



PCB® DIGITAL
SENSOREN UND SMARTE LÖSUNGEN



IloT
Bus Systeme
Condition Monitoring
Maschinendaten
Prozessüberwachung
Vernetzung







DIGITALE INTEGRATION VON SENSOREN ZUR VEREINFACHTEN, INDUSTRIELLEN MASCHINENÜBERWACHUNG

Den Anforderungen des Marktes folgend und mit Blick auf zukünftige Entwicklungen ist auch die PCB Piezotronics, als langjähriger und etablierter Hersteller piezoelektrischer Sensoren, Anbieter digitaler Lösungen.

Denn gerade in der heutigen, sich schnell entwickelnden Welt der vernetzten Maschinen, Anlagen, Aktoren und Sensoren ist die Fähigkeit, Daten aus der Feldanwendung (Prozess) zu integrieren und die enormen Datenmengen zu analysieren, noch nie so wichtig gewesen.

PCB® bietet eine Vielzahl digitaler Sensoren und Systemlösungen, welche die Maschinen- und Prozessüberwachung optimieren. Mit den ermittelten Daten des Condition-Monitoring können dann die passenden Instandhaltungsmaßnahmen getroffen werden.

EINLEITUNG

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung _____	3
Bedeutung Digitalisierung _____	4
Analog-Digital-Wandlung _____	4
Fortschritt liegt im Wandel – Anreize _____	6
Analog vs. Digital _____	7
Produktlösungen	
Sensoren mit IO-Link – für mehr Effizienz _____	8
InHub-Lösungen – Intelligente Analyse und Überwachung _____	10
Maschinen-Monitore AVL/AVLX _____	12
Modell K333D01-VM – USB-basiertes KIT _____	14
Modell 485 – Zweikanalige ICP®-IEPE-Messdatenerfassung _____	16
MEMS oder Piezoelektrisch – eine Gegenüberstellung _____	18
Ergänzende Sensoren und Zubehör _____	20



BEDEUTUNG DIGITALISIERUNG

In der heutigen Produktion kommt ein großer Teil an Informationen aus der Prozessverarbeitung und aus der Messtechnik, die somit besonders in den Fokus der Integration der digitalen Datenverarbeitung gelangt. Dies mit den Zielen, die Informationen aus dem Feld und deren zugehörigen Abläufe mittels der Messtechnik transparent darzustellen und in Regelungs- und Steuerungsabläufe tiefer zu integrieren.

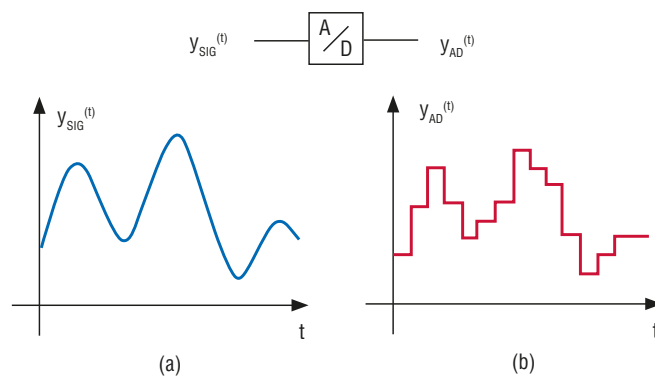
Ursprünglich wurde unter dem Begriff „Digitalisierung“ die reine Umwandlung analoger Werte in digitale Formate verstanden. In der heutigen Signalverarbeitung definiert sich der Übergang von analogen zu digitalen Signalen durch die Signalabtastung und deren

Informationstiefe. Diese Verarbeitung von Signalen wird schon länger angewandt und bildet die Grundlage für die rechnergestützte Verarbeitung von Messdaten. Somit steht der Begriff „Digitalisierung“ vermehrt für die Veränderungen der industriellen Produktion durch den Einsatz digitaler Techniken (Digitale Produktion, Industrie 4.0, Digital Twin, ...). Diese Wandlung der Begrifflichkeit skizziert die Bedeutung der Messtechnik, welche als ein wesentlicher „Informationslieferant“ in der Produktion hervorgehoben wird. Die Bereitstellung relevanter Informationen zum richtigen Zeitpunkt bildet die Basis für belastbare, wertschöpfende und schnelle Entscheidungen in der Produktion.

ANALOG-DIGITAL-WANDLUNG

Die Basis bildet die Wandlung eines analogen Signals in ein digitales. Diese Analog-Digital-Wandlung (ADC - Analog to Digital Converter) ist ein elektronischer Prozess, bei dem ein kontinuierlich erfasstes analoges Signal in ein digitales Signal umgewandelt

wird, ohne Veränderung seines wesentlichen Inhalts. Praktisch bedeutet dies, dass ein analoges Signal kontinuierlich in Bezug auf Zeit und Amplitude in ein Zeit- und Amplituden-diskretes digitales Signal umgewandelt wird.



Verlauf eines zeit- und amplitudenkontinuierlichen Signals $y_{SIG}(t)$ aufgetragen über der Zeit t , (b) zeit- und amplitudendiskretes Signal $y_{AD}(t)$ nach der A/D-Wandlung.



Der analoge Eingang eines Wandlers erfasst i.d.R. ein Spannungssignal, welches theoretisch aus einer unendlichen Anzahl von Werten besteht. Beispiele sind Sinuswellen, weißes Rauschen, maschinenspezifische Anregungen, die menschliche Sprache, usw. Der Ausgang des Analog-Digital-Wandlers stellt das gewandelte Signal als definierten Pegel in digitalisierter Form zur Verfügung. Die Anzahl der Amplitudenzustände ist immer eine Zweierpotenz – also 2, 4, 8, 16 usw. Die einfachsten digitalen Signale haben nur zwei Zustände (1-0) und werden als binär bezeichnet.

Die Analog-Digital-Umwandlung (ADC) ist eine der grundlegenden Technologien in der Welt der elektronischen Datenverarbeitung. Dieser Prozess ist unerlässlich, um analoge Signale effizient und mit hoher Genauigkeit zu erfassen, zu verarbeiten und bereitzustellen.

Vorteile der Analog-Digital-Umwandlung:

AUFLÖSUNG

Möglichkeit der Übertragung von Signalen mit einer hohen Genauigkeit und Signalaufösung. Durch Anpassung der Bitrate und Abtastrate können die Signale in Bezug auf die tatsächlichen Erfordernisse der Auflösung erfasst werden.

GERINGERE RAUSCHFÄLLIGKEIT

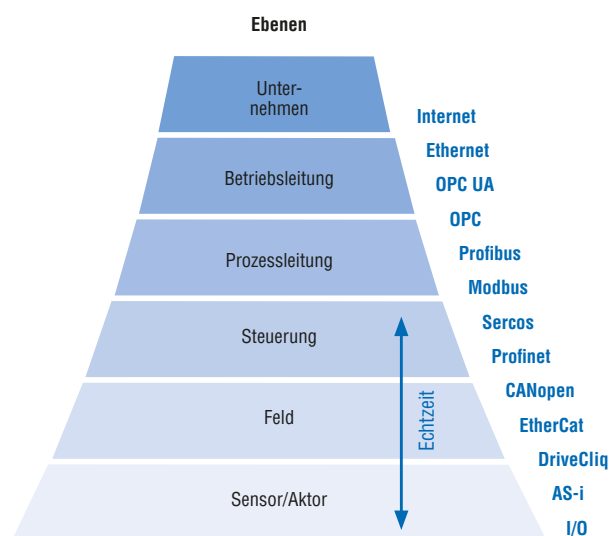
Analoge Signale sind anfällig für Störungen und Rauschen, die die Signalqualität und -integrität beeinträchtigen können. Bei der Umwandlung eines analogen Signals in ein digitales Signal sollte die Genauigkeit des AD-Wandlers (Bit-Quantisierung) und den Spannungsbereiches hinreichend gewählt sein, damit kein zusätzliches Quantisierungsrauschen die Qualität des Messergebnisses reduziert. Darüber hinaus können nach der Umwandlung des Signals in ein digitales Signal verschiedene digitale Signalverarbeitungstechniken eingesetzt werden, um Rauschen zu reduzieren und die Signalqualität zu verbessern.

