



# Lagerstrategien und Bestandsdimensionierung von Ersatzteilen

Björn Schweiger

# Agenda

---

- Vorstellung des Fraunhofer IML
- Strategien der Materialwirtschaft
- ERBORAS – Ersatzteilbevorratung unter Risikoaspekten

# Das Fraunhofer IML

## Daten und Fakten

---

- Gegründet 1981
- 190 Wissenschaftler/-innen
- 200 Studententische Mitarbeiter/-innen
- 19 Mio. € Umsatz, davon 50% Aufträge aus der Wirtschaft
- Außenstellen und Projektzentren in Cottbus, Frankfurt am Main, Hamburg, Prien / Chiemsee
- Kooperationen mit HSG St. Gallen (Schweiz), Georgia Tech (USA), Lissabon (Portugal), Shanghai (China), Rio de Janeiro (Brasilien)



# Die Abteilung Instandhaltungslogistik Dienstleistungsfelder

## VERBESSERUNG DER PROZESSE IN DER INSTANDHALTUNG

---

Auswahl von  
Instandhaltungs-  
strategien

Diagnose- und  
Prognoseverfahren

Risikobasierte  
Instandhaltung

TPM (ganzheitliche Pro-  
duktionsverbesserung)

## VERBESSERUNG DER PROZESSE IM ERSATZTEILWESEN

---

Strategien für  
Beschaffung, Disposition,  
Lagerhaltung

Zentrale und dezentrale  
Lagerhaltung

Barcode und RFID

**E-commerce**

## FABRIK- UND LAGERPLANUNG

---

Materialfluss- und  
Layoutentwicklung

Automatisierungs-  
konzepte

Feinplanung und  
Realisierungsbegleitung

Ausschreibung Gebäude,  
Lager- und Fördertechnik

## DIENSTLEISTUNGS- ENTWICKLUNG/ OUTSOURCING

---

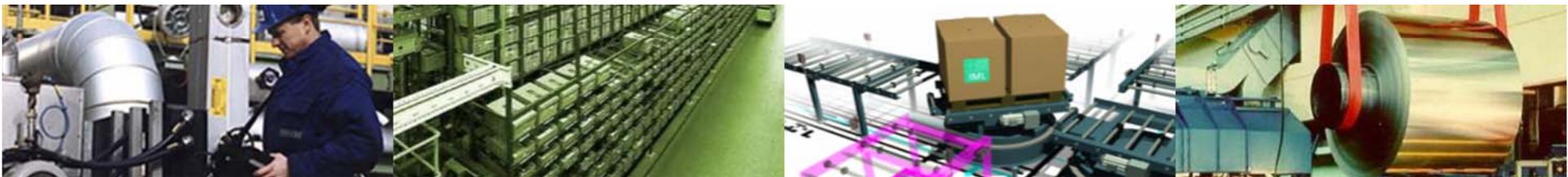
Marktrecherche

Identifikation relevanter  
Prozesse und  
Kennzahlen

Ausschreibung und  
Angebotsbewertung

Vertragsgestaltung

Realisierungsbegleitung



# Condition Monitoring Labor

Zustandsüberwachung und -prognose von Intralogistiksystemen



Intralogistikanlage zur Erprobung von Technologien

# Agenda

---

- Vorstellung des Fraunhofer IML
- Strategien der Materialwirtschaft
- ERBORAS – Ersatzteilbevorratung unter Risikoaspekten

# Baukasten Strategien der Materialwirtschaft

Beschaffung	Lagerung		Entnahme	Reparatur
<b>Element B1:</b> Bestellung vom Einkauf mit Material-Stammdaten	<b>Element L1:</b> Lagerung im zentralen Lager mit Bestandsführung	<b>Element L5:</b> Lagerung beim Lieferanten	<b>Element E1:</b> Warenausgabe/-entnahme auf Auftrag	<b>Element R1:</b> Eigene Reparatur
<b>Element B2:</b> Bestellung vom Einkauf ohne Material-Stammdaten	<b>Element L2:</b> Lagerung im zentralen Lager ohne Bestandsführung	<b>Element L6:</b> Lagerung vor Ort durch Lieferant organisiert	<b>Element E2:</b> Warenausgabe/-entnahme auf Kostenstelle	<b>Element R2:</b> Externe Reparatur
<b>Element B3:</b> e-Katalog-Bestellung durch den Bedarfsträger	<b>Element L3:</b> Lagerung an dezentralem Lagerort mit Bestandsführung	<b>Element L7:</b> Konsignationslager	<b>Element E3:</b> Warenausgabe mit Vorab- Reservierung	<b>Element R3:</b> Nicht reparaturfähig
<b>Element B4:</b> Beschaffung inkl. Bestandsführung durch Lieferant	<b>Element L4:</b> Lagerung an dezentralem Lagerort ohne Bestandsführung	<b>Element L8:</b> Außenlager	<b>Element E4:</b> Warenentnahme ohne Buchung / Sofortverbrauch	<b>Element R4:</b> Reparatur bei Bedarf, Bevorratung der instand-zusetzenden Artikel

