

**LEUPHANA**  
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

## **Vorlesung Industrieproduktion**

Lean Production – Produktion im Fluss

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt



# Semesterübersicht

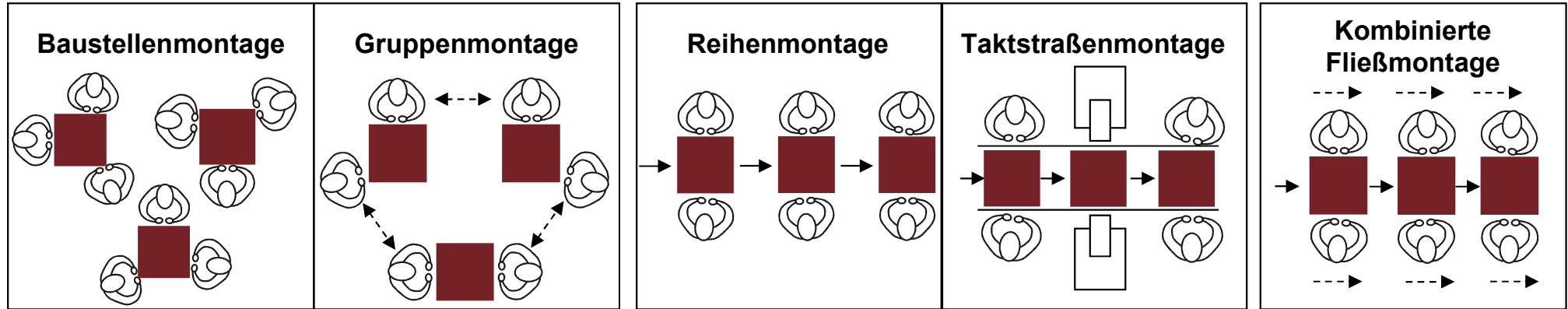
	Tag	Zeit	Thema	Bemerkung
Mittwoch	20.10.2021	10:15 - 13:45	Keine Veranstaltung	Keine Veranstaltung
Mittwoch	27.10.2021	10:15 - 13:45	1. Einführung 2. Produktplanung und Konstruktion	Präsentation Schmidt Hörsaal-Diskussion, Übungen
Mittwoch	03.11.2021	10:15 - 13:45	3. Arbeitsplanung 4. Planung von Fertigung und Montage	Präsentation Schmidt Hörsaal-Diskussion, Übungen
Mittwoch	10.11.2021	10:15 - 13:45	4. Planung von Fertigung und Montage 5. Lean - Einführung 6. Lean - Produktion im Fluss	Präsentation Schmidt Hörsaal-Diskussion, Übungen
Mittwoch	17.11.2021	10:15 - 13:45	7. Lean - Just in Time 8. Digitale Produktion	Präsentation Schmidt Hörsaal-Diskussion Übungen
Mittwoch	24.11.2021	10:15 - 13:45	Puffer	Ggf. Präsentation Schmidt Hörsaal-Diskussion, Übungen
Mittwoch	01.12.2021	10:15 - 13:45	Tages-Workshop Lernfabrik	Leuphana Lernfabrik
Mittwoch	08.12.2021	10:15 - 13:45	Tages-Workshop Lernfabrik	Leuphana Lernfabrik
Mittwoch	15.12.2021	10:15 - 13:45	Tages-Workshop Lernfabrik	Leuphana Lernfabrik
Mittwoch	22.12.2021	10:15 - 13:45	Keine Veranstaltung	Keine Veranstaltung
Mittwoch	12.01.2022	10:15 - 13:45	Keine Veranstaltung	Keine Veranstaltung
Mittwoch	19.01.2022	10:15 - 13:45	Zusammenfassung und Klausurfragestunde	Präsentation Schmidt Diskussion Fragen der Studierenden
Mittwoch	26.01.2022	10:15 - 13:45	Keine Veranstaltung	Keine Veranstaltung
Mittwoch	02.02.2022	10:15 - 13:45	Keine Veranstaltung	Keine Veranstaltung

# Struktur industrieller Fertigungsprinzipien

Ordnungskriterium	Fertigungsprinzip	Räumliche Struktur	Beispiele
Arbeitsaufgabe	<b>Werkstattprinzip</b> <b>Verrichtungsprinzip</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dreherei</li> <li>▪ Fräseerei</li> <li>▪ Schleiferei</li> <li>▪ Schweißwerkstatt</li> </ul>
Arbeitsfolge definierter Varianten	<b>Fließprinzip</b> <b>Erzeugnisprinzip</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertigungslinie</li> <li>▪ Montagelinie</li> </ul>
Arbeitsfolge einer Teilefamilie	<b>Fertigungsinsel / Gruppenprinzip</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertigungsinsel</li> <li>▪ Montageinsel</li> </ul>
Produkt	<b>Baustellenprinzip</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Großmaschinenbau</li> <li>▪ Schiffswerft</li> </ul>
Mensch	<b>Werkbankprinzip</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Handwerkliche Arbeitsplätze</li> <li>▪ Werkzeugmacherei</li> </ul>

AG Arbeitsgegenstand S Station

# Organisationsformen der Montage



Bewegungs- größe	stationäre Montageobjekte		bewegte Montageobjekte		bewegte Montageobjekte	
	stationäre Arbeitsplätze	bewegte Arbeitsplätze	stationäre Arbeitsplätze		bewegte Arbeitsplätze	
Bewegungs- parameter			aperiodischer Bewegungsablauf	periodischer kontinuierl.* Bewegungsablauf	periodischer kontinuierl.* Bewegungsablauf	
	gerichtete ungerichtete Bewegung		gerichtete Bewegung		gerichtete Bewegung	

