Ingenieurbüro
messen an Windenergieanlagen
Frey

# Blattlagerüberwachung
## an Windenergieanlagen

**Björn Frey**

**Ingenieurbüro Frey**
**Bürgermeister Kröger Str. 17**
**21244 Buchholz-Sprötze**
**Tel: 04186 / 55 51  Fax: 50 44**

**bjoern.frey@ing-buero-frey.de**
**www.ing-buero-frey.de**

# Inhalt


Vorstellung Ingenieurbüro Frey

Risse in Rotorblattlagern

Funktionsweise der Rissüberwachung

Weitere Anwendungen der Rissüberwachung

Erweiterungen der Rissüberwachung

**Belastungsmessungen an WEA nach IEC 61400-13**

**Leistungskennlinienmessungen an WEA nach IEC 61400-12-1**

**Strukturtests an Rotorblättern nach IEC 61400-23**

**Entwicklung individueller Messsysteme nach Kundenwunsch**

**Lieferung und Einbau von Überwachungssystemen an WEA**

Sektorabschaltungen, Schwingungsüberwachung,
Blattlagerüberwachung, Lagertemperaturüberwachung

**Begutachtungen an WEA**

Weiterbetriebsgutachten, Wiederkehrende Prüfung (im Weiterbetrieb)
Rotorblattbegutachtungen mit Drohne
Begutachtungen gemäß Anforderungen der DGUV an WEA

# Risse in Rotorblattlagern

An Blattlagern von Windenenergieanlagen der 2 - 3 MW Klasse treten vermehrt Risse im Außenring der Blattlager auf. Die Risse führen unentdeckt zu katastrophalem Versagen bis zum Verlust von Rotorblättern. Grund für die Risse ist Korrosion in den Bohrungen der Blattbolzen des Lageraußenrings.

Entsprechende Warnungen zu diesem Schadensbild sind von den Herstellern der betroffenen WEA herausgegeben worden.

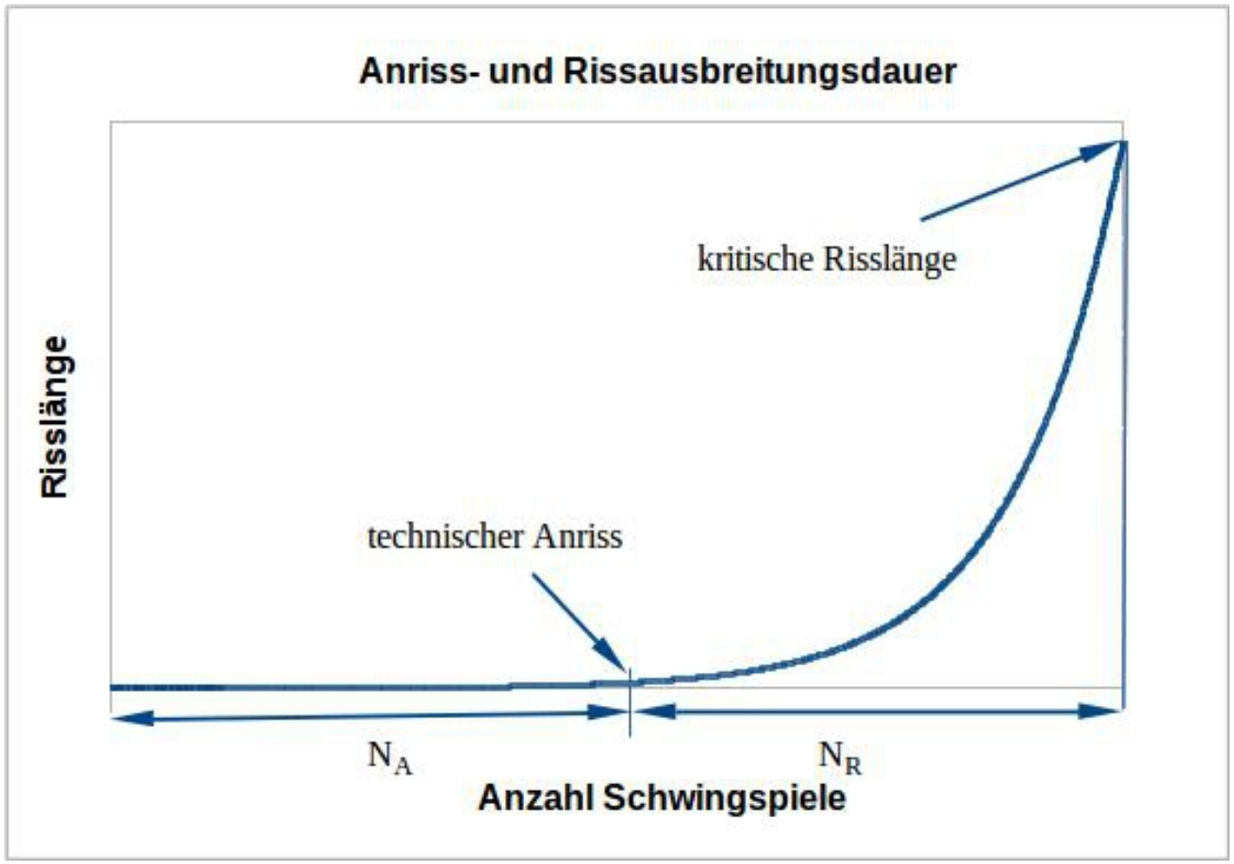
Teilweise schlagen die Hersteller eine visuelle Begutachtung der Blattlager alle drei Monate oder eine permanente automatische Rissüberwachung vor. Wird dabei ein Riss erkannt, soll nach Herstellerempfehlung die WEA still gesetzt werden, bis das Blattlager getauscht ist.

Je nach Verfügbarkeit des Ersatzteils beträgt die übliche Stillstandszeit bis zum Tausch des Blattlagers 6 - 8 Wochen und mehr.

Eine Alternative zu einem Blattlagertausch gibt es nicht.

