

"Wir stehen für **Sicherheit** und **Vorausschauen** in Ihrem Unternehmen"

Wir können diese Herausforderung mit großem Engagement meistern - gestärkt, entschlossen, motiviert.





Verbinden Sie Instandhaltung sofort mit mobilen Sensoren, Nachhaltigkeit oder künstlicher Intelligenz? **Wir schon.**

Mit künstlicher Intelligenz und mobilen Sensoren im Gepäck kommen wir zu Ihnen. Dabei werden Sie sich viel Geld, Sorgen und Mühen ersparen.

Was das für Sie und Ihr Unternehmen bedeuten könnte, können Sie auf den folgenden Seiten erfahren.

Lassen Sie sich inspirieren und verschaffen Sie sich einen Überblick über unsere zahlreichen Möglichkeiten.

Viel Spass!

Inhalt

- 4 **senzoro** - Wer wir sind und warum mit künstlicher Intelligenz immer alles so kompliziert ist?
- 5 **senzoro** - Unsere Lösungen, Leistungen und Produkte
- 6 30 Jahre Knowhow einfach weg...
- 7 Weil „zu spät“ eben einfach zu spät ist.
- 8 **Predictive Maintenance News**
Fallstudie: Detektion von Mangelschmierung bei Generatorenlagern
- 9 Rohdaten KI-gerecht speichern?
Ein echter Wettbewerbsvorteil
- 10 Investition in nachhaltigen Unternehmenserfolg – was Ihre Instandhalter wirklich bewegen können.
- 12 **Predictive Maintenance News**
Drei Methoden für Predictive Maintenance
- 13 Change Mangement – von der guten Idee, Teil der Lösung zu sein...
- 14 **Predictive Maintenance News**
Die Zukunft ist mobil (Sensoren)
- 15 Die „FÜNF SINNE +“ Logik bei mobilen Messsystemen
- 16 **Senzoro Tech News**
„Plug & Play“ Predictive Maintenance am Beispiel einer CNC-Maschine
- 17 Mit dem Warten ist das so eine Sache...
- 18 Warten, bis etwas kaputt geht? Schlecht für die Umwelt. Und teuer noch dazu.
- 20 **Predictive Maintenance News**
Fallstudie: Langsamdrehende Lager
- 21 Nur sagen was ist oder besser gleich in die Zukunft schauen?
- 22 **Predictive Maintenance News**
Fallstudie: Detektion von Kavitation
- 23 Ohne zu fragen und ohne zuzuhören?
- 24 Wer sagt, dass es nicht auch schnell gehen kann?
- 25 **Fragen und Antworten**
Ein Interview zum Thema Überwachungssysteme

Wer wir sind?

Senzoro

Warum mit künstlicher Intelligenz immer alles so kompliziert ist?

Das haben wir uns auch gefragt und genau das geändert. Für uns sind pragmatische Lösungen extrem wichtig, wir wollen nicht jahrelang auf Ergebnisse warten. Wir haben daher den Status Quo für den Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Instandhaltung in Frage gestellt und sind völlig neue Wege gegangen.

Die technologische Grundlage für unsere Lösungen wird auch von der NASA eingesetzt, die mit Ultraschall Prüftätigkeiten in der Raumfahrt durchführt. Aber auch hier sind wir neue Wege gegangen und haben erstmals den Auswerteprozess von Ultraschalldaten vollkommen durch künstliche Intelligenz realisiert. Durch diese Effizienz in der Auswertung können Anwendungsgebiete erschlossen werden, die mit bisherigen Technologien nicht möglich sind.

4

Sichere und präzise Vorhersagen, das ist bei unseren Lösungen das Wichtigste. Eine wichtige Zutat dafür ist die größte Ultraschalldatenbank der Welt, die wir seit über drei Jahren aufgebaut haben. Daten zu sammeln ist das eine, daraus funktionierende Lösungen zu entwickeln die eigentliche Kunst. Für unsere innovativen Ansätze wurden wir bereits mehrfach ausgezeichnet (z.B. KPMG KI-Award Platz 2, Gewinn Jungunternehmer-Wettbewerb Platz 6).

Unsere Lösungen

Unsere Lösungen helfen unseren Kunden dabei, etwas mehr Ruhe in das operative Tagesgeschäft zu bringen. Ungeplante Stillstände von Anlagen werden reduziert, drohende Ausfälle werden rechtzeitig erkannt. Das machen wir, indem wir mit intelligenten und mobilen Messsystemen Ultraschallsignaturen ermitteln, oder direkt permanente Ultraschallsensoren installieren. Unsere Kunden haben die freie Wahl.

Datensicherheit

Die Sicherheit von Daten steht bei uns an erster Stelle. Cloud-Dienste werden für unsere Lösungen nicht benötigt. Das Stichwort heißt "Edge Computing", somit werden alle Daten vor Ort gespeichert und analysiert, ganz ohne Internet und Cloud. Dies bedeutet aber keinesfalls einen Rückschritt in die Steinzeit. Unsere Lösungen bedienen moderne und sichere Schnittstellen und ermöglichen die volle Integration der Analyseergebnisse in die IT-Systeme unserer Kunden.



Senzoro Beratung

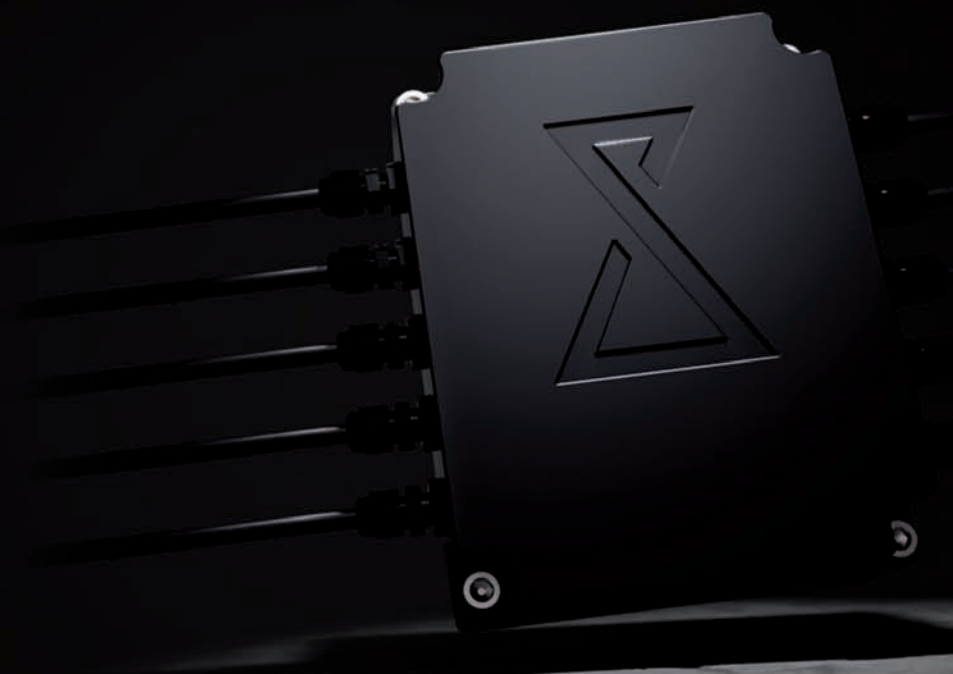
Die Welt, in der wir leben, ist kompliziert und der Anfang fällt manchmal schwer. Daher nehmen wir uns zu Beginn einer Zusammenarbeit immer viel Zeit, um die Bedürfnisse und "Schmerzpunkte" genau zu verstehen. Manche nennen es Beratung, wir nennen es konsequent sein. Denn nur wenn wir die Bedürfnisse genau verstehen, können wir aus unserem Werkzeugkoffer die beste Lösung anbieten.

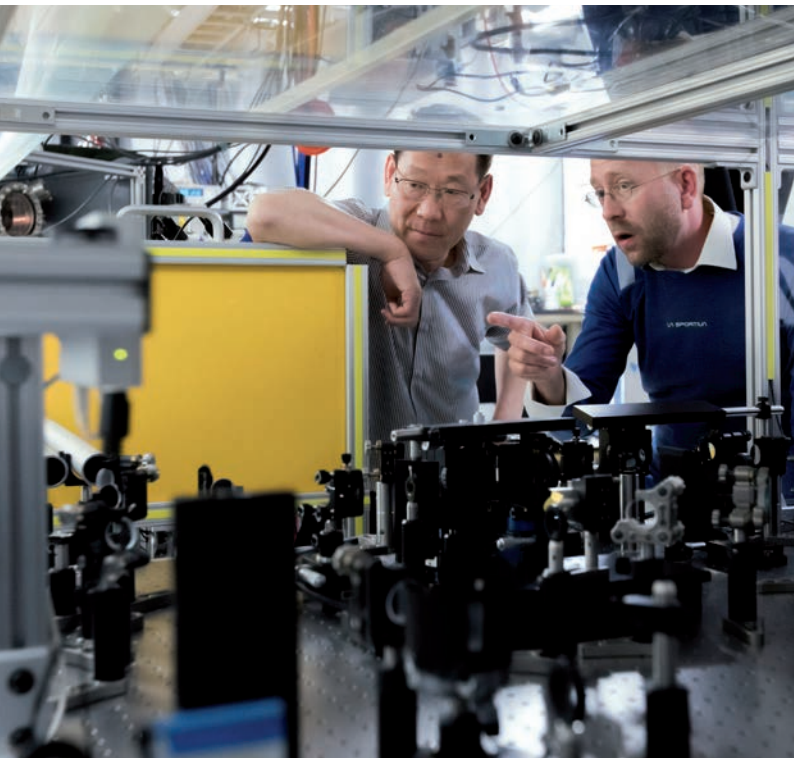
Senzoro Leistungen

Welche Leistung wir bei Ihnen erbringen, hängt stark davon ab, für welches Produkt Sie sich entscheiden. Im Falle von mobilen Messgeräten messen wir bei Ihnen die Anlagen in gewissen Abständen durch und danach wissen Sie sofort, wo Ausfälle drohen. Sind permanente Sensoren installiert, bekommen Sie einen entsprechenden Alarm, damit Sie reagieren können. Wir arbeiten auch mit zahlreichen Partnerfirmen zusammen, die bei Ihren Anlagen auf Wunsch auch die notwendigen Wartungstätigkeiten direkt durchführen. Unsere Kunden nennen es das "Rundum-sorglos-Paket", ein passender Name, wie wir finden.

Senzoro Produkte

Wir sind absolute Spezialisten darin, aus Sensordaten Informationen zu extrahieren. Manche Kunden setzen diese "Informationsextrahierung" in eigenen Produkten als „White Label“ ein. Bekannt sind wir aber durch unsere eigenen Produkte wie **Beep-Meep®**, die Ultraschallsensoren mit künstlicher Intelligenz kombinieren. Unser mobiles Messsystem **Beep-Meep®** besteht aus einem robusten Industrietablet und einem leistungsfähigen Ultraschallsensor. Die künstliche Intelligenz befindet sich direkt auf dem Tablet und das Messergebnis wird bereits nach wenigen Sekunden angezeigt. Im Falle von permanenten Sensoren befestigen wir leistungsfähige Ultraschallsensoren dauerhaft auf Ihren Anlagen. Die Sensoren werden mit einer Basiseinheit verbunden, die alle Daten in Echtzeit analysiert. Unsere Produkte sind industrieübergreifend im Einsatz (z.B. Holz, Papier, Automotive, Chemie, Energie) und kontinuierlich kommen neue Anwendungsgebiete dazu.





30 Jahre Knowhow einfach weg...

Ruhestand – das klingt nur für einen selber (vielleicht) richtig gut, wenn man lange und intensiv gearbeitet hat. Für Unternehmen heißt das: Perfekt ausgebildete Fachkräfte gehen in den Ruhestand, hinterlassen nicht nur rein sozial gesehen eine Lücke – sie nehmen auch ihr komplettes Knowhow einfach mit! Jahrelang erarbeitetes Wissen, unglaubliche Erfahrung – von heute auf morgen einfach weg. Wie Sie damit umgehen können? Nutzen Sie doch Predictive Maintenance (kurz PM). Hilft auch gegen Facharbeitermangel...

