

## WARTUNG VON MASCHINEN & ANLAGEN

### Was versteht man unter Instandhaltung und welche Maßnahmen sind Teil der DIN 31051 – DIN 13306?

Eine **Wartung** dient der Verzögerung des vorhandenen Abnutzungspotentials. Im Wesentlichen bedeutet dies die Minimierung des tatsächlichen Verschleißes von Bauteilen und Baugruppen (meist durch Abschmieren und Reinigen).

Eine **Inspektion** dient der Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einer Betrachtungseinheit (einschließlich der Bestimmung der Ursachen ihrer Abnutzung) und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung. Zentral bedeutet das: Schauen, messen und prüfen, warum etwas verschleißt und was man tun kann, um es zu verhindern.

Eine **Instandsetzung** beinhaltet alle Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den voll funktionsfähigen Zustand (mit Ausnahme von Verbesserungen). Konkret bedeutet dies: Bauteile 1 zu 1 austauschen oder ein Bauteil reparieren, wie z. B. einen undichten Zylinder ausbauen und mit neuen Dichtungen versehen, prüfen, ob er dicht ist, und anschließend wieder einbauen.

Eine **Verbesserung** ist eine Kombination aller technischen und administrativen Möglichkeiten mit unternehmerischen Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderten Funktionen zu ändern. Praktisch bedeutet das: Sie ändern Bauteile ab und diese sind z. B. verschleißfester als die zuvor verwendeten; oder auch: Sie ändern Prozesse und reduzieren damit Ausfälle sowie Stillstandszeiten.

**Wartungen und Wartungspläne** – vieles wird unter diesem Sammelbegriff zusammengefasst und jeder im Unternehmen definiert es anders. Nur, was genau ist eine Wartung und wie ist der Begriff **Wartung** und die **Vorgehensweise im Unternehmen kommuniziert?**

Häufig werden die Fachbegriffe der **DIN 31051 Instandhaltung**, **Wartung**, **Inspektion**, **Instandsetzung** und **Verbesserung** miteinander vermischt oder einfach missverstanden. Zurzeit stehen die DIN 31051 und die DIN EN 13306 für die Instandhaltung der Maschinen als maßgebliche Normen noch nebeneinander. Das gilt so lange, bis die Harmonisierung und Zusammenführung in der DIN EN 13306 abgeschlossen ist. Die beiden Normen bieten eine übergreifende Definition für den Begriff Instandhaltung. Danach handelt es sich um eine Kombination technischer, administrativer- sowie Managementmaßnahmen, die während des Lebenszyklus' eines Objektes einen funktionsfähigen Zustand gewährleisten.

Maschinen und Anlagen zählen zu den beschriebenen Objekten, die durch Instandhaltung funktionsfähig gehalten werden. In den DIN-Normen finden sich weitere Definitionen zu den Kernbegriffen im Zusammenhang mit **Wartung** und **Instandhaltung**. Es werden vier Grundmaßnahmenbereiche für die Instandhaltung kategorisiert.

**Die DIN 31051 beschreibt folgende Punkte als „Instandhaltung“**

- **Wartung**
- **Inspektion**
- **Instandsetzung**
- **Verbesserung**

## **INSTANDHALTUNGSNORM – EN- 13306 „Begriffe der Instandhaltung“**

- Stellt sicher, dass alle Beteiligten von gleichen Tätigkeiten und Begrifflichkeiten ausgehen
- Zuverlässige Dokumentation und Daten für die Analyse
- Konzepte, die auch international funktionieren

EN- 13460 Dokumente für die Instandhaltung

- Unterstützung bei Neuanschaffungen
- Dokumentation für präventive Instandhaltung

EN- 15341 Wesentliche Leistungskennzahlen für die Instandhaltung

- Leistungskennzahlen, die auf Terminologiestandards basieren
- Wird international verstanden

Man kann über die DIN-Normen die beiden Bereiche präventive und korrektive Instandhaltung unterscheiden. Die Wartung von Maschinen und technischen Anlagen ist ebenso wie die Inspektion im vorbeugenden Segment angesiedelt. Dagegen zielen Instandsetzung und Verbesserung auf Fehlerkorrekturen ab.

Diese Unterscheidung in zwei Hauptbereiche bei der Instandhaltung von Maschinen ist sinnvoll, weil die jeweiligen Maßnahmen sehr unterschiedlich gestaltet sind.

Bei der Korrektur steht die Mängelbeseitigung im Fokus, während vorbeugende Maßnahmen darauf gerichtet sind, dass kein Verschleiß oder Mängel entstehen. Eine Beseitigung von Mängeln folgt der Bestandsaufnahme im Rahmen von Wartung und Inspektion. Hier ergeben sich zusätzliche Maßnahmen und Möglichkeiten, die am Ende nochmals überprüft und gesondert dokumentiert werden müssen.

### **Wieso müssen Maschinen und technische Anlagen instandgehalten und gewartet werden?**

Die Wartung und Instandhaltung von Maschinen und technischen Anlagen nehmen im Rahmen des Instandhaltungsmanagements einen maßgeblichen Platz ein. Die Maßnahmen zielen in ihrer Gesamtheit darauf ab,

- die Betriebssicherheit zu erhalten.
- aus wirtschaftlicher Sicht die Betriebs- und Anlagenausfallkosten möglichst zu minimieren.
- die Funktionssicherheit eines Objektes zu gewährleisten.

