

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Kriterien und Merkmale einer wirtschaftlich und technisch sinnvollen Reparatur

21. Windenergietage

15. November 2012

Dipl.-Ing. Matthias Vittinghoff

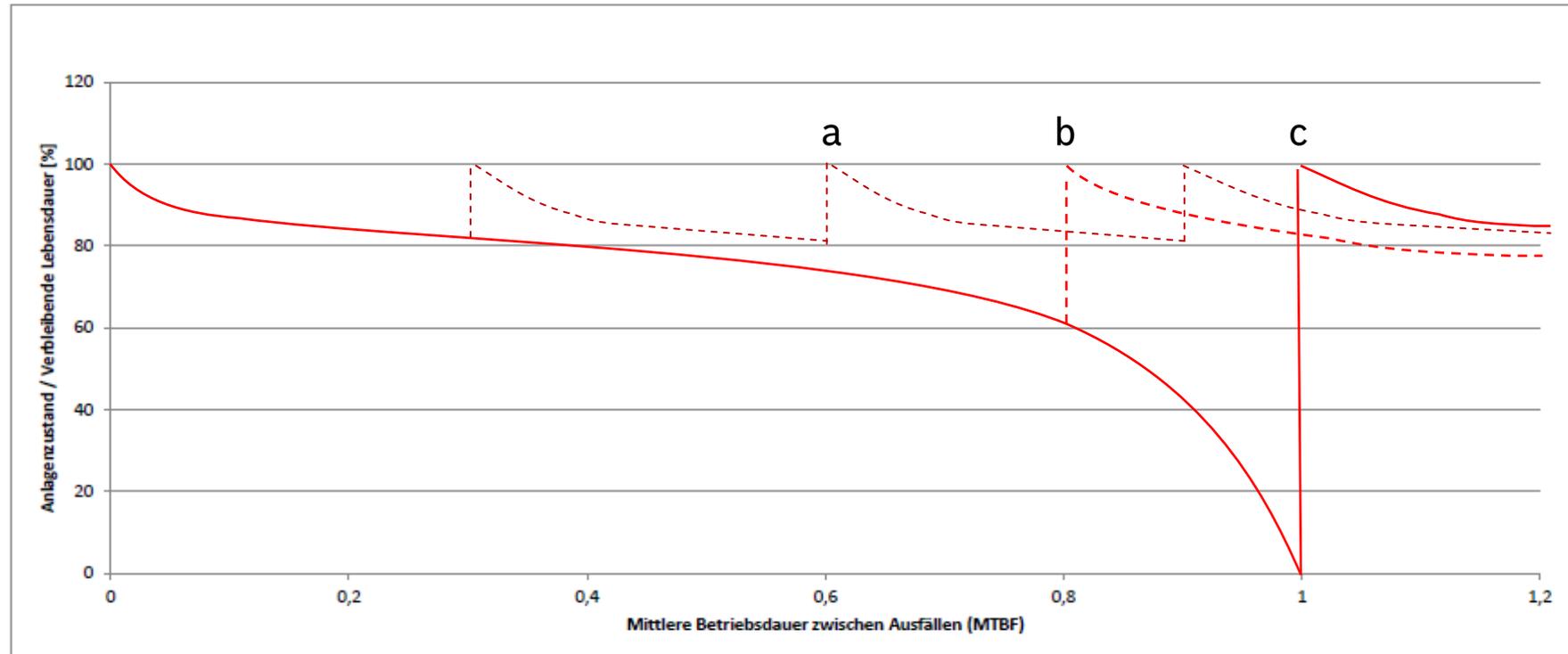


# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

- Robert Bosch GmbH / Bosch Rexroth AG
- Bosch Rexroth: Lösungskompetenz für Windenergieanlagen
- Instandhaltungsstrategien – Präventiv statt Reaktiv!
- Einflussgrößen und Kontrollpunkte an Windkraftgetrieben
- Uptower-Reparatur – Was macht Sinn?
- Typische Schadensbilder an Windkraftgetrieben
- Technisch und wirtschaftlich sinnvolle Instandsetzung

