

Schärferes Condition Monitoring durch unscharfe Verfahren

Vortrag im Rahmen der 3. Offshoretage
am 17. und 18. März 2016 in Berlin

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

- 1 Wer ist die GfM**
- 2 Warum Schwingungen**
- 3 Kennwertüberwachung**
- 4 Frequenzselektive Überwachung**
- 5 Ordnungsanalyse**
- 6 DVS**
- 7 Beispiel**
- 8 Unschärfe Analyse**
- 9 Resümee**

Leistungen

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

ergänzend

- **17 Mitarbeiter**
- **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**

Warum überwacht man ausgerechnet Schwingungen?



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

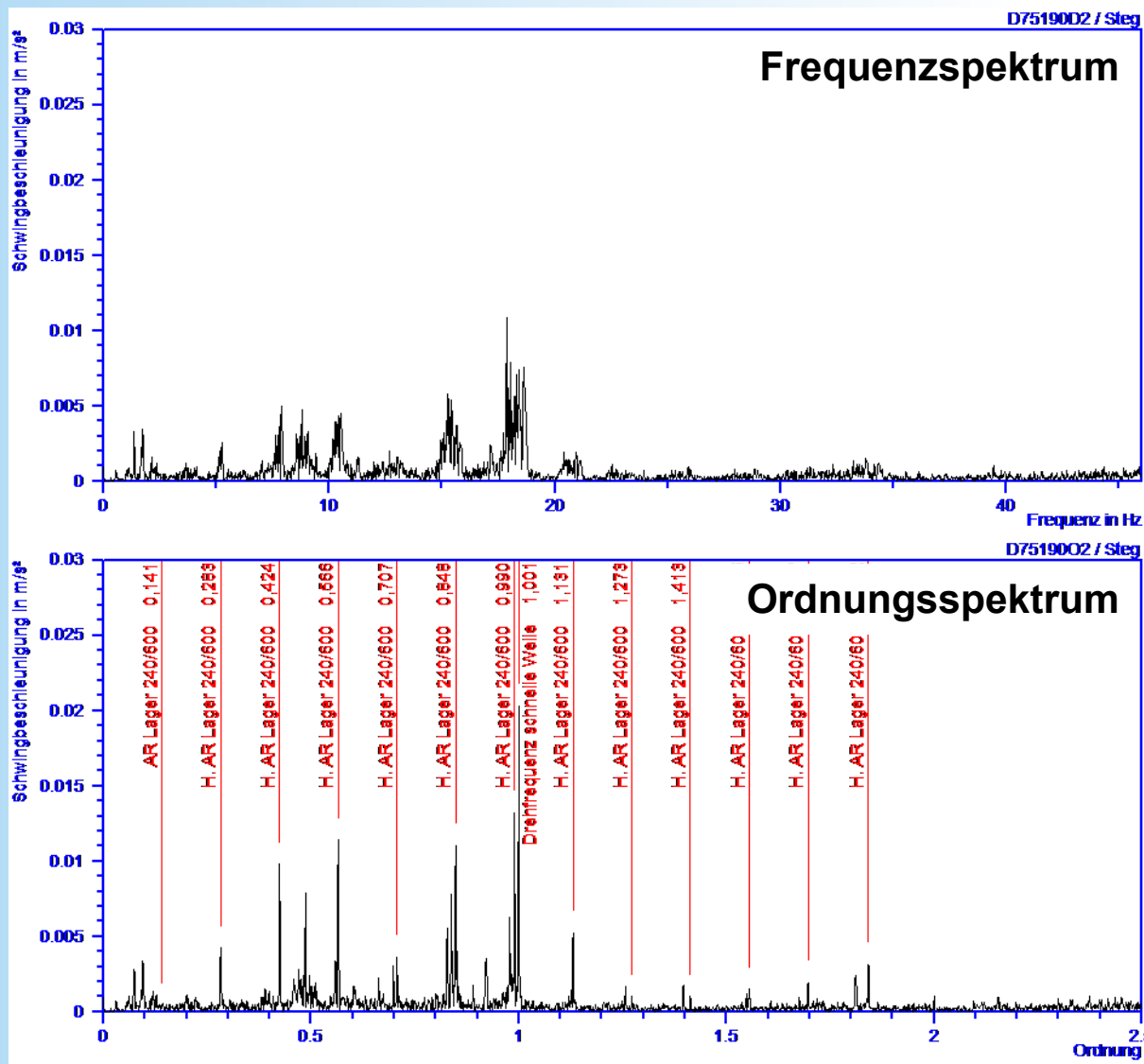
- **zeitverzögert**
- **Kinematik erforderlich**
- **ein gewisses Maß an Diagnosewissen ist erforderlich**