6

Mit Predictive Maintenance können Sie nur gewinnen – vor allem aber schließen Sie in kürzester Zeit Knowhow-Lücken und sparen dabei auch noch Geld. Was das eine mit dem anderen zu tun hat?

Eine ganze Menge:

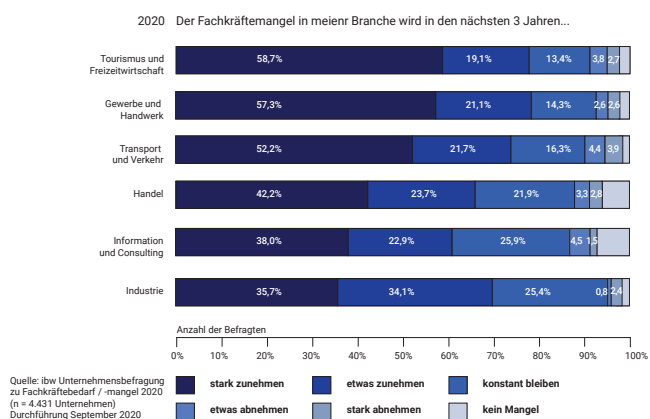
Mit Predictive Maintenance gewinnen Sie Zustandsdaten über und aus Ihren Maschinen, Sie wissen also zu jeder Zeit, wie es Ihren Maschinen, Anlagen und vor allem den Verschleißteilen so geht. Nicht nach Gefühl und Erfahrung, sondern genau und auf den Punkt ermittelt. Das bedeutet: Mit maximaler Sicherheit immer den richtigen Zeitpunkt für Wartung und Austausch der notwendigen Teile wissen – das liegt dann nicht mehr allein in der Hand einer Fachkraft, die morgen aus welchem Grund auch immer ausfallen kann. Wann Teile wirklich zu wechseln sind, können Sie und jeder Mitarbeiter vor Ort mit Systemen wie **BeepMeep®** von Senzoro einfach und klar nachvollziehen. Neue Teammitglieder im Unternehmen? Dann müssen sie nur auf dieses System geschult werden – was kein großer zeitlicher oder finanzieller Aufwand ist. Nachvollziehbarer und leichter zu handhaben als 30 Jahre Erfahrung zu übertragen, ist das allemal. Ihr – objektiv datengetriebenes – Wissen bleibt im Unternehmen, ist für jeden nachvollziehbar und handelbar.

Ihnen fehlen Facharbeiter? Predictive Maintenance ist ein innovatives, spannendes Thema, das im Sinne

der Motivation durchaus reizvoll ist.

Predictive Maintenance hat direkten und indirekten Einfluss auf den Erfolg Ihres Unternehmens.

Kompetenz dafür zu entwickeln, ist ein Weiterbildungsthema, dem viele offen und interessiert gegenüberstehen. So lässt sich gutes Personal halten, gewinnen und – das Knowhow verteilt sich auf mehrere Schultern! Schöner Nebeneffekt: Auch Ihre Arbeitsabläufe werden sich zunehmend verbessern, die Akzeptanz von Neuem nimmt zu, Aufgaben dürfen komplexer werden, Vertretung für Urlaub, Krankheit oder Elternzeit sind kein Problem mehr. Der Ruhestand einer Fachkraft ebenfalls nicht. Insgesamt werden ihre Mitarbeiter zufriedener, das Image Ihres Unternehmens, ja die Attraktivität nimmt noch einmal zu... wir könnten noch ein paar Sachen aufzählen, aber vielleicht sind Sie ja schon überzeugt?



Predictive Maintenance hat direkten und indirekten Einfluss auf den Erfolg Ihres Unternehmens.



Weil "zu spät" eben einfach zu spät ist.

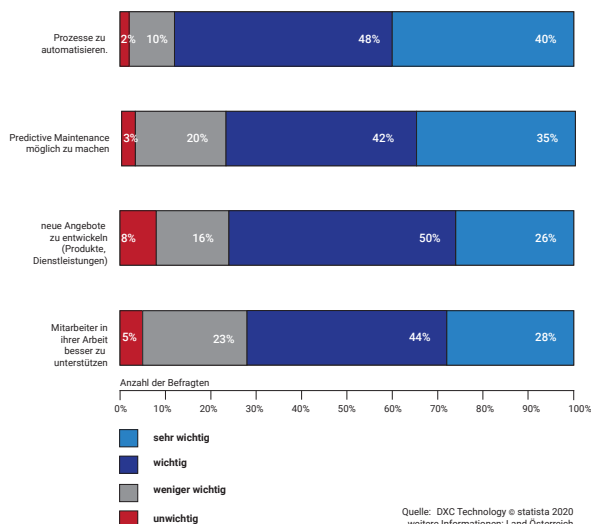
Ein später Start mit Predictive Maintenance kann nicht mehr kompensiert werden. Wichtige Stunden, Tage, Wochen, Monate oder sogar Jahre in denen Systeme Zeit zum Lernen gehabt hätten, sind bereits vorbei. Unwiederbringlich verloren. Da lässt sich nichts aufholen. Weg ist weg. Sie sollten das anpacken. Jetzt.

Sollten Sie das als schlechte Nachricht empfinden, würden wir sagen: Stimmt. Warten Sie also nicht länger. Warum auch? Gehen wir dafür einen Schritt zurück und klären das Warum:

Sie kennen das, haben all das bereits erlebt oder durchlebt – je nach Dramatik: Ein Teil fällt aus, die Maschine steht still, sie reagieren. Diese Form von reaktiver Instandhaltung mag sich bei kleinen oder nicht so wichtigen Maschinen anbieten. Aber riskant ist das schon. Ausfallzeiten kosten schließlich immer Geld. Vielleicht sind Sie aber auch schon einen Schritt weiter und dazu übergegangen, in festen Zeiträumen wiederkehrend Verschleißteile zu tauschen? Präventiv sinnvoll, denn das lässt sich ja planen. Aber vielleicht war es ein halbes Jahr, zwei Jahre oder gar fünf Jahre zu früh? Dann ist auch das teuer... oder Sie haben mehr produzieren können als eigentlich geplant. Tolle Auftragslage. Aber was, wenn Verschleißteile dann eben bereits früher ausfallen als geplant? Genau an dieser Stelle funktioniert plötzlich ein eingespieltes System nicht mehr. Verschleiß hängt ja nicht primär vom Alter ab, sondern eben davon wie intensiv etwas benutzt wird. Und die Digitalisierung dieses Verschleißes verpassen Sie jedes Mal, wenn Sie ein Teil wieder einmal tauschen, weil es zwei Jahre alt ist. Getauscht ist getauscht, Digitalisierung verpasst.

Versäumen Sie nicht die Gelegenheit, den Gesundheitszustand Ihrer Anlagen, Maschinen und Verschleißteile laufend zu digitalisieren – also den Zustand ‚kurz vor dem Versagen‘ ein für alle Mal festzuhalten. Verbunden mit Künstlicher Intelligenz lassen sich so die Zustände von Verschleißteilen vorausberechnen. Tun Sie das nicht, verpassen Sie viele, viele Momente des Lernens und die Chance, frühzeitig – aber eben nicht zu früh – zu reagieren. Sie wissen das: Verschleiß passiert über die Zeit. Systeme lernen mit der Zeit. Nutzen Sie Predictive Maintenance, spart Ihnen das Geld, Schäden an Maschinen werden verhindert und es macht Sie und Ihr Unternehmen schneller. Sie werden sehen: Mit der Zeit agieren Sie immer präziser – ein echter Wettbewerbsvorteil.

Künstliche Intelligenz sollte in den kommenden Jahren eingesetzt werden, um ...



Fallstudie: Detektion von Mangelschmierung

Detektion von Mangelschmierung bei Generatorenlagern

Laut einer Untersuchung von RKB¹⁾ sind 80% der vorzeitigen Wälzlagerausfälle auf Probleme mit der Schmierung zurückzuführen. Eine mangelnde Schmierung verursacht eine erhöhte Reibung und eine erhöhte Reibung verursacht Körperschallemissionen im Bereich über 20 kHz, was als Ultraschallbereich bezeichnet wird. Bei einem Kleinwasserkraftwerk (180 KW) wurde dieser Effekt ausgenutzt, um den Schmierzyklus gezielt zu optimieren.

2021



Generator (orange) im 180 KW Wasserkraftwerk

1) The Most Common Causes of Bearing Failure and the Importance of Bearing Lubrication

Kleinwasserkraftwerke müssen aufgrund Ihrer geringen Größe konstant Ihre Wartungskosten optimieren, um am Strommarkt konkurrenzfähig zu sein. Obwohl Kraftwerke in der Regel für eine Lebensdauer von vielen Jahrzehnten ausgelegt sind, werden diese Vorgaben aufgrund von mangelhaftem Betrieb häufig nicht erreicht. Wälzlager müssen deutlich vor dem Ende der geplanten Lebensdauer getauscht werden, Turbinen werden aufgrund von Kavitation (siehe Fallstudie Kavitation) stark beschädigt.

Um die Lebensdauer der Wälzlager zu maximieren, wurde neben der Standardvorhersage der Restlebensdauer mittels **Senzoro's BeepMeep®** auch der Schmierindikator erfasst. Auf Basis von mehr als 30.000 Messungen an Wälzlagern wurde eine Datenbank aufgebaut, um auf Basis der Ultraschallmessung auf die vorhandene Reibung zu schließen.

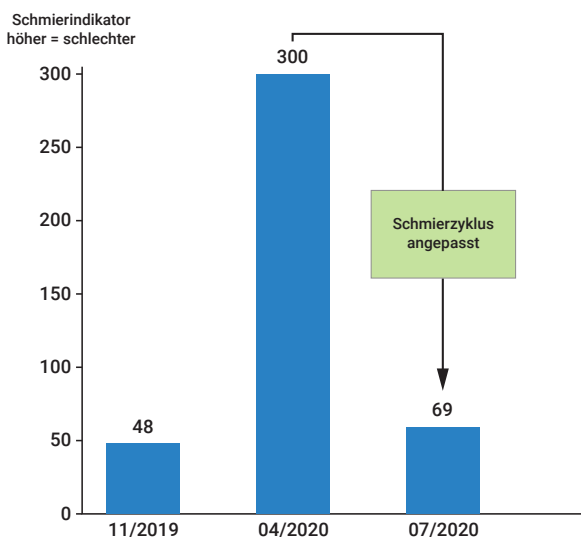
Bei der zweiten Messung im Rahmen der Zusammenarbeit wurde zwar kein Wälzagerschaden detektiert, aber ein hoher Schmierindikator, sowie ein klarer Anstieg gegenüber der Erstmessung.

Angepasster Schmierzyklus

Um einen frühzeitigen Lagerschaden zu vermeiden, wurde der Schmierzyklus entsprechend angepasst. Die Folgemessung zeigte wieder Werte im Normalbereich.

Fazit

Neben der sicheren Erkennung von Lagerschäden mittels Künstlicher Intelligenz, kann BeepMeep® auch dabei helfen, Komponenten durch „lebenszeitmindernden“ Mangelschmierung zu erhöhen. Das „open data“ Prinzip stellt sicher, dass die generierten Daten dem Unternehmen in einem offenen Format und somit frei nutzbar zur Verfügung gestellt werden



Schmierindikator auf Basis Ultraschallmessung

Rohdaten KI-gerecht speichern? Ein echter Wettbewerbsvorteil

Aus erfassten Daten sollten sich klare Handlungsempfehlungen ergeben.

Sie wissen, wie Sie effektiv und effizient die Maschinen in der Produktion instandhalten. Aus diesem Grund tauschen Sie auch nicht mehr zeitbasiert, sondern auf Basis einer Vorhersage oder des tatsächlichen Zustandes das Lager, das Getriebe o.ä. aus. Vielleicht arbeiten Sie dafür mit einem externen Dienstleister zusammen, der Ihnen regelmäßig einen Report über den Zustand der Ersatzteile schickt oder Sie haben internes Knowhow im eigenen Team aufgebaut. Sind Sie sicher, dass Sie damit schon alles ausgeschöpft haben, was möglich ist?

