FACHWIRT24 – PRODUKTIONSPROZESSE · KAPITEL 2

# Produktionssteuerung analysieren

Handlungsspezifische Qualifikationen für Geprüfte Industriefachwirte (IHK)
Rahmenplan 6.2 · Arbeitsstrukturierung, Fertigungsplanung und -steuerung, Rationalisierung, Personal- und Betriebsmittelbedarf, Absicherung, REFA

Vorlesungsfolien zum **Arbeits- und Übungsbuch Fachwirt24 – Produktionsprozesse (Fach 6)**
Seitenverweise „ÜB S." beziehen sich auf dieses Buch

**kostenloser Download · fachwirt24.de**

# Kapitel 2 im Überblick

**10**
Abschnitte 2.1 bis 2.10

**≈ 31 %**
der geprüften Themen im Fach

**57**
MC-Aufgaben mit Lösungen

## Was Sie erwartet

- Arbeitsstrukturierung und teilautonome Gruppenarbeit
- Stückliste, Arbeitsplan und Auftragszeit T = tr + m · te
- Ziele der Steuerung, Dilemma der Ablaufplanung, Störungen
- Durchlaufzeit, Vorwärts- und Rückwärtsterminierung, Belegungsplan, Netzplan
- Kapazität, Auslastung, Kanban und Just in Time
- Rationalisierung, Personalbedarf, Instandhaltung und REFA

## So oft kam es in 23 IHK-Prüfungen vor

| Thema | Prüfungen |
|---|---|
| **2.2** Fertigungsplanung: Stückliste und Arbeitsplan | ★★★ 7× |
| **2.4** Durchlaufzeit und Terminplanung | ★★★ 7× |
| **2.5** Kapazitätsplanung | ★★★ 6× |
| **2.10** Zeitwirtschaft nach REFA | ★★☆ 3× |
| **2.3** Fertigungssteuerung: Ziele, Dilemma und Störungen | ★☆☆ 2× |
| **2.6** Steuerungskonzepte: Push, Pull, Kanban und Just in Time | ★☆☆ 2× |
| **2.7** Rationalisierung und kontinuierliche Verbesserung | ★☆☆ 2× |
| **2.8** Personal- und Betriebsmittelbedarf | ★☆☆ 2× |
| **2.1** Arbeitsstrukturierung und Gruppenarbeit | ★☆☆ 1× |
| **2.9** Absicherung der Produktion: Instandhaltung und Fertigungskontrolle | ★☆☆ gelegentlich |

# Fahrplan durch Kapitel 2

**2.1** ★☆☆
Arbeitsstrukturierung und Gruppenarbeit
ÜB S. 39–40

**2.2** ★★★
Fertigungsplanung: Stückliste und Arbeitsplan
ÜB S. 40–43

**2.3** ★☆☆
Fertigungssteuerung: Ziele, Dilemma und Störungen
ÜB S. 43–44

**2.4** ★★★
Durchlaufzeit und Terminplanung
ÜB S. 44–49

**2.5** ★★★
Kapazitätsplanung
ÜB S. 49–50

**2.6** ★☆☆
Steuerungskonzepte: Push, Pull, Kanban und Just in Time
ÜB S. 50–55

**2.7** ★☆☆
Rationalisierung und kontinuierliche Verbesserung
ÜB S. 55–58

**2.8** ★☆☆
Personal- und Betriebsmittelbedarf
ÜB S. 58–59

**2.9** ★☆☆
Absicherung der Produktion: Instandhaltung und Fertigungskontrolle
ÜB S. 59–61

**2.10** ★★☆
Zeitwirtschaft nach REFA
ÜB S. 61–62

**Lernteil**
Übungen Ebene 1 bis 3 mit Lösungen
ÜB S. 64

**MERKE**

Die Sterne zeigen, wie oft ein Thema in 23 IHK-Prüfungen (2015 bis 2026) vorkam: ★★★ fünfmal oder öfter, ★★ drei- bis viermal, ★ ein- bis zweimal oder gelegentlich als Teilfrage. Sie sind keine Garantie für künftige Prüfungen.

# Unser Fall: die Arbeitsvorbereitung in Penzberg

**TYPISCHE PRÜFUNGSSITUATION**

Sie unterstützen **Miriam Kolb** in der Arbeitsvorbereitung. Aufträge sollen pünktlich, in der richtigen Menge und Qualität fertig werden – bei langen Durchlaufzeiten, knappen Maschinen und einer Saisonspitze an der Linie 800.

| Baustelle | Ausgangslage |
|---|---|
| **Durchlaufzeit** | Industriepumpe IP 40: 19 Arbeitstage, bearbeitet nur rund 2 Tage |
| **Kapazität** | Drehzentrum im Mai über 100 % ausgelastet |
| **Steuerung** | Umstellung der Kleinteile auf Kanban mit Supermarkt |
| **Personal** | Montageinsel im Juli mit Zusatzauftrag |

**PERSONEN IN KAPITEL 2**

- **Miriam Kolb**, Arbeitsvorbereitung
- **Andreas Rieger**, Leiter Produktion
- **Jonas Brandner**, Teamleiter Montage
- **Georg Bichler**, Meister im Prüffeld

**PRÜFUNGSTIPP**

Das rechenstärkste Kapitel des Fachs: Termine, Kapazität, Personalbedarf und Zeitwirtschaft kamen zusammen in über der Hälfte aller Prüfungen vor.

# 2.1

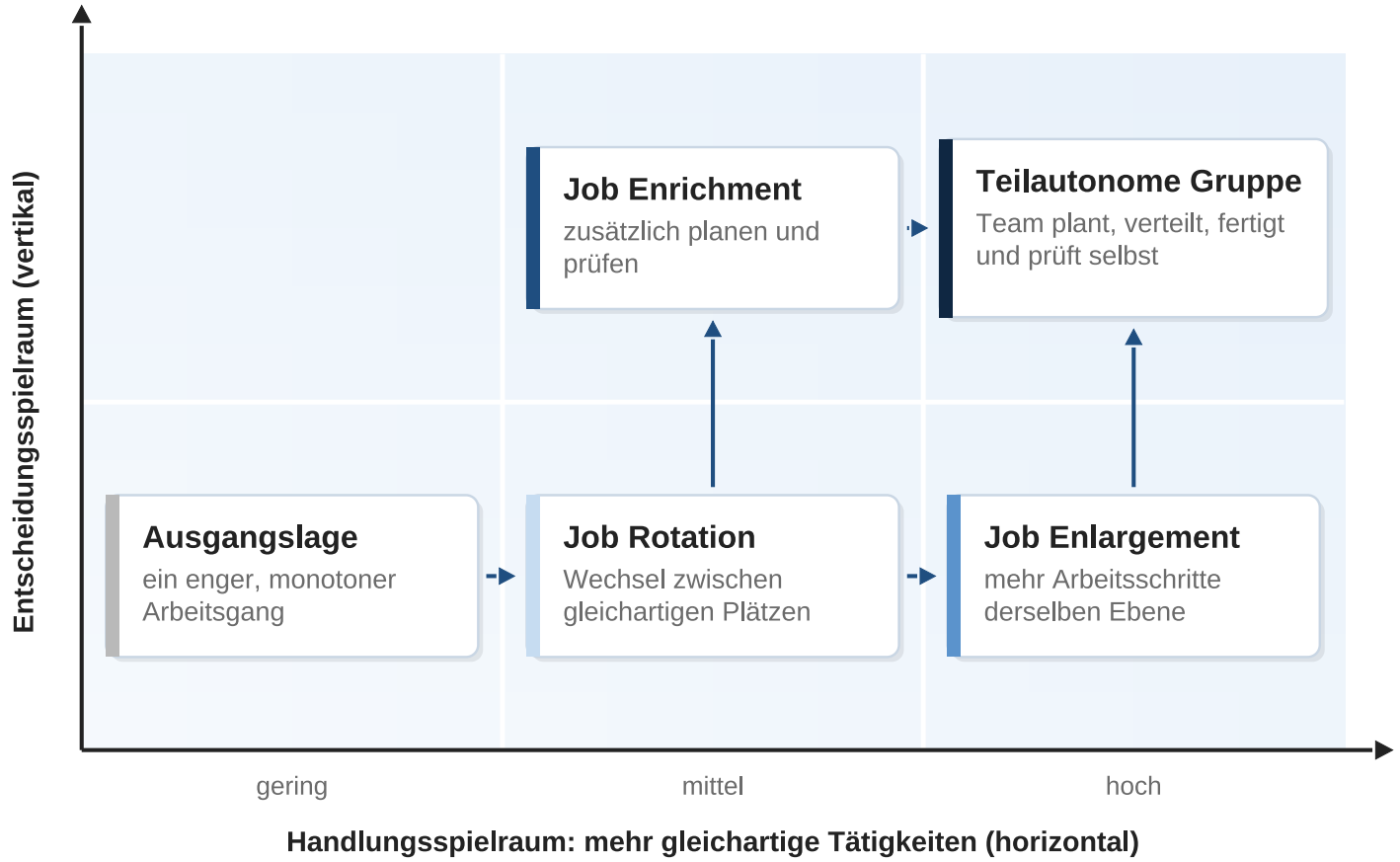
# Arbeitsstrukturierung und Gruppenarbeit

Wer macht was? Job Rotation, Enlargement, Enrichment und teilautonome Gruppen

Prüfungsrelevanz ★★ in 1 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 39–40

ÜB S. 39–40

# Formen der Arbeitsstrukturierung




### Horizontal erweitern

Job Rotation und Job Enlargement: mehr Abwechslung auf derselben Ebene

### Vertikal anreichern

Job Enrichment: dispositive Aufgaben kommen dazu

### Beides

Teilautonome Gruppe: größter Handlungs- und Entscheidungsspielraum

### Ziele

Monotonie senken, Motivation, Qualität und Flexibilität steigern

| Form | Beschreibung | Beispiel Linie 800 |
|---|---|---|
| **Job Rotation** | planmäßiger Wechsel zwischen ähnlichen Arbeitsplätzen | Stationswechsel alle zwei Stunden |
| **Job Enlargement** | gleichartige Tätigkeiten dazu (horizontal) | Station montiert Laufrad und Deckel |
| **Job Enrichment** | planende und kontrollierende Aufgaben dazu (vertikal) | Station prüft selbst, meldet Material nach |

ÜB S. 39–40

# Teilautonome Gruppenarbeit

**DEFINITION**

Ein Team übernimmt eine **ganzheitliche Aufgabe**: Es plant die Reihenfolge, verteilt die Arbeit, prüft die Qualität, übernimmt kleine Wartungen und wählt oft einen Gruppensprecher.

