



# CONDITION-MONITORING-LÖSUNGEN



Vibrationstransmitter  
Schwingungspegel  
Intelligente Vibrationsschalter  
Maschinen- und Anlagenüberwachung  
Schwingungssensoren  
Anzeige- und Überwachungssysteme  
IO-Link Technologie





Wartung, Instandhaltung,  
Condition Monitoring,  
Predictive/Preventive Maintenance, DIN 31051,  
Cloud-basierte Instandhaltung,  
Lean Maintenance ...

?

... sind erfolgreich, wenn:

- eine eindeutige Aufgabenbeschreibung vorliegt
- die physikalischen Messgrößen klar definiert sind

**WAS muss WANN, WIE und WOMIT gemessen bzw. überwacht werden.**

Die oben genannten Begriffe beinhalten eine Grundvoraussetzung, um erfolgreich im Bereich der Instandhaltung zu sein:

**Die Messung einer physikalischen Größe.**

Nur mit verlässlich richtigen Ergebnissen ist es möglich, den Zustand einer Maschine oder Anlage auf Basis aktueller und historischer Daten bewerten zu können.

Als Herausforderungen sind exemplarisch zu nennen:

- Aussagekräftige, messbare Parameter und Zustandsgrößen
- Geeignete und bewertbare Messgrößen
- Messstellen, welche zum einen zugänglich sind und zum anderen eine Adaption der benötigten SENSOREN zulassen
- Das Handling der gemessenen Daten in Verbindung mit einer gezielten Signalanalyse und Mustererkennung (Grenzwerte, Symptome)

## EINLEITUNG

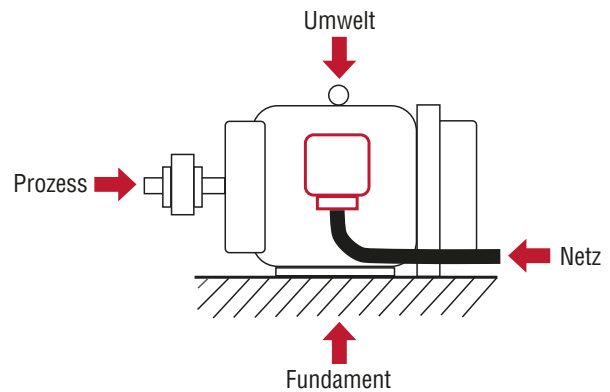
|   |    |
|---|----|
| <b>Grundlagen</b> _____                                     | 4  |
| <b>Typische Maschinenfehler</b> _____                       | 7  |
| <b>Autarke Überwachungslösungen</b> _____                   | 8  |
| <b>Piezelektrische ICP®-/IEPE-Schwingungssensoren</b> _____ | 11 |
| <b>Lagerschadenfrüherkennung</b> _____                      | 13 |
| <b>Maschinendiagnosesysteme</b> _____                       | 15 |
| <b>Schwingungssensoren mit IO-Link Technologie</b> _____    | 16 |
| <b>Messkabel und Zubehör</b> _____                          | 18 |

# GRUNDLAGEN

Der Ausfall einer Maschine oder eines Maschinenteils im industriellen Einsatz führt aus zweierlei Gründen zu hohen Kosten, zum einen sind Beschädigungen bereits weit fortgeschritten, wenn es zu einem Ausfall kommt. Eine Reparatur ist dann mit einem höheren Aufwand verbunden oder nicht mehr möglich. Zum anderen verursacht ein Maschinenschaden einen Produktionsausfall, während frühzeitig erkannte Fehler im Zuge geplanter Stillstandzeiten behoben werden können.

Für die Beurteilung des Maschinenzustands zur frühzeitigen Fehlererkennung sind verschiedene Ansätze möglich. Der gängigste ist die Auswertung der auftretenden Schwingungen, welche Informationen zu den im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen liefert. Maschinenschwingungen entstehen nicht nur durch die Arbeitsverrichtung. Zusätzliche Schwingungen werden über das Fundament und die Umgebung auf die Maschine übertragen oder durch das Versorgungsnetz verursacht.

Die regelmäßige Überprüfung der Maschinenschwingung verbessert einerseits die Maschinenlaufzeit und Lebensdauer, andererseits wird die Anlagen- und Betriebssicherheit erhöht.



Einflüsse auf des Schwingungsverhalten an einer Maschine

## SCHWINGUNGEN UND VIBRATIONEN

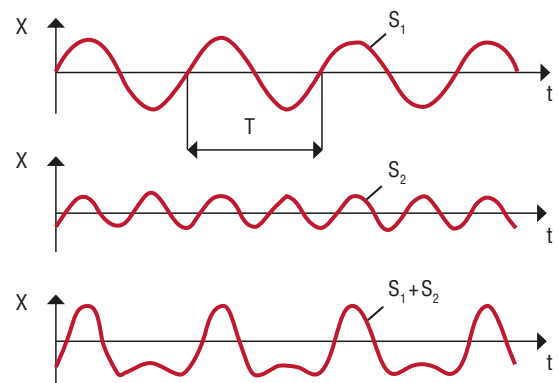
Als Schwingungen werden wiederholte zeitliche Schwankungen von Zustandsgrößen bezeichnet. Im Kontext der Mechanik versteht man unter Schwingungen die Bewegung von Stoffen oder Körpern um ihren Ruhezpunkt. Bei periodischen (d.h. sich wiederholenden) Schwingungen, die mit einer Verformung eines Körpers einhergehen, spricht man von Vibrationen. In dieser Broschüre werden die beiden Begriffe synonym verwendet.

Vibrationen werden in drei mechanischen Größen beschrieben: Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg. Die drei Größen lassen sich durch Differentiation und Integration untereinander umrechnen. In der Praxis ist die Konvertierung der Größen problembehaftet und teilweise unmöglich, da Messfehler wie Rauschen bei der Umrechnung zu starken Verfälschungen führen.

Charakteristisch für Vibrationen ist, dass sich alle drei Größen (quasi-)periodisch ändern, das heißt ein sich stetig wiederholender Signalverlauf ist erkennbar.

In Maschinen werden Vibrationen überwiegend unmittelbar und mittelbar durch rotierende Teile verursacht. Bei der Betrachtung von Maschinenschwingungen fällt auf, dass ein eindeutiges Sinussignal, wie als Resultat einer Drehbewegung grundsätzlich zu erwarten wäre, nicht immer erkennbar ist. Vielmehr überlagern

sich mehrere Schwingungen aus unterschiedlichen Quellen. So verursachen neben der Motorwelle zum Beispiel die Zahnräder eines verbundenen Getriebes, die mit anderen Geschwindigkeiten rotieren als die Welle, Schwingungen mit anderen Frequenzen. Die Überlagerung verschiedener Schwingungen macht die Auswertung eines Vibrationssignals zunächst schwierig, da nicht auf den ersten Blick erkennbar ist, wie sich das gemessene Signal zusammensetzt







## FOURIER-TRANSFORMATION

Mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) werden digital aufgezeichnete periodische Signale (z. B. ein Vibrationssignal) rechnerisch in ein Spektrum, also eine Reihe von Sinuswellen unterschiedlicher Phase und Frequenz, zerlegt. Die einzelnen Sinuswellen werden auch als Oberwellen bezeichnet und entsprechen bei Maschinenschwingungen unter anderem den Elementarschwingungen, aus denen sich das gemessene Vibrationssignal zusammengesetzt hat. Durch Stöße werden Maschinen und Maschinenteile zusätzlich breitbandig (also mit mehreren Oberwellen) angeregt. Ein Vergleich der Amplituden der einzelnen Oberwellen

mit einem Sollprofil ermöglicht die Erkennung und Lokalisierung von Maschinenfehlern, sofern die wesentlichen Eigenschaften der untersuchten Maschine bekannt sind.

