



Offshoretage 01./02.03.18 in Warnemünde



Sicherer Betrieb durch Erkennung von kritischen Betriebszuständen und bedarfsgerechten Ölwechsel über eine kontinuierliche 24/7 Erfassung und Auswertung der Ölqualität

Prof. Dr. Manfred Mauntz Dr. rer. nat. Jörn Peuser



### Gliederung



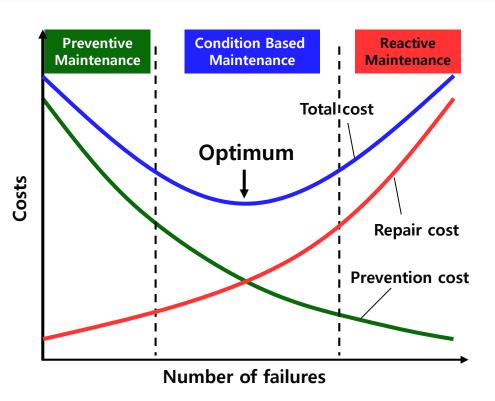
- Wartungsstrategien Motivation
- Bestehende Messverfahren
- Messparameter WearSens WS 3000
- Offshore WS 3000 Installation
- Offshore Felddaten
  - vor / nach / während eines Ölwechsels / Schadensereignis
- Condition Based Maintenance
  - Sicherer und bedarfsorientierter Ölwechsel mit DNV·GL zertifiziertem Container System
- Eine neue Perspektive für die Windparkbetreiber & die technische Betriebsführung





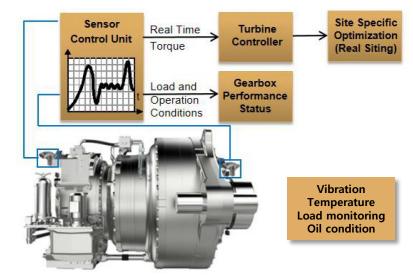
## Wartungsstrategien





Optimaler Zeitpunkt Verhältnis Kosten / Ausfälle

#### → Zustandsbasierte Wartung



### Bestehende Messverfahren

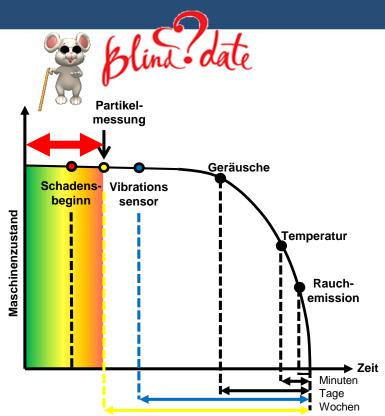


Bestehende Messverfahren zeigen nur den schon vorhandenen Schaden an

Standardlösungen geben erst Informationen nach Eintritt des Schadens.







# Bestehende Messverfahren: Partikelzähler



#### Messverfahren:

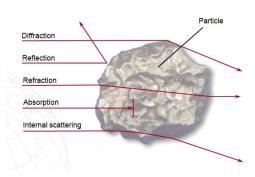
Optische Partikelzählung

#### **Vorteil:**

Einfaches System

#### Nachteil:

- Sensitiv erst bei Partikeln > 4µm
- Geringe Aussagekraft bei Beginn einer Schädigung und kritischen Betriebszuständen.
- Durch Mikro-Pittings werden bereits vorab eine Vielzahl von Partikeln < 4µm in das Öl abgegeben und nicht detektiert.