**PRAXIS LOISACHTAL**

Montageinsel Industriepumpen: Das Team baut die IP 40 komplett und organisiert sich selbst.

### Vorteile

- höhere Motivation und Flexibilität
- weniger Fehlzeiten, bessere Qualität
- kürzere Wege und Abstimmungen

### Nachteile

- Einarbeitung und Qualifizierung kosten Zeit und Geld
- Gruppendruck und Konflikte möglich
- Leistungsunterschiede werden sichtbar

# 2.2

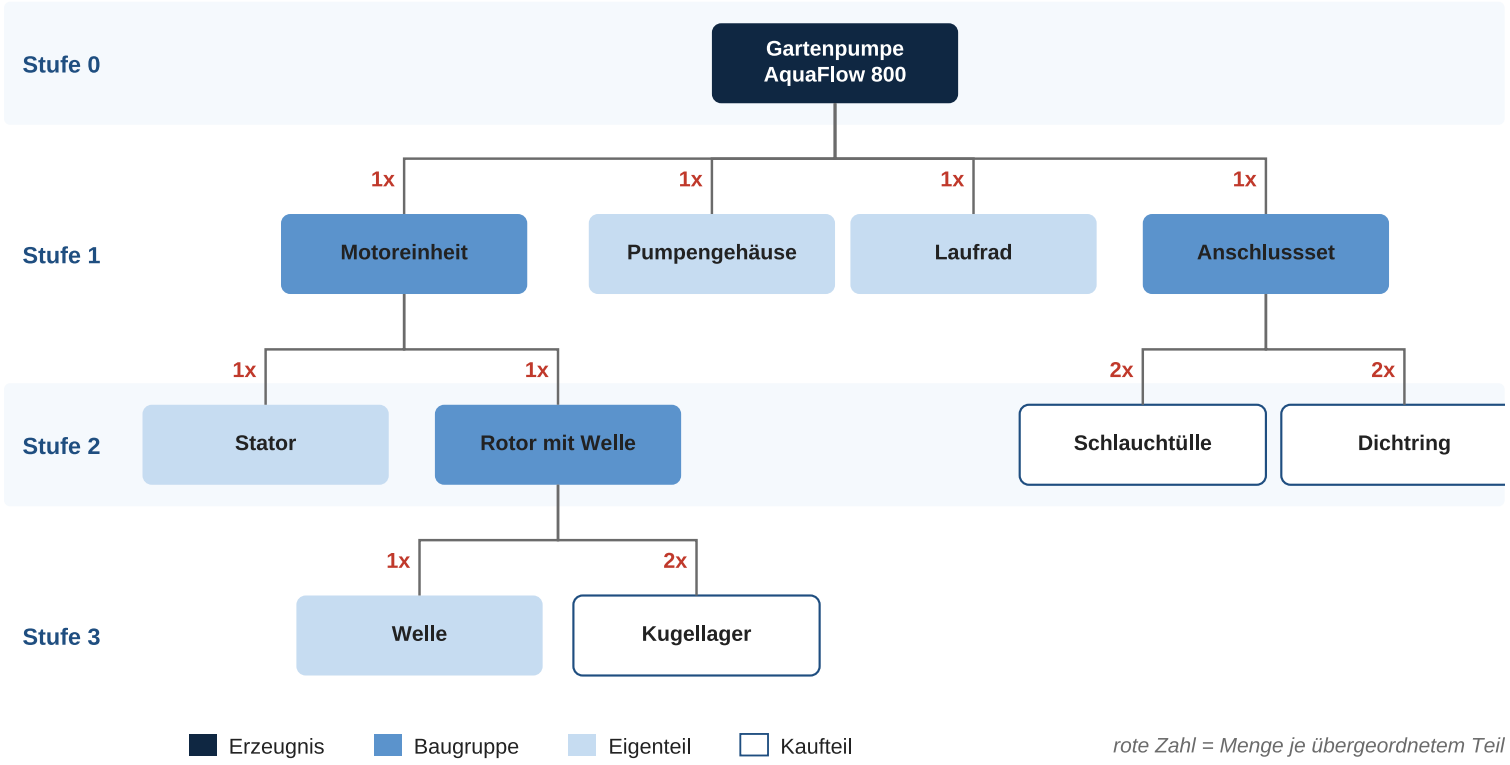
# Fertigungsplanung: Stückliste und Arbeitsplan

Woraus besteht das Produkt, und wie wird es hergestellt?

Prüfungsrelevanz in 7 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 40–43

ÜB S. 40–43

# Erzeugnisstruktur der AquaFlow 800




**MERKE**

**Stückliste** = woraus das Produkt besteht. **Arbeitsplan** = wie es hergestellt wird. Beide entstehen aus der Konstruktion.

**PRÜFUNGSTIPP**

Stücklisten kamen in 7 von 23 Prüfungen vor, meist zusammen mit der Bedarfsrechnung (Kapitel 5.4).

ÜB S. 40–43

# Stücklistenarten

### Mengenstückliste

| Teil | Menge |
|---|---|
| Motoreinheit | 1 |
| Stator | 1 |
| Rotor mit Welle | 1 |
| Welle | 1 |
| Kugellager | 2 |
| Pumpengehäuse | 1 |
| Laufrad | 1 |
| Anschlussset | 1 |
| Schlauchtülle | 2 |
| Dichtring | 2 |

*für die Bedarfsrechnung bei einfachen Produkten; zeigt nicht, wann ein Teil gebraucht wird*

### Strukturstückliste

| Stufe | Teil | Menge |
|---|---|---|
| .1 | Motoreinheit | 1 |
| ..2 | Stator | 1 |
| ..2 | Rotor mit Welle | 1 |
| ...3 | Welle | 1 |
| ...3 | Kugellager | 2 |
| .1 | Pumpengehäuse | 1 |
| .1 | Laufrad | 1 |
| .1 | Anschlussset | 1 |
| ..2 | Schlauchtülle | 2 |
| ..2 | Dichtring | 2 |

*zeigt den ganzen Aufbau mit Fertigungsstufen; bei großen Produkten sehr lang*

### Baukastenstücklisten

| | |
|---|---|
| **AquaFlow 800** | |
| Motoreinheit | 1 |
| Pumpengehäuse | 1 |
| Laufrad | 1 |
| Anschlussset | 1 |
| **Motoreinheit** | |
| Stator | 1 |
| Rotor mit Welle | 1 |
| **Rotor mit Welle** | |
| Welle | 1 |
| Kugellager | 2 |
| **Anschlussset** | |
| Schlauchtülle | 2 |
| Dichtring | 2 |

*je Baugruppe eine kurze Liste; Wiederholteile nur einmal erfasst, gut für die EDV*

**Mengenstückliste**
alle Teile mit Gesamtmenge je Erzeugnis, ohne Struktur

**Strukturstückliste**
alle Baugruppen und Teile mit ihrer Stufe; zeigt den ganzen Aufbau

**Baukastenstückliste**
je Baugruppe nur die direkt eingehenden Teile; gut bei Wiederholteilen

**Variantenstückliste**
Grundstückliste plus Abweichungen der Varianten

ÜB S. 40–43

# Arbeitsplan und Belegungszeit

**Arbeitsplan Nr. 2140 · Laufrad LR-800 · Edelstahl · Los 400 Stück**

| AG | Arbeitsgang | Arbeitsplatz | tr (min) | te (min) | T (min) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | **Sägen** | Säge S1 | 20 | 0,4 | **180** |
| 20 | **Drehen** | Drehzentrum D2 | 60 | 3,0 | **1.260** |
| 30 | **Fräsen** | Fräszentrum F1 | 40 | 2,5 | **1.040** |
| 40 | **Wuchten** | Wuchtmaschine W1 | 15 | 1,0 | **415** |
| 50 | **Prüfen** | Prüfplatz Q2 | 0 | 0,5 | **200** |
| | **Summe der Belegungszeiten** | | | | **3.095 min** |

**Woher?**
Arbeitsgänge und Maschinen legt die Arbeitsvorbereitung fest, die Zeiten kommen aus der Zeitaufnahme (REFA).

**Rechnung**
T = tr + m · te, z. B. Drehen: 60 + 400 · 3,0 = 1.260 min.

**Wofür?**
Terminplanung, Kapazitätsbedarf, Kalkulation und Lohnabrechnung.

- Arbeitsgänge in ihrer Reihenfolge
- Arbeitsplatz oder Maschine, Werkzeuge, Vorrichtungen
- Vorgabezeiten: **Rüstzeit tr** und **Zeit je Einheit te**

**Auftragszeit T = tr + m · te**

# 2.3

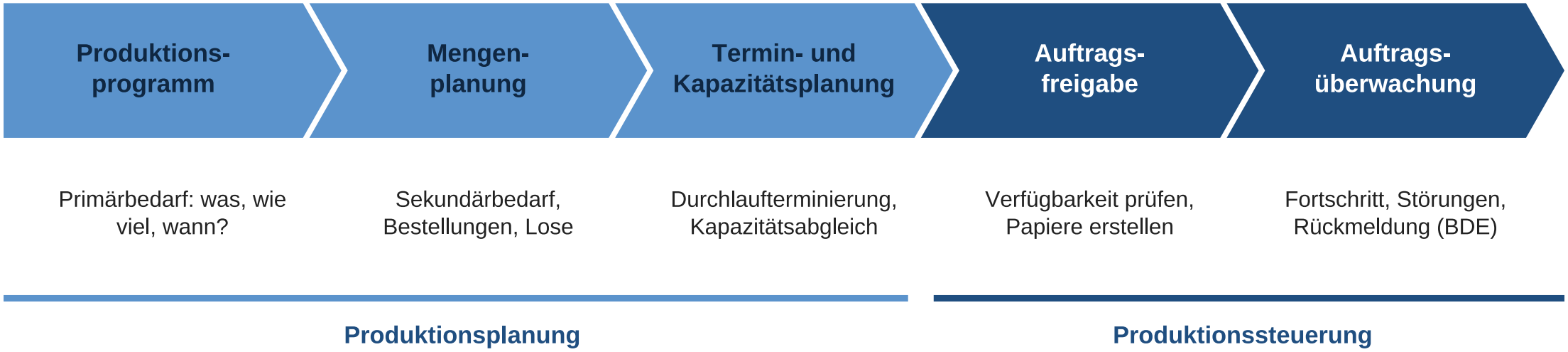
# Fertigungssteuerung: Ziele, Dilemma und Störungen