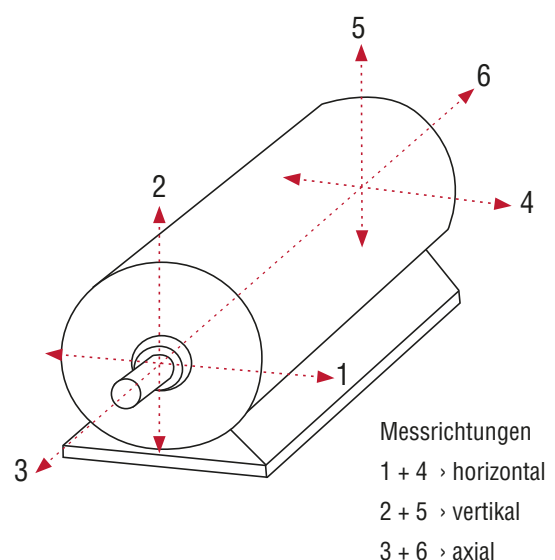
Zu beachten ist, dass hochfrequente Oberwellen im Geschwindigkeitsspektrum und insbesondere im Wegspektrum gegenüber dem Beschleunigungsspektrum deutlich gedämpft sind. Meist wird eine Maschinendiagnose daher im Fehlerfall auf Basis des Beschleunigungssignals durchgeführt.

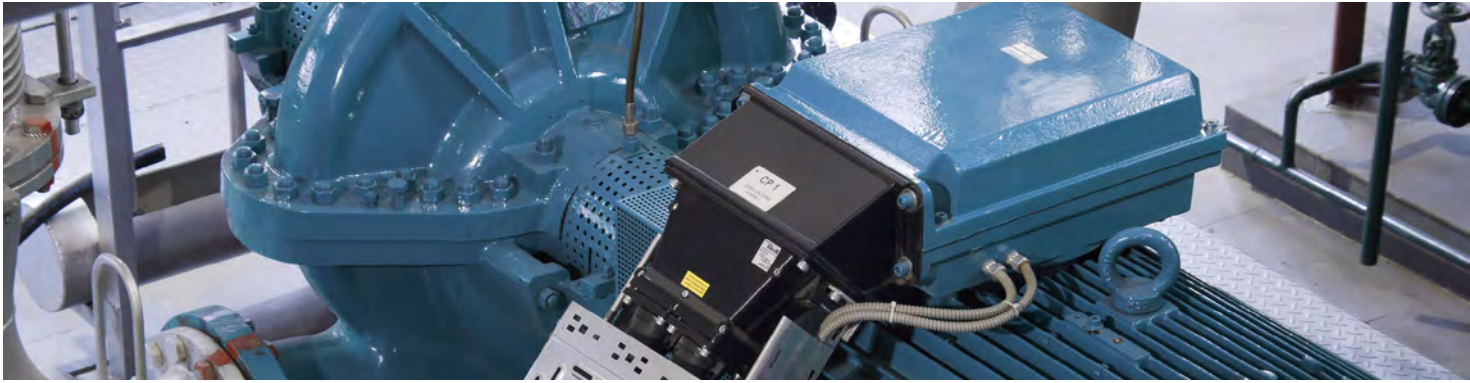
## ERKENNUNG VON MASCHINENFEHLERN

Schwingungen werden meist mit Hilfe von piezoelektrischen Beschleunigungssensoren gemessen, die später noch genauer beschrieben werden. Sie werden an stationären Bauteilen der zu überwachenden Maschine befestigt. An den Lagergehäusen oder Lagerschildern platzierte Sensoren liefern Informationen über Anregungen durch den Läufer, die Lager oder die Antriebsmaschine. Die Erfassung der Schwingungen an den Ständergehäusen, die vorwiegend durch elektromagnetische Anregungen im Luftspalt verursacht werden, erfordert aufgrund der mechanischen Kopplung mit dem Maschinengehäuse meist keine zusätzlichen Messstellen.

Die Messung von Schwingungen erfolgt in horizontaler, vertikaler und axialer Richtung, wie in der rechtsstehenden Maschinenskizze beispielhaft gezeigt.

Bei permanenter Maschinenzustandsüberwachung wird mitunter nur horizontal gemessen, um Kosten zu sparen. Oft enthalten die gemessenen Schwingungen Anteile, die von benachbarten Maschinen oder Anlagenteilen ausgehen.





## ERKENNUNG VON MASCHINENFEHLERN

Die Beurteilung der gemessenen Schwingungen geschieht in Anlehnung an die anzuwendenden Normen (DIN ISO 10816/20816, VDI 3839, VDI 3841, etc.). Auf die Maschine einwirkende äußere Einflüsse wie Gebäudevibrationen sind dabei zu berücksichtigen.

Die Überwachung des Maschinenzustands zur Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit und -sicherheit wird auch als Condition Monitoring bezeichnet.

- A Neu aufgestellte Maschine    
 B Dauerbetrieb geeignet    
 C Kurzzeitbetrieb zulässig    
 D Nicht zulässig

|   |              |                                       |              |                     |  |
|---|--------------|---------------------------------------|--------------|---------------------|--|
|   |              |                                       |              | 11,0 mm/s           | Schwinggeschwindigkeit (RMS-Wert)<br>( 10 - 1000 Hz, $r < 600 \text{ min}^{-1}$ )<br>( 2 - 1000 Hz, $r < 120 \text{ min}^{-1}$ ) |
| D   |              |                                       |              | 7,1 mm/s            |  |
|   |              |                                       |              | 4,5 mm/s            |  |
| C   |              |                                       |              | 3,5 mm/s            |  |
|   |              |                                       |              | 2,8 mm/s            |  |
| B   |              |                                       |              | 2,3 mm/s            |  |
|   |              |                                       |              | 1,4 mm/s            |  |
| A   |              |                                       |              | 0,71 mm/s           |  |
| <b>starr</b>                                | <b>weich</b> | <b>starr</b>                          | <b>weich</b> | <b>Fundament</b>    |  |
| mittelgroße Maschinen<br>15 kW < P < 300 kW |              | große Maschinen<br>300 kW < P < 50 MW |              | <b>Maschinentyp</b> |  |
| Motoren: 160 mm < H < 315 mm                |              | Motoren: 315 mm < H                   |              | <b>Gruppe</b>       |  |
| Gruppe 2                                    |              | Gruppe 1                              |              |                     |  |

Auszug aus der DIN ISO 20816-Teil 3: Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht rotierenden Teilen

# TYPISCHE MASCHINENFEHLER

Die meisten Maschinenfehler sind auf typische, wiederkehrende Ursachen zurückzuführen. Wer sich mit Condition Monitoring beschäftigt, sollte mit diesen Fehlerbildern vertraut sein, um

auftretende Fehler schnell eingrenzen und die richtigen Maßnahmen zur Behebung ergreifen zu können.

