

Instandhaltung- Organisation

Die moderne Instandhaltung kennt viele verschiedene Systeme und Organisationen.

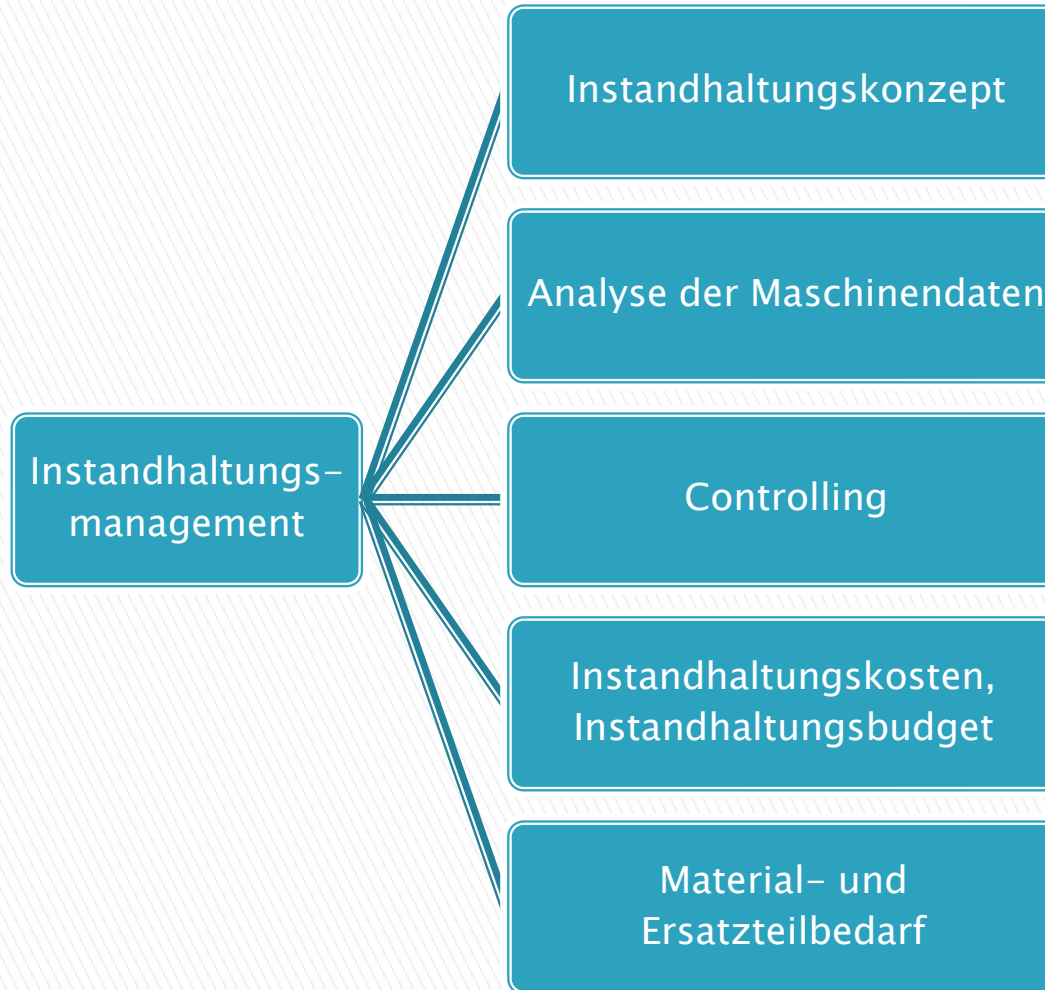
Für die neuen digitalisierten Industrie 4.0 Technik verlangt es natürlich auch nach neuen Methoden seitens der Instandhaltung.

Condition Monitoring als Basis für Prediktive Maintenance. Daten generieren, aufbereiten und an den richtigen Stellen bereit stellen. Aus den Daten werden Prognosen für zukünftige Instandhaltung bzw. Maßnahmen abgeleitet.

Instandhaltung–Organisation

1. Die Instandhaltung ist qualifizierter Dienstleister der Produktion und sichert den Fertigungsprozess.
2. Die Instandhaltung analysiert die eigenen Abläufe und Prozesse und setzt die gewonnenen Erkenntnisse kontinuierlich in Verbesserungen um.
3. Die Instandhaltung setzt sich Ziele und stellt den Erfüllungsgrad messbar dar. Die Instandhaltung leistet einen positiven Beitrag zum Betriebsergebnis und erhält die Investitionen des Unternehmen.

