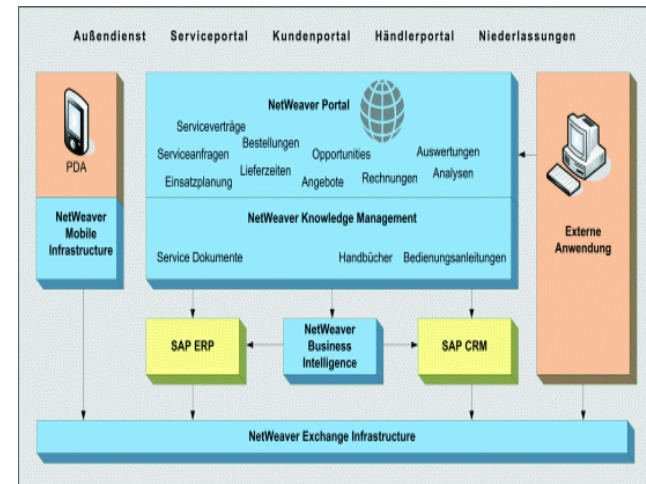




# Operations Management

## Prozessauswahl und Prozessanalyse

Prof. Dr. Helmut Dietl





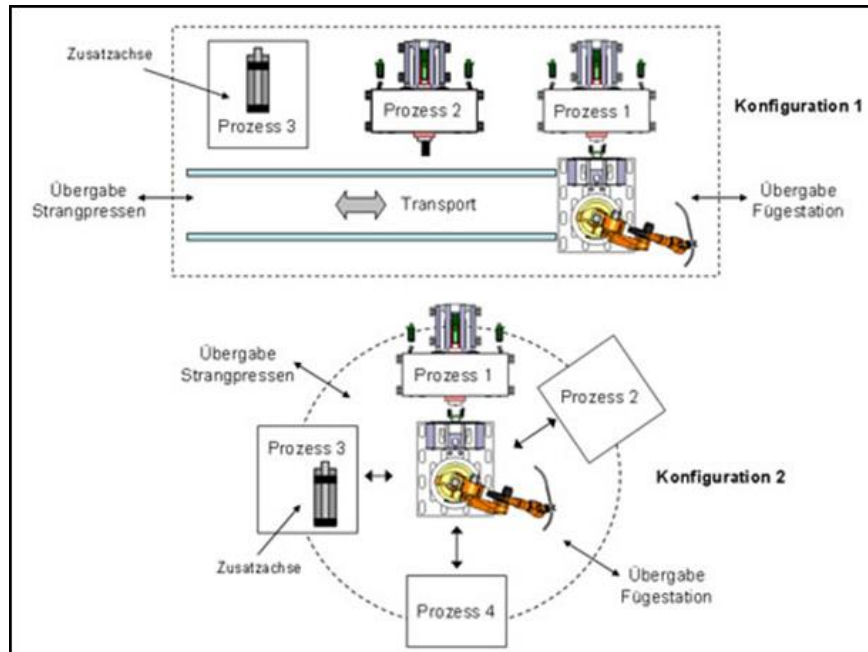
## Lernziele

Nach dieser Veranstaltung sollen Sie wissen,

- wie das Prozessdesign entsteht
- welche Faktoren auf das Prozessdesign einwirken
- was man unter „Mass Customization“ versteht und welche Potenziale daraus entstehen
- was man unter einem Prozess versteht
- wie Flussdiagramme erstellt und gelesen werden
- welches Optimierungspotenzial die Prozessanalyse aufzeigt

# Operations Management

## Prozessauswahl





# Prozessauswahl

## Mögliche Prozesstypen:

- Werkstattproduktion
- Batch-Produktion
- Fließbandproduktion
- Mass Customization



## Fließproduktion

Was macht die Fließproduktion aus?

- Anordnung der Werkzeuge und Arbeitsplätze nach der Reihenfolge der Bearbeitungsschritte
- Hoher Spezialisierungsgrad
- Keine Rüstzeiten
- Hohe Lagerbestände
- Geringe Vielfalt (z.B. Model T)
- Hohe Produktivität



## Warum ist das Fließbandprinzip so effizient?

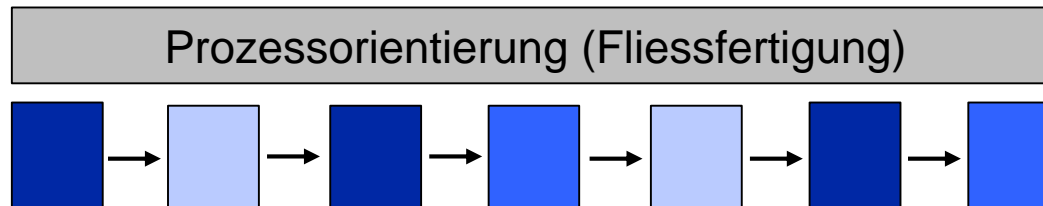
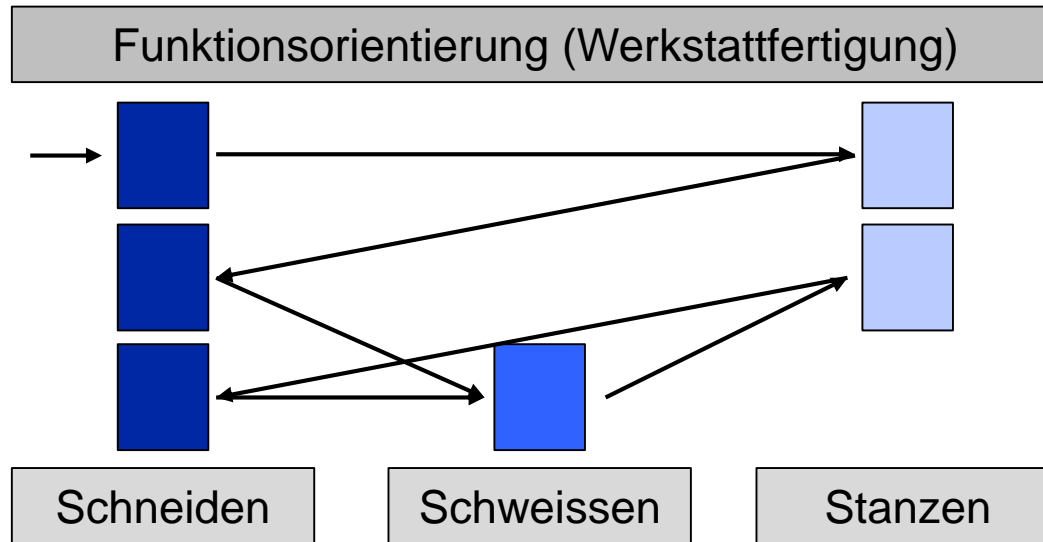
### **Spezialisierungs- und Effizienzvorteile durch:**