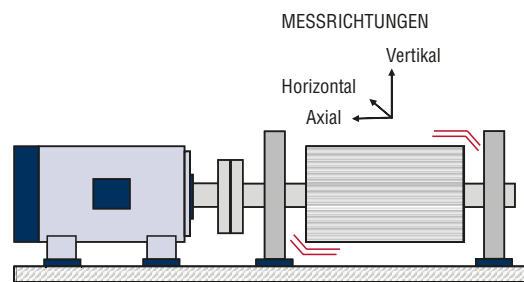
## FEHLERANALYSE

Für die Lokalisierung von Schäden und anderen Unregelmäßigkeiten an Elementen der Antriebstechnik wird das Frequenzspektrum mit den kinematischen Erregerfrequenzen verglichen. Die einzelnen Fehlerbilder führen zu jeweils charakteristischen Veränderungen

des Schwingungsverhalten. Um diese Veränderungen zu bewerten, sind neben der Kenntnis der typischen Fehlerbilder detaillierte Informationen über die untersuchte Maschine erforderlich.

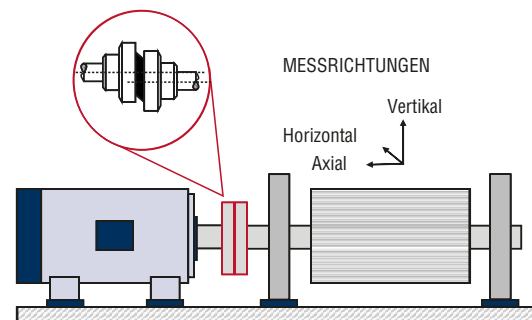
## UNWUCHTEN

Ursache für erhöhte Vibrationen an Maschinen mit rotierenden Massen sind häufig Unwuchten. Sie verursachen erhöhten Verschleiß an Lagern, Maschinenrahmen und Fundament und entstehen z.B. durch Abnutzung und Verschmutzungen an den Laufschaufeln von Ventilatoren. Die Korrektur einer Unwucht wird als Auswuchtung bezeichnet.



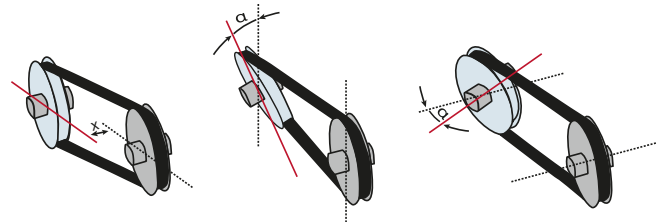
## PARALLELE WELLENFEHLAUSRICHTUNG

Kupplungen verbinden Wellen verschiedener Maschinen und Maschinenteile. Stehen die Wellen horizontal und vertikal versetzt zueinander, kommt es zu erhöhten Vibrationsamplituden. An den beiden verbundenen Maschinen(teilen) treten diese Schwingungen in entgegengesetzter Phasenlage auf.



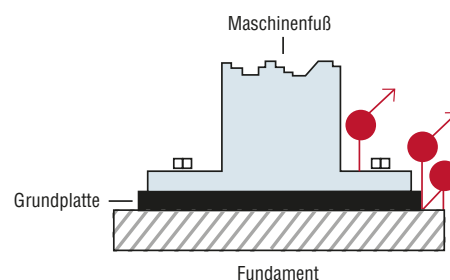
## RIEMENFEHLER

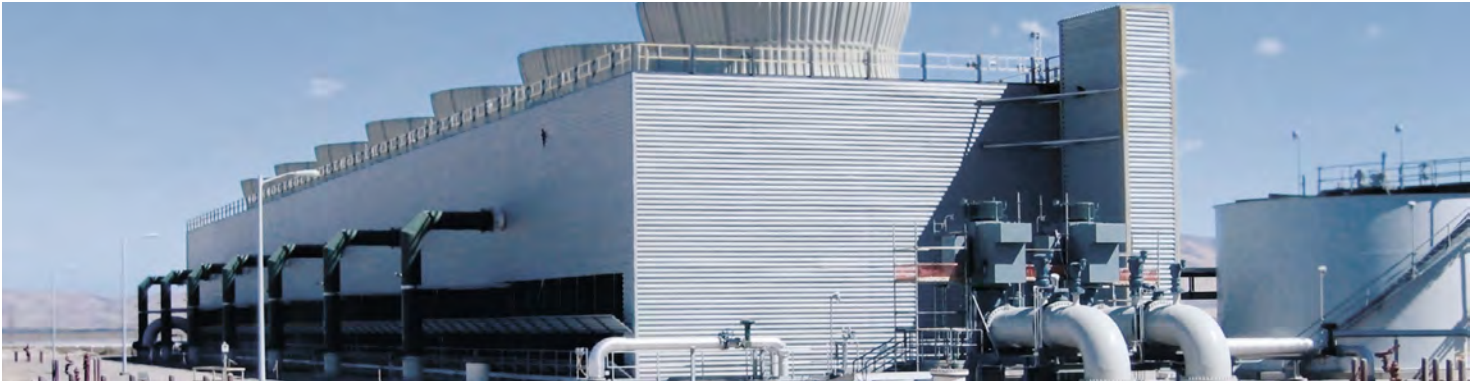
Neben Kupplungen sind Transmissionsriemen eine weitere Möglichkeit, drehende Teile miteinander zu verbinden. Eine unpräzise Ausrichtung der Riemenscheiben ist anhand des Vibrationspektrums identifizierbar und sollte korrigiert werden, um den Materialverschleiß zu reduzieren.



## LOSER MOTORFUSS

Wenn sich Montageschrauben des Motors am Fuß oder an der Flanschplatte lösen, kommt es zu einer erheblichen Beeinflussung des Schwingungsverhaltens.





# AUTARKE ÜBERWACHUNGSLÖSUNGEN

## MECHANISCHE VIBRATIONSSCHALTER DER SERIE 685

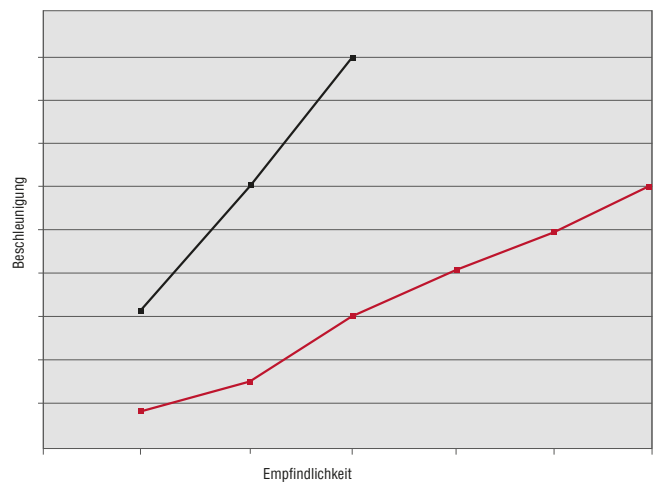
Mechanische Vibrationsschalter bieten zuverlässigen und preisgünstigen Schutz für Maschinen und Anlagen. Bei Überschreiten eines voreingestellten Schwingpegels kann eine Abschaltung oder Alarmierung erfolgen.

Die mechanischen Vibrationsschalter **685A19** und **685A39** ermöglichen mit ihrem neuartigen Design eine einfachere und genauere Einstellung der Empfindlichkeit und somit des Auslösepegels als herkömmliche mechanische Schalter. Neben dem üblichen manuellen Reset bieten die Schalter auch die Möglichkeit der Rückstellung aus der Ferne durch eine Spannung von 240 VAC oder 24 VDC.