### Bestehende Messverfahren: Schwingungsanalyse



#### Vorteil:

gezielte Analyse einer Baugruppe / eines bestimmten Lagers

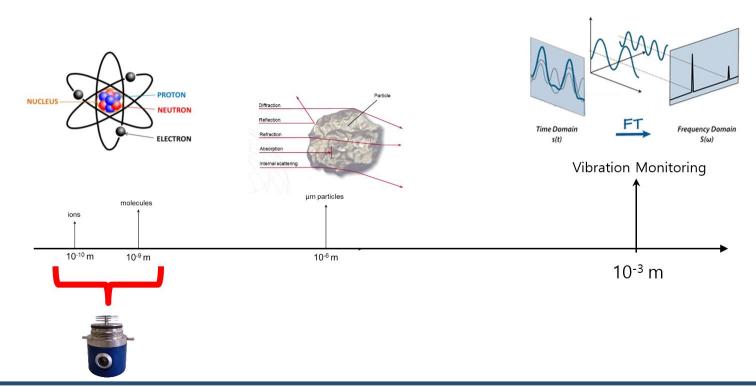
#### Nachteil:

- Installation von diversen Sensoren auf der WEA verteilt.
- Ausfall eines Sensors führt zu Fehlmessung / Fehlinterpretation
- komplexe Handhabung / Anbringung / Auswertung
- Erneutes Anlernen der Sensorik nach Reparaturen/Systemveränderungen (WEA oder Sensor)
   kann bis zu 3 Monaten dauern
- Je nach Einstellung der Grenzparameter: ≤ 60% bis ≤ 80% Nachweiswahrscheinlichkeit



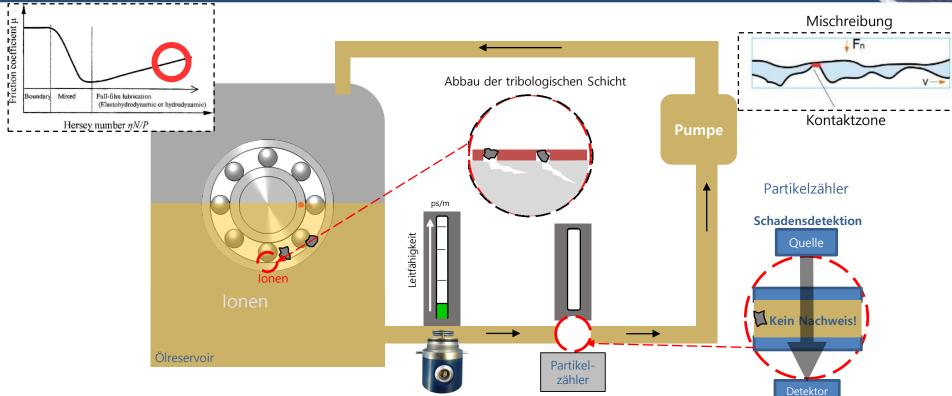
### Größenverhältnisse: Partikel vs. Moleküle vs. Ionen





### Vergleich: Optische Partikelmessung und WearSens®





### **WearSens**®



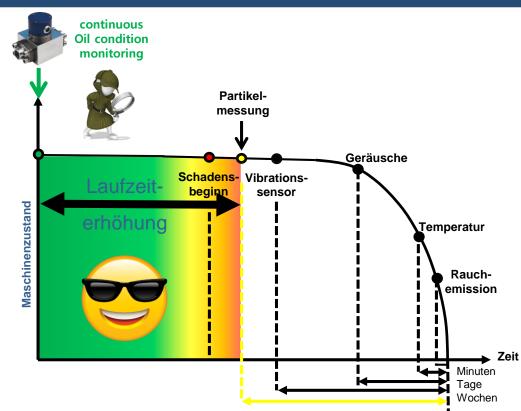
Das vorgestellte Sensor-system erlaubt eine kontinuierliche Überwachung bereits ab dem 1. Tag:

- Schadensprävention
- Laufzeiterhöhung

durch Last-Optimierung

 Entwicklung und Optimierung neuer Getriebekomponenten

durch erweiterte Prüfstandtests



# Messprinzip WearSens® WS 3000



#### **Gewonnene Daten:**

- ID von Last / Überlast / kritischen Betriebszuständen: WS<sub>i</sub> COP
- ID Kontamination
- ID Additiv-Verbrauch
- Determination des fälligen Ölwechsel (CBM): WS<sub>i</sub> OCI