- Job Design (Verringerung der Rüstzeiten)
- Layout (Verringerung der Transportzeiten)
- Werkzeuge (Verringerung der Bearbeitungszeit/-kosten)
- Zeit & Bewegung (Erhöhung der Arbeitsproduktivität)

### **Beispiele des Fließbandprinzips:**

- Fertigungsfließband (Automobilproduktion)
- Sortierfließband
- Zubereitungsfließband (Fast Food)
- Waschstrasse

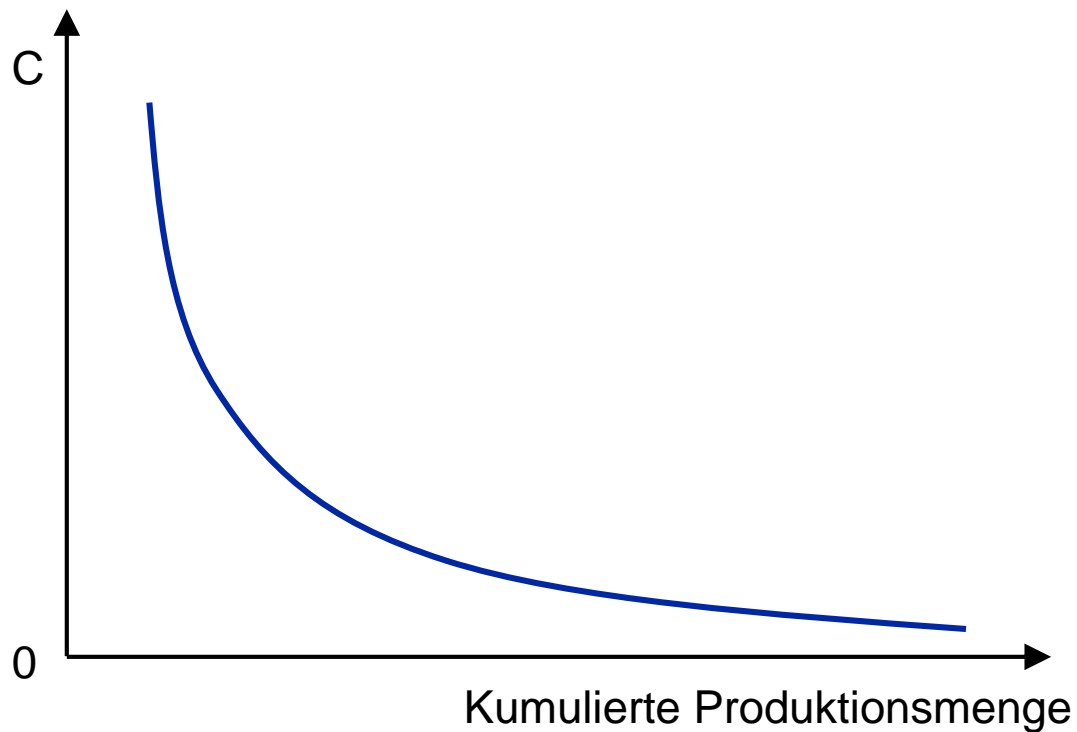
## Werkstattfertigung vs. Fließfertigung





## Lern- und Erfahrungskurve

Lern- und Erfahrungseffekte sind ein Vorteil der Fließproduktion.

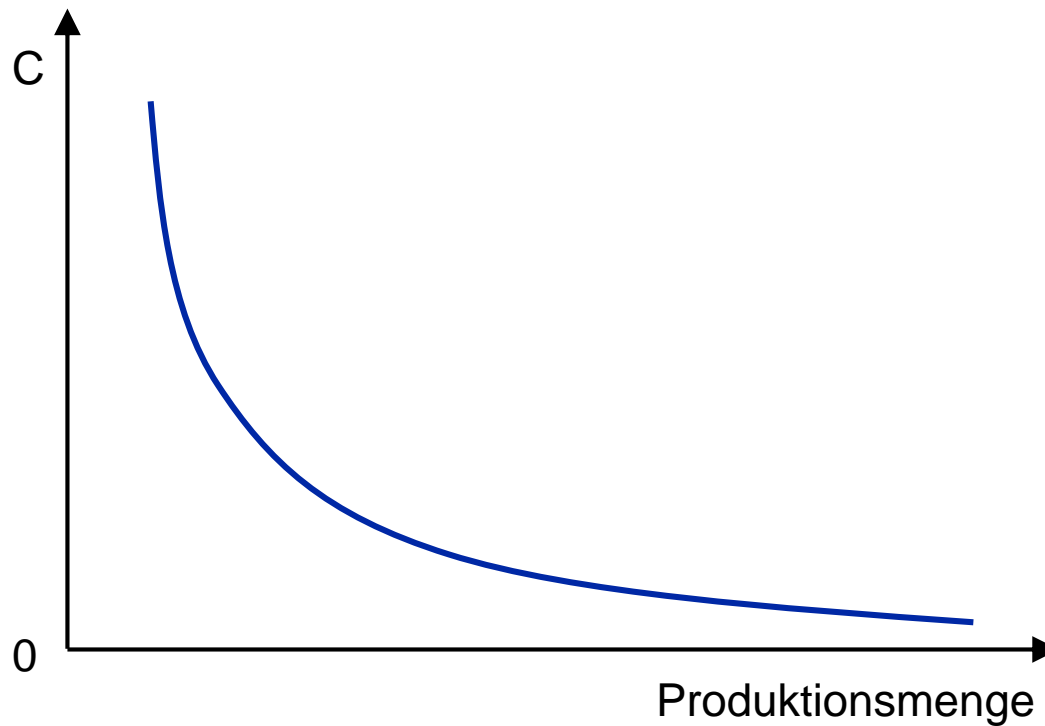






## Grössenvorteile (Economies of Scale)

Der zweite Vorteil der Fließproduktion sind die Grössenvorteile.





