

Whitepaper

Vorausschauende Wartung

So ebnet eine innovative Instandhaltungsstrategie
den Weg für die Zukunft Ihres Unternehmens

Alle Teile des Erfolgs



Executive Summary – Vorausschauende Wartung sichert Umsatz und Erfolg

Als **kleines** oder **mittelständisches Unternehmen** (KMU) der industriellen Fertigung wissen Sie es sehr gut: Ungeplante Stillzeiten und Ausfälle Ihrer Maschinen und Anlagen beinhalten ein hohes Risiko für Ihren Geschäftserfolg. Gerät die Produktion ins Stocken und können Sie Ihre Lieferverträge nicht einhalten, kann dies zu **Regressforderungen**, **Strafzahlungen** oder **Auftragsverlusten** führen.

Gut **gewartete Maschinen** und **Anlagen** sind daher ein **wichtiger Baustein**, um den Fortbestand Ihres Unternehmens zu sichern. Jedes Unternehmen der industriellen Fertigung braucht deshalb eine **Instandhaltungsstrategie**, die Stillzeiten minimiert, unerwartete Ausfälle und die damit verbundenen Extrakosten vorausschauend verhindert.

Bestand diese Strategie früher vor allem aus **regelmässigen Wartungsintervallen** und «reparieren, wenn etwas kaputt ist», gehen neben grossen Konzernen nun auch verstärkt KMU dazu über, mithilfe moderner **Sensoren**, **Messgeräten** und **künstlicher Intelligenz** vorausschauend zu warten. Sie können so mögliche Ausfallgründe schon frühzeitig erkennen und unerwartete Ausfälle, wie auch Stillstandszeiten durch überraschende Reparaturen, verhindern. Das Zauberwort: Predictive Maintenance – Vorausschauende Wartung.

Dieses **Whitepaper** erklärt Ihnen, wie Sie in der industriellen Fertigung die Möglichkeiten der Digitalisierung für eine **vorbeugende** und **vorausschauende Wartungsstrategie** nutzen.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorausschauende Wartung & Instandhaltung in der Fertigung	4
Verluste durch Produktionsausfall: Zahlen und Fakten	5
Produktionsausfälle als Kostentreiber	6
2. Step 1: Von Reactive Maintenance zu Preventive Maintenance	7
3. Step 2: Preventive Maintenance – Planbarkeit statt Blindflug	8
4. Step 3: Predictive Maintenance: Echtzeitdaten für die optimale Wartung	9
Preventive vs. Predictive Maintenance	9
Funktionsweise der Predictive Maintenance	10
Vorteile von Predictive Maintenance	10
5. Preventive und Predictive Maintenance in der Praxis	12
Die Vibrations- oder Schwingungsanalyse	13
Die Infrarotanalyse	14
Die Stromkreisüberwachung	15
6. Best Practices	17
7. Resümee	18
Quellen	19

Vorausschauende Wartung & Instandhaltung in der Fertigung

Jeder ungeplante Ausfall kostet Geld. Im schlimmsten Fall sind Ersatzteile nicht sofort verfügbar und Maschinen und Anlagen stehen über Tage oder Wochen still. Doch wer die Signale für einen drohenden Ausfall sieht, bevor es zum tatsächlichen Ausfall kommt, kann **rechtzeitig Ersatzteile** ordern und ausserplanmässige Instandhaltungen so terminieren, dass die Produktion nicht oder nur wenig gestört wird.

Die Herausforderung vergangener Generationen: Maschinen und Anlagen waren Black Boxes. Man konnte ja nicht hineinschauen. Materialermüdung, beschädigte Teile oder andere Verschleisserscheinungen an den Komponenten wurden erst bei einer planmässigen Wartung entdeckt – oder eben durch einen plötzlichen Maschinenausfall, der die gesamte Produktion lahmlegte.

Heute weiss man sehr genau, wie man solche unangenehmen Überraschungen vermeidet: mit **Sensoren und Lösungen**, die schon kleinste Veränderungen im **Inneren der Maschinen** erkennen. Sie ermöglichen es, ein beschädigtes Teil auszutauschen, bevor es zum Maschinenstillstand kommt oder infolge des Ausfalls eines einzelnen Teils weitere Komponenten beschädigt werden. Viele dieser Sensoren lassen sich auch in Maschinen aus der vor-digitalen Zeit einbauen – das sogenannte Retrofitting.