\* nicht relevant für Einzel- und Serienfertigung



Montageobjekt



Arbeitsplätze

→ Objektbewegung

---> Arbeitsplatzbewegung

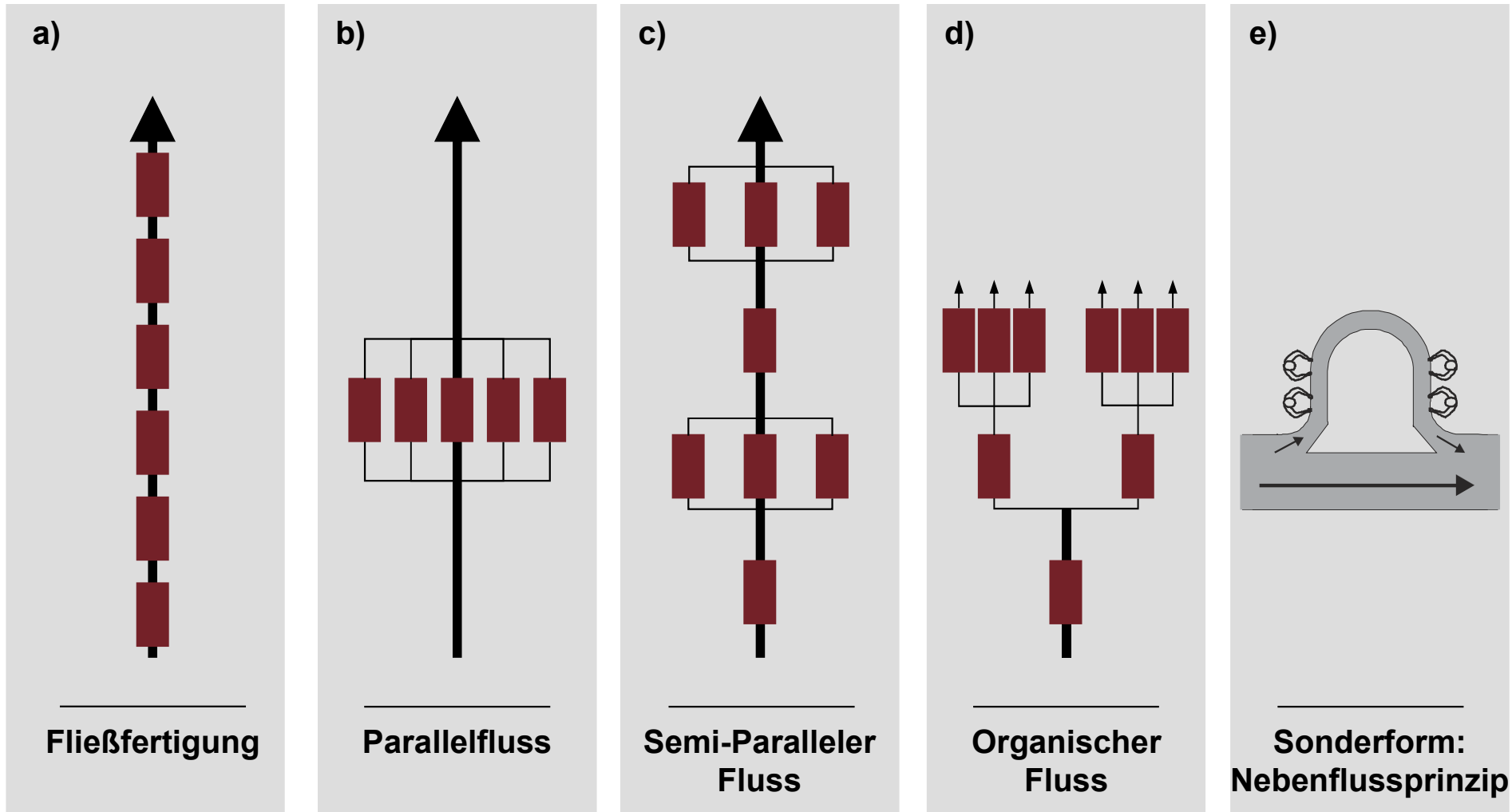
# Beispiel elastische Verkettung – Modern Times Factory