# Strategien der Materialwirtschaft

## ■ Strategieelemente Beschaffung:

Strategie		Vorteil	Geeignete Teilegruppen	Prozesskosten
<b>B1</b>	Bestellung vom Einkauf mit Materialstammdaten	Kosten- und Bestandskontrolle	A-/ B-Teile, X-/ Y-Teile	mittel
<b>B2</b>	Bestellungen vom Einkauf ohne Materialstammdaten	Kein Aufwand für das Anlegen von Materialstammdaten	Teile mit hohem Wert u. sehr geringer Häufigkeit, normal nicht lagerhaltig	hoch
<b>B3</b>	e-Katalog-Bestellung durch den Bedarfsträger	Keine eigene Lagerhaltung, schnelle und einfache Abwicklung	C-Teile, Y- / Z-Teile, Werkzeuge	gering
<b>B4</b>	Beschaffung inkl. Bestandsführung durch Lieferant	Kein Bestell-/ Bestandsführungsaufwand, kein Bestandsrisiko, keine direkten Bestandskosten	C-Teile mit geringem Wert, aber auch Schnelldreher aus dem Standardsortiment	gering

# Strategien der Materialwirtschaft

## ■ Strategieelemente Lagerung (1):

Strategie		Vorteil	Geeignete Teilegruppen	Prozesskosten
<b>L1</b>	Lagerung im zentralen Lager	Einfachere Prozesse für das ETW, Bestandskontrolle durch das Lagerpersonal	Alle, Y- / Z-Teile	mittel
<b>L2</b>	Lagerung im zentralen Lager ohne Bestandsführung	Geringe Kapitalbindungs- und Lagerkosten	C-Teile	gering
<b>L3</b>	Lagerung an dezentralem Lagerort mit Bestandsführung	Kurze Wege für die IH, schneller Zugriff	A- / B-Teile, X-Teile	hoch
<b>L4</b>	Lagerung an dezentralem Lagerort ohne Bestandsführung	Kurze Wege für die IH, kein Bestandsführungsaufwand	C-Teile	gering

# Strategien der Materialwirtschaft

## ■ Strategieelemente Lagerung (2):

Strategie		Vorteil	Geeignete Teilegruppen	Prozesskosten
<b>L5</b>	Lagerung beim Lieferanten	Kein Bestand, jedoch eine sichere Verfügbarkeit der Teile	Risikoersatzteile mit hohem Wert	mittel
<b>L6</b>	Lagerung vor Ort durch Lieferant organisiert	Keine Bestandskosten, direkte Verfügbarkeit	alle	gering
<b>L7</b>	Konsignationslager	keine direkten Lagerkosten, direkte Verfügbarkeit	A-/B-Teile	gering
<b>L8</b>	Außenlager (Scheune)	Geringe Lagerkosten	Geringe Häufigkeit, hohe Ausbauzeit	hoch

# Strategien der Materialwirtschaft

## ■ Strategieelemente Entnahmen:

Strategie		Vorteil	Geeignete Teilegruppen	Prozesskosten
<b>E1</b>	Warenausgabe/ -entnahme auf Auftrag	Kostenzuordnung zum IH-Auftrag / zur Anlage, Bestandskontrolle	A- / B-Teile	mittel
<b>E2</b>	Warenausgabe/ -entnahme auf Kostenstelle	Kostenzuordnung zur Kostenstelle, Bestandskontrolle	C-Teile	hoch
<b>E3</b>	Warenausgabe mit Vorab-Reservierung	Bereitstellung durch Lagerpersonal möglich, Verfügbarkeit des Materials kann geprüft werden	A- / B-Teile alle	mittel
<b>E4</b>	Warenentnahme ohne Buchung/ Sofortverbrauch	Schnelle Verfügbarkeit, geringen Aufwand für IH	C-Teile, X-Teile	gering

# Strategien der Materialwirtschaft

## ■ Strategieelemente Reparatur:

Strategie		Vorteil	Geeignete Teilegruppen	Prozesskosten
<b>R1</b>	Eigene Reparatur	Einsparungen gegenüber einem Neukauf	Teure Teile	mittel
<b>R2</b>	Externe Reparatur	Keine eigenen Personalkosten	Teure Teile	mittel
<b>R3</b>	Nicht reparaturfähig	Kein Reparaturaufwand, keine Teileprüfung	-	-
<b>R4</b>	Reparatur bei Bedarf, Bevorratung der instanzzusetzenden Artikel	Reparaturkosten nur bei Bedarf	Teure Teile	hoch

# Standardprozess

## Beschaffung

### Element B1:

Bestellung vom Einkauf mit Material-Stammdaten

Bei Entnahme und Entnahme-buchung des Artikels wird der Meldebestand unterschritten. Es wird automatisch eine Bestellanforderung generiert. Die anschließend in eine Bestellung umgesetzte wird.

## Lagerung

### Element L1:

Lagerung im zentralen Lager mit Bestandsführung

### Element L3:

Lagerung an dezentralem Lagerort mit Bestandsführung

Ware wird von WE-Mitarbeitern gebucht und eingelagert.

## Entnahme

### Element E1:

Warenausgabe/-entnahme auf Auftrag

### Element E3:

Warenausgabe mit Vorab- Reservierung

Lagermitarbeiter und Instandhalter können Material gegen Buchung entnehmen.