Und mag zunächst auch eine **Investition in die Entwicklung** einer **vorausschauenden Wartungsstrategie** und den Einbau von Sensoren und Lösungen nötig sein, werden Kosten langfristig gesenkt und man spart als Unternehmen am Ende sehr viel Geld. Man vermeidet nicht nur ungeplante Ausfälle, sondern steigert auch die Lebensdauer seiner Maschinen.

Für jedes **zukunftsorientierte Unternehmen** der industriellen Fertigung ist es überlebenswichtig, traditionelle Wartungsarbeiten durch innovative Strategien weiterzuentwickeln. Es wird Zeit für eine Predictive-Maintenance-Strategie.

Verluste durch Produktionsausfall: Zahlen und Fakten

80%

Wissen Sie eigentlich genau, was **eine ungeplante Stunde** Ausfall in der Produktion Ihr Unternehmen kostet? Wenn ja, dann gehören Sie zu einer Minderheit. Denn obwohl Produktionsausfälle in der industriellen Fertigung eine der **grössten Kostentreiber** sind und sogar zum **Geschäftsrisiko** werden können, wissen viele Unternehmen nicht, wie viel genau sie eine Stunde Stillstand kostet: Laut der International Society of Automation (ISA) können **80 Prozent der Unternehmen** die Kosten von Produktionsausfällen nicht korrekt einschätzen [1].



Wie hoch die tatsächlichen **Verluste bei einem Stillstand** sind, hängt massgeblich von Unternehmensgrösse und -branche sowie vielen individuellen (Kosten-)Faktoren ab. Oft werden die Folgen drastisch unterschätzt. Denn wenn die Produktion durch eine ausgefallene Maschine oder Anlage stillsteht und die Behebung des Fehlers lange dauert, schiessen die Kosten in die Höhe. «Da kommen schnell Kosten von **mehreren hundert Euro je Stunde und Anlage** zusammen. Es gibt Firmen, die durch ungeplante Maschinenstillstände Kosten in fünfstelliger Höhe und mehr im Jahr haben», so Jan Dornbach, Instandhaltungsdienstleister [2].

50%

Laut einer Senseye-Studie mit 56 grossen Unternehmen aus Produktion und Fertigung sind die Ausfallkosten seit 2020 stark angestiegen – 2022 waren **ungeplante Ausfälle** mindestens **50 Prozent teurer** als noch 2019/2020. Ein Werk verliert durchschnittlich 25 Stunden Produktionszeit im Monat durch ungeplante Stillstände. Besonders betroffen ist die Automotive-Industrie – hier kostet eine Stunde Produktionsausfall das Unternehmen mehr als 2 Millionen US-Dollar.

11%

Insgesamt gehen rund **11 Prozent des Jahresumsatzes** durch Produktionsausfälle verloren, so Senseye [3].

5%

Nach einer eMaint-Studie verliert eine Fabrik mindestens **5 Prozent** ihrer Produktionskapazität durch Ausfallzeiten, viele sogar bis zu **20 Prozent**. Die Automotive-Industrie sowie die Metallverarbeitung verzeichnen aufs Jahr gerechnet am meisten Downtime [4].

Produktionsausfälle als Kostentreiber

Wie gesagt, jede Minute, in der die Produktion stillsteht, kostet bares Geld – in dieser Zeit wird kein Output produziert und kein Gewinn realisiert, die Fixkosten (z.B. für Personal und Unterhaltung des Produktionsstandorts) fallen aber weiterhin an. Nimmt die **Fehlersuche** oder die **Ersatzteilbeschaffung** zudem **viel Zeit** in Anspruch, werden die Kosten weiter in die Höhe getrieben. Ausserdem kommen weitere Ausgaben für die Behebung von Störungen und Fehlern hinzu, die oft unterschätzt werden:

Personal- oder Servicekosten	Verlust von Verkaufschancen	Lange Wartezeiten oder Lieferschwierigkeiten
Rufschädigung	Anfallende Überstunden	Regresszahlungen

Fatalerweise liegen die häufigsten Gründe für einen ungeplanten Stillstand meist in den Strukturen der Unternehmen selbst.