EINFACHE SPEICHERUNG UND ÜBERTRAGUNG

Ein weiterer wichtiger Vorteil der Analog-Digital-Umwandlung ist die einfache Speicherung und Übertragung digitaler Signale. Digitale Signale lassen sich leicht komprimieren, kodieren und dekodieren, was eine effizientere Speicherung und schnellere Übertragung über verschiedene Medien, wie Kommunikationsnetzwerke oder digitale Speichersysteme, ermöglicht. Darüber hinaus sind digitale Signale robuster gegenüber Störungen und können ohne nennenswerte Qualitätseinbußen über größere Entfernungen übertragen werden.

FLEXIBILITÄT UND VIELSEITIGKEIT

Nutzbar auf vielen unterschiedlichen Plattformen, durch Anpassung an standardisierte Schnittstellen und Konvertierung in die erforderlichen Datenformate (Profinet, Ethercat, TCP, OPC UA, etc.).





FORTSCHRITT LIEGT IM WANDEL

ANREIZE FÜR DEN WANDEL IN DER ANALOGEN UND DIGITALEN KOMMUNIKATION

1. PRÄZISION UND VERLÄSSLICHKEIT

Die Analog-Digital-Umwandlung ermöglicht eine höhere Präzision bei der Darstellung von Signalen. Durch die Umwandlung eines analogen Signals in ein digitales Signal können in regelmäßigen Abständen Daten erfasst und die entsprechenden Zahlenwerte gespeichert werden. Dies gewährleistet eine höhere Zuverlässigkeit bei der Signalwiedergabe und -verarbeitung.

2. VERARBEITUNGSKAPAZITÄT

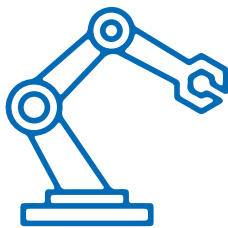
Digitale elektronische Geräte verfügen über eine viel größere Verarbeitungskapazität als analoge Geräte. Durch die Umwandlung eines analogen Signals in ein digitales Signal können fortschrittlichere Algorithmen und Verarbeitungstechniken angewendet werden, die die Durchführung komplexer Rechenoperationen wie Signalfilterung, Komprimierung, Modulation und Demodulation ermöglichen.

3. DATENÜBERTRAGUNG

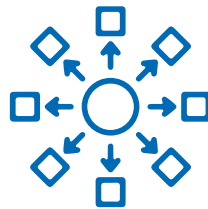
Die Analog-Digital-Umwandlung erleichtert die Datenspeicherung und -übertragung. Sobald ein Signal in ein digitales Signal umgewandelt wurde, kann es komprimiert und auf Speichermedien oder in der Cloud abgelegt werden. Darüber hinaus ist die digitale Datenübertragung effizienter und robuster, da digitale Modulations- und Fehlerkorrekturtechniken zur Verbesserung der Signalqualität eingesetzt werden können.

4. SYSTEMINTEGRATION

Die Analog-Digital-Wandlung hat die Integration komplexer elektronischer Systeme ermöglicht. Verschiedene elektronische Komponenten wie Sensoren, Aktoren und Steuerungen können über digitale Signale miteinander kommunizieren. Dies hat die Entwicklung intelligenter Automatisierungssysteme, IoT-Geräte und industrielle Steuerungssysteme bewirkt.



Automatisierung



Systemverbindungen



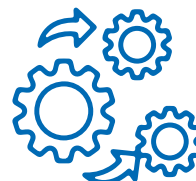
Cloud-basierte Zusammenarbeit



IoT



Datenspeicherung



Systemintegration



ANALOG VS. DIGITAL

TECHNOLOGIEVERGLEICH UND ANWENDUNGSÜBERLEGUNGEN AUS SICHT EINER PRAKTISCHEN ANWENDUNG

Wurden in der Vergangenheit Schwingungsmessungen primär durch analoge Messkomponenten wie Tauchspulen-Sensoren, Transmitter oder Beschleunigungssensoren durchgeführt, so bietet heute das IIoT die Implementierung digitaler Schwingungssensoren. D.h. der Anwendung in verschiedenen Branchen wie Industriesteuerungen und -regelungen, Maschinenüberwachungen oder in Fertigungssystemen steht nichts im Wege.

Dieser Lösungsweg kombiniert Benutzerfreundlichkeit, eine hohe Performance und angemessene Kosten, ohne dass zusätzliche Signalverstärker zur Erfassung der Schwingungen erforderlich sind. Darüber hinaus ist keine weitere Kalibrierung oder Linearisierung des gemessenen Signals erforderlich, um wiederholbare und zuverlässige Ergebnisse zu gewinnen.

ANALOG	DIGITAL
GENAUIGKEIT	
Die Genauigkeit des Systems ist abhängig von jeder Einzelkomponente der Messkette.	Die Sensorgenauigkeit entspricht genau der Systemgenauigkeit, da keine weiteren Verluste durch Signalwandlung und Übertragung auftreten.
TEMPERATURBEREICH	
Kryogene (-196 °C) bis ultrahohe (645 °C) Temperaturen.	Der nutzbare Temperaturbereich ist direkt abhängig von der integrierten Elektronik digitaler und in der Regel auf -40 bis 85 °C begrenzt.
INTEGRATION	
Störungen bzw. Rauschen oder Verschiebung der A/D-Wandlung sind Möglichkeiten für fehlerhafte Messwerte. Zusatzkomponenten erforderlich zur Integration in bestehende PLT-Strukturen.	Die empfangenen Daten sind entweder gültig oder ungültig (z.B. durch ein Kontrollbit im Datenwort). Schnittstellen zu unterschiedlichen Bussystemen verfügbar, dadurch vereinfachte Integration.
GRÖSSE	
Vielzahl an Ausführungen verfügbar, von klein und leicht (<1 Gramm) bis massive Ausführung für die Schwerindustrie.	Weitere Miniaturisierung wird die Zeit mit sich bringen.
KOSTEN	
Die gesamten Systemkosten bestehen aus dem Sensorelement selbst, dem Verstärker, der Sensorversorgung und dem Signalwandler sowie die Schnittstelle zur PLT etc.	Digitale Sensoren sind preislich konkurrenzfähig und in den letzten Jahren günstiger geworden. Eine Integration in bestehende Systeme ist in der Regel möglich.
SPEZIALANFORDERUNGEN	
Anforderungen aus dem EX-Schutz und aus dem Bereich „SIL“ können vielfach abgedeckt werden	Die nebenstehenden Anforderungen können heute nur über den Weg zugelassener Sensor + externe AD-Wandler realisiert werden. Auch hier wird eine sukzessive Anpassung geschehen.



PRODUKTLÖSUNGEN

SENSOREN MIT IO-LINK – FÜR MEHR EFFIZIENZ

Was wäre, wenn Sie Ihr aktuelles Steuerungssystem in einen zentralen Hub für die gesamte Anlage umwandeln könnten? Der neueste ICP®-/IEPE-Beschleunigungssensor **Modell 674A91** von PCB Piezotronics, Inc. verfügt über IO-Link-Kompatibilität und macht es so einfacher denn je, Maschinenschwingungen an die Systeme zu übertragen, die Sie kennen und denen Sie vertrauen.