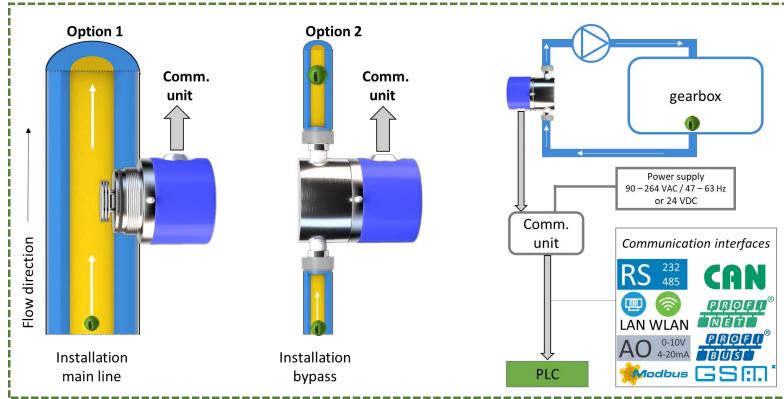


#### Messdaten:

- Elektrische Leitfähigkeit κ
- Dielektrizitätszahl ε<sub>r</sub>
- Temperatur T
- selbstlernende, adaptive Temperaturkompensation von  $\kappa$  und  $\epsilon_r$
- Höchste Präzision aufgrund einer innovativen Messmethode.
- Adaptiver Temperaturkompensationsalgorithmus läuft kontinuierlich im Hintergrund.
- Hochverschlüsselter Datentransfer zum Server.

### WearSens® Installation





# Wie identifiziert WearSens® kritische Betriebszustände?



### WearSens Index WS<sub>i</sub> (COP)



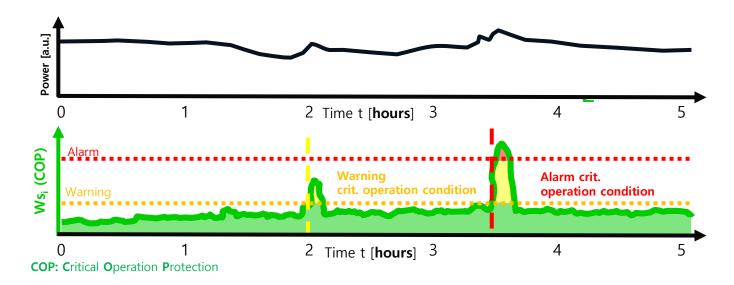
COP: Critical Operation Protection

Critical
Operation
Protection

# WearSens® Index WS<sub>i</sub>



Die Belastung des Schmierstoffs basiert auf den aktuellen Lastzuständen / Fluktuationen und Maschineneinstellungen und führt zu signifikanten Änderungen der Leitfähigkeit und der Dielektrizitätszahl. Gradienten der gemessenen Signale sind nur ein Teil der Peak Identifikation.



# Wie ermöglicht WearSens® eine zustandsbasierte Wartung?



### WearSens Index WS<sub>i</sub> (OCI)

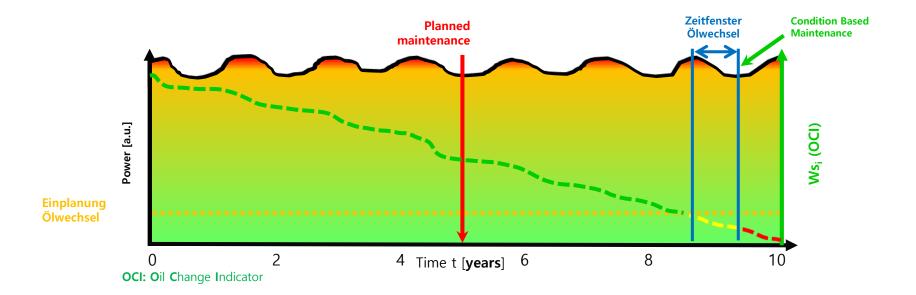


OCI: Oil Change Indicator

Oil Change Indicator

# Condition Based Maintenance mit WearSens® - Monitoring der Ölalterung





### Ölwechselcontainer SWOC 1.0



- Beheizte Tanks:
  - Frischöl: 2000l
  - Spülöl: 500l
  - Altöl: 2500l
- Autarke Antriebseinheit
- Saug und Druckpumpe
- Schläuche
- Nottrennkupplung