## Problem: Vielfalt

Produktvielfalt beeinträchtigt Lerneffekte, Fließproduktion ist schwierig umzusetzen

Produktvielfalt verringert Grössenvorteile

- Mehrzweckmaschinen und Rüstkosten
- Wechselnde Arbeitsabläufe und -methoden
- Flaschenhalse entstehen

Aber: Produktvielfalt erhöht Absatzchancen

**Ergebnis: *Konflikt zwischen Effizienz und Flexibilität***



## Was ist Flexibilität?

Ein Prozess ist flexibel, wenn die Durchschnittskosten auch bei Outputveränderungen konstant bleiben

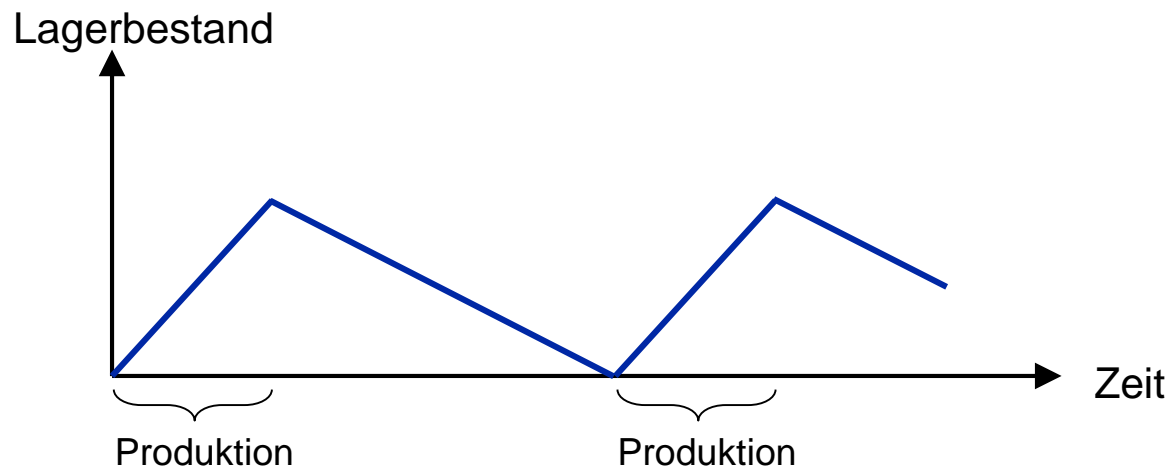
Zwei Ausprägungen der Flexibilität

- **Mengenflexibilität:**  
Durchschnittskosten sind unabhängig von Outputmenge
- **Artenflexibilität:**  
Durchschnittskosten sind unabhängig von Outputart

## Serien-/Sortenproduktion (Batch Produktion)

Was macht die Batch-Produktion aus?

- Abwechselnde Produktion einer Produkt-/Serviceart
- Zeitweise Spezialisierung
- Regelmässige Umrüstung des Produktionsprozesses
- Trade-off: Lagerkosten vs. Rüstkosten





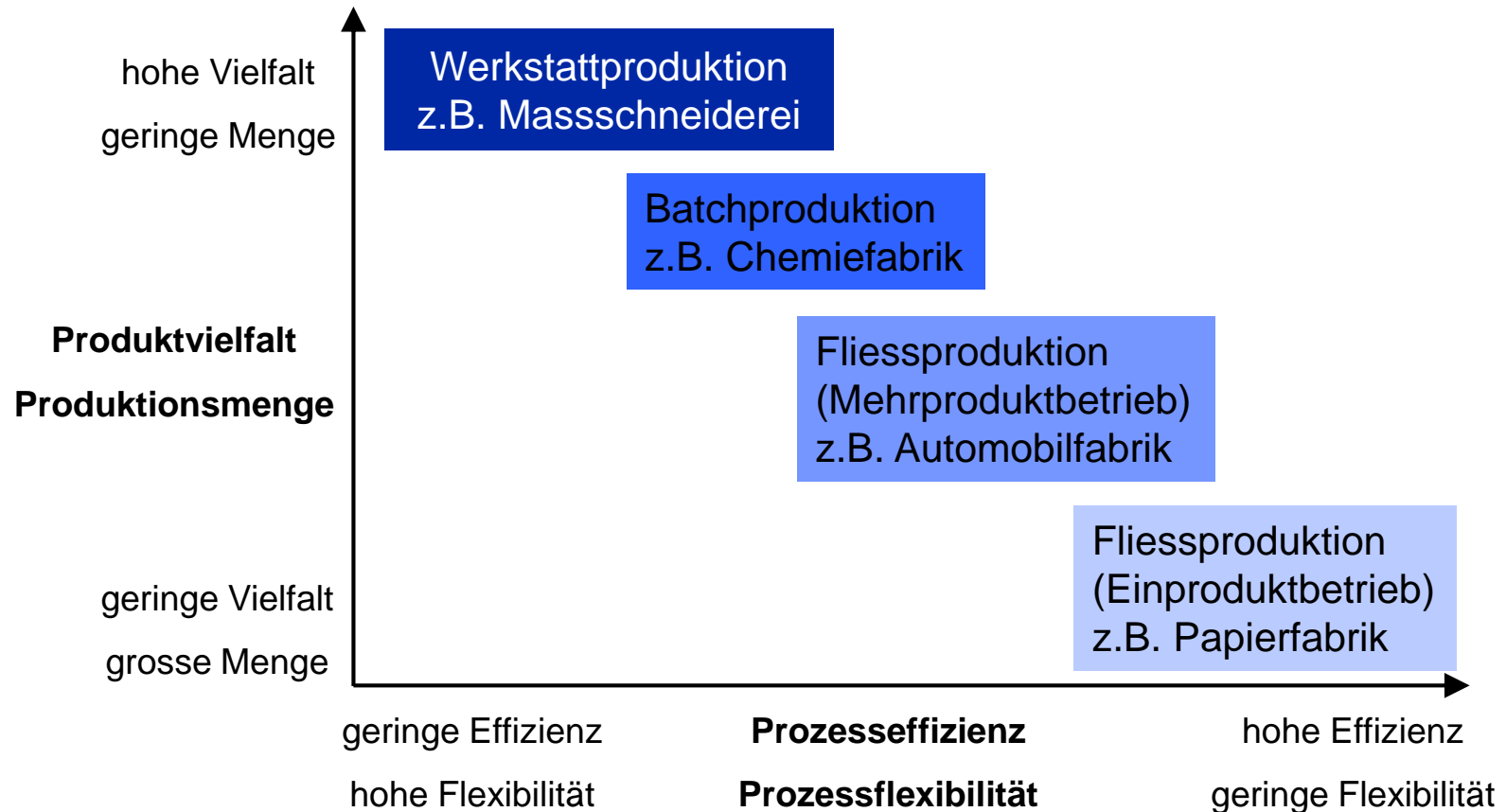
## Werkstattproduktion (Job Shop Produktion)

Was macht die Werkstattproduktion aus?

