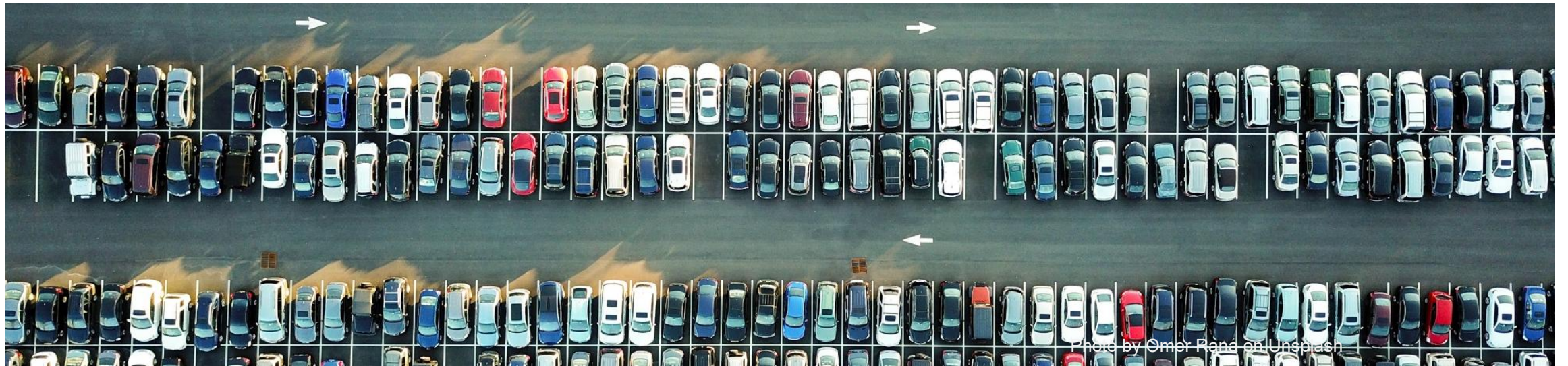


POM-Basics

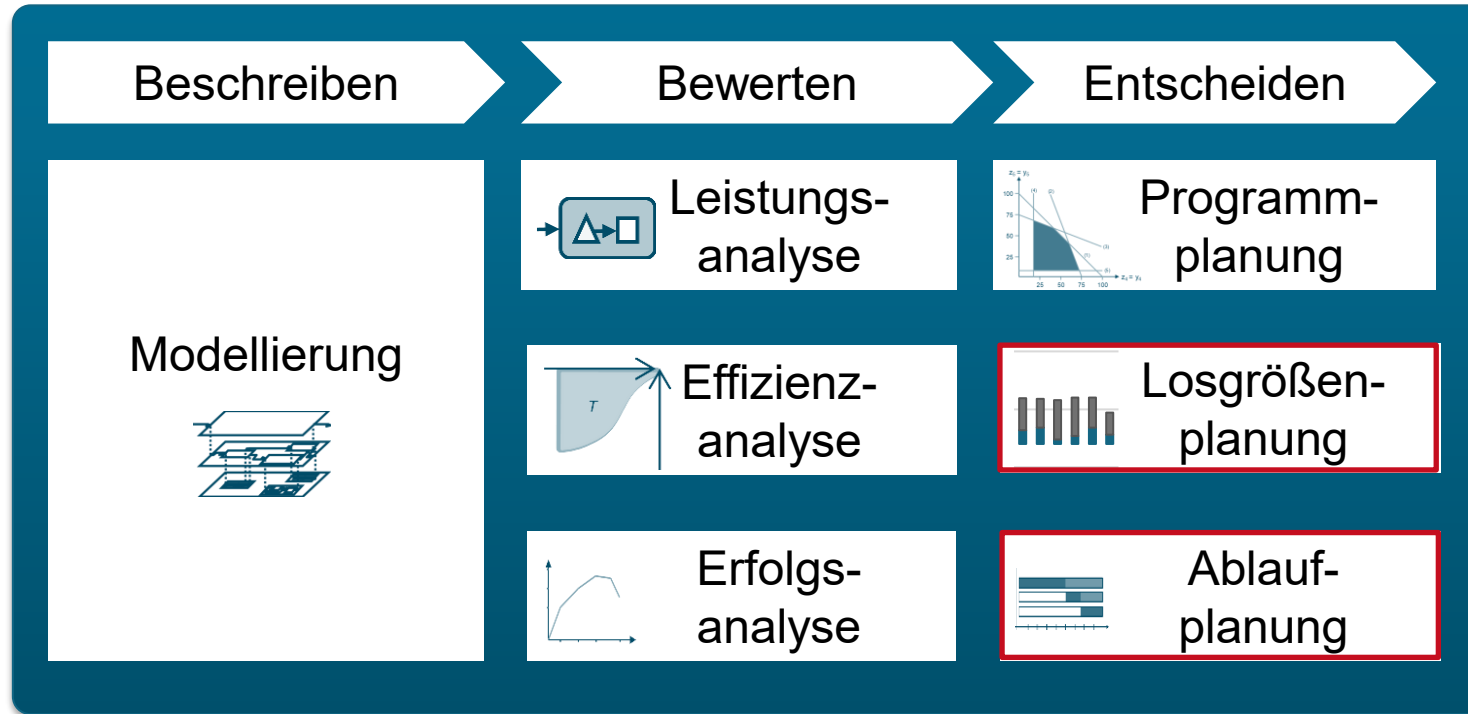
Einführung in Produktions- und Dienstleistungsmanagement



Themenblock 5

Weitere Ansätze der Losgrößenplanung und Ablaufplanung

Rahmen der Veranstaltung



Wann werden welche (Vor-)Produkte in welcher Menge produziert?
In welcher Reihenfolge erfolgt die Produktion?

Agenda

Verfahren zur Ermittlung von Sekundärbedarfen



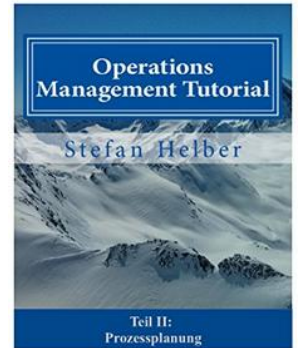
Dynamische Losgrößenplanung (schwankende Nachfrage)

- Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP)



Statische Losgrößenplanung (gleichbleibende Nachfrage)

- Economic Order Quantity Modell (EOQ)
- Economic Production Quantity Modell (EPQ)
- Economic Lot Scheduling Problem (ELSP)



OMT Kapitel 9

Von der Losgröße zum Produktionsplan: Ablaufplanung

OMT Kapitel 10

Losgrößenmodelle

Ziel

- Entscheidung bzgl. der Auflagengröße und Auflagenzeitpunkte der Lose, sodass der Nettobedarf jeder Komponente rechtzeitig zur Verfügung steht und die Summe der entscheidungsrelevanten Kosten minimal ist

Zielkonflikt

- Optimierungsproblem hinsichtlich der auflagefixen Kosten (Rüstkosten) und der Lagerhaltungskosten

Losgrößenmodelle

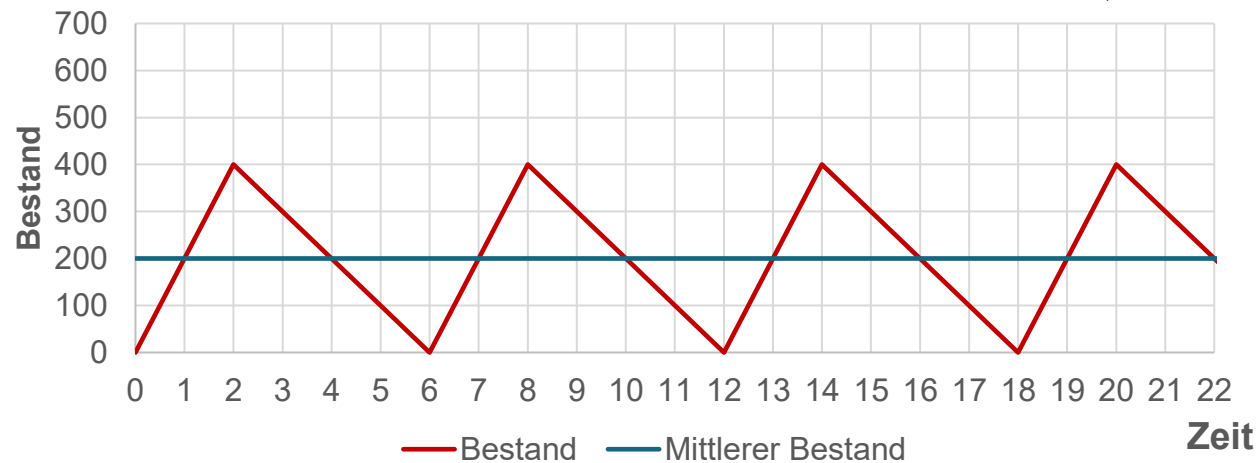
1. Statisch: Nachfragerate im Planungszeitraum konstant (z.B. 100 Beistelltische je Monat)
2. Dynamisch: Nachfragerate variiert im Planungszeitraum (z.B. zunehmende Nachfrage nach Gartentischen im Frühjahr)

„Klassisches Modell“: Wenn wir unendlich schnell produzieren könnten...

