

Lernbereich (LB)	9	Automatisierte mechatronische Systeme in Betrieb nehmen, in Stand halten und übergeben	160 h
Lernsituation (LS)	9.2	Instandhaltung von Systemen	20 h
Fachtext zu UA	1	Wartung, Inspektion und Instandsetzung	20 h

1.0 Was versteht man unter der Instandhaltung von Systemen?

Für die Instandhaltung gibt es Richtlinien und Empfehlungen. Jedoch die Erfahrung zeigt, dass der Betreiber von Anlagen nur so viel investieren will, wie unbedingt notwendig ist.

Um sich klar verständigen zu können, wurden in der **Norm DIN 31051** "Instandhaltung - Begriffe und Maßnahmen" einige Begriffe definiert, die im Sprachgebrauch oft nicht sauber unterschieden werden.

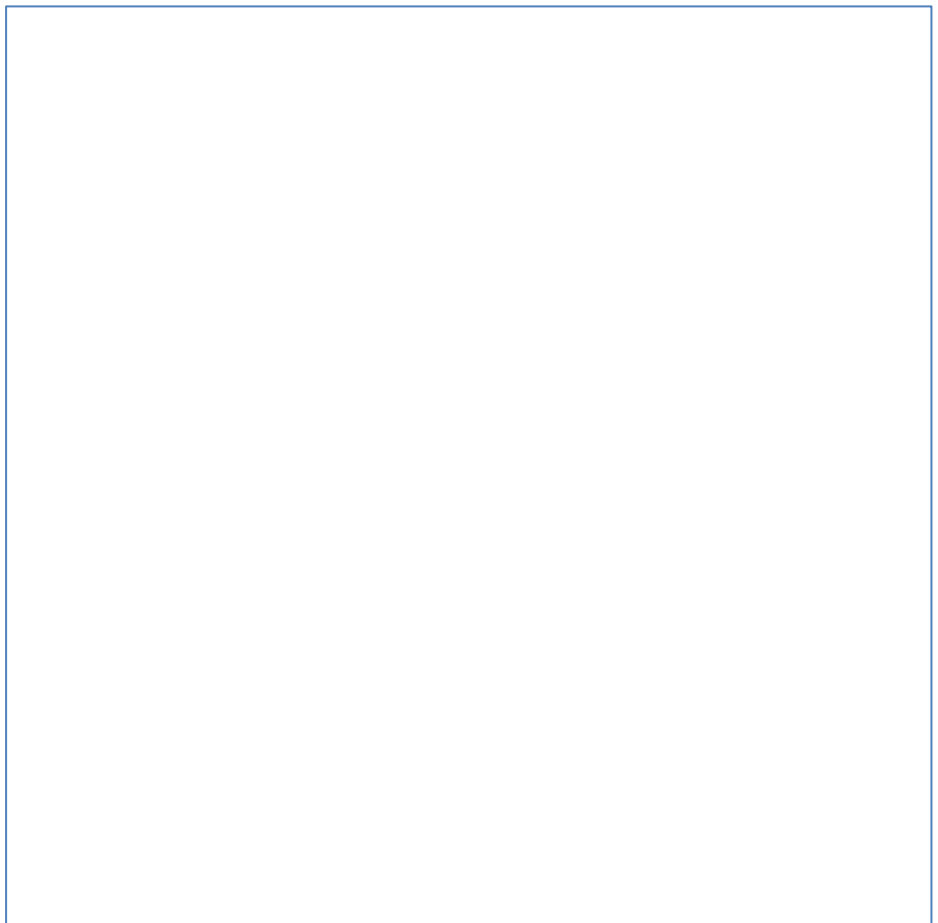
Es wird aufgezeigt, dass Instandhaltung nicht nur eine manuelle Tätigkeit ist, sondern vorausschauend eine hohe Funktionsfähigkeit eines Systems gewährleisten soll. In DIN 31051 wird Instandhaltung wie folgt definiert:

Instandhaltung: **Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustands sowie zur Festlegung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems.**

Die Maßnahmen beinhalten die *Wartung*, die *Inspektion* und die *Instandsetzung*.

Führen die Erkenntnisse, z.B. einer Inspektion, zu einer Schwachstellenanalyse (siehe Punkt. 4.1), kommt als weitere Maßnahme auch die *Verbesserung* des Systems hinzu.

Sie schließen ein: Die Abstimmung der Instandhaltungsziele mit den Unternehmenszielen und die Festlegung entsprechender Instandhaltungsstrategien (Bild 1).



Je nach Firmenstruktur wird die Instandhaltung nach den Herstellerangaben umgesetzt. Ein wichtiges Kriterium sind die sicherheitstechnischen Anforderungen (z.B. nach UVV bzw. nach TÜV).

In der Tabelle wird die Instandsetzung am Beispiel einer hydraulischen Anlage aufgezeigt.

Tabelle 1: Instandhaltung hydraulischer Anlagen			
Betrieb	Großbetriebe, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Autoindustrie • Kraftwerke • Großchemie 	Mittelständige Betriebe, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Maschinenbau • Möbelindustrie 	Kleinbetriebe, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Baubetriebe • Fuhrunternehmer • Lagerwirtschaft
Organisationsformen der Instandhaltung in diesen Betrieben	<ul style="list-style-type: none"> • ein Ingenieur oder eine Abteilung ist speziell für die Instandhaltung verantwortlich • es bestehen eigene Vorschriften des Unternehmens für die Instandhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • beschränkt sich meist auf die Empfehlungen des Herstellers des Systems, der Anlage oder des Elementes • in der Regel wird durch die Geschäftsleitung eine Kontrolle darüber organisiert 	Eine planmäßige Instandhaltung ist in der Regel nicht organisiert. Bei auftretenden Störungen werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet
Instandhaltung durch das eigene Unternehmen	Führt in der Regel alle mit der Instandhaltung in Verbindung stehende Arbeiten selbst aus. Ausnahmen: <ul style="list-style-type: none"> • Garantiezeitraum • Generalreparaturen Das Personal wird planmäßig geschult.	<ul style="list-style-type: none"> • Gewisse grundsätzliche Arbeiten, wie z.B. Filter- und Ölwechsel, werden in der Regel planmäßig durchgeführt • Störungen werden möglichst selbst behoben 	<ul style="list-style-type: none"> • Empfehlungen des Herstellers werden nur bedingt beachtet, meist erst bei Störungen • das allgemeine technische Personal führt Arbeiten selbst aus
Instandhaltung durch Personal des System- oder Anlagenherstellers	meist nur im Garantiezeitraum	<ul style="list-style-type: none"> • im Garantiezeitraum • wenn eine Instandsetzung selbst nicht möglich war 	<ul style="list-style-type: none"> • im Garantiezeitraum • wenn eine Instandsetzung selbst nicht möglich war

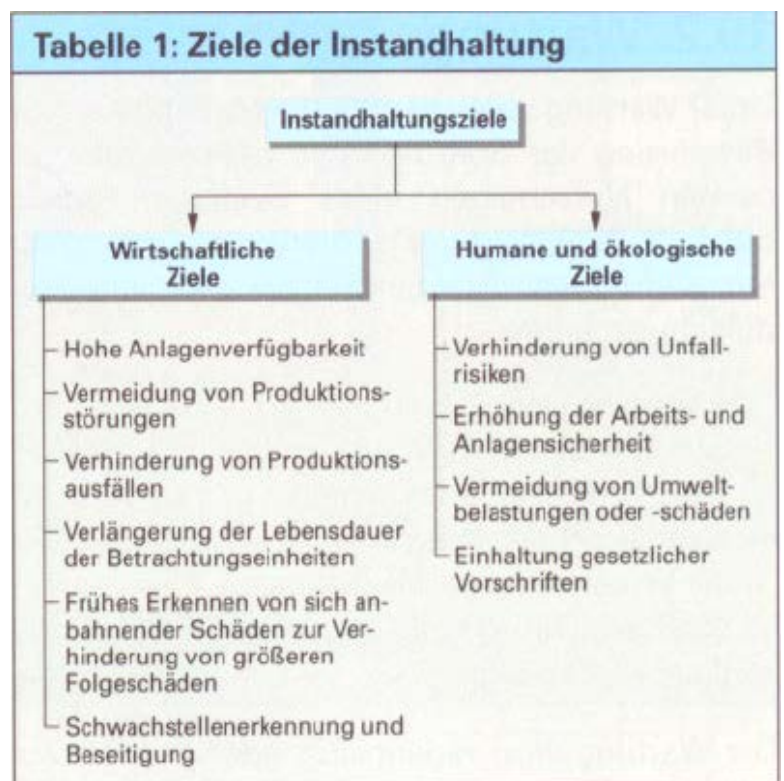
1.1 Ziele der Instandhaltung

Die Instandhaltung hat, wie jedes Arbeitssystem ein **wirtschaftliches** und ein **humanes Ziel** (Tabelle 1).

Das wirtschaftliche Ziel besteht in der Sicherstellung der Produktionsfähigkeit bzw. Verfügbarkeit (Zuverlässigkeit) der technischen Anlage.

Von Seiten des Managements sind folgende sieben Sachverhalte zur Instandhaltung zu klären:

- 1. Ziele setzen.**
- 2. Aufgaben exakt abgrenzen (Gesetze und Verordnungen einhalten).**
- 3. Instandhaltung in die Unternehmensstruktureinbinden.**
- 4. Den gerechtfertigten Aufwand festlegen.**
- 5. Selbsterledigung oder Fremdvergabe?**
- 6. Rationelle Organisation der Instandhaltung.**
- 7. Welche Mitarbeiter werden benötigt?**



Das Erreichen dieser Ziele ist die Voraussetzung für das wirtschaftliche Arbeiten, die Erhaltung der Produktqualität und das fristgemäße Liefern der Produkte.