# Nicht disponiertes Material

## Beschaffung

### Element B1:

Bestellung vom Einkauf mit Material-Stammdaten

Manuelle Bestellung für Material mit Stammsatz ohne automatische Disposition (ND), ausschließlich bei unmittelbarem Bedarf.

## Lagerung

### Element L5:

Lagerung beim Lieferanten

keine Lagerung dieses Materials vor Ort, z. B. Rahmenvereinbarungen mit Lieferanten über Mindestmengen

## Entnahme

### Element E4:

Warenentnahme ohne Buchung / Sofortverbrauch

Sofortverbrauch bzw. direkte Weiterleitung der Materialien an die Instandhaltung

# e-Katalogmaterial

## Beschaffung

**Element B3:**  
e-Katalog-Bestellung  
durch den  
Bedarfsträger

Katalogbestellung für Material,  
das nicht disponiert wird.

## Lagerung

**Element L5:**  
Lagerung beim  
Lieferanten

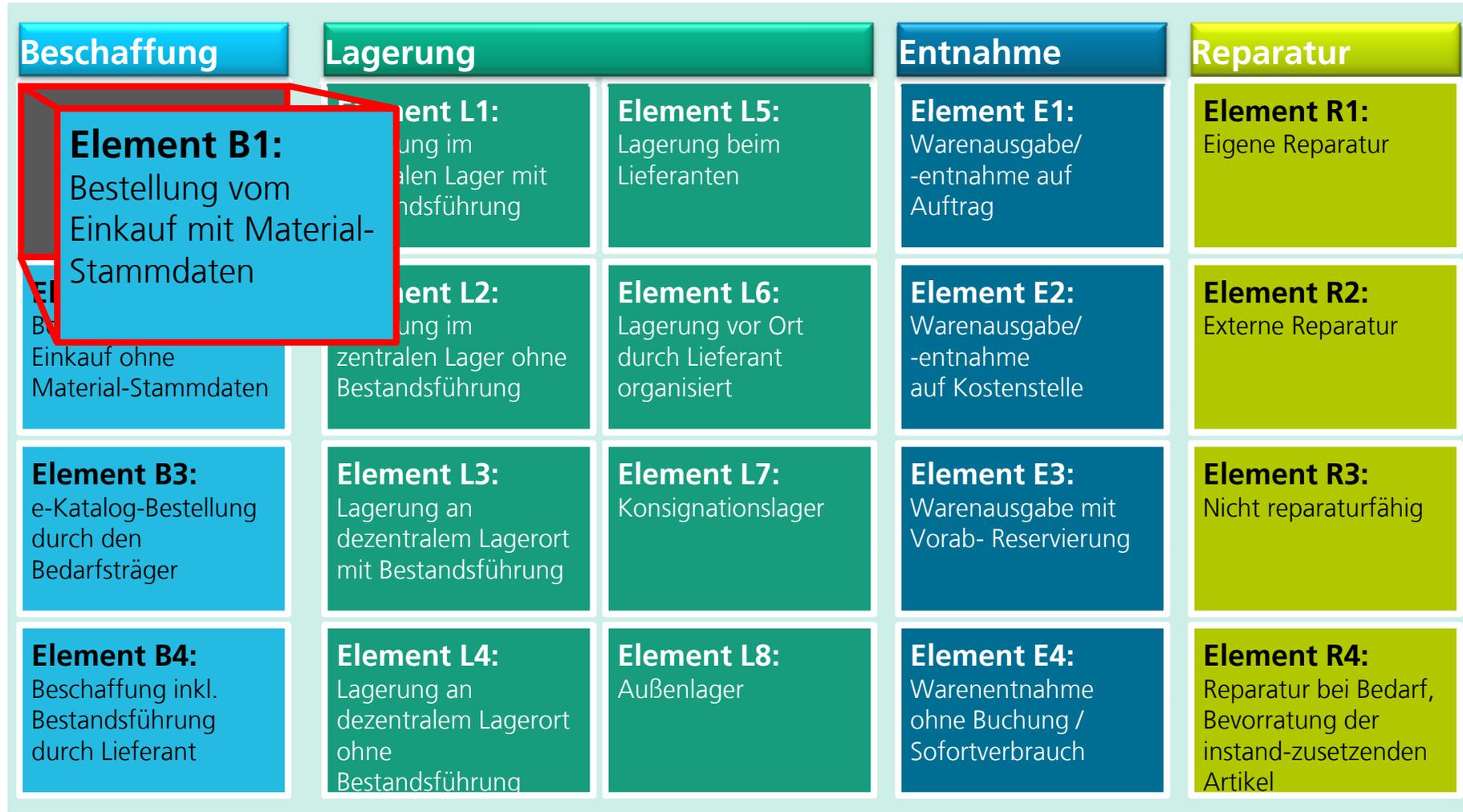
Katalogartikel haben (in der Regel)  
keinen (aktiven) Materialstamm im  
ERP-System und sind deshalb nicht  
bestandsgeführt.

## Entnahme

**Element E4:**  
Warentnahme  
ohne Buchung /  
Sofortverbrauch

Über die Bestellung ist bereits  
eine Kostenzuordnung gegeben.

