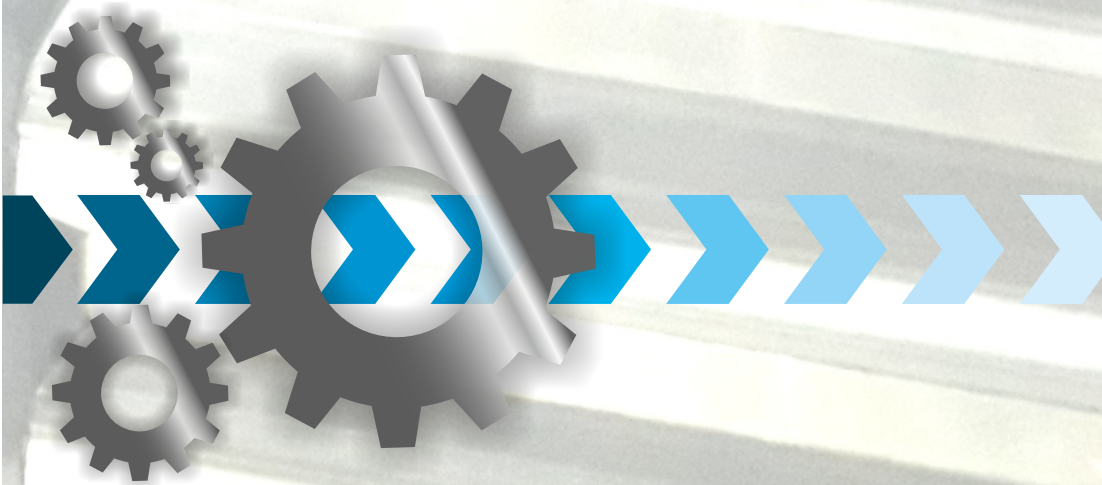


*We keep your drive running!*



# Condition Monitoring 2025



[www.maschinendiagnose.de](http://www.maschinendiagnose.de)

GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH  
Köpenicker Straße 325  
12555 Berlin  
[mailbox@maschinendiagnose.de](mailto:mailbox@maschinendiagnose.de)

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Eine Verwertung ohne Zustimmung ist unzulässig.

*GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH  
Koenicker Strasse 325  
D - 12555 Berlin  
mailbox@maschinendiagnose.com*

*This work is protected by copyright. Any use without permission is prohibited.*

# Inhalt

## 1 Motivation

Gewinnsteigerung . . . . .	8
Schutz von Mensch und Maschine . . . . .	10
Umweltschutz . . . . .	12
Industrie 4.0 . . . . .	14

## 2 Anwendungen

Mühlen und Brecher in Zementwerken, Kraftwerken und Minen. . . . .	18
Krane und Vertikalheber . . . . .	20
Tonnenkupplungen . . . . .	22
Kranbahn . . . . .	24
Papierherstellung und -weiterverarbeitung . . . . .	26
Walzwerke und Haspelantriebe . . . . .	28
Konverterlager . . . . .	30
Seilbahnen . . . . .	32
Hubbrücken, Klappbrücken, Schleusen, Schiffshebwerke, Aufzüge . . . . .	34
Tagebaugroßgeräte und Gurtbandförderer . . . . .	36
Werkzeugmaschinen . . . . .	38
Windenergieanlagen . . . . .	40
Wasserkraftanlagen . . . . .	42
Prüfstandsüberwachung. . . . .	44

## 3 Systeme

PeakStore5 . . . . .	48
Peakanalyser . . . . .	58
Peakanalyser Manager. . . . .	90
Diagnostic Tool – Analyse von externen Daten . . . . .	96
Sensoren. . . . .	98

## 4 Services

Mobile Schwingungsdiagnose von Antrieben . . . . .	108
Drehmomentmessung . . . . .	112
„Troubleshooting“ – Fehlersuche . . . . .	114
Getriebeinspektion und Videoendoskopie . . . . .	116
Rotorblattlagerdiagnose an Windenergieanlagen . . . . .	118
Fundamentüberwachung an Windenergieanlagen . . . . .	120
Messungen zum Betriebswuchten . . . . .	122
Überwachungsservice für Online Condition Monitoring Systeme. . . . .	124

## 5 Wissen

Schadensursache an Antriebselementen. . . . .	128
Umgang mit Drehzahlvariabilität. . . . .	132
Automatisierung der Diagnose . . . . .	134

6 Seminare . . . . .	136
----------------------	-----

# Content

## 1 Motivation

Increase in Profit . . . . .	9
Protection for Man and Machine . . . . .	11
Environmental Protection. . . . .	13
Industry 4.0 . . . . .	15

## 2 Applications

Mills and Crushers for Cement Plants, Power Plants and Mines . . . . .	19
Cranes and Vertical Lifters . . . . .	21
Drum Couplings . . . . .	23
Crane runway . . . . .	25
Paper Production and Paper Converting . . . . .	27
Rolling Mills and Reel Drives. . . . .	29
Converter Bearing . . . . .	31
Cable Cars. . . . .	33
Lift Bridges, Bascule Bridges, Locks, Boat Lifts, Elevators. . . . .	35
Bucket-Wheel Excavators and Belt Conveyor . . . . .	37
Machine Tools . . . . .	39
Wind Turbines . . . . .	41
Hydropower Plants . . . . .	42
Test Bench Monitoring. . . . .	43

## 3 Systems

PeakStore5 . . . . .	43
Peakanalyzer . . . . .	59
Peakanalyzer Manager. . . . .	91
Diagnostic Tool – Analysis of Ecternal Data . . . . .	97
Sensors. . . . .	99

## 4 Services

Mobile Vibration Diagnosis of Drive Trains . . . . .	109
Torque Measurement. . . . .	113
Troubleshooting . . . . .	115
Gearbox Inspection and Video Endoscopy. . . . .	117
Rotor Blade Bearing Diagnosis on Wind Turbines. . . . .	119
Foundation Monitoring on Wind Turbines . . . . .	121
Measurements for Operational Balancing . . . . .	123
Monitoring Service for Online Condition Monitoring Systems . . . . .	125

## 5 Knowledge

Cause of Damages at Drive Elements . . . . .	129
Handling of Speed Variability . . . . .	133
Automation of Diagnosis . . . . .	135





# 1

## Motivation *Motivation*

# Gewinnsteigerung

## Motivation

Stellen Sie sich vor, Sie wissen im Februar bereits, welches Wälzlager Sie im September ersetzen müssen! Und noch besser: Sie wissen auch, dass alle anderen Antriebselemente in Ordnung sind. Wäre das nicht sensationell?

Ohne Stress und Panik, ohne Unsicherheit und in aller Ruhe können Sie die Instandsetzung planen. Sie bestellen die Ersatzteile, alle Hilfsmittel, das nötige Personal und genau zum geplanten Termin wird dann repariert.

Das ist keine Utopie. Modernes Condition Monitoring kann das leisten. Bereits kleinste Schäden an Wälzlagern und Zahnrädern sind erkennbar. Und das ist in der Regel schon etliche Monate vor einem Ausfall möglich.

Wenn nur ein einziger Schaden rechtzeitig erkannt werden kann, übersteigen die gesparten Produktionsausfallkosten die Investitionskosten des CMS oft um ein Vielfaches. Bereits beim ersten Schaden wird sich diese Investition mehrfach amortisiert haben.

## Steigern Sie Ihren Gewinn mit Condition Monitoring von GfM!

### Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Sicheres Zustandswissen Ihres Antriebs
- Frühzeitiges Erkennen von Schäden
- Planbare Instandhaltungsmaßnahmen
- Verkürzung von Stillstandszeiten
- Effiziente Instandhaltungsorganisation
- Minimierung von Planungs- und Personalkosten
- Rekonstruktion von Schädigungsabläufe
- Identifikation von schädigenden Einflüssen
- Gezielte Optimierung Ihres Antriebs

### Your advantages at a glance:

- *Reliable status knowledge of your drive*
- *Early detection of damage*
- *Plannable maintenance measures*
- *Reduction of downtimes*
- *Efficient maintenance organisation*
- *Minimization of planning and personnel costs*
- *Reconstruction of damage processes*
- *Identification of damaging influences*
- *Targeted optimization of your drive*



# Increase in Profit

*Imagine, you already know in February, which bearing have to be replaced in September! And even better: You also know, that all other drive elements are working properly. Would not that be sensational?*

*Without any stress, panic and insecurity, you can calmly organize maintenance works. You will order the spare parts, tools, the necessary personnel and everything will be repaired, on time.*

*This is not an utopia. Modern Condition Monitoring can do it. Even the smallest damages on bearings and gears are visible. Usually, that's possible already several months before breakdown.*

*If only one single damage can be detected in time, the saved production downtime costs often exceed the investment costs of the CMS many times over. Already at the first damage, this investment will have paid for itself several times over.*

**Increase your profit with condition monitoring from GfM!**



# Schutz für Mensch und Maschine

## Motivation

Maschinen und Geräte in Haushalten unterliegen strengen Prüfungen und gelten daher bei sachgerechter Benutzung als sehr sicher. In Produktionsanlagen können so strenge Forderungen kaum umgesetzt werden. Darüber hinaus werden oft viel höhere mechanische Leistungen übertragen, was allein schon ein erhöhtes Risiko mit sich bringt.

Der unerwartete Ausfall von Antriebselementen kann Auswirkungen auf einzelne Maschinen und schließlich auch auf ganze Produktionsanlagen haben. Im schlimmsten Fall werden ganze Werkhallen zerstört. Darüber hinaus unterliegt das vor Ort arbeitende Personal einer erhöhten Gefährdung.

Ein Condition Monitoring System liefert einen entscheidenden Beitrag, um Schäden und Unfallquellen an mechanischen Antrieben rechtzeitig zu erkennen. Problemstellen können sehr früh erkannt werden. Folgeschäden sind vermeidbar. Wurde beispielsweise an einem Wälzlager eine Vorschädigung festgestellt, so kann dieses Lager gezielt beobachtet werden, um auf jede kleinste Veränderung nun unmittelbar reagieren zu können. Parallel können Instandsetzungsmaßnahmen eingeleitet werden.

**Schützen Sie Ihre Maschinen, Ihre Produktionsanlagen und Ihr Personal mit Condition Monitoring von GfM!**

### Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Frühzeitiges Erkennen von Schäden
- Vermeiden von Folgeschäden
- Vermeiden von Schäden an Ihren Maschinen und Produktionsanlagen
- Minimierung des Risikos für Ihr eingesetztes Personal

# Protection for Man and Machine

*Machines and devices in households are subject to strict tests and are therefore considered very safe when used properly. Such strict requirements can hardly be implemented in production plants. In addition, much higher mechanical power is often transmitted, which alone entails an increased risk.*

*The unexpected breakdown of drive elements can have an impact on individual machines and ultimately on entire production plants. In the worst case, entire factory buildings are destroyed. In addition, the personnel working on site are subject to increased risk.*

*A condition monitoring system makes a decisive contribution to the early detection of damage and accident sources on mechanical drives. Problem areas can be detected very early. Consequential damage is avoidable. If, for example, a rolling bearing has been found to be damaged in advance, this bearing can be monitored in a targeted manner so that an immediate reaction can be made to even the smallest change. Parallel to this, repair measures can be initiated.*

**Protect your machines, your production facilities and your personnel with condition monitoring from GfM!**

## **Your advantages at a glance:**

- Early detection of damage
- Avoidance of consequential damage
- Avoiding damage to your machines and production equipment
- Minimization of the risk for your deployed personnel



Neben der umweltgerechten Produktion von Energie gehört zum Umweltschutz vor allem auch der sorgsame Umgang mit den natürlichen Ressourcen. Die Förderung von Rohstoffen, deren Transport, die Erzeugung von Stahl und die Fertigung von Wälzlagern und Zahnrädern benötigen viel Energie. Darüber hinaus entstehen Nebenprodukte wie Abgase.

Bei der jahrzehntelang praktizierten Methode der vorbeugenden Instandhaltung werden Teile ersetzt, deren Abnutzungsvorrat bei weitem noch nicht verbraucht ist. Das verursacht nicht nur Kosten, sondern erfordert außerdem Rohstoffe und Energie. Natürlich war diese Herangehensweise lange Zeit die einzig Mögliche.

Doch inzwischen ist die zustandsorientierte Instandhaltung etabliert. Mittels Condition Monitoring kann man genau bestimmen, welche Teile geschädigt sind. Und viel wichtiger, es wird auch dokumentiert, welche Teile ungeschädigt sind und somit eine weitere Kampagne überstehen können.

Gerade bei Wälzlagern übersteigt bei ordnungsgemäßigem Betrieb die tatsächliche Lebensdauer die rechnerische um viele Hundert Prozent. So lassen sich erhebliche Einsparungen erzielen, wenn nicht beispielsweise Aspekte der Sicherheit eine vorbeugende Instandhaltung fordern.



## Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Dokumentieren intakter Antriebselemente
- Weiterbetrieb Ihrer intakten Antriebselemente über die rechnerische Lebensdauer hinaus
- Verlängern der Nutzungsdauer Ihrer Antriebselemente
- Sparen von Ressourcen und Schonen der Umwelt

# Environmental Protection

*In addition to the environmentally friendly production of energy, environmental protection also includes the careful use of natural resources. The extraction of raw materials, their transport, the production of steel and the manufacture of rolling bearings and gear wheels require a lot of energy. In addition, by-products such as exhaust gases are produced.*

*The preventive maintenance method, which has been practiced for decades, replaces parts whose wear and tear stock is far from exhausted. This not only causes costs, but also requires raw materials and energy. Of course, for a long time this approach was the only possible one.*

*But in the meantime, condition-based maintenance has been established. Condition monitoring can be used to determine exactly which parts are damaged. And much more importantly, it also documents which parts are undamaged and can therefore survive another campaign.*

*Particularly in the case of rolling bearings, the actual service life exceeds the calculated service life by many hundreds of percent when operated properly. Considerable savings can be achieved in this way unless, for example, safety aspects require preventive maintenance.*

## **Your advantages at a glance:**

- *Documentation of intact drive elements*
- *Further operation of your intact drive elements beyond the calculated service life*
- *Extending the service life of your drive elements*
- *Saving resources and protecting the environment*



# Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist ein Zukunftsprojekt zur umfassenden Digitalisierung der industriellen Produktion. Der Begriff wurde von der Deutschen Bundesregierung geprägt. Mit der Nummer 4 soll suggeriert werden, dass es sich um die vierte industrielle Revolution handelt. Es geht primär um intelligente, vernetzte Systeme, die zukünftig die industrielle Produktion prägen werden. Trotz anfänglicher Skepsis beobachten wir überwiegendes Interesse, Produktions- und Instandhaltungsprozesse neu zu strukturieren und dazu moderne Werkzeuge einzusetzen.

## Was ist gemeint?

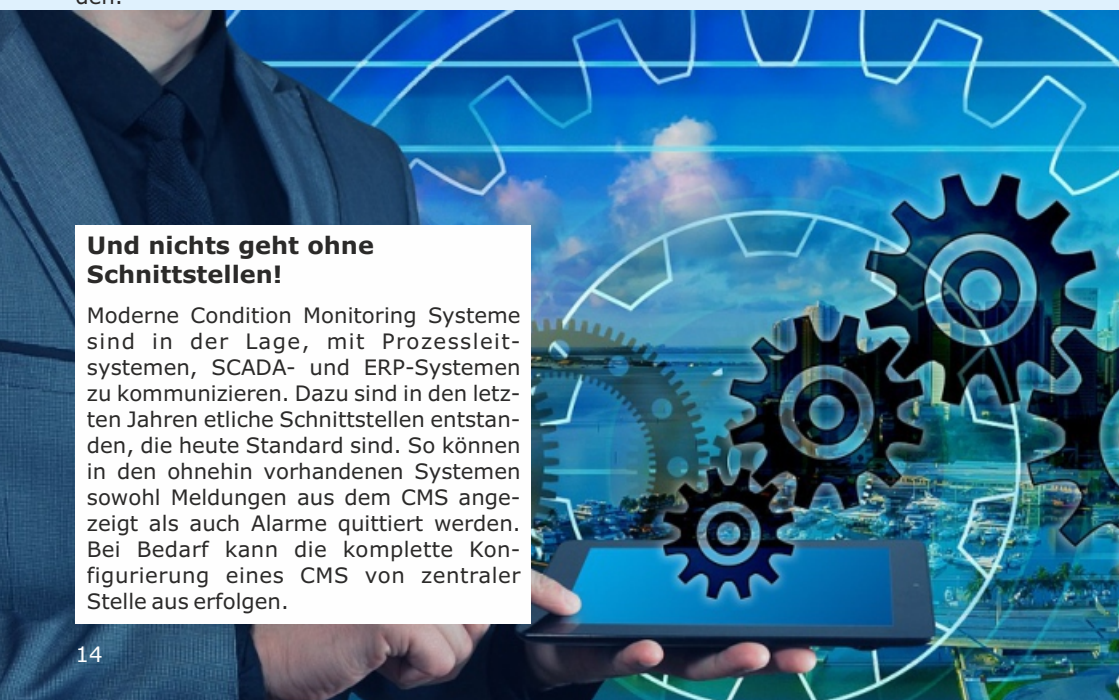
Häufig wird die Mechanisierung mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft als die erste technische Revolution bezeichnet. Die zweite technische Revolution ist dann die Einführung der Massenfertigung mit Hilfe von Fließbändern und Elektroenergie. Die dritte ist die digitale Revolution, geprägt durch den Einsatz von Elektronik und Rechentechnik zur Automatisierung von Produktionsprozessen. Unter der vierten technischen Revolution wird nun die starke Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten Produktion verstanden. Als Beispiel wird häufig die industrielle Serienfertigung bis hinunter zur Losgröße Eins genannt.

## Und was hat das mit Condition Monitoring zu tun?

Die technischen Ansprüche an Produktionsanlagen werden schon durch die Forderung nach Flexibilität enorm steigen. Es war selten so wichtig wie gerade in der heutigen Zeit, den Schädigungszustand einer Maschine frühzeitig zu kennen, um die Zuverlässigkeit für einen beschreibbaren Zeitraum zu sichern. Und hier spätestens kommt Condition Monitoring auch zu Industrie 4.0. Es geht um moderne, auf digitaler Rechentechnik basierende Systeme, die Zustandsinformationen von Produktionsanlagen liefern, die wiederum digital genutzt werden.

## Und nichts geht ohne Schnittstellen!

Moderne Condition Monitoring Systeme sind in der Lage, mit Prozessleitsystemen, SCADA- und ERP-Systemen zu kommunizieren. Dazu sind in den letzten Jahren etliche Schnittstellen entstanden, die heute Standard sind. So können in den ohnehin vorhandenen Systemen sowohl Meldungen aus dem CMS angezeigt als auch Alarme quittiert werden. Bei Bedarf kann die komplette Konfiguration eines CMS von zentraler Stelle aus erfolgen.



# Industry 4.0

Industry 4.0 is a future project for the comprehensive digitalization of industrial production. The term was coined by the German government. The number 4 is intended to suggest that it is the fourth industrial revolution. It is primarily about intelligent, networked systems that will shape industrial production in the future. Despite initial scepticism, we are observing a predominant interest in restructuring production and maintenance processes and using modern tools to do so.

## **What is meant?**

Mechanization using water and steam power is often referred to as the first technical revolution. The second technical revolution is then the introduction of mass production using assembly lines and electrical power. The third is the digital revolution, characterised by the use of electronics and computer technology to automate production processes. The fourth technical revolution is now understood to be the strong individualization of products under the conditions of highly flexible production. Industrial series production down to batch size one is often cited as an example.

## **And what does this have to do with condition monitoring?**

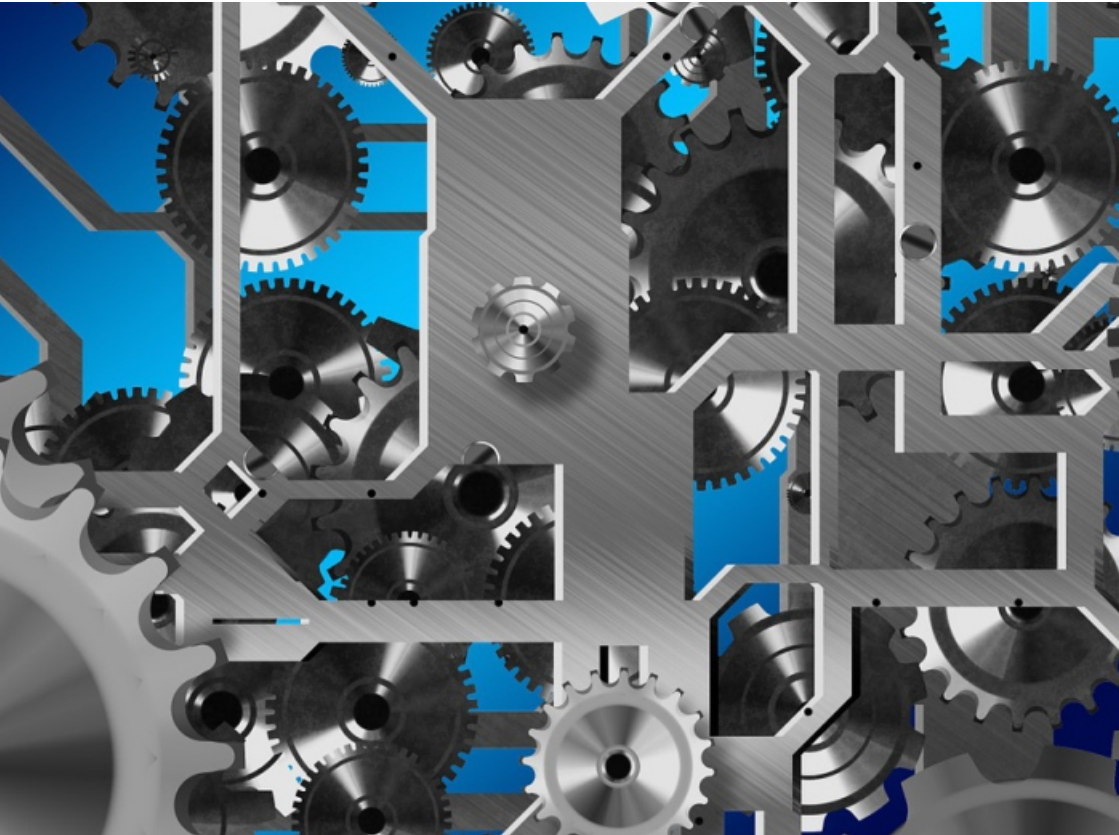
The technical demands on production plants will increase enormously due to the demand for flexibility alone. It has rarely been as important as it is today to know the damage condition of a machine at an early stage in order to ensure reliability for a recordable period of time. And this is where condition monitoring comes in at the latest with Industry 4.0, which is about modern systems based on digital computer technology that provide information on the condition of production plants, which in turn are used digitally.

## **And nothing works without interfaces!**

Modern condition monitoring systems are able to communicate with process control systems, SCADA and ERP systems. In recent years, a number of interfaces have been developed for this purpose, which are now standard. In the systems that already exist, messages from the CMS can be displayed and alarms can be acknowledged. If required, the complete configuration of a CMS can be done from a central location.







# 2

## Anwendungen *Applications*

# Mühlen und Brecher in Zementwerken, Kraftwerken und Minen

In der Industrie findet man verschiedene Typen von Mühlen, z. B. die Vertikalmühle, die Kugelmühle und die Rollenmühle. Angetrieben werden Mühlen meist durch einen oder mehrere Elektromotoren. Zur Drehzahlreduktion werden ein oder mehrere Getriebe verwendet, welche wiederum Stirnradstufen, Kegelradstufen und Planetenstufen enthalten können. Die Kraftübertragung auf die Mühle kann über eine Welle oder einen Zahnkranz erfolgen. Die Wellen sind meist wälzgelagert.

Aber egal welcher Mühlentyp gerade eingesetzt wird, die Mühlen werden in der Regel rund um die Uhr betrieben. Die Antriebsleistungen betragen einige hundert Kilowatt bis hin in den zweistelligen Megawattbereich. Entsprechend hoch ist der Durchsatz an Mahlgut. Und Ersatzteile sind bei derart großen Maschinen in der Regel nicht vorrätig, müssen also bei Bedarf erst bestellt und gefertigt werden. Der Ausfall einer Mühle zieht daher enorme Umsatzeinbußen nach sich.

Ein Online Condition Monitoring System kann Unregelmäßigkeiten im Frühstadium aufdecken. Oft ist aber auch die Dokumentation des Zustands nach Lieferung und Montage von Bedeutung, was mit einer Offline-Diagnose geschieht. Treten dagegen Probleme völlig überraschend auf, kann die Ursache durch die Kombination von Schwingungs- und Drehmomentmessung schnell eingegrenzt werden, ggf. ergänzt durch die Inspektion des Getriebes mittels Sichtprüfung oder Endoskopie.



# Mills and Crushers for Cement Plants, Power Plants and Mines

*In industry, there are different types of mills, e.g. the vertical mill, the ball mill and roller mill. Usually mills are powered by one or more electric motors. For speed reduction one or more gears are used, which in turn may contain spur gear stages, bevel gear stages and planetary stages. Power is transferred to the mill via a shaft or girth gear. The waves are usually mounted on roller bearings.*

*But no matter what type of mill is used, the mills are typically operated around the clock. The drive powers up to a few hundred kilowatts to the double-digit megawatt range. The throughput of ground material is correspondingly high. And usually replacement parts are not available for such large machines and must be ordered and manufactured as needed. Therefore the failure of a mill entails enormous revenue losses.*

*An online condition monitoring system can detect irregularities at an early stage. However, also the documentation of the state after delivery and installation is often of importance. This can be achieved with an offline diagnosis. In contrast to, if there occur any problems surprisingly, the cause can be narrowed down quickly by the combination of vibration and torque measurement, possibly supplemented by the examination of the gear by visual inspection or endoscopy.*



# Krane und Vertikalheber

Krane und Heber werden für viele Anwendungen benötigt. Nicht immer lohnt sich ein aufwändiges Condition Monitoring. Doch Einrichtungen, von denen ein komplexer Produktionsprozess unmittelbar abhängig ist, sind unbedingt überwachungswürdig:

- Schwimmkrane für spezielle Anwendungen mit besonders hoher Tragkraft oder
- Krane in Gießereien, Stahl- und Walzwerken oder
- Containerbrücken in Häfen, aber auch
- Vertikalheber z.B. bei der Automobilfertigung.

Überwacht werden an Kranen die Motoren, die Getriebe, die Trommellager, die Lager der Oberflasche und natürlich die Antriebe und die Laufräder der Kranfahrt und der Katzfahrt. Durch Condition Monitoring, online oder offline, können Unregelmäßigkeiten im Frühstadium erkannt werden. Die Sichtprüfung, falls erforderlich ergänzt durch Endoskopie, kann die Diagnose erhärten. Starke dynamische Erscheinungen lassen sich oft durch einen Drehmomentmessung eingrenzen.

Alle Antriebe von Kranen werden immer nur um bestimmte Distanzen verfahren. Ein Kranhaken kann nur von unten nach oben oder von oben nach unten fahren, aber nicht weiter. Ein Katzfahrwerk kann genauso weit fahren, wie der Kran breit ist, aber nicht weiter. Die verfügbare Zeit für die Datenerfassung ist demnach begrenzt. Anders herum wird eine lange Messzeit benötigt, um eine gute Diagnosequalität zu gewährleisten. Diese Herausforderung hat die GfM gelöst, indem speziell angepasste Triggeralgorithmen für die Messung zum Einsatz kommen.



# Cranes and Vertical Lifters

Cranes and Lifters are required for lots of applications. A sophisticated Condition Monitoring is not always profitable. However, for technical facilities, from which a complex production process directly depends, a monitoring is absolutely needed:

- Floating cranes with extremely high load capacity for special applications, or
- Cranes in foundries, in steel- and roller mills, or
- Container cranes in ports, but also
- vertical lifters e.g. in automobile production.

The motors, the gears, the drum bearings, the bearings of the pulley and of course all drives and wheels of the crane travelling and the trolley travelling, are monitored. By condition monitoring, online or offline, irregularities can be detected at an early stage. Visual inspection, if necessary supplemented by endoscopy, can confirm the diagnosis. Heavy dynamic phenomena can often be described by a torque measurement.

All drives of cranes only run for short distance. A crane hook can only be driven from the bottom up or top-down. The trolley jib can run as far as the crane is wide, but no further. Therefore, the available time for data collection is limited, on the one hand. On the other hand, a long measurement time is required to ensure a good diagnosis quality. This task has been solved by the adaption of specific trigger algorithms.



# Tonnenkupplungen

Tonnenkupplungen dienen der kraftschlüssigen Rotationsübertragung zwischen einem Antrieb und einer Seiltrommel. Diese spezielle Kupplungsform toleriert Fluchtungsabweichungen infolge Durchbiegung der Seiltrommel. Tonnenkupplungen unterliegen aber Verschleißprozessen, deren Kenntnis für die Erhaltung der Betriebssicherheit zwingend notwendig ist.

Die Messung des Verschleißes auf konventionelle Art ist nur zu diskreten Zeitpunkten möglich, bedeutet einen hohen Personalaufwand und auch immer einen Eingriff in den Produktionsprozess. Das rechtfertigt eine technische Lösung, die die GfM mit dem Peakanalyser, dem Online Condition Monitoring System, liefert.

Tatsächlich gemessen werden lediglich die Rotation von Kupplungsgehäuse und Kupplungs-nabe. Die Messungen erfolgen mit hoher Auflösung. So können Winkelveränderungen erfasst werden, die unmittelbar mit dem Verschleißzustand korrelieren.

Die Installation ist denkbar einfach und in kurzer Zeit erledigt. Auch eine nachträgliche Installation an bestehenden Anlagen ist problemlos möglich.



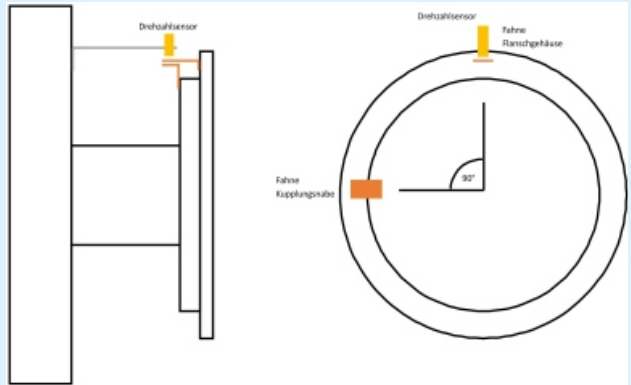
# Drum Couplings

Drum couplings are used for frictional rotation transmission between a drive and a cable drum. This special coupling shape tolerates misalignment due to deflection of the cable drum. However, barrel couplings are subject to wear processes, knowledge of which is absolutely necessary to maintain operational safety.

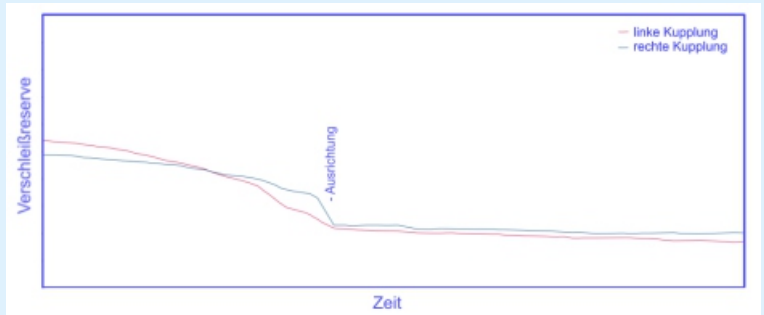
Measuring wear in a conventional way is only possible at discrete points in time, requires a lot of personnel and always involves intervention in the production process. This justifies a technical solution that GfM provides with the Peakalyzer, the online condition monitoring system.

In fact, only the rotation of the clutch housing and clutch hub is measured. The measurements are carried out with high resolution. In this way, angular changes can be recorded that directly correlate with the state of wear.

The installation is extremely easy and can be completed in a short time. Retrospective installation on existing systems is also possible without any problems.



Drehzahlsensor und Fahnen – speed sensor and distance lugs



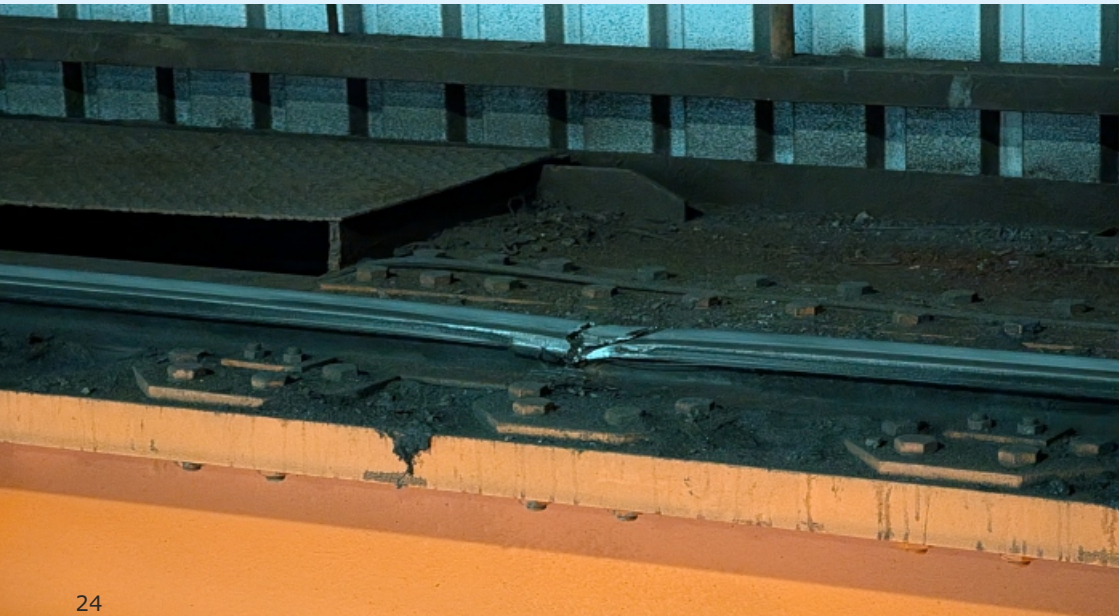
Verschleißreserve über der Zeit – wear reserve depending on time

# Kranbahn

Insbesondere Brückenkrane laufen auf Schienen. Diese fangen zum einen die Traglast des Krans ab, aber ebenso Beschleunigungs- und Bremsprozesse der Brücke sowie quer dazu die der Katze. Wenngleich die Belastung kalkuliert und die Schienensysteme darauf ausgelegt sind, wirken Schädigungsprozesse infolge von Verschmutzung, thermischen Einflüssen und schlicht Materialalterung.

Die regelmäßige Inspektion der Kranbahnen durch Sichtkontrolle ist oft nicht leicht realisierbar, da diese zum Teil schwer zugänglich sind. Doch da sich Unregelmäßigkeiten häufig in bestimmten Bewegungen oder mechanischen Schwingungen äußern, sind sie mit maschinendiagnostischen Werkzeugen detektierbar.