## Das Risswachstum gliedert sich in drei Abschnitte:

- Anriss ( z.B. durch Korrosion )
- stabiles Risswachstum
- instabile Rissausbreitung ( Restbruch )




Quelle: Skript Betriebsfestigkeit; Dr. Prowattke; Uni Rostock

# Risse in Rotorblattlagern

Rissbildung in metallischen Werkstoffen lässt sich rechnerisch beschreiben.
Dabei sind vier Faktoren vorrangig maßgeblich:

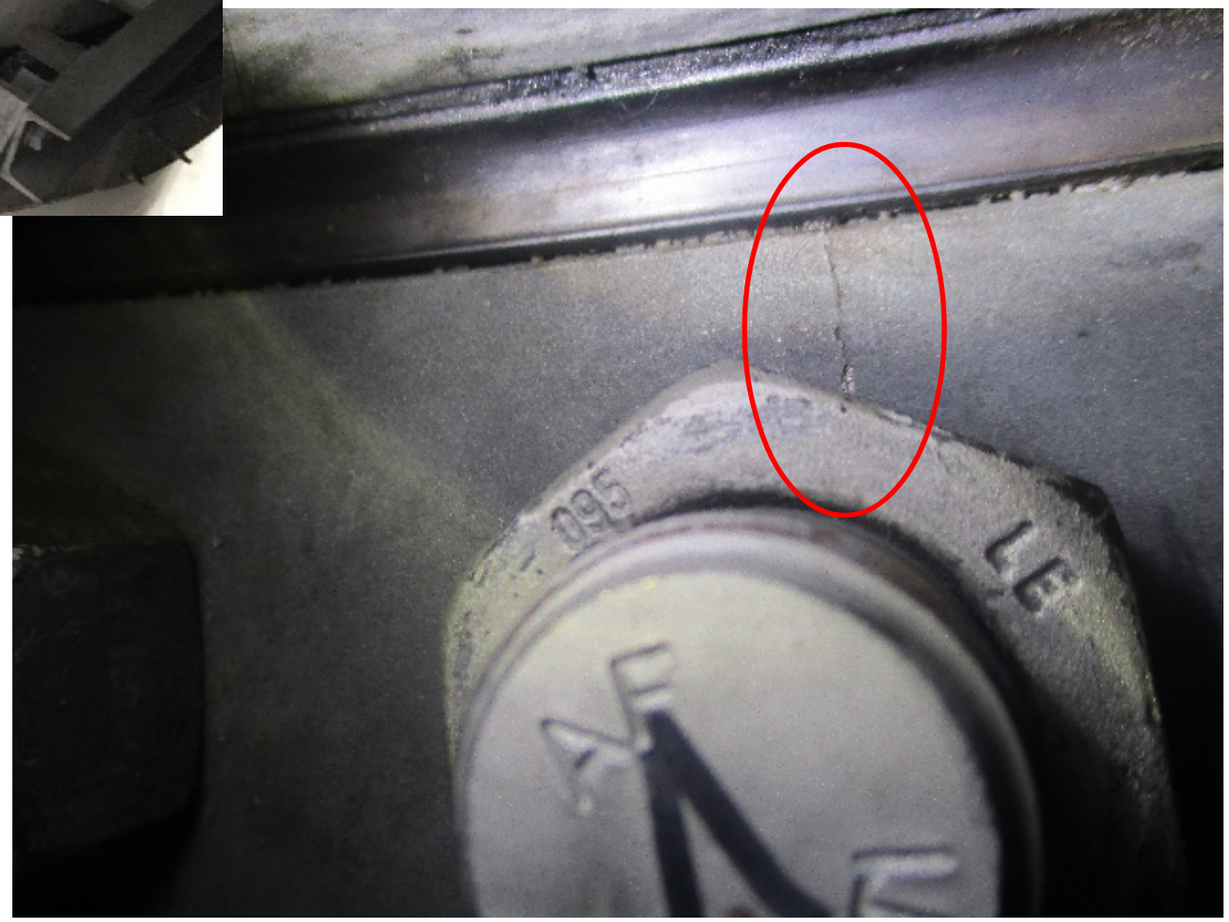
- Rissschärfe ( Radius an der Rissspitze ) ist der Haupteinflussfaktor
- Rissempfindlichkeit ( Materialeigenschaft )
- Belastungsart ( Zug- oder Druckspannungen, Wechsellasten )
- Anzahl der Lastwechsel ( Zeitdauer )

Quelle: Wikipedia

Ein ungewollter Riss in Metall ist in der Regel „unendlich“ scharf
und damit maximal gefährlich.

# Risse in Rotorblattlagern

Die Größe des zu überwachenden Bereichs definiert in der Regel der Hersteller der WEA aus seiner Erfahrung heraus.




Die Position des zu überwachenden Bereichs definiert in der Regel der Hersteller der WEA aus seiner Erfahrung heraus.

Wird bei der visuellen Begutachtung ein Riss erkannt, steht fest, dass das Lager getauscht werden muss.

Es stellt sich die Frage:

**„Wie alt ist der Riss und kann die WEA bis zum Lagertausch weiterbetrieben werden?“**

Bei Begutachtung alle drei Monate kann ein Riss bis zu drei Monate unerkannt wachsen. Je früher der Riss erkannt wird, desto mehr Zeit bleibt bis zum ultimativ notwendigen Lagertausch.

Das System der permanenten Rissüberwachung verkürzt die Zeit zwischen auftreten eines Risses und Entdeckung eines Risses. Gleichzeitig werden die Kosten für die visuellen Begutachtungen eingespart, so dass sich nach ca. zwei Jahren die Investition amortisiert hat.