- Produktion kleiner Produkt-/Serviceeinheiten bei hoher Produkt-/Servicevielfalt
- Vorwiegend Allzweckgeräte
- Produktivität beruht auf Mitarbeiterqualifikation (z.B. Meister), nicht auf Arbeitsmethoden und -instrumenten
- Geringe Prozessstandardisierung (z.B. Massarbeit)
- Geringe Mitarbeiterspezialisierung (Cross Training und Job Rotation)

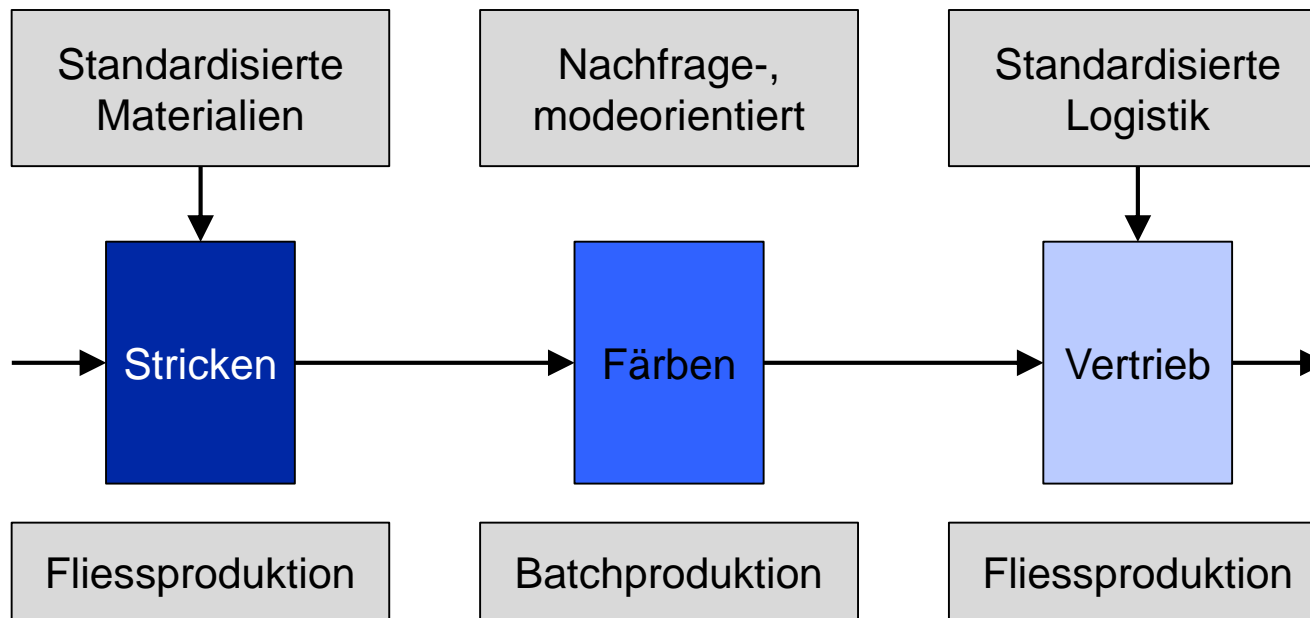


# Produkt-Prozess-Matrix



## Produktionsstufen mit unterschiedlichen Prozesstypen

Prozesstypen können auch gemischt werden (z.B. bei Benetton)





# Produkt-Prozess-Lebenszyklus

## Produkteinführungsphase

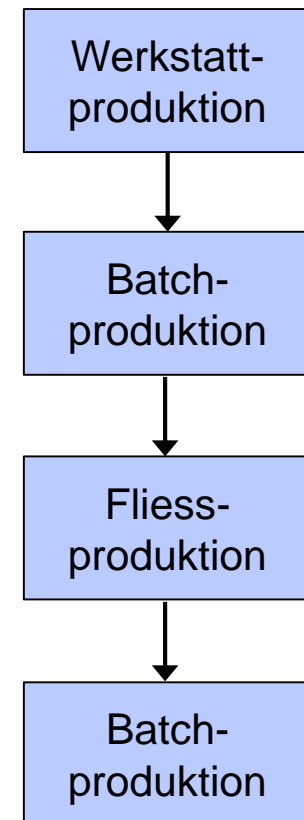
- kleine Mengen
- schnell wechselndes Produktdesign
- viele Technologieverbesserungen
- Time-to-market als Erfolgsfaktor

## Reifephase

- hohe, stabile Mengen
- standardisiertes Produktdesign
- stabile Produktionstechnologie

## Schrumpfungsphase

- sinkende Mengen
- keine weiteren Produktvarianten
- Service, Reparaturen als Erfolgsfaktoren





