

## CONDInet ki – IoT Condition Monitoring mit künstlicher Intelligenz

Zusammenhänge verstehen | Vorausschauend Instandhalten | Überwachen | Anomalien erkennen

### CONDInet – Ein modulares System

CONDInet ist in drei Ausbaustufen lieferbar, die je nach Anwendungsfall einzeln oder miteinander kombiniert werden.

**CONDInet local** IoT Schwingungsüberwachung und Condition Monitoring **lokal im Intranet**  
Alle Messwerte bleiben im Intranet. Die Visualisierung erfolgt über den Webbrowser

**CONDInet cloud** IoT Schwingungsüberwachung und Condition-Monitoring **mit Cloud-Anbindung**. Über das IoT-Gateway werden die Daten an eine Cloud übergeben.

**CONDInet ki** IoT Condition-Monitoring **mit KI-Auswertung**  
Schwingungs- und Prozessmesswerte werden mit KI Algorithmen untersucht und bewertet

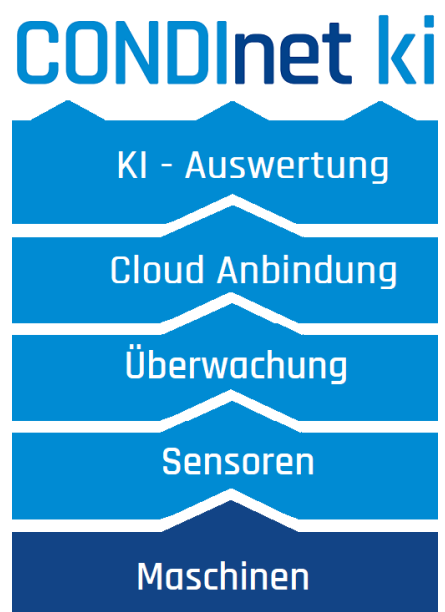
Dieses Datenblatt beschreibt die Systemlösung **CONDInet ki**.

### Systembeschreibung von CONDInet ki

**CONDInet ki** ist eine IoT-basierte Überwachungsplattform, die konventionelle Schwingungs- und Lagerüberwachung mit Methoden künstlicher Intelligenz kombiniert. **CONDInet ki** liefert zusätzliche, intelligent vorverdichtete Informationen, um Änderungen und Anomalien im Betriebsverhalten frühzeitig zu erkennen. Gleichzeitig ermöglicht CONDInet ki parallel zur KI Auswertung die gemäß standardisierter Normen wie ISO 10816 und eine Lagerzustandsüberwachung nach DIN 3832. **CONDInet ki** beruht auf den Algorithmen und dem ki System der ai-omatic solutions GmbH / Hamburg.