Instandhaltungsmanagement

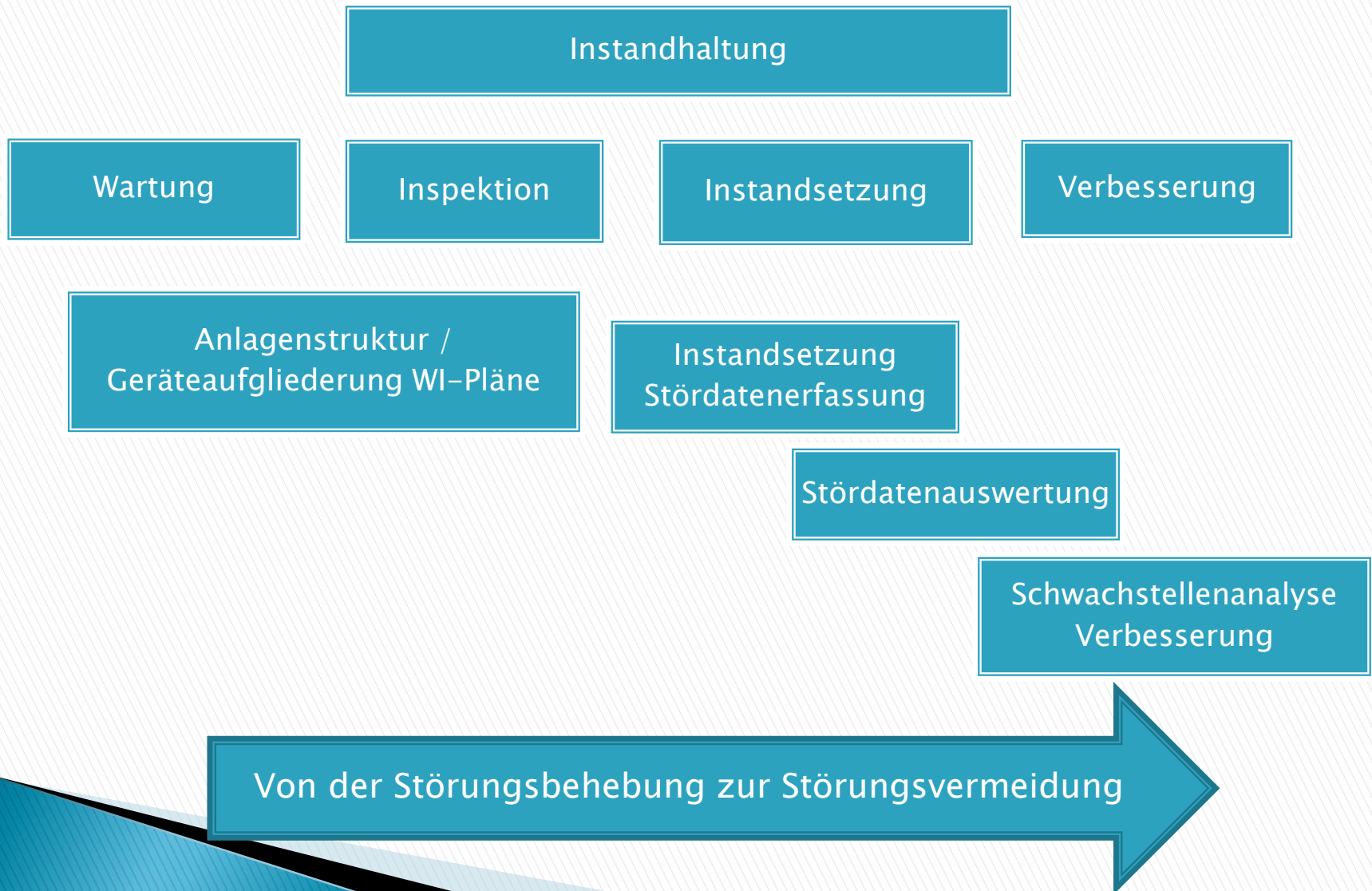


Instandhaltungskonzept

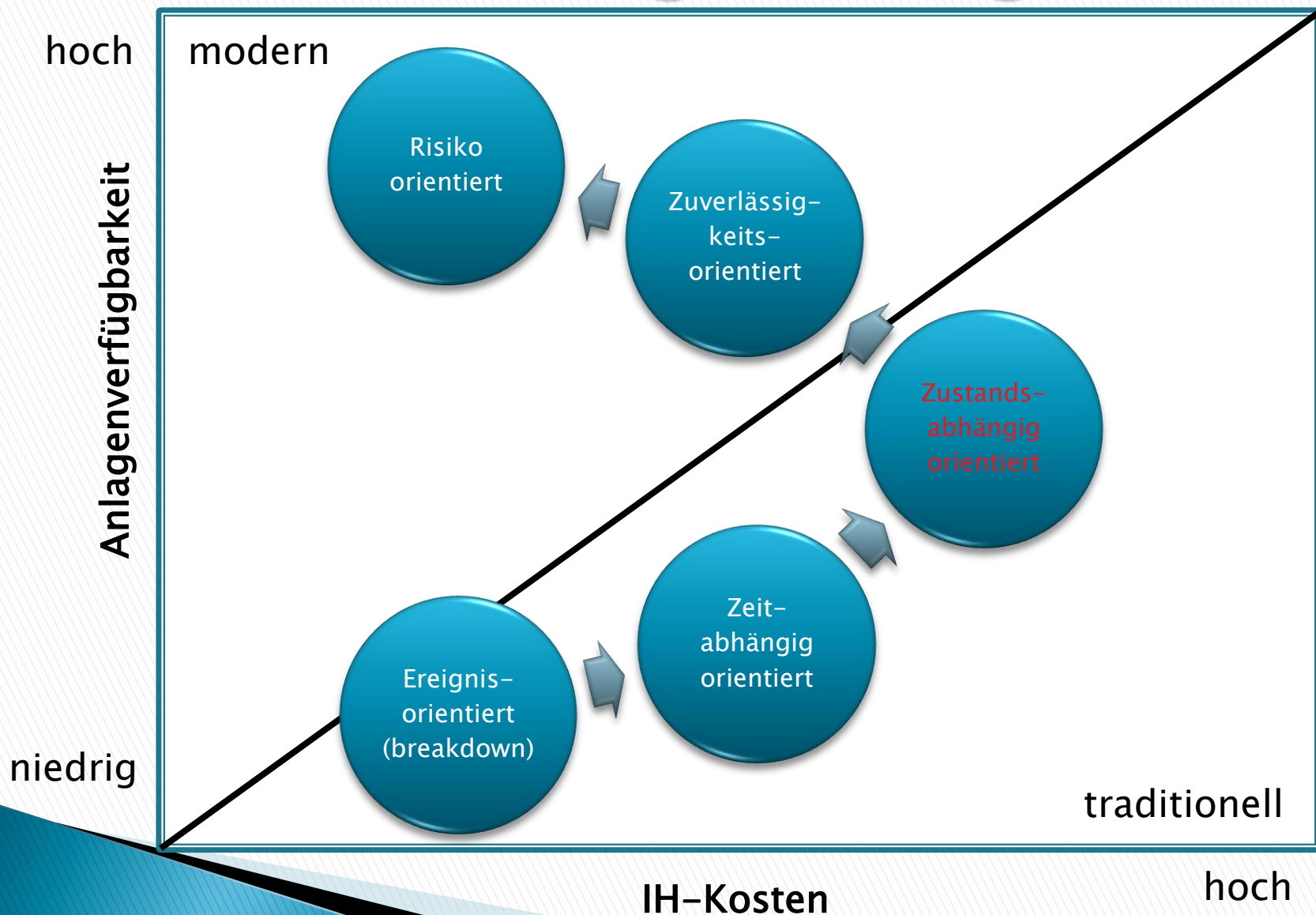


Instandhaltung mit System

Prediktive Maintenance



Instandhaltungsstrategien



Instandhaltungsstrategien

Ereignisorientierte Instandsetzung
(breakdown maintenance)



Produktionsausfälle und Unfälle
sind nicht vermeidbar

Zeitabhängige Wartung
(preventive maintenance)



Erhöhter Aufwand durch
unnötige Instandsetzung
(Materiallebensdauer)

Zustandsabhängige Instandhaltung
(predictive maintenance)



Instandhaltung zum richtigen
Zeitpunkt durch technische
Diagnostik
(condition monitoring)

Zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung
(reliability centered maintenance RCM)



Instandhaltung wird geplant nach
Zuverlässigkeitserwartungen
(Prognose ähnlich FMEA,
aufwendig, wenig geeignet)

Risikoorientierte Instandhaltung
(risk based maintenance (RBM))



Geplante Instandhaltung auf der
Basis gemessener Ausfalldaten,
Statistiken, Prognoseverfahren
und Inspektionsberichten

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Erfassungs- und Berechnungsbeispiel der Bruttoanlageneffektivität (OEE)

Gesamtbetriebszeit (24 Stunden)
 -Nicht vorgesehener Betrieb (1 Schicht weniger)
 -Geplante Stillstandszeit (Wartung)

Ergibt Belegungszeit
 -Rüst- und Einstellvorgänge

Ergibt Betriebszeit
 -ungeplante Stillstandszeit (technische Störung)

Ergibt Nettobetriebszeit
 -Leerlauf, Stopps, kein Auftrag

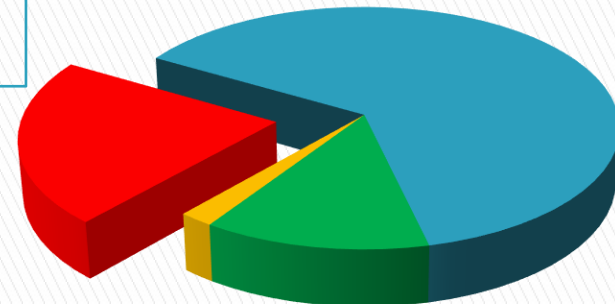
Ergibt nutzbare Betriebszeit
 -Prozessfehler, Ausschuss

Ergibt Nettoproduktivitätszeit „Anlage läuft“

Min
 1440
 -480
 -60
 900
 -45
 855
 -20
 835
 -80
 755
 -10
 745



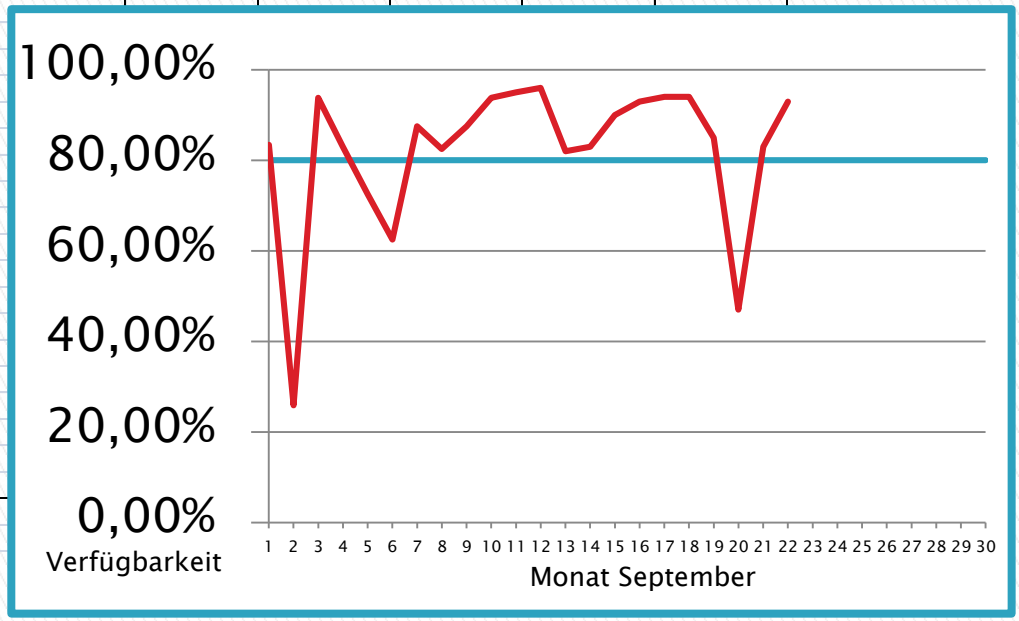
- Nutzungszeit 63%
- Rüstzeit 13%
- Wartung 2%
- Störung 22%