### Top-Features

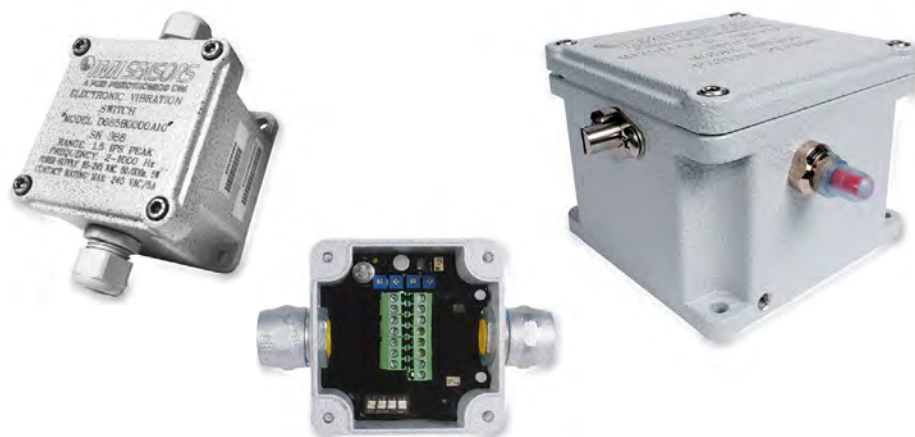
- Messung der Schwingbeschleunigung
- Arbeitstemperaturbereich -25 ... 60 °C
- Einstellbare Abschaltverzögerung (Alarm)
- Relaiskontakt 480 VAC bei 3 A
- Fern-Reset nach Auslösung
- ATEX-Zulassung (optional)

### Schalterempfindlichkeit



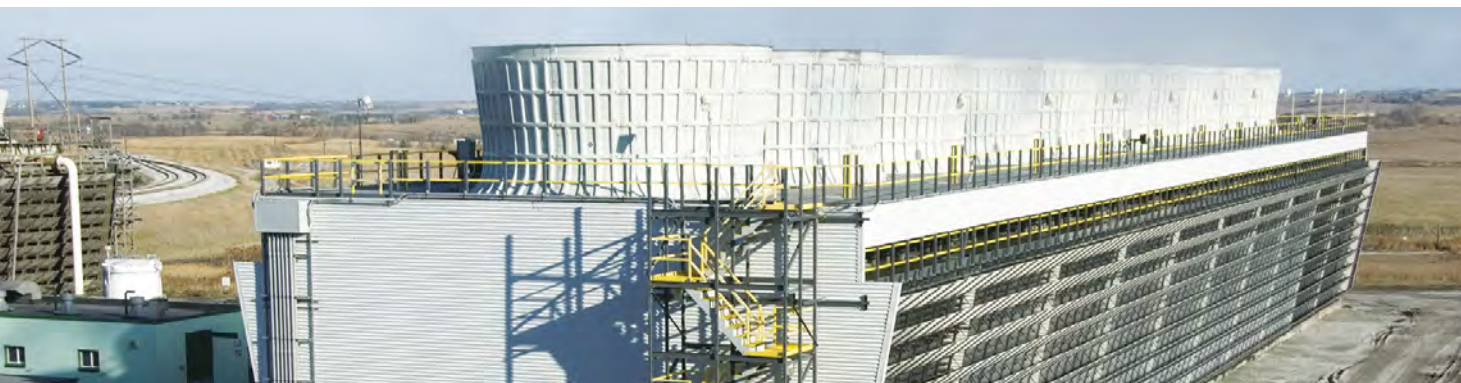
### Einstellungen

- Herkömmlicher mechanischer Schalter
- Neuartiges Design mit besserer Einstellmöglichkeit



Serie 685A





## ELEKTRONISCHE VIBRATIONSSCHALTER DER SERIE 686

Elektronische Vibrationsschalter der **Serie 686B** arbeiten auf Basis eines piezoelektrischen Beschleunigungssensors, dessen Signale durch Integration in Schwinggeschwindigkeit gewandelt werden und zur Bewertung der Maschinenschwingung dienen. Ein wesentlicher Vorteil ist das Bedienkonzept, das einen Lernmodus (MAVT™) für die unkomplizierte Parametrierung vor Ort sowie die Möglichkeit der Programmierung mittels USB-Adapter und Software umfasst. Werden die eingespeicherten Alarmparameter im Betrieb erfüllt, wird über einen elektronischen Kontakt eine Meldung geschaltet. Für die Programmierung mittels des bereits erwähnten MAVT™-Verfahrens wird der an der laufenden Maschine installierte Vibrationsschalter mit einem Magneten berührt. Daraufhin wird die Alarmschwelle auf das Doppelte der aktuellen Schwingamplitude eingestellt. Über diese komfortable Funktion kann jede Maschine in kürzester Zeit wirksam geschützt werden. Das optional erhältliche Programmierkit gestattet darüber hinaus die schnelle Einstellung sämtlicher Betriebsparameter über die USB-Schnittstelle eines handelsüblichen PCs.

### Top-Features

- Bewertung der Schwinggeschwindigkeit
- Arbeitstemperaturbereich -40 ... 85 °C
- Einstellbare Abschaltverzögerung (Alarm)
- MOSFET Relais
- Versorgungsspannung 24 ... 240 V DC/AC
- ATEX-Zulassung (optional)

### Typische Einsatzbereiche

- Lüfter und Ventilatoren
- Kühltürme
- Motoren
- Pumpen



**Modell M686BOX**  
Vibrationsschalter mit  
2-poligem ML-Anschluss



Durch die Berührung mit einem Magneten wird bei den Vibrationsschaltern der **Serie 686B** der Einstellungsprozess gestartet.



## VIBRATIONSTRANSMITTER

Stromschleifengespeiste Vibrationstransmitter ermöglichen eine kostengünstige und permanente Überwachung von Maschinenschwingungen. Sie liefern ein genormtes 4 ... 20 mA-Ausgangssignal, welches proportional zum RMS- oder Spitzenwert der gemessenen Vibrationsamplitude ist. Angeschlossen werden die

Transmitter an vorhandene, freie Eingänge einer SPS oder eines Prozessleitsystems. Diese geben dann bei Überschreitung eines voreingestellten Schwingungspegel eine Warnmeldung aus oder schalten im Notfall die Maschine ab.



**Funktionale Sicherheit**  
**Integritätslevel 2**  
**Zuverlässigkeit**  
**IEC 61508**  
**Safety Manual**

## VIBRATIONSTRANSMITTER DER SERIE 64x

Bei Verwendung von Vibrationstransmittern werden die Schwingungsauswertung und die Fehlerabschaltung ausgelagert, d. h. das Parametrieren der Alarmschwellen erfolgt in einer separaten Auswerteeinheit oder in einer SPS, die die Trendentwicklung mitschreiben kann. Transmitter werden stromschleifengespeist betrieben und geben ein normiertes Stromsignal entsprechend der Schwingung aus, welches dann in der Anlagensteuerung skaliert wird.

Die Vibrationstransmitter der **Serie 64x** gibt es mit unterschiedlichen, auf den jeweiligen Anwendungsfall bezogenen Messbereichen und -größen (Schwinggeschwindigkeit u. a. gemäß der ISO 10816/20816, Schwingbeschleunigung und Schwingweg). Alternativ zu den Modellen mit MIL-Stecker, stehen unter der **Serie 65x** Sensoren mit M12-Stecker zur Verfügung. Mit dem **Modell 649A04** steht darüber hinaus ein programmierbarer Vibrationstransmitter zur Verfügung.

