

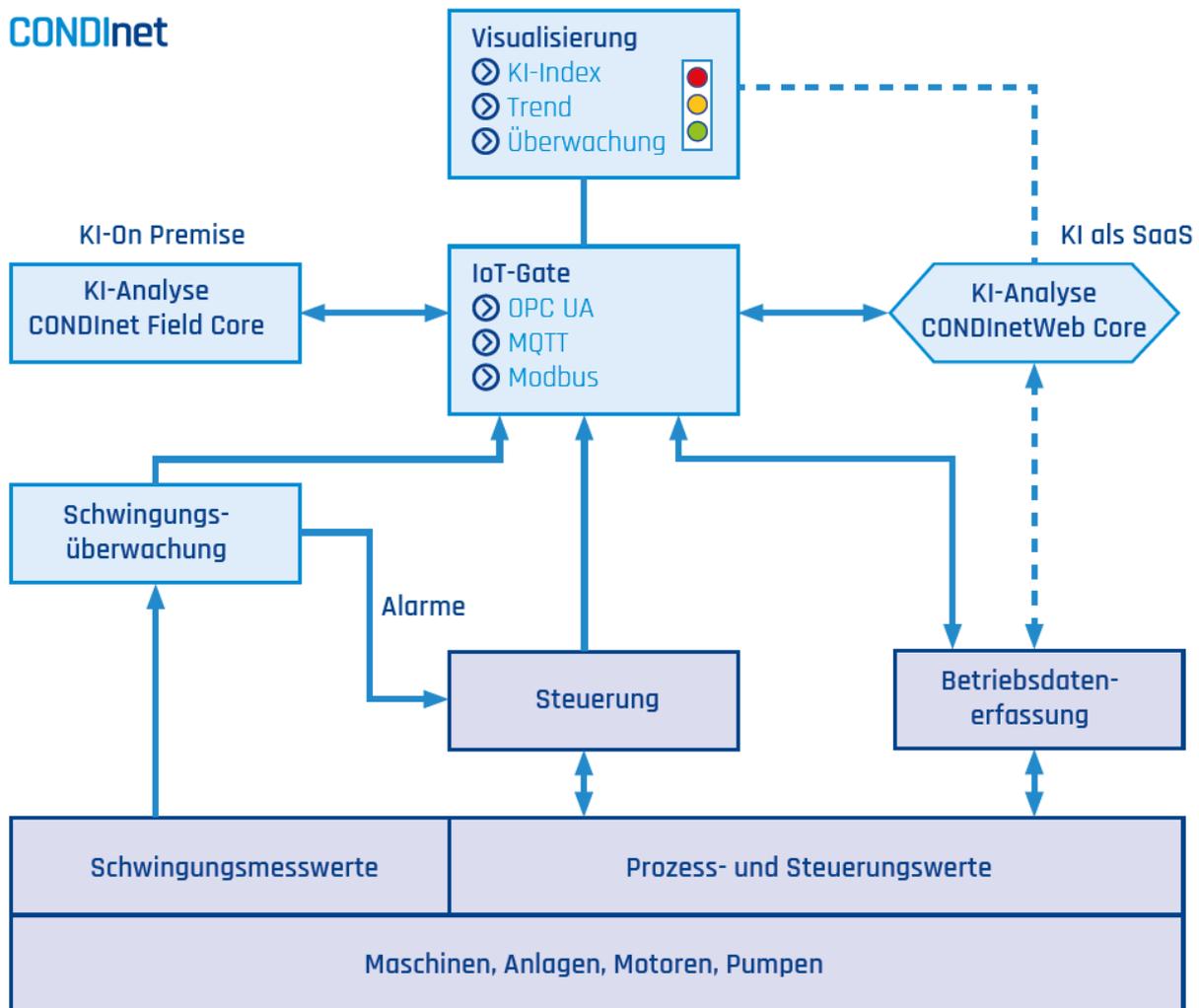
## CONDInet macht Methoden und Verfahren künstlicher Intelligenz für die Schwingungsüberwachung und Anomalie-Erkennung nutzbar

Zusammenhänge verstehen | Vorausschauend Instandhalten | Überwachen | Anomalien erkennen

CONDInet ist eine IoT-basierte Überwachungsplattform, die konventionelle Schwingungs- und Lagerüberwachung mit Methoden künstlicher Intelligenz kombiniert.

CONDInet liefert zusätzliche, intelligent vorverdichtete Informationen, um Änderungen und Anomalien im Betriebsverhalten frühzeitig zu erkennen. Gleichzeitig ermöglicht CONDInet parallel zur KI Auswertung die Maschinenüberwachung gemäß ISO 10816 und Lagerzustandsüberwachung nach DIN 3832.

Eingesetzt wird CONDInet an Motoren, Generatoren und sonstigen rotierenden Maschinen und Produktionsanlagen oder sonstige Maschinen. CONDInet ist eine gemeinsame Entwicklung der ai-omatic solutions GmbH und AVIBIA.



**Bild 1:** Signal- und Datenflussdiagramm von CONDInet

## Was CONDInet leistet

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

CONDInet untersucht mit künstlicher Intelligenz schwingungstechnische Kennwerte und Rohsignale, sowie gleichzeitig Prozessmesswerte und deren Störungsmeldungen. Daraus berechnet CONDInet 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.



**Bild 2:** Darstellung einer Anwendung an Lüftern mit KI Index

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 in der Trainingsphase zur Modellbildung. Später kann die Software - je nach Komplexität des zugrunde liegenden Modells - On Premise oder als SaaS Lösung eingesetzt werden.