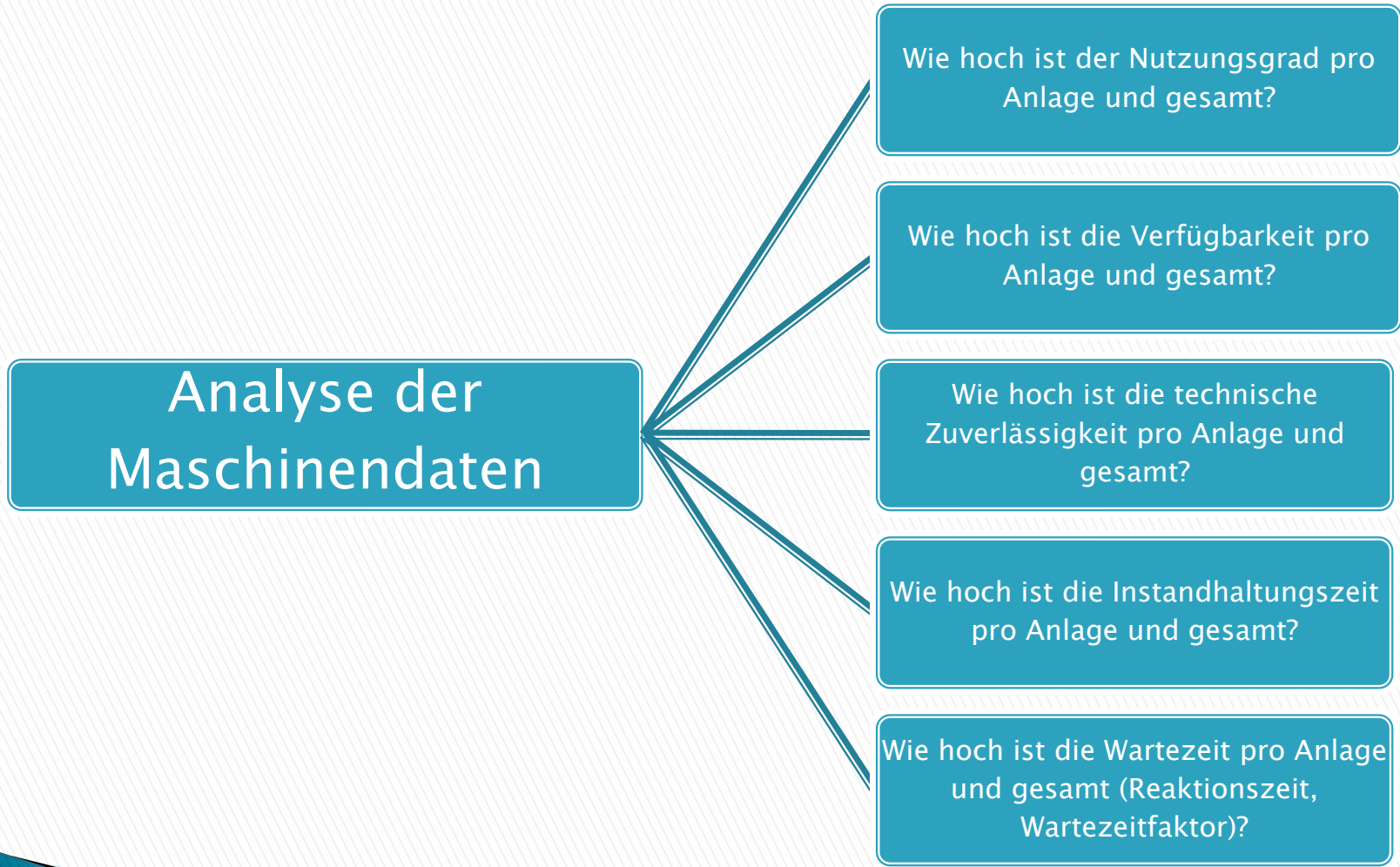
KW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Belegungszeit [h]	51,00	55,45	43,50	61,50	53,25	60,75	52,50	69,00	64,10	80,00
Nutzungszeit [h]	32,81	37,16	25,01	43,98	39,63	40,17	35,07	45,32	37,11	50,33
Rüstzeit [h]	9,64	9,64	9,09	9,67	8,67	10,18	9,43	8,63	8,54	10,07
Wartungszeit [h]	0,15	1,00	3,00	0,35	0,75	0,15	1,50	2,85	3,05	1,95
Störungszeit [h]	8,40	10,35	6,40	7,50	4,20	10,25	6,50	12,20	15,40	17,65
Nutzungsgrad	64%	67%	57%	72%	74%	66%	67%	66%	58%	63%
Technische Verfügbarkeit	80%	78%	80%	85%	90%	80%	84%	79%	71%	74%

Maschinenlogbuch Beispiel

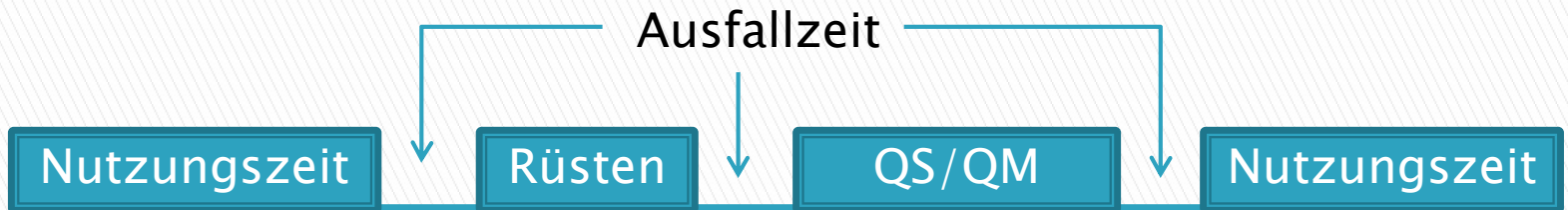
DMU_70		Kostenstelle			Inventar-Nr.					
Datum	Gesamtzeit [h]	Produktion	Rüsten	technische Störung	geplante Wartung	geplanter Stillstand	org. Störung	Nutzungszeit	Nutzungsgrad	technische Verfügbarkeit
Event		1	2	3	4	5	6			
01.09.2004	24,00	20,00	2,10	1,90				24,00	83,40%	91,30%
02.09.2004	24,00	5,70	1,50	13,80		2,00	1,00	22,00	25,90%	29,20%
03.09.2004	16,00	15,00	1,00					16,00	93,80%	100%
04.09.2004	0,00							0,00		
05.09.2004	0,00							0,00		
06.09.2004	24,00	15,00	1,00	7,50			0,50	24,00	62,50%	66,70%
07.09.2004	24,00	21,00	1,50		1,50			24,00	87,50%	93,30%
08.09.2004	24,00	18,80	2,00	2,20				24,00	82,50%	90%
09.09.2004	24,00	21,00	1,50	1,50				24,00	87,50%	93,30%
10.09.2004	16,00	15,00	1,00					16,00	93,80%	100%
11.09.2004	0,00							0,00		
12.09.2004	0,00									
13.09.2004	24,00	23,00	1,00							
14.09.2004	24,00	19,70	1,50	0,80						
15.09.2004	24,00	20,00	2,00							
16.09.2004	24,00	18,00	1,50	0,50						
17.09.2004	16,00	12,60	1,00							
18.09.2004	0,00									
19.09.2004	0,00									
20.09.2004	24,00	22,50	1,00	0,50						
21.09.2004	24,00	18,50	1,40	0,50						
22.09.2004	24,00	11,20	2,00	10,80						
23.09.2004	24,00	20,00	1,50							
24.09.2004	16,00	15,00	1,00							
25.09.2004	0,00									
26.09.2004	0,00									
27.09.2004	0,00									
28.09.2004	0,00									
29.09.2004	0,00									
30.09.2004	0,00									
Summe	400,00	313,00	25,50	40,00						
	100%	78,20%	6,40%	10,00%						