**CONDInet cloud** besteht aus den Bausteinen:

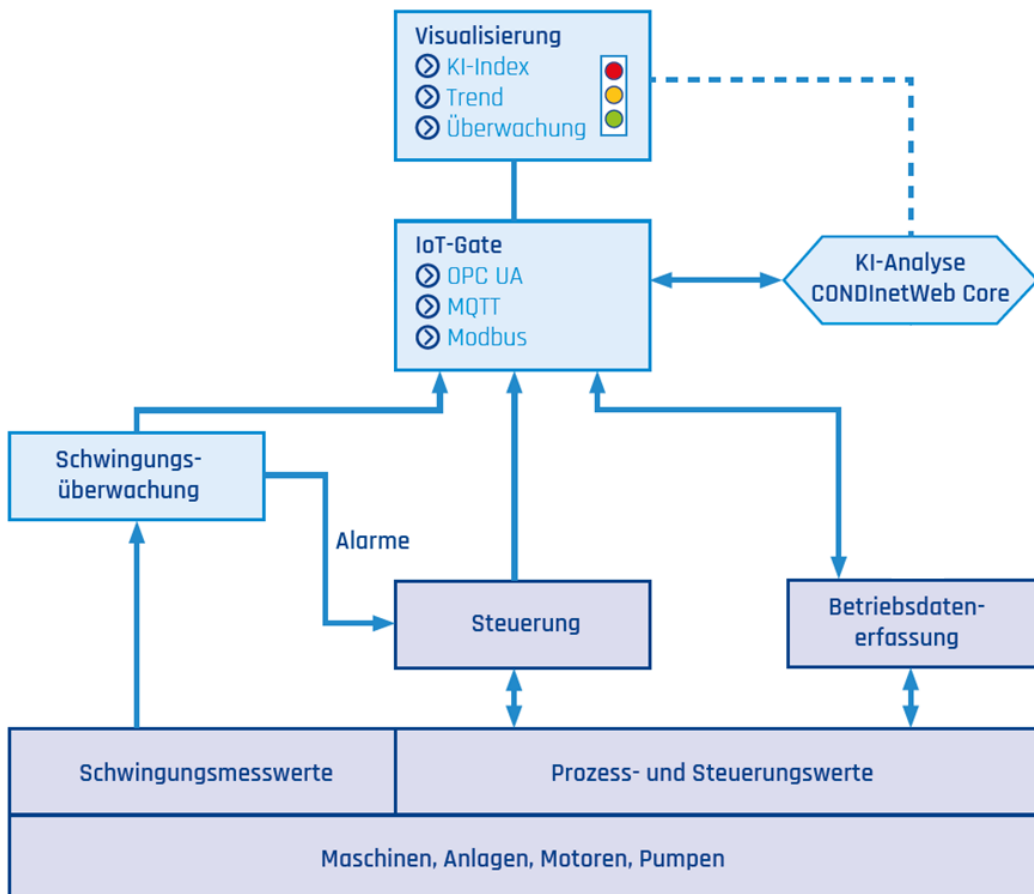
- **Baustein 1: Sensoren**  
Diese werden je nach Maschinen und Lagertyp ausgewählt und erfassen die Maschinenschwingungen.
- **Baustein 2: Überwachungsgeräte**  
Die Geräte erfassen die Sensordaten und werten diese aus und berechnen Kennwerte wie Schwingstärke und Lagerzustandskennwerte.
- **Baustein 3: Cloud Anbindung (IoT-Gate)**  
Das IoT -Gate fasst Kennwerte und Rohsignale unterschiedlicher Systeme zusammen und überträgt diese in die Cloud
- **Baustein 4) KI Auswertung (CONDInet ki WebCore)**  
Der ai-omatic KI Algorithmus wertet die Daten aus und überträgt einen ki Index zurück an CONDInet.



**CONDInet ki** eignet sich für Motoren, Generatoren, Walzen und sonstigen rotierenden Maschinen und Apparate wie z.B. Lüfter, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren, Schneckenantriebe, Walzen, Getriebe, Werkzeugmaschinen und rotierende Apparate oder Vibrationsmaschinen.

## Funktionen von CONDInet ki

- **CONDInet ki** ermöglicht es jedem Anwender ein CMS-System mit Überwachungsfunktion aufzubauen bei dem die Messwerte über das Intranet oder Internet an eine leistungsfähige künstliche Intelligenz übertragen werden.
- **CONDInet ki** ist eine modulare IoT- Überwachungslösung für die zustandsorientierte und prädiktive Instandhaltung von rotierenden Maschinen, Schwingungs- und Lagerüberwachung
- **CONDInet ki** wurde für Unternehmen entwickelt, die ihr Condition Monitoring und die Instandhaltung von rotierenden Maschinen und Assets mit aktuellen IoT und KI Technologien ausrüsten wollen
- **CONDInet ki** setzt modernste Verfahren der Messwerterfassung und Signalanalyse ein, ohne dass der Endanwender spezielle Fachkenntnisse benötigt
- **CONDInet ki** überwacht die Unwucht gemäß ISO 10816 und den Lagerzustand nach DIN 3832
- **CONDInet ki** liefert aussagekräftige Lager- und Schwingungskennwerte für das Monitoring und Rohsignale mit hoher zeitlicher Auflösung für eine mögliche Tiefendiagnose durch Experten(-software)
- **CONDInet ki** kann Schwingungen und Prozessmesswerte zusammen erfassen, verarbeiten und Zusammenhänge durch KI Methoden erkennen
- **CONDInet ki** Anwender können auf die mit KI ausgewerteten Daten über den Browser zugreifen



