

## **Vorwort**

**„Nichts ist beständiger als der Wandel“ lautet ein -wohl ewig gültiges- Dictum von Heraklit (520 – 460 v. Chr.). Dennoch haben wir hier selbstverständlich nicht nur neue Erkenntnisse zusammengestellt; Altbewährtes hat trotz aller notwendigen Innovationen weiter Bestand und die „Basics“ einer Instandhaltung bleiben.**

**Wichtig ist heute und in der Zukunft die präzise Dokumentation sämtlicher Instandhaltungs-Leistungen.**

**„Denn was man schwarz auf weiß besitzt, kann man getrost nach Hause tragen“. Goethes Bonmot (er lebte von 1749-1832) zeigt deutlich, dass er selbst offensichtlich schlechte Erfahrungen mit rein verbalen Versprechungen seiner Mitmenschen gemacht hat. Goethe plädierte pointiert dafür, wesentliche Dinge schriftlich niederzulegen. Schwarz auf weiß, Tinte auf Papier. Nur ein solches Dokument erreicht eine Klarheit, Eindeutigkeit und Beständigkeit, auf die man sich verlassen kann (die Haltbarkeit moderner Speichermedien scheint doch noch wesentlich geringer zu sein als die Dauerhaftigkeit von Papier!?).**

**Wir sind aber unwiderruflich im digitalen Zeitalter angekommen und der tägliche Datentsunami muss in geordnete sowie transparente Bahnen gelenkt werden.**

**Konzentrieren Sie das geballte Wissen Ihrer Mitarbeiter in einer strukturierten Wissensdatenbank!**

**Werkzeuge werden erst durch Information und Wissen sinnvoll ergänzt.**

**Wissen und Informationen müssen dokumentiert und in Erfahrung umgewandelt werden.**

**Fehler und Störungen müssen dauerhaft beseitigt werden = nachhaltige Instandsetzungen sind das Ergebnis.**



Datenerfassung und Datenverarbeitung: Exzellentes Wissensmanagement ist die Grundlage aller Strategien im Unternehmen. Schaffen Sie also rasch eine Wissensdatenbank! Abteilungsübergreifend ist Datenmanagement für alle Bereiche ein Thema: Stammdatenmanagement betrifft das ganze Unternehmen.

Ausbildung ist der Weg zum Erfolg, deshalb lernen und bilden Sie sich immer weiter. Mit dieser Lektüre, einer Einführung in die Instandhaltung von Maschinen, haben Sie den Anfang gemacht.

Wie sieht der Weg aus, den Unternehmen beschreiten müssen, um ihre Instandhaltung von einer rein korrektiven Instandhaltung zu einer modernen prognostizierten Instandhaltung weiter zu entwickeln? Werblich versprochen werden den Betreibern und Unternehmen die effektivsten Tools, um „Predictive Maintenance“ effizient und schnell umzusetzen.

Doch was ist wirklich nötig, um eine prognostizierte Instandhaltung zu etablieren? Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Vergangenheit sind auch hier ein wichtiger Baustein. „Condition Monitoring“ findet schon länger in den Betrieben statt und kann uns als ein Wegweiser hin zur Prognose des

wahrscheinlichen Ausfallverhaltens von Maschinen und Anlagen dienen. Auswertung und Analyse der gewonnenen Daten werden als weiterer Baustein zum Gelingen von „Predictive Maintenance“ benötigt.

Doch bisher bleibt Predictive Maintenance oft ein Wunsch: der Wunsch, etwas zurzeit Unmögliches zu vollbringen. Es gibt bei heutigen Maschinen und Anlagen in den Produktionen sehr viele Unbekannte. Noch können wir nicht immer alle relevanten Daten sammeln und diese so nicht komplett verwerten.

Technische Schwachstellen, die Fehlbedienung von Maschinen und der Faktor Mensch sind zentrale Themen, die äußeren Bedingungen ein weiterer unberechenbarer Topos.

Schon das Wetter mit Luftdruck, Luftfeuchtigkeit und Jahreszeiten kann z. B. einen Unterschied in der Produktion ausmachen.

Die Wiederholgenauigkeit beim Rüsten und Umbauen von Maschinen ist ein additives Problemfeld, viele andere Exempla gäbe es.

Die Mitarbeiter werten ständig Daten aus und analysieren die Zustände, um bei Bedarf mit den richtigen Korrekturmaßnahmen für einen reibungslosen Ablauf zu sorgen. Kein Fahrstuhl, keine automatische Tür, kein Zug und kein Flugzeug

können ohne „Condition Monitoring“ sicher betrieben werden.

Es gilt, die Daten richtig zu nutzen sowie für das Unternehmen zu schützen. Und es ist wichtig, die relevanten Metadaten zu erhalten, um konkrete Aussagen und Prognosen treffen zu können. Mittels „Condition Monitoring“ machen wir Instandhalter das schon seit Jahrzehnten. Drehzahlen, Stromaufnahmen, Temperaturen, Druck, Volumenströme, Vibrationen und Schwingungen werden seit Langem detektiert und liefern der Instandhaltung Daten zur Vorgehensweise und Planung aller Aktivitäten.

Das bedeutet erst einmal viel Arbeit und zahlreiche Analysen für die Instandhaltung. Sensoren reagieren im Betrieb anders als im Labor. Und eine Vorhersage über das Ausfallverhalten einer Produktionsanlage muss möglichst präzise sein: Ausfälle sind in der Regel ein kostenintensives Unterfangen und sollten daher vermieden werden. Das heißt nicht, dass Sie trotz einer optimalen Instandhaltungsstrategie nicht doch irgendwann einmal einen Havarieschaden einer Maschine hinnehmen müssen. Es gilt dann, aus den neuen Erfahrungen optimierte Prozesse ab- und einzuleiten.

Datenmanagement bedeutet „Daten sammeln und auswerten“, um Metadaten zu generieren.

Aus allen Erkenntnissen muss eine Wissensdatenbank für das gesamte Unternehmen wachsen. Stammdaten sind ein Kernthema für die erfolgreiche Digitalisierung und Industrie 4.0-Umsetzung. Eine Datenbank aber benötigt ein Netzwerk aus dem Betreiber, den Lieferanten, den Maschinenherstellern, den Dienstleistern, aus Verbänden und Institutionen.

Datensicherheit und Datenverarbeitung sind ein weiterer Kern der Umsetzung.

Doch die Chancen für eine nachhaltig positive Entwicklung sind im 21. Jahrhundert riesig.

Die 3 größten Vorteile von Predictive Maintenance aus Sicht der Instandhaltung und der Produktion sind eine zielgerichtete Produktionsplanung, ein stabiler Nutzungsgrad der Maschinen und die bestmögliche Vermeidung ungeplanter Maschinenausfälle. Gute Gründe, die dazu beitragen, dass immer mehr Fertigungsunternehmen heute eine vorausschauende Wartung mittels Echtzeit-Daten im Einsatz haben bzw. die ersten Schritte in diese Richtung unternehmen. Auch die Hersteller von Maschinen und Anlagen planen einen massiven Ausbau ihres Angebots an Predictive Maintenance-Lösungen. Der VDI erwartet daher ein dynamisches Marktumfeld im Bereich der Instandhaltung 4.0 im Rahmen der Industrie 4.0.

## **Instandhaltung 4.0 – Wie Industrie 4.0 die Arbeit und die Ausbildung der Instandhaltung verändern wird.**

Die erfolgreiche Umsetzung von Anforderungen an die Instandhaltung 4.0 erfordert einen Wandel in allen Bereichen eines Unternehmens. So muss das Management sich mit den Fragen auseinandersetzen, ob und in welchem Ausmaß einem Datenaustausch über die Grenzen des Unternehmens hinaus zugestimmt wird. Prozess- und produktspezifische Daten müssen sicher transportiert und vor dem Zugriff Unbefugter geschützt werden. Die IT-Abteilungen wiederum müssen bereit sein, neue mobile Systeme und Softwarelösungen einzuführen, werksübergreifende Datenabfragen zuzulassen und neue Berechtigungsmodelle umzusetzen. Weiterhin ist es erforderlich, neue Organisationen zu entwickeln, die schnell die nötigen Entscheidungen treffen. Nach Meinung aller Beteiligten spielen Menschen und ihre Kompetenzen deshalb auch eine sehr wichtige, für die „Instandhaltung der Zukunft“ sogar die entscheidende Rolle. Durch die zunehmende Komplexität der Instandhaltung und der gestellten Aufgaben steigen auch die Ansprüche an die Mitarbeiter und deren Qualifikation. Mechatroniker und Techniker, die sich in Mechanik, Elektronik und vor allem IT gut auskennen, sind immer mehr gefordert. Der Mensch als kreativer

Querdenker ist der Schlüssel zur Industrie 4.0.; der Mensch steht im Mittelpunkt aller Neuerungen, muss die Daten auswerten und die richtigen Schlussfolgerungen ableiten. Nur dann können Industrie 4.0 und Instandhaltung 4.0 zum Erfolg werden.

Maschinen und Anlagen sollen mittels „smarter Produkte“ besser und schneller produzieren. Gleichzeitig wird der Wartungsaufwand verringert, da die Maschinen ihren Verschleiß selbst erkennen und eine Instandsetzung automatisch auslösen. Soweit die Theorie und der Wille des Vertriebs, uns diese „smarten“ Produkte zu verkaufen. Doch wie weit geht das erfolgreich in der Realität? Sind diese Produkte intelligent, weil sie ein paar Datensätze verarbeiten können und dann eine immergleiche Reaktion zeigen? Ein RFID-Chip (radio-frequency identification- RFID bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten) an einem Bauteil erleichtert zwar während der verschiedenen Fertigungsprozesse eine automatische Dokumentation der Prozesse. Doch das kann man nicht zwingend für intelligent halten, höchstens für praktisch.

Die Intelligenz entsteht durch den Menschen, der die Möglichkeiten, die ihm moderne Technik bietet,

richtig einsetzt. Maschinen und Anlagen sind nur so „smart“ wie die Menschen, die sie bedienen und am „Leben“ halten. Der Mensch ist kreativer Störungsfinder und intelligenter Partner der „smarten Maschinen“. In modernen Produktionsbetrieben entscheiden der Kenntnisstand und die Qualifikation der Mitarbeiter über das Wohl und Wehe der Maschinen und Anlagen. Sensoren, Algorithmen und Datenstrukturen der Maschinen sorgen nicht allein für den entscheidenden Unterschied – es liegt überwiegend am Faktor Mensch.

**„Lehre bringt Ehre“, „Wissen tut not“**

**Die Ausbildung muss mit der neuen Technik wachsen, denn das Berufsbild des Instandhalters wird immer breiter aufgefächert.**

Einen Wandel wird es bei den benötigten Funktionen und Berufen in der Instandhaltung geben:

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten verlagert sich zunehmend auf die vier Bereiche Planung, Analyse, Visualisierung und Programmieren. Dies wiederum erfordert ein Umdenken in den Ausbildungskonzepten und neue Ansätze für interdisziplinäre Teamarbeit. Die Basics der Instandhaltung bleiben, aber neue Aufgaben müssen integriert werden. Vor nicht allzu langer Zeit reichte es aus, ein guter Techniker in einem einzigen

Fachgebiet zu sein. Heute muss ein Instandhalter viele Facetten abdecken und neben IT-Kompetenz auch fachliche, methodische, soziale sowie Führungsfähigkeiten vorweisen. Neue zielgerichtete Ausbildungen, die alle Fachbereiche und Anforderungsniveaus betreffen, sind nötig und wichtig, um „Instandhaltung“ als interessantes Berufsfeld zu festigen und die nötigen Veränderungen herbeizuführen.

Im Betrieb kennt und schätzt man ihn sehr: Der Kollege Instandhalter ist immer bereit zu helfen und erteilt gern Rat, wenn die Maschine eine Störung hat. Er weiß Bescheid über fast alle Vorgänge und ist ein wichtiger Mitarbeiter im Betrieb, bei Wartungen und Inspektionen oder einer großen Reparatur; ohne die Instandhalter ist es nicht möglich, einen Betrieb aufrecht zu erhalten.

Wenn Sie im Berufsverzeichnis unter I (wie Instandhalter) nachschauen werden Sie ihn nicht finden, auch nicht unter S (wie Servicetechniker).

Dieser wichtige Mitarbeiter hat eigentlich keine fachspezifische Ausbildung. Es werden meist Industriemechaniker, Mechatroniker und Betriebselektriker zu „Instandhaltern“ im Betrieb geformt. Oder aus der Produktion werden „Werker“ in die Abteilung Instandhaltung versetzt und eben als Instandhalter intern angelehrt sowie weitergebildet.

Mittlerweile wird immerhin bei den Industriemechanikern eine Fachrichtung „Instandhaltung“ angeboten, die aber allein nicht ausreichend ist.

Das ist für diesen wichtigen Fachbereich eine nicht ausreichende Grundlage, um den Herausforderungen der Instandhaltung gerecht zu werden. Bedenkt man die neuen Techniken mit Industrie 4.0 und der Digitalisierung der Produktion sowie der Maschinen muss es im Berufsfeld der Instandhalter ebenfalls Neuerungen geben.

Es muss diesen Wandel geben, da die Anforderungen und Funktionen der Instandhaltung sich weiter verändern. Heute müssen die Bereiche Programmierung, Visualisierung, Steuerungstechnik, Roboter, Automatisierung und Sensorik zusätzlich von der Instandhaltung abgedeckt werden. Die Basics und das Tagesgeschäft bleiben jedoch noch lange Zeit erhalten. Die neue digitale Technik steht in der Produktionshalle neben der jahrzehntealten, analogen Maschine und beide produzieren sicher und effizient. Reichte es früher aus, ein guter Techniker in seinem „Arbeitsgebiet“ zu sein, müssen die Instandhalter von heute viele fachübergreifende Themen abdecken. Die Instandhalter müssen neben „ihrem“ Gebiet IT- und EDV Kenntnisse, die Steuerungstechnik verknüpfter Systeme und viel

weiteres Fachwissen aufweisen. Das Arbeiten in interdisziplinären Teams erfordert soziale Kompetenz und Empathie. Der Instandhalter ist ein kreativer, flexibler und abstrakt handelnder Mitarbeiter, dessen Fähigkeiten für den Betrieb oftmals unterschätzt werden.

Das alles erfordert neue zielgerichtete Ausbildungsfelder, die das Berufsbild der Instandhaltung abdecken und das Anforderungsprofil widerspiegeln. Die Komplexität der heutigen Instandhaltung braucht Nachwuchs, der schon in der Ausbildung die nötige Qualifikationen erwirbt:

- Vorbereitung auf die Themen Industrie 4.0 und Instandhaltung 4.0
- Vorbereitung auf die Digitalisierung der Produktion und der Instandhaltung
- Moderne Instandhaltungssysteme, Instandhaltungsstrategien, Predictive Maintenance, Risk based maintenance, RCM ( Reliability Centered Maintenance = zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung), Lean Produktion, Preventive Instandhaltung, Condition based Maintenance, FMEA ((englisch Failure Mode and Effects Analysis, deutsch Fehlermöglichkeits- und - Einfluss Analyse oder kurz

Auswirkungsanalyse), FTA (Fault Tree Analysis).

Die Ausbildung der Instandhalter und Servicetechniker sollte schon während der Lernphase auf die neuen Themen eingehen. „Lehre bringt Ehre“ und sichert uns die nötigen Fachmänner und -frauen für die Zukunft in der Industrie.

Instandhaltung bedeutet, sich immer wieder neuen Herausforderungen zu stellen. Keine Tage sind gleich und es stehen immer von Neuem sehr interessante Aufgaben an. Natürlich haben auch Instandhalter Routinen, die bei der Wartung und Inspektion sehr wichtig sind, doch die Abwechslung überwiegt. Die Instandhaltung macht z. B. (relativ zur der Gesamtmitarbeiterzahl) die meisten Verbesserungsvorschläge für die technischen Anlagen. Sie optimieren, analysieren, werten Daten und Berichte aus und prognostizieren die Nutzungsdauer von Bauteilen und Maschinen. Es wird Zeit, diesem Berufsfeld die nötige Zukunftsgrundlage zu verschaffen.

**Die Generation X ist an der Macht und ihre Vorgänger sind bald Teil der Geschichte, Generation Y ist etabliert. Die künftig nachrückende Generation Z ist völlig anders aufgewachsen.**

Geboren in einer digitalen Welt entwickelt sich die Smart Generation auf anderen Wegen, mit neuen Möglichkeiten, aber auch sehr vielen Herausforderungen. Führungserfahrung wird früh in Online-Rollenspielen erworben, dafür wird der Sportverein vernachlässigt. Verabredungen finden über Online-Portale statt und kommuniziert wird mit Bildern und Kurzinformationen. Nachrichten und Unterhaltung bieten das Internet und seine zahlreichen Kanäle.

Das bedeutet Veränderung und verlangt nach neuen Modellen für die Schule, die Ausbildung und weitere Teile des Systems und der Gesellschaft. In der Schule (durch die Lehrer vor allem) und später im Beruf trifft diese neue Generation auf andere Ansichten und es beginnt (wie immer) ein Konflikt der verschiedenen Sichtweisen auf die Dinge.

Der Wandel in den Unternehmen und deren Fabriken hat schon lange begonnen. Die einfachen, unqualifizierten Arbeiten fallen nun endgültig weg, sie werden von automatischen Maschinen und Systemen erledigt. Die Hightech-Maschinen benötigen qualifiziertes Bedienpersonal und eine moderne Instandhaltung.

Entstanden ist der Begriff Industrie 4.0 aus einer Initiative der Bundesregierung, die mit ihrer Hightech-Strategie eine passende Bezeichnung für

die „4te“ Industrierevolution geprägt hat. Zwar ist es schön, wenn ein Phänomen einen Namen hat, doch öfter schon ist ein „großer Name“ eher zu einer Bürde geworden. Und dass bald jeder Sensor seinen derzeitigen Zustand twittern kann, ist nur sinnvoll, wenn die Analyse der gewonnenen Daten auch zu den richtigen Handlungen in der Praxis führt. Viele feiern überschwänglich die Revolution durch Industrie 4.0 und die damit verbundenen Chancen für alle im Unternehmen. Doch wie sieht die Realität für die Instandhaltung und deren Arbeitsplätze aus? Wird in Zukunft durch Industrie 4.0 wirklich besser instandgehalten werden?

Für die Mitarbeiter der Instandhaltung werden die Aufgaben komplexer und erfordern weitere Spezialisten sowie breitere Fachkenntnisse. Während das Produktionspersonal immer weniger wird, wächst die Belegschaft der Instandhaltungen weiter an. Wir müssen die Mitarbeiter schulen und wir müssen die Ausbildung anpassen. Der Mensch als kreativer und flexibler Querdenker wird immer wichtiger, um Störungen sowie Fehler an verketteten Maschinen und Systemen zu finden und zu beseitigen. Bei allem, was wir technisch in der Lage sind zu tun, der Mensch wird immer wichtiger. **Die Fähigkeit, sich in Systeme und Anlagen zu „versetzen“, ist bei der Komplexität der heutigen Maschinen ein wesentlicher Erfolgsfaktor.** Nur

wer seine Produktion möglichst störungsfrei betreiben kann, hat diesen Vorteil und das geht nicht ohne die Instandhaltungsmitarbeiter vor Ort.



## **Der Weg von Condition Monitoring führt über Industrie 4.0 zur Predictive Maintenance.**

Bei der Wahl der Instandhaltungsstrategie zeichnet sich ein Trend zur zustandsorientierten und vorausschauenden Instandhaltungsstrategie ab. Condition Based Maintenance wird ein neuer Weg sein, um zu einer zielgerichteten Planung der Aufgaben in der Instandhaltung zu gelangen.

Die Integration intelligenter Sensoren in die Anlagenüberwachung erleichtert dabei die Datenerfassung und führt bereits heute zu erweiterter Datenbereitstellung. Dies jedoch bedeutet nicht immer eine Verbesserung der Informationen und der

damit verbundenen Werkzeuge zur Erleichterung von Entscheidungen. Es gilt, die richtigen Schlüsse zu ziehen und die richtige Diagnose zu stellen. Allein das Hervorbringen eines Datentsunami wird keine Heilung für Maschinen und Anlagen erzeugen. Hier schließt sich der Kreis wieder beim Menschen, der dank seiner Anpassungsfähigkeit und flexiblen Denkweise „seine“ Anlagen und deren Probleme kennt.

Der bisher eher zögerlich eingeschlagene Weg zur strategischen Integration des Condition Monitoring in die vorhandene Prozessautomatisierung erhält unter Industrie 4.0 neue Impulse. Die größte Herausforderung ist dabei weniger die Lösung der technischen Probleme als vielmehr das Zusammenführen der Daten auf eine für alle nutzbare Plattform.

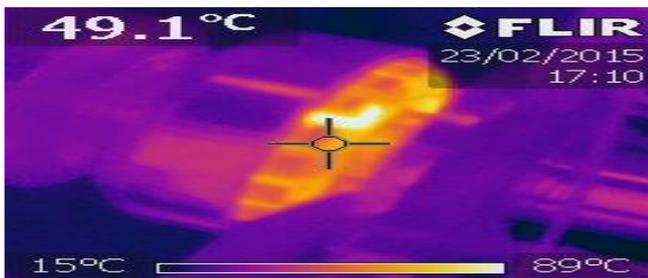
Als schwierig erweist es sich zurzeit, eine Integration von Condition Monitoring-Maßnahmen in den Prozessablauf umzusetzen und die Vorteile vorausschauender Wartung in vollem Umfang auszunutzen. Es gilt, die Daten in verständlicher und aufbereiteter Form den zuständigen Mitarbeitern zeitgerecht zur Verfügung zu stellen.