Analyse der Maschinendaten als Grundlage für Prediktive Maintenance



VDI 3423, VDI 3649, VDI/VDE 2189 und DIN 40041



Betrachtungszeit

Belegungszeit Geplanter Stillstand, z.B. Wochenende

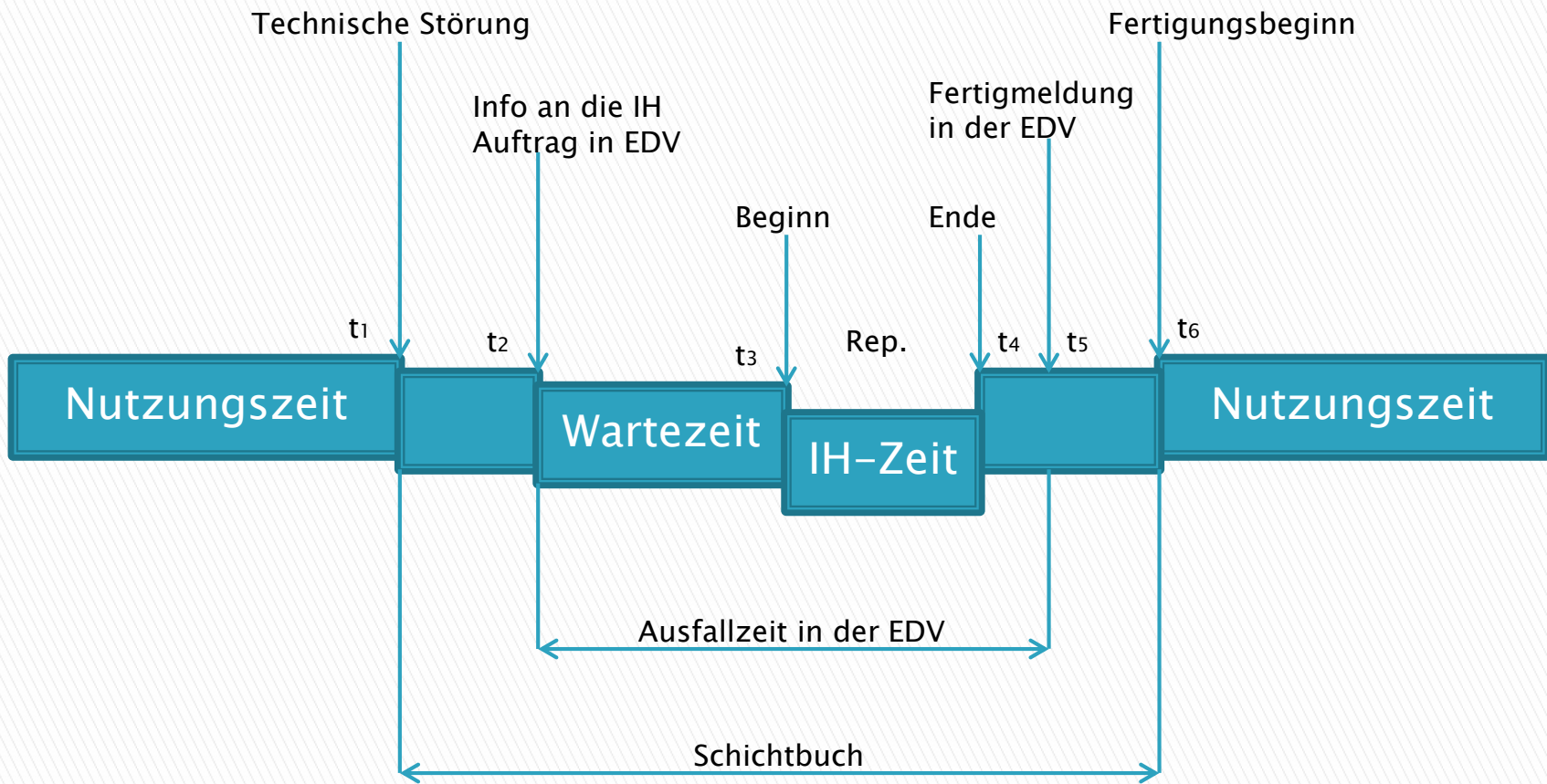
Nutzungszeit Ausfallzeit

$$\text{Nutzungsgrad} = \frac{\text{Nutzungszeit}}{\text{Belegungszeit}}$$

Nutzungszeit Wartezeit IH-Zeit

$$\text{Technische Verfügbarkeit} = 1 - \frac{\text{IH-Zeit}}{\text{Belegungszeit}}$$

Probleme der Zeiterfassung



Controllingdaten

Input

1. Belegungszeit
2. Nutzungszeit
3. Ausfallzeit
4. Anzahl der Störungen
5. Instandhaltungszeit
6. Instandhaltungskosten
7. Stillstandskosten
8. Wertverlust
9. Ersatzteilkosten
10. Wiederbeschaffung

Output

1. Nutzungsgrad (N_G)
2. Verfügbarkeit (V_t)
3. Zuverlässigkeit (MTBF)
4. Stabilität (MTTR)
5. Mittlere Ausfallzeit (MDT)
6. Wartezeitfaktor (Organisation)
7. ABC-Analysen
8. Instandhaltungsbudget
9. Deckungsbeitrag
10. Ersatzteilbedarf

Benchmarking

Kennzahlen für die Instandhaltung

$$\text{IH - Kostenrate} = \frac{\text{IH - Kosten (gesamt)}}{\text{Wiederbeschaffungswert}}$$

$$\text{Fremdleistungsanteil} = \frac{\text{Kosten Fremdleistung}}{\text{IH - Gesamtkosten}}$$

$$\text{Eigenleistungsanteil} = \frac{\text{Kosten Eigenleistung}}{\text{IH - Gesamtkosten}}$$

$$\text{Materialkostenanteil} = \frac{\text{Materialkosten}}{\text{IH - Gesamtkosten}}$$

$$\text{Zuverlässigkeit MTBF} = \frac{\sum \text{Nutzungszeit}}{\sum \text{Ausfälle}}$$

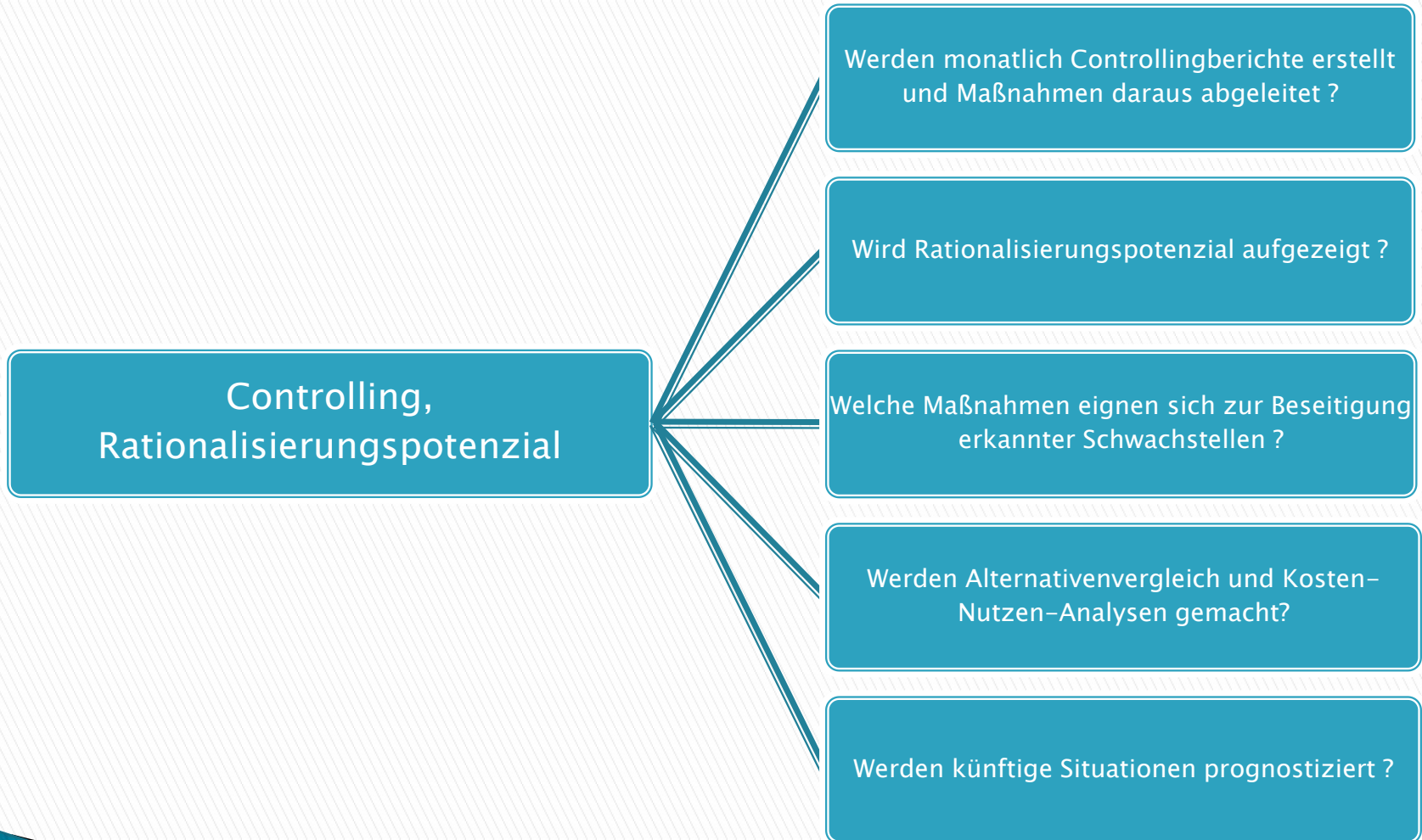
$$\text{Wartbarkeit MTTR} = \frac{\sum \text{IH - Zeit}}{\sum \text{Ausfälle}} \quad \text{MDT} = \frac{\sum \text{Ausfallzeit}}{\sum \text{Ausfälle}}$$