Die bewährten piezoelektrischen ICP®/IEPE-Beschleunigungssensoren sind seit langem die branchenweit besten für die Schwingungsüberwachung in industriellen Anwendungen. Mit IO-Link machen sie die datengesteuerte Entscheidungsfindung jetzt einfacher als je zuvor.

Die Vorteile sind:

- Reduzieren Sie die Wartungsintervalle mittels Fernkonfiguration und Prozessüberwachung; dadurch verringern sich auch die Ausfallzeiten
- Synchronisieren Sie IO-Link-Sensoren ganz einfach über Ethernet IP, ProfiNet, Modbus, OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) oder MQTT (offenes Netzwerkprotokoll für Machine-to-Machine-Kommunikation) mit Ihrem aktuellen Steuerungssystem
- Automatisieren Sie Messungen in festgelegten Intervallen, um Trends für die Zustandsüberwachung zu ermitteln, oder agieren Sie „just in time“ bei Grenzwertüberschreitungen
- Erhalten Sie Warnungen, wenn Spitzenwerte, Sensorspezifikationen überschritten werden, oder wenn ein Fehler in der Messkette auftritt



Modell 674A91

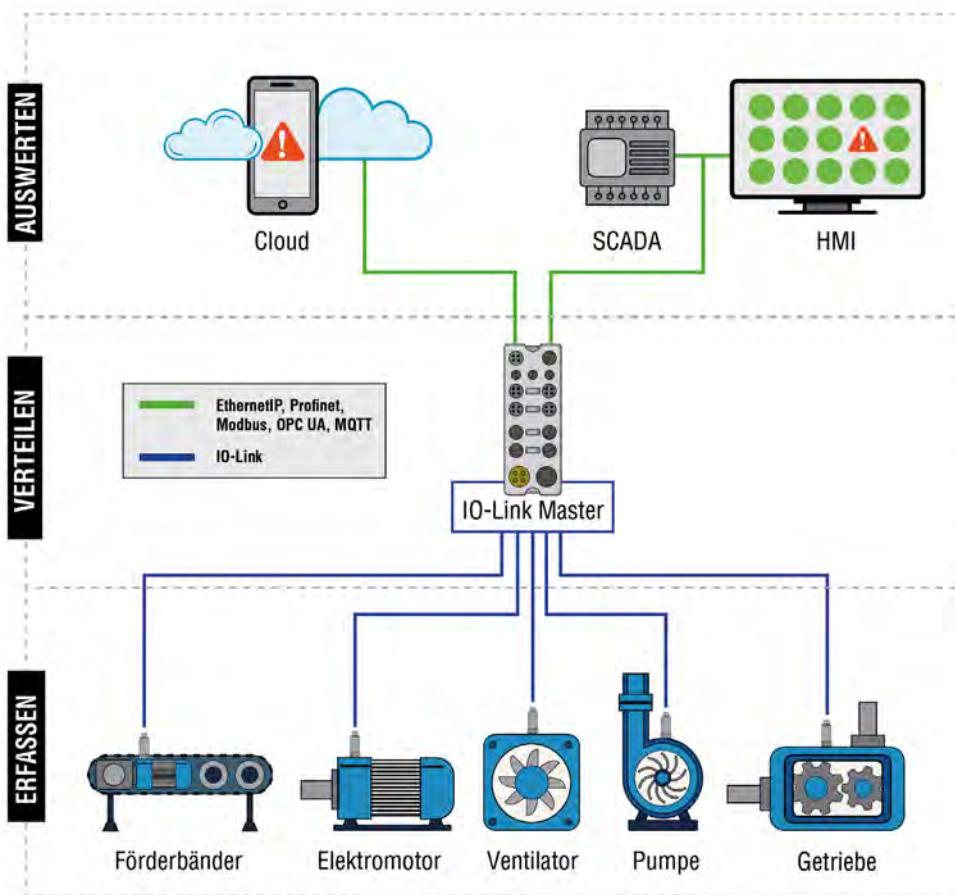




Da industrielle Automatisierungssysteme immer komplexer und anspruchsvoller werden, bietet die IO-Link-Technologie eine der einfachsten und vielseitigsten Möglichkeiten, die Effizienz beim Einsatz von Sensornetzwerken zu optimieren. Das universelle Open-Source-Kommunikationsprotokoll zwischen Sensoren/Aktoren und Steuerung ist das erste, das als internationaler Standard übernommen wurde.

Seit seinem Debüt im Jahr 2006 wird IO-Link von Fertigungsstätten weltweit übernommen. Die jährliche Zahl der installierten IO-Link-Geräte beläuft sich auf ca. 6,3 Millionen Knoten und die Gesamtzahl übersteigt 27 Millionen.

PCB Piezotronics, Inc. bietet eine Vielzahl von digitalen Sensorlösungen zur Optimierung der industriellen Überwachung und vorbeugenden Wartung. Kontaktieren Sie uns oder fordern Sie noch heute ein Angebot an.





InHUB-LÖSUNGEN – INTELLIGENTE ANALYSE UND ÜBERWACHUNG

EFFIZIENTE UND PRÄZISE ANLAGENÜBERWACHUNG MIT HUB-VM102 UND HUB-GM200 ALS SYSTEM

In der heutigen Industrie, wo Genauigkeit und Effizienz entscheidend sind, bietet das **Vibrationsmessmodul HUB-VM102** in Kombination mit dem IIoT Gateway **HUB-GM200** eine innovative Lösung zur Überwachung und Analyse von Strömungserzeugern. Dieses fortschrittliche System ist nicht nur eine einfache Überwachungslösung, sondern auch ein leistungsstarkes Werkzeug für die prädiktive Wartung Ihrer Anlagen.

HOCHGENAUE SCHWINGUNGSMESSUNG UND ANALYSE

Das **HUB-VM102** erlaubt die Anbindung von zwei ICP®-/IEPE-Sensoren mit einer Abtastrate von 48kHz, ideal für detaillierte Schwingungsanalysen in der Industrie. Jeder Messkanal kann über zusätzliche Filter konfiguriert werden, um Frequenzbereiche einzuschränken und Störungen zu filtern. Zusätzlich besitzt das HUB-VM102 zwei digitale Eingänge, um z.B. Signalspeicherungen zu Triggern oder die Drehzahl über den externen Sensor zu ermitteln. Die fortschrittliche Fast-Fourier-Transformation (FFT) ermöglicht die Analyse der Schwingungsdaten im Frequenzbereich. Mit anpassbaren Filtermethoden ermöglicht es eine maßgeschneiderte Analyse, die kritische Einblicke in Oberwellen, Frequenzen, RMS-Werte und speziell die Hauptschwingfrequenz der Lager bietet.

FOURIERTRANSFORMATION – IHR INTELLIGENTER EINBLICK IN DIE MASCHINENWELT

Gut zu wissen: Die Fouriertransformation ist wie ein intelligenter Dolmetscher für Maschinengeräusche. Sie nimmt die komplexen Schwingungssignale Ihrer Maschinen und übersetzt diese in spektral unterscheidbare Informationen.

Ihr Nutzen: Sie erhalten einen einfachen Überblick darüber, wie gut Ihre Maschinen laufen. Wenn etwas nicht stimmt, zeigt Ihnen das System dies auf eine verständliche Weise an, sodass Sie frühzeitig handeln können.

Erweiterte Funktionen: FFT, Analyse im Frequenzbereich, Analyse von Oberwellen, einfache Auswertung und grafische Darstellung für den Nutzer, Aufbereitung der Daten, Export der Datenbank.



