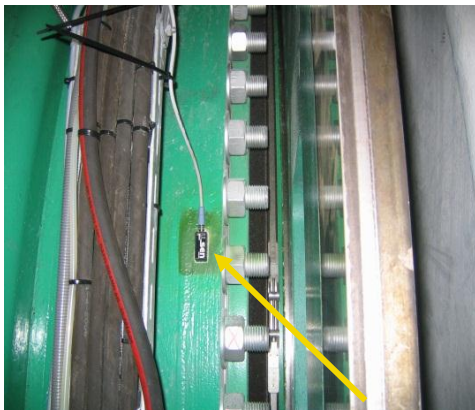


Defekter Wälzkörper eines Hauptlagers

# Messpunkte und Online-Analyse



Schematische Darstellung des WEA-Antriebsstranges Onshore WEA



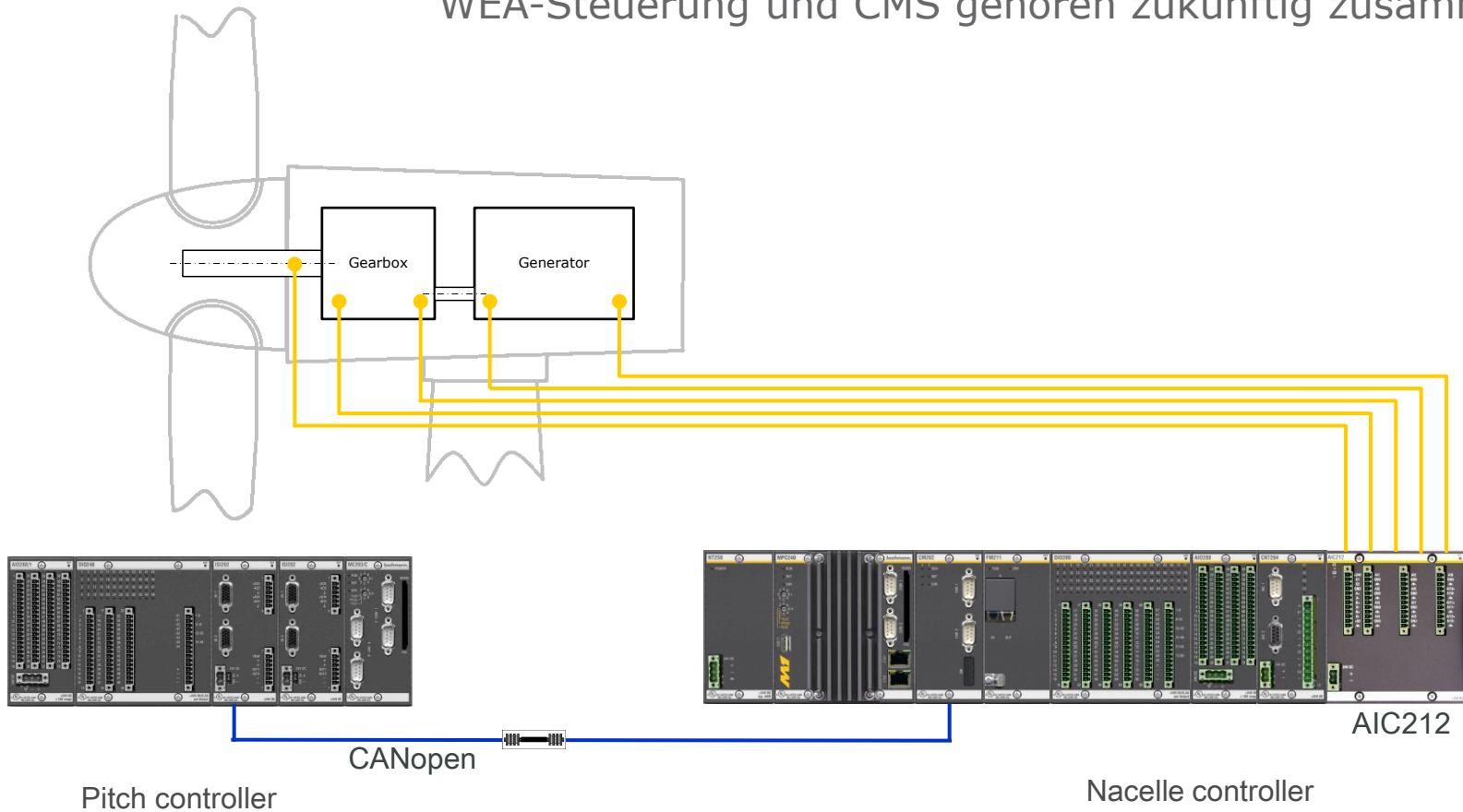
Schematische Darstellung des WEA-Antriebsstranges Offshore WEA (5 MW)