1.2 Instandhaltungsstrategien

Mit den steigenden Anforderungen an die Instandhaltung wurden zentrale Instandhaltungswerkstätten mit Spezialisten eingerichtet.

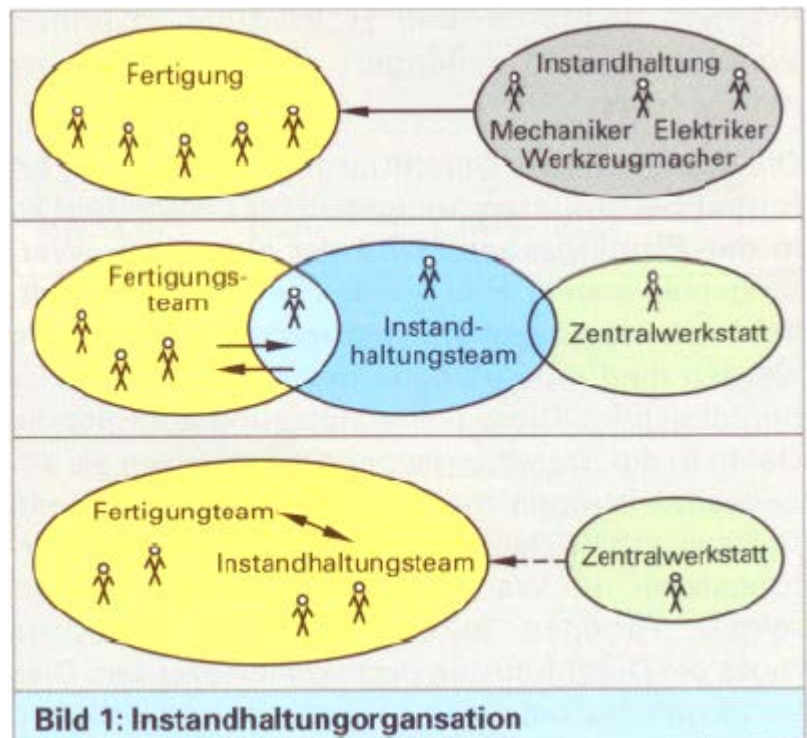
Dies bedurfte aber für den jeweiligen Einsatz einen hohen Organisation- und Abstimmungsaufwand. Neben dieser zentralen Organisationsstruktur entstanden dezentrale Strukturen, welche die Instandhaltung direkt den Abteilungen unterstellte.

Häufig wird auch die Instandhaltung direkt den Fertigungsprozess integriert (Bild 1). Das Fertigungsteam übernimmt die notwendige Instandhaltung ihrer Anlagen.

Die Frage zu welchem Zeitpunkt eine Instandhaltung erfolgen soll wird sehr unterschiedlich beantwortet.

Während man früher eher vorbeugende Wartungsarbeiten durchführte ist dies heute eher selten.

Die Instandhaltung erst im Störfall (Feuerwehrmethode, Fahren mit vollem Risiko bis zum Bruch) durchzuführen, kann nicht kalkulierbare Kosten nach sich ziehen.



In Tabelle 2 wird eine Gegenüberstellung gezeigt.

Tabelle 2: Instandhaltungs-Strategien		
Strategie	Vorteile	Nachteile
Vorbeugende Instandhaltung (periodisch, vorbeugend)	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Zuverlässigkeit – Verschleißhemmung – Ersatzteilhaltung nur zu bestimmten Zeiten – Planbarkeit der Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> – Nicht optimale Nutzung d. Bauelement-Lebensdauer – Instandhaltungskosten hoch – Planungsaufwand hoch
Zustandsabhängige Instandhaltung (vorbeugend)	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe u. termingerechte Verfügbarkeit – Nutzung d. Bauelement-Lebensdauer – Planbarkeit der Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> – Zusätzliches Inspektionspersonal – Erhöhter Planungsaufwand
Ausfallbedingte Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none"> – Volle Nutzung d. Bauelement-Lebensdauer – Geringe Planung – Geringer Personalbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> – Volles Ausfallrisiko – u.U. hohe Schadens- u. Schadensfolgekosten – Keine Planbarkeit

2.0 Wartung von Systemen

Unter Wartung versteht man die Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes während der gesamten Nutzungszeit eines Systems. Richtig durchgeführte Wartung ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb bei gleichem Produktionsergebnis.

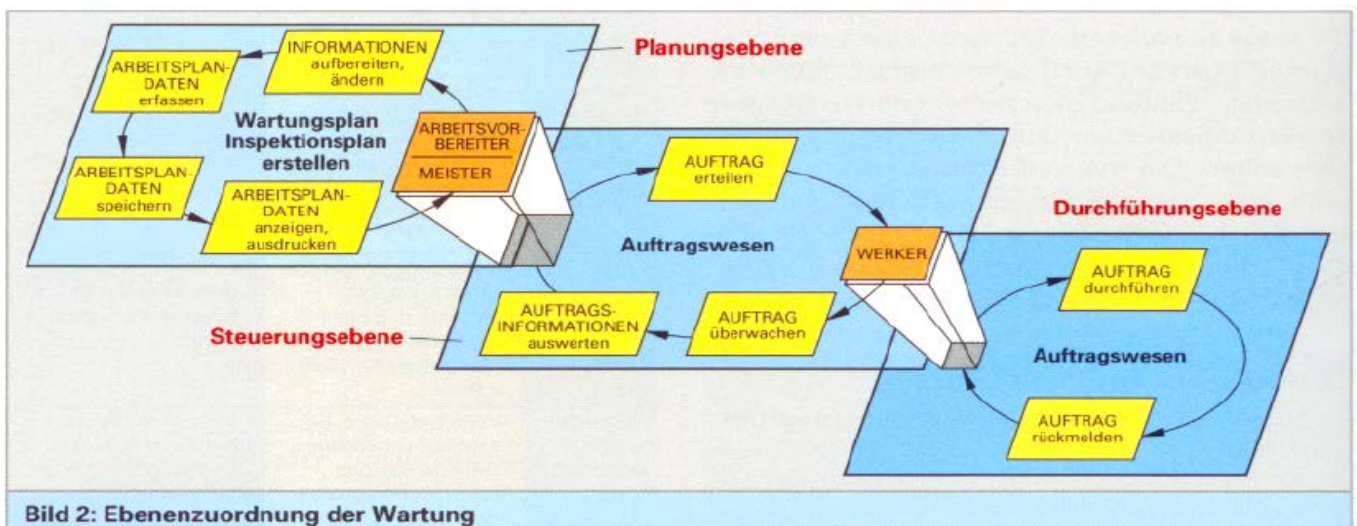
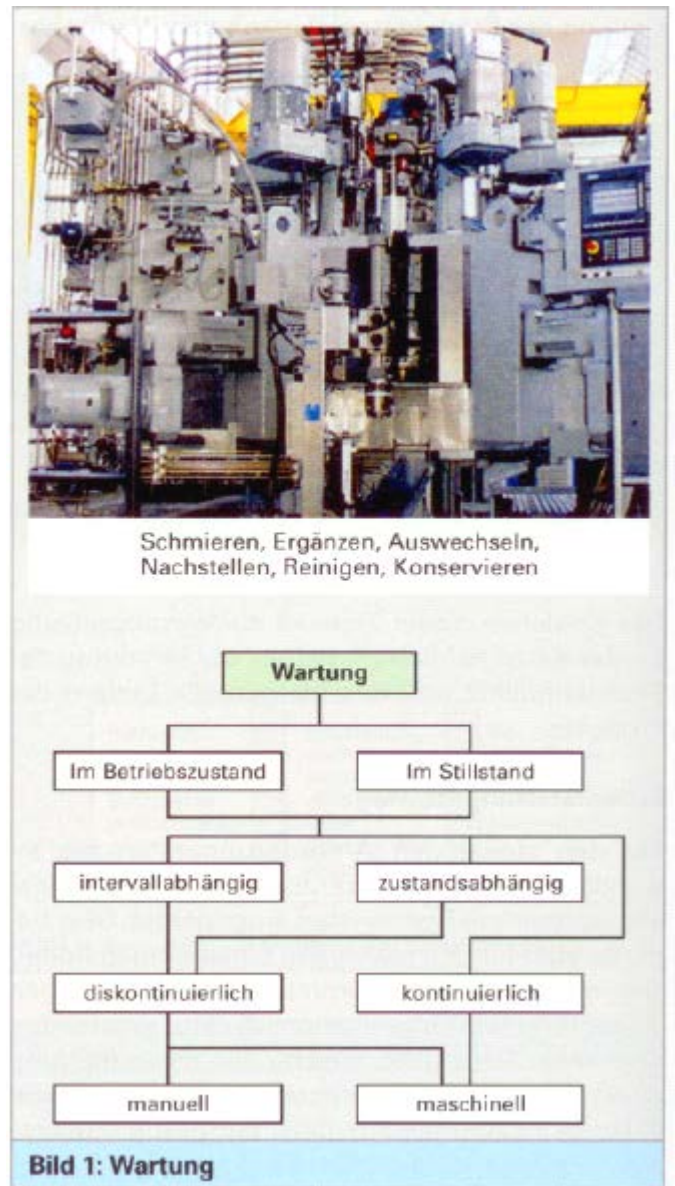
Die Wartung einer technischen Anlage besteht aus:

- dem Erstellen eines **Wartungsplans**, der auf die speziellen Belange des Betriebes und der Anlage abgestimmt sein muss,
- der Vorbereitung der Maßnahmen,
- der Durchführung und
- der Rückmeldung.