Modell HUB-GM200 und -VM102



UMFASSENDE ANALYTIK FÜR VORAUSSCHAUENDE WARTUNGSSTRATEGIEN

Das IIoT Gateway **HUB-GM200** erweitert die Funktionalität durch die Erfassung zusätzlicher Parameter wie Lager-Temperatur und Differenzdruck in Filterstufen. Diese präzisen Daten sind entscheidend für die Ermittlung des Verschleißkennwerts von Lüftern und Ventilatoren, was eine vorausschauende Wartung und längere Lebensdauer ermöglicht.

KOMPLETTLÖSUNG FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Unser System wird als umfassendes Bundle geliefert, inklusive aller notwendigen Module, Netzteil und Sensoren, begleitet von einer vorinstallierten und vorkonfigurierten Analytiksoftware, die eine sofortige Inbetriebnahme ermöglicht.

INTEGRATION MODERNER DATENÜBERTRAGUNG MIT SIINEOS

Mit siineos bietet unser System flexible Datenübertragungsoptionen, inklusive MQTT, OPC UA, SQL, Modbus TCP und CAN für eine nahtlose Einbindung in bestehende Industrie 4.0-Umgebungen und ermöglicht so eine effiziente Nutzung und Verwaltung Ihrer Anlagendaten.

ZUVERLÄSSIGE ÜBERWACHUNG UND DATENSICHERHEIT

Setzen Sie Grenzwerte für sofortige Alarmierungen per E-Mail und profitieren Sie von einer sicheren Datenspeicherung direkt auf dem Gateway, ganz ohne die Notwendigkeit einer Cloud-Anbindung. Die Auswertung kann bequem innerhalb des eigenen Firmennetzwerks erfolgen, was maximale Sicherheit und Kontrolle garantiert. Mit dem **HUB-VM102** und **HUB-GM200** wählen Sie eine zukunfts-sichere Lösung für die präzise und effiziente Überwachung Ihrer industriellen Anlagen – eine Investition in Sicherheit, Effizienz und nachhaltige Anlagenwartung.





MASCHINEN-MONITORE AVL/AVLX

Die **Maschinen-Monitore der AVL/AVLX-Serie** umfassen alle Komponenten für eine Schwingungsüberwachung gemäß DIN ISO 10816/20816 und der Wälzlagerzustandsüberwachung nach VDI 3832. Vom Sensor bis zur Visualisierung werden verschiedene Module angeboten und können individuell miteinander kombiniert werden.

TYPISCHE ANWENDUNGEN

- Schwingungsüberwachung (nach DIN ISO 10816/20816), Überwachung – Unwucht, Ausrichtfehler, usw.
- Online Wälzlagerzustandsdiagnose (nach VDI 3832)
- Messung und Überwachung von Schwingbeschleunigung, -geschwindigkeit, -weg
- Erkennung und Detektion von Kratz- und Anstreichvorgängen, Ordnungs- und Stoßimpuls-Kennwert-Überwachung

TYPISCHE EINSATZBEREICHE

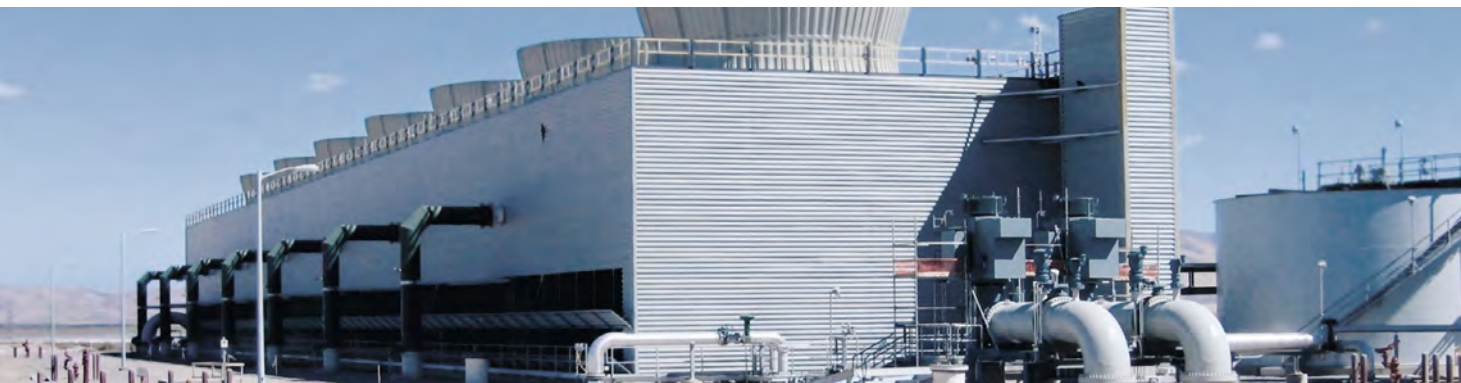
- Lüfter, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren, Schneckenantriebe
- Elektromotoren und Generatoren, Getriebe und Kupplungen
- Rotierende Maschinen oder Vibrationsmaschinen



Beispiel einer 4-Kanal-Überwachung montiert in einem Verteilerschrank



Modell AVLX-Serie



MODULE DER MASCHINEN-MONITORE DER AVL/AVLX-SERIE

- **Sensoren** – Eingänge für Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit, Drehzahl über vorkonfigurierte Anschlüsse
- **Überwachungsgerät** – Module der AVL- / AVLX-Serie
- **Prozesswert erfassung** (optional) – Eingänge für z.B. für Lagertemperaturen, Drücke, etc.
- **IoT Anbindung / Visualisierung** (optional) – Bereitstellung der Messwerte lokal oder über Cloud
- **Schaltschrank** (optional) – Vorkonfektioniert und verdrahtet, inkl. Netzteil
- **Service Konfigurationsunterstützung** - als integraler Bestandteil
- **Diagnosesoftware** (optional)

Sensoren	Überwachung	Prozesswert erfassung	IoT-Anbindung Visualisierung	Schaltschrank	Service	Diagnose-Software
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschleunigung ▪ Geschwindigkeit ▪ Weg ▪ ICP®/IEPE ▪ mV ▪ Seismisch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maschinenüberwachung gemäß ISO 10816/20816 ▪ Lagerzustand gemäß VDI 3832 ▪ Kratzdetektion ▪ Alarmierung ▪ 2-8 Kanäle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatur ▪ Druck ▪ Durchfluss ▪ mV, mA ▪ Status ▪ Drehzahl 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trends ▪ Schaubilder ▪ Datenlogger ▪ Reports ▪ Fernüberwachung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kunststoff, Stahlblech ▪ Netzteil ▪ LAN Switch ▪ Dokumentation ▪ CE-Konform 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beratung ▪ Projektierung ▪ Konfiguration ▪ Support 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ FFT ▪ Hüllkurve ▪ Rohsignale
Anwendungsspezifisch	Maschinen-Monitore	WebIO	WebHMI	Standard individuell	Engineering	Analyser

GERÄTEKONFIGURATION

- Modulare Erfassung von Schwingungen und Prozesswerten AVL/AVLX-Serie: 2 / 4 oder 8 Überwachungskanäle (optional mit LAN Schnittstelle und falls erforderlich, Erfassung von Prozessdaten möglich)
- Autarke Überwachungsfunktionen mittels Relais/Digitalausgang
- Schnittstellen zu kundenseitiger SPS
 - AVL: 4 ... 20 mA Ausgang (je Kanal)
 - AVLX: Modbus RTU/TCP und 4 ... 20 mA Ausgang (je Kanal)
- Visualisierung und Alarmierung mittels WebHMI Gerät über LAN/WLAN/Cloud-Schnittstelle
- Konfiguration über USB-Schnittstelle (Online/Offline)



MODELL K333D01-VM – USB-BASIERTES KIT ZUR ERFASSUNG UND AUSWERTUNG VON SCHWINGUNGEN

SCHWINGUNGSMESSUNGEN MIT MOBILGERÄTEN VEREINFACHEN

Das **K333D01-VM** ermöglicht in Kombination mit einem Smartphone oder Tablet eine einfache und zuverlässige Messung des Schwingungspegels an rotierenden Maschinen, um kritische Zustände frühzeitig zu erkennen.