Die GfM hat einen Algorithmus entwickelt, um von der Norm abweichendes Schwingverhalten an Kranbahnen zu erkennen und den Ort exakt zu bestimmen. Ein zweiter Schritt muss dann in der gezielten Begehung der fraglichen Stelle durch das Servicepersonal bestehen, um Anomalien detailliert zu beschreiben und zu beseitigen.





## Crane runway

Overhead cranes in particular run on rails. On the one hand, these absorb the load of the crane, but also the acceleration and braking processes of the bridge as well as those of the trolley. Although the load is calculated and the rail systems are designed to withstand it, damage processes occur as a result of soiling, thermal influences and simply material ageing.

Regular visual inspection of the crane runways is often not easy to carry out, as they are sometimes difficult to access. However, as irregularities often manifest themselves in certain movements or mechanical vibrations, they can be detected using machine diagnostic tools.

GfM has developed an algorithm to detect vibrations on crane runways that deviate from the norm and to determine the exact location. A second step must then consist of a targeted inspection of the location in question by service personnel in order to describe anomalies in detail and eliminate them.



# Papierherstellung und -weiterverarbeitung

In Papiermaschinen gibt es eine Vielzahl von rotierenden Walzen, die letztlich dafür sorgen, dass aus einer flüssigen Rohmasse zwischen Stoffauflauf und Aufroller fertiges, trockenes Papier wird. Die Walzen werden durch verschiedene Motor-Getriebe-Anordnungen in Rotation versetzt.

Schon ein Defekt an nur einer Lagerung kann den Produktionsprozess erheblich stören. Oft muss bei solchen Störungen die Maschine gestoppt und später wieder neu angefahren werden. Dies ist ein recht komplexer Prozess. Daher ist gerade an Papiermaschinen die zustandsorientierte Instandhaltung besonders zu empfehlen.

Modernes Condition Monitoring mit dem Peakalyzer liefert hier einen ganz entscheidenden Beitrag zu besserer Maschinenauslastung und besserer Kosteneffizienz. Aber auch die regelmäßige Offline-Schwingungsdiagnose genügt vielfach, um einen Großteil der Ausfälle zu vermeiden. Bei Papiermaschinen gelegentlich auftretende Drehungleichförmigkeiten lassen sich durch Drehmomentanalysen sehr genau beschreiben und damit einer Ursache zuordnen. Insbesondere für die Überwachung der Getriebe, aber natürlich auch für alle Motor- und Walzenlagerungen ist der Peakalyzer bestens geeignet. Die Sensoren werden an den Messpunkten befestigt und in der Regel per Zwischenklemmkasten mit den Peakanalyzern verbunden.

Die Drehzahl wird an den Antrieben gemessen oder kann auch aus einem Signal eingelesen werden, das aus dem Leitstand zur Verfügung gestellt wird.



# Paper Production and Paper Converting

*There is a variety of rotating rolls in paper machines. They ensure that the liquid raw mixture is transformed to dry paper between headbox and reeler. The rollers are rotating because of different motor-gear assemblies.*

*Even a defect on only one bearing can disrupt the production process considerably. In this case, the machine has to be stopped and later started up again. This is a fairly complex process. Therefore, the predictive maintenance is especially recommended for paper machines.*

*A modern Condition Monitoring with the Peakalyzer provides a decisive contribution to a better machine capacity utilization and improved cost efficiency. But the periodic offline vibration diagnosis is often sufficient to avoid a large percentage of failures. In paper machines sometimes occurring rotational irregularities can be described very accurately by torque analysis and thus assign a cause. The Peakalyzer is ideally suited for monitoring the gearbox, in particular, but also for all motor- and roller bearings. The sensors are attached to the measuring points and usually connected by an junction box with the Peakalyzer.*

*The speed is measured at the drives or can also be imported from a signal that is sent from the control center.*



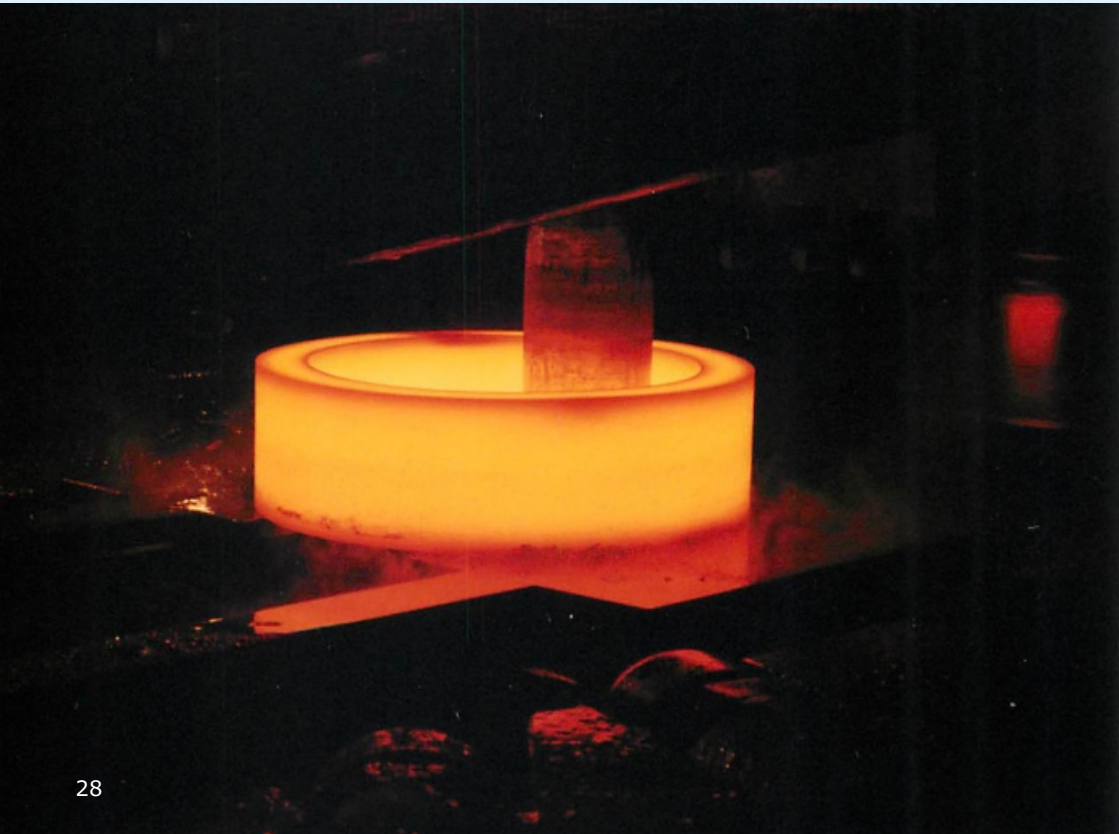
# Walzwerke und Haspelantriebe

Viele Antriebe und noch mehr Walzen in rauer Umgebung, teilweise unter ungünstigen Temperaturbedingungen, sind charakteristisch für Walzwerke. Fällt nur ein Antrieb aus, wird die Produktion empfindlich gestört. Die Drehzahl ist oft variabel. Einige Anlagen laufen im Reversierbetrieb.

Die optimale Lösung zur Sicherung eines weitgehend störungsfreien Betriebes ist die Überwachung durch Online Condition Monitoring Systeme. An den Motoren, Getrieben und Stehlagern bietet sich die Schwingungsdiagnose an. Aber auch Offline-Messungen sind geeignet, um entweder den Zustand einer neuen Anlage zu dokumentieren und eventuelle Unstimmigkeiten zwischen Lieferant und Betreiber zu schlichten, oder um regelmäßig Schädigungszustände zu prüfen.

Sowohl Walzwerke als auch Haspelantriebe werden mit ständig wechselnden Drehzahlen betrieben. Modernes, auf Ordnungsanalyse basierendes Condition Monitoring liefert dennoch zuverlässige Diagnoseergebnisse.

Gerade bei Walzwerken ist manchmal die tatsächliche Belastung nicht ganz eindeutig. Eine Drehmomentmessung und bei Bedarf auch die hochfrequente Analyse der Drehmomente gibt sehr genau Aufschluss über die tatsächliche Belastung einschließlich der Dynamikanteile.



# Rolling Mills and Reel Drives

*Many drives and more rollers in a harsh environment, partially under unfavorable temperature conditions, are characteristic of rolling mills. If just one drive fails, production will be disturbed. The speed is often variable. Some systems run in reversing.*

*The optimal solution for securing a largely trouble-free operation is the monitoring by online condition monitoring systems. For engines, transmissions and pedestal bearings vibration diagnosis is advisable. However, offline measurements are suitable either for documentation of the state of a new plant and for mediating discrepancies between the supplier and the operator, or for checking damage states regularly.*

*Both rolling mills and reel drives are operated at constantly changing speeds. Modern condition monitoring based on order analysis still delivers reliable diagnostic results.*

*In the case of rolling mills in particular, the actual load is sometimes not entirely clear. A torque measurement and, if necessary, the analysis of the torsional vibration provides very precise information about the actual load, including the dynamic components.*



# Konverterlager

Ein Konverter ist ein hitzefester Behälter, in dem bei ca. 1.500 °C Stahl produziert wird. Große Konverter fassen über 300 Tonnen flüssiges Material und werden ca. 50-mal pro Tag neu befüllt. Zum Be- und Entladen muss der Konverter geschwenkt werden. Dies geschieht über Zapfen, die in Wälzlagern geführt sind. Diese Konverterlager führen nur gelegentlich Drehbewegungen aus, die zudem kleiner als eine ganze Umdrehung sind. Gleichzeitig müssen sie eine große statische Last sowie durch den Produktionsprozess hervorgerufene dynamische Belastungen aufnehmen. Dies kann zu Schädigungsprozessen führen, die mit Hilfe eines geeigneten Condition Monitoring Systems diagnostiziert werden können.

Tatsächlich ist die klassische Schwingungsdiagnose mit Beschleunigungssensoren und anschließender Bildung von Spektren und Hüllkurvenspektren dafür eher ungeeignet, weil einerseits keine hinreichend langen Schwingungszeitsignale erfasst werden können und andererseits durch die niedrige Rotationsgeschwindigkeit kaum hochfrequente Schwingungen erzeugt werden.

Die GfM hat für die Diagnose von Konverterlagern ein zuverlässiges Diagnoseverfahren geschaffen und mehrfach erfolgreich eingesetzt. Hierfür werden lediglich der Drehwinkel und Signale von Wegsensoren verwendet. Die Sensorik lässt sich an bestehenden Anlagen nachträglich installieren. Die Analyse der Signale und die zuverlässige Interpretation erfolgt im Online Condition Monitoring System Peakanalyser.

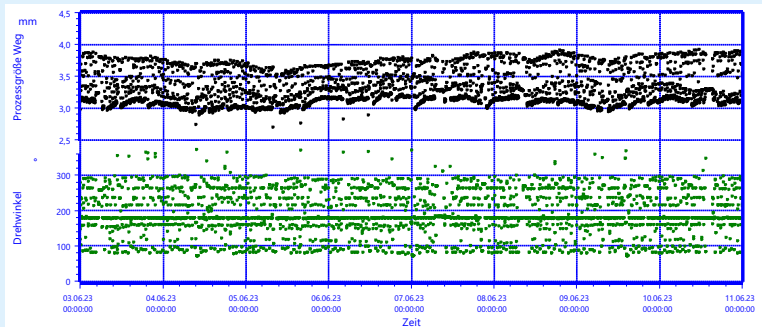


# Converter Bearing

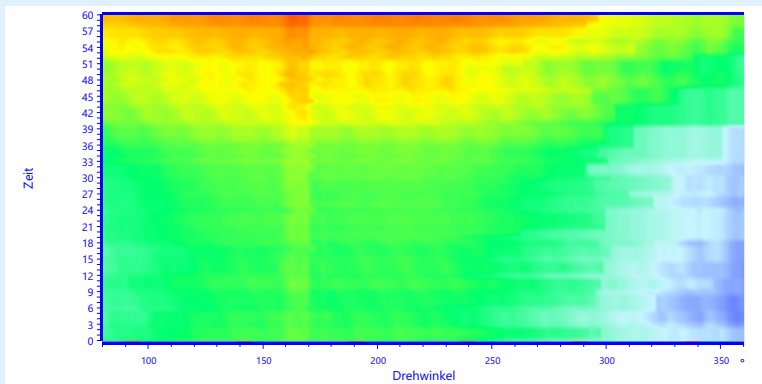
A converter is a heat-resistant container in which steel is produced at around 1,500 °C. Large converters hold over 300 tons of liquid material and are refilled approximately 50 times per day. The converter must be swiveled for loading and unloading. This is done via pins that are guided in rolling bearings. These converter bearings only occasionally perform rotational movements that are also smaller than a full revolution. At the same time, they have to absorb a large static load as well as dynamic loads caused by the production process. This can lead to damage processes that can be diagnosed with the help of a suitable condition monitoring system.

In fact, classic vibration diagnosis with acceleration sensors and subsequent generation of spectra and envelope spectra is rather unsuitable for this. On the one hand, sufficiently long oscillation time signals cannot be recorded. On the other hand, the low rotation speed is the reason why hardly any high-frequency vibrations are generated.

GfM has created a reliable diagnostic procedure for diagnosing converter bearings and has successfully used it several times. Only the angle of rotation and signals from displacement sensors are used for this. The sensors can be retrofitted to existing systems. The signals are analyzed and reliably interpreted in the online condition monitoring system PeakAnalyzer.



Schwingweg und Drehwinkel – displacement and angle of rotation



Schwingweg über Drehwinkel und Zeit – displacement in relation to rotation and time

# Seilbahnen

Egal ob Pendelbahn oder Umlaufbahn, Sesselbahn oder Kabinenbahn, Luftseilbahn oder Standseilbahn, alle haben sie einen Antrieb, der in der Regel aus Motor, Getriebe und Umlaufscheibe besteht.

Fällt ein Antrieb aus, so kann ein wirtschaftlicher Schaden vor allem dadurch entstehen, weil Touristen nicht mehr ins Skigebiet gelangen oder Produktionsbetriebe nicht mehr mit Material versorgt werden. Diesem Szenario vorzubeugen ist die Aufgabe des Condition Monitoring.

Schon eine regelmäßig durchgeführte Offline-Schwingungsdiagnose hilft, unvorhergesehene Ausfällen vorzubeugen. Die höchste Zuverlässigkeit erreicht man natürlich mit Hilfe eines Online Condition Monitoring Systems.





# Cable Cars

No matter if it is an aerial tramway or an orbit tramway, a chair lift or a cable car, an aerial railway or a funicular railway, they all have a drive which usually consists of the engine, the transmission and the circulation disc.

In case of a drive breakdown, an economic loss is generated because tourists no longer go to the ski area or production companies are no longer supplied with material. The task of the Condition Monitoring is to prevent this scenario.

Even a regularly conducted offline vibration diagnosis helps to prevent unexpected shut-downs. The highest possible reliability is achieved of course by means of an online condition monitoring system.



# Hubbrücken, Klappbrücken, Schleusen, Schiffshebewerke, Aufzüge

In vielen technischen Bereichen gibt es Wälzlager, die zwar hohe bewegliche Lasten tragen, deren Rotationsgeschwindigkeit aber sehr niedrig ist. Oft führen solche Lager keine volle Rotation in einem Zug aus, oder die Rotationsgeschwindigkeit unterliegt extremen Schwankungen. Neben den klassischen Schädigungsmechanismen kommt es mitunter zu Mangelschmierung infolge langer Stillstandsphasen, was zusätzlich zu Schädigungen führen kann.

Aufgrund der geringen Rotationsgeschwindigkeit erweisen sich klassische schwingungsdiagnostische Verfahren für eine zuverlässige Diagnose häufig als unbrauchbar.

Die GfM hat ein Verfahren entwickelt, welches die Diagnose von extrem langsam laufenden Lagern erlaubt. Die Messung erfolgt mit Sensoren in unmittelbarer Nähe des zu diagnostizierenden Lagers. Für die Messung muss das Lager mit der maximal möglichen Auslenkung gedreht werden. Die Messergebnisse erlauben die Beurteilung von lokalen Lagerschäden am Innenring, Außenring und Wälzkörpern, soweit Schwingungen auftreten.



# Lift Bridges, Bascule Bridges, Locks, Boat Lifts, Elevators

*In many technical fields there are roller bearings which in the one hand move big loads, but whose rotational speed in the other hand is very low. Often such bearings realize no full rotation in one operation, or the rotational speed is subject to extreme variations. In addition to classical damage mechanisms sometimes it comes to inadequate lubrication due to long standstill phase, which can also lead to damage.*

*Due to the low rotational speed, classic vibration diagnostic methods are often useless for a reliable diagnosis.*

*GfM has developed a method that allows the diagnosis of extremely slow-running bearings. The data acquisition is performed with sensors in the immediate vicinity of the bearing to be diagnosed. For the measurement, the bearing is rotated to the maximum possible deflection. The measurement results allow the assessment of local bearing damage on the inner ring, outer ring and rolling elements, as far as vibrations arise.*



# Tagebaugroßgeräte und Gurtbandförderer

In Tagebauen gibt es beeindruckende Maschinen, die unter widrigen klimatischen Bedingungen komplexe Arbeiten verrichten. Schaufelrad- und Eimerkettenbagger laufen mit geringen Drehzahlen. Sowohl Arbeitsleistung als auch Drehzahlen sind prozessbedingt von Diskontinuität geprägt. Förderbänder sind mehrere Kilometer lang und überwinden Höhenunterschiede, was zu dynamischen Einflüssen führt.

Wenngleich diese Maschinen ausgereift und erprobt sind, treten auch hier mitunter Probleme auf. Zur Feststellung von sich bildenden Schäden an Wälzlagern und Getrieben eignet sich die Schwingungsdiagnose. Diese kann per Offlinemessung oder mit Hilfe eines Online Condition Monitoring Systems erfolgen.

Auch vollkommen unerwartete Probleme kann man mit Hilfe von Schwingungsmessungen, bei Bedarf in Verbindung mit Drehmomentanalysen, schnell eingrenzen. Die GfM bietet hier mit dem Produkt „Troubleshooting“ einen Service an.



# Bucket-Wheel Excavators and Belt Conveyor

*In mines, there are impressive machines that do complex work under adverse climatic conditions. Bucket-wheel and bucket-chain excavators run with low speeds. Performance and speed as well are characterized by discontinuity due to the process. Conveyors are several kilometers long and overcome differences in height, leading to dynamic influences.*

*Although these machines are fully developed and tested, there occur problems as well. To detect arising damages on rolling bearings and gears the vibration diagnosis is suitable. This can be done by an offline measurement or by means of online condition monitoring systems.*

*Also completely unexpected problems can be quickly limited by using vibration measurements, if necessary in connection with torque analyzes. Therefore the GfM offers the service "Troubleshooting " as a product.*



# Werkzeugmaschinen

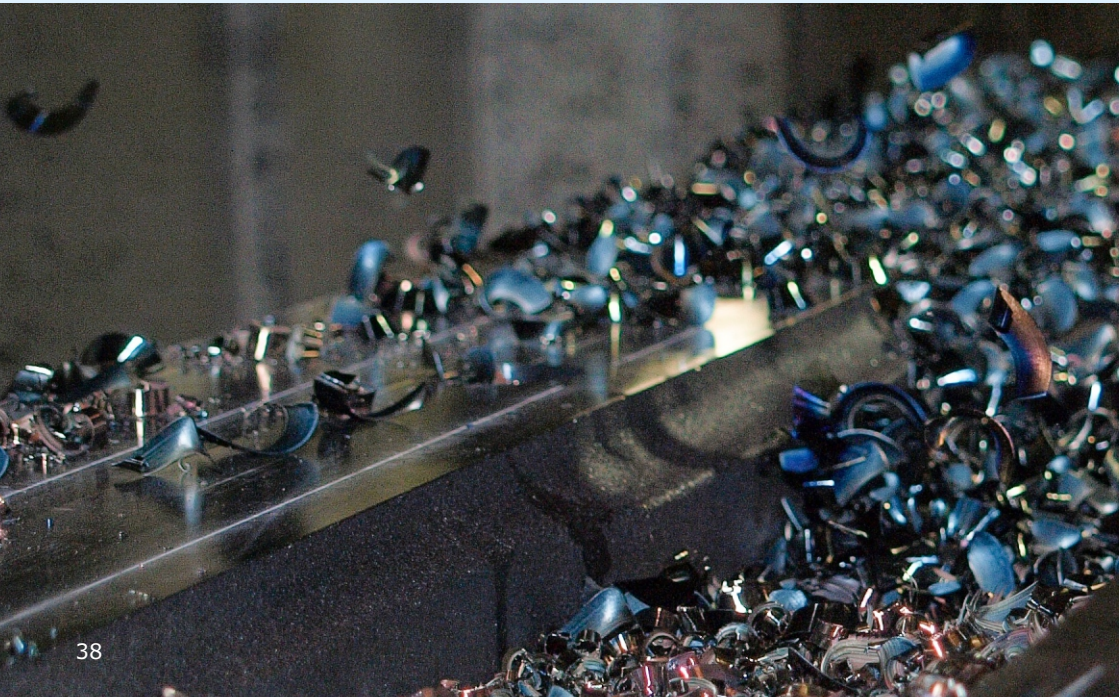
Spindeln in Werkzeugmaschinen weisen im Betrieb meist sehr hohe Drehzahlen auf. Geräusche von Schneid- und Schleifprozessen überlagern die vergleichsweise energiearmen Schallemissionen von Wälzlagerschäden. Zudem sind Wälzlager mitunter vorgespannt. Dies alles ist für die klassische Maschinendiagnose hinderlich.

Wälzgelagerte Werkzeugmaschinen­spindeln werden mit dem Peak­analyser auf das Entstehen von anomalen Betriebszuständen überwacht. Anomale Betriebszustände können die Folge von mechanischen Oberflächenunregelmäßigkeiten oder Mangelschmierung sein.

Das Diagnoseprinzip ist zweistufig und besteht aus der obligatorischen Trendüberwachung von Schwingungskennwerten sowie optional aus der Analyse von kinematischen Schadensfrequenzen.

Zunächst müssen an der ungeschädigten Maschine zulässige Referenzwerte gelernt werden. Im Überwachungsmodus vergleicht der Peak­analyser nun die aktuelle Messung mit den Referenzmessungen und meldet eventuelle Abweichungen, die ein Hinweis für eine Unregelmäßigkeit sein können. Die Meldung erfolgt über einen digitalen Ausgang und bei Bedarf zusätzlich über Profibus. Die Visualisierung kann über eine Signallampe erfolgen. Die kleinste garantierbare Reaktionszeit zwischen Veränderung der Schwingung und Meldung beträgt 1,5 Sekunden.

Um die Vergleichbarkeit der Messungen zu gewährleisten, erfolgt eine Klassierung. Als Klassenparameter werden die Drehzahl und bei Bedarf bis zu 12 weitere Prozessgrößen verwendet. Verglichen werden Messungen dann mit Referenzmessungen derselben Klasse. Wird eine neue Klasse erkannt, zu der noch keine Referenzwerte vorliegen, so werden die ersten Messungen zur Erzeugung von Referenzwerten genutzt. Dabei wird Schadensfreiheit unterstellt.



# Machine Tools

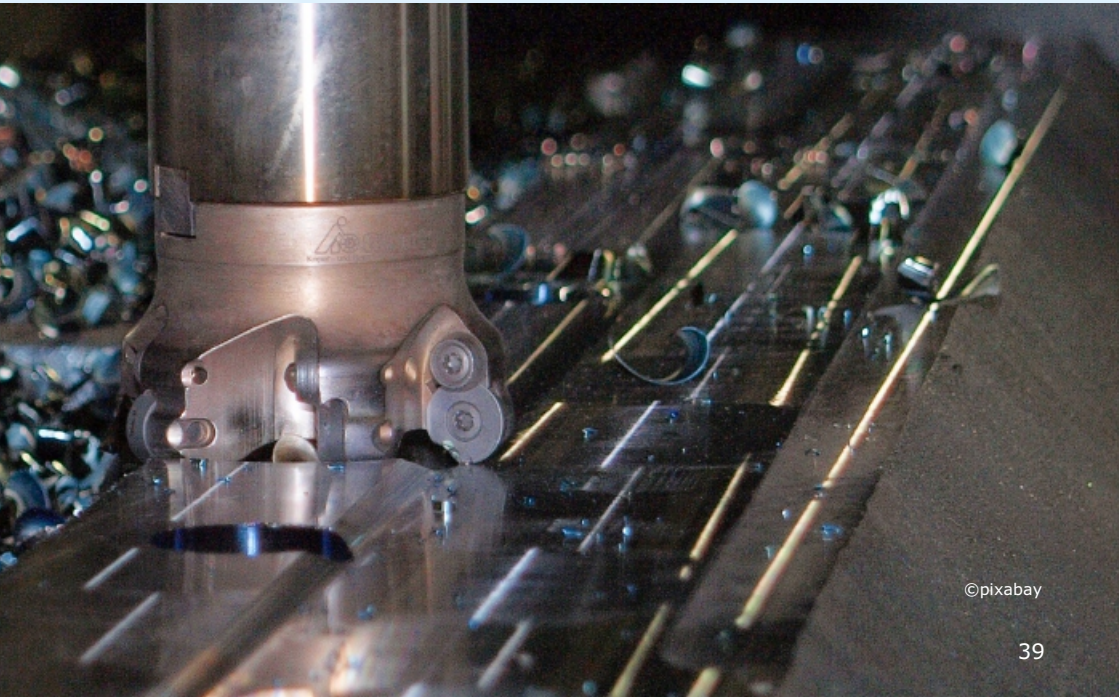
Spindles in machine tools have in operation mostly very high speeds. Noise from cutting and grinding processes are superimposed on the relatively low-energy noise emissions from rolling bearing damages. And roller bearings are sometimes preloaded. All this is an obstacle for the classic machine diagnostics.

Machine tool spindles with rolling bearings are monitored by the Peakalyzer to the emergence of abnormal operating conditions. Abnormal operating conditions can result from mechanical surface irregularities or deficient lubrication.

The diagnostic principle is two-tiered and consists of the obligatory trend monitoring of vibration parameters and optionally of the analysis of kinematic damage frequencies.

First permissible reference values have to be learned on the undamaged engine. In monitor mode, the Peakalyzer now compares the actual measurement with the reference measurements. It signals possible deviations that may be an indication of an irregularity. Signaling takes place via a digital output and if required via Profibus. The visualization can be done via a signal lamp. The smallest of guaranteed response time between changes in the vibration and message is 1.5 seconds.

To ensure the comparability of measurements, a classification is carried out. As class parameters the speed and, if required, additionally up to 12 other process variables are used. The measurements are then compared with reference measurements of the same class. If a new class is detected to which no reference measurements exist, the first measurements are used for generating reference values. In this case a no damage state is assumed.



# Windenergieanlagen

Windenergieanlagen werden oft für eine Betriebsdauer von 20 Jahren konzipiert. Dennoch unterliegen sie spezifischen Belastungen, die der Grund dafür sind, dass einzelne Komponenten des Antriebsstrangs diese Lebensdauer nicht in allen Fällen ohne Wartungsmaßnahmen erreichen. Um dennoch gute Erträge zu erwirtschaften, ist es wichtig, eine zustandsorientierte Instandhaltung zu realisieren.

Gerade bei Windenergieanlagen gehören Condition Monitoring Systeme daher quasi zum Standard. Mit ihnen ist es möglich, folgende Unregelmäßigkeiten rechtzeitig zu erkennen:

- Wälzlagerschäden und Unwucht am Hauptlager,
- Schäden an Zahnrädern und Wälzlagern am Getriebe,
- Schäden an Wälzlagern und Unwucht am Generator sowie
- alle Ausrichtfehler.

Neben der Überwachung des Triebstrangs durch schwingungsdiagnostische Verfahren ist bei vermuteten Unregelmäßigkeiten eine Sichtkontrolle - insbesondere des Getriebes - sinnvoll. Der überwiegende Teil der Getriebe an Windenergieanlagen ist tatsächlich jedoch nur per Videoskop einsehbar. Die GfM bietet diesen Service an.

Ebenfalls nützlich ist die Diagnose der Rotorblattlager - ein Service der GfM.

Letztlich gab es in den vergangenen Jahren zunehmend Meldungen über Alterungserscheinungen an den Fundamenten. Die GfM bietet Messungen an, die die Dynamik zwischen Fundament und Fundamenteinbauteil als Indikator für den Schädigungszustand beschreiben.





# Wind Turbines

*Wind turbines are developed for an operating time of 20 years. Nevertheless, they are subject to specific loads, which are the reason, why some components of the drive train do not reach their life expectancy without any maintenance works. However, to generate good returns, it is important to implement a predictive maintenance.*

*That´s why, condition monitoring systems are already a standard feature in wind turbines. So, it is possible to detect irregularities, in time:*

- bearing damages and imbalance on the main bearing,*
- damages on gears and bearings of the gearbox,*
- damages on bearings and imbalance of the generator, and*
- all alignment faults.*

*In addition to monitoring the drive train by means of vibration diagnostic procedures, a visual inspection - especially of the gearbox - is useful in case of suspected irregularities. However, the majority of gearboxes on wind turbines can actually only be viewed via videoscope. GfM offers this service.*

*Also useful is the diagnosis of the rotor blade bearings - a service offered by GfM.*

*Finally, in recent years there have been increasing reports of signs of aging on the foundations. GfM offers measurements that describe the dynamics between concrete foundation and embedded steel ring as an indicator of the state of damage.*



# Wasserkraftanlagen

Mit Hilfe von Laufwasserkraftwerken, Speicherwasserkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken wird elektrische Energie erzeugt, wobei die beiden Letztgenannten durch ihre Fähigkeit zur Energiespeicherung einen Anteil an der gemäß Lastgang bedarfsgerechten Energieerzeugung haben. Wenngleich sich der antriebstechnische Aufbau der Anlagen seit Jahren bewährt hat, unterliegen auch sie Schädigungsprozessen, die, wenn sie unbemerkt bleiben, zu unvorhersehbaren Ausfällen führen können. Durch schwingungsdiagnostische Untersuchungen kann das Risiko für solch einen spontanen Ausfall erheblich reduziert werden.

Durch Online Condition Monitoring werden alle Schäden rechtzeitig erkannt, die zu mechanischen Schwingungen führen. Das sind geschätzt 98 Prozent aller Schädigungen. So werden Folgeschäden effizient vermieden. Die Installation eines Online Condition Monitoring Systems ist in der Regel in wenigen Stunden erledigt. Für die Betreuung des Systems kann der Anlagenbetreiber die GfM oder einen Dritten beauftragen oder dies selbst erledigen. Durch die automatische Arbeitsweise des Peakanalyzers sind lediglich Kenntnisse der Antriebstechnik, nicht aber der Maschinendiagnostik erforderlich.

Mobile Systeme sind ebenso erfolgreich, wenn sie im richtigen Moment zum Einsatz kommen. Die Analyse der Daten mobiler Messungen dagegen erfordert in der Regel ein gewisses Maß an Diagnosewissen. Das kann man sich aneignen oder eben die GfM oder einen Dritten beauftragen.



# Hydropower Plants

*By means of run-of-river power plants, storage hydropower plants and pumped storage power plants, electrical energy is generated, with the latter two contributing to the demand-based energy generation due to their ability to store energy. Although the drive design of the systems has proven itself for years, they are also subject to damaging mechanisms which, if they go unnoticed, can lead to unforeseeable failures. Vibration diagnostic examinations can significantly reduce the risk of such a spontaneous failure.*

*Online condition monitoring detects all damage that leads to mechanical vibrations, in time. That is an estimated 98 percent of all damage. In this way, consequential damage is efficiently avoided. The installation of an online condition monitoring system is usually done in a few hours. The operator can commission GfM or a third party to monitor the system, or do this themselves. Due to the automatic mode of operation of the peak analyzer, only knowledge of drive technology is required, no knowledge of machine diagnostics.*

*Mobile systems are just as successful when they are used at the right moment. The analysis of data from mobile measurements, on the other hand, usually requires a certain amount of diagnostic knowledge. You can learn it or commission GfM or a third party.*



# Prüfstandsüberwachung

Mit dem Paket Prüfstandsüberwachung ist es möglich, mit dem Peakanalyser komplexe Messaufgaben im Rahmen von Prüfläufen von Antriebskomponenten zu realisieren. Über einen grafischen Editor wird die Oberfläche des Panels konfiguriert. Dazu gehören

- Kennwerte
- Prozessgrößen
- digitale Ausgänge
- Gruppierungselemente
- Alarmansichten für Kennwerte, Prozessgrößen und die Tiefendiagnose
- eine Box mit Steuerelementen und Statusanzeigen.

Mit Hilfe des Berichtsgenerators ist es möglich, automatisiert Protokolle zu Prüfläufen zu generieren.

Eine Besonderheit ist die Möglichkeit, Vorschädigungen zu tolerieren. Das ist sinnvoll, um regelmäßig Prüfläufe an Antrieben durchzuführen, die bereits im Feld eingesetzt waren und lediglich für eine weitere Kampagne ertüchtigt werden sollen.



# Test Bench Monitoring

With the Test Bench Monitoring package, it is possible to use the Peakalyzer to implement complex measurement tasks as part of test runs of drive components. The panel interface is configured using a graphical editor. This includes

- characteristic values
- process variables
- digital outputs
- grouping elements
- alarm views for characteristic values, process variables and the depth diagnosis
- a box with control elements and status displays.

With the help of the report generator, it is possible to automatically generate reports for test runs.

A special feature is the ability to tolerate previous damage. This makes sense in order to carry out regular test runs on drives that have already been used in the field and only need to be upgraded for another campaign.







# 3

## Systeme *Systems*

# PeakStore5

## Mobile Schwingungsmessung

Mit dem PeakStore5 können kinderleicht Schwingungsmessungen durchgeführt werden. Die Sensoren werden mit Magneten an der Maschine angebracht, und der PeakStore5 wird gestartet. Das Ganze dauert ein paar Minuten. Dann packt man die Sensoren wieder ein, protokolliert die Messung und ist fertig.

Die Datenerfassung erfolgt mit bis zu 12 Schwingungskanälen und einem Drehzahlkanal. Bei vielen Antrieben ist es nun nicht mehr erforderlich, Sensoren umzusetzen, damit alle erforderlichen Messpositionen bedient werden. Außerdem lässt sich der PeakStore5 über eine App auf einem Smartphone fernsteuern, so dass sich während der Messung kein Personal unmittelbar an der Maschine aufhalten muss.

Die Diagnose erfolgt vorzugsweise per Ordnungsanalyse. So haben Drehzahlwelligkeiten keinen Einfluss, und die Messergebnisse sind absolut zuverlässig.

Die Bedienung wird über einen vollwertigen integrierten Tablet-PC und die Software PAM realisiert. Dort kann man sich die Messdaten direkt ansehen und diese vor Ort analysieren. Man kann aber auch Zusatzinformationen wie Fotos und Messprotokolle speichern. Oder man versendet alle Daten direkt an einen Dienstleister zur Analyse.