Sicher können Sie sich sein, wenn Ihr Dienstleister Ihnen bereits ein KI-Modell angeboten hat, um die angebotene Dienstleistung günstiger zu machen. Sicher können Sie sich ebenfalls sein, wenn Sie mit jedem Report eine Restlebensdauer genannt bekommen oder einen Datensatz, der für KI-Training geeignet ist. Das sind ja schließlich genau die Anforderungen, die Ihnen einen echten Vorteil verschaffen und natürlich Kosten sparen. Sie haben sicher Gründe dafür, dass Sie lieber einen externen Dienstleister engagieren, statt das Knowhow in Bezug auf Predictive Maintenance oder Condition Monitoring im eigenen Unternehmen aufzubauen. Sie kommen gut damit klar, dass jemand regelmäßig vorbeikommt, Ihre Anlagen durchmisst und Ihnen nach ein paar Tagen einen Report als Ergebnis zuschickt. Hand aufs Herz: So ein Report ist leider meist nicht selbsterklärend und das, was drinsteht, ist eher ein "Beschreiben der Daten" und weniger ein "Das müssen Sie jetzt tun!", oder? Ihre Instandhalter fragen sich zurecht, ob sie bei der Aussage "Der Außenring am Lager ist beschädigt.", das Lager akut tauschen müssen oder auch noch (wie lange eigentlich?) warten können. Auch bei der Aussage "Der Schwellenwert ist laut Norm überschritten." fragen sich Ihre Instandhalter, was genau zu tun ist, was die beste Entscheidung ist.

Ist ein Lager beschädigt oder der Motor nicht richtig angeschraubt? Was auch immer – die externen Dienstleister beantworten diese Art von Fragen meist nicht, weil die Erkenntnistiefe der Analyse dafür nicht ausreichend ist. Ehrlich gesagt, das ist aber genau das, was Sie und Ihre Instandhalter wollen: Wissen, wann man eine Komponente tauschen muss.

Und das Management fügt hinzu: Tauschen ja, aber bitte möglichst nah am tatsächlichen Zeitpunkt des Versagens, denn dann sparen wir auch Kosten. Auch damit muss man aber leben können: Ihre externen Dienstleister nutzen Geräte, die meist nicht in der Lage sind, eine Künstliche Intelligenz zu trainieren. Auf diese Geräte wird wochenlang geschult, unter Einsatz von Kopfhörern wird dem Ultraschall zugehört.

Spezialauswertungen folgen – ohne Handlungsempfehlungen. So werden zwar wertvolle Messergebnisse erhoben und über Jahre gesammelt – damit arbeiten kann man aber nicht, weil sie nicht in geeigneter Form, also KI-gerecht gespeichert werden. Das aber ist die Zukunft. Fragen Sie Ihren externen Dienstleister ruhig einmal, ob man mit den bei Ihnen erhobenen Daten nicht auch eine KI trainieren kann. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird die Antwort „Nein“ lauten. Aktuell speichert keiner der etablierten Anbieter die wertvollen, jahrelang gesammelten Anlagen-daten KI-konform. Eine wertvolle Chance der Digitalisierung wird also nicht nur nicht genutzt, sondern verpasst.

Es lohnt sich also, gut zu überlegen, mit welchem Gerät man die Predictive Maintenance-Reise startet. Aber es ist ja nie zu spät auf **Senzoro** und **Beep-Beep®** zu setzen...



Investition in nachhaltigen Unternehmenserfolg – was Ihre Instandhalter wirklich bewegen können.

10

Um es gleich vorwegzunehmen: Eine gut funktionierende Instandhaltung mit exzellent geschulten Instandhaltern wird Ihr Unternehmen verändern. Und zwar nachhaltig!

Abläufe wie Sie sie bisher kannten, werden sich vollkommen anders gestalten. Ersatzteilbestände inklusive der dafür nötigen Lagerfläche werden reduziert, weil ungeplante Ausfälle praktisch nicht mehr vorkommen. Komponenten tauschen Sie plötzlich nicht mehr einfach alle zwei Jahre, nur weil der Hersteller das empfiehlt. Noch besser: Sie müssen auch nicht mehr darauf warten, dass etwas kaputt geht, um dann zu reparieren. Dadurch sinkt der Bedarf für Bereitschaftszeiten („stand by“) und Personal, das einfach „für den Fall der Fälle“ anwesend sein muss.

Aufgrund der besseren Wartung laufen und halten Ihre Anlagen deutlich länger. **Das spart Budget und Zeit.** Das sorgt für Liefertreue und sogar verkürzte Lieferzeiten. Das trägt zu einem entspannten, gewissenhaften Arbeiten ohne unvorhergesehene Störungen bei.

Sie werden sich über einen höheren Umsatz freuen können und am Ende sogar weniger Geld für die Instandhaltung ausgeben als bisher. Auf der anderen Seite bekommen Ihre Mitarbeiter in der Instandhaltung neue Aufgaben, die im Zusammenhang mit Pre-

dictive Maintenance entstehen. So entwickelt sich eine neue Instandhaltung, auf die man sich nicht nur verlassen kann, sondern die auch voraus- und mitdenkt: **Weniger Notfälle, weniger Anrufe am Wochenende, weniger Anrufe in der Nacht.**

Ein komplexer Prozess, den wir mit Senzoro, unseren Ideen, unserem Service und unseren Produkten begleiten, um eine echte Nachhaltigkeit bei den von uns betreuten Unternehmen sicherzustellen.

Soweit der Idealfall, dieses „Ja, das wäre wirklich fantastisch, aber ...“ Ganz ehrlich – was wir wirklich sehen, wenn wir heute durch die Fabriken gehen, ist etwas völlig anderes:

In der Instandhaltung liegt faszinierende Technik und aufwendiges Gerät herum – von Wärmebildkameras über Ultraschallgeräte bis zu Ölanalyseköffern etc. mit einer dicken Staubschicht darauf – weil all das keiner nutzt bzw. nutzen kann. Darüber kann man sich wundern oder auch ärgern, sicher. Aber es lohnt sich vor allem nachzufragen, woran das liegt.

Zum einen sind es oftmals althergebrachte, unnötig verkomplizierte Bedienungsabläufe, die eine fließende, intuitive Benutzung fast unmöglich machen oder zumindest aber richtig schwierig.

Zum anderen zeichnet sich das Problem schon in der Begleitung des Starts mit diesen Geräten ab.

Viele Hersteller verkaufen der Instandhaltung ein Gerät, erklären es kurz und weisen darauf hin, dass sich parallel die Arbeitsweise der Instandhalter ändern muss. Das war es dann. Es darf den Herstellern aber nicht nur darum gehen, die neue Technik einfach nur zu verkaufen. Es muss ihnen auch ein echtes Anliegen sein, die Instandhaltung bei deren Einsatz wirklich zu begleiten.

Um es plastischer zu machen:

Denken Sie einmal kurz an Ihre ersten Führerschein-Fahrstunden. Da hat es auch nicht ausgereicht, auf dem "Trainingsgelände" bei schönem Wetter erklärt zu bekommen, wie man ein Auto fährt. Sie haben sich wahrscheinlich noch gefreut, wie leicht sich das zunächst angefühlt hat. Auf der vielbefahrenen Straße war das allerdings deutlich komplizierter und so ist das auch, wenn die neuen Geräte in der täglichen Praxis eingesetzt werden. Erinnern Sie sich an die Nachtfahrt oder die Fahrt bei Regen?

Ganz ehrlich: Nicht so leicht beim ersten Mal, sich zu orientieren und vor allem wirklich anstrengend, oder?

Man muss deshalb in der Fahrschule üben, damit man möglichst viele dieser Situationen selbst, aber betreut erlebt und jemanden an der Seite hat, der helfen und erklären kann.

So bekommt man Sicherheit.

Das ist in der Instandhaltung und beim Einsatz neuer Technik nicht anders.

In der Praxis ist alles komplizierter. Viele Sonderfälle treten auf, nichts ist auf einmal mehr einfach und klar.

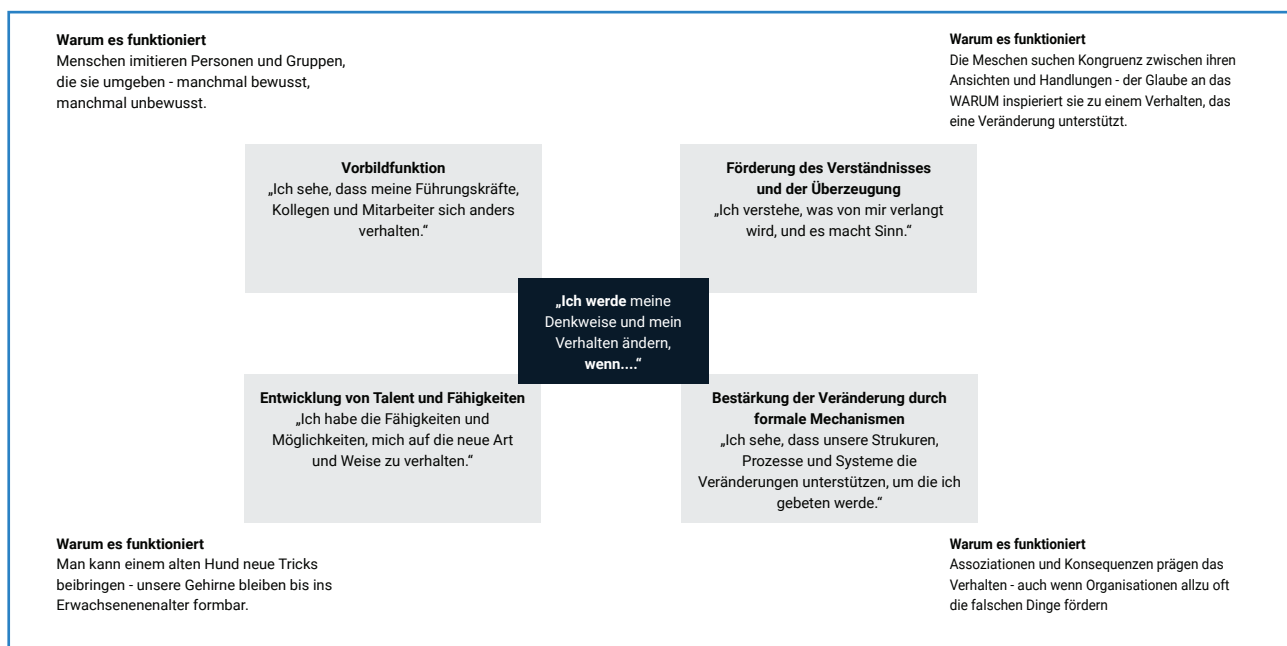
Genau aus dem Grund muss ein Instandhalter ausprobieren, üben können, damit er möglichst viele unterschiedliche, individuelle Situationen selbst erleben und gegebenenfalls Fragen stellen kann. In 80% aller Fälle kommt er sicher auch allein klar. Die 20% aber, bei denen das eben nicht so ist, wird er froh sein, auf Unterstützung zurückgreifen zu können. Und auch nur dann, wird er am Ball bleiben und der Einsatz der neuen Technik zur Routine.

Mit Predictive Maintenance ist es zudem genauso wie mit der Vielfalt von Autotypen, die einem zusätzliches Kopfzerbrechen bereiten können: Es gibt so viele verschiedene Ausführungen, die sich dramatisch voneinander unterscheiden. Für alle aber gilt: Hat man sich entschieden, ist es unerlässlich zu lernen, sie zu „bedienen“.

Wirklich gut und konsequent eingesetzte Instandhaltungstechnik verändert Organisation und Abläufe im Unternehmen.

Ein komplexer Anpassungsprozess, den wir mit Senzoro direkt begleiten. So stellen wir Nachhaltigkeit sicher.