Denn oft...

- herrscht keine oder mangelnde Transparenz über den Zustand der Maschinen vor.
- sind Services schlecht geplant.
- kommt es zu einer mangelhaften Instandhaltung aufgrund von fehlendem Know-how oder Tools.
- treten immer wieder individuelle Fehler der Mitarbeitenden auf.
- stehen falsche oder minderwertige Ersatzteile zur Verfügung.

Für jedes Unternehmen und speziell für KMU ist entscheidend, all diese Faktoren einzukalkulieren, um die wahren Kosten eines Produktionsausfalls berechnen zu können. Die Berechnung der Kosten ist eines – der Idealfall ist jedoch deren Vermeidung.
Der Schlüssel dazu: die smarte Optimierung von Instandhaltungs- und Wartungsprozessen.



Step 1: Von Reactive Maintenance zu Preventive Maintenance

Viele Fertigungsunternehmen und besonders kleine Unternehmen setzen neben ihren regelmässigen Wartungsintervallen bislang noch auf eine **Reaktive Wartung (Reactive Maintenance)**. Das Prinzip ist einfach: Eine ausserplanmässige Reparatur erfolgt erst dann, wenn eine Maschine oder Anlage nicht mehr einsatzbereit ist. Diese Wartungsmethode kommt aus einer Zeit, in der Maschinen weniger komplex waren, wodurch Ausfälle eher selten auftraten und die Reparatur vergleichsweise einfach war. Zudem gab es weder moderne Sensoren, noch die Möglichkeit, deren Daten weiterzuverarbeiten, die erst mit der zunehmenden Digitalisierung Einzug nahm.

Heutzutage ist die Reactive Maintenance durch die zunehmend **komplexeren Produktionsanlagen** und die fortschreitende digitale Vernetzung von Maschinen in der Regel nicht mehr die effektivste und kostengünstigste Instandhaltungsmethode. Der grösste Nachteil: keine Planbarkeit.

Ausfälle können mit Reactive Maintenance nicht antizipiert werden und treten im schlimmsten Fall dann auf, wenn die Lage aufgrund vieler Aufträge oder Personalmangel sowieso schon angespannt ist. Zudem können Personaleinsätze und die Vorratshaltung von Ersatzteilen nicht geplant und zusammengelegt werden, was auf Dauer **sehr kostenintensiv** ist. Eine bessere Planbarkeit und effektive Kosteneinsparungen sind dagegen mit der **Vorbeugenden Wartung (Preventive Maintenance)** möglich.

Step 2:

Preventive Maintenance – Planbarkeit statt Blindflug

Mit der Preventive Maintenance agieren Unternehmen **proaktiv**. Ziel ist, Ausfälle vorherzusehen und Wartung sowie Instandhaltung zu betreiben, bevor es zu einem **Produktionsstillstand** kommt. Dazu werden Wartungseinsätze so eingeplant und durchgeführt, dass sie einerseits so **effizient** wie möglich sind und andererseits eine Maschine nur noch mit **geringer Wahrscheinlichkeit** ausfällt oder nicht mehr einsatzbereit ist.

Diese Methode ermöglicht also eine **enorme Kosteneinsparung** im Vergleich zur reaktiven Instandhaltung. Laut dem Leitfaden zu Betriebs- und Instandhaltungspraktiken sparen Unternehmen Schätzungen zufolge durch eine vorbeugende Wartung rund zwölf - 18 Prozent an Kosten ein [5].

Vorteile und Vorgehen bei Preventive Maintenance

Neben der wichtigen Kostenersparnis gehen mit der Preventive Maintenance weitere Vorteile einher:

- Die Lebensdauer von Anlagen wird verlängert.
- Weitere Folgen eines Ausfalls wie Zusatzkosten oder Rufschädigung werden verhindert.
- Die Reparaturkosten werden reduziert.
- Die Arbeitssicherheit des Personals kann gewährleistet werden.
- Mehrere Serviceeinsätze können zusammengelegt werden.
- Bei der Ersatzteillagerung werden ein besserer Überblick und geringere Kosten ermöglicht.