Es können Messzeiten von 1,5 s bis zu 164 s sowie unbestimmt eingestellt werden. Bei der unbestimmten Messzeit können bei 12 Kanälen mit je 51,2 kHz Abtastrate ca. 4 Stunden Messdaten aufgezeichnet werden.





# PeakStore5

## Mobile Vibration Measurement

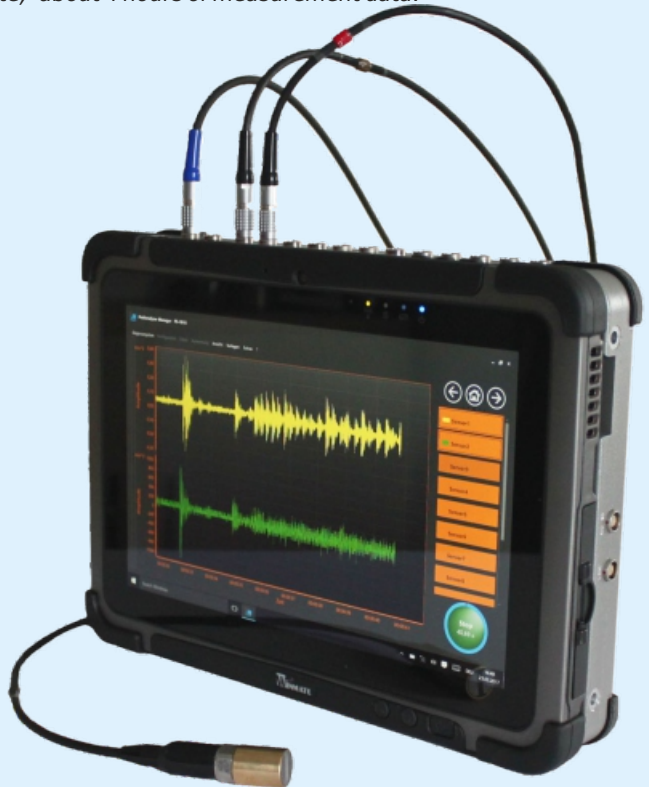
Vibration measurements can easily be performed by the PeakStore5. The sensors have to be attached with magnets at the engine. Now, the PeakStore5 has to be started. The whole process just takes a few minutes. Then, you simply put back the sensors in the case again and log the measurements and is done.

The data collection is carried out with up to 12 vibration channels and one speed channel. At many drives, it is no longer necessary to implement sensors, to operate all necessary measuring positions. Furthermore, the PeakStore5 can be remote controlled via an app on a smartphone, so that no staff needs to be directly near the machine during the measurement.

Diagnosis is done preferably by order analysis. So, speed ripples have no influence, and the measuring results are absolutely reliable.

The operation is realized by a full-fledged integrated tablet PC and the software PAM. There you can look at the data directly and analyze it locally. But you can also store additional information such as photographs and measurement protocols. Or you ship all data directly to a service provider for analysis.

Measurement times of 1.5 seconds up to 164 seconds and indefinite measurement times as well can be set. In case of the indefinite measurement time you can record with 12 channels, each with 51.2 kHz sampling rate, about 4 hours of measurement data.



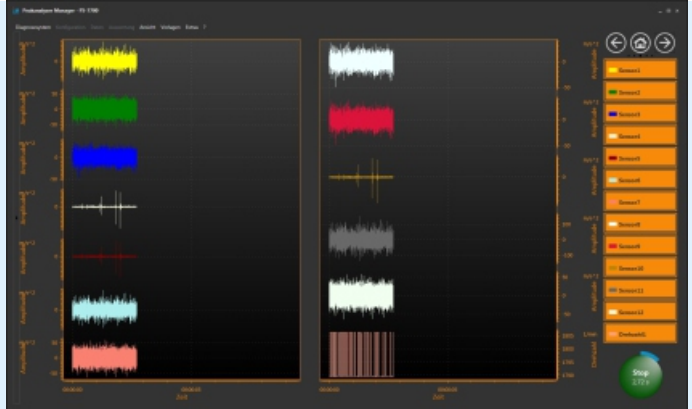


# PeakStore5

## Mobile Vibration Measurement

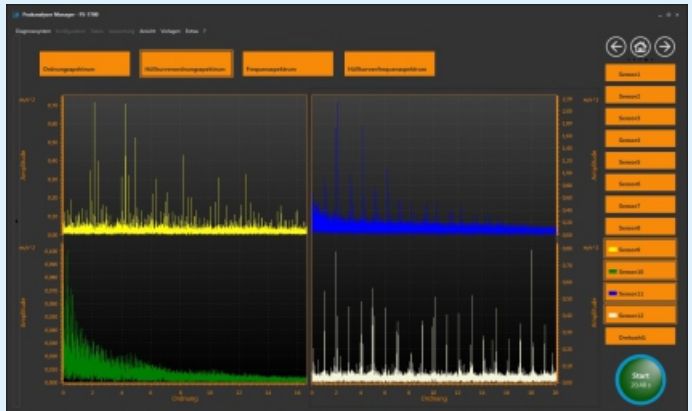
Schon während der Messung können Zeitsignale einzeln oder in beliebigen Gruppen angezeigt werden.

*Already during the measurement, time signals can be displayed individually or in any groups.*



Auch Spektren, Ordnungsspektren, Hüllkurvenspektren und Hüllkurvenordnungspektren werden schon während der Messung berechnet.

*Spectra, order spectra, envelope spectra and envelope order spectra are also calculated during the measurement.*



Ist ein Access-Point vorhanden, können die gesamten Daten direkt nach der Messung auf einen FTP-Server exportiert werden.

*If an access point is available, the entire data can be exported to an FTP server immediately after the measurement.*

The screenshot shows the 'Exportieren' (Export) dialog box in the PeakStore5 software. It includes a 'Speicherpfad' (Storage path) field with 'E:\' entered and a 'Durchsuchen' (Browse) button. There are four checkboxes: 'Alle Messdaten in einer Datei zusammenfassen' (checked), 'Ausgabedatei komprimieren' (checked), 'Messdaten nach Export löschen' (unchecked), and 'FTP-Upload aktivieren' (checked). Below these are fields for 'Servername' (ftp.strato.com), 'Benutzername' (temp3@maschinendiagnose.de), and 'Passwort' (masked with dots). 'OK' and 'Abbrechen' (Cancel) buttons are at the bottom.

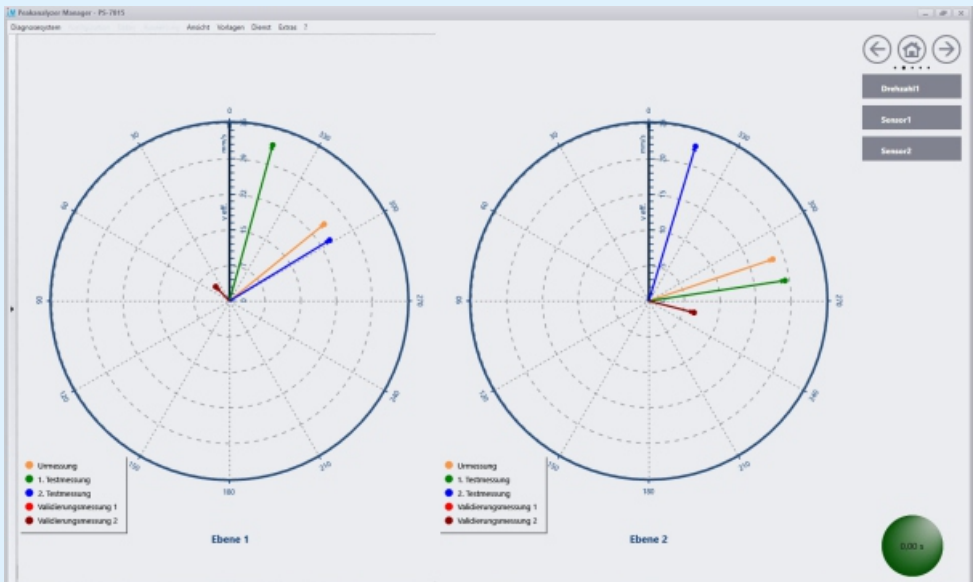
# PeakStore5

## Betriebswuchten

Das Auswuchtmodul ist als separate Lizenzoption zum PeakStore5 erhältlich und ermöglicht das Auswuchten einer Maschine mit ein oder zwei Ausgleichsebenen. Die Berechnung der Auswucht-Gütestufe erfolgt nach DIN ISO 21940-11. Da das Auswuchten per Ordnungsanalyse erfolgt, kann hochpräzises Auswuchten selbst bei variabler Drehzahl durchgeführt werden.

Die Berechnung der Auswucht-Gütestufe kann auf der Grundlage von Schwingbeschleunigungs- und Schwinggeschwindigkeitssignalen erfolgen. Test- und Ausgleichsmassen können sich an festen oder variablen Positionen an unterschiedlichen Rotorradien befinden. Es kann auch das Entfernen von Massen berechnet werden.

Um eine optimale Minimierung der Restunwucht des Rotors zu erreichen, sind bis zu fünf Validierungsmessungen möglich, bei der jeweils neue Auswucht-Gütestufen und Ausgleichsmassen berechnet werden. Übersichtliche Polardarstellung fassen die Ergebnisse des gesamten Auswuchtvorgang zusammen. Der gesamte Auswuchtvorgang wird in einem Auswuchtprotokoll vollständig protokolliert.



# PeakStore5

## Onsite Balancing

*The balancing module is available as a separate license option to the PeakStore5 and allows balancing a machine with one or two balancing planes. The calculation of the balancing quality level is in accordance with DIN ISO 21940-11. Since the balancing is done by order analysis, high-precision balancing can be performed even at variable speed.*

*The calculation of the balancing quality level may be based on vibration acceleration and vibration velocity signals. Test and balancing weights may be at fixed or variable positions at different rotor radii. It can also calculate the removal of masses.*

*In order to achieve optimal minimization of rotor residual imbalance, up to five validation measurements are possible, each calculating new balancing quality levels and balancing weights. Clear polar representation summarizes the results of the entire balancing process. The entire balancing process is fully logged in a balancing report.*



# PeakStore5

## Technische Daten

### Signaleingänge:

- 12 oder 8 oder 4 Eingänge für Beschleunigungsaufnehmer (IEPE) oder Sensoren mit Spannungsausgang ( $\pm 10$  V), Abtastfrequenz für jeden Kanal separat einstellbar bis 51,2 kHz, Bandbreite 0,1 Hz ... 20 kHz (-3 dB) @ 51,2 kHz, Amplitudenauflösung 24 Bit, vierpolige LEMO-Steckverbinder mit automatischer Ver- und Entriegelung
- 2 Drehzahleingänge, Abtastfrequenz 5 kHz, Zählfrequenz 16 MHz, dreipolige LEMO-Steckverbinder

### Datenerfassung:

- zeitgleiche Erfassung aller Kanäle
- Messzeiten: 8 verschiedene Messzeiten von 1,5 s bis 164 s oder unbegrenzt, Messung automatisiert wiederholbar
- Starten und Stoppen über eine separate Funktionstaste oder Touch-Bedienung
- Anzeige der Drehzahl
- Anzeige der effektiven Schwinggeschwindigkeit aller Kanäle im Sekundenintervall
- Anzeige der Messzeit und der Messkonfiguration
- Darstellung von Zeitsignalen und Ordnungsspektren während der Messzeit
- Smartphone App zur Fernsteuerung der Messung und Anzeige von Effektivwerten und Drehzahlen
- Routenfunktion: Aus der Kombination von Konfiguration und Maschine können Routenpunkte definiert und zu Messrouten zusammengefasst werden. Während der Messung können Routenpunkte beliebig übersprungen oder wiederholt werden.

### Speichermedium:

- interne SSD Festplatte mit 30 GB freiem Speicher, für 300 Messungen mit 41 s
- externer Datenspeicher anschließbar

### Datenaustausch:

- Das Auslesen und das Anzeigen der Messdaten erfolgt mit der Software Peakanalyzer Manager direkt auf dem Tablet.
- Exportieren der Messdaten auf einen USB-Stick, auf ein Netzlaufwerk oder auf einen FTP-Server.

### Stromversorgung:

- 12...19 V DC
- interner Lithium Ionen Akku mit bis zu 5,5 h Laufzeit
- 1 Anschluss für externe Sensorversorgung, bspw. 24 V DC Akku für Wegsensoren, zweipoliger LEMO-Steckverbinder

### Abmessungen:

- PeakStore5: H/B/T: 198/272/45 mm, ~2,5 kg

### Temperaturen:

- Betriebstemperatur: 5 °C ... 40 °C
- Lagertemperatur: -20 °C ... 70 °C

### Software:

- Peakanalyzer Manager (Lieferumfang)

Eine Abtastfrequenz von über 50 kHz scheint erst einmal hoch zu sein. Mit dieser sind theoretisch Sinusschwingungen bis zu einer Frequenz von 25 kHz erfassbar. Praktisch wird dieser Wert wegen der Charakteristik des unvermeidbaren Antialiasingfilters niedriger liegen.

Für die Wälzlagerdiagnose nutzt man die Hüllkurvenanalyse. Dadurch werden die von Wälzlagerschäden erzeugten Stoßimpulsfolgen extrahiert, welche per Faltung mit beliebigen Systemeigenschwingungen verknüpft sind.

Diese Systemeigenschwingungen sind die eigentlichen Transporteure der Diagnoseinformation von der Schadstelle zum Beschleunigungssensor. Die Qualität dieser Systemeigenschwingungen hat maßgeblichen Einfluss auf die Qualität der Diagnose an sich.

Die Frequenzen dieser Systemeigenschwingungen sind zwar bestimmbar, aber in der Regel von Maschine zu Maschine verschieden. Praktisch erzielt man die besten Diagnoseerfolge, indem man möglichst breitbandig misst. Daraus resultiert die relativ hohe Abtastfrequenz von 50 kHz beim PeakStore5.

# PeakStore5

## Technical Data

### Signal inputs:

- 12 or 8 or 4 inputs for accelerometers (ICP) or sensors with voltage output ( $\pm 10$  V), sampling frequency for each channel separate up to 51.2 kHz, bandwidth 0.1 Hz ... 20 kHz (-3 dB) @ 51.2 kHz, 24-bit amplitude resolution, four-pole LEMO connector with automatic locking and unlocking
- 2 speed inputs, sampling frequency 5 kHz, count frequency 16 MHz, three-pole LEMO connector

### Data acquisition:

- Simultaneous recording of all channels
- 8 different measurement times of 1.5 s to 164 s or unlimited, measurement automated repeatable
- Start and stop via separate function key or touch control
- Display of the speed
- Display of r.m.s. of vibration velocity of all channels in a second interval
- Display of the measurement time and the measurement configuration
- Display of time signals and order spectra during the measurement
- Smartphone App for remote control of the measurement and display of r.m.s. of vibration velocity and speed
- Route function: Based on the combination of configuration and machine, route points can be defined and combined into measurement routes. During the measurement, route points can be skipped or repeated as required.

### Storage medium:

- internal SSD hard disk with 30 GB free space, for 300 measurements with 41 s
- external data storage usable

### Data exchange:

- Reading and displaying of the measurement data is done with the software Peakalyzer Manager directly on the tablet
- Export of measurement data to an USB stick, a network drive or a FTP-Server.

### Power supply:

- 12...19 V DC
- Internal lithium-ion battery with up to 5.5 hours run time
- 1 connector for external sensor supply, e.g. 24 V DC battery for distance sensors, two-pole LEMO connector

### Dimensions:

- PeakStore5: H/W/L: 198/272/45 mm, ~2.5 kg

### Temperatures:

- Operating temperature: 5 °C ... 40 °C
- Storage temperature: -20 °C ... 70 °C

### Software:

- Peakalyzer Manager (included)

A sampling frequency of more than 50 kHz seems to be rather high. However, sinusoidal vibrations are detectable up to a frequency of 25 kHz. In practice, this value will be lower, because of the characteristic of the antialiasing filter.

Envelope analysis is used for the bearing diagnosis. Envelope analysis is capable to extract the force pulses, which are generated through bearing damages. These force pulses are linked with the natural vibrations of the whole system via convolution.

This natural vibrations of the system are the really carriers of the diagnostic information from the damage to the acceleration sensor. The quality of this natural vibrations has a significant influence on the quality of the diagnosis, itself.

The frequencies of these natural vibrations are determinable, but usually different from machine to machine. In practice, the best diagnosis results are achieved, through broadband measurements. This results in the relatively high sampling frequency of 50 kHz of the PeakStore5.

# PeakStore5

## Zubehör



Dieser stabiler Tragekoffer bietet Platz für den PeakStore5, die Sensorik, das Netzteil und die Fernbedienung. [PSZ-Koffer]

*This sturdy carrying case offers space for the PeakStore5, the sensors, the power supply and the remote control. [PSZ-case]*



Der flexible Drehzahlsensorhalter „Gorillapod®“ ist mit Magnetfüßen ausgestattet und ermöglicht es, den Drehzahlsensor in praktisch jeder Umgebung zu fixieren. [SZ-Gorillapod 3K]

*The flexible speed sensor holder "Gorillapod®" is equipped with magnetic feet and enables the speed sensor to be fixed in practically any situation. [SZ-Gorillapod 3K]*

Der Tragegurt mit schnell lösbaren Befestigungsbolzen wird wahlweise an dessen Unter- oder Oberseite des PeakStore5 befestigt. [PSZ-Tragegurt]

*The carrying strap with quick-release fastening bolts is optionally attached to the bottom or top of the PeakStore5. [PSZ-strap]*



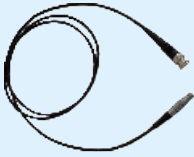
Die akkubetriebene, externe Bluetooth-Tastatur (QWERTZ) mit integriertem Touchpad empfehlen wir für die Auswertung von Messdaten direkt auf dem PeakStore5. [PSZ-Tastatur] Ergänzend empfehlen wir externe Bluetooth-Maus. [PSZ-Maus]

*The rechargeable, external Bluetooth keyboard (QWERTZ) with integrated touchpad is recommended for analyze measurement data directly on the PeakStore5. [PSZ-keyboard] In addition, the external Bluetooth mouse is recommended. [PSZ-mouse]*



# PeakStore5

## Equipment



Adapter zum Anschluss von BNC-Kabeln an die LEMO-Sensoreingänge. [PSZ-BNC]

*Adapter for connecting BNC cables to the LEMO sensor inputs. [PSZ-BNC]*

Adapter zum Anschluss des PeakStore5 an einen USB 3.0-Port. Damit kann der PeakStore5 auch ohne Tablet an einem normalen PC betrieben werden. [PSZ-USB]

*Adapter for connecting the PeakStore5 to a USB 3.0 port. Thus, the PeakStore5 can be operated without a tablet on a normal PC. [PSZ USB]*



Adapterkabel zur Bereitstellung von 24 V für Sensoren mit zusätzlicher Spannungsversorgung über einen USB-Port. Wahlweise direkt über den USB-Port des Tablets oder einem zusätzlichen Akku.

max. Strom bei Versorgung über Tablet: 200 mA

max. Strom bei Versorgung über Akku: 420 mA

Der Adapter kann bei Anschluss an einen Akku bis zu 12 Wegsensoren versorgen. [PSZ-DC]

*Adapter cable for providing 24 V for sensors with additional power supply via a USB port. Optionally directly via the USB port of the tablet or an additional battery.*

*max. power when supplied via tablet: 200 mA*

*max. power when supplied by battery: 420 mA*

*The adapter can supply up to 12 displacement sensors when connected to a battery. [PSZ-DC]*

Akkubetriebener WLAN Access Point für die Fernbedienung des PeakStore5. Voraussetzung ist die PeakStore Remote App für Android oder iPhone auf einem Smartphone. Erhöht die Reichweite zwischen PeakStore5 und Smartphone auf bis zu 200 m. Bis zu 4 Stunden Akkulaufzeit; inklusive USB-Ladekabel. [PSZ-Fernbedienung]

*Battery-powered WLAN access point for the remote control of the PeakStore5. Prerequisite is the PeakStore Remote App for Android or iPhone on a smartphone. Increases the range between PeakStore5 and Smartphone up to 200 m. Up to 4 hours of battery life; including USB charging cable. [PSZ-RemoteControl]*



# Peakanalyser

## Vollautomatisches Online Condition Monitoring System

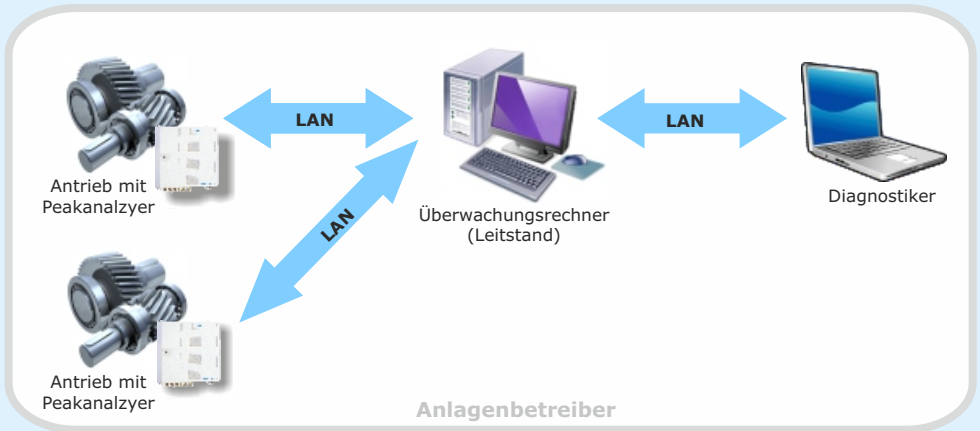
Der Peakanalyser überwacht die Schwingungen eines Antriebs. Aus gemessenen Zeitsignalen werden Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren gebildet. Diese werden auf Muster untersucht, die für Schäden an Antrieben typisch sind. Und wenn dies der Fall ist, gibt's einen Alarm. Das alles geschieht vollkommen automatisch, ohne menschliches Zutun.

Der Alarm beinhaltet eine Klartextmeldung, die die erkannte Unregelmäßigkeit leicht verständlich beschreibt. Hier tritt nun das erste Mal der Mensch in Aktion, der diesen Alarm quittieren sollte.

Zwischen dem ersten Alarm und dem tatsächlichen Ausfall eines Antriebselements vergeht in den meisten Fällen noch sehr viel Zeit. In der Regel wird man das „Wachsen“ eines Schadens beobachten, während man parallel die Instandsetzung organisiert.

Außer der sehr aussagefähigen Klartextmeldung gibt es natürlich die Möglichkeit, sich alle Daten anzusehen, die zu dem Alarm geführt haben. Dies sind Spektren und Hüllkurvenspektren, Wasserfalldarstellungen und Spektrogramme oder eben der Verlauf der Amplitude einer bestimmten Frequenzlinie über der Zeit. So können Diagnoseexperten ihre spezifischen Erfahrungen einbringen.

Die Betreuung des Peakanalyzers kann der Anlagenbetreiber selbst vornehmen. Alternativ kann die GfM beauftragt werden oder ein unabhängiger Dritter.



# Peakalyzer

## Fully Automated Online Condition Monitoring System

The Peakalyzer monitors the vibrations of a drive, fully autonomously. Spectra and envelope spectra are composed of the measured time signals. These spectra will be analyzed regarding to pattern, that are typical for damages on drives. And if this is the case, the system generates an alarm. So far, no action is required.

The alarm includes a plaintext, that describes the detected irregularity in a simple way. This is the first time, a human action is required to confirm the alarm.

If the Peakalyzer has detected a typical damage pattern and has generated an alarm, then there is still enough time until the actual breakdown of the drive. In general, you will observe the "growth" of a damage, while organizing the maintenance works, simultaneously.

Except for the very meaningful plaintext, there is also the opportunity to see all the data, that led to the alarm. These are spectra and envelope spectra, waterfall displays and spectrograms or just the profile of the amplitude of a particular frequency line as a time plot. So diagnosis experts can contribute their specific experiences.

The plant operator can supervise the Peakalyzer, himself. Alternatively, GfM can be mandated with the supervision or also a independent third company.

### Typische Schäden:

- Wälzlagerdefekte
- Unregelmäßigkeiten an Zahnrädern
- Fehler an Wellen
- Unwucht
- Ausrichtfehler
- sonstige Unregelmäßigkeiten

### Typical Damages:

- roller bearing defects
- irregularities of gears
- failures on shafts
- imbalances
- alignment failures
- other irregularities

# Peakanalyzer

## Vollautomatisches Online Condition Monitoring System

### Hohe Diagnosezuverlässigkeit durch innovative Algorithmen:

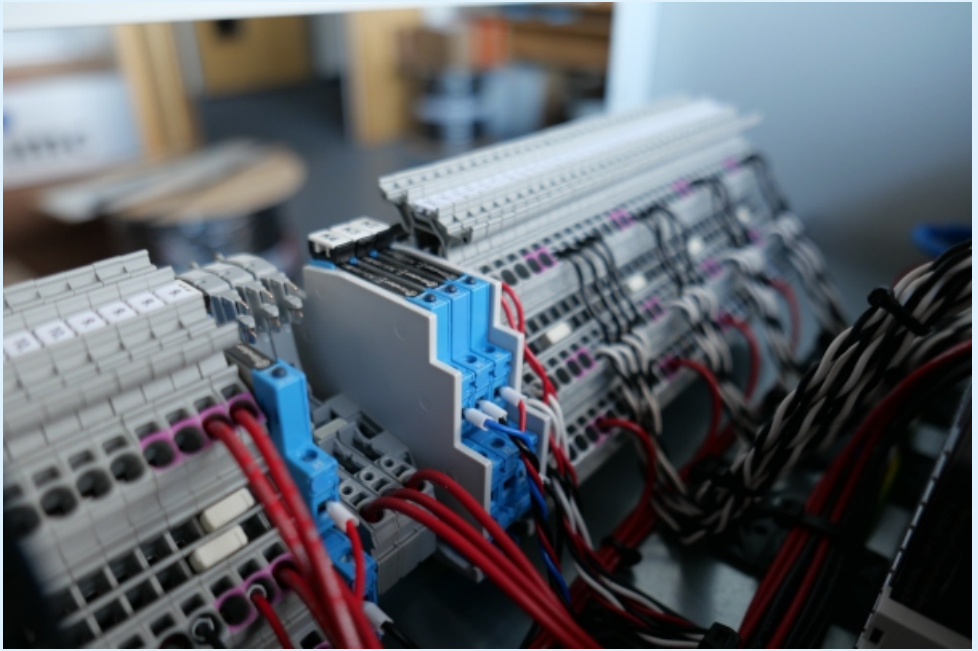
Es dürfen keine Schäden am Antrieb übersehen werden. Es dürfen aber auch nicht ständig Fehlalarme erzeugt werden, weil ein Diagnosesystem überempfindlich reagiert. Im Peakanalyzer kommen intelligente Algorithmen zum Einsatz, die die Diagnose perfektionieren:

- Zuverlässige Diagnose bei Drehzahlwelligkeiten durch konsequente Anwendung der Ordnungsanalyse
- Vermeidung von Fehldiagnosen wegen zu geringer spektraler Auflösung durch Bildung hochauflösender Spektren mit 32.768 Linien
- Zuverlässige Diagnose auch bei unbekanntem Lastverhältnissen durch Nutzung der DVS-Analyse
- Zuverlässige Diagnose trotz zufälliger Übereinstimmung von Schadensfrequenzen durch Kreuzvergleich mit mehreren Symptomen
- Zuverlässige Diagnose bei undefinierten Betriebsbedingungen durch automatische Verifikation gültiger Diagnosebedingungen
- Zuverlässige Diagnose auch bei zufälligem Schwingungseintrag durch Verifikation eines Alarmzustands in aufeinander folgenden Messungen



# Peakalyzer

## Fully Automated Online Condition Monitoring System



### **High diagnostic reliability through innovative algorithms:**

*On the one hand, no damages on gears have to be overlooked. On the other hand, the system should not be too sensitive, that false alarms are generated, permanently. Therefore, very intelligent algorithms are applied to perfect the diagnosis:*

- *Reliable diagnosis in case of speed variations by the consistent use of order analysis*
- *Formation of high-resolution spectra with 32,768 lines to avoid diagnostic errors due to low spectral resolution*
- *Reliable diagnosis in case of unknown machine load by the use of DVS-analysis of all spectra*
- *Reliable diagnosis in case of coincidental match by the use of cross-checking of symptoms of damage frequencies*
- *Reliable diagnosis in case of undefined operating conditions by automatic verification of valid diagnostic conditions*
- *Reliable diagnosis in case of coincidental transmitted vibrations by verification of alarms in subsequent measurements coincidental transmitted vibrations*

# Peakanalyser

## Installation, Konfiguration, Inbetriebnahme

Die Installation der Beschleunigungssensoren ist denkbar einfach. Je Sensor wird eine kleine Montagebasis auf die Maschine geklebt. Der Sensor selbst wird angeschraubt. Nun werden die Sensorkabel am Peakanalyser angeschlossen. Gleiches gilt für die Stromversorgung und ein Netzkabel.

Der Peakanalyser muss mit einigen Basisinformationen versorgt werden. Dies sind die kinematischen Daten des Antriebs und ein paar grundsätzliche Festlegungen.

Falls erforderlich, kann der korrekte Anschluss aller Sensoren noch einmal überprüft werden. Dazu stehen entsprechende Menüs zur Verfügung. Danach kann der Peakanalyser direkt in Betrieb genommen werden. Er startet sofort mit der Überwachung.



Test der Sensoren – *Check the sensors*

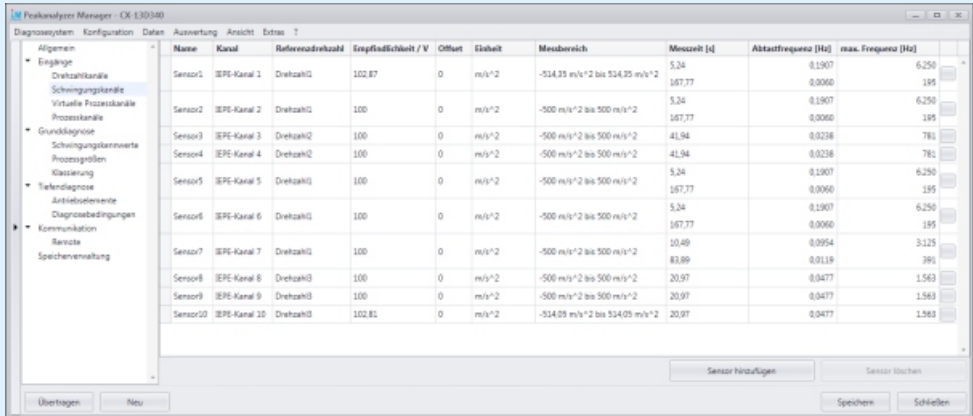
# Peakalyzer

## Installation, Configuration and Commissioning

The installation of the accelerometers is very easy. For each sensor, a small mounting base is glued on the machine. The sensor itself is screwed. Now, the sensor cables are connected to the Peakalyzer. The power supply and a network cable is connected, too.

The Peakalyzer has to be supplied with some basic information. These are the kinematic data of the drive and a few fundamental definitions.

The correct connection of all sensors can be checked again. The relevant menus are available. Thereafter, the Peakalyzer can be put into operation, immediately. Now, the system starts the monitoring.



The screenshot shows the 'Peakalyzer Manager - CX 130340' software interface. The main window displays a table with columns for Name, Kanal, Referenzdrehzahl, Empfindlichkeit / V, Offset, Einheit, Messbereich, Messzeit [s], Abtastfrequenz [Hz], and max. Frequenz [Hz]. The table lists 10 sensors (Sensor0 to Sensor9) with their respective parameters. A sidebar on the left contains a navigation menu with options like 'Allgemein', 'Eingänge', 'Schwingungskanäle', 'Virtuelle Prozesskanäle', 'Prozesskanäle', 'Grunddiagnose', 'Schwingungskennwerte', 'Prozessgrößen', 'Klassierung', 'Tiefendiagnose', 'Antistatistenelemente', 'Diagnosebedingungen', 'Kommunikation', 'Ressource', and 'Speicherverwaltung'. At the bottom of the window, there are buttons for 'Übertragen', 'Neu', 'Sensor hinzufügen', 'Sensor löschen', 'Speichern', and 'Schließen'.

Name	Kanal	Referenzdrehzahl	Empfindlichkeit / V	Offset	Einheit	Messbereich	Messzeit [s]	Abtastfrequenz [Hz]	max. Frequenz [Hz]
Sensor0	IEPE-Kanal 1	Drehzahl	102.87	0	ms <sup>2</sup>	-514.25 ms <sup>2</sup> bis 514.25 ms <sup>2</sup>	5.24	0.1907	6250
Sensor1	IEPE-Kanal 2	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	167.77	0.0060	195
Sensor2	IEPE-Kanal 3	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	5.24	0.1907	6250
Sensor3	IEPE-Kanal 4	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	167.77	0.0060	195
Sensor4	IEPE-Kanal 5	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	41.94	0.0238	781
Sensor5	IEPE-Kanal 6	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	5.24	0.1907	6250
Sensor6	IEPE-Kanal 7	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	167.77	0.0060	195
Sensor7	IEPE-Kanal 8	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	5.24	0.1907	6250
Sensor8	IEPE-Kanal 9	Drehzahl	100	0	ms <sup>2</sup>	-500 ms <sup>2</sup> bis 500 ms <sup>2</sup>	167.77	0.0060	195
Sensor9	IEPE-Kanal 10	Drehzahl	102.81	0	ms <sup>2</sup>	-514.05 ms <sup>2</sup> bis 514.05 ms <sup>2</sup>	10.49	0.0954	3125
							83.89	0.0119	391
							20.97	0.0477	1563
							20.97	0.0477	1563
							20.97	0.0477	1563

Eingabe der Sensordaten – *Input of the sensor data*

### Empfohlene Positionen für Beschleunigungssensoren:

- Motor B-Lager: radial
- Motor A-Lager: radial und axial
- Getriebe Planetenstufe: antriebs- und abtriebsseitig, radial
- Getriebe Stirnradstufen: antriebs- und abtriebsseitig, radial

### Recommended positioning of accelerometers:

- Motor B-bearing: radial
- Motor A-bearing: radial and axial
- Planetary gear stage: drive end and output side, radial
- Cylindrical gear stage: drive end and output side, radial

# Peakanalyser

## Alarmmeldung

Ein Alarm wird im Peakanalyser Manager und bei Bedarf auf externen Plattformen wie einem Leitstand angezeigt.

In der Alarmübersicht werden Auffälligkeiten und ein zugehöriger Signifikanzwert tabellarisch dargestellt. Der Nutzer muss keine Diagnosekenntnisse besitzen und kommt dennoch in den Genuss von tiefendiagnostischen Diagnoseergebnissen.

In Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren der erkannten Unregelmäßigkeiten kann ein Diagnoseexperte das Ergebnis des Peakanalyzers überprüfen.

Alarme Schwingungsdiagnose - 11					
<b>Alle Antriebselemente</b>					
<b>Ritzelwelle - Welle</b>					
Sensor2	Umwucht (OSP)	20.01.2021 10:57:39	DVS:	5,63	
Sensor3	Umwucht (OSP)	11.01.2021 11:29:30	DVS:	6,53	
<b>Kupplung Motor-Verzahnung - Kupplung</b>					
Sensor1	Ausrichtfehler (OSP)	27.01.2021 11:44:52	DVS:	2,99	
<b>Verzahnung - Zahnradgetriebe</b>					
Sensor1	umlaufender Verzahnungsschaden (OSP)	15.01.2021 13:05:22	DVS:	11,94	
Sensor1	Fehler Rad (OSP)	15.01.2021 12:19:35	DVS:	2,97	
<b>Planetenstufe - Planetengetriebe</b>					
Sensor5	lokaler Fehler Hohlrad (OSP Harmonische)	15.01.2021 14:12:09	DVS:	3,28	
<b>Motorlager SKF 6330 - Wälzlager</b>					
Sensor1	Wälzkörperdefekt (S) (OSP Harmonische)	27.01.2021 10:06:48	DVS:	10,72	
Sensor1	Wälzkörperdefekt (HKDOSP Harmonische)	13.01.2021 11:00:26	DVS:	6,71	
<b>Motorlager FAG 6330 - Wälzlager</b>					
Sensor1	Innenringdefekt (OSP Harmonische)	18.01.2021 12:53:27	DVS:	2,91	
<b>Lager Sonne SKF 23044c - Wälzlager</b>					
Sensor4	Innenringdefekt (OSP Harmonische)	06.01.2021 13:23:36	DVS:	6,21	
Sensor4	Innenringdefekt (HKDOSP)	06.01.2021 13:23:36	DVS:	5,10	
Alarme Kennwerte - 11					
<b>Sensor3</b>					
DIN ISO 10816-3	Schwinggeschwindigkeit	06.01.2021 13:34:17	Wert:	21,05 mm/s	
DIN ISO 10816-3	Schwingbeschleunigung	06.01.2021 13:34:17	Wert:	12,06 m/s^2	
<b>Sensor1</b>					
DIN ISO 10816-3	Schwinggeschwindigkeit	06.01.2021 13:29:51	Wert:	10,00 mm/s	

Alarmübersicht – Alarm table



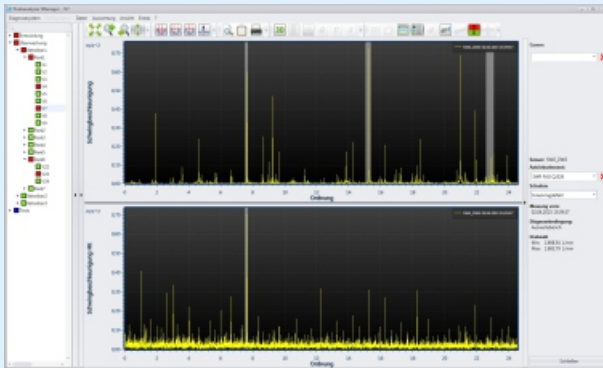
# Peakalyzer

## Alarm Signal

An alarm is displayed at the Peakalyzer and if necessary also at external platforms, like a control centre.

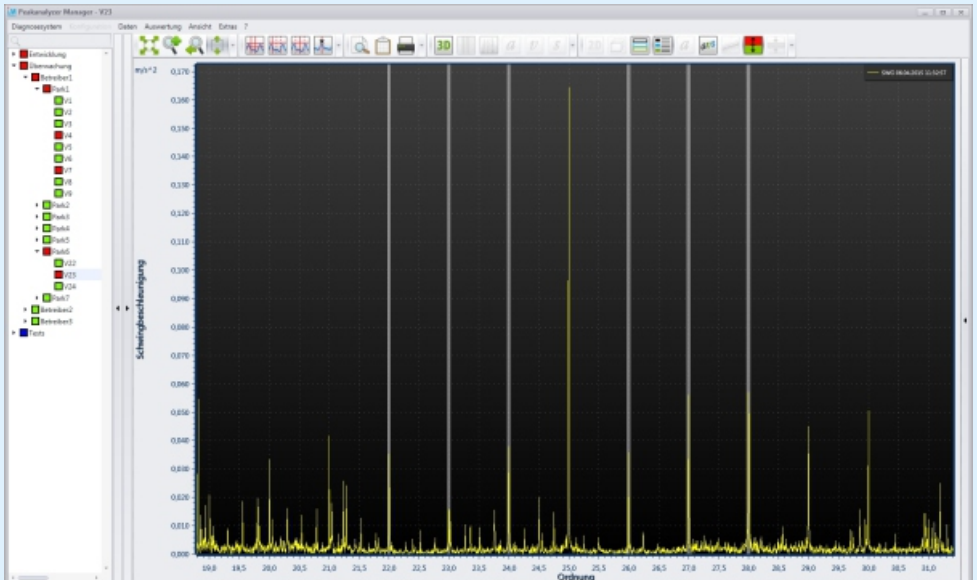
Abnormalities and the associated significance values are shown in an alarm overview in tabular form. The user does not need any diagnostical experiences to get valuable diagnosis results.

A diagnosis expert can check the detected irregularities in the order spectra and in the envelope curve spectra.



Ordnungsspektrum und Hüllkurvenordnungsspektrum bei erkanntem Wälzlager-Innenringschaden

*Order spectrum and envelope order spectrum of a detected roller bearing inner race damage*



Ordnungsspektrum bei lokalem Verzahnungsschaden –  
*Order spectrum of a detected local tooth damage*

# Peakanalyser

## Schnittstellen

Ein Condition Monitoring System ist immer nur ein kleines Puzzleteil in einer mehr oder weniger komplexen Produktionslandschaft. Es hat keinen Selbstzweck, sondern ist eine Ergänzung zu etwas Bestehendem. Und dementsprechend muss auch die erforderliche Kommunikation mit dem CMS ins Gesamtsystem integriert werden.

Natürlich ist es möglich, die Kommunikation mit dem Peakanalyser von einem beliebigen PC aus zu realisieren, auf dem der Peakanalyser Manager installiert ist. Dieser PC und der Peakanalyser müssen miteinander vernetzt, können aber Tausende Kilometer voneinander entfernt sein.

In der industriellen Umgebung besteht aber eher der Wunsch, die Kommunikation mit dem CMS durch bestehende Systeme zu realisieren. Das können Prozessleitsysteme, Scada- oder ERP-Systeme sein. In diesen Systemen können dann die Alarme des Peakanalyzers sowie weiterführende Informationen visualisiert werden. Auch das Quittieren eines Alarm kann auf diesem Weg erfolgen. Prinzipiell könnte sogar die komplette Konfigurierung des Peakanalyzers über das Prozessleitsystem erfolgen.

Realisiert wird das über standardisierte Schnittstellen. Profibus, Profinet und CAN sind mit Reaktionszeiten von ca. einer Millisekunde für die Kommunikation in Echtzeit geeignet. OPC UA, MQTT und WCF ermöglichen dagegen den Austausch umfangreicher Datenmengen, wie sie beispielsweise für Spektren benötigt werden.

Zugreifen kann man auf diese Weise direkt auf den Peakanalyser oder über den Peakanalyser Manager auf die gesamte Datenbasis.

# Peak analyzer Interfaces

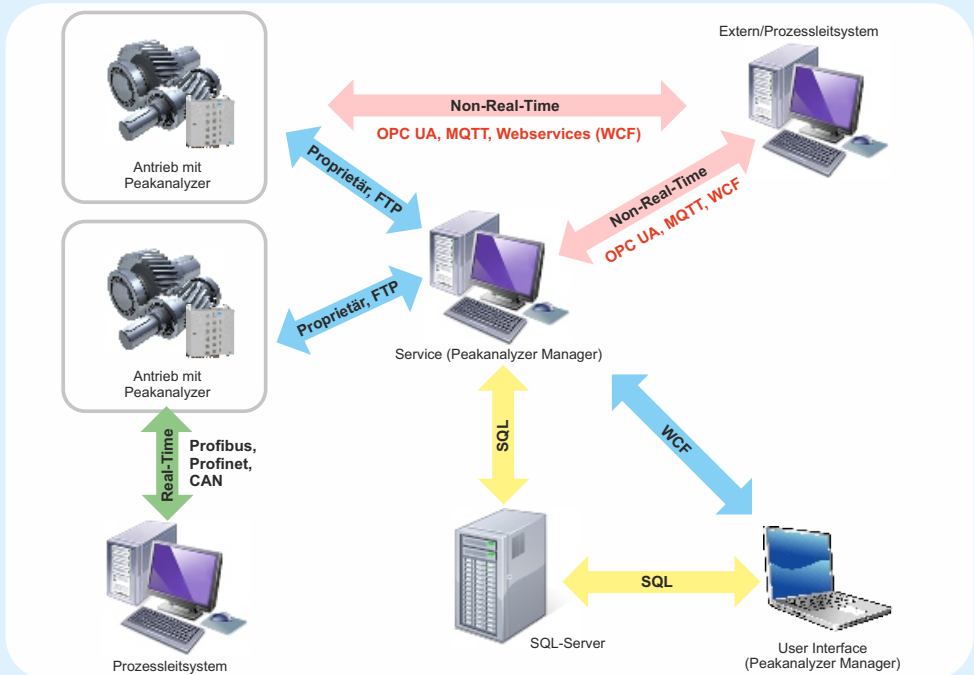
A condition monitoring system is always just a small piece of the puzzle in a more or less complex production landscape. It is not an end in itself, but an addition to something that already exists. Accordingly, the necessary communication with the CMS must be integrated into the overall system.

Of course, it is possible to implement communication with the Peak analyzer from any PC on which the Peak analyzer Manager is installed. This PC and the Peak analyzer must be networked with each other, but can be thousands of kilometers apart.

In the industrial environment, however, there is more of a desire to implement communication with the CMS using existing systems. These can be process control systems, Scada or ERP systems. The alarms of the Peak analyzer and further information can then be visualized in these systems. An alarm can also be acknowledged in this way. In principle, the entire configuration of the Peak analyzer could even be carried out via the process control system.

This is implemented using standardized interfaces. Profibus, Profinet and CAN are suitable for real-time communication with response times of approximately one millisecond. OPC UA, MQTT and WCF, on the other hand, enable the exchange of large amounts of data, such as those required for spectra.

You can access the Peak analyzer directly or the entire database via the Peak analyzer Manager.



# Peakanalyzer

## Fremdsystemeinbindung

Betreiber von Produktionsanlagen verfügen teilweise bereits über komplexe und leistungsfähige Messtechnik, die fest an den Anlagen installiert ist. Die Diagnosewerkzeuge des Peakanalyzers können auch auf Schwingungsmessdaten angewandt werden, die nicht direkt durch den Peakanalyzer erfasst wurden. Voraussetzung ist, dass ein Datenstrom aus dem Fremdsystem bereitgestellt werden kann. Die Daten werden dann durch den Peakanalyzer übernommen und mit den bewährten Diagnosealgorithmen analysiert.

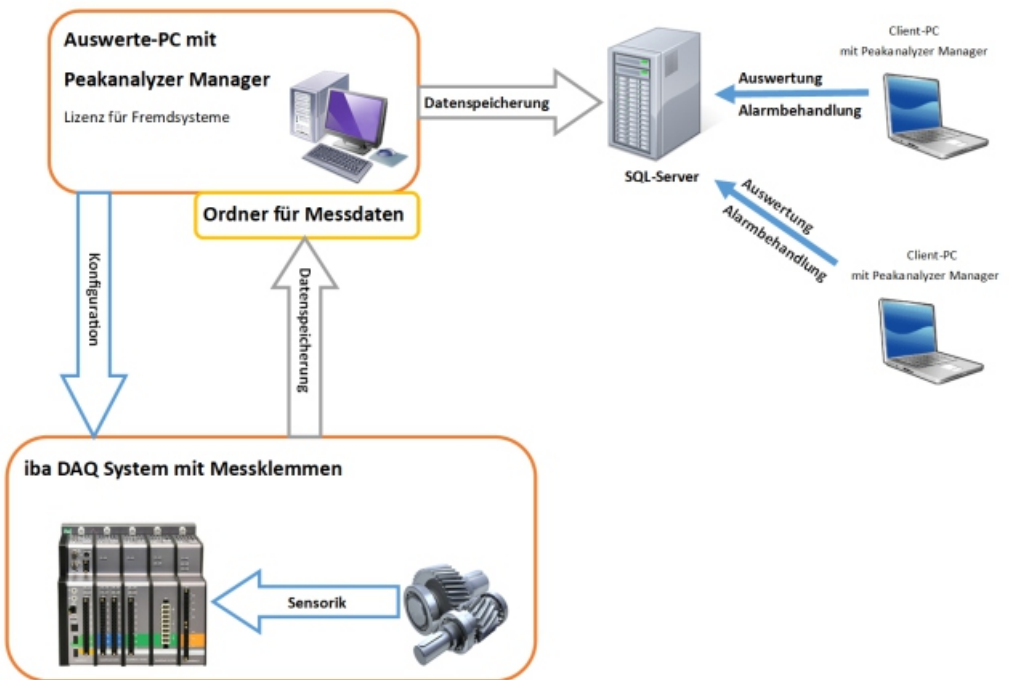
Ist auf dem Peakanalyzer Manager eine Lizenz für die Einbindung von Fremdsystemen vorhanden, kann ein neuer Gerätetyp Fremdsystem hinzugefügt werden. Die Infrastruktur wird am Beispiel des Messsystems von der iba AG im Bild veranschaulicht. Der eigentliche Messablauf und die Analyseaufgaben des Messsystems werden nicht gestört. Es wird lediglich ein weiteres Datenaufzeichnungsmodul hinzugefügt, welches dafür sorgt, dass ausgewählte Messkanäle für die Schwingungsdiagnose zusätzlich aufgezeichnet werden sollen. Die eigentliche Konfiguration und Analyse der Messdaten für die Schwingungsdiagnose findet auf einem separaten PC mit angeschlossener SQL-Datenbank statt. Die weitere Auswertung und Alarmbehandlung kann, wie gewohnt beim Peakanalyzer Manager, über einen separaten Client-PC oder direkte auf dem Auswerte-PC durchgeführt werden. Es ist auch möglich von einem Auswerte-PC aus mehrere verschiedene Fremdsysteme einzubinden.

# Peakanalyser

## Third-party System Integration

Operators of production systems sometimes already have complex and powerful measurement technology that is permanently installed on the systems. The Peakanalyser diagnostic tools can also be applied to vibration data that was not directly captured by the Peakanalyser. The prerequisite is that a data stream from the external system can be provided. The data is then taken over by the Peakanalyser and analyzed using the proven diagnostic algorithms.

If there is a license for the integration of third-party systems on the Peakanalyser Manager, a new device type of third-party system can be added. The infrastructure is illustrated using the example of the measuring system from iba AG in the picture. The actual measuring process and the analysis tasks of the measuring system are not disturbed. Only an additional data recording module is added, which ensures that selected measurement channels for vibration diagnosis are also recorded. The actual configuration and analysis of the measurement data for vibration diagnosis takes place on a separate PC with a connected SQL database. Further evaluation and alarm handling can be carried out, as usual with the Peakanalyser Manager, via a separate client PC or directly on the evaluation PC. It is also possible to integrate several different third-party systems from one evaluation PC.



# Peakanalyzer

## Automatische Kennwertüberwachung

Die Überwachung von Kennwerten und Kenngrößen hat eine lange Tradition. Bereits in den 60er Jahren entstand die VDI-Richtlinie 2056, die inzwischen zurückgezogen ist. Sie diente ursprünglich der Beurteilung des Einflusses von Schwingungen von Elektromaschinen auf deren Fundamentierung. Folgerichtig ist hier der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit im Bereich von 10 bis 1.000 Hertz der überwachte Parameter.

Zur Erinnerung: In den 60er Jahren erfolgte die Erfassung von Kennwerten überwiegend mit analoger Technik bis hin zur Visualisierung mit Zeigerinstrumenten oder Messschreibern, welche einen Messwert auf eine Papierbahn zeichnen konnten.

Auch heute haben Kennwerte und Kenngrößen eine gewisse Bedeutung für die Maschinenüberwachung. Zwar ist die frequenzselektive Maschinendiagnose viel genauer und zuverlässiger, doch sie benötigt Rechenzeit. Die Kennwertüberwachung ermöglicht dagegen extrem kurze Reaktionszeiten.

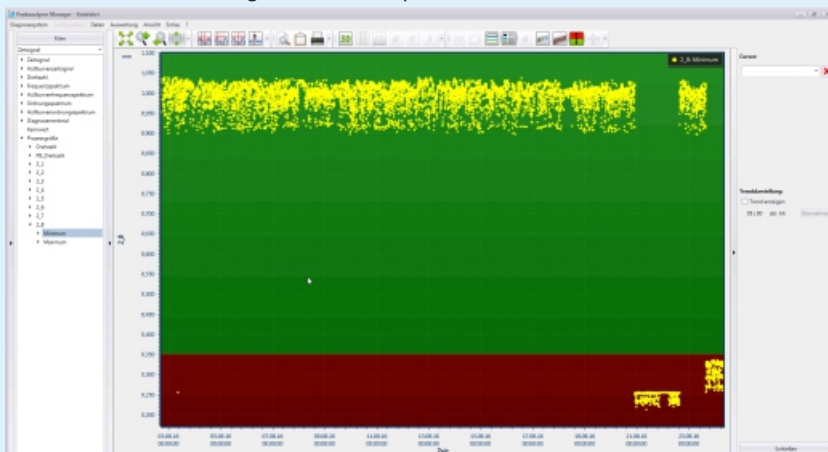
Für die Maschinendiagnose kommen folgende Kennwerte in Betracht:

- Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit
- Effektivwert der Schwingbeschleunigung
- Effektivwert der Hüllkurve der Schwingbeschleunigung.

Typischerweise speichert man zunächst Referenzwerte, mit denen die späteren Messwerte verglichen werden. Auf diese Weise lassen sich Änderungen im Schwingungsverhalten extrem schnell erkennen. Die konkrete Ursache für Anomalien ist aus Kennwerten in der Regel nicht abzuleiten. Diese kann jedoch durch eine anschließende frequenzselektive Diagnose geklärt werden.

Typische Einsatzgebiete für die Kennwertüberwachung sind:

- Überwachung von Werkzeugmaschinen
- Prüfläufe auf Versuchsständen zum Zweck der Notabschaltung
- End-of-Line-Prüfungen von Serienprodukten.



Mittelwert eines Wegsignals – Average value of an distance signal

# Peak analyzer

## Automatic Parameter Monitoring

The monitoring of characteristic values and parameters has a long tradition. Already in the 60s the VDI guideline 2056 was created, which now was withdrawn. It served originally the assessment of the influence of vibrations of electrical machines on their foundations. Consequently the effective value of vibration velocity in the range of 10 up to 1,000 Hertz is the supervised parameter.

Reminder: In the 60s, the detection of characteristic values was carried out mainly with analog technology up to visualization with hand instruments or measurement scribes which could draw a measured value to a paper web.

Today, characteristic values and parameters have still a certain importance for the machine monitoring. Although the frequency selective machine diagnosis is much more accurate and reliable, but it requires computation time. In contrast, the parameter monitoring enables extremely short reaction times.

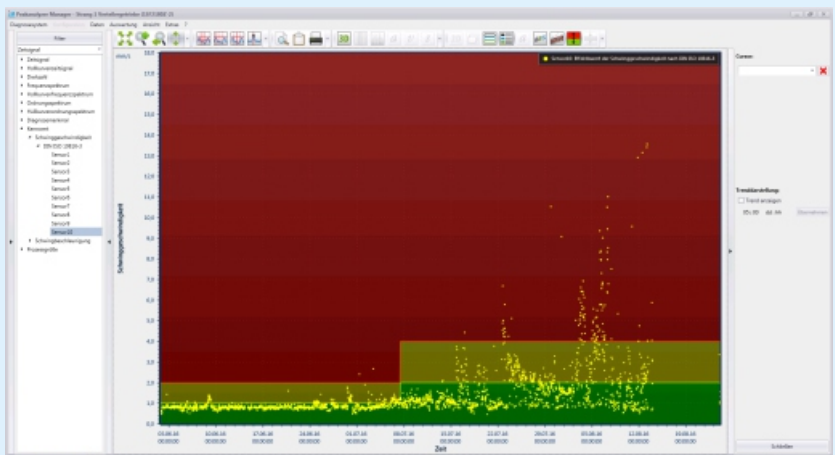
For machine diagnostics the following characteristic values come into question:

- Effective value of vibration velocity
- Effective value of vibration acceleration
- Effective value of the envelope curve of the vibration acceleration.

Typically, one first stores reference values with which the later measurement values are compared. In this way, changes in the vibrational behavior can be extremely quickly recognize. Normally, the specific cause of anomalies cannot be derived from characteristics. However, this may be clarified by a subsequent frequency-selective diagnosis.

Typical applications for the monitoring of characteristic values are:

- Monitoring machine tools
- Test runs on test stands for the purpose of emergency shutdown
- End-of-line testing of serial products.

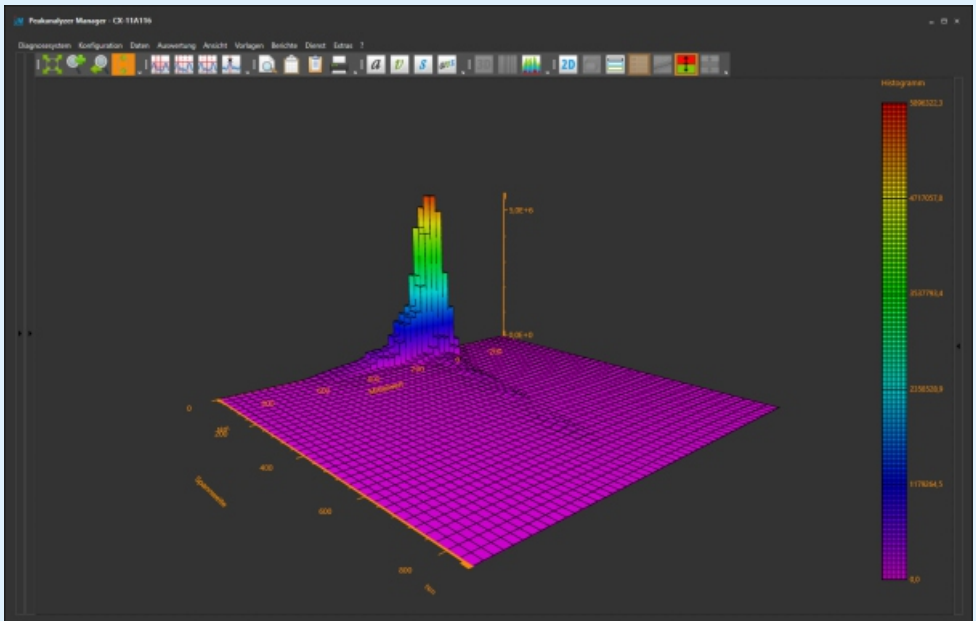


Effektivwert der Schwingungsgeschwindigkeit – RMS value of vibration velocity

# Peakanalyzer

## Rainflowklassierung

Zur Untersuchung und Prüfung der Betriebsfestigkeit von Strukturen wird meist auf eine kontinuierliche Aufzeichnung der Lastkollektive zurückgegriffen. Im Peakanalyzer können bis zu 64 Prozessgrößen parallel aufgezeichnet werden. Diese können genutzt werden, um mittels Messstellen auf Basis von Dehnungsmessstreifen die Dehnung von den belasteten Strukturen zu erfassen. Die gemessenen Lasten können gegebenenfalls Online zu einer neuen Last verrechnet werden. Im Peakanalyzer können diese dann einer Rainflow-Klassierung zur Bestimmung von Lastkollektiven unterzogen werden. Eine Visualisierung von ausgewählten Teilstücken oder auch einer aggregierten Rainflow-Matrix ist in der Software Peakanalyzer Manager möglich. Hier können die Daten auch für eine weitere Analyse nach MATLAB oder andere Programme exportiert werden.





# Peakanalyzer

## Rainflow Classification

*For the investigation and testing of the fatigue strength of structures, continuous recording of the load spectra is usually used. In the Peakanalyzer, up to 64 process variables can be recorded in parallel. These can be used to record the strain of the loaded structures using measuring points based on strain gauges. If necessary, the measured loads can be calculated online to a new load. In the Peakanalyzer, these can then be analysed by the rainflow classification to determine load collectives. A visualization of selected sections or even an aggregated rainflow matrix is possible in the Peakanalyzer Manager software. The data can also be exported to MATLAB or other programs for further analysis.*

# Peakanalyser

## Technische Daten

### Signaleingänge:

- bis zu 64 schnelle Eingänge für
  - **Beschleunigungssensoren** (IEPE) im Bereich  $\pm 5$  V, Abtastfrequenz 50 kHz, Bandbreite 20 kHz, Amplitudenauflösung wahlweise 24 Bit oder 16 Bit oder
  - **induktive Wegsensoren** ( $\pm 10$  V), Abtastfrequenz 10 kHz, Bandbreite 4 kHz, Amplitudenauflösung 24 Bit oder
  - **Spannungssignale** ( $\pm 10$  V), Abtastfrequenz 100 kHz, Bandbreite 30 kHz, Amplitudenauflösung 16 Bit
- automatische Leitungsbruchererkennung der angeschlossenen Beschleunigungssensoren
- bis zu 64 Eingänge zur Erfassung weiterer Messgrößen (z.B. Leistung, Temperatur, Drehmoment)
  - $\pm 10$  V, Amplitudenauflösung 24 Bit oder 16 Bit
  - 0 ... 20 mA, Amplitudenauflösung 16 Bit
  - Pt100, Amplitudenauflösung 16 Bit
  - DMS-Vollbrücke, Amplitudenauflösung 24 Bit
  - Profibus, Profinet, CAN-Bus
  - Abtastfrequenz einstellbar 1 Hz ... 1 kHz,
  - Speicherung von statistischen Größen in Echtzeit, wie z.B. Min-/Max- oder Mittelwert, frei einstellbar zwischen einmal pro Sekunde bis einmal pro Stunde
- bis zu 16 Drehzahleingänge mit Impulszeitpunktmessung, Genauigkeit 1 ns. Wahlweise Drehzahleingang über A/B-Spur mit Erfassung der Drehrichtung. Alternativ Drehzahleingang über Profibus, Profinet, CAN-Bus
- verteilte Montage der Signaleingänge im Feld über LAN (bis zu 100 m) oder LWL (bis zu 2 km) möglich

### vollautomatische Überwachung:

- ereignisorientierte Diagnose für mehrere Drehzahl- und Leistungsbereiche
- Start von Messungen über digitale Eingänge, Drehzahlkanäle oder Prozesskanäle steuerbar
- Bildung von Spektren und Hüllkurvenspektren mit 32.768 Linien, einstellbar bis 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2,5 kHz, 1,25 kHz, 625 Hz, 312,5 Hz und 156 Hz
- Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren mit 32.768 Linien mit drehzahlabhängiger Auflösung
- automatische Erkennung von signifikanten Peaks in Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren durch DVS-Analyse (Drive Vibration Significance)
- Kennwertberechnung nach DIN ISO 10816-3
- Kennwertberechnung nach DIN ISO 10816-21 in den Bereichen 0,1 Hz ... 10 Hz, 10 Hz ... 1 kHz, 10 Hz ... 2 kHz, 10 Hz ... 5 kHz
- Online-Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit, Schwingbeschleunigung und Schwingbeschleunigung der Hüllkurve mit einstellbaren Filtergrenzen
- Überwachung von Schwellenüberschreitungen bei konfigurierten Kennwerten und Prozessgrößen
- Generierung von gefundenen Peaks (Amplitude und Signifikanz, Frequenz/Ordnung) als Diagnosemerkmale
- Abspeichern von Kennwerten bei Alarmierung
- Abspeichern von Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren bei Alarmierung
- Abspeichern von Zeitsignalen bei Alarmierung
- Messdaten können einstellbar bis zu 3 Monate auf dem Peakanalyser gespeichert werden

# Peakanalyzer

## Technische Daten

- Auslesen des Alarmstatus per Ethernet
- Ausgabe von Kennwert- und Prozessgrößenalarmen über Bussysteme oder Signalisierung über digitale Ausgänge

### Alarmbehandlung:

- Alarme können mittels Software quittiert werden. Dabei wird sichergestellt, dass derselbe Alarm erst bei höheren Schwingungswerten wieder generiert wird (einstellbare indirekte Trendüberwachung).
- Durch die Alarmquittierung werden digitale Ausgänge und Alarminformationen über Bussysteme wieder zurückgesetzt.

### Lebenslauffunktion:

- zyklisches Abspeichern von Diagnosemerkmalen und Kennwerten
- zyklisches Abspeichern von Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren
- zyklisches Abspeichern von Zeitsignalen

### Sonstige Merkmale:

- individuelle Benutzerrechte für den Zugriff auf den Peakanalyzer
- die Überwachungskonfiguration ist im Peakanalyzer gespeichert, automatischer Selbststart durch Anlegen der Versorgungsspannung
- Kurzzeit-USV für die Speicherung wichtiger Daten bei Spannungsausfall
- Stromversorgung 230 V, typisch <40 W, maximal 80 W
- Stahlblechbox, Tür mit Doppelbartverschluss, IP 65
  - Maße typisch 300 mm x 300 mm x 120 mm, größeres Gehäuse bei Bedarf
  - Gewicht ca. 7 kg
  - Kabeldurchführungen über Verschraubungen
- Arbeitstemperaturbereich 5 °C ... 40 °C
- Lagertemperatur -20 °C ... 70 °C

# Peakanalyzer

## Technical Data

### Signal inputs:

- up to 64 fast inputs for
  - **accelerometers** (IEPE) in the range  $\pm 5$  V, sampling frequency 50 kHz, bandwidth 20 kHz, amplitude resolution optional 24 Bit or 16 Bit or
  - **inductive displacement sensors** ( $\pm 10$  V), sampling frequency 10 kHz, bandwidth 4 kHz, amplitude resolution 24 Bit or
  - **voltage** ( $\pm 10$  V), sampling frequency 100 kHz, bandwidth 30 kHz, amplitude resolution 16 Bit
- automatic detection of broken wires of connected accelerometers
- up to 64 inputs for collecting of further measured values (e.g. drive power, temperature, torque)
  - $\pm 10$  V, amplitude resolution 24 Bit or 16 Bit
  - 0 ... 20 mA, amplitude resolution 16 Bit
  - Pt100, amplitude resolution 16 Bit
  - strain gauge, amplitude resolution 24 Bit
  - Profibus, Profinet CAN-Bus
  - sampling frequency adjustable 1 Hz ... 1 kHz,
  - storage of statistical sizes in real time, e.g. minimum, maximum or average value, is adjustable between one per second and one value per hour
- up to 16 speed inputs, measurement of impulse time point, accuracy 1 ns. Optionally speed input via A/B-Lane with measurement of rotating direction. Alternatively speed input via Profibus, Profinet, CAN-Bus
- distributed mounting of signal inputs in the field via LAN (up to 100 m) or fibre optical cable (up to 2 km) possible

### Automatic monitoring:

- event based diagnosis for multiple speed and power ranges
- start of measurements can be controlled via digital inputs, speed input or process input
- calculation of spectra and envelope curve spectra with 32,768 lines, adjustable to 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2.5 kHz, 1.25 kHz, 625 Hz, 312.5 Hz and 156 Hz
- order spectra and envelope curve order spectra with 32,768 lines with a speed depending resolution
- automatic detection of significant peaks in spectra, envelope curve spectra, order spectra and envelope curve order spectra by DVS (Drive Vibration Significance analysis)
- characteristic values according to DIN ISO 10816-3
- characteristic values according to DIN ISO 10816-21: 0.1 Hz ... 10 Hz, 10 Hz ... 1 kHz, 10 Hz ... 2 kHz, 10 Hz .. 5 kHz
- online RMS of vibration velocity, vibration acceleration and vibration acceleration of envelope with adjustable filter frequency
- monitoring of threshold exceeding of configured characteristic values and process factors
- generation of found peaks (amplitude and significance, frequency/ order) as diagnostic attributes
- storage of characteristic values in case of an alarm
- storage of spectra, envelope curve spectra, order spectra and envelope curve order spectra in case of an alarm
- storage of time signals in case of an alarm
- measurement data can be saved up to 3 months (adjustable) on the Peakanalyzer
- querying of alarm states over Ethernet
- output of characteristic value alarms and process factor alarms via bus systems or signalling via digital outputs

# Peakanalyzer

## Technical Data

### **Alarm dealing:**

- Alarms can be acknowledged in software by increasing alarm thresholds. This ensures that the same alarm will only be generated again if there are higher vibration values (indirect trend monitoring).
- Digital outputs and alarm information via bus systems are reset on acknowledgement

### **Documentation of machine life:**

- cyclic storage of diagnostic attributes and characteristic values
- cyclic storage of spectra, envelope curve spectra, order spectra and envelope curve order spectra
- cyclic storage of time signals

### **Other features:**

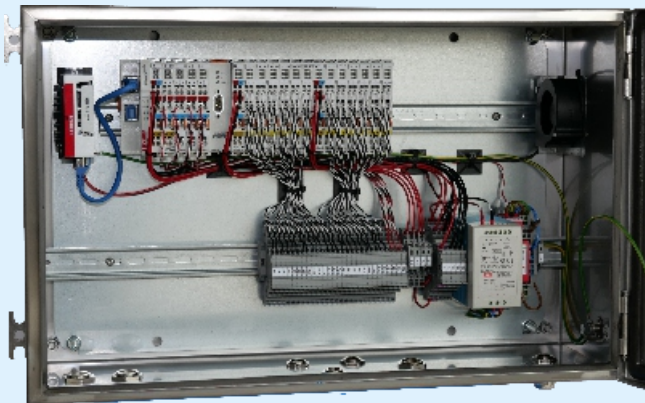
- individual user rights for accessing the Peakanalyzer
- the monitoring configuration is stored on the Peakanalyzer, automatic start by connection of the supply voltage
- short-time-UPS for saving important data on power failure
- voltage supply range 230 V, typical < 40 W, maximum 80 W
- steel plate box, IP 65
  - gauges typical 300 mm x 300 mm x 120 mm, larger boxes if required
  - weight about 7 kg
  - cable glands
- operating temperature range 5 °C ... 40 °C
- storage temperature -20 °C ... 70 °C

# Peakanalyser

## Varianten und Systemaufbau

Der Peakanalyser wird in verschiedenen Versionen angeboten. Minimal sind zwei, maximal 64 Kanäle für die Schwingungsdiagnose vorhanden. Für IEPE-Signale (z.B. von Beschleunigungssensoren) werden Eingangskanäle mit 16 Bit oder 24 Bit Auflösung geliefert, die mit 50 kHz pro Kanal digitalisiert werden. Signale von induktiven Wegsensoren sowie beliebige Spannungssignale werden entweder mit 100 kHz / 16 Bit oder aber mit 10 kHz / 24 Bit digitalisiert. Die Staffe­lung erfolgt in Zweis­chritten, bei den 24 Bit-Spannungseingängen in Vierschritten.