Die **Losgröße Q**: Die Anzahl der unmittelbar nacheinander bearbeiteten Einheiten einer gemeinsamen Produktart



Realität: begrenzte Produktionsrate

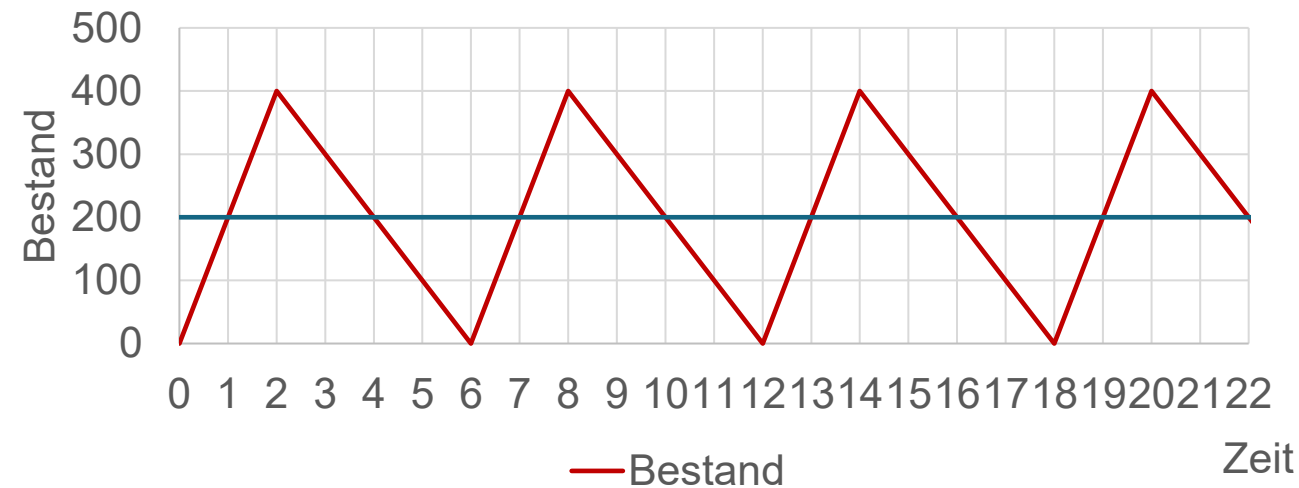


Modellannahmen

Die **Losgröße Q**: Die Anzahl der unmittelbar nacheinander bearbeiteten Einheiten einer gemeinsamen Produktart

EPQ = Economic Production Quantity

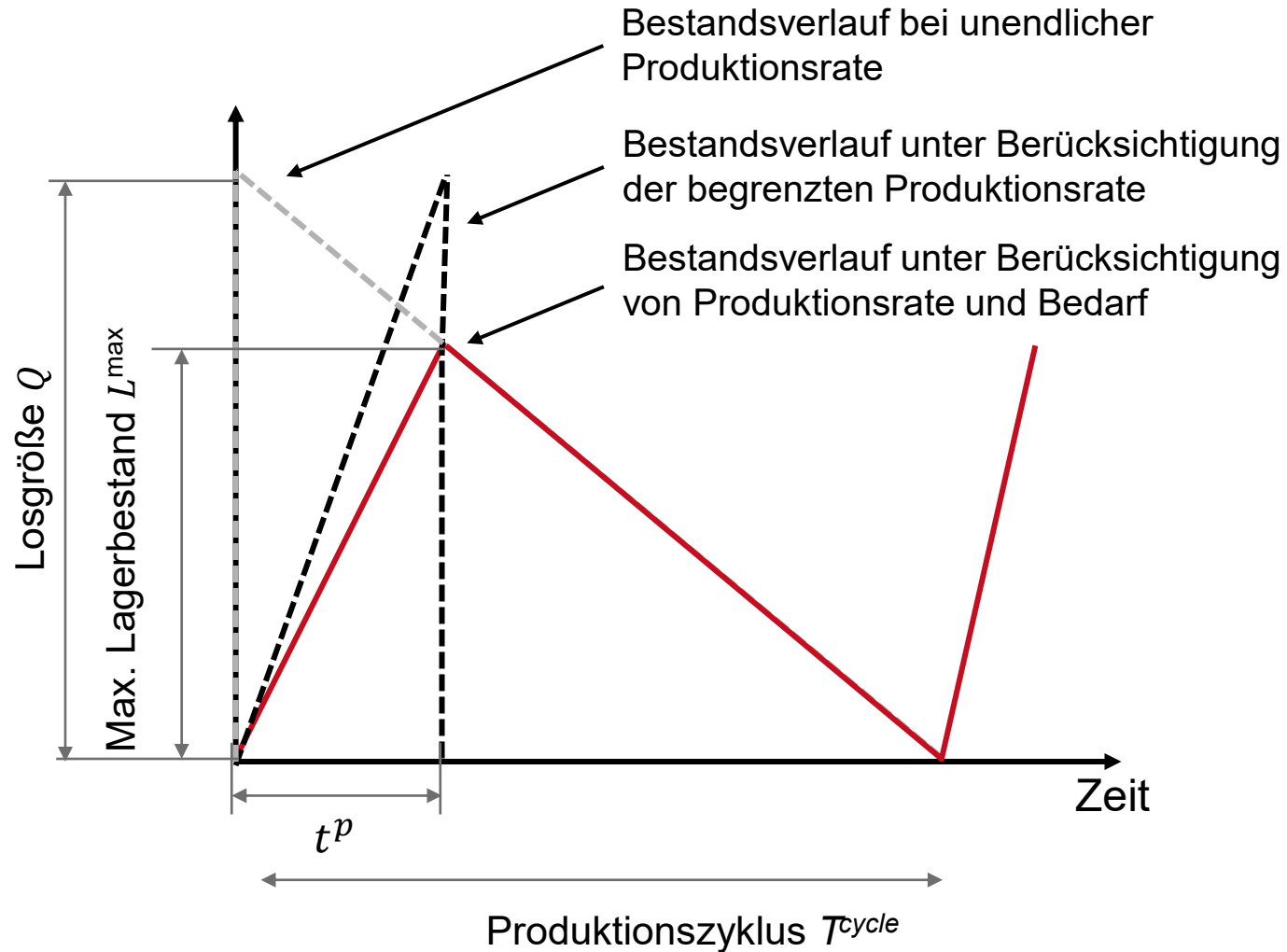
- Eine Produktionsressource (Maschine, Anlage)
- Eine Produktart
- Mehrere Perioden (unendlicher Planungshorizont)
- Konstante Bedarfsrate b [ME/ZE]
- Fehlmengen sind nicht erlaubt
- **Produktionsrate p [ME/ZE]**
- Lagerkosten k^l pro Einheit und Zeitperiode
- Rüstkosten k^s pro Rüstvorgang