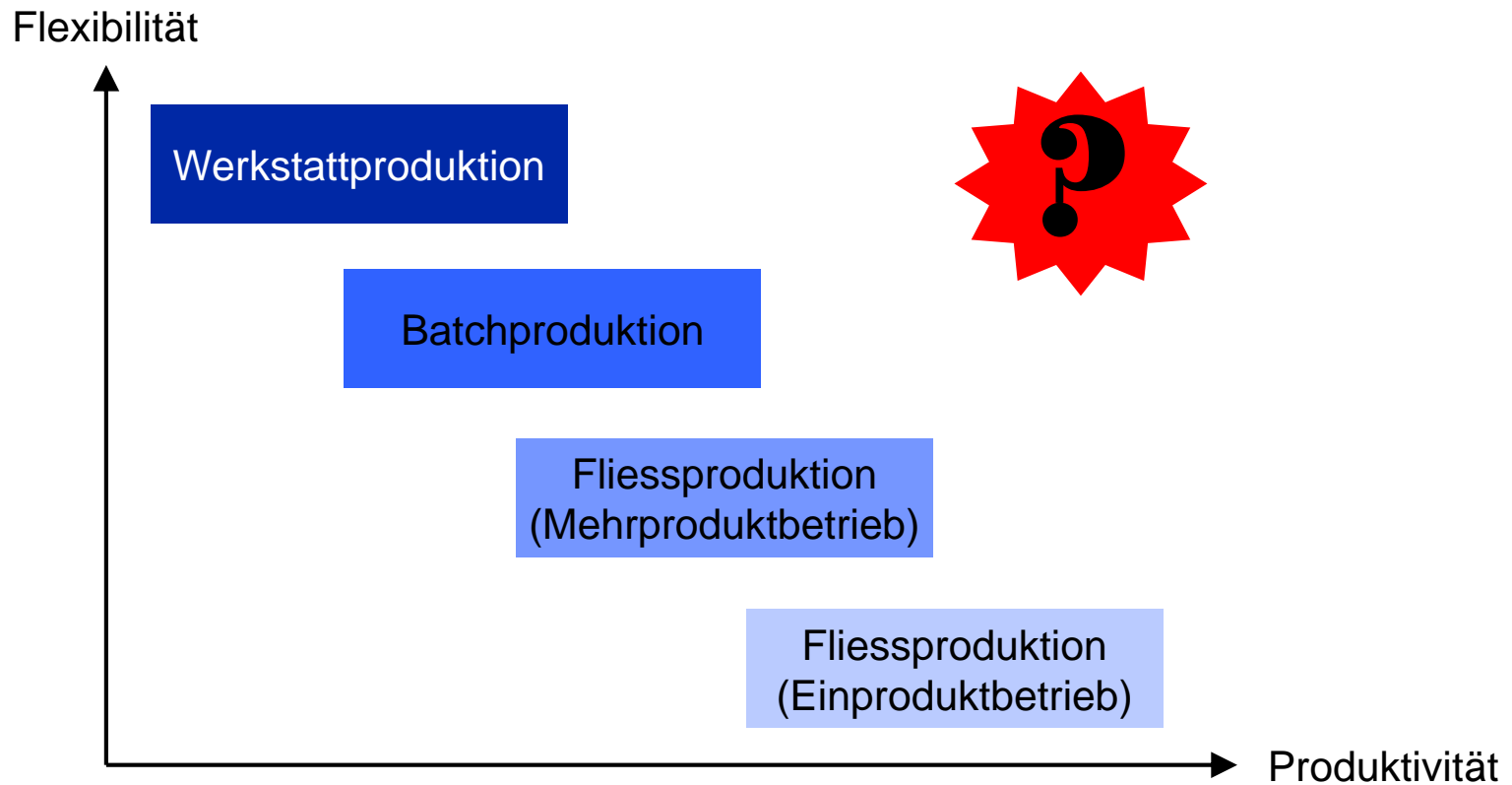


## Zusammenfassung

- Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein Produkt herzustellen bzw. einen Service zu leisten
- Prozessentscheidung hat umfassende betriebswirtschaftliche Konsequenzen
  - Wertschöpfung (Vielfalt, Qualität, Zeit, Kosten)
  - Kostenstruktur
  - Flexibilität
- Aufgrund laufender Veränderungen müssen die Produktionsprozesse den Produkt-/Marktgegebenheiten ständig angepasst werden



## Traditionelle Sichtweise





## Was ist Mass Customization?

Mass Customization verbindet die

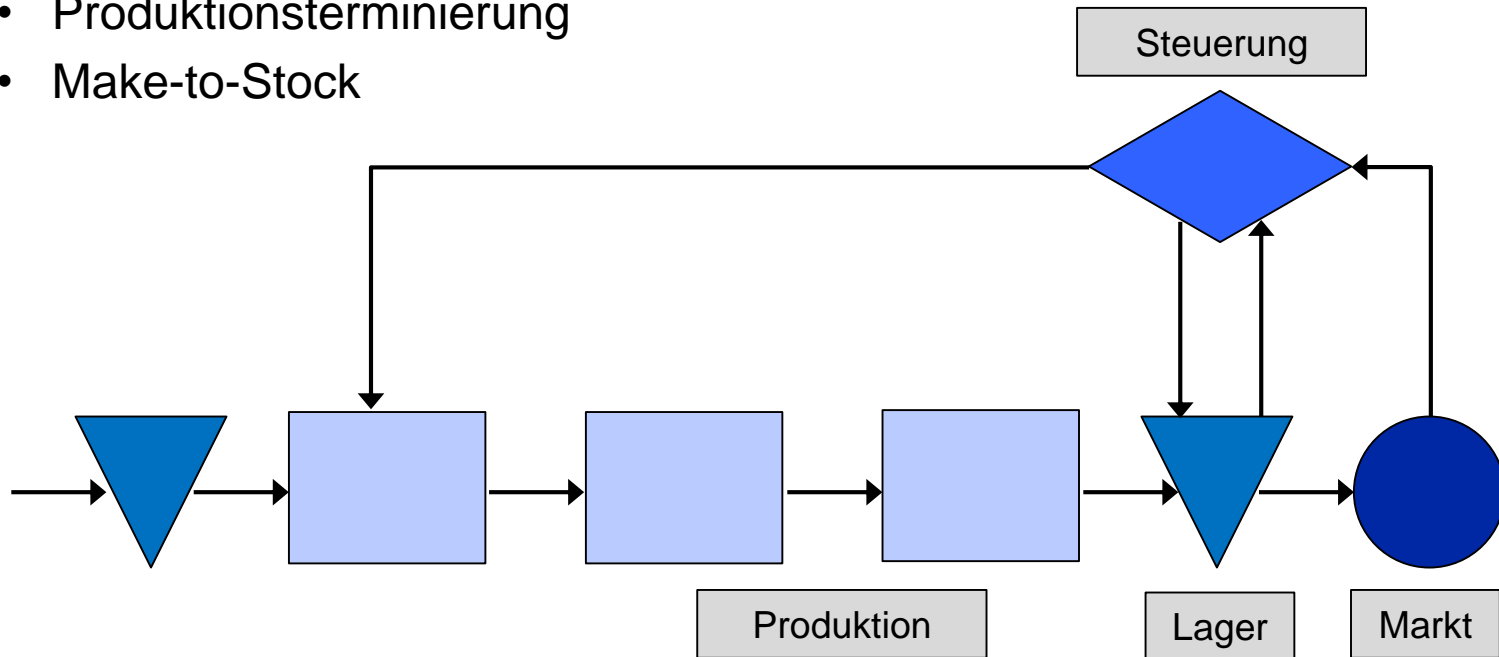
- **Spezialisierungs- und Automatisierungsvorteile der Fließproduktion**
  - Economies of Scale
  - Standardisierungsvorteile

mit den

- **Flexibilitätsvorteilen der Werkstattfertigung**
  - Massanfertigung
  - hohe Produktvielfalt
  - schnelle Einführung neuer Produkte