### Baustein 1: Schwingungssensoren

Zur Messwerterfassung werden meistens Beschleunigungssensoren eingesetzt. Diese sind hochverfügbar, langlebig und preiswert. Für langsame Maschinen mit niedrigen Frequenzen eignen sich Schwinggeschwindigkeitssensoren. AVIBIA bietet ein umfangreiches Portfolio an Sensoren mit unterschiedlichen Messprinzipien an.



Beschleunigungssensor



Beschleunigungssensor -radial



Drehzahlsensor -induktiv

### Baustein 2 Hardware zur Erfassung von Schwingungsmesswerten

Für die Erfassung der Schwingungsdaten werden verschiedene Hardwareplattformen angeboten, die je nach Maschine, Lagertyp oder baulicher Voraussetzungen eingesetzt werden können.

#### *Schwingungsüberwachung von Wälzlagern:*

**AVIBIAline** ist ein modulares Gerät mit dem Beschleunigungssignale erfasst und zu Schwinggeschwindigkeit und Lagerschadenskennwert vorverdichtet werden. AVIBIAline arbeitet mit verkabelten Industrie-Beschleunigungssensoren.

#### *Schwingungsüberwachung von Gleitlagern:*

**PMM-305** ist ein 4-kanaliges Monitoring-Gerät zur Erfassung von Wellenschwingungen und Lagerschwingungen. PMM arbeitet mit Industriesensoren (Proxys).

#### *Drahtlose Lager- und Schwingungsüberwachung:*

**AV506** ist ein kanalweise skalierbares Erfassungssystem was mit Funksensoren (1d und 3d) arbeitet und sowohl Kennwerte als auch hochaufgelöste Rohsignale weitergeben kann.

#### *Motorstromanalyse:e:*

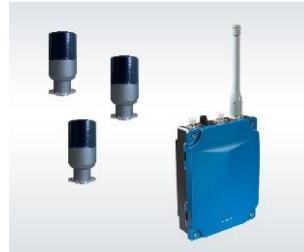
**e-MCM** arbeitet ganz ohne Sensoren und ist für die Überwachung von Elektromotoren geeignet. Neben den elektrischen Kennwerten, erkennt e-MCM auch mechanische und verfahrenstechnische Anomalien. E-MCM basiert auf der Bildung eines digitalen Zwillings.



AVIBIAline



PMM-305



AV506



e-MCM



### **Baustein 3: IoT-Gate - Anbindung an eine externe Cloud**

Die Cloud Ausführung von CONDInet wurde für Anwender entwickelt, die Daten – Kennwerte und Rohsignale – an eine externe oder interne Cloud senden wollen. In diesem Szenario kommuniziert das IoT-Gate mit einem Cloudsystem.

Das IoT-Gate ist die zentrale Komponente und fasst Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammen und überträgt diese standardisiert an eine Cloud:

- Zertifizierte Anbindung von unterschiedlichen Condition Monitoring Lösungen an das CONDInet System
- Übermittlung von Kennwerten und Rohsignalen über REST, OPC-UA, SFTP
- Datenanbindung an KI-Systeme
- Speicherung von Rohsignalen auf lokalen Datenspeichern
- Digitale Ein- und Ausgänge (Option)
- NOA-konforme Schnittstelle durch Darstellung in PA-DIM



Das IoT-Gate beruht auf einer industrietauglichen und bewährten Hardware der Fa. Siemens. Die Software des IoT-Gate kann auf andere Zielsysteme umgesetzt werden.