## Sensoren am Hauptlager



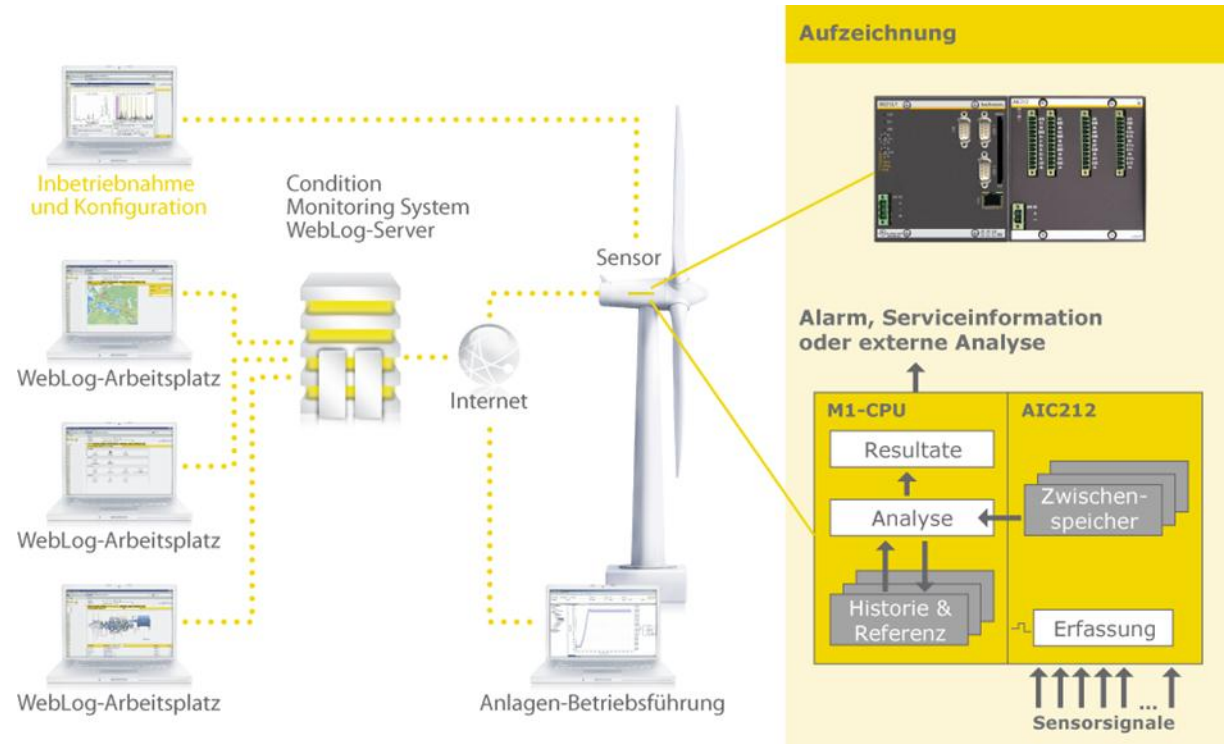
# WEA-Steuerung und CMS (integrable Systeme)

WEA-Steuerung und CMS gehören zukünftig zusammen!