Aufträge freigeben, Reihenfolge festlegen, Störungen beherrschen

Prüfungsrelevanz ★★ in 2 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 43–44

ÜB S. 43–44

# PPS, MES und BDE




- **PPS-System** (meist Teil des ERP): plant und steuert Aufträge
- **MES:** verbindet die Planung mit den Maschinen
- **BDE:** Maschinen und Mitarbeitende melden den Stand zurück

**ZIELE DER FERTIGUNGSSTEUERUNG**

hohe **Termintreue** · kurze **Durchlaufzeiten** · geringe **Bestände** · hohe **Auslastung** · hohe Flexibilität und Qualität

ÜB S. 43–44

# Das Dilemma der Ablaufplanung

**Hohe Auslastung**
braucht Warteschlangen vor jeder Maschine, damit nie Leerlauf entsteht

**Kurze Durchlaufzeit**
braucht freie Maschinen und kleine Warteschlangen, also Leerzeiten

**MERKE**

Gutenberg nannte diesen Zielkonflikt das **Dilemma der Ablaufplanung**. Heute hat meist die **kurze Durchlaufzeit** Vorrang: Kunden erwarten schnelle Lieferung, Bestände sind teuer.

**ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER**

Die Ziele nicht als harmonisch darstellen. Warteschlangen bedeuten lange Durchlaufzeiten **und** hohe Bestände.

ÜB S. 43–44

# Störungen und Gegenmaßnahmen

| Störung | Mögliche Maßnahmen |
|---|---|
| **Maschinenausfall** | Ausweichmaschine, Reparatur mit Vorrang, vorbeugende Instandhaltung, Fremdvergabe |
| **Materialmangel** | Eilbestellung, Ersatzmaterial, Reihenfolge ändern, Sicherheitsbestand erhöhen |
| **Personalausfall** | Springer, Überstunden, Mehrfachqualifizierung, Leiharbeit |
| **Qualitätsmängel** | Sperren, Nacharbeit, Ursachenanalyse (Ishikawa), Reklamation |
| **Eilaufträge** | Prioritäten neu festlegen, Kapazität freimachen, Kunden informieren |

**PRÜFUNGSTIPP**

Paare bringen die Punkte: jede Störung **mit** passender Maßnahme und Bezug zur Situation. Eine Liste ohne Maßnahmen bringt nur die Hälfte.

# 2.4

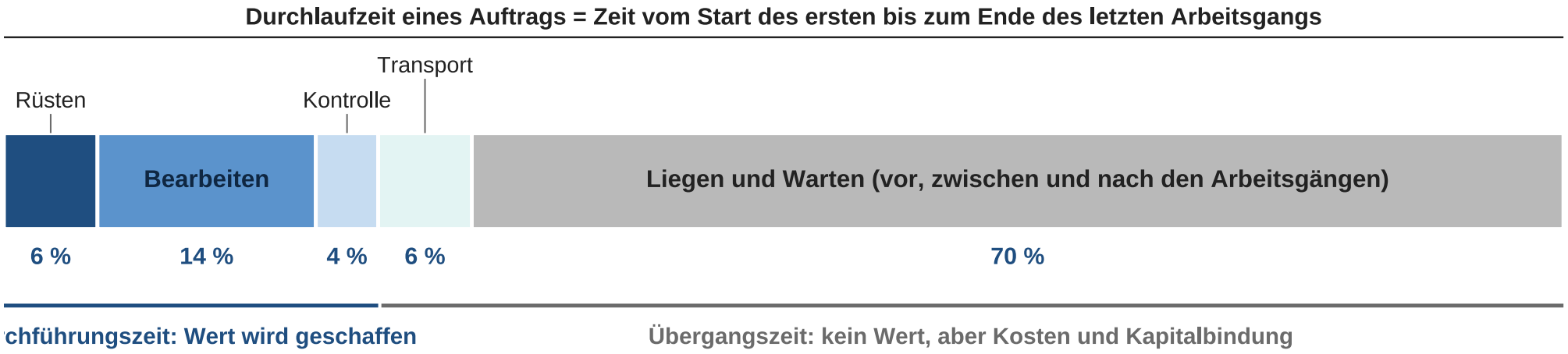
# Durchlaufzeit und Terminplanung

Durchlaufzeit, Umlaufbestand, Belegungsplan, Losteilung und Netzplan

Prüfungsrelevanz in 7 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 44–49

ÜB S. 44–49

# Woraus besteht die Durchlaufzeit?




*Typische Anteile in der Werkstattfertigung; die Liegezeit ist der größte Hebel zur Verkürzung.*

**DEFINITION**

**Durchlaufzeit** = Zeit vom Beginn des ersten bis zum Ende des letzten Arbeitsgangs. **Durchführungszeit** (Rüsten, Bearbeiten) + **Übergangszeit** (Liegen, Warten, Transport, Kontrolle).

**PRAXIS LOISACHTAL**

IP 40: 19 Arbeitstage Durchlaufzeit, bearbeitet nur rund 2 Tage. Ziel von Miriam Kolb: 10 Tage.

# Umlaufbestand und Kapitalbindung

**Umlaufbestand = Durchsatz je Tag · Durchlaufzeit in Tagen**

**Kapitalbindung = Umlaufbestand · Wert je Stück in der Fertigung**

**RECHENWEG: INDUSTRIEPUMPE IP 40**

**Heute:** 12 Pumpen/Tag · 19 Tage = **228 Pumpen** · 228 · 650 € = **148.200 €**

**Ziel:** 12 · 10 = 120 Pumpen · 120 · 650 € = 78.000 €

**Zinsersparnis:** 70.200 € · 8 % = **5.616 € im Jahr**

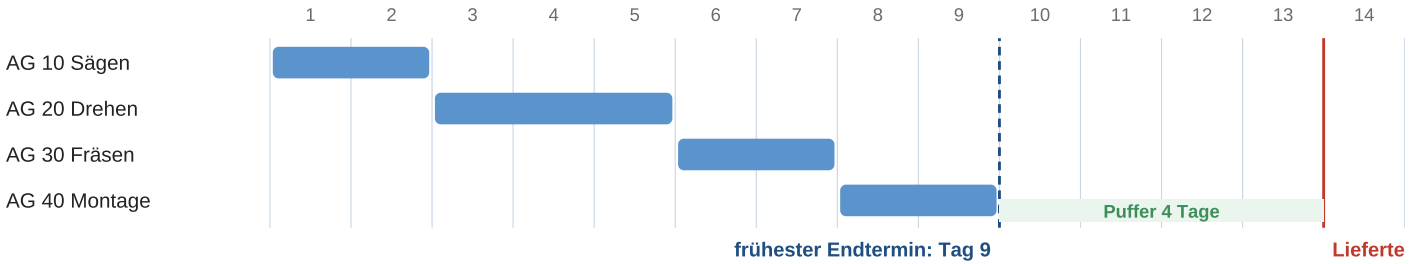
**MERKE**

Kürzere Durchlaufzeit = weniger halbfertige Ware = weniger gebundenes Kapital.

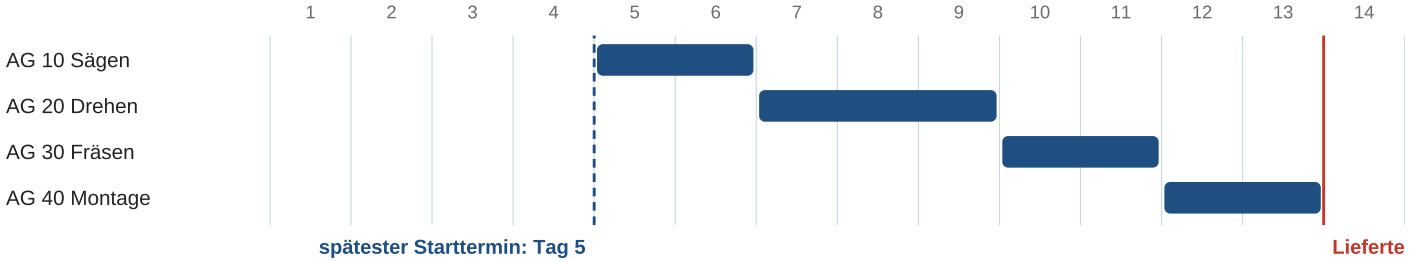
ÜB S. 44–49

# Vorwärts- und Rückwärtsterminierung

**Vorwärtsterminierung: ab Starttermin (Tag 1) so früh wie möglich**




**Rückwärtsterminierung: vom Liefertermin (Tag 13) so spät wie möglich**




- **Vorwärts:** ab frühestem Start so früh wie möglich → **frühester Endtermin**, evtl. Puffer
- **Rückwärts:** ab Liefertermin so spät wie möglich → **spätester Starttermin**; wenig Kapitalbindung, aber kein Puffer
- **Kombiniert:** ab einem Termin in der Mitte, z. B. Engpassmaschine