Von den Maschinenherstellern wird erwartet, dass sie die Sicherheit von Daten garantieren und die Auswertungen durchführen. Das ist jedoch ggf. nicht

machbar, mangelt es doch an Systemen für die Organisation von Daten wie an der Erkenntnis der notwendigen Maßnahmen sowohl bei den Maschinenherstellern als auch bei den Betreibern von Maschinen und Anlagen. Es müssen Netzwerke zur Zusammenarbeit und eine gemeinsame Plattform geschaffen werden. Schnittstellen für Software und Hardware müssen immer wieder aktualisiert werden, Datenleitungen werden in immer kürzeren Zeitabständen immer größere Datenmengen transportieren müssen. Waren vor wenigen Jahren noch CAT-5 Datenleitungen das Maß aller Dinge, sind heute CAT-7a Leitungen schon am Limit.

**Die derzeit vorhandenen Systeme produzieren eine Unmenge an Daten.** Die davon ableitbaren Informationen sind jedoch nicht immer zu verwenden. **Ziel des Condition Monitoring muss es sein, aus den erfassten Daten Informationen und Handlungsentscheidungen abzuleiten,** am besten natürlich vollkommen automatisiert. Potenzielle Anlagenstörungen frühzeitig erkennen und automatische Abstellmaßnahmen einleiten heißt das Ziel von Instandhaltung 4.0 und Prediktive Maintenance. Intelligentes Anlagen-Management und eine Steigerung des Stellenwerts der zustandsorientierten Instandhaltung sind die Folgen. Das bedeutet Predictive Maintenance auf Basis von Condition Monitoring, welches mit Hilfe von

Industrie 4.0 umgesetzt wird. Aus den gewonnenen Erfahrungen muss die Instandhaltung das gesamte Optimierungspotential abschöpfen und die richtigen Prognosen erstellen; so wird der Nutzungsgrad von Maschinen und Anlagen stabilisiert und am Ende gesteigert werden können.



## **Condition Monitoring – Fernwartung von Maschinen und Anlagen – Ein wichtiger Baustein der Industrie 4.0**

### **Field Support Service – Instandhaltung aus der Ferne**

Ein „*leises*“ Geschäft, von dem wir in der Regel keine Notiz nehmen und über das wir uns auch keine Gedanken machen. Erst wenn es zu Ausfällen von Stromnetzen, in der Wasserversorgung, bei Telekommunikationsdienstleistungen, bei Geldautomaten, Rolltreppen oder Bandstillständen in der Industrie kommt, wird die Öffentlichkeit durch die Medien u. A. aufmerksam. Aber auch die Medien sind auf eine gut funktionierende Instandhaltung

angewiesen. Die modernen Anstalten ebenso wie der gute alte Verlag mit Druckmaschinen brauchen eine moderne und effektive Instandhaltung, um ihre „Produktion“ aufrecht zu erhalten. Servicetechniker sind immer operativ vor Ort im Einsatz und kennen die Kunden, für die sie Entscheidungen treffen.

Und zwar Entscheidungen jenseits der Verwaltung, des Einkaufs, des Vertriebes und der Arbeitsvorbereitung.

Sie sind an Wochenenden im Einsatz, bei „Wind und Wetter“ sorgen sie für einen reibungslosen Ablauf.

Fernwartung bietet bisweilen eine zusätzliche Alternative zum Besuch des Servicetechnikers; jedoch werden wir nicht ohne die Instandhaltung vor Ort auskommen können. Nur wer seine Produktion möglichst störungsfrei betreiben kann, hat diesen Vorteil.

Die Vorteile durch Fernservice sind etwa:

- Programmanpassungen und Steuerungsüberwachung zu jeder Zeit an jedem Ort möglich
- Unterstützung bei der Inbetriebnahme kann auch durch einen entfernten Experten erfolgen
- Service-Kosten werden reduziert

- Der Service-Bereich kann schnell und gezielt reagieren
- Trotz fortschreitender Globalisierung und Dezentralisierung können wichtige Systeme zentral verwaltet und gesteuert werden
- Kunden von Anlagen/Maschinen und Systemhersteller produzieren in Zukunft global verteilt.
- Mobilität, Flexibilität und schnelle effiziente Hilfestellungen durch Servicetechniker sowie Kundenservice stehen an erster Stelle
- Kosteneinsparungen durch gezielte Servicetechniker-Einsätze und geplante Instandhaltungsaktivitäten nützen der Bilanz jedes Unternehmens
- Via Fernwartung wird der Zugriff auf alle Maschinen, Anlagen und Systeme, Netzwerke sowie verknüpfte, komplexe Fertigungsanlagen möglich.

Bei der klassischen Fernwartung wählt sich der Servicedienst des Maschinen-Herstellers im Störfall in die Steuerung der Anlage ein und gibt dem Personal vor Ort per Telefon Hilfestellung (Beratung, Anweisungen) bei der Fehlersuche.

In der heutigen Zeit ist dieses Szenario immer noch üblich (und wird es auch in Zukunft sein). Doch aktuell baut man verstärkt auf Client-Server-Architekturen. Das heißt, Maschinen und Anlagen werden Teil eines Systems, beispielsweise eines Leitstands, in dem alle Informationen der verschiedenen Maschinen zusammenlaufen. Die Mitarbeiter werten ständig Daten aus und analysieren die Zustände, um bei Bedarf mit den richtigen Korrekturmaßnahmen für einen reibungslosen Ablauf zu sorgen. Die Instandhaltung findet im Hintergrund statt und wird von den meisten Menschen nicht wirklich wahrgenommen. Praktisch können wir mit der Fernwartung verschiedene Aussagen über den Zustand einzelner, komplett überwachter Baugruppen machen.

Temperaturunterschiede geben Hinweise, Drücke und Volumenstrom lassen sich kontrollieren, Veränderungen durch Schwingungen an Lagern und Motoren können detektiert werden, Parameter und Sollwerte aus der Ferne geändert werden, Netzwerke und Programme lassen sich korrigieren und man kann eingreifen. Essentiell ist, dass der **Field Service Support Techniker** aus den Daten und Werten die richtigen Schlüsse zieht. Und da sind wir dann wieder beim Faktor Mensch. Ohne dessen Kreativität, die Expertise, die abstrakte Denkweise, Fehler und Störungen zu beseitigen, geht es nicht. Auch die modernste Technik ist doch immer wieder

abhängig vom Mitarbeiter Mensch und seiner Diagnose. Die Betreiber von Maschinen/Anlagen sollten die Bedingungen, welche Daten erfasst werden und worauf sie zu untersuchen sind, genau festhalten und in einem Leistungsverzeichnis beschreiben. Prozesskritische und produktspezifische Daten dürfen natürlich nicht in die falschen Hände gelangen oder von nicht autorisierten Personen verändert werden. Es gilt, ebenfalls die rechtlichen Aspekte und z. B. die Verschlüsselung der Daten und/oder Haftungen bei Datenverlust etc. zu bedenken und in die Überlegungen einzubeziehen. In der heutigen Zeit ist es durchaus sinnvoll, die Arbeiten und Aufgaben der Instandhaltung in verschiedene Unterabteilungen zu gliedern (Baukastenprinzip). So haben das Tagesgeschäft und die Aufrechterhaltung eines Produktionsbetriebes nichts mit vorbeugender Instandhaltung, Wartungen und der Fremddienstleisterkoordination zu tun. Die Aufgaben müssen klar gegliedert werden; wenn jeder weiß, was zu tun ist, geschehen die wenigsten Fehler. Instandhaltung erfordert ein hohes Maß an Disziplin und Flexibilität. Wenn wichtige Maschinen und Anlagen in der Produktion ausfallen, kann es auch schon mal hektisch werden. So dürfen bei unseren deutschen Autobauern die Produktionsbänder quasi nie stillstehen.

## **Vorgehensweise der Instandhaltung bei Störung der Maschinen**

Ein plötzlicher Maschinenausfall in der Produktion, z. B. durch eine Störung, erfordert eine schnelle und gezielte Reaktion der Instandhaltung. Nach Eingang der Meldung beginnt die Instandhaltung mit der sofortigen Einleitung von Maßnahmen.

Die Informationskette muss gut und straff organisiert sein, um keine unnötigen Wartezeiten zu produzieren. Störmeldungen der Maschine und die Meldungen an die Instandhaltung müssen alle nötigen Informationen enthalten, damit die Instandhaltung schnell die richtigen Schlüsse ziehen kann.

Bei der Fehlersuche werden die Mitarbeiter auf ihre Erfahrungen, Beschreibungen und Fehlerkataloge zugreifen. Ein „alter Hase“ weiß oftmals schon bei Eingang der Fehlermeldung (Beschreibung), was zu tun ist, um die Störung zu beseitigen.

Neue Mitarbeiter und junge Kollegen besitzen diesen Erfahrungsschatz nicht und müssen die Dokumentation sowie Fehlerliste der Hersteller zur Hand nehmen. Es kommt vor, dass die Fehlermeldung am Bedienpult nicht den

tatsächlichen Zustand der Anlage widerspiegelt. Dann wird es sehr schwierig und eine langwierige Fehlersuche beginnt.

Wenn es versäumt wird, das Wissen der erfahrenen Mitarbeiter im Unternehmen zu verankern, führt dies nach deren Ausscheiden aus dem Unternehmen zu einer Lücke, die mühsam wieder geschlossen werden muss. Manche Kollegen sind da nicht einfach und möchten ihr „eigenes“ Wissen nicht teilen, um selbst unentbehrlich zu sein. Das ist jedoch der falsche Ansatz, Derartiges sollte heute nicht mehr stattfinden.

Genau dies ist ein relevanter Grund, um eine lückenlose Instandhaltungsdokumentation mit einem Instandhaltungsplan und Fehlerkatalogen, die sämtliche Ereignisse standardisiert aufführen, anzulegen und immer aktuell zu halten.

Alle Störungen und Störungsbeseitigungen müssen dokumentiert werden. Anhand dieser Daten werden Fehlerkataloge mit Beschreibung der Vorgehensweise zur Beseitigung angelegt. Die Komplexität heutiger Fertigungsanlagen mit vielen Teilsystemen, welche in toto eine Gesamtanlage

bilden, erfordert eine Instandhaltungsstrategie, die sämtliche Belange berücksichtigt.

Aus den verschiedenen Herstellervorgaben und Empfehlungen für die einzelnen Baugruppen und Teilsysteme muss ein Gesamtinstandhaltungsplan erstellt werden, der die Vorgaben der Hersteller und die Unternehmensziele berücksichtigt.

Wartungspläne, Inspektionen und Prüfungen müssen zeitlich harmonisiert werden (bei gleichzeitiger Wahrung der Garantieansprüche).

Die Störungsbeseitigung anhand einer lückenlosen Instandhaltungsdokumentation macht die Instandhaltung insgesamt effektiver und sorgt für einen stabileren Nutzungsgrad der Maschinen.



Ob nun analog mit Zettel und Stift oder mittels Handheldgeräten und smarterer Technik, wichtig ist die lückenlose Dokumentation der Leistungen einer Instandhaltung. Dafür bietet die Digitalisierung die besten Möglichkeiten.

Schaffen Sie eine Wissensdatenbank mit allen Maschinen und Anlagen, sämtlichen Dokumentationen und Zeichnungen, Entstörungsanweisungen und Fehlerkatalogen sowie den Wartungsplänen und Arbeitsanweisungen.

Ein virtuelles Logbuch zur Maschine hält alle notwendigen Daten und Fakten bereit. Bei Mehrschichtbetrieb ist diese Kommunikation für alle von Vorteil. So weiß jeder Mitarbeiter sofort Bescheid, was für Probleme die vorherigen Schichten hatten und wie diese beseitigt wurden. Die ständige Erweiterung dieser Wissensdatenbank konzentriert und fundamentierte das Wissen der Mitarbeiter im Unternehmen. In den letzten Jahren hat einer der Verfasser als Interims-Instandhaltungsleiter und Projektleiter einige Betriebe und die Software für Instandhaltungsarbeiten kennen gelernt. Es ist nicht nachvollziehbar, wie es sich Unternehmen im 21. Jahrhundert noch leisten können, das Instandhaltungsgeschehen nicht zu dokumentieren (bzw. nicht nachhaltig und nachvollziehbar).

Ein digitaler Schatten, eine strukturierte Wissensdatenbank und ein funktionierendes

Stammdatenmanagement sind in Zeiten von Industrie 4.0 ein unerlässlicher Baustein eines modernen Unternehmens.

**Software-Beispiele für die betriebliche Instandhaltung:**

SAP

Kanio Betriebsführung

DATENMANAGER DIGIWIQM 2018

Fwin-DBwin

Heise-Download

MaintMan – Wartman

Wartungsplaner.de

GreenGate AG

Ultimo.com

MagPlan

API PRO Software

Prüfplaner.de

Werkbliq.de

Adamos

IBM Maximo

EXP-Instandhaltung

Schindler, S-Anywhere

X-Maintain

M-Service 4.0

Es gibt noch etliche weitere Programme, die Sie testen oder bei denen Sie auf die Erfahrungen anderer Instandhalter zurückgreifen können. Fragen Sie Kollegen aus anderen Betrieben nach ihrer Meinung zur EDV und Softwarelösungen.

Der Hauptanteil einer klaren Beschreibung/Regelung der Tätigkeiten im Betrieb: Wenn jeder genau weiß, was zu tun ist, wird das Unternehmen automatisch schneller, effektiver und effizienter arbeiten.

## 1.ANFORDERN VON INSTANDHALTUNGS-LEISTUNGEN

### 1.1 Kurzfristige Arbeiten – Entstörung – Ungeplante Instandsetzung

Die kurzfristig auszuführenden Arbeiten, Entstörungen und ungeplante Instandsetzungen werden von der Instandhaltung bearbeitet.

Der Auftrag erfolgt telefonisch oder durch das direkte Ansprechen eines Mitarbeiters.

Die Arbeiten sind schriftlich zu erfassen und werden vom Vorgesetzten der Abteilung erstellt (Vordruck Arbeitsplan- Anforderung - Instandhaltung) und in einer EDV-Maske hinterlegt.

Aus der Anforderung ist klar zu ersehen, welche Arbeiten von der Instandhaltung erwartet werden:

Beginn der Störung, die Art der Störung, der Bereich, in dem die Störung auftritt. Die Freigabe der Maschine erfolgt durch den zuständigen Instandhalter nach der Entstörung.

**Die Instandhaltung verfügt nur über einen sehr begrenzten Personalstamm**, daher sollte vor jeder Beauftragung sorgfältig darüber entschieden werden, ob die Arbeiten wirklich sofort erledigt werden müssen. Kernziel ist die Aufrechterhaltung der Produktion. Das **Erstellen einer Prioritätenliste** (Produktionsmaschinen –

Infrastruktur – Betriebstechnik) ist sehr zu empfehlen.

Bei gleichzeitiger Anforderung mehrerer Aufgaben, welche die Instandhaltung nicht alle sofort simultan erledigen kann, entscheiden die Abteilungsleiter über die Reihenfolge der Arbeiten.

## 1.2 Wartungen/Inspektionen

Planbare Instandhaltung, Wartung, Inspektionen und alle planbaren Instandhaltungsarbeiten werden vom Wartungsteam übernommen. Reparaturen, deren Umfang bekannt und bei denen der Termin planbar ist, werden vom Wartungsteam bearbeitet und durchgeführt. Die Aufträge werden von der Abteilung Arbeitsvorbereitung und der Instandhaltung erteilt.

Hersteller und Dienstleister mit Service- oder Wartungsvertrag gehören zum Wartungsteam und werden durch dieses unterstützt. Hierzu wird gemeinsam ein Instandhaltungsplan (Woche-Monat-Jahr) erstellt, in dem die Wartungsintervalle, Inspektionen und Termine festgehalten werden.

## 2. INSTANDHALTUNG – LEISTUNGSARTEN

### 2.1 Entstörung

Eine Entstörung dient der schnellen Wiederherstellung von Fertigungsanlagen und kann nicht aufgeschoben werden. Solange den Qualitätsansprüchen entsprechend produziert werden kann, gilt eine Maschine als funktionsfähig. Störungen, die eine unmittelbare Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen oder weitere Folgeschäden nach sich ziehen können, werden selbstverständlich unverzüglich abgestellt. Entstörungen werden durch das Personal der Fertigung oder durch das Fachpersonal der Instandhaltung ausgeführt. Wenn die Entstörung sich nicht durch die Mitarbeiter der Fertigung durchführen lässt, wird die Instandhaltung beauftragt (telefonisch oder via Ansprache der Mitarbeiter). Störungen werden durch den verantwortlichen Vorgesetzten der Fertigung in Form von Störmeldungen dokumentiert. Die Meldung wird sofort nach Auftreten der Störung erstellt und enthält Startzeit und Fehlerbild der Störung.

Der Instandhalter meldet den Abschluss der Tätigkeiten an den Auftraggeber zurück und

dokumentiert die Arbeiten sowie den Endzeitpunkt der Entstörung (Vordrucke sind erstellt).

Abgeschlossen werden die Meldungen durch den Instandhaltungsleiter und den Vorgesetzten der Fertigung.

## 2.2 UNGEPLANTE INSTANDHALTUNG

Ungeplante Instandhaltungsarbeiten erfolgen als Reaktion auf einen unvorhersehbaren Schaden an einer Maschine. Hierzu gehört auch die Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Störungen, welche ggf. wieder zum Ausfall der Anlage führen. Reparaturen werden durch die Instandhaltung ausgeführt und bearbeitet.

Die Mitarbeiter des Wartungsteams unterstützen die Instandhaltung dabei. Bei Personalmangel oder wenn besondere Werkzeuge und Fähigkeiten erforderlich sind, können Fremddienstleister hinzugezogen werden. Die Beauftragung erfolgt durch die Instandhaltungsleitung und die Fertigungsleitung. Reparaturen werden wie die Entstörungen durch den Auftraggeber dokumentiert und eingepflegt. Der Abschluss einer Reparatur wird den Abteilungen zurückgemeldet und die Arbeiten werden durch die Abteilungsleiter abgenommen.

Wenn sich durch eine Reparatur weitere Arbeiten ergeben, sind diese durch die Instandhaltungsleitung zu dokumentieren (Austausch eines Bauteils zwecks Überholung, Neubestellung von Ersatzteilen etc.).

### 2.3 PLANBARE INSTANDHALTUNG

Tätigkeiten, deren Umfang bekannt und bei denen der Termin planbar ist, werden vom Wartungsteam bearbeitet sowie durchgeführt. Die Anforderung erfolgt durch die Vorgesetzten der Fertigung und der Instandhaltung. Die Arbeiten werden im System dokumentiert (dient der weiteren Schadensanalyse). Nach Fertigstellung der Reparatur wird die Maschine der Produktion übergeben und vom Abteilungsleiter abgenommen. Fremddienstleister, Hersteller und Lieferanten, welche per Servicevertrag oder Wartungsvertrag tätig sind, werden ebenfalls zum Wartungsteam gezählt. Der Mitarbeiter dokumentiert die Arbeiten und eingesetzten Mittel, den Zeitaufwand sowie alle relevanten festgestellten Fakten. Wenn keine Abweichungen vom Arbeitsplan festgestellt werden, wird der Auftrag vom Mitarbeiter als erledigt markiert und im Maschinenbuch mit Unterschrift dokumentiert.

## 2.4 WARTUNG UND INSPEKTIONEN

Wartungen und Inspektionstätigkeiten werden durch das Wartungsteam der Instandhaltung ausgeführt, ggf. unterstützt durch autonome Wartung der Fertigung. Wartungen und Inspektionen werden in Routinekatalogen beschrieben und nicht angefordert oder beauftragt.

Durch die Instandhaltungspläne ergeben sich die Termine und Wartungs-/Inspektionsaufträge automatisch. Wartungspläne, Checklisten und Maschinenbücher zur Erfassung der Tätigkeiten werden von der Instandhaltung geführt und geprüft.

## 2.5 AUTONOME INSTANDHALTUNG/MITARBEITER DER FERTIGUNG

Anhand von Arbeitsplänen, Checklisten und Routinekatalogen können die Mitarbeiter der Fertigung einfache Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten ausführen (z. B. Abschmieren der Maschinenführungen, Ablesen von Sollwerten und Ölstands-Kontrollen). Auch die Reinigung der Maschinen von Resten und anderen Abfällen wird seitens der Fertigung dabei durchgeführt (Arbeitssicherheit). Die auszuführenden Arbeiten werden anhand von Arbeitsplänen mit

Fotodokumentation genau beschrieben; diese Arbeitspläne werden an der Maschine ausgehängt.

Das Wartungsteam unterstützt die Mitarbeiter der Fertigung bei ihren Aufgaben und wird durch Schulungen dessen Wissen um die Wichtigkeit dieser Arbeiten festigen.

## 2.6 MASCHINENSTILLSTÄNDE UND RÜSTZEITEN NUTZEN

Beim Umrüsten der Anlage auf ein neues Produkt/Werkzeug ist die Instandhaltungsleitung bzw. das Wartungsteam sofort zu informieren. Während geplanter Rüstarbeiten kann an den Maschinen ein Teil der Wartungen und Inspektionen durchgeführt werden (z. B. Abschmierarbeiten, Sollstände kontrollieren etc.). Die Instandhaltung kann den Zeitraum nutzen, um sich die Maschinen genauer anzusehen und so weitere Maßnahmen planen. Jeder Maschinenstillstand muss genutzt werden, um eine vorbeugende Instandhaltung durchzuführen.

Die Rüstzeit an Maschinen und Anlagen hängt von vielen verschiedenen Einflüssen ab.