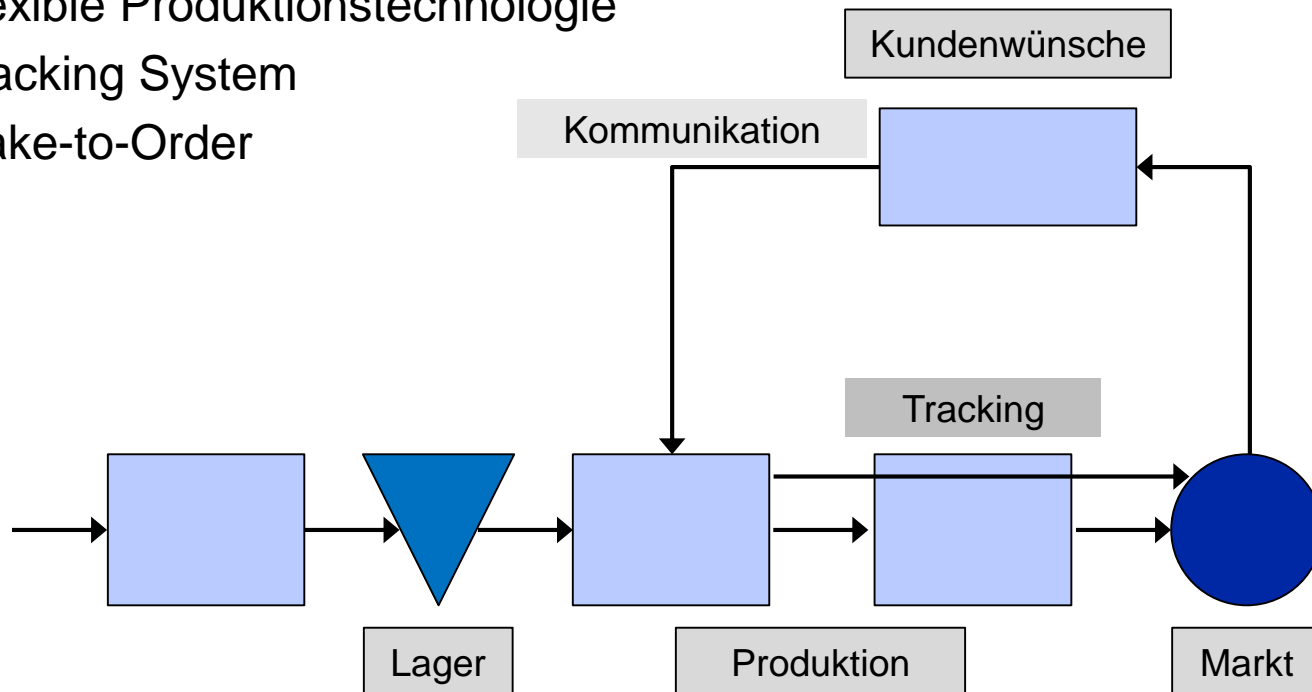
## Elemente der Massenproduktion

- Nachfrageprognose
- Inventarüberwachung
- Produktionsterminierung
- Make-to-Stock



## Elemente der Mass Customization

- Kundenwünsche
- Kommunikationsnetzwerk
- Flexible Produktionstechnologie
- Tracking System
- Make-to-Order





## Weitere Strategien der Mass Customization

### **Verlagerung von Produktionsstufen**

- Produktdifferenzierung so spät wie möglich (z.B. Benetton: Färbung erst am Produktionsende)
- Modularisierung des Produktionsprozesses

### **Kundenkonfigurierbare Produkte/Services**

- Produktmodularisierung (z.B. Levi's Jeans, Dell Computer, IKEA Möbel)

### **Kundenorientierte Informations- und Kommunikationssysteme**

- z.B. Benutzerdefinierte Internetseiten

## Levi's Personal Pair Jeans

### Traditionell:

- 8 Bundgrößen x 3 Längen = 24 Größen

### Personal Pair:

- 12 Bundgrößen x 8 Hüftgrößen x 4 Steglängen x 11 Beinlängen = 4.224 Größen
- In 5 verschiedenen Farben
- Preis: \$65 vs. \$49 für traditionelle Levi's
- Lieferzeit: 3-4 Wochen





## Levi's Original Spin® Jeans

5 Grundmodelle x 46 Bundgrößen x 36 Einsäumgrößen x 3  
Steglängen x 5 Beinöffnungen x 16 Farben x 2 Verschlussarten  
**= 3,97 Mio. Varianten**

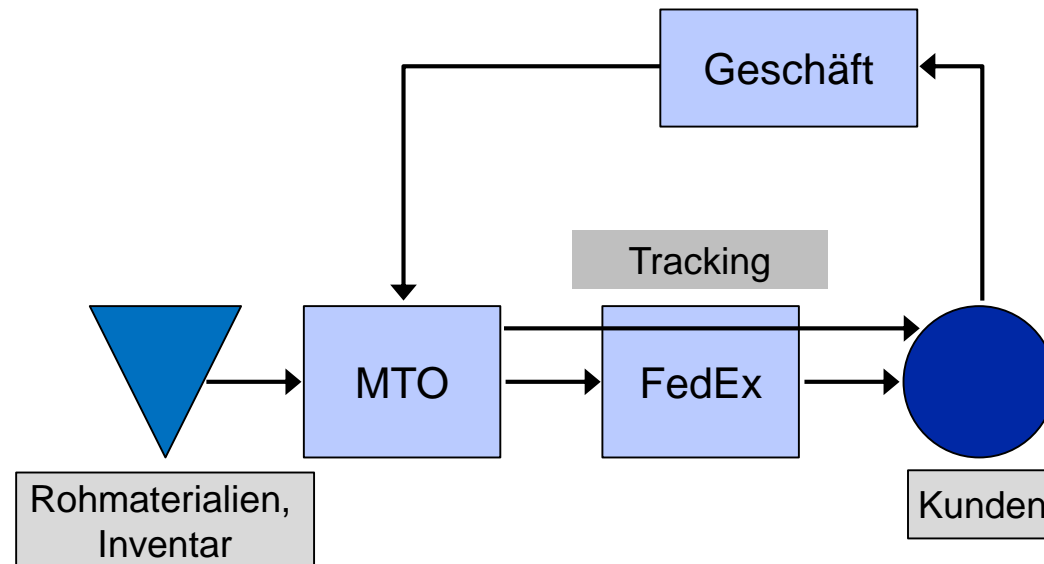
Preis: \$55 vs. \$49 für traditionelle Levi's

Lieferzeit: 2-3 Wochen



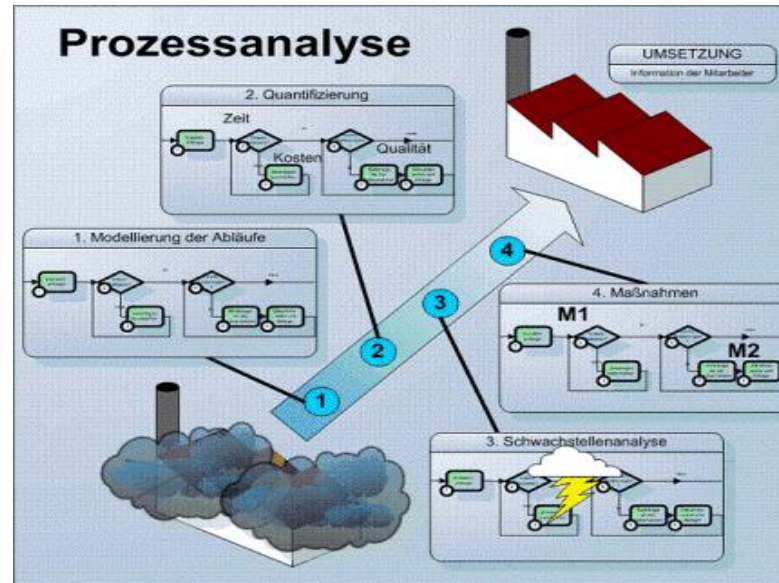
## Levi's Supply Chain

- Make-to-Order (MTO) Produktionsanlagen in Arkansas
- Flexible Produktionstechnologie
- Balken-Code Tracking-Systeme
- Anprobe im Geschäft mit Internetbestellung



# Operations Management

## Prozessanalyse





## Definitionen

### **Prozess:**

Folge logisch zusammenhängender Arbeitsschritte zur Erstellung einer Leistung oder Veränderung eines Objektes (Transformation)

### **Durchlaufzeit:**

Die Zeitdauer, die eine Produkteinheit im System verweilt

### **Zykluszeit:**

Zeitraum zwischen der Fertigstellung zweier Produkteinheiten



## Prozess Flussdiagramm

Das Flussdiagramm stellt die wesentlichen Elemente des Prozesses dar.