Durch den weiten Messbereich und die hohe Genauigkeit des Sensormodells **333D01 DIGIDUCER™** lassen sich Schwingungsergebnisse ermitteln, die durch Unwucht, Fehlausrichtung, Lager- und Getriebefehlern oder Kavitation verursacht werden. Die robuste Konstruktion und das hermetisch dicht verschweißte Edelstahlgehäuse des Sensors erlauben auch den Einsatz in rauer Umgebung.

Mit der App VibeCheck, die über den mitgelieferten QR-Code heruntergeladen werden kann, wird ein großer Funktionsumfang kostenlos zur Verfügung gestellt:

- Schwingungslevel
- Zeitsignal
- Aufzeichnen und Export der Messdaten
- Reporterstellung

VibeCheck FÜR IOS UND ANDROID

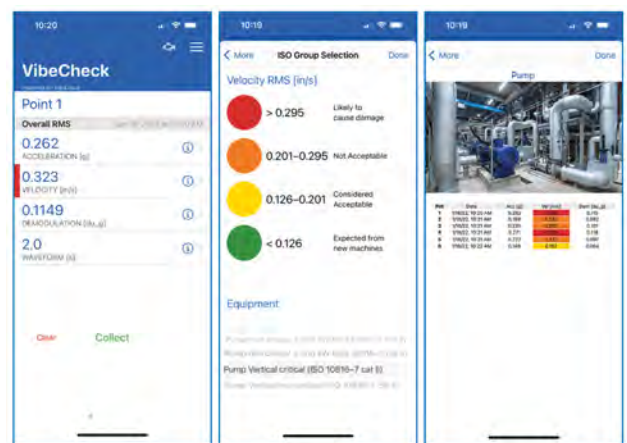
Die App enthält voreingestellte und wählbare Grenzwerte nach ISO 10816, die im Falle der Überschreitung einen Alarm auslösen. Dieser Alarm wird durch einen Farbumschlag in der Software angezeigt. Messergebnisse und Fotos z.B. der Messstellen können in einem Bericht (PDF) zusammengefasst werden. Das im Kit mitgelieferte Montagezubehör stellt sicher, dass die Anbindung des Sensors in den meisten Situationen gewährleistet ist. Enthalten sind u.a. ein Magnet (für ebene oder gekrümmte Oberflächen), Tastspitze, USB-Adapter, Aufbewahrungsbox.

TOP-FEATURES

- Robuster piezoelektrischer Beschleunigungssensor
- Weiter Frequenz- und Dynamikbereich
- Verwendbar mit Smartphone, Tablet oder PC
- Sensorkalibrierung inklusive
- Quick & Easy

TYPISCHE EINSATZBEREICHE

- Routenbasiertes Condition-Monitoring
- Schnelle und einfache Vibrationsmessungen
- Forschung + Entwicklung, Industrie, Lehre



Daten aufnehmen

Auswahl der ISO-Gruppe

Testbericht

Spezifikationen*

Grunddaten	333D01	333D04	333D05	333D06	
Empfindlichkeit					[1][2]
Kanal A	± 196 m/s ²	± 980 m/s ²	± 196 m/s ²	± 980 m/s ²	
Kanal B	± 98 m/s ²	± 490 m/s ²	± 98 m/s ²	± 490 m/s ²	
Messbereiche					
Kanal A	4,00 % FSV/g	0,8647 % FSV/g	4,00 % FSV/g	0,8647 % FSV/g	
Kanal B	7,96 % FSV/g	1,7205 % FSV/g	7,96 % FSV/g	1,7205 % FSV/g	
ADC Auflösung (-3 dB)	0,155 Hz ... 22 900 Hz	0,155 Hz ... 22 900 Hz	0,155 Hz ... 22 900 Hz	0,155 Hz ... 22 900 Hz	
Frequenzbereich (±5 %)	2 Hz ... 8 000 Hz	2 Hz ... 8 000 Hz	2 Hz ... 8 000 Hz	2 Hz ... 8 000 Hz	
Frequenzbereich (±10 %)	1,5 Hz ... 11 000 Hz	1,5 Hz ... 11 000 Hz	1,5 Hz ... 11 000 Hz	1,5 Hz ... 11 000 Hz	[3]
Frequenzbereich (±3 dB)	0,9 Hz ... 15 000 Hz	0,9 Hz ... 15 000 Hz	0,9 Hz ... 15 000 Hz	0,9 Hz ... 15 000 Hz	[3]
Resonanz Frequenz	≥ 25.000 Hz	≥ 25.000 Hz	≥ 25.000 Hz	≥ 25.000 Hz	
Resonanzfrequenz, montiert	17.400 Hz	17.400 Hz	17.400 Hz	17.400 Hz	[3]
Verstärkung Resonanzfrequenz, montiert	200%	200%	200%	200%	[3]
Breitbandauflösung (1 ... 10.000 Hz)	0,0025 g pk 0,0245 m/s ² pk	0,0025 g pk 0,0245 m/s ² pk	0,0025 g pk 0,0245 m/s ² pk	0,0025 g pk 0,0245 m/s ² pk	[1]
Linearitätsfehler	≤2 %	≤2 %	≤2 %	≤2 %	[4]
Querempfindlichkeit	≤5 %	≤5 %	≤5 %	≤5 %	[3]
Communications Standard	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	
Stromaufnahme	≤45 mA	≤45 mA	≤45 mA	≤45 mA	[3]
Interner ADC	24-bit	24-bit	24-bit	24-bit	
Abstraten	48; 44,1; 32; 22,05; 16; 11,025; 8,0 kHz	48; 44,1; 32; 22,05; 16; 11,025; 8,0 kHz	48; 44,1; 32; 22,05; 16; 11,025; 8,0 kHz	48; 44,1; 32; 22,05; 16; 11,025; 8,0 kHz	
Physikalische Eigenschaften					
Überlastlimit (Schock)	68.647 m/s ² pk	68.647 m/s ² pk	68.647 m/s ² pk	68.647 m/s ² pk	
Temperaturbereich	-10 ... 70 °C)	-10 ... 70 °C)	-10 ... 70 °C)	-10 ... 70 °C)	
Temperatur Koeffizient	0,18 % / °C	0,18 % / °C	0,18 % / °C	0,18 % / °C	
Größe – Sechskant	25,4 mm	25,4 mm	25,4 mm	25,4 mm	
Größe – Höhe	66,0 mm	66,0 mm	63,2 mm	63,2 mm	
Gewicht	131 Gramm	131 Gramm	122 Gramm	122 Gramm	
Montagegewinde	1/4"-28 UNF	1/4"-28 UNF	1/4"-28 UNF	1/4"-28 UNF	
Anzugsdrehmoment	2,7 ... 6,8 Nm	2,7 ... 6,8 Nm	2,7 ... 6,8 Nm	2,7 ... 6,8 Nm	
Sensorelement	Piezoelektrische Keramik	Piezoelektrische Keramik	Piezoelektrische Keramik	Piezoelektrische Keramik	
Sensorgeometrie	Scherprinzip	Scherprinzip	Scherprinzip	Scherprinzip	
Gehäusematerial	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	
Abdichtung	Hermetisch dicht verschweißt	Hermetisch dicht verschweißt	Hermetisch dicht verschweißt	Hermetisch dicht verschweißt	
Elektrischer Anschluss	Integriertes Kabel, USB Typ A	Integriertes Kabel, USB Typ A	M12-Anschluss inkl. Kabel auf USB Typ A	M12-Anschluss inkl. Kabel auf USB Typ A	
Kabelabgang	Oben	Oben	Oben	Oben	
Kabellänge	2,9 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m	
Optionales Zubehör					
080A121 Magnetsockel, Durchmesser 25 mm, inkl. Montagebolzen					
080A131 Kurvenmagnet, Durchmesser 25 mm, inkl. Montagebolzen					