#### Alles Zertifiziert nach:

- DNV 2.7-1 Offshore Container
- DNV 2.7-2 Offshore Service Modules











### Installation – Hardware (Offshore)









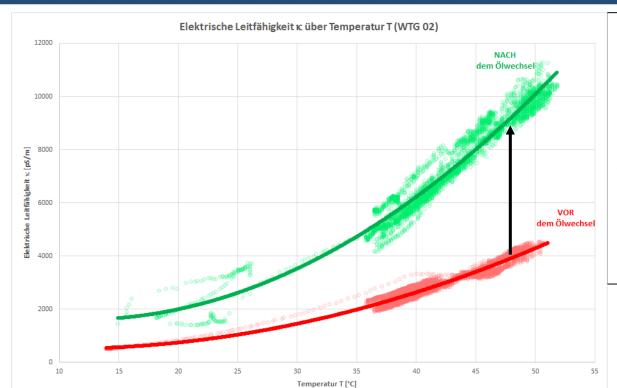
Offshore WTG

Sensorinstallation im Bypass

Kommunikationseinheit

### Messdaten: к vor / nach Olwechsel





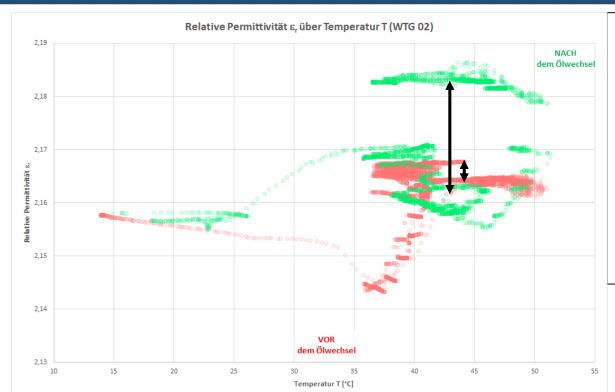
#### **WEA #01**

Daten 03.06. - 07.06.2017

Signifikante Änderung der Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit κ vor und nach dem Ölwechsel.

## Messdaten: ε<sub>r</sub> vor / nach Olwechsel





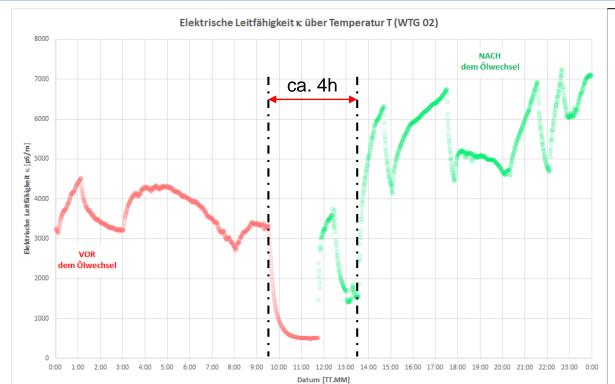
#### **WEA #01**

Daten 03.06. - 07.06.2017

Signifikante Änderung der Temperaturabhängigkeit der relativen Permittivität  $\epsilon_r$  vor und nach dem Ölwechsel.

# Messdaten: κ während des Ölwechsels





#### WEA #02 Detail

Daten 05.06.2017

Dauer des Ölwechsels: ca. 4h

Das Ablassen des alten Öls und die Befüllung mit frischem Öl ist klar zu erkennen.

