

## **Modul 5**

# **KOSTENRECHNUNG DER INSTANDHALTUNG**

## **5.1 Kostenarten der Instandhaltung**

### **1 – *Management der Instandhaltungskosten***

Alle Unternehmen wollen minimale Kosten der Instandhaltung haben. Normalerweise denkt man, daß die Produktion Umsätze bringt und die Instandhaltung hauptsächlich nur Kosten verursacht. Aber wenn die Instandhaltung nicht durchgeführt wird, werden noch mehr Kosten in Anspruch genommen. Kosten der Instandhaltung müssen von Personen, die Kenntnisse über die Instandhaltung haben, überwacht werden. Normalerweise gehen die Unternehmen so vor, daß sie ihren Produktionsprozeß durch Senkung der Instandhaltungskosten dezentral optimieren . Allerdings führt die Einsparung von Kosten der Instandhaltung zur Erhöhung der indirekten Kosten in der Produktion.

Es gibt 2 Methoden des Managements der Instandhaltungskosten:

- Ergebnisorientiertes Instandhaltungsmanagement.
- Kostenorientiertes Instandhaltungsmanagement.

Unglücklicherweise gibt es viele Unternehmen, die ihre Instandhaltung kostenorientiert überwachen und kontrollieren, d.h. man überwacht die Instandhaltungsarbeit nur auf Grund der zur Verfügung gestellten Finanzmittel, ohne zu verstehen, daß es eine Wechselbeziehung zwischen der Produktion und der Instandhaltung existiert. Normalerweise führt die kostenorientierte Instandhaltung langfristig zur Erhöhung der Kosten der Instandhaltung.

Die Instandhalter beklagen sich, daß die Finanzmanager nicht verstehen, daß die Instandhaltung rentabel sein kann. Die Instandhalter müssen in der Lage sein, die Rentabilität der Instandhaltung zu berechnen, und Investition in die Instandhaltungsmaßnahmen zu planen.

Ein kostenorientiertes Instandhaltungsmanagement ist keine moderne Art des Managements. Die Instandhaltung wird betrachtet als eine Arbeit, deren Kosten überwacht werden sollen. Normalerweise befinden sich die Ingenieure und Techniker in einer schwierigen Situation, als die Manager sie auffordern, Ergebnisse von Investitionen in die Instandhaltung festzustellen. Aufforderung ist einfach, aber in der Praxis ist es ziemlich schwierig, die Ergebnisse von Investitionen in die Instandhaltung festzustellen.

Eigentlich soll man verstehen, daß es die Priorität der Instandhaltung ist : “Beibehaltung des Indexes der Anlagenverfügbarkeit bei möglichst minimalen Kosten”. Das bedeutet, langfristige Ergebnisse sind sehr wichtig. Die Kosten der Instandhaltung müssen in einem gesamten Zusammenhang mit allen Ergebnissen, die dank der Instandhaltung erreicht werden, in einem produzierenden Betrieb betrachtet werden. Die Instandhaltungsmanager und die für das wirtschaftliche Handeln des Unternehmens verantwortlichen Personen sollen alle Ergebnisse der Instandhaltungsstrategie sehen können.

## ***2 – Aufteilung der Kostenarten in der Instandhaltung***

Die Kosten der Instandhaltung können in 2 Arten aufgeteilt werden: direkte und indirekte Kosten.

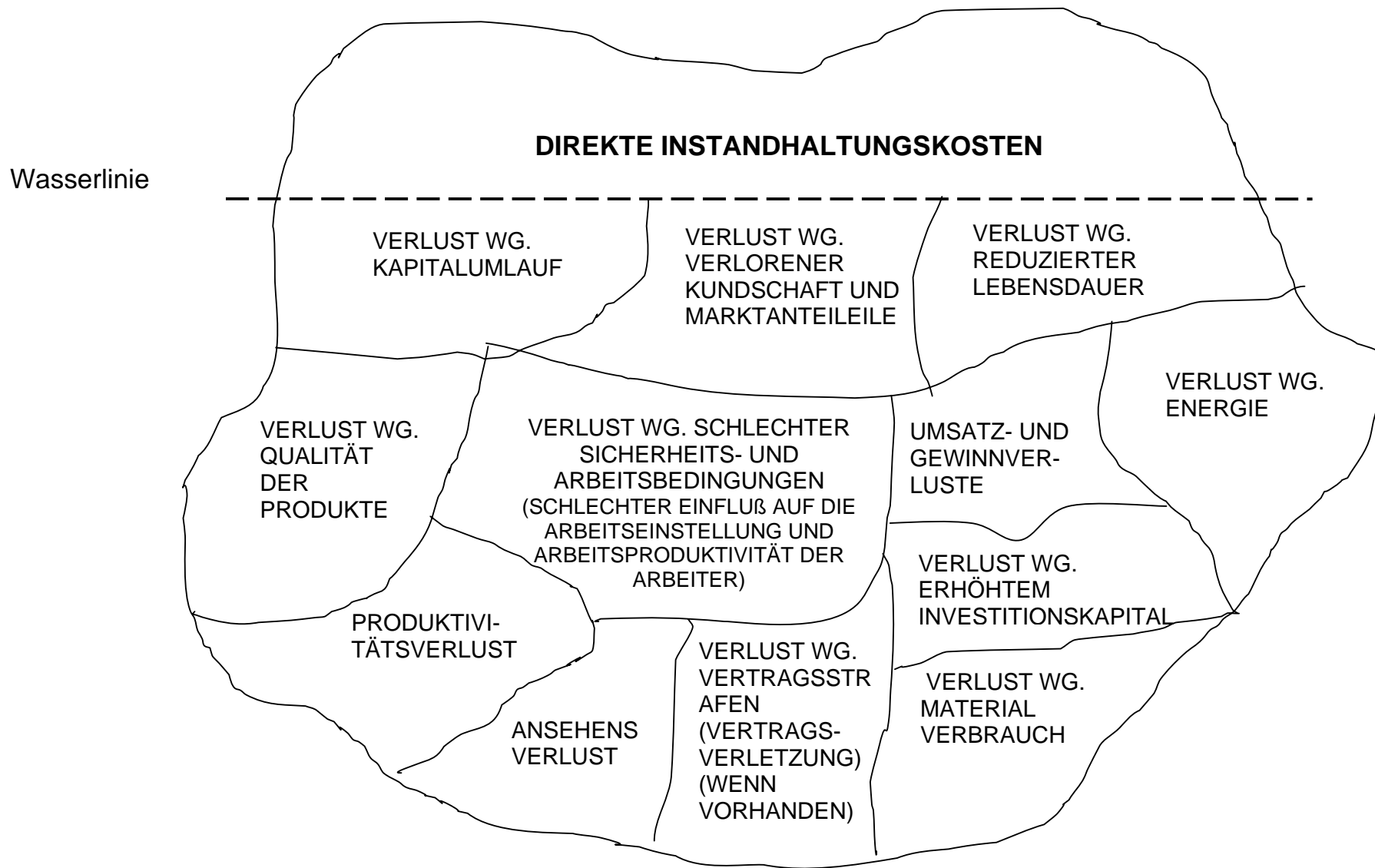
- Direkte Kosten der Instandhaltung sind Kosten, die im direkten Zusammenhang mit den Maßnahmen der Instandhaltung entstehen.

Die direkten Kosten der Instandhaltung umfassen folgende Kosten:

- Kosten für die Ausbildung und Fortbildung über die Instandhaltung.
- Gehälter und Geldprämien für die Instandhalter.
- Kosten für Ersatzteile.
- Materialkosten.
- Kosten für die Instandhaltung durch externe Dienstleister.
- Managementkosten für die Instandhaltung.
- Kosten für Verbesserung von Anlagen und Maschinen.
- Die indirekten Kosten der Instandhaltung sind Einnahmenverluste oder andere Verluste durch Instandhaltungsbedingte Produktionsausfälle .