# Strategie-Baukasten am Beispiel ERBORAS

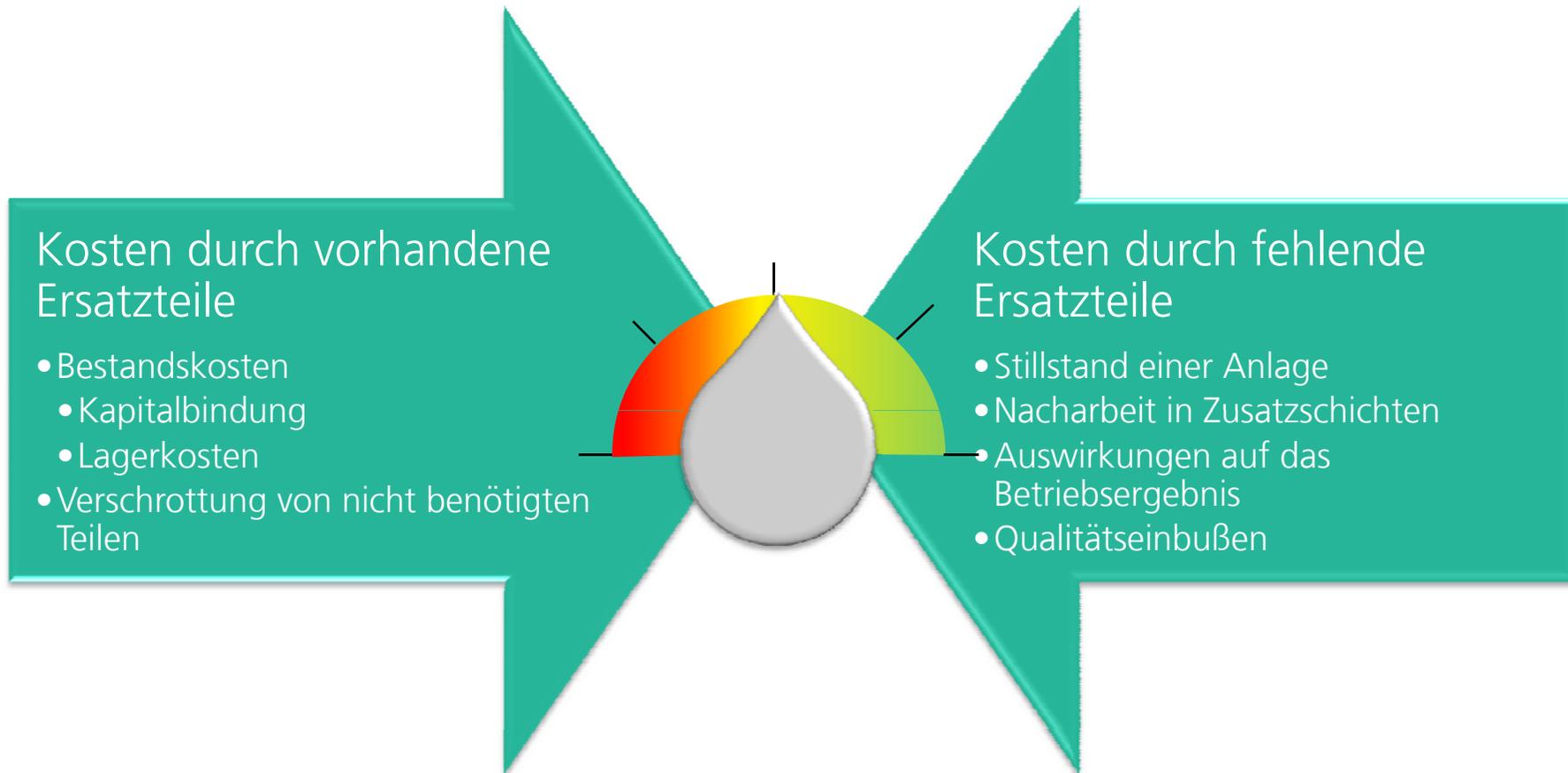


# Agenda

---

- Vorstellung des Fraunhofer IML
- Strategien der Materialwirtschaft
- ERBORAS – Ersatzteilbevorratung unter Risikoaspekten

# Kostenvergleich für Ersatzteile



# Ablauf der Ersatzteilplanung

---



# Ersatzteilplanung Schritt 1: Aufnahme der Linienstruktur

---

## Aufbau der Linie

- Seriell angeordnete Maschinen, die voneinander abhängig sind
- Parallel arbeitende Anlagen, die ggf. einen Teil der Arbeit übernehmen können
- Puffer innerhalb der Linie aus denen ggf. weiter produziert werden kann

## Verkettung der Maschinen

- Kopplung, z.B. durch installierte Fördertechnik
- Entkopplung und manueller Transport zwischen den Produktionsstufen