**Das System der permanenten Rissüberwachung arbeitet in einem zweistufigen Verfahren:**

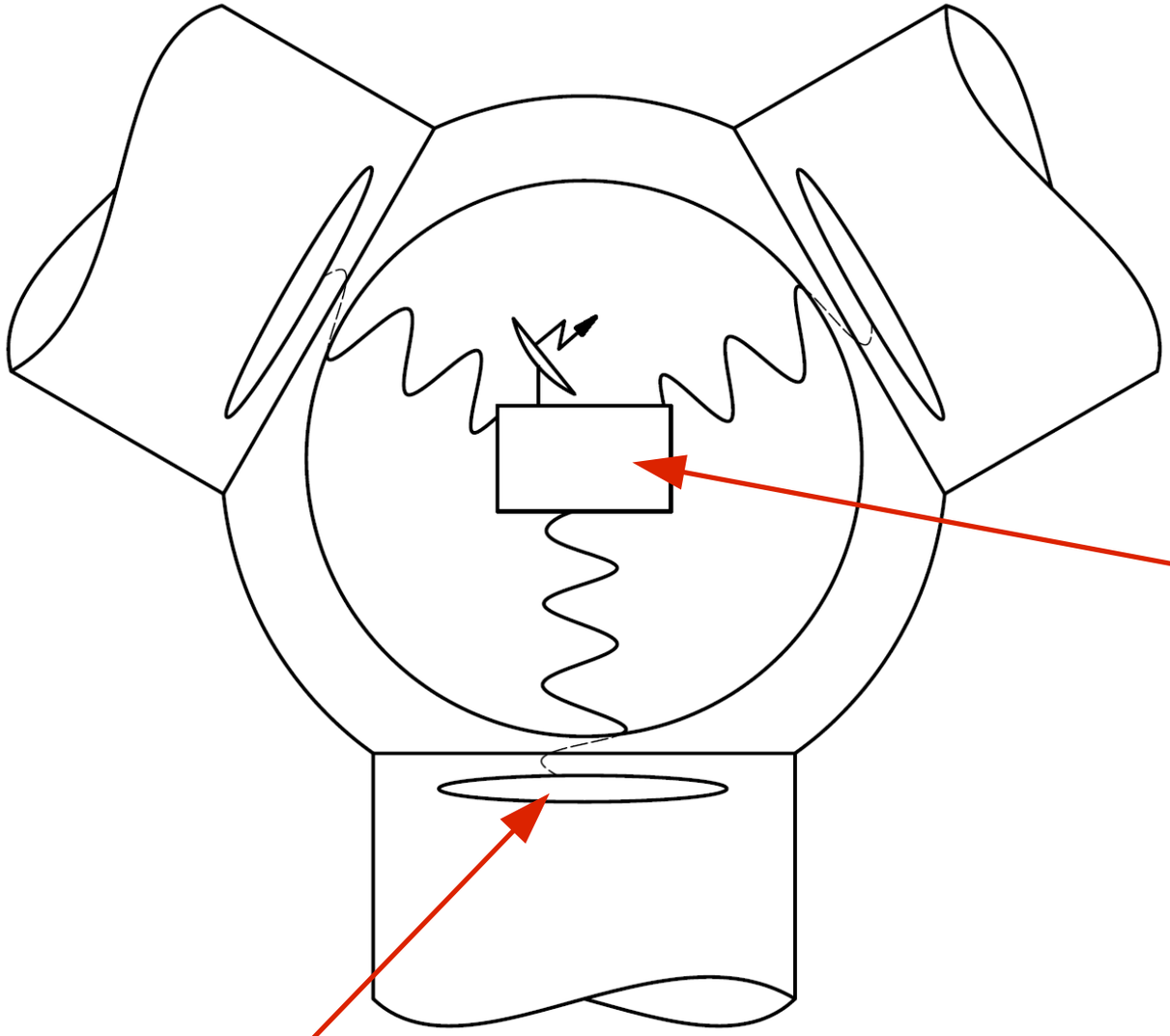
**1. permanente großflächige Rissdetektion in gefährdeten Bereichen**

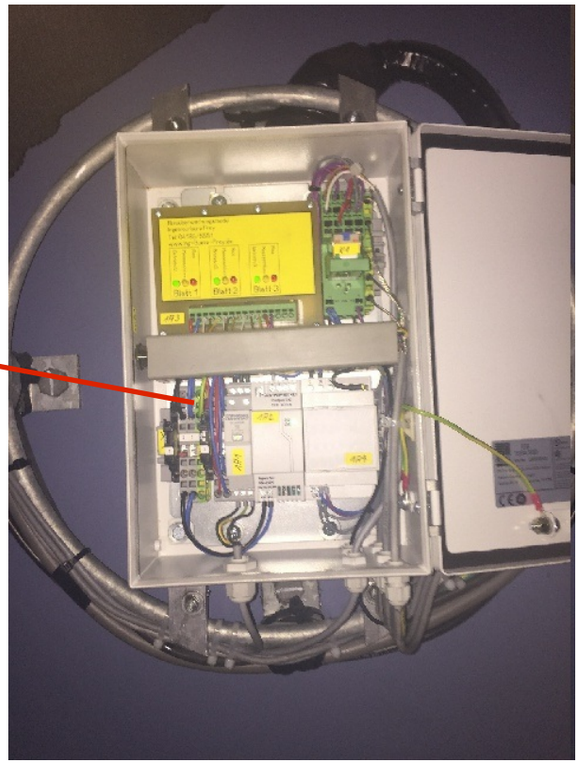
Das System überwacht permanent die Oberfläche des Lageraußenrings auf auftretende Risse. Wird ein Riss erkannt, generiert das System eine Fehlermeldung und stoppt ggf. die WEA. Ein erkannter Riss bleibt so nicht bis zu drei Monate unerkannt.

**2. gezielte Überwachung zuvor erkannter Risse**

Ein erkannter Riss kann durch eine permanente Rissbreitenmessung überwacht werden und die WEA bis zum Lagertausch weiterbetrieben werden. Sollte der detektierte Riss in dieser Zeit zu schnell weiter fortschreiten, wird dieses sicher erkannt und die WEA automatisch abgeschaltet.