Die Wartung wird regelmäßig oder je nach Zustand der Einrichtung durchgeführt. Bei der Erstellung des Wartungsplanes sind verschiedene Kriterien zu prüfen (Bild 1). Wartung ist immer vorbeugend und verlängert die (siehe Punkt 4.1) Nutzungsdauer der Systeme. Die systematische Durchführung der Wartung erfordert bei größeren Anlagen drei Ebenen (Bild 2).

In der Planungsebene wird der eigentliche Wartungsplan erstellt. Hier werden betriebswirtschaftliche Überlegungen mit einbezogen. Außerdem werden die Empfehlungen der Anlagenhersteller berücksichtigt.

Diese Generalplanung übergibt die Daten in die Steuerungsebene. Sie werden als Arbeitsanweisungen meist in Tabellenform erstellt. Hieraus erhält dann der Werker bzw. das Wartungsteam die Wartungsaufträge. Nach den erfolgten Arbeiten in der Durchführungsebene muss die Durchführung protokolliert werden. Dies ist besonders bei sicherheitsrelevanten Arbeiten notwendig.



Für eine konsequente Wartung ist es notwendig, dass auf exakte Arbeitsanweisungen zurückgegriffen werden kann. Es spielen hier Zeitsysteme und damit folgende Fragen eine große Rolle:

- Bis wann kann mit der vollen Funktionsfähigkeit eines Elements bzw. einer Anlage gerechnet werden?
- Welche planmäßige Stillsetzung des Systems ist notwendig?
- Mit welcher zeitlichen Sicherheit können die Wartungsarbeiten durchgeführt werden?
- Welche Ausweichmöglichkeiten bei unvorhergesehenen Ereignissen bestehen?

Beispiel 1:
Wartung einer hydraulischen Anlage (Bild 1)

Die regelmäßige Wartung ist Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb ohne Ausfallzeiten und mit langer Lebensdauer. Die Intervalle der Wartungsarbeiten hängen vom betrieblichen Einsatz ab.

Einsatzklasse A (gelegentliche Nutzung):	alle 2 Jahre
Einsatzklasse B (regelmäßige Nutzung):	jährlich
Einsatzklasse C (Dauerbetrieb):	max. 5000 Betriebsstunden

Die Wartungsliste eines Hydraulikaggregates (Tabelle 1) zeigt eine vereinfachte Darstellung. Es muss noch ein Abnahmeprotokoll festgelegt werden.

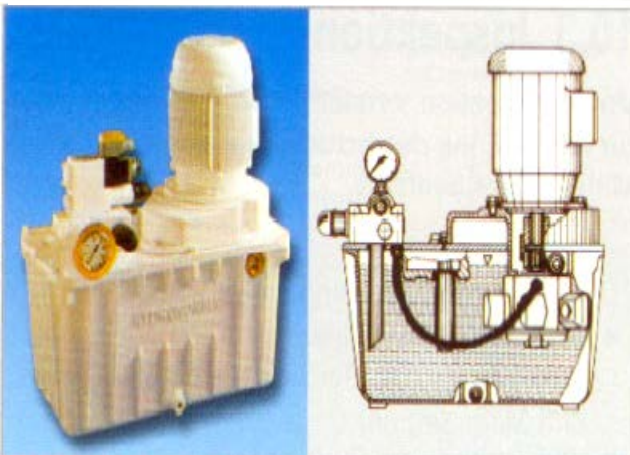


Bild 1: Hydraulische Anlage

Beispiel 2:
Wartung einer pneumatischen Versorgungsstation

Bei der Erzeugung von Druckluft fällt Kondenswasser an (Bild 2). Dieses wird in mehreren Stufen entfernt. Nach dem Verdichter folgt ein Kondensatabscheider. Beim Druckluftkessel muss regelmäßig das Kondenswasser abgelassen werden. Das Rohrleitungsnetz wird mit Gefälle verlegt. An der tiefsten Stelle befindet sich ebenfalls ein Entwässerungsventil. Bevor die Luft zum Verbraucher gelangt wird diese durch eine Wartungseinheit geführt. Diese besteht aus einem Druckluftfilter. Dieser muss regelmäßig gereinigt werden. Es kann der Druck reguliert werden. Am Ende wird die Luft mit Öl angereichert, um die nachfolgenden Geräte zu schmieren. Hier muss der Ölstand kontrolliert werden und das passende Öl nachgefüllt werden.

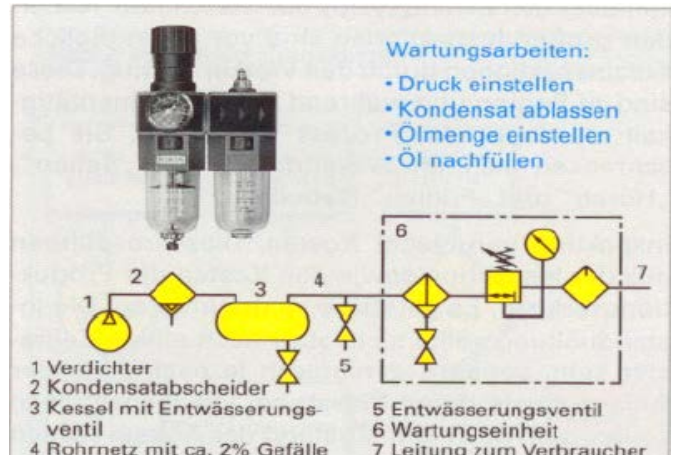


Bild 2: Wartung an pneumatischen Anlagen

Tabelle 1: Wartungsliste

Nr.	Arbeiten	Ergebnis
1.0	Istzustand	
1.1	äusserer Zustand	gut
1.2	Geräusche	96dB(A)
1.3	Drücke	130 bar
1.4	Füllstände	i.O.
2.0	Arbeiten	
2.1	alle Baugruppen reinigen	erledigt
2.2	Öl prüfen / erneuern	erneuert
2.3	ÖlfILTERzustand prüfen / erneuern	geprüft
2.4	Luftfilterzustand prüfen / erneuern	geprüft
3.0	Wiederinbetriebnahme	
3.1	Leckölstrom	gering
3.2	Druck mit Prüfmanometer	130 bar
Maschn. Nr. 4711/03	Datum 1.7.2003	Werker: Maier Unterschrift: Maier

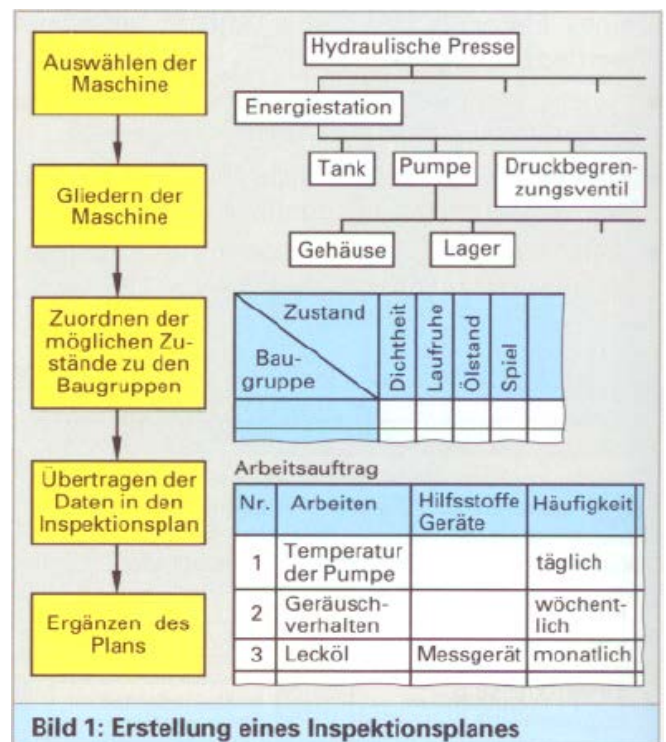
3.0 Inspektion von Systemen

Unter Inspektion versteht man die Maßnahmen zur Feststellung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems.

Diese Maßnahmen beinhalten:

- Erstellen eines Planes zur Feststellung des Istzustandes (Ort, Termin, Methoden, Geräte und Maßnahmen)
- Vorbereitung der Durchführung,
- Durchführung,
- Auswertung der Ergebnisse zur Beurteilung des Istzustandes,
- Ableitung der notwendigen Konsequenzen aufgrund der Beurteilung.

Zur Erstellung derartiger Pläne gibt es Richtlinien, mit deren Hilfe leichter eine Systematik möglich ist (Bild 1).



Neben den Erfahrungen im eigenen Betrieb werden hierzu vor allem die Empfehlungen der jeweiligen Maschinenhersteller mit einbezogen.

Für die praktische Umsetzung und zur Dokumentation werden Karteikarten geführt oder es wird eine entsprechende Software eingesetzt (Bild2).



Diese ermöglichen das Erstellen von Statistiken über den Lebenszyklus der Maschinen.

Neben den großen Inspektionen sind vor allem tägliche Kurzinspektionen durch den Werker wichtig.