[1] Umrechnungsfaktor 1 g = 9,80665 m/s²

[2] FSV = Skalenwert

[3] Typisch

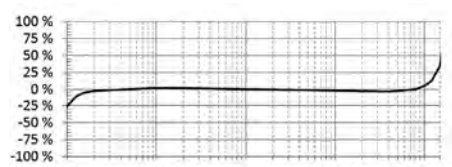
[4] Nullbasierte Ausgleichsgerade, ermittelt mit der Methode der kleinsten Quadrate

* Änderungen vorbehalten.

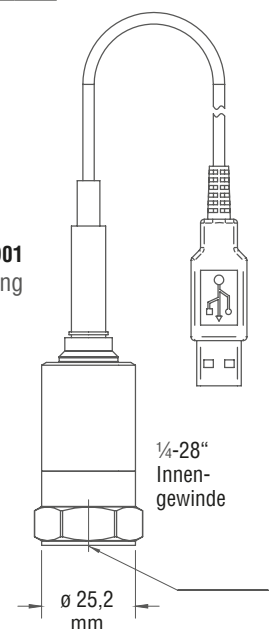
Die kompletten Spezifikationen entnehmen Sie bitte dem jeweiligen Datenblatt.

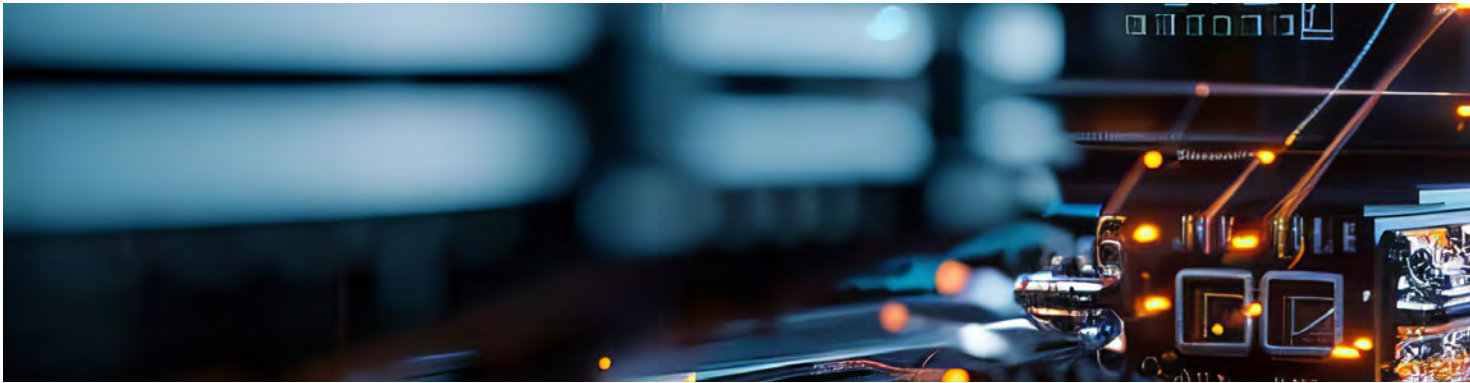
Werte bei Raumtemperatur ermittelt, sofern nicht anders angegeben.

Modell 333D01
Technische Zeichnung



Typischer Frequenzgang





MODELL 485B39 – ZWEIKANALIGE ICP®-/IEPE-MESSDATENERFASSUNG

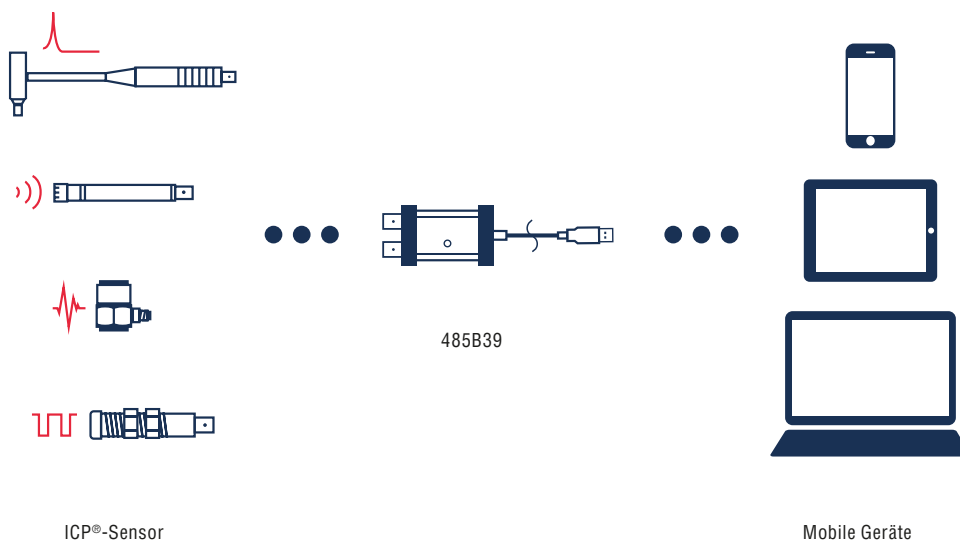
PLUG AND PLAY MESSDATENERFASSUNG

Die kompakte und robuste Messdatenerfassung **Modell 485B39** von PCB Piezotronics, Inc. stellt in der Basisversion zwei ICP®-/IEPE-Eingangskanäle zur Verfügung. Der Betrieb erfolgt einfach über einen USB-Anschluss ohne zusätzliche Spannungsversorgung und Treiberinstallation. Dadurch ist gewährleistet, dass die Messsignale problemlos auf allen Mobilgeräten mit den Betriebssystemen iOS, Android, Windows und Linux angezeigt und verarbeitet werden können.

Im kompakten Edelstahlgehäuse mit Abmessungen von 60 mm x 38 mm x 23 mm wiegt der Messverstärker nur 125 g. Der Frequenzbereich reicht von 0,8 Hz bis 20,7 kHz bei einer Auflösung von 24-bit. Die geringen Abmessungen und die leistungsfähigen Softwareoptionen machen das Gerät zu einem idealen Werkzeug für Messungen im Feld oder Labor.

SIGNALAUFBEREITUNG INTEGRIERT

Die Schwingungsmessung ist eine einfache Möglichkeit, Fehler oder Unregelmäßigkeiten in Strukturen zu erkennen, allerdings werden an die Messtechnik besondere Anforderungen gestellt. So benötigen die zur Schwingungsmessung verwendeten aktiven piezoelektrischen Sensoren spezielle, darauf abgestimmte Messverstärker mit 4 mA-Stromspeisung (IPC®-/IEPE-Sensoren). Die Messdatenerfassung besitzt zwei analoge Eingangskanäle, an die Niederimpedanz-Beschleunigungsaufnehmer, Mikrofone, Impulshämmer oder Sensoren mit IPC®- bzw. IEPE-Technik über BNC-Verbindungen angeschlossen und versorgt werden können. Der Messverstärker digitalisiert die Sensorsignale und gibt sie über einen Standard-USB-Anschluss in Echtzeit an mobile Geräte weiter. Mit optionaler Software von Drittanbietern, wie beispielsweise DASyLab, können Zeitsignale aufgezeichnet und für weitere, Analysen, wie Frequenzspektren, allgemeine RMS- und Oktav-Messungen, verarbeitet werden.