# Komponenten Rissdetektion





Zentraleinheit

Rissdetektion

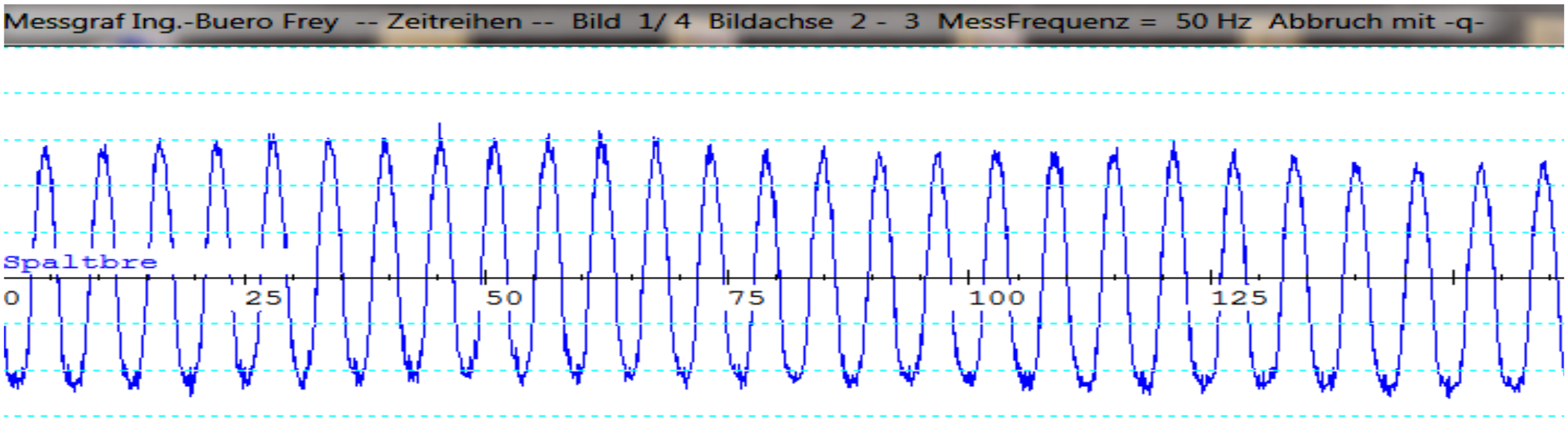
## Komponenten der Rissüberwachung

- Rissdrahtsensor in nahezu beliebiger Länge und Kontur.
- Kabelverbindung zwischen Rissdrahtsensor und Systemschaltschrank.
- Systemschaltschrank mit Auswerteelektronik, Signalweiterleitung und optionalem Fernwirkmodul. Das Fehlersignal kann einen definierten Fehler in der Steuerung der WEA erzeugen.
- Funktionsanzeige und optionale Statusabfrage aus der Fernwarte.
- Testfunktion zur regelmäßigen Wartung des Systems.

## Einbau der Rissüberwachung

Der Einbau der Rissüberwachung in einem Rotor ist je nach WEA und Größe der zu überwachenden Stellen innerhalb von 1,5 - 2,5 Tagen  möglich.

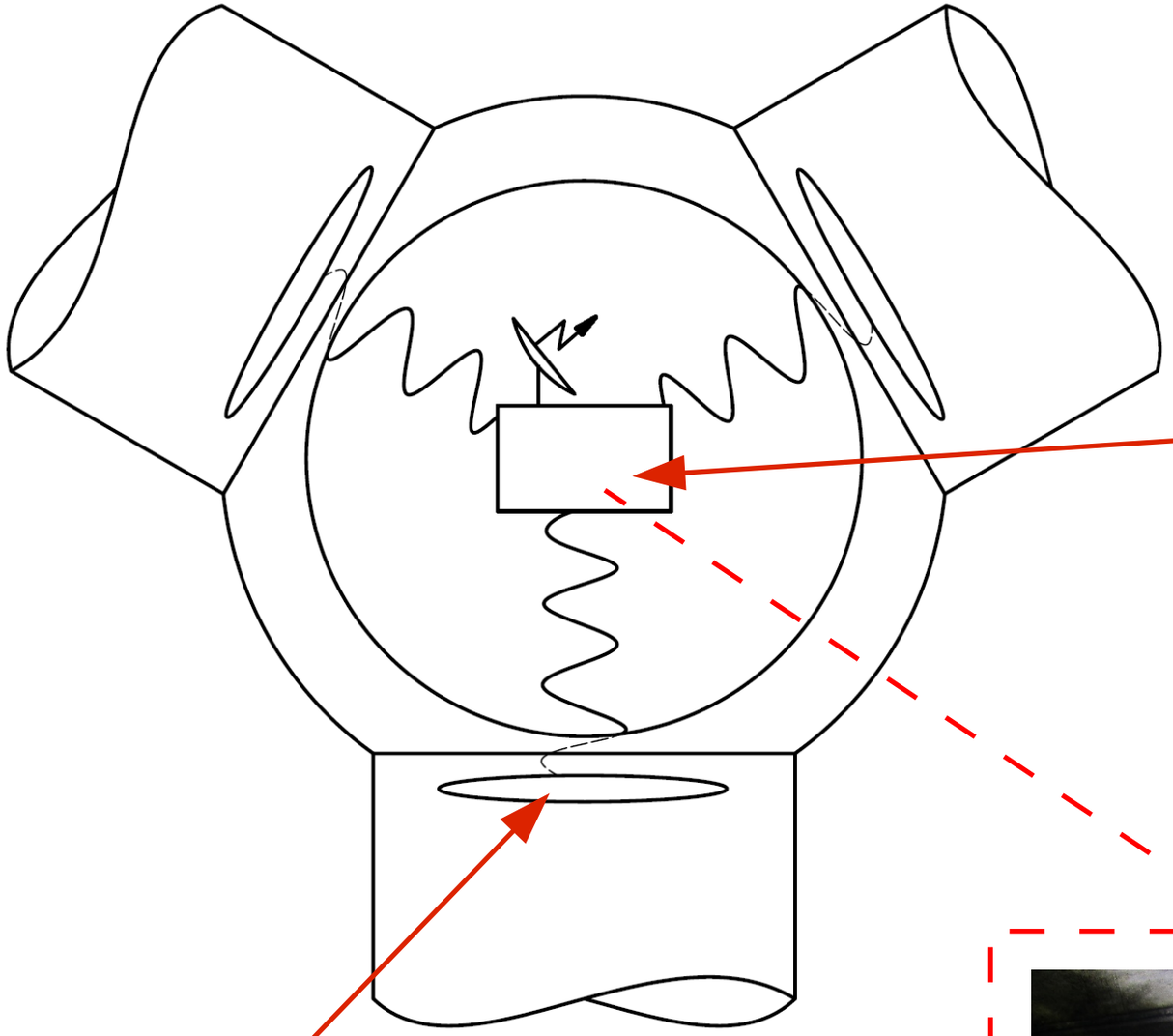
## Messung der Spaltbreite an einem erkannten Riss