Denn für uns ist der Verkauf von **BeepMeep®** eben nicht der ultimative Zweck unseres Unternehmens. **BeepMeep®** ist sehr viel mehr: Es ist ein Mittel, um eine Organisation wirklich von A nach B zu bringen. Ein sehr gutes noch dazu.



Quellenangabe: Influence Model. In: Tessa Basford and BillSchaninger, The four building blocks of change, McKinsey Quarterly, April 2016

Drei Methoden für Predictive Maintenance

Jede Ausgangssituation ist leicht anders. Manchmal sollen bestimmte Maschinenkomponenten überwacht werden, manchmal „lebenszeitmindernde“ Zustände wie beispielsweise schlechte Schmierung erkannt werden oder in der Anlage verbaute Sensoren sollen genutzt und ihre Daten analysiert werden. Dafür gibt es unterschiedliche Lösungen, die zum Ziel führen.



Methode 01

Regelmäßige Messungen von akustischen Emissionen (Ultraschall): Ergebnisse bereits nach der 1. Messung

Ausgangssituation:

Viele Unternehmen möchten hohe Investitionskosten vermeiden, rasch Ergebnisse erzielen und sich kein zusätzliches Personal leisten, das stundenlang Sensordaten analysiert.

Wie kann Senzoro helfen?

Senzoro hat ein intelligentes mobiles Messsystem namens **BeepMeep®** entwickelt. Es besteht aus einem Industrie Tablet und akustischen Sensoren (Ultraschall), die magnetisch an Gehäusen haften. Eine Messung dauert ca. 30 Sekunden, danach wird die Restlebensdauer angezeigt. Der Vorhersagezeitraum beträgt dabei 3 Monate. In einer Schicht können 120 bis 160 Messungen gemacht werden. Basis für die mächtige Senzoro-KI ist die größte Ultraschalldatenbank der Welt, deren Aufbau systematisch über mehr als drei Jahre vorangetrieben wurde. Über tausend Anlagen wurden regelmäßig gemessen und insgesamt mehr als 30.000 Messungen systematisch gespeichert.

Methode 02

Permanente Installation von akustischen Sensoren (Ultraschallbereich): Hohe Ausfallsicherheit für hochkritische Anlagen

Ausgangssituation:

Regulatorische Anforderungen, Sicherheitsbereiche ohne Menschen, Digitalisierungsstrategie, Reduktion von externen Dienstleistern im Werk. Es gibt viele Gründe zur Installation von permanenten Sensoren.

Wie kann Senzoro helfen?

Unser System mit permanenten Sensoren „Spyder“ basiert auf der selben KI-Technologie wie unser mobiles Messsystem **BeepMeep®**. Durch die permanenten Sensoren können allerdings breitere Use Cases abgebildet werden.

Das System verfügt über eine hohe Ausfallsicherheit und 100% Datenhoheit, da die KI ohne Internet und Cloud arbeiten kann. Weitere Eigenschaften sind ein reibungsloser Workflow durch Integration in vorhandene Systeme und der Aufbau von Knowhow, da alle Rohdaten gespeichert werden (können).

Methode 03

Auswertung von Maschinenparametern: Zusätzlich Predictive Quality abdecken

Ausgangssituation:

Anlagen der neuen Generation haben bereits viele Sensoren verbaut. Es liegt nahe, diese Sensoren zur Optimierung der Anlage zu nutzen. Oftmals werden diese Rohdaten ohne Aufbereitung visualisiert, was bei der hohen Datenmenge zur Überforderung und Fehlalarmen führt. Künstliche Intelligenz automatisiert die Analyse und leitet die entsprechenden Erkenntnisse ab.

Wie kann Senzoro helfen?

Die Basis für unsere Produkte **BeepMeep®** und „Spyder“ ist ein spezieller „Onion-Layer“ in der Auswertung, welcher die notwendige Information aus den Sensorsignalen extrahiert. Dieser „Onion-Layer“ ist die Basis für das Training einer speziellen KI für Maschinenparameter. Neben Predictive Maintenance durch die vorhandenen, vielfach vortrainierten KI's, wird somit auch Predictive Quality möglich. Weitere Vorteile sind der Wegfall von Investitionskosten, da die eingebauten Sensoren benutzt werden, und dass die Methode zu 100% auf Ihre Anwendungsgebiete zugeschnitten ist.



Change Management – von der guten Idee, Teil der Lösung zu sein...

Unternehmen sind heute nur dann erfolgreich, wenn sie mit den permanent schneller werdenden Veränderungen tatsächlich sinnvoll, flexibel und kreativ umgehen können.

All die dafür nötigen Anpassungsprozesse, das Change-Management also, betreffen schließlich alle Unternehmensbereiche – auch die Produktion. Instandhalter als Teil der Produktion sind im besten Fall also bereits Teil eines solchen Change-Managements und damit Teil der Lösung. Es ist eine gute Idee, ihre Kompetenz, Funktion und ihre Aufgaben aktiv einzubinden.

Nutzen Instandhalter mobile Sensoren zur Unterstützung ihrer täglichen Arbeit, sind sie in Change-Management-Prozessen bereits Teil der Veränderungsprozesse, die ein Unternehmen auf Erfolgskurs bringen oder eben dort halten. Ausgerüstet mit mobilen Sensoren, die nicht permanent an Anlagen verbleiben, messen sie selbst vor Ort. Sie gleichen das, was sie auch aufgrund ihrer Erfahrung sehen, fühlen und hören mit dem, was das mobile Messsystem an Ergebnissen liefert ab. Sind permanente Sensoren angebracht, sehen sie nur komplizierte Messdaten ohne das, Gesamtkonzert von Eindrücken, die schlicht unerlässlich sind. Aus Sicht des Change-Managements sind permanente Sensoren daher eine Katastrophe.

Ganz davon abgesehen, dass permanente Sensoren betreut und gewartet werden müssen.

Ein aufwendiges und kostspieliges „Babysitten“ diese Überwachung von bspw. 100 Motoren und damit 100 Sensoren. Die Instandhalter müssen schauen, dass die festinstallierten Sensoren auch wirklich Daten übertragen und vor allem die richtigen, dass die Batterien nicht leer gehen und dass die Sensoren nicht defekt sind. Permanente Sensoren verbannen den Instandhalter letzten Endes vor den Monitor des PC. Von hier aus kann bzw. soll er mit den Zahlen arbeiten, die sich nur schwer einordnen lassen. Die Komplexität für den einzelnen Instandhalter ist unglaublich groß, verglichen zu dem unklaren Mehrwert, der sich daraus für das Change-Management ergibt. Mobile Sensoren binden Instandhalter dagegen sehr viel besser in Change-Management-Prozesse ein. Gehen sie mit **BeepMeep**® in die Produktion, sind sie in der Produktion unterwegs, können selbst messen und mit ihren Sinnen ergänzend wahrnehmen: Ist das Lager oder das Getriebe ok? Passt das zu dem was ich höre, sehe und fühle? So werden Erfahrungen mit datengetriebenen Analysemöglichkeiten kombiniert, um zu Aussagen zu kommen, die Prozesse durchaus verändern können und werden.

Diese Vorgehensweise unter Nutzung von mobilen Sensoren lässt sich bestens in der Organisation abbilden, in Change-Management-Prozessen nutzen und führt zum Erfolg – so einfach ist das.

Die Zukunft ist mobil (Sensoren)

Warum es keine Massenadaption von permanenten Sensoren geben wird

Die Überwachung von Anlagen wird seit vielen Jahrzehnten von Menschen und mobilen Messgeräten durchgeführt. Es ist geradezu disruptiv, was in den letzten Jahren passiert ist. Permanente Sensoren sind auf dem Vormarsch, mobile Roboter fahren durch Fabriken und Künstliche Intelligenz wertet Breitband-Ultraschalldaten für die vorausschauende Wartung aus. Dieser Artikel argumentiert, dass die Zukunft der Zustandsüberwachung Roboter mit Multisensoren sind, vor allem, weil permanente Sensoren nicht so gut skalieren und (oft) eine minderwertigere Datenqualität liefern.

Die Überwachung von Komponenten und die Vorhersage ihres Zustands in die Zukunft (vorausschauende Wartung) erfordert einen Ansatz, um den Zustand einer Anlage objektiv zu definieren. Derzeit gibt es zwei grundlegende Ansätze. Ein Ansatz verwendet fest angebrachte Sensoren, die rund um die Uhr Daten erfassen, und der andere Ansatz verwendet mobile Datensammler, bei denen Menschen in bestimmten Abständen Daten sammeln. So arbeitet beispielsweise unser mobiles Messsystem **Beep-Meep**®

Dauerhaft angebrachte Sensoren scheinen die große und strahlende Zukunft zu sein, sind aber bei näherer Betrachtung nicht das Allheilmittel. Der notwendige Kompromiss zwischen den Kosten für jeden Sensor und der Qualität des Sensors wird immer zu einer leicht geringeren Datenqualität führen.

Autonome Roboter werden Daten sammeln

Autonome Roboter, sogenannte "Shuttles", sind bereits Teil vieler Logistikprozesse in modernen Fabriken. Gleichzeitig sind "hundeeähnliche" Roboter wie Spot® für jedermann zu erwerben. Sie stellen die idealen Plattformen dar, um hochwertige Sensoren zu beherbergen und die Daten autonom zu sammeln, eine Aufgabe, die derzeit von Menschen erledigt wird.

Roboter werden mehrere Sensoren nutzen

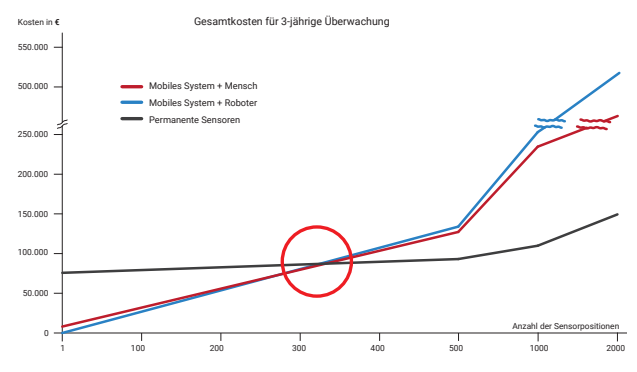
Verschiedene Technologien zur Zustandsüberwachung wie Ultraschall und Vibration haben alle ihre Stärken und Schwächen. Breitband-Ultraschall und hochwertige Vibrationssensoren werden Teil dieses Sensorsatzes sein. Andere Technologien wie Infrarot, Ölanalyse, Bewegungsverstärkung können eine Nebenrolle spielen.

KI wird fusionierte Sensordaten analysieren

Da verschiedene Technologien Stärken und Schwächen haben, wird die Ableitung der Bedingung auf Basis von mehr als einer Technologie der überlegene Ansatz sein. Der Mensch wird eine wichtige Rolle spielen, um zu beurteilen, welche Maßnahmen zu ergreifen sind, aber die schwere Arbeit der Datenanalyse wird von der KI übernommen werden.

Permanente Sensoren skalieren nicht

Wenn man 100 Positionen überwachen will, braucht man 100 Sensoren. Bei etwa 300 Positionen werden mobile Roboterlösungen günstiger. Und unterhalb von 300 Positionen kostet die Überwachung mit Menschen und mobilen Geräten etwa das Gleiche. Der Einsatz beider Ansätze verbindet das Beste beider Welten und ist daher die Zukunft von Predictive Maintenance.





Die „FÜNF SINNE +“ Logik bei mobilen Messsystemen

Mobile Messsysteme setzen auf die Sinne der Menschen – eine wirklich gute Kombination, wenn nicht sogar die beste: Ölflecken sehen, die auftauchen, wo sie nicht hingehören oder Geräusche wahrnehmen, und wissen, wenn, und warum sie sich nicht gut anhören? Diese Art von Hinweisen erfassen und automatisch in den Kontext mit Messungen der mobilen Sensoren stellen – so wird das Beste von allem genutzt. Man könnte auch sagen **"Fünf SinnePlus"**.