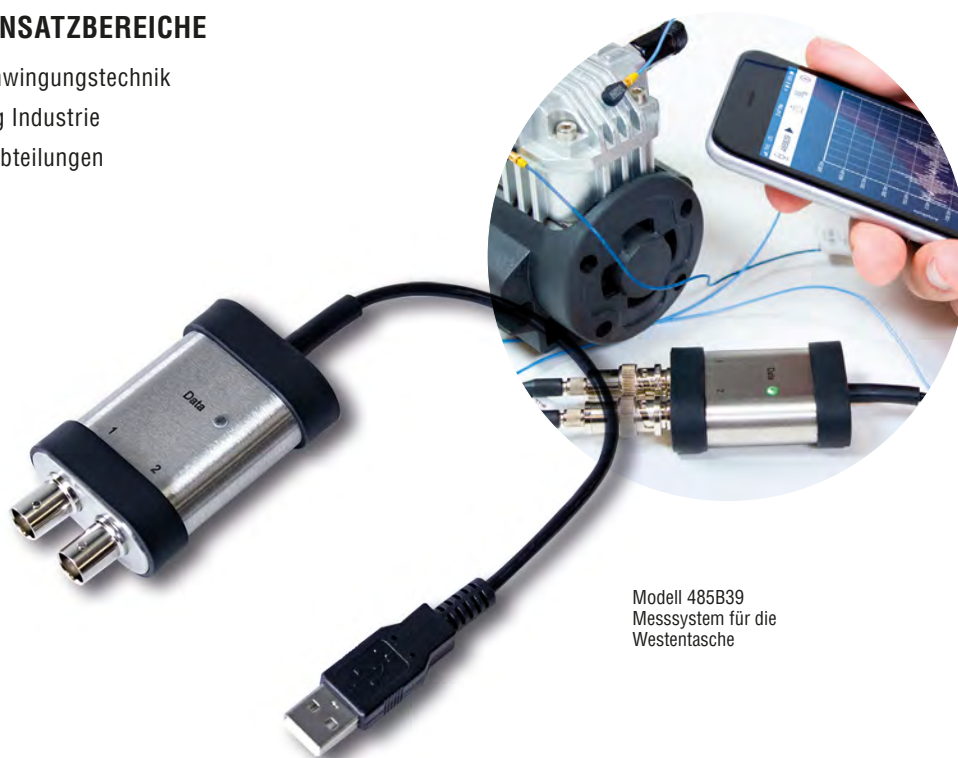


TOP-FEATURES

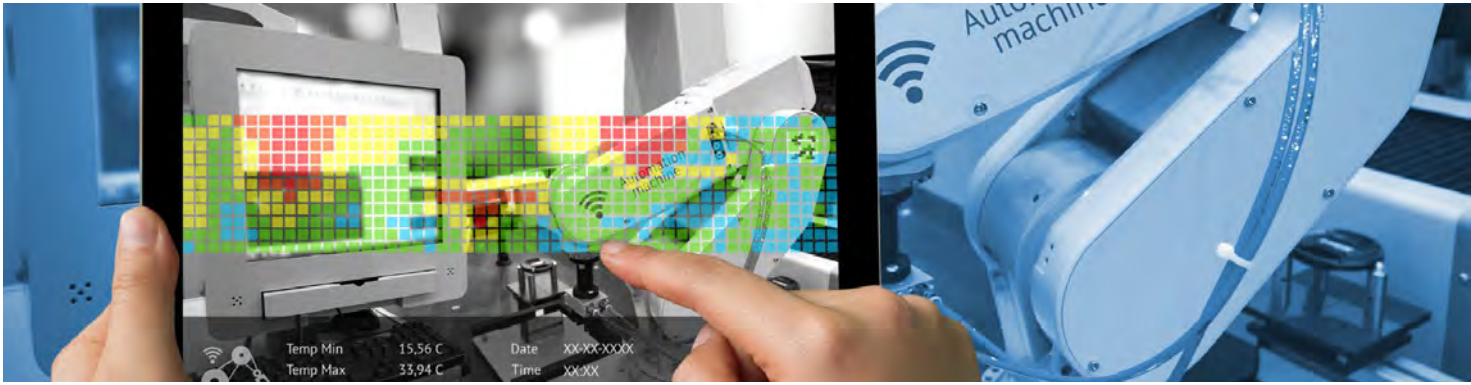
- Kompakt und robust
- Plug-and-Play an USB-Schnittstelle, keine zusätzliche Versorgung notwendig
- Nutzbar an Mobilgeräten (iOS, Android, Windows, LINUX)
- 24-bit Auflösung
- Kompatibel zu MATLAB, LabVIEW, DASyLab

TYPISCHE EINSATZBEREICHE

- Labore für Schwingungstechnik
- Instandhaltung Industrie
- Entwicklungsabteilungen



Modell 485B39
Messsystem für die
Westentasche



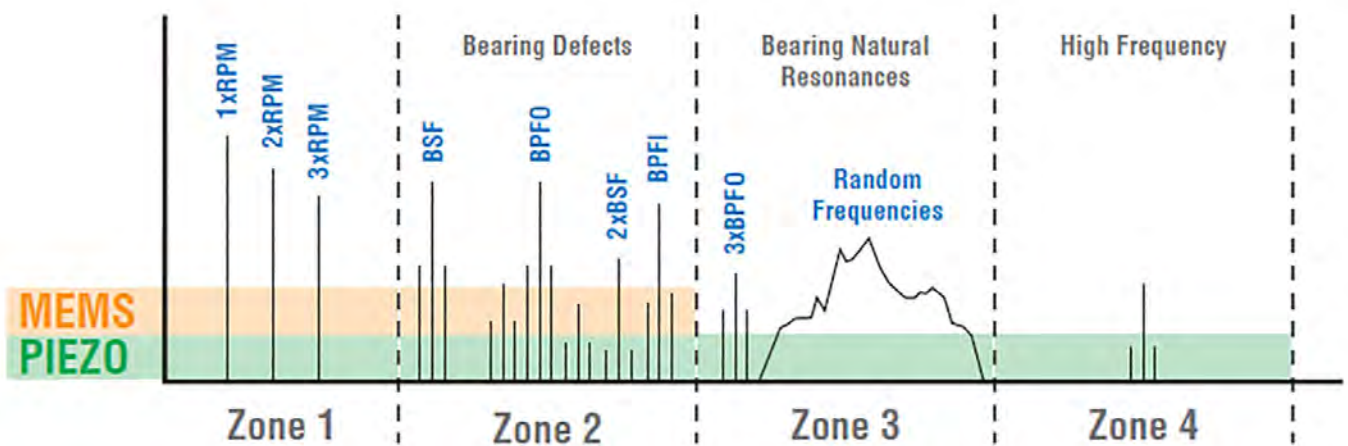
TECH-TIPP: MEMS oder piezoelektrisch – eine Gegenüberstellung

In einer industriellen Ära, die von Interkonnektivität und nahtlosem Datenaustausch zwischen Geräten geprägt ist, geht der Trend im Bereich der vorbeugenden Instandhaltung nun stark in Richtung Beschleunigungssensoren mit Funktionen wie drahtloser Übertragung, digitalen Ausgängen wie IO-Link und Edge Processing von Daten auf Sensorebene. Doch auch wenn sich die Art der Datenausgabe weiterentwickelt, bleiben die bewährten Sensortechnologien für die Überwachung des Maschinenzustands dieselben: piezoelektrisch (PE) oder kapazitiv (MEMS mikroelektromechanische Systeme).