<https://www.youtube.com/watch?v=DfGs2Y5WJ14>



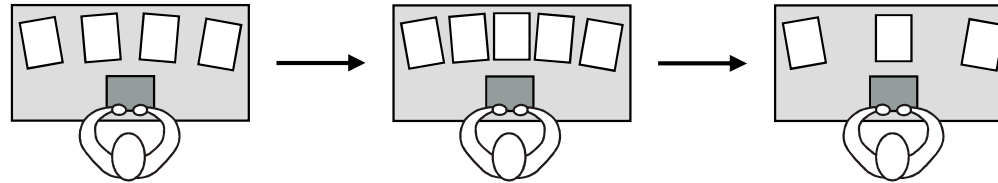
**Lucy and Ethel haben eine Lösung!**

<https://www.youtube.com/watch?v=WmAwcMNxGqM>

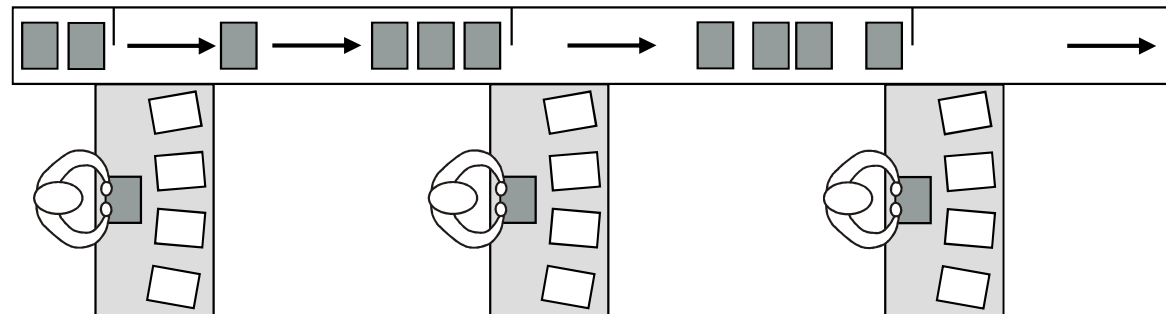


# Mögliche Formen verketteter Montagesysteme

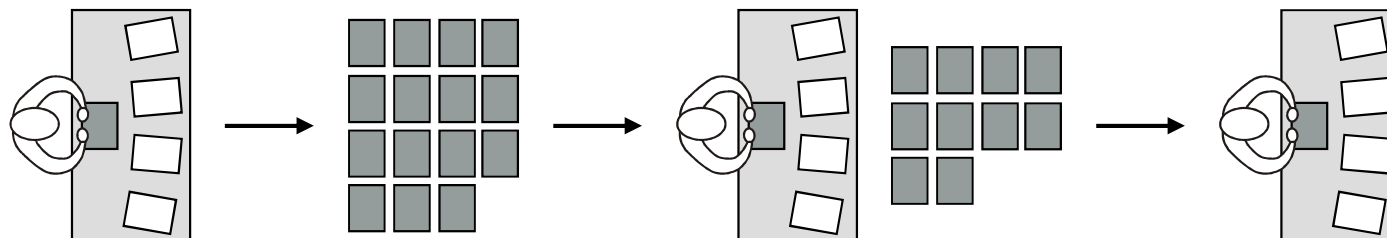
## Starre Verkettung



## Elastische Verkettung

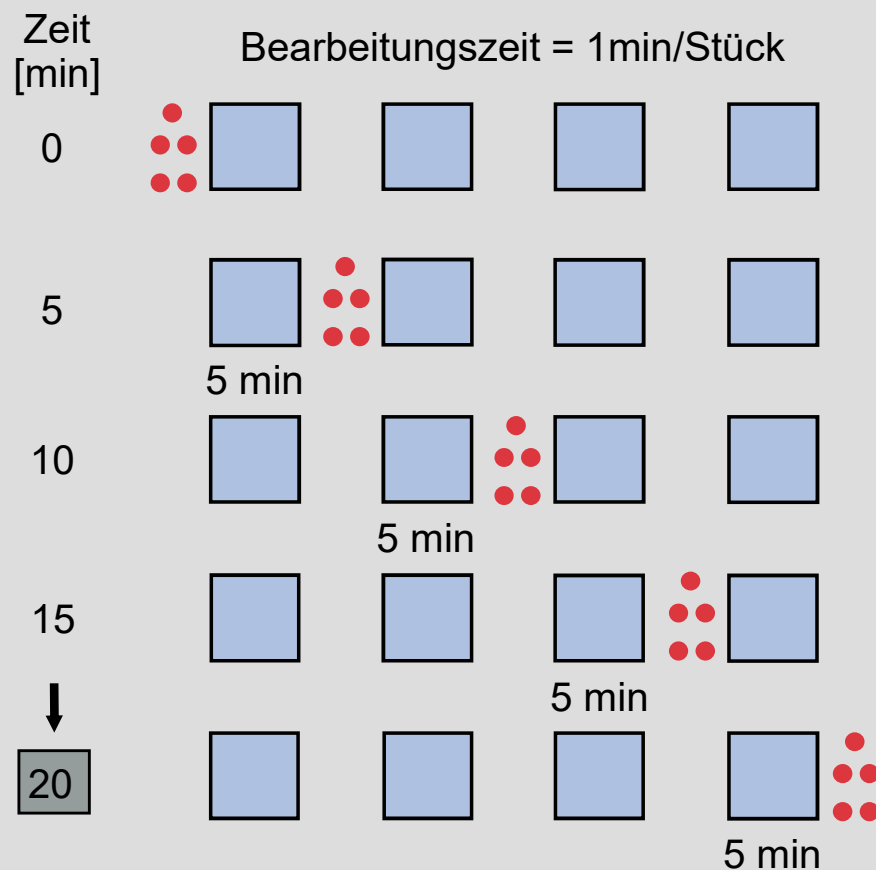


## Lose Verkettung

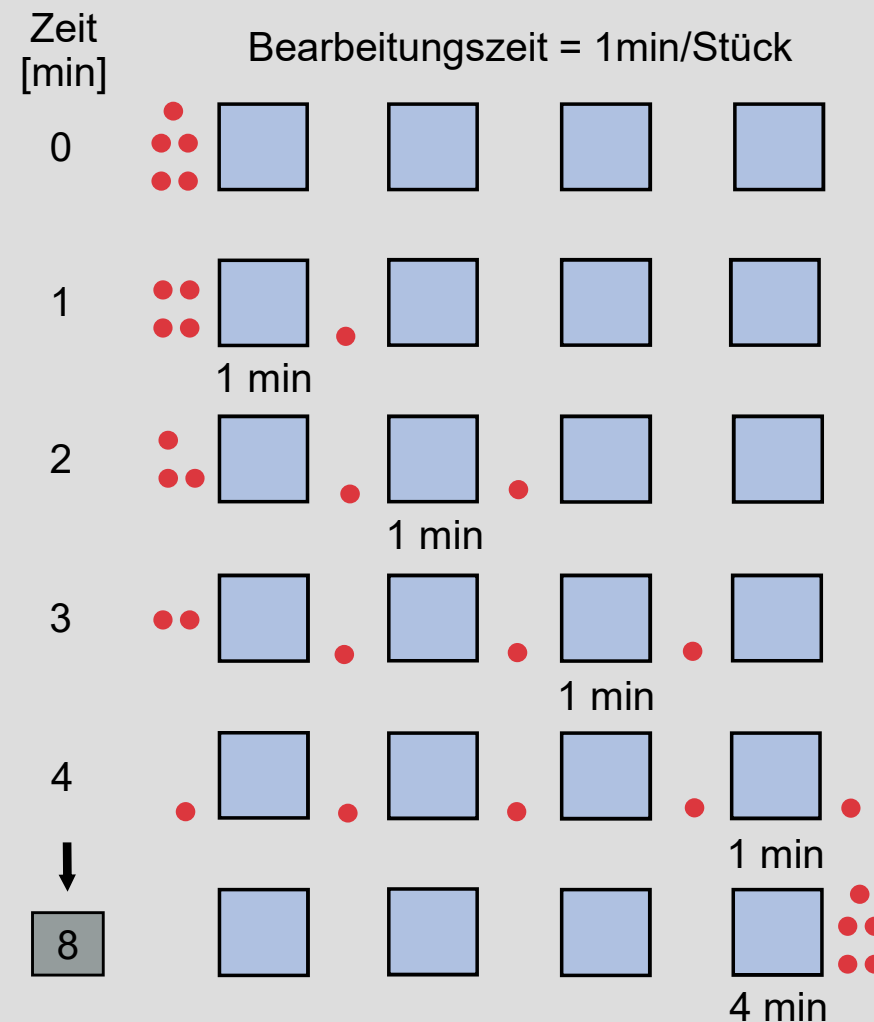


# Durchlaufzeitpotentiale durch „One-Piece-Flow“

## Losweise Fertigung mit Transportlosgröße 5



## One-Piece-Flow Fertigung mit Transportlosgröße 1



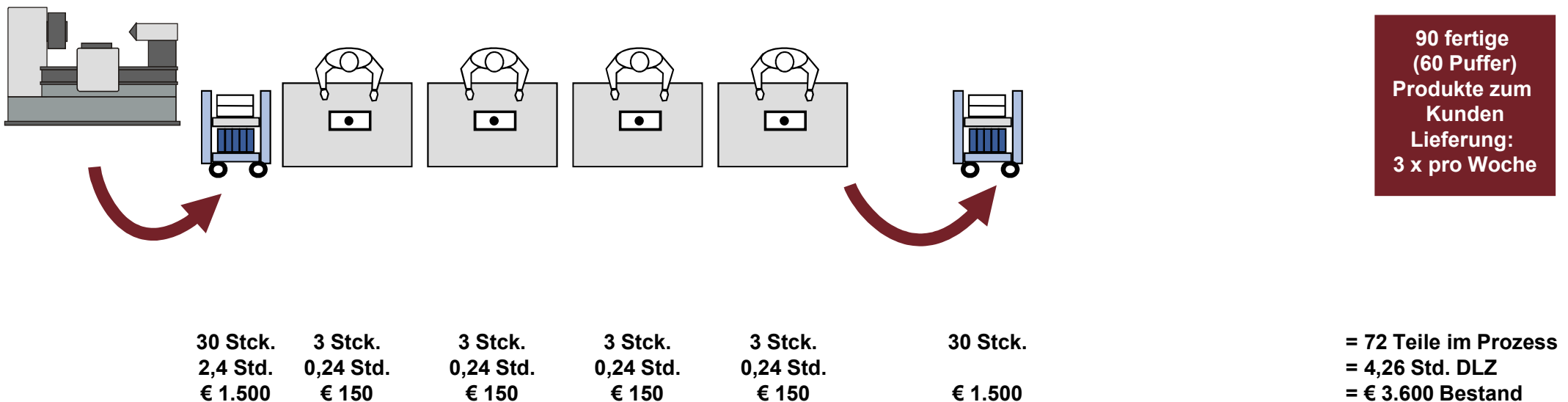
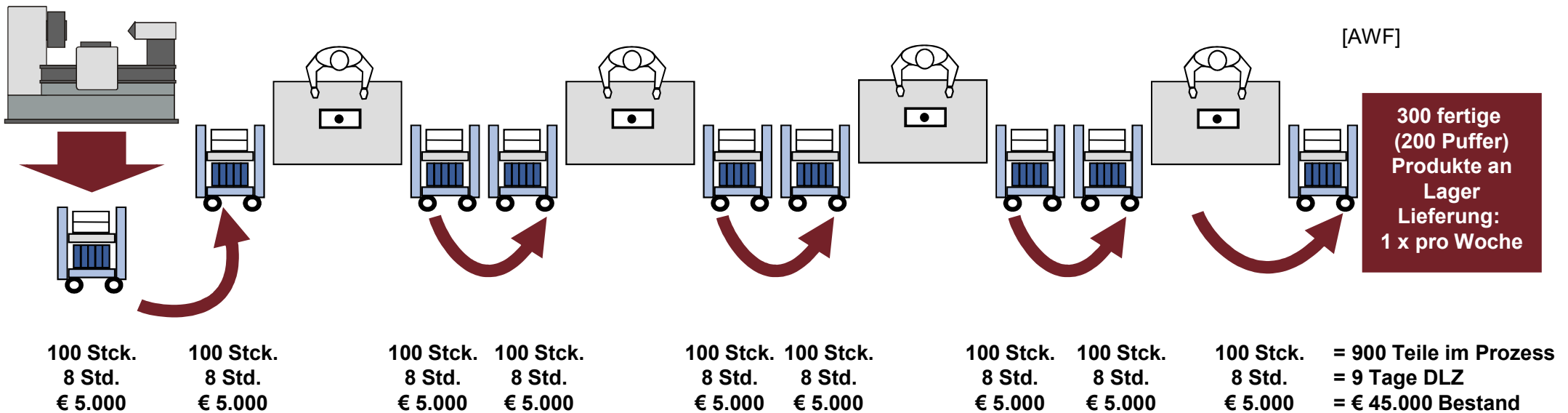
• Werkstück