VDI3832 – Körperschallmessungen zur Zustandsbeurteilung von Wälzlagern in Maschinen und Anlagen

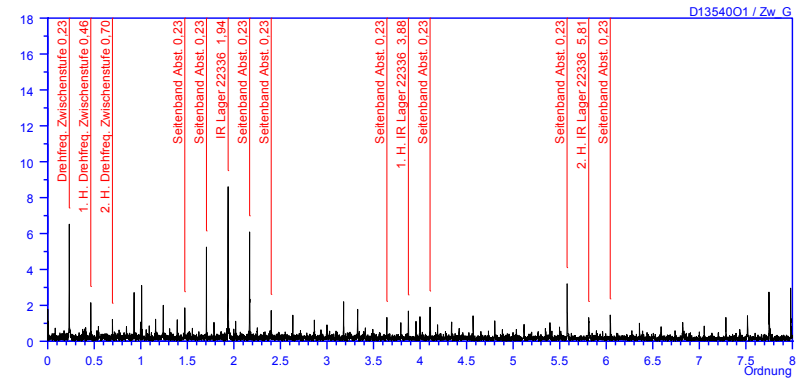
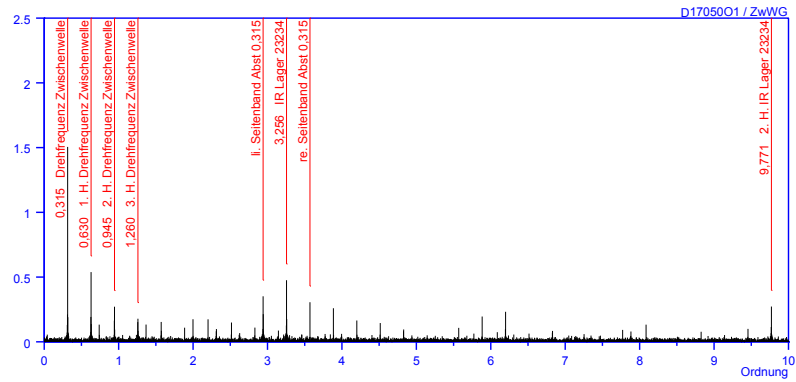
- **Richtlinie aus dem Jahr 2007**
- **nennt Kennwerte und Kennfunktionen zur Beurteilung des Wälzlagerzustands und beschreibt deren Verwendung**
- **beschreibt Bewertungsstufen des Schadensausmaßes**

- **ist ein Werkzeug zur Diagnose an drehzahlvariablen Antrieben**
- **ist schon bei geringer Drehzahlwelligkeit unbedingt anzuwenden**
- **Frequenzanalyse ist nur für die Analyse zeitbasierter Ereignisse sinnvoll**
- **Ordnungsanalyse dagegen analysiert Ereignisse drehwinkelbasiert**
- **Bezug erfolgt in der Regel auf die Drehzahl einer Referenzwelle
meist schnelle Welle**

Beispiel drehzahlvariable Windenergieanlage, Schaden am Rotorlager



reine Amplitudenüberwachung ist schwierig



Fotos: Stöckl, M.: Verzahnungs- und Lagerschäden an Industriegetrieben. Vortrag in Berlin, 8. November 2005