### **3 – Ausgleich der Instandhaltungskosten**

Die Maßnahmen der Instandhaltung und deren Ergebnisse können mit einem strömenden Eisblock verglichen werden, wobei sich der größte Teil dieses Eisblocks unter der Wasseroberfläche befindet und kann nicht gesichtet werden. Nur der über der Wasseroberfläche liegende Teil des Eisblocks kann gesichtet werden. Der sichtbare Teil stellt die direkten Kosten der Instandhaltung dar, die leicht zu finden sind in den Unternehmen in Form von buchhalterischen Dokumenten und Unterlagen. Der unsichtbare Teil stellt verschiedene instandhaltungsbedingte Kosten dar, hauptsächlich Kosten der Instandsetzung. Die finanziellen instandhaltungsbedingten Verluste können normalerweise schwieriger erkannt werden.



*Abb. 5.1 Instandhaltungskosten darstellender Eisblock*

#### **4 – Einige Instandhaltungsbedingte Verluste**

1. Verluste, die zurückzuführen sind auf eine verkürzte Lebensdauer der Maschinen: Wenn Maschinen nicht regelmäßig inspektiert und entsprechend instandgesetzt werden, wird die Lebensdauer der Maschinen verkürzt.
2. Energieverluste: Wenn Maßnahmen der Instandhaltung nicht richtig durchgeführt werden, ist der Energieverbrauch höher. Eine Maschine, die eine gute Instandhaltung genießt, verbraucht entsprechend weniger Energie.
3. Verluste wegen der Qualität der Produkte: Verluste wegen der Qualität der Produkte entstehen, wenn Maschinen schlecht instandgehalten werden. Bei Entscheidungen über Änderungen des Zustands der Instandhaltung muß das Verhältnis zwischen Kosten für die Qualität und Instandhaltungskosten berücksichtigt werden.
4. Verluste wegen der Produktivität: Eine schlechte Instandhaltung in einer langen Zeit führt zur Reduzierung der Leistung der Maschinen wegen Verschleiß der Maschinen. Reduzierte Leistungen verursachen reduzierte Produktionsvolumen.
5. Verluste wegen Verschwendung von Materialien: Wenn die Instandhaltung schlecht durchgeführt wird, ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß Anlagen und Maschinen Ausschußprodukte herstellen. Das bedeutet Verschwendung der Verbrauchsmaterialien.
6. Verluste wegen schlechter Sicherheits- und Arbeitsbedingungen; schlechter Einfluß auf die Arbeitseinstellung und Arbeitsproduktivität der Facharbeiter: Schlecht instandgehaltene Maschinen bieten keine Arbeitssicherheit und verschlechtern die Arbeitsumgebung. Facharbeiter sind nicht so sehr motiviert und konzentrieren sich nicht in der Produktion ⇒ die Arbeitsproduktivität wird reduziert.

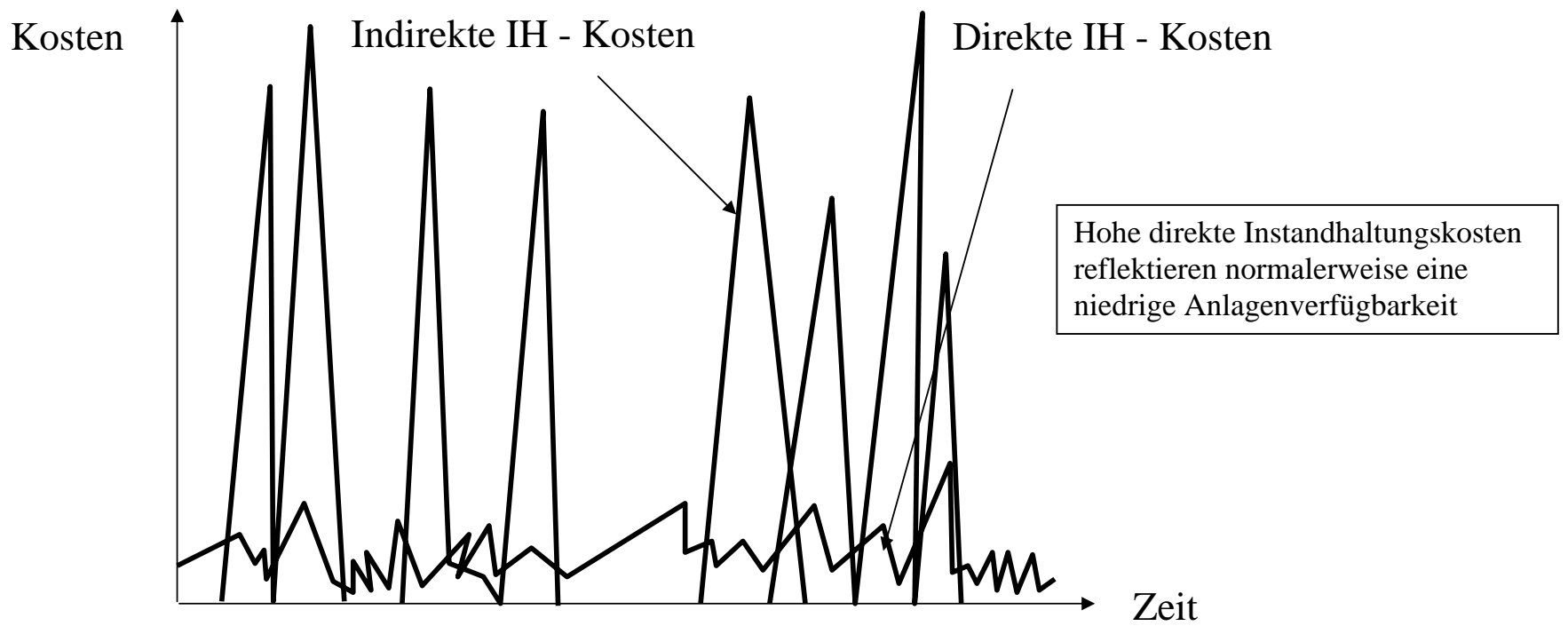
7. Kapitalverluste: Bei der schlechten Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen erhöht sich die Anzahl der Anlagenausfälle. Diese Anlagenausfälle hängen zusammen mit finanziellen Verlusten und erfordern einen höheren Lagerbestand von Ersatzteilen. Ein hoher Lagerbestand von Zubehör führt zur Erhöhung der Anfangsinvestitionen. In den entwickelten Industrieländern werden die Lagerhaltungskosten mit ca. 35% des Wertes der gelagerten Materialien errechnet. Durch bessere Instandhaltung können die Lagerhaltungskosten reduziert werden, da der Bedarf an Ersatzteilen sinkt. Ähnlich ist es mit den Lagern, d. h. die Anzahl der Lager kann reduziert werden, wenn die Instandhaltung gut durchgeführt wird. Die Just-In-Time-Produktion (Just-In-Time, JIT) erfolgt in vielen Unternehmen. Ein niedriger Index der Anlagenverfügbarkeit einiger Maschinen in der Produktionskette führt zur Erhöhung der Anzahl der Zwischenlager und somit zur Erhöhung des Investitionskapitals. Die Instandhaltung ist ein wichtiger Faktor zur Beibehaltung des Investitionskapitals in einer angemessenen Höhe.
8. Verluste wegen Kapitalumlauf: Wenn die Instandhaltung schlecht durchgeführt wird, führen die Anlagenausfälle zum Stillstand der Produktion. Die Hersteller können ihre Produkte nicht auf dem Markt absetzen und Umsatz machen. Dies wirkt schlecht auf die Möglichkeiten des Kapitalumlaufs.
9. Verluste wegen verlorener Kundschaft und Marktanteile: Wenn die Instandhaltung schlecht durchgeführt wird, führt es zu außerplanmäßigen Stillständen der Produktion und zur Vertragsverletzung hinsichtlich der Liefertermine. Die Kunden könnten den Vertrag kündigen und andere zuverlässigere Lieferanten auswählen.
10. Ansehensverluste: Bei Anlagenausfällen können die Hersteller die Verträge nicht termingemäß einhalten. Deshalb verlieren sie ihre Reputation gegenüber den Kunden.
11. Verluste wegen Vertragsverletzungen (wenn vorhanden).