ÜB S. 44–49

# Den Belegungsplan sicher zeichnen

**PRÜFUNGSTIPP**

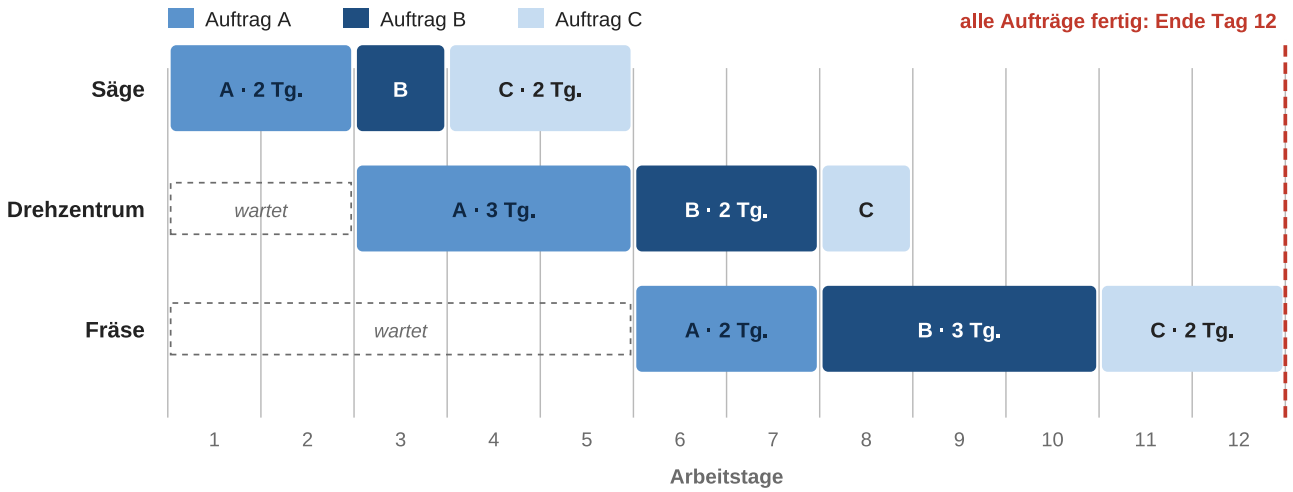
- Zeitachse waagerecht, Maschinen oder Arbeitsgänge senkrecht, Achsen beschriften
- Rüst- und Bearbeitungszeiten vorher in Stunden oder Tage umrechnen
- Ein Arbeitsgang beginnt erst, wenn der **Vorgänger fertig** und die **Maschine frei** ist
- Übergangs- und Fremdzeiten: Arbeitsstunden oder Kalendertage? Eine gemeinsame Achse wählen

**MERKE**

Für saubere Kästchen gibt es oft eigene Punkte. Terminplanung mit Belegungsplan brachte bis zu **20 Punkte**.

ÜB S. 44–49

# Maschinenbelegung bei mehreren Aufträgen




| Auftrag | Säge | Drehen | Fräsen |
|---|---|---|---|
| **A** | 2 | 3 | 2 |
| **B** | 1 | 2 | 3 |
| **C** | 2 | 1 | 2 |

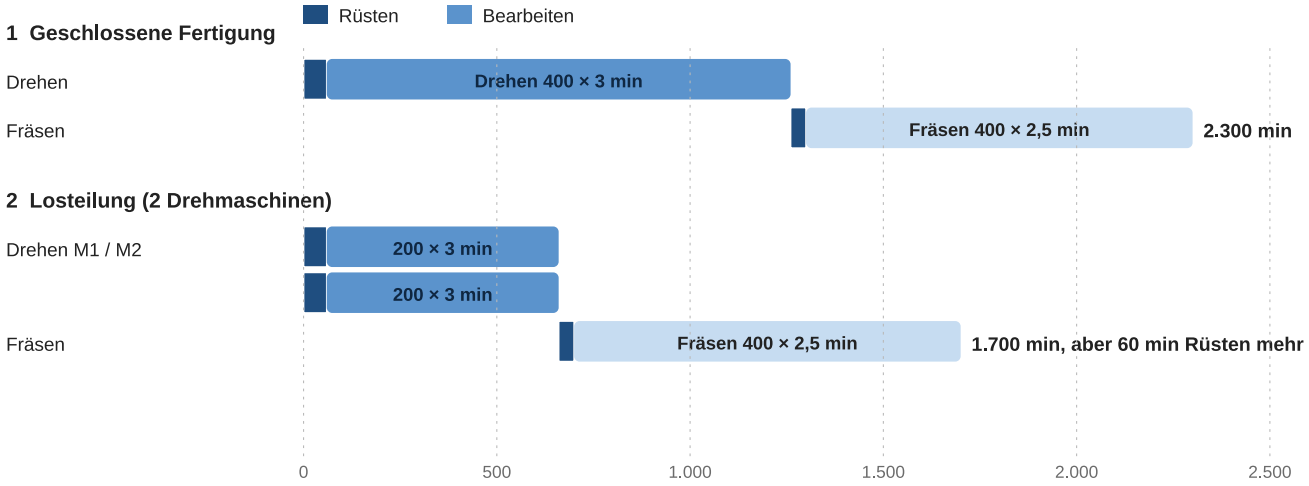
- Reihenfolge A, B, C: fertig nach **12 Tagen**
- Reihenfolge B, A, C: fertig nach **10 Tagen**

**PRÜFUNGSTIPP**

Vorgegebene Reihenfolge einhalten, Warte- und Leerzeiten markieren; eine bessere Reihenfolge begründen bringt oft einen Zusatzpunkt.

ÜB S. 44–49

# Losteilung und Überlappung



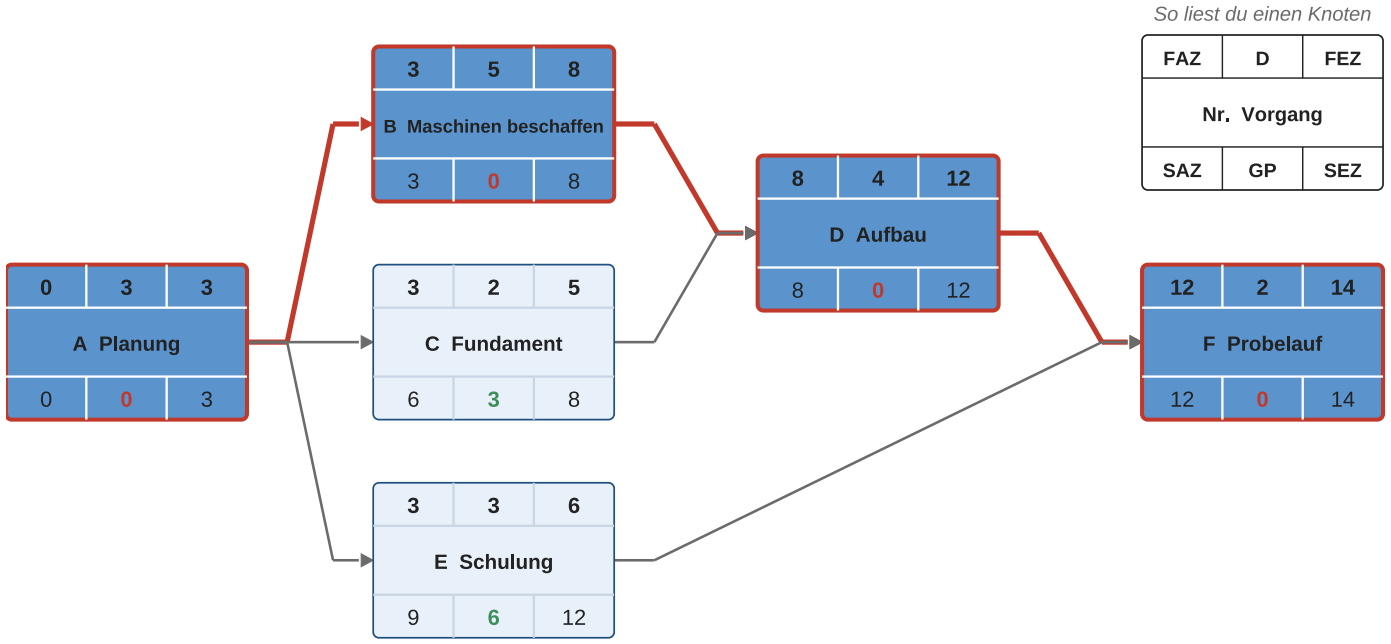

- **Losteilung:** Los parallel auf mehrere Maschinen; kürzer, aber mehr Rüsten
- **Überlappung:** nächster Arbeitsgang startet mit dem ersten Teillos; mehr Transporte

**RECHENWEG**

Ohne Teilung: 60 + 400 · 3 = 1.260 min. Mit Teilung: 60 + 200 · 3 = 660 min je Maschine. **Gewinn 600 min = 10 Std.**, Mehrkosten 1 Std. Rüsten · 85 € = **85 €**

ÜB S. 44–49

# Netzplantechnik




*So liest du einen Knoten*

| FAZ | D | FEZ |
|---|---|---|
| Nr. | Vorgang | |
| SAZ | GP | SEZ |

*Zeiten in Wochen. Kritischer Pfad A – B – D – F (rot): 14 Wochen, Gesamtpuffer 0.*

**NETZPLAN IN DREI SCHRITTEN**

1. **Vorwärts:** FAZ = **größter** FEZ der Vorgänger · FEZ = FAZ + Dauer
2. **Rückwärts:** SEZ = **kleinster** SAZ der Nachfolger · SAZ = SEZ − Dauer
3. **Puffer:** GP = SAZ − FAZ; GP = 0 → **kritischer Pfad**

**ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER**

Größten und kleinsten Wert verwechselt = ganzer Netzplan falsch.