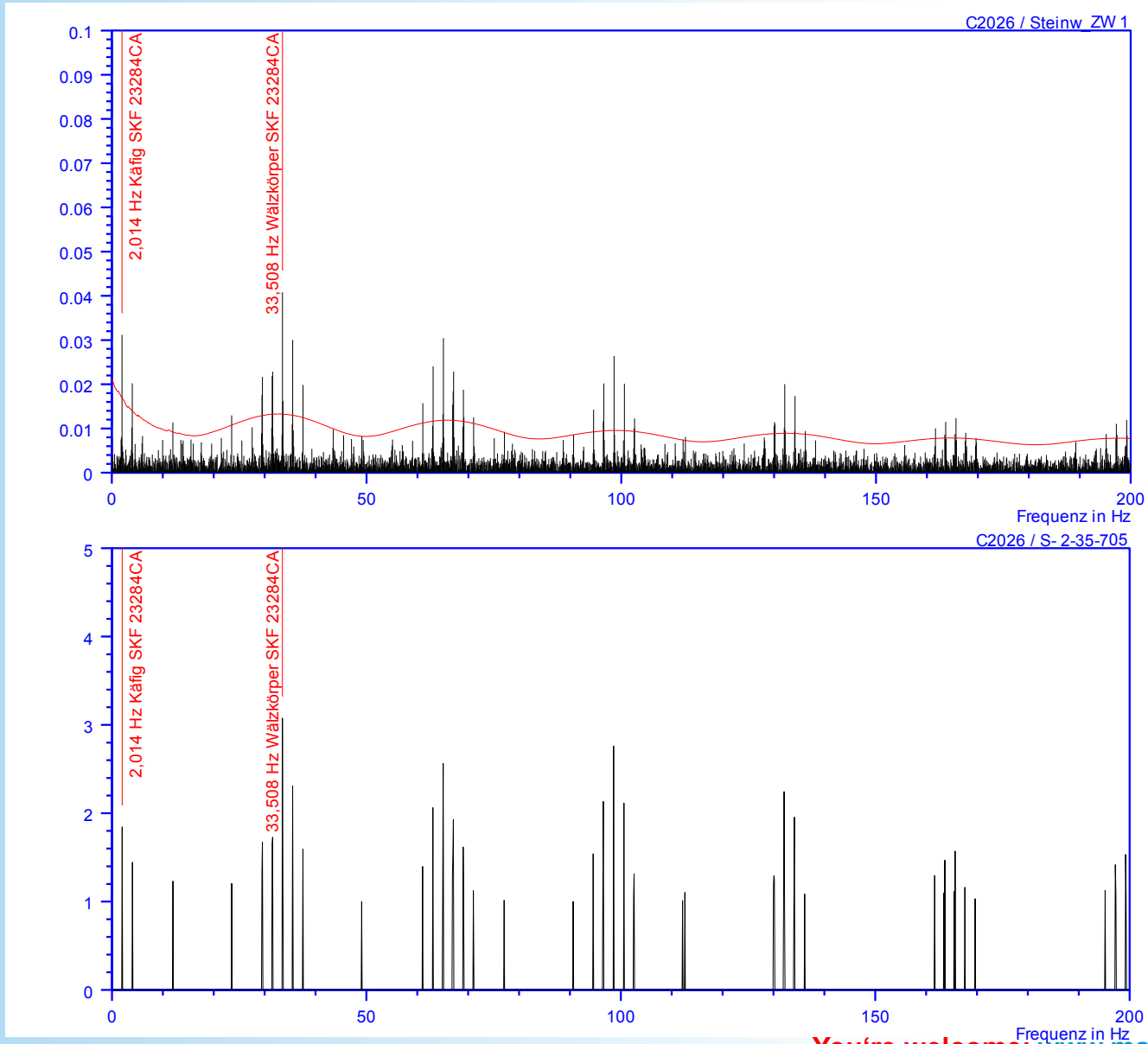
reine Amplitudenüberwachung ist schwierig

- Das Diagnosegerät erfasst nur ein Abbild der erzeugten Schwingungen.
- Einflüsse auf den Schalltransport werden nicht beachtet.
 - Schwingfreudigkeit der Gehäusestruktur, Dämpfung
 - Einfluss der Fundamentierung
 - Resonanzen
 - Grenzübergänge

Zusätzlich bei Wälzlagern:

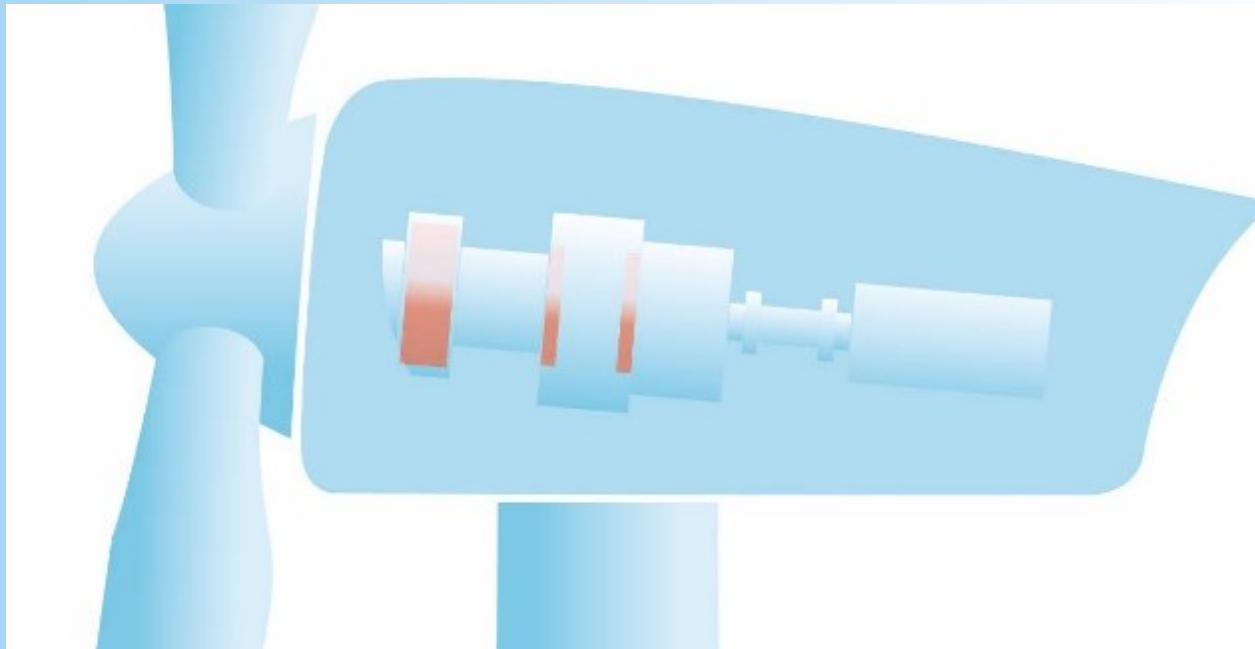
- Die Amplitude des originalen Stoßimpulses ist abhängig vom Ort der Schädigung, also von
 - der Lage zum Lastzonenmaximum und
 - der Relativbewegung zur Lastzone.
- Stoßimpulse werden durch Faltung übertragen. Die Qualität der angeregten Eigenfrequenzen hat Einfluss auf die Amplituden im Hüllkurvenspektrum.