Ein wesentlicher Faktor ist die Rüstvorbereitung sämtlicher Werkzeuge, Vorrichtungen und

Maschinen. Die Dokumentation mittels Dateneinstellblatt, um erforderliche Parameter einzustellen bzw. zu kontrollieren, muss immer auf dem aktuellsten Stand sein. Eine Hilfe im täglichen Ablauf ist das Rüstboard zur Kommunikation und Visualisierung der Rüstvorgänge an den Maschinen und Anlagen.

Alle Parameter und Einstellungen werden in Rüstanweisungen dokumentiert. Die benötigten Werkzeuge und Vorrichtungen sind von den Abteilungen getestet und bereitgestellt. Alle anfallenden Arbeiten sind beim Umrüsten einer Anlage klar definiert und werden vom Maschineneinrichter sowie den Fachabteilungen durchgeführt.

Der Maschineneinrichter muss alle erforderlichen Werkzeuge und Vorrichtungen anhand der Rüstanweisungen sofort erkennen und einbauen können. Sämtliche relevanten Daten zum Rüstvorgang sind im Dateneinstellblatt vorhanden und quasi selbsterklärend für die Maschineneinrichter.

Sollten Daten nicht zu den Einstellungen an der Anlage passen, müssen diese durch die

Vorgesetzten und die Fachabteilungen korrigiert werden.

Die Werkzeuge werden komplett einbaufertig vorbereitet. Es muss sichergestellt werden, dass die Werkzeuge und Vorrichtungen funktionsfähig sind.

Die Überprüfungen von Werkzeugen werden mittels einer Checkliste abgearbeitet und transparent am Rüstboard dokumentiert.

Korrekturen an Werkzeugen bzw. an Parametern der Anlage sind genau zu dokumentieren und an die Rüstanweisungen anzupassen.

Ziel sollte ein stabiler und standardisierter Rüstvorgang sein. Mittels eines Rüstboards werden Abweichungen der Standardrüstzeit, auftretende Problemstellungen und die Entwicklung der Rüstzeiten transparent kommuniziert.

Mögliche Verbesserungen sowie Problemlösungen werden ebenfalls visualisiert und kommuniziert.

Die Wartungen und Inspektionen der Instandhaltung an Maschinen und Anlagen werden am Rüstboard dokumentiert.

Geplante Instandsetzungsarbeiten sind in die Nebenzeiten der Produktion zu planen, um die

Nutzungszeit der Produktionsmaschinen nicht negativ zu beeinflussen.

Anhand eines Nutzungsprofils der Maschinen kann die Instandhaltung den optimalen Bedarf und Zeitpunkt von Wartung, Inspektion und Instandsetzung ermitteln.

Die strategische Zusammenarbeit aller Abteilungen führt zu einer stetigen Optimierung der Rüstvorgänge, Rüstzeiten und Kosten.

## 2.7 WERKSVERTRÄGE/SERVICEVERTRÄGE

Um die Instandhaltung von einigen Aufgaben zu entlasten, werden für bestimmte Bereiche Service- und Werksverträge mit Herstellern und Lieferanten abgeschlossen. Die Betreuung der Fremddienstleister wird durch das Wartungsteam gewährleistet. Die exakte Planung der Arbeiten und Termine wird von der Instandhaltungsleitung und der Abteilung Arbeitsvorbereitung festgelegt. Der Einsatz von Dienstleistern und deren Arbeiten werden von der Instandhaltung nach Art und Umfang genau dokumentiert sowie kontrolliert. Arbeiten von Fremddienstleistern unterliegen der Gewährleistung und durch die Garantieansprüche ist der Auftraggeber zusätzlich abgesichert. So

können Teile der Gebäudetechnik, der Infrastruktur und z. B. die Bandmeldeanlage in die Hände von Dienstleistern delegiert werden; dies ermöglicht der Instandhaltung und Betriebstechnik eine Konzentration auf ihr Kerngeschäft.

Gute Organisation und standardisierte Abläufe erleichtern es hier der Instandhaltung und der Produktion, auf Störungen und Ausfälle schnell zu reagieren und die entsprechenden Maßnahmen zu ergreifen.

### **Aufgabenbeschreibung der Werkstatt,** **Wartungsteam**

Das Wartungsteam übernimmt geplante Instandsetzungsmaßnahmen sowie die Wartungen und Inspektionen an den Anlagen der Fertigung, der Infrastruktur und den Gebäuden.

Die Sicherstellung der vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen und die Wartungszyklen erfolgen in Absprache mit der Produktion.

Die Unterstützung der Femddienstleister und Hersteller bei Wartungen, Prüfungen und Instandsetzungsarbeiten durch eigene Mitarbeiter ist abzusprechen.

Das Instandhalten sowie wiederkehrende Prüfungen an ortsveränderlichen Geräten und elektrischen Anlagen sind zu regeln.

Die Einhaltung gesetzlicher, behördlicher und betrieblicher Vorschriften zur Prüfung von Maschinen und Anlagen ist sicherzustellen.

Die Aufsicht bei Fremddienstleistern und Servicetechnikern im Hause ist zu organisieren. Die Sicherheitsunterweisungen und Genehmigungen für Fremddienstleister sowie die Überwachung von Schweißarbeiten müssen geregelt sein. Das Ersatzteilmanagement und die Einsatzmittelplanung werden mitausgeführt. Die produktionsbegleitende Instandhaltung wird mit Personal unterstützt. Eine effiziente Schulung der Maschinenbediener im Bereich der autonomen Instandhaltung ist zu etablieren.

### **Aufgabenbeschreibung der Instandhaltung, Produktionsbegleitung**

Die produktionsbegleitende Instandhaltung ist für die Sicherstellung der technischen Verfügbarkeit aller Maschinen/Anlagen während des Produktionszeitraums verantwortlich.

Entstörung und ungeplante Maschinenausfälle werden sofort bearbeitet.

Die Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an den Maschinen und Anlagen bei Ausfall ist zu organisieren.

Arbeitssicherheitsrelevante Mängel sind sofort abzustellen. Bei Umrüstarbeiten an den Produktionsmaschinen unterstützen die Instandhalter die Produktionsmitarbeiter.

Durch die konsequente, gut strukturierte Instandhaltungsdokumentation ist man zeitnah in der Lage, Schwachstellen zu finden und dauerhaft zu beseitigen.

Standardisierte Fehlermeldungen und Störgrunderfassungen sorgen für „vorhersehbare“ Störungen und führen so über eine Analyse zur Störgrundreduzierung.

Fehler und Störungen können die unterschiedlichsten Ursachen haben.

Es gibt viele verschiedene Varianten für ein funktionierendes Instandhaltungsmanagement und wir möchten Ihnen hier ein Beispiel-System vorstellen.

Instandhaltungskonzept (Beispiel):

„MDE“ (Maschinen-Daten Erfassung), „BDE“ (Betriebs-Daten-Erfassung). Datenerfassung und Auswertung zur Katalogisierung von Störungen nutzen:

In vielen Fertigungsbetrieben existieren keine automatischen Systeme zur Erfassung von Störungen und Fehlern. Oft werden von Hand Eintragungen in eine Fehlerliste vorgenommen, wodurch automatisch eine subjektive Komponente mit in die Daten aufgenommen wird.

***Es ist daher dringend notwendig, dass die von den Maschinen/Anlagen ausgegebenen Störmeldungen***

- 1. zur Störung passen und diese so beschreiben, dass der Bediener weiß, worum es geht;**
- 2. den genauen Ort und Art der Störung beschreiben (Bauteil bzw. Baugruppe);**
- 3. auf standardisierten Texten basieren und fortlaufend dokumentiert sowie archiviert werden;**
- 4. alle Daten gesammelt und ausgewertet werden.**

Die Katalogisierung von Fehlern und Störungen verändert sich mit der Zeit und das Equipment sowie der Kontext des Einsatzgebietes wandeln sich ebenso wie die gemessenen Daten, auf deren Basis Störungen katalogisiert werden. Darum muss die Katalogisierung auch ständig aktualisiert und den sich veränderten Bedingungen angepasst werden. Dies kann nicht als einmaliger Vorgang aufgefasst, sondern muss ständig gepflegt werden.

Auf Basis der Katalogisierung von Störungen/Fehlern wird in der Instandhaltung ein Prozess eingerichtet, der in 7 Schritten zu einer sukzessiven Optimierung der Maschinen und Anlagen sowie einer Erhaltung der Werte von Maschinen/Anlagen führt.

„Zuerst sollte man herausfinden, was die anderen alles schon wissen, und dann da weitermachen, wo sie aufgehört haben“ (Thomas Alva Edison, 1847 - 1931).



## **Phase 1:**

Fehler/Störungen identifizieren, analysieren und katalogisieren. Alle Fehler und Störungen sind genau zu erfassen und konsistent zu dokumentieren:

- Art des Fehlers/der Störung
- Ort und Equipment, an dem der Fehler auftritt
- Zeitpunkt des Auftretens und Dauer des Ausfalls
- Zeitpunkt der Wiederherstellung der Funktion
- Aufwand an Personal, Werkzeugen, Material.

Die Erfassung von Fehlern sollte mittels MDE bzw. BDE erfolgen.

Sämtliche Fehler/Störungen sind in sogenannten Fehlerkatalogen festzuhalten und dienen der Schwachstellenbeseitigung.

Die Fehlermeldungen des Systems müssen zur angezeigten Störung passen und dem Mitarbeiter präzise Auskünfte über den Störgrund sowie die Störquelle geben.

## Phase 2:

Ermitteln der genauen Auswirkungen von Fehlern/Störungen.

Für die Katalogisierung von Fehlern/Störungen ist die Ermittlung ihrer Folgen von enormer Bedeutung:

- Störungshäufigkeit x Taktverlust = Schweregrad
- Qualitätsausfälle
- nötige Nacharbeit durch Fertigungsmängel
- Analysieren, welche Ursachen zusammen eine Störung verursachen.

In die Betrachtung ist nicht nur allein das Equipment, an dem der Fehler auftritt, einzubeziehen, sondern der gesamte Kontext einer Anlage.

Was geschieht technisch konkret und im Detail, wenn es zum Ausfall kommt?

So können Qualitätsausfälle zu einer erhöhten Nacharbeit führen.

### **Phase 3:**

Ermitteln der präzisen Ursachen von Fehlern und Störungen. Die genaue Analyse der Ursachen eines Fehlers/Störung muss von qualifizierten Instandhaltungsmitarbeitern durchgeführt werden.

Die Hauptaufgabe ist es, detailliert herauszufinden, welche Kausalitäten die Fehler/Störungen verursachen:

- Störungen durch Bauteilgeometrie sowie konstruktionsbedingte Schwierigkeiten
- Störungen durch mechanische Ursachen
- Störungen durch elektrische Probleme
- Störungen durch Programmfehler
- Störungen durch falsche Bedienung
- Störungen durch externe Faktoren (Kühlwasser-Außentemperaturen)
- Fehlbedienung der Anlage.

Die Analyse von Fehlern und Störungen erfordert immer eine qualifizierte Vorgehensweise und eine sehr positive Einstellung der Mitarbeiter. Hier bedeutet Stillstand mehr als nur einen Rückschritt!

## **Phase 4:**

Festlegen einer **Top Ten-Liste** der 10 bedeutendsten Fehler.

Rangfolge festlegen, Häufigkeit x Taktverlust = Schweregrad.

### **Top Ten-Fehlerliste erstellen**

Es sollen die **10 häufigsten Störungen** festgelegt und gemeinsam genau analysiert werden, in welchem Kontext die Störungen entstehen.

Um die Ressourcen der Instandhaltung möglichst effizient einzusetzen, ist es erforderlich, vor der Durchführung weiterer Schritte eine Auswahl der gravierendsten Fehler/Störungen vorzunehmen.

Das sind die Störungen, welche die negativsten Auswirkungen zeigen und den größten Schweregrad (Produkt aus Fehlerhäufigkeit und Taktverlust) aufweisen.

Nach der Analyse dieser 10 bedeutendsten Störungen werden durch die Instandhaltungsleitung die Arbeiten koordiniert.

## **Phase 5:**

Strategien für die dauerhafte Störgrundbeseitigung festlegen. Nachdem die Ursachen der Störungen analysiert und katalogisiert sind, kann eine gemeinsame Strategie für eine nachhaltige Störungsbeseitigung entwickelt werden. Die Instandhaltungsleitung koordiniert die erforderlichen Maßnahmen und Aufgaben. Auf Basis der Kosten, die mit einem Lastlaufzeitverlust einhergehen, und der Anzahl der verlorenen Lastlaufzeit durch die jeweilige Störung, die in Phase 2 festgestellt wurde, ist es möglich, das Ausmaß (und den ROI) der Aufwendungen zu ermitteln, welche die Störungsbeseitigung mit sich bringt. Somit kann man beurteilen, ob sich die Maßnahmen aus wirtschaftlicher Sicht vertreten lassen. Beispiele möglicher Maßnahmen:

- Änderung der Anlagenprogrammierung**
- Verändern von Bauteil-Geometrien**
- Änderung an Werkzeugen**
- Änderung mechanischer Komponenten**
- Änderung elektrischer Komponenten**
- Schulungs- und Einweisungsmaßnahmen.**

Es sollte immer bedacht werden, ob durch die Implementierung der Abhilfemaßnahmen neue zusätzliche Störungen und somit Lastlaufzeitverluste entstehen können.

### **Phase 6:**

Implementieren der Maßnahmen zur Störgrundbeseitigung

Nach genauen Analysen mit Hilfe standardisierter Fehlerkataloge sowie auf Basis der technischen und wirtschaftlichen Beurteilung werden die festgelegten Maßnahmen umgesetzt.

Jede Maßnahme muss sorgfältig geplant und während der Umsetzungsphase beobachtet sowie bewertet werden. Jede Maßnahme kann eine Störung beseitigen oder eine andere Störung fördern.

Erfahrene Instandhalter und Anlagenoptimierer begleiten den Prozess und dokumentieren die Umsetzung kontinuierlich.

### **Phase 7:**

Erfolg der umgesetzten Maßnahmen verifizieren

Die Maßnahmen zur Störungsbeseitigung sind anhand der Daten aus dem MDE darauf zu überprüfen, ob sie den gewünschten Erfolg erzielen. Die Störungen sollten dann aus der Top Ten-Liste nachhaltig verschwinden.

Aufgrund der analysierten Daten und Zahlen kann die Instandhaltung ein Kostenmodell entwickeln, welches von dem herkömmlichen positiv abweicht.

Viele Fertigungsbetriebe rechnen die Instandhaltungskosten gleichmäßig über alle Fertigungsbereiche ab, um eine einfache Ermittlung und Zuordnung von Kosten zu erreichen.

Dies sorgt zwar für eine simple Darstellung, ist aber wenig transparent und bewirkt hohe Allgemeinkosten im Unternehmen. Durch eine stetige Entwicklung sind auch die Instandhaltungskosten eine beachtliche Größe und müssen somit gezielt (wirtschaftlich vernünftig) gestaltet werden.

In der Folge haben daher viele Betriebe damit begonnen, eine Reduktion der Instandhaltungskosten mittels Kürzung der Mittel für Instandhaltungsmaßnahmen zu erreichen.

Das hat oft zu einer Suboptimierung geführt und die Maschinen/Anlagen haben in ihrer Funktion gelitten.

Mit dem hier präsentierten Modell kann die Instandhaltung Verbesserungen an Maschinen/Anlagen auch kostenmäßig besser darstellen. Die Kosten ergeben sich aus den tatsächlichen Taktverlusten, welche durch die Verbesserungen eingespart werden (multipliziert mit den Kosten pro Taktzeit).

Die eingesparten Kosten können dann den Instandhaltungskosten gegenübergestellt werden.

Auf diese Weise kann errechnet werden, ob sich die Instandhaltungsarbeiten positiv oder negativ ausgewirkt haben.

Deshalb lautet das Ziel nicht mehr allein, die Instandhaltungskosten zu senken, sondern den Wert einer Anlage zu erhalten und die Produktivität zu maximieren.

Hohe Investitionskosten bei gleichzeitig sinkender Produktlebensdauer sowie die in der Regel angespannte Wettbewerbssituation zwingen die Betreiber technischer Systeme mehr und mehr dazu, diese in einem Grad hoher Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit zu erhalten. Eine lange Lebensdauer und eine geringe Ausfallrate bedürfen bei immer komplexer werdenden Systemen eines ausgereiften und methodischen Instandhaltungskonzeptes.

Ein Mittel, dem Sie in diesem Konzept eine besondere Bedeutung zukommen lassen sollten, ist die **Schwachstellenanalyse und -beseitigung**.

Beschrieben wird die Vorgehensweise durch die DIN 31051 (Neufassung).

Vorbeugende Instandhaltung mit den Methoden der DIN 31051 aus Wartung und Inspektion sowie den Möglichkeiten, die Industrie 4.0 bietet, lohnt sich also immer.

Sei es, dass keine negativen Folgekosten durch ungeplante Maschinenausfälle entstehen, sei es durch die Pflege des Anlagevermögens in Form funktionierender Maschinen und Betriebstätten.

**Die korrekte Dokumentation aller Leistungen bildet die Grundlage einer Wissensdatenbank der Instandhaltung. Lassen Sie diese Möglichkeit nicht ungenutzt, nutzen Sie das Wissen Ihrer Mitarbeiter, der Lieferanten und Dienstleister sowie der Maschinenhersteller und Berater,**

## **fundamentieren Sie das geballte Knowhow in einer IT- gestützten Wissensdatenbank!**

Jeder Auftrag in der Produktion ist zu dokumentieren. Die geleisteten Arbeiten, notwendige Maßnahmen und der Lösungsweg werden im SAP-Schichtbericht ordentlich mit Namen, Uhrzeit und Dauer der Störung dokumentiert. Ein Vordruck für die Auftragserfassung wird von der Instandhaltungsleitung im IT- System bereitgestellt.

Mit Hilfe eines schriftlichen Instandhaltungsauftrags erhalten die Instandhalter das entsprechende Instrument, um alle Arbeiten zu dokumentieren. Der Auftrag wird vom Mitarbeiter ausgefüllt und vom Vorgesetzten abgelegt sowie im System dokumentiert.

Nach der Auftragsdurchführung erfolgen eine entsprechende Rückmeldung an die Vorgesetzten der Instandhaltung über die geleisteten Arbeiten und eine Fertigmeldung an den betreffenden Produktionsbereich.

Alle vorhandenen Rückmeldungen werden in der Instandhaltung erfasst und in Berichten analysiert.

Sämtliche Arbeiten an den Produktionsmaschinen werden in dem Formular „Anforderung Instandhaltungsauftrag“ dokumentiert (Art und Auftritt der Störung – Vorgehensweise zur Lösung des Problems – Ersatzteile und Notizen zur Klärung des Sachverhaltes).

Die Instandhaltung hat einen Plan für „Füllarbeiten“ zu erstellen. Hier werden die Arbeiten an Bauteilen (wie z. B. Förderbändern oder Austauschzylindern) beschrieben.

Die Instandhaltungsmitarbeiter arbeiten selbstständig die Liste durch und dokumentieren ihre Tätigkeiten schriftlich in einer Wissensdatenbank.

Studien haben gezeigt, dass im Arbeitsablauf vieler Industrieunternehmen bei „störungsbedingten Instandsetzungen“ eine Reihe kritischer Punkte aufgetreten sind. Im Rahmen der Störungsmeldung und Arbeitsformulierung zeigt sich häufig das Problem, dass das Produktionspersonal mehrdeutige Arbeitsaufträge an die Instandhaltung weiterleitet.

Nicht selten werden Meldungen wie etwa „Anlage defekt“, „Störung an Anlage“ etc. an die

Instandhaltung übermittelt, die aber ihrerseits eine solche Information nicht weiterverwerten kann.

Entscheidend für die Güte der Auftragsformulierung ist hierbei insbesondere der Qualifikationsstand des Produktionspersonals.

Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt ist, dass die Störungsmeldung an die Instandhaltung teilweise nur mündlich erteilt wird.

Hierbei besteht die Gefahr, dass die Meldung zwar entgegengenommen wird, jedoch aufgrund eines allgemeinen hohen Arbeitsaufwandes durchaus verloren gehen mag.

Im Rahmen der Arbeitsrückmeldung kann es durchaus vorkommen, dass vom Instandhaltungs- bzw. Produktionspersonal erbrachte Leistungen nicht vollständig erfasst werden und die Rückmeldungen zu viel administrativen Aufwand erfordern.

Deshalb ist es Aufgabe des Managements, dafür zu sorgen, dass Instandhaltungsmaßnahmen in einer für alle Mitarbeiter zugänglichen Wissensdatenbank konzentriert werden.

Wer seine Maschine kennt, hat die Pläne und Dokumentationen vorliegen und führt regelmäßige Wartungen und Inspektionen durch, wie es der Hersteller vorschreibt. Die Anlagen sind dann gemäß den Gesetzen und Herstellerangaben geprüft sowie überprüft.

Bei verknüpften Anlagen und Systemen müssen die Pläne der Situation angepasst werden.

Alle Instandhaltungsleistungen sind daher zu dokumentieren und ihre Aufzeichnung dient als Basis für verschiedene Auswertungen.

Änderungen sind sofort in den Plänen und Dokumentationen zu erfassen.

Es ist immer ratsam, schon während der Aufstellung und Inbetriebnahme einer Anlage die eigenen Instandhaltungsmitarbeiter zusammen mit den Fachmonteuren die Arbeiten durchführen zu lassen.

Beim Auftreten einer Störung an Maschinen und Anlagen ist schnelles und effektives Handeln gefordert. Die Informationskette muss straff organisiert sein.

Das Instandhaltungspersonal muss bei der Fehlersuche selektiv vorgehen und den Grund des

Ausfalls Schritt für Schritt eingrenzen sowie vollständig beseitigen.