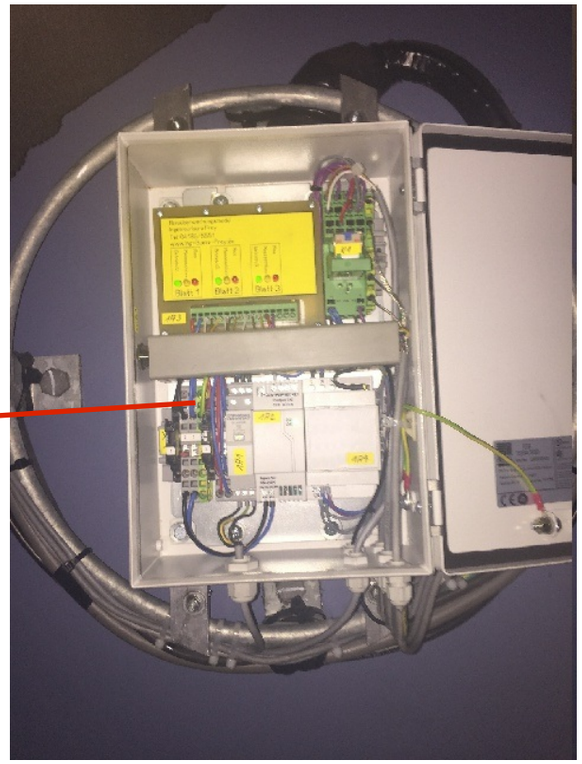



Aus messtechnischer Sicht ist das Signal des aufklaffenden und sich wieder schließenden Risses eindeutig und gut auswertbar. Es kann ein Grenzwert der Rissbreite definiert werden, bei dem die WEA gestoppt wird.

Die Rissbreitenmessung kann leicht über einen Zeitraum von mehreren Wochen bis zum Lagertausch aufrecht erhalten werden. Die Messwerte können „live“ zu einer Fernwarte übertragen werden.