Grundelemente sind:

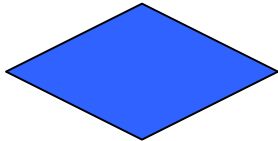
- Aufgaben oder Arbeitsvorgänge
- Material- oder Kundenflüsse
- Entscheidungspunkte
- Lager oder Puffer



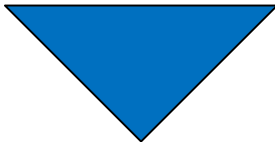
## Symbole Flussdiagramm



Aufgabe oder Arbeitsvorgang



Entscheidungspunkt



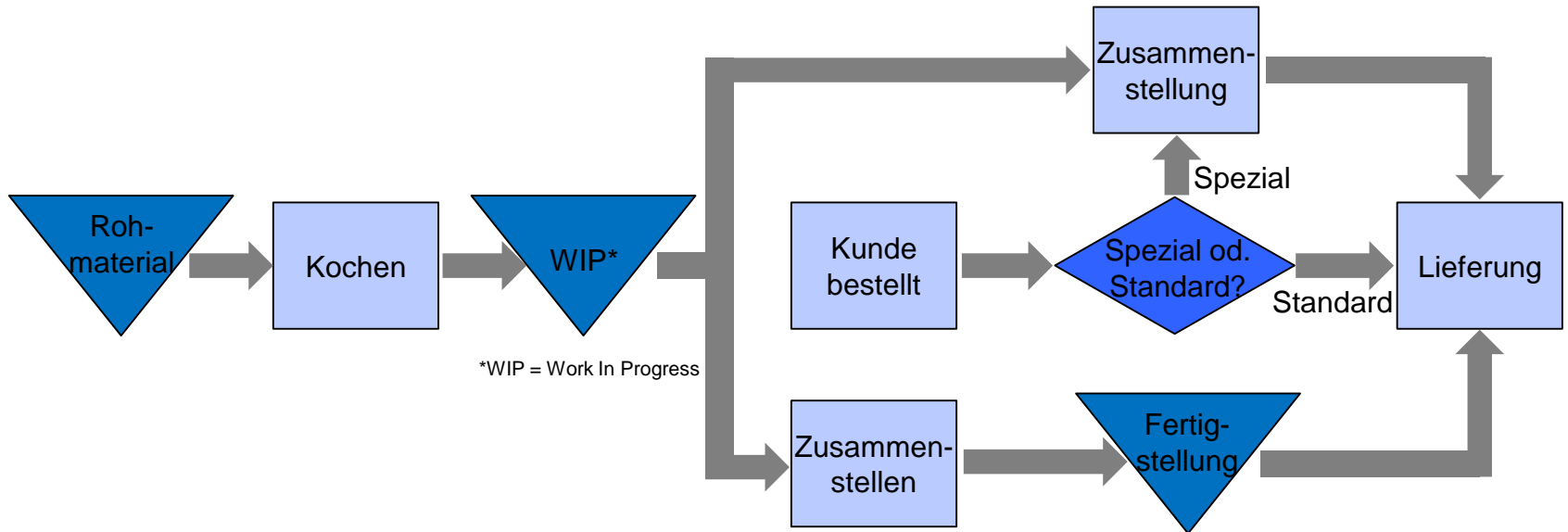
Lager oder Puffer



Material oder Kundenfluss

## Beispiel Flussdiagramm

Burger King





## **Ziele der Prozessflussanalyse**

### **Prozessdokumentation**

- Wer macht wann wo was?
- In welcher Reihenfolge?

### **Performancemessung/Leistungsbeurteilung**

- Kosten
- Kapazität
- Lagerbestand
- Lieferzeiten (potenzielle Verzögerungen)

### **Identifikation von Engpässen und Verbesserungsmöglichkeiten**



## Prozesstypen (Extremformen)

### **Make-to-Order (Auftragsproduktion)**

- Produktionsprozess wird erst mit dem Auftrag in Gang gesetzt
- Warenbestand als auch in Arbeit befindliche Produkte werden minimiert

### **Make-to-Stock (Lagerproduktion)**

- Erwartete Mengen werden auf Basis einer Planung produziert
- Kundenaufträge werden durch Lagerbestände bedient



## Durchlaufzeit vs. Zykluszeit

Fall 1

Tunnel

$\lambda = 0,05$  Autos/min



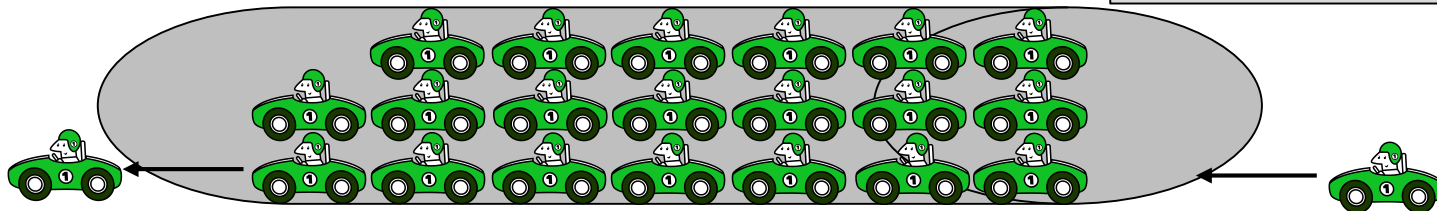
Durchlaufzeit  $W = 40$  min

$N = 2$

Zykluszeit = 20 min

Fall 2

$\lambda = 0,5$  Autos/min



Durchlaufzeit  $W = 40$  min

$N = 20$

Zykluszeit = 2 min



## Durchlaufzeit vs. Zykluszeit

### Durchlaufzeit

- Die Zeitdauer, die eine Produkteinheit im System verweilt
- Synonyme: Fließzeit, Umlaufzeit
- **Frage:** Wie lange ist der Zeitraum zwischen der Einfahrt eines Autos in den Tunnel und der Ausfahrt desselben Autos aus dem Tunnel?

### Zykluszeit

- Zeitraum zwischen der Fertigstellung zweier Produkteinheiten
- Entspricht dem Kehrwert der Produktionsrate
- **Frage:** Wie viel Zeit vergeht zwischen der Ausfahrt eines Autos und der Ausfahrt des nächsten Autos aus dem Tunnel?