Nebenziele sind

- die Erhöhung der Lebensdauer bei Maschinen und anderen Betriebsmitteln.
- Optimierungen bei innerbetrieblichen Prozessen und Betriebsabläufen.
- die Erstellung einer vorausschauenden Kostenplanung.
- eine verbesserte Verfügbarkeit von Anlagen und Maschinen.

## Was gehört zur Wartung und Instandhaltung von Maschinen und technischen Anlagen?

Verschiedene Normen in unterschiedlichen gesetzlichen Rahmen verpflichten zur regelmäßigen Wartung von Maschinen und technischen Anlagen. Hier ist in erster Linie die DIN 31051 und die DIN EN 13306 sowie die Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV im unternehmerischen Umfeld zu nennen. Details zur praktischen Durchführung der Instandhaltung an Maschinen und Anlagen sind unter anderem in den technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) festgelegt.

Daneben sind die 5 Grundregeln der Instandhaltung nach EU-OHSA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz) für den Prozess der Instandhaltung selbst maßgeblich. Für eine sichere Wartung und Instandhaltung von Maschinen gilt:

1. Arbeitgeber müssen die Instandhaltung planen und dazu eine Gefährdungsbeurteilung durchführen.
2. Sie haben für eine sichere Arbeitsumgebung zu sorgen.
3. Bei der Wartung und Instandhaltung von Maschinen müssen geeignete Arbeitsmittel eingesetzt werden.
4. Es kommen bereits in der Planungsphase festgelegte Verfahren und Prozesse zur Anwendung.
5. Die ausgeführten Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten werden überprüft, die Ergebnisse nachhaltig dokumentiert.

Es ist empfehlenswert, für die Wartung und Instandhaltung von Maschinen und Anlagen Checklisten und Verfahrensanweisungen zu erstellen, sofern diese nicht vom Hersteller der Anlage oder gesetzlich für bestimmte Anlagenarten vorgegeben sind. Der technische Inhalt der jeweiligen Checkliste richtet sich vor allem an den Anweisungen der Maschinenhersteller aus. Sie sind deshalb individuell orientiert an der einzelnen Maschine oder Anlage mit ihren spezifischen Instandhaltungserfordernissen. Als Mindestbestandteile für die Struktur der Abläufe bei der Instandhaltung von Maschinen sollten die oben genannten fünf Regeln in die Checklisten einfließen.

Zur Instandhaltungspflicht gehört die Dokumentationspflicht. Sie gewährleistet vor allem die Beweisführung bei der Frage, ob die Wartung und Instandhaltung nachweisbar regelmäßig durchgeführt wurden. Für die Haftung des Anlagenbetreibers ist es relevant, dass Wartungszyklen nachweisbar eingehalten wurden. Die Dokumentation macht als Teil einer speziellen Dokumentation Software auch automatische Erinnerungsfunktionen für Wartungszyklen möglich. Diese Funktion erweist sich als sehr praktisch, wenn in einem Objekt eine Vielzahl von Maschinen mit unterschiedlichen Wartungszeitpunkten instandgehalten werden.

Das sinnvollste ist es die Wartungszeiten zu harmonisieren und eine Maschine/Anlage in verschiedene Teilbereiche, sogenannte Zellen, zu unterteilen. Denn nicht für jede Wartung muss die Maschine aus der Produktion genommen werden, es lassen sich eine Vielzahl an Tätigkeiten bei laufender Produktion durchführen.

## Was ist eine Wartung?

Die Wartung umfasst alle Maßnahmen, die der Bewahrung des Sollzustandes von Maschinen und technischer Anlagen dienen.

Regelmäßige Wartung stellt sicher, dass einmal angeschaffte Maschinen und Anlagen **über die gesamte Lebensdauer zuverlässig arbeiten und fehlerfrei funktionieren**. Sie trägt dazu bei, die Verfügbarkeit besser auszuschöpfen und Ausfälle aufgrund ungeplanter Instandhaltungsarbeiten zu

vermeiden. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sind Inspektionen ebenfalls absolut relevant und notwendig. Der Zustand der Anlagen muss regelmäßig kontrolliert und der Verschleiß beobachtet werden. Der routinemäßige Austausch von Verschleißteilen hält die Reparaturkosten niedrig und erhöht gleichzeitig die Gesamtverfügbarkeit der Anlage. Auch **für die Betriebs- und Verkehrssicherheit der Maschinen** ist eine vorbeugende Wartung zwingend notwendig.

Schaut man sich die Wartung und Instandhaltung näher an, dann ist die Wartung ein Teilbereich der Instandhaltung. Wartungsarbeiten haben damit einen präventiven Aspekt, weil durch sie die Funktionsfähigkeit eines Objektes für die Zukunft möglichst lange erhalten bleiben soll. Nach DIN 31051 umfasst die Wartung **Maßnahmen zur Verzögerung der Abnutzung**. Bei der Wartung kann die Definition auch an die damit verbundenen Aktivitäten anknüpfen. Von den Tätigkeiten aus betrachtet geht es bei der Wartung beispielsweise um

- Einstellen und justieren
- Reinigen und Pflege
- Austauschen/Auffüllen
- Abschmieren/Einölen
- Protokollieren

Wartung ist nach Definition vor allem auf einen möglichst langen störungsfreien Betrieb ausgerichtet. Viele Gesetze messen diesem Teil der Instandhaltungsarbeiten besonders große Bedeutung zu, da die Wartung einen vorbeugenden und vorausschauenden Hintergrund hat. Außerdem dient Wartung in besonderem Maß der Fürsorge gegenüber Menschen und Maschinen.