Die Vorgehensweise und der Lösungsweg sind vom Instandhalter zu dokumentieren.

Die Daten werden gesammelt und dienen zur Auswertung der Schwachstellenbeseitigung sowie zur Kontrolle, ob

Wartungen/Inspektionen/Verschleißtausch aktuell sind und zur Anlagenrealität passen. Sinnvoll sind Checklisten zur Fehlerbeseitigung und Anlagendokumentationen, aus denen sich für die Instandhaltung schnell Schlussfolgerungen ziehen lassen:

- Temperaturanstieg von Bauteilen
- erhöhter Verbrauch von z. B. Filter/Öl/Fett etc.
- Auslösen von Sicherungen/Motorschutzschaltern
- Geschwindigkeits-Taktzeitänderungen
- Änderungen von Parametern.

Eine Instandhaltungsdokumentation (bzw. eine Wissensdatenbank mit Fehlerkatalogen, Entstörungslisten, Checklisten und

Arbeitsanweisungen zur Fehlerbehebung) hilft bei der Einarbeitung junger Kollegen und sichert die technische Verfügbarkeit der Anlagen.

***Speichern Sie das Knowhow Ihrer Mitarbeiter in einer für alle zugänglichen Wissensdatenbank.***

***Sämtliche zuständigen Mitarbeiter müssen konsequent das Instandhaltungsgeschehen dokumentieren und aus diesen Daten die geeigneten Anweisungen und Listen erstellen.***

Die Daten dienen der Schwachstellenanalyse und dem Ersatzteilmanagement der Instandhaltung.



Die Instandhaltung kann effektive und wirksame Methoden einsetzen, um die Arbeiten für alle besser zu gestalten.

Gute Organisation und funktionierende interdisziplinäre Zusammenarbeit sämtlicher involvierter Abteilungen sind der Schlüssel zu mehr Effektivität.

Nötig sind insbesondere:

- Strukturierte und vollständige Maschinendokumentationen
- Strukturierte und vollständige Instandhaltungsdokumentationen
- Eliminieren unsinniger Routinearbeiten, die nicht zum Kerngeschäft von I&R gehören
- Harmonisierte Wartungen und prozessorientierte Maschineninspektionen
- Vorbeugende Instandhaltung mit Wartungen/Inspektionen an kritischen Bauteilen
- Tägliche Sichtkontrollen und Checks der relevanten Maschinen und Anlagen
- Entstörungsdokumentationen und Reparaturanweisungen für wichtige Maschinen
- Ersatzteillager und Ersatzteilmanagement mit Sinn und Verstand
- Ein technischer Einkauf, der die Instandhaltung unterstützt.

## **Fehlersuche an Maschinen und Anlagen**

Bei Störungen an komplexen Maschinen müssen Sie systematisch und selektiv vorgehen.

Die Arbeit in interdisziplinären Teams (Elektrik/Mechanik/Steuerungstechnik) bringt bei der Fehlersuche mehrere Vorteile.

So kann eine Fehlfunktion Schritt für Schritt eingegrenzt werden. Sie verkürzen die Standzeit durch das parallele Abarbeiten verschiedener Teilprozesse zur Entstörung der Anlage.

Es gibt auch hier effiziente Methoden, eine Fehlfunktion einzugrenzen und zu lokalisieren:

**Die Fehlerbaumanalyse** (FTA, Failure Tree Analysis) ist ein solches System. Sie stellt ein Analyseverfahren dar, das zur Untersuchung der Zuverlässigkeit komplexer Produkte und Prozesse entwickelt wurde.

Gemäß DIN 25424 ist ein Fehlerbaum die geordnete, graphische Darstellung von Fehlereingängen; mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse kann ein Fehler systematisch eingegrenzt und beseitigt werden.

Mit der Verwendung von **Checklisten bzw. Fehlerkatalogen** kann die Instandhaltung planvoll die Entstörung und Fehlerbeseitigung vornehmen und anschließend dokumentieren.

Das systematische Eingrenzen der Fehler und Störungen durch die selektive Feststellung verschiedener Funktionen erleichtert die Arbeit der Instandhaltungsmitarbeiter.

Bei **zufälligen Fehlern** ist die genaue Feststellung und Analyse der Störung ein wichtiger Baustein zu mehr Maschinennutzungszeit.

Ein Beispiel aus der Praxis: Ausfall der Steuerung an einer wichtigen Produktionsmaschine. Trotz intensiver Beobachtung lässt sich keine Fehlfunktion feststellen. Die Instandhaltung simuliert die unterschiedlichsten Zustände, um herauszufinden, was zum Ausfall der Anlage geführt hat.

Die Instandhaltung erhöht die Temperatur der Steuerung mit Hilfe eines Heizlüfters um 20°C, ohne dass die Anlage ausfällt.

Nun simulieren die Instandhalter Erschütterungen oder Vibrationen mittels eines einstellbaren Rüttelmotors. Und siehe da, die Steuerung fällt erneut nach kurzer Zeit aus. Daraufhin werden die

Anschlüsse und alle Platinen durch die Fachabteilung untersucht.

Das Ergebnis ist eindeutig: eine Platine hat einen feinen Riss, der bei Vibrationen zum Ausfall der Steuerung geführt hat. Dies zeigt die hohe Wirksamkeit des methodischen Vorgehens.

Die systematische Simulation verschiedener Zustände und Änderungen hat der Instandhaltung geholfen, die Störung dauerhaft zu beseitigen.

Jeder Fehler kann eine Kette von Folgefehlern an einer Anlage auslösen. Sie können die Störungen einzeln beseitigen oder Sie analysieren die genaue Fehlerursache. Erstellen Sie Pläne mit den Abhängigkeiten von Teilsystemen und Baugruppen. Welche Funktion hat Einfluss auf welche Folgesysteme?

Sind alle Funktionen notwendig, um die Hauptfunktionen aufrecht zu erhalten?

Sie können auch den einfachen, aber leider sehr kostenintensiven Weg des Bauteilaustausches gehen. **Es werden alle relevanten Bauteile und Baugruppen als Austauschteil vorgehalten.** Kommt es zu einer Störung an einer Maschine, wird die entsprechende Baugruppe direkt ausgetauscht.

Im Anschluss wird an der demontierten Baugruppe der Fehler in der Werkstatt gesucht und das defekte Bauteil instandgesetzt.

Eine aus dem IT-Bereich bekannte Methode ist das **Single Step Processing**. Komplexe Prozesse werden in einzelne Bereiche gegliedert und Schritt für Schritt abgearbeitet.

Jeder Vorgang wird einzeln geprüft und verifiziert, ob das Ergebnis mit den Vorgaben übereinstimmt.

**Eine neue Methode**, die sich in der Luftfahrt schon länger im Einsatz befindet, ist die **Blackbox-Technologie**. Bevor eine Maschine ausfällt, kommt es in den meisten Fällen zu Änderungen verschiedener Parameter und die Maschine verhält sich anders als im Normalzustand. Mittels einer digitalen Speichereinheit (der sogenannten Blackbox) werden alle relevanten Daten ständig aufgezeichnet.

**Bei einem Maschinenausfall können die Instandhaltungsmitarbeiter die Daten der Blackbox auswerten, Rückschlüsse auf den Störgrund ziehen und diesen so gezielt beseitigen.**

Um Störungen und Fehlfunktionen zu analysieren müssen alle relevanten Daten gesammelt werden.

Selbst banal erscheinende Dinge können die Produktion nachhaltig beeinflussen.

Schließen Sie nichts aus und gehen Sie dabei Schritt für Schritt vor.

Jede Änderung bedarf der Überprüfung. Versuchen Sie nicht, mehrere Änderungen auf einmal zu erledigen. Denn so können Sie am Ende nicht genau sagen, was zum Erfolg geführt hat.

Ein wesentlicher Punkt für die Effektivität ist die Instandhaltungs-Strategie.

Wie sieht der Plan für die **Alarmierung der Instandhaltung** aus?

Gibt es einen **Eskalationsplan**, der die Vorgehensweise und die **Informationskette** beschreibt?

Ist die **Vorgehensweise bei Störungen** klar beschrieben, wer informiert wen und wer macht was? Gibt es Fehlerkataloge und Checklisten, die systematisch abgearbeitet werden?

Verkürzen Sie die Reaktionszeit der Instandhaltung durch eine straffe Organisation des Vorgehens bei Maschinenausfällen.

## Alarmierung bei Maschinenstörung

1. Wahrnehmung der Fehler/Störungen, Maschinenstillstand als Folge
2. Alarmierung und Meldung der Störung an die Instandhaltung
3. Koordination der Instandhaltung
4. Vorbereitung und Logistik durch die Instandhaltung
5. Vorbereitung der Instandsetzung durch die Instandhaltung
6. Fehlersuche und Eingrenzen der Störquelle
7. Verbesserung möglich? Durchführung planen/festlegen,
8. Schwachstellen dauerhaft beseitigen.  
Gemeinsame Besprechung und Planung mit der Produktion.

Eine Störung sorgt für den Ausfall einer Maschine. Der Anlagenbediener erkennt die Situation und prüft, was geschehen ist.

Der Anlagenbediener informiert seinen Vorgesetzten oder meldet den Zwischenfall direkt an die Instandhaltung. Eine präzise und rasche

Übermittlung der Störmeldung hat erheblichen Einfluss auf die erste Reaktion der Instandhaltung.

Die Instandhaltung koordiniert nun die Maßnahmen. Welcher Mitarbeiter ist frei und kann den Auftrag erledigen oder muss ein Mitarbeiter an anderer Stelle abgezogen werden. Kurze Besprechung mit dem Mitarbeiter, was gemeldet wurde und was an Vorarbeiten nötig ist. Informationen zum Maschinenausfall zusammentragen und die entsprechenden Abteilungen über die Situation informieren.

Benötigte Unterlagen und Dokumente zusammenstellen. Ersatzteile bereitstellen und zur Baustelle bringen.

Die Vorbereitungen zur eigentlichen Instandsetzung können parallel stattfinden. Absichern der Maschine und einen Zugang zur Schadensstelle schaffen. Versorgungsleitungen verschließen und Sicherheitsbereiche absperren.

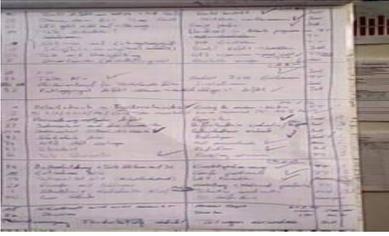
Wenn alle Vorbereitungen sorgfältig erledigt sind, beginnt die eigentliche Fehlersuche. Diese lässt sich anfangs nur schwer standardisieren. Es gibt aber auch hier Optimierungspotenzial.

Ist der Fehler gefunden und die Ursache bekannt, gilt es, diese Schwachstelle dauerhaft zu beseitigen. Lässt sich ein Fehler nicht sofort eindeutig identifizieren kann man die ganze übergeordnete Baugruppe austauschen und den Fehler in der Werkstatt eruieren.

Wesentliche Zeitfaktoren für Instandhaltungsmaßnahmen sind die schnelle und korrekte Alarmierung, die interne Logistik sowie die Bereitstellung der benötigten Ersatzteile am richtigen Ort zur richtigen Zeit.

***Eine Analyse der Daten gibt Auskunft darüber, ob wir***

- die richtige Instandhaltungsstrategie verfolgen;
- die festgelegten Wartungstermine zur Anlage passen;
- über die richtige Planung für den Einsatz der Ressourcen verfügen.



Aus der Anlagendokumentation ergeben sich die Daten für:

- OEE – Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment effectiveness)
- TV – Technische Verfügbarkeit Maschine
- MTBF – Durchschnittliche Zeit zwischen den Störungen und Ausfällen (Mean Time Between Failures)
- MTTR – Durchschnittliche Zeit der Entstörung (Mean Time To Restart)
- MDT – Mittlere Ausfallzeit der Anlagen (Mean Down Time)
- WT – Wartezeit (Kein Personal, keine Ersatzteile-Werkzeuge etc.)
- PD – Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default)
- RT – Rüstzeit der Anlagen.

Es gibt zahlreiche verschiedene Ursachen für den **Ausfall von Maschinen und Anlagen**:

- Konstruktionsbedingte Fehler
- Fehler durch falsche Bauteile
- Fehler durch falsche Programmierung
- Fehler durch mechanisch verursachten Verschleiß
- Fehler durch falsch vormontierte Ersatzteile
- Wechsel der Lieferanten
- Außergewöhnliche Belastungen
- Zufällige Fehler durch Fehlbedienung
- Fehler durch äußere Einflüsse (wie Temperaturen, Luftfeuchtigkeit)
- Fehler durch unerfahrenes Personal an der Maschine.

Die ständige Analyse der Instandhaltungs-Dokumentation gibt uns weiterhin schnell Aufschluss über die **Einflüsse von außen und innen, die zum Ausfall** von Teilsystemen oder der ganzen Anlage führen.

Der lückenlosen Dokumentation von Leistungen kommt auf allen Ebenen eine besonders wichtige Bedeutung zu.

Die Facharbeiter der Instandhaltung leisten die Fehlersuche und Beseitigung der Störung/en.

Sie dokumentieren ihre Tätigkeiten und leiten diese an die Vorgesetzten und Mitarbeiter transparent weiter.

Die präzise Dokumentation dient den Kollegen bei der schnellen Wiederherstellung der technischen Verfügbarkeit und hilft der Instandhaltung, den Nutzungsgrad der Anlagen zu verbessern.

Eine dauerhafte Beseitigung von Schwachstellen ist mit einer lückenlosen Instandhaltungsdokumentation möglich.

Fehlervermeidung sowie Verbesserungen der Anlagen und Prozesse werden durch die konsequente Auswertung der Dokumentationen möglich.

1. Eine Instandhaltung ist qualifizierter Dienstleister der Produktion und aller angeschlossenen Abteilungen.

2. Eine Instandhaltung analysiert die eigenen Arbeiten, Abläufe und Prozesse und setzt die Erkenntnisse zeitnah um.
3. Das Management setzt der Instandhaltung Ziele und stellt den Erfüllungsgrad messbar dar.

Instandhaltungen leisten einen essentiellen Beitrag zum Betriebsergebnis und erhalten bzw. steigern den Wert der Maschinen und Anlagen.

Die Instandhaltung gewährleistet einen stabilen Nutzungsgrad der Anlagen durch vorbeugende Instandhaltung.

### **Instandhaltung, Kommunikation und Dokumentation mittels IT- gestützter Wissensdatenbank! CMMS Industrie 4.0**

Der Begriff Computerized Maintenance Management System, (**CMMS**) bedeutet auf Deutsch Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem (IPS), auch Enterprise asset Management (EAM) umfasst die systematische Bearbeitung und Unterstützung von Instandhaltungsabläufen durch Software.



## Die Sache mit der technischen Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen

Die Instandhaltung ist in der Regel für die technische Verfügbarkeit der Maschinen verantwortlich.

Um das zu gewährleisten sind einige grundlegende Bedingungen zu erfüllen die wir Ihnen hier vorstellen möchten.

PARIS dient uns hier als Abkürzung für die Beschreibung der notwendigen Schritte.

P = Prozessablauf

A = Anwendungen

R = Ressourcen

I = Infrastrukturen

S = Steuerung

Prozessabläufe müssen klar beschrieben werden und benötigen einen Prozessplan, ansonsten ist es ein beliebiger Prozess, der in modernen Produktionsbetrieben indiskutabel ist. Anwendungen unterstützen in der Regel den Prozess der Produktion, z. B. Software wie SAP oder SPS Programme. Ressourcen sind unabdingbare Dinge wie Material, Werkzeug, Wissen, Finanzen und nicht zuletzt die Mitarbeiter. Infrastrukturen werden die Produktionsgebäude, Medienversorgung und natürlich die Maschinen und Anlagen genannt. Steuerung aller Prozesse und nötigen Arbeitsabläufe seitens des Management bilden einen weiteren Schwerpunkt. Die betriebliche Instandhaltung ist also für das I, die Infrastruktur maßgeblich in der Verantwortung. Sie stellt der Produktion eine funktionierende, gereinigte, gewartete und technisch verfügbare Maschine/Anlage bereit.

Allerdings gilt die Einschränkung insoweit, dass die Instandhaltung die vom Management geforderte Anlagenverfügbarkeit nur gewährleisten kann, wenn eine Maschine für die Aus- und Belastung geeignet

ist. Denn in der Regel hat die Instandhaltung keinen Einfluss auf den Kauf der passenden Maschinen und Anlagen, diese Entscheidung wird allzu oft ohne Mitsprache der Instandhalter getroffen. Deshalb ist die Verfügbarkeit immer Abhängig von der bereitgestellten Technik, der Effizienz der Fertigungsprozesse und den zur Verfügung gestellten Ressourcen. Die Verantwortung liegt somit nicht allein bei der Instandhaltung, sondern umfasst verschiedene Parameter. Die technische Verfügbarkeit muss in Korrelation zur Produktionsverfügbarkeit gesetzt werden. Die Instandhaltung kann die Verfügbarkeit durch gute Organisation ihrer Abläufe und schnelle Reaktionen bei Störungen positiv beeinflussen.

Die Instandhaltung beinhaltet im Wesentlichen die folgenden Prozesse:—Erhaltung der technischen Verfügbarkeit von Maschinen/Anlagen—Schnelle Wiederherstellung der Verfügbarkeit nach Störungen/Ausfällen—Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen wie Wartungen/Inspektionen—Optimierung der Prozesse innerhalb der Instandhaltung um die Verfügbarkeit stetig zu verbessern—Wissensmanagement um aus der täglichen Arbeit ein Verbesserungspotential zur Fehlervermeidung und nachhalti-

ger Störungsvermeidung zu generieren → Optimierungen der Maschinen und Anlagen um die technische Verfügbarkeit und die Ausbringung zu verbessern. Die wichtigen Werte/Kennzahlen und entscheidende Parameter für die Instandhaltung sind MTTR und MTBF. Die Wiederherstellungszeit einer Anlage nach einem Ausfall sollte so kurz wie nur möglich sein und die technische Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die schnelle Wiederherstellung basiert auf 3 wesentlichen Säulen:

1. Der Erreichbarkeit der Instandhaltung
2. Der Reaktionszeit der Instandhaltung
3. Den Ressourcen der Instandhaltung

Eine „Überakademisierung“ der Instandhaltung mittels zu komplexer Steuerung über Kennzahlen und Prozesspläne hat oft zur Folge, dass die Mitarbeiter demotiviert sind und nur noch „Dienst nach Vorschrift“ abliefern. Deshalb ist Vertrauen in die handelnden Personen der wohl entscheidendste Faktor für eine erfolgreiche Zusammenarbeit aller im Unternehmen. Die Instandhaltung ist es letztendlich, welche mit Ihrer täglichen Arbeit die Ausfälle reduzieren und für eine schnelle Wiederherstellung sorgen kann. Die Zusammenarbeit in interdisziplinären

Teams sorgt dafür das das gesamte Optimierungspotential abschöpft und somit eine stabile Anlagenverfügbarkeit bei hoher Ausbringung gewährleistet wird. Eine gute Organisation ist für eine Instandhaltung das A und O.

Ad-hoc Reparaturen müssen möglichst schnell durchgeführt werden, Termine müssen organisiert werden, Verträge und Prüfungen werden verwaltet, Absprachen mit Fremdfirmen und den Herstellern haben zu erfolgen, die Servicekräfte müssen im Haus koordiniert werden, die Arbeitssicherheit und Umweltthemen spielen eine wichtige Rolle etc. Und bei der Vielzahl der Aufgaben können dann selbst vermeintlich einfache Dinge sehr komplex werden und führen immer wieder zu Irritationen.

Wenn beispielsweise ein Produktionsmitarbeiter den Instandhalter wegen eines Problems direkt anruft und dieser sich „mal eben schnell“ darum kümmert, dann geht das nicht nur am Instandhaltungsplaner vorbei, sondern sorgt durch eine fehlende Dokumentation für eine verfälschte Auswertung des Instandhaltungsgeschehens und beeinflusst somit ein effizientes Arbeiten der Instandhaltung.

Eine mögliche Lösung für dieses Problem ist eine IT-Unterstützung der Instandhaltungsprozesse und das konsequente Dokumentieren der Arbeiten. Dabei steht folgender Prozess im Mittelpunkt aller Beteiligten:

1. Melden durch Anlegen eines Instandhaltungsauftrags
2. .Planen der Maßnahmen durch die Instandhaltung/Vorgesetzten
3. .Erledigen der notwendigen Arbeiten durch die Facharbeiter
4. .Rückmeldung der Arbeiten im System und Übergabe der Maschine an die Produktion.

***Die moderne betriebliche Instandhaltung und Predictive Maintenance*** (vorausschauende Instandhaltung)

1. Präzise und zentrale Dokumentation der Tätigkeiten:  
Als erstes ist eine präzise Dokumentation der Wartungen und Instandhaltungen von großer Bedeutung. Diese ist wichtig für Audits, da Unternehmen dazu verpflichtet sind. Anderer-

seits dient die Dokumentation dem Instandhalter dazu, wichtige Zusammenhänge zwischen Prozessen zu analysieren. So kann die Instandhaltung effizienter Fehlerquellen entdecken und das Budget für die Instandhaltung genauer eruieren. Darüber hinaus kann die Dokumentation auch weiteren Mitarbeitern beispielsweise als Wissensdatenbank und Checkliste nützlich sein. Eine geeignete Software kann beispielsweise Instandhaltungen und Wartungen zentral dokumentieren und Prozesse standardisiert abbilden. Sie hilft, die Instandhaltung gezielt zu optimieren.