Für eine perfekte Instandhaltung ist es eine gute Idee, genau hinzusehen, hinzuhören, zu riechen, zu fühlen etc. und das, was man mit den eigenen fünf Sinnen nicht wahrnehmen kann, im Idealfall, um die Messwerte von mobilen Sensoren zu ergänzen. Ordnet man all diese Informationen auf der Basis von Erfahrungen ein, lassen sich Rückschlüsse ziehen. Man kann sofort reagieren. Instandhalter können so z.B., wenn nötig, weil komplett verdreht, einen Filtertausch veranlassen. Sie nehmen wahr, dass etwas nicht stimmt. Der mobile Sensor sorgt für Gewissheit. Mit permanenten Sensoren funktioniert das nur bedingt.

Sieht ein Mitarbeiter der Instandhaltung Öl aus dem Gehäuse des Motors tropfen, weiß er aus Erfahrung: wenn er jetzt nichts tut, hat er bald ein Problem.

Ein permanenter Sensor, der dort zur Überwachung des Motors installiert ist, merkt zu dem Zeitpunkt noch nichts. Wenn man Glück hat, schlägt dieser Sensor Alarm und verhindert einen ungeplanten Stillstand. Wenn man Glück hat. Vielleicht klappt das, vielleicht aber auch nicht. Auf alle Fälle hätten die „fünf Sinne plus“ des Menschen das auslaufende Öl wohl entdeckt. Im Gegensatz zum Menschen, der sein Gehör, oder seinen Geruchssinn gar nicht abschalten kann, ist ein fixer Sensor für alle anderen Faktoren drumherum praktisch ‚blind‘ und stößt damit schnell an Grenzen. Und nicht nur das: Permanent installierte Sensoren sind auch noch teuer und vollkommen anonym. Mobile Messsysteme funktionieren dagegen als direkte Unterstützung der täglichen Arbeit. Der Instandhalter ist nach wie vor in der Fabrik unterwegs. Er nimmt dank seiner Erfahrung viele kleine Details mittels seiner Sinne wahr und untermauert seine Erkenntnisse mit den Messwerten mobiler Sensoren. Jahrzehnte von Erfahrung werden so gewissermaßen in Zahlen „gegossen“. Das ist der perfekte, der echte Mehrwert: Die Kombination unserer fünf Sinne mit den Vorteilen mobiler Sensoren führt zu den besten Ergebnissen. Was der eine nicht kann, leistet der andere. So einfach ist das.

"Plug & Play" Predictive Maintenance am Beispiel einer CNC-Maschine

Wie Anlagenhersteller in wenigen Wochen Predictive Maintenance anbieten können

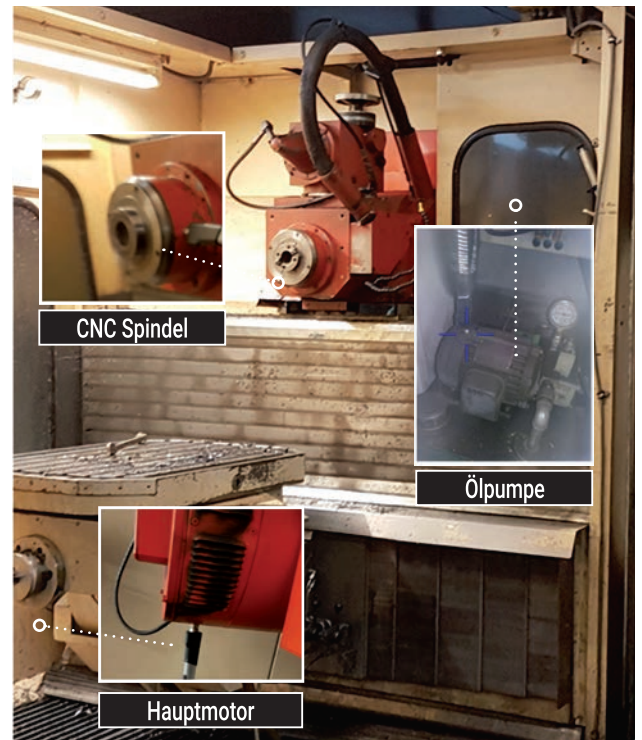
Hersteller von Anlagen tun sich mit Predictive Maintenance sehr schwer. Sie wollen/können auf der einen Seite nicht die notwendigen Kompetenzen aufbauen, um komplexe Technologien wie Predictive Maintenance zu beherrschen, auf der anderen Seite wird Predictive Maintenance immer stärker von ihren eigenen Kunden gefordert. Mit **BeepMeep®** können Anlagenhersteller ein Service „on top“ anbieten, um Ausfälle von zentralen Komponenten wie Wälzlager und Getriebe vorzubeugen.

CNC Maschinen bestehen aus unterschiedlichen Komponenten und viele davon eignen sich für den Einsatz von Predictive Maintenance, da der Verschleiß zeitabhängig und somit vorhersagbar abläuft. Anlagenhersteller bieten in der Regel ihren Kunden entsprechende „Fitness Checks“ an, bei denen Service-Personal des Herstellers eine Überprüfung der Anlage vor Ort durchführt. Der „Fitness-Check“ ist stark von Sichtprüfungen geprägt, da der Einsatz von modernen Technologien wie Ultraschall und akustischen Emissionen viel zu aufwendig war. Die Sichtprüfung durch ausgebildete Fachexperten ist zentraler Bestandteil jeder Überprüfung, kann aber nun durch entsprechende Technologien wie **BeepMeep®** von Senzoro ergänzt werden, da sie „plug&play“ für Komponenten wie Wälzlager und Getriebe einsatzbereit sind.

Digitalisierung der Serviceprozesse

Durch den Plattformgedanken von modernen Systemen wie **BeepMeep®** werden im Zuge der Einführung von Predictive Maintenance auch die gesamten Serviceprozesse mit digitalisiert. Checklisten und Informationen über den Kunden abrufen etc., all dies ist mit modernen Industrietablets auf Knopfdruck möglich, da sie zahlreiche Schnittstellen bereits „on board“ haben.

Interkonnektivität der BeepMeep® Plattform



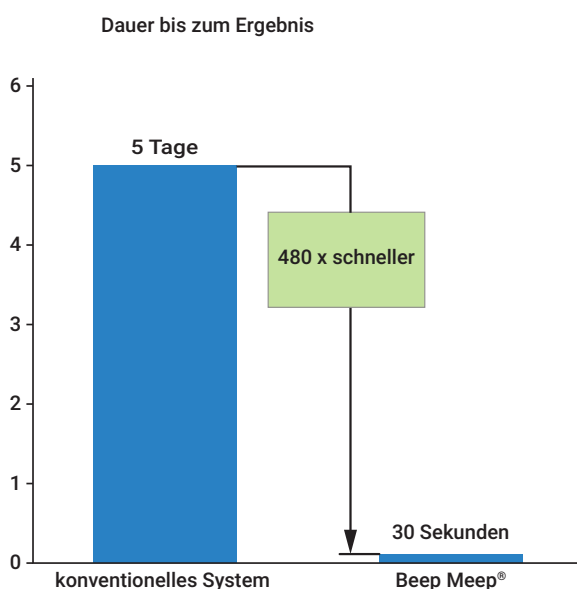
“Win Win Win” Situation

Der Einsatz von etablierten Predictive Maintenance Technologien führt automatisch zu einer „Win Win Win“ Situation. Anlagenhersteller können Ihren Kunden ein Zusatzservice anbieten, was zur unmittelbaren Umsatzsteigerung und gleichzeitiger Aufwertung der Anlage führt. Der Kunde des Anlagenherstellers kann direkt seine Instandhaltungskosten senken, da Ersatzteile wie Wälzlager und Getriebe nicht mehr zeitbasiert, sondern auf Basis einer Vorhersage gewechselt werden. Mit intelligenten Plattformen wie **BeepMeep®** bleiben gleichzeitig alle Parteien am Puls der Zeit, da technologische Fortschritte automatisch jedem zur Verfügung gestellt werden. So profitieren alle, auch die Umwelt.

Mit dem Warten ist das so eine Sache...

Also – wozu warten? Seien Sie ungeduldig. Setzen Sie auf **BeepMeep®**.

Warten – laut Duden bedeutet das Wort: „Dem Eintreffen einer Person, einer Sache, eines Ereignisses entgegensehen, wobei einem oft die Zeit besonders langsam zu vergehen scheint, auch: geduldig, sehnsüchtig, vergeblich auf etwas warten.“ Nun, genau das wollen Sie sicher nicht, wenn es darum geht, über Ihre Maschinen Zustandsdaten zu gewinnen. Sie wollen rasch und vor allem proaktiv reagieren können – und zwar genau dann, wenn es nötig ist. Also. Wozu warten? Seien Sie ungeduldig. Setzen Sie auf **BeepMeep®**.



Zunächst wird man Ihnen sagen: Das ist so. Das ist der übliche Prozess. Ein Dienstleister kommt bei Ihnen vorbei und nimmt die nötigen Messungen vor. Mit einer spektakulären Ausrüstung und Messgeräten, die weder einfach zu bedienen sind noch rasch ein Ergebnis anbieten. Man wird also, ohne eine Auskunft zu geben, wieder von dannen ziehen. Schließlich müssen jetzt erst noch die Daten analysiert werden. Das Ergebnis werden Sie später erhalten. Schnell ist anders. Sie müssen sich gedulden. Und eben warten. Wenn Sie die Daten dann endlich bekommen, kann es aber auch schon mal zu spät sein...

Mit **BeepMeep®** erhalten Sie direkt, d.h. nach nur wenigen Sekunden eine Rückmeldung. Eine, mit der Sie konkret etwas anfangen können. Eine, die Ihnen genau und verständlich sagt, was Sie jetzt tun sollten.

Also – wozu warten?
Seien Sie ungeduldig.
Setzen Sie auf **BeepMeep®**.

Ohne die Schleifen von Messen, Report schicken und Report besprechen zu drehen und Reports zu bekommen, die meist wenig verständlich sind.

BeepMeep® gibt eine sofortige Rückmeldung. Auf einen Bericht müssen Sie nicht warten. Auf eine konkrete Handlungsempfehlung auch nicht.



Warten, bis etwas kaputt geht? Schlecht für die Umwelt. Und teuer noch dazu.

"Das-haben-wir-schon-immer-so-gemacht"

Warten, bis etwas kaputt geht und genau dann reparieren? „Na klar“, werden Sie jetzt vielleicht sagen, ist doch auch richtig so?! Ihre Instandhalter sind ohnehin vor Ort, das ist ja ihr Job. Und außerdem: es ist doch richtig, wenn man mit ungeplanten Ausfällen kein Problem hat! So weit, so nachvollziehbar. Aber die versteckten Kosten dieser „Das-haben-wir-schon-immer-so-gemacht“-Strategie sind leider meist nicht transparent. Und gut für die Umwelt ist diese Vorgehensweise leider auch nicht. Was hier auflaufen kann und wie das besser aussehen könnte, haben wir anhand von drei Szenarien für Sie zusammengestellt...

Szenario Auslastung:

Gehen so viele Dinge kaputt, wie Sie reparieren können, sind Ihre Instandhalter vollkommen ausgelastet. Manchmal, wenn alles gleichzeitig kaputt geht, sind sie aber auch überlastet und es gibt Zeiten, in denen die Auslastung lediglich 50% beträgt – man muss ja schließlich immer Kapazität für den Notfall vorhalten. Der Fehler? Gerade für den Fall der Unterauslastung werden wertvolle Ressourcen verschwendet. Instandhalter sind hochqualifiziert und haben typischerweise hunderte von Ideen, wie man eine Anlage verbessern und nicht nur reparieren könnte. Sie müssten nur die Zeit dazu haben. Die wenigen Momente der Unterauslastung sind aber nicht planbar und nur selten länger am Stück...

Ihr Lieferant freut sich, die Umwelt nicht. Im Gegenteil – genau das kann zukünftig richtig teuer werden. Es wäre eine gute Idee, hier vorausschauend die Wartung planen zu können, oder?