### **Welche verschiedenen Möglichkeiten von Wartungen gibt es?**

Diese Frage lässt sich nur beantworten, wenn die Strategie der Instandhaltung und der Begriff Wartungen und Wartungsplan klar definiert sind. Und da gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Strategien, auch ein Mix aus den unterschiedlichen Strategien kann eine sinnvolle Lösung sein.

- Reaktive Instandhaltung
- Vorbeugende Instandhaltung
- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Wissenorientierte Instandhaltung
- Risikobasierte Instandhaltung
- Vorhersagende Instandhaltung

Es werden verschiedene Arten der Wartung praktiziert:

- korrigierende Wartung
- vorbeugende Wartung
- vorausschauende Wartung
- systematische vorbeugende Wartung
- bedingte vorbeugende Wartung

Bei einer komplexen Anlage werden verschiedene Teilsysteme und Baugruppen zusammengeführt. Die Empfehlungen zu Wartung und Inspektion der Hersteller einzelner Teilsysteme sind von der Instandhaltung zu berücksichtigen. Bedingt durch diesen Umstand müssen die einzelnen Wartung und Inspektionspläne und Empfehlungen der verschiedenen Hersteller zusammengefasst werden und **um die Garantieansprüche aufrecht zu erhalten, müssen die Wartungsvorschriften und Empfehlungen der Hersteller berücksichtigt und eingehalten werden. Die einzelnen Pläne der Hersteller müssen vereinheitlicht werden, so werden z.B. die Zeitangaben der Wartungen und Inspektionen einheitlich umgerechnet werden (Stunde-Tag-Monat etc.).** Dann wird aus den einzelnen Wartungsplänen der verschiedenen Hersteller ein Gesamtwartungsplan entwickelt, der die Belange und Empfehlungen der Hersteller berücksichtigt. Anhand des Gesamtwartungsplan werden die Arbeiten an den Teilsystemen effektiv zusammengefasst und abgearbeitet. Einfache Kontrollen und tägliche Routinen können von dem Anlagenbediener im Rahmen von TPM ausgeführt werden.

- **Wartungsarbeiten die einen Anlagenstillstand erfordern sind an allen Teilsystemen zusammenzufassen**
- **Alle durchgeführten Arbeiten sind einheitlich zu dokumentieren. Die Instandhaltungsdokumentation bildet die Grundlage für den Instandhaltungsplan und die Instandhaltung Strategie**
- **Autonome Instandhaltung durch die Werker durchführen.**
- **Ähnliche Wartung und Inspektionsaufgaben an verschiedenen Teilsystemen sind zusammenzufassen.**
- **Prüfungen an verschiedenen Teilsystemen der Anlage sind terminlich zusammenfassen.**

Oft bezieht sich diese Unterscheidung der Wartungsarbeiten auf den gesamten Bereich der Instandhaltung im Unternehmen. Jeder Betrieb definiert eine „Wartung/Wartungsplan“ nach eigenen Ermessen und hat somit differenzierte Sichtweisen zu diesem Thema.

Was exakt bei einer Wartung wann gemacht werden muss, richtet sich sehr individuell nach der Art wie mit dem Thema umgegangen wird, der Maschine sowie den Herstellerangaben. Man kann deshalb die Wartung auch so unterscheiden:

- **Wartung nach Herstellerangaben**
- **Wartung nach eigenen Erfahrungen durch interne Mitarbeiter erstellt**

### **Was bedeutet präventive Wartung?**

Der Begriff "präventive Instandhaltung" gewinnt immer weiter an Bedeutung. Die vorbeugende Instandhaltung soll einen ungeplanten Maschinenausfall vorbeugen und alle notwendigen Maßnahmen dafür sollten im Wartungsplan aufgeführt werden.

Ein immer noch stiefmütterliches Dasein fristet die vorbeugende Instandhaltung in einigen Produktionsunternehmen. Durch Fachpersonalmangel und Budgetreduzierungen kann nur reaktiv gehandelt werden. Ständig müssen Maschinenausfälle und Havarie Schäden instandgesetzt werden. **Für eine vorbeugende Instandhaltung mit Wartungen und Inspektionen fehlt Zeit, Personal und Geld.** Ein Trugschluss, denn aus der Folge von mangelnden Investitionen in die Produktionsmaschinen, die betriebliche Infrastruktur und letztendlich die Instandhaltung steigen die Kosten sogar an. Durch gezielte und geplante Instandhaltung mit Wartung/Inspektionsintervallen, durch eine konsequente Dokumentation von Instandhaltung und der daraus resultierenden Schwachstellenanalyse und letztendlich Schwachstellenbeseitigung, lässt sich der Nutzungsgrad von Fertigungsmaschinen stabilisieren und steigern.

Arbeitsabläufe können standardisiert werden. Unterweisungen und Arbeitsanweisungen helfen den Vorgesetzten bei der Umsetzung. Durch standardisierte Arbeitspläne kann die Fertigung in Wartungsroutinen miteinbezogen werden. Die autonome Instandhaltung führt klar beschriebene Arbeiten aus dem Routinekatalog aus und unterstützt die betriebliche Instandhaltung. So können Abschmierarbeiten oder das Ablesen von Maschinendaten und Parametervergleich, Filterkontrollen und Wechsel durchgeführt werden. Die Investitionen in eine vorbeugende Instandhaltung, welche gut organisiert und strukturiert Arbeiten kann, ist sehr gut angelegtes Geld.