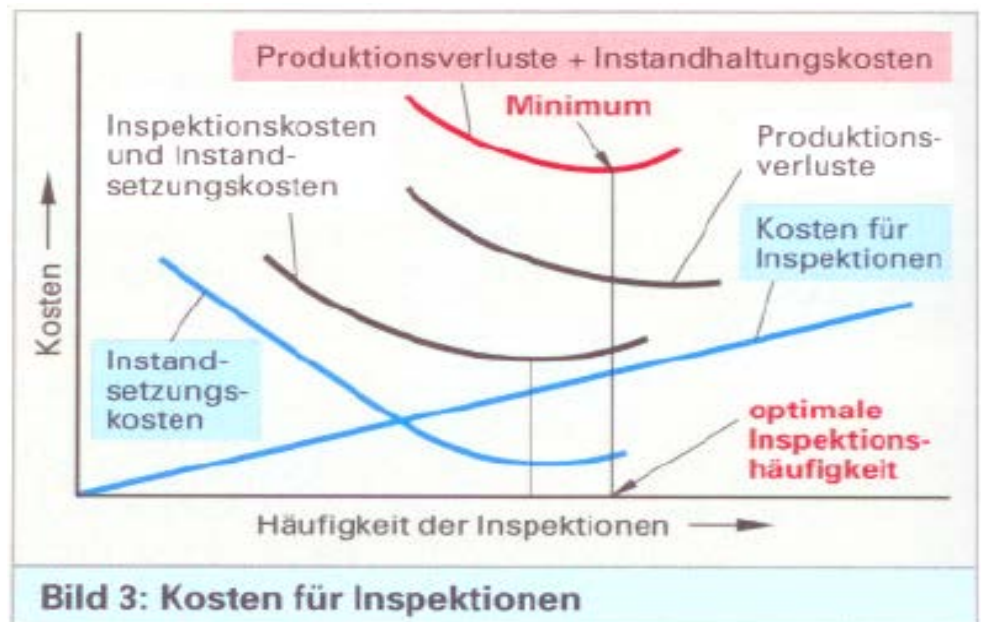
Diese sind zu Beginn und während der Maschinentätigkeit als dauernder Prozess notwendig.

Sie beschränken sich im Wesentlichen auf "Sehen", "Hören" und "Fühlen" (Tabelle 1).

Tabelle 1: Einfache Inspektionsmöglichkeiten	
Art	Fehlerart
Hören	Laufgeräusche von Motoren, bei Lagern, bei Spindeln, Abwälzgeräusche bei Zahnrädern, Kavitation bei Hydraulikanlagen, außergewöhnliche Schwingungsgeräusche.
Sehen	Flüssigkeitsstände, Anzeigen aller Art (z.B. Druck, Temperatur), Risse an Bauteilen, Riemen, Verschmutzungen, defekte elektrische Installationen, Leckverluste unter den Maschinen, Riefen in Führungen.
Fühlen	Schwingungen an Maschinenteilen z.B. bei Lager-schaden, Temperaturen, Kavitation in hydraulischen Systemen.

Inspektion verursacht *Kosten*. Diese resultieren aus der Inspektion sowie den Kosten der Produktionsverluste. Es gilt diese zu minimieren. Die Instandhaltung sollte nicht starr nach einem Zeitraster sein, sondern dynamisch je nach Alter der Anlage sowie deren Belastung. Die Inspektionen sollten sich nach dem Zustand der Anlage richten (*zustandsorientierte Inspektion*).

Die Kurven in Bild 3 zeigen, dass eine zeitorientierte Inspektion bzw. Instandhaltung nur zufällig den optimalen wirtschaftlichen Zeitpunkt treffen kann.



4.0 Instandsetzung von Systemen

Die Aufgabe der Instandsetzung ist es, Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems einzuleiten und durchzuführen.

Die Ursache der Verschlechterung von Systemen kann sein:

- Verschleiß,
- Korrosion,
- Materialermüdung,
- Überlastung der Bauteile.

Es hat sich hier der Begriff des **Abnutzungsvorrates** eingebürgert.

Das Abnutzungsdiagramm (Bild1) zeigt einen möglichen Zustand eines Bauteils oder einer Baugruppe im Laufe der Betriebszeit.

Die neue Maschine hat einen Abnutzungsvorrat von 100 %.

Zu den Zeitpunkten T1 und T2 werden durch Inspektionen die Ist-Zustände festgestellt.

Bleibt die Maschine weiterhin im Einsatz, dann wird der gesamte Abnutzungsvorrat verbraucht und es kommt zum Ausfall der Maschine.

Durch Reparatur wird der Sollzustand wieder erreicht und der Prozess kann von neuem beginnen.

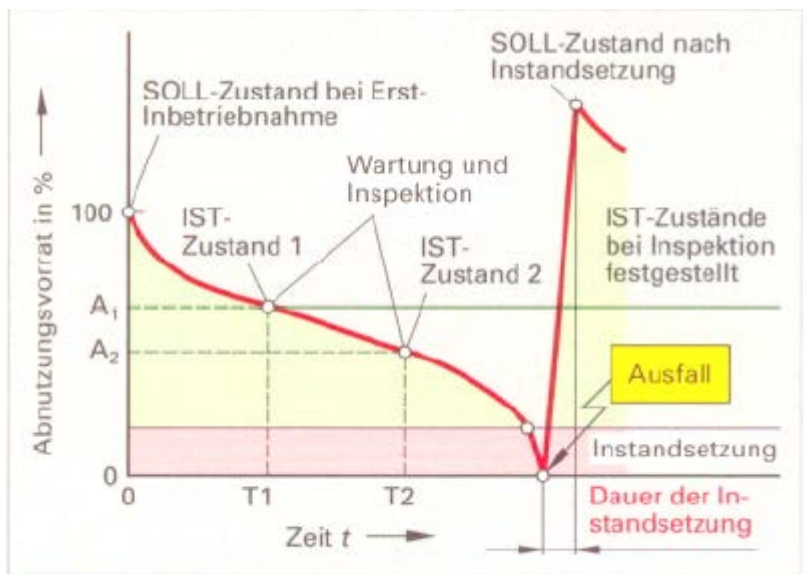


Bild 1: Abnutzungsdiagramm

Ist das Ersatzteil technisch besser, so kann jetzt der Abnutzungsvorrat über 100 % liegen. Aus Kostengründen wird schon vor dem Ausfall eine vorbeugende Instandsetzung durchgeführt (Bild 2).

Der optimale Zeitpunkt einer Instandsetzungsmaßnahme ist immer dann, wenn sich ein Schaden bemerkbar zu machen beginnt. So wird die Lebenszeit der Bauteile optimal genutzt.

Bei hohen Sicherheitsanforderungen (z.B. Kernkraftwerke oder Flugzeuge) wird allerdings schon früher getauscht.

In der Instandsetzung wird zwischen geplanter Instandsetzung und einer Instandsetzung nach einer Störung unterschieden.

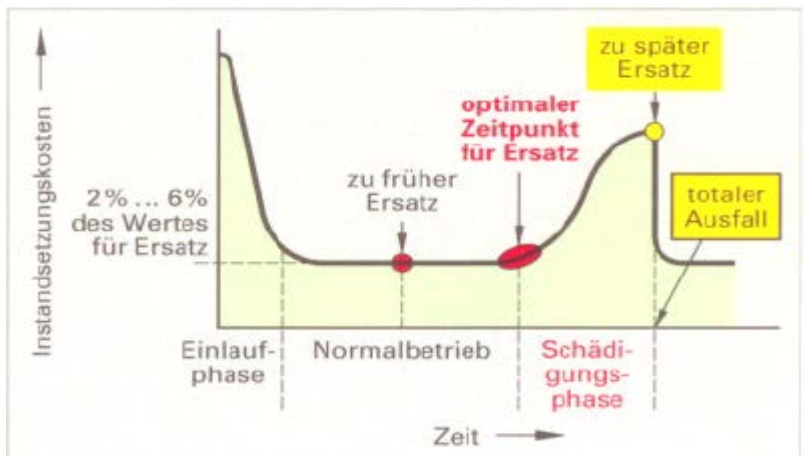


Bild 2: Instandsetzungskosten

In Bild 3 ist der systematische Ablauf einer Instandsetzung als Regelkreis dargestellt. Grundvoraussetzung hierfür ist die genaue Kenntnis des technischen Systems. Nur dann kann eine gezielte Instandsetzung durchgeführt werden.

Ist ein Fehler gefunden, so sollte der Fehler dokumentiert werden und die mögliche Ursache gefunden werden.

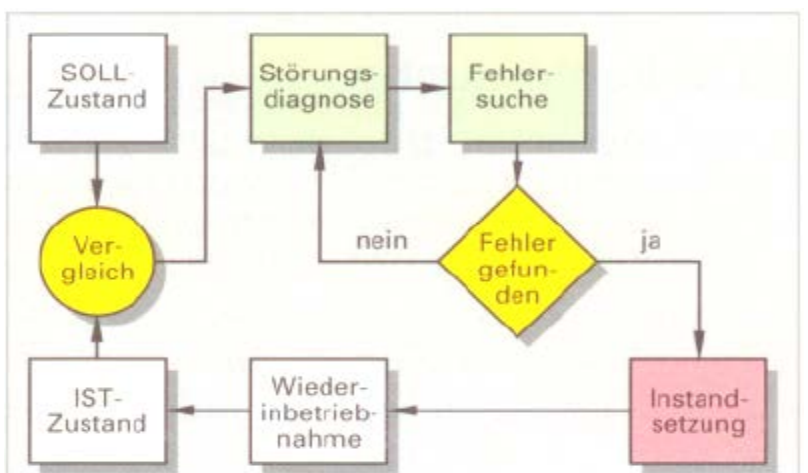


Bild 3: Systematische Instandsetzung

Die Dokumentation (Maschinenstörungsliste) gibt Aufschluss über die Stabilität der Maschine. Längerfristig ist es wertvoll über die Fehler eine **FMEA** (Fehler Möglichkeiten Einfluss Analyse) durchzuführen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Fehlerdokumentation					
Maschinenstörungsliste: Maschine Nr. 4711/03					
Nr.	Datum	Störung	Ursache	Behoben durch	Maßnahme
1					
2					
3					

FMEA							
Nr.	Fehler	Folge	Ursache	Verminderung	Häufigkeit	Bedeutung	Bewertung
1							
2							

Ziel der FMEA ist es, aufgrund einer Bewertung aus der Summe der Fehler diejenigen herauszufinden, welche besonders häufig oder schwerwiegend sind.