Für die Planung von Preventive Maintenance können **verschiedene Ansätze** herangezogen werden. Bei der **zeitbasierten Methode** greifen Unternehmen auf eigene Erfahrungswerte zurück. Wartungseinsätze werden auf Basis vergangener Zeiträume geplant, innerhalb derer Störungen oder Ausfälle aufgetreten sind (Mean Time Between Failures). Dagegen berücksichtigt die **nutzungsbasierte Methode** Werte wie die Anzahl der Zyklen oder die Laufzeit einer Maschine, also die tatsächliche Nutzung und der daraus resultierende Verschleiss.

Ganz gleich, welcher Ansatz genutzt wird: Am Ende werden **Wartungspläne** eingesetzt, anhand derer in **wiederkehrenden Intervallen** die Wartung durchgeführt wird. Ausserdem gehört die **regelmässige Inspektion** von Maschinen dazu. Zur Steuerung der Wartungsprozesse, von der Planung über die Terminierung der Serviceeinsätze bis hin zur Nachverfolgung und Optimierung, wird meist eine sogenannte CMMS-Software genutzt (Computerized Maintenance Management System oder computergestütztes Instandhaltungsmanagementsystem).



Tieferegehende Informationen zum Einsatz von Wartungsplänen, und was Sie dabei beachten müssen, finden Sie auch in unserem **Ratgeber** **«Wartungspläne für die Wartung Ihrer Maschinen & Anlagen»**.

Step 3: Predictive Maintenance: Echtzeitdaten für die optimale Wartung

Preventive vs. Predictive Maintenance

Preventive Maintenance setzt auf Kontrollen in regelmässigen Intervallen, unabhängig vom tatsächlichen Zustand der Maschinen und Anlagen. Dabei stützt sich das Servicepersonal auf Best Practices und historische Daten. Je genauer ein Unternehmen seine Anlagen kennt, desto präziser können die Serviceeinsätze terminiert werden. Die optimalen (theoretischen) Wartungszeiträume, die bei Preventive Maintenance festgelegt werden, können aber lediglich eine Annäherung an die Realität schaffen. Hier liegt auch die grösste Herausforderung: Erfolgt die Wartung zu früh, steigen die Kosten an und entstehen unnötige

Ausfallzeiten, sind die Wartungsintervalle zu lang, steigt das Risiko für Produktionsausfälle.

Predictive Maintenance hingegen basiert nicht auf Schätzungen der Nutzungs- und Verschleisszeiträume, sondern auf Echtzeitdaten der Maschinen. Durch die Auswertung von Echtzeitdaten kann der optimale Wartungszeitpunkt sehr präzise bestimmt werden – Reparaturen finden gezielt statt, Stillstandszeiten fallen im Vergleich zu anderen Instandhaltungsmethoden um 25 bis 30 Prozent kürzer aus [5].

Mit Predictive Maintenance umgehen Unternehmen auf diese Weise das Risiko, Teile entweder zu früh auszutauschen (was zu hohen Wartungskosten führt) oder durch eine zu späte Wartung einen Stillstand zu verursachen.



Quelle: <https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>

Vorteile von Predictive Maintenance



weniger
Arbeitsunfälle



optimierte
Ressourcenplanung



längere Lebensdauer
der Ausrüstung



verbesserte
Produktion



geringere
Wartungskosten



geringere
Ausfallzeiten

Funktionsweise der Predictive Maintenance

Bei dieser Wartungsmethode ist die Ausstattung der Maschinen mit **digitalen Sensoren, Messgeräten** und weiteren **Analysewerkzeugen** nötig, die alle relevanten Daten in Echtzeit erfassen. Anschließend erfolgt die Speicherung aller Daten und vor allen Dingen deren Auswertung.

Als Basis spielt im Rahmen einer exakten elektronischen Zustandsüberwachung zudem das **«Condition Monitoring»** eine entscheidende Rolle – besonders, wenn es sich um elektrische Parameter handelt, die sich verändern oder wenn eine Veränderung nur sehr langsam stattfindet. Zu diesem Thema finden Sie weitere Informationen auch in unserem Ratgeber «Condition Monitoring: Die kontinuierliche Zustandsüberwachung von Maschinen und Anlagen».