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

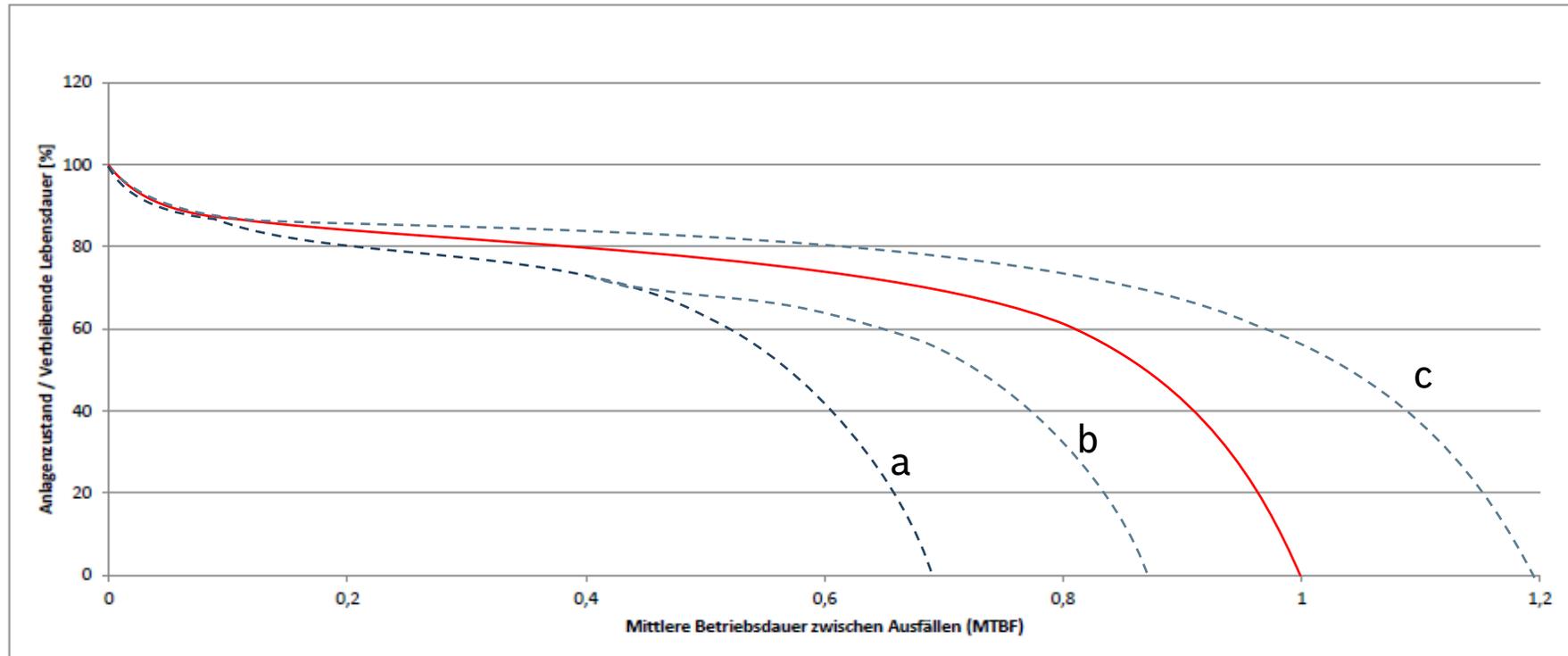
## Instandhaltungsstrategien (1/2)



- a) Zeitbasierte Instandhaltung: Bei guter Kenntnis des Betriebs-/ Verschleißverhaltens der Anlage durchaus sinnvolle Wartungsstrategie
- b) Zustandsorientierte Instandhaltung: Zustandsüberwachung macht Service planbar. Bei entspr. Komponentenauslegung lässt sich eine optimale Instandhaltung realisieren.
- c) Schadensorientierte Instandhaltung: Maximale Ausnutzung, allerdings kombiniert mit Unplanbarkeit und deutlich erhöhten Instandsetzungskosten