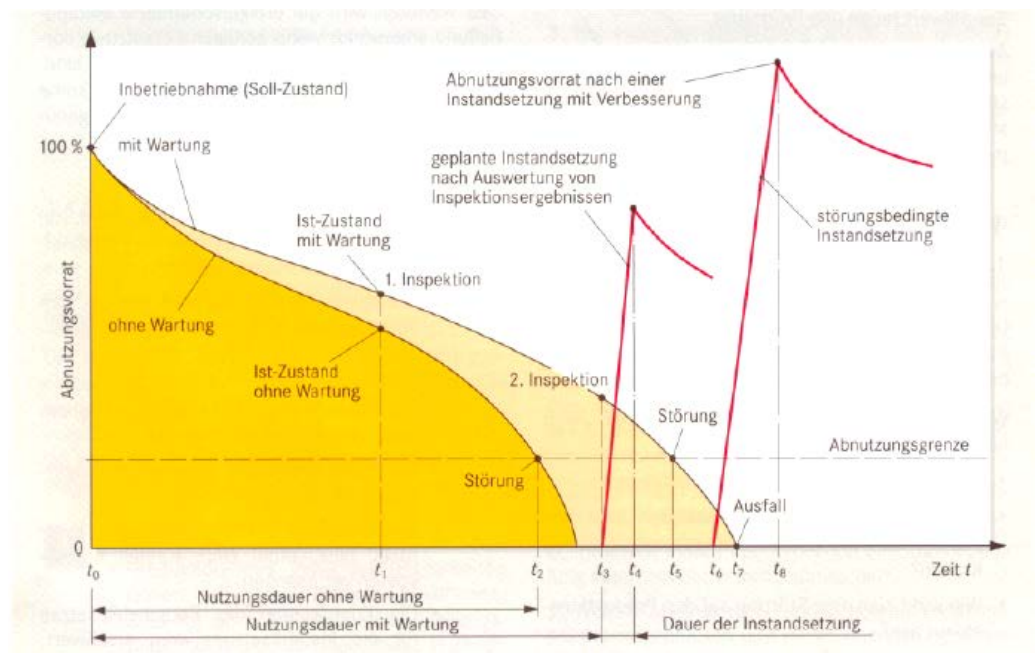
4.1 Verbesserung von Systemen

Führen die Erkenntnisse einer Inspektion oder einer Fehlerdiagnose dazu, dass häufig gleiche Teile ausfallen, handelt es sich um eine Schwachstelle. Die anschließende **FMEA (Fehler Möglichkeiten Einfluss Analyse)** zeigt, ob eine technische Verbesserung möglich, sinnvoll und wirtschaftlich ist. Der Einsatz eines Lagers mit besseren Laufeigenschaften, Zahnräder aus einem verschleißbeständigeren Werkstoff oder bessere Dichtungen führen zu einer höheren Funktionssicherheit. Dadurch vergrößert sich der Abnutzungsvorrat gegenüber dem ursprünglichen Abnutzungsvorrat. Instandsetzung und Verbesserung bilden den umfangreichsten und kostenintensivsten Teil der Instandhaltung.

Außer den Maßnahmen am System zur Wiedererlangung eines neuen Abnutzungsvorrates umfassen die Instandsetzung und die Verbesserung Maßnahmen, die in Bezug stehen zu

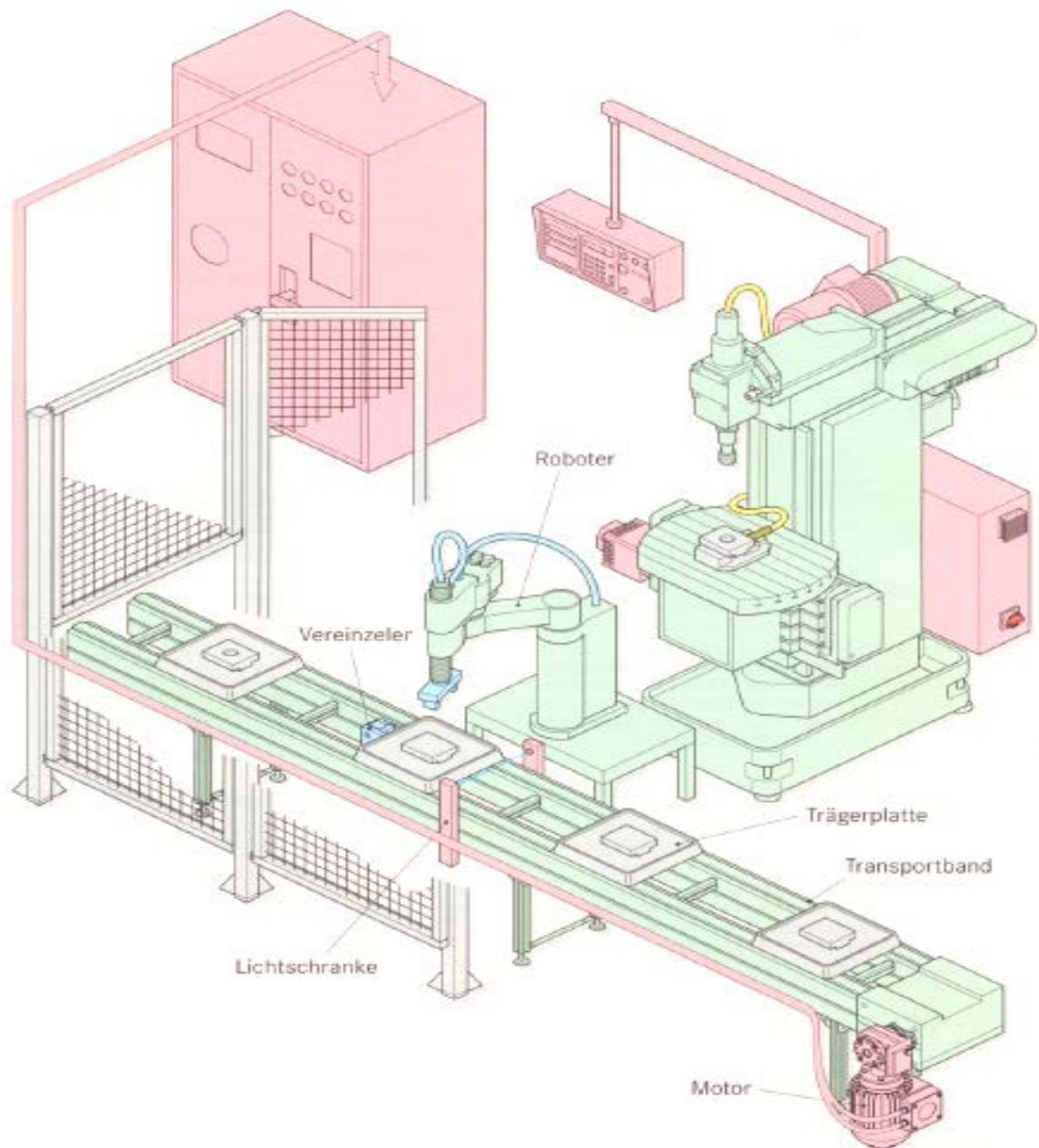
- **Auftrag und Dokumentation,**
- **Kalkulation, Terminplanung und Abstimmung,**
- **Erstellen von Arbeitsschutz- und Sicherheitsplänen,**
- **Aufzeigen und Planen von Verbesserungen,**
- **Funktionsprüfung und Abnahme,**
- **Auswertung und Kostenaufstellung.**

Bild1: Verlauf des Abnutzungsvorrates mit und ohne Wartung



1. Systembeschreibung

Eine geplante, systematische Instandhaltung erfordert immer ein entsprechendes Verständnis über die Wirkungsweise, den Aufbau des Gesamtsystems und der einzelnen Teilsysteme sowie deren Komponenten.



Die Hauptfunktion der Bearbeitungsstation ist die Stoffumsetzung. Dabei finden eine spanende Formgebung und ein Transport von Werkstücken statt. Mit dem Transportband werden die Rohteile zur Fräsmaschine transportiert. Der Schwenkarmroboter nimmt das Rohteil auf und legt es auf dem Maschinentisch zur Bearbeitung ab.

Nach dem Fräsen der Kontur und der Kreistasche nimmt der Roboter das bearbeitete Werkstück auf und legt es auf das Transportband zurück. Anschließend wird das bearbeitete Werkstück weitertransportiert und es kann ein neuer Arbeitszyklus beginnen. Die Bearbeitungsstation besteht aus den Teilsystemen Transportband, Schwenkarmroboter, Fräsmaschine, Steuerung und elektrische Energieversorgung. Diese Teilsysteme enthalten mechanische, pneumatische, hydraulische, elektrische und steuerungstechnische Baueinheiten.

Der Roboter enthält:

- Mechanische Baueinheiten

Dies sind Stütz- und Trageinheit, Arbeitseinheit und Energieübertragungseinheit. Sie sind erforderlich, um dem Roboter einen festen Stand zu sichern, das Werkstück zu greifen und die Bewegungsenergie zu übertragen.

- Pneumatische Baueinheiten

Diese bewegen den Greifer mit einem pneumatischen Zylinder.