### **Baustein 4: CONDInet ki WebCore**

CONDInet ki überwacht rotierende Maschinen, Getriebe, Pumpen aber auch Produktionsanlagen hinsichtlich unzulässig hoher Schwingungen wie Unwucht oder Fehlausrichtung nach DIN ISO 10816. Gleichzeitig werden Wälz- oder Gleitlager mit bewährten Signalanalyseverfahren nach DIN 3832 auf Zustandsänderungen und Verschleiß überwacht.

Neben den der Schwingungsüberwachung kombiniert CONDInet ki Methoden der künstlichen Intelligenz und liefert im Ergebnis neue und aussagekräftige Kennwerte die Hinweise auf Änderungen im Betriebsverhalten einer Maschine geben. Veränderungen, die bei der bloßen Betrachtung der bekannten Messwerte nicht klar oder überhaupt nicht zu erkennen sind, können so identifiziert werden.

CONDInet ki ist für die Einbeziehung von Prozessmesswerten geeignet, welche über Kommunikationsschnittstellen eingebunden und in CONDInet ki zusammenhängend mit den Schwingungswerten analysiert werden.

CONDInet ki untersucht mit künstlicher Intelligenz schwingungstechnische Kennwerte und Rohsignale, sowie gleichzeitig Prozessmesswerte und deren Störungsmeldungen. Daraus berechnet CONDInet ki kontinuierlich ein KI-Index. Je höher der KI-Index (100% = optimal), um so stabiler ist das System. Sinkt der KI-Index, liegt eine Anomalie vor.





Ein KI-Index kann für eine Maschine einmalig, pro Messstellengruppe oder für jede einzelne Messstelle berechnet werden. Werden die Alarmgrenzen überschritten, folgt zunächst eine Warnung, Der KI-Index wird im Trend beobachtet und permanent überwacht.

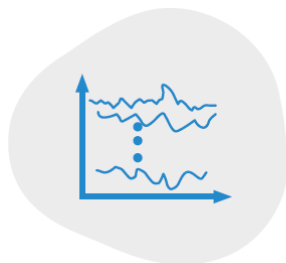
Änderungen des KI Index müssen den realen Störungen zugeordnet werden. Ist dies geschehen, können Meldungen im Klartext erfolgen. Einen Internetzugriff benötigt CONDInet ki in der Trainingsphase zur Modellbildung. Später kann die Software - je nach Komplexität des zugrunde liegenden Modells - als SaaS Lösung eingesetzt werden.

CONDInet ki richtet sich an die Instandhaltung, Fachabteilungen, die sich mit der Prozessoptimierung und komplexen Fehlersuche in Maschinen und Produktionsanlagen beschäftigen, die Qualitätssicherung, Hersteller von Maschinen und Anlagen und an Servicegesellschaften aus dem Bereich rotierender Maschinen.

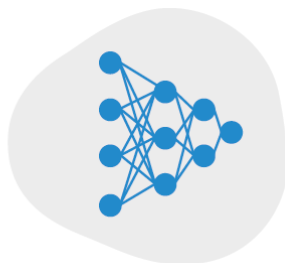
### Warum KI und Schwingungsüberwachung kombinieren?

Ein Wälz- oder Gleitlager ist nur ein Bauteil in einer komplexen Maschine und ist von vielen weiteren Komponenten umgeben, die sich gegenseitig beeinflussen und Wechselwirkungen untereinander haben. Einen relevanten Einfluss für die Maschinengesundheit haben dabei nicht nur die Lager, sondern auch korrelierende Prozessmessgrößen, wie z.B. Durchfluss, Druck etc.

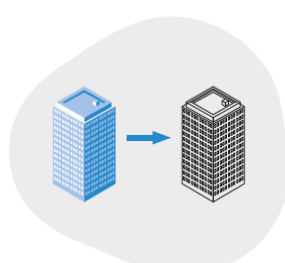
In einer solchen komplexen Anordnung ist der Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz besonders effektiv. Und genau an diesem kritischen Punkt setzt CONDInet ki an. Die KI lernt automatisch, und unter dynamischen Betriebsbedingungen, die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten der Messsignale untereinander und erstellt einen digitalen Zwilling.