Warum ist der Frequenzbereich wichtig?

In unterschiedlichen Bereichen haben sich MEMS-Beschleunigungssensoren aufgrund ihrer niedrigen Produktionskosten

und ihrer Fähigkeit, Frequenzen bis hinunter zu 0 Hz zu messen, durchgesetzt. Wenn es um die Überwachung des Maschinenzustands geht, ändern sich die Anforderungen drastisch. Der mit MEMS-basierten Sensoren erfassbare niederfrequente Schwingungsbereich wird typischerweise mit den späten Stadien eines Wälzlagerausfalls in Verbindung gebracht, während die Fähigkeit, einen breiteren Frequenzbereich zu erfassen, für das Erkennen früher Fehlerwarnungen entscheidend ist. Verlässt man sich bei der Überwachung des Maschinenzustands ausschließlich auf MEMS-Beschleunigungssensoren, könnte dies zu einer verzögerten Erkennung und zu erheblichen Schäden führen. Um eine frühzeitige Erkennung potenzieller Probleme zu gewährleisten, erweisen sich piezoelektrische Sensoren als die klügere Wahl.



In der Vorphase eines Lagerschadens zeigen sich die ersten Anzeichen einer Verschlechterung. Dieses Stadium ist gekennzeichnet durch hochfrequente Stöße, die meist durch mangelnde Schmierung verursacht werden. Die von den Lagern erzeugte Fehlerenergie zeigt sich in Ultraschallfrequenzen im Bereich von etwa 20

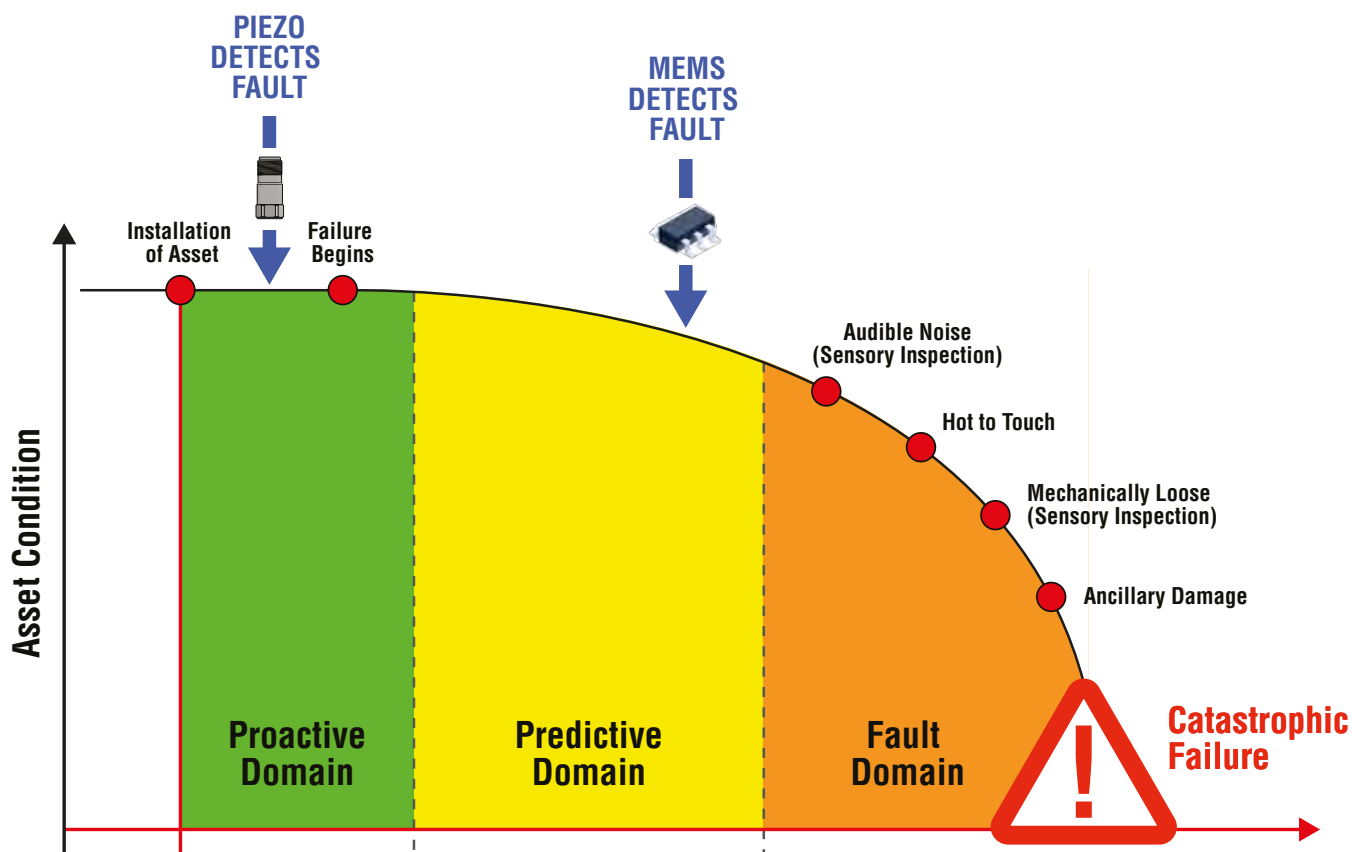
... 60 kHz, die typischerweise von Stoßimpulsinstrumenten festgestellt werden können. Piezobasierte Beschleunigungssensoren beginnen am unteren Ende des Hochfrequenzbereichs mit der Erkennung von mikroskopisch kleinen Rissen oder Pittings.



FRÜHZEITIGE ERKENNUNG VERHINDERT KATASTROPHALE AUSFÄLLE

Die Erkennung höherer Frequenzen kann den Unterschied zwischen einer einfachen vorbeugenden Wartung und einer kostspieligen Reparatur ausmachen. Im Gegensatz zu MEMS-Geräten messen piezoelektrische Beschleunigungssensoren Vibrationen über einen breiten Frequenzbereich, einschließlich des Hochfrequenzbereichs, präzise.

Diese Fähigkeit ist von unschätzbarem Wert für Anwendungen zur Überwachung des Maschinenzustands, da sie die Erkennung von subtilen Anomalien und Vibrationen in den frühesten Stadien der Geräteverschlechterung ermöglicht.



Der breite Frequenzbereich piezoelektrischer Sensoren ermöglicht im Vergleich zu MEMS-Sensoren eine frühere Fehlererkennung, so dass Techniker Korrekturmaßnahmen ergreifen können, lange bevor ein Ausfall droht.

Zusätzlich zu ihrem breiten Frequenzbereich bieten piezoelektrische Sensoren eine außergewöhnliche Zuverlässigkeit und Genauigkeit und ermöglichen einen umfassenden Überblick über den Zustand der Ausrüstung. Mit zuverlässigen und präzisen Daten können Wartungsexperten fundierte Entscheidungen treffen, Wartungspläne optimieren und kostspielige ungeplante Ausfallzeiten verhindern.









SCHWINGUNGSSENSOREN FÜR DIE VORGESTELLTEN LÖSUNGEN

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

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 Speisepannung versehen und kann daher mit einem Messwertfassungsgerät 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



bis 260 °C



bis 163 °C



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.








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

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 und in ver-

schiedenen 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