Jeder Peakanalyser besitzt einen Drehzahleingang und einen Digitaleingang. Der Drehzahleingang wird für die Ordnungsanalyse benötigt, sofern die Drehzahlinformation nicht über Profibus oder Profinet zur Verfügung gestellt wird. Der Digitaleingang kann für die Trigg­erung der Diagnose genutzt werden.



Peakanalyser mit 24 Kanälen und Edelstahlgehäuse –  
*Peakanalyser in a 24-channel version in a stainless steel case*

# Peakanalyser

## Varianten und Systemaufbau

Darüber hinaus kann jeder Peakanalyser noch mit maximal 64 Prozessgrößenkanälen ausgerüstet werden. Die Prozessgrößen können als Referenz- und Steuergröße für die Maschinendiagnose genutzt werden. Die Abtastfrequenz ist frei einstellbar zwischen 1 Hz und 1 kHz. Das Speicherintervall ist frei einstellbar zwischen einmal pro Sekunde und einmal pro Stunde. Folgende Eingänge stehen für Prozessgrößen zur Verfügung:

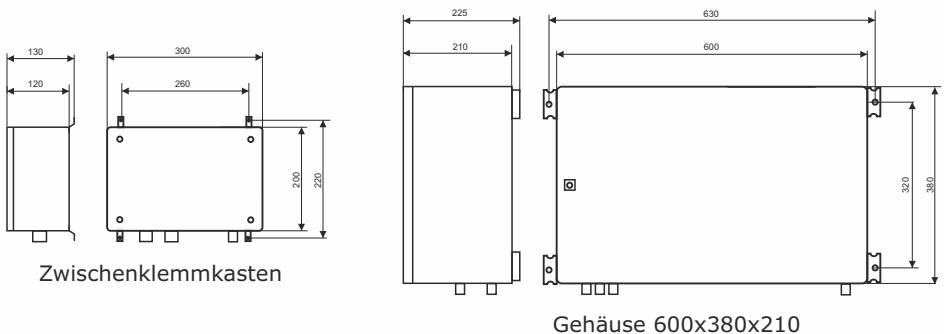
- $\pm 10$  V, Amplitudenauflösung 24 Bit oder 16 Bit
- 0 ... 20 mA, Amplitudenauflösung 16 Bit
- Pt100, Amplitudenauflösung 16 Bit
- DMS-Vollbrücke, Amplitudenauflösung 24 Bit
- Profibus
- Profinet
- CAN-Bus
- weitere auf Anfrage

Die Sensoren werden mit den Eingangsklemmen des Peakanalyser-Basismoduls verbunden. Bei komplexeren Antrieben finden Zwischenklemmkästen Verwendung. Dort werden die Sensoren einzeln aufgeschaltet. Die Weiterleitung zum Peakanalyser erfolgt dann per Stammkabel.

Peakanalyser sowie Zwischenklemmkästen sind mit lackiertem Stahlblechgehäuse sowie mit Edelstahlgehäuse (1.4301, AISI 304) lieferbar.

Aufgrund der zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten erstellen wir in der Regel ein individuelles Angebot. Sehr gern richten wir uns nach Ihren Vorstellungen und beraten Sie dann gezielt. Falls Sie das wünschen, nehmen wir den Antrieb und die Umgebungsbedingungen vor Ort in Augenschein.

### Gehäusevarianten



# Peakalyzer

## Variants and System Structure

The Peakalyzer is available in different versions. The minimum is two, maximum 64 channels for the vibration diagnosis. For IEPE signals (e.g., from acceleration sensors), 16 bit or 24 bit resolution input channels are provided which are digitized at 50 kHz per channel. Signals from inductive displacement sensors as well as arbitrary voltage signals are digitized either at 100 kHz / 16 bit or at 10 kHz / 24 bit. The staggering takes place in two steps, with the 24-bit voltage inputs in steps of four.

Each Peakalyzer has a speed input and a digital input. The speed input is required for the order analysis, as long as the speed information is not provided via Profibus or Profinet. The digital input can be used to trigger the diagnostics.

In addition, each Peakalyzer can still be equipped with a maximum of 64 process variable channels. These variables can be used as a reference and control variable for machine diagnostics. The sampling frequency is freely adjustable between 1 Hz and 1 kHz. The storage interval is freely adjustable between once per second and once per hour.



4-kanaliger Peakalyzer während der Installation in einer Windenergieanlage –  
4-channel Peakalyzer during installation in a wind turbine



# Peak analyzer

## Variants and System Structure

The following inputs are available for process variables:

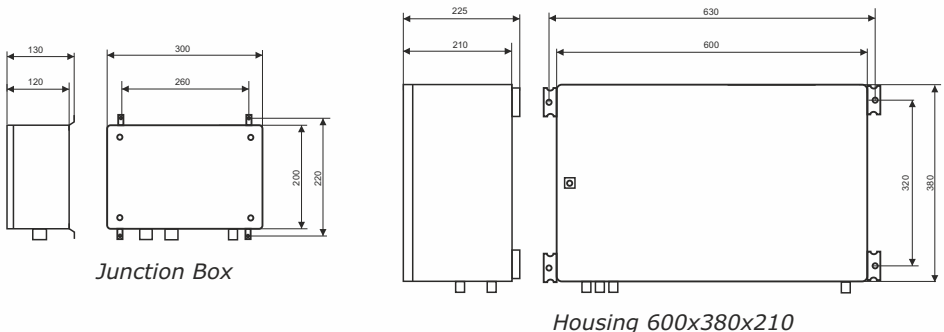
- $\pm 10$  V, amplitude resolution 24-bit or 16-bit
- 0 ... 20 mA, amplitude resolution 16 bits
- Pt100, amplitude resolution 16 bits
- Strain gauge full bridge, amplitude resolution 24 bits
- Profibus
- Profinet
- CAN-Bus
- others on request

The sensors are connected to the input terminals of the Peak analyzer base module. For more complex drives, junction boxes are used. There, the sensors are connected directly. The forwarding to the Peak analyzer then takes place via trunk cable.

Peak analyzer and junction boxes are available with painted sheet steel housing and stainless steel housing (1.4301, AISI 304).

Due to the numerous possible combinations, we usually create an individual offer. We are happy to comply with your ideas and then advise you specifically. If you so desire, we will inspect the drive and the environmental conditions on site.

### Housing options



# Peakanalyzer

## mobiler Peakanalyzer

Es gibt Aufgabenstellungen, insbesondere im Zusammenhang mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die Messungen über einen gewissen Zeitraum erfordern. Das mobile System PeakStore kann zwar ebenfalls für lange Messungen genutzt werden, ist aber dafür nicht direkt konzipiert. Der Peakanalyzer ist vom Konzept her dagegen ein System, das zwar für Langzeitüberwachungen geeignet ist, ist aber für den stationären Einsatz konzipiert, also eher nicht transportabel.



# Peakalyzer

## mobile Peakalyzer

*Special tasks, particularly in connection with research and development tasks, require measurements over a certain period of time. Although the mobile PeakStore system can also be used for long-term measurements, it is not directly designed for this purpose. The Peakalyzer, on the other hand, is a system that is suitable for long-term monitoring, but is designed for stationary use and is therefore not really transportable.*

*The mobile Peakalyzer was developed to close this gap. All components of the Peakalyzer are housed in a waterproof and dustproof transport case. This allows easy transportation in harsh industrial environments without any special precautions.*

*The sensors are then applied to the machine to be analyzed and the measurements can begin without any time limit. Communication with the Peakalyzer, i.e. controlling and reading out measurement data, is then carried out via any network connection using the Peakalyzer Manager. Once the investigation is complete, the sensors are removed again and the mobile Peakalyzer can be used for a new task.*

Um diese Lücke zu schließen, wurde der mobile Peakalyzer entwickelt. Dazu wurden alle Komponenten des Peakanalyzers in einem wasser- und staubdichten Transportkoffer untergebracht. So ist ein einfacher Transport in rauher Industrieumgebung ohne besondere Vorkehrungen möglich.

An der zu untersuchenden Maschine werden dann die Sensoren appliziert, und die Messungen können ohne Zeitbegrenzung beginnen. Die Kommunikation mit dem Peakalyzer, also die Steuerung sowie das Auslesen von Messdaten, erfolgt dann über eine beliebige Netzwerkverbindung durch den Peakalyzer Manager. Ist die Untersuchung abgeschlossen, baut man die Sensoren wieder ab und kann den mobilen Peakalyzer für eine neue Aufgabe nutzen.

# Peakanalyser MX und Peakanalyser SE

Beim **Peakanalyser MX** erfolgt die Datenerfassung an den Schwingungskanäle nacheinander. Das ermöglicht einen etwas kostengünstigeren Aufbau. Die Analysefunktionen entsprechen weitestgehend dem vollwertigen Peakanalyser.

Der **Peakanalyser SE** ist eine preiswerte Sonderedition für Experten, die eigene Analysewerkzeuge verwenden. Zeitsignale, Spektren, Hüllkurvenspektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren können unmittelbar im Peakanalyser Manager visualisiert sowie in kundeneigene Analysewerkzeuge exportiert werden.

Darüber hinaus können in allen Varianten Kenngrößen gebildet, auf zuvor definierte Grenzwerte überwacht und zur Generierung von Alarmen genutzt werden.

Ein Upgrade vom Peakanalyser SE auf die Vollversion ist möglich. In der Vollversion ist dann die vollautomatische Überwachung komplexer Antriebe per DVS-Analyse und Suche nach kinematischen Schadensmustern möglich, wie man es vom Peakanalyser kennt.

	PA	PA MX	PA SE
<b>Datenerfassung:</b>			
- Schwingungskanäle, Abtastfrequenz 50 kHz	max. 64	max. 64	max. 64
- Drehzahlkanäle	max. 16	max. 16	max. 16
- Prozessgrößenkanäle, Abtastfrequenz max. 1 kHz	max. 64	max. 64	max. 64
<b>Speicherung bzw. Berechnung:</b>			
- Zeitsignal und Hüllkurve	✓	✓	✓
- Spektrum und Hüllkurvenspektrum	✓	✓	✓
- Ordnungsspektrum und Hüllkurvenordnungsspektrum	✓	✓	✓
- Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit, der Schwingbeschleunigung, der Hüllkurve der Schwingbeschleunigung	✓		✓
- Kenngrößen nach DIN ISO 10816-3	✓	✓	✓
- Kenngrößen nach DIN ISO 10816-21 bzw. VDI-Richtlinie 3834	✓	✓	✓
- statistische Kennwerte aus den Prozessgrößen	✓	✓	✓
<b>vollautomatische Diagnose:</b>			
- DVS-Analyse	✓	✓	
- Suche nach kinematischen Schadensmustern und Alarmierung	✓	✓	
<b>Kenngrößenüberwachung:</b>			
- Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit, der Schwingbeschleunigung, der Hüllkurve der Schwingbeschleunigung	✓		✓
- Kenngrößen nach DIN ISO 10816-3	✓	✓	✓
- Kenngrößen nach DIN ISO 10816-21 bzw. VDI-Richtlinie 3834	✓	✓	✓
- statistische Kennwerte aus den Prozessgrößen	✓	✓	✓
<b>Visualisierung:</b>			
- Darstellung von Zeitsignalen, Spektren und Kennwertverläufen	✓	✓	✓
- Wasserfalldiagramme und Spektrogramme	✓	✓	✓
- Prozessgrößen im Zeitverlauf	✓	✓	✓
- Einblendung von Diagnosemerkmalen in den Spektren	✓	✓	

# Peakanalyzer MX and Peakanalyzer SE

With the **Peakanalyzer MX**, the data is recorded on the vibration channels one after the other. This enables a somewhat more cost-effective hardware. The analysis functions largely correspond to the full-fledged Peakanalyzer.

The **Peakanalyzer SE** is an inexpensive special edition for experts who use their own analysis tools. Time signals, spectra, envelope curve spectra, order spectra and envelope curve order spectra can be visualized directly in the Peakanalyzer Manager and exported to the customer's own analysis tools.

In addition, characteristic values can be created in all variants, monitored for previously defined limit values and used to generate alarms.

An upgrade from the Peakanalyzer SE to the full version is possible. In the full version, the fully automatic monitoring of complex drives via DVS analysis and the search for kinematic damage patterns is possible, as is known from the Peakanalyzer.

	PA	PA MX	PA SE
<b>Data acquisition:</b>			
- Vibration channels, sampling frequency 50 kHz	max. 64	max. 64	max. 64
- Speed channels	max. 16	max. 16	max. 16
- Process values channels, sampling frequency max. 1 kHz	max. 64	max. 64	max. 64
<b>Storage resp. calculation:</b>			
- Time signal and envelope curve	✓	✓	✓
- Spectrum and envelope curve spectrum	✓	✓	✓
- Order spectrum and envelope curve order spectrum	✓	✓	✓
- RMS values of the vibration velocity, the vibration acceleration and the envelope curve of the vibration acceleration	✓		✓
- Characteristic values according to DIN ISO 10816-3	✓	✓	✓
- Characteristic values according to DIN ISO 10816-21	✓	✓	✓
- Statistic values from process values	✓	✓	✓
<b>Fully automatic diagnosis:</b>			
- DVS Analysis	✓	✓	
- Search for kinematic damage patterns and alarm generation	✓	✓	
<b>Monitoring of characteristic values:</b>			
- RMS values of the vibration velocity, the vibration acceleration and the envelope curve of the vibration acceleration	✓		✓
- Characteristic values according to DIN ISO 10816-3	✓	✓	✓
- Characteristic values according to DIN ISO 10816-21	✓	✓	✓
- Statistic values from process values	✓	✓	✓
<b>Visualization:</b>			
- Display of time signals, spectra and characteristic values	✓	✓	✓
- Water flow charts and spectrograms	✓	✓	✓
- Process values as a time plot	✓	✓	✓
- Display of diagnostic features into spectra	✓	✓	

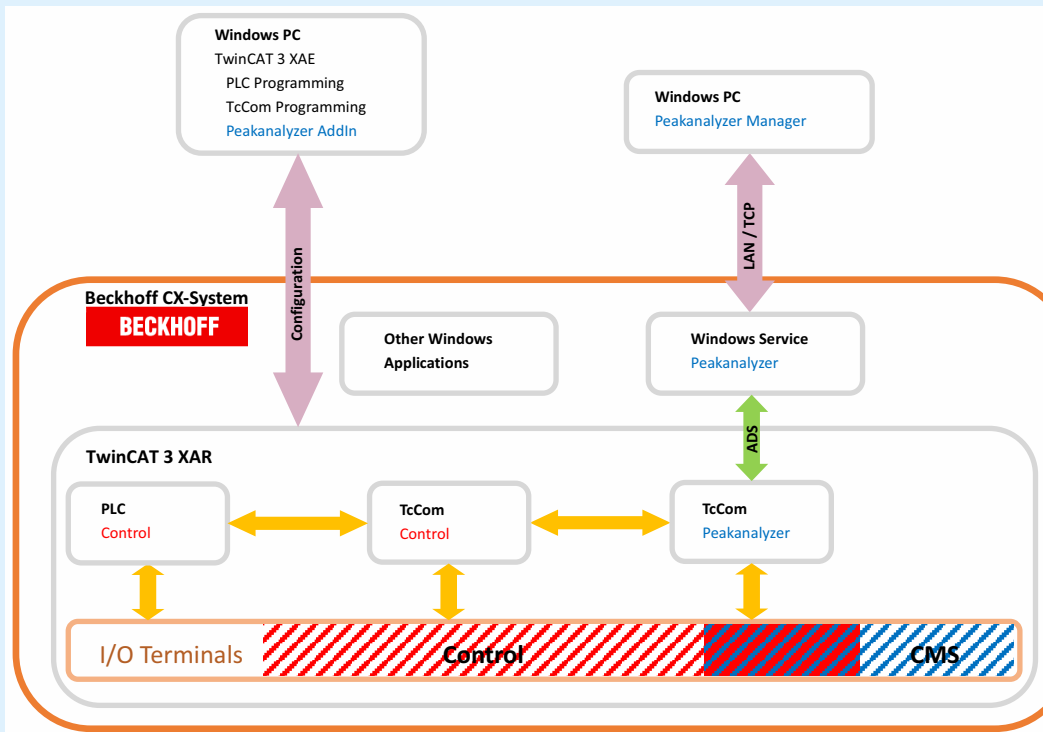
# Integrated Peakanalyzer

Der Integrated Peakanalyzer ist eine Softwarelizenz für ein hocheffizientes, frequenzselektiv arbeitendes Condition Monitoring System, das auf vorhandener oder durch den Anwender selbst zu installierender Hardware basiert.

Mit dem Integrated Peakanalyzer können Unregelmäßigkeiten am Antriebsstrang, also Anomalien an Wellen, Kupplungen, Zahnrädern und Wälzlagern zuverlässig und frühzeitig erkannt werden. Die Analyse wird realisiert durch die hochfrequente Erfassung der Schwingungen, Bildung von Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren und der automatischen Erkennung von signifikanten Spektralanteilen, die Schadensmustern entsprechen.

Voraussetzung ist das Vorhandensein einer Beckhoff TwinCAT 3-Umgebung einschließlich der nötigen Signalerfassungsklemmen und Sensoren. Gegenüber einem autarken System ergibt sich ein direkter Kostenvorteil, da der für die Steuerung genutzte Industrie-PC auch für den Peakanalyzer genutzt werden kann. Ebenso kann die bestehende Kommunikationsinfrastruktur genutzt werden, um den Peakanalyzer zu konfigurieren bzw. die Daten herunter zu laden.

In der Steuerung bereits vorhandene Informationen wie z.B. Drehzahl, Wind oder Leistung werden in der Regel direkt in den Integrated Peakanalyzer übernommen. Für diese Messgrößen müssen keine zusätzlichen Sensoren geplant werden. Außerdem können Diagnoseergebnisse direkt der Steuerung zugänglich gemacht werden.



# Integrated Peakanalyzer

*The Integrated Peakanalyzer is a software license for a high-efficiency, frequency-selective condition monitoring system based on existing or user-installable hardware.*

*With the Integrated Peakanalyzer, irregularities in the drive train, i.e. anomalies on shafts, couplings, gears and rolling bearings can be detected reliably and early. The analysis is realized by high-frequency detection of the vibrations, formation of order spectra and envelope order spectra and the automatic detection of significant spectral components corresponding to damage patterns.*

*The prerequisite is the presence of a Beckhoff TwinCAT 3 environment including the necessary analog input terminals and sensors. Compared to a autarkic system, there is a direct cost advantage, since the industrial PC used for the control can also be used for the Peakanalyzer. Likewise, the existing communication infrastructure can be used to configure the Peakanalyzer or to download the data.*

*Information already present in the control unit, such as speed, wind speed or electrical power are usually taken directly into the Integrated Peakanalyzer. No additional sensors need to be planned for these measurements. In addition, diagnostic results can be made directly accessible to the controller.*

*The Integrated Peakanalyzer runs in a separate task on the TwinCAT 3 environment and only accesses signal input terminals that are assigned to the Peakanalyzer. The tasks serving the control unit remain unaffected.*

*The hardware configuration is carried out via an additional plug-in, which is fully integrated in the TwinCAT 3 development environment and in a few steps enables an assignment of the signal input terminals to the Peakanalyzer. The further configuration of the sensors and of the drive train is carried out with the Peakanalyzer Manager so.*

Der Integrated Peakanalyzer läuft in einem separaten Task auf der TwinCAT 3-Umgebung und greift nur auf Signalerfassungsklemmen zu, die dem Peakanalyzer zugeordnet sind. Die Tasks, die der Steuerung dienen, bleiben unberührt.

Die Hardwarekonfiguration erfolgt über ein zusätzliches Plugin, welches vollständig in die TwinCAT 3-Entwicklungsumgebung integriert ist und in wenigen Schritten eine Zuordnung der Signalerfassungsklemmen zum Peakanalyzer ermöglicht. Die weitere Konfiguration der Sensorik und des Antriebsstranges erfolgt mit der Software Peakanalyzer Manager.

# Integrated Peakanalyzer

## Windenergieanlagen

Der Integrated Peakanalyzer für Windenergieanlagen wird in zwei Versionen angeboten:

- PAI-W04 bis zu vier Kanäle für Schwingungssignale, geeignet für getriebelose Windenergieanlagen
- PAI-W10 bis zu zehn Kanäle für Schwingungssignale, geeignet für Windenergieanlagen mit Getriebe

Beim Integrated Peakanalyzer muss der Anwender sicherstellen, dass die erforderliche Hardware installiert und betriebsfähig ist.

### **Getriebelose Windenergieanlage:**

- mindestens ein Beschleunigungssensor je Wälzlager mit einer Empfindlichkeit von 500 mV/g mit IEPE-Standard (z.B. PCB 601A02)
- Beckhoff 2-Kanal-Analog-Eingangsklemme ELM3602. Es wird jeweils eine Klemme für jeweils zwei Beschleunigungssensoren benötigt.

### **Windenergieanlage mit Getriebe:**

- mindestens ein Beschleunigungssensor je Rotorlager mit einer Empfindlichkeit von 500 mV/g mit IEPE-Standard (z.B. PCB 601A02)
- mehrere Beschleunigungssensoren an den Lagerstellen des Getriebes mit einer Empfindlichkeit von 100 mV/g mit IEPE-Standard (z.B. PCB 608A11)
- mindestens ein Beschleunigungssensor je Generatorlager mit einer Empfindlichkeit von 100 mV/g mit IEPE-Standard (z.B. PCB 608A11)
- Beckhoff 2-Kanal-Analog-Eingangsklemme ELM3602. Es wird jeweils eine Klemme für jeweils zwei Beschleunigungssensoren benötigt.

Im Fall, dass die Bereitstellung der Drehzahl aus der Steuerung nicht möglich ist, sind die Installation eines Drehzahlsensors (z.B. Turck Ni12U-M18-AP6X-H1141) und eines 1-Kanal-Inkremental-Encoder-Interface Beckhoff EL5151 erforderlich.

Die Beckhoff-Steuerung muss über eine TwinCAT 3-Umgebung und eine IO/C++ Laufzeitlizenz verfügen. Es müssen zwei freie CPU-Kerne, 512 MB RAM und 2 GB freier Festplattenspeicher zur Verfügung stehen.



# Integrated Peak analyzer

## Wind Turbines

The Integrated Peak analyzer for wind turbines is available in two versions:

- PAI-W04 up to four channels for vibration signals, suitable for gearless wind turbines
- PAI-W10 up to ten channels for vibration signals, suitable for wind turbines with gearbox

At the Integrated Peak analyzer, the user must ensure that the required hardware is installed and operational.

### **Gearless wind turbine:**

- at least one accelerometer per rolling bearing with a sensitivity of 500 mV/g with IEPE standard (e.g., PCB 601A02)
- Beckhoff dual-channel analog input terminal ELM3602. One clamp is required for every two accelerometers.

### **Wind turbine with gearbox:**

- at least one accelerometer per rotor bearing with a sensitivity of 500 mV/g with IEPE standard (e.g., PCB 601A02)
- several accelerometers at the gearbox bearings with a sensitivity of 100 mV/g with IEPE standard (e.g., PCB 608A11)
- at least one accelerometer per generator bearing with a sensitivity of 100 mV/g with IEPE standard (e.g., PCB 608A11)
- Beckhoff dual-channel analog input terminal ELM3602. One clamp is required for every two acceleration sensors.

In the case that the speed is not available from the control unit, the installation of a speed sensor (e.g. Turck Ni12U-M18-AP6X-H1141) and a Beckhoff EL5151 single-channel incremental encoder interface are required.

The Beckhoff controller must have a TwinCAT 3 environment and an IO/C++ runtime license. There must be two free CPU cores, 512 MB of RAM and 2 GB of free hard disk space available.

# Peakanalyzer Manager

Der Peakanalyzer Manager ist eine universelle Software, die verschiedene Aufgaben unterstützt:

- Konfigurieren der Online Systeme Peakanalyzer und Baseanalyzer
- Konfigurieren des Offline-Systems PeakStore5
- Überwachungsservice und Alarmmanagement für Peakanalyzer und Baseanalyzer
- vollautomatische frequenzselektive Onlineüberwachung von Daten aus anderen Quellen
- vollautomatische Offline-Diagnose von PeakStore-Messdaten
- vollautomatische Offline-Diagnose von Daten aus anderen Quellen
- manuelle Analyse von Daten.

Der Peakanalyzer Manager speichert Daten in einer SQL-Datenbank, die sich auf demselben Rechner oder aber im Netzwerk befinden muss. Im Netzwerk kann die SQL-Datenbank dann von mehreren Nutzern gleichzeitig genutzt werden.

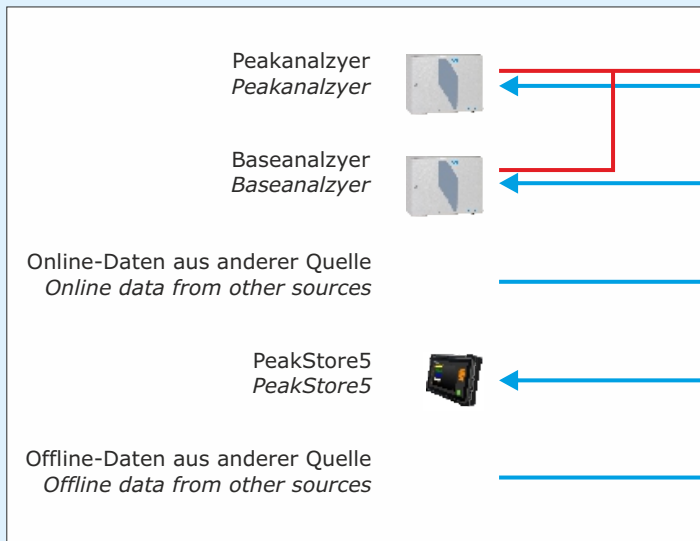
Beim Peakanalyzer erfolgt die tiefendiagnostische Überwachung im Peakanalyzer selbst. Dort werden aus den gemessenen Zeitsignalen unter Verwendung der Drehzahlinformation Spektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren gebildet. In diesen wird nach signifikanten Spektralanteilen gesucht, die wiederum auf Übereinstimmung mit kinematischen Schadensmustern überprüft werden.

Derselbe Prozess läuft auch bei der Verwendung von Daten aus anderen Quellen ab, mit dem Unterschied allerdings, dass die Analyse nun auf dem Rechner ausgeführt wird, auf dem der Peakanalyzer Manager installiert ist. Es muss also eine Schnittstelle zu den Zeitdaten bestehen, und die Zeitdaten müssen regelmäßig dem Peakanalyzer Manager zugeführt werden.

Und dann werden auch hier Spektren, Ordnungsspektren und Hüllkurvenordnungsspektren gebildet, in denen signifikante Spektralanteile gesucht werden, die wiederum auf Übereinstimmung mit kinematischen Schadensmustern überprüft werden.

Das gleiche Szenario wird auf Daten aus Offline-Messungen angewandt. Auch hier erfolgt die Diagnosearbeit im Peakanalyzer Manager.

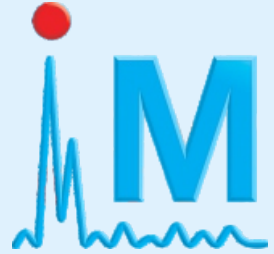
Der Peakanalyzer Manager verfügt darüber hinaus über einen Reportgenerator, mit dem die Erstellung von Status- und Diagnoseberichten unterstützt wird.



# Peakalyzer Manager

The Peakalyzer Manager is an universal software supports different tasks:

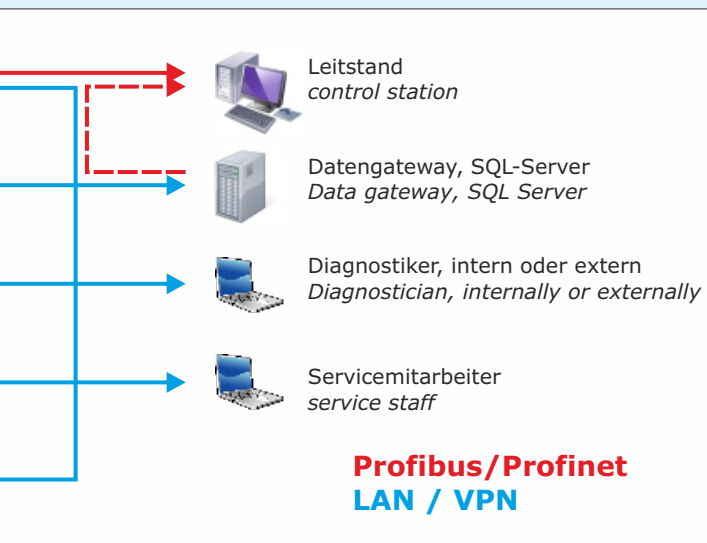
- configure the online systems Peakalyzer and Basealyzer
- configure the offline system PeakStore5
- monitoring service and alarm management for Peakalyzer and Basealyzer
- fully automated frequency selective online monitoring of data from other sources
- fully automated offline diagnosis of PeakStore data
- fully automated offline diagnosis of data from other sources
- manual analysis of data.



The Peakalyzer Manager stores data in an SQL database, that has to be located on the same computer or in the network. In the network, the SQL database can then be used by multiple users simultaneously.

In the Peakalyzer the deep diagnostic monitoring is done in the Peakalyzer itself. Of the measured time signals using the speed information spectra, order spectra and envelope curve order spectra are composed. These spectra will be analyzed regarding significant spectral components, which in turn are checked for compliance with kinematic damage patterns.

The same process takes place if data from other sources are used, although with the difference, that the analysis will be performed on the computer, on which the Peakalyzer Manager is installed. So there has to exist an interface to the time data and the time data have to be supplied regularly to the Peakalyzer Manager.



And then spectra, order spectra and envelope curve order spectra are composed, which are analyzed regarding significant spectral components, which in turn will be checked for compliance with kinematic damage patterns.

The same scenario is applied to data from offline measurements. The diagnostic work is done in the Peakalyzer again.

In addition, the Peakalyzer Manager has a report generator, which supports the generation of status and diagnostic reports.

# Peakanalyser Manager

Der Peakanalyser Manager verfügt über eine Reihe von komfortablen Analysewerkzeugen. Dazu gehören:

- Diagramme von Zeitsignale, Frequenzspektren und Ordnungsspektren
- Wasserfalldarstellungen und Spektrogramme von allen Spektren
- Messcursor, Harmonischencursor, Seitenbandcursor und Markierungscursor
- Darstellung einzelner Merkmale über der Zeit
- Darstellung von Kennwerten über der Zeit

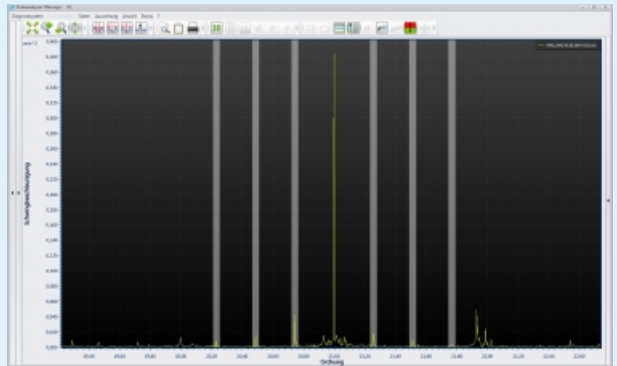
Darüber hinaus ist der Vergleich von Spektren und Trends zwischen verschiedenen Maschinen möglich.

Ein Reportgenerator erleichtert die Berichtstellung. Standardabläufe werden mit ihm automatisiert ausgeführt.

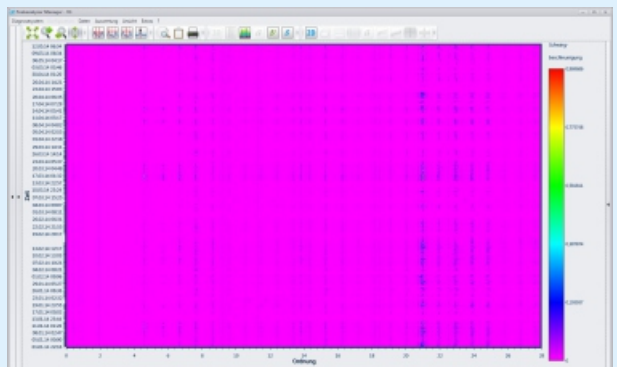
Im Ordnungsspektrum sind einzelne, durch Schwingungen bestimmbare Phänomene klar visualisierbar. Ordnungen sind hier Vielfache einer Referenzdrehzahl. So spielen Drehzahl-schwankungen bei der Interpretation keine Rolle.

Bei der Wasserfalldarstellung werden viele Spektren hintereinander angeordnet. Es entsteht ein Bild, in dem man Veränderungen einzelner Spektralanteile über der Zeit sehr gut erkennt. Anomale Betriebs- oder Belastungssituationen sind so für den geübten Betrachter schnell zu erfassen. Allerdings ist die absolute Höhe einzelner Spektralanteile schwer zu erkennen.

Im Spektrogramm dagegen werden übereinander viele Spektren in der Draufsicht angeordnet. So entsteht eine zwei-dimensionale Darstellung. Die Höhe der Amplitude – die dritte Dimension – wird durch verschiedene Farben kenntlich gemacht. In dieser Darstellung ist das konkrete Ausmessen einzelner Werte sehr einfach.



Ordnungsspektrum – *Order spectrum*



Spektrogramm – *Spectrogram*

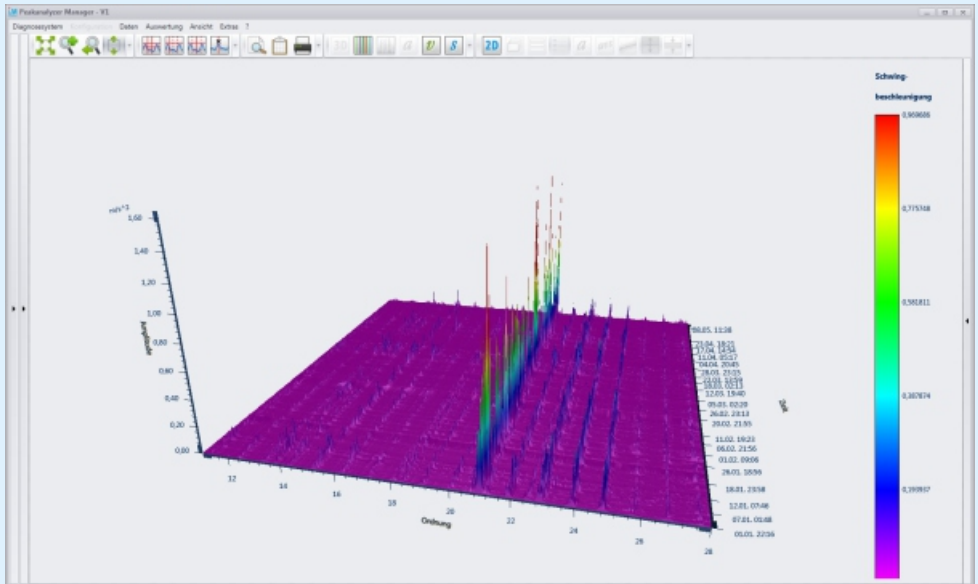
# Peakalyzer Manager

The Peakalyzer Manager also includes a number of convenient analysis tools:

- Diagrams of time signals, frequency spectra and order spectra
- Waterfall diagrams and spectrograms of all spectra
- Measurement cursor, harmonic cursor, sideband cursor and marker cursor
- Presentation of characteristics as a time plot
- Presentation of parameters as a time plot

Moreover, the comparison of spectra and trends between different machines is possible.