## 2. Sammeln von Daten:

Bevor Daten unstrukturiert gesammelt werden, gilt: Es ist wichtig, sich darüber im Klaren zu sein, was genau man mit den gesammelten Daten optimieren möchte und welche Daten dazu notwendig sind. Die gesammelten Daten müssen genutzt werden und daraus die richtigen Schlüsse mittels Analysen zu gewinnen. Zusätzlich zu Daten über Wartungen und Instandhaltungen sammeln Maschinen weitere Informationen (z.B. Temperaturdifferenzen,

Vibrationen, Störgeräusche etc.). Aus diesen Daten kann die Instandhaltung zusätzliche Informationen über Maschinenzustände erfahren. Dies führt dazu, dass Wartungen effektiver werden und der Instandhaltungsleiter schneller auf Störungen reagieren bzw. Ausfälle vorbeugend verhindern kann. Damit dieser Prozess ermöglicht werden kann, hilft eine geeignete Instandhaltungsstrategie, welche die Instandhaltung und deren Abläufe optimieren kann. Mithilfe eines sog. MES (Manufacturing Exekution System) bzw. BDE (Betriebsdaten Erfassung) ist es möglich, Daten von Fertigungsprozessen zu generieren. Diese Daten sollten genutzt werden, Prozesse und Abläufe zu optimieren. Alternativ kann eine geeignete Instandhaltungssoftware dabei helfen, die richtigen Daten zu sammeln und auszuwerten. Dieser Prozess wird von einer einzigen Software übernommen.

### 3. Datenanalyse:

Wiederkehrende Wartungen automatisiert planen. Ein wichtiges Ziel eines jeden Betriebs ist die Erreichung wirtschaftlicher Prozesse.

Damit die Instandhaltung in Unternehmen effizient abläuft, können Instandhaltungsvorgänge gezielt geplant werden. Diese Maßnahmen müssen nahtlos in die Prozesse im Unternehmen eingebunden werden, damit der Betrieb auch während einer Wartung weiter reibungslos funktioniert. Eine geeignete Instandhaltungsstrategie und Wartungskonzepte können helfen, die Instandhaltung und deren Organisation zu optimieren. Predictive Maintenance (vorausschauende Instandhaltung) – eine der Schlüsseltechnologien der Industrie 4.0 – kann hierbei zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor industrieller Unternehmen werden. Denn nur wenn sichergestellt ist, dass Maschinen und Anlagen verfügbar sind, kann der Produktionsprozess ohne weitere Probleme stattfinden. Predictive Maintenancesoftware analysiert gesammelte Maschinendaten und definiert im Voraus den optimalen Zeitpunkt für Instandhaltungsmaßnahmen, diese werden so jeweils auf den Zustand der Bauteile abgestimmt; dabei ist die Instandhaltungssoftware in der Lage, Muster zu erkennen und Modelle zu bilden welche die Ausfallwahrscheinlichkeit sehr

präzise vorhersagen. Die vorausschauende Instandhaltung hat den Vorteil, dass sie Produktionsstopps durch ungeplante Maschinenausfälle verringert und die Verfügbarkeit gleichzeitig erhöht. Im Gegensatz zur reaktiven Instandhaltung – hier reagiert man erst unmittelbar nach einem Maschinenausfall – plant die vorausschauende Instandhaltungssoftware die Maßnahmen bereits vor einem möglichen Schaden oder Ausfall.

#### 4. Datenprognose:

Daten in Maßnahmen umsetzen. Neben der Datenaufnahme und -analyse sind insbesondere die Datendiagnose und -prognose wichtig. Gezielte Analysen machen eine Prognose über den Anlagenzustand möglich. Nachdem zahlreiche Daten, z. B. über Temperatur, Schwingungen, Luftfeuchtigkeit oder Geräusche gesammelt wurden, müssen aus diesen Daten die richtigen Schlüsse gezogen und die notwendigen Maßnahmen ergriffen werden. Diese Analyse muss so genau wie möglich erfolgen und sollte von einer entsprechenden Software geeignet unterstützt werden. Sobald

dies geschehen ist, können auf langfristige Sicht Instandhaltungskosten reduziert, die Produktivität der Anlagen verbessert und Betriebskosten gesenkt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Daten (z. B. über tatsächliche Zustände und Wartungsbedarf), die gesammelt werden, aussagekräftig und zuverlässig sind. Nur eine engmaschige Zustandsüberwachung ermöglicht eine Instandhaltung, die vorbeugend, planbar und kostenoptimiert ist. Es ist dabei wichtig, relevante Daten zum Zustand von Maschinen und Anlagen zu sammeln, zu speichern, aufzubereiten und zu verdichten. Diese können für das Instandhaltungspersonal von erheblicher Bedeutung sein.

5. Verteilung und Annahme von Aufträgen:  
Die Mitarbeiter der Instandhaltung sind während ihrer Arbeitszeit meist im gesamten Werk tätig und nicht jederzeit von einem festen Platz aus verfügbar. In kritischen Momenten ist jede Minute entscheidend. Dabei sollte derjenige Instandhalter zuerst informiert werden, welcher sich am besten mit der betroffenen Anlage auskennt. Die Aufgaben sollten deshalb

im optimalen Fall automatisiert verteilt werden. Möglichst auch mit Hinblick auf die Kenntnisse, die Verfügbarkeit sowie den Standort des Instandhalters. Damit ist eine effiziente Instandhaltung leichter zu erreichen.

#### 6. Strategie und Zukunftsorientierung:

Ein Unternehmen sollte sich mit der Wahl des für sich optimalen Instandhaltungsmodells intensiv beschäftigen. Denn reaktive Instandhaltungen sind sehr teuer und sollten vermieden werden. Deshalb sollten Unternehmen versuchen, hier Schlüsseltechnologien weiterzuentwickeln, um sich den Marktanforderungen anzupassen.

Fazit: Der Grad der Digitalisierung nimmt auch in der Instandhaltung stetig zu. Dies liegt daran, dass der Wettbewerb sowie der Kostendruck ansteigen und die Komplexität von Maschinen und Anlagen steigt. Daher ist es wichtig, geeignete Strategien zu entwickeln und diese interagieren zu lassen. Denn nur so können die genannten Ziele erreicht und die Instandhaltung optimiert werden. Die Basis aller Strategien ist jedoch eine geeignete Datengrundlage mit

qualitativ hochwertigen Daten, die jederzeit gepflegt werden muss. Das Thema Instandhaltung ist sehr komplex: Anstehende Reparaturen müssen möglichst schnell durchgeführt werden, Termine müssen organisiert und Verträge verwaltet werden, Absprachen mit Fremdfirmen haben zu erfolgen, die Kommunikation verschiedener Bereiche untereinander muss sichergestellt sein, das Lager und Ersatzteile müssen verwaltet werden und bei alledem sollten die Zeiten für Produktionsstillstände möglichst geringgehalten werden.

Eine gute Organisation ist dabei zwingend erforderlich. Selbst vermeintlich einfache Dinge haben die Eigenschaft komplex zu werden. Wenn beispielsweise ein Produktionsmitarbeiter den Instandhalter wegen eines Problems direkt anruft und dieser sich „mal eben schnell“ darum kümmert, dann geht das nicht nur am Instandhaltungsplaner vorbei, sondern sorgt auch für eine fehlende Dokumentation und wenig effizientes Arbeiten auf Seiten der Instandhaltung. Und trotzdem gehören solche Abläufe in vielen Unternehmen noch immer zum Alltag. Als Vorgehensweise für Instandhaltungsaufträge empfiehlt sich ein schrittweise Vorgehensweise.

## Schritt 1: Aufträge melden:

Alle wichtigen Informationen werden in eine übersichtlichen Maske eingetragen und automatisch an den Instandhaltungsplaner übertragen. Einen Auftrag kann theoretisch jeder Mitarbeiter im Unternehmen melden. Umso wichtiger ist es, dass auch jeder Mitarbeiter mit dem System umgehen kann. Und dass dieses immer verfügbar ist.

Alle anstehenden Reparaturen, Wartungen und Instandhaltungen landen dann in einer übersichtlichen Liste. Anhand der farblichen Codierung kann man auf einen Blick erkennen, ob der Auftrag noch offen(=gelb), gerade in Bearbeitung ist (=rot) oder schon durchgeführt wurde (=grün).

## Schritt 2: Aufträge planen:

Der Instandhaltungsleiter erhält eine Benachrichtigung sobald ein neuer Auftrag eingegangen ist. Er kann die Reparatur nun so planen, dass die Zeiten für Maschinenstillstände möglichst geringgehalten werden. Wiederkehrende Wartungen oder Instandhaltungen werden automatisch in festen Abständen erfasst. Wird eine Wartung fällig, erhält der Verantwortlich rechtzeitig eine Erinnerung. Er kann den

Auftrag dann für eine passende Zeit planen und einem verfügbaren Mitarbeiter zuweisen.

Schritt 3: Die Durchführung von Reparaturen und Wartungen:

Zunächst kann der Instandhalter jederzeit und von jedem Ort auf die nötigen Informationen zugreifen: Um welche Anlage oder welches Teil geht es? Was ist das Problem? Was ist die vermutete Ursache? Er kann sich sogar angehangene Bilder vom Schaden oder vom betroffenen Teil direkt ansehen. Alle nötigen Daten sind im System verfügbar und können bei Bedarf dem Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden.

Schritt 4: Die Dokumentation durchgeführter Aufträge:

Nach der Durchführung kann der Instandhalter im System alle relevanten Informationen dazu vermerken. Was wurde an Arbeiten erledigt? Wie lange dauerte die Reparatur? Welche Ersatzteile wurden verwendet? War die Reparatur erfolgreich oder müssen zusätzliche Leistungen erbracht werden?

Das sorgt nicht nur für eine lückenlose Dokumentation, sondern hilft auch, zukünftig ähnliche Probleme effizienter zu beheben. Denn man kann direkt nachschauen, wie mit diesem Fehler umgegangen wurde. Die Ergebnisse der Instandhaltung können auch in Diagrammen und Charts dargestellt werden. So kann beispielsweise erkannt werden, wenn eine Anlage besonders häufig ausfällt.

Oder prüfen Sie Reaktionszeiten und Wiederherstellungszeiten. Das ist einmal die Dauer von Meldung bis zum Beginn der Reparatur und die Dauer vom Eingang der Meldung bis zur fertigen Reparatur. All diese Kennzahlen helfen dabei, Schwachstellen und Optimierungspotenziale zu erkennen. Damit die Prozesse rund um „melden – planen – durchführen – dokumentieren“ zukünftig noch besser werden können.

Instandhaltungsleistungen sind offen zu kommunizieren und dokumentieren. Einer der Schlüssel zur Lösung ist die Kommunikation: wir müssen miteinander reden und diskutieren. Und hier dient der Instandhaltung die Dokumentation über die ausgeführten Tätigkeiten als Vehikel zur Kommunikation.

Ein offenes Forum in einer Wissensdatenbank bildet die Schnittstelle und stellt allen involvierten Abteilungen das gesamte benötigte Wissen zur Verfügung.

Eine transparente Dokumentation sämtlicher Arbeiten dient den Kollegen und Kunden zur genauen Information.

Instandhaltung muss heute verständlich für alle Beteiligten im Unternehmen kommuniziert werden, damit das Verständnis für nötige Instandhaltungsarbeiten schon im Vorfeld vorhanden ist.

Durch die konsequente Dokumentation von Instandhaltungsarbeiten können Schwachstellen rasch ausfindig gemacht und dauerhaft beseitigt werden.

Eine datenbasierte Schwachstellenanalyse offenbart Ihrer Instandhaltung zeitnah und effizient die nötigen Ansatzpunkte.

Sich wiederholende Stillstände sowie Störungen werden gezielt analysiert und sollten auch nachhaltig abgestellt werden.

### **Für die Instandhaltung gilt:**

**Wissen ohne Umsetzung ist nutzlos und verschwendet, Umsetzung ohne fachliche Begleitung und konsequente Unterstützung des Managements bleibt wirkungslos!**

### **Reifegrad Instandhaltungs-Check (RIH-Check)**

Reifegrad Instandhaltungs-Check: eine Reifegradanalyse zur gezielten Bewertung der Instandhaltungsorganisation.

<https://www.excellence-radar.com/>

Der **Excellence Radar Instandhaltung (ERI)** liefert eine umfangreiche Positionsbestimmung Ihrer Instandhaltungs-Organisation. **54** Fragen aus **15** Themenfeldern helfen Ihnen, ein detailliertes Bild Ihrer Organisation zu erhalten.

## Das Haus der Instandhaltung:



Die Basis der Analysen bildet man gerne im sogenannten „Haus der Instandhaltung“ ab. Es sind allerdings mehr als diese 12 Themenfelder, die es zu berücksichtigen gilt.

Instandhaltung ist heute abteilungsübergreifend und interdisziplinär zu sehen. Und die Service- und Fremddienstleister stellen einen immer größeren Anteil an der betrieblichen Instandhaltung.

Hinzu kommt der Spagat aus operativer, reaktiver Instandhaltung und der Wille, alles vorbeugend mit Predictive Maintenance zu erledigen.

Ein Drahtseilakt der Instandhaltung ist es, analoge Maschinenteknik neben der „digitalen High End

Maschine“ am Leben zu halten und für alles die richtige Instandhaltungsstrategie sowie die nötigen Ressourcen und Ersatzteile parat zu halten.

### ***Stufen der Instandhaltung***

Stufe 1 = Improvisierende Instandhaltung:  
Chaotisch organisiert, rein reaktiv tätig

Stufe 2 = Neuausrichtung Instandhaltung:  
Klare Ziele formulieren, einheitliche I&R-Dokumentation, IT-gestütztes CMMS-Instandhaltungsmanagement

Stufe 3 = Planung der Instandhaltung:  
Ziele und Maßnahmen festlegen, Ressourcen, Software und Tools bereitstellen

Stufe 4 = Umsetzung Instandhaltung:  
Neue Methoden konsequent umsetzen und anwenden

Stufe 5 = Überprüfung Instandhaltung:  
Ergebnisse der neuen Maßnahmen auswerten/bewerten

Stufe 6 = Optimierung Instandhaltung:  
Nächste Level anstreben/erreichen, Digitales Instandhaltungsmanagement, Industrie 4.0 & Instandhaltung 4.0.

## Beispiel einer Instandhaltung (Potenzialanalyse)

- Erläuterung und Feinabstimmung der geplanten Abläufe
- Vorgespräch
- Ausgabe der Fragebögen/Checklisten zu Kennzahlen, Qualifizierungsbedarf etc.
- Interview Führungskräfte
- Stärken/Schwächen-Analysen der Instandhaltung
  - Motivationsanalyse Führung
  - Besichtigung der Produktionsstätten
- Rundgang
- Besichtigung der Instandhaltung
  - Sichtung und Bewertung instandhaltungsrelevanter Dokumente
- Interview Personal
- Motivationsanalyse, Interview des operativen

Personals (Instandhaltung und Produktion)

Workshop  
Kennzahlen

- Erhebung und Diskussion der instandhaltungsrelevanten Kennzahlen

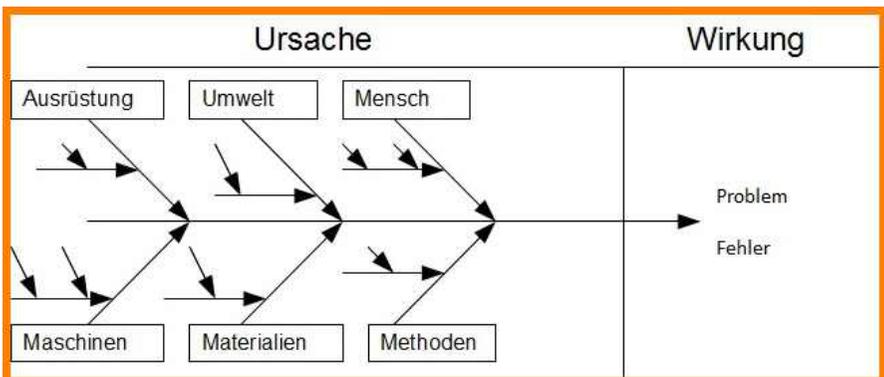
- Vergleich mit Kennzahlen Netzwerk-Instandhaltung

- Klärung offener Informationsbedarfe

Abschluss  
Gespräch

- Erörterung erster Zwischenergebnisse des Checks und Diskussion möglicher Optimierungsmaßnahmen.

Ursachenanalyse mit Hilfe eines Ishikawa-Diagramms



## Beispiel Instandhaltungs-Check und Entwicklung eines Reifegradchecks

6 Stufen zur Instandhaltungsoptimierung:

Schritt 1 ist die sogenannte Situationsanalyse;

Schritt 2 ist die Stärken/Schwächen-Analyse;

Schritt 3 ist die Dokumentenanalyse;

Schritt 4 ist das Ergebnis, Ziele formulieren;

Schritt 5 ist die Umsetzung der Erkenntnisse;

Schritt 6 ist die weitere Optimierung.

In Schritt 1 wird die Ausgangssituation der betrieblichen Instandhaltung analysiert.

Zuständigkeiten, wer macht was und wie kommt es dazu? Befragung der Mitarbeiter, der zuständigen Abteilungsleiter und angeschlossenen Abteilungen (wie Produktion und Engineering). Besichtigung der Instandhaltung und der Produktion.

Schritt 2 dient der Analyse der Instandhaltungs-Strategie, der verwendeten Software, der „Digitalisierung der Prozesse“, dem Wissensmanagement, der Ausstattung und Arbeitsweise.

Schritt 3 analysiert die Dokumentation des Instandhaltungsgeschehens.

Schritt 4 bildet das Ergebnis aus den vorher durchgeführten Schritten. Es wird ein erstes Konzept erstellt und da, wo Handlungsbedarf besteht, werden klare Ziele formuliert.

Schritt 5 dient nun der konsequenten Umsetzung der getroffenen Maßnahmen und Ziele. Es werden Workshops mit den Mitarbeitern durchgeführt.

Schritt 6 dient der weiteren Optimierung aller Prozesse der Instandhaltung. Es gilt, die umgesetzten Maßnahmen und Methoden zu verifizieren und weiteres Potenzial zur Effizienzsteigerung der Instandhaltung zu implementieren.

Mit einer kompletten **Dokumentation** machen wir die Arbeiten transparent und nachvollziehbar.

1. Information für Kollegen/Kunden über die Tätigkeiten und was wann wo gemacht wird.
2. Schaffen einer Wissensdatenbank zur Störgrundanalyse und zur Schwachstellenbeseitigung

3. Möglichkeiten zur Auswertung und Darstellung tatsächlicher Instandhaltung
4. Grundlagen zur Ermittlung einer Instandhaltungsstrategie
5. Neueste Informationen sichern die Aktualität der Pläne und Dokumente
6. Basis für Routinekataloge und Arbeitsanweisungen
7. Schaffung einheitlicher Standards bei der Vorgehensweise der Instandhaltung
8. Ersatzteilstrategie, Lieferantenmanagement
9. Grundlage für Audit, Zertifizierung und Prüfungen, Basis für Einarbeitungspläne.

Uns stehen verschiedene Methoden für die Instandhaltung parallel zur Verfügung:

- Reaktive Instandhaltung
- Vorbeugende Instandhaltung
- Datenbasierte Instandhaltung
- Intervall-Zeitabhängige Instandhaltung

- Analytische Instandhaltung
- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Risikobasierte Instandhaltung
- Vorausschauende Instandhaltung
- Erfahrungsgestützte Instandhaltung.

Bestimmt werden die Maßnahmen durch das Management und die Festlegung von Instandhaltungsstrategien und Instandhaltungsbudgets.

### **Kurzfristige Instandhaltungs-Strategie:**

Reaktion bei Störung, Havarie-Schäden, ungeplanter Produktionsausfall, Schichtbesetzung, Ressourcenplanung.

Bereitschaften und Wochenpläne, Notfallpläne, Eskalationspläne.

### **Mittelfristige Instandhaltungs-Strategie:**

Routinewartung, Inspektion, Dokumentationen von Fehlern, Aufbau einer systematischen Störgrunddiagnostik, Katalogisieren der Fehler und Beschreibungen zur Vorgehensweise bei Störungen und dem Wiederherstellen der Funktionsfähigkeit der Anlagen. Mitarbeiter schulen, um eine stetige

Verbesserung und eine Werterhaltung der Anlagen im Rahmen von Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Energieeffizienz zu erreichen. Monatspläne, wiederkehrende Prüfungen.

### **Langfristige Instandhaltungs- Strategie:**

Jahresplan, Revisionspläne, Neu-/Umbauten, mit dem Bereich Controlling das Instandhaltungsbudget aufgrund des Instandhaltungs-Jahresplans erstellen.

Wartungspläne und Inspektionsanleitungen der Hersteller können Sie nicht 1:1 umsetzen, da die Hersteller nicht den Kontext des Einsatzgebiets des Equipments beim Kunden kennen.

Hier müssen wir nicht nur die eigentliche Funktion des Equipments betrachten, sondern auch die Zusammenhänge, in denen einzelne Baugruppen eingesetzt werden.

Somit sind die Methoden der Instandhaltung immer abhängig vom Kontext des eingesetzten Equipments.

Es sollten eigene Strategien entwickelt werden, um Equipment-Ausfälle zu minimieren und die Anlagenverfügbarkeit und -Stabilität zu verbessern. Wartungen und Inspektionen sollten auf die Nebenzeiten geplant werden, um die Produktivität

nicht negativ zu beeinflussen. Der Instandhalter von heute ist mehr ein Manager und Daten-Verarbeiter, der vielseitige Aufgabenstellungen lösen kann.