Aufgrund der riesigen Datenmengen kommen weitere **Technologien** wie **Künstliche Intelligenz (KI)** und **Machine Learning (ML)** zum Einsatz. Sie berechnen die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Maschinen auf Basis der verfügbaren Sensoren-Daten. Wird eine **Anomalie** erkannt, wie zum Beispiel leichteste Vibrationsänderungen im Inneren der Maschine, erhält das Serviceteam eine **Warnung**, noch bevor der Stillstand eintritt.

Ein weiterer **Vorteil dieser Methoden**: Es ist direkt bekannt, an welcher Stelle die Fehlfunktion oder der Verschleiss auftritt und es steht ausreichend Zeit zur Verfügung, um die Maschine zu reparieren oder Einzelteile zu ersetzen, **bevor eine Ausfallzeit** eintritt. Zudem ist eine regelmäßige Zustandswartung, die auf Dauer teuer ist, nicht mehr nötig.

Viele Unternehmen haben bereits das enorme Potenzial von **Predictive Maintenance** erkannt: Laut einer Studie von BearingPoint beschäftigen sich **75 Prozent** der befragten Firmen mit diesem Wartungsansatz und jede dritte Firma hat bereits Projekte über die Pilotphase hinweg umgesetzt. Trotzdem besteht nach wie vor Nachholbedarf: Seit 2017 hat der durchschnittliche Reifegrad zwar zugenommen, jedoch geben nur **4 Prozent** an, dass sie das Potenzial der **prädikativen Wartung** in ihrem Unternehmen voll ausschöpfen.

In einem Punkt sind sich jedoch alle einig: Die Investitionen lohnen sich. Die umgesetzten Projekte haben zu einer **Kostenreduktion** von mehr als zehn Prozent geführt, indem Maschinen- und Anlagenstillstände sowie Wartungskosten minimiert wurden [6]. Die Boston Consulting Group beziffert die Reduktion von **ungeplanten Ausfallzeiten** durch Predictive Maintenance mithilfe von Data Science und KI sogar auf **20 bis 40 Prozent** und die Senkung der Gesamtbetriebskosten um 10 Prozent [7].



Preventive und Predictive Maintenance in der Praxis

In nahezu jeder industriellen Fertigung gilt es **elementare Maschinen- und Anlagenteile** zu überprüfen. Einen hohen Anteil nehmen hierbei die Vibrations- oder Schwingungsanalyse, die Infrarotanalyse und die Stromkreisüberwachung ein.

Die Vibrations- oder Schwingungsanalyse

Rotierenden Komponenten, zum Beispiel bei **Motoren, Pumpen** und **Getrieben**, kommt bei der Vermeidung von Maschinenausfällen ein hoher Stellenwert zu. Umso wichtiger ist deren Kontrolle und Überwachung, in Form von **Schwingungs- oder Vibrationsanalysen**.

Bei der **Schwingungsanalyse** werden Vibrationen gemessen und analysiert, die von einer Maschine oder einem Bauteil ausgehen. Diese werden mit dem normalen Schwingungsmuster abgeglichen. Wird eine **Anomalie** entdeckt, kann diese auf Probleme wie zum Beispiel Unwuchten, Ausrichtungsfehler, Verschleiss oder Reibung hinweisen, welche langfristig zur Beeinträchtigung und zum Versagen der Maschine führen. So können **rechtzeitig Gegenmassnahmen** ergriffen werden.

Mit einem **Schwingungsmesser/Schwingungsmessgerät** kann die Vibrationsanalyse zuverlässig durchgeführt werden. Diese hochempfindlichen, externen Sensoren werden meist über einen **Magnetsockel an der Maschine** befestigt. Sie erlauben sogar unter sehr beengten Bedingungen oder an schwer zugänglichen Orten eine zuverlässige Analyse des Schwingungsverhaltens, deren **Ergebnisse** dann direkt auf dem **Display** angezeigt werden.