verschiedene Prozesse



# Prinzip der klassischen Produktionsweise vs. Einzelstückfließfertigung



$$\text{Kundentakt} = \frac{\text{Verfügbare Arbeitszeit pro Schicht}}{\text{Vom Kunden benötigte Produktionsmenge pro Schicht}}$$

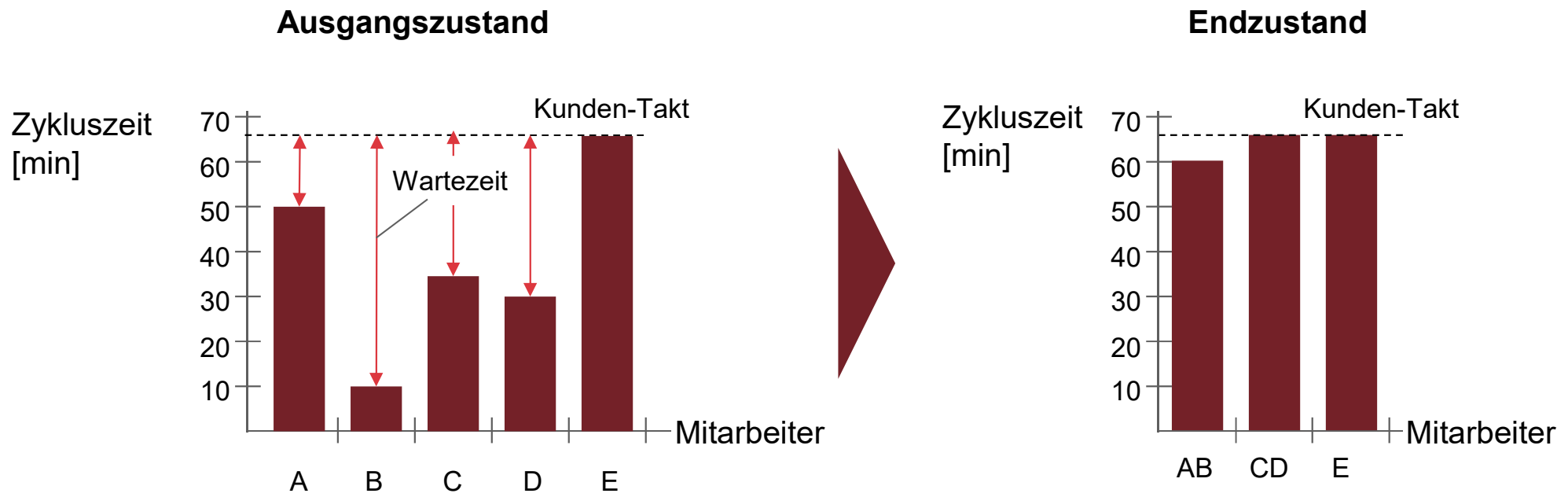
$$\text{Beispiel: } \frac{27.600 \text{ Sek.}}{425 \text{ Stück}} = 65 \text{ Sekunden/Stück}$$

**Das heißt, der Kunde kauft die Produkte mit einer Rate von 1 Stück alle 65 Sekunden.**

**Verfügbare Arbeitszeit = Zeit von Schichtbeginn – Schichtende**

- **abzüglich geplanter Stillstandszeiten**
  - Pausen
  - Besprechungen
  - geplante Instandhaltung
- **aber inklusive**
  - unbeabsichtigter Maschinenausfälle
  - Rüstzeiten