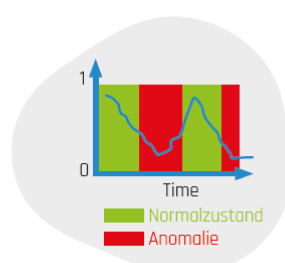
**① Eingabe**  
Sensordaten zum normalen Verhalten der Maschine



**② Modell**  
Ein einzigartiger Algorithmus, der Statistik und neuronale Netze kombiniert



**③ Digitaler Zwilling**  
Die KI erzeugt einen digitalen Zwilling des normalen Verhaltens



**④ Output**  
Alarm, wenn sich die Maschine anomal verhält  
⇒ KI-Index steigt

Nach der Anlernphase wird auf Überwachungsbetrieb umgeschaltet. Dabei werden die effektivsten und modernsten Methoden der künstlichen Intelligenz eingesetzt. Diese warnen die Anlagenbetreiber, wenn der KI-Algorithmus eine Anomalie feststellt. Das zugrundeliegende KI-System wurde von der ai-omatic solutions GmbH entwickelt und ist eines der besten am Markt.

Durch die integrierte Schwingungsüberwachung wird parallel und unabhängig überwacht, ob die Schwingungen in einer Anlage im Normalbereich liegen oder es Abweichungen zum Normalverhalten gibt.

Wenn sich das System verändert und eine Abweichung festgestellt wird, können Anwender bereits sehr frühzeitig mit der Ursachenforschung beginnen und die Relevanz der Veränderung für den Prozess bestimmen. Nicht jede Änderung des Prozesses muss automatisch eine Fehlerursache haben oder zu Ausfällen führen. CONDInet ki ermöglicht in erster Linie, dass Änderungen überhaupt (und rechtzeitig) bemerkt werden.

Nach der Anlernphase wird von dem ki System ein dynamisches Modell erstellt. Das System kann bei geänderten Randparametern nach-trainiert werden. Zu diesem Zweck ist eine neue Trainingsphase nötig.

CONDInet ki Projekte werden in Kooperation zwischen AVIBIA und ai-omatic solutions angeboten und realisiert.

### **Wie funktioniert die zugrunde liegende künstliche Intelligenz?**

Unstrukturierte Sensordaten werden nach einem gleichbleibenden Prozess automatisiert analysiert. Die Messwerte werden über IoT Schnittstellen empfangen. Dann folgt das Trainieren des Modells anhand der einlaufenden Sensordaten.

Das Modell zeichnet sich dadurch aus, dass es im Gegensatz zu anderen KI-Methoden, anstelle von Punktschätzungen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen lernt. Dadurch wird eine Wahrscheinlichkeitsangabe möglich, wodurch sich die Grenzwerte zum Auslösen eines Alarms automatisch setzen lassen. Somit ist der Anwender in der Lage, sein eigenes Risiko zu kalkulieren und es sind automatische Handlungsanweisungen möglich.

Die Methode basiert auf einem hoch flexiblen probabilistischen Modell. Dieses Modell hat in den letzten Jahren zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen, da es unschlagbare Vorteile bei der Datenanalyse mit sich bringt. Dabei steht die Tatsache im Vordergrund, dass die Vorteile von Statistik und neuronalen Netzen kombiniert werden. Das bedeutet, dass auf der einen Seite durch die Statistik nur wenig Daten benötigt werden, sowie Wahrscheinlichkeiten gelernt werden, aber auf der anderen Seite durch neuronale Netze große Datenmengen kein Problem darstellen und somit eine hohe Flexibilität gegeben ist.