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Instandhaltungsstrategien (2/2)



Die mittlere Betriebsdauer ergibt sich aus der Lebensdauer einer Komponente und der tatsächlichen Belastung bzw. Abnutzung:

- a & b) Schlechte Betriebsbedingungen bzw. erhöhte Lasten führen zu frühzeitigem Ausfall, sind aber nachträglich noch korrigierbar
- c) Anlagen- und Betriebsoptimierungen (zur ursprünglichen Annahme) können hingegen zu einer erhöhten mittleren Lebensdauer führen

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Kontrollpunkte an der Windenergieanlage

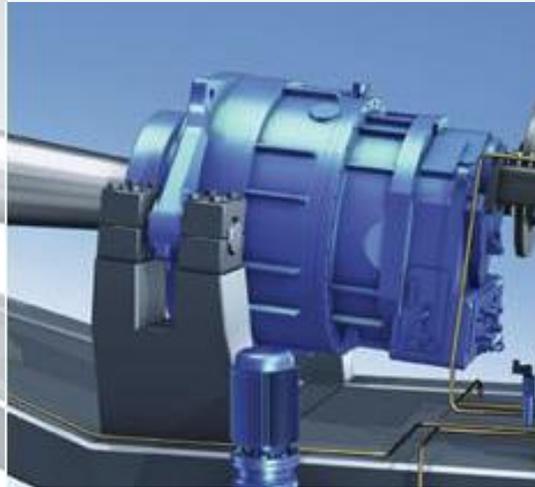
Beeinflussung der Eingangslasten

Standortspezifische Lasten:  
Variable Windgeschwindigkeiten  
und -richtungen,  
Turbulenzen

Fehlausrichtung der Rotor-  
blätter, Unterschiedliche  
Pitchwinkel, Blattmassen,  
aerodynamische Fehler

Fehlausrichtung von  
Anemometer und Windfahne

Änderungen der Betriebs-  
parameter (Pitchgeschw.,  
Leistungskurve, Start- und  
Stopverfahren,  
Notstop, LVRT)



Schmier- und Kühlsystem:  
Zustand Kühleinheit  
Ölauswahl u.-zustand  
Filtereinheit

Netz- und Generatoreffekte:  
Besondere Anforderungen der  
Hersteller und Betreiber

