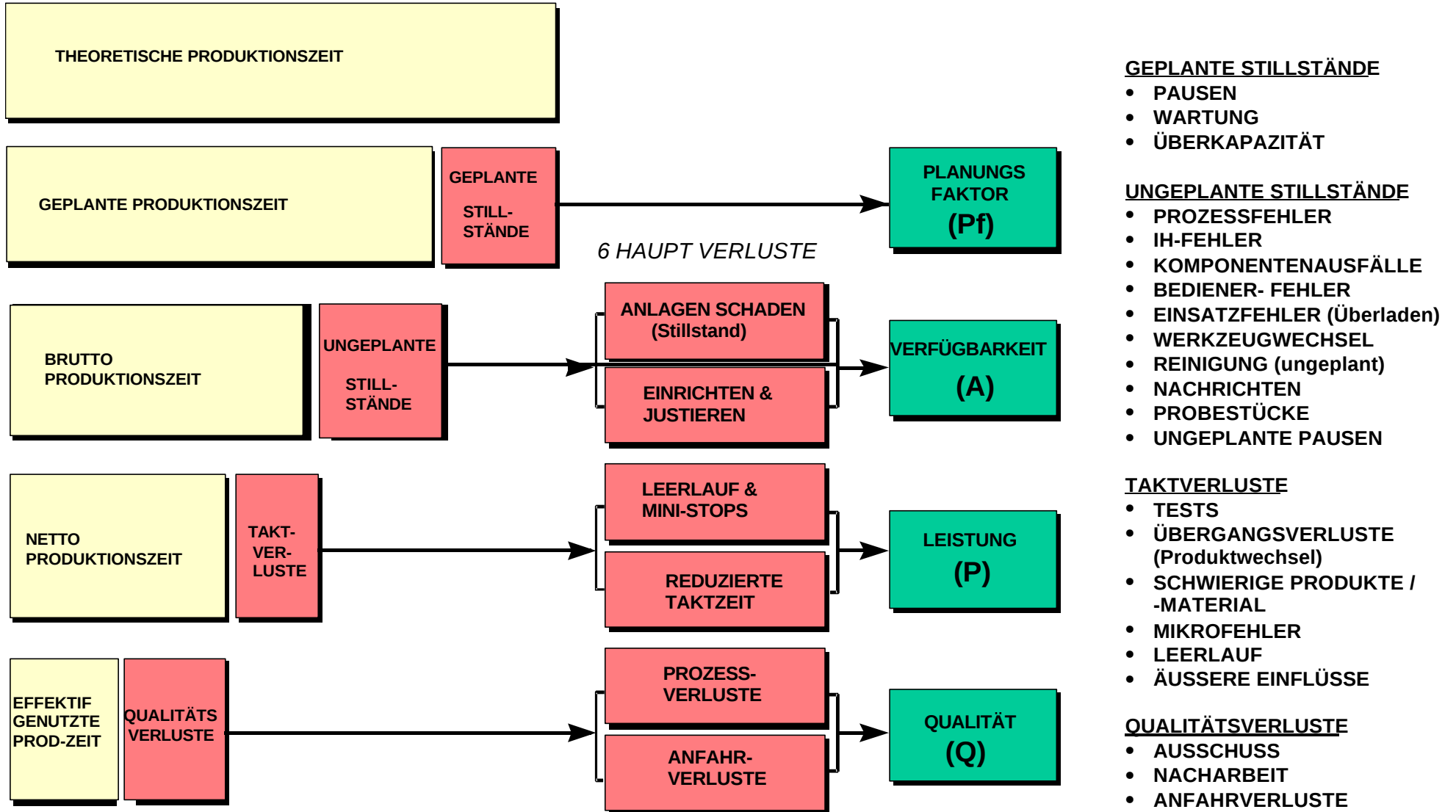


Erkennen von Schwachstellen von Maschinen und Anlagen und Bestimmen der erforderlichen Ersatzteile mit Hilfe der FMECA- Methode

- **F = Failure**
- **M = Modes**
- **E = Effects**
- **C = Criticality**
- **A = Analysis**

Overall Equipment Effectiveness(OEE)

PRODUKTIONSANLAGE



Ausgangslage

- **Welches sind die kritischen Teile / Baugruppen einer Maschine / Anlage ?**
- **Wie hoch ist die Ausfallhäufigkeit der kritischen Teile ?**
- **Wie hoch sind die Ausfall- und Reparaturkosten ?**
- **Haben wir die richtigen Teile an Lager ?**
- **Welche Teile hat der Lieferant an Lager und wie ist seine Reaktions- und Lieferzeit ?**
- **Können erkannte Schwachstellen von Teilen / Anlagen behoben werden ?**