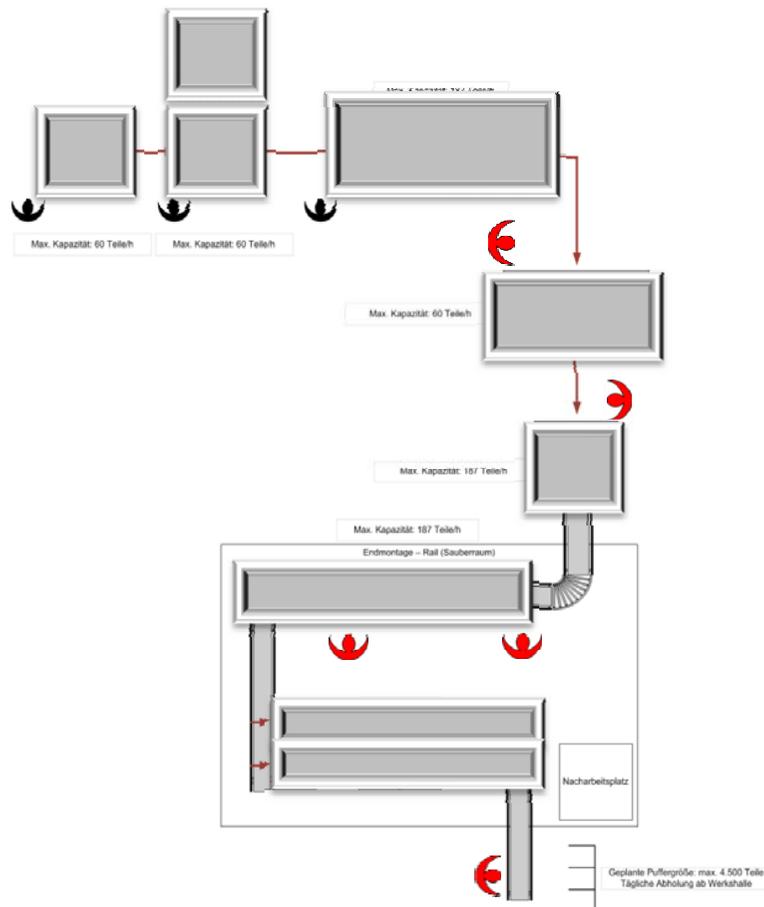
## Ermittlung der Kapazitäten

- Feststellen von Engpässen
- Anteilig mögliche Minderproduktion bei Ausfall einer Maschine (bei redundanten Anlagen)

## Mitarbeiterinsatz

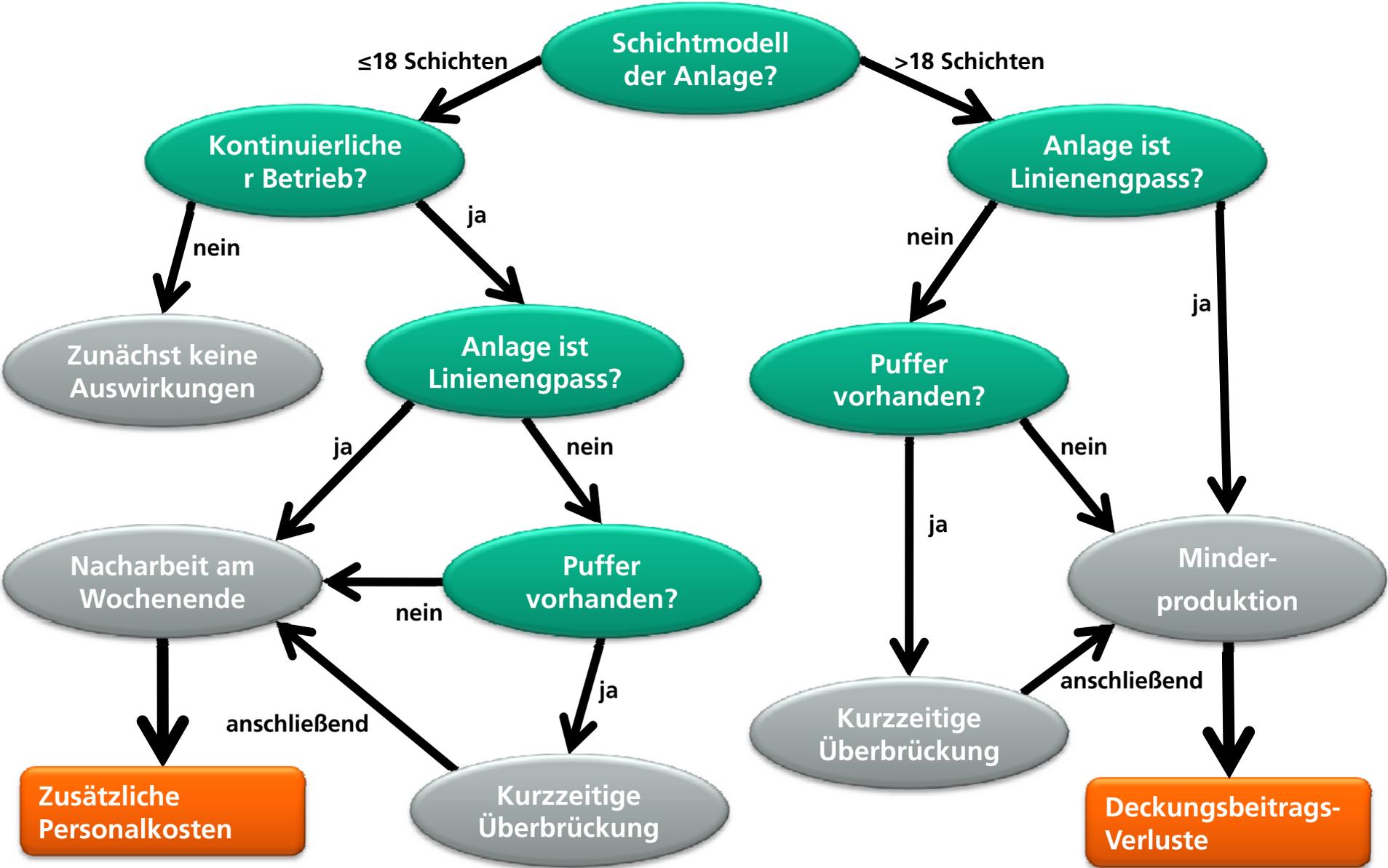
- Geplantes Schichtmodell an der Linie
- Geplante Mitarbeiter pro Maschine