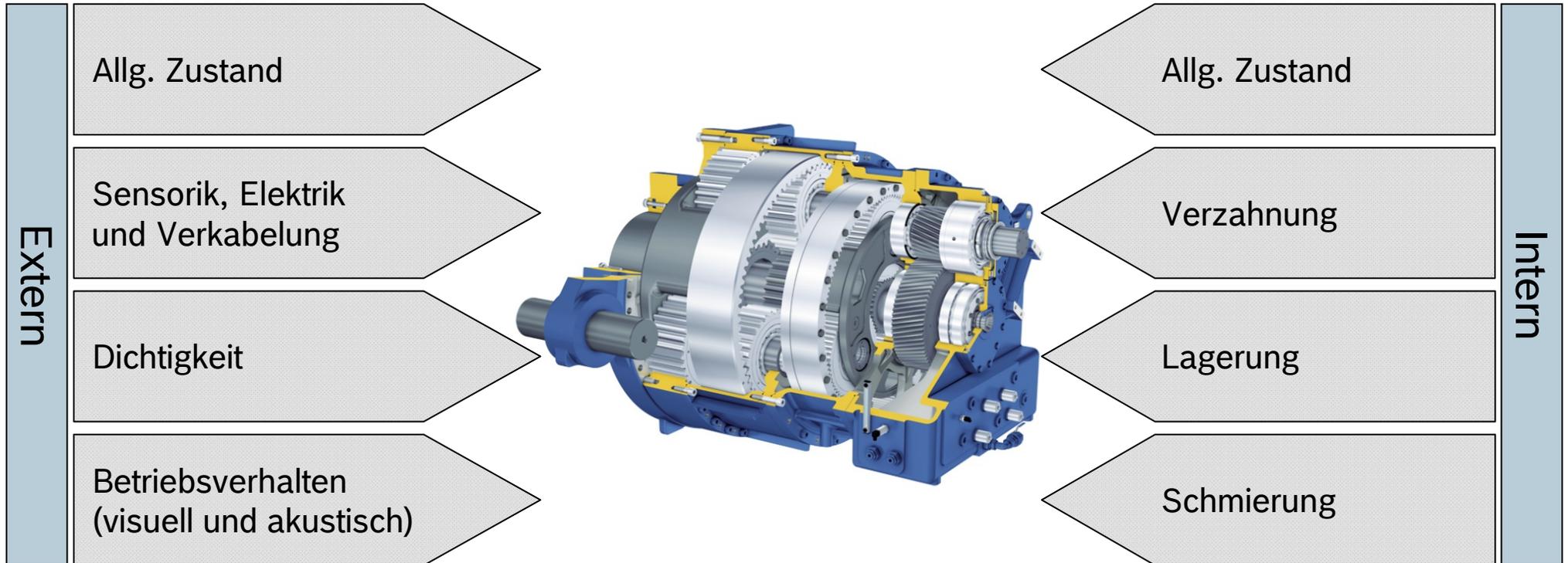
Triebstrangausrichtung,  
Zustand Drehmomentstützen

Änderung der  
Betriebssoftware,  
Power Management

Beeinflussung des Systems

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Kontrollpunkte am Getriebe



## Uptower - Instandhaltungsmöglichkeiten

### - **Inspektion:**

- Inspektion (Endoskopie, KS-Messungen, Ausrichtung, Öl)

### - **Wartung:**

- Wechsel der Betriebsstoffe und Verschleißkomponenten
- Überprüfung der Sensorik und Funktion

### - **Verbesserungen:**

- Umbau auf Stand der Technik

### - **Instandsetzung:**

- Umfang bei den meisten Getriebebauformen und -varianten sehr begrenzt

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Uptower – Mögliche Instandsetzung

- Abdichtung / Austausch von Dichtungskomponenten, Sensorik und Anbauteilen
- Austausch einzelner Lager, oftmals nur schnelllaufender Bereich
- Austausch einzelner Verzahnungskomponenten



**Komplettreparaturen sind zum Teil auch machbar, allerdings muss für jeden Einzelfall die Wirtschaftlichkeit geprüft werden.**