$$\text{Nutzungsgrad NG} = \frac{\sum \text{Nutzungszeit}}{\sum \text{Belegungszeit}}$$

$$\text{Verfügbarkeit V} = \frac{\sum \text{Nutzungszeit}}{\sum \text{Nutzungszeit} + \sum \text{IH - Zeit}}$$

$$V = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Controlling



Controllingbericht

Die Betriebsdaten (BDE) und Instandhaltungsdaten werden in einem Controllingbericht aufgelistet und in regelmäßigen Abständen aktualisiert (wöchentlich, monatlich etc.)

Controllingbericht Beispiel

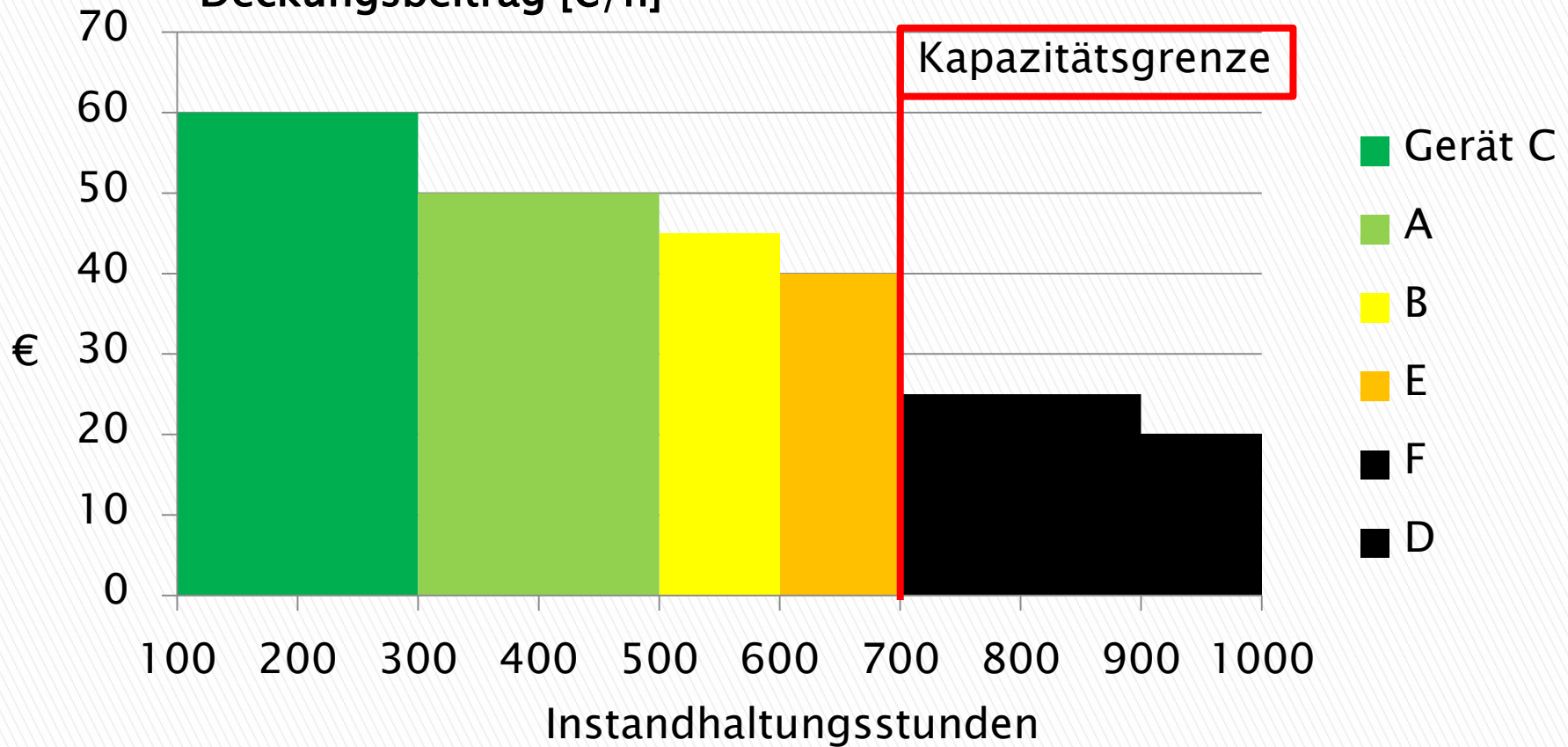
Equi Nr.	Bezeichnung	IH-Kosten [€]	Anzahl Ausfälle	Belegungszeit [h]	Nutzungszeit [h]	Ausfallzeit [h]	IH-Zeit [h]	MTBF [h]	MDT [h]	MTTR [h]	NG	Vt	IH-Kosten / Ausfall	IH-Kosten / Betriebsstd.
DW02	Dieselwagen	12.556	19	--	2.286,0	811,2	163,4	120,3	42,7	8,6	73,8%	93,3%	660,84 €	5,49 €
ES02	Elektrostapler	9.223	11	--	1.887,6	905,0	100,9	171,6	82,3	9,2	67,6%	94,9%	839,36 €	4,89 €
NC04	Portal-Fräsmaschine	96.500	180	5250	2900,6	1.700,4	1.250,2	16,1	9,4	6,9	55,2%	69,9%	536,11 €	33,27 €
NC05	5-Achsen Fräsmaschine	89.660	140	4770	2.720,0	910,0	340,4	19,4	6,5	2,4	57,0%	88,9%	640,43 €	32,96 €