# Ersatzteilplanung Schritt 1 (Beispiel): Struktur Produktionslinie

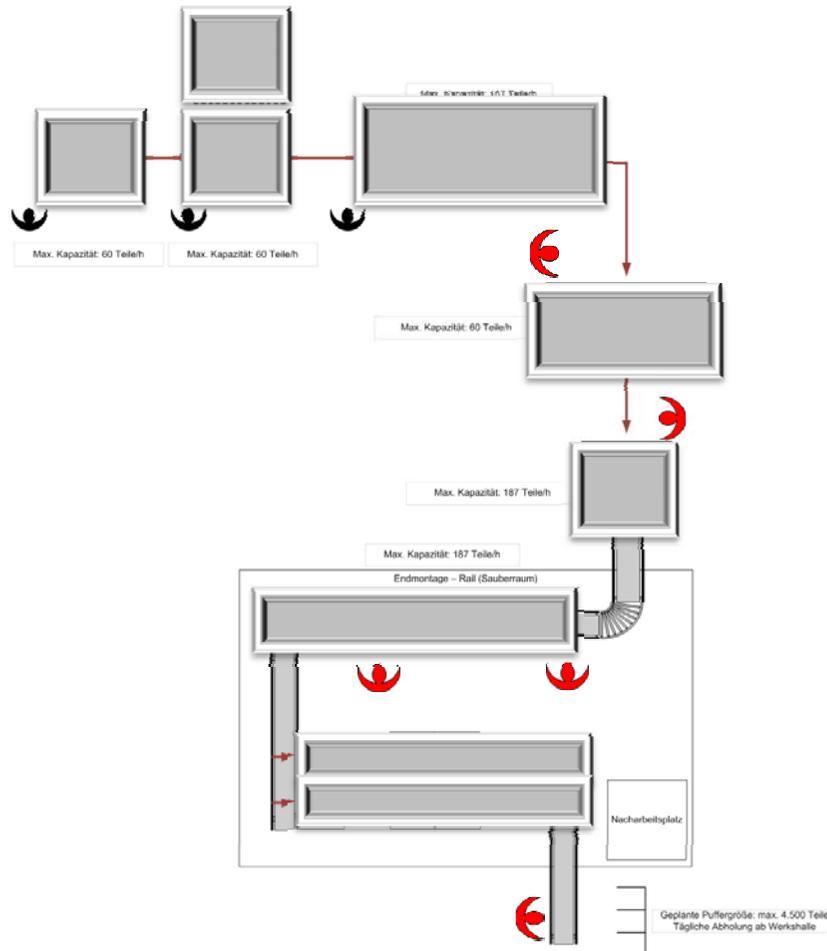


- Die Maschinen der Produktionslinie sind seriell angeordnet
  - Es bestehen keine Puffer vor den nachgelagerten Produktionsstufen
  - Die Platzverhältnisse in der Halle bieten die Möglichkeit Halbzeuge zwischen zu puffern
- Die Kapazität der Linie beträgt 60 Teile/h
  - Beschränkung durch vorgelagerte Anlagen
- Die Maschinen sind teils verkettet und teils entkoppelt
  - Zu Beginn werden die Produkte in Kisten manuell transportiert
  - Im letzten Abschnitt werden die Produkte über ein Förderband befördert
- An der Linie sind acht Mitarbeiter beschäftigt