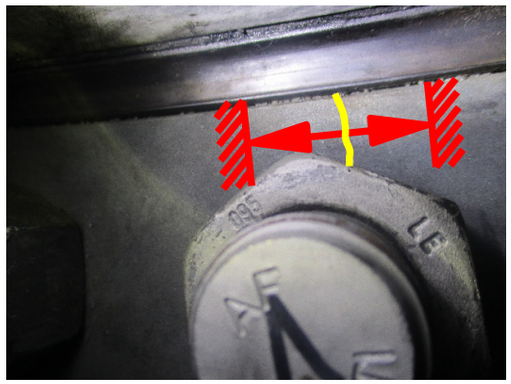
# Komponenten Rissbreitenüberwachung





Zentraleinheit

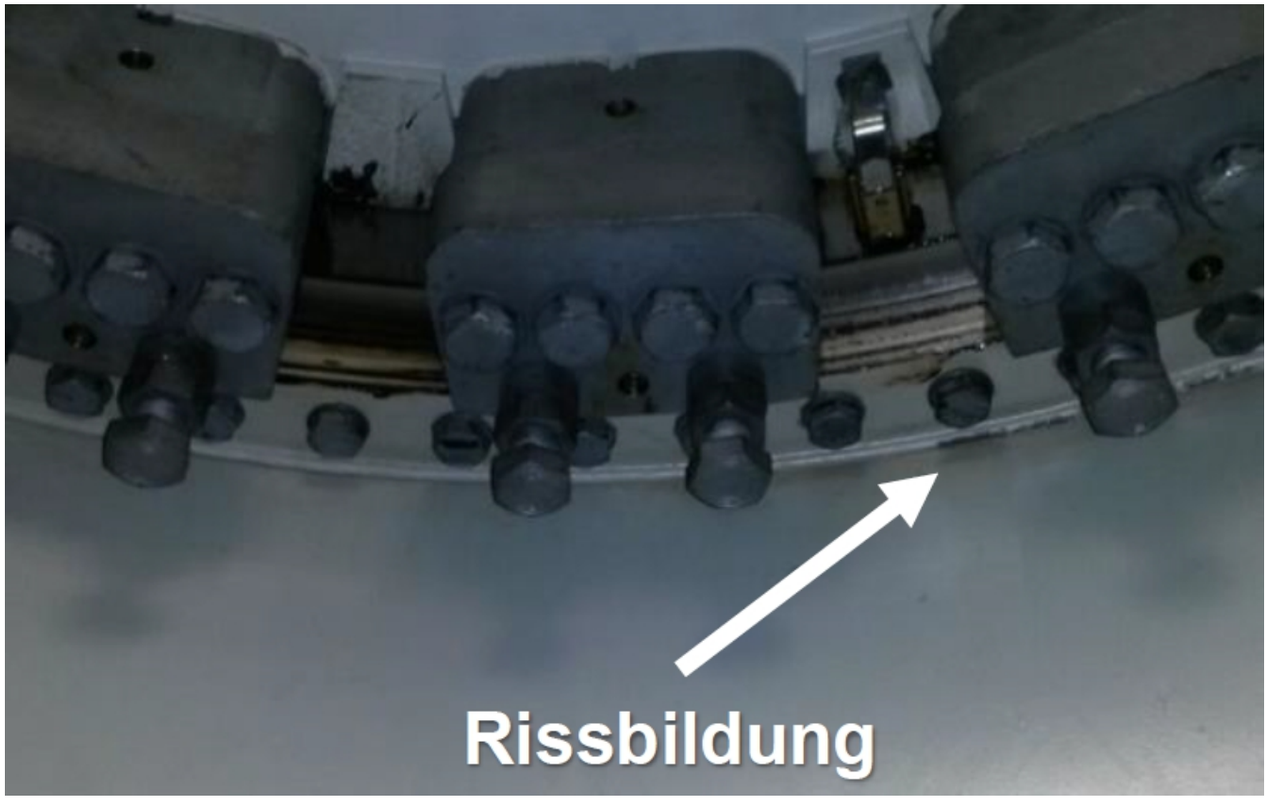
Rissdetektion



Rissbreitenmessung

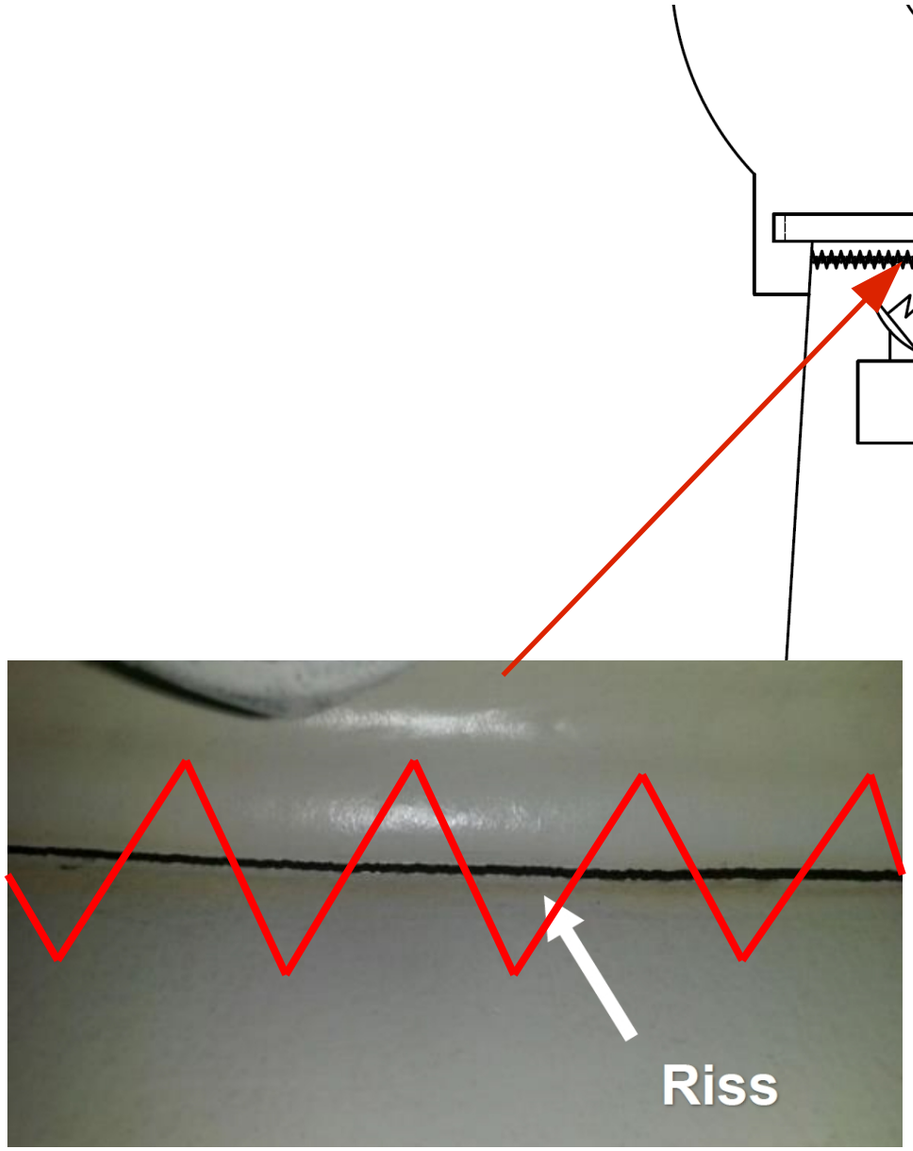
# Weitere Anwendungen des Systems

An Turmköpfen von bestimmten WEA treten teilweise Risse im Bereich der Turmkopfschweißnaht auf. Ein Hersteller hat eine entsprechende Warnmeldung herausgegeben und schlägt eine vorsorgliche Verstärkung des Turmkopfflansches vor.

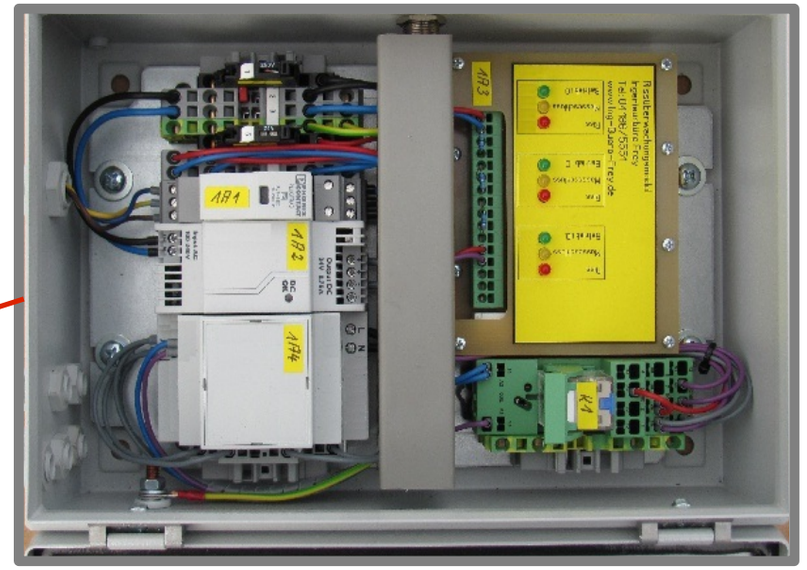



Alternativ sollen diese Schweißnähte regelmäßig visuell begutachtet und ggf. instandgesetzt werden.