Zielsetzung

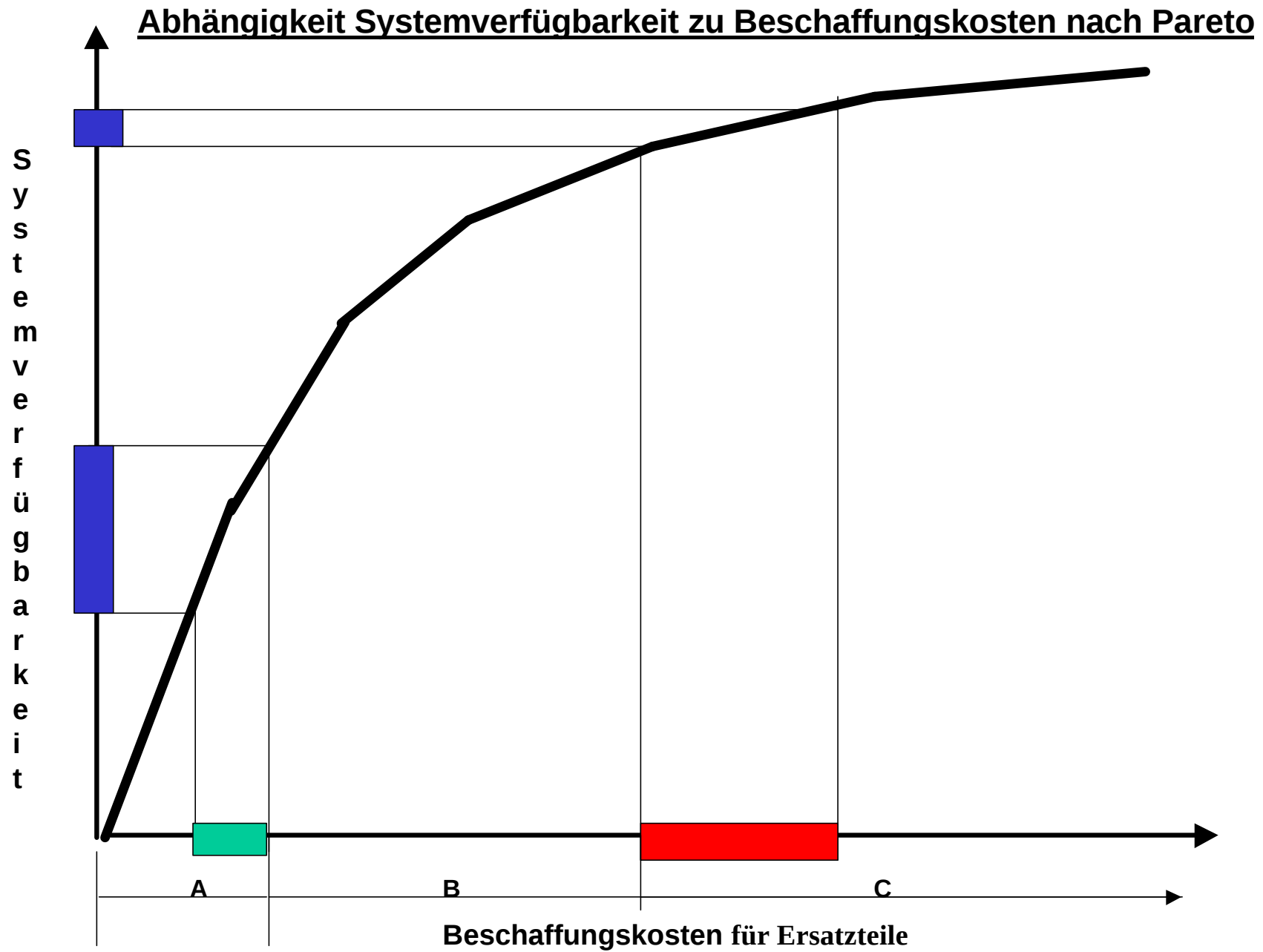
Aufzeigen, wie mit Hilfe der FMECA:

- 1. Schwachstellen von Anlagen / Maschinen und Teilen erkannt werden**
- 2. Bestimmt wird, welche Ersatzteile vor Ort oder beim Lieferanten vorhanden sein müssen**
- 3. Die gewonnenen Erkenntnisse in die Instandhaltungsplanung einfließen**
- 4. Eine Kosten / Nutzen Betrachtung anstellen werden kann**

Kritische Ersatzteile

Es stellt sich die Frage:

- **Wie finden wir die kritischen Ersatzteile ?**
- **Welches sind die kritischen Ersatzteile ?**
- **Kosten Nutzen Aspekte**



Theoretische Ausfallkurve „Badewannekurve“



Praxis der verschiedenen Ausfallkurven



Maschinenstruktur abbilden

- **In einem ersten Schritt gilt es, die Struktur der Anlage / Maschine abzubilden**

Ausfallrisiken in Abhängigkeit der Maschinenstruktur

Risiken nach folgenden Gesichtspunkten beurteilen und bewerten

- **Auftretenswahrscheinlichkeit / Häufigkeit**
- **Bedeutung und Folgen**
- **Erkennbarkeit einer Schwachstelle / eines Fehlers**
- **Kostenfolgen einer Schwachstelle / eines Fehlers**
- **Kritizität (Gesamtkritizität aller Kriterien)**

Auftreten / Häufigkeit (A)

Wie gross schätzt man die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler / Ereignis eintritt ?