12. Verluste wegen Umsatz und Gewinn: Die obengenannten Verluste haben einen erheblichen Einfluß auf den Umsatz und Gewinn der Unternehmen.

Beim ergebnisorientierten Instandhaltungsmanagement müssen die direkten Kosten der Instandhaltung analysiert, ausgeglichen und mit den indirekten Kosten verglichen werden. Die Instandhalter müssen betriebswirtschaftliche Zusammenhänge besser verstehen, um wirtschaftliche Auswirkungen der Instandhaltung berechnen zu können. Es gibt eine Beziehung zwischen direkten und indirekten Kosten der Instandhaltung. Wenn die Instandhaltungskosten eines Pkws in Betracht gezogen werden, sind die indirekten Kosten niedrig beim guten Betrieb. Die direkten Kosten sind auch ziemlich niedrig. Der Pkw soll nach den Empfehlungen des Herstellers instandgehalten werden.

Wenn der Motor plötzlich beim Fahren versagt, beginnt das Leiden. Als erstes soll der Wagen zur Werkstatt gebracht werden, damit der Wagen repariert wird und defekte Teile ersetzt werden. Der Wagenbesitzer muß ein anderes Auto mieten oder ein Taxi nehmen.

Je schlimmer die Fehler im Wagen sind, desto höher sind die direkten Kosten der Instandhaltung und somit auch die indirekten Kosten.



*Abb. 5.2 Relation zwischen beiden Kostentypen*

Wenn Produktionsstillstand durch gute Instandhaltung vermieden werden kann, können beträchtliche Kosten gespart werden.



## Beispiele: Kosten für einen Produktionsstillstand

Unternehmen	Kosten (USD/ Stunde)
Petrofirma	Millionen
Walzwerk	10.000
Papierfabrik	10.000
Brauerei	9.000
Chemiefabrik	2.000
Elektrizitätswerk	10.000
Zuckerfabrik	7.000

Infolgedessen ist das oberste Ziel der Instandhaltung die Feststellung der direkten Kosten, um in diese optimal zu investieren, damit die niedrigste Summe von direkten und indirekten Kosten erreicht werden kann. Alle Bemühungen zur Verbesserung und Vervollkommnung von Strategien, Lösungen, Methoden, Techniken und Instandhaltungswerkzeugen dienen dem Zweck, daß indirekte Instandhaltungskosten (Verluste durch Produktionsstillstände) minimal sind.

## 5.2 PM-Faktor

Oft muß die Effizienz der Instandhaltungsmaßnahmen festgestellt werden. Wie oben beschrieben, wird die Instandhaltung nicht nur mit entstehenden Kosten gemessen, sondern auch mit Produktionsvolumen auf irgendeiner Weise. Der Einfluß der direkten Kosten der Instandhaltung auf die indirekten Kosten soll festgestellt werden. Eine Methode zur Kontrolle der direkten Kosten der Instandhaltung ist der PM-Faktor. 'P' bedeutet Produktionsvolumen und 'M' bedeutet Instandhaltungskosten. Durch die Anwendung von diesem PM-Faktor kann man Ergebnisse der Wirkungen der Instandhaltung auf den Produktionsprozeß feststellen. Wieviele Produkte werden beispielsweise auf 1 Million VND Instandhaltungskosten hergestellt? Allerdings sollte dieser Faktor nur für den internen Gebrauch (interne Vorgaben) und nicht zum Vergleich mit der Effizienz der Instandhaltung in anderen Produktionseinheiten benutzt werden.

PM-Faktor = [(Produktionsvolumen)/(Kosten der Instandhaltung) ]

- ❖ Produktionsvolumen kann berechnet werden in Stück, Tonnen, Liter, gefahrene km etc.
- ❖ Die Kosten der Instandhaltung werden berechnet in der jeweiligen Währung des Landes.
- ❖ Diese Berechnungsmethode kann angewandt werden zur Identifizierung der Ergebnisse und Verbesserungen der Investitionen in der Instandhaltung.

Beispiel über den PM-Faktor

In einer Papierfabrik hat man folgende Daten über Produktionsvolumen und Kosten der Instandhaltung:

Produktionsvolumen im Jahre 2001 : 135.227 Tonnen.

Die Kosten der Instandhaltung im Jahre 2001 umfassen :

Arbeitskräfte	750 Millionen VND
Ersatzteile	3.080 Millionen VND
Materialien für die Instandhaltung	2.055 Millionen VND
Unterverträge	5.550 Millionen VND
Summe	11.435 Millionen VND

Der PM-Faktor wird wie folgt berechnet :

$$\begin{aligned} \text{PM} &= [(\text{Produktionsvolumen})/(\text{Kosten der Instandhaltung})] \\ &= [135.227 \text{ Tonnen}/11.435 \text{ Millionen VND}] \\ &= 11,83 \text{ Tonnen}/1 \text{ Million VND} \end{aligned}$$

## **1- Planung der Instandhaltung**

Ein der Ziele der Instandhaltung ist die Planung, damit der Index der Anlagenverfügbarkeit erhöht wird, die direkten Kosten der Instandhaltung reduziert werden und andere Vorteile erreicht werden. Bei einer guten Planung der Instandhaltung sinkt der Druck auf die Instandhaltungsabteilung ; und damit steigt die Qualität der Arbeit.

Um eine gute Planung machen zu können, soll der Zustand der Maschinen durch Entdeckung von Fehlern, die noch nicht schwerwiegend den Betrieb der Maschinen beeinflussen, festgestellt werden. Überwachung des Zustands der Maschinen hilft die Fehler schon bei ihrer Entstehung zu entdecken, infolgedessen kann man Maßnahmen der Instandhaltung planen, bevor die Maschinen gestoppt werden. Dank der Zustandsüberwachung werden aus außerplanmäßigen Arbeiten planmäßige Tätigkeiten mit den obengenannten Vorzügen.

Die direkte Vorbeugungsinstandhaltung erleichtert die Tätigkeiten der Instandhaltung, da die Anzahl der Anlagenausfälle reduziert wird und dies führt zur Erhöhung des Produktionsvolumens.

Die indirekte Vorbeugungsinstandhaltung (Zustandsüberwachung) ist die Grundlage der planmäßigen Instandhaltung. Ergebnisse der planmäßigen Instandhaltung sind reduzierte der Kosten der Instandhaltung und reduzierte Zeiten der Anlagenausfälle.

Richtige Maßnahmen der Instandhaltung werden:

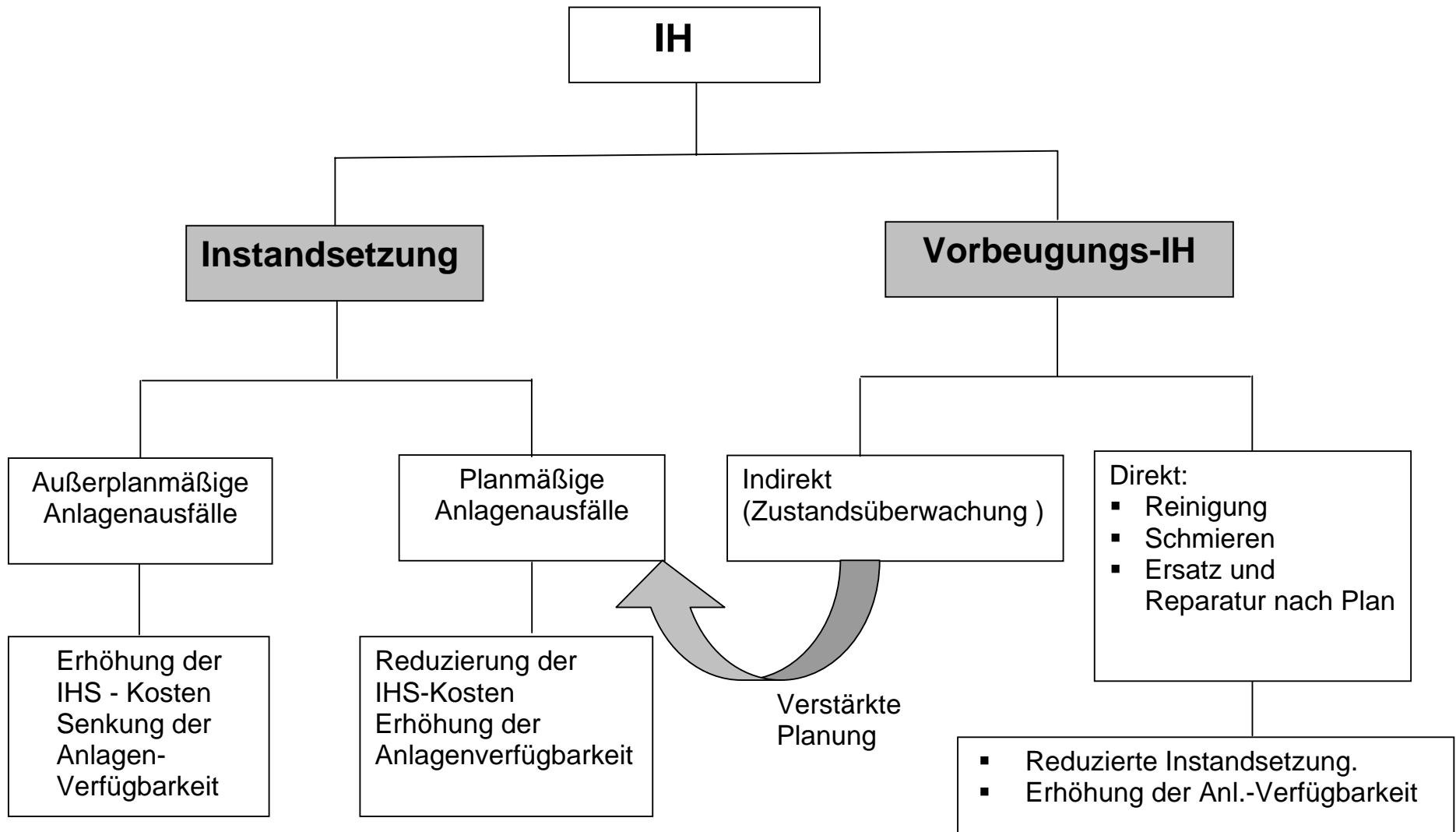
- ❖ Produktionsvolumen erhöhen und die Qualität der Produkte verbessern.
- ❖ Kosten der Instandhaltung reduzieren.

## **2 - Vorbeugungsinstandhaltung**

- ❖ Reduzierung der Anzahl der Anlagenausfälle und Eilreparaturen.
- ❖ Verbesserung der Möglichkeiten der planmäßigen Tätigkeiten und Verbesserung der Kontrollmöglichkeiten der Instandsetzung.

Infolgedessen :

- ❖ Erhöhung des Indexes der Anlagenverfügbarkeit und Verbesserung des effizienten Einsatzes der Maschinen.
- ❖ Reduzierung der Kosten der Instandhaltung.



*H 5.3 Tác dụng của kế hoạch hoá công tác bảo trì*

### **5.3 Einfluß der Vorbeugungsinstandhaltung auf die Effizienz**

Die Effizienz hängt vom Grad der Durchführung der Vorbeugungsinstandhaltung. Das Diagramm 5.4 zeigt den Einfluß einer regelmäßigen Instandhaltung auf die Effizienz.

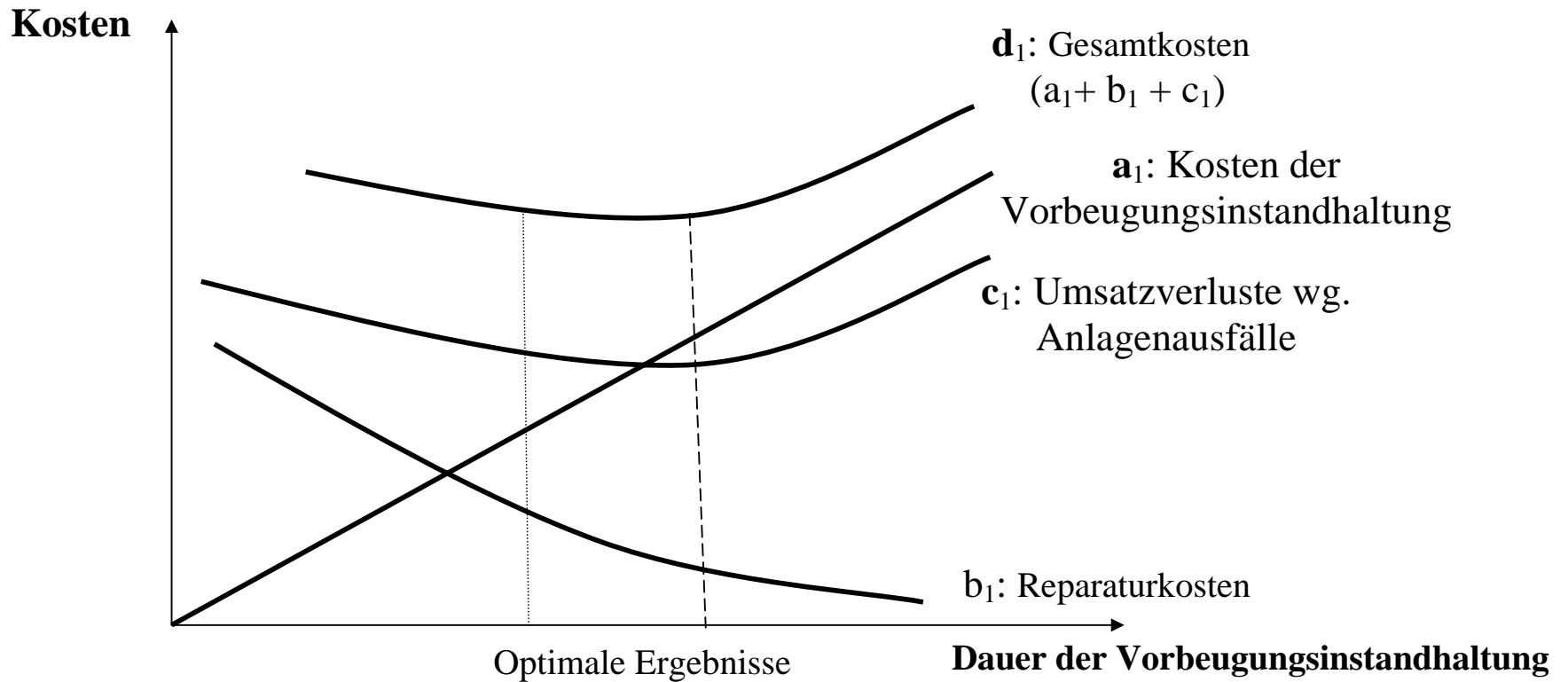
Eine verbesserte Vorbeugungsinstandhaltung ( $a_1$ ) wird zur Reduzierung der Reparaturkosten ( $b_1$ ) sowie zur Senkung der Produktionsverluste ( $c_1$ ) dank der Reduzierung der Anlagenausfälle.

Jede Verstärkung der Vorbeugungsinstandhaltung führt zur Erhöhung der Personalkosten und Kosten der Logistik sowie Dienstleistungen. Allerdings leisten diese Mehrkosten einen wichtigen Beitrag zur erheblichen Reduzierung der Reparaturkosten und Produktionsverluste.

Um die Vorbeugungsinstandhaltung durchführen zu können sollten Maschinen manchmal außerplanmäßig gestoppt werden. Deshalb könnte es zu Produktionsverlusten führen.

Die Abbildung 5.4

stellt den Mehraufwand der Vorbeugungsinstandhaltung sowie ihre Einflüsse auf die Gesamtkosten dar.