DVS-Analyse

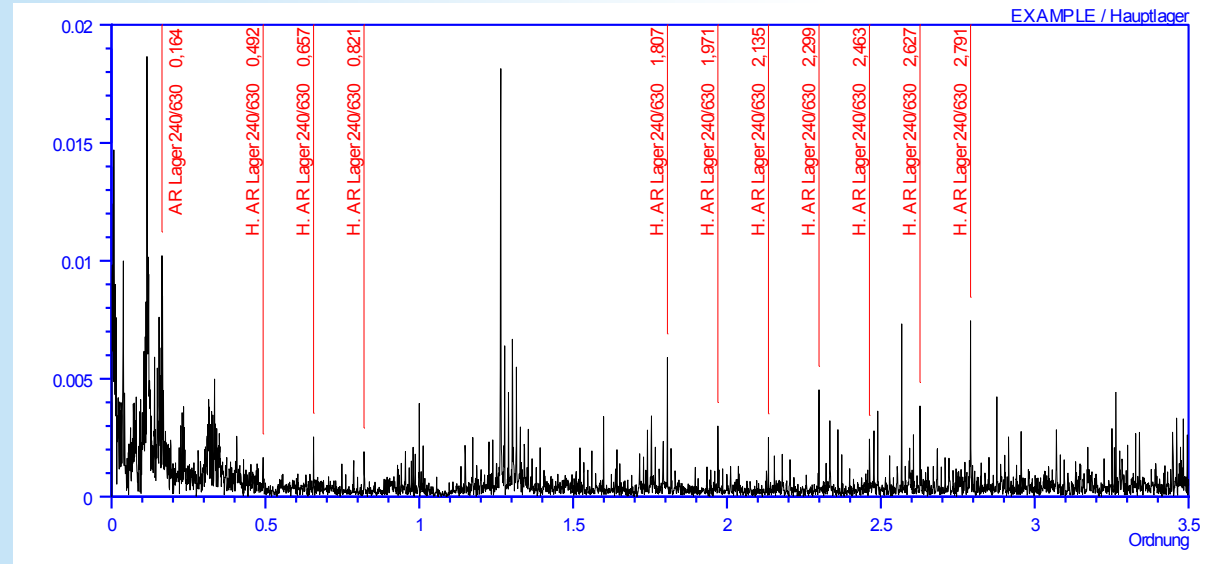
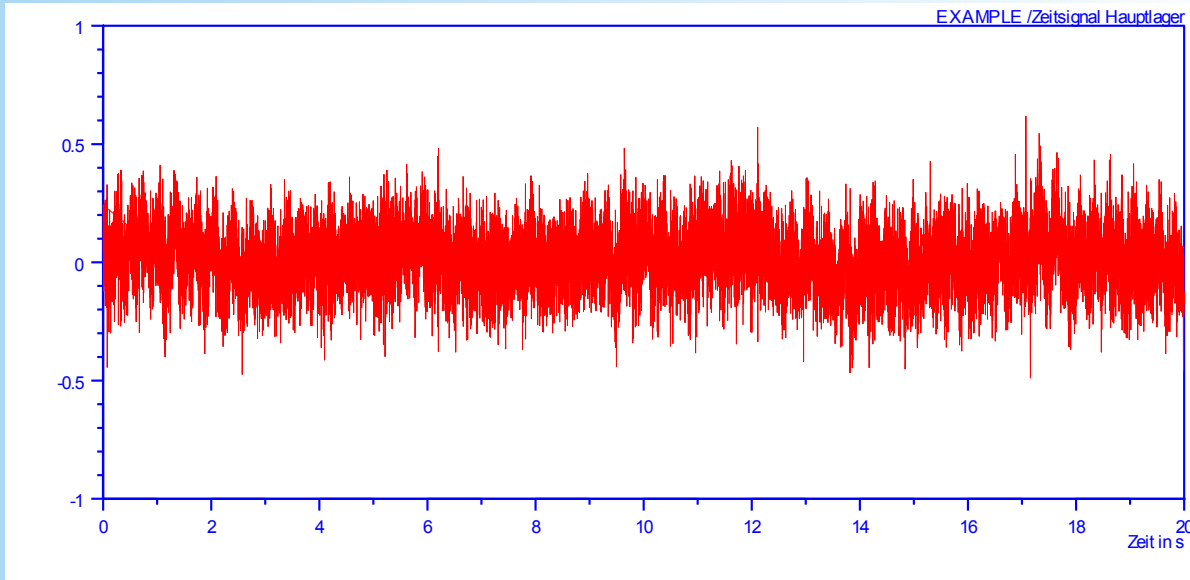