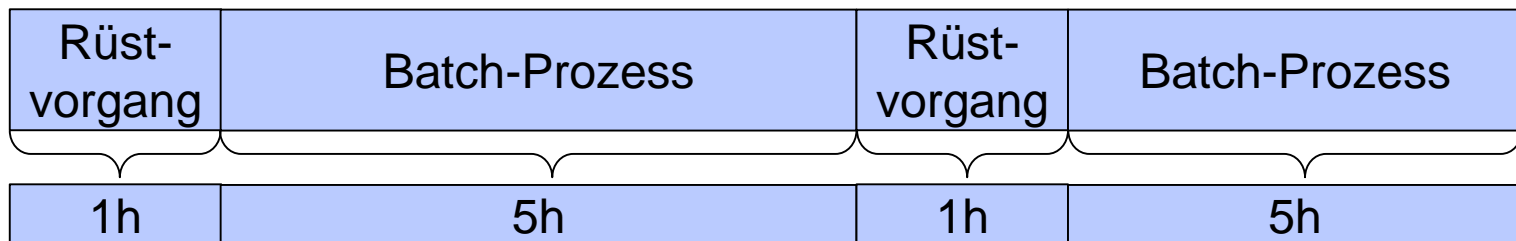


## Kapazität

**Kapazität** (pro Zeiteinheit) = maximal erreichbarer Output pro Zeiteinheit  
= (Anzahl der produzierten Einheiten pro Batch) / (Zeitdauer)

Beispiel: Kapazitätsberechnung eines Batch-Prozesses

- Batch besteht aus 72 Produkteinheiten
- ein Batch-Prozess dauert 5 Stunden
- Rüstzeit = 1 Stunde je Batch-Prozess



Kapazität = Einheiten pro Batch / Zeitdauer = (72 Einheiten pro Batch) / ((1+5)h pro Batch) = 12 Einheiten pro h



## Auslastungsgrad

**Auslastungsgrad** = (Tatsächlicher Output pro Zeiteinheit / Kapazität pro Zeiteinheit) x 100%

Beispiel:

- Wie oben
- Batch produziert 140 Einheiten pro Tag
- Produktionszeit beträgt 14 h pro Tag

Wie hoch ist der Auslastungsgrad?

Auslastungsgrad = [140 Einheiten pro Tag / (12 Einheiten pro Stunde x 14 Stunden pro Tag)] x 100% = 83,33%



## Flaschenhals

### **Flaschenhals:**

Diejenige Ressource, welche die Kapazität des Gesamtprozesses limitiert.

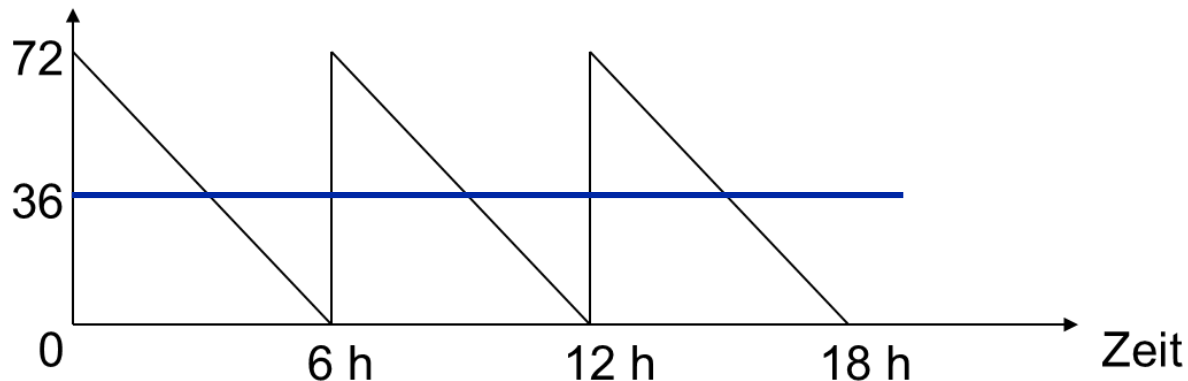
Warum sind Flaschenhälse so wichtig?

## Lagerbestand

**Durchschnittlicher Lagerbestand** =  $\frac{1}{2} \times \text{Batch}$

Beispiel:

- alle 6 h wird ein Batch im Umfang von 72 Produkteinheiten gefahren
- Nachfrage = Produktion =  $72/6 = 12$  Einheiten/h
- Frage: Wie hoch ist der durchschnittliche Lagerbestand?





## Gesetz von Little

Little's Law erklärt den Zusammenhang zwischen Durchlaufzeit, Lagerbestand und Produktionsrate

- $N$  = durchschnittlicher Lagerbestand
- $W$  = durchschnittliche Durchlaufzeit
- $\lambda$  = durchschnittliche Produktionsrate

Littles Gesetz lautet:  **$N = W\lambda$**

Jede der drei Variablen ist durch die anderen beiden eindeutig determiniert!



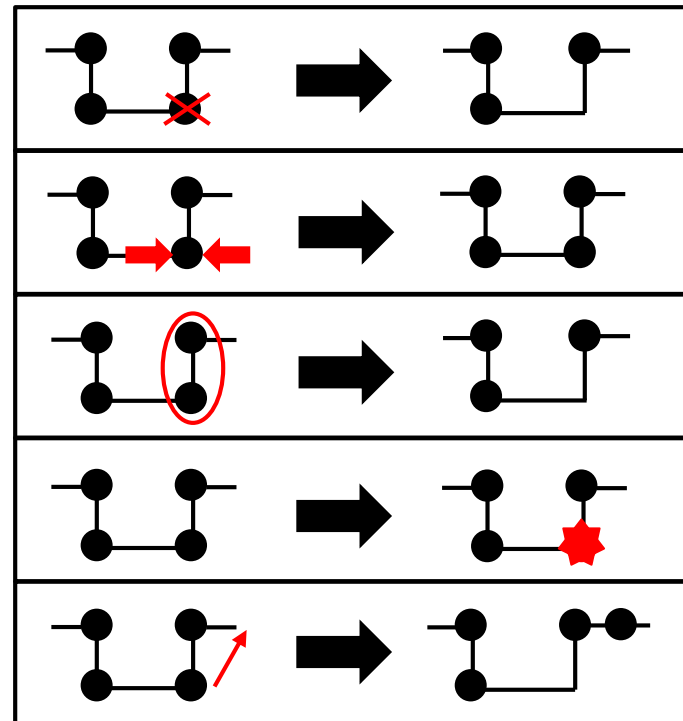
## Beispiel

- Brot wird mit einer Rate von 14'000 Laibe/h hergestellt
- Es dauert 15 min bis ein Brotlaib auf dem Kühltisch abkühlt
- Wie viele Brote müssen auf dem Kühltisch Platz haben?
- $N = \lambda W = 14'000 \text{ Laibe/h} \times 0,25\text{h} = 3'500 \text{ Laibe}$



## Reduktion der Durchlaufzeiten

- Entfall
- Beschleunigung
- Zusammenlegung
- Automatisierung
- Verlagerung



## Reduktion der Durchlaufzeiten

- Reihenfolge
- Parallelisierung
- Verantwortung
- Teambildung
- Leistungsmessung