Auftreten / Häufigkeit		
Auftretens- wahrschein- lichkeit	Beurteilungskriterium	Bewertung (Punkte)
Unwahr- scheinlich	- Es gilt als unwahrscheinlich, dass dieser Fehler / Ereignis auftritt.	1 - 3
Gering bis mittel	- Es gilt als möglich, aber mit kleiner Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis auftritt. - Wir haben Erfahrung, Kenntnisse, dass das Ereignis schon aufgetreten ist.	4 - 6
Hoch	- Es ist davon auszugehen, dass mit dem Eintreffen des Ereignisses zu rechnen ist. - Wir haben entsprechende Erfahrung, dass das Ereignis eintritt.	7 - 8
Sehr hoch	- Wir wissen, dass das Ereignis oft eintritt	9 - 10

Bedeutung und Folgen eines Ereignisses

- **Einfluss auf Menschen**
- **Einfluss auf die Lieferfähigkeit**
- **Einfluss auf die Fehlerbehebungsmöglichkeiten**
 - Mitarbeiter
 - Instandsetzungsmitarbeiter
 - Externer Spezialist
- **Benötigte Reparaturzeiten**
- **Einfluss auf die Produktequalität**
- **Mögliche Spätfolgen an den Maschinen / Anlage**
- **Weitere Einflusskriterien ?**

Bedeutung / Folgen (B)

Die Bedeutung orientiert sich an den Folgen. Was hat es für Folgen, wenn der Fehler / Ereignis eintritt ?

Bedeutung / Folgen		
Folgen	Beurteilungskriterium	Bewertung (Punkte)
Minimale Folgen	- Eine Verletzung durch das Auftreten des Fehlers ist ausgeschlossen - Ereignis hat keine / kaum Auswirkungen auf die Lieferfähigkeit. - Folge des Fehlers kann innerhalb des Teams gelöst werden. - Anlage läuft innerhalb Stunden / Tagen. - Durch das Ereignis sind keine Spätfolgen zu erwarten.	1 - 3
Noch vertretbare Folgen	- Durch das Auftreten des Fehlers können Personen leicht verletzt werden. - Kurzfristig kann die Lieferfähigkeit beeinträchtigt werden (.... Stunden / Tage). - Fehler kann mit eigenem Personal behoben werden (Produktion / Instandhalter). - Anlage steht max. Stunden / Tage. - Spätfolgen sind nicht auszuschliessen.	4 - 6
Erhebliche Folgen	- Menschen können zu Schaden kommen (Arbeitsausfall). - Lieferfähigkeit ist länger als Stunden / Tage nicht gewährleistet. - Fehlerbehebung dauert ... bis max. ... Tage / Wochen. - Spätestens nach ... Tagen / Wochen kann intern o. extern gefertigt werden. - Mit Spätfolgen ist zu rechnen.	7 - 8
Weit- reichende Folgen	- Durch das Ereignis werden Mitarbeiter unmittelbar gefährdet. - Die Lieferfähigkeit ist länger als Stunden Tage nicht gewährleistet. - Intern besteht keine Ausweichmöglichkeit - Externer Lieferant muss aufgebaut werden - Reparatur nimmt längere Zeit ... Tage / Wochen in Anspruch - Spätfolgen sind sicher (Lebensdauer, Qualität)	9 - 10

Was ist eine Störung ??

