

Online Condition Monitoring an Rotorblattlagern

Vortrag im Rahmen der 26. Windenergietage
am 7. - 9. November 2015 in Warnemünde

GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH
Köpenicker Straße 325, Haus 40
12555 Berlin
Tel 030 / 65 76 25 65
Fax 030 / 65 76 25 64

Vertriebsbüro Dortmund
Am Kämpen 22
44227 Dortmund
Tel 0231 / 77 64 723
Fax 0231 / 77 64 724

- **Wer ist die GfM**
- **Warum Schwingungen**
- **Kennwerte**
- **Frequenzselektiv**
- **Blattlager**
- **Kinematische Verhältnisse**
- **Datenerfassung Offline**
- **Datenerfassung Online**
- **Beispiel**



Leistungen

- **Online-CMS „Peakanalyser“**
- **Überwachungsservice für Online-CMS**
- **Offline-Schwingungsdiagnose als Komplettdienstleistung**
- **Auswerteservice für Offline-Schwingungsmessungen von Dritten**
- **Drehmomentanalysen**
- **Videoendoskopie**
- **Seminare**

ergänzend

- **Sitz der Firma in Berlin**
- **Standorte in Dortmund, Lenzburg (CH)**
- **Einsatzorte weltweit**
- **ca. 1.000 Offline-Messungen pro Jahr**
- **ca. 400 Online-CMS, davon ca. 350 in der Überwachung**
- **ca. 50 Teilnehmer bei GfM-Seminaren pro Jahr**

Schwingungen

- **enthalten viele Informationen**
- **breiten sich gut aus**
- **sind leicht zu messen**
- **sind gut zu interpretieren**

Piezoelektrische Beschleunigungssensoren

- **sind hinreichend genau**
- **decken einen großen Messbereich ab**
- **sind leicht zu installieren**
- **sind robust**
- **sind preiswert**
- **Kabellängen sind unproblematisch**

Werkzeuge

- Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit
- Effektivwert der Schwingbeschleunigung
- Spitzenwert der Schwingbeschleunigung
- spezielle Kennwerte

Crestfaktor, $K(t)$, Kurtosis

SPM, Spike Energy, BCU

SEE

Vorteil

- schnell
- keine Kinematik erforderlich

Nachteil

- unscharf
- Schadensart und -ort sind nicht zuverlässig bestimmbar

Werkzeuge

- **Spektrum**
- **Hüllkurvenspektrum**
- **Ordnungsspektrum**
- **Hüllkurvenordnungsspektrum**

Ordnungsanalyse

- **parallele Drehzahlmessung**
- **Resampling**

Vorteil

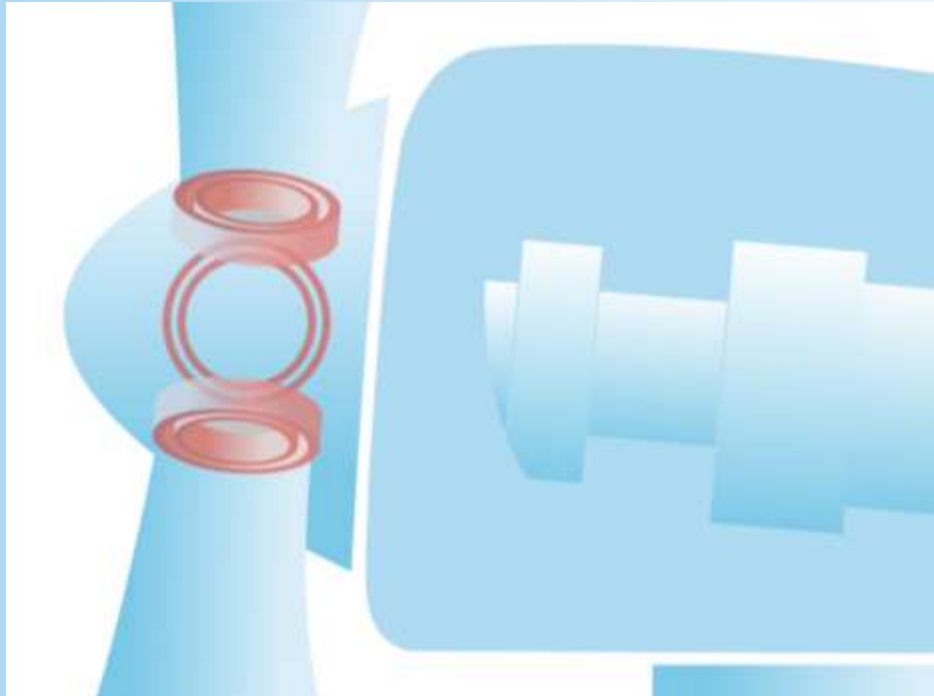
- **sehr zuverlässig**
- **Schadensart und -ort sind exakt bestimmbar**