### Top-Features

- Schwinggeschwindigkeit oder -beschleunigung RMS oder Peak
- 4...20 mA-Ausgang
- ATEX-Zulassung (Option)
- Arbeitstemperaturbereich bis 85 °C (optional bis 125 °C)
- Rohsignalausgang (Option)
- Temperatursignalausgang (Option)





## PIEZOELEKTRISCHE ICP®-/IEPE-SCHWINGUNGSSENSOREN



Die Schwingungssensoren von IMI Sensors zeichnen sich durch ein doppelwandiges, hermetisch dicht verschweißtes Edelstahlgehäuse aus, das sowohl als mechanischer Schutz gegen Umgebungseinflüsse und Verschmutzungen als auch als faradayscher Käfig wirkt, der elektrische Einstrahlungen verhindert. Die galvanische Trennung des Sensorelementes und der nachfolgenden Messkette vom Sensorgehäuse verhindert Erdschleifen und Rauschen. Die piezoelektrischen Schwingungssensoren in ICP®-Technik haben den entscheidenden Vorteil, dass das Messsignal als störunempfind-

liche Spannung mit niedriger Quellimpedanz übertragen wird. Der Störeinfluss durch elektrische und magnetische Felder benachbarter Aggregate ist dadurch minimiert.

Die Sensoren der **Serien PCB-M60x** und **PCB-M62x** von IMI Sensors sind in unterschiedlichen Ausführungen und Bauformen erhältlich und lassen sich daher in fast allen Bereichen einsetzen, auch im Hochtemperaturbereich oder in EX-Zonen.

### ICP®-SCHWINGUNGSSENSOREN

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Modell M603C01</b></p>  | <p><b>Preisgünstige ICP®-Schwingungssensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empfindlichkeit 100 oder 10 mV/g</li> <li>▪ Stecker bzw. Kabelabgang oben</li> <li>▪ Frequenzbereich 0,5 ... 10.000 Hz</li> <li>▪ ATEX-Zulassung (Option)</li> </ul>                            |
| <p><b>Modell M607A11</b></p>  | <p><b>ICP®-Schwingungssensoren mit Swivel-Montage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empfindlichkeit 100 mV/g</li> <li>▪ Stecker bzw. Kabelabgang seitlich</li> <li>▪ Frequenzbereich 0,5 ... 10.000 Hz</li> <li>▪ ATEX-Zulassung (Option)</li> </ul>                           |
| <p><b>Modell M602D01</b></p>  | <p><b>ICP®-Schwingungssensoren mit Durchgangsbohrung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empfindlichkeit 100 mV/g</li> <li>▪ Stecker bzw. Kabelabgang seitlich</li> <li>▪ Frequenzbereich 0,8 ... 8.000 Hz</li> <li>▪ Hochtemperaturelektronik bis 163 °C (Option HT)</li> </ul> |



## SENSOREN MIT DREILEITERTECHNIK

Sensoren mit Dreileitertechnik werden ohne ICP®-Sensorspeisung eingesetzt. Die Spannungsversorgung erfolgt über eine Gleichspannungsquelle mit 3 ... 12 V. Das Ausgangssignal der Sensoren ist mit einem Gleichspannungsoffset in Höhe der halben Speisung versehen und kann daher mit einem Messwerterfassungsgerät mit unidirektionalen Eingängen digitalisiert werden.



Modell M603M113



Modell M607M83

## HOCHTEMPERATURSENSOREN

Sensoren mit integrierter ICP®-Elektronik sind meist bis 121 °C einsetzbar. Mittels einer speziellen Hochtemperatur-Elektronik bei Sensoren mit Präfix „HT“, wie z. B. **Modell HT602D01**, wird der Einsatztemperaturbereich bis 163 °C erweitert. Für noch höhere Umgebungstemperaturen werden Modelle mit ausgelagerter Verstärkerschaltung (Ladungssensor) eingesetzt. Solche Modelle sind dauerhaft bis zu 649 °C und kurzfristig darüber hinaus belastbar.



Modell M612A01



Modell HTM602D01

## EIGENSICHERE SENSOREN

Häufig müssen Maschinen im EX-Bereich überwacht werden. Als EX-Bereich (oder explosionsfähiger Bereich, explosionsfähige Atmosphäre) werden Bereiche bezeichnet, in denen die Umgebungsluft mit brennbaren Gasen, Dämpfen oder Stäuben gemischt ist. Durch Einsatz ungeeigneter Anlagen oder Betriebsmittel in einem solchen Bereich kann eine Verbrennungsreaktion angestoßen werden, die sich selbstständig fortsetzt.

Die ATEX-Produkttrichtlinie 2014/34/EU legt die Anforderungen an Geräte (Maschinen und Betriebsmittel) für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen fest.

## SMART SYSTEM – EXTERNER SIGNALWANDLER MODELL 682C03

Vorhandene konstantstromgespeiste ICP®-Beschleunigungssensoren können mit dem Signalumsetzer **Modell 682C03** an 4 ... 20 mA-Signalkreise angeschlossen werden. Der Signalwandler liefert einen Ausgangsstrom proportional zum RMS- oder Spitzenwert der Schwingbeschleunigung, Schwinggeschwindigkeit oder des Schwingweges.

### Top-Features

- ICP®-Sensorversorgung
- Hoch-/Tiefpassfilterung
- Schwingbeschleunigung, -geschwindigkeit oder -weg
- RMS oder Peak
- Temperaturexitgang (bei Anschluss eines ICP®-Sensors mit Temperaturfühler)
- Rohsignalausgang



Modell 607A11 (Beispiel) ICP® Beschleunigungssensor



ICP®-Sensorversorgung



Modell 682C03 Signalwandler





## LAGERSCHADENFRÜHERKENNUNG

Gilt es tiefer in die Maschine hineinzuschauen, um mögliche Schäden differenzierter zu erkennen, kommen piezoelektrische Schwingungssensoren in ICP®-Technik zum Einsatz. Der entscheidende Vorteil dieser Technik ist die Übertragung von störunempfindlichen Spannungssignalen mit niedriger Quellimpedanz. Der Störeinfluss durch elektrische und magnetische Felder benachbarter Aggregate ist dadurch, auch bei Verwendung preisgünstiger Messleitungen, minimiert.

Dank des großen Frequenzbereiches der Schwingungssensoren können beispielsweise die Effekte von Lagerschäden oder Kavitation gemessen und durch das verwendete Condition-Monitoring eindeutig identifiziert werden. IMI Sensors bietet Schwingungssensoren in vielfältigen Ausführungen und Bauformen an, auch für den Hochtemperaturbereich oder EX-Zonen.

## LAGERSCHADENDETEKTOR

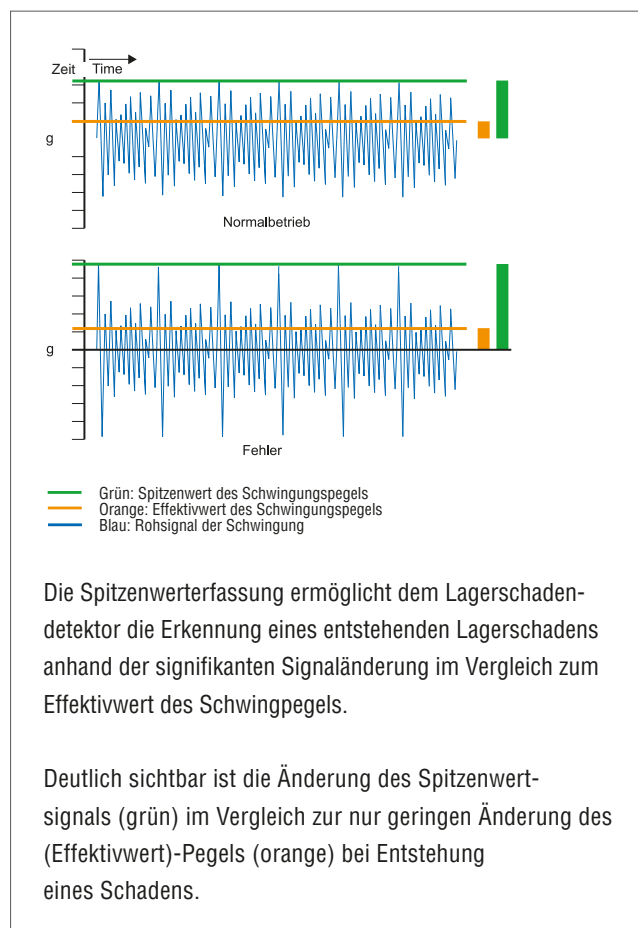
Der Signalwandler **Modell 682C05** dient zur Frühwarnung bei entstehenden Fehlern an Wälzlagern, wie zum Beispiel Schädigungen von Innen- oder Außenring, Spiel und fehlende Schmierung. Der Lagerschadendetektor stellt zwei Ausgangssignale zur Verfügung, den Vibrationspegel und Informationen über hochfrequente Peaks bzw. Stöße.