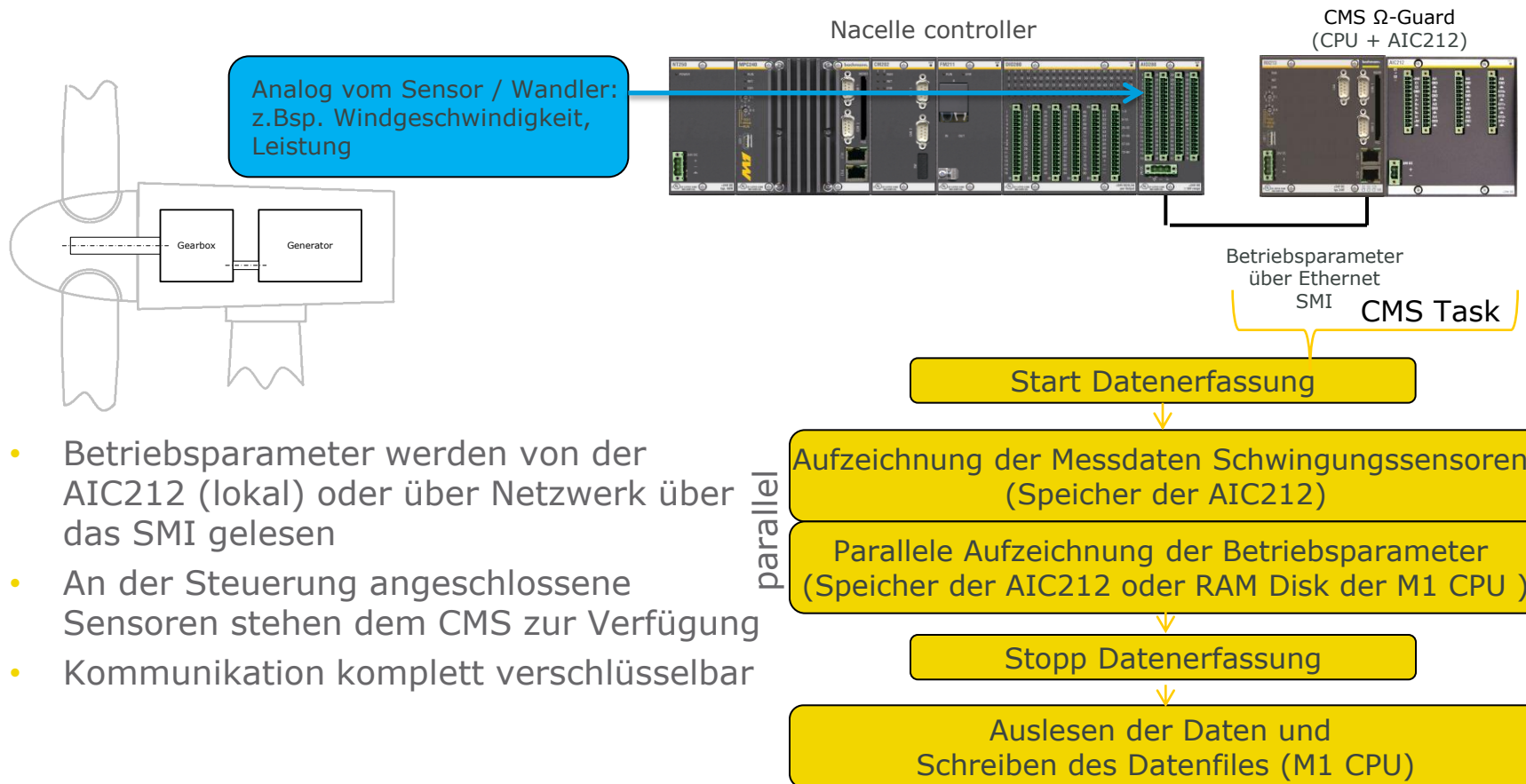


# CMS- Datenanalyse und Datenverarbeitung

- Analyse
- Konfiguration
- Reporting
- Weblog Kennwert- und Spektral-Auswertung
- Internetübertragung auf Weblog-Server
- Grenzwert
- Betrachtung