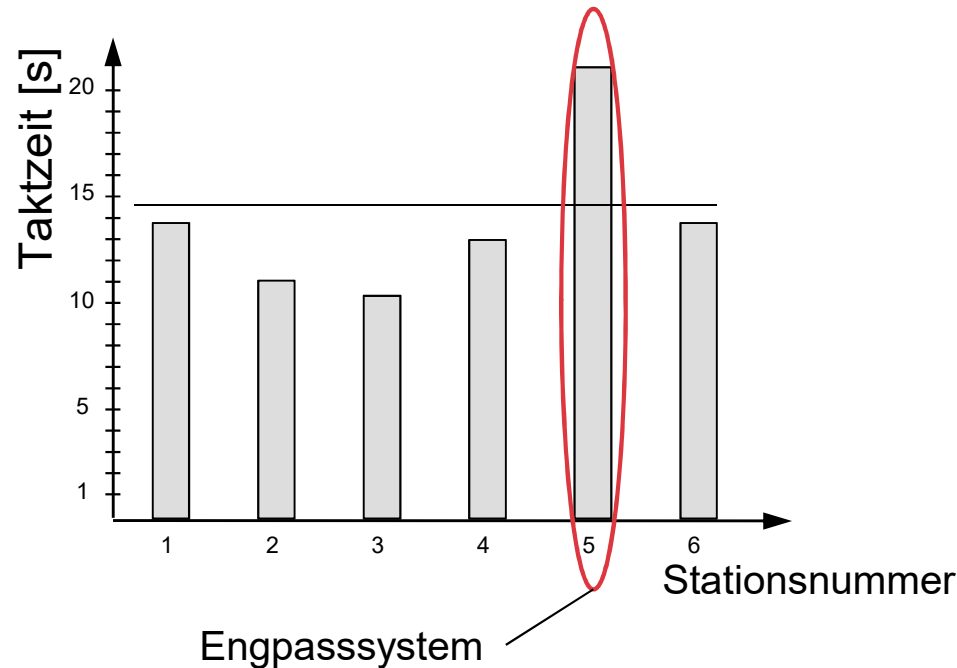
# Anpassung der Taktzeit an den Kundentakt



- Durch die **Leistungsabstimmung** der Prozesse werden die Kapazitätsbedarfe synchronisiert und die Auslastung optimiert
- Jeder Prozess hat **genau einen Engpass** (Schrittmacher), dieser steuert den Gesamtprozess: Upstream als Pull und Downstream als FIFO-Push

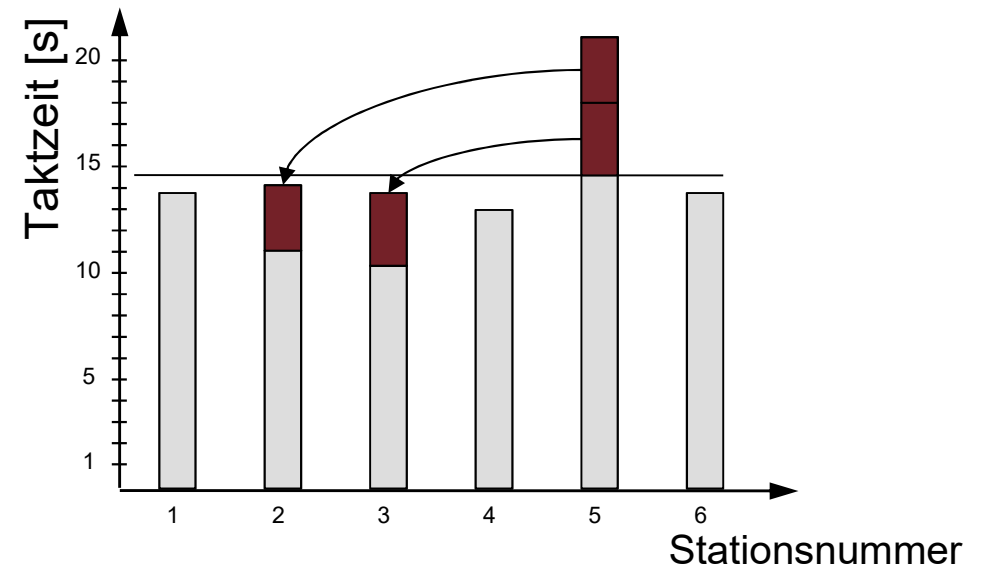
# Taktung der Stationen

## Ohne Taktausgleich



- Unausgeglichene Belastung der Stationen
- Potentielle Bestände vor dem Engpass
- Geringe Auslastung nach dem Engpass
- Taktzeit der Produktion = Taktzeit des Engpasses

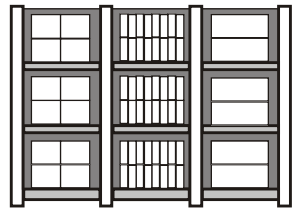
## Mit Taktausgleich



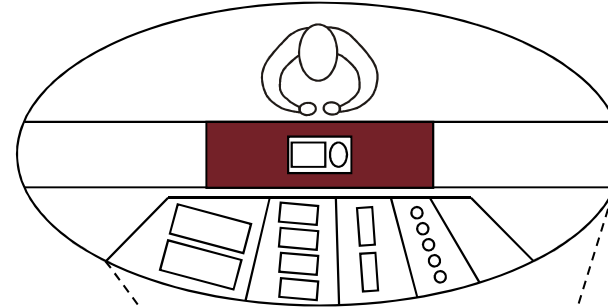
- Ausgeglichene Belastung der Stationen
- Geringe Gefahr von Beständen
- Verringerte Taktzeit der Produktion