Szenario Ersatzteillagerung:

Da Sie nie wissen, wann ein Ersatzteil kaputt geht und ausgetauscht werden muss, verfügen Sie über ein üppiges Lager für die vielen, möglicherweise nötigen Ersatzteile. Sie können schließlich nicht auf die Lieferung Ihres Lieferanten warten, wenn der wichtige Motor plötzlich ausfällt. Der Austausch muss dann wirklich schnell gehen. Allerdings bindet das große Lager Fläche und Kapital. Und wenn der Ersatzmotor gar nicht gebraucht wird, dann muss er eigentlich NEU verschrottet werden.



50%

**Auslastung für
Instandhaltung nutzen?!
Ein Fehler?**



20%

Bis zu 20% Produktivitätssteigerungen der Anlagen sind möglich.

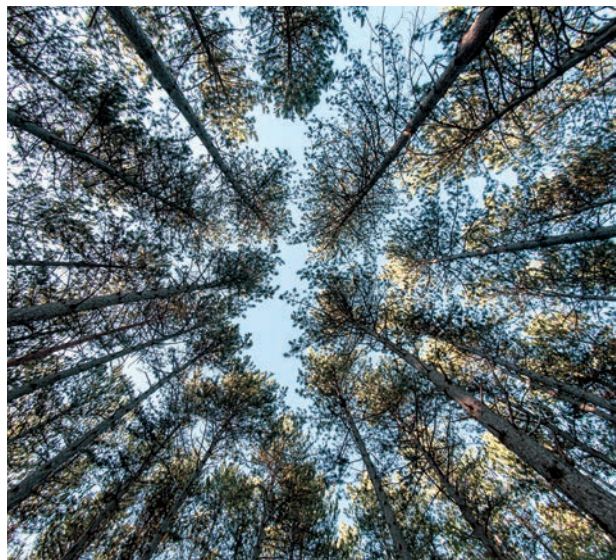
10%

Wartungskosten können um bis zu 10% gesenkt werden.

Szenario zeitbasierter Tausch von Ersatzteilen:

Ungeplante Ausfälle kann man natürlich auch dadurch verhindern, dass man Ersatzteile deutlich vor dem Ende ihrer Lebensdauer austauscht. So geht man auf Nummer sicher. Das ist aber nicht effizient, sorgt für hohe Kosten und ist schlecht für die Umwelt. Auch wenn man natürlich davon ausgehen kann, dass dieses Vorgehen in vielen Situationen eben doch günstiger als ein ungeplanter Ausfall in der Produktion ist. So werden also Ersatzteile getauscht, die eigentlich noch viele Jahre halten würden, einfach weil man es nicht besser weiß. Einzig Ihre Lieferanten freuen sich wirklich, denn Sie bestellen ja mehr Ersatzteile als Sie im Grunde brauchen...

Also, warum sollten Sie nicht einmal darüber nachdenken, an diesen Szenarien etwas zu ändern? Mit **BeepMeep®** wissen sie genau, wann etwas kaputt geht, Austausch- Abläufe lassen sich daher besser planen, Ressourcen werden nicht verschwendet. Sie sparen Budget, sind noch besser in der Liefertreue und tun etwas für die Umwelt. McKinsey hat in seiner Studie „Smarter werden mit Künstlicher Intelligenz (KI). Was bringt das für Deutschland und seinen Industriesektor?“ bestätigt: „Eine durch KI verbesserte vorausschauende Wartung ermöglicht eine genauere Vorhersage und Vermeidung von Maschinenausfällen (...). Produktivitätssteigerungen der Anlagen von bis zu 20 % sind möglich, die gesamten Wartungskosten können um bis zu 10 % gesenkt werden.“ Sprechen Sie uns an!



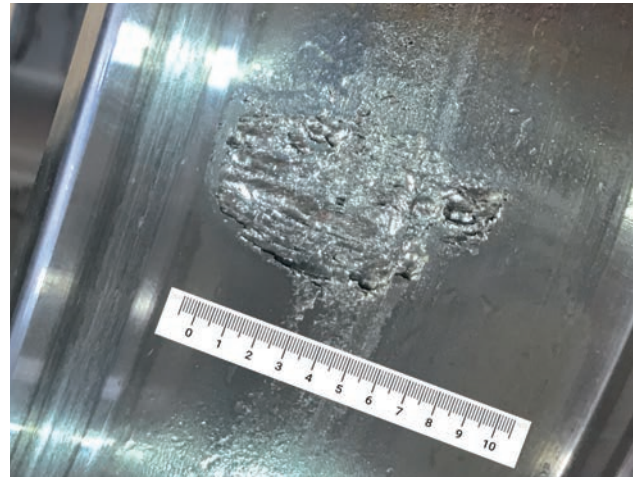
Fallstudie: Langsamdrehende Lager

Überwachung langsamdrehender Wälzlager in der Papierindustrie

Die Überwachung von langsamdrehenden Wälzlagern stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Signalstärke für klassische Methoden wie Schwingungsmessung ist sehr oft nicht ausreichend, um eine qualifizierte Aussage über den Zustand zu erhalten. Trotz dem Einsatz von Schwingungsmessung kommt es daher in der betrieblichen Praxis bei langsamdrehenden Wälzlagern immer wieder zu ungeplanten Ausfällen. Die Kombination von Ultraschall / akustischen Emissionen mit Künstlicher Intelligenz stellt eine etablierte und sehr effiziente Alternative dar.



Wälzlager Typ 22344 CCK/C3W33 (SKF) , 55 RPM



Beschädigungen am gewechselten Wälzlager

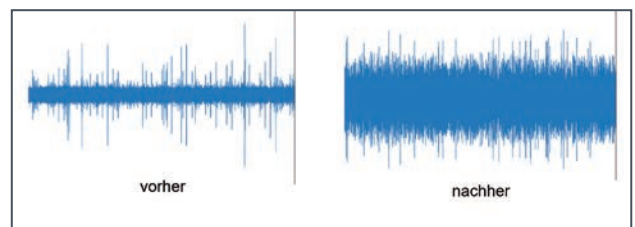
Verkettete Anlagen stellen in der Papierindustrie eine besondere Herausforderung dar. Aufgrund der Größe der Wälzlager und des zeitaufwändigen Wechsels ist eine präventive Instandhaltungsstrategie (= Tausch der Wälzlager auf Basis von Betriebsstunden/Zeit) sehr kostenintensiv. Durch eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie, oder vorausschauende Strategie können erhebliche Kosten eingespart werden. In der vorliegenden Fallstudie wurden Wälzlager mittels **BeepMeep**[®] von Senzoro überwacht, welches akustische Emissionen / Ultraschall im Frequenzbereich von 20 kHz bis zu 700 kHz mit Künstlicher Intelligenz auswertet.

Vergleich „vorher“ und „nachher“

BeepMeep[®] zieht zur Beurteilung von Wälzlagern mehr als 400 verschiedene Faktoren im Zeit- und Frequenzsignal heran. Der „klassische Blick“ auf Bildern von Zeitsignal, Lagerfrequenzen und Frequenzspektrum ist nicht Teil der Analyse. Die Bilder des Zeitsignals dienen daher nur zur Veranschaulichung, um die Sensibilität des Systems zu zeigen.

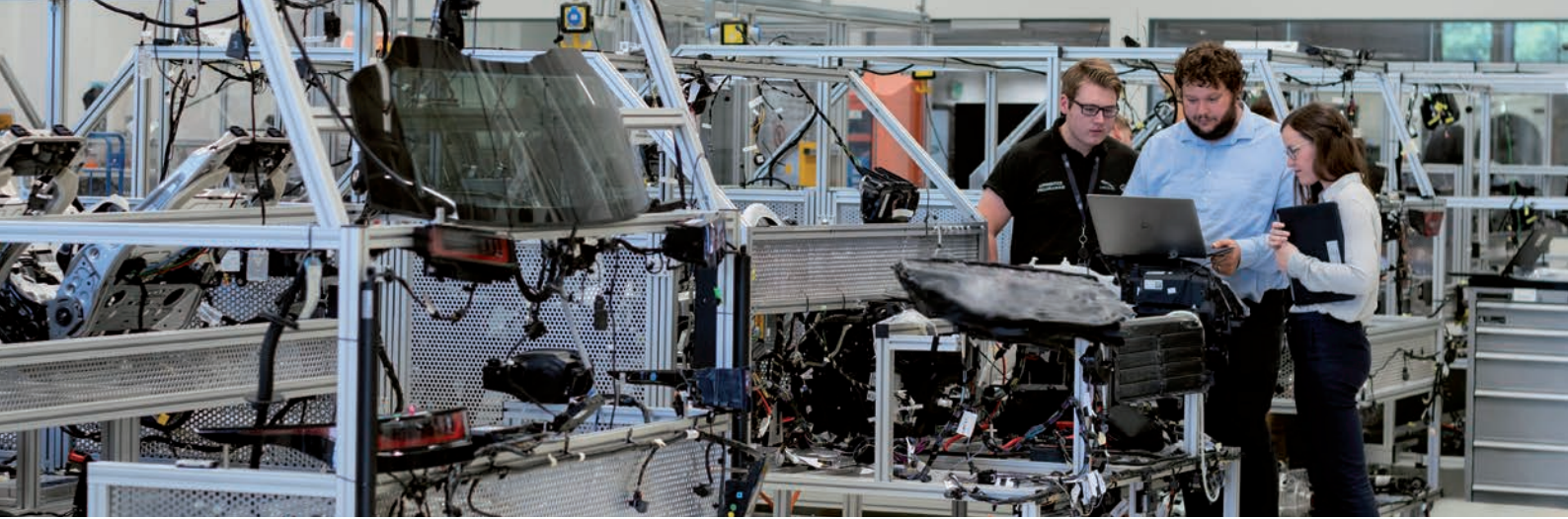
Veranschaulichung der Analyse

Die Künstliche Intelligenz (KI) von **BeepMeep**[®] wurde auf Basis von mehr als 30 000 Wälzlagern trainiert. Dabei wurden über den Zeitraum von mehreren Jahren, viele hundert von Anlagendaten erhoben und KI-konform gespeichert. Die Restlebensdauer des Wälzlagers in der Fallstudie wurde mit weniger als drei Monate deklariert und der Kunde hat sich für einen Tausch entschieden, weshalb auch Daten „vorher“ und „nachher“ zur Verfügung stehen.



Ultraschallsignal im Zeitverlauf „vorher“ / „nachher“

Die hohe Sensibilität von Ultraschall ermöglicht auch die sichere Überwachung von langsamdrehenden Lagern. Die Kombination mit KI erlaubt die automatische und daher effiziente Auswertung ohne Expertenwissen.



Nur sagen was ist oder besser gleich in die Zukunft schauen?

Predictive Maintenance vs. Condition Monitoring - für den Blick in die Zukunft

Das genau ist die Frage und dann doch auch der **Unterschied zwischen Condition Monitoring und Predictive Maintenance**.

Magische Begriffe, die über einen entspannten, reibungslosen Ablauf der Produktion entscheiden, über Lieferfähigkeit und Vertragstreue und auch darüber, was Produktion kosten kann. Grund genug, kurz zu erklären, was sich hinter diesen Begriffen verbirgt.

Die Anlage läuft. Keine Fehlermeldungen, keine Ausfälle. Alles ist fein. Jetzt. In genau diesem Moment. Aber wie wird das morgen sein? Übermorgen? Nächste Woche? Nicht nur für das gute Gefühl wäre es wichtig zu wissen, wie es in der Maschine aussieht, wie der Zustand der Verschleißteile tatsächlich ist, oder? Eine solche Überwachung von Maschinen-Bestandteilen, die nicht sofort mit bloßem Auge (oder nur aufwändig) sichtbar sind, kann mittels eines Sensors erfolgen. Condition Monitoring macht genau das – ein erster Schritt in Richtung Sicherheit, denn, wie der Name schon sagt, wird ein Zustand überwacht: Ein Sensor wird angebracht und meldet, ob das Wälzlager okay ist, das Getriebe oder die Anlage. Probleme werden erkannt und eingeordnet. Ist der Zustand so kritisch, das gehandelt werden muss, kann unmittelbar reagiert werden. Der Schaden wird begrenzt und die Frage, warum es zu dieser Situation gekommen ist, lässt sich ebenfalls klären.