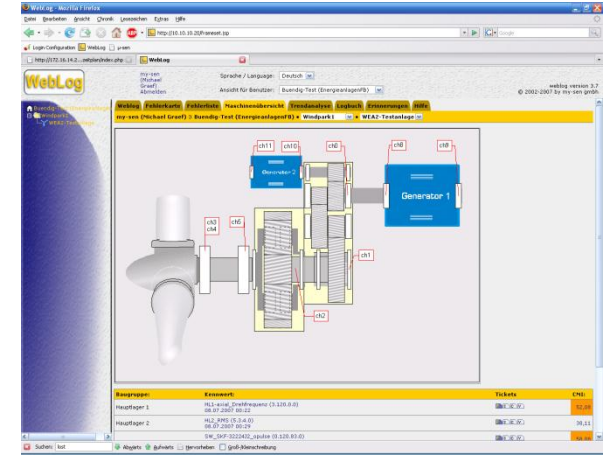


# Steuerung und CMS

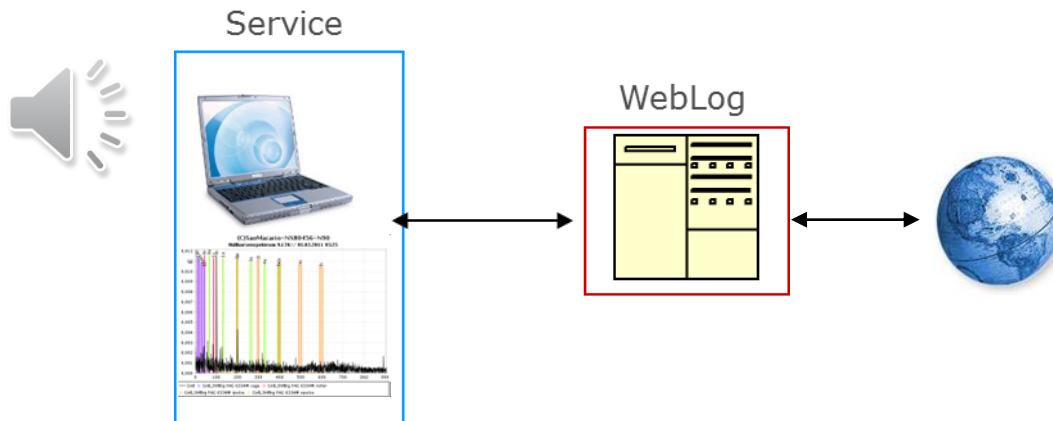


# Fernüberwachung via Internet

- Datensicherung und Datenbereitstellung
- Web-basierter CM-Teleservice „WebLog“
  - Passwortgeschützter Zugang
  - Anzeige aktueller Fehlermeldungen
  - Visualisierung der Diagnoseergebnisse
  - Expertentool zur Fehlerdiagnose
- Remote CM-Teleservice



Mit CMS ausgerüstete WEA in Abu Dhabi



# Notwendige und optionale Messgrößen

## Notwendige Messgrößen

- Rotorlagerung (1 Sensoren)
- Getriebe (3 Sensoren)
- Generatorlager (2 Sensoren)
- Turm mit Gondel (2 Sensoren)

## Optionale Messgrößen

- Windrichtung und -geschwindigkeit
- Temperaturen (Außenluft, Gondel, Öl, Lagerstellen: im Getriebe und im Generator)
- Druck (z. B. Hydrauliköl, Getriebeöl)
- Statusmeldungen (z. B. von Filtern und von Schmiereinrichtungen)
- Bewegungsgrößen (z. B. Bauwerk)
- Elektrische Messgrößen (z. B. zur Überwachung des Generators und des Umrichters)