### **Was ist eine Schwachstellenanalyse?**

Der Begriff der Schwachstelle und Schwachstellenanalyse selbst wurde im Jahr 1980 in der DIN 31051 definiert und mit der Neufassung der DIN 31051: 2003-06 den Instandhaltungstätigkeiten zugeordnet. Im Rahmen der Inspektion wird eine Fehleranalyse durchgeführt, die u. a. in der Schwachstellenanalyse mündet und in einer Verbesserung, die wirtschaftlich sinnvoll ist, mündet.

Schwachstelle = Betrachtungseinheit, bei der ein Ausfall häufiger, als es der geforderten Verfügbarkeit entspricht, eintritt und bei der eine Verbesserung möglich und wirtschaftlich vertretbar ist.

Eine Schwachstellenanalyse deckt ähnlich der präventiven Wartung Ausfallrisiken von Maschinen und technischen Anlagen auf, wobei die Schwachstellenanalyse sich auf bereits existierende, manifeste Schwachstellen bezieht. Dagegen soll präventive Wartung etwas früher ansetzen, bevor sich die Schwachstelle manifestiert. Die Grenzen zwischen beiden Maßnahmebereichen können in der Praxis fließend sein. Ob der Abgrenzungsbegriff präventive Wartung Sinn ergibt, ist zweifelhaft, da die Wartung der Definition nach stets vorbeugend und damit präventiv gemeint ist.

Der am häufigsten in der Praxis verwendete Arbeitsablauf der Schwachstellenanalyse und -beseitigung sieht folgende Arbeitsschritte vor:

1. Analyse und Auswertung von Daten, Informationen und Erfahrungen
2. Anwendung einer Strategie/Systematik; Ableiten von Folgerungen
3. Statistische Analysen des BDE/MDE/OEE
4. Empfehlungen für die Durchführung-Interdisziplinäre Teams
5. Planung der Schwachstellenbeseitigung
6. Durchführung der Maßnahmen und Kontrolle der Umsetzung
7. Dokumentation und Erfassung aller Daten
8. Auswertung, Anpassungen und Erfahrungsrückfluss

In der Praxis wird meist nachfolgendes Schema gehandelt.

- Durchführung systematischer Schwachstellenanalysen an Systemen/Anlagen Maschinen etc.
- Anwendung der Methodik im gemischten Team
- Konsequente Erfassung von Schadensbildern und Schadensursachen im System für Analysen und Auswertungen
- Etablierung einer Methode zur systematischen Reduzierung von Wiederholstörungen - Fehlerkataloge, Standardisierung
- Ständige Anwendung durch den Verantwortlichen
- Überprüfung der Anwendung der Methode durch den Instandhaltungsleiter

### **Wo liegt der Unterschied zwischen Wartung und Inspektion?**

Auch die Inspektion ist ein Teilbereich der Instandhaltung. Hier geht es darum, strukturiert festzustellen, in welchem Zustand eine Maschine oder technische Anlage sich aktuell befindet. Die Inspektion richtet sich auf die Feststellung des Ist-Zustandes. Es handelt sich um eine Konformitätsprüfung. Unter anderem prüft, zählt, misst, analysiert und dokumentiert man mit einer Inspektion.

### **Was ist ein Wartungsplan?**

Der Wartungsplan für das gesamte Unternehmen enthält alle geplanten Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen, die an technischen Anlagen und Geräten durchgeführt werden müssen.

Üblicherweise enthält der Wartungsplan genaue **Angaben zu den einzelnen Maschinen im Betrieb** wie Name, Standort, Anschaffungszeitpunkt, Nutzung und/oder Laufzeit, relevante Instandsetzungen, Modernisierungen **sowie Art und Umfang des Wartungsintervalls. Jede Maschinen oder Anlage sollte eine Maschinenkarte und ein Maschinenbuch beinhalten, in diesem werden die Angaben wie ein „Lebenslauf“ gepflegt und geben Auskunft über sämtliche Maßnahmen.** Weiterhin gehören der Zeitpunkt der letzten und der Zieltermin der nächsten Wartung, die Zuständigkeiten, die Servicepartner sowie weitere auf die individuelle Organisationsstruktur Ihres Unternehmens abgestimmte Angaben in den Plan.

Besonders wichtig für den Wartungsplan sind detaillierte Angaben zu den vorgesehenen Wartungsarbeiten und die dabei zu berücksichtigenden Prüfpunkte.

Diese ergeben sich aus der Bauart der Maschine, der Art der Verwendung sowie der tatsächlichen Beanspruchung durch Nutzung, Verschleiß und Alter der Maschine. Im Rahmen der Zustandserfassung und -diagnose werden bei einer Inspektion vor allem solche Komponenten überprüft, gereinigt und gegebenenfalls ausgetauscht, die bekanntermaßen Abnutzung und Materialverschleiß zeigen. Bestandteil der Inspektion sind auch Teile, die Hilfsstoffe wie beispielsweise Schmiermittel benötigen oder sicherheitsrelevant sind. Hilfreich sind Visualisierungen mittels Fotodokumentationen, Bilder sagen oft mehr als Worte und zeigen deutlich, wo was von wem genau gemacht werden soll.