# Gestaltung U-förmiger Montagesysteme

Kommissionierlager

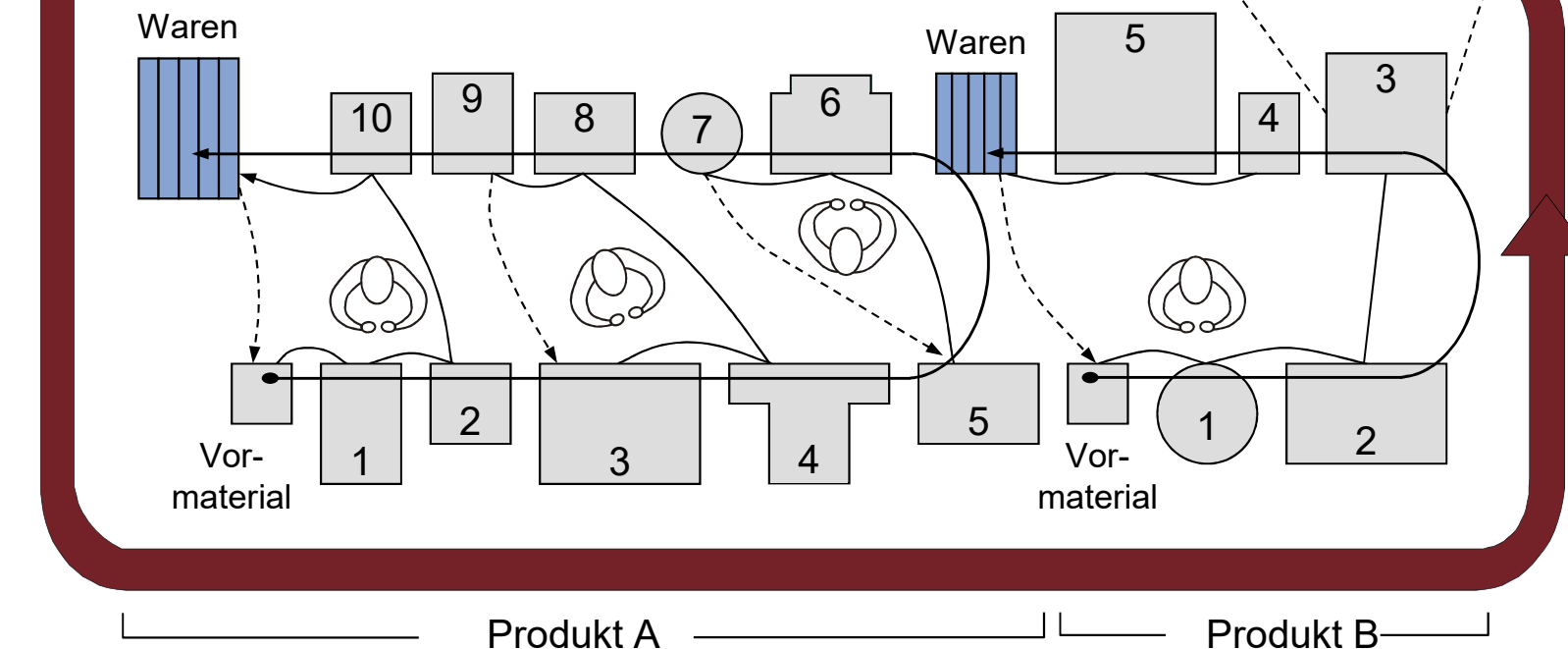


Kommissionier-  
wagen