A report generator simplifies reporting. Standard processes are executed automatically with it.



Wasserfalldarstellung – Water flow chart

Phenomena, that could be described by vibrations, are visuable in the order spectra. Orders are the multiples of a reference speed. Thus, speed variations do not affect the interpretation.

At the water flow chart, many spectra are arranged behind one another. So, it is possible, to detect changes of single spectral components, easily. The experienced viewer could quickly detect abnormal operating conditions. However, it is difficult to detect the absolute level of individual spectral components.

In the spectrogram, many spectra are arranged, one above the other. The result is a two-dimensional representation. The amplitude – the third dimension – is marked by different colours. So, the measuring of single values is quite simple.

# Peakanalyzer Manager

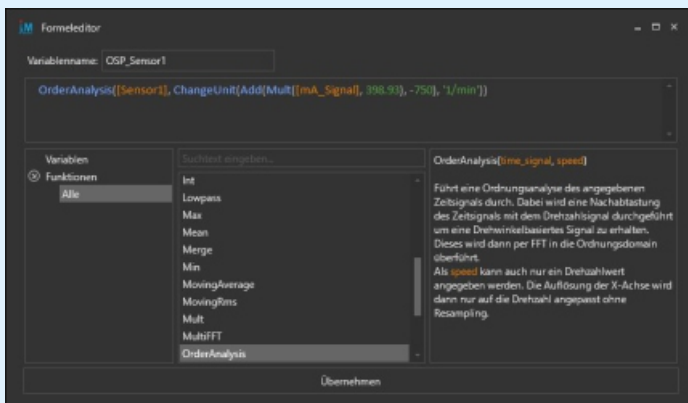
## Formeleditor

Im Diagnostic Tool Ultimate ist ein komplexer Formeleditor integriert. Damit ist es möglich eigene Analysen der Messdaten zu realisieren.

- Es existiert eine umfangreiche Auswahl an mathematischen Funktionen zur Manipulation der Messdaten:
  - Grundoperationen wie Addition, Multiplikation
  - Filtern von Signalen
  - Berechnung von Frequenz und Ordnungsspektren
  - Korrelation von Signalen
  - Integration und Differenzierung
  - gleitender Mittelwert und Effektivwert
- Es stehen auch alle Funktionen zur Verfügung, die in den standardmäßig vorhandenen Vorverarbeitungsschritten verwendet werden.
- Das neuen Signal ist direkt visualisierbar.
- Nach der Berechnung steht das Signal und die verwendete Formel in der Auswertung zur Verfügung.
- Einer Formel kann auf alle vorhandenen Eingangssignale übernommen werden, um effizient eine Auswertung für alle Sensoren durchzuführen.
- Formeln sind für spätere Anwendung auf andere Messungen ex- und importierbar.

Damit kann das Diagnostic Tool verwendet werden, um unter anderem folgende Analysen durchzuführen:

- Hoch- und Auslaufanalyse
- Korrelation von Messdaten, beispielsweise Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit über der Last
- Analysen von Messungen an Blattlagern
- komplexe Analyse von Wegsignalen, z.B. für die Auswertung einer Fundamentmessung



# Peakanalyzer Manager

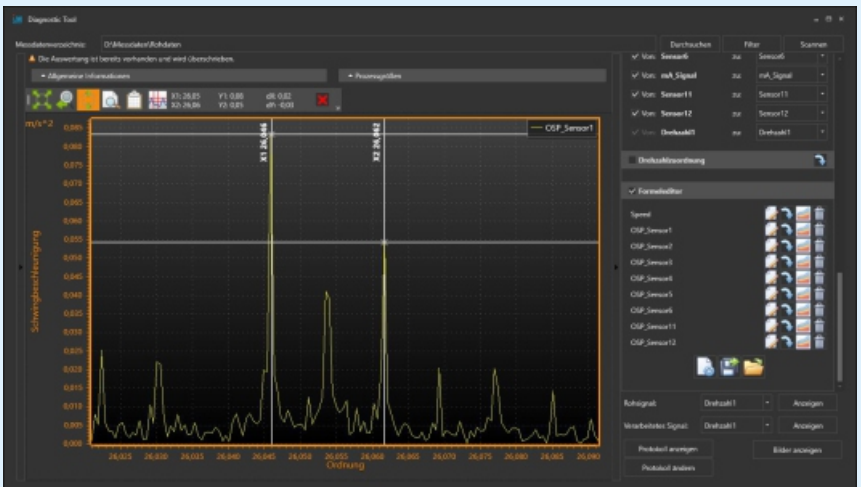
## Formula Editor

A complex formula editor is integrated in the Diagnostic Tool Ultimate. This makes it possible to carry out your own analyses of the measurement data.

- Extensive selection of mathematical functions for manipulating the measurement data:
  - Basic operations such as addition, multiplication
  - Filtering of signals
  - Calculation of frequency and order spectra
  - Correlation of signals
  - Integration and differentiation
  - Moving Average and RMS
- All functions that are used in the standard pre-processing steps are also available.
- Direct visualisation of the new signal.
- After the calculation, the signal and the formula used are available in the analysis.
- Transfer of a formula to all existing input signals to efficiently carry out an evaluation for all sensors.
- Export and import of formulas for later application to other measurements.

The Diagnostic Tool can be used to perform the following analyses, among others

- a run-up and run-down analysis
- correlation of measurement data, e.g. plotting the effective value of the vibration velocity over the load
- for analyzing measurements on blade bearings
- complex analysis of displacement signals, e.g. for the evaluation of a foundation measurement



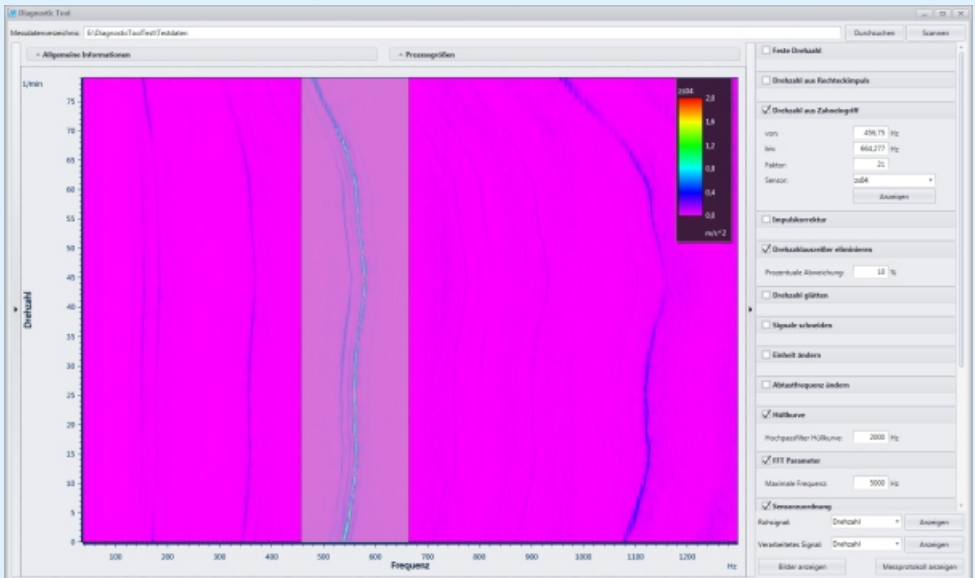
# Diagnostic Tool

## Analyse von externen Daten

Mit dem **Diagnostic Tool Standard** können Messdaten von allen lizenzierten PeakStore5 berechnet und analysiert werden. Dabei werden gemäß Konfiguration Frequenz- und Hüllkurvenfrequenzspektren sowie bei vorhandener Drehzahl auch Ordnungs- und Hüllkurvenordnungsspektren gebildet. Zusätzlich werden von allen Sensoren die Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit und Schwingbeschleunigung berechnet. Das Diagnostic Tool Standard ist fester Bestandteil des Peakalyzer Managers.

Das **Diagnostic Tool Professional** ermöglicht darüber hinaus den Import von nicht lizenzierten PeakStore5 und einer Reihe von anderen Dateiformaten.

Das **Diagnostic Tool Ultimate** realisiert zusätzlich noch die vollautomatische Diagnose auf Grundlage der kinematischen Daten. Gefundene Auffälligkeiten an Antriebs-elementen werden automatisch gemeldet. Außerdem enthält diese Version einen Berichtsgenerator, mit dem ein kompletter Diagnosebericht erstellt werden kann.



Berechnung der Drehzahl für die Ordnungsanalyse aus dem Zahnringriff –  
*Calculation of the speed for the order analysis from the meshing*



# Diagnostic Tool

## Analysis of External Data

By using the **Diagnostic Tool Standard**, measurement data from all licensed PeakStore5 can be calculated and analyzed. According to the configuration, frequency spectra and envelope curve frequency spectra as well as order spectra and envelope curve order spectra, if a speed signal exists, are generated. In addition, the effective values of the vibration speed and vibration acceleration are calculated from all sensors. The Diagnostic Tool Standard is an integral part of the Peakalyzer Manager.

The **Diagnostic Tool Professional** also enables the import of unlicensed PeakStore5 and a number of other file formats.

The **Diagnostic Tool Ultimate** also implements the fully automatic diagnosis based on the kinematic data. Anomalies found on drive elements are reported automatically. This version also includes a report generator that can be used to create a complete diagnostic report.

### Unterstützte Dateiformate:

- PeakStore200, PeakStore400, PeakStore410, PeakStore5
- DasyLab
- Famos
- Diadem
- Universal File Format
- HEAD acoustics
- Bachmann
- ifm

### Supported data formats:

- PeakStore200, PeakStore400, PeakStore410, PeakStore5
- DasyLab
- Famos
- Diadem
- Universal File Format
- HEAD acoustics
- Bachmann
- ifm

### Signalkonditionierungswerkzeuge:

- Feste Drehzahl definieren
- Drehzahl aus Rechteckimpuls generieren
- Drehzahl aus Zahneingriff generieren
- Impulskorrektur
- Drehzahlausreißer eliminieren
- Drehzahl glätten
- Signale schneiden
- Einheit ändern
- Abtastfrequenz ändern
- Filter für die Hüllkurvenbildung ändern
- FFT Parameter ändern
- Sensorzuordnung ändern

### Signal conditioning tools:

- Define fixed speed
- Generate speed from rectangular pulse
- Generate speed from meshing
- Pulse correction
- Eliminate speed outlier
- Smooth the speed
- Cut signals
- Change unit
- Change the sampling frequency
- Change the envelope shaping filter
- Change FFT parameters
- Change sensor assignment

# Sensoren

## Beschleunigungssensoren

Die Arbeitsweise des piezoelektrischen Beschleunigungssensors basiert auf dem 1880 von J. und P. Curie entdeckten Effekt, dass sich Quarzkristalle unter mechanischer Belastung aufladen. Eine seismische Masse ist nur durch den Piezokristall mit dem Aufnehmergehäuse mechanisch verbunden. Wird dieser in Bewegung versetzt, wirken aufgrund der Trägheit der seismischen Masse Kräfte auf den Piezokristall. Der Kristall erzeugt daraufhin eine Ladung, die der Kraft proportional ist. Die erzeugte Ladung wird in modernen Sensoren direkt in eine elektrische Spannung umgewandelt.

Beschleunigungssensoren sind robust, preiswert und für einen sehr breiten Frequenzbereich geeignet. Für Offline-Messungen werden die Sensoren mittels Magnet befestigt. In Online Condition Monitoring Systemen verwendet man Schraub- oder Klebeverbindungen.

Beschleunigungssensoren werden in der Regel bei der Herstellung vorgealtert, weshalb für den maschinendiagnostischen Einsatz nur dann eine Nachkalibrierung sinnvoll ist, wenn sie mechanisch belastet werden wie etwa bei mobilen Anwendungen.

Für die meisten Anwendungen favorisieren wir doppelt geschirmte Sensorkabel. Gegenüber dem Messobjekt sind die Sensoren in der Regel isoliert.

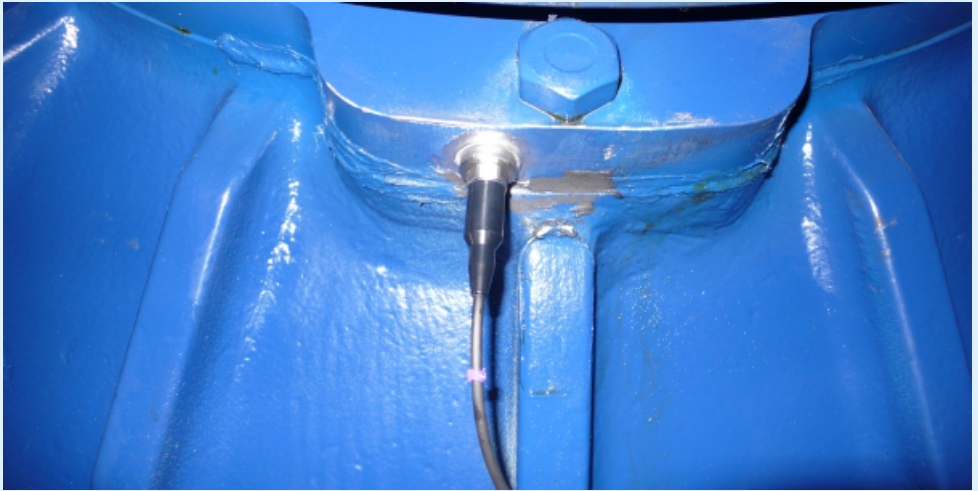
### Daten häufig eingesetzter Sensoren:

Bestellnummer	S-M603C91	S-M601A92
Ausführung	-CC-PA	-CC-PA
		
Empfindlichkeit	100 mV/g; 10,2 mV/m/s <sup>2</sup>	500 mV/g; 51 mV/m/s <sup>2</sup>
Messbereich	490 m/s <sup>2</sup>	98 m/s <sup>2</sup>
Frequenzbereich ± 3 dB	0,5 ... 10.000 Hz	0,17 ... 10.000 Hz
Resonanzfrequenz	25 kHz	16 kHz
Anschlusskabel	separat mit Stecker M12 oben doppelt geschirmt	separat mit Stecker M12 oben doppelt geschirmt
Kabellänge, Standard	10 m	10 m
Stromversorgung	IEPE	IEPE
Temperatur Sensoren	-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C
Temperatur Standardkabel aus PU-Elastomer	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
Schutzklasse	IP 68	IP 68

- CC Das Kabel ist doppelt geschirmt. Der Sensor eignet sich für den Einsatz an umrichtergesteuerten Antrieben.
- PA Diese Sensoren werden für den Peakanalyzer verwendet und fertig konfektioniert geliefert. Es wird eine Montagebasis mitgeliefert. Diese wird auf das Maschinengehäuse geklebt. Darauf wird dann der Sensor mittels Montagebolzen M6x1 geschraubt.
- PAM Diese Sensoren werden für den Peakanalyzer verwendet und fertig konfektioniert mit Haftmagnet geliefert.
- PS Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit Haftmagnet und BNC-Stecker geliefert.
- PSL Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit Haftmagnet und LEMO-1B-Stecker geliefert.
- PS5 Diese Sensoren werden für den PeakStore5 verwendet und fertig konfektioniert mit Haftmagnet und LEMO-0B-Stecker geliefert.

# Sensoren

## Beschleunigungssensoren



Beschleunigungssensor am Getriebe, geschraubt auf geklebter Montagebasis –  
*Acceleration sensor at gear box, screwed onto glued mounting base*

S-M608A11	S-TOM608A11	S-M601A02
-PA, -PAM, -PS, -PSL, -PS5	-PA, -PAM	-PA, -PAM, -PS, -PSL, -PS5
		
100 mV/g; 10,2 mV/m/s <sup>2</sup>	100 mV/g; 10,2 mV/m/s <sup>2</sup>	500 mV/g; 51 mV/m/s <sup>2</sup>
490 m/s <sup>2</sup>	490 m/s <sup>2</sup>	98 m/s <sup>2</sup>
0,5 ... 10.000 Hz	0,5 ... 10.000 Hz	0,17 ... 10.000 Hz
22 kHz	22 kHz	16 kHz
integriert, oben	integriert, oben	separat mit Stecker, oben
9,1 m	9,1 m	10 m
IEPE	IEPE	IEPE
-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C
-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
IP 68	IP 68	IP 68
	Temperatúrausgang: 2...121 °C; 10 mV/K	

# Sensors

## Accelerometers

The functionality of the piezoelectric acceleration sensor is based on the 1880 by J. and P. Curie discovered effect of quartz crystals, which charge each other under mechanical load. A seismic mass is mechanically coupled by the piezoelectric crystal to the transducer housing. If this crystal is set into action, then forces affect the piezoelectric crystal, because of the inertia of the seismic mass. Then, the crystal generates electrical charge, which is proportional to the force. In modern sensors, this electrical charge is directly converted into an electrical voltage.

Acceleration sensors are robust, inexpensive and suitable for a very wide frequency range. Sensors with magnets are used for the offline measurements. In Online Condition Monitoring systems, screw or adhesive bonds are used.

Acceleration sensors are usually pre-aged during manufacture, which is why recalibration is only useful for machine diagnostic use if they are subject to mechanical loads, such as in mobile applications.

For most applications, we prefer double-shielded sensor cables. The sensors are usually isolated from the measuring object.

### Data from frequently used sensors:

Order number	S-M603C91	S-M601A92
Type	-CC-PA	-CC-PA
		
Sensitivity	100 mV/g; 10.2 mV/m/s <sup>2</sup>	500 mV/g; 51 mV/m/s <sup>2</sup>
Measurement range	490 m/s <sup>2</sup>	98 m/s <sup>2</sup>
Frequency range ± 3 dB	0.5 ... 10,000 Hz	0.17 ... 10,000 Hz
Resonanzfrequenz	25 kHz	16 kHz
Connection cable	separately with plug M12 on top double-shielded	separately with plug M12 on top double-shielded
Cable length	10 m	10 m
Voltage supply	IEPE	IEPE
Temperature Sensors	-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C
Temperature standard cable from PU	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
Protection Class	IP 68	IP 68




- CC The cable is double shielded. The sensor is suitable for use on inverter-controlled drives.
- PA These sensors are used for the PeakAnalyzer and delivered pre-fabricated. An assembly aid will be delivered. This aid will be bonded at the machine housing. The sensor is bolted on it by an assembly bolt M6x1.
- PAM These sensors are used for the PeakAnalyzer and delivered pre-fabricated with contact magnet.
- PS These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with contact magnet and BNC connectors..
- PSL These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with contact magnet and LEMO-1B connectors
- PS5 These sensors are used for the PeakStore5 and delivered pre-fabricated with contact magnet and LEMO-0B connectors

# Sensors

## Accelerometers



Beschleunigungssensoren am Getriebe mit Magnetankopplung –  
Acceleration sensor at gear box with magnetic coupling

S-M608A11	S-TOM608A11	S-M601A02
-PA, -PAM, -PS, -PSL, -PS5	-PA, -PAM	-PA, -PAM, -PS, -PSL, -PS5
		
100 mV/g; 10.2 mV/m/s <sup>2</sup>	100 mV/g; 10.2 mV/m/s <sup>2</sup>	500 mV/g; 51 mV/m/s <sup>2</sup>
490 m/s <sup>2</sup>	490 m/s <sup>2</sup>	98 m/s <sup>2</sup>
0.5 ... 10,000 Hz	0.5 ... 10,000 Hz	0.17 ... 10,000 Hz
22 kHz	22 kHz	16 kHz
integrated, on top	integrated, on top	separate, on top
9.1 m	9.1 m	10 m
IEPE	IEPE	IEPE
-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C	-54 ... 121 °C
-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
IP 68	IP 68	IP 68
	temperature output: 2...121 °C; 10 mV/K	

# Sensoren

## Wegsensoren

Auf dem Gebiet der Maschinendiagnostik werden Wegsensoren häufig zur Detektion des Rundlaufes rotierender Antriebselemente mit sehr niedrigen Drehzahlen eingesetzt. Neben Unwucht und Ausrichtfehlern sind auf diese Weise Unregelmäßigkeiten an auf der betreffenden Welle befindlichen Wälzlagern zuverlässig nachweisbar.

Darüber hinaus lässt sich mittels Wegsensoren auch die Drehzahl von Wellen bestimmen.

Zur Befestigung des Sensors wird in der Regel eine kleine Hilfskonstruktion benötigt, die für den Antrieb individuell angefertigt werden muss.



Wegsensor am Rad eines Kranfahrwerks  
- Displacement sensor at the wheel of a crane running gear

Bestellnummer	S-BI1,5-EG08-LU/S100-10M	S-BI4-M12-LIU-H1141	S-BI8-M18E-LIU-H1141
Ausführung	-PA, -PS5, -PSL, -PS, -PS5	-PA, -PS, -PSL, -PS5	-PA, -PSL, -PS5
Beschreibung	 <p>induktiver Wegsensor Messbereich 0,25 ... 1,25 mm Bezugsabstand 0,75 mm Steigung 10 V/mm Empfindlichkeit 0,1 mm/V Messfolgefrequenz 200 Hz</p>	 <p>induktiver Wegsensor Messbereich 0,5 ... 3 mm Bezugsabstand 1,75 mm Steigung 4 V/mm Empfindlichkeit 0,25 mm/V Messfolgefrequenz 200 Hz Messgeschwindigkeit 0,2 mm/ms Linearitätsabweichung &lt; 0,125 mm Wiederholgenauigkeit ± 0,025 mm</p>	 <p>induktiver Wegsensor Messbereich 1 ... 5 mm Bezugsabstand 3 mm Steigung 2,5 V/mm Empfindlichkeit 0,4 mm/V Messfolgefrequenz 200 Hz Messgeschwindigkeit 0,2 mm/ms Linearitätsabweichung &lt; 0,2 mm Wiederholgenauigkeit ± 0,04 mm</p>
Temperatur Sensoren	-25 ... 100 °C	-25 ... 70 °C	-25 ... 70 °C
Temperatur Standardkabel aus PU-Elastomer	-40 ... 90 °C	-20 ... 80 °C	-25 ... 70 °C
Gehäuse	Edelstahl, Gewinderohr, M8 x 1, Länge 42 mm	Messing verchromt, Gewinderohr, M12 x 1, Länge 62 mm	Messing verchromt, Gewinderohr, M18 x 1, Länge 72 mm
Schutzklasse	IP 67	IP 67	IP 67
Stromversorgung	10 ... 30 VDC, ≤ 10 mA	10 ... 30 VDC, ≤ 10 mA	10 ... 30 VDC, ≤ 8 mA
Anschluss	Anschlusskabel separat oder integriert, Länge 10 m	Anschlusskabel separat oder integriert, Länge 10 m	Stecker und separates Anschlusskabel, Länge 10 m
<p>-PA Diese Sensoren werden für den PeakAnalyzer verwendet und fertig konfektioniert geliefert.                      -PS Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit BNC-Stecker geliefert.                      -PSL Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit LEMO-1B-Stecker geliefert.                      -PS5 Diese Sensoren werden für den PeakStore5 verwendet und fertig konfektioniert mit LEMO-0B-Stecker geliefert.</p>			

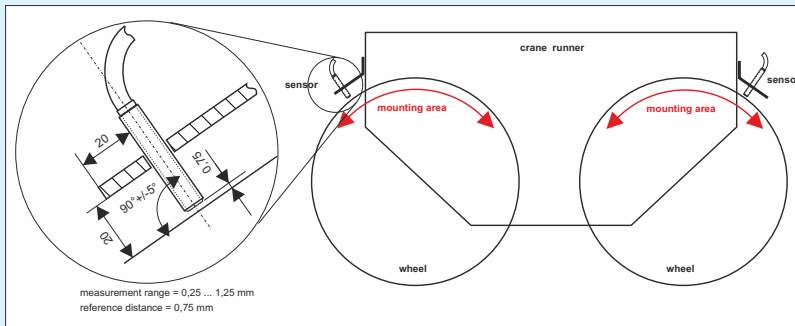
# Sensors

## Distance Sensors




In the field of machine diagnostics displacement sensors are commonly used for detection of concentricity of rotating drive elements with very low speeds. Besides unbalance and misalignment in this way irregularities located on the respective shaft bearings are reliably detectable.

In addition, also the speed of waves can be defined by distance sensors.

In general, to mount the sensor a small auxiliary construction is required, that has to be made individually for the drive.



Befestigung von Wegsensoren - Mounting of displacement sensors

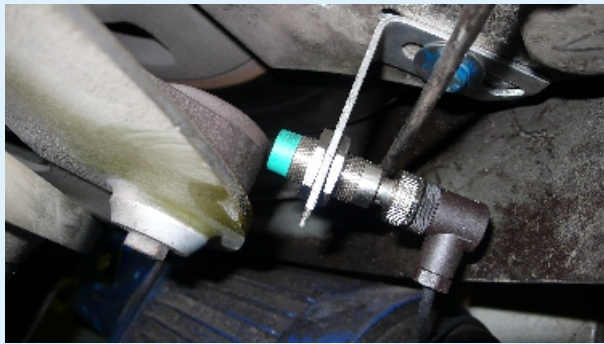
Order number	S-Bi1,5-EG08-LU/S100-10M	S-Bi4-M12-LIU-H1141	S-Bi8-M18E-LIU-H1141
Type	-PA, -PS5, -PSL, -PS5	-PA, -PS, -PSL, -PS5	-PA, -PSL, -PS5
			
Description	inductive distance sensor nominal range 0.25 ... 1.25 mm reference distance 0.75 mm increase 10 V/mm sensitivity 0.1 mm/V measurement repetition rate 200 Hz	inductive distance sensor nominal range 0.5 ... 3 mm reference distance 0.75 mm increase 4 V/mm sensitivity 0.25 mm/V measurement repetition rate 200 Hz measurement speed 0.2 mm/ms linearity deviation < 0.025 mm repeatability ± 0.025 mm	inductive distance sensor nominal range 1 ... 5 mm reference distance 3 mm increase 2,5 V/mm sensitivity 0.4 mm/V measurement repetition rate 200 Hz measurement speed 0.2 mm/ms linearity deviation < 0.2 mm repeatability ± 0.04 mm
Temperature Sensors	-25 ... 100 °C	-25 ... 70 °C	-25 ... 70 °C
Temperature Standard cable from PU elastomere	-20 ... 90 °C	-20 ... 80 °C	-25 ... 70 °C
Housing	stainless steel, threaded barrel, M8x1, length 42 mm	brass chrome plated, threaded barrel, M12x1, length 62 mm	brass chrome plated, threaded barrel, M12x1, length 62 mm
Protection class	IP 67	IP 67	IP 67
Voltage supply	10 ... 30 VDC, ≤ 10 mA	10 ... 30 VDC, ≤ 10 mA	10 ... 30 VDC, ≤ 10 mA
Connection	cable separate or integrated, length 10 m	cable separate or integrated, length 10 m	connector and separate cable, length 10 m
-PA These sensors are used for the Peakalyzer and delivered pre-fabricated. -PS These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with BNC connector. -PSL These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with LEMO-1B connector. -PS5 These sensors are used for the PeakStore5 and delivered pre-fabricated with LEMO-0B connector.			

# Sensoren

## Drehzahlsensoren

Drehzahlsensoren arbeiten entweder optisch oder induktiv. Optische Sensoren werden häufig für Offline-Messungen eingesetzt. Dann benötigt man auf der Welle in der Regel eine Reflexionsmarke, deren Passieren vom Sensor registriert wird. Induktive Sensoren registrieren das Passieren metallischer Objekte. Dies können die Schrauben einer Kupplung sein.

In der Regel benutzt man für die Drehzahlerfassung die schnelle Welle eines Antriebs. Für die Ordnungsanalyse genügt es in den meisten Fällen, wenn die Drehzahl mindestens einmal pro Umdrehung erfasst wird. Daher ist ein Messpunkt auf der sich drehenden Welle ausreichend.



Zur Befestigung des Drehzahlensensors wird in der Regel eine kleine Hilfskonstruktion benötigt, die für den Antrieb individuell angefertigt werden muss.

Drehzahlsensor an der Kupplung eines Antriebs, befestigt mittels Metallwinkel –  
*Speed sensor on the coupling of a drive, attached by means of metal angle*

Bestellnummer	S-NI12U-M18-AP6X-H1141	S-M12PLPQ8
Ausführung	-PA	-PS, -PSL, -PS5
		
Beschreibung	induktiver Drehzahlsensor	optischer Drehzahlsensor
	max. Schaltfrequenz 1,5 kHz	Grenzreichweite 1,5 m
	Nennschaltabstand 12 mm	max. Schaltfrequenz 1 kHz
	Schaltzustandsanzeige LED rot	Schaltzustandsanzeige LED gelb
Temperatur Sensoren	-30 ... 85 °C	-20 ... 60 °C
Temperatur Standardkabel aus PU-Elastomer	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
Gehäusematerial	Messing vernickelt	Messing vernickelt, Gewinderohr, M12 x 1, Länge 74 mm
Schutzklasse	IP 67	IP 67
Stromversorgung	10 ... 30 VDC, < 15 mA	10 ... 30 VDC, < 100 mA
Anschluss	Stecker und separates Anschlusskabel	Stecker und separates Anschlusskabel

- PA Diese Sensoren werden für den PeakAnalyzer verwendet und fertig konfektioniert geliefert. Das Gewinde ist M18x1.
- PS Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit BNC-Stecker geliefert. Das Gewinde ist M18x1.
- PSL Diese Sensoren werden für den PeakStore verwendet und fertig konfektioniert mit LEMO-1B-Stecker geliefert. Das Gewinde ist M18x1.
- PS5 Diese Sensoren werden für den PeakStore5 verwendet und fertig konfektioniert mit LEMO-0B-Stecker geliefert. Gewinde: M18x1.



# Sensors

## Speedsensors



Speed sensors either operate optically or inductively. Optical sensors are commonly used for offline measurements. Then, you usually need a reflection mark on the shaft. The passing of the reflection mark is registered by the sensor. Inductive sensors register the passing of metallic objects. This may be the screws of a coupling.

In general, the high-speed shaft is used for the speed detection of the drive. For order analysis, it is enough to detect the speed at least once per revolution. Therefore, one measurement point on the rotating shaft is sufficient.



A construction aid is needed to attach the speed sensor. This has to be customized for the drive.

optischer Drehzahlsensor für Offline-Messungen mit magnetischem Stativ –  
Optical speed sensor with magnetic stand

Order number	S-NI12U-M18-AP6X-H1141	S-M12PLPQ8
Type	-PA	-PS, -PSL, -PSS
		
Description	inductive speed sensor switching frequency 1.5 kHz sensing distance 12 mm status display LED red	optical speed sensor operating range limit 1.5 m max. switching frequency 1 kHz status display LED yellow
Temperature Sensors	-30 ... 85 °C	-20 ... 60 °C
Temperature Standard cable from PU elastomere	-20 ... 80 °C	-20 ... 80 °C
Housing material	brass nickel plated	brass nickel plated, threaded barrel, M12x1, length 74 mm
Protection class	IP 67	IP 67
Voltage supply	10 ... 30 VDC, < 15 mA	10 ... 30 VDC, < 100 mA
Connection	connector and separate connection cable	connector and separate connection cable

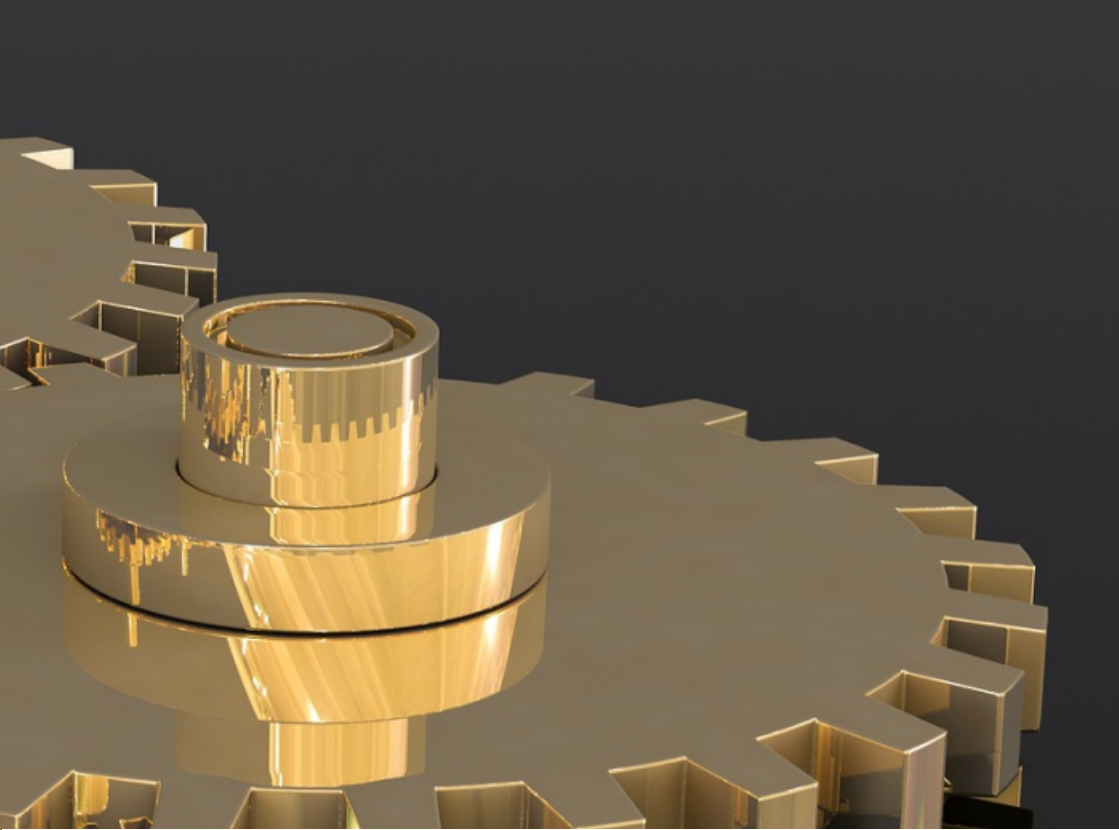
-PA These sensors are used for the Peakalyzer and delivered pre-fabricated. The mounting thread is M18x1.

-PS These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with BNC connector. The mounting thread is M18x1.