*Abb. 5.4 Einfluß der Vorbeugungsinstandhaltung auf die Kosten*

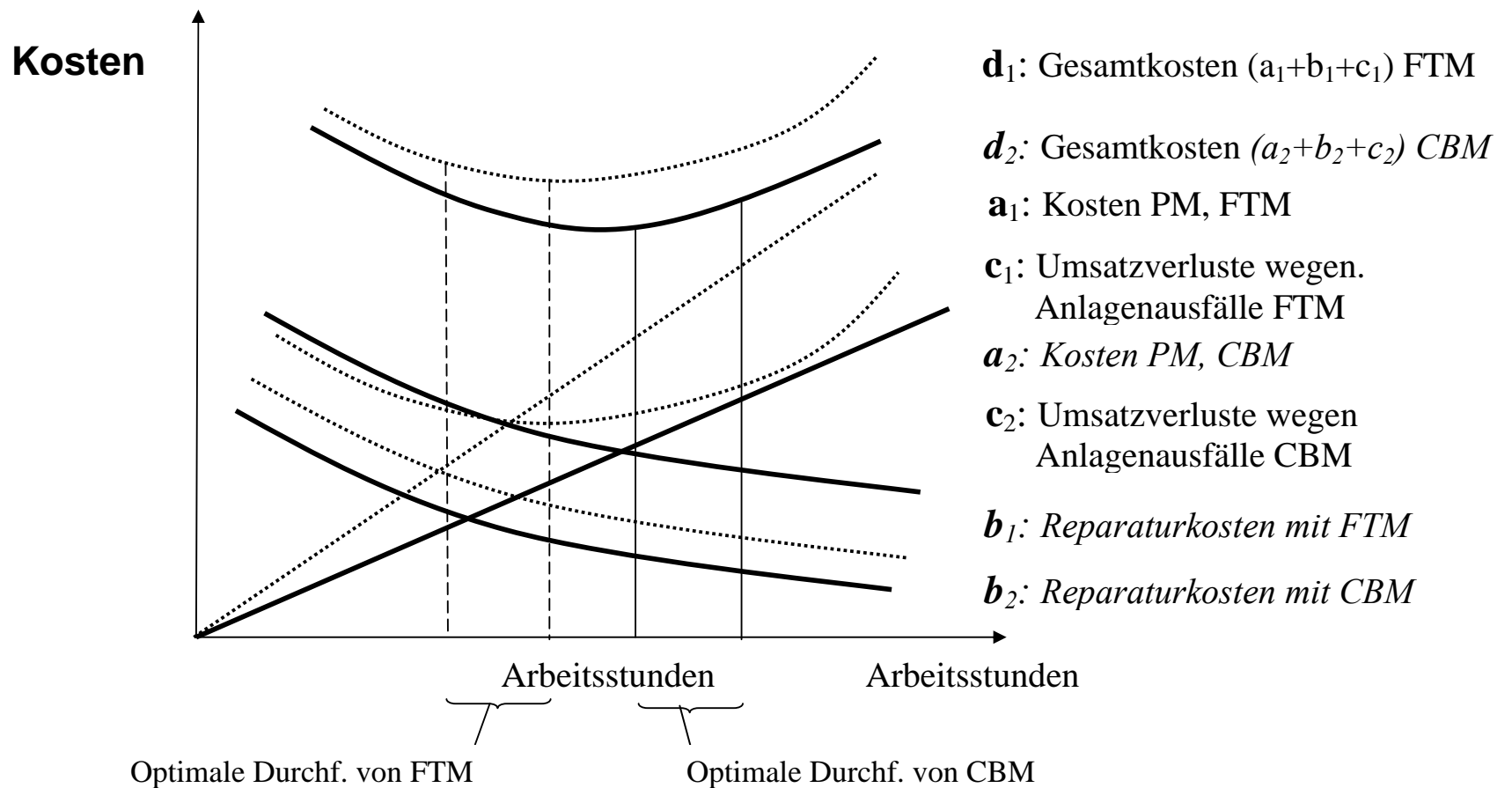


Die Gesamtkosten ( $d_1$ ) steigen, wenn zu viele Maßnahmen der Vorbeugungsinstandhaltung durchgeführt werden. Deshalb soll man ein bestimmtes Arbeitsvolumen der Instandsetzung, die als ein Teil der Instandhaltung unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit betrachtet wird, akzeptieren.

Natürlich gibt es auch Ausnahmen. Ein Beispiel ist ein Flugzeug, wobei die Vorbeugungsinstandhaltung aus Sicherheitsgründen konsequent durchgeführt werden muß.

Wenn die Vorbeugungsinstandhaltung auf eine Überwachung des Zustands basiert (dargestellt durch eine durchgehende Linie im Diagramm), sind die Gesamtkosten geringer als im Vergleich mit der Vorbeugungsinstandhaltung, die nicht auf eine Überwachung des Zustands basiert (dargestellt durch eine gestrichelte Linie).

Die auf eine Zustandsüberwachung basierende Vorbeugungsinstandhaltung führt zur Reduzierung der Anlagenausfälle und zur Senkung des Materialverbrauchs. Das optimale Arbeitsvolumen der Vorbeugungsinstandhaltung verschiebt sich zur rechten Seite des Diagramms. Das bedeutet : bei einer Zustandsüberwachung soll die Anzahl der Arbeitsstunden der Vorbeugungsinstandhaltung unter dem wirtschaftlichen Gesichtspunkt erhöht werden, weil dadurch die Gesamtkosten verbessert werden können.



Durchgehende Linien sind auf Zustandsüberwachung basierende Instandhaltung (CBM).

Gestrichelte Linien sind regelmäßige Instandhaltung (FTM)

Abb. 5.5 Einflüsse von FTM und CBM auf die Gesamtkosten der Instandhaltung

## **5.4 Fenster der Instandhaltung** *(wortwörtlich übersetzt aus dem Vietnamesischen, in vn. Sprache hat es keinen Sinn: der Übersetzer)*

Das Ziel der Instandhaltung besteht darin, daß so viel wie möglich Maßnahmen nach Plan durchgeführt werden. Wenn Maßnahmen der Instandhaltung nach Plan anstatt einer außerplanmäßigen Instandhaltung durchgeführt werden, ist es einfacher, Maßnahmen der Instandhaltung mit der Produktionsplanung zu koordinieren.

Das Verhältnis zwischen der Dauer der Instandhaltungsmaßnahmen nach Plan und der Dauer der außerplanmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen beträgt etwa 1/3. Wenn 3 Stunden für die Reparatur von Fehlern außerplanmäßig gebraucht werden, wird nur eine Stunde für die planmäßige Reparatur von diesen Fehlern gebraucht.

Angenommen ist der Produktionsverlust einer Fabrik 10.000.000 VND/ Stunde und zu diesem Zeitpunkt ist ein Anlagenausfall unvermeidbar. Wenn 3 Stunden für die Reparatur gebraucht werden, dann betragen die indirekten Kosten der Instandhaltung in diesem Fall:  $3 \text{ Stunden} \times 10.000.000 \text{ VND / Stunde} = 30.000.000 \text{ VND}$ .

Wenn ein Plan über Instandhaltungsmaßnahmen gemacht würde, dann würde die Zeit für die Reparatur nur 1/3 von 3 Stunden, d. h. eine Stunde betragen.

Die indirekten Kosten der Instandhaltung sind in diesem Fall:

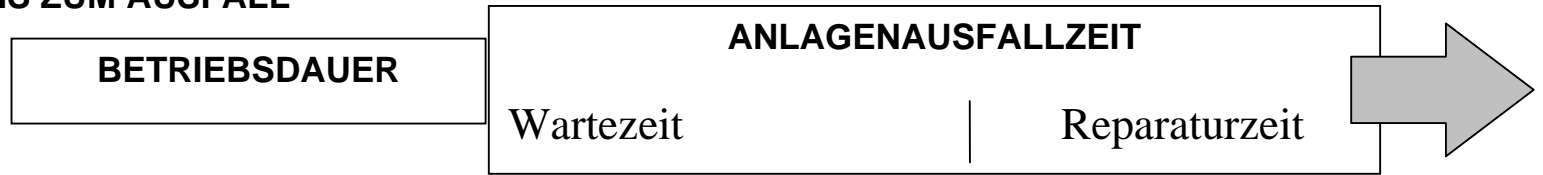
$1 \text{ Stunde} \times 10.000.000 \text{ VND / Stunde} = 10.000.000 \text{ VND}$ .