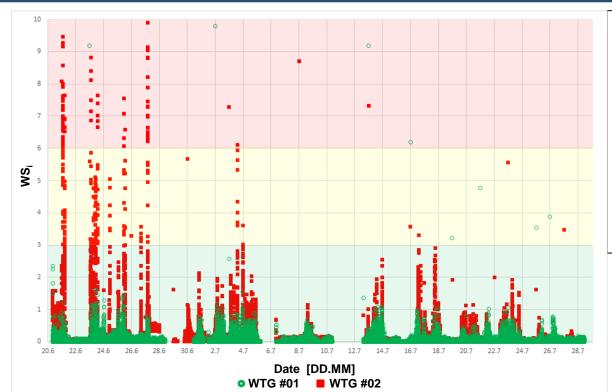
Der Einsatz eines Spülöls im Nebenstrom kann nicht bestätigt werden.

### Felddaten einer Offshore WEA Schadensfall



## Messdaten: WearSens® Index WSi





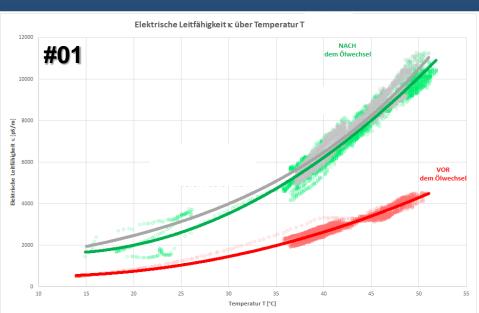
#### WEA #01 vs WEA #02 OFFSHORE

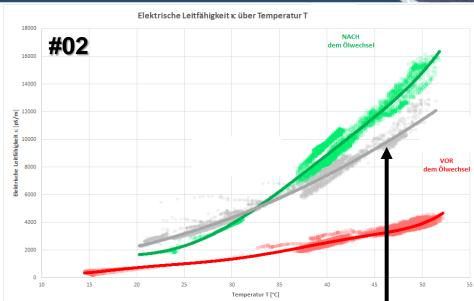
Der WearSens® Index **WS**<sub>i</sub> COP (Critical Operation Protection) von WEA #02 zeigt eine höhere Dynamik als WEA #01.

WEA #01 OFFSHORE WEA #02 OFFSHORE

### Messdaten: WEA #02 Schadensfall







Der abnormale Rückgang der Leitfähigkeit bei WEA #02 deutet auf ein Problem im Getriebe hin. Es werden deutlich mehr Additive innerhalb kürzester Zeit verbraucht, als normal. Dieses Verhalten lässt sich in den Animationen der nächsten Folien weiter beobachten.

### ... mehr Daten von Onshore WEA

- 1) Messdaten eines Ölwechsel inkl. Spülung des Nebenstroms
- 2) Änderung der Leitfähigkeit nach Zugabe von 6% Frischöl

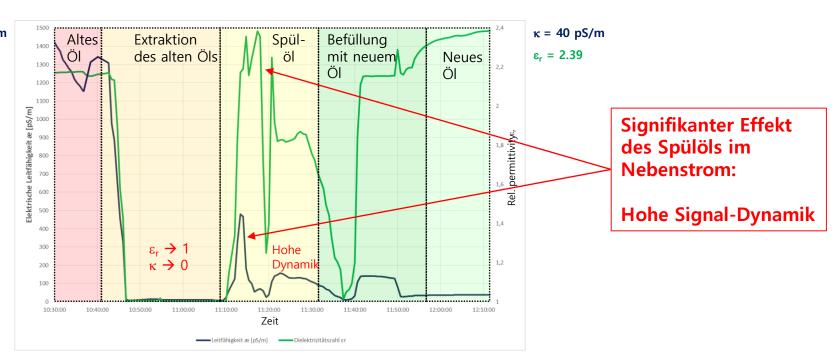


### Messdaten: Onshore WEA, Ölwechsel



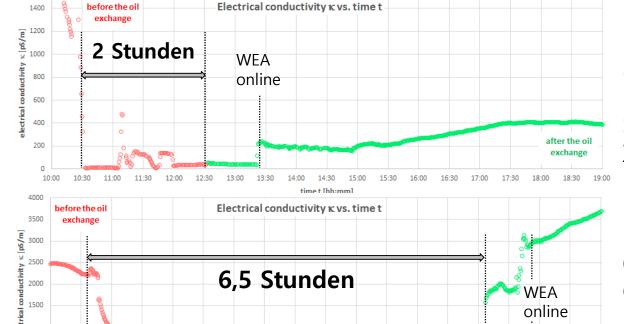
```
\kappa = 1450 pS/m
```

 $\varepsilon_r = 2.17$ 



## Messdaten: Onshore WEA, Ölwechsel





time t [hh:mm]