# 2.5

# Kapazitätsplanung

Kapazitätsangebot, Kapazitätsbedarf, Auslastung und Abgleich

Prüfungsrelevanz in 6 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 49–50

ÜB S. 49–50

# Kapazitätsrechnung

**Angebot = Maschinen · Tage · Stunden · Schichten · (1 – Ausfallquote)**

**Bedarf = Σ (tr + m · te) · Auslastung = Bedarf ÷ Angebot · 100 %**

**RECHENWEG: DREHZENTRUM IM MAI**

**Angebot:** 2 · 20 · 2 · 8 = 640 Std. · 0,9 = **576 Std.**

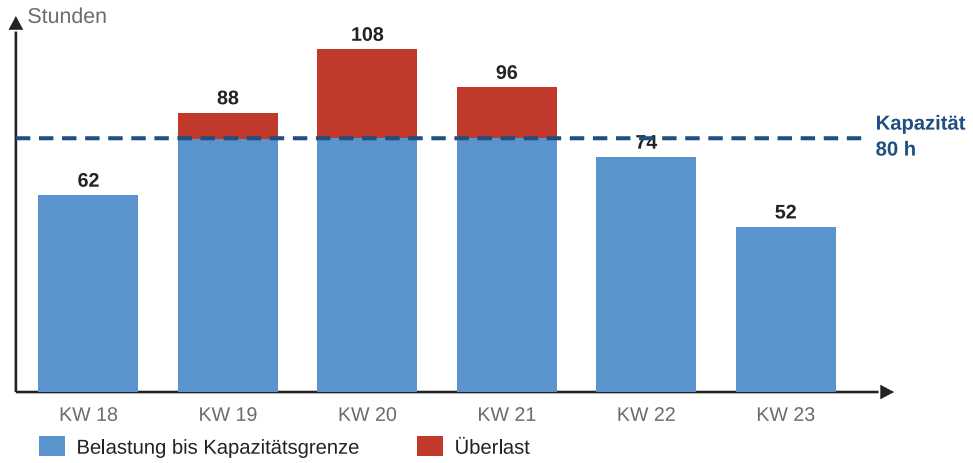
**Bedarf:** A 162 Std. + B 226,5 Std. + C 201 Std. = **589,5 Std.**

**Auslastung:** 589,5 ÷ 576 = **102,3 %** → es fehlen 13,5 Std.

**Abhilfe:** Samstagsschicht oder Teil von C in den Juni

ÜB S. 49–50

# Kapazitätsabgleich




**Kapazitätsabgleich**

- Aufträge vorziehen (KW 18) oder verschieben (KW 22, 23)
- Überstunden, Zusatzschicht
- Fremdvergabe (verlängerte Werkbank)
- Losgrößen ändern
- Ausweichmaschine nutzen

## Angebot anpassen

- Überstunden, Zusatzschicht, Samstag
- Leiharbeit, befristete Einstellungen
- Arbeitszeitkonten, Fremdvergabe
- zusätzliche Maschinen

## Belastung anpassen

- Aufträge vorziehen oder verschieben
- Losgrößen ändern, Ausweichmaschine
- Liefertermin verhandeln, Rüstzeiten senken

ÜB S. 49–50

# Kapazitätsbegriffe und Beschäftigungsgrad

**Maximalkapazität**
höchstmögliche Ausbringung bei voller Nutzung

**Optimalkapazität**
niedrigste Stückkosten; meist unter der Maximalkapazität

**Mindestkapazität**
darunter läuft die Anlage nicht sinnvoll

**Beschäftigungsgrad = tatsächliche Ausbringung ÷ Kapazität · 100 %**

PRAXIS LOISACHTAL

Linie 800: Kapazität 250 Tage · 300 Stück = 75.000 Pumpen, geplant 60.000 → Beschäftigungsgrad **80 %**.

ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER

**Auslastung** (Bedarf ÷ verfügbares Angebot) und **Beschäftigungsgrad** (Ist-Ausbringung ÷ Kapazität) nicht verwechseln.

MERKE

Bei Volllast steigen Überstundenzuschläge, Verschleiß und Ausschuss – deshalb liegt die Optimalkapazität unter der Maximalkapazität.

# 2.6

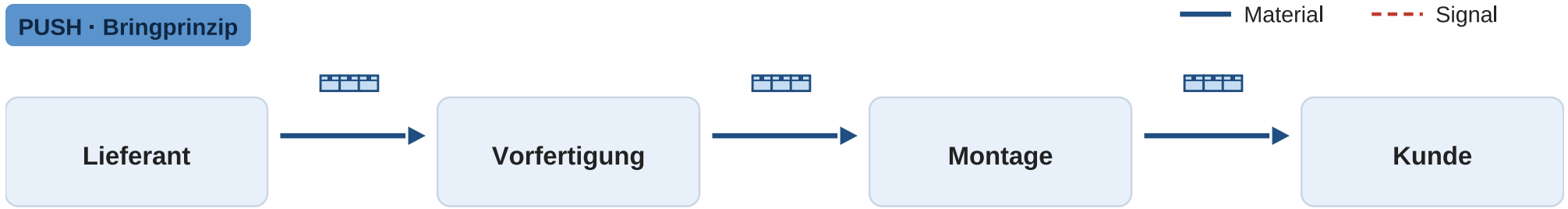
# Steuerungskonzepte: Push, Pull, Kanban und Just in Time

Schieben oder ziehen? Kanban, Just in Time, Prioritätsregeln

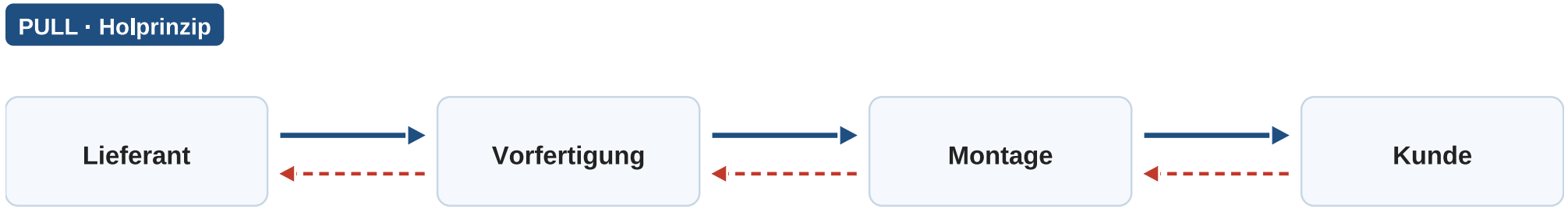
Prüfungsrelevanz ★★ in 2 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 50–55

ÜB S. 50–55

# Push und Pull




*Plan schiebt Material nach Prognose durch die Fertigung: Bestände bauen sich auf.*

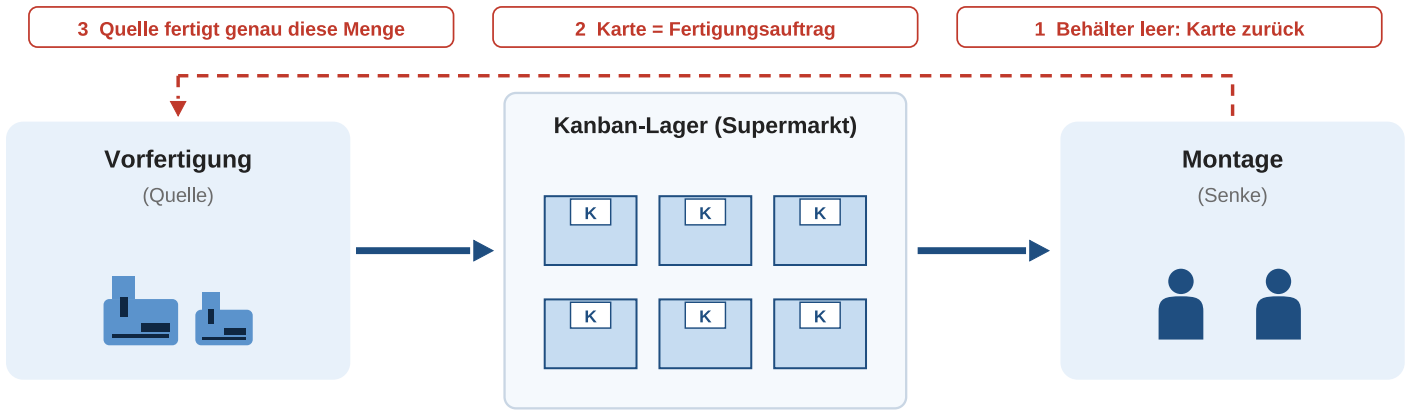



*Verbrauch zieht Nachschub: Signal (Kanban) läuft gegen den Materialfluss.*

**DEFINITION**

**Push:** Material wird nach Plan durch die Fertigung geschoben. **Pull:** Erst der Verbrauch der nachfolgenden Stelle löst Fertigung oder Lieferung aus.

# Kanban: der Regelkreis




- Die Senke holt nur, was sie verbraucht.
- Nur volle, fehlerfreie Behälter weitergeben.
- Ohne Karte wird nichts gefertigt.
- Kartenzahl begrenzt den Bestand.

**DEFINITION**

**Kanban** (japanisch: Karte) – Pull-Steuerung nach Toyota. Leerer Behälter → Karte zur Quelle → genau dieser Behälter wird wieder gefüllt. Die **Zahl der Karten begrenzt den Bestand**.

**Karten = Verbrauch · WBZ · (1 + Sicherheit) ÷ Behälterinhalt**

**RECHENWEG**

Laufräder: 300 · 0,5 · 1,2 ÷ 40 = 4,5 → **5 Karten** (aufrunden)

ÜB S. 50–55

# Kanban: Voraussetzungen und Vorteile

### Voraussetzungen

- gleichmäßiger, planbarer Verbrauch (X-Teile)
- kurze Rüstzeiten, kleine Lose
- hohe Prozessqualität, wenig Ausschuss
- zuverlässige Maschinen und Lieferanten
- disziplinierte, geschulte Mitarbeitende

### Vorteile

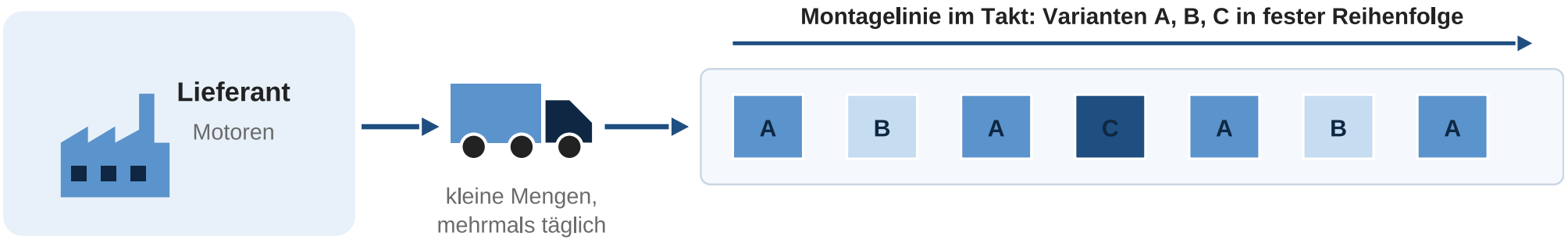
- geringe Bestände und Kapitalbindung
- kurze Durchlaufzeiten
- einfache, selbststeuernde Regelkreise
- Probleme werden sofort sichtbar
- weniger Planungsaufwand

**PRÜFUNGSTIPP**

Kanban und JIT kamen mit bis zu 10 Punkten. Voraussetzungen werden häufig gefragt.