unscharfe Analyse

- Diagnose an Rotorlagern und langsam drehenden Lagern gilt als schwierig



Beispiel: Hauptlager an einer 600 kW Anlage

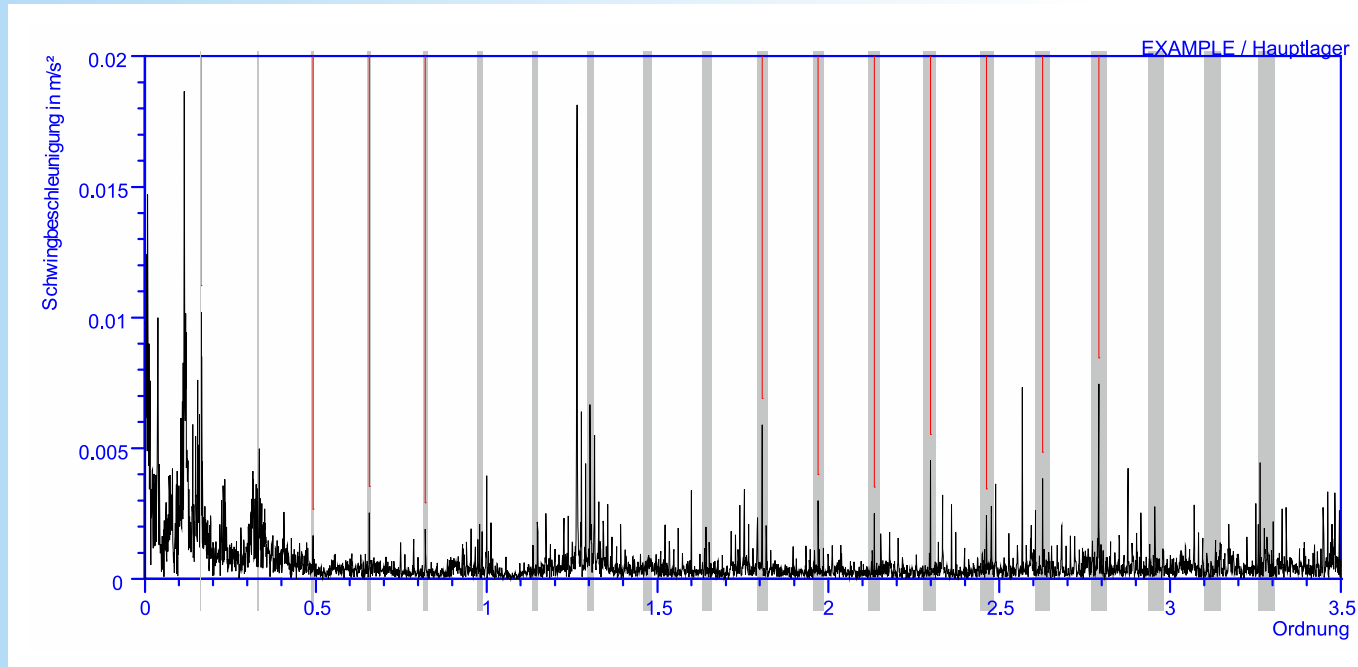


Beispiel:



Bildquelle: Sachverständigenbüro Veltrup, Dipl. Ing. Martin Veltrup, Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der IHK Oldenburg für Windenergieanlagen

komplexe Überwachung vieler Spektralanteile



- kinematische Frequenzen, Harmonische und Seitenbänder
- Toleranzen
- Ausschlussverfahren
- k aus n

Leistungsfähige Hardware ermöglicht heute die Implementierung umfangreicher Algorithmen zur komplexen Bewertung vieler Spektralanteile.

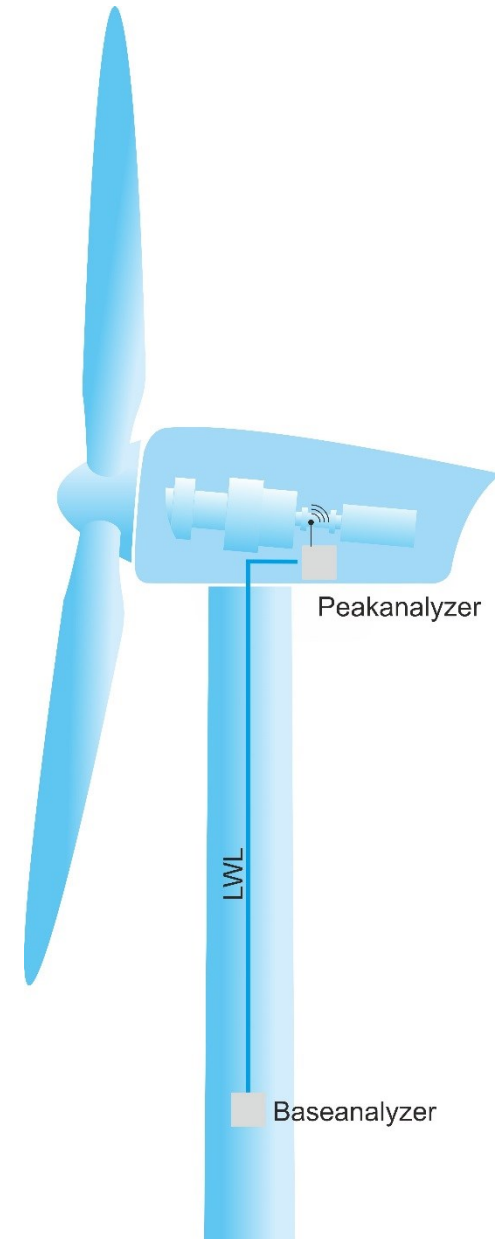
Mit der Ordnungsanalyse, der DVS-Analyse und nun auch der unscharfen Analyse wird die automatische Arbeitsweise des Peakanalyzers weiter verbessert und damit der Personalaufwand weiter verringert.

Peakanalyser Schlüsselmerkmale

- keine Lernphase
- vollautomatische Arbeitsweise
- leistungsstarke Ordnungsanalyse
- DVS-Analyse
- unscharfe Analyse
- Konfigurations- und Analysesoftware im Lieferumfang

Hardware

- modularer Aufbau, verteilte Datenerfassung
- Partikelzähleranschluss
- Fundamentüberwachung
- Anschluss weiterer Signale
(DMS, 0 ... 20 mA, +/- 10 V, PT100)



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