Quelle: OMT, Kapitel 8

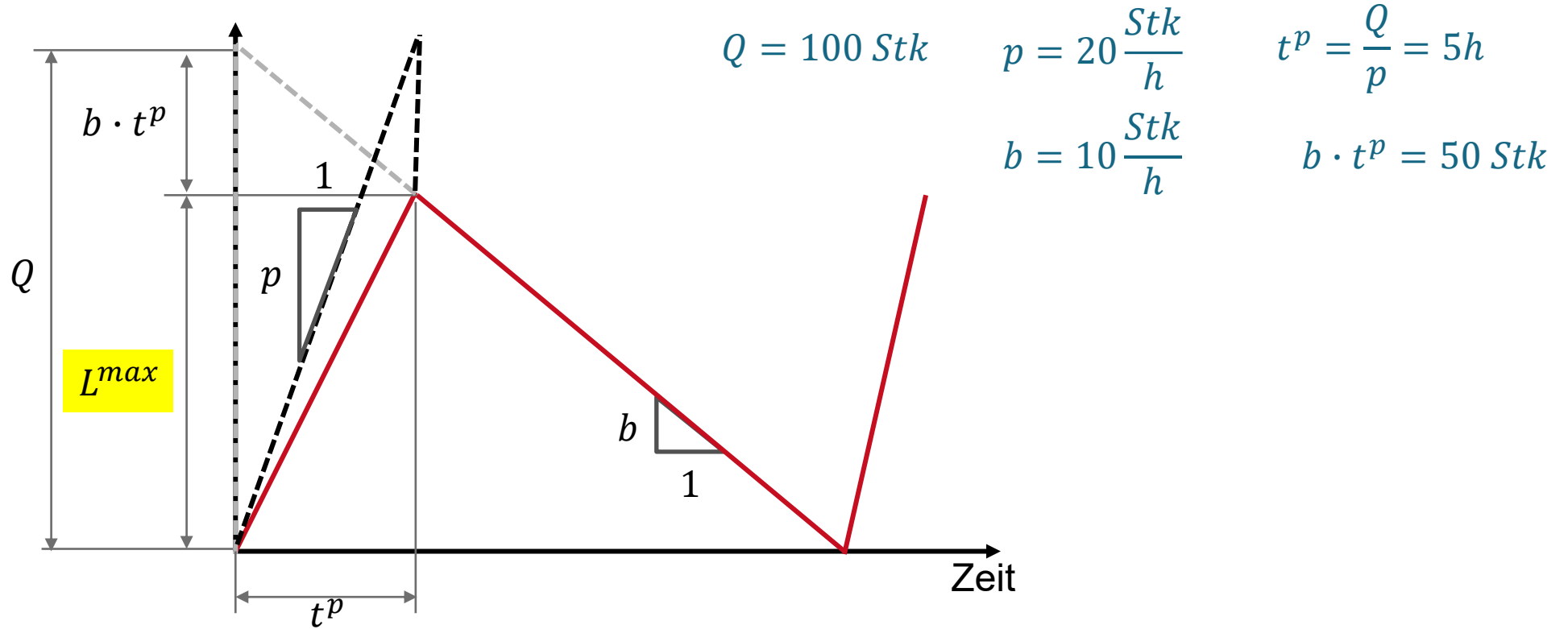
Lagerbestandsentwicklung bei endlicher Produktionsrate

- b Bedarfsrate
- p Produktion in Periode t
- Q Bestellmenge
- k^s Kosten pro Bestellung
- k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
- t^p Produktionszeit
- T^{cycle} Zykluszeit
- L^{max} Max. Lagerbestand



Bestimmung des maximalen Lagerbestands

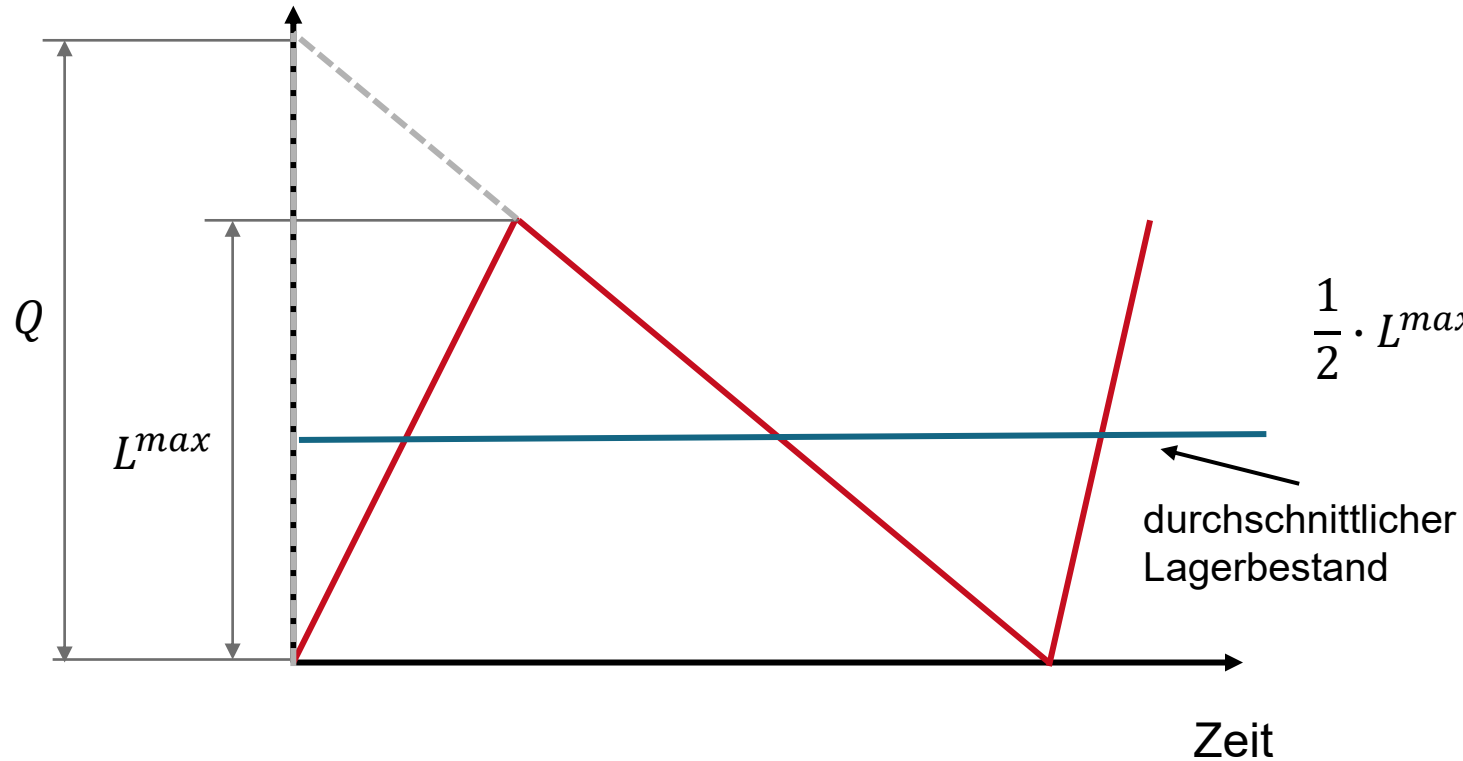
- b Bedarfsrate
- p Produktion in Periode t
- Q Bestellmenge
- k^s Kosten pro Bestellung
- k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
- t^p Produktionszeit
- T^{cycle} Zykluszeit
- L^{max} Max. Lagerbestand



$L^{max} = Q - b \cdot t^p$ mit $t^p = \frac{Q}{p}$ folgt:
 $L^{max} = Q - b \cdot \left(\frac{Q}{p}\right) = Q \cdot \left(1 - \frac{b}{p}\right)$

Vom maximalen zum durchschnittlichen Lagerbestand

- b Bedarfsrate
- p Produktion in Periode t
- Q Bestellmenge
- k^s Kosten pro Bestellung
- k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
- t^p Produktionszeit
- T^{cycle} Zykluszeit
- L^{max} Max. Lagerbestand



$$\frac{1}{2} \cdot L^{max} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot \left(1 - \frac{b}{p}\right)$$