Im Vergleich mit der außerplanmäßigen Instandhaltung hat die planmäßige Instandhaltung 20.000.000 VND eingespart.

Durch die Anwendung von Fenstern der Instandhaltung, werden die indirekten Kosten der Instandhaltung auf «0» reduziert.

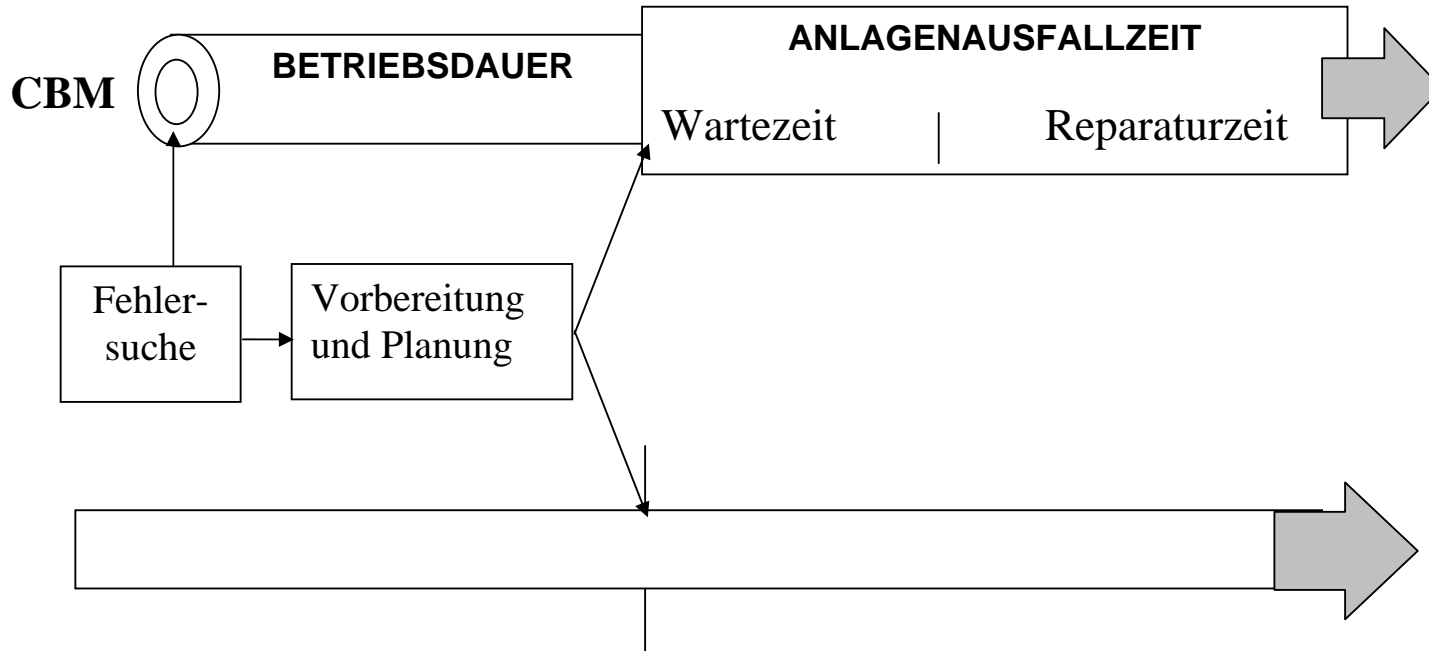
**BETRIEB BIS ZUM AUSFALL**

**OTB**

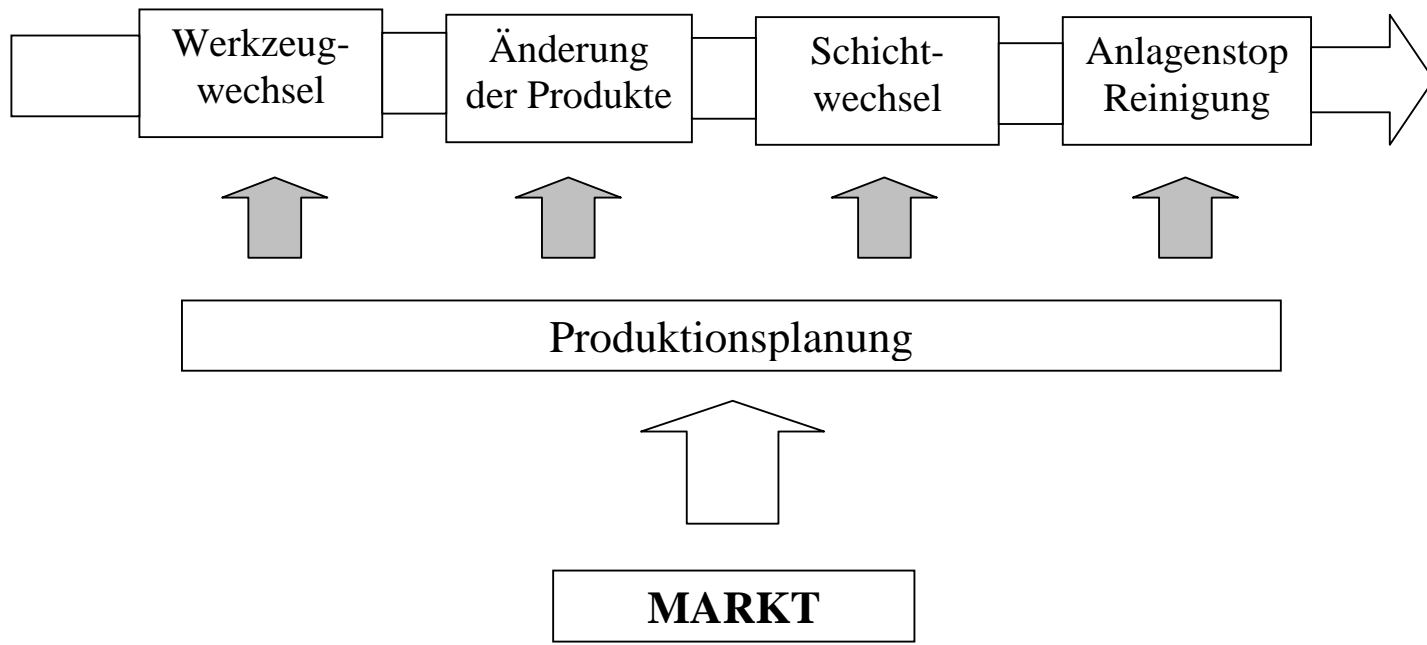


**ZUSTANDSBASIERTE IH**

**CBM**



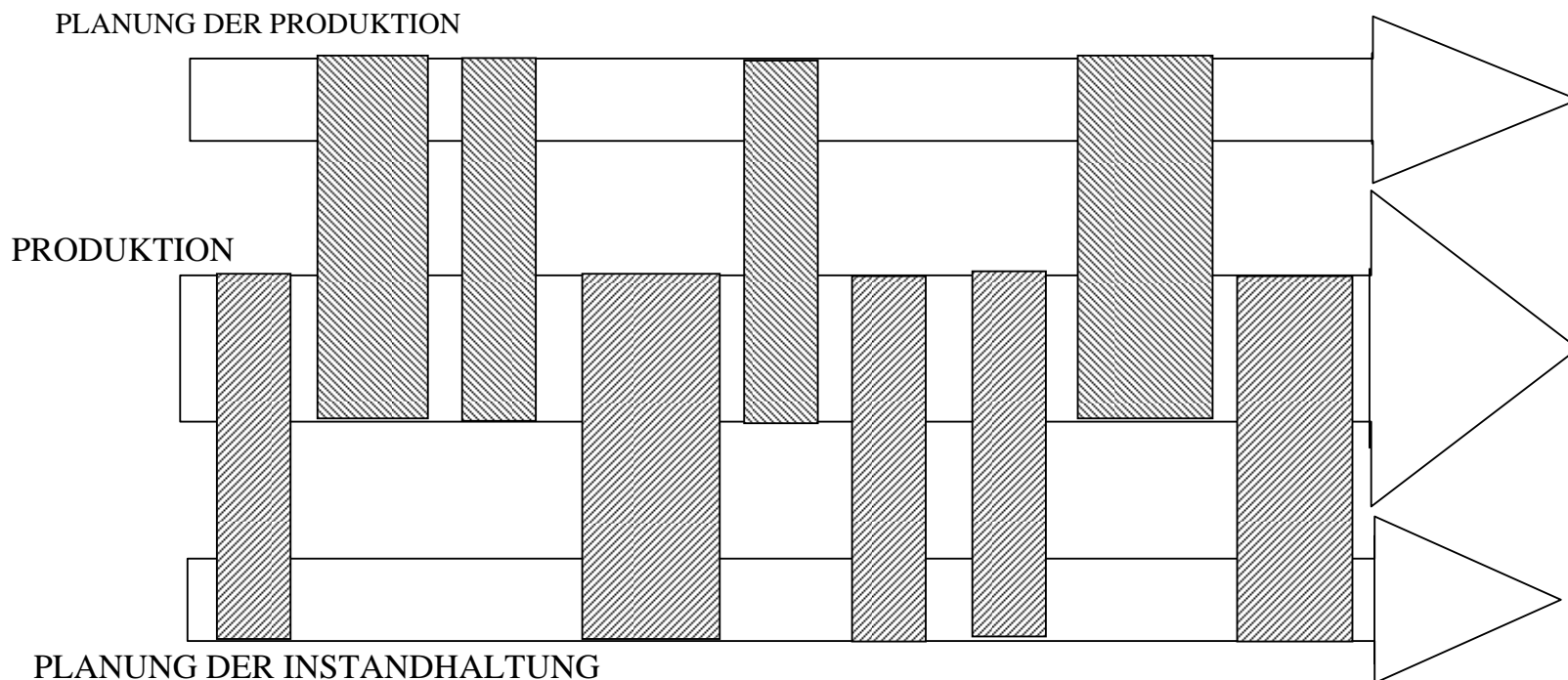
*Abb. 5.6 Fenster der Instandhaltung*



*Abb. 5.7 Tätigkeiten im Produktionsprozeß*

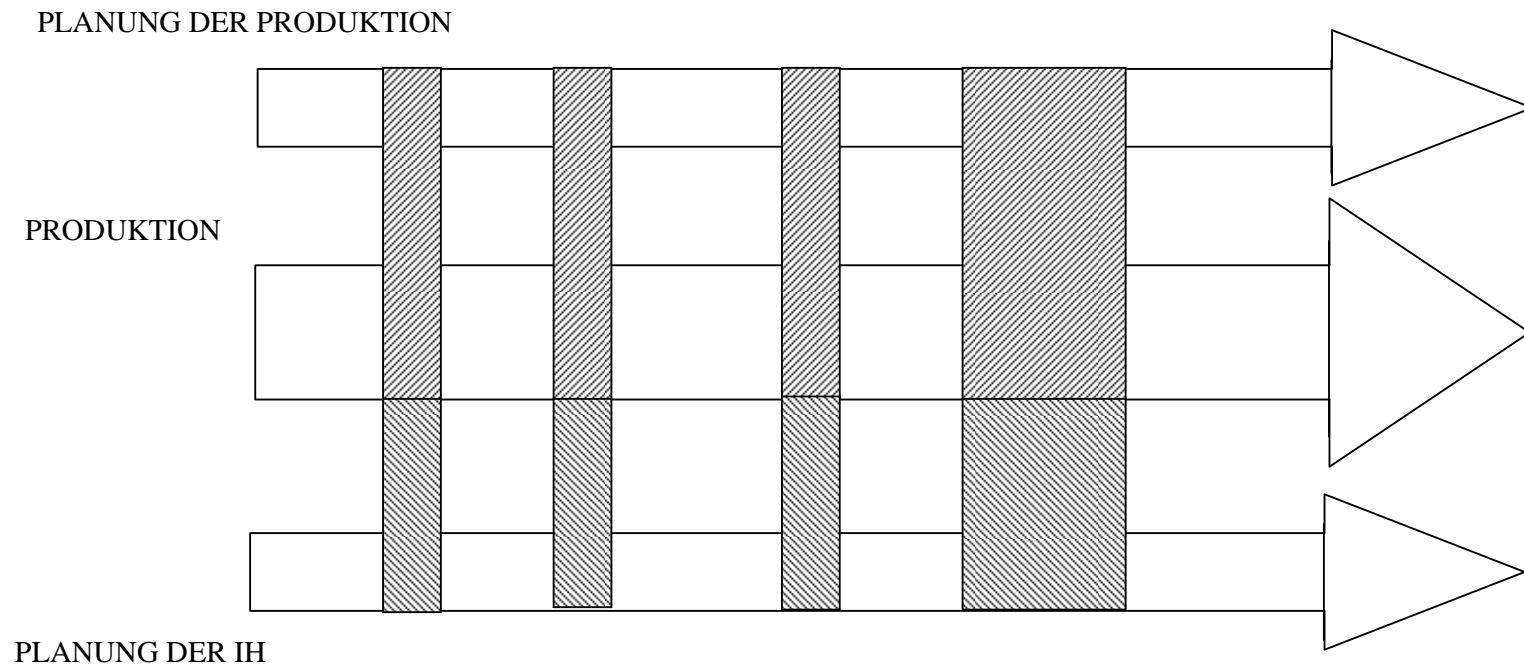
Das Produktionsvolumen hängt hauptsächlich vom Absatzmarkt ab. Deshalb muß die Produktionsabteilung Produktionspläne entsprechend dem Bedarf des Absatzmarktes erstellen, damit die Aufträge, weitergeleitet von der Verkaufsabteilung, erfüllt werden können. Die Produktionspläne umfassen immer auch die Anlagenausfallzeiten aus technischen Gründen. Diese Ausfallzeiten werden als Fenster der Instandhaltung genannt.

Abhängig von den verschiedenen Industriezweigen, diese Anlagenstops dienen dazu, daß Werkzeuge gewechselt werden, Maschinen gereinigt werden oder eine neue Schicht beginnt etc.



*Abb. 5.8 Differenz zwischen der Anlagenausfallzeit und der planm. Instandhaltungszeit.*

Diese obigen Zahlen stellen Einflüsse der Produktion in einer Fabrik, in der die Instandhaltung von der Inbetriebnahme bis zum Ausfall erfolgt, dar. Bei der Planung der Produktion sollen einige Anlagenausfälle aus technischen Gründen in Betracht gezogen werden. Egal wie gut geplant wird, ist es sehr schwierig, eine optimale Planung der Instandhaltung zu machen, weil die Anlagenausfälle normalerweise unerwartet und unvorhersehbar sind.



*Abb. 5.9 Übereinstimmung zwischen der Anlagenausfallzeit und der planm. IH-Zeit.*

Weil die Entscheidungen über Stillstände der Produktion von der Produktionsabteilung getroffen werden, sollen sie für die Instandhaltung benutzt werden. In der Produktion, wobei es keine Anlagenstopps wegen Instandhaltung gibt, sind die indirekten Kosten der Instandhaltung gleich Null.

Die 'Fenster' der Instandhaltung können nur angewendet werden, wenn Fehler rechtzeitig entdeckt werden, bevor sie schwerwiegend sind und die Maschinen zum Stillstand bringen.