-PSL These sensors are used for the PeakStore and delivered pre-fabricated with LEMO-1B connector. The mounting thread is M18x1.

-PSS These sensors are used for the PeakStore5 and delivered pre-fabricated with LEMO-0B connector. The mounting thread is M18x1.





# 4 Services *Services*

# Mobile Schwingungsdiagnose an Antrieben

Es ist ganz einfach: Wir kommen zu Ihnen, installieren ein paar Sensoren am zu untersuchenden Antrieb und starten die Datenaufnahme. Die aufgenommenen Signale werden zunächst gespeichert. Anschließend werden Spektren und Hüllkurvenspektren gebildet. Diese werden nach Hinweisen auf Unregelmäßigkeiten an Antriebselementen durchsucht. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst.

Natürlich können Sie die Datenerfassung auch selbst durchführen. Dazu benötigen Sie das bis zu 12-kanalige Datenerfassungssystem PeakStore5.

Für die Messung selbst sollte der Antrieb betriebswarm sein und unter repräsentativen Bedingungen laufen. Die Drehzahl darf währenddessen schwanken, wenn auch sie gemessen wird. Drehzahlwelligkeiten während der Datenerfassung sind in der Regel unproblematisch, da sie durch die konsequente Anwendung der Ordnungsanalyse kompensiert werden.

## Ablauf der mobilen Schwingungsdiagnose:

- Anbringen der Beschleunigungssensoren in der Nähe der Lagerstellen mittels Magnet
- Installation eines Drehzahlsensors möglichst an der schnellen Welle
- Starten der Datenaufnahme
- Analyse der Daten im Hause GfM und Erstellen eines Diagnoseberichts



# Mobile Vibration Diagnosis of Drive Trains

*It's very simple: We come to you, install a few sensors at the drive and start data collection. The recorded signals were stored and afterwards, spectra and envelope spectra were formed. These spectra were analyzed with respect to irregularities. The results are summarized in a report.*

*Of course, you can also perform the data collection by yourself. For this, you need the up to 12-channel data collector PeakStore5.*

*The drive should have it's normal operating temperature and run under representative conditions. During the data collection, the speed may vary, but it has to be measured. Instable speeds are no problem, because they are compensated by using the order analysis.*

## **Process of Offline Vibration Diagnosis:**

- mounting of acceleration sensors nearby the bearings by means of permanent magnets
- installation of a speed sensor at the high speed shaft
- start data collection
- data analysis in the GfM office and preparation of a diagnosis report







# Drehmomentmessung

Wellen übertragen Drehmomente. Manchmal ist es notwendig, diese Drehmomente genauer zu untersuchen, beispielsweise

- weil Antriebs Elemente immer wieder beschädigt werden und die Ursache nicht bekannt ist oder
- weil Schwingungen und Geräusche entstehen, für die es keine plausible Erklärung gibt, oder
- weil die Produktqualität offenbar ohne plausiblen Grund zu wünschen übrig lässt oder
- weil ein Antrieb unerwartet viel Wärme entwickelt.

Die Messung und Analyse des Drehmoments und vor allem die exakte Beschreibung der dynamischen Anteile kann dabei erstaunliche und unerwartete Erkenntnisse liefern. Solche Erkenntnisse sind die Voraussetzung für das Verstehen von mechanischen und regeltechnischen Zusammenhängen. Die technische Lösung ist dann oft nicht mehr weit.





# Torque Measurement

Shafts transmit torque. Sometimes it is necessary to examine these torques precisely. For example because:

- Drive elements are damaged again and again and the cause is unknown.
- Drive elements emit vibrations and noises, which can't be explained plausibly.
- The product quality isn't satisfactory.
- A drive produces a lot of heat.

The measurement and analysis of torque and especially the exact description of the dynamic components can provide unexpected findings. Such findings are required to understand the mechanical and the control engineering contexts. Then, the technical solution is often not far away.

## **The single steps of the Torque Measurement:**

- *gluing the strain gauges on a cleaned point on the shaft*
- *installing a telemetry sender, a battery and an antenna*
- *calibrating the measuring point*
- *data collection according to the defined task*
- *analysis of data, pictures of spectra and spectrograms, as required*
- *summarizing all measurement results in a report*

## **Die einzelnen Schritte der Drehmomentmessung:**

- Aufkleben von Dehnmessstreifen an einer zuvor gereinigten Stelle der Welle
- Installation eines Telemetriesenders, einer Batterie und einer Antenne
- Kalibrieren der Messstelle
- Datenerfassung gemäß Problemstellung oder Kundenwunsch
- Analyse der Daten, Bilden von Spektren oder Spektrogrammen je nach Bedarf
- Zusammenfassen aller Messergebnisse in einem Bericht



# „Troubleshooting“ - Fehlersuche

- Warum versagt immer dasselbe Wälzlager?
- Warum schwingt die Anlage?
- Warum bekommt das Werkstück ein Muster?
- Warum bricht das Fundament?
- Warum versagt eine Drehmomentstütze?
- Warum meldet der Umrichter Überlast?

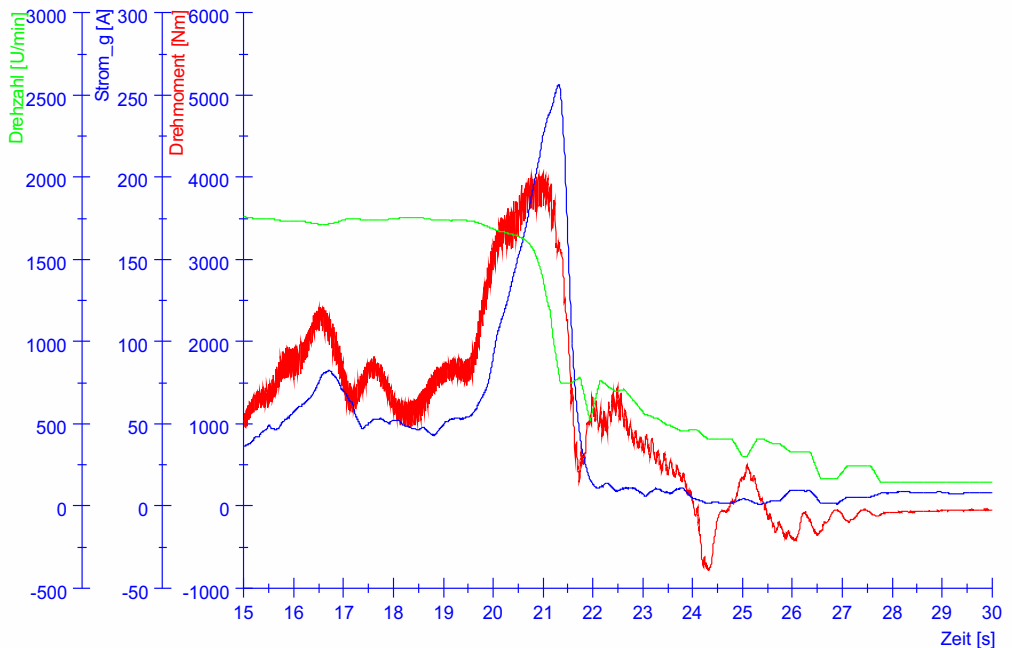
Solche Fragen tauchen oft nach der Inbetriebnahme oder technologischen Änderungen auf. In der Regel lassen sich derartige Fragestellungen nicht so einfach beantworten. Aber mit Hilfe von verschiedenen Messungen lassen sich lästige Phänomene erst einmal beschreiben. Und dann wird im Dialog mit den Anlagenkonstrukteuren auch meist schnell eine Lösung gefunden. Die Schwingungsdiagnose ist der erste Schritt. Dabei wird geprüft, ob kinematisch beschreibbare Schwingungsanregungen vorliegen. Im nächsten Schritt werden die Schwingungen auf Anregungen untersucht, die mit der Kinematik nichts zu tun haben. Das können Fremdanregungen oder Eigenschwingungen sein. Führt das nicht zum Ziel, kommt man häufig mit der Analyse der Drehschwingungen weiter. Dazu wird eine Drehmomentmessstelle appliziert, und es werden Messungen in repräsentativen Betriebspunkten durchgeführt. Möglicherweise zeichnet sich jetzt ein Schema ab, dass Schwingungen auftreten, die so nicht erwartet wurden. All diese Schritte helfen, Probleme zu visualisieren und Lösungen zusammen mit dem Auftraggeber zu erarbeiten.



# Troubleshooting

- Why is always the same bearing damaged?
- Why does the machine vibrate?
- Why does the workpiece obtain a pattern?
- Why is the foundation destroyed?
- Why is a torque arm damaged ?
- Why does the inverter signal overload?

Such questions often appear after the commissioning or technological changes. Normally, such questions can not be so easy answered. But with the help of different measurements annoying phenomena can once be described. And then a solution is quickly found in dialogue with the plant constructors. A vibration analysis is the first step. It is checked whether kinematic recordable vibrational excitations are present. Next, the vibrations are examined for excitations that have nothing to do with the kinematics. This may be extern excitation or eigenfrequencies. If all this doesn't lead to the goal, the analysis of the torsional vibrations is helpful. For this, a torque measuring point is applied, and measurement data are collected in representative operating points. Perhaps vibrations are now visible that were not expected. All these steps will help to visualize problems. The detailed analysis of adverse situations and above all a real solution will be generally possible together with the customer.



# Getriebeinspektion und Videoendoskopie

Das fachkundige Feststellen und Beurteilen des Schädigungszustands von Getrieben sowie die Ableitung von konkreten Empfehlungen für Weiterbetrieb und Instandhaltung ist eine wichtige und gefragte Dienstleistung.

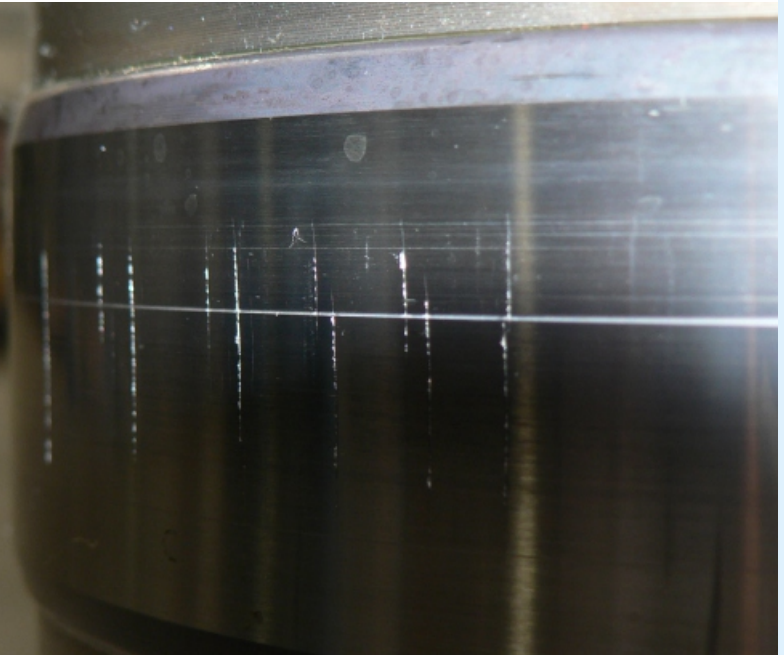
Unter Getriebeinspektion verstehen wir im Wesentlichen das Beurteilen

- des äußeren Zustands, das Feststellen von Leckagen, Fundamentierungsproblemen und thermischen Auffälligkeiten,
- der Funktion des Schmiermittels,
- der Zahneingriffe auf der Grundlage der einsehbaren Zahnflanken und
- der einsehbaren Wälzlager.

Für die Inspektion muss der Antrieb abgeschaltet und gegen Bewegung gesichert werden. Dann werden die Schaulochdeckel geöffnet. Nun nimmt unser Spezialist einsehbare Teile direkt oder mit Hilfe eines Videoendoskops in Augenschein.

In der Regel wird die Getriebeinspektion mit einer Schwingungsdiagnose kombiniert, denn:

- Die Inspektion bietet zwar Vorteile bei der Beurteilung von Schadensart und Schadensgröße an Zahnflanken, beschränkt sich aber in der Regel nur auf die gerade einsehbaren Zähne. Demgegenüber liefert die Schwingungsdiagnose Aussagen zu allen Zähnen mit allerdings weniger belastbaren Aussagen zur Schadensgröße.
- Auch bei Wälzlagern liefert die Inspektion definitive Aussagen zu Art und Größe von Schäden. Mit der Schwingungsdiagnose werden die kompletten Laufflächen sowie alle Wälzkörper untersucht.



# Gearbox Inspection and Video Endoscopy

The detection and evaluation of damages on gears as well as the derivation of specific recommendations for further operation and maintenance is part of a major service in great demand.

The gearbox inspection consists of the evaluation of

- the external condition, the detection of leaks, problems related to the fundament and thermal anomalies,
- the function of the lubricant,
- the tooth mesh on the basis of the visible tooth flanks and
- the accessible bearings.

For the inspection, the drive must be switched off and secured against movement. Then the inspection covers are opened. Now our specialist has a close look on viewable parts directly or by means of a video endoscope.

The gearbox inspection should be combined with the vibration diagnosis, because:

- Although the inspection offers advantages in the evaluation of damage type and damage size on tooth flanks, it is limited to the currently visible teeth. In contrast to this, the vibration diagnosis provides statements to all teeth, but with less resilient results according to the damage size.
- The inspection provides definitive statements about the type and the size of damages, if they can be viewed directly or with tools. With the vibration diagnosis all race ways and rolling elements are analysed.



# Rotorblattlagerdiagnose an Windenergieanlagen

Blattlager verbinden die Wurzel der Rotorblätter an Windenergieanlagen mit der Nabe. Sie tragen sehr große Wechsellasten, während die Rollbewegungen zwischen Wälzkörpern und Lagerringen vergleichsweise gering sind. Die Abnutzung der Laufflächen von Blattlagern fällt oft nicht unmittelbar auf und ist mit klassischen schwingungsdiagnostischen Verfahren praktisch nicht nachweisbar.

In der Praxis wird der Zustand von Blattlagern allenfalls durch Fettproben bzw. nach der Demontage bestimmt. Die GfM hat ein Verfahren aus der Diagnose von Langsamläufern abgeleitet, welches die Beurteilung der Blattlager erlaubt. Die Messung erfolgt mit Sensoren in der Nähe der Blattlager. Für die Messung wird das Blatt mit der maximal möglichen Auslenkung gedreht. Die Messergebnisse erlauben die Beurteilung von lokalen Lagerschäden am Innenring, Außenring und Wälzkörpern, soweit Schwingungen auftreten.



# Rotor Blade Bearing Diagnosis on Wind Turbines

*Blade bearings connect the root of the rotor blades of wind turbines connected to the hub. They carry very large alternating loads while rolling movements between the rolling elements and bearing rings is comparatively low. Often the wear of the running surfaces of blade bearings is not noticed immediately and cannot be detected by classical vibration diagnostic methods.*

*In practice, the state of blade bearings is determined mostly by grease samples or after dismantling. GfM has developed a method of diagnosis of slow-speed drives which also permits the evaluation of the blade bearings. The data acquisition is performed with sensors in the vicinity of the blade bearings. For the measurement, the rotor blade is rotated to the maximum possible deflection. The measurement results allow the assessment of local bearing damage on the inner ring, outer ring and rolling elements, as far as vibrations arise.*



# Fundamentüberwachung an Windenergieanlagen

Fundamente von Windenergieanlagen sind erheblichen Belastungen ausgesetzt, denen sie nicht immer dauerhaft standhalten. In den letzten Jahren gab es hin und wieder Fälle, die eine mehr oder weniger umfangreiche Fundamentsanierung erforderlich machten. Am Anfang steht aber immer die Feststellung des tatsächlichen Zustands. Direkte Untersuchungsmethoden sind mit erheblichem Aufwand verbunden. Wesentlich einfacher ist die Nutzung eines indirekten Verfahrens, nämlich die Analyse der Bewegung zwischen Fundamenteinbauteil und Fundament.

Beton und Fundamenteinbauteil befinden sich normalerweise im Formschluss. Ob dies tatsächlich der Fall ist, lässt sich am einfachsten überprüfen, wenn man die maximal mögliche Bewegung zwischen beiden an zugänglicher Stelle misst. Hierbei kommen Wegsensoren zum Einsatz.

Die Digitalisierung der Messdaten kann mit mobiler Messtechnik oder mit einem Online-System erfolgen. Mit dem mobilen System der GfM, dem PeakStore5, können die Daten mehrkanalig erfasst werden. Für eine Permanentüberwachung bietet sich das Online Condition Monitoring System der GfM, der Peakanalyzer, an.

Zum Provozieren von Bewegung zwischen Fundament und Einbauteil kann man das An- und Abfahren einer Windenergieanlage nutzen. Erfahrungsgemäß treten dabei hinreichend hohe und somit repräsentative Belastungen auf, die entsprechende Bewegungen zwischen Fundament und Fundamenteinbauteil erzeugen. Für alle Anlagenkomponenten wesentlich verträglicher ist jedoch die Nutzung des Normalbetriebs der Anlage. Das funktioniert, wenn ein entsprechend langer Messzeitraum vorgesehen wird, beispielsweise mit einem permanent installierten System.

Zur Bewertung der Messdaten ist die Distanz zwischen Messpunkt und Lasteinleitungspunkt des Fundamenteinbauteils in das Fundament relevant. Die elastische Dehnung des Stahls muss als unkritisch angesehen werden. Darüber hinausgehende Bewegungen gelten als möglicher Schadensindikator. Dazu findet man Empfehlungen von Fachleuten.

Zusätzlich kann die Asymmetrie der Bewegung auf den jeweils gegenüberliegenden Seiten als Schädigungshinweis interpretiert werden. Das Bild zeigt ein Beispiel dafür.

Die GfM bietet die Analyse der Fundamentbewegung als Komplettservice an. Alternativ liefert die GfM die Systeme für diese Messungen.





# Foundation Monitoring on Wind Turbines

Foundations of wind turbines are exposed to considerable loads, which they do not always withstand permanently. In recent years, there have been cases that required more or less extensive foundation renovation. However, the first step is always to determine the actual condition. Direct methods of investigation are associated with considerable effort. It is much easier to use an indirect method, namely the analysis of the movement between the foundation component and the foundation.

The concrete and the embedded steel ring are normally in a form-fit relationship. The easiest way to check whether this is actually the case is to measure the maximum possible movement between the two at an accessible point. For this purpose, displacement sensors are used.

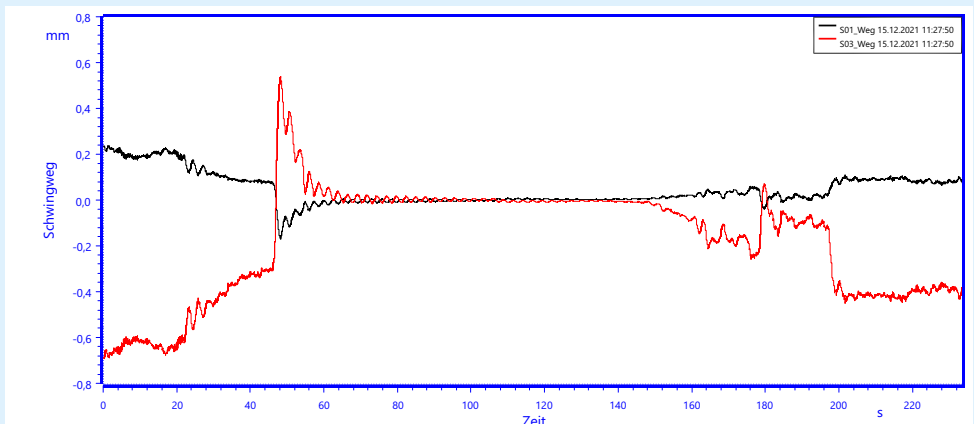
The digitalisation of the measurement data can be done with mobile measurement technology or with an online system. With GfM's mobile system, the PeakStore5, the data can be recorded in several channels. GfM's online condition monitoring system, the Peakanalyzer, is suitable for permanent monitoring.

The start-up and shut-down of a wind turbine can be used to provoke movement between the foundation and the embedded steel ring. Experience shows that sufficiently high and thus representative loads occur, which generate corresponding movements between the foundation and the embedded steel ring. However, it is much more compatible for all turbine components to use the normal operation of the turbine. This works if a correspondingly long measurement period is provided, for example with a permanently installed system.

To evaluate the measurement data, the distance between the measurement point and the load application point of the foundation component in the foundation is relevant. The elastic strain of the steel must be considered as uncritical. Movements beyond this are considered a possible damage indicator. Recommendations from experts can be found on this.

In addition, the asymmetry of the movement on the opposite sides can be interpreted as an indication of damage. The picture shows an example of this.

GfM offers the analysis of foundation movement as a complete service. Alternatively, GfM supplies the systems for these measurements.



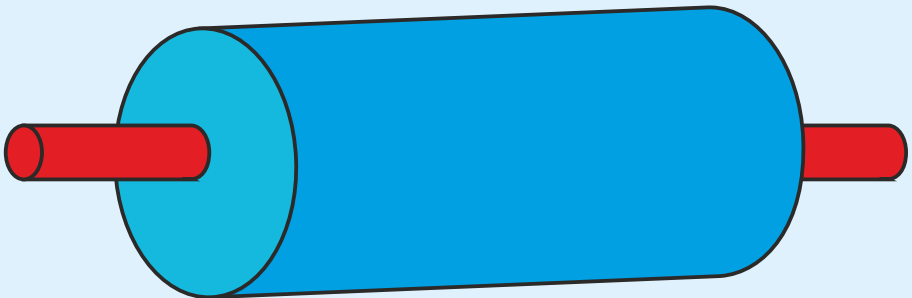
# Messungen zum Betriebswuchten

Ein gut gewuchteter Rotor führt zu weniger Schädigungseinflüssen. Der Rotor selbst sowie die gesamte Maschine weisen daher in der Regel eine höhere Lebensdauer auf.

Gemessen werden die durch die Unwucht verursachten Schwingungen als Zeitfunktion und die jeweilige Position des Rotors. Es werden eine Messung im Istzustand sowie eine weiter nach der Installation einer Testmasse durchgeführt. Aus diesen Werten werden anschließend die erforderlichen Ausgleichsmassen sowie deren erforderliche Position berechnet. Das ganze geschieht in einer oder zwei Wuchtebenen und mit variabler Drehzahl.

Die Berechnung der Auswuchtgüteklasse erfolgt nach DIN ISO 21940-11:2017-03. Es werden bis zu 5 Validierungsmessungen durchgeführt, bei denen neue Auswucht-Gütestufen und Auswuchtmassen berechnet werden. So wird die Restunwucht des Rotors optimal minimiert.

Wir fassen die Ergebnisse des gesamten Auswuchtprozesses in einer übersichtlichen Polardarstellung zusammen und erstellen ein Auswuchtprotokoll.



## Ergebnisse

Schritt	Drehzahl [1/min]	Ebene 1		
		Pos.	a eff. [m/s <sup>2</sup> ]	G [mm/s]
Urmessung	2965,25	314°	1,52	39,02
1. Testmessung	2956,69	255°	3,22	-
Validierungsmessung 1	2973,86	55°	0,62	15,9
Validierungsmessung 2	2962,39	358°	0,6	15,46
Validierungsmessung 3	2948,18	193°	0,51	13,01

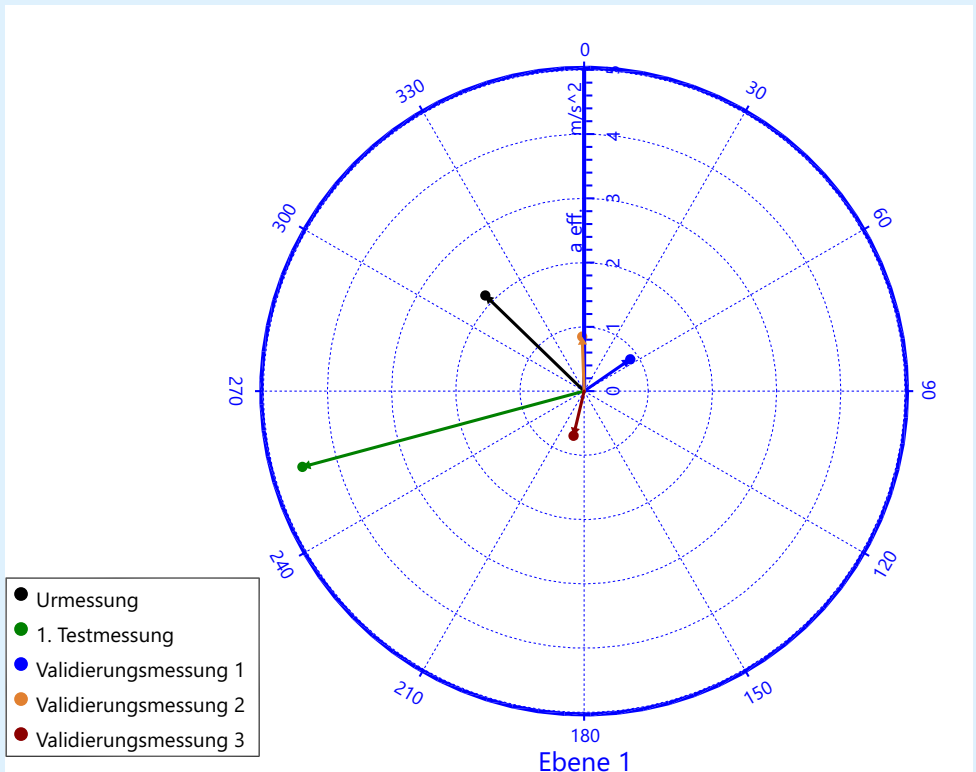
# Measurements for Operational Balancing

A well-balanced rotor leads to less damage influences. The rotor itself and the entire machine therefore generally have a longer service life.

The vibrations caused by the unbalance are measured as a time function and the respective position of the rotor. A measurement in the actual condition as well as one further after the installation of a test mass are carried out. These values are then used to calculate the necessary correction masses and their required position. The whole process takes place in one or two balancing planes and with variable speed.

The calculation of the balancing grade is carried out according to DIN ISO 21940-11:2017-03. Up to 5 validation measurements are carried out, during which new balancing grades and balancing masses are calculated. In this way, the residual unbalance of the rotor is optimally minimized.

We summarize the results of the entire balancing process in a clear polar diagram and create a balancing report.



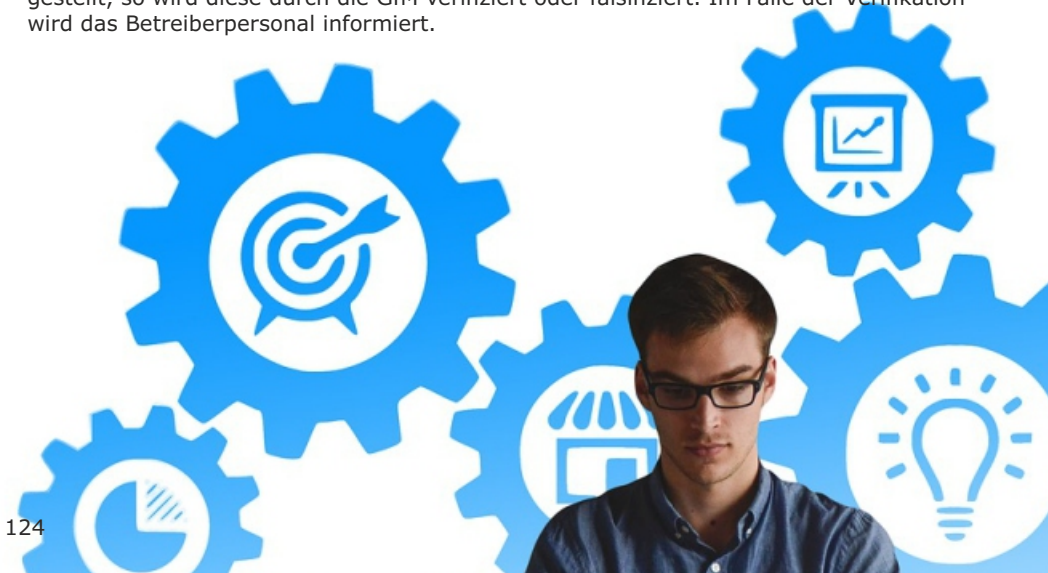
# Überwachungsservice für Condition Monitoring Systeme

Die GfM bietet neben fertigen Online Condition Monitoring Systemen den Überwachungsservice an. Dieser beinhaltet regelmäßig

- das Konfigurieren der Systeme
- das Überwachen auf Alarme
- die Verifikation von Alarmen und die Benachrichtigung des Betriebspersonals
- die Dokumentation von Alarmen
- die quantitative Beobachtung von bekannten Schäden anhand der Schwingungen und die Abgabe von Empfehlungen an das Betriebspersonal
- die Rücksetzung von Alarmschwellen nach Instandsetzung
- die Anpassung der Konfiguration bei Änderungen am Antrieb
- das Erstellen eines Statusberichts, in der Regel einmal pro Quartal, in dem alle Aktivitäten dokumentiert sind.

## Der Überwachungsservice wird angeboten:

- für den Peakanalyser:  
Der Peakanalyser führt ca. alle 10 Minuten vollautomatisch eine Tiefendiagnose durch. Dies geschieht direkt im Peakanalyser ohne Beteiligung der Überwachungsstelle. Wird durch die vollautomatische Überwachung ein Alarm gemeldet, so wird dieser durch die GfM verifiziert oder falsifiziert. Im Falle der Verifikation wird das Betriebspersonal informiert.
- für andere Systeme:  
Im Peakanalyser Manager werden die Zeitdaten nebst Drehzahlinformation anhand der Kinematik des Antriebs vollautomatisch auf Anomalien geprüft. Wird eine Anomalie festgestellt, so wird diese durch die GfM verifiziert oder falsifiziert. Im Falle der Verifikation wird das Betriebspersonal informiert.



# Monitoring Service for Online Condition Monitoring Systems

Besides customize online condition monitoring systems, GfM offers the monitoring service. This includes regularly

- Configuration of the systems
- Monitoring for alarms
- Verification of alarms and alerting the operating personnel
- Documentation of alarms
- Quantitative observation of known damage on the basis of vibrations and making recommendations to the operator staff
- Resetting of alarm thresholds after repair
- Adaptation of the configuration in case of modifications to the drive
- Creation of a status report, usually once every quarter, in which all activities are documented.

## **The monitoring service is offered:**

- For the Peakanalyzer:  
*The Peakanalyzer automatically performs about every 10 minutes an advanced diagnosis. This is done directly in the Peakanalyzer without participation of the monitoring center. If an alarm is reported by the fully automated monitoring, it will be verified or falsified by GfM. In case of verification, the operating personnel is informed .*
- For other systems:  
*In Peakanalyzer Manager time data and speed information are automatically checked for anomalies based on the kinematics of the drive. If an anomaly is detected, this is verified or falsified by GfM. In case of verification, the operator personnel informed.*







# 5

## Wissen *Knowledge*

# Schadensursachen an Antriebselementen

Neben den Gewaltnutzungsschäden gibt es an Antrieben eine Reihe von schädigenden Einflüssen, die oft zunächst unbemerkt bleiben. Dies sind

- konstruktive Gegebenheiten und ungünstige Materialeigenschaften,
- Montagefehler,
- zu viel, zu wenig oder falsches Schmiermittel und
- ungünstige Betriebs- und Belastungsbedingungen.

Diese Einflüsse führen zu

- Ermüdungsschäden wie Pitting, Grübchenbildung oder Graufleckigkeit,
- Verschleißschäden wie Riefen, Fresser, Anschmierungen oder Stillstandsmarkierungen,
- Korrosion oder
- Alterung.

Sobald eine gewisse Schadensgröße erreicht ist, in der Regel lange bevor Schäden mit bloßem Auge sichtbar sind, führen diese zu messbaren Schwingungen.



Grübchenbildung – *pitting*

Grübchen an einer Zahnflanke – *Pitting on a tooth flank*

## **Ermüdung:**

Bei Kontakt zwischen gekrümmten Flächen baut sich infolge Hertz'scher Pressung ein Spannungsmaximum unterhalb der Materialoberfläche auf. Bei Überlastung beginnt das Material dort zu reißen. Der Riss wächst. Im weiteren Verlauf lösen sich mehr oder weniger große Fragmente.





# Cause of Damages at Drive Elements

Besides the damages caused by fast fracture, there is a number of harmful effects, which are initially unnoticed. They are

- constructive conditions and unfavourable material characteristics,
- installation errors,
- too much, too little or the wrong lubricant and
- unfavourable operating and loading conditions.

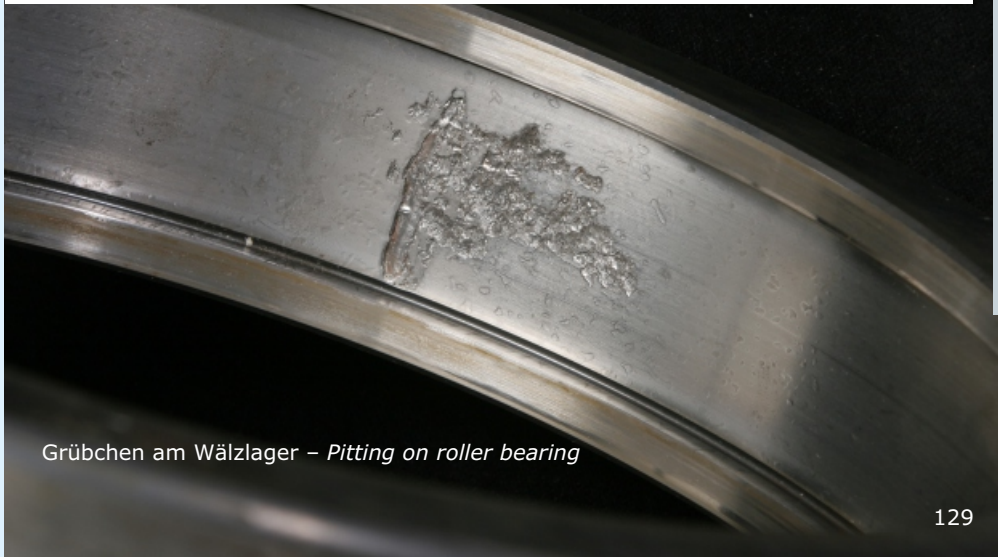
These influences lead to

- damages of fatigue such as pitting or grey staining,
- wear damages such as scoring, scuffing, smearing or false brinelling,
- corrosion or
- aging.

These damages lead to measurable vibrations as soon as a certain damage size is reached. This is usually long before they are visible to the naked eye.