Nachteil

- **zeitverzögert**
- **Kinematik erforderlich**
- **ein gewisses Maß an Diagnosewissen ist erforderlich**

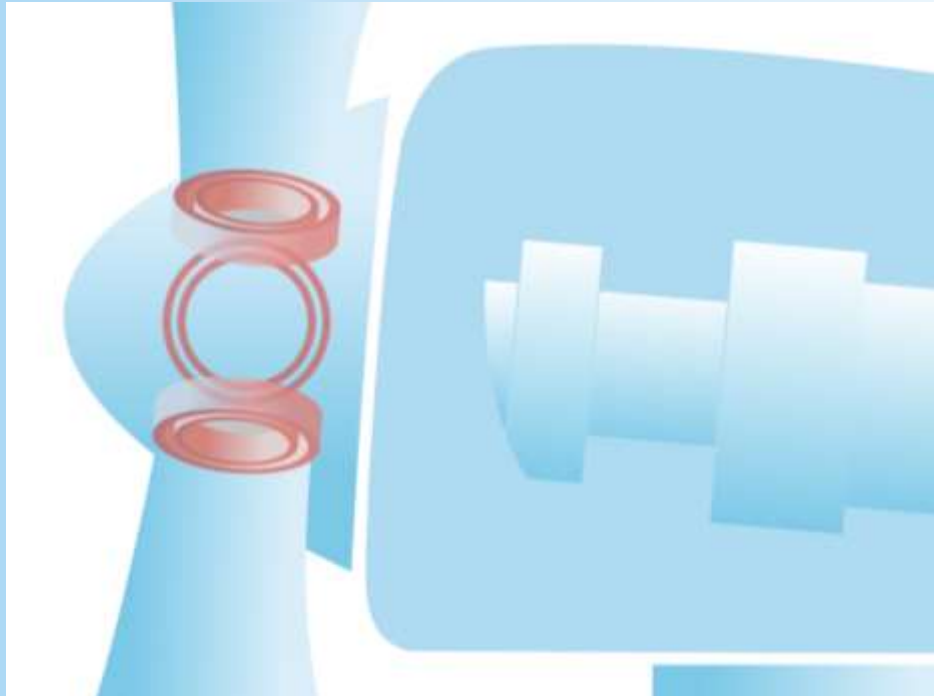
Bauform

- einreihige oder mehrreihige Vierpunktlager
- „Kugel-Drehverbindung“
- Vorgespannte Lager (spielfrei)
- Härteschlupf an IR und AR



Beanspruchung

- werden wenig bewegt, stehen lange in einer Position
- Windlast, Drehmoment
- → lokale Beanspruchung der Laufbahnen



Eingabewerte

- Die Drehzahl beträgt im Beispiel $0,3252 \text{ min}^{-1}$

Drehzahl Ritzel:	0,3252						
Drehfr. Ritzel:	0,0054						
Blattlager	Bemerkung	N_WK	KÄFIG	WK-Spin	WK-Überroll.	AR	IR
Blattlager				0,054	0,108	0,141	0,152

Messzeit

- Überrollfrequenz Aussenring = $0,141 \text{ Hz}$ → alle $7,09 \text{ s}$ Überrollung
- Überrollfrequenz Innenring = $0,152 \text{ Hz}$ → alle $6,58 \text{ s}$ Überrollung
- → mindestens 70 s Messzeit für 9 Überrollungen
- → bei ca. 184 s Umlaufzeit und 90° Pitchwinkel nur 46 s Messzeit

Frequenzbereich von Beschleunigungssensoren

- Standardsensor 100 mV/g Frequenzbereich ab 0,5 Hz (3dB)
- Empfindliche Sensoren 500 mV/g Frequenzbereich ab 0,17 Hz (3dB)

Amplitudenbereich von Beschleunigungssensoren

- Standardsensor 100 mV/g → 0,005 ... 500 m/s²
- Empfindliche Sensoren 500 mV/g → 0,001 ... 100 m/s²

Erwartungswerte

- Beschleunigungswerte unbekannt
- max. Auslenkungen von 0,1 mm bei z.B. 0,1 Hz (Herstellerangaben)
- → 0,06 mm/s
- → 0,00004 m/s²
- → Standardbeschleunigungssensoren sind ungeeignet
- → Schwinggeschwindigkeitssensoren werden aktuell mit Beschleunigungssensoren mit Integratoren realisiert ...
- → Weg messende Sensoren ... benötigen Referenzpunkt