Beispiele für präzise Schwingungsmesser:
conrad.ch/schwingungsmesser



Voltcraft
VBM-85 Schwingungsmesser

Die Infrarotanalyse

Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet der Preventive und Predictive Maintenance ist die Überwachung der Temperaturen von Maschinenteilen. Hierbei kommt eine **Infrarotanalyse** oder auch **Infrarotspektroskopie** zum Einsatz, mit deren Hilfe die Temperatur einer Anlage gemessen und überwacht wird. Die Infrarotanalyse eignet sich besonders gut für **bewegte Teile**. Eine erhöhte Reibung bei Gelenken und Kugellagern kann so frühzeitig und noch vor dem Ausfall der Teile erkannt werden.

Gemessene Auffälligkeiten geben Aufschluss darüber, ob eine Inspektion und/oder Wartung nötig ist. Die Infrarotanalyse kann für verschiedene Maschinen genutzt werden – einzige **Voraussetzung** ist, dass genug messbare Wärme abgegeben wird. **Weiterer Vorteil:** Die Analyse ist berührungsfrei möglich, was für mehr Sicherheit des Wartungspersonals sorgt.

Hierbei kommen **Wärmebildkameras** zum Einsatz, auf deren Displays Hotspots direkt erkennbar sind und deren Objekttemperaturbereich von **-20 bis zu 500** oder sogar **600 Grad Celsius** reicht. In diesem Fall macht es durchaus Sinn, bei kritischen Maschinenteilen die Bilder der Wärmebildkamera inkl. Temperaturangaben zu archivieren.

Dann ist ein **Vergleich** des aktuellen Zustandes mit vorherigen Situationen möglich. Das erhöht die Aussagekraft der aktuellen Messung.

Beispiele für hochwertige Wärmebildkameras:
conrad.ch/waermebildkameras



Testo
868s Wärmebildkamera

Die Stromkreisüberwachung

Die kontinuierliche **Überwachung der Stromkreise** ist für die Funktionstüchtigkeit von Maschinen und Anlagen essenziell. Nur so können Überlastungen und mögliche Kurzschlüsse vermieden werden. Hierfür werden **Schutzschaltgeräte** eingesetzt, die bei einer Überlast oder einem Kurzschluss den betreffenden Stromkreis erkennen und diesen vom Netz trennen.

Kommunikative Schutzschaltgeräte kontrollieren zudem laufend Anlagen sowie Maschinen und geben einen **Alarm an das Servicepersonal** aus, wenn ein voreingestellter Grenzwert, zum Beispiel bestimmte Strom- und/oder Leistungswerte, überschritten wird. Daraufhin kann eine Inspektion und/oder Wartung vorgenommen werden. Ausserdem dienen die Geräte zur

Kontrolle der Stromversorgung einer Maschine, wodurch die **Anlagenverfügbarkeit** massgeblich gesteigert wird. Somit erhält man volle **Transparenz** bis in den Endstromkreis.

Die Basis der Stromkreisüberwachung bilden **kommunikative Leitungsschutzschalter** mit integrierter Differenzstromüberwachung. Diese Geräte werden **drahtlos** mit einem Datentransceiver (Powercenter 1000) verbunden. Der **Datentransceiver** sammelt die Messwerte und übermittelt sie für die Analyse an Endgeräte wie einen PC oder ein Mobilgerät oder an eine übergeordnete **IoT-Schnittstelle**.

Beispiele für Datenerfassungsmodule und Schutzschalter



Siemens
7KN1110-OMC00
Powercenter 1000



Siemens
5SL6016-6MC
Leitungsschutzschalter 5SL6 COM



Siemens
5SL6016-6MF
Leitungsschutzschalter 5SL6
COM RCM



Siemens
5SV6016-6MC16
Brandschutzschalter
5SV6 COM

Verschiedene Möglichkeiten der Stromkreisüberwachung



Best Practices

Die Einführung oder der Übergang zu Predictive Maintenance stellt viele Unternehmen zunächst vor grosse Herausforderungen. Hersteller wissen oftmals nicht, wo sie anfangen sollen oder wie sie den grössten Nutzen aus der Wartungsoptimierung ziehen können. Auf der Suche nach den optimalen Möglichkeiten können diese Best Practices helfen:



Projektpläne helfen

Wie bei jeder **Einführung neuer Systeme** gilt es auch bei Predictive-Maintenance-Lösungen, einen detaillierten **Projekt- und Aktionsplan** zu erstellen. Hierbei werden die Ziele spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und mit einer klaren Terminierung formuliert (SMART Methode). Durch das **permanente Controlling** der Fortschritte können die **Mitarbeitenden** zudem die neuen Anforderungen leichter annehmen und neue Skills schrittweise lernen.