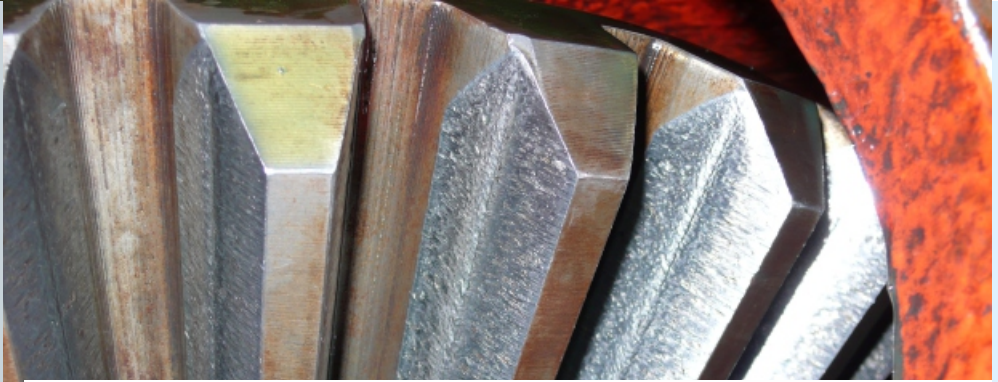
## **Fatigue:**

If contact between curved surfaces exists a mechanical stress maximum builds up because of the Hertzian contact stress on below the material surface. If the material is overloaded, it begins to crack. The crack grows and more or less fragments are separating.



Grübchen am Wälzlager – Pitting on roller bearing

# Schadensursachen an Antriebselementen



## **Verschleiß:**

Mangelschmierung führt zu unzureichender Trennung der Kontaktflächen. Hoher Druck und Reibungswärme lässt kurzzeitig metallische Verbindungen entstehen, die sofort wieder zerrissen werden. Oberflächenrauigkeit und Fremdpartikel begünstigen den Prozess.

## **Wear:**

*Insufficient lubrication leads to insufficient separation of the contact surfaces. Because of high pressure and frictional heat, metallic compounds occur, which are immediately broken again. This process is favored by surface roughness and foreign particles.*



## **Stromdurchgang:**

Bei Stromdurchgang wird die Oberfläche der Laufbahnen dauerhaft verändert. Es kommt zu starker Temperaturerhöhung mit Gefügeveränderung an der Übergangsstelle.

## **Electric current:**

*By electric current the surface of roller bearing races is permanently damaged. High local temperatures cause to structural changes at the contact lines.*

# Cause of Damages at Drive Elements



## **Korrosion:**

Häufig führt eindringendes Wasser zu einer Reaktion des Stahls mit Sauerstoff. Die Korrosionsprodukte sind mitunter härter als Stahl. Sie funktionieren dann wie Werkzeuge, die die Laufbahnen von Wälzlagern und die Flanken von Zahnrädern zerstören.

## **Corrosion:**

*Water infiltration leads to a reaction of the steel with oxygen. The corrosion products are sometimes stronger than steel. They are like tools, which destroy the bearing raceways and the flanks of the tooth.*

## **White Etching Crack:**

Andere in der Literatur anzutreffende Begriffe sind White Etching Area, White Structure Flaking oder Brittle Flaking. Dieser Schaden wird in letzter Zeit häufig im Zusammenhang mit Wälzlagern beschrieben. Es handelt sich um helle Bereiche im Stahl, aus denen offenbar die ursprünglich enthaltene Kohlenstoffatome verloren gegangen sind. Diese Materialveränderung kann zu vorzeitigem Ausfall führen. Die Ursache für dieses Phänomen ist momentan Gegenstand etlicher Forschungsarbeiten.

## **White Etching Crack:**

*Other terms used in the literature are White Etching Area, White Structure Flaking oder Brittle Flaking. This damage is described lately commonly associated with roller bearings. These are white areas of the steel from which apparently the carbon atoms originally contained are lost. This material change can lead to premature failure. The reason for this phenomenon is currently the subject of several research projects.*

# Umgang mit Drehzahlvariabilität

Schädigungsereignisse äußern sich in der Regel durch periodische Schwingungen, die einen Bezug zur Drehzahl des Antriebs haben. Die Schwingungserfassung sowie die Schwingungsdiagnose dagegen erfolgen meist zeitabhängig.

Zur besseren Bewertung von Schwingungssignalen werden Verfahren der Signaltransformation zur Umwandlung in den Frequenzbereich verwendet. Im einfachsten Fall bildet man das Frequenzspektrum. Im Spektrum wird die Amplitude als Funktion der Frequenz dargestellt. Die Einheit der Abszisse ist Hertz.

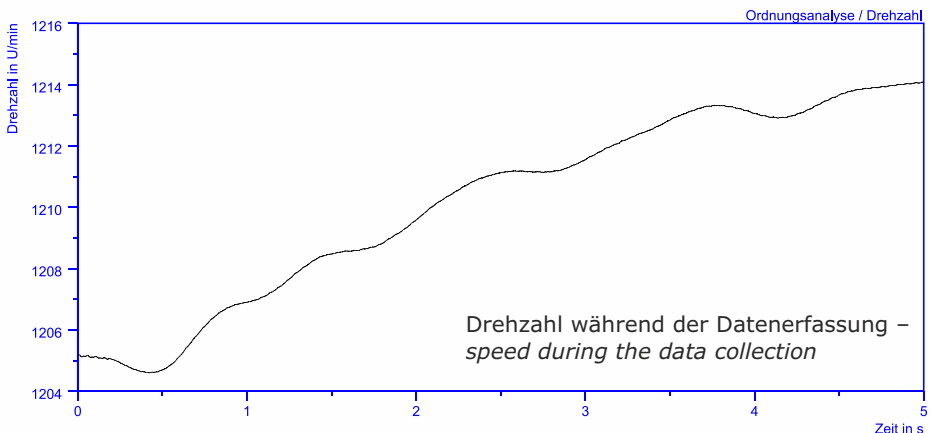
Bei Antrieben mit konstanter Drehzahl lassen sich aus den Messdaten direkt die erforderlichen Spektren erzeugen. Dies ist bei Antrieben mit variabler Drehzahl nicht der Fall. Hier werden die Messdaten zunächst einer Ordnungsanalyse unterzogen.

Bei der Ordnungsanalyse wird ein zeitsynchrones Signal auf die Drehzahl normiert, so dass ein drehzahlsynchrones Signal entsteht. Die weitere Bewertung kann dann in gewohnter Weise erfolgen. Die Einheit der Abszisse ist die Ordnung.

Ein anerkanntes Verfahren ist das Resampling. Erst nach der Datenerfassung findet das rein rechnerische Neuabtasten des Schwingungssignals statt. Dazu ist die Kenntnis der exakten Drehzahl zu jedem Zeitpunkt der Datenerfassung erforderlich. Das heißt, zu den oben genannten Kanälen, dem Zeitkanal und dem Schwingungskanal, muss ein zusätzlicher, dritter Kanal aufgezeichnet werden, der die Augenblickswerte der Drehzahl zu jedem Abtastzeitpunkt enthält. Rein rechnerisch wird dann aus dem Zeitsignal ein drehzahlsynchrones Signal gebildet. Alle Geräte der GfM beherrschen Ordnungsanalyse per Resampling.

Im Ordnungsspektrum sieht man Seitenbänder zur Zahneingriffsfrequenz. Dies könnte ein Hinweis auf einen lokalen Verzahnungsschaden sein. Im Frequenzspektrum ist diese Abgrenzung praktisch nicht möglich. Dies liegt daran, dass die Drehzahl während der Datenerfassung um ca. 0,7 Prozent variierte.

*In the order spectrum you can see side bands related to the tooth meshing frequency. This could be an indication of a local tooth damage. In the frequency spectrum, this delimitation is practically impossible. This is because speed varied during data collection by about 0.7 percent.*



# Handling of Speed Variability

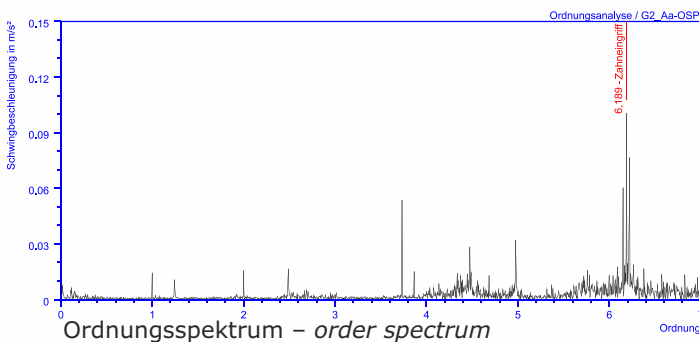
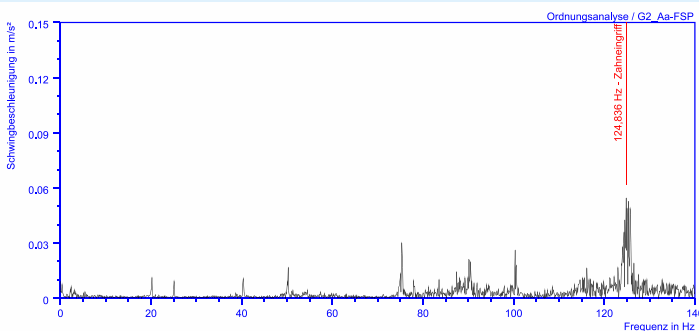
Damaging events at drives normally arise by periodical vibrations, which have a relation to the speed of the drive. The vibration collection as well as the vibration diagnosis are mostly time-dependent.

The method of the signal transformation for the compilation into the frequency range is used for a better evaluation of the vibration signals. In the simplest case, the frequency spectrum is created. The spectrum shows the amplitude as a function of the frequency. The unit of the abscissa is Hertz.

At drives with a constant speed the spectra can be created directly from the measuring data. This does not work for drives with variable speed. At first, the measuring data has to undergo an order analysis.

During the order analysis a signal is standardised to the speed with chronological synchronism so that a speed synchronized signal arises. Further analysis occurs in the usual way. The unit of the abscissa is the order.

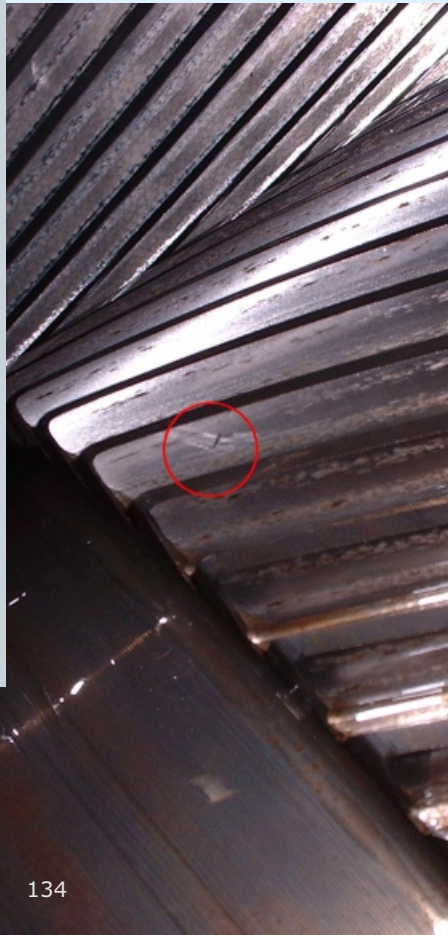
One of the accepted and easy-to-apply methods is the resampling. Only after data collection the calculative resampling of the vibration signal occurs. Therefore, it is necessary to know the exact speed at every moment of the data collection. That means that for the above mentioned channels, the time channel and the vibration channel, an additional, third channel has to be recorded. This channel contains the momentary value of the speed at every sampling moment. Then, a speed synchronous signal is generated from the time signal. Every device of GfM executes the order analysis by resampling.



# Automatisierung der Diagnose

Bei Temperaturen, Drücken, Kräften oder Drehmomenten ist es üblich, Grenzwerte zu definieren, die sich aus Materialeigenschaften oder geometrischen Parametern berechnen lassen und leicht nachprüfbar sind. Solche Grenzwerte gibt für die Maschinendiagnostik nicht. Es lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Höhe eines Peaks im Spektrum zu einer mechanisch bestimmbarer Schadensgröße ziehen. Auf der anderen Seite muss der zeitliche Betreuungsaufwand jedes einzelnen Systems gering sein.

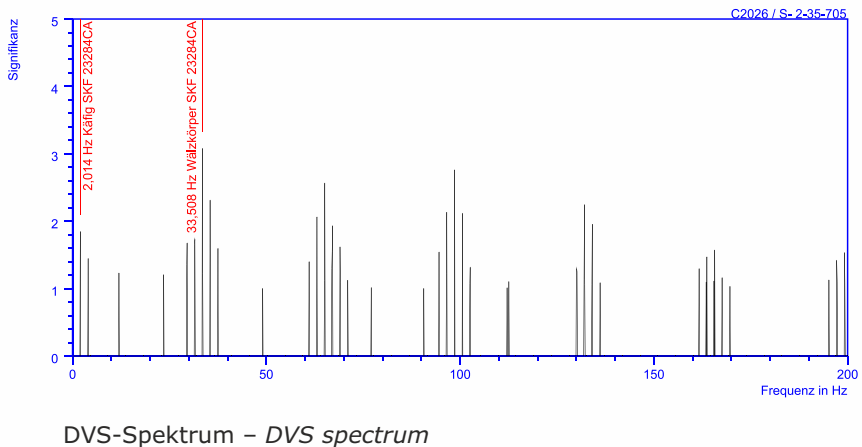
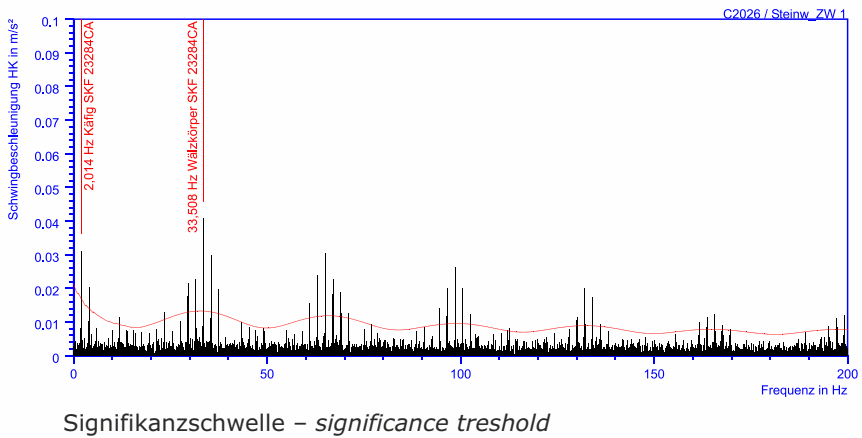
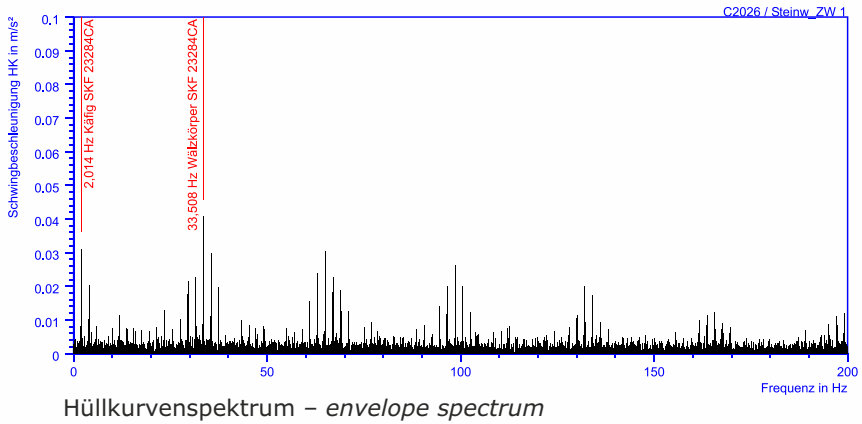
In den Systemen der GfM werden alle gebildeten Spektren einer DVS-Analyse, einer modifizierten Signifikanzanalyse unterzogen. Hierbei werden auffällige Spektrallinien vollautomatisch extrahiert. Anschließend wird für diese auffälligen Spektrallinien überprüft, ob deren Frequenzen mit kinematischen Schadensmustern übereinstimmen. Das Verfahren ist unabhängig von der Belastung des Antriebs, funktioniert also unter Volllast ebenso wie im Teillastbetrieb. Die Ergebnisse sind so zuverlässig, dass auf manuelle Analysen verzichtet werden kann. Lediglich die finale Instandhaltungsentscheidung – Weiterbetrieb oder Reparatur – trifft der Instandhaltungsleiter. Diese Form der Automatisierung führt zu einem minimalen Betreuungsaufwand der Systeme und somit zu extrem niedrigen laufenden Kosten.



*In the case of temperatures, pressures, forces or torques, it is customary to define limit values which can be calculated from material properties or geometric parameters and are easily verifiable. Such limits do not exist for machine diagnostics. It is absolutely illusory to establish a general correlation between the height of a peak in the spectrum or envelope spectrum to a mechanically determinable damage magnitude. On the other hand, the required workload for monitoring each condition monitoring system must be low. Otherwise, the use of condition monitoring is not worthwhile. It is hardly conceivable that one searches several hours daily in spectra for find of anomalies.*

*In the GfM systems, all spectra formed are subjected to a DVS analysis, a modified significance analysis, in which conspicuous spectral lines are automatically extracted. Then, for these conspicuous spectral lines, it is only checked whether their frequencies coincide with kinematic damage patterns. This method is largely independent from the load on the drive, which means that it operates under full load as well as in partial load operation. The results are so reliable that manual analyzes can initially be dispensed with. Only for the final maintenance decision – continuation or repair – the decision is recommended by a person, if necessary, but not necessarily after a check-up by a diagnostician. This form of very far-reaching automation leads to a minimal maintenance effort for the systems and thus to extremely low running costs.*

# Automation of Diagnosis



coach advise

knowledge experience

goal

help train

learning development

teaching method

job motivation



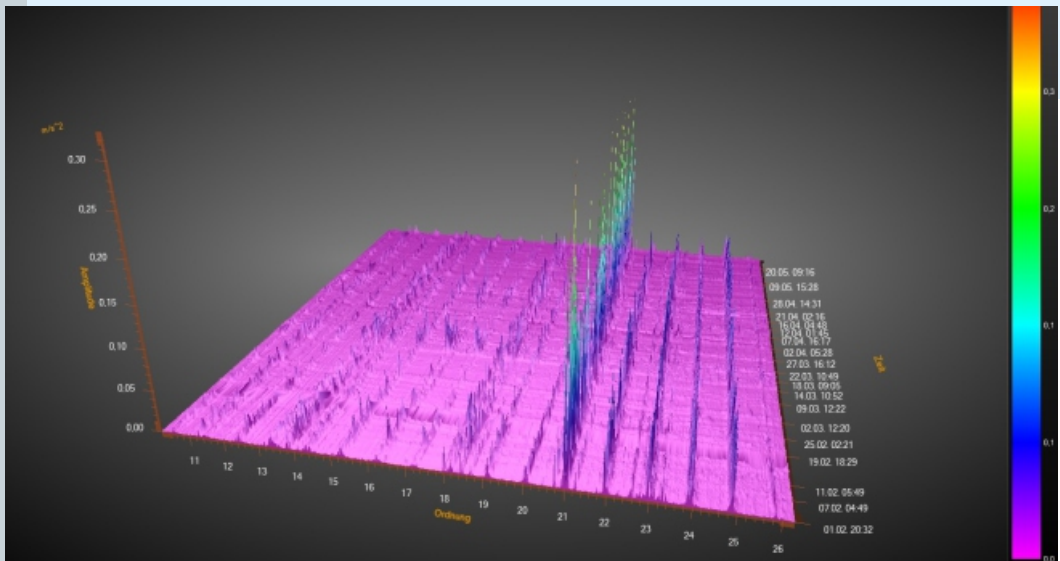


# 6 Seminare

# Condition Monitoring an Getrieben und Wälzlagern

Durch die Untersuchung von Schwingungssignalen auf konkrete Muster können Rückschlüsse auf die mechanischen Schwingungsursachen gezogen werden. Die komplexe Bewertung von Schwingungsform, -frequenz und -intensität verrät daher sehr viel über den Schädigungsstatus eines mechanischen Antriebs.

Das zweitägige Seminar Condition Monitoring findet in Berlin statt und richtet sich an praxisorientierte Ingenieure und Techniker aus den Bereichen Inbetriebnahme und Instandhaltung, die selbst Condition Monitoring durchführen wollen oder aber maschinendiagnostische Dienstleistungen einschätzen und bewerten müssen.



## Das Seminar führen durch:

- Dr.-Ing. Rainer Wirth
- Dipl.-Ing. Axel Haubold

## Veranstaltungsort:

Abacus Tierparkhotel, Franz-Mett-Straße 3-9, 10319 Berlin  
Unter dem Stichwort „GfM“ erhalten Sie Sonderkonditionen auf die Buchung eines Einzelzimmers.

Das Seminar beginnt am ersten der beiden Tage um 10:30 Uhr. So haben viele Teilnehmer die Möglichkeit, erst am Morgen anzureisen. Am zweiten Tag fangen wir um 09:00 Uhr an und sind in der Regel ca. 16:30 Uhr mit dem Programm fertig.

Am Abend des ersten Seminartages laden wir Sie zu einer kleinen Stadtrundfahrt durch Berlin und einem Abendessen ein. Selbstverständlich bringen wir Sie danach wieder zurück zum Hotel.

# Condition Monitoring an Getrieben und Wälzlagern

## Einstieg in die Thematik

- zustandsorientierte Instandhaltung
- Schädigungsmechanismen
- Instandhaltungsmaßnahmen und Instandhaltungsstrategien

## Schäden in der mechanischen Antriebstechnik

- Zahnflankenschäden
- Wälzlagerschäden

## Schwingungsursachen

- Wie führen mechanische Bewegungen zu Schwingungen?
- Wie führen Unregelmäßigkeiten und Schäden zu Schwingungen?
- Welche Arten von Schwingungen treten auf?

## Maschinendiagnose mittels Kenngrößen

- Kenngrößen und deren Gewinnung aus dem gemessenen Signal
- praktische Schadensbestimmung mittels Kenngrößen

## Kinematik

- Berechnung kinematischer Frequenzen

## Maschinendiagnose mittels Kennfunktionen

- Zeitsignal - Spektrum - Hüllkurvenspektrum
- Verwendung von Kennfunktionen zur Beschreibung des Maschinenzustands

## Erfassen und Digitalisieren von Schwingungen

- physikalische Messgröße
- Sensoren, Messort und Befestigung
- analoge Signalübertragung, Digitalisierung, Abbrucheffekte
- Averaging und Maximalwertselektion

## Ordnungsanalyse

- Datenerfassung und Bildung von Ordnungsspektren
- Wasserfalldarstellungen

## Analyse von Hoch- und Auslaufvorgängen

- ein Werkzeug zur Beschreibung von dynamischen Erscheinungen

## Schwingungsdiagnose an Langsamläufern

- Grenzen der Schwingungsdiagnose
- Alternativen

## Das Drehmoment als Diagnosemerkmal

- Informationen im Drehmomentsignal
- Applikation einer Drehmomentmessstelle
- praktische Messung des Drehmoments
- Analyse von Torsionsschwingungen

## Automatisierung der Maschinendiagnose

- der Schritt von der Maschinendiagnose zum Condition Monitoring
- Möglichkeiten und Grenzen der Amplitudenbewertung
- Automatisierungsansätze

## praktische Lösungen

## Trends



©pixabay

# Peakalyzer

Der Peakalyzer ist ein Online-Condition-Monitoring-System für mechanische Antriebe. Mit ihm werden Schäden an Wälzlagern und Getriebestufen vollautomatisch erkannt. Im Umkehrschluss: Wenn der Peakalyzer nichts meldet, liegt mit praktisch hundertprozentiger Sicherheit auch keine Unregelmäßigkeit am Antrieb vor.

Der Peakalyzer ist damit ein wichtiges Werkzeug für die Umsetzung der prädiktiven Instandhaltung. Schäden können rechtzeitig erkannt, die Instandsetzung besser organisiert und ungeplante Stillstände vermieden werden. Für den Anlagenbetreiber ergeben sich direkte Kostenvorteile durch die Vermeidung von Produktionsausfall und Notinstandsetzungen unter Zeitdruck.

Die Arbeit mit dem Peakalyzer ist denkbar einfach. Beschleunigungssensoren werden einmal an den Lagerstellen des Antriebs angeklebt, es wird ein Drehzahlsensor installiert, und die Sensorkabel werden mit dem Peakalyzer verbunden. Bei der Konfiguration werden einmalig der Aufbau des Antriebs, die Zähnezahlen der Zahnräder und die vom Lagerhersteller übermittelten Schadensfrequenzen der Wälzlager eingegeben. Und schon beginnt der Peakalyzer mit seiner Arbeit. Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Maschinendiagnostik sind definitiv nicht erforderlich.

Das eintägige Seminar Peakalyzer findet in Berlin statt. Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.

Alarmer Schwingungsdiagnose - 11

Alle Antriebs-elemente					<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Ritzelwelle - Welle</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor2	Unwucht (OSP)	20.01.2021 10:57:39	DVS:	5,63	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor3	Unwucht (OSP)	11.01.2021 11:29:30	DVS:	6,53	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Kupplung Motor-Verzahnung - Kupplung</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	Ausrichtfehler (OSP)	27.01.2021 11:44:52	DVS:	2,99	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Verzahnung - Zahnradgetriebe</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	umlaufender Verzahnungsschaden (OSP)	15.01.2021 13:05:22	DVS:	11,94	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	Fehler Rad (OSP)	15.01.2021 12:19:35	DVS:	2,97	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Planetenstufe - Planetengetriebe</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor5	lokaler Fehler Hohlrund (OSP Harmonische)	15.01.2021 14:12:09	DVS:	3,28	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Motorlager SKF 6330 - Wälzlager</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	Wälzkörperdefekt (S) (OSP Harmonische)	27.01.2021 10:06:48	DVS:	10,72	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	Wälzkörperdefekt (HKOSP Harmonische)	13.01.2021 11:00:26	DVS:	6,71	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Motorlager FAG 6330 - Wälzlager</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor1	Innenringdefekt (OSP Harmonische)	18.01.2021 12:53:27	DVS:	2,91	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Lager Sonne SKF 23044c - Wälzlager</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor4	Innenringdefekt (OSP Harmonische)	06.01.2021 13:23:36	DVS:	6,21	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensor4	Innenringdefekt (HKOSP)	06.01.2021 13:23:36	DVS:	5,10	<input checked="" type="checkbox"/>

Alarmer Kennwerte - 11

<b>Sensor3</b>					
DIN ISO 10816-3	Schwinggeschwindigkeit	06.01.2021 13:34:17	Wert:	21,05 mm/s	<input checked="" type="checkbox"/>
DIN ISO 10816-3	Schwingbeschleunigung	06.01.2021 13:34:17	Wert:	12,06 m/s <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Sensor1</b>					
DIN ISO 10816-3	Schwinggeschwindigkeit	06.01.2021 13:29:51	Wert:	10,00 mm/s	<input checked="" type="checkbox"/>

# Peakanalyser

## Gehäuseschwingungsdiagnose - ein Überblick

- Maschinendiagnose mittels Kenngrößen
- Maschinendiagnose mittels Kennfunktionen
- Ordnungsanalyse

## Automatisierung der Maschinendiagnose

- der Schritt von der Maschinendiagnose zum Condition Monitoring
- Möglichkeiten und Grenzen der Amplitudenbewertung
- Klassische Automatisierungsansätze
- DVS-Analyse
- Suche nach kinematischen Schadensmustern und Alarmierung

## Hardware und Installation

- Beschleunigungssensoren
- Drehzahlsensoren
- andere Messgrößen wie Drehmoment oder mechanische Dehnung

## Kommunikationsanbindung

- Kommunikationswege
- Einrichtung

## Software und deren Installation

- Datenorganisation
- Datenbankeinrichtung

## Erstellen einer Überwachungskonfiguration

- Aufarbeitung des Diagnoseobjekts in Antriebs-elemente
- Kinematik
- Einstellen allgemeiner Parameter

## Monitoring

- das Überwachen der automatischen Arbeitsweise des Peakanalyzers
- Monitoring mittels Kenngrößen

## Diagnose

- Analyse von Meldungen
- Arbeiten mit Spektren, Wasserfalldiagrammen und Spektrogrammen
- Arbeiten mit Diagnosemerkmalen im Zeitverlauf

## Servicemessung

## Prozessgrößen

## Peakanalyser SE, Peakanalyser MX

### Das Seminar führen durch:

- Dipl.-Inf. Christian Reinke
- Dipl.-Ing. Norman Schröter

Das Seminar findet in den Räumen der GfM, Köpenicker Straße 325, Haus 40, 12555 Berlin statt.

Zur Übernachtung kann das **Abacus Tierparkhotel**, Franz-Mett-Straße 3-9, 10319 Berlin, Tel. 030 / 5162-333 gebucht werden. Bitte nennen Sie das Stichwort GfM.

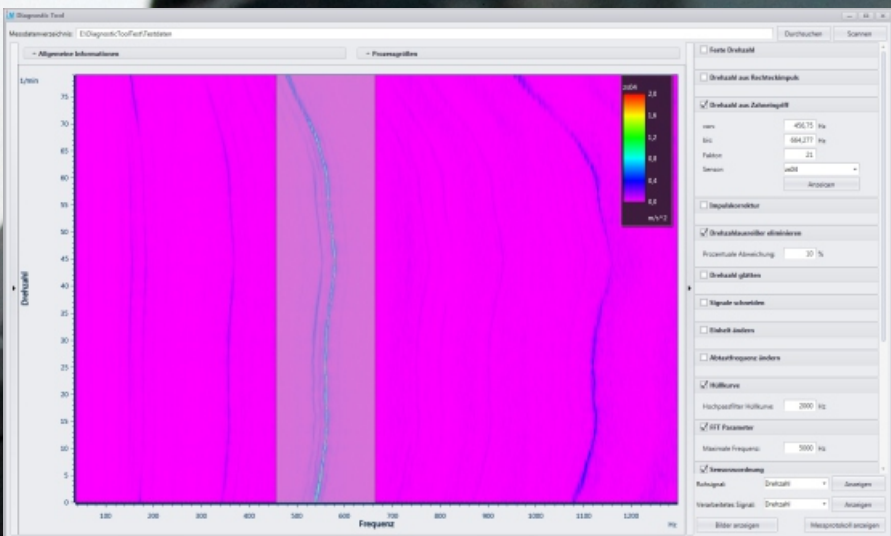
Das Seminar beginnt um 09:00 Uhr und endet um ca. 16:30 Uhr.

# PeakStore5

Um viele Maschinen mit nur einem System zu überwachen, eignet sich das mobile System PeakStore5, das wahlweise mit vier, acht oder zwölf Schwingungskanälen angeboten wird. Die Sensoren sind mit Neodymmagneten ausgestattet. Für die Messung werden sie an der Maschine befestigt. Dann erfolgt die Erfassung der Schwingungsdaten. Selbstverständlich werden auch das Messprotokoll und Fotos digital im PeakStore5 gespeichert.

Die Analyse der Daten kann direkt vor Ort am PeakStore5 erfolgen oder später am heimischen PC. Es ist auch eine FTP-Schnittstelle vorgesehen, um die Daten unmittelbar nach der Messung zu einer Überwachungsstelle zu übertragen, wo gleich im Anschluss an die Messung die Analyse erfolgen kann. In der Software Peakanalyzer Manager stehen komplexe Analysewerkzeuge zur Verfügung, die eine weitgehend automatisierte Beurteilung der Schwingungsdaten ermöglichen.

Das eintägige Seminar Peakanalyzer findet in Berlin statt. Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.



# PeakStore5

## Gehäuseschwingungsdiagnose - ein Überblick

- Maschinendiagnose mittels Kenngrößen
- Maschinendiagnose mittels Kennfunktionen
- Ordnungsanalyse

## Hard- und Software

- PeakStore5
- Beschleunigungssensoren
- Drehzahlsensoren
- Erstinbetriebnahme
- Fernsteuerung über Smartphone App

## Datenerfassung

- Erstellen von Messkonfigurationen
- Echtzeit-Darstellung der Zeitsignale
- Online-Berechnung von Frequenz- und Ordnungsspektren
- Online-Berechnung von Kenngrößen
- Messprotokoll mit Maschineninformationen und Sensorpositionierung
- Messdatenexport auf USB oder direkt auf FTP-Server

## Signalkonditionierung

- Frequenz-, Hüllkurvenfrequenz-, Ordnungs-, Hüllkurvenordnungsspektren mit sehr hoher Auflösung

- Berechnung von Kenngrößen nach DIN ISO 10816-3 bzw. -21
- Vorverarbeitung der Zeit- und Drehzahlsignale
- Automatische Suche nach Schäden im Antriebsstrang
- Unterstützung von verschiedenen Datenformaten

## Drehzahlgewinnung für die Ordnungsanalyse

- Feste Drehzahl verwenden
- Drehzahl aus Rechteckimpuls ermitteln
- Drehzahl aus Zahneingriff ermitteln
- Impulskorrektur anwenden
- Drehzahlausreißer eliminieren und Drehzahl glätten
- Signale schneiden, Einheiten ändern, Abtastfrequenz ändern

## Signalanalyse

- Spektren, Wasserfalldarstellung und Spektrogramme
- Einblenden von Diagnosemerkmalen
- Mess-, Harmonischen- und Seitenbandcursor
- automatische Berichtgenerierung

## Das Seminar führen durch:

- Dipl.-Inf. Christian Reinke
- Dipl.-Ing. Norman Schröter

Das Seminar findet in den Räumen der GfM, Köpenicker Straße 325, Haus 40, 12555 Berlin statt.

Zur Übernachtung kann das **Abacus Tierparkhotel**, Franz-Mett-Straße 3-9, 10319 Berlin, Tel. 030 / 5162-333 gebucht werden. Bitte nennen Sie das Stichwort GfM.

Das Seminar beginnt um 09:00 Uhr und endet um ca. 16:30 Uhr.

# Seminaranmeldung

## **Grundlagenseminar**

### **Condition Monitoring an Getrieben und Wälzlagern**

im Abacus Tierparkhotel Berlin

- am 13.-14. Mai 2025 zum Preis von 1.380,00 € zzgl. MwSt.
- am 7.-8. Oktober 2025 zum Preis von 1.380,00 € zzgl. MwSt.

## **Produktschulung Peakanalyzer**

in den Räumen der GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose

- am 15. Mai 2025 zum Preis von 790,00 € zzgl. MwSt.

## **Produktschulung PeakStore5**

in den Räumen der GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose

- am 9. Oktober 2025 zum Preis von 790,00 € zzgl. MwSt.

Titel Vorname Name

Firma

Straße Nr.

PLZ Ort

Tel. E-Mail

Datum Unterschrift

## **Kontakt**

GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH

Köpenicker Straße 325, Haus 40, 12555 Berlin

Tel. 030 / 6576 2565, Fax 030 / 6576 2564

E-Mail mailbox@maschinendiagnose.de





**GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH**

**Köpenicker Straße 325  
12555 Berlin  
Deutschland – Germany**

**Telefon  
+49 / 30 / 6576 2565**

**[www.maschinendiagnose.de](http://www.maschinendiagnose.de)**

Q0240