Losgrößenmodell bei endlicher Produktionsrate

Zielfunktion: durchschnittliche Kosten je Periode

$$\min K^{total}(Q) = K^{s,total}(Q) + K^l(Q) = k^s \cdot \frac{b}{Q} + k^l \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q \cdot \left(1 - \frac{b}{p} \right) \right)$$

Anteilige Rüstvorgänge pro Periode

Mittlerer Bestand: Hälfte von max. Bestand

Lösung: optimale Losgröße

$$K^{total}(Q)' = \frac{d K^{total}(Q)}{b Q} = -k^s \frac{b}{Q^2} + \frac{k^l}{2} \left(1 - \frac{b}{p} \right) = 0$$

$$\text{EPQ} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l \cdot \left(1 - \frac{b}{p} \right)}}$$

$$\text{EOQ} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l}}$$

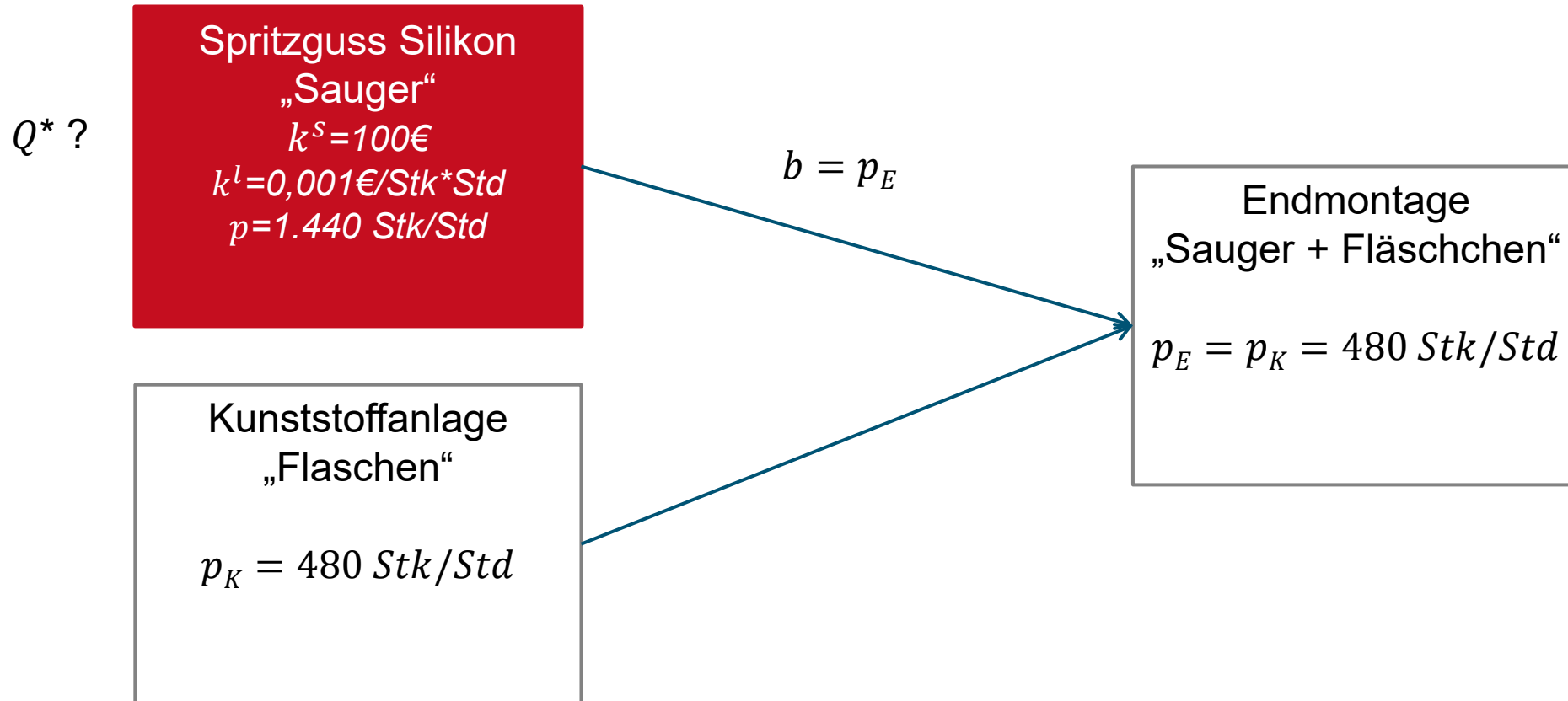
Fallbeispiel Hersteller von Latex- und Silikonprodukten

- Endprodukt **Babyflasche** besteht aus den Komponenten **Sauger** und **Flasche**
- Herstellung im Spritzgussverfahren:
 - Sauger mit 12 Kavitäten auf der Silikonanlage [Ressource 1]
 - Flasche mit 4 Kavitäten auf der Kunststoffanlage [Ressource 2]
- Taktzeit: 30 Sekunden je Spritzguss
 - Produktionsrate: 480 Flaschen / Stunde bzw. 1.440 Sauger / Stunde
- Endmontage der Babyflaschen erfolgt synchron zur Flaschenproduktion
- Rüstkosten aufgrund von Ausschuss und Energiebedarf: 100 €
- Lagerkosten für Sauger betragen 0,1 Cent pro Stück und Stunde



Wie groß ist die optimale Losgröße für die Silikonsauger?

Fallbeispiel Hersteller von Latex- und Silikonprodukten



Fallbeispiel Hersteller von Latex- und Silikonprodukten

b Bedarfsrate
 p Produktion in Periode t
 Q Bestellmenge
 k^s Kosten pro Bestellung
 k^l Lagerkosten je
 Mengeneinheit und
 Zeitperiode
 T^p Produktionszeit
 T^{cycle} Zykluszeit
 L^{max} Max. Lagerbestand

$b = 480$ Stk/h
 $p = 1.440$ Stk/h
 $k^s = 100$ €
 $k^l = 0,001$ €/h

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l \cdot \left(1 - \frac{b}{p}\right)}}$$

Bestimmung des maximalen Lagerbestands

$$\begin{aligned}
 L^{max} &= Q - b \cdot t^p = Q - 480 \cdot \left(\frac{Q}{1.440}\right), & \text{wegen: } t^p &= \frac{Q}{p} = \left(\frac{Q}{1.440}\right) \\
 &= Q \cdot \left(1 - \frac{480}{1.440}\right) = Q \cdot \frac{2}{3}
 \end{aligned}$$

Zielfunktion

$$\min K^{total}(Q) = 100 \cdot \frac{480}{Q} + 0,001 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q \cdot \left(1 - \frac{480}{1.440}\right)\right)$$

Lösung

$$\frac{b K^{total}(Q)}{b Q} = -100 \cdot \frac{480}{Q^2} + \frac{0,001}{2} \cdot \left(1 - \frac{480}{1.440}\right) = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 480 \cdot 100}{0,001 \cdot \left(1 - \frac{480}{1.440}\right)}} = \sqrt{\frac{96.000}{\frac{2}{3} \cdot 1.000}} = 12.000 \text{ [Stück]}$$

Fallbeispiel Hersteller von Latex- und Silikonprodukten

b Bedarfsrate
 p Produktion in Periode t
 Q Bestellmenge
 k^s Kosten pro Bestellung
 k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
 T^p Produktionszeit
 T^{cycle} Zykluszeit
 L^{max} Max. Lagerbestand

$b = 480$ Stk / h
 $p = 1.440$ Stk / h
 $k^s = 100$ €
 $k^l = 0,001$ €/h
 $q^* = 12.000$ Stk