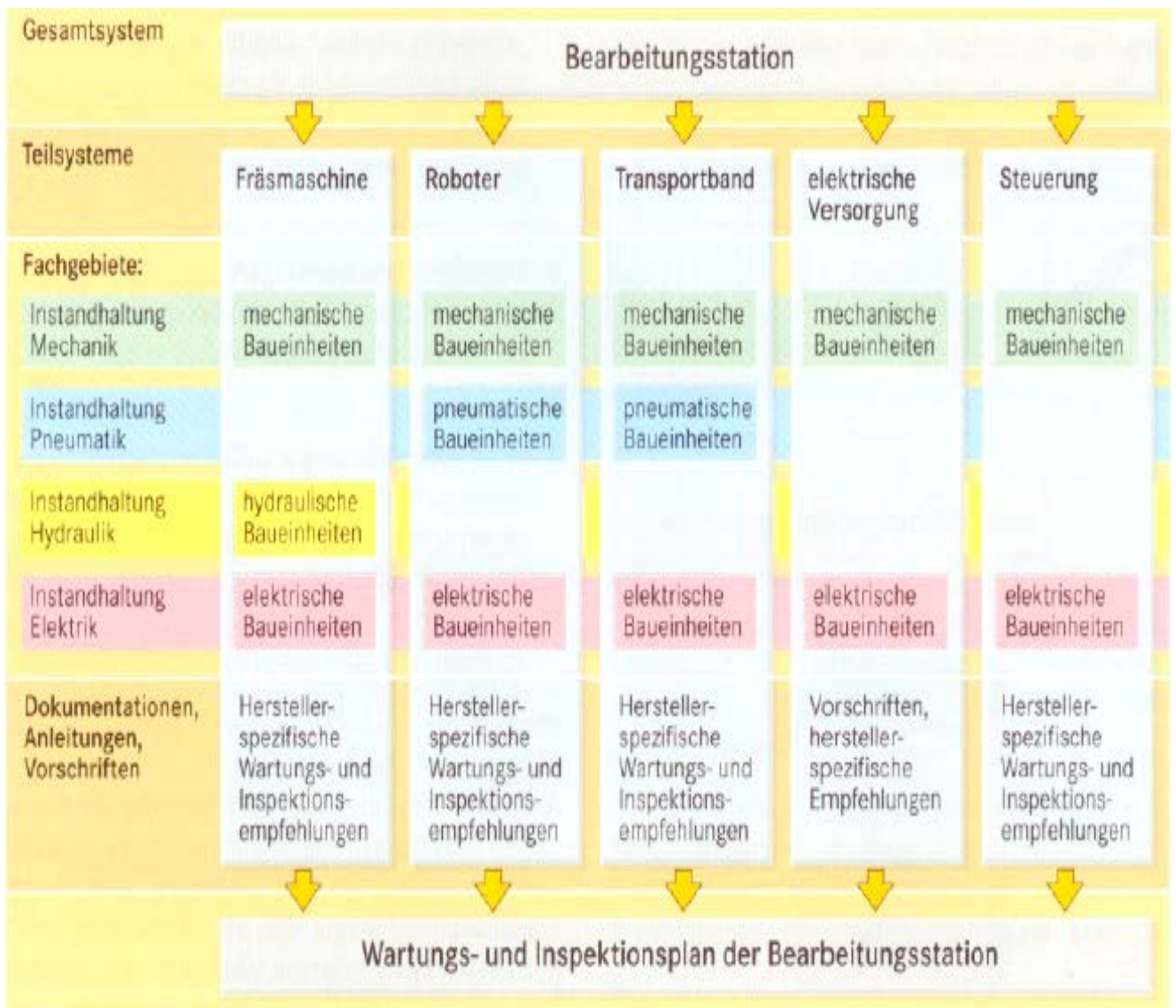
- Elektrische Baueinheiten

Sie sind für die Positionserfassung des Schwenkarmes, die Versorgung der Positioniermotoren mit elektrischer Energie und die Ansteuerung der elektromagnetischen Pneumatikventile erforderlich.

- Hydraulische Baueinheiten

Sie sind am Roboter nicht vorhanden. Die Integration der verschiedenen Baueinheiten lässt sich auch für alle anderen Teilsysteme der Bearbeitungsstation darstellen.

Bild 1 zeigt eine Übersicht der vorhandenen Baueinheiten sowie die Zuordnung zum jeweiligen Teilsystem und dem entsprechenden Fachgebiet.

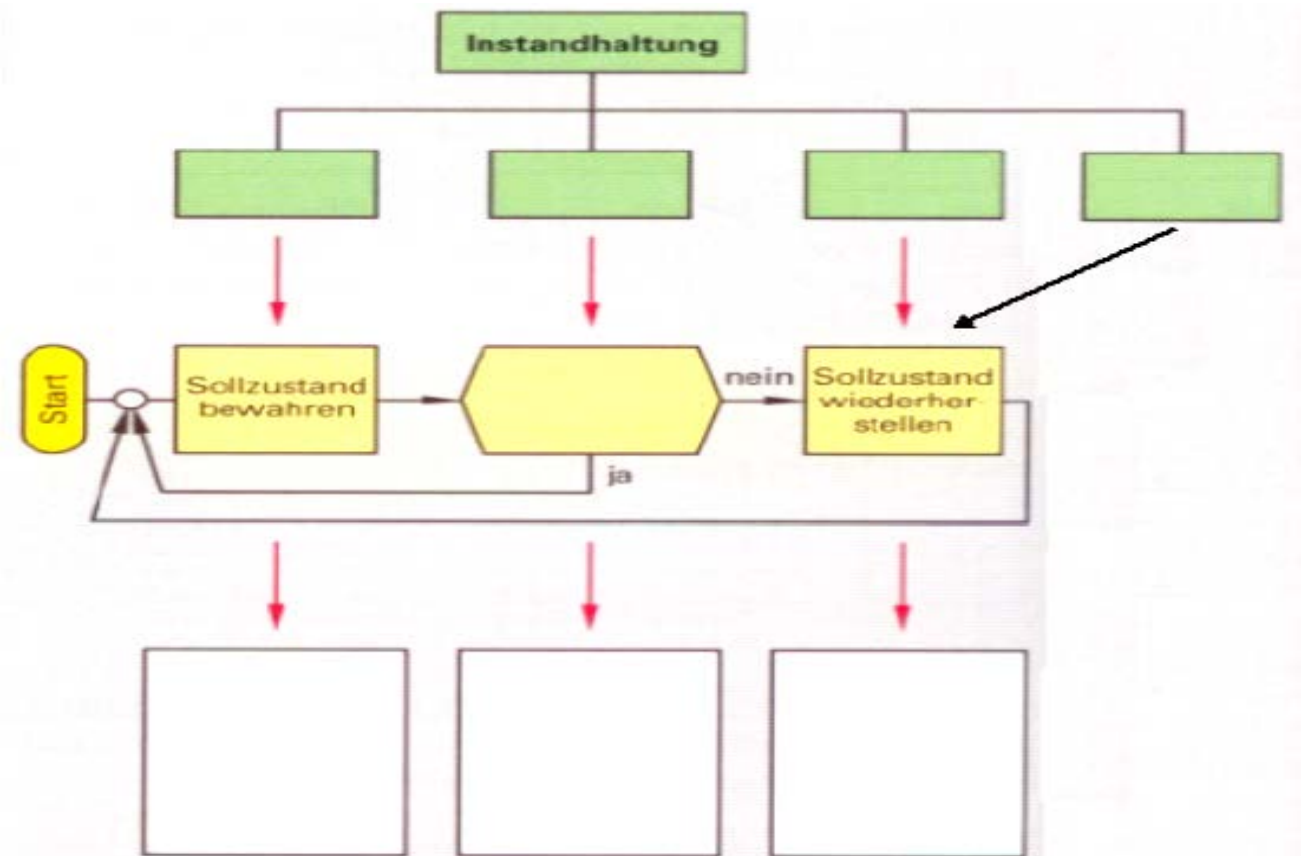


In dem Arbeitsauftrag zu UA1 geht es darum, das Gelernte aus dem Fachtext zu UA1 anzuwenden und zu vertiefen.

1. Was versteht man unter dem Begriff „Instandhaltung von Systemen“?

2. Welche DIN Norm (Namen und Nummer) beinhaltet die Definition der Instandhaltung?

3. Beschreiben Sie die 3 bzw. 4 Maßnahmen der Instandhaltung und vervollständigen Sie die Grafik.



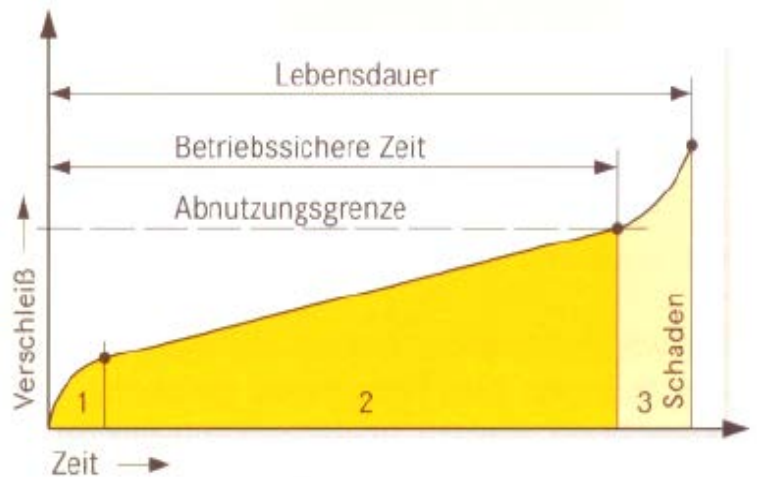
4. Die Funktionsfähigkeit der Bearbeitungsstation hängt in erster Linie davon ab, wie zuverlässig die einzelnen Teilsysteme arbeiten. Die Zuverlässigkeit ist dabei ein Maß für die Fähigkeit des Systems, seine Funktion zu erfüllen. Wie lautet die Gleichung der Zuverlässigkeit?

Zuverlässigkeit = _____

5. Eine Zuverlässigkeitsangabe ist für die Instandhaltung von großer Bedeutung, weil sie Aussagen über das wahrscheinliche Eintreffen von Ausfällen macht.