# Ersatzteilplanung Schritt 2: Ermittlung der Stillstandskosten



# Ersatzteilplanung Schritt 2 (Beispiel): Stillstandskosten

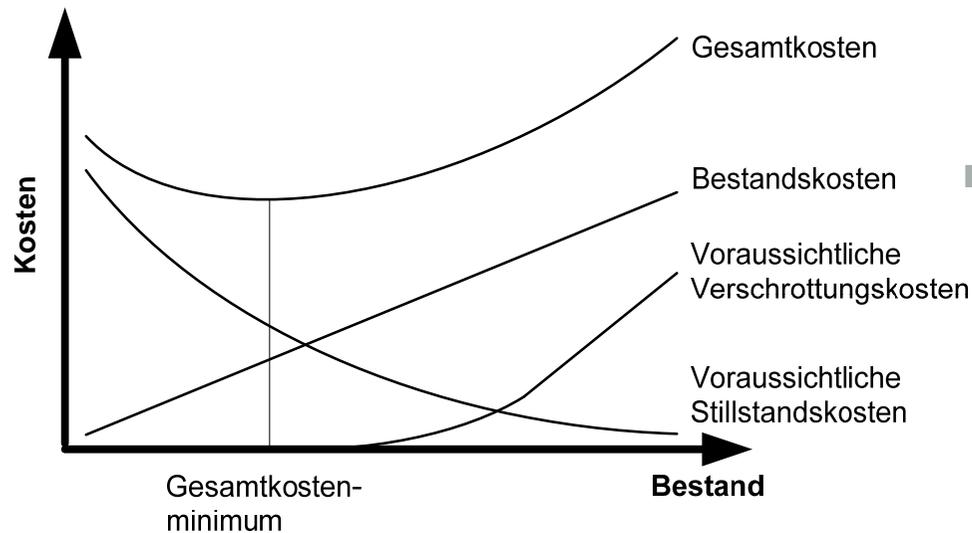


Die Arbeit muss in einer zusätzlichen Schicht nachgearbeitet werden

- Von einem Stillstand sind fünf Mitarbeiter betroffen
- Die Mitarbeiter an den vorgelagerten Maschinen können weiterarbeiten; die Waren werden zwischengelagert
- Die Kosten für einen Mitarbeiter betragen: 25 €/h
- Der Schichtzuschlag für Sonntagsarbeit beträgt 1,5
- **Die Gesamtkosten für die Nacharbeit einer Stunde Produktionsstillstand betragen somit: 187,50 €**

Die Kosten von Auswirkungen auf weitere Produktionsstufen werden nicht betrachtet.

# Erstplanung Schritt 3: Ersatzteilauswahl und Bestandsermittlung



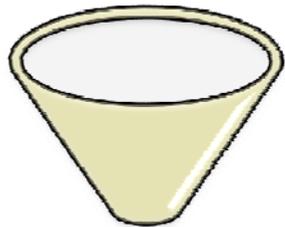
- Abwägen der Kosten durch Bestände und der Kosten durch fehlende Bestände
- Ziel: Bestimmung der kostenoptimalen Bestandshöhe

**So kann eine risikoorientierte Festlegung der Bestandshöhen für die Ersatzteile ermittelt werden.**

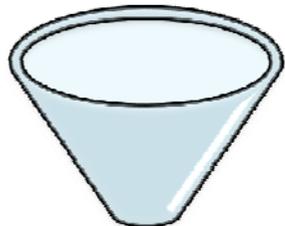
# Vorgehensweise



Ersatzteil-  
auswahl



Bestands-  
dimensionierung



Lager



## Vorauswahl

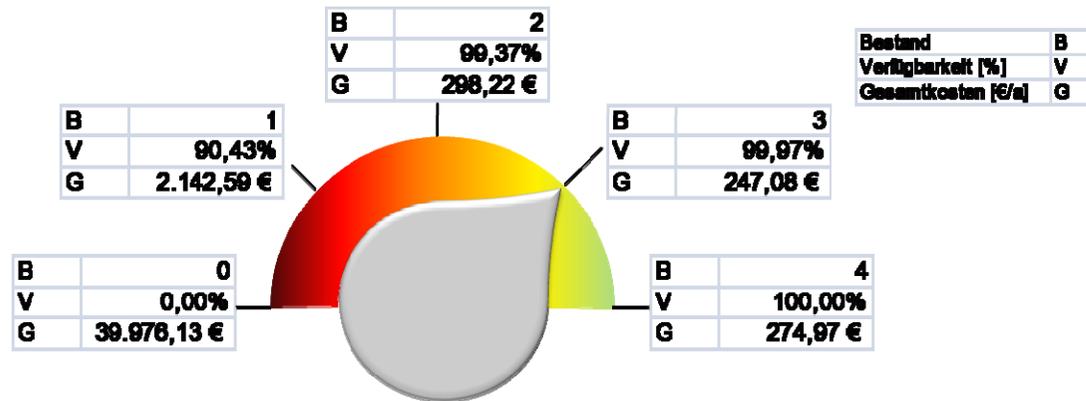
- Soll das Ersatzteil gelagert werden?
- a) Ist es für den Betrieb der Anlage nötig/wichtig?
  - b) Kann das Teil kaputt gehen?

## Detaillierung

- Wie viele Teile sollen gelagert werden?
- a) Anzahl der Einsatzorte
  - b) Lebensdauer (MTBF)
  - c) Wiederbeschaffungszeit
  - d) Ausfallfolgen
  - e) Restlaufzeit der Anlage

Mit dieser mehrstufigen Vorgehensweise wird sichergestellt, dass nur relevante Ersatzteile betrachtet werden.