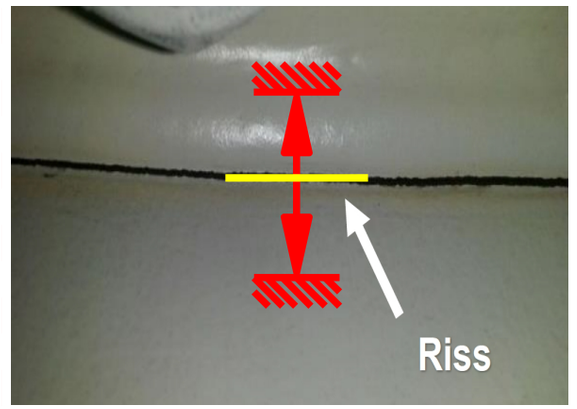
# Weitere Anwendungen des Systems




Rissdetektion



Zentraleinheit



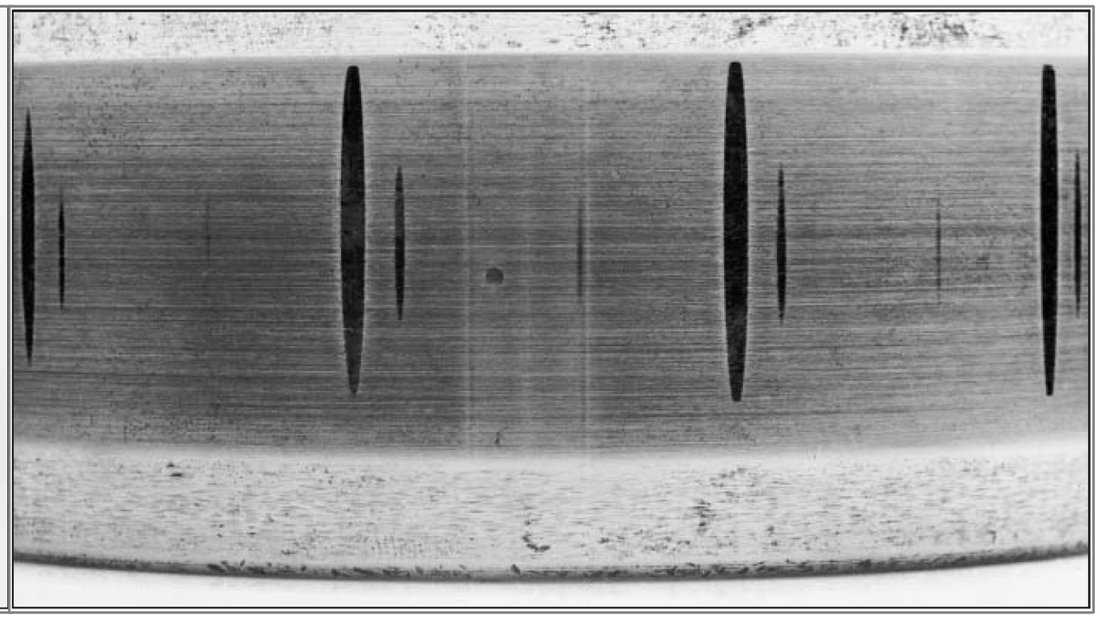

Rissbreitenmessung

# Erweiterung um eine Verschleißüberwachung

Blattlager von Windenenergieanlagen unterliegen wie jedes Wälzlager einem prinzipiellem Verschleiß. Da die Blattlagerung funktionsbedingt wenig Drehbewegungen ausführt, ist die Detektion eines Lagerschadens aus dem Betriebsgeräusch oder mit einer Temperaturmessung erschwert. Gleichzeitig sind die Betriebsbedingungen für das Wälzlager nicht optimal.

Schwergängige Lagerungen können zum Versagen der Pitchmechanik der WEA führen. Daraus sind in der Vergangenheit bei ungünstigen Umständen größte Schäden bis zum Totalverlust der WEA entstanden.

Eindrücke durch Überbelastung
Quelle: FAG Wälzlagerschäden ( 2000 )



Stillstandsmarken im Wälzkörperabstand
Quelle: FAG Wälzlagerschäden ( 2000 )

**Erkennen von Wälzlagerschäden:**

Wälzlagerschäden können im Wesentlichen durch folgende Merkmale erkannt werden:

- Unruhiger Lauf mit entsprechender Geräuschentwicklung
  ( Stethoskop, elektronische Körperschall-Sensorik )
- Erhöhte Lagertemperatur
  ( „Handauflegen“ oder elektronische Temperatur-Sensorik )
- Erhöhtes Spiel in der Lagerung
  ( Axial- oder Radialspielmessung, Kippspielmessung )

Aufgrund der Betriebsweise herrschen nahezu ideale Bedingungen zur automatischen Überwachung des Lagerspiels an der Blattlagerung und des Azimutlagers an WEA.

Die Grenzen des maximal zulässigen Kippspiels ( Verschleißgrenze ) werden durch den Lagerhersteller vorgegeben.