***Mit Arbeitsplänen und Arbeitsanweisungen steuern wir die Tätigkeiten der Instandhaltung.***

1. Wirtschaftliche Durchführung von Wartung – Inspektion – Instandsetzung durch Beschreiben der Arbeitsschritte und der Arbeitsabfolge
2. Optimaler Einsatz aller Ressourcen ermöglicht ein wirtschaftliches Arbeiten der Instandhaltung
3. Minimieren des Instandhaltungsaufwands an Material/Personal, Transparenz bezüglich der die Tätigkeiten und der Kosten
4. Stabilisieren der Maschinenlaufzeiten durch eine Minimierung der Störungen und Ausfälle
5. Standards und Routinen für einfache Tätigkeiten

6. Vermeiden von Unfällen durch klare Beschreibung der Arbeiten, Sicherheitshinweise und Betriebszustände.



**Reinigung, Pflege und Ordnung schaffen ist Instandhaltung!**

Mangelnde Ordnung und Sauberkeit kann sich durchaus sehr negativ auswirken:

- Schmutz verstopft Lüftungsschlitze, dies führt zu erhöhten Temperaturen.
- Feuchte Schmier- und Schmutzschichten können Kriechströme weiterleiten.
- Schmutz und Späne erhöhen die Reibung.
- Unfallgefahren durch mangelnde Sauberkeit.

Die Reinigung von Maschinen und Maschinenteilen ist ein sehr wichtiger Teil in der Praxis einer Instandhaltung.

Bei Inspektionen und Wartungsarbeiten soll der Mitarbeiter der Instandhaltung alles genau sehen und prüfen können, durch starke Verschmutzung ist das jedoch häufig nicht möglich.

Hier ist eine gezielte Reinigung nötig und aus Sicht der Instandhaltung absolut notwendig.

Nun gibt es in den Betrieben die unterschiedlichsten Abläufe, wenn es um eine Reinigung von Produktionsmaschinen geht.

Wichtig ist es, die vorgefundenen Mängel sofort zu dokumentieren und anzuzeigen.

Das beste Ergebnis erzielen Sie, wenn die Instandhaltung bei den Reinigungsarbeiten zugegen ist und diese begleitet. Ein qualifizierter Maschinenreiniger unterstützt die Instandhaltung, da mögliche Schäden oft erst beim Reinigen der Maschinen erkannt werden.

Eine Dokumentation vorgefundener Mängel durch Fotos und eine kurze Beschreibung ist eine effektive Methode.

An einer Meldetafel der Anlage können diese dann abgelegt werden und sind für die Instandhaltung klar zu erkennen. Natürlich müssen die Prioritätsränge der Arbeiten sowie das inhaltliche Vorgehen vorher genau festgelegt werden.

Im Rahmen von KVP, Kaizen und 5S-Kampagnen kann der Betrieb dann ein jeweils für seinen Maschinenpark und Anlagen passendes Konzept für eine vorbeugende Instandhaltung erarbeiten.

Sauberkeit im Betrieb betrifft alle und dient nicht allein nur der Instandhaltung, es macht sämtliche Arbeiten sicherer und effizienter.

Durch klare Kennzeichnung von Betriebsmitteln, kurze Wege für Routinearbeiten, einfaches Handling von Abläufen und transparente Entscheidungen in den Abteilungen kann die Arbeitsleistung der Maschinen und der Mitarbeiter erheblich gesteigert werden.

Zusätzlich schaffen Sie mit sauberen Arbeitsplätzen und einem sauberen Arbeitsumfeld eine gestiegene Verantwortung der Mitarbeiter für ihre Arbeit und ihren Arbeitsplatz.

**Loyale Mitarbeiter sind das höchste Gut**, das ein Unternehmen heute haben kann. **Motivierte**

**Angestellte leisten wesentlich mehr als desinteressierte.**

Neben der Sauberkeit ist die Ordnung am Arbeitsplatz und dem Umfeld von Maschinen ein wichtiges Thema. Räumen Sie alles Unnötige aus den Arbeitsbereichen.

Schaffen Sie feste Plätze zur Aufbewahrung aller Werkzeuge und benötigten Hilfsmittel.

Achten Sie auf eine bequeme Zugänglichkeit der Maschinen, um Reinigungsarbeiten und Instandhaltung zu erleichtern: Zugänge zu schwer erreichbaren Stellen schaffen, Revisionsöffnungen und Kontrollfenster einbauen, Kontrollstecker zur Parameterkontrolle nach außen legen. Versuchen Sie, die Anlage während ihres Betriebs zu inspizieren und mögliche Wartungen durchzuführen.

## Instandhaltung: Ölhydraulische Anlagen überwachen



In technischen Systemen bildet Öl ein Medium, das viele verschiedene Aufgaben übernimmt. Öl erbringt Leistung in hydraulischen Abläufen, es schmiert, reguliert Temperaturen und transportiert Abrieb sowie Schmutz zu den Filtern.

Die Gründe für Maschinenausfälle sind vielfältig und Verschleiß/Schmutz bilden einen großen Anteil daran. Von außen gelangen Fremdkörper über Belüftung und defekte Dichtungen in das Öl und

Verschleiß im System sorgt für eine additive Kontamination des Schmierstoffes.

Mittels Partikelmessung in den hydraulischen Fluidsystemen können Verschleiß und Abnutzung zusätzlich ermittelt werden. Der Grad der Rückstände informiert über ungewöhnlich hohe Konzentrationen an Verschleiß. So kann die Instandhaltung diese Informationen nutzen, um Maschinenausfälle und ungeplante Stillstände zu verhindern.

Mit fest installierten Partikelsensoren lassen sich die Zustände online überwachen und es kann direkt auf Veränderungen reagiert werden.

Dies bildet eine sinnvolle Ergänzung zu den Wartungen und Inspektionen einer Instandhaltung.

Die Filtration hydraulischer Anlagen ist ein weiterer wichtiger Baustein im Anlagenmanagement. Die Reinheit des verwendeten Öls mindert das Ausfallrisiko durch zusätzlichen Verschleiß im System.

Das Thema „vorbeugende Instandhaltung“ ist und bleibt daher eine komplexe Herausforderung für jede betriebliche Instandhaltung.

Gerade in Zeiten von Industrie 4.0 werden die Ansprüche an die Instandhaltung steigen.

So arbeiten heute die modernsten digital gesteuerten Maschinen neben rein analogen Maschinen.

Für die Unternehmen steigt der Bedarf an Weiterbildung für ihre Mitarbeiter und an kompetenten Spezialisten im Bereich Instandhaltung.

Die Filtration hydraulischer Anlagen ist ein wichtiger Baustein im Anlagenmanagement.

Die Reinheit des verwendeten Öls mindert das Ausfallrisiko durch zusätzlichen Verschleiß im System.

Veränderungen von Hydraulikölen werden durch Gebrauch verursacht:

- Alterung
- Anreicherung mit ölfremden Stoffen
- Oxydation/Polymerisation
- Säuren
- Schlamm

- Feste Stoffe wie Dichtungsreste
- Fremdstoffe beim Befüllen
- Wasser
- Kühlschmierstoffe.

2. Inspektion

3.  
Instandsetzung

1.  
Wartungen

4.  
Verbesserung

Instandhaltung

## ***Aufgaben der Schmierung:***

- *Sicherung eines weitgehend verschleißfreien Betriebes*
- *Schutz vor Korrosion*
- *Spülwirkung*
- *Wärmeabtransport (Öl bei Umlaufschmierung)*
- *Unterstützung der Dichtwirkung gegen Schmutz.*

*Reibungen stets durch Schmierung minimieren!*

## ***Wälzlager und Schmierung***

Damit Wälzlager zuverlässig ihre Funktion erfüllen, ist eine ausreichende Schmierung unerlässlich. Der Schmierstoff verhindert die unmittelbare metallische Berührung zwischen Wälzkörpern, Laufbahnen und Käfig, verringert damit den Verschleiß und schützt gleichzeitig die Oberflächen gegen Korrosion. Für jeden einzelnen Lagerungsfall ist daher die Wahl des richtigen Schmierstoffs und Schmierverfahrens ebenso wichtig wie die richtige Wartung.

Für die Schmierung von Wälzlagern steht ein breites Angebot an Schmierfetten, Ölschmierstoffen und

anderen Schmiermitteln (z. B. Graphit-Verbundstoffe) zur Auswahl. Die Wahl des geeigneten Schmiermittels und geeigneten Schmierungsverfahrens hängt in erster Linie von den Betriebsbedingungen (wie der erforderlichen Drehzahl oder der zulässigen Betriebstemperatur) ab.

Aber auch andere Betriebsbedingungen, wie z. B. Schwingungen und Belastungen, können die Auswahl beeinflussen. Die günstigste Betriebstemperatur stellt sich dann ein, wenn dem Lager nur diejenige Schmierstoffmenge zugeführt wird, die für eine zuverlässige Schmierung gerade ausreicht. Wenn der Schmierstoff allerdings zusätzliche Aufgaben (wie Abdichtung oder Wärmeabfuhr) zu erfüllen hat, können auch größere Schmierstoffmengen erforderlich sein.

Der Schmierstoff z. B. in einer Lagerung verliert im Laufe der Betriebszeit infolge der ständigen mechanischen Beanspruchung, der Alterung und der zunehmenden Verunreinigung allmählich seine Schmierfähigkeit. Deshalb muss die Fettfüllung von Zeit zu Zeit ergänzt oder erneuert und bei Ölschmierung das Öl gefiltert oder in gewissen Abständen ausgewechselt werden.

## ***Fettschmierung: Anwendungsgebiete***

- Bewegliche Teile an Ventilen und Armaturen
- Kleinere Getriebe
- Linearführungen
- Wälzlager
- Gleitlager
- Führungen an Maschinen
- Pressenführung
- Buchsen, Bronze/Rotguss
- Walzen, Lagerstellen
- Förderbänder & Förderketten
- Bolzen und Laschen

## **Ölschmierung: Anwendungsgebiete**

- Führungswagen Linearführungen
- Ölumlaufschmierung bei Wälzlagern
- Ölumlaufschmierung bei Gleitlagerungen
- Spül-/Kühlfunktion bei mechanischer Belastung und Abrieb
- Tropfenschmierung bei Kettenantrieben
- Tropfenschmierung für Bolzen-Stahlplattenförderer
- Getriebe und Zahnradschmierung
- Nahezu verschleiß- und korrosionsfrei
- Wartungen und Anlagenchecks, bei denen die Schmierung kontrolliert wird, sind täglich notwendig. Moderne Anlagen überwachen kritische Bauteile mit Sensoren, um einen vorzeitigen Verschleiß (oder schlimmer: einen Maschinenausfall) zu vermeiden. Lagertemperaturen sollen Aufschluss über Verschleiß geben. Füllstandssensoren und Progressivverteiler mit Überwachung helfen der Instandhaltung bei der Arbeit, sofern sie

richtig eingestellt sind. Ein gutes Auge, Gehör und der „Sinn“ für Wartungen sind allerdings genauso wichtig.

- Der Verbrauch von Schmiersystemen muss exakt dokumentiert werden. Anhand von Abweichungen gegenüber dem „Normalbetrieb“ lassen sich Fehler und Störungen frühzeitig erkennen. Lagerstellen müssen daher auf ausreichende Schmiermittelversorgung geprüft werden. Wichtig sind nach eingehender Diagnose die richtigen Schlussfolgerungen und zu treffenden Maßnahmen.
- Die durchgeführten Wartungsarbeiten sind im Anlagenordner genau zu beschreiben sowie mit Unterschrift und Datum zu bestätigen. Die transparente Darstellung der gemachten Arbeiten/Wartungen hilft den Kollegen bei zukünftigen Arbeiten an der Anlage. Die Instandhaltung kann so nachvollziehbar ihre Aufgaben dokumentieren. Es ist auf absolute Sauberkeit zu achten.



**Ziel der Instandhaltung ist ein effizientes Ersatzteilmanagement:**

Die Reaktionszeit der Instandhaltung ist u. A. maßgeblich geprägt von der Verfügbarkeit der richtigen Ersatzteile zum richtigen Zeitpunkt. Wartezeiten durch langes Suchen der benötigten Ersatzteile, das Finden der passenden Zeichnungen und Bestellen, wenn der Schaden schon aufgetreten ist, führen zu einer negativen Entwicklung des Nutzungsgrades aller Maschinen und Fertigungsanlagen.

Die Standardisierung von Ersatzteilen ist ein Weg, das Ersatzteilmanagement dauerhaft zu optimieren.

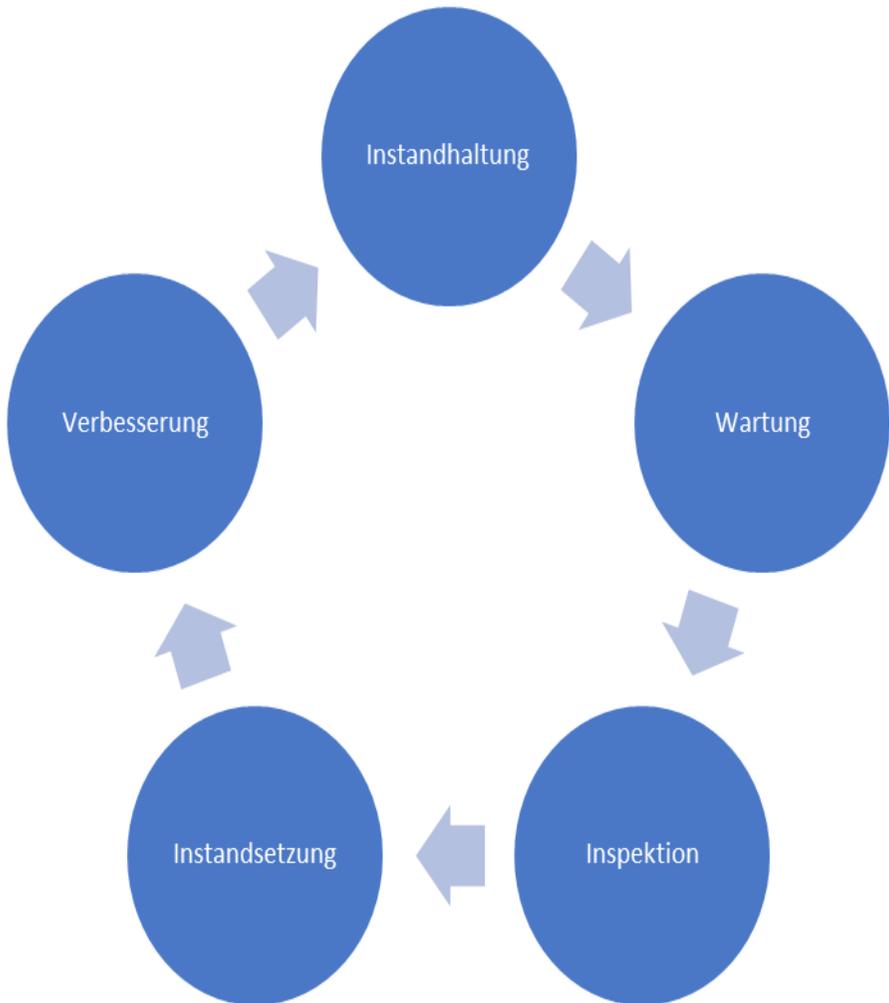
Eine koordinierte Zusammenarbeit zwischen Einkauf und Instandhaltung ist unerlässlich, um die Effizienz des Ersatzteilmanagements zu gewährleisten. Die Lagerhaltung von Ersatzteilen muss zwischen den Abteilungen optimiert werden: auf der einen Seite sind sinnfreie Kosten für unnötige Einlagerung von Ersatzteilen, andererseits aber auch teure Maschinenstillstände wegen Ersatzteilmangel unbedingt zu vermeiden.

**Die 5 Hauptziele eines guten Ersatzteilmanagements in der Instandhaltung lauten daher:**

- Die richtigen Materialien (Werkzeuge, Ersatzteile)
- zum richtigen Zeitpunkt
- am richtigen Ort
- in der richtigen Menge
- und der richtigen Qualität.

## **Die grundsätzlichen Fragen einer effizienten Materialwirtschaft sind:**

- Vorratslagerhaltung oder bedarfsweise Bestellung?
- Wo soll gelagert werden? Magazin?
- Wie hoch sind die Sicherheitsbestände?
- Wie erfolgt die Bestellauslösung?
- Wie groß sollen die Beschaffungsmengen sein?
- Festgelegt werden die Ersatzteilstrategie und das Instandhaltungsbudget vom Management
- Redundante Lieferketten vorbereiten
- Lieferzusagen mit Händlern und Lieferanten vereinbaren
- Wareneingangskontrolle
- Regelmäßige Überprüfungen der Lagerorte und Ersatzteile vorsehen.



Die Basics bleiben, Neues kommt hinzu!

Eine funktionierende Instandhaltung bildet das Rückgrat einer reibungslosen Produktion.

Jede sinnvolle Standardisierung von Maschinen und Anlagen entlastet die Instandhaltung.

Ersatzteilbevorratung und Lagerhaltung sind sehr wichtige Themen für alle Instandhaltungen.

Mittels Leistungs- und Pflichtenheften werden die Lieferanten und Maschinenhersteller auf die vorhandenen Standards hingewiesen.

So sollte z. B. nicht wahllos jeder Lieferant einer Maschine seine (eventuell zweitklassigen) sonstigen Bauteile anbauen.

Beispiele der Standardisierung:

- Getriebe und Förderbänder
- Pneumatik-Baugruppen
- Hydraulik-Baugruppen
- Schmiersysteme
- Elektrische Stecker und Kabel
- Steuerungen sowie PC-Technik.

## **Was sich Instandhalter für die Zukunft wünschen:**

Einen Cobot (autonomer Roboter) als unterstützenden Handreicher. Wir Instandhalter benötigen bei vielen Arbeiten eine „dritte Hand“, die uns hilft.

Oft sind es die einfachen Tätigkeiten, die ein „Handlanger“ erledigen kann, welche einen Instandhalter unnötige Zeit kosten.

- Das passende Werkzeug anreichen
- Reparaturstelle ausleuchten
- Bauteil anhalten zum Festschrauben
- Bauteil fixieren
- Klebestellen fixieren
- Werkzeuge und Ersatzteile transportieren
- Pläne und Anleitungen bereithalten
- Kran bzw. Stapler auf Anweisung bewegen.

Inspektionsdrohnen könnten in Zukunft wichtig werden, da sie autonom die nötigen Daten und Bilder einer Anlage oder relevanter Baugruppen liefern können.

Denkbar wäre auch ein Schwarm Drohnen (wie fleißige Bienen, die selbst an schwer zugängliche Stellen gelangen), um die relevanten Parameter zu prüfen und Daten- insbesondere Bilder- zu liefern.

Ausgerüstet mit Kameras, die hochauflösende Bilder aufnehmen, Thermografie und Infrarottechnik verwenden. Mittels Laserscanner könnten sie Abstände von Bauteilen messen und Ausrichtungen vermessen. Geräusche und Schwingungen, Frequenzen von Wälz- und Gleitlagern sowie Getriebe- und Zahnradgeräusche würden überwacht.

Die Daten könnten in Echtzeit an den Instandhaltungsleitstand und die zuständigen Mitarbeiter übermittelt werden.

Ein funktionierendes Exoskelett für die Mitarbeiter vor Ort würde Vieles erleichtern.

Schwere Lasten heben und transportieren oder weite Wege zurücklegen wird dann einfach und ermüdungsfrei mit Hilfe dieser Technik.

Eine Monitorbrille scannt und liefert relevante Daten und Dokumente direkt vor das Auge. Per Kamera und Mikrophon ist der Mitarbeiter mit dem Leitstand verbunden. Das Exoskelett verfügt über Sensoren, Messgeräte, Scanner und Kameras, die autonom die Umgebung und Maschinen kontrollieren sowie Unregelmäßigkeiten direkt wahrnehmen und melden.

Funktionierende IT-Plattformen, die alle Dokumentationen enthalten und bereitstellen, wenn etwas benötigt wird. Eine Wissensdatenbank die mit den Betreibern, Lieferanten und Herstellern vernetzt alle benötigten Daten verarbeitet.

Eine Kooperation der betrieblichen Instandhaltung, der Lieferanten und Maschinenhersteller könnte entstehen, um die nötigen Aufgaben gemeinsam effektiv zu erledigen und ein Netzwerk samt Wissensdatenbank zu schaffen.

Motivierte Mitarbeiter in einem fürsorglichen Unternehmen sowie interdisziplinäre Zusammenarbeit aller Abteilungen zum Wohle des Unternehmens und der Mitarbeiter sind das Ziel. Eine gerechte Entlohnung für geleistete Arbeit in allen Bereichen und Berufen sollte

selbstverständlich sein. Wer jeden Tag seiner Arbeit nachgeht muss davon leben können, auch als Rentner im Ruhestand muss es ein angemessenes Auskommen geben. Das Sozialsystem der Zukunft muss gerecht und dennoch finanzierbar aufgestellt werden.

Laut DIN 31051 wird die Instandhaltung in 4 Teilbereiche gegliedert.

Eine Wartung dient der Verzögerung des vorhandenen Abnutzungsvorrats (gemeint ist die Minimierung des tatsächlichen Verschleißes von Bauteilen und Baugruppen).

Eine Inspektion dient der Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.

Eine Instandsetzung beinhaltet alle Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen.

Eine Verbesserung ist eine Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie

Entscheidungen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderte Funktion zu ändern.

Die Funktionsfähigkeit: Fähigkeit einer Betrachtungseinheit zur Funktionserfüllung aufgrund ihres Zustands.

Der Ausfall: Beendigung der Fähigkeit einer Betrachtungseinheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen.