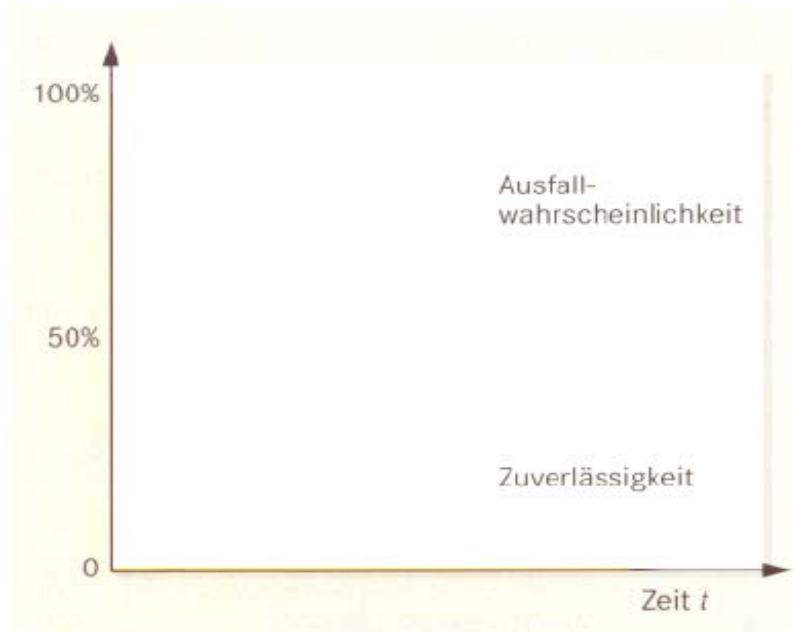
Die Bearbeitungsstation ist aber nur so zuverlässig wie ihr schwächstes Element. Deshalb werden einzelne Bauelemente auf ihr Ausfallverhalten hin untersucht. Betrachtet man z. B. ein Gleitlager unter Betriebsbedingungen, so zeigt sich während des Betriebes, dass sich der Zustand des Lagers ständig verschlechtert. Das Lager nutzt sich während des Arbeitsprozesses ab.

Die Abnutzung wird durch Verschleiß herbeigeführt. Bild 1 zeigt den Verlauf der Abnutzung an einem Lager.



A) Beschreiben Sie in Ihren eigenen Worten den Verlauf der Abnutzung (siehe Bild 1). Beachten Sie auch den Abnutzungsvorrat.

B) Tragen Sie den schematischen Zusammenhang zwischen Ausfallwahrscheinlichkeit und Zuverlässigkeit in die folgende Grafik ein.



6. Die Grafik in Punkt 5 B zeigt uns, dass ein wahrscheinlicher Ausfall der Bearbeitungsstation zu Beginn ihres Einsatzes gleich Null ist.

In gleichem Maße wie die Ausfallwahrscheinlichkeit zunimmt, verringert sich die Zuverlässigkeit. Sie nimmt ständig, bis zu einem kritischen Zeitpunkt ab.

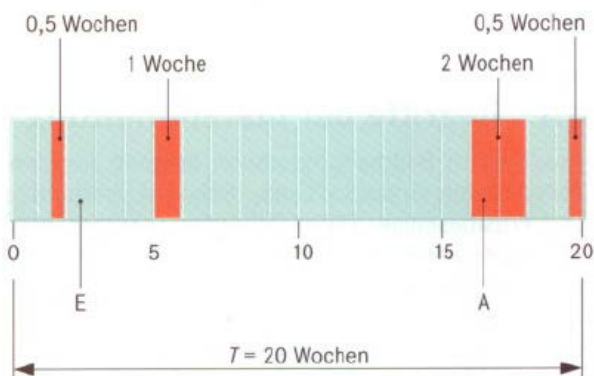
Danach ist eine Betriebssicherheit der Anlage nicht mehr gegeben. Mit einem unvorhergesehenen Ausfall der Anlage muss ständig gerechnet werden.

Kommt es zu einem Ausfall, wird die Betriebsbereitschaft durch Instandhaltungsmaßnahmen wieder hergestellt.

Für die Produktion ist es von großem Interesse, dass die Anlage möglichst schnell wieder ihre Funktion erfüllt. Die Verfügbarkeit ist für den Produktionsbetrieb von großer Bedeutung. Sie wird in Prozent angegeben. Die Prozentzahl gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Anlage für ihren Einsatz zur Verfügung steht.

A) Berechnen Sie die Verfügbarkeit (V in %) für das Beispiel in Bild 1.

Bild 1: Einsatz (blau/hell) und Ausfall (rot/dunkel) der Bearbeitungsstation:



B) Diskutieren Sie das Ergebnis mit Ihrem Partner (max. 5 min.)

7. Nennen Sie die Ziele der Instandhaltung (Instandhaltungsziele). Warum ist die Instandhaltung von Systemen (= Erreichen der Ziele der Instandhaltung) so wichtig?

8. Was versteht man unter der Wartung eines Systems in Bezug auf den Abnutzungsvorrat?

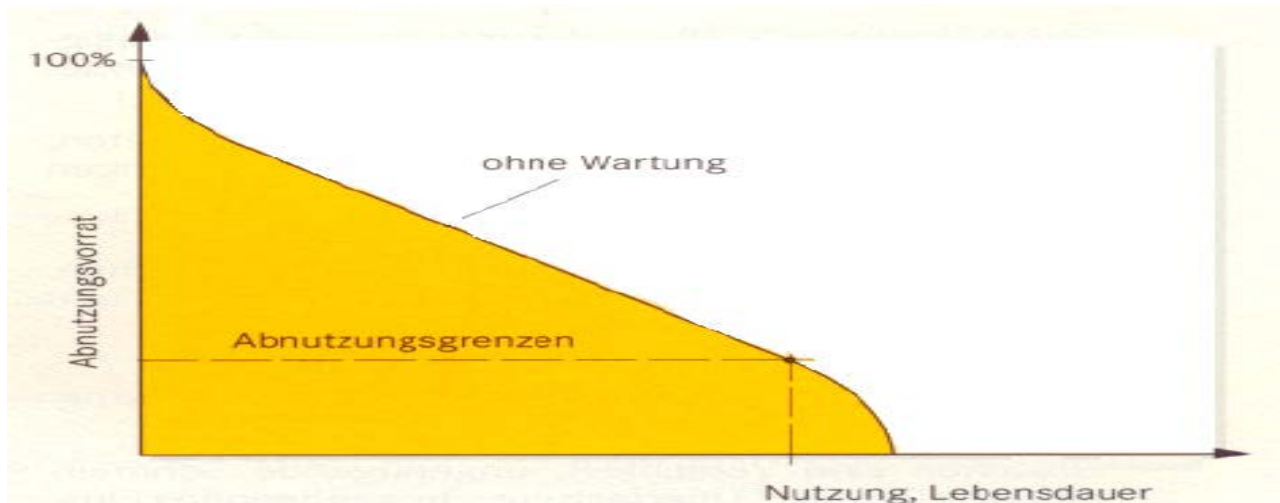
9. Die bei einer Wartung durchzuführenden Maßnahmen hängen von dem zu wartenden Anlagenteil ab. Je nach Einsatzbedingungen unterliegen diese Anlagenteile unterschiedlichen Abnutzungsprozessen. Deshalb gibt es vom Hersteller oder von der Instandhaltung gesonderte Wartungspläne. Was sollten diese Wartungspläne beinhalten?

10. Beschreiben Sie die 5 Wartungsmaßnahmen.

11. Ergänzen Sie die Tabelle.



12. Die Aufgabe der Wartung eines Systems ist es, die Lebensdauer des Systems zu verlängern. Ergänzen Sie die Grafik des folgenden Systems, wenn regelmäßige Wartung durchgeführt wird.



13. Bei der Auswahl einer Instandhaltungsstrategie sind verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Empfehlungen der Hersteller können einen ersten Ansatz liefern. Erfahrungen aus betrieblich notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen sind wichtige Größen bei der Auswahl der Instandhaltungsstrategie. Welche Rolle spielt dabei die Dokumentation (z.B. der Wartungs- und Inspektionsplan)?

14. Durch Auswertung der Instandhaltungsdokumentation können verschiedene Abhängigkeiten zwischen Alter und Ausfallhäufigkeit ermittelt werden.

Diese entstehen durch folgende Effekte:

- **Inbetriebnahmeerscheinungen**
 "Kinderkrankheiten" sind für die Instandhaltung wenig bedeutsam, da sie durch verbesserte Fertigung, Prüfung, Montage und Inbetriebnahmebeseitigt werden sollten

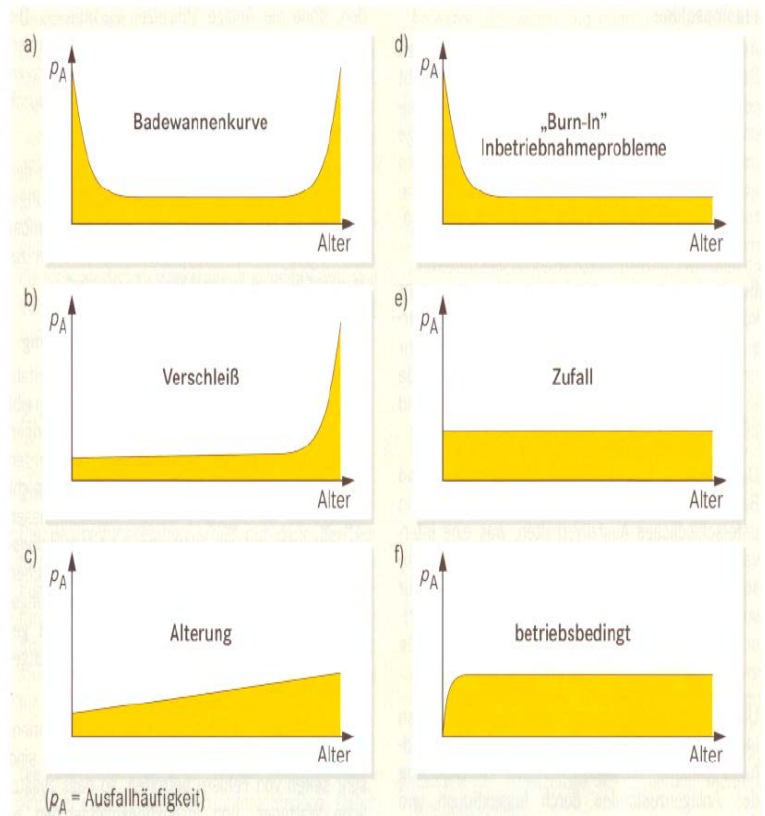
(Kurven: _____)

- **Verschleißerscheinungen**
 können Hinweise auf einen optimalen Zeitpunkt zur Instandhaltung geben

(Kurven: _____).