CONDInet ki setzt gänzlich neue und innovative Verfahren ein. Durch das automatische Setzen von Grenzwerten wird ein Problem anderer AI Methoden gelöst, bei denen Grenzwerte nicht ohne Expertenwissen gesetzt werden können. Das System ist in erster Linie für Online-Überwachungsaufgaben gedacht, kann aber auch mit Offline Daten betrieben werden.

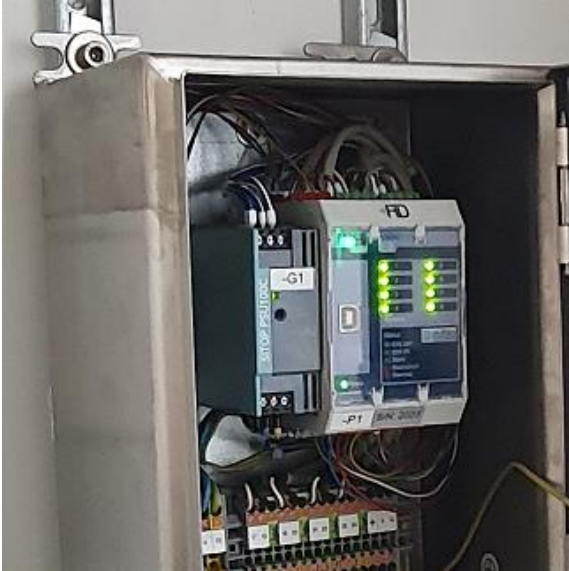
Nachdem die Schwingungs- und Prozessmesswerte übertragen werden, beginnt die Trainingsphase. Die Zeitdauer der Trainingsphase ist abhängig vom Prozess und kann vorgegeben werden. In der Trainingsphase müssen sich alle regulären und dynamischen Betriebszustände mehrfach wiederholen. Je nach Komplexität der Abhängigkeiten untereinander dauert die Trainingsphase einige Tage. Das System zeigt den Fortschritt des Trainings an wann es abgeschlossen ist. Nach der Trainingsphase wird die Überwachungsphase aktiviert. Der Maschinenzustand spiegelt sich in einer Kernaussage wieder.



## Inbetriebnahme und Komplettlösung im Schaltschrank

CONDInet Lösungen werden mit Installationsservice, Inbetriebnahme und Training angeboten.

Auch die Herstellung von fertig konfektionierten, CE geprüften Schaltschränken gehört zum Lieferumfang.



### Wie kann ich ein CONDInet ki Projekt beginnen?

Um Interessenten an CONDInet ki heranzuführen, werden Projekte häufig in folgender Reihenfolge begonnen:

#### 1. Startgespräch

- Welche Maschine/Anlage soll überwacht werden?
- Welche Messwerte sind besonders relevant für den Anwender in Puncto Verschleiß / Ausfälle
- Welche Erfahrungen wurden in der Vergangenheit mit Ausfällen und Reparaturen gemacht
- Welche Phänomene sollen entdeckt werden
- Klärung der Erwartungshaltung in Bezug auf Methoden künstlicher Intelligenz

#### 2. Messtechnische Voraussetzungen

- Welche Sensor-/Aktor-Daten sind vorhanden?
- Können bestehende Sensoren genutzt werden?
- Wie sind die Daten zugänglich? SPS mit Schnittstellen vorhanden?
- Müssen weitere Sensoren installiert werden?
- Anforderungen an die zeitliche Auflösung der Daten

#### 3. Klärung der IoT Infrastruktur

- Kann das Firmennetzwerk genutzt werden?
- Ist eine autarke Lösung erforderlich?
- Wie sind die Sicherheitsanforderungen in Bezug auf die IT?
- Ist eine firmeneigene IoT Plattform vorhanden?
- Wie erfolgt die Anbindung daran?
- Wie soll die Ergebnisvisualisierung erfolgen ?