Instandhaltungskosten, Budget



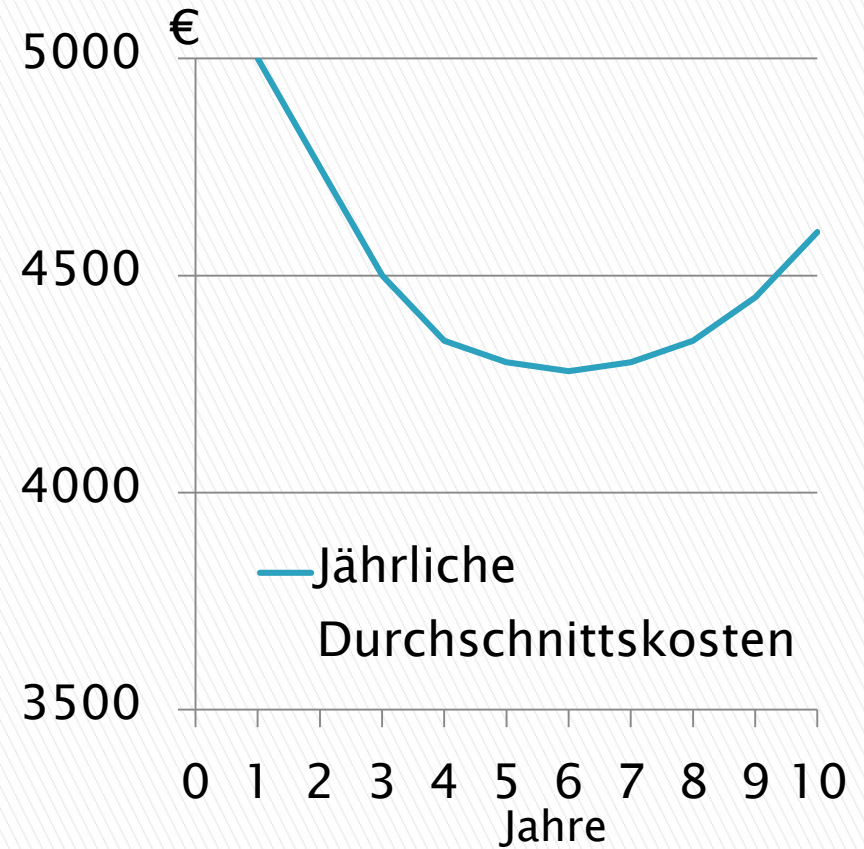
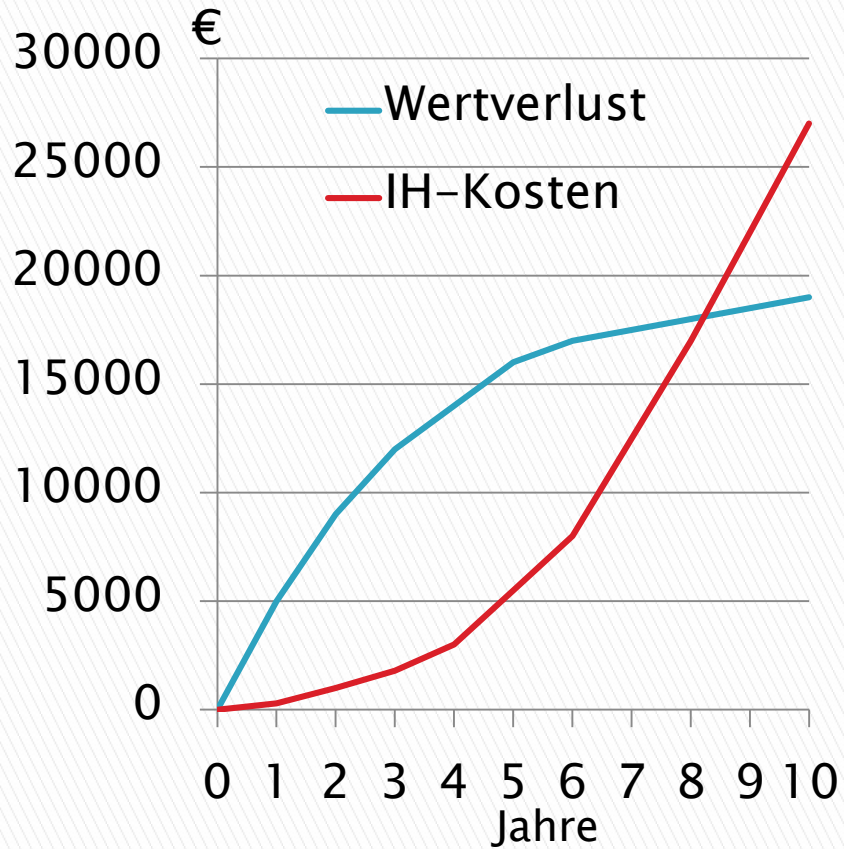
Deckungsbeitrag in der IH

Deckungsbeitrag [€/h]



$$\text{Deckungsbeitrag} = \frac{\frac{\text{Ausfall}}{\text{Folgekosten}} - \text{Instandhaltungskosten}}{\text{Instandhaltungszeit}}$$