Das Hier und Jetzt – nicht mehr und nicht weniger **Condition Monitoring** trifft also eine Aussage über den Moment – nur eben nicht über die Zukunft. Wie angenehm wäre es, nicht erst dann zu reagieren, wenn schon etwas gerissen, zersplittert oder schlicht verbraucht ist? Es wäre schon gut zu wissen,

wie sich der Zustand der Teile, die in regelmäßigen Abständen ersetzt werden müssen, beispielsweise in der kommenden Woche darstellen wird. Oder in zwei Wochen. In einem Monat.

Predictive Maintenance – für den Blick in die Zukunft. So würde man Zeit gewinnen, um zu agieren – im Voraus und nicht, wenn schon im schlimmsten Fall die Maschinen stehen. Der Anspruch, in die Zukunft schauen zu können, wird erst durch Predictive Maintenance erfüllt. Damit wird eben nicht nur der aktuelle Zustand der Anlagen bestimmt und eingeordnet. Dieses „Ich habe heute gemessen und alles ist in Ordnung“ allein reicht nicht. Predictive Maintenance macht zwar auch genau das, sieht aber gleichzeitig dank einer intensiv trainierten Künstlichen Intelligenz (KI) auch in die Zukunft und ergänzt: „Ich erwarte, dass auch die nächsten drei Monate alles in Ordnung ist, die nächsten sechs Monate ist ebenfalls noch alles bestens, aber die Restlebensdauer beträgt insgesamt nur noch sieben Monate. Also Achtung: Kümmere dich rechtzeitig um die Ersatzteile x,y,z.“

Was der eine kann und der andere noch besser **Warum nicht Condition Monitoring und Predictive Maintenance kombinieren?** Condition Monitoring analysiert im Hier und Jetzt, Predictive Maintenance leistet zusätzlich den Blick in die Zukunft. Wie lange wird etwas noch in Ordnung sein? Wie sieht es mit der Restlebensdauer aus? Predictive Maintenance beantwortet diese Fragen mühelos, verlässlich und kostensparend. Die Produktlebensdauer der Verschleißteile wird maximal ausgenutzt und sicher ausgelotet. Das versetzt Sie in die Lage, rechtzeitig reagieren zu können. Eine gute Idee.

Fallstudie: Detektion von Kavitation

Detektion von Kavitation im Pumpenbereich

Auftretende Kavitation ist einer der Hauptgründe für erhöhten Verschleiß bei Turbinen und Pumpen aller Art. Wenn sich in einer Flüssigkeit an bestimmten Stellen der Anlage Dampfblasen bilden, dann spricht man von Kavitation (Hohlraumbildung). Die Dampfblasen entstehen, wenn der statische Druck in einer Anlage, die Temperatur und der Dampfdruck nicht zueinander passen. Physikalische Vorgänge (auf die hier nicht näher eingegangen wird) führen dazu, dass diese Dampfblasen wieder platzen und wie Mikroexplosionen die Oberflächen von Rotationsblättern in Pumpen und Turbinen angreifen und zerstören. Dieses "Platzen" der Blasen emittiert akustische Emissionen im Ultraschallbereich, wodurch eine Kavitationsüberwachung mittels Ultraschallsensoren realisiert werden kann.



Abbildung 1 – Überblick Speisewasserpumpen

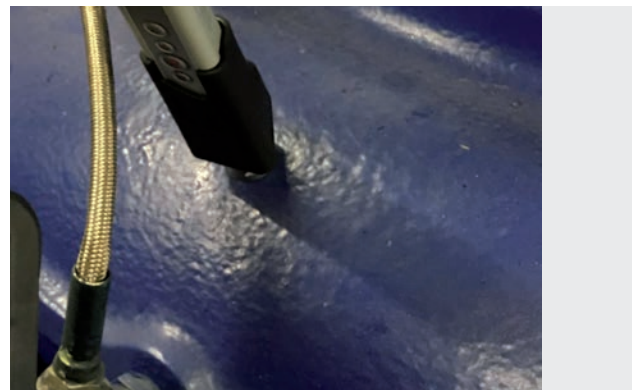
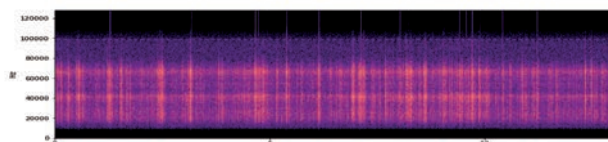


Abbildung 2 – Messung an der Pumpenkammer

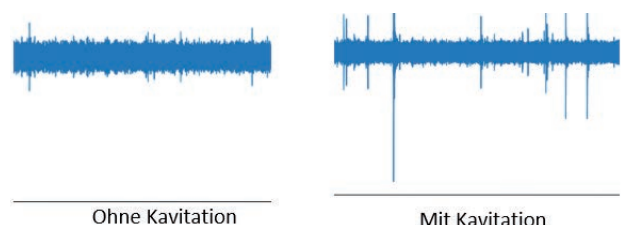
Speisewasserpumpen sind in Heizkraftwerken kritischer Bestandteil der Infrastruktur, da Sie für die kontinuierliche Zufuhr von Wasser verwendet werden. Im Rahmen einer Vorhersage der Restlebensdauer der eingebauten Wälzlager bei Motoren und Pumpen, wurde auch an der Pumpenkammer der Kavitationsgrad ermittelt. Die Messung erfolgt mittels **BeepMeep**® von Senzoro, welches Ultraschallsensoren und Künstliche Intelligenz erstmals kombiniert hat. Die Messergebnisse werden direkt am Tablet angezeigt und lassen sich in moderne Datenbanksysteme integrieren.

Veranschaulichung der Analyse

Die Künstliche Intelligenz (KI) von **BeepMeep**® wurde auf Basis von mehr als 30 000 Wälzlager trainiert. Dabei wurden über den Zeitraum von mehreren Jahren, viele hundert von Anlagendaten erhoben und KI-konform gespeichert. Die Restlebensdauer des Wälzlagers in der Fallstudie wurde mit weniger als drei Monate deklariert und der Kunde hat sich für einen Tausch entschieden, weshalb auch Daten „vorher“ und „nachher“ zur Verfügung stehen.



Spektrogramm mit Kavitation



BeepMeep® ist mit Ultraschallsensoren ausgestattet, welche Frequenzen im Bereich bis zu 700 kHz messen können. Der Messbereich wird je nach Anwendungsgebiet angepasst. Für die Detektion von Kavitation reichen Frequenzen bis 120 kHz aus, das sprunghafte Auftreten von Kavitation ist im obem stehenden Spektrogramm sehr gut sichtbar. Gegenüber konventionellen Methoden (Schwingungsmessung) hat die vorgestellte Methode den Vorteil, die Kavitation direkt (Kavitation = Ultraschall) und nicht nur indirekt (Kavitation verursacht Schwingungen) zu messen. Dadurch werden Fehlalarme eliminiert und eine optimierte Fahrweise ermöglicht. Kavitationsüberwachung mittels Ultraschall stellt somit die fortschrittlichste und sensibelste Art der Kavitationsdetektion dar.

Ohne zu fragen und ohne zuzuhören?

Würden wir nicht fragen und nicht zuhören, wären wir nicht erfolgreich. Das ist Teil unserer gelebten Unternehmenskultur. Für viele andere Unternehmen auch. Und wenn Sie jetzt sagen: ‚Ja, das ist bei uns auch so‘, dann ist das eine gute Nachricht. Aber sicher haben Sie das auch schon erlebt: In einem Pilotprojekt funktioniert alles einwandfrei, alle sind happy. Dann kommt der normale Arbeitsalltag – und mit jedem Tag, wenn die Produktion läuft, eine gute Idee nach der anderen, wie man das im Pilotprojekt für „gut“ befundene Produkt noch besser machen könnte. Aber plötzlich ist da niemand mehr, der auf das, was Sie sich wünschen würden, was Sie vorschlagen, hört. Und jetzt?



Predictive Maintenance ist kein Produkt "von der Stange".

Ihr Feedback zur Verbesserung des Produktes wird nicht gehört? Ja Sie haben sogar den Eindruck, dass Ihre Anregungen als „lästig“ empfunden werden? Natürlich haben Sie sich alle im Vorfeld gut informiert und natürlich auch alles getestet und genau in Augenschein genommen, bevor Sie etwas für die Produktion angeschafft und implementiert haben. Es soll ja alles noch schneller, besser, praktischer laufen. Aber am Ende erfüllt sich Ihr Plan nicht, weil es doch hier und da hakt? Schade ist es, wenn Sie jetzt nicht aktiv verbessern können, oder? So wird das irgendwann auch beim Einsatz von Predictive Maintenance sein: Damit Sie von Predictive Maintenance wirklich profitieren können, wird man Ihnen zuhören müssen. Nur so entwickelt sich etwas daraus, mit dem jeder Instandhalter gerne und jeden Tag erfolgreich für das Unternehmen arbeitet. Predictive Maintenance ist ein komplexes Thema. Digitalisierung ohnehin. Ihre Instandhalter wissen, was in der Produktion gut läuft und wo genau man mit Predictive Maintenance etwas verbessern kann oder sogar muss. Erfolgreiches Predictive Maintenance lebt also von genau dieser Erfahrung Ihrer Fachleute. Aus diesem Grund reagieren wir auf Feedback nicht nur, sondern arbeiten aktiv auf Basis des Feedbacks von Instandhaltern an unserem Produkt und machen es besser. Wir fragen Ihre Instandhalter, was wir besser machen können. Wir hören zu. So entsteht daraus etwas, mit dem man richtig gut Instandhaltung machen kann. Zugegeben – im echten Leben sieht das ehrlicher-

weise meist anders aus: Viele gestandene Konzerne tun sich schwer, mit der Feedbackkultur umzugehen.

Hat ein Großkonzern X ein Produkt im Bereich Predictive Maintenance entwickelt, dann kann das nur perfekt sein. Im besten Fall dürfen Sie Änderungswünsche teuer bezahlen, im schlimmsten Fall wird Ihr Feedback ignoriert. In der Produktion bedeutet das für die Instandhalter, dass sie meist eine vermeintlich gute Lösung von ‚großen Anbietern‘ einfach vorgesetzt bekommen und damit umgehen müssen. Ob sie damit klarkommen, ist vollkommen egal. Ob das überhaupt die passenden Tools und Lösungen sind, ebenfalls.

Junge, vor allem aber agile Unternehmen arbeiten anders: Sie integrieren Feedback rasch und engagiert. Mehr noch: Die Instandhalter sind bereits Teil der Lösung und gestalten ihr eigenes Arbeitsumfeld mit. Man kann auch sagen: Predictive Maintenance und unbewegliche, starre Unternehmen passen nicht zusammen. Agile Unternehmen dagegen finden sich. Predictive Maintenance ist kein Produkt ‚von der Stange‘. Jede Instandhaltung ist ein klein wenig anders, weil auch die Anlagen, die Maschinen, die Abläufe in jedem Unternehmen immer wieder anders sind. Agile Unternehmen können flexible Lösungen, wie unser Predictive Maintenance-Tool **BeepMeep®** gut anpassen.

Sie wollen es genau wissen? Sprechen Sie mit uns!



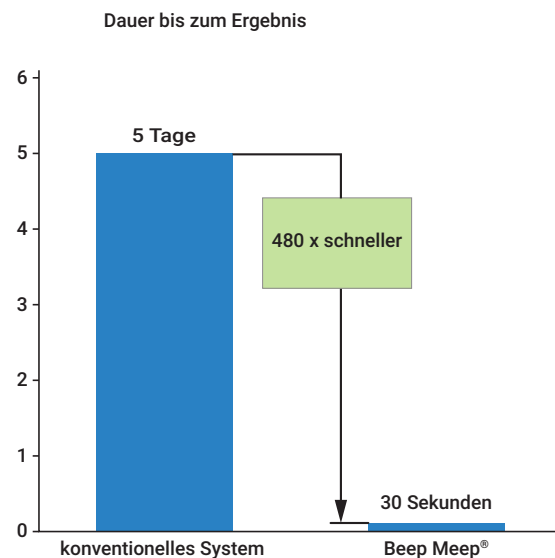
Wer sagt, dass es nicht auch schnell gehen kann?