## Uptower - Sinnvolle Instandhaltungsstrategien

### ▪ **Präventiv statt Reaktiv:**

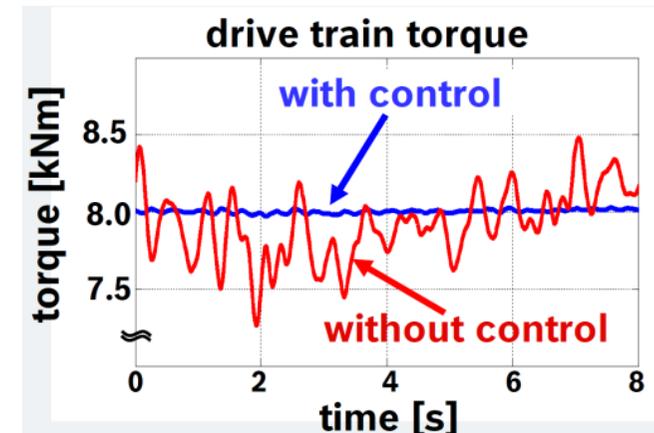
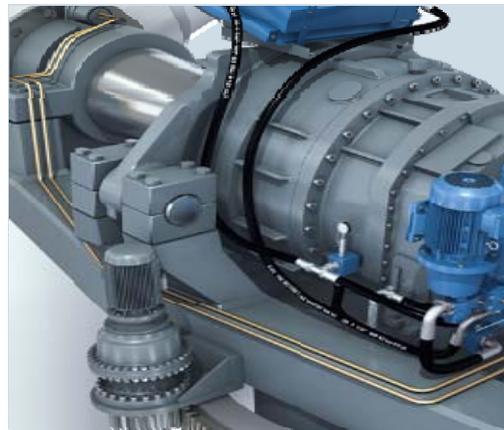
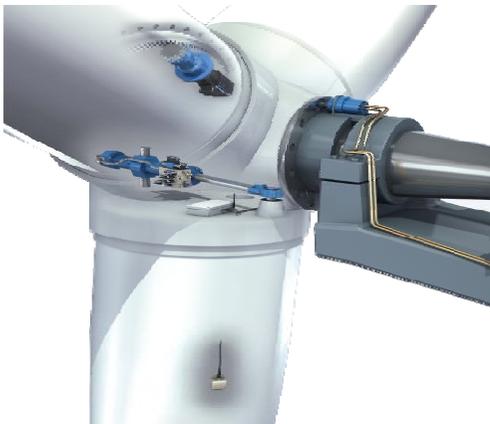
Überwachung von:

- Rotorblätter (Unwuchten, Eis, aerodynamische Abweichungen)
- Sensorik und Messgeräten
- Schmierstoffe
- Tatsächliche Lasten
- Kontrolle der Betriebsdaten/Fehlerlisten

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Bosch Rexroth – der Betriebsoptimierer

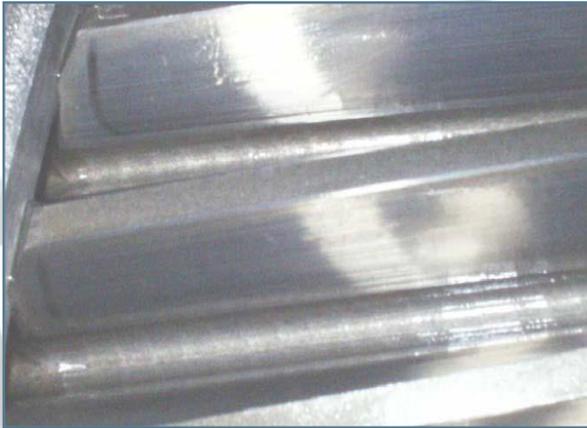
- Rotorblattüberwachungssystem BLADEcontrol®
- Kühl-/Filtersystem, Öl-Monitoring
- Active Torque Control (ATC)



**Die Qualität der Betriebsführung und Wartung einer WEA  
beeinflußt unmittelbar den Zustand des Getriebes**

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

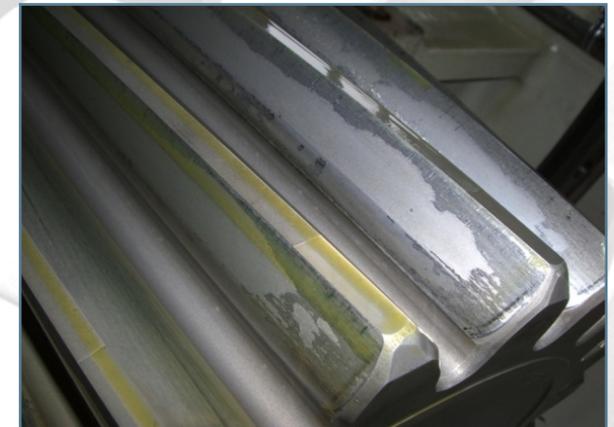
## Typische Auffälligkeiten und Schäden an Verzahnungsbauteilen