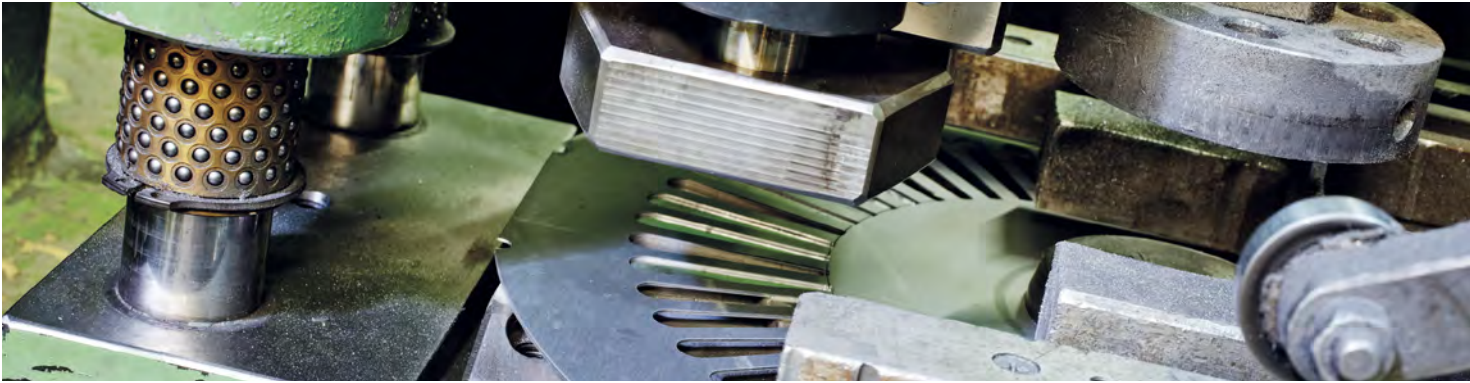
### Top-Features

- ICP®-Sensorversorgung
- Ausgang Schwinggeschwindigkeit
- Ausgang Stoßpegel
- Erkennung von Lagerschäden
- Rohsignalausgang



Modell 682C05  
Signalwandler





## LAGERSCHADENDETEKTOR PLUS

Mit dem Lagerschadendetektor **649A03** (Bearing Fault Detector PLUS) werden mehrere Funktionen innerhalb eines hermetisch dichten Edelstahlgehäuses kombiniert. Der Transmitter bestimmt mittels der integrierten Kombination aus Vibrationssensor und Signalauswertung wahlweise den breitbandigen Summenpegel der Lager-schwingung, den Stoßpegel oder den Crestfaktor und stellt ein dazu proportionales 4 ... 20 mA-Signal zur Verfügung. Betrieben wird der Transmitter in einer Stromschleife; die Auswertung der Kennwerte erfolgt zum Beispiel über die SPS der Maschine.



**Modell 649A03**  
Lagerschadendetektor PLUS

## SCHOCKMONITORING AN KOLBENMASCHINEN

Der **RMP<sup>®</sup>-Transmitter 649A01** mit 4 ... 20 mA-Ausgangssignal ist ein Sensor zur kontinuierlichen Überwachung von Kolbenkompressoren. Er erkennt frühzeitig Fehler, die zu teuren Folgeschäden führen würden. Dank der Spezialisierung auf die Überwachung von Kolbenmaschinen wird eine wesentlich zuverlässigere Fehlererkennung erreicht als mit üblichen Vibrations- und Stoßpegeltransmittern.

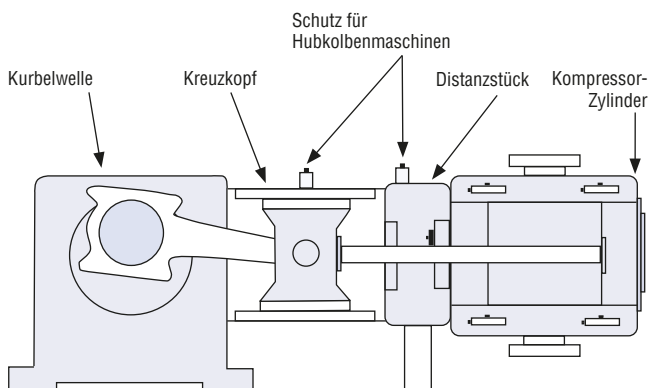
\*) RMP steht für „Reciprocating Machine Protector“

### Top-Features

- Erkennung stochastischer Stoßpegel
- 4...20 mA-Ausgang
- ATEX-Zulassung (optional)



**Modell 649A01**  
RMP<sup>®</sup>-Transmitter



Hubkolbenmaschine mit Schutzvorrichtung am Kreuzkopf

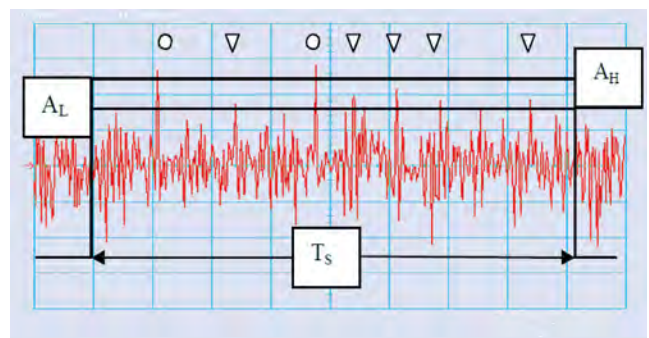


Diagramm zeigt signifikante Grenzwertüberschreitungen im definierten Zeitfenster





## MASCHINENDIAGNOSESYSTEME

Der störungsfreie Betrieb von Maschinen und Anlagen hängt von unterschiedlichen betrieblichen Anforderungen und Bedingungen ab. Außerhalb ihrer Spezifikationen betrieben, können Maschinen unzulässige Schwingungen erzeugen und die gesamte Anlage stören. Für die optimale Überwachung von Maschinen ist die detaillierte Signalanalyse im Frequenzraum notwendig. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Kanalzahl und Rechenleistung der Systeme. Auch Maschinendiagnosesysteme arbeiten optimal mit den Schwingungssensoren

von IMI Sensors zusammen. Das breitbandige Messsignal dieser Schwingungssensoren gestattet es dem Überwachungssystem, das gesamte relevante Frequenzspektrum der Maschine zu analysieren und sich ankündigende Fehler frühzeitig zu erkennen. Die Trennung von Sensor und Signalauswertung gewährleistet hierbei eine große Flexibilität bei der Auswahl des passenden Vibrationssensors. Sensoren mit unterschiedlichen Bauformen, Messbereichen und speziellen Eigenschaften wie Temperaturbelastbarkeit bis 163 °C können zum Einsatz kommen.