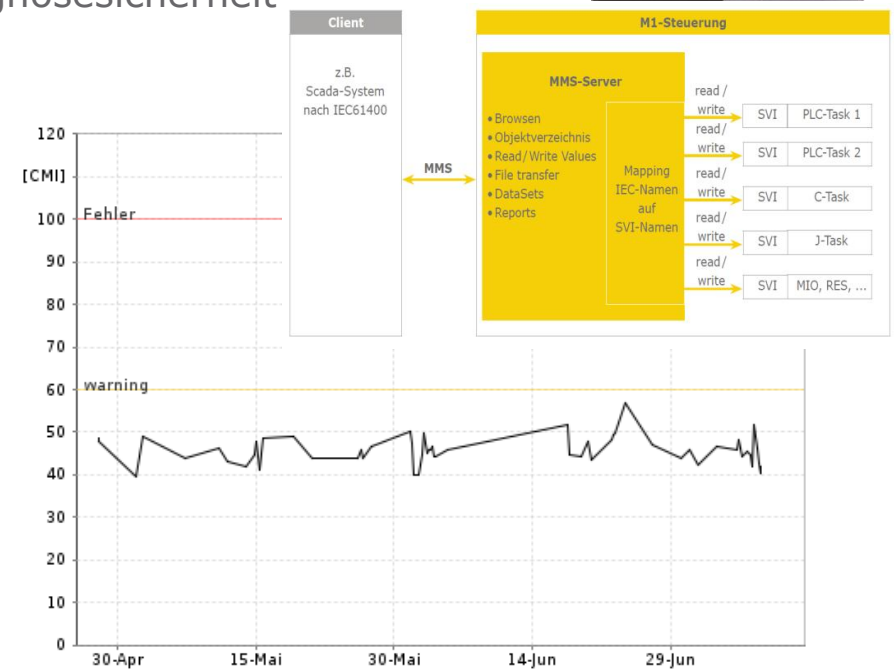
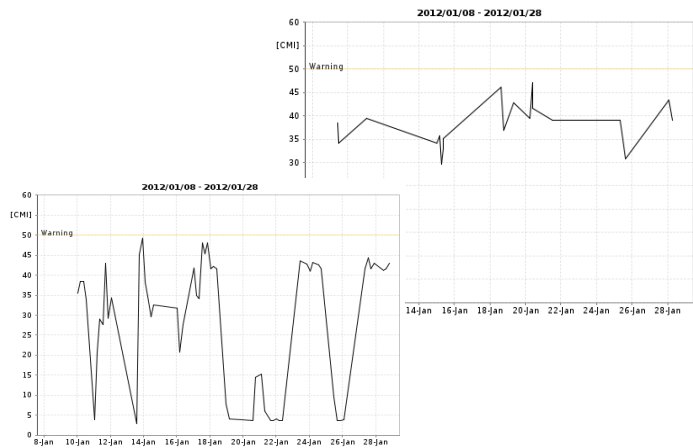
### Optionale Messgrößen:

z. B. Betriebsparameter - verfügbar aus der WEA Steuerung und weitere analoge und digitale Messwerte sowie Statusmeldungen

# Steuerung und CMS

- Mehr Betriebsparameter stehen dem CMS zur Verfügung
- Informationen über instationäre Betriebszustände (z. Bsp. Azimutnachführung) können erfasst und bewertet werden
- Bereitstellung von Daten entsprechend IEC61400-25-6
- Bessere Signalqualität , höhere Diagnosesicherheit

CMS  $\Omega$ -Guard  
(CPU + AIC212)