Zustand

Produktionsleiter

Maschine steht

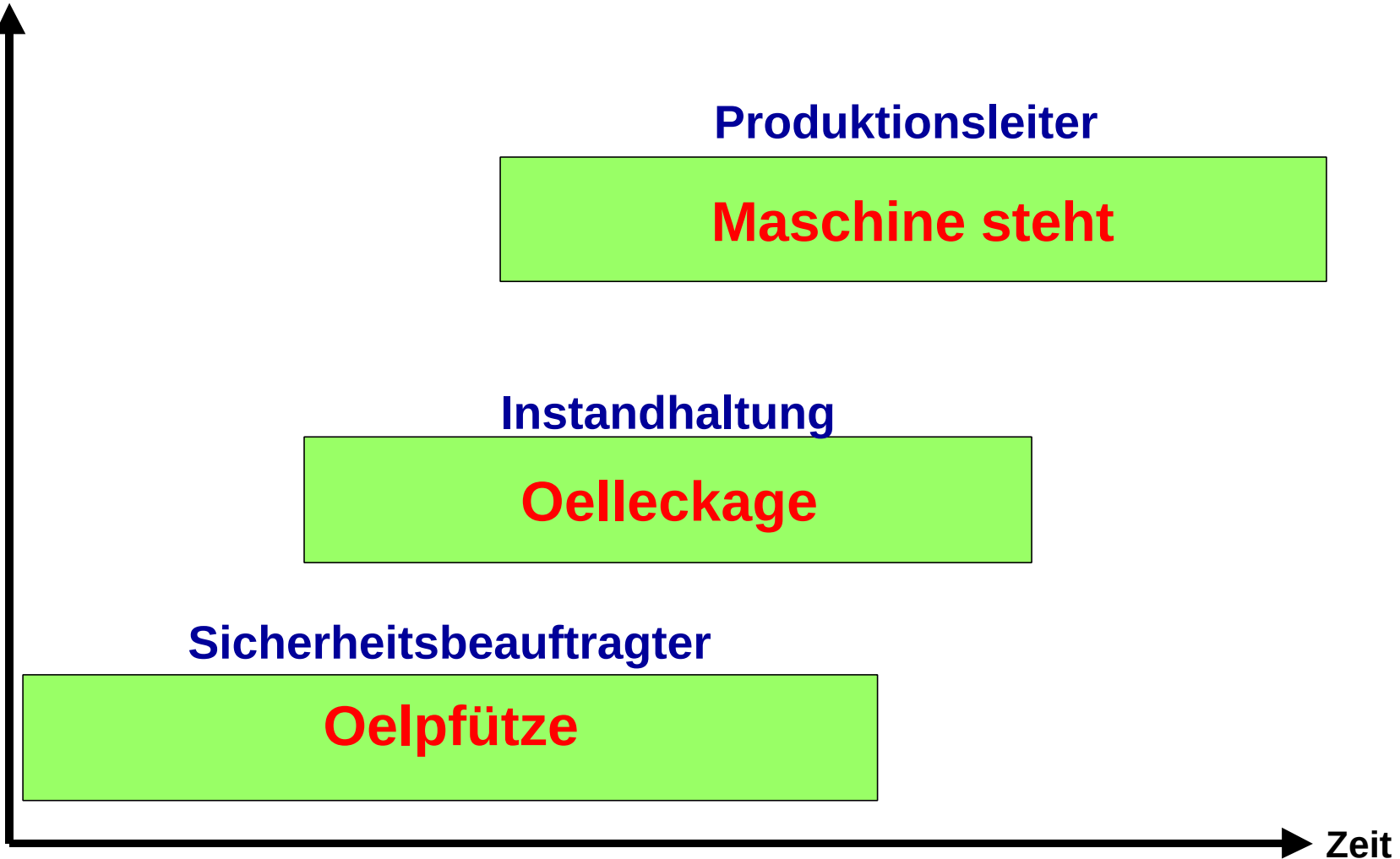
Instandhaltung

Oelleckage

Sicherheitsbeauftragter

Oelpfütze

Zeit



Erkennbarkeit / Entdeckungsmöglichkeit (E)

Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird der Sachverhalt entdeckt / erkannt?

Erkennbarkeit / Entdeckungsmöglichkeit		
Entdeckung Wahrscheinlichkeit	Beurteilungskriterium	Bewertung (Punkte)
Nahezu sicher	- Maschine, Anlage steht still - Schaden ist augenfällig. - Fehlerlokalisierung ist offensichtlich und im ganzen Umfang abschätzbar. - Folgefehler treten nicht auf.	1 - 3
Hoch	- Schaden sollte durch Maschinenbediener oder durch Überwachungssystem festgestellt werden - Fehlerlokalisierung dauert max Stunden / Tage - Folgefehler sind sofort erkennbar und abschätzbar.	4 - 6
Gering	- Schaden ist schwer feststellbar. - Fehler kann nur durch Spezialisten festgestellt werden. - Fehlerlokalisierung dauert max. Stunden / Tage. - Fehlerursache ist schwer einzugrenzen. - Folgefehler sind schwer festzustellen und sind kaum abschätzbar.	7 - 8
Unwahrscheinlich	- Schaden kann nicht direkt festgestellt werden. Die Folgen werden erst am Produkt festgestellt. - Fehler wird oftmals erst beim Kunden festgestellt. - Die Fehlerlokalisierung ist sehr aufwendig Tag / Wochen - Folgefehler können kaum festgestellt und abgeschätzt werden.	9 - 10

Kosten (K)

Welche Kosten entstehen durch das Eintreffen und durch die Behebung des Ereignisses ?
Direkte und indirekte Kosten , immaterielle Kosten (Imageverlust, Pönalen etc.)