### **In wessen Verantwortung liegt die Wartung in einem Unternehmen?**

Verantwortlich für die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften ist die Betriebsführung. In der praktischen Durchführung werden Wartungsarbeiten speziell ausgebildeten Mitarbeitern im Betrieb und je nach Sachlage externen Dienstleistern übertragen.

## **Was ist Instandsetzung und was sind Instandsetzungsarbeiten?**

Die Instandsetzung ist grundsätzlich eine mögliche Maßnahme der Instandhaltung. Mit der Instandsetzung wird der Soll-Zustand einer technischen Anlage oder eines technischen Objektes wiederhergestellt. Hier kann es zum Beispiel um Reparieren, Einstellen, Austauschen, Auslösen oder Protokollieren gehen.

## **Was ist der Unterschied zwischen Instandhaltung und Instandsetzung?**

Instandsetzung ist ein Teilbereich der Instandhaltung. Unter dem Begriff Instandsetzungsarbeiten werden die konkreten Maßnahmen der Instandsetzung zusammengefasst.

Auch hier werden wieder Begriffe nebeneinander und teilweise als Synonyme benutzt.

Zu beachten ist ebenfalls der Umstand das eine Instandsetzung etwas anderes als eine Instandhaltung darstellen, (Urteil des BGH's vom 09.12.2016, AZ. V ZR 124/16)

Weitere Begriffe können zum Thema Instandhaltung eine Rolle spielen. Beispielsweise wird häufig von Instandhaltungsarbeiten gesprochen. In aller Regel sind hier Instandsetzungsarbeiten gemeint. Man kann so aber auch die gesamten Maßnahmen im Rahmen der Instandhaltung beschreiben.

Es ist wichtig, die jeweils geltenden Anforderungen für die eigenen Anlagen an eine Wartung und ihre Definition zu kennen. Auch der Unterschied zwischen Wartung und Inspektion ist nicht unerheblich. Es lohnt sich deshalb, sich im Detail mit Instandhaltung und der Definition der Teilbereiche zu befassen.

## **Kennzahlen der Instandhaltung**

Kennzahlen, diese Werte sind nicht nur Attribute über die Qualität der Instandhaltungsprozesse, sondern vielmehr zeigen Sie die Qualität der Maschinen und Anlagen selbst. 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.

- OEE (Overall Equipment Effectiveness = Gesamtanlageneffektivität)
- TV = Technische Verfügbarkeit Maschinen
- MTBF (Mean time between failures = Durchschnittliche Zeit zwischen den Störungen)
- MTTR (Mean time to repair = Durchschnittliche Zeit der Entstörungen)
- MDT (Mean down time = Mittlere Ausfallzeit der Anlagen)
- WT = Wartezeit (Kein Personal, keine Ersatzteile-Werkzeuge etc.)
- IHT = Instandhaltungszeit
- TOC ([Theory of Constraints](#) = Theorie des Engpasses/Bottleneck)
- NG = Nutzungsgrad der Maschine
- RT = Runtime.

Die Kennzahlen dienen der Instandhaltung, um die Berichte für alle nachvollziehbar zu dokumentieren. Sie sind ein Kriterium, mit dem die Instandhaltung die Qualität der ausgeführten Arbeiten auf dem Shopfloor Board transparent darstellt. Diesen pragmatischen Ansatz sollten die

Abteilungen nutzen und so den Beteiligten deutlich machen welchen Anteil die Instandhaltung an der Wertschöpfung im gesamten Produktionsprozess innehat.

Mit Big Data und einer umfassenden Datenanalyse wird es auch dem Field Service möglich, Wartung und Instandhaltung noch punktgenauer und schneller durchzuführen – auf Basis diverser Key Performance Indicators (KPI), die sich anhand der gesammelten Maschinendaten ermitteln lassen und klare Aussagen über den Zustand der Anlage liefern.

#### **MTBF = Mean Time Between Failures**

MTBF bezeichnet die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen instandsetzbarer Maschineneinheiten. Der Messwert ist stark abhängig von den am Standort vorherrschenden Betriebsbedingungen (Umgebungstemperatur, Start/Stop-Zyklen, Wartungsintervalle etc.). Damit stellt MTBF einen Indikator für die Zuverlässigkeit einer Anlage dar – je höher der MTBF-Wert, desto zuverlässiger ist das System.

#### **MTTR = Mean Time To Repair**

Die mittlere Reparaturzeit nach einem Systemausfall. Diese gibt an, wie lange es durchschnittlich dauert, einen Fehler zu erkennen, zu lokalisieren und das defekte Bauteil auszutauschen. Damit liefert die MTTR-Angabe wichtige Erkenntnisse über die allgemeine Systemverfügbarkeit. Der MTTR-Wert sollte so klein wie möglich sein.

#### **MDT = Mean Down Time**

Die mittlere Störungsdauer beschreibt die durchschnittliche Zeit, die nach einem Systemausfall zur Beseitigung der Störung benötigt wird. Im Unterschied zu MTTR umfasst MDT alle Zeiten für Reparatur und Wartung sowie sämtliche Verzögerungen durch Anfahrt- und Lieferzeiten, Ersatzteillogistik oder Fehlversuche bei nicht geplanten Instandhaltungen. Während der MDT ist das System nicht betriebsbereit. Der MDT-Wert sollte demnach auch möglichst klein sein.