Jetzt haben Sie sich endlich für eine Predictive Maintenance-Lösung entschieden und dann das: Erst dauerte es eine gefühlte Ewigkeit, bis alles implementiert war, dann gab es dieses kurze, sehr allgemeine Basistraining und übrig geblieben sind im Alltag eine Menge Fragen. So ist das meistens, damit sind Sie also nicht allein. Beruhigt Sie das? Sind Sie deshalb zufrieden? Nein, natürlich nicht – und das ist auch gut so. Schließlich geht es auch ganz anders: Entspannt, schnell und auf den Punkt. Mit Senzoro.

Das Implementieren marktüblicher Predictive Maintenance-Lösungen ist in aller Regel aufwendig und zeitintensiv. Und wir sprechen auch noch gar nicht davon, dass vieles nicht so gut funktioniert, wie das eigentlich versprochen wurde. Um damit umgehen zu können, erhalten die Mitarbeiter nach der Fertigstellung ein Training, das sehr allgemein gehalten und standardisiert ist. Man erklärt beispielsweise auf Basis eines stark beschädigten und eines vollkommen neuen Wälzlagers, wie einfach die beiden zu erkennen und zu unterscheiden sind. Im eigenen Unternehmen ist das dann nicht mehr so einfach. Jetzt kommen die echten Gegebenheiten auf das Team zu. Dann sitzt der Sensor zum Beispiel außen am Gehäuse und es sind schon mal 5 cm Stahlhülle, die es bei den Messungen zu durchdringen gilt. Dann gibt es unterschiedliche Betriebszustände: Im Leerlauf hört sich ein Lager ganz anders an als im laufenden Betrieb – ist das nun gut oder schlecht? Für die Mitarbeiter ergeben sich plötzlich viele, viele Fragen. Und um diese zu beantworten, wird daher gerne eine ergänzende Experten-Schulung angeboten. Und dann noch eine individuelle Schulung.

Dabei ist es egal, ob die Mitarbeiter schon lange im Unternehmen sind oder erst neu dazukommen. Der Anbieter verdient daran zusätzlich, und zwar sehr gut. Sie kennen das Prinzip.

Sollten Sie jetzt sagen, dass es natürlich besser wäre, wenn die Anbieter endlich eine Technologie entwickeln würden, die weniger aufwendig, rasch zu implementieren und einfach und präzise anzuwenden ist, dann geben wir Ihnen recht. Aber was soll's: Das gibt es ja schon...



**Schnell konkrete Messergebnisse inklusive
Handlungsempfehlung – BeepMeep®.**

Fragen und Antworten

Ein Interview zum Thema Überwachungssysteme

Geht ein Wälzlager oder Getriebe unvorhergesehen kaputt, kann das verheerende Folgen haben. Nicht nur, dass plötzlich eine ganze Reihe von Kosten entstehen, die sich im Idealfall hätten vermeiden lassen. Es geht auch um das Thema Liefertreue, mit allem, was damit zusammenhängt. Daher gibt es inzwischen bereits eine ganze Reihe von Überwachungsmöglichkeiten oder auch Frühwarnsysteme, die genau das vermeiden bzw. vermeiden wollen. Die Unterschiede zwischen ihnen sind gravierend.

Hier kommen ein paar Fragen und Antworten dazu.

Überwachungssysteme bieten ganz verschiedene Leistungen an. Was hilft bei der Entscheidungsfindung?

01

Markus Loinig: Geht es dabei um den Vergleich verschiedener Anbieter, um zu einer Entscheidung zu finden, muss genau nachgefragt werden. Es gibt tatsächlich viele Systeme, die eine Überwachung von Anlagenkomponenten anbieten.

Gerne setzen Kunden dabei auf „etablierte“ oder auch „konventionelle“ Systeme – aber was genau ist unter den Begriffen „etabliert“ oder „konventionell“ eigentlich zu verstehen? Stelle ich diese Frage, wird dann meist mit den Schultern gezuckt. Schon weil der Markt der Überwachungssysteme einfach unglaublich groß und damit gleichzeitig unübersichtlich ist. Diese Begriffe werden gerne benutzt, wenn man auf Bekanntes, wie zum Beispiel die Vibrations-technologie setzen möchte. Das kennt jeder, das scheint verlässlich. Aber am Ende ist es doch wichtig, zu wissen, was die Systeme wirklich leisten, wo genau ihre Schwerpunkte sind. Hilfreich ist es deshalb, sich mit den wichtigsten Fragen auseinanderzusetzen, die gleichzeitig die Unterschiede deutlich machen und für Klarheit sorgen.

Überwachungssysteme bieten ganz verschiedene Leistungen an. Was hilft bei der Entscheidungsfindung?

02

Markus Loinig: Geht es dabei um den Vergleich verschiedener Anbieter, um zu einer Entscheidung zu finden, muss genau nachgefragt werden. Es gibt tatsächlich viele Systeme, die eine Überwachung von Anlagenkomponenten anbieten.

Gerne setzen Kunden dabei auf „etablierte“ oder auch „konventionelle“ Systeme – aber was genau ist unter den Begriffen „etabliert“ oder „konventionell“ eigentlich zu verstehen? Stelle ich diese Frage, wird dann meist mit den Schultern gezuckt. Schon weil der Markt der Überwachungssysteme einfach unglaublich groß und damit gleichzeitig unübersichtlich ist. Diese Begriffe werden gerne benutzt, wenn man auf Bekanntes, wie zum Beispiel die Vibrations-technologie setzen möchte. Das kennt jeder, das scheint verlässlich. Aber am Ende ist es doch wichtig, zu wissen, was die Systeme wirklich leisten, wo genau ihre Schwerpunkte sind. Hilfreich ist es deshalb, sich mit den wichtigsten Fragen auseinanderzusetzen, die gleichzeitig die Unterschiede deutlich machen und für Klarheit sorgen.



Mit „konventionellen“ oder „etablierten“ Systemen ist oftmals eine Technologie gemeint, die auf der Erfassung von Vibrationen basiert. Ist das der beste Weg?

03

Markus Loinig: Die Vibrationstechnologie basiert auf Erfahrung und daraus folgend auf einer grundsätzlichen Annahme: Droht ein Wälzlagerschaden, geht ein Getriebe kaputt, dann fängt es an mehr zu vibrieren, dann steigt in aller Regel also der Vibrationswert. Ein Schwellenwert wird überschritten. So weiß ich, das Getriebe oder das Wälzlager droht kaputt zu gehen. Das lässt sich ja auch ganz einfach feststellen bzw. messen. Es gibt nur ein Problem, das meist übersehen wird: umgekehrt funktioniert diese Annahme nicht. Ein Anstieg der Vibrationen bedeutet im Umkehrschluss keineswegs zwingend, dass ein Wälzlagerlagerschaden droht. Tatsächlich gibt es gleich mehrere Ursachen für Vibrationen und, da sie die Eigenschaft haben, sich auszubreiten und gerne lange Distanzen überwinden, muss man folgerichtig immer wieder mit einem Fehlalarm rechnen.

Was genau führt denn beispielsweise zu einem Fehlalarm?

04

Markus Loinig: Die Situation ist so einfach wie nachvollziehbar: Stehen in einer Fabrik mehrere Anlagen nebeneinander, überlagern sich zum Beispiel Vibrationen. Vielleicht fährt ein Staplerfahrer mal eben vorbei? Ändern sich Betriebszustände wie zum Beispiel Drehzahlen oder wechselnde Lasten auf Wälzlager, oder gibt es andere Störquellen wie Unwuchten oder Ausrichtungsprobleme? All das lässt Vibrationswerte ansteigen und bringt Vibrationssensoren dazu, plötzlich erhöhte Vibrationswerte zu erfassen. Ganz normal, oder? Also ja, es gibt eine Menge verschiedener Quellen für Vibrationen. Die haben aber rein gar nichts mit einer Verschlechterung Ihrer Komponente zu tun.

Aber wir sprechen doch hier über eine „etablierte“ Technologie – bewährt und eingeführt. Grundsätzlich funktioniert doch alles, oder?

05

Markus Loinig: Die kurze Antwort lautet: Ja, diese Technologie funktioniert – aber wirklich verlässlich nur da, wo die Umgebungssituation klar umrissen und einfach gestaltet ist. „Einfach“ bedeutet in dem Fall, durch einen Anstieg in den Vibrationen kann auch wirklich eindeutig auf eine Verschlechterung des Wälzlagers oder Getriebes geschlossen werden.

Fragen und Antworten

Wo funktionieren diese Technologien denn dann wirklich gut?

06

Markus Loinig: In der Regel dort, wo die zu überwachenden Bestandteile wie z.B. das Wälzlager oder das Getriebe maximal isoliert von anderen, parallelen Vibrationsquellen und in nahezu konstanter Drehzahl arbeiten. Konstante Drehzahl deshalb, weil unterschiedliche Drehzahlen ebenfalls unterschiedliche Vibrationswerte verursachen. Also – hat man diese speziellen, stabilen Rahmenbedingungen, wird man in der Realität auf viele Unternehmen treffen, die mit „konventionellen“ Überwachungssystemen gute Erfahrungen und wiederum andere, die schlechte Erfahrungen gemacht haben. Diese „guten“ oder „schlechten“ Erfahrungen bedeuten übersetzt: Die Technologie „funktioniert“ nahezu reibungslos dort, wo sie in einfachen, stabilen Umgebungen eingesetzt wird. Und sie „funktioniert“ eben nicht unter komplexen Bedingungen – diese Technik kann keine guten Dienste leisten, weil man beispielsweise ein beschädigtes Wälzlager nicht zuverlässig detektieren kann.

Auf welche Technologien könnte man denn setzen, wenn man eben keine einfachen, stabilen Umgebungsbedingungen hat?

07

Markus Loinig: Die gerade beschriebenen Themenstellungen haben dazu geführt, dass zum Beispiel die NASA seit Jahrzehnten für die Überwachung ihrer Wälzlager eine andere Technologie einsetzt. Sie setzt auf die Erfassung von Ultraschallfrequenzen oder auch akustischen Emissionen. Ein vollkommen anderer Ansatz. Eine Studie hat gezeigt, dass Fehler bei Wälzlagern mit keiner anderen Technologie früher erkannt werden können. Der technologische Fortschritt macht es möglich, dass man diese Technologie nun auch in der Breite einsetzen kann. Die Sensorik ist bezahlbar geworden. Und verbindet man diese Technologie jetzt noch mit Innovationen im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) ergeben sich unschlagbar vorteilhafte Einsatzmöglichkeiten. Wir sprechen dann nicht mehr nur vom Condition Monitoring, sondern vielmehr von Predictive Maintenance in seiner besten Form.

Was genau leistet Predictive Maintenance?

08

Markus Loinig: Predictive Maintenance sorgt nicht nur für den genauen Blick auf die aktuelle Situation. Diese Technik kann auch in die Zukunft sehen. Sie beantwortet zum Beispiel die Frage, wie lange ein Wälzlager bspw. seine Aufgabe noch erfüllen wird. Das vorhin bereits erwähnte Thema Restlebensdauer. Predictive Maintenance gibt hier verlässlich Antworten. Das spart Kosten, denn die Produktlebensdauer eines solchen Lagers wird maximal und vor allem sicher ausgenutzt. So kann man als Unternehmen rechtzeitig reagieren, und vermeidet Ausfälle. Man ist also auf der sicheren Seite. Eine klare Empfehlung, würde ich sagen.



Senzoro GmbH · Marokkanergasse 7
1030 Wien

www.senzoro.com
info@senzoro.com