## 5.5 UW-Faktor

Eine Methode zur Feststellung der Effizienz der Maßnahmen der Instandhaltung ist Anwendung des UW-Faktors. Der UW-Faktor ist auch eine Methode zur Identifizierung des Potentials zur Verbesserung der Instandhaltungsmaßnahmen. Man berücksichtigt auch die verschwenderische Zeit.

$$\text{UW-Faktor} = U \times W$$

Erläuterung:

- U – außerplanmäßige Instandhaltung.
- W – Verschwenderische Zeit im Zusammenhang mit außerplanmäßigen Arbeiten

*Umfasst:*

- Bestimmung der zu erledigenden Arbeiten.
- Identifizierung von richtigen Personen, richtigen Zubehören, richtigen technischen Unterlagen und Werkzeuge etc.



## Beispiel:

Aktuelle Lage:

- Die planmäßige Instandsetzung ist 30%.
- Die außerplanmäßige Instandsetzung ist 70%.
- Die durchschnittliche Wartezeit MWT ist 50%.

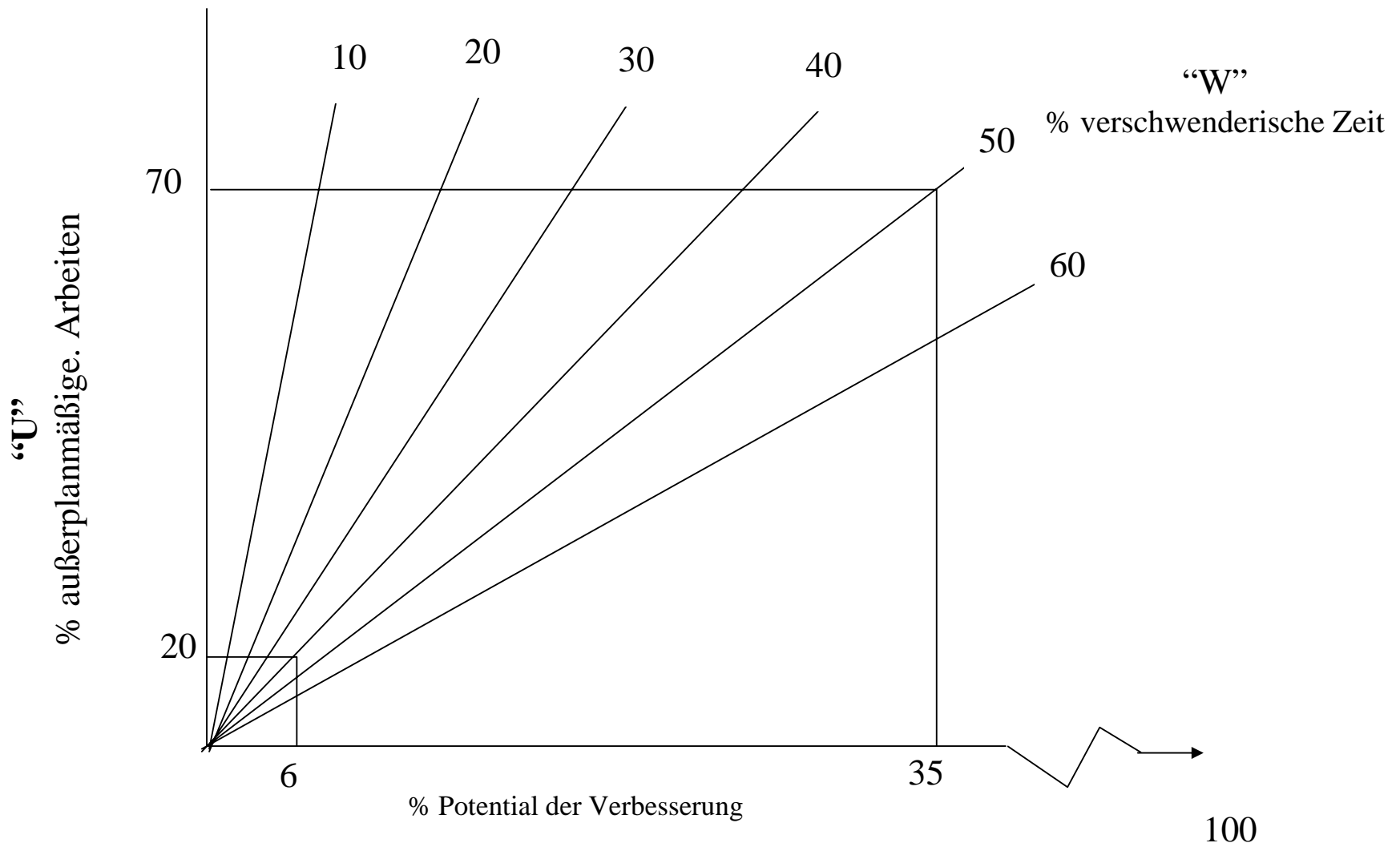
$$\text{UW-Faktor} = 70\% \times 50\% = 35\%$$

Bei Anwendung der Maßnahmen zur Verbesserung der Instandhaltung

- ⇒ Die planmäßige Instandsetzung ist 70%.
- ⇒ Die außerplanmäßige Instandsetzung ist 30%
- ⇒ Die durchschnittliche Wartezeit MWT ist 50%

$$\text{UW-Faktor} = 30\% \times 50\% = 15\%$$

Infolgedessen ist die Effizienz der Verbesserung der Instandhaltung:  $35\% - 15\% = 20\%$ .



*Abb. 5.10 Potential der Verbesserung der IH*

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung *mh*-VDI2067/B1 ist in 3 Hauptbereiche untergliedert, die in Form von Karteikarten dargestellt sind. Die Bearbeitung erfolgt üblicherweise in der angegebenen Reihenfolge.

## 1. Allgemeine Daten

Nach der Eingabe des Betrachtungszeitraumes und des Zinssatzes tragen Sie für jede zu untersuchende Anlage-Variante eine Kurzbezeichnung (KB) sowie eine Variantenbezeichnung ein. Optional kann die Variante genauer beschrieben werden.

## 2. Kosten

Diese Karteikarte beinhaltet weitere Karteikarten / Masken zur Erfassung der Kapitalkosten, die wiederum in Investitions-, Instandhaltungs-, Wartungs- und Bedienungskosten untergliedert sind, sowie Verbrauchs- und Sonstiger Kosten und Einzahlungen.

Zur Erleichterung der Dateneingabe kann auf Kataloge für Anlagenkomponenten, Energiepreise und Preissteigerungen zurückgegriffen werden.

Mit Hilfe der Kataloge können Sie auch sehr schnell Alternativ-berechnungen durchführen, indem Sie z.B. die Energiepreise und Preissteigerungen modifizieren.

## 3. Vergleich

Als Ergebnis der Berechnung werden die Annuitäten der verschiedenen Kostenarten für jede Anlage-Variante gegenübergestellt und grafisch aufbereitet.

Was sind Bedarfs-(Verbrauchs-)gebundene Kosten?

Der Jahresenergiebedarf wird nach den entsprechenden Blättern der VDI2067 ermittelt. Werden die einzelnen Bedarfsstellen aus einer gemeinsamen Zentrale versorgt, sind die einzelnen Bedarfswerte zusammenzuzählen. Erfolgt die Versorgung dezentral, so kann eine nach Bedarfsstellen aufgeteilte Berechnung der Brennstoff- bzw. Energiekosten durchgeführt werden. Dies gilt besonders dann, wenn die einzelnen Bedarfsstellen mit unterschiedlichen Energien oder mit der gleichen Energie, jedoch nach unterschiedlichen Tarifen, versorgt werden.

Beispiele für Bedarfs-(Verbrauchs-)gebundene Kosten:

Energiekosten (Grund- und Arbeitspreis)

Kosten für Hilfsenergie

Kosten für Betriebsstoffe (Schmierstoffe, Additive, Chemikalien usw.)

Was sind Betriebsgebundene Kosten?

Zu den betriebsgebundenen Kosten gehören u. a. die Kosten für das Bedienen der Anlagen sowie die Kosten für das Warten und Inspizieren.

Die Kosten für das Bedienen, Warten und Instandsetzen sind aus dem Anlagenkomponenten-Katalog zu entnehmen.

Beispiele für betriebsgebundene Kosten:

Bedienen

Reinigen

Warten

Inspizieren