Hartes Tragen



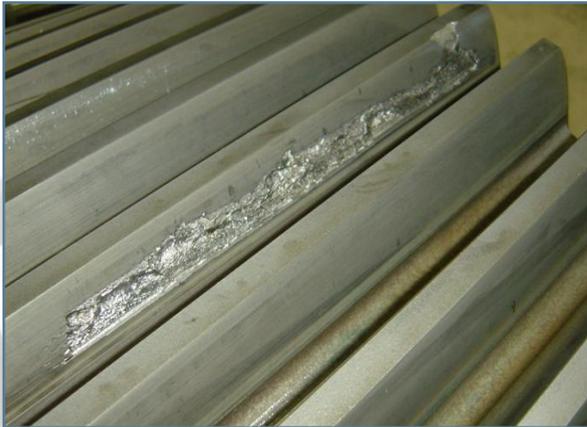
Stillstandsmarkierungen



Graufleckigkeit

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Typische Auffälligkeiten und Schäden an Verzahnungsbauteilen



Schleifbrand



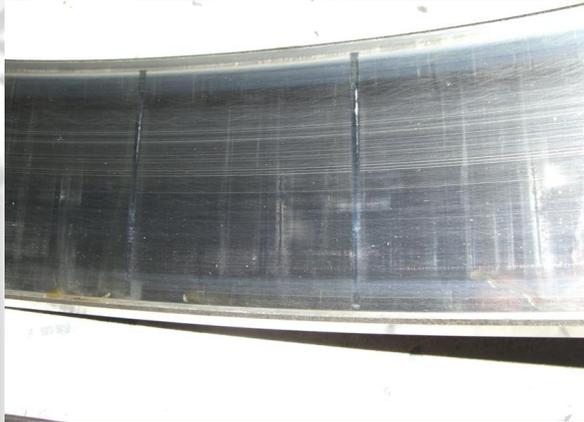
Pittings und Ausbrüche



Kratzer

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

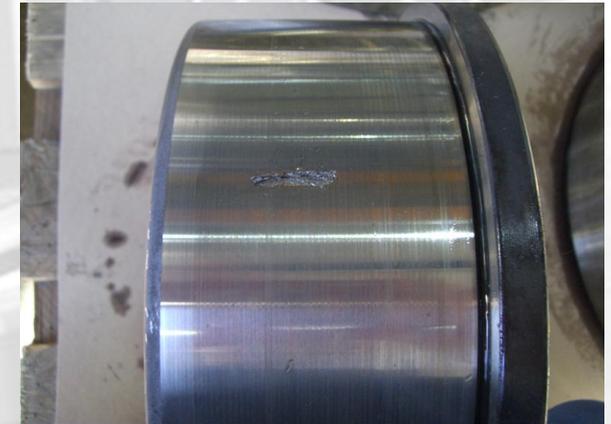
## Typische Auffälligkeiten und Schäden an Wälzlagern