# Betriebsführung und CMS

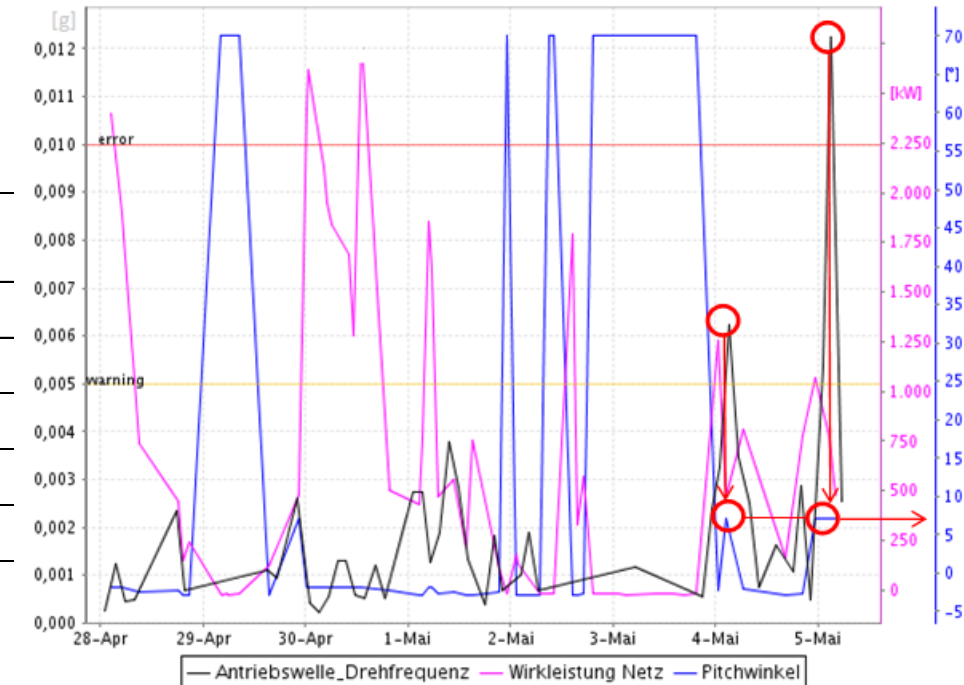
- Capture Matrix (IEC61400-13: Measurement of mechanical loads) zur Erfassung von Lasten und Modellvalidierung
- Klassierung entsprechend der aufgetretenen Windgeschwindigkeit und Turbulenzklasse
- Verschmelzung von CMS Daten und Betriebsführung und Darstellung von CMS Daten in Abhängigkeit von Betriebsparametern
- Intelligente Merkmalsanalyse

V [m/s] \ I [%]	>3	>4	>5	>6	>7	>8	>9	>10	...
0 - <3		2	17	47	49	34	23	6	
3 - <5	9	32	63	112	135	102	63	31	
5 - <7	8	37	64	104	122	130	81	53	
7 - <9	7	27	43	79	88	63	42	31	
...									

# Hersteller und CMS

- Korrelation zwischen Betriebsparametern, Prozessparametern und Schwingungsdaten
- Erfassung von Lasten
- Integration weiterer Funktionalität (Rotorblatt, Bauwerk)

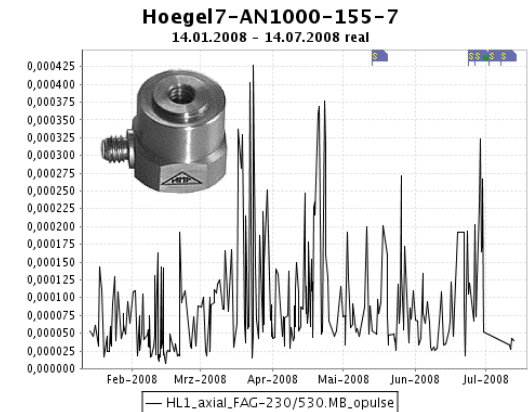
Pitchw[°] \ a [g]	<0	0 ... < 5	5 ... < 10
0 ... <0.002		26	
0.002 ... <0.004		6	
0.004 ... <0.006			1
0.006 ... <0.008			1
...			