# Erstplanung Schritt 4 (Beispiel): Meldebestand und Ergebnisberechnung



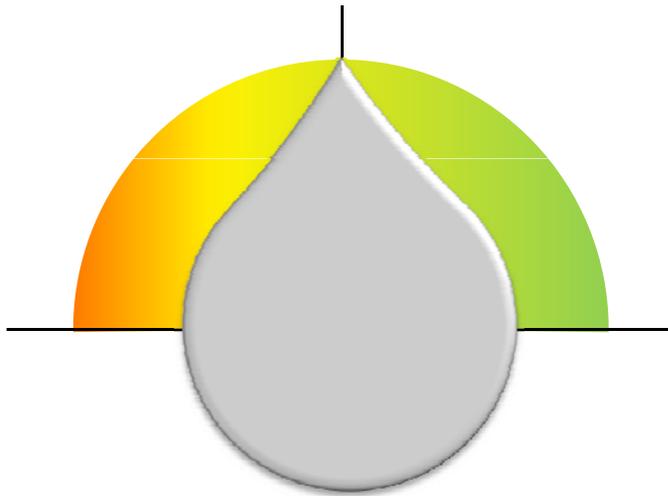
Bestand	0	1	2	3	4
Lagerkosten [€/a]	- €	30,94 €	61,88 €	92,82 €	123,76 €
Verfügbarkeit [%]	0,00%	90,43%	99,37%	99,97%	100,00%
voraussichtliche Wartezeit [h]	264,55	13,07	0,57	0,02	0,00
Stillstandskosten Reparatur [€/a]	151,11 €	151,11 €	151,11 €	151,11 €	151,11 €
Stillstandskosten Wartezeit [€/a]	39.825,02 €	1.960,54 €	85,23 €	3,15 €	0,10 €
Stillstandskosten gesamt [€/a]	39.976,13 €	2.111,65 €	236,34 €	154,26 €	151,21 €
voraussichtliche Verschrottungskosten [€/a]	- €	- €	- €	- €	- €
Gesamtkosten [€/a]	39.976,13 €	2.142,59 €	298,22 €	247,08 €	274,97 €



**Die entwickelte Formel liefert auf Basis einer variablen Verfügbarkeit die optimale Bestandshöhe.**

# Ergebnisse

---



- Strukturierte Vorgehensweise zur Bestandsfestlegung von Ersatzteilen
- Kostentransparenz
- Entscheidungsgrundlage für
  - Die Erhöhung von Beständen zur Vermeidung von Stillständen
  - Die Senkung von Beständen und Inkaufnahme von Stillständen
  - Die Inkaufnahme von Verschrottungen
- Vermeidung von Diskussionen über die richtige Bestandshöhe
- Kontinuierliche Verbesserung der Datenqualität

# Ende des Vortrags

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

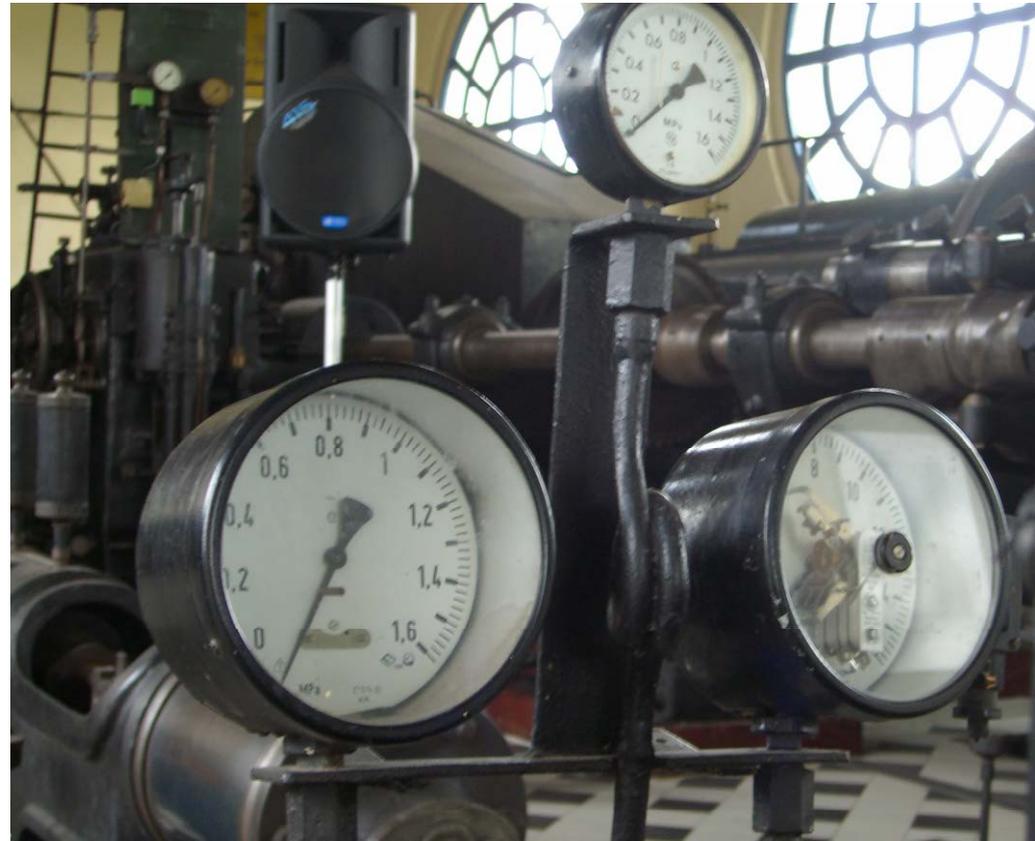
## Kontakt



**Dipl.-Wirt.-Ing. (FH)  
Björn Schweiger**

Instandhaltungslogistik

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4  
44227 Dortmund  
Telefon +49 (0)2 31 / 97 43-488  
Fax +49 (0)2 31 / 97 43-77-488  
bjoern.schweiger@iml.fraunhofer.de  
www.iml.fraunhofer.de



Quelle: Dr. Heller, Fraunhofer IML