Stillstandsmarkierungen



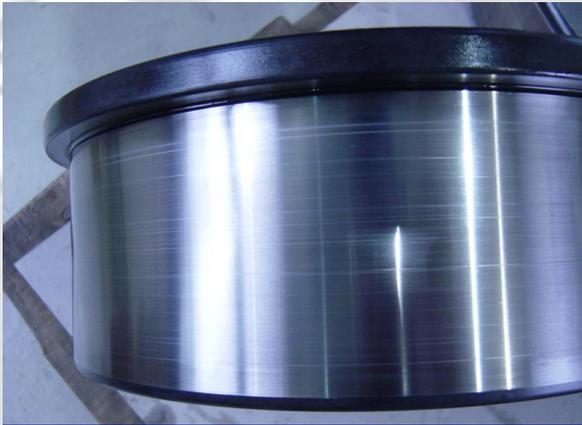
Graufleckigkeit



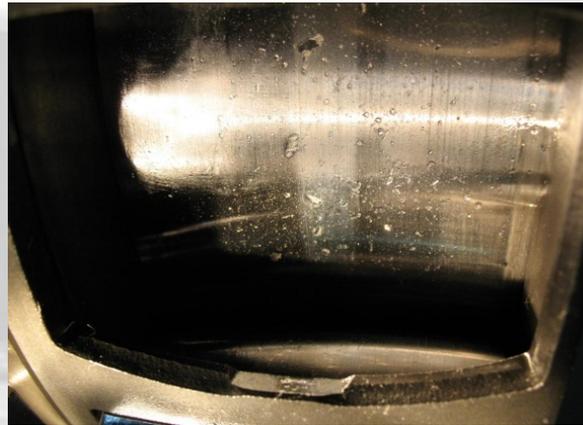
Lagerausbruch

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Typische Auffälligkeiten und Schäden an Wälzlagern