ÜB S. 50–55

# Just in Time und Just in Sequence




**Just in Time (JIT)**

richtige Teile, Menge, Zeit, Ort – ohne Lager

**Just in Sequence (JIS)**

zusätzlich in der Reihenfolge des Bandes

**DEFINITION**

**JIT:** Lieferung in der benötigten Menge genau zum Bedarfszeitpunkt, möglichst ohne Lager. **JIS:** zusätzlich in der Reihenfolge des Verbaus.

**ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER**

Immer **Voraussetzungen** (zuverlässiger Lieferant in der Nähe, stabile Qualität, Datenverbindung, Rahmenvertrag, gleichmäßiger Bedarf) **und Risiken** (Stau, Streik, Lieferantenausfall = Bandstillstand) nennen.

ÜB S. 50–55

# Prioritätsregeln

| Regel | Wirkung |
|---|---|
| **Kürzeste Operationszeit (KOZ)** | viele Aufträge schnell, kurze mittlere Durchlaufzeit; lange Aufträge warten |
| **First in – first out** | gerecht und einfach, ohne Rücksicht auf Termine |
| **Frühester Liefertermin** | hohe Termintreue |
| **Geringste Schlupfzeit** | dringende Aufträge zuerst |
| **Höchster Deckungsbeitrag** | wirtschaftlich wichtige Aufträge zuerst |
| **Wichtigster Kunde** | sichert Stammkunden, benachteiligt andere |

**Schlupf = Zeit bis Liefertermin – Restbearbeitungszeit**

# 2.7

# Rationalisierung und kontinuierliche Verbesserung

Produkt, Montage und Verfahren verbessern: Wertanalyse, 5S, SMED, Wertstrom, KVP

Prüfungsrelevanz ★★ in 2 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 55–58

# Ansatzpunkte der Rationalisierung

**Rationalisierung: gleiches Ergebnis mit weniger Aufwand**

| **produktorientiert**<br>am Erzeugnis | **montageorientiert**<br>an Arbeitsplatz und Montage | **verfahrensorientiert**<br>am Prozess |
|---|---|---|
| Wertanalyse | 5S-Methode | Wertstromanalyse |
| Normung, Typung | montagegerechte Konstruktion | Automatisierung |
| Baukastensystem, Plattform | Poka Yoke | Fließprinzip, Layout |
| Gleichteile | Rüstzeit senken (SMED) | KVP / Kaizen |

**DEFINITION**

**Rationalisierung:** dasselbe Ergebnis mit weniger Aufwand oder ein besseres Ergebnis mit gleichem Aufwand.

**MERKE**

Drei Ansatzpunkte: **produktorientiert**, **montageorientiert**, **verfahrensorientiert**.

ÜB S. 55–58

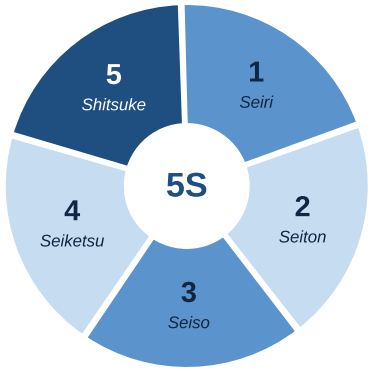
# Produktorientierte Rationalisierung

- **Wertanalyse** (DIN EN 12973): jede Funktion prüfen – geht es günstiger? Vorbereiten, Ist und Funktionen analysieren, Soll festlegen, Ideen entwickeln, bewerten, umsetzen
- **Normung:** Einzelteile vereinheitlichen (DIN, EN, ISO, Werksnorm)
- **Typung:** ganze Erzeugnisse vereinheitlichen, weniger Varianten
- **Baukasten und Plattform:** wenige Bausteine, viele Varianten
- **Teilefamilien und Gleichteile**

> **PRAXIS LOISACHTAL**
>
> Die AquaFlow-Familie nutzt denselben Motor in drei Leistungsstufen.

ÜB S. 55–58

# Montageorientiert: 5S, Poka Yoke, SMED

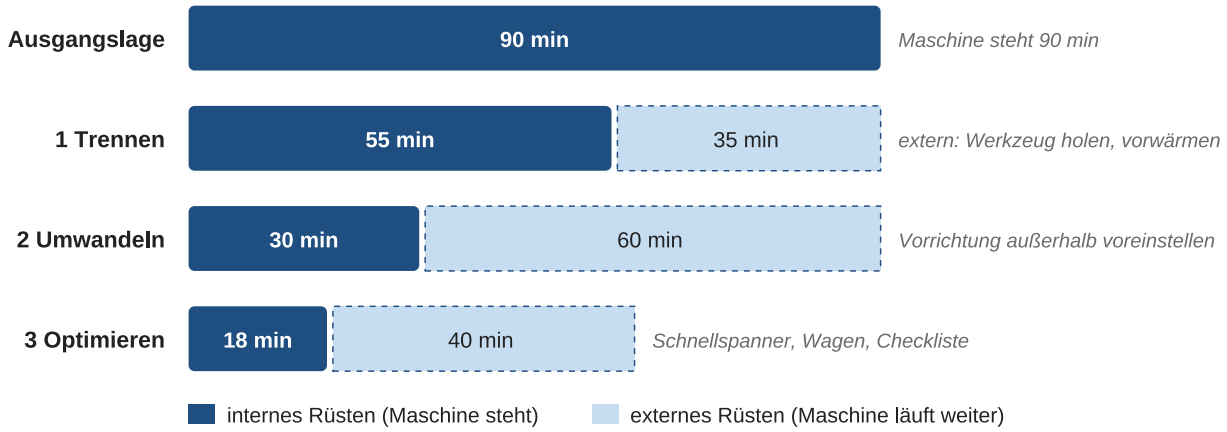



1. **Sortieren**
   Unnötiges vom Arbeitsplatz entfernen (rote Karte)
2. **Systematisieren**
   feste Plätze, Schattenbrett, Kennzeichnung
3. **Säubern**
   Arbeitsplatz und Maschine reinigen und dabei prüfen
4. **Standardisieren**
   Regeln, Checklisten, Fotos des Soll-Zustands
5. **Selbstdisziplin**
   Regeln einhalten, Audits, ständig verbessern

- **5S:** Ordnung und Sauberkeit in fünf Schritten
- **Poka Yoke:** Fehler werden unmöglich (Stecker passt nur in einer Richtung)
- **montagegerecht konstruieren:** wenige Teile, eine Fügerichtung, Schnappverbindung
- **SMED:** Rüsten vorbereiten, während die Maschine läuft

ÜB S. 55–58

# Rüstzeitverkürzung nach SMED



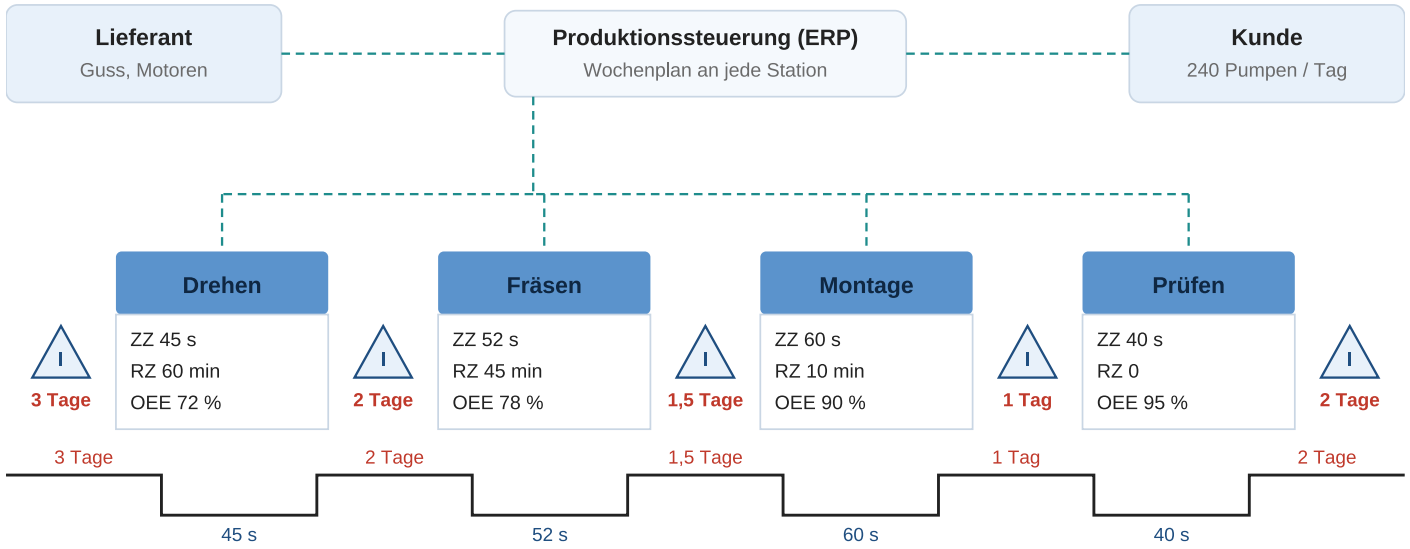

**1 Trennen** intern / extern › **2 Umwandeln** intern → extern › **3 Vereinfachen** alle Tätigkeiten

**MERKE**

Kurze Rüstzeit → kleine Lose ohne höhere Rüstkosten → weniger Bestand, kürzere Durchlaufzeit.