Die Schwachstellenanalyse: Das Aufdecken einer erhöhten Abnutzung einer Betrachtungseinheit, welche zu einem zu frühen Ausfall führen kann. Wobei die Schwachstelle erst dann zu einer Schwachstelle wird, wenn das Beheben der Schwachstelle technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist.

Ein **Wartungsplan** beschreibt genau, welche Tätigkeit vom Mitarbeiter durchzuführen ist. Zu jeder Baugruppe ist ein **Schmierplan** vorhanden, der die geforderte Schmiermenge und das Produkt klar beschreibt. Mittels rotem Pfeil sind die einzelnen **Schmierstellen** deutlich visualisiert/gekennzeichnet.

Klare Kennzeichnung verhindert Verwechslungen.

- Klar gekennzeichnete Schmierstellen, deutliche Kennzeichnung der **Schmiermittelbehälter** und der verwendeten Produkte. So kann der Mitarbeiter **vom Ölfass über die Ölkanne bis zum Schmiermitteltank** der Maschine einfach erkennen, welches Öl/welche Fettsorte in welchen Tank/Schmiernippel gepumpt werden soll. **Jede Sorte mit einer eigenen Farbe und Nummer zu versehen sorgt dabei für eine deutliche Visualisierung und beugt einfach und sinnvoll Verwechslungen vor.**
- Jeder sieht sofort, welches Produkt zu verwenden ist, und selbst wenn der „Fachmann“ für die Wartungen nicht da ist, kann das richtige Produkt schnell vom Werker nachgefüllt werden. Zentralschmierungen sind regelmäßig zu inspizieren. Mittels Füllstandssensoren und automatischer Befüllung werden die Schmierstellen automatisch geschmiert. Schmierstellen sind mit einem roten Pfeil markiert und leicht zu lokalisieren. Der Schmierplan und das Bestätigungsblatt der durchgeführten Arbeiten hängen an der Maschine aus und werden in der EDV hinterlegt.
- Maschinen und Anlagen müssen regelmäßig abgeschmiert werden.
- Wichtig ist, dass die richtige Menge des richtigen Schmiermittels an den richtigen Stellen ankommt.
- Verunreinigungen und Schmutz sind zu vermeiden.

Anlagenkennzeichnung, Mitarbeiterschulung, Checklisten, Wartung und Inspektion:

1. Systematische Kennzeichnung der vorhandenen Maschinen/Anlagen/Peripherie
2. Standardisierte Kennzeichnung vorhandener Baugruppen/Bauteile/Füllstände
3. Kennzeichnung der Betriebsstoffe, Arbeitsmittel und Umgang
4. Festlegen von Sollwerten und Anlagenparametern
5. Erstellen standardisierter Checklisten zum Anlagencheck.

Die Gliederung der Anlagen mittels Adresse dient auch der Zuordnung von Ersatzteilen. In kurzen One-Step-Lessons werden den Mitarbeitern vor Ort die Aufgaben detailliert erklärt. Anhand von Fotodokumentationen sind wichtige Vorgänge einfach und verständlich dargestellt.

Baugruppen wie Getriebe, Förderbänder, Gurte, Pumpen, Ventile, Schalter und Zylinder etc. werden klar gekennzeichnet. Die Ersatzteilzuordnung und Bestellung sowie die Reaktionszeit bei Störungen werden dadurch positiv beeinflusst. Hydraulikölbehälter, Schmiermittelvorratsbehälter und andere Füllstände von

Betriebsstoffen werden mittels Min/Max-Anzeige visuell überwacht und täglich kontrolliert.

### **Kennzeichnungen von Arbeits- und Betriebsmitteln verhindern Maschinenausfälle.**

Mit der klaren Kennzeichnung von Arbeits- und Betriebsmitteln vereinfachen wir die Tätigkeiten in der (autonomen) Instandhaltung durch alle Mitarbeiter der Fertigung. Mittels einfacher Zeichen können wir über die Visualisierung von Zuständen oder die Zuordnung der richtigen Betriebsstoffe z. B. ein Verwechseln von Ölen, das Vergessen, Fett nachzufüllen, etc. verhindern.

Ziel muss sein, dass die Mitarbeiter mehr Verantwortung übernehmen und dass sich die Arbeiten schnell und effizient durchführen lassen. Eine Entlastung der Instandhaltung durch eine autonome Instandhaltung des Bedienpersonals ist eine effektive Methode, um Stillstandszeiten und Maschinenausfälle zu verringern.

-Füllstände kennzeichnen – Minimum & Maximum angeben  
– Hydrauliköl – Schmierbehälter – Hilfsstoffe

-Kennzeichnung der Ölkannen und der dazugehörigen Behälter – Klare Kennzeichnung verhindert Verwechselungen

-Sollwerte, Anlagenparameter – Grün IO – Rot NIO – Manometer/Druckanzeige – Wartungseinheiten kontrollieren

-Rohrleitungen kennzeichnen – Medium – Vor- oder Rücklauf – P,A,T-Leitungen erleichtern die Fehlersuche und Wartungs-/Inspektionsarbeiten

-Bauteilbezeichnung: Pumpen, Ventile, Speichergruppen, Antriebe, Getriebe, Förderbänder, Gurte etc. Klare Kennzeichnung erleichtert den Austausch sowie die Ersatzteilbeschaffung und verringert die Instandsetzungszeiten.

Ziel der Kennzeichnung ist es, die Abläufe einer autonomen Instandhaltung der Werker möglichst einfach und effektiv zu gestalten. Durch Eigenverantwortung für „ihre Maschinen und Anlagen“ werden das Zusammengehörigkeitsgefühl und die Loyalität zum Unternehmen gestärkt. Die selbstständige Instandhaltung der Werker verbessert die Maschinennutzungszeiten und sorgt für weniger Ausfälle sowie Störungen, stabile Fertigungsprozesse und eine verbesserte Qualität der gefertigten Produkte. Durch eine höhere Auslastung der Anlagen erreichen wir eine verbesserte Wertschöpfung; dies wiederum führt dann zu Kosteneinsparungen für das Unternehmen und zu einem verbesserten Betriebsergebnis.

Der Verbrauch von Schmiersystemen muss dokumentiert werden. Anhand von Abweichungen gegenüber dem „Normalbetrieb“ lassen sich Fehler und Störungen frühzeitig erkennen. Ein hilfreiches Produkt sind Permanent-Schmiersysteme in kleinsten Baugrößen: So werden selbst schwer zugängliche Schmierstellen mit Fett versorgt.

An schlecht zu erreichenden Stellen erleichtern sie der Instandhaltung das Abschmieren und die Wartungstätigkeiten (Unfallgefahr vermeiden). Zentralschmiersysteme sind ein weiterer wichtiger Baustein für die richtige Schmiermittelversorgung von Maschinen und Anlagen.

Diese Systeme müssen regelmäßig kontrolliert und inspiziert werden. Ein Schmieresystem nützt wenig, wenn die dazugehörigen Schmierleitungen z. B. abgerissen sind.

Immer ist zu kontrollieren, ob das Schmiermittel in ausreichender Menge am gewünschten Ort (Verbraucher) ankommt.

Schmieresysteme sind grundsätzlich sauber und frei von Verschmutzungen zu halten.

**Instandhaltung heißt auch:  
Schmieresysteme überwachen!**

Die Überwachung von Schmieresystemen ist explizit wichtig. Eine der effektivsten Methoden der Überwachung bilden progressive Schmierverteiler in den Zentralschmieresystemen. Über sogenannte Kolbenverteiler wird das Schmiermittel zwangsläufig über eine Folgesteuerung in die einzelnen Schmierstellen verteilt. Jede Schmierstelle wird progressiv nacheinander mit der passenden Menge Schmiermittel versorgt.

Ist eine Schmierstelle verstopft oder die Leitung blockiert, wird die Kolbenüberwachung der Progressivverteiler nicht mehr geschaltet, es folgt eine Störung und Abschaltung der betreffenden Anlage.

Progressivverteiler sind mit verschiedenen Kolben und Auslässen versehen.

Die Kolben werden hydraulisch durch das zugeführte Schmiermittel nacheinander gesteuert.

Ein Kolben des Verteilers wird per Sensor überwacht. Bei Störungen des Schmiersystems durch z. B. Verschmutzungen des Schmiermittels, verstopfte Rohrleitungen, abgedrückte Rohrleitungen oder abgeknickte Schlauchleitungen wird die Kolbenbewegung im Verteiler verhindert und der Druck des Schmiermittels entweicht über das Überdruckventil.

Ein Druckschalter und eine Überwachung der Kolbenbewegung im Verteiler lösen dann eine Störung aus und schalten die Maschine ab.

Beim Befüllen von Schmiersystemen ist auf äußerste Sauberkeit zu achten und es dürfen nur einwandfreie, saubere Schmiermittel verwendet werden.

## ***17 Fehler im Instandhaltungsmanagement!***

Manche Unternehmen lassen ihre Instandhaltungsorganisation wie Artisten ohne Seil und Absicherung agieren, die sich ausschließlich auf Abstimmungen per Zuruf verlassen müssen.

Im Störfall agieren die Instandhalter unter Hochdruck, um im Endeffekt doch eine Maßnahme zu ergreifen, die mehr einer Improvisation gleicht, als eine nachhaltige Optimierung bietet.

Wer das betriebliche Instandhaltungsmanagement vernachlässigt, muss zwangsläufig mit negativen Auswirkungen auf die Produktivität und Wirtschaftlichkeit des gesamten Unternehmens rechnen.

Ob Ihr Unternehmen gut gerüstet ist, das Instandhaltungsteam wirtschaftlich arbeitet und die Maschinen wie Anlagen auch zukünftigen Herausforderungen optimal begegnen können, bestimmen Sie durch die gewählte Strategie.

Das Management entscheidet als Führungsbereich über die Instandhaltungsstrategie in einem Unternehmen.

## **1.Fehlendes Wissensmanagement**

Bedingt durch den demographischen Wandel werden viele erfahrene Fachkräfte bald in den verdienten Ruhestand gehen. Mit ihnen geht dann ein großes Volumen an spezifischem Wissen, das dem Unternehmen fehlen wird (was wiederum zu kostenintensiven Problemen führen kann). Häufig gibt es keine Zeit und kein Personal, dieses Erfahrungswissen im Unternehmen dauerhaft zu verankern.

## **2.Verschleiß und Ausfall bestimmen den Tag**

Wie im 19. und 20. Jahrhundert wird lediglich ad hoc gewartet und im Störfall eine Komponente ausgetauscht – Maschinenstillstand und Eilzuschläge für Ersatzteile sind die Regel. Sensorik und Auswertungssoftware kommen nicht/kaum zum Einsatz.

## **3.Jahres-Budgetierung**

Das Budget für die Instandhaltung orientiert sich am Vorjahresbudget und wird nicht bedarfsorientiert ermittelt. Stattdessen werden Sparmaßnahmen angeordnet und das Budget sachwidrig reduziert.

#### **4.Sparen bei der Ersatzteilbeschaffung**

Bei der Ersatzteilbeschaffung wird nicht auf Originalteile, sondern auf billigere „NoName“-Produkte zurückgegriffen. Es werden keine zertifizierten Lieferanten berücksichtigt. Die Instandhaltung hat kein Mitspracherecht bei den betreffenden Entscheidungen.

#### **5.Intransparente Kommunikation**

Das anfallende Nutzen-Kosten-Verhältnis der Instandhaltung lässt sich nicht transparent abbilden und damit auch nicht nachvollziehen. Es fehlt der Instandhaltung an den nötigen Instrumenten, ihre Leistung in Zahlen und Fakten darzustellen.

#### **6.Modernisierungs-/Investitions-Stau**

Elektronische Bauteile von Maschinen und Anlagen (wie etwa Steuerungen und Software) werden nicht regelmäßig modernisiert. Durch den Investitionsstau werden die Maschinen und Anlagen immer anfälliger für einen ungeplanten Stillstand.

## **7.Kein KVP**

Kein kontinuierlicher Verbesserungs-Prozess: Maßnahmen, die den Aufwand an Personal, Zeit oder Material reduzieren können, werden nicht aktiv ergriffen. Es fehlt an klaren Vorgaben für die Umsetzung innovativer Methoden und kreativer Maßnahmen.

## **8.Checkliste und Insellösung**

Industrieeerprobte IT kommt nicht oder nur isoliert zum Einsatz; eine Koordination und Verknüpfung mit vor- und nachgelagerten Prozessen bzw. IT-Systemen findet nicht statt. Es werden sowohl Zettel und Stift wie auch verschiedene (isolierte, veraltete) Programme verwendet.

## **9,Neue statt überholte Teile**

Da nur reaktiv gewartet wird, muss im Störfall die schnellstmögliche Lösung her: Teure Neuteile statt instandgesetzter Teile und Komponenten, die Zulieferer kundenbezogen anbieten.

## **10.Kein (strukturierter) Instandhaltungsplan**

Eine Arbeitsplanung mit definierter Abfolge der Instandhaltungs-Arbeiten existiert nicht; die tägliche

Praxis orientiert sich primär an den unmittelbar auftretenden Anforderungen.

### **11. Abteilung isoliert**

Die technische Instandhaltung agiert autonom und wirkt wie ein Fremdkörper im Unternehmen – der Dialog mit dem Produktionspersonal beschränkt sich auf das Allernötigste. Es gibt kein klar geregeltes Miteinander und kein interdisziplinäres Arbeiten. Das „Shopfloor-Management“ ist schlecht organisiert.

### **12. Kennzahlen-Einsatz fehlt**

Kennzahlen für die Instandhaltung werden weder strukturiert erhoben noch dokumentiert. Abteilungsleiter, Bereichsleiter, Betriebsleiter und Geschäftsführung treffen ihre Entscheidungen auf Grundlage ungefährender (oft nur geschätzter) Angaben.

### **13. Fremddienstleistungen**

Mechanik – Hydraulik – Steuerung. Für jeden Anlagenteil wird aus Kostengründen ein unterschiedlicher Fremddienstleister für die Wartung ausgewählt. Zudem befassen sich die

eigenen Instandhalter primär mit der Koordination der externen Dienstleister.

#### **14. Unvollständige Dokumentation**

Auf eine komplette, einheitliche sowie sachgerecht aufgebaute Dokumentation der aktuellen oder getätigten Instandhaltungs-Arbeiten wird verzichtet; sie erfolgt (sofern vorhanden) auf Papier oder in verschiedenen IT-Programmen ohne Schnittstellen. Außerdem fehlt es an Zuordnungen, Darstellungen und Funktionsbeschreibungen der Tätigkeiten, Arbeitszeiten und Materialien in Bezug auf den instandgesetzten Anlagenteil.

#### **15. Ersatzteilmanagement**

Das gesamte Ersatzteilmanagement agiert unstrukturiert. Es gibt keine akkurate Bestandsführung und keine klare Bewertung benötigter Ersatzteile. Ersatzteile sind auf viele Lager verteilt. Es gibt keine IT- gestützte Erfassung der Ersatzteile und Lagerorte. Lieferantenmanagement und Serviceverträge gibt es nicht.

## **16.Keine Strategie/keine Ziele**

Eine klar formulierte Instandhaltungsstrategie existiert nicht. Es werden verschiedene Systeme gemixt, dies in der Hoffnung auf schnelle Besserung der Situation. Es existieren keine klaren Zuständigkeiten und keine Bereitschaft, sich dem Thema konsequent sowie nachhaltig zu widmen.

## **17.Fehlende Unterstützung durch das Management**

Das Management bestimmt mit seiner Strategie maßgeblich das Instandhaltungsgeschehen. Viele gute Ideen und Vorschläge der Instandhalter scheitern an der mangelnden Unterstützung durch das Management.

### **Sind Sie in der reaktiven Instandhaltung gefangen?**

***Ihre betriebliche Instandhaltung funktioniert rein reaktiv und verfolgt keinerlei Strategie, wenn:***

- benötigte Ersatzteile nicht im Lager sind und keiner Bescheid weiß, was zu tun ist;
- Sie jeden Morgen bei der Shopfloor-Besprechung nach der letzten Schicht und den letzten ungeplanten Maschinenausfällen befragt werden;

- sich die Nutzungszeiten der Maschinen verringern und die Ausfallzeit erhöhen;
- die Mitarbeiter, welche Wartungen ausführen, schlecht ausgebildet und die Wartungen schlecht vorbereitet sind sowie hohe Fluktuation in der Instandhaltungsabteilung herrscht;
- die Instandhaltung Störungen beseitigt, aber keine Strategie verfolgt, um Störungen dauerhaft und nachhaltig zu eliminieren oder zumindest zu reduzieren;
- die täglichen, wöchentlichen, monatlichen und alle anderen Wartungen und Inspektionen nicht regelmäßig durchgeführt werden;
- die Produktion ihre Probleme immer wieder zu Problemen der Instandhaltung stilisiert;
- die Kosten für Instandhaltung steigen und es keinen Instandhaltungsplan gibt;
- Überstunden der Instandhaltungsmitarbeiter weit über dem Durchschnitt der anderen Mitarbeiter im Unternehmen liegen;

- das Unternehmen keine Wissensdatenbank für ihre Maschinen und Anlagen aufgebaut hat, gut pflegt und die Instandhaltung somit ihr Wissen nicht fundamentieren kann, weil es keine Basis dafür gibt;
- der technische Einkauf die Bestellungen der Instandhaltung nicht sinngemäß ausführt und (nur scheinbar) „billige“ Ersatzteile einkauft;
- der Anteil an ungeplanten Instandhaltungsmaßnahmen mehr als 35% der Arbeit der Instandhaltung ausmacht;
- keine klaren Vorgaben und KPIs seitens des Managements an die Instandhaltung vorhanden sind;
- eine Instandhaltungsstrategie und die zu dieser Strategie passende Organisation fehlen.

Eine nicht vorhandene Organisation der Auftragsbearbeitung seitens der Instandhaltung bindet unnötig wichtige Ressourcen und kostet essentiell Zeit und Geld, vom Fehlen einer Instandhaltungsstrategie ganz zu schweigen.

Markante Merkmale einer derartigen Vorgehensweise sind, dass

- die Funktionen der Arbeitsvorbereitung nicht durchgeführt werden;
- die anstehenden Aufträge „einfach“ nach Eingang gesammelt werden;
- Aufträge mündlich erteilt werden und mitunter einfach „verlorengehen“;
- klare Vorgaben und Prioritäten fehlen oder mündlich erteilt werden;
- Checklisten/Arbeitspläne für standardisierte Arbeiten nicht vorliegen;
- Arbeitsbelege für die Mitarbeiter nicht erstellt oder nicht ausgewertet werden;
- Materialentnahmen aus den Magazinen ohne Dokumentation erfolgen;
- Anforderungen und Bedarfe der Instandhaltung nicht zeitnah gedeckt werden.

Die Instandhaltung muss die Planung und Steuerung aller Maßnahmen mit den Methoden des modernen Projektmanagements angehen.

Ein nachhaltiges Instandhaltungskonzept sorgt für eine lückenlose Instandhaltungsdokumentation (mit Feedback, einer Wissensdatenbank, einer Maschinen-/Anlagenhistorie) und hebt so das Instandhaltungsmanagement auf den nächsthöheren Level.

Der Instandhaltungsleiter hat heute und in der Zukunft riesige Themenfelder zu bewältigen. Veränderungen finden in einem rasanten Tempo statt und es gilt, immer neuen Herausforderungen gerecht zu werden. Für die Zukunft müssen die 6 wichtigsten Themen gelöst werden:

1. Die Sicherung der Maschinennutzung ist zu gewährleisten und das Anlagevermögen des Unternehmens zu sichern.
2. Instandhaltungsaufwand muss transparent dargestellt werden, um die Kosten unter Kontrolle zu behalten. Instandhaltung und Ersatzteilmanagement erfordern nun einmal Geld, das aber bei richtigem Einsatz sehr rentabel angelegt ist.
3. Unerlässlich ist das Etablieren vorbeugender Instandhaltung und eines Condition Monitoring im Zuge von Industrie 4.0.

Dies bedeutet eine Verschiebung von rein korrektiver Instandhaltung hin zu bestmöglicher präventiver Instandhaltung.

4. Zu erfolgen hat eine Digitalisierung der Produktion, der Maschinen und der Instandhaltung. Infrastrukturen, Sensorik und moderne Hardware müssen eingebaut und angeschlossen werden.

5. Die dauerhafte Fundamentierung von Wissen im Unternehmen ist nötig und eine Wissensdatenbank zu schaffen, um die Erfahrung der älteren Kollegen zu sichern. Wissen und Informationen sind von großer Bedeutung gerade für eine Technikabteilung.

6. Dem Generationswechsel und Fachkräftemangel in der Instandhaltung ist durch Ausbildung entgegenzuwirken.

Diese vorstehend genannten sechs Aufgaben beschreiben, welche Ziele innerhalb überschaubarer Zeit erreicht und welche Probleme gelöst werden sollten.

Weitere Aufgaben einer Instandhaltungsleitung sind  
z. B.:

- Festlegen der Instandhaltungsorganisation mit dem Management = kurzfristige Reaktion bei Störungen und Produktionsausfällen.
- Mittelfristig: vorbeugende Instandhaltung und Wartung. Langfristig: Revisionen, Retrofit, Projekte und Jahresplan I&R aufstellen.
- Festlegung der Instandhaltungskosten und Investitionen zusammen mit den Bereichen Management und Controlling auf Grundlage der I&R-Strategie und des Jahresplans.
- Ermittlung der vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen auf Basis der Jahresplanung, des Budgets und der I&R-Strategie.
- Optimale Aufteilung der eigenen Kapazitäten, Ressourcen und Fremddienstleister für Projekte und I&R- Maßnahmen. Das Ausfallrisiko der Anlagen und die Reaktionszeit der Instandhaltung sind zu berücksichtigen.
- Planungen und Maßnahmen mit der AV sowie allen angeschlossenen Abteilungen sind

abzustimmen unter Berücksichtigung der Produktionszeiten und der Kosten, interdisziplinäre Kommunikation über das Instandhaltungsgeschehen.