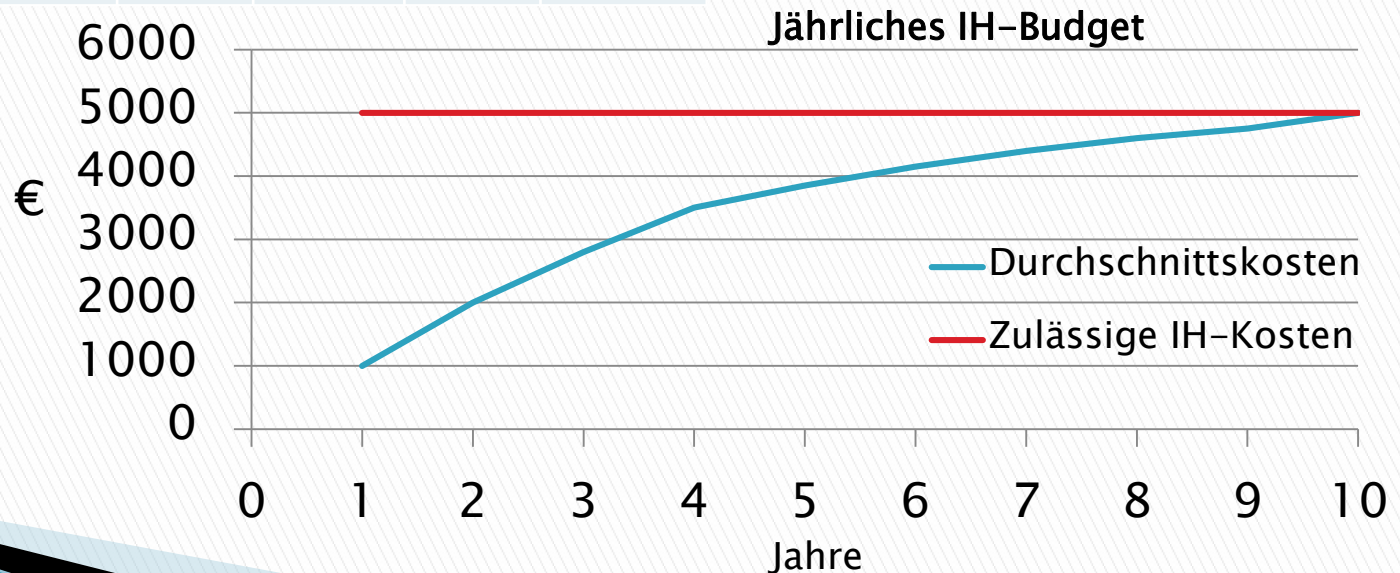
Instandhaltungskosten, Budget



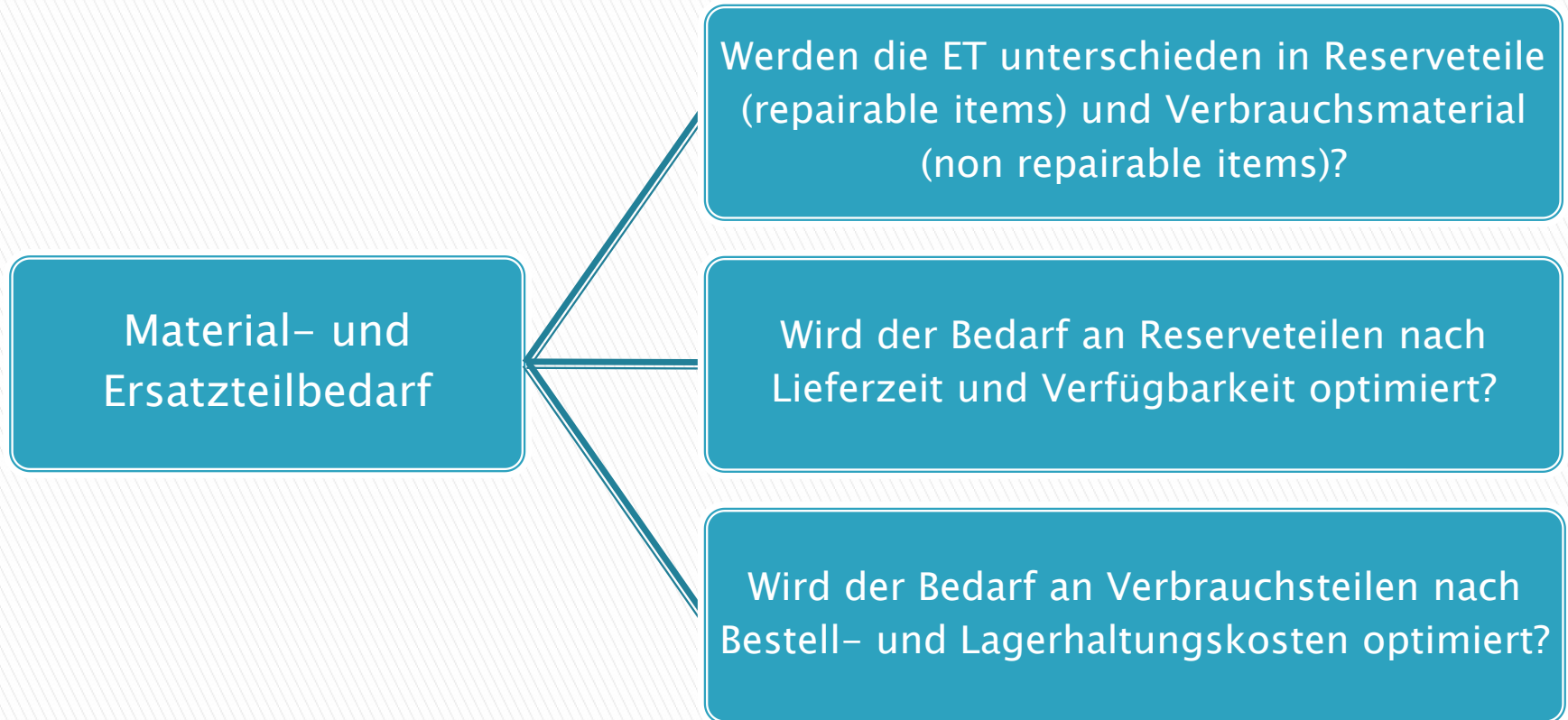
Instandhaltungskosten, Budget

	Zeitwert	Wertverlust	WV _k	IHK	IHK _k	DK	Zul. IHK
0	25.000,00		0,00				
1	20.000,00	5.000,00	5.000,00		0,00	5.000,00	1.000,00
2	15.000,00	4.000,00	9.000,00	1.000,00	1.000,00	5.000,00	2.000,00
3	11.000,00	3.000,00	12.000,00	2.000,00	3.000,00	5.000,00	2.800,00
4	8.000,00	2.200,00	14.200,00	2.800,00	5.800,00	5.000,00	3.400,00
5	5.800,00	1.600,00	15.800,00	3.400,00	9.200,00	5.000,00	3.840,00
6	4.200,00	1.160,00	16.960,00	3.840,00	13.040,00	5.000,00	4.160,00
7	3.040,00	840,00	17.800,00	4.160,00	17.200,00	5.000,00	4.392,00
8	2.200,00	608,00	18.408,00	4.392,00	21.592,00	5.000,00	4.560,00
9	1.592,00	440,00	18.848,00	4.560,00	26.152,00	5.000,00	4.681,60
10	1.152,00	318,40	19.166,40	4.681,60	30.833,60	5.000,00	5.000,00
11			19.166,40				

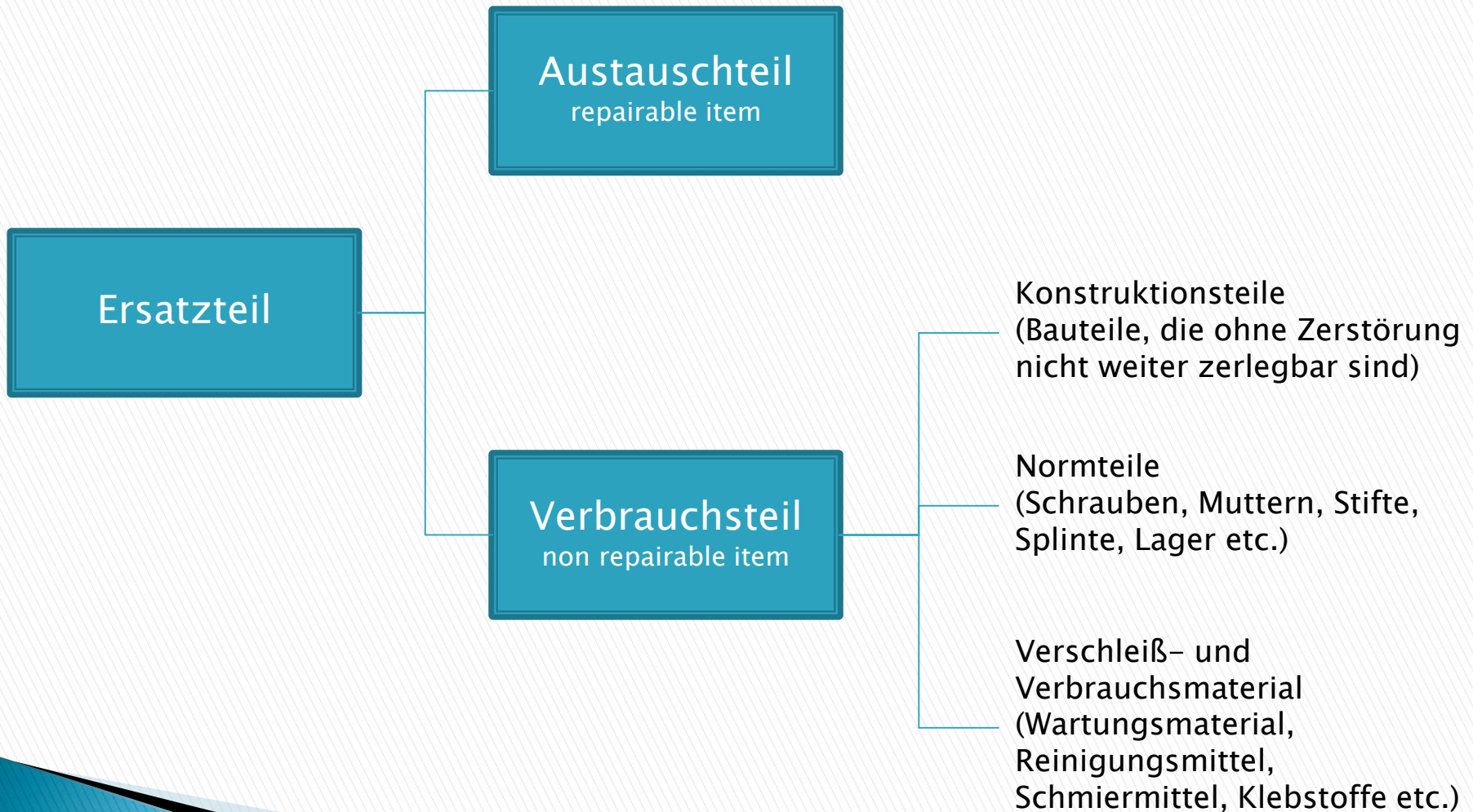
Anschaffungswert 25.000 €
Abschreibung 20%