ÜB S. 55–58

# Verfahrensorientiert: Wertstrom und KVP

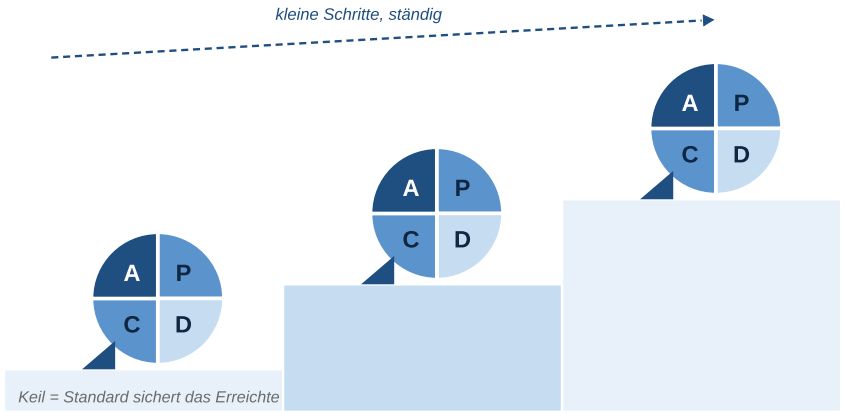



**Durchlaufzeit 9,5 Tage, wertschöpfend nur 197 Sekunden: Bestände zwischen den Stationen sind der Hebel.**

- **Wertstromanalyse:** Material- und Informationsfluss mit Symbolen; zeigt den kleinen wertschöpfenden Anteil und wo Bestände liegen
- **KVP / Kaizen:** alle verbessern ständig in kleinen Schritten mit **PDCA**
- Verfahrenswechsel, Automatisierung, Fließprinzip, besseres Layout

ÜB S. 55–58

# PDCA und die sieben Arten der Verschwendung




**Plan**
Problem analysieren, Ursache finden, Ziel und Maßnahme planen

**Do**
Maßnahme im kleinen Rahmen umsetzen und testen

**Check**
Wirkung messen: Ist das Ziel erreicht?

**Act**
als neuen Standard festschreiben oder neuen Zyklus starten

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Überproduktion** | **Bestände** | **Transport** | **Wartezeiten** | **Bewegung** | **Überbearbeitung** | **Fehler** |
| mehr oder früher als bestellt | Lager, Puffer, Kapital | unnötige Wege des Materials | Mensch oder Maschine wartet | Suchen, Bücken, Laufen | mehr als der Kunde braucht | Ausschuss, Nacharbeit |

**Muda: alles, was Kosten verursacht, aber keinen Wert für den Kunden schafft**

*Merkhilfe TIMWOOD: Transport, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing, Defects*

**MERKE**

**Muda:** Überproduktion, Bestände, Transport, Wartezeiten, unnötige Bewegungen, Überbearbeitung, Fehler.

**PRÜFUNGSTIPP**

KVP = laufende Verbesserung durch alle. Von **Innovation** abgrenzen: Der Unterschied liegt nicht nur in der Größe des Schritts.

# 2.8

# Personal- und Betriebsmittelbedarf

Wie viele Monteure und Maschinen brauchen wir?

Prüfungsrelevanz ★★ in 2 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 58–59

ÜB S. 58–59

# Personalbedarf berechnen

**Personalbedarf = Zeitbedarf ÷ verfügbare Zeit je Mitarbeiter**

- Zeitbedarf = Σ (tr + m · te)
- Verfügbare Zeit = Tage · Stunden · 60 · (1 − Ausfallquote)
- Bei Zeitgrad über 100 %: Zeitbedarf ÷ Zeitgrad

**PRAXIS LOISACHTAL**

Montageinsel Juli: 6 Monteure, 21 Tage, 7,5 Std.; Ausfälle 6 + 5 + 4 + 5 = 20 %. Auftrag 1: 18.000 min · Auftrag 2: 2.500 Stück, tr 150 min, te 6 min.

**RECHENWEG**

**1. Zeitbedarf:** 18.000 + 15.150 = **33.150 min**

**2. Angebot:** 6 · 21 · 7,5 · 60 · 0,8 = **45.360 min**

**3. Auslastung: 73,1 %**

**4. Zusatzauftrag 3:** te = 5,0 · 1,12 = 5,6 min; 180 + 3.000 · 5,6 = 16.980 min → Lücke 4.770 min

**5. Zusatzpersonal:** 4.770 ÷ 7.560 = 0,63 → **1 Monteur**

ÜB S. 58–59

# Typische Fehler beim Personalbedarf

**ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER**

- Ergebnis zuerst in **Vollzeitäquivalenten**; bei ganzen Stellen **aufrunden** (4,2 → 5)
- Kleine Reste (0,04) lassen sich mit Überstunden decken
- Ausfallquoten nur **addieren**, wenn sie dieselbe Bezugsgröße haben
- Minuten und Stunden nicht mischen

**MERKE**

Der **Betriebsmittelbedarf** folgt demselben Muster: Maschinenstunden-Bedarf ÷ verfügbare Stunden je Maschine. Dazu Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen, Werkzeuge, Prüfmittel.

**PRÜFUNGSTIPP**

Personalbedarf brachte bis zu **18 Punkte** – Rechenweg mit Einheiten zeigen.

# 2.9

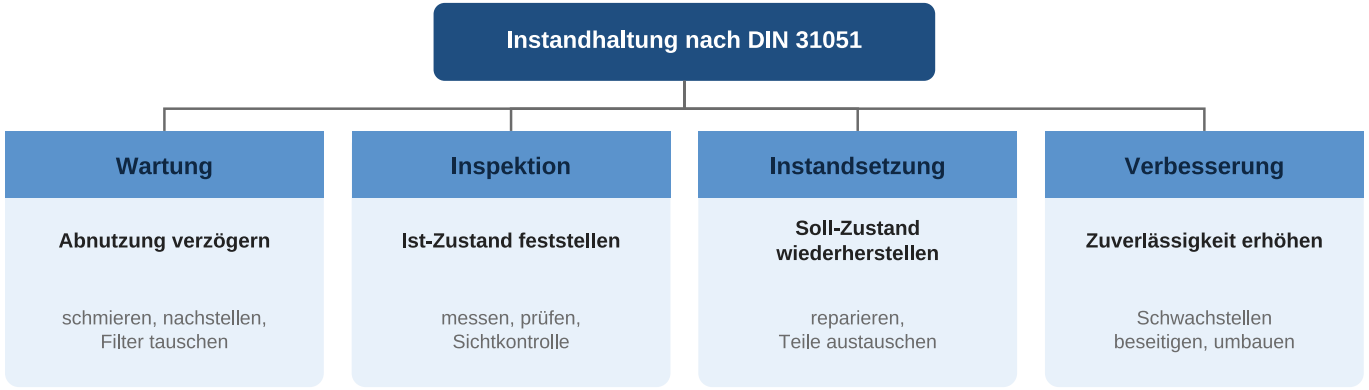
# Absicherung der Produktion: Instandhaltung und Fertigungskontrolle

Instandhaltung, OEE und Fertigungskontrolle

Prüfungsrelevanz ★★ gelegentlich geprüft · Arbeitsbuch ÜB S. 59–61

ÜB S. 59–61

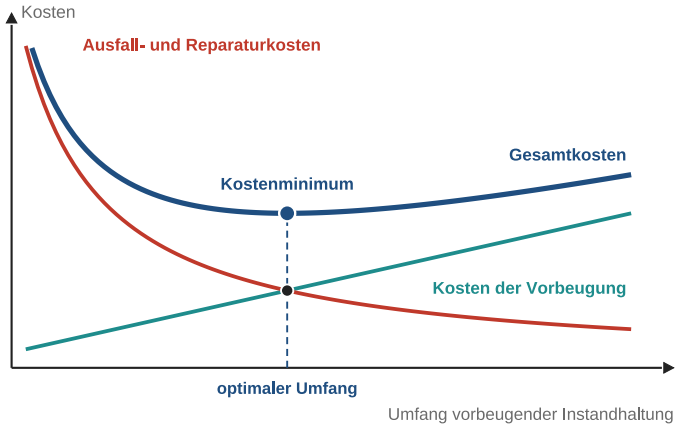
# Instandhaltung nach DIN 31051




| Maßnahme | Inhalt und Beispiel |
|---|---|
| **Wartung** | Abnutzung verzögern: schmieren, Filter wechseln |
| **Inspektion** | Ist-Zustand feststellen: Schwingung messen |
| **Instandsetzung** | Soll-Zustand wiederherstellen: Lager tauschen |
| **Verbesserung** | Zuverlässigkeit erhöhen ohne Funktionsänderung |

ÜB S. 59–61

# Strategien und Badewannenkurve




**ausfallbedingt**
reparieren, wenn es kaputt ist
*Einsatz: billige, redundante Anlagen*

**vorbeugend, periodisch**
nach festen Intervallen (Zeit, Stück)
*Einsatz: Sicherheit, Vorschrift*

**zustandsorientiert**
nach gemessenem Verschleiß
*Einsatz: Sensoren, Schwingungen*

**vorausschauend (Predictive)**
Datenanalyse sagt Ausfall voraus
*Einsatz: Industrie 4.0*




**Frühausfälle**
Montage- und Materialfehler: Einlaufprüfung, Garantie

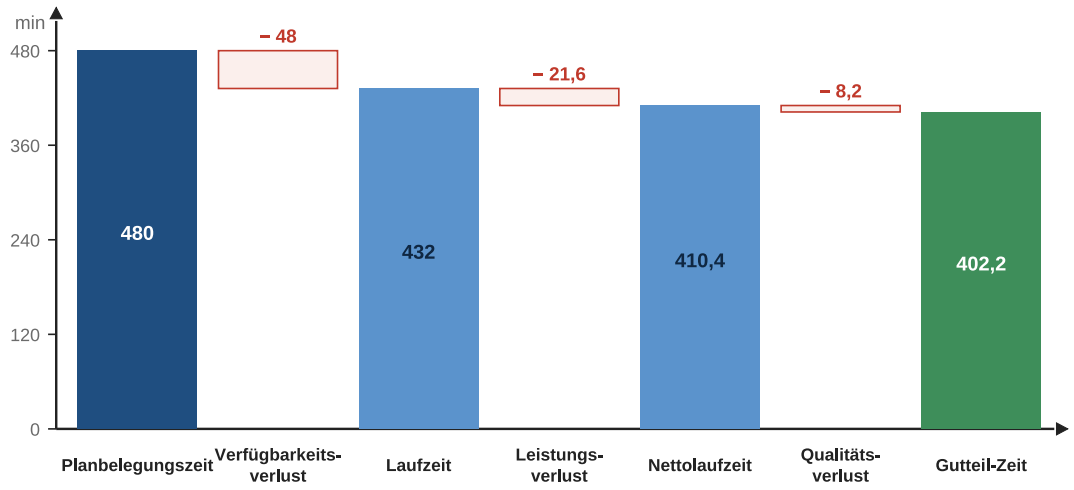
**Zufallsausfälle**
niedrige, konstante Rate: Inspektion, Ersatzteile