Wichtige Kennzahlen der Losgrößenplanung

Maximaler Lagerbestand

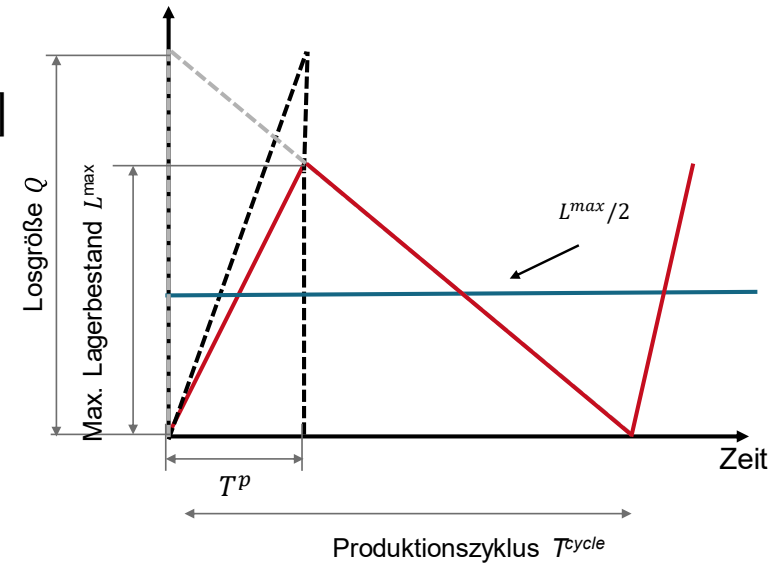
$$L^{max} = Q^* \cdot \left(1 - \frac{b}{p}\right) = Q^* \cdot \frac{2}{3} = 12.000 \cdot \frac{2}{3} = 8.000 \text{ [Stück]}$$

Produktionszeit

$$t^p = \frac{Q^*}{p} = \frac{Q^*}{1.440} = \frac{12.000}{1.440} = 8,33 \text{ [Stunden]}$$

Produktionszyklus

$$T^{cycle} = \frac{Q^*}{b} = \frac{Q^*}{480} = \frac{12.000}{480} = 25 \text{ [Stunden]}$$



Zur kontinuierlichen Fertigung von Babyflaschen muss daher alle 25 [Stunden] ein Los in der Größe von 12.000 Saugern (Produktionszeit: 8 1/3 Stunden) aufgelegt werden. 66 Prozent der Spritzgusskapazität stehen zur Herstellung anderer Produkte zur Verfügung.

Fallbeispiel Hersteller von Latex- und Silikonprodukten

- b Bedarfsrate
- p Produktion in Periode t
- Q Bestellmenge
- k^s Kosten pro Bestellung
- k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
- T^p Produktionszeit
- T^{cycle} Zykluszeit
- L^{max} Max. Lagerbestand

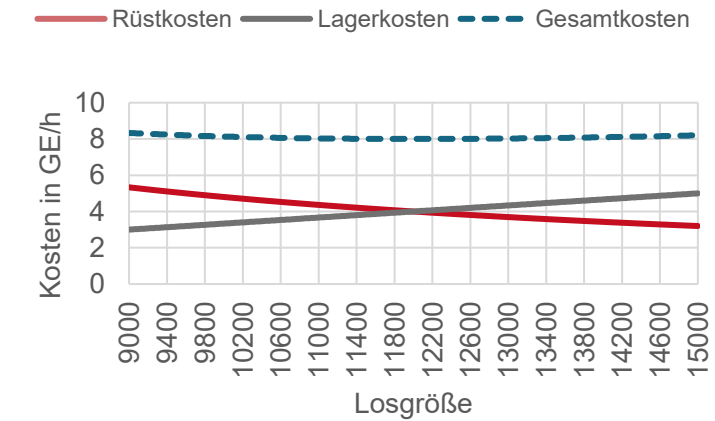
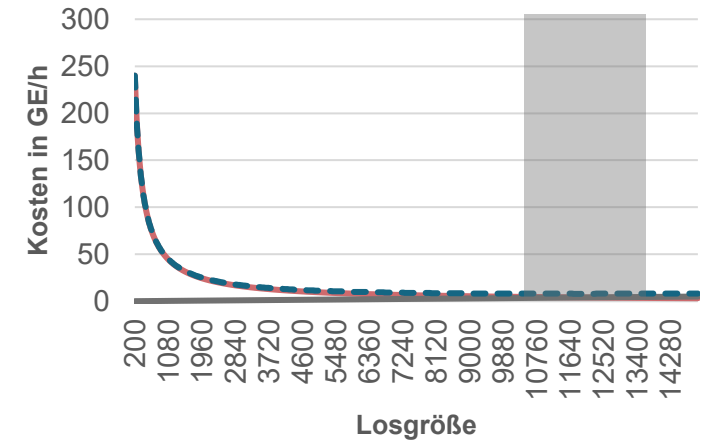
- $b = 480$ Stk / h
- $p = 1440$ Stk / h
- $k^s = 100$ €
- $k^l = 0,001$ €/h
- $Q^* = 12.000$ Stk

Minimale Kosten pro Zeiteinheit

$$\begin{aligned}
 K^{total}(Q^*) &= K(12.000) \\
 &= 100 \cdot \frac{480}{12.000} + 0,001 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 12.000 \cdot \left(1 - \frac{480}{1.440} \right) \right) \\
 &= 8 \text{ [€/h]}
 \end{aligned}$$

Kosten Zyklus

$$T^{cycle} \cdot K^{total}(Q^*) = 25 \cdot 8 = 200 \text{ [€/Zyklus]}$$



Zwischenfazit

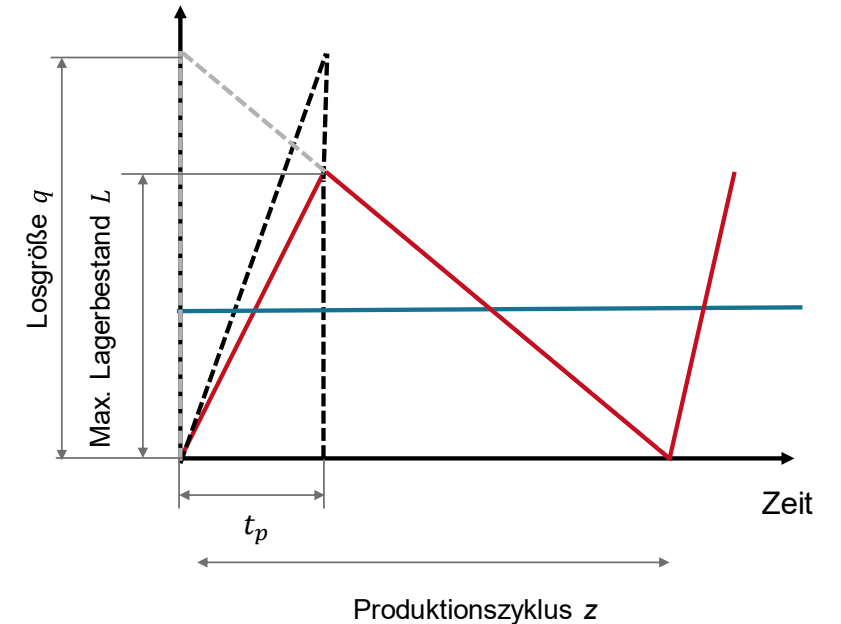
EPQ= Economic production quantity

Im EPQ Modell:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l \cdot \left(1 - \frac{b}{p}\right)}}$$

b Bedarfsrate
 p Produktion in Periode t
 Q Bestellmenge
 k^s Kosten pro Bestellung
 k^l Lagerkosten je Mengeneinheit und Zeitperiode
 T^p Produktionszeit
 T^{cycle} Zykluszeit
 L^{max} Max. Lagerbestand

- Das EPQ-Modell erweitert das EOQ-Modell zur Ermittlung der optimalen Losgröße bei begrenzter Produktionsrate.
- Die **optimale Losgröße**
 - steigt mit steigender Nachfrage,
 - steigt mit steigenden Bestellkosten,
 - sinkt mit steigenden Lagerhaltungskosten,
 - sinkt mit steigender Produktionsrate.
- **Annahme:** Rüstzeit ist kleiner als Produktionszyklus abzüglich Produktionszeit
 - als Produktionszyklus abzüglich Produktionszeit