# Technologiebeispiel, Sensorvergleich: Beschleunigungssensor und „ $\mu$ -Bridge“

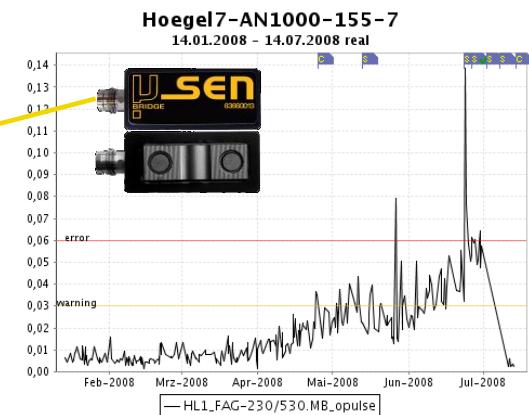
- Der „ $\mu$ -Bridge“ besitzt einen eindeutigen Trendverlauf der Außenringfrequenz (vgl. Bild unten).
- Der Schaden am Außenring des Hauptlagers wird im Vergleich zum Beschleunigungssensor (vgl. Bild oben) sehr früh erkannt.
- Der zeitliche Vorteil in der Detektion kann bis zu drei Monaten betragen.



Beschleunigungssensor



„ $\mu$ -Bridge“ Sensor für langsam laufende Komponenten



Trendverläufe: defekter Außenring

# CM-Nutzenanalyse

- Statistisch ist ca. jede 10. überwachte Anlage von einem relevanten Schaden betroffen.
- Durch CMS detektierte Schäden von 2006-2010



Jahr	Überwachte WEA* (nur Deutschland, ohne OEM)	div.	Getriebe	Generator DE	Generator NDE	Hauptlager	Σ	%
2006	196	1	10	7	1	-	19	9,69%
2007	263	3	25	4	7	-	39	14,83%
2008	419	3	21	11	7	3	45	10,74%
2009	608	3	29	28	15	3	77	12,66%
2010	699	7	31	22	8	6	73	10,44%
2011	889	5	37	21	6	5	76	8,55%

**> 40 % der am Triebstrang detektierten Schäden betreffen das Getriebe der WEA**

## Erweiterte Funktionalität von CM-Systemen

- Rotorblattüberwachung
- Partikelmessgrößen (Getriebeölüberwachung mit Erfassung der Betriebssituation: Öltemperatur, Leistung usw.)
- Unwuchtüberwachung (z.B. mit „ $\mu$ -Two“)
- Ausrichtung (Getriebe /Generator)
- Bauwerksüberwachung (z. B. Fundamentüberwachung)
- Belastungsmessungen für Lebensdauermodelle
- Schaffung von Werkzeugen zur Prognose

Fehlerfrüherkennung mit CMS verringert die Schadensvarianz



Onshore WEA: Getriebeinspektion

## Fazit und Ausblick

Die intrinsische Kenntnis der Betriebsbedingungen weist wesentliche Vorteile auf:

- Diagnoseaufwand sinkt
- Diagnosequalität steigt

Einfachere Integration von:

- Rotorblattüberwachung
- Bauwerksüberwachung

CMS insgesamt als intelligentes Sensorkonzept!

Auf dem Weg von der Messwerverfassung zur Informationsgewinnung!

Ziel:

- Mit CMS Optimierung von LCC (Life Cycle Costing) einer WEA



Offshore WEA mit CMS von BAM (Copyright AREVA Multibrid/Jan Oelker 2009)



Servicetechniker, Bachmann Monitoring (BAM)

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bachmann Monitoring GmbH  
Weimarische Str. 10  
07407 Rudolstadt

Tel: +49 3672 /3186 100

Fax: +49 3672 /3186 200

<http://www.bachmann.info>