- Das Ersatzteil- und Lieferantenmanagement ist zusammen mit dem Einkauf zu erarbeiten und zu installieren.
- Die Terminplanung für Instandhaltungsmaßnahmen ist zu erstellen und die Terminverfolgung sowie Kontrolle des Arbeitsfortschritts von I&R-Maßnahmen zu sichern.
- Aufträge sind zu vergeben, Kosten zu kontrollieren und Abrechnungen zu prüfen.
- Das Dokumentieren der Instandhaltungsaktivitäten ist zu regeln und eine Wissensdatenbank zu schaffen.
- Auswertungen der Dokumentationen zur Schwachstellenanalyse haben zu erfolgen.
- Das Erstellen von Arbeitsanweisungen und Plänen auf Basis der Dokumentationen und Auswertungen ist zu gewährleisten. Eskalationspläne bei Störungen und

Produktionsausfall, Notfallpläne, Checklisten, Wartungs- und Inspektionspläne, Arbeitsanweisungen, Fehlerkataloge, Entstöranweisungen, Ersatzteilauswahl, Lasten- und Pflichtenheft, Konformitätserklärungen, Statistiken etc. sind zu erstellen.

- Die Standardisierung von Maschinen und Ersatzteilen ist voranzutreiben.
- Reverse-Engineering und 3D-Druck sind zu etablieren.
- Umweltschutzmaßnahmen müssen ergriffen sowie die Arbeitssicherheit eingehalten werden. Die Erfüllung der gesetzlichen Bestimmungen ist zu gewährleisten.

**Ein Instandhaltungsratgeber ist zu schaffen, um Störungen und Ausfallzeiten zu reduzieren!**

Fehler und Störungen haben immer verschiedene Ursachen und diese müssen gründlich recherchiert und beseitigt werden. Keine Änderungen ohne Dokumentation vornehmen und jede Änderung klar und transparent kommunizieren.

## **10 Regeln der Schwachstellenbeseitigung:**

1. Systematisch vorgehen, genau analysieren.  
ohne Zeitdruck und Hektik arbeiten!
2. 50% aller Störungen treten nach  
Prozessveränderungen und Aktivitäten im  
betreffenden Equipment auf.
3. Alle erforderlichen Dokumentationen müssen  
den Beteiligten zugänglich sein.
4. Seien Sie stets aufgeschlossen und motiviert,  
etwas noch besser zu machen.
5. Sämtliche Beteiligten müssen die Prozesse und  
die Funktionalitäten der Maschinen/Anlagen  
verstehen.
6. Niemals mehrere Aktivitäten/Prozesse  
gleichzeitig verändern, immer erst das  
Ergebnis einer Veränderung analysieren und  
dokumentieren.
7. Die Informationen absolut präzise überprüfen,  
auch unwichtige und banal erscheinende  
Details führen häufig zum Erfolg.
8. Dinge erst ausschließen, wenn man völlig  
sicher ist, dass alles richtig funktioniert.

9. Eine falsche Erklärung verschlimmert die Situation, nur die Wahrheit führt zum Erfolg.
10. Es ist wie im Leben: Die einfachste Lösung ist meist auch die beste Lösung!

Die Komplexität heutiger Fertigungsanlagen verlangt vom Instandhalter enormes Fachwissen und erhebliche Flexibilität in jeder Situation.

Es gilt, Schwachstellen zu beseitigen, nicht eine reine „Störungsinstandsetzung“ zu betreiben!

### **Entwicklung der industriellen Instandhaltung**

Die Anforderungen an die Instandhaltung haben sich im Laufe der Zeit etappenweise entwickelt vom Beginn der Industrialisierung bis zu digitalisierten Industrie 4.0-Methoden.

In der Phase nach dem 2ten Weltkrieg bis zu den späten 60ern ging es um den Wiederaufbau der Bundesrepublik. Die Maschinen waren robust, meist manuell zu bedienen, hatten kaum Ausfallzeiten und waren „einfach“ zu reparieren. Auf Wartung mit vorbeugender Instandhaltung wurde nicht geachtet und es fand fast ausschließlich eine reaktive Instandhaltung statt.

Die zweite Phase dauerte etwa bis zur Mitte der 1980er Jahre und die Komplexität der Anlagen nahm durch Automation deutlich zu. Viele Arbeitsschritte wurden verknüpft, es entstanden die ersten vollautomatischen Produktionsanlagen. Parallel rückten die Ausfallzeiten wieder mehr in den Focus der Manager. Das führte zu Maßnahmen einer regelmäßigen und vorbeugenden Wartung. Auch der Werterhalt von Maschinen/Anlagen spielte nun eine immer wichtigere Rolle in der Instandhaltung. Mit den neuen Anforderungen stiegen die Kosten im Instandhaltungsbereich stark an, es wurden Systeme zur Kostenreduzierung gefordert und eingeführt.

In der dritten Phase befinden wir uns bis heute und es kamen/kommen ständig neue Anforderungen hinzu. Umweltverträglichkeit, Energieeffizienz, Arbeitssicherheit, 24h Laufzeiten, höhere Taktzeiten etc. sorgen für ein immer komplexeres Betätigungsfeld der Instandhalter. Das erfordert neue Methoden wie Condition Control und weitere Expertensysteme. Nötig wurden der Aufbau einer systematischen Störgrunddiagnostik, das Katalogisieren und Beschreiben der Fehlerarten, das Mitarbeiterschulen, um eine stetige

Verbesserung und eine Werterhaltung der Anlagen im Rahmen von Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Energieeffizienz zu erreichen.

Monatspläne, Quartalspläne usw. führen zu langfristigen Instandhaltungs-Strategien: Jahresplan, Revisionspläne, Neu-/Umbauten; mit dem Bereich Controlling sind kurz-, mittel- und langfristige Instandhaltungsbudgets zu erstellen.

Der Instandhalter von heute wird immer mehr zu einem Manager und Daten-Verarbeiter; er muss immer mehr Aufgabenstellungen lösen können.

Das Instandhaltungsmanagement hat sich also in den letzten Jahrzehnten deutlich gewandelt.

War früher die Instandhaltung nur ein notwendiges Übel, dessen Kostenblock zu akzeptieren war, so wird die Instandhaltung inzwischen als interne oder fremdbezogene Serviceleistung gesehen, die einen bedeutenden Anteil an der betrieblichen Wertschöpfung einnimmt und damit nachhaltig zum Unternehmenserfolg beiträgt.

Eine hohe Anlagenverfügbarkeit, die zeitnahe Reparatur der Anlagen, die flexible Abrufbarkeit instandhaltungstypischer Serviceleistungen und die Reduzierung von Wartungs- wie Reparaturzeiten

tragen zur dauerhaften Kostenreduzierung, zur Verminderung des Ausfallrisikos der Anlagen, zu einer höheren und verlässlicheren Produktqualität sowie zu einem effizienten Asset Management bei.

Im internationalen Wettbewerb ist neben dem Maschinenbau und den Automobilherstellern natürlich auch Maintenance „Made in Germany“ ein Qualitätsfaktor.

Industrie 4.0 hat sich zum Teil schon etabliert und die Instandhaltung wird sich der (weiteren) Digitalisierung stellen müssen.

Laut der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften wird aus 1€, der in die Instandhaltung investiert wird, eine Summe von 3-5€ erwirtschaftet oder eingespart durch weniger negative Folgekosten von Maschinenausfällen. So haben die deutschen Instandhaltungen eine Maschinen- und Anlagenverfügbarkeit in Höhe von 1000 Milliarden Euro erwirtschaftet und einen großen Anteil am Erfolg von Produkten „Made in Germany“!

Es gibt Handlungsbedarf in Sachen Weiterbildung und Instandhaltungsorganisation. Industrie 4.0 mit neuer Sensorik, Netzwerken und Microelektronik

fordert von den Instandhaltern immer mehr Programmierkenntnisse und die Fähigkeit, sich in ganze Systeme „hineinversetzen“ zu können. Produktionsabläufe lassen sich automatisieren, aber in der Instandhaltung sind Sie weiterhin bei der Reaktion auf Störungen, auf die Einsatzbereitschaft, Kreativität und Professionalität Ihrer Mitarbeiter angewiesen. Gut ausgebildete Mitarbeiter sind für die Instandhaltung und die Produktion von höchster Wichtigkeit.

Das wiederum macht die Arbeitsplätze der Instandhaltung mit zu den sichersten unserer Zeit. Die Produktionsanlagen von heute sind sehr instandhaltungsintensiv. Viele Tätigkeiten der Instandhalter und Servicemitarbeiter erleben die meisten Bürger im Alltag überhaupt nicht bewusst.

Instandhaltung ist ein leises, diskretes Geschäft, das ohne viel Aufmerksamkeit immer aktiv sein muss. Tausende automatischer Türen und Tore, Fahrstühle und Rolltreppen, Getränkeücknahmeautomaten und Geldautomaten, all diese Maschinen müssen ständig gewartet, inspiziert, instandgesetzt und verbessert werden.

## **Maschinenausfälle durch Fehlbedienung und Manipulationen**

**„Ich bin Instandhalter. Ich kann Unwissenheit oder Absicht nicht reparieren, aber ich kann die Maschinen reparieren, die durch Unwissenheit und Absicht zerstört werden.“**

So oder ähnlich sind die Gedankengänge der Instandhalter beim Ausfall einer Maschine durch Fehlbedienung oder Manipulationen. Und das ist durchaus keine Seltenheit im täglichen Geschäft einer Instandhaltung. *So sind die Qualifikation und der Kenntnisstand des Bedienpersonals von exponierter Wichtig- und Wertigkeit. Die Schäden an Maschinen und Fertigungsanlagen, welche durch Fehlbedienung oder Manipulation entstehen, kosten Unternehmen pro Jahr hohe Millionenbeträge.*

Und es wird dabei mit der Wahrheit gespart, denn nicht jede Fehlbedienung wird auch als solche gemeldet oder dokumentiert. Der Maschinenbediener hat z. B. Angst vor negativen Konsequenzen oder er hat seine Handlung nicht als falsch wahrgenommen. Teilweise wissen die Maschinenbediener es auch nicht besser und „tricksen“ etwas herum.

Das erschwert dann die Fehlersuche seitens der Instandhaltung erheblich und sorgt für unnötige Nutzungsgradverluste.

Durch fehlende Kennzeichnung und Unwissenheit werden jeden Tag Maschinenausfälle provoziert. Ein übereifriger Maschinenbediener verwechselt z. B. die Ölsorte und füllt Getriebeöl in ein Hydraulikaggregat. Ein anderer betätigt die Fehlerquittierung und lässt die Maschine wieder anlaufen, ohne nachzusehen, ob alles IO ist. Durch ein eingeklemmtes Teil im Werkzeug kommt es direkt nach dem Anlaufen zum Werkzeugbruch. Ein Instandhalter vergisst sein Werkzeug im Maschinenraum und startet von außen die Maschine. Es kommt zur Blockierung der Schneidmesser und schließlich zum Ausfall der Produktion. Diese Aufzählung kann leicht mit zahlreichen Fällen weiter angereichert werden.

Es gilt, diese Störungen und Maschinenausfälle bestmöglich zu vermeiden. Zum einen durch mehr Aufmerksamkeit sowie Qualifizierung bei der Arbeit, zum anderen durch klare Kennzeichnung von Betriebsmitteln und Zuständen.

Jede Ölsorte ist z. B. klar zu beschriften und mit verschiedenen Farben zu hinterlegen. Die Kennzeichnung vom Ölfass über die Ölkanne bis zum Aggregat, um Verwechslungen zu verhindern, ist Pflicht. Schaffen Sie gute Licht- und Sichtverhältnisse, um Fehleinschätzungen zu vermeiden. Knüpfen Sie zusätzliche Bedingungen an die Quittierung einer Störung, damit der Maschinenbediener gezwungen ist, genauer hinzuschauen. Erstellen Sie Checklisten für die Instandsetzung von Maschinen nach dem Prinzip der Piloten-Start-Checkliste. Die Steuerung sollte Parameteränderungen und den Wiederanlauf der Anlage nach dem Quittieren einer Störung aufzeichnen. Mittels der Daten kann die Instandhaltung dann schnell und effektiv für Abhilfe sorgen.

**Loyales, geschultes Personal und ständige Qualifizierung der Mitarbeiter bilden den besten Schutz vor Maschinenausfällen durch Fehlbedienung oder Manipulationen.**

**Man kann aber auch das Erkenntnis-Potenzial von Fehlbedienungen und menschlichem Versagen nutzen.**

Schuldzuweisungen und rechtliche Konsequenzen für die Mitarbeiter sind daher die falsche Strategie.

Wir alle machen Fehler, daher ist menschliches Versagen global und ausnahmslos. Vorgesetzte sind davon nicht ausgenommen und beileibe nicht fehlerfrei. Vertrauensvoller Umgang und gegenseitiger Respekt sind ein wesentlicher Baustein, um Fehler und Missgeschicke offen anzusprechen. Kommunizieren Sie, ohne die Mitarbeiter mit Schuldzuweisungen und Vorwürfen zu konfrontieren.

Schaffen Sie eine sachliche Ebene, auf der Fehler analysiert werden. Reden Sie offen über eigene Fehler wie Fehlritte und leben Sie eine offene Kommunikation vor. Zeigen Sie Ihren Mitarbeitern, dass es normal ist, gelegentlich einen Fehler zu machen, aber erklären Sie ihnen auch, wie wichtig es ist, aus Fehlern zu lernen und nichts einfach zu verschweigen. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse aus den Teambesprechungen lassen sich weitere Strategien zur Fehlervermeidung ableiten. Basis der Analysen der Instandhaltung ist immer die **Instandhaltungsdokumentation. „Das Gute an einem Fehler ist: Man muss ihn nicht zweimal machen!“** (T. A Edison, 1847 – 1931)

## **Rüsto Optimierung an Produktionsmaschinen**

Die Rüstzeit an Maschinen und Anlagen hängt von vielen verschiedenen Einflüssen ab. Ein wesentlicher Faktor ist die Rüstvorbereitung sämtlicher Werkzeuge, Vorrichtungen und Maschinen. Die Dokumentation mittels Dateneinstellblatt, um erforderliche Parameter einzustellen bzw. zu kontrollieren, muss immer auf dem aktuellsten Stand sein. Eine Hilfe im täglichen Ablauf ist das Rüstboard zur Kommunikation und Visualisierung der Rüstvorgänge an den Maschinen und Anlagen.

Alle Parameter und Einstellungen werden in Rüstanweisungen dokumentiert. Die benötigten Werkzeuge und Vorrichtungen sind von den Abteilungen getestet und bereitgestellt.

Die konkreten Arbeiten z. B. beim Umrüsten einer Anlage sind klar definiert und werden vom Maschineneinrichter sowie den Fachabteilungen durchgeführt. Der Maschineneinrichter muss alle erforderlichen Werkzeuge und Vorrichtungen anhand der Rüstanweisungen sofort erkennen und einbauen können. Alle relevanten Daten zum Rüstvorgang sind im Dateneinstellblatt vorhanden

und quasi selbsterklärend für die Maschineneinrichter. Sollten Daten nicht zu den Einstellungen an der Anlage passen werden diese durch die Vorgesetzten und die Fachabteilungen korrigiert.

Die Werkzeuge werden komplett und einbaufertig vorbereitet. Es muss sichergestellt werden, dass die Werkzeuge und Vorrichtungen funktionsfähig sind. Die Überprüfung von Werkzeugen wird mittels einer Checkliste abgearbeitet und transparent am Rüstboard dokumentiert.

Korrekturen an Werkzeugen bzw. an Parametern der Anlage bitte genau dokumentieren und in den Rüstanweisungen anpassen. Ziel sollte ein stabiler und standardisierter Rüstvorgang sein. Mittels eines Rüstboards werden Abweichungen der Standardrüstzeit, auftretende Problemstellungen und die Entwicklung der Rüstzeiten transparent kommuniziert. Mögliche Verbesserungen sowie Problemlösungen werden ebenfalls visualisiert und kommuniziert.

Die Wartungen und Inspektionen der Instandhaltung an Maschinen und Anlagen werden am Rüstboard dokumentiert. Geplante

Instandsetzungsarbeiten sind in die Nebenzeiten der Produktion geplant, um die Nutzungszeit der Produktionsmaschinen nicht negativ zu beeinflussen. Anhand eines Nutzungsprofils der Maschinen kann die Instandhaltung den optimalen Bedarf und Zeitpunkt von Wartung, Inspektion und Instandsetzung ermitteln.

Die strategische Zusammenarbeit aller Abteilungen führt zu einer stetigen Optimierung der Rüstvorgänge und Rüstzeiten.

In der Gefährdungsbeurteilung müssen neben den Instandhaltungsintervallen auch die Arbeitsverfahren, die angewendet werden sollen, sowie Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten und die Umwelt festgelegt werden.

Instandhaltungsmaßnahmen sind besonders unfallträchtig, weil Maschinen oder Anlagen nicht im Normalbetrieb, sondern im sogenannten „Einrichtbetrieb“, einer sensiblen Sonderbetriebsart, funktionieren.

Deshalb müssen Sie mögliche Gefährdungen so umfassend wie möglich eruieren und beschreiben. In unserem folgenden 14 Punkte-Kurzcheck haben wir dazu einige Aspekte zusammengefasst.

## Kurzcheck: Sichere Instandhaltung

- Gibt es eine Gefährdungsbeurteilung für Instandhaltungsarbeiten, auf deren Basis ein eigenes Schutzkonzept für die Beschäftigten entwickelt wurde?
- Verfügt das Instandhaltungspersonal über die erforderlichen Kompetenzen? Laut Betriebssicherheitsverordnung gilt:  
„Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von fachkundigen, beauftragten und unterwiesenen Beschäftigten oder von sonstigen für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten geeigneten Auftragnehmern mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden.“
- Erstellen Sie speziell für Instandhaltungstätigkeiten Arbeits- und Betriebsanweisungen und berücksichtigen Sie die Betriebsanleitung sowie die Vorgaben der Hersteller?
- Werden die Beschäftigten, welche Instandhaltungsarbeiten durchführen, für diese Arbeiten gesondert unterwiesen, auch in der Benutzung erforderlicher PSA (persönliche

Schutz-Ausrüstung) oder in Zusatzausrüstungen?

- Ist sichergestellt, dass die Anlage problemlos zugänglich ist? Sind alle Vorkehrungen zur Abschaltung der Anlage durchgeführt und ist die Anlage gegen unbeabsichtigtes „Wiedereinschalten“ gesichert?
- Stehen für Instandhaltungsarbeiten spezielle Mittel (z. B. Hubarbeitsbühnen oder PSA) gegen Absturz zur Verfügung?
- Sind Handsteuergeräte und Zustimmschalter zur sicheren Funktionabschaltung und Bedienung innerhalb der Anlage vorhanden? Ist der Not-Aus-Taster bei Bedarf schnell zu erreichen?
- Sind die Vorgehensweisen der Instandhaltung in einer Funktionsbeschreibung klar beschrieben?
- Wird klar geregelt, dass vor Aufnahme der Tätigkeit alle organisatorischen Schutzmaßnahmen getroffen werden? Sind Maschinenbediener, Anlagenbetreiber und Kollegen an Nachbararbeitsplätzen informiert, Gefahrenbereiche abgesperrt und

gekennzeichnet. Sind Personen in der Nähe, die im Notfall Erste Hilfe leisten können?

- Liegen die nötigen Erlaubnisscheine oder andere Nachweise der Arbeitsberechtigung für Instandhaltungstätigkeiten vor?
- Wurde eine Person benannt, welche die Anlage nach der Instandsetzung wieder in Betrieb nehmen darf? Wurde festgelegt, in welchen Schritten die Wiederinbetriebnahme zu erfolgen hat (u. A. Probelauf)?
- Ist sichergestellt, dass alle Beteiligten informiert werden, wenn die Maschine oder Anlage wieder läuft?
- Ist gewährleistet, dass die spezifische Qualifikation des Instandhaltungspersonals regelmäßig geprüft wurde?
- Werden die Mitarbeiter regelmäßig geschult und existiert eine Schulungsmatrix für die Instandhaltungsmitarbeiter?

Mit der VDI 2890 haben Sie alle wichtigen Aspekte der Instandhaltung im Blick: die Anlagen- und Arbeitssicherheit, die Durchführung, die Wirtschaftlichkeit von Instandhaltungsmaßnahmen

und deren termingerechte Erfüllung nach gesetzlichen Bestimmungen, Regeln und Richtlinien. Die Rechtslage orientiert sich z. T. an den Prozessabläufen der Produktion und formuliert Minimalanforderungen, aber auch Vorgehensweisen zur Abbildung komplexer Funktionalitäten wie:

- Prüfungen und Maßnahmen gemäß EU-Recht, (Bundes- oder Landes-) Gesetzen, Rechtsverordnungen, Vorschriften, DIN-Regeln und Herstellerangaben usw.
- Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen
- Geplante oder präventive Instandsetzungsmaßnahmen mit Anlagenabstellungen
- wiederkehrende Qualitätssicherungsmaßnahmen mit Instandhaltungsbeteiligung.

## Quellen:

W. Ten Haaf – MaTeHa Service GmbH

OEE Institute

Prof. Brumby, FIR RWTH

Forum Vision Instandhaltung

Instandhaltung, Magazin

Netzwerk Märkisches Instandhaltungsnetzwerk

Neue Gilde, Integration durch Ausbildung e. V.

VDI

DIN 31051