#### 2 Stunden

Mit Spülvorgang im Bypass Speedwind Offshore, Zertifizierte Container-Lsg.

## **6,5 Stunden**Ohne Spülvorgang in

Ohne Spülvorgang im Bypass Nicht zertifiziertes System

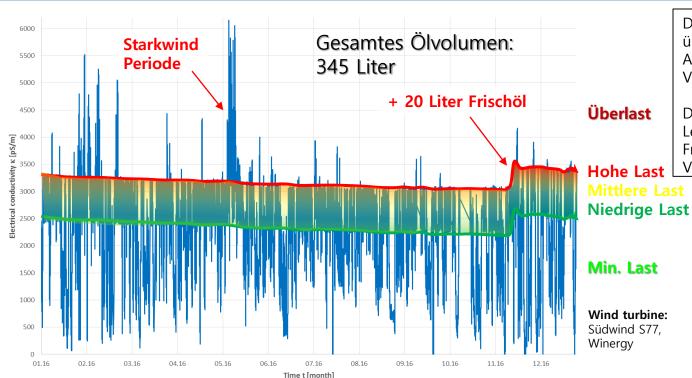
500

after the oil

exchange

### Messdaten: Onshore WEA, 6% Frischöl





Daten der elektrischen Leitfähigkeit über einen Zeitraum eines Jahres: Absteigender Trendverlauf durch Verbrauch von Additiven

Deutliche Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit nach Zugabe von 6% Frischöl auf das Gesamtvolumen Von 345 Liter

# Eine neue Perspektive für die Windparkbetreiber & die technische Betriebsführung

#### Vorteile einer online Ölzustandsüberwachung

- Optimale Planung des n\u00e4chsten \u00f6lwechsels.
- o Überwachung / Benchmark des durchgeführten Ölwechsels.
- o Identifikation von erhöhtem Additiv-Abbau aufgrund kritischer Betriebsbedingungen
- Echtzeit Information über den Zustand des Getriebeöls und der WEA
- Erhöhte Sicherheit im Vergleich zu periodisch durchgeführten offline Ölanalysen
  - Die kontinuierliche Ölüberwachung der WEA ermöglicht eine bedarfsorientierte offline
     Laboranalyse.



# Eine neue Perspektive für die Windparkbetreiber & die technische Betriebsführung

#### Kombination von zustandsbasierter Wartung & online Überwachung

#### Verlängerung des Ölwechselintervalls

- o Reduzierte Kosten im Bereich: Operation & Maintenance
- Schutz der Umwelt und der Ressourcen

#### Online Öl-Überwachung in Kombination mit bestehender Schwingungsanalyse

- → Echtzeitinformation über den Ölzustand
- → Geringere Ausfallquote durch frühzeitige Identifikation von kritischen Betriebszuständen (Überlast, Kontamination, ...) → längere Betriebszeit
- → Vermeidung von teuren Stillstandzeiten und zusätzlichen, ungeplanten Wartungskosten
- → Erhöhte Verlässlichkeit bei frühster Fehlerdetektion, Vermeidung von Ausfällen, optimierte O & M Planung bei gleichzeitiger Kostenersparnis.



### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





Prof. Dr. Manfred R. Mauntz Dr. Jörn Peuser cmc Instruments GmbH Rudolf Diesel Straße 12 A D - 65760 Eschborn

Tel.: +49 6173 32 00 78

E-Mail: MRM@cmc-instruments.de