#### **OEE = Overall Equipment Effectiveness**

Die Kennzahl der Overall Equipment Effectiveness (Gesamtanlageneffektivität) erlaubt Rückschlüsse auf die Produktivität und Wertschöpfung einer Anlage, aber auch auf ungeplante Verluste in der gemessenen Betriebszeit ohne geplante Stillstände (z. B. geplante Wartung, Pausen, Wochenende). Damit liefert die OEE entscheidende Informationen für die Optimierung von Fertigungsabläufen und der Gesamtproduktivität. Die Gesamtanlageneffektivität wird ermittelt als Produkt aus den Faktoren Verfügbarkeit, Leistung und Qualität. Da sich Betriebsmittel und Prozesse jedoch von Unternehmen zu Unternehmen stark unterscheiden, hat die OEE-Kennzahl nur Aussagekraft für den jeweiligen Betrieb und lässt sich nicht verallgemeinern. Mit Maßnahmen zur Verbesserung des OEE-Werts geht auch nicht zwangsläufig eine Steigerung von Effizienz und Ertrag einher – es gilt hier darauf zu achten, dass Aufwand und Nutzen in einer sinnvollen Relation zueinanderstehen.

#### **Was ist ein Instandhalter?**

Werkzeuge, Maschinen und Produktionsanlagen haben sich in den vergangenen Jahren stark weiterentwickelt. Nicht zuletzt aufgrund der Digitalisierung, die auch die Entwicklung von Maschinen mitbestimmt hat. Doch je komplexer eine Anlage, desto mehr Schwachstellen hat das Konstrukt üblicherweise. Und gerade platzsparende, kleinere Anlagen neigen aufgrund ihrer leichten Bauteile schneller zu Verschleiß und Defekten. Instandhalter haben die Aufgabe, die technische Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen zu erhalten. Denn von der einwandfreien Funktion hängen nicht nur Gewinn und Umsatz des Unternehmens, sondern unter Umständen auch die Sicherheit von Mitarbeitern ab.

Doch die Tätigkeiten eines Instandhaltungsmitarbeiter beginnen oft schon viel früher. Denn immer, wenn in einem Unternehmen eine neue Maschine angeschafft wird, muss diese in ein bestehendes System integriert werden. Mit der Anschaffung allein ist es schließlich nicht getan. Der Instandhaltungsingenieur ist in solchen Fällen auch für die Inbetriebnahme neuer Apparate und Maschinen zuständig. Er trägt Sorge dafür, dass sich die Neuanschaffung reibungslos in das Zusammenspiel des Gesamtsystems einfügt. Dafür sind mitunter Optimierungen an der Maschine, ein wenig Feintuning und mehrere Tests notwendig.

Sind die Maschinen einmal in Betrieb, so obliegt es dem Instandhalter, eben diesen zu garantieren. Nicht gewartete Maschinen, Behälter oder Leitungen können zu Produktionsausfällen führen und so hohe Kosten verursachen. Die Wartung ist deshalb die zentrale Aufgabe von Ingenieuren für Instandhaltung. Zur Wartung gehören Pflege und Reinigung, der Austausch oder die Ergänzung von Betriebsstoffen sowie der Austausch von Verschleißteilen. Im Idealfall sind die Maschinen so gut gewartet, dass eine Reparatur gar nicht erst nötig wird. Doch auch die beste Maschine zeigt irgendwann Alterserscheinungen. In solchen Fällen ist es die Aufgabe des Instandhaltungsingenieurs, Ersatzteile zu beschaffen, für deren Einbau zu sorgen und die Anlage wieder zum Laufen zu bringen.

Um Störfälle von vornherein zu vermeiden, gehört es ferner zu den Tätigkeiten des Instandhaltungsingenieurs, auf der Grundlage von analysierten Fehlern und Schwachstellen Wartungspläne und Qualitätsmanagementkonzepte zu erarbeiten. In Leitungspositionen organisieren sie das betriebliche Service- und Instandhaltungsmanagement nach technischen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Ziel solcher Konzepte ist es, innerhalb einer Fertigungsperiode so wenige Maschinenstillstände wie möglich zu erreichen, die Instandsetzungszeiten an den Maschinen kurz zu halten und im Fall von Ausfällen deren Auswirkung auf die Produktion so gering wie möglich zu halten.

Häufig sind Instandhalter auf die Instandsetzung bestimmter technischer Objekte und Anlagen auch einzelner Hersteller spezialisiert. Instandhalter kann auch ein bestimmter Mitarbeiter im Unternehmen sein, der mit Wartungsarbeiten und anderen Instandhaltungsmaßnahmen betraut wird. Außerdem kann auch der Betreiber einer Anlage als Instandhalter im Sinne der Verantwortlichkeit angesprochen sein.

Zusammengefasst gehören zu den Tätigkeiten des Instandhalters folgende Aufgaben an Maschinen und Anlagen:

- Wartung und Erhalt der Funktionsfähigkeit
- Inspektion
- Instandsetzung
- Verbesserung
- Schwachstellenanalyse
- Schadensanalyse
- Ersatzteilplanung/Ersatzteilmanagement
- Austausch von Maschinen in Produktionsanlagen
- Funktionstests
- Risiko/Gefährdungsbeurteilungen

## **Rechtliche Grundlagen der Wartung und Instandhaltung**

In DIN 31051 und DIN EN 13306 finden sich vor allem allgemeine Grundlagen und Definitionen zur Instandhaltung.