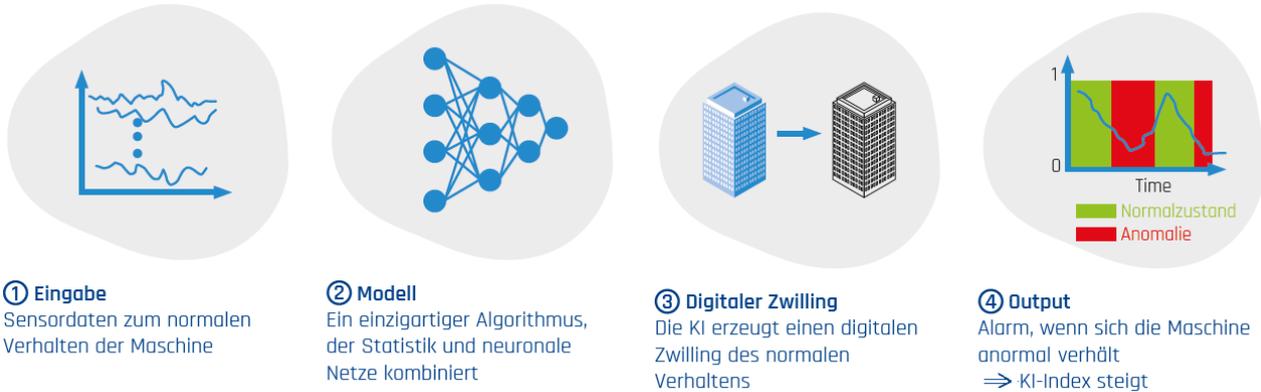
CONDInet richtet sich an die Instandhaltung, Fachabteilungen, die sich mit der Prozessoptimierung und komplexen Fehlersuche in Maschinen und Produktionsanlagen beschäftigen, die Qualitätssicherung, Hersteller von Maschinen und Anlagen und an Servicegesellschaften aus dem Bereich rotierender Maschinen.

## 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 an. Die KI lernt automatisch, und unter dynamischen

Betriebsbedingungen, die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten der Messsignale untereinander und erstellt einen digitalen Zwilling.



**Bild 3:** Der KI Algorithmus analysiert die dynamischen Daten und erstellt daraus ein Modell

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 ermöglicht in erster Linie, dass Änderungen überhaupt (und rechtzeitig) bemerkt werden.

Nach der Anlernphase, die eine Anbindung an das Internet erfordert, wird von dem System ein dynamisches Modell erstellt. Eine Internetanbindung ist nach der Anlernphase nicht in jedem Fall erforderlich. Die KI Überwachung kann in vielen Fällen auf einem Server On-Premise installiert werden, und somit unabhängig von der IT-Infrastruktur oder dem Internet arbeiten. Das System kann bei geänderten Randparametern nach-trainiert werden. Zu diesem Zweck ist eine neue Trainingsphase nötig.

### Module Komponenten von CONDInet

CONDInet ist modular aus folgenden Einzelkomponenten aufgebaut

- Sensoren (Beschleunigung, Schwingstärke, Drehzahl)
- Erfassungs- und Überwachungsgeräte, je nach Anwendungsfall (z.B. stationär, drahtlos, für Gleit oder - Wälzlager)
- Prozessmesswerterfassung (z.B. Lagertemperatur, Pumpendruck, Drehzahl)
- IoT Anbindung in bestehende IT Strukturen über OPC UA
- Visualisierung der Messwerte lokal oder in der Cloud
- Engineering einer geeigneten (Einstiegs-) Lösung
- Inbetriebnahme und Service

Sensoren



Überwachung



IoT-Anbindung



Web-Visualisierung



**Bild 4:** Komponenten von CONDInet

CONDInet 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 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.

Für den Anwender ist der Einsatz leicht umzusetzen. Entweder wird ein vorkonfiguriertes Feldgerät mit installierter Software geliefert oder die Installation erfolgt mittels einer Docker-Lösung auf dem PC.



## FAQs zu CONDInet

### Was ist CONDInet?

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

### Wo kann CONDInet eingesetzt werden?

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

### Für welche Anwendungen ist CONDInet 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 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 hilft in erster Linie Veränderungen an dynamischen oder statischen Betriebsbedingungen zu erkennen und ermöglicht die Möglichkeit diese zu überwachen.

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

CONDInet 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

### Was leistet CONDInet?

CONDInet überwacht rotierende Maschinen und Anlagen auf unzulässig hohe Schwingungen wie Unwucht, Fehltausrichtung, lose Fundamente etc. Gleichzeitig werden Wälz- oder Gleitlager mit bewährten Signalanalyseverfahren auf Zustandsänderungen und Verschleiß überwacht. CONDInet kombiniert diese bewährten Verfahren mit methoden künstlicher Intelligenz um einen Mehrwert zu erzielen.

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

CONDInet 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 Prozessmesswerte mit einbeziehen?

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

### Welchen Nutzen und Vorteile hat CONDInet?

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



### **Für wen ist CONDInet geeignet?**

CONDInet richtet sich an:

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

### **Aus welchen Komponenten ist CONDInet aufgebaut?**

CONDInet ist modular aufgebaut und besteht aus folgenden Einzelkomponenten:

- Sensoren (Beschleunigung, Schwingstärke, Drehzahl)
- Erfassungs- und Überwachungsgeräte (z.B. Beschleunigung, Geschwindigkeit, Weg)
- Prozessmesswerterfassung (z.B. Lagertemperatur, Pumpendruck, Drehzahl)
- IoT Anbindung in bestehende IT Strukturen über OPC UA

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

Um Interessenten an CONDInet 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

**Sprechen Sie uns an. Wir freuen uns auf Ihr Projekt.**