#### 4. Erstellung eines Angebotes Referenzanlage

- Angebot für eine Referenzanlage mit Testbetrieb zu Validierung der Technik



## FAQs zu CONDInet ki

### Was ist CONDInet ki?

CONDInet ki ist eine IoT-fähige Überwachungsplattform die konventionelle Schwingungs- und Lagerüberwachung mit Methoden künstlicher Intelligenz kombiniert. CONDInet ki liefert den Anwendern zusätzliche, intelligent vorverdichtete Informationen um Änderungen und /oder Anomalien im Betriebsverhalten frühzeitig zu erkennen.

### Wo kann CONDInet ki eingesetzt werden?

Eingesetzt wird CONDInet ki an Motoren, Pumpen, Ventilatoren, Generatoren und sonstigen rotierenden Maschinen und Anlagen.

### Für welche Anwendungen ist CONDInet ki geeignet?

Konventionelles Schwingungsmonitoring bedeutet meist eine feste Grenzwertüberwachung – oft ohne nach links und rechts auf weitere Einflussgrößen zu schauen. Der Blick auf wechselndes Betriebsverhalten, sich ändernde Umgebungsbedingungen, zusätzliche Prozessmesswerte und weitere Einflussfaktoren an den Maschinen ist mit konventionellen Systemen nur sehr schwierig oder gar nicht abzubilden. CONDInet ki kombiniert klassische Schwingungsmonitoring mit KI. KI kann besonders gewinnbringend eingesetzt werden um Systeme mit mehreren Eingangsgrößen - die sich unbestimmt auf das Ergebnis auswirken - zu analysieren und wichtige – bisher unbekannte Zusammenhänge – herzustellen. CONDInet ki hilft in erster Linie Veränderungen an dynamischen oder statischen Betriebsbedingungen zu erkennen und ermöglicht die Möglichkeit diese zu überwachen.

### Welche Methoden werden von CONDInet ki eingesetzt um relevante Informationen zu generieren?

CONDInet ki nutzt folgende Methoden und Verfahren:

- normierte Verfahren der Schwingungsüberwachung (ISO10816)
- konventionelle Verfahren der Lagerzustandsanalyse (DIN 3832)
- Methoden künstlicher Intelligenz
- Einbeziehung von Prozessgrößen
- Einbeziehung von Schwingungsrohsignalen – falls erforderlich

### Warum kombiniert CONDInet ki klassische Signalanalyse mit Methoden künstlicher Intelligenz?

CONDInet ki kombiniert konventionelles Schwingungsmonitoring mit Methoden der künstlichen Intelligenz und liefert im Resultat *neue und aussagekräftige Informationen* zu Veränderungen einer Maschine oder Anlage die bei einer Betrachtung der bekannten Messwerte nicht klar zu erkennen sind.

### Kann CONDInet ki Prozessmesswerte mit einbeziehen?

CONDInet ki ist für die parallele Verarbeitung von Prozessmesswerten geeignet die über Kommunikations-Schnittstellen eingebunden und in CONDInet ki zusammenhängend mit den Schwingungswerten bewertet werden.

### Welchen Nutzen und Vorteile hat CONDInet ki?

- CONDInet ki kann Maschinen und Anlagen sicher auf unzulässige Schwingungen überwachen
- CONDInet ki analysiert die Sensorsignale online und liefert Zustandsinformationen zu Wälz- und Gleitlagern
- CONDInet ki berechnet aus Schwingungs – und Prozessmessgrößen einen KI Index der Systemveränderungen in einem aussagekräftigen Wert zusammenfasst
- CONDInet ki ist für Praktiker gemacht, die KI gewinnbringend und praxisgerecht nutzen wollen
- CONDInet ki kann – nach der Trainingsphase – ohne Cloudanbindung und Internetzugang On Premise arbeiten

### Für wen ist CONDInet ki geeignet?

CONDInet ki richtet sich an:

- Instandhaltungs- und Wartungsabteilungen
- Maschinen und Anlagenbetreiber
- Hersteller von Maschinen
- Servicegesellschaften für rotierende Maschinen