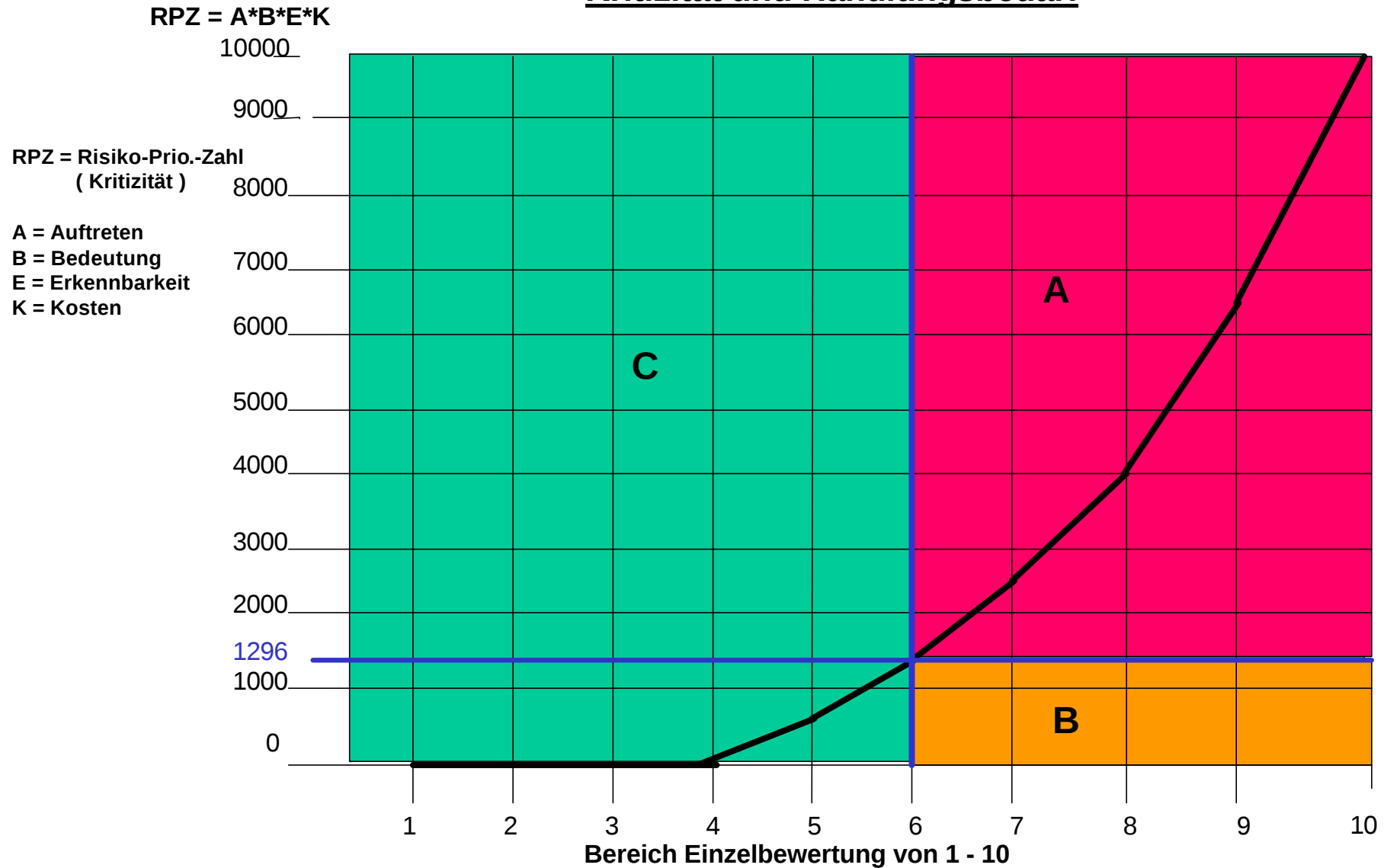
Kosten		
Folgen	Beurteilungskriterium	Bewertung (Punkte)
Keine bis geringe Kosten	- Keine o. billige Normteile erforderlich - Maschinenausfallkosten max. Fr.. - Totale Ausfallkosten (Reparatur- und Maschinenausfall max. Fr - Kein Imageverlust	1 - 3
Mässige Kosten	- Fehlerbehebungskosten von bis Fr. - Maschinenausfallkosten von bis Fr. - Folgekosten vonbis Fr. - Totale Kosten max. Fr. - Kaum Imageverlust	4 - 6
Erhebliche Kosten	- Fehlerbehebungskosten von bis Fr. - Maschinenausfallkosten von bis Fr. - Folgekosten von bis Fr. - Totale Kosten max. Fr. - Imageverlust wahrscheinlich	7 - 8
Sehr hohe Kosten	- Fehlerbehebungskosten grösser Fr. - Maschinenausfallkosten grösser Fr. - Folgekosten grösser Fr. - Totale Kosten grösser Fr. - Grosser Imageverlust vorhanden	9 - 10

Kritizität

- Die Kritizität ist das Produkt der Faktoren:

Auftreten x Bedeutung x Erkennbarkeit x Kosten

$$\text{Kritizität} = \text{Faktor} (A \times B \times E \times K)$$

Kritizität und Handlungsbedarf

A = Falls Durchschnitt der Gesamtpunktzahl in diesem Bereich ist, dann ist Handlungsbedarf erforderlich