Agenda

Herausforderung Sekundärbedarfsplanung



G/T Kapitel 9

Verfahren zur Ermittlung von Sekundärbedarfen

G/T Kapitel 9

Modelle mit statischer Nachfrage



D/S Kapitel 14

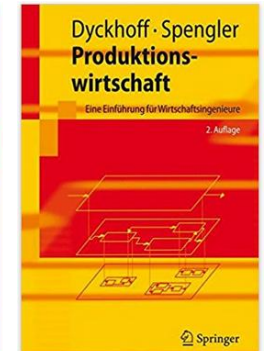
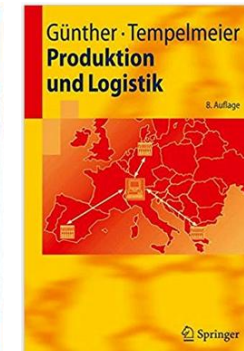
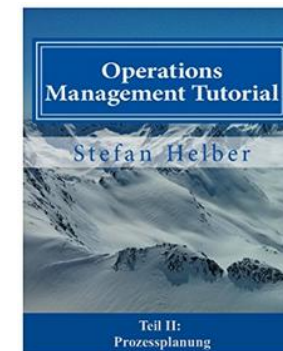
- Ein-Produkt-Modelle:
 - Economic Order Quantity Modell (EOQ)
 - Economic Production Quantity Modell (EPQ)
- Mehr-Produkt-Modell:
 - Economic Lot Scheduling Problem (ELSP)



G/T Kapitel 9



OMT Kapitel 7+8



Das Economic Lot Scheduling Problem (ELSP)

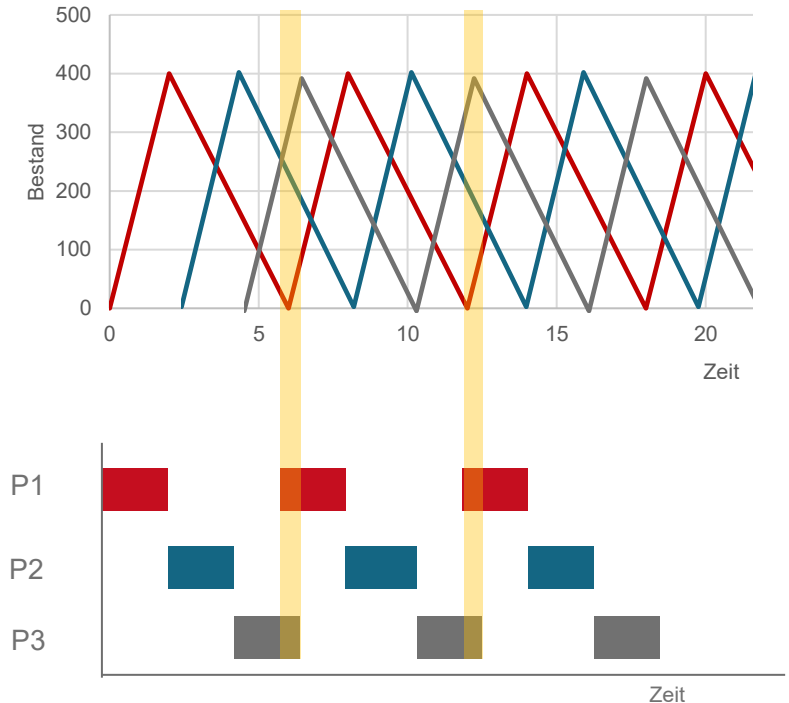
Bislang

Berechnung *produktspezifischer* optimaler Produktionszyklen

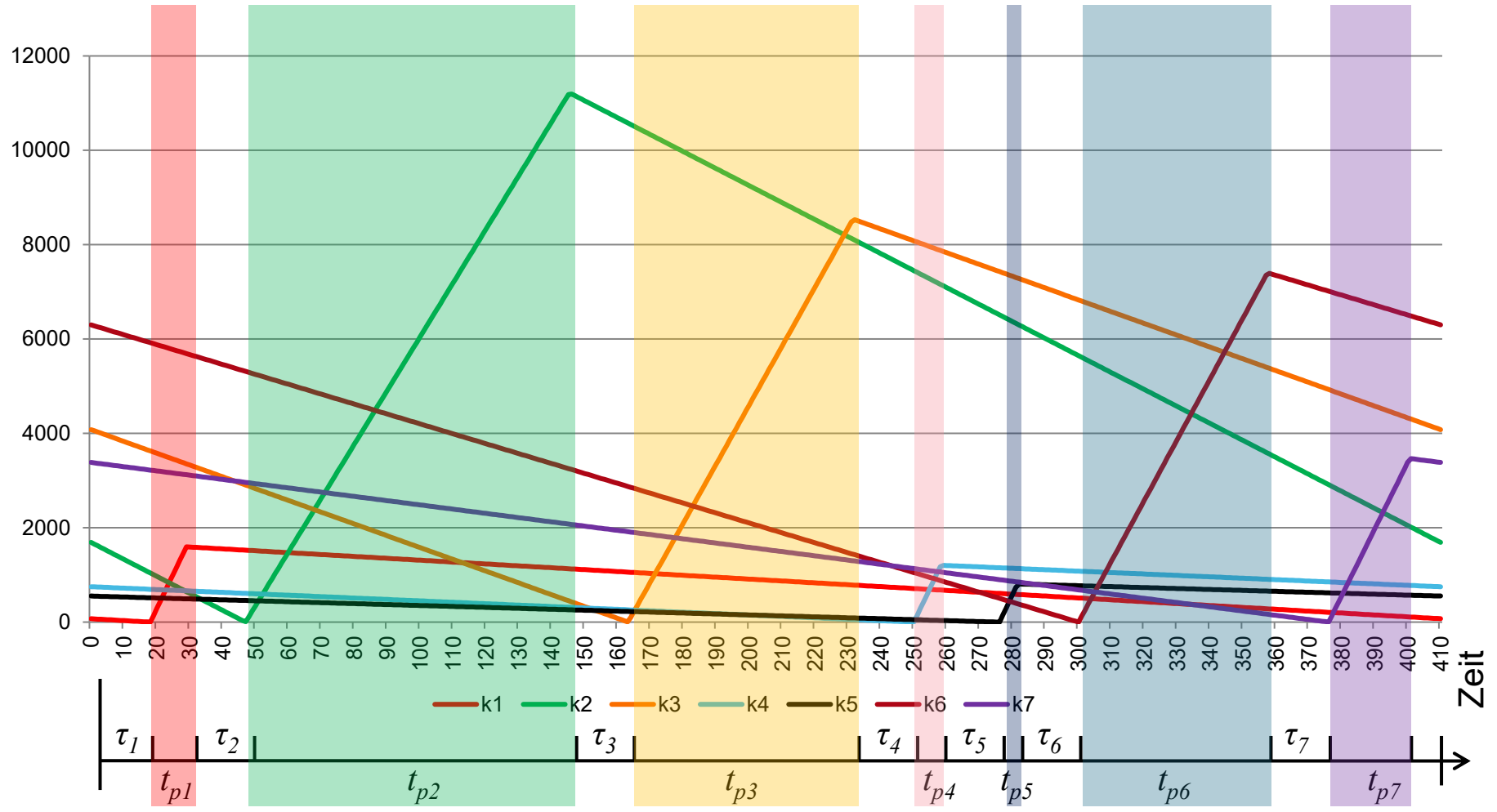
- ⇒ Produktionszyklen werden unabhängig voneinander ermittelt
- ⇒ evtl. Überschneidungen auf den Produktionsanlagen

Jetzt

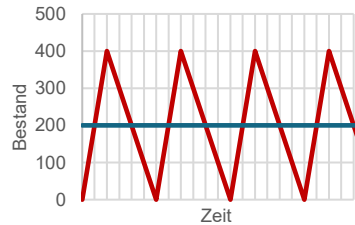
- Vermeidung durch simultane Losgrößenbestimmung für mehrere Produkte
- Idee: Auflage jedes Produkts in jedem Zyklus 1x (Every Part Every Interval, EPEI)
- Annahme: Rüstzeiten unabhängig von Reihenfolge



Lagerbestandsdiagramm für gemeinsamen Produktionszyklus



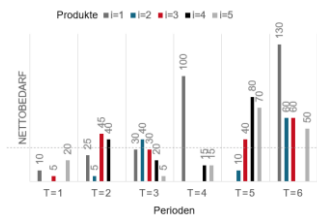
Modellübersicht Losgrößenplanung



Bei **gleichbleibendem Bedarf je Zeiteinheit** können Losgrößen analytisch bestimmt werden