PeakStore5



Fernbedienung



Voraussetzungen

- kinematische Daten des Blattlagers
- niedrige Windgeschwindigkeiten
- Nabe muss zugänglich sein
- Bedienung der Anlage

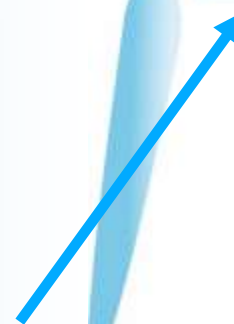
Ablauf

- Installation der Sensorik
- Installation der Messtechnik
- Start der Messung
- Drehen des Rotors mehrmals um 120°
- Pitchen der Blätter um 90° oder mehr
- Aufwand ca. 4 Stunden
- Auswertung im Büro

Datenerfassung



Peakanalyzer oder Gateway

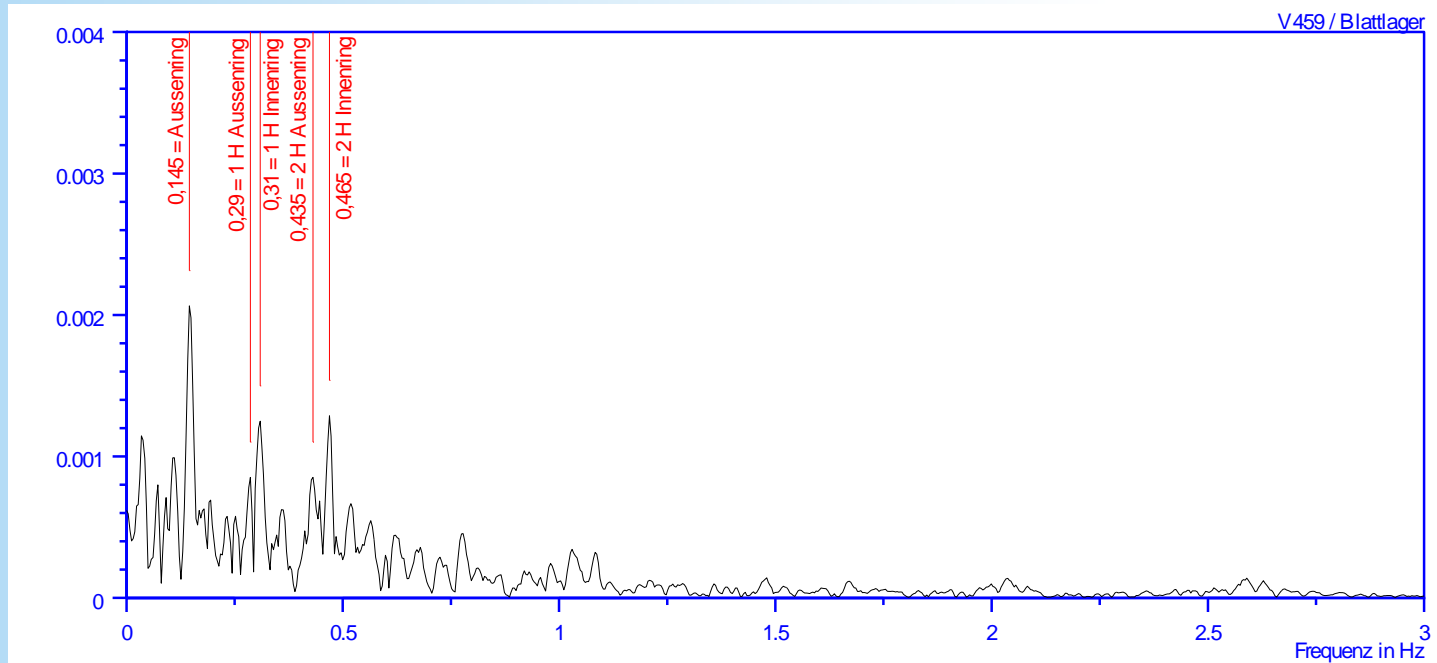


Voraussetzungen

- kinematische Daten des Blattlagers
- Nabe muss zugänglich sein
- Spannungsversorgung in der Nabe

Vorteile

- Trend
- Erfassung des Kippspiels



Frequenzspektrum mit Überrollordnungen IR und AR

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH
Köpenicker Straße 325, Haus 40
12555 Berlin
Tel 030 / 65 76 25 65
Fax 030 / 65 76 25 64
www.maschinendiagnose.de

Vertriebsbüro Dortmund
Am Kämpen 22
44227 Dortmund
Tel 0231 / 77 64 723
Fax 0231 / 77 64 724