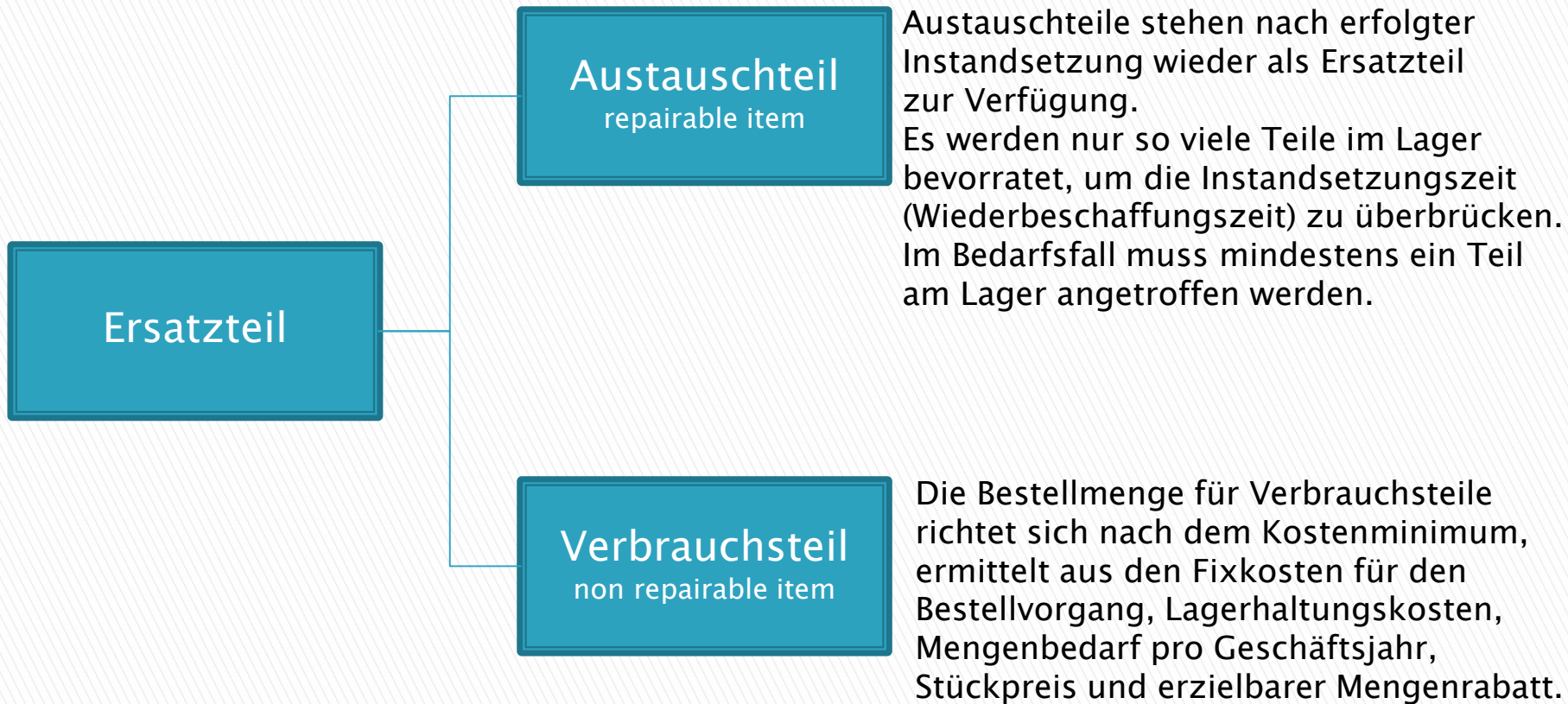
Ersatzteilbedarf



Ersatzteilmanagement (Disposition, Lagerhaltung)

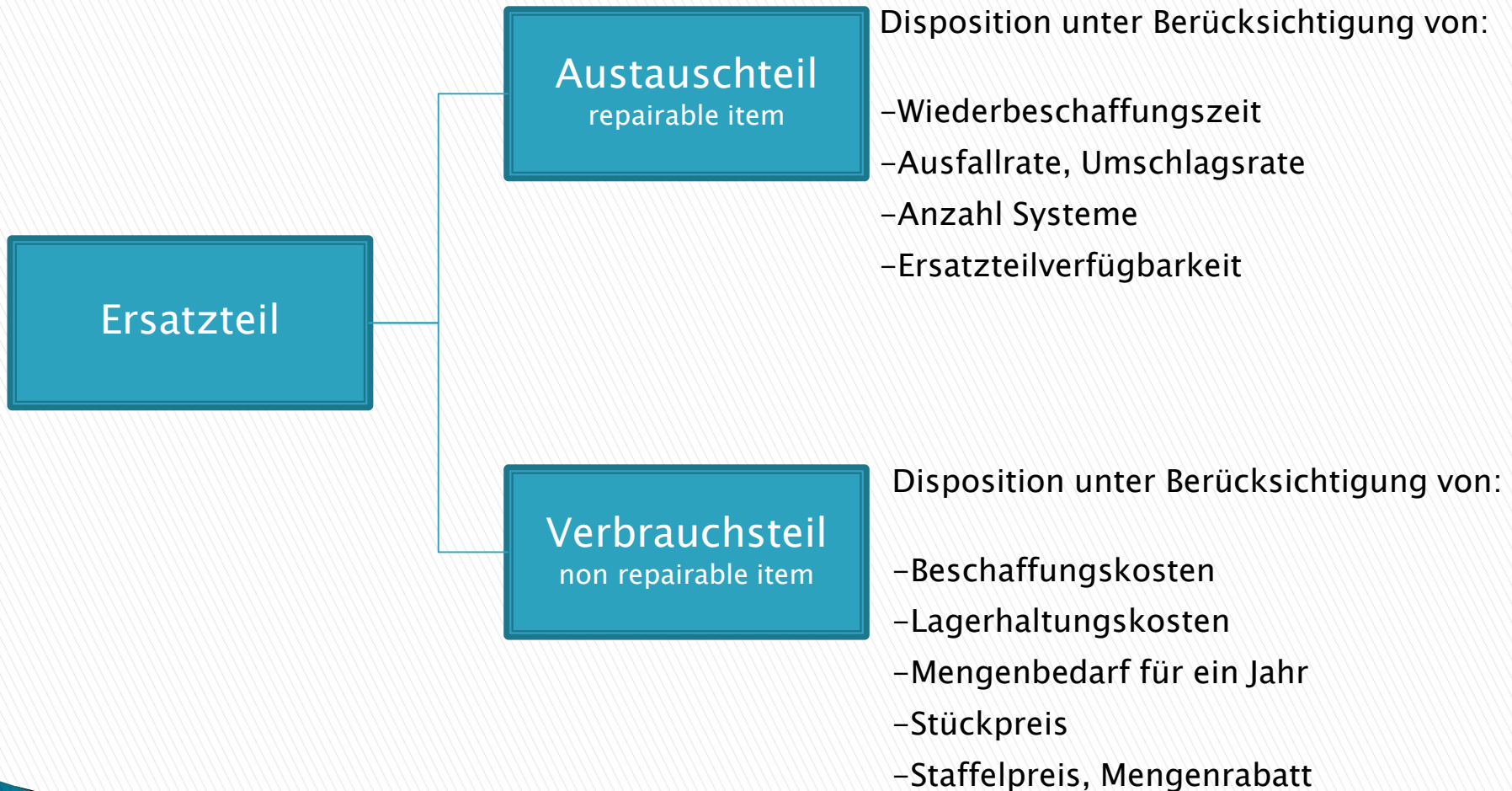


Ersatzteilmanagement (Disposition, Lagerhaltung)



(Der Ersatzteilerstbedarf beträgt ca. 1,5–3% vom Invest.
Der jährliche Folgebedarf beträgt ca. 20% vom Erstbedarf)

Ersatzteilmanagement (Disposition, Lagerhaltung)



Checkliste

Instandhaltungs-
management

Instandhaltungs-
konzept

Instandhaltungs-
konzept

Instandhaltungs-
konzept

Instandhaltungs-
konzept

Instandhaltungs-
konzept

Wie hoch ist der Anteil von geplanter und störungsbedingter IH?

Wie hoch ist der Anteil von autonomer und zentraler IH (online, offline)?

Sind Wartungszyklen in Wartungsplänen aufeinander abgestimmt (harmonisiert)?

Werden IH-Maßnahmen dokumentiert (Feed-back, Historie, Wissensdatenbank)?

Ist die Zuordnung autonome IH, zentrale IH und Gerätehersteller dokumentiert (Organisation)?

Ist die IH nach den Prämissen kurze Stillstandszeiten und geringe Kosten organisiert (Strategie)?

Wie hoch ist der Nutzungsgrad pro Anlage und insgesamt?

Wie hoch ist die Verfügbarkeit pro Anlage und insgesamt?

Wie hoch ist die technische Zuverlässigkeit pro Anlage und insgesamt?

Wie hoch ist die Instandhaltungszeit pro Anlage und insgesamt?

Wie hoch ist die Wartezeit pro Anlage und insgesamt (Reaktionszeit, Wartezeitfaktor)?

Wird Rationalisierungspotenzial aufgezeigt (Verfügbarkeitskiller, Kostentreiber)?

Welche Maßnahmen eignen sich zur Beseitigung erkannter Schwachstellen (KVP)?

Werden Alternativenvergleich und Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt?

Werden künftige Situationen prognostiziert (Wenn-Dann-Analysen, Entscheidungshilfen)?

Werden monatlich Controllingberichte erstellt und Maßnahmen daraus abgeleitet (Verdichtung auf Geschäftsbericht, Handlungsbedarf)?

Wie hoch sind die IH-Kosten pro Gewerk, pro Anlage und insgesamt?

Wie hoch ist die IH-Kostenrate (Benchmarking)?

Wie hoch ist der Deckungsbeitrag in der IH (make or buy)?

Wird das IH-Budget nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorgegeben (degressiver Wertverlust, progressive IH-Kosten)?

Wird der Bedarf an Reserveteilen nach Lieferzeit und Verfügbarkeit optimiert?

Wird der Bedarf an Verbrauchsteilen nach Bestell- und Lagerhaltungskosten optimiert?

Werden die ET unterschieden in Reserveteile (repairable items) und Verbrauchsteile (non repairable items)?