- Ein-Produkt-Fall bei unendlicher Produktionsgeschwindigkeit: EOQ
- Ein-Produkt-Fall bei begrenzter Produktionsgeschwindigkeit: EPQ
- Mehr-Produkt-Fall: ELSP

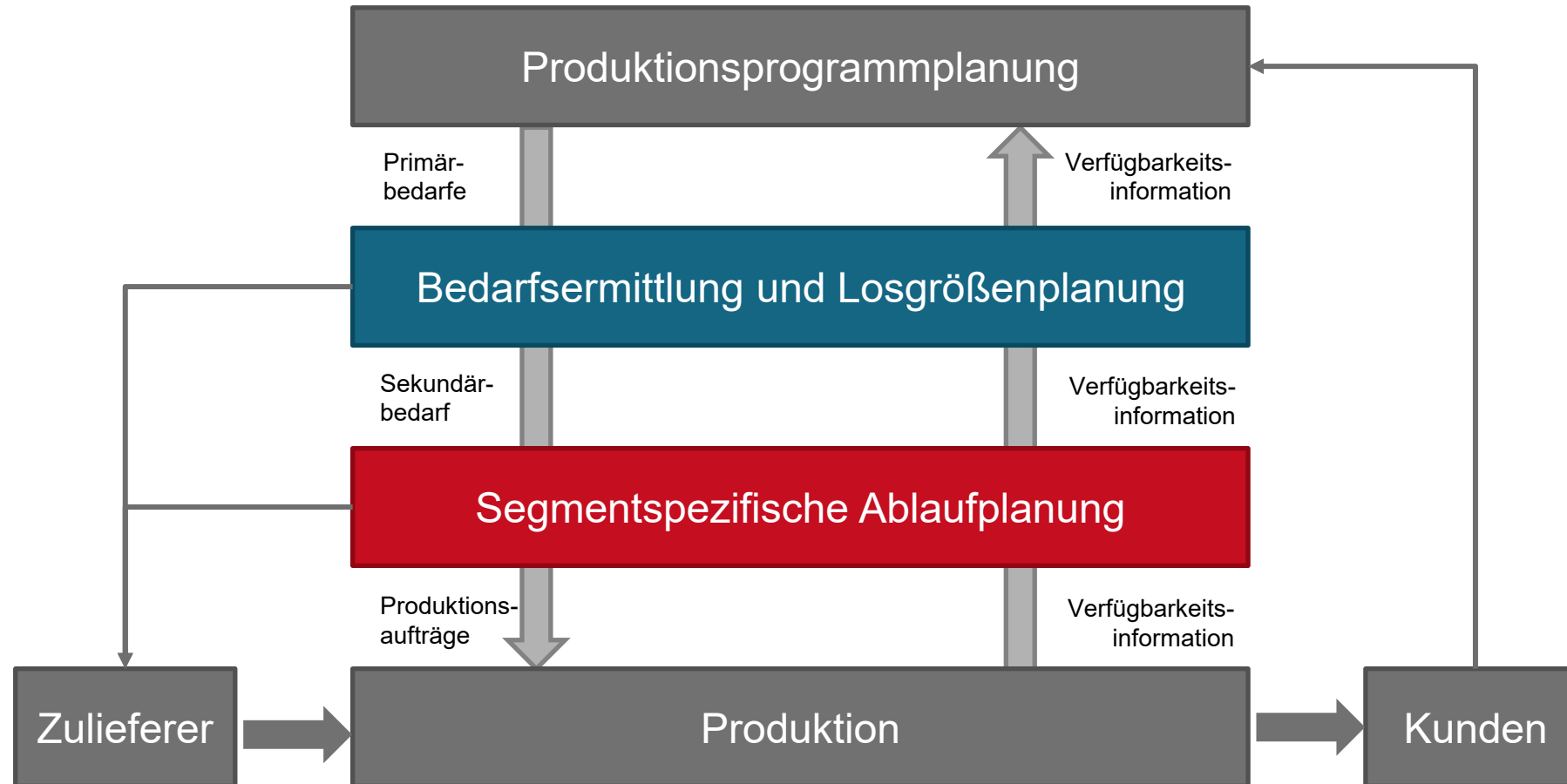
Bei **schwankendem Bedarf** und mehreren Produktarten, können Losgrößen mittels des CLSP-Modells bestimmt werden



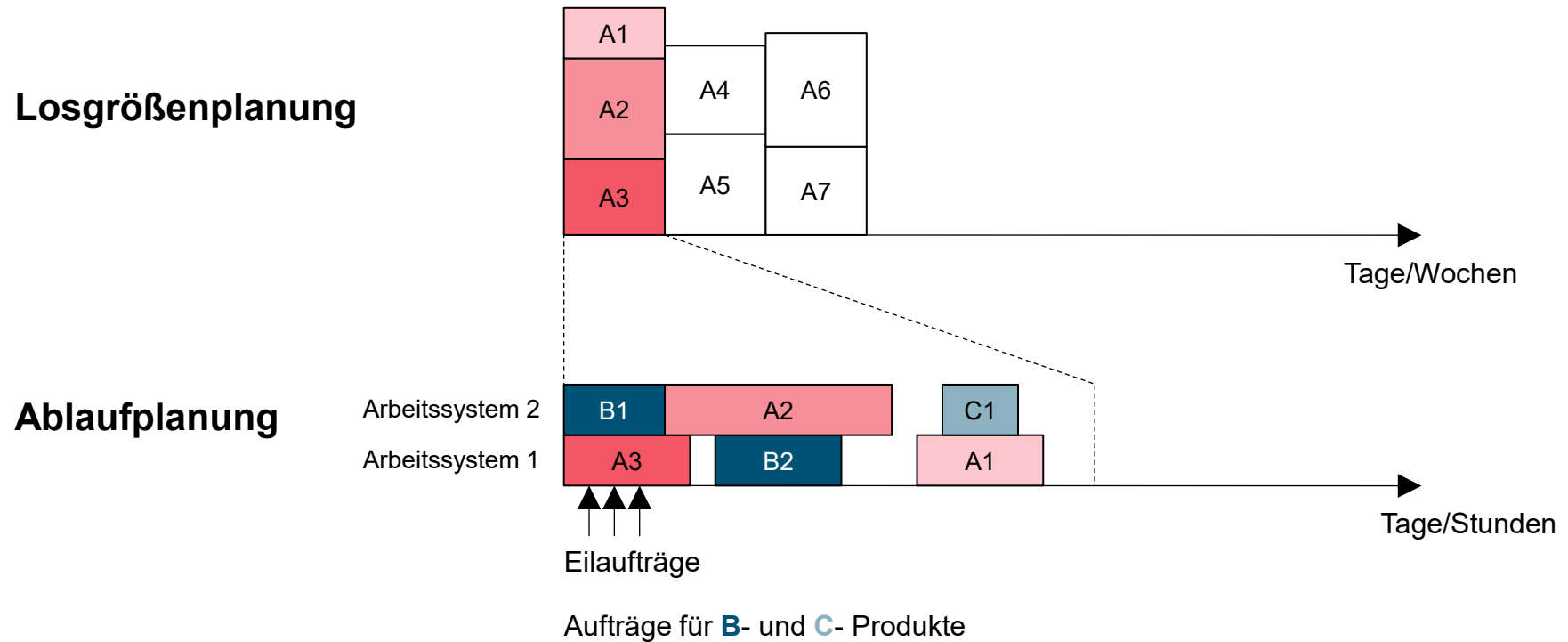
- Das CLSP ist ein schwieriges kombinatorisches Modell, das für moderate Instanzen mit Software wie Julia / JuMP gelöst werden kann.