# Erweiterung um eine Verschleißüberwachung

**Typischer Verschleiß an drehend belasteten Kugellagern**

- Lunker in den Laufbahnen
- defekte Wälzkörper
- defekte Lagerkäfige

**Gründe dafür**

- Mangelschmierung, Verunreinigungen, ...
- Überschreiten der Belastungsgrenze, ungeeignetes Lager
- Ende der Lebensdauer

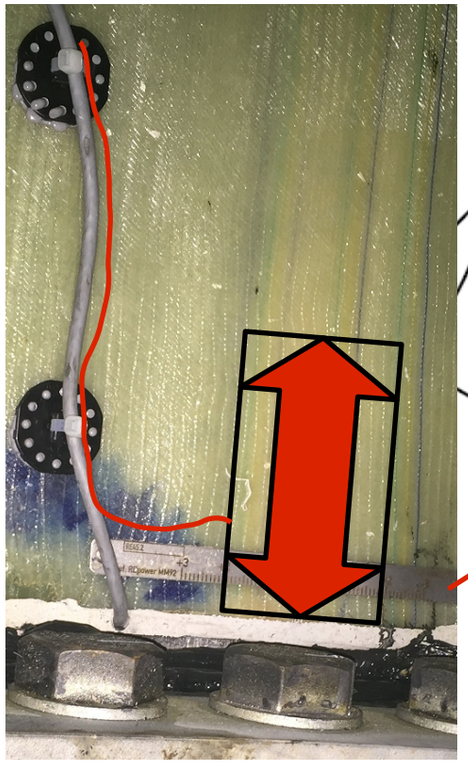
**spezieller Verschleiß an Drehkränzen ( Blattlagerung )**

- punktueller Verschleiß der Laufbahnen
- Abplattungen der Wälzkörper

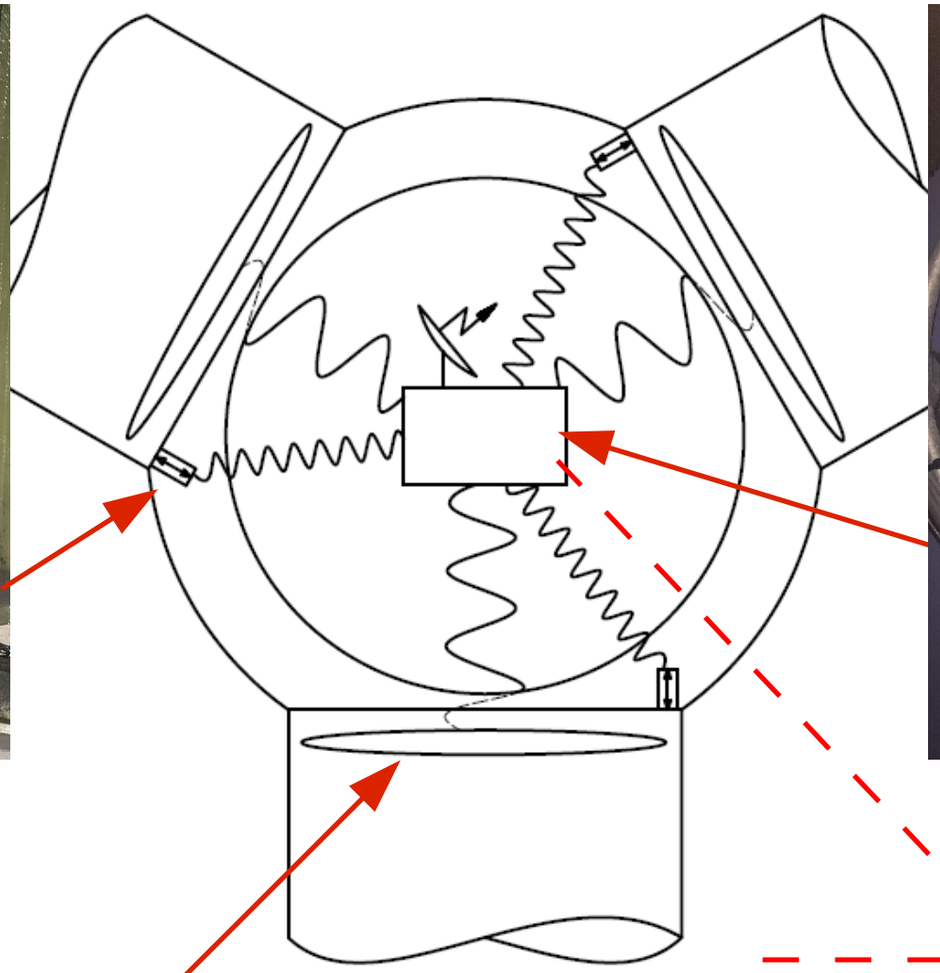
**Gründe dafür**

- kaum Bewegung im Drehkranz ( Blattlager ) d.h.
  die Belastung findet immer an der gleichen Stelle statt

# Erweiterung um eine Verschleißüberwachung

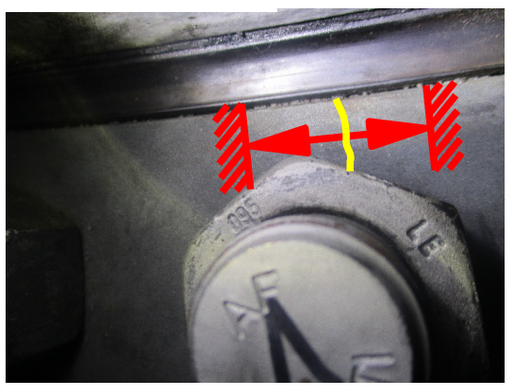


Kippspielmessung



Zentraleinheit

Rissdetektion



Rissbreitenmessung

Ungewollte Risse treten dort auf, wo die Belastungsgrenzen des Materials überschritten werden:

- Global zu hohe Lasten
- Lokale Spannungskonzentrationen
- Beschädigte Oberflächen ( Kerben )

Ist bekannt, dass der Riss nicht allzu schnell wächst, muss nicht unmittelbar gehandelt werden. Dennoch birgt der Riss immer eine Gefahr, die nicht vernachlässigt werden darf.

Durch eine Überwachung des Rissfortschritts kann eine Maschine ggf. über lange Zeiträume weiter betrieben werden. Es gibt Maschinen mit überwachten Rissen die über Jahrzehnte weiter betrieben wurden.

Ein unerkannter Riss ist wirklich gefährlich!

Ingenieurbüro
messen an Windenergieanlagen
Frey

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Björn Frey**

**Ingenieurbüro Frey**
**Bürgermeister Kröger Str. 17**
**21244 Buchholz-Sprötze**
**Tel: 04186 / 55 51  Fax: 50 44**

**bjoern.frey@ing-buero-frey.de**
**www.ing-buero-frey.de**