- **Langsame Alterung / zufälliger Ausfall**
 lassen sich nicht mit vorbeugenden Maßnahmen beherrschen. Hier sind bei hohen Anforderungen Überwachungs-techniken erforderlich, die bei auftretenden Fehlern umgehend eine Meldung abgeben, um eine Fehlerausweitung zu vermeiden

(Kurven: _____).



Welche der Kurven des Ausfallverhaltens sind für die jeweiligen ‚Effekten‘ von Bedeutung?

15. Die Bearbeitungsstation erfüllt nur dann ihre Anforderungen, wenn alle Teilsysteme gleichzeitig verfügbar sind. Jeweils einzeln abgearbeitete Wartungs- und Inspektionspläne hätten viele unnötige Stillstände der Gesamtanlage zur Folge. Was bedeutet das für die Planung des Instandhaltungsplans?

16. Was versteht man unter der Wartung eines Systems?

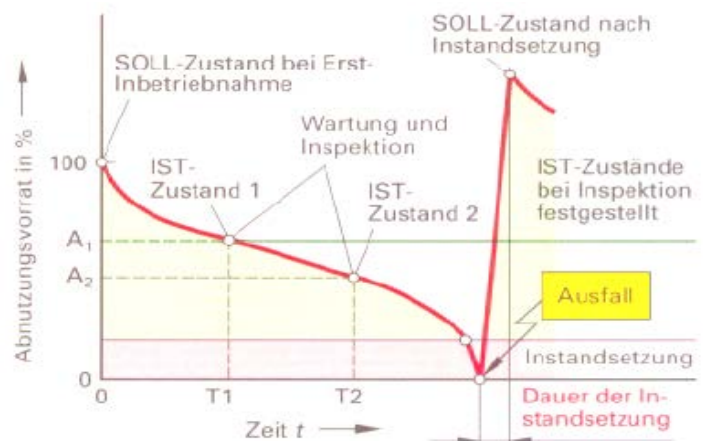
17. Die Wartung einer technischen Anlage besteht aus mehreren Phasen. Beschreiben Sie diese Phasen.

18. Beschreiben Sie (Vorteile/Nachteile) der 3 Instandhaltungsstrategien.

Strategie	Vorteile	Nachteile

19. Was zeigt uns das folgende Abnutzungsdiagramm?

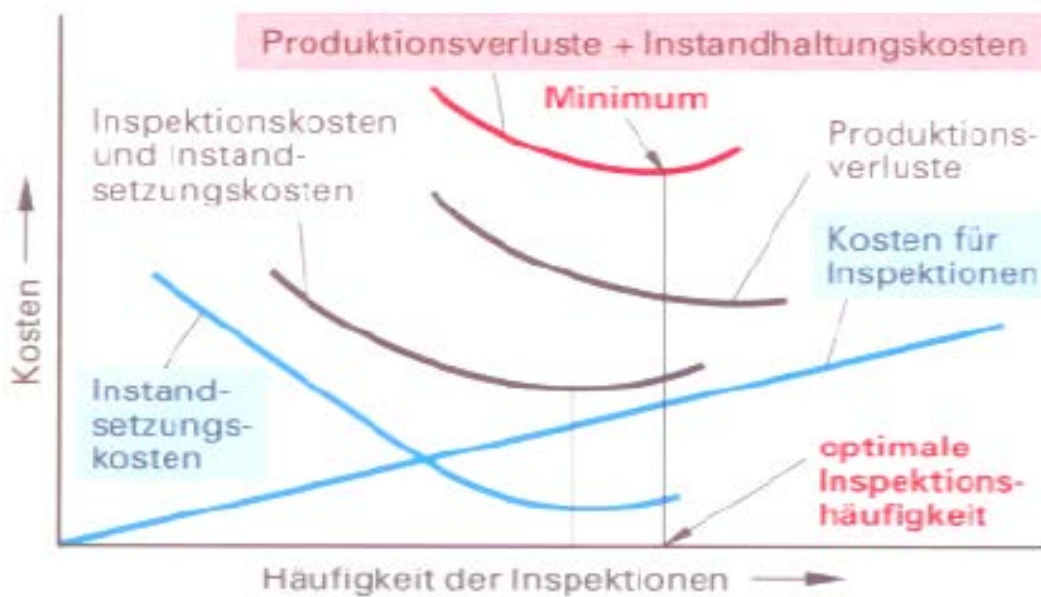
Tipp: Immer einen bestimmten Zeitraum beschreiben. Z.B. Von 0 bis T1.



20. Was wird durch die Wartung des Systems immer erreicht?

21. Was versteht man unter der Inspektion von Systemen und welche Maßnahmen sind darin enthalten?

22. Die folgende Grafik zeigt, dass eine zeitorientierte Inspektion bzw. Instandhaltung nur zufällig den optimalen wirtschaftlichen Zeitpunkt treffen kann. Warum?



Antwort:

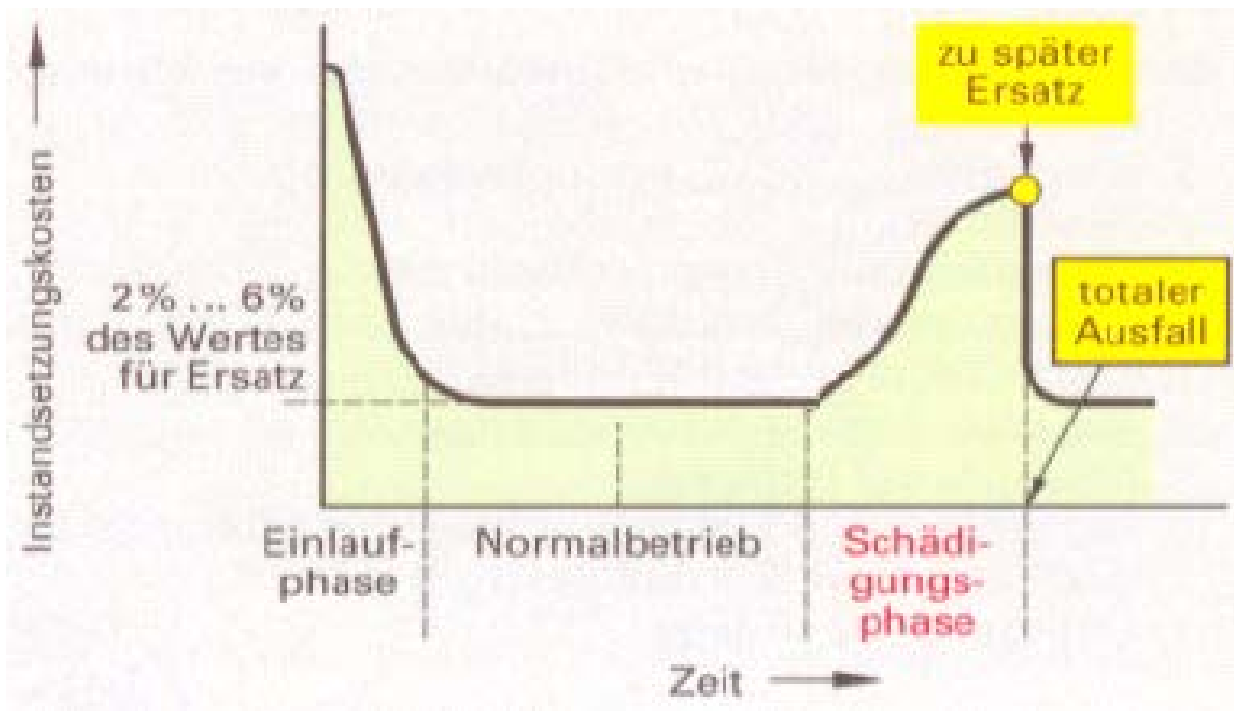
Nur wenn es zufällig zu der Überschneidung zwischen dem optimalen Instandhaltungszeitpunkt und dem geplanten Zeitpunkt kommt ist dies am wirtschaftlichsten.

23. Was ist die Aufgabe der Instandsetzung eines Systems?

Die Aufgabe der Instandsetzung ist es, Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems einzuleiten und durchzuführen.

24. Zählen Sie die Ursachen auf, die eine Verschlechterung von Systemen bewirken.

25. Der optimale Zeitpunkt einer Instandsetzungsmaßnahme ist immer dann, wenn sich ein Schaden bemerkbar zu machen beginnt. Tragen Sie den optimalen Zeitpunkt in die folgende Grafik ein und begründen Sie es.



Begründung:

Viel Spaß!