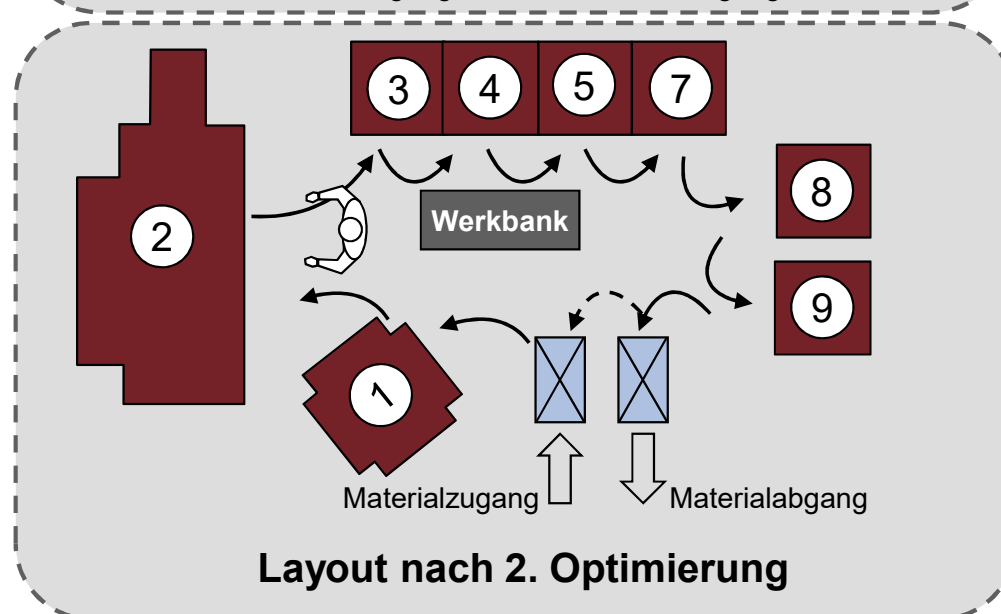
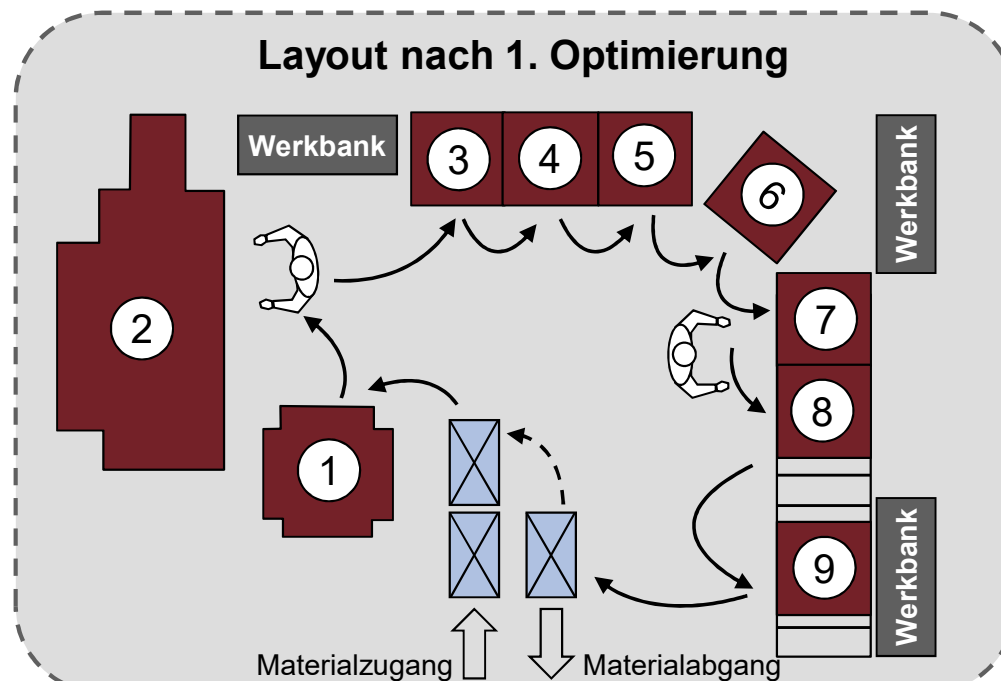
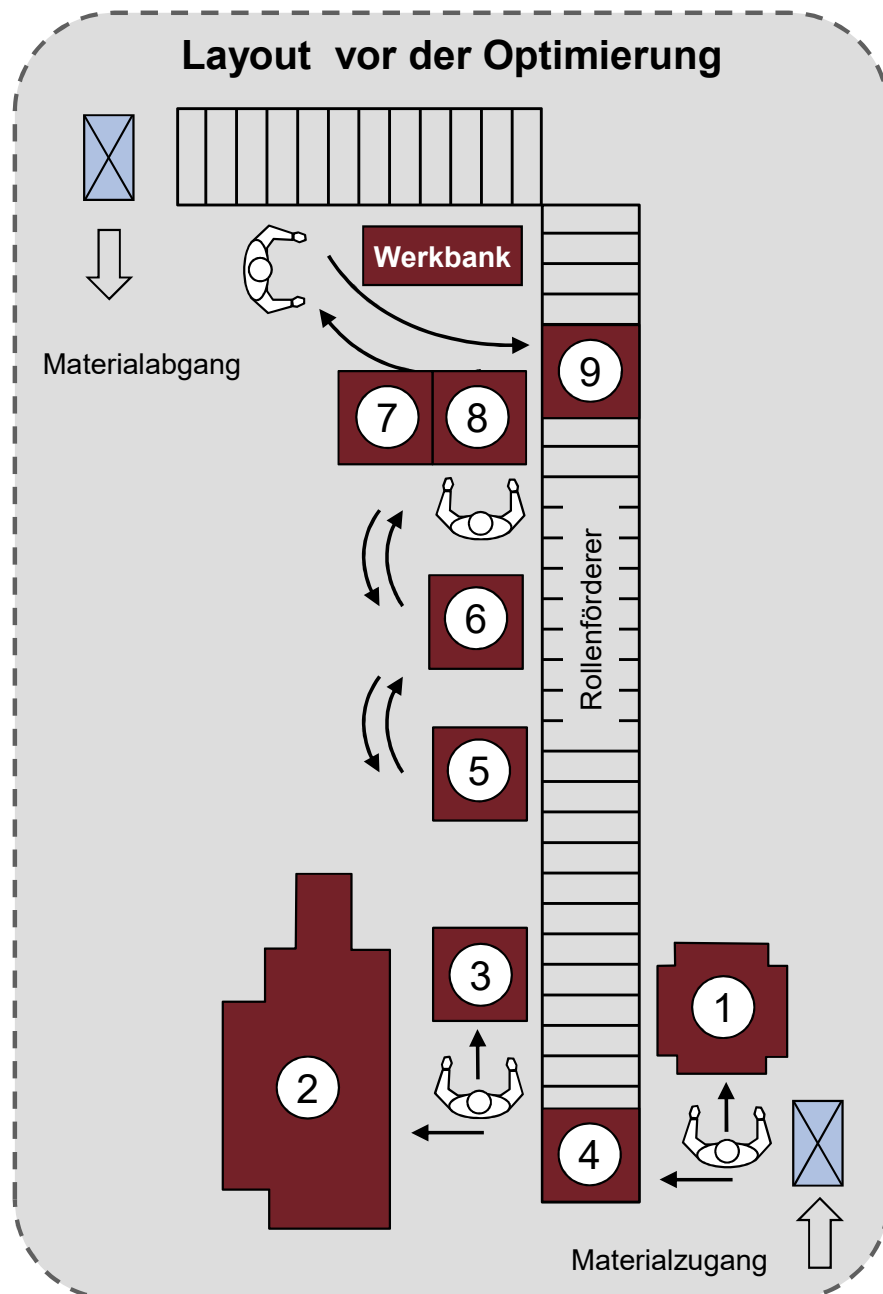
## Vorteile