Neben Vorschriften für spezielle Anlagentypen sieht vor allem die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) die Arbeitgeber in der Pflicht, Maschinen und Anlagen regelmäßig zu warten. Maschinen und Anlagen stellen Arbeitsmittel dar, deren Sicherheit und Funktionsfähigkeit dem Schutz der Arbeitnehmer und der Allgemeinheit dienen. § 2 Abs.1 BetrSichV definiert die Arbeitsmittel. Die BetrSichV gibt Arbeitgebern mit § 10 die grundsätzliche Pflicht auf, notwendige Instandhaltungsmaßnahmen unverzüglich - ohne schuldhaftes Zögern - durchzuführen. Dabei werden auch bestimmte Regeln für den Ablauf von Wartung und Instandhaltung vorgeschrieben.

### **Was bedeutet Betreiberhaftung?**

Als Unternehmer sind die Themen Wartung und Instandhaltung von Maschinen und technischen Anlagen nicht nur lästige Pflichten. Die Nichtbeachtung der Wartung und die Nichtdurchführung von Instandhaltungsarbeiten können rechtliche Folgen haben. Grundsätzlich unterliegen Unternehmer, die Maschinen und technische Anlagen betreiben, der Betreiberhaftung. Damit ist der Unternehmer für alle Gefahren und Schäden verantwortlich, die aus einer mangelnden Funktionsfähigkeit von technischen Anlagen resultieren können. Betreiber können sich jedoch über die ordnungsgemäße Erfüllung von Instandhaltungsmaßnahmen teilweise von der Haftung entlasten.

Obacht ist geboten, wenn Anlagen vom Hersteller als wartungsarm oder wartungsfrei beschrieben werden. Wartungsfreiheit bedeutet nicht, dass nicht von gesetzlicher Seite eine Wartung vorgeschrieben sein kann.

Auch bei der Frage, wer als Instandhalter handeln soll und damit die Maßnahmen praktisch durchführen darf, müssen Unternehmen aufmerksam bleiben. In manchen Fallkonstellationen und im Rahmen einiger Wartungsvorschriften können ausgebildete Mitarbeiter des Betriebes tätig werden. In anderen Fällen müssen externe Experten im Rahmen einer Dienstleistung die Wartungsarbeiten durchführen, die eine ganz spezifische Qualifikation und teilweise amtliche Prüfbefugnis haben. Ähnliches wie für den Instandhalter gilt für die Durchführung einer Instandsetzung. In vielen Fällen kann eine Instandsetzung nur über eine Beauftragung des Herstellers oder externer Fachdienstleister durchgeführt werden. Verantwortlich dafür, den Instandhalter von außerhalb zu beauftragen oder die Instandsetzung durchführen zu lassen, bleibt immer der Betreiber der Anlage. Das macht intern zuverlässige und gut dokumentierte Pläne zur Wartung sowie Instandsetzung so wichtig für jedes Unternehmen.

**Zu bedenken ist auch, dass es eine recht erhebliche Zahl technischer Regeln gibt, die im Einzelfall gelten können:**

- ASR (Techn. Regeln für Arbeitsstätte)
- BSI (Techn. Regeln des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik)
- RAB (Techn. Regeln auf Baustellen)
- TRAS (Techn. Regeln für Anlagensicherheit)
- TRBA (Techn. Regeln für biologische Arbeitsstoffe)
- TRD (Techn. Regeln für Dampfkessel)
- TRGS (Techn. Regeln für Gefahrstoffe)

- TRLV (Techn. Regeln zur Lärm- und Vibration-Arbeitsschutzverordnung)
- TROS (Techn. Regeln zu künstlicher optischer Strahlung)
- TRR (Techn. Regeln zur Druckbehälterverordnung)
- TRSK (Techn. Regeln für Schankanlagen)
- TRWI (Techn. Regeln für Trinkwasserinstallationen)
- TRWS (Techn. Regeln für wassergefährdende Stoffe).

Die rechtliche Einordnung dieser technischen Regelwerke ist durchaus nicht unproblematisch, da sie originär keine Rechtsnormen darstellen (kein Erlass durch einen Bundestag, einen Landtag oder einen Gemeinderat usw.), aber meist sehr wohl zu rechtsverbindlichen Vorgaben werden (können), bei deren Verletzung Rechtsstreite verloren gehen. Um zu einer kompletten Sicht des jeweiligen „Standes der Technik“ im Einzelfall zu gelangen, sind weitere Quellen heranzuziehen (z. B. schriftliche Informationen der Berufsgenossenschaften, Vorgaben der Fachverbände sowie etwaige Interpretations-Leitlinien usw.).

Einen interessanten Mischcharakter tragen die Unfallverhütungsvorschriften (BGV, UVV etc.) der Unfallversicherungsträger in sich: Sie sind einerseits geltendes Recht für die jeweils angeschlossenen Mitgliedsbetriebe und zugleich (!) stellen sie technische Regeln dar.