## SMART SYSTEM AUF BASIS DER AUSWERTEMODULE AVL / AVL-X

Mit den Geräten der **AVL/AVLX-Serie** kann die Maschinenüberwachung nach der DIN ISO 10816/20816 einfach und effizient umgesetzt werden. Die 4 Zonen Anzeige des Gerätes spiegelt, entsprechend der Norm, den Zustand der Maschine wider. Die

Normenreihe DIN ISO 10816/20816 definiert Grenzwerte für verschiedene Gruppen von rotierenden Maschinen, wie z. B. Elektromotoren, Pumpen oder Lüfter, die Messmethoden und aufzunehmenden Schwingungskennwerte.



Beispiel einer 4-Kanal-Überwachung montiert in einem Verteilerschrank



Modell AVLX-Serie



## SCHWINGUNGSÜBERWACHUNG MIT IO-LINK

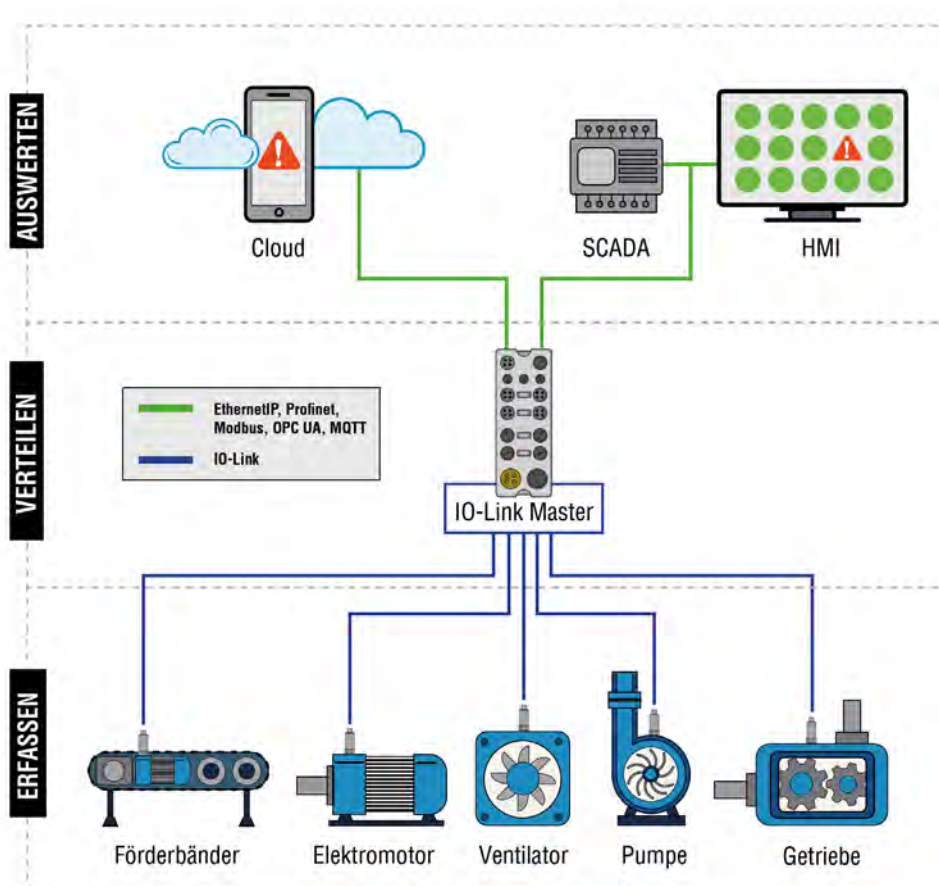
Einen weiteren Schritt in Richtung digitaler Maschinenüberwachung bietet der IO-Link Sensor **PCB-674A91** auf Basis eines piezoelektrischen Sensors. Hiermit ist es gegeben, das bestehende Steuerungsnetzwerk für die Prozesssteuerung und die Echtzeitwartung zu nutzen. D.h. Maschinenschutz in Industriequalität mit einer branchenerprobten Sensortechnologie, die direkt in die vorhandene Steuerungsplattform integriert werden kann. Der Maschinenzustand wird kontinuierlich auf Zustandsveränderungen überwacht, was eine rechtzeitige und vorhersehbare Wartungsplanung ermöglicht, um größere Schäden oder Komplettausfälle zu vermeiden. Die Kombination von Sensor und kontinuierlicher Überwachung bietet somit einen überlegenen Schutz vor Produktionsausfällen.

### Top-Features

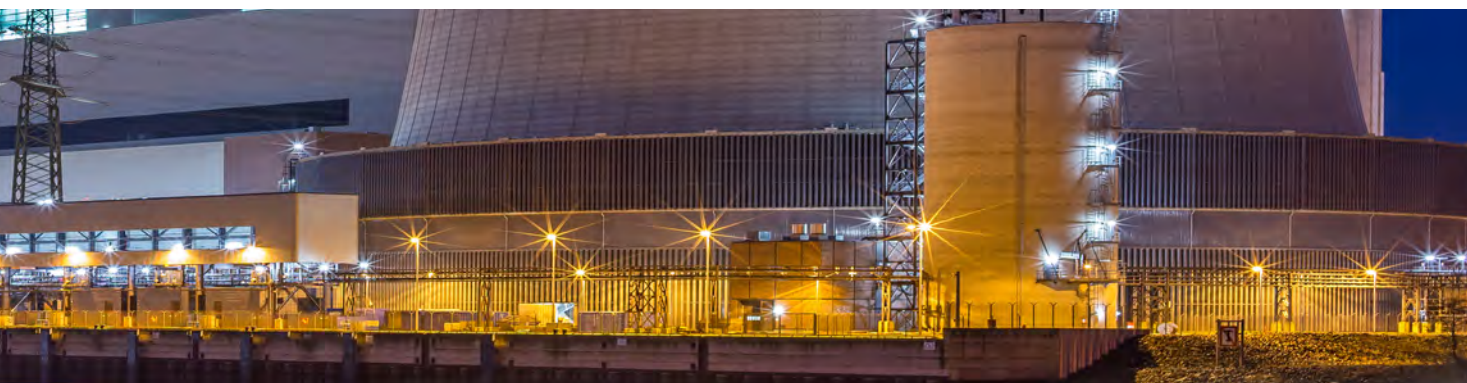
- Einfache Installation und Verbindung zum lokalen Netzwerk
- Keine Schaltschränke oder aufwändige Verkabelung
- Genaue Beurteilung des Maschinenzustands und automatisierte Warnung
- Datenverarbeitung im Sensor ohne komplexen Programmieraufwand
- Parametrieren statt Programmieren