- Kommissionierung im Kommissionierlager
- variable Kapazität durch flexiblen Mitarbeiterereinsatz
- standardisierte Schnittstellen
- kontinuierliche Verbesserung durch den Werker möglich

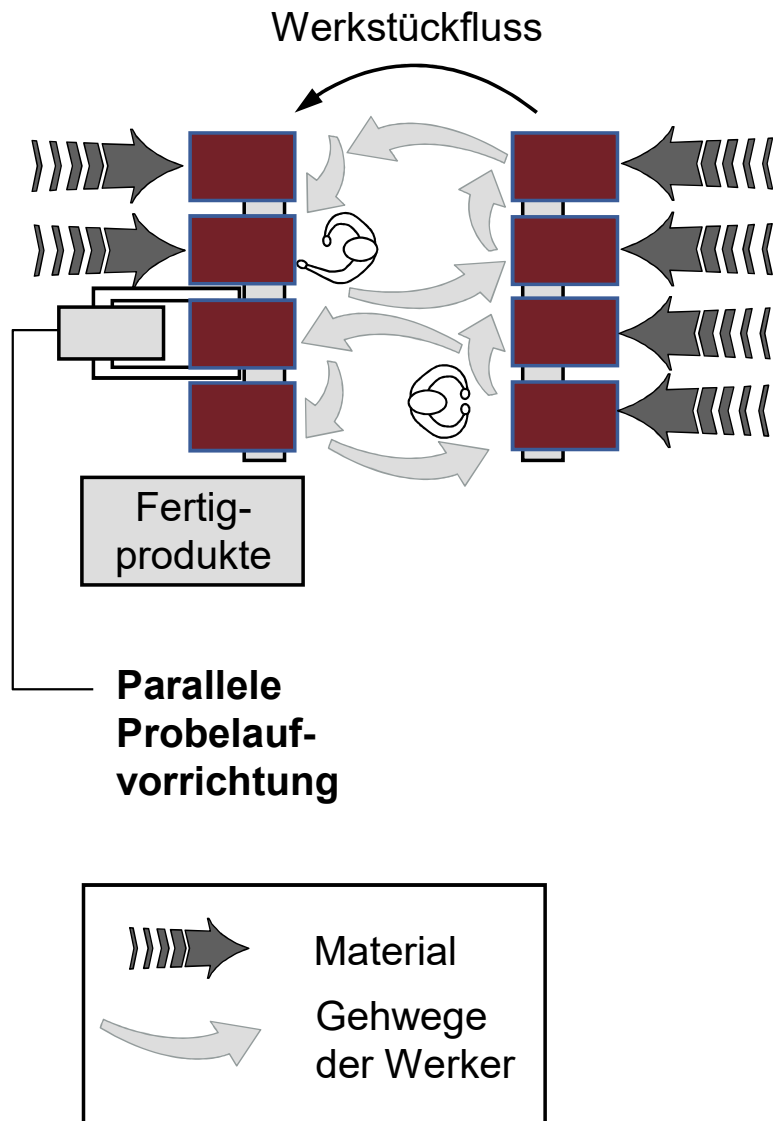




# Schritte zur ständigen Optimierung von Einzelstückfließlinien



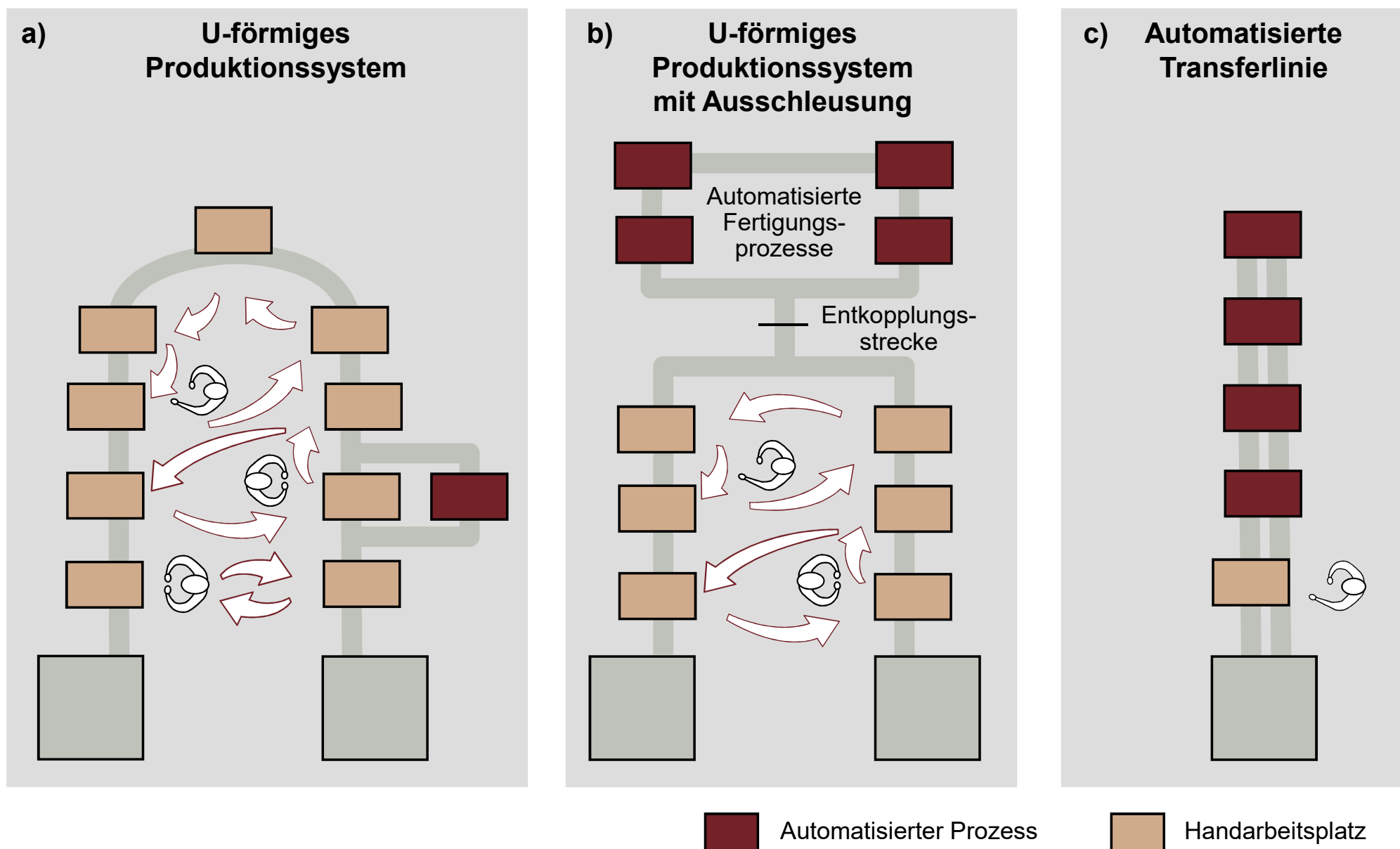
# Montage von Elektrowerkzeugen im offenen U - Praxisbeispiel



Materialversorgung  
von außen  
nach dem Kanbansystem



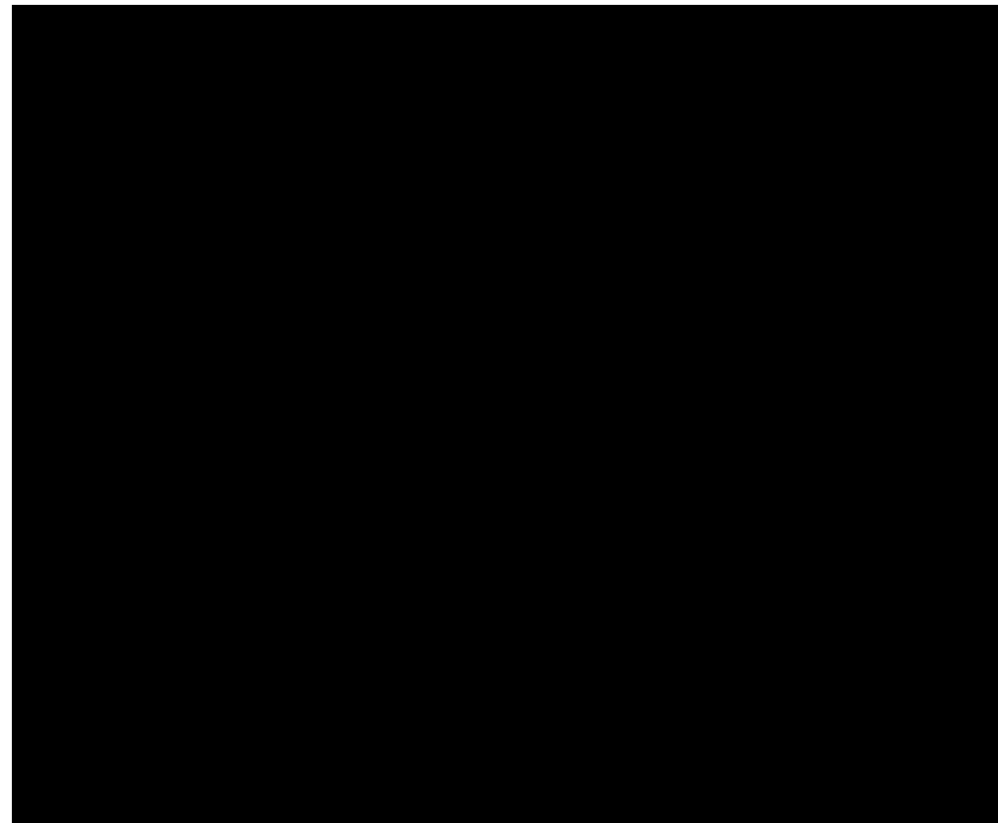
# Steigerung der Systemeffizienz durch flexible Verkettung





## Chaku-Chaku Linie

Bei dem Chaku-Chaku-Prinzip (jap. = laden, laden) handelt es sich um eine Variante der Fließ- bzw. Reihenproduktion, bei der alle an der Produktion eines Erzeugnisses beteiligten Arbeitsplätze (dem Objektprinzip folgend) sehr nahe beieinander (U-förmig) aufgestellt sind und der Werker den Transport von Station zu Station übernimmt.



## Wesentliche Lernziele des Teil 5: Lean Production – Produktion im Fluss sind...

---

### Produktion im Fluss

- Verstehen, wie ein Taktzeitausgleich funktioniert,
- Verstehen, wie One-Piece-Flow funktioniert,
- Anwendungsgebiete von U-Linien kennenlernen und

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt  
**Professur Produktionsmanagement**

---

Leuphana Universität Lüneburg  
Institut für Produkt- und Prozessinnovation (PPI)

Universitätsallee 1  
21335 Lüneburg  
Mail: [matthias.schmidt@leuphana.de](mailto:matthias.schmidt@leuphana.de)  
[www.leuphana.de/ppi](http://www.leuphana.de/ppi)

Bei Fragen wenden Sie sich gerne an Frau Kramer unter: [kathrinkramer@leuphana.de](mailto:kathrinkramer@leuphana.de)