Vorsicht ist bei den EU-Richtlinien angebracht: EU-Recht gilt nicht unmittelbar und sofort in allen Mitgliedsstaaten, sondern muss von jedem EU-Mitglied durch das nationale Parlament in nationales Recht transformiert werden (wozu aber eine Rechtspflicht jedes Mitgliedsstaates besteht). Bei verspäteter oder fehlerhafter Umsetzung von EU-Recht in nationales Recht kann dann aber das EU-Recht doch unmittelbar anwendbar sein(!); auf jeden Fall ist es für die Interpretation des nationalen Rechts neben anerkannten allgemeinen juristischen Auslegungsmethoden von erheblicher Bedeutung, da das übergeordnete Ziel der EU eben eine (möglichst) gemeinsame Rechtsordnung in allen EU-Mitgliedsstaaten ist.

### **Wer prüft, ob Wartungen und andere Instandhaltungsarbeiten durchgeführt wurden?**

Betreiber von technischen Anlagen müssen mit amtlichen Kontrollen rechnen. Für die Kontrollen sind in der Regel bestimmte Aufsichtsbehörden zuständig. Im Bereich Arbeitssicherheit ist das beispielsweise unter anderem die Bundesanstalt für Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin. Intern im Unternehmen sollte eine Kontrollstruktur für die Durchführung von Wartungsarbeiten ebenfalls eingeführt werden. Hier würde eine Führungskraft die ausführenden Mitarbeiter kontrollieren und sicherstellen, dass Instandhaltung und Instandsetzung auch tatsächlich ausgeführt werden.

### **Was zählt zu den Instandhaltungskosten?**

Hier geht es um Kosten, die für den Erhalt der Betriebsmittel - für die Instandhaltung - aufgewendet werden. Das umfasst alle Kosten, die Betriebsmittel in einem einsatzfähigen Zustand halten. Es können Fremdinstandhaltungskosten und Eigeninstandhaltungskosten unterschieden werden.

Nicht zu den Instandhaltungskosten zählen umfangreiche Reparaturen. Eine mögliche Abgrenzung zu Instandsetzungskosten spielt vor allem steuerrechtlich eine Rolle, da Instandhaltungskosten als Betriebsausgaben abzugsfähiger Erhaltungsaufwand sind. Instandsetzungskosten bilden dagegen Herstellungsaufwand, der steuerlich abgeschrieben werden muss.

## **Dokumentation des gesamten Instandhaltungsgeschehen**

Organisation von Wartung und anderen Instandhaltungsmaßnahmen im Unternehmen müssen jederzeit ihre Maßnahmen im Bereich der Wartung und Instandhaltungsarbeiten nachweisen können. Das erfordert einen hohen Organisationsgrad im Unternehmen rund um Instandhaltungsarbeiten neben effektiver interner Kontrolle. Auch eine mögliche Instandsetzung sollte umfassend und nachvollziehbar dokumentiert werden. Das gilt nicht nur für überwachungsbedürftige Anlagen. Die regelmäßige Wartung schützt auch die Maschinen und Anlagen. Sie trägt zur Werterhaltung und Lebensdauer bei. Zur Einhaltung von Wartungsintervallen ist ein interner Wartungsplan sinnvoll.

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

### ***Einer der Schlüssel zur Lösung ist die Kommunikation – wir müssen miteinander reden und diskutieren.***

Und hier dient uns Instandhalter die Dokumentation über unsere Tätigkeiten als Schlüssel zur Kommunikation.

Eine transparente Darstellung aller Arbeiten dient den Kollegen und Kunden zur genauen Information.

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

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

### **Mit der IH-Dokumentation machen wir die Arbeiten transparent und nachvollziehbar.**

1. Informationen für Kollegen und Kunden über die Tätigkeiten und was wann wo gemacht wird.
2. Schaffen einer Datenbasis zur Störgrundanalyse und Ersatzteilstrategie
3. Möglichkeiten zur Auswertung und Darstellung tatsächlicher Instandhaltung
4. Grundlage zur Ermittlung einer Instandhaltungsstrategie
5. Neueste Information sichern die Aktualität der Pläne und Dokumente
6. Basis für Routinekataloge und Arbeitsanweisungen
7. Schaffung von einheitlichen Standards bei der Vorgehensweise der Instandhaltung

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 Instandhaltungsaufwand an Material – Personal  
Transparenz über die Tätigkeiten und den 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 – Betriebszustände

Uns stehen verschiedene Methoden für die Instandhaltung parallel zur Verfügung:

-Reaktive Instandhaltung -Vorbeugende Instandhaltung -Datenbasierte Instandhaltung -Analytische Instandhaltung -Zustand orientierte Instandhaltung

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

**Kurzfristige Inst.Strategie** :Reaktion bei Störung, Havarie Schäden, Produktionsausfall Bereitschaften und Wochenplan. Notfallpläne

**Mittelfristige Inst.Strategie**:Routinewartung,Inspektionsintervalle,Dokumentationen von Fehlern ,Aufbau einer systematischen Störgrunddiagnostik

Katalogisieren der Fehler und Beschreibungen

Mitarbeiter schulen um eine stetige Verbesserung und eine

Werterhaltung der Anlagen im Rahmen von Umweltschutz ,

Arbeitssicherheit und Energieeffizienz zu erreichen. Monatspläne

**Langfristige Inst. Strategie**:Jahresplan, Revisionspläne, Neu- Umbauten, mit dem Bereich Controlling das Instandhaltungsbudget aufgrund des Instandhaltungsjahresplan erstellen.