B = Falls 3 Kriterien in diesem Bereich sind, dann ist detailliert zu prüfen, ob Handlungsbedarf besteht

Beispiel: $7 \times 7 \times 7 \times 3 = 1029$, d. h. unter 1296 oder Durchschnitt = 5,66

C = Kein Handlungsbedarf, ausser wenn die Auftretenswahrscheinlichkeit hoch ist

Bewertung

**Bewertung aller im Strukturbaum
aufgeführten Elemente nach den definierten
Kriterien**

Kritische Ersatzteile bestimmen

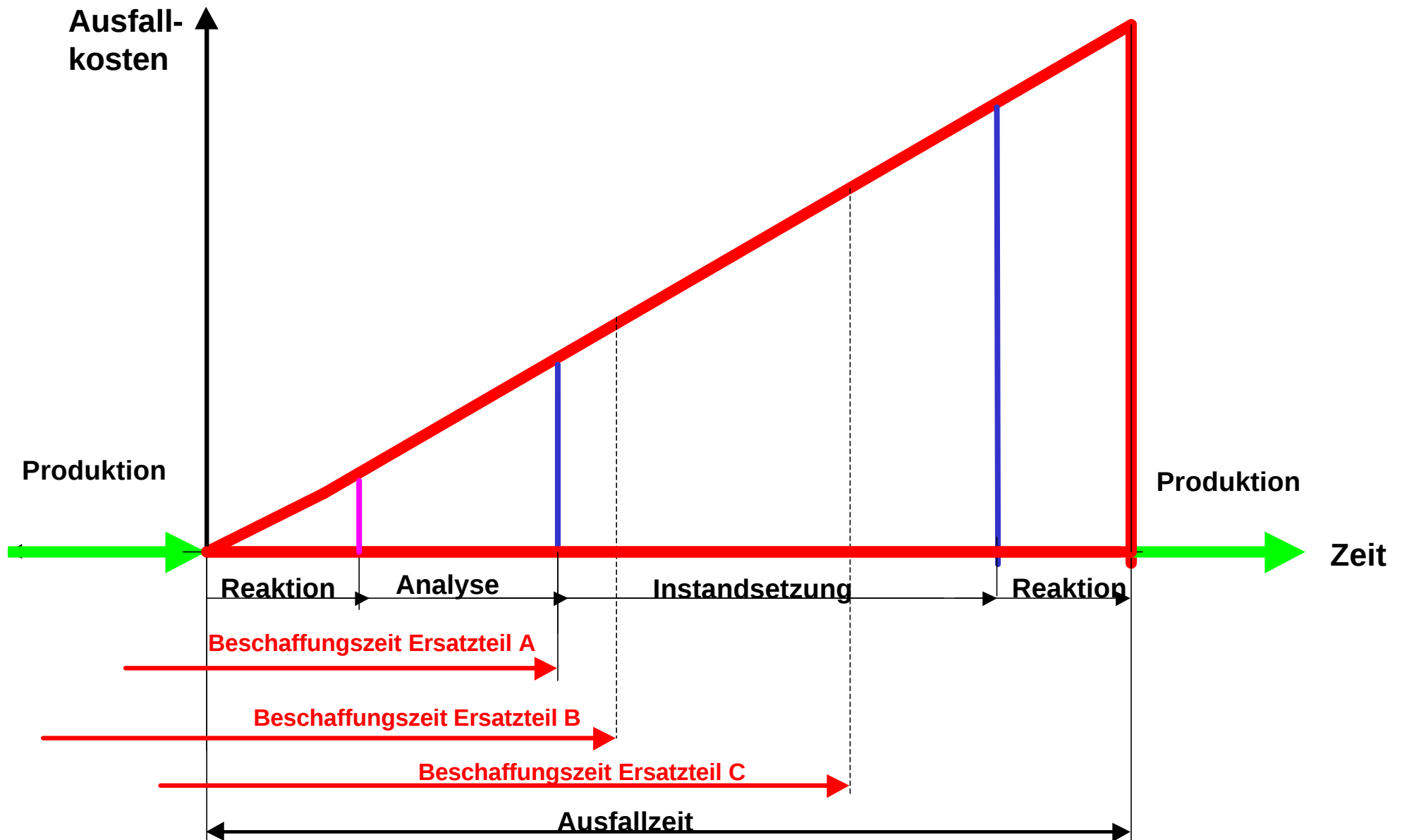
- **Auf Grund der Beurteilung wird ersichtlich, welches die kritischen Funktionen, Komponenten und Einzelteile einer Maschine oder Anlage sind.**
- **Es wird definiert, welche Teile sich vor Ort befinden sollen und welche der Lieferant am Lager haben sollte.**

Beschaffungsentscheid

Die erforderlichen Einkaufsinformationen beschaffen wie:

- **Beschaffungszeit**
- **Beschaffungskosten**
- **Lieferant (en)**
- **Beschaffungsentscheid**
- **Termin**
- **Verantwortlichkeiten**

Ersatzteilbeschaffungszeit / Ausfallkosten



Verhandlung mit dem Lieferanten der Maschine

- * In wieweit ist ihm bekannt, dass seine Maschine entsprechende Schwächen, Mängel aufweist ?**
- * Wie stellt er sicher, dass zukünftige Anlagen entsprechende Mängel nicht mehr aufweisen ?**
- * Was für Möglichkeiten bestehen, die Schwachstellen zu beseitigen ?**
- * Welche Ersatzteile hat der Lieferant an Lager ?**
- * Wie lang ist seine Reaktionszeit (Auch über das Wochenende)?**
- * Wie haben wir auf seine Ersatzteile Zugriff ?**
- * Wie sind seine Unterlieferanten eingebunden ?**
- * Können wir direkt auf seine Unterlieferanten Einfluss nehmen ?**
- * Möglichkeit eines Ersatzpools mit den Besitzern einer gleichen Anlage ?**
- * Pönalisierung von nicht erbrachten Leistungen ?**
- * etc**

Aufwand / Nutzen

Planstunden 5500 Std./Jahr

Verrechnungssatz 243 Fr./Std

Kosten für die Analyse der Maschine 14`000 Fr.

Verbesserung der Technischen Verfügbarkeit			Verhältnis Nutzen - Aufwand	
%	Stunden /Jahr	Fr/ Jahr	Nutzen/ Aufwand	Rückfluss in Monaten
1	55	13`365	0,95	12,6
3	165	40`095	2,86	4,2
5	275	66`825	4,77	2,5
10	550	133`650	9,54	1,25

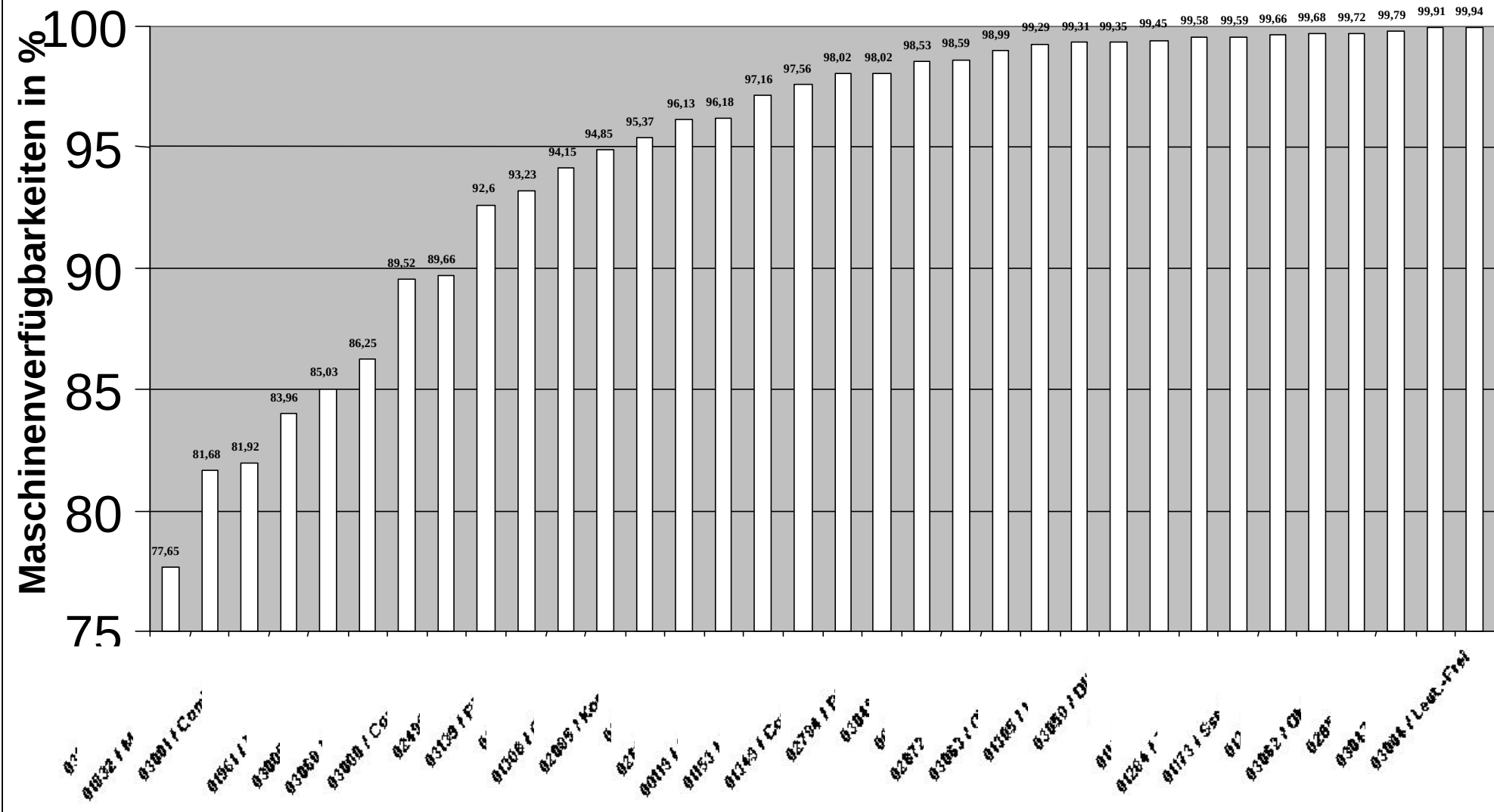
Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde nicht berücksichtigt:

- Verzinsung und Lagerkosten der beschafften Teile
- Verbesserung des Ergebnisses durch mögliche Steigerung des Umsatzes
- Tieferer Verrechnungssatz durch höhere Auslastung des Produktionsmittels
- Möglich bessere Termintreue
- Bezahlung von weniger Überstunden

MASCHINENVERFÜGB.SCHLÜSSELMASCHINEN

1. Quartal 2000 (Berechnung 6 Tage à 24 Std.)

Total durchschnittl.Verfügbarkeit => 94.71 %



Zeitpunkt zur Durchführung einer FMECA Analyse

- * Je früher, desto besser; es ist jedoch nie zu spät !**
- * Grundsätzlich gehören viele der aufgezeigten Überlegungen in die Evaluations- und Beschaffungsphase einer Maschine / Anlage.**
- * In der Evaluationsphase fehlen oft eigene Erfahrungen über die Ausfallhäufigkeit einer Anlage, aber man kann überprüfen, inwieweit der Hersteller entsprechende Informationen hat und man kann bei den Betreibern von Referenzanlagen rückfragen (Benchmarking).**
- * Das Thema des Ersatzteilmanagements eines möglichen Lieferanten ist ein Schlüsselthema.
(Nicht das, was der Lieferant verspricht, ist entscheidend, sondern was schriftlich vereinbart ist).**
- * Die Resultate einer FMECA sollten periodisch überprüft werden.
(Die Maschine erfährt auch eine Alterung, d.h. Funktionen und Komponenten können durch die Alterung anfällig werden).**

Zusammenfassung

- **Mit Hilfe der FMECA Systematik ist es möglich, Schwachstellen zu erkennen und die kritischen Ersatzteile einer Maschine zu bestimmen.**
- **Somit bekommt die Produktion ein Mittel in die Hand um die Verfügbarkeit zu steigern und die Instandhaltung erhält ein Instrument zur Optimierung der Ersatzteilbestände.**

Instandhaltungsplanung

Einführung einer gezielten Instandhaltungsplanung

- **Die Einführung einer gezielten Instandhaltung ist primär eine Aufgabe der Instandhaltung.**
- **Die erforderlichen Rahmenbedingungen müssen zusammen mit der Produktion erarbeitet und abgestimmt werden.**
- **Die konsequente Umsetzung der vorbeugenden Instandhaltung führt zur Einführung von TPM
(TPM = Total Productive Management)**

FMECA Einsatz für die Instandhaltungsplanung

- **Die bei der Bewertung und Beurteilung der Ersatzteilen gewonnenen Kenntnisse und Informationen sollen weiter verwendet werden, wenn es darum geht, festzulegen:**
 - **Welche Fehler treten wie oft auf ?**
 - **Welches sind die Ursachen ?**
 - **Gibt es Symptome, die auf einen Ausfall hinweisen ?**
 - **Welches sind die geeigneten IH- Methoden ?**
 - **Was soll konkret unternommen werden ?**
 - **In welchem Umfang sind Massnahmen durchführen ?**
 - **Wann und durch wen sollen die jeweiligen Massnahmen umgesetzt werden ?**

FMECA Analyse zur Instandhaltungsplanung

Gegenstand	Fehler- art	Hauptgrund Ursache	Symptom	FMEA Bewertung	Geeignete IH- Methode	Auf- wand	Benötig- Person	Empfeh- lung	Häuf- fig- keit	Wann	Aus- füh- rung
Baugruppe Komponente Einzelteil	Haupt- fehler	Wieso kommt es zum Fehler, Ausfall ?	Wie macht sich der Fehler bemerktbar	FMEA Bewertung A B E K	I / VIH / Z	Std		Was soll konkret gemacht werden		BE / ST	Prod / IH / Ex

A = Auftreten / Häufigkeit

B = Bedeutung / Folgen

E = Erkennbarkeit

K = Kritizität

I = Instandsetzung

VIH = Vorbeugende Instandhaltung

Z = Zustandsorientierte Instandhaltung

BE = Im Betrieb

ST = Im Stillstand

Pro = Produktion

IH = Instandhaltung

EX = Extern