Lagerkratzspuren



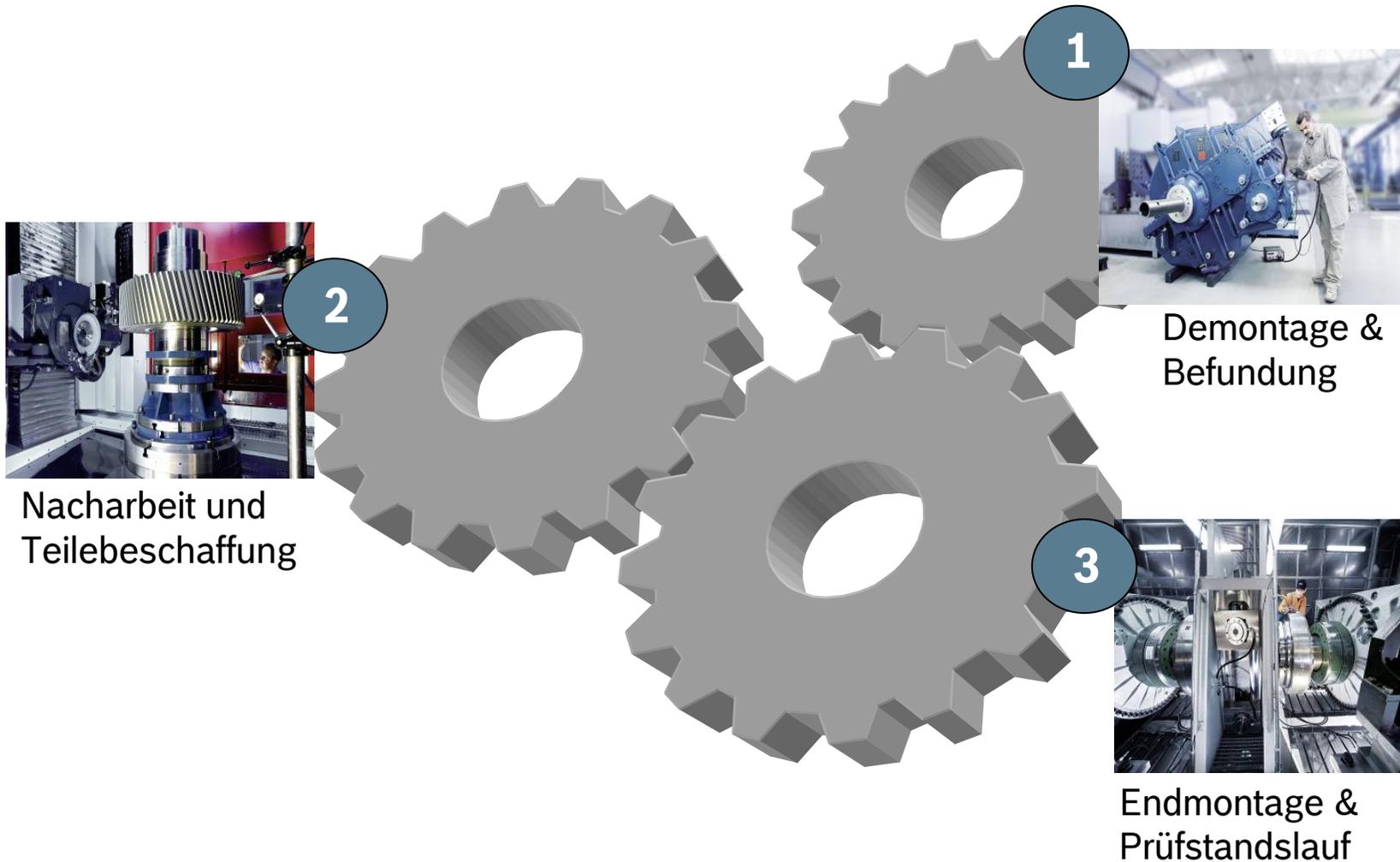
Eindrücke



Elektrische Korrosion

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Instandsetzung eines Windenergiegetriebes

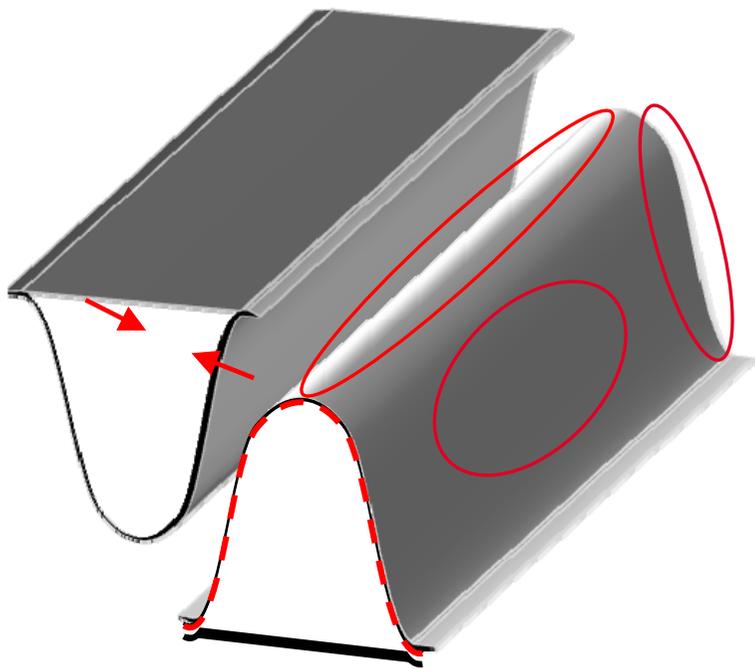


## Getriebeinstandsetzung – Demontage und Befundung

- Zustandserkennung, die Basis für eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Reparatur
  - Schäden
  - Maßliche Abweichungen, Verschleiß
  - Getriebeversion
- Demontage ist nicht gleich Demontage
  - Wie weit wird demontiert?
  - Was wird vermessen und befundet?

## Getriebeinstandsetzung - Nacharbeit oder Neuteil

**Entscheidung** → Wiederverwendung  
Nacharbeit (manuell/maschinell)  
Neuteil



### Kriterien für Verzahnungsnacharbeit

- Zahnspiel nach Nacharbeit i.O.
- Ausreichende Einhärtetiefe
- Kantenkorrekturen bekannt und herstellbar
- Lokale Schädigungen nacharbeitbar

# Instandhaltung von Windkraftgetrieben

## Getriebeinstandsetzung - Sinnvoller Prüfumfang ?

- Was wird beim Prüfstandslauf getestet?
  - Tragbild
  - Test
  - Temperatur
  - Reinheitsgrad
  - Dichtigkeit
  - Geräusche
- Was für eine Windenergieanlage liegt vor?
  - Typ, Größe, Turmhöhe, Alter
- Welche Testmöglichkeiten gibt es?
  - Laststärken (No-Load / Low-load / Full-Load)



Verfügbarkeit gesteigert,  
Ertrag gesichert } Passt

