

Condition Monitoring Systeme

Der Teufel steckt im Detail

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

Leistungen

- **Online-CMS „Peakanalyzer“**
- **Überwachungsservice für Online-CMS**
- **Offline-Schwingungsdiagnose als Komplettdienstleistung**
- **Auswerteservice für Offline-Schwingungsmessungen von Dritten**
- **Drehmomentmessungen**
- **Torsionsschwingungsanalyse**
- **Seminare**

ergänzend

- **ca. 1,5 Mio. € Umsatz**
- **16 Mitarbeiter**
- **Sitz der Firma in Berlin**
- **Standorte in Dortmund, Lenzburg (CH)**
- **Einsatzorte weltweit**
- **ca. 2.000 Offline-Messungen pro Jahr**
- **ca. 340 Online-CMS, davon ca. 320 in der Überwachung**
- **ca. 50 Teilnehmer bei GfM-Seminaren pro Jahr**

Was enthält das Schwingungssignal?

Wind

- **Strömungsgeräusche**
- **windinduzierte Bauteilbewegungen**

Rotor

- **Massenverteilung tangential → Massenunwucht**
- **Teilungsfehler → Massen- und aerodynamische Unwucht**
- **Eisansatz → Massen- und aerodynamische Unwucht**
- **Blattgeometrie, Blattwinkelfehler → aerodynamische Unwucht**

Hauptlager

Getriebe

- **Steglager, Planetenlager**
- **Sonnenlager, Lager der Stirnradstufen und Kegelradstufen**
- **Verzahnung Hohlrad, Planet, Sonne**
- **Stirnräder, Kegelräder**

Kupplung

Generator

- **Wälzlager**
- **Läufer**

Turmschwingungen infolge Betrieb

Was kann man wirklich zuverlässig nachweisen?

Wind

- Strömungsgeräusche
- windinduzierte Bauteilbewegungen

Rotor ✓

- Massenverteilung tangential → Massenunwucht
- Teilungsfehler → Massen- und aerodynamische Unwucht
- Eisansatz → Massen- und aerodynamische Unwucht
- Blattgeometrie, Blattwinkelfehler → aerodynamische Unwucht

Hauptlager ✓

Getriebe ✓

- Steglager, Planetenlager
- Sonnenlager, Lager der Stirnradstufen und Kegelradstufen
- Verzahnung Hohlrad, Planet, Sonne
- Stirnräder, Kegelräder

Kupplung ✓

Generator ✓

- Wälzlager
- Läufer

Turmschwingungen infolge Betrieb

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

- **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**

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

- **vollautomatische Arbeitsweise**
- **von Versicherern anerkannt**
- **Überwachung wird durch CMS-Hersteller angeboten**
- **Überwachung ist durch den WEA-Betreiber selbst oder einen Dritten möglich**
- **WEA-Betreiber kann alle Daten mitlesen, auch wenn die Überwachung fremdvergeben ist**
- **Installation ist in der Regel nach nur vier Stunden abgeschlossen**
- **ist sofort nach der Installation betriebsbereit, benötigt keine Lernphase**
- **kann durch WEA-Betreiber selbst oder einen Dritten installiert werden**
- **Ersatzteilversorgung ist unabhängig von CMS-Hersteller gewährleistet**

- **Unregelmäßigkeiten können sehr frühzeitig und zuverlässig erkannt werden.**
- **Schon wenige Stunden ungeplanter Stillstand sind teurer als ein CMS.**
- **Größter Nutzen eines CMS ist der Nachweis der Schadensfreiheit, denn es gilt: Wird durch das CMS keinerlei Unregelmäßigkeit am Triebstrang erkannt, so liegt mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch keine Unregelmäßigkeit vor.**

Unterschiede zwischen CMS

- **Datenqualität**
- **Ordnungsanalyse**
- **Diagnosealgorithmen**
- **Automatisierung**

CMS werden zukünftig zum festen Bestandteil eines Antriebs gehören.

Das teilweise vorhandene Akzeptanzproblem resultiert aus unscharf formulierten Erwartungen.

Was könnte in den nächsten Jahren kommen?

- **MEMS**
- **Funk**
- **Energy Harvesting**
- **Automatisierung**

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

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