Weniger ist mehr

Statt einer kompletten Umrüstung auf Predictive-Maintenance-Lösungen, die auf Machine Learning basieren, ist es sinnvoll, mit **kleinen Pilotprojekten** zu starten. Ein optimaler **Start** ist, mit ein oder **zwei besonders geeigneten Maschinen** zu beginnen, anhand derer Kenntnisse aufgebaut und Erfahrungen gesammelt werden können.



Weitermachen und skalieren

Sobald sich das **Pilotprojekt** als erfolgreich erwiesen hat, gilt es **direkt weiterzumachen**. Die gute Nachricht ist, dass Predictive-Maintenance-Lösungen schnell skaliert werden können. Innerhalb von **sechs bis zwölf Monaten** kann sich ein Unternehmen von ein paar vernetzten Maschinen zu einer intelligenten Fabrik entwickeln.



→ Resümee

Für KMU in der industriellen Fertigung ist die Weiterentwicklung der Wartungsstrategien ein **essenzieller Faktor** für die Wettbewerbs- und Anpassungsfähigkeit. Veralterte Instandhaltungsmethoden wie **Reactive Maintenance** reichen bei der **Komplexität und Vernetzung** moderner Produktionsanlagen bei Weitem nicht mehr aus und lassen die **Kosten** schnell in die Höhe schiessen.

Auch wenn die Einführung Unternehmen vor neue **Herausforderungen** stellt, werden sie sich demgegenüber mittel- und langfristig nicht verschliessen können. Kurzum: Die **Digitalisierung** ist gekommen, um zu bleiben. Und nur, wer jetzt schlau in seine **Wartungsstrategie** investiert, macht seinen Betrieb **zukunftssicher und wettbewerbsfähig**.

Für diejenigen, die keine Zeit verlieren möchten, empfehlen wir einen direkten Blick auf zahlreiche Komponenten und deren Einsatz, die Ihnen den Einstieg erleichtern:

- Optimal gerüstet für Wartung, Fertigung und Sicherheit: Vorhersehen, handeln, profitieren – ein Überblick
- Messwerkzeuge, Umweltmesstechnik, Test- & Prüfgeräte und vieles mehr: Vorausschauende Wartung in der Praxis
- Qualität in der industriellen Fertigung: Ohne die perfekte Grundausstattung geht nichts

Quellen

[1] ISA: How Much Is Plant or Facility Downtime Costing You?

<https://blog.isa.org/downtime-factory-plant-industrial-costs-risks>

[2] LokalPlus: «Jede Stunde Maschinenstillstand kostet ein Unternehmen bares Geld»

<https://www.lokalplus.nrw/olpe/jede-stunde-maschinenstillstand-kostet-ein-unternehmen-bares-geld-51439>

[3] Siemens: SENSEYE PREDICTIVE MAINTENANCE - The True Cost of Downtime 2022

<https://www.lokalplus.nrw/olpe/jede-stunde-maschinenstillstand-kostet-ein-unternehmen-bares-geld-51439>

[4] eMaint: Kosten von Ausfallzeiten in der verarbeitenden Industrie

https://www.emaint.com/de/works/manufacturing_downtime_infographic/#:~:text=Tats%C3%A4chlich%20verliert%20fast%20jede%20Fabrik,Produktion%2C%20Umsatzerwartungen%2C%20Engp%C3%A4sse%20und%20mehr

[5] Industrial Production: Prädiktive oder präventive Wartung?

<https://www.industrial-production.de/instandhaltung/praediktive-oder--praeventive-wartung-.htm>

[6] BearingPoint: Predictive Maintenance Studie 2021

<https://www.bearingpoint.com/de-de/insights-events/insights/chancen-und-herausforderungen-von-predictive-maintenance-in-der-industrie/>

[7] Boston Consulting Group: Charting AI's Successful Course in Predictive Maintenance

<https://www.bcg.com/publications/2023/predictive-maintenance-in-manufacturing>