Modell 674A91







## TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| <b>Modell</b>                           | <b>674A91</b>  |                                |
| <b>Messfunktionen</b>                   | Beschleunigung (RMS und Peak), Schwinggeschwindigkeit (RMS und Peak), Crest-Faktor, Temperatur |                                |
| <b>Sensorelement</b>                    | piezoelektrisch  |                                |
| <b>Messereich</b>                       |  |                                |
|   | <b>Beschleunigung max.</b>   | 50 g bzw. 491 m/s <sup>2</sup> |
|   | <b>Schwinggeschwindigkeit max.</b>   | 76,2 mm/s                      |
|   | <b>Crest Faktor</b>  | 50                             |
|   | <b>Temperatur</b>  | -40 ... 85 °C                  |
| <b>Frequenzbereich (±3 dB)</b>          |  |                                |
| <b>Beschleunigung RMS</b>               |  |                                |
|   | <b>Hochpassfilter 1 Hz</b> <sup>[1]</sup>  | 1 ... 10.000 Hz                |
|   | <b>Hochpassfilter 10 Hz</b> <sup>[1]</sup>   | 10 ... 10.000 Hz               |
| <b>Beschleunigung Peak</b>              |  |                                |
|   | <b>Hochpassfilter 1 Hz</b> <sup>[1]</sup>  | 1 ... 10.000 Hz                |
|   | <b>Hochpassfilter 10 Hz</b> <sup>[1]</sup>   | 10 ... 10.000 Hz               |
|   | <b>Hochpassfilter 1 kHz</b> <sup>[2]</sup>   | 1.000 ... 10.000 Hz            |
|   | <b>Hochpassfilter 5 kHz</b> <sup>[2]</sup>   | 5.000 ... 10.000 Hz            |
| <b>Schwinggeschwindigkeit Peak/RMS</b>  |  |                                |
|   | <b>Hochpassfilter 1 Hz</b> <sup>[1]</sup>  | 3 ... 10.000 Hz                |
|   | <b>Hochpassfilter 10 Hz</b> <sup>[1]</sup>   | 10 ... 10.000 Hz               |
| <b>Elektrische Eigenschaften</b>        |  |                                |
| <b>Versorgungsspannungsbereich</b>      | 18 - 30 VDC  |                                |
| <b>Nennspannung</b>                     | 24 VDC   |                                |
| <b>Elektrische Isolierung (Gehäuse)</b> | >100 MΩ  |                                |
| <b>Einsatzbedingungen</b>               |  |                                |
| <b>Temperaturbereich</b>                | -40 ... 85 °C  |                                |
| <b>Luftfeuchtigkeit</b>                 | 5 ... 90 %   |                                |
| <b>Schutzart</b>                        | IP68   |                                |
| <b>Physische Eigenschaften</b>          |  |                                |
| <b>Abmessungen (h x Ø)</b>              | 66 x 25,2 mm   |                                |
| <b>Gewicht</b>                          | 130 gr   |                                |
| <b>Gehäusematerial</b>                  | Edelstahl  |                                |
| <b>Montagegewinde</b>                   | 1/4-28 UNF   |                                |
| <b>Elektrischer Anschluss</b>           | M12, 4-pol.  |                                |
| <b>Schnittstelle</b>                    | IO-Link 1.1  |                                |
| <b>Auflösung</b>                        | 24-bit   |                                |
| <b>Zykluszeit (typ.)</b>                | 100 ms   |                                |

[1] analoges Filter

[2] digitales Filter

# MESSKABEL UND ZUBEHÖR






## INDUSTRIELLE MESSKABEL

Industriell eingesetzte piezoelektrische Sensoren werden Feuchtigkeit, Öl oder Schmutz ausgesetzt. Abgedichtete Kabelverbindungen sorgen für größtmögliche Langlebigkeit der eingesetzten Messketten. In den meisten Fällen genügen Verbindungen mit Schutzart IP67, die vorübergehend untergetaucht werden dürfen und auch in ölbeständiger Ausführung angeboten werden. Für dauerhaften Einsatz unter Wasser sind Sensoren mit integrierten Anschlusskabeln und Schutzart IP68 erhältlich.

### Top-Features

- Einsatz in Wasser und Öl
- Kabelschirmung
- Schutzart IP67 mit Steckverbinder
- Schutzart IP68 mit integriertem Anschlusskabel
- Dauerhafter Einsatz unter Wasser möglich
- Schutzart IP69K mit Steckverbinder für die Lebensmittelindustrie

### Übersicht industrielle Standardkabel

| Besondere Merkmale  | Einsatzgebiet   | Kabeltyp   | Varianten  |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Robust</li> <li>▪ Optimale Signalqualität</li> <li>▪ Blauer Kabelmantel für Sensoren mit Schutzart Eigensicherheit (Typ 052M)</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Universell einsetzbar</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Polyurethan</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Typ 052 (zwei Adern)</li> <li>▪ Typ 052M (zwei Adern, blauer Mantel, ATEX)</li> <li>▪ Typ 047 (zwei Adern, armiert)</li> <li>▪ Typ 059 (vier Adern)</li> <li>▪ Typ 043 (vier Adern, armiert)</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ölbeständig</li> <li>▪ Einsatztemperatur bis 200 °C</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochtemperaturanwendungen</li> <li>▪ Einsatz in Maschinenöl</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ FEP</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Typ 053 (zwei Adern)</li> <li>▪ Typ 048 (zwei Adern, armiert)</li> <li>▪ Typ 056 (drei Adern)</li> <li>▪ Typ 057 (vier Adern)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ölbeständig</li> <li>▪ Einsatztemperatur bis 200 °C</li> <li>▪ Blauer Kabelmantel für Sensoren mit Schutzart Eigensicherheit (Typ 045M)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochtemperaturanwendungen</li> <li>▪ Einsatz in Maschinenöl</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PTFE</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Typ 045 (zwei Adern)</li> <li>▪ Typ 045M (zwei Adern, blauer Mantel, ATEX)</li> </ul>   |

## MONTAGEZUBEHÖR

Bei direkter Schraubmontage von Schwingungssensoren wird eine optimale mechanische Kopplung erreicht. Je nach Sensormodell kommen Montagebolzen oder Durchgangsschrauben zum Einsatz.

Wenn an einer Maschine keine Bohrungen für Sensorgewinde vorgenommen werden dürfen, sind Montagemagnete eine gute Alternative. Zur Auswahl stehen Magnete in verschiedenen Größen für glatte und gewölbte Oberflächen.

Montageplättchen werden auf die Maschine geklebt oder geschweißt. Auch sie sind in verschiedenen Größen erhältlich.

Für die Montage zwischen den Kühlrippen des Motors werden Adapter in verschiedenen Größen angeboten, die wahlweise geschweißt oder geklebt werden.

Für schnelle Vibrationstests ohne Montage der Sensoren können Tastspitzen verwendet werden, die mechanische Schwingungen von der Maschine auf den Sensor übertragen. Haupteinsatzgebiet ist das routenbasierte Condition Monitoring.





## ÜBERPRÜFUNG VON BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN UND MESSKETTE

Der Einsatz einwandfrei funktionierender Schwingungssensoren ist Voraussetzung für die zuverlässige Erkennung von Maschinenschäden in einem frühen Stadium.

Es empfiehlt sich daher, die Sensoren regelmäßig zu überprüfen. Der batteriebetriebene portable Shaker **699B02** regt Sensoren mit einer definierten Sinusschwingung an. Ist ein angeregter Sensor in Ordnung, so liefert er ein sinusförmiges Ausgangssignal mit einer Amplitude entsprechend der definierten Anregung von wahlweise 1 g Peak oder RMS.



Modell 699B02

Für die Überprüfung von Sensoren mit auswählbarer Frequenz und Amplitude wird das **Modell 9110D** angeboten.

Es ermöglicht eine sogenannte Frequenzgangkalibrierung, bei der ein Sensor nacheinander mit Schwingungen verschiedener Frequenzen angeregt wird. Als Resultat erhält der Anwender eine Frequenzgangkurve, welche die Abhängigkeit der Sensorempfindlichkeit von der Frequenz visualisiert.

Dank der Akkuspeisung kann der portable Shaker am Einsatzort der Sensoren betrieben werden.



Modell 9110D