**Verschleißausfälle**
Abnutzung: Teile vorbeugend tauschen

- **ausfallbedingt**, **vorbeugend** (zeit- oder zustandsorientiert), **vorausschauend**
- Kostenoptimum zwischen Ausfall- und Vorbeugekosten

ÜB S. 59–61

# TPM und Gesamtanlageneffektivität (OEE)




**Verfügbarkeitsgr**
432 ÷ 480 = 90 %: Störungen, Rüsten, fehlendes Material

**Leistungsgrad**
410,4 ÷ 432 = 95 %: Kurzstopps, langsamer Lauf

**Qualitätsgrad**
402,2 ÷ 410,4 = 98 %: Ausschuss, Nacharbeit

**OEE**
90 % · 95 % · 98 % = 83,8 %

**DEFINITION**

**TPM:** Bedienerinnen und Bediener übernehmen einfache Wartung und Inspektion selbst (autonome Instandhaltung).

**OEE = Verfügbarkeit · Leistung · Qualität**

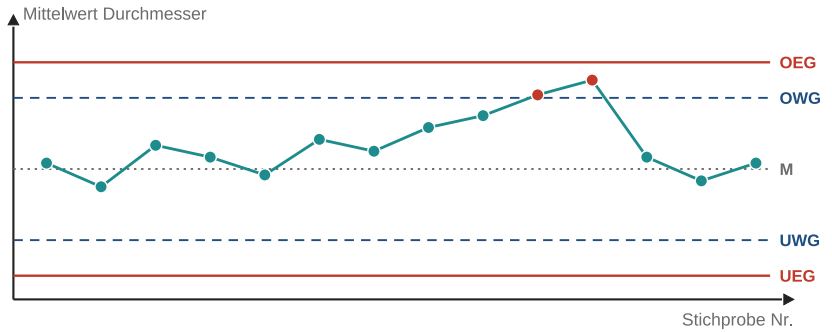
**RECHENWEG**

90 % · 95 % · 98 % = **83,8 %**

ÜB S. 59–61

# Fertigungskontrolle und Qualitätsprüfung

- Fertigungskontrolle: **Mengen, Termine, Kosten, Qualität**
- Zeitpunkt: **Eingangs-, Zwischen-, Endprüfung**
- Umfang: **Vollprüfung** (Druckprüfung jeder Pumpe) oder **Stichprobe**
- **Werkerselbstprüfung**
- **SPC** mit Regelkarten: Abweichung erkennen, bevor Ausschuss entsteht




**OEG / UEG**
obere und untere Eingriffsgrenze: Prozess stoppen, Ursache beseitigen

**OWG / UWG**
Warngrenzen: Prozess genauer beobachten

**Trend**
mehrere Punkte steigen nacheinander: etwa Werkzeugverschleiß

# 2.10

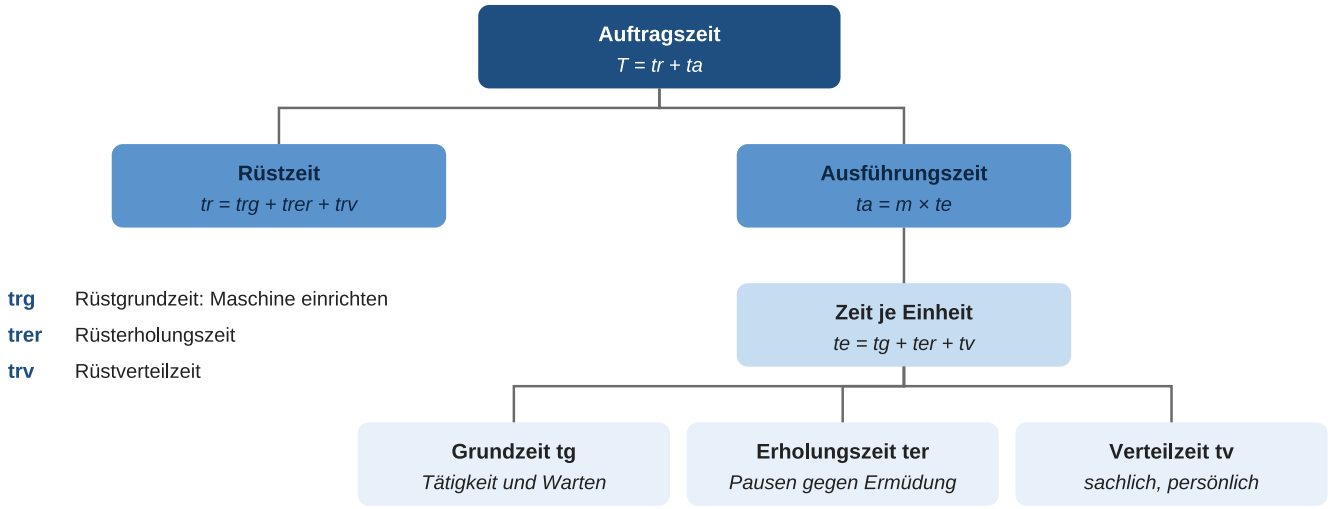
# Zeitwirtschaft nach REFA

Vorgabezeiten: Grundlage für Termine, Kapazität, Kalkulation und Akkord

Prüfungsrelevanz ★ in 3 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 61–62

ÜB S. 61–62

# Gliederung der Auftragszeit nach REFA




**trg** Rüstgrundzeit: Maschine einrichten

**trer** Rüsterholungszeit

**trv** Rüstverteilzeit

*m = Auftragsmenge. Die Rüstzeit fällt je Auftrag einmal an, die Zeit je Einheit für jedes Stück.*

**T = tr + m · te**

**Grundzeit tg**
Tätigkeits- und Wartezeit

**Erholungszeit ter**
Abbau der Ermüdung

**Verteilzeit tv**
sachlich und persönlich

**Rüstzeit tr**
einmal je Auftrag

ÜB S. 61–62

# Zeitaufnahme und Leistungsgrad

**tg = Istzeit · Leistungsgrad ÷ 100**

**te = tg · (1 + Zuschlag) · Zeitgrad = Vorgabe ÷ Ist · 100 %**

**RECHENWEG: LAUFRAD DREHEN**

Istzeiten 2,85 · 2,95 · 2,90 · 2,94 → Ø **2,91 min** · Leistungsgrad 110 % → tg = **3,20 min** · Zuschläge 8 % + 4,5 % → te = **3,60 min** · 400 Stück, tr 45 min → T = **1.485 min**

**ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER**

**Leistungsgrad** wird bei der Zeitaufnahme **geschätzt** (Istzeit → Normalzeit). **Zeitgrad** wird **danach berechnet** (Vorgabe ÷ gebrauchte Zeit, z. B. Akkord 110 %).

**MERKE**

Leistungsgrad nur auf beeinflussbare Tätigkeitsanteile anwenden, nicht auf feste Maschinenzeiten.

ÜB S. 61–62

# Weitere Verfahren der Zeitermittlung

tr = 45 min

T = 1.485 min = 24,75 h




*Auftragszeit für 400 Laufräder: Rüsten einmal, Ausführen 400-mal*

**Multimomentaufnahme**
stichprobenartige Beobachtung, wie oft ein Zustand vorkommt

**MTM**
Systeme vorbestimmter Zeiten aus Grundbewegungen

**Vergleichen und Schätzen**
auf Basis ähnlicher Arbeiten

**Selbstaufschreibung**
Mitarbeitende notieren ihre Zeiten

ÜB S. 56

# Auf einen Blick: Kapitel 2

- **Arbeitsstrukturierung:** Rotation, Enlargement (horizontal), Enrichment (vertikal), teilautonome Gruppe
- **Stückliste** = woraus, **Arbeitsplan** = wie; T = tr + m · te
- **Dilemma:** Auslastung gegen Durchlaufzeit
- **Vorwärts** → frühester Endtermin; **rückwärts** → spätester Start
- **Netzplan:** vorwärts größter FEZ, rückwärts kleinster SAZ, GP = SAZ − FAZ
- **Auslastung** = Bedarf ÷ Angebot; **Beschäftigungsgrad** = Ist ÷ Kapazität
- **Kanban:** Pull, Karten begrenzen den Bestand; **JIT/JIS**
- **Rationalisierung:** produkt-, montage-, verfahrensorientiert; KVP mit PDCA
- **Personalbedarf** = Zeitbedarf ÷ verfügbare Zeit; ganze Stellen aufrunden
- **Instandhaltung:** Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung; **REFA:** te = tg + ter + tv

# Kapitel 2 geschafft!

Jetzt festigen: Bearbeiten Sie das Multiple-Choice-Training zu Kapitel 2 und schließen Sie Lücken mit der Mindmap und den Übungen im Arbeitsbuch (Ebene 1 bis 3, ab S. 64).

**Multiple-Choice-Training**

PC0020 · mit Lösungen

**Mindmap Kapitel 2**

PM0020 · A3 quer

**Vorlesung auf YouTube**

Kanal @fachwirt24

**Weiter geht’s**

Kapitel 3: Produktionstechnische Rahmenbedingungen bewerten