Verfahren zur optimalen Lösung des ELSP und CLSP unter realistischeren Bedingungen sind Gegenstand aktueller Forschung, in der Praxis überwiegen Heuristiken (Näherungsverfahren)

Grundstruktur der programmorientierten Bedarfsdisposition



Einordnung und Aufgaben der Ablaufplanung



Aufgaben

- Bildung von Produktionsaufträgen mit Start- und Endtermin
- Zuweisung der Aufträge zu konkreten Arbeitssystemen
- Festlegung der Produktionsreihenfolge (implizit)
- Auftragsfreigabe

Lösungsansätze in der Ablaufplanung

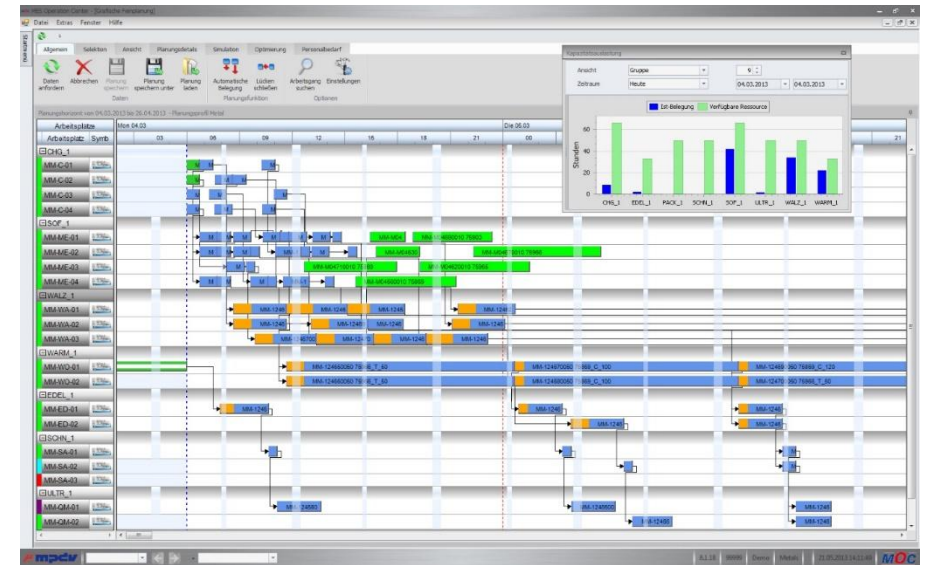
Die Ermittlung der Reihenfolge ist ein sehr komplexes kombinatorisches Problem:
 → bei Produktion von I unabhängigen Aufträgen auf J parallelen Arbeitssystemen
 $(I!)^J$ mögliche Lösungen

Lösungsansätze

1. Integrierte Planung des Auftragsdurchlaufs
 - i. Ermittlung zeitlicher Abhängigkeiten, um Liefertermin zu erreichen
 → früheste und späteste Start- bzw. Endtermine
 - ii. Optimale Festlegung von Maschinenbelegung und Reihenfolge
2. Lokale Planung
 1. Prioritätsregeln

DPM

POM-Basics



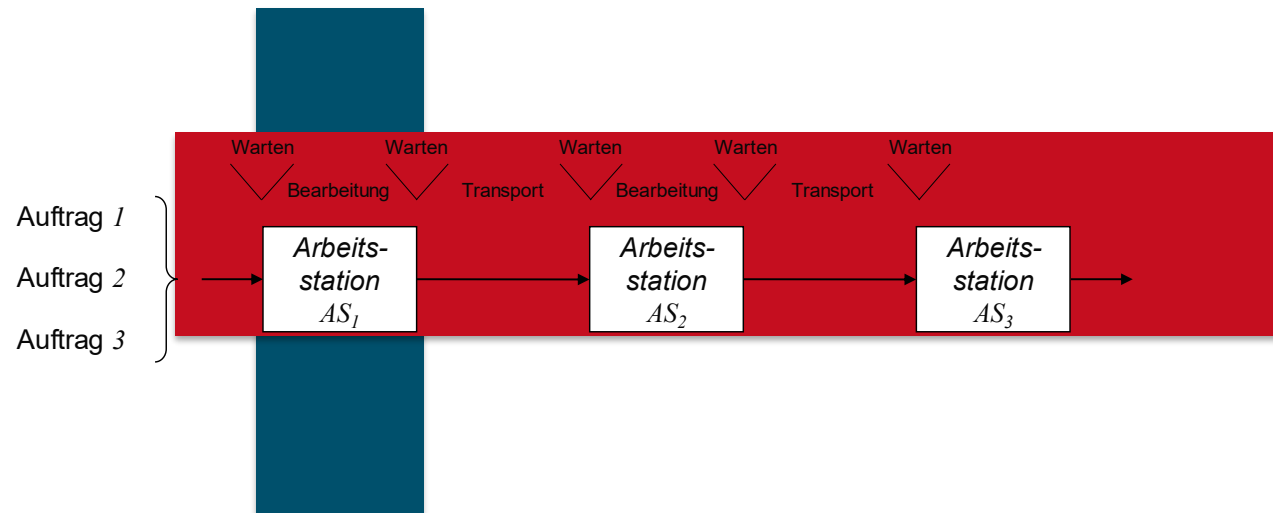
Vorgehen im Weiteren

Wie können Ablaufpläne grafisch dargestellt werden?

Was sind Ziele der Ablaufplanung?

Wie können Ablaufpläne mit Prioritätsregeln ermittelt werden?

Wie können Ablaufpläne dargestellt werden?



Auftragsfolge-Gantt-Diagramm
(maschinenorientiert)

Fokus: eine Arbeitssystem
Darstellung des zeitlichen Ablaufs („Was passiert wann?“)

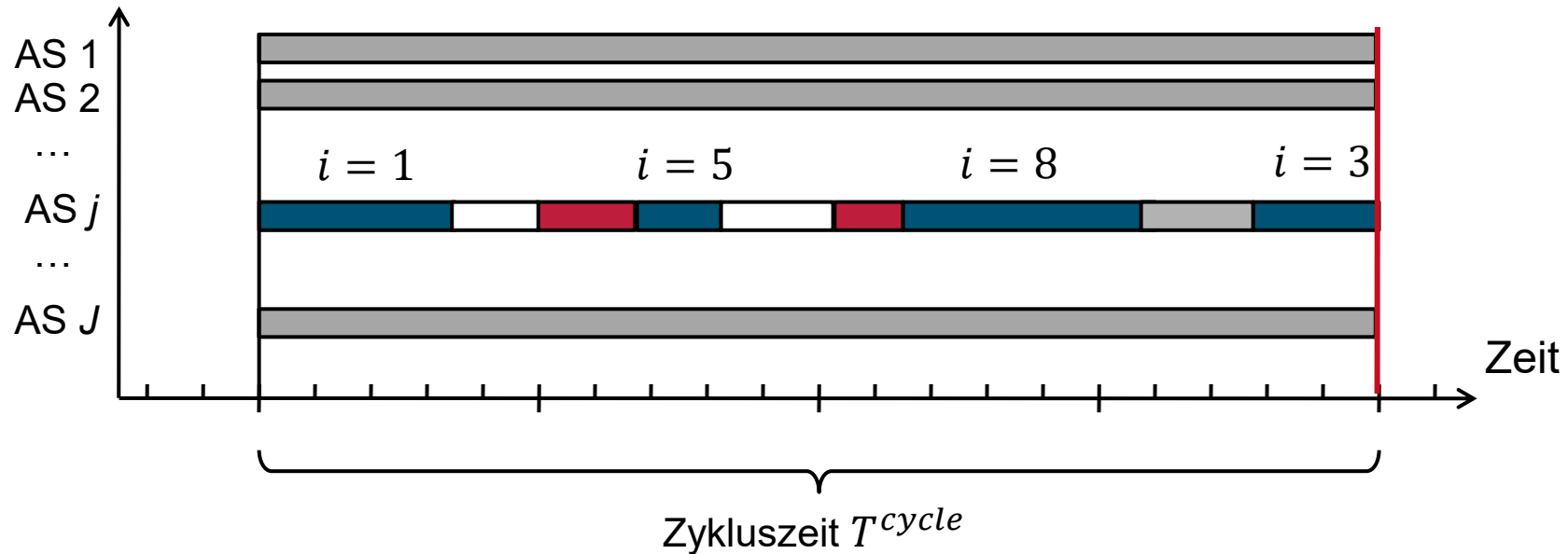
Maschinenfolge-Gantt-Diagramm
(auftragsorientiert)

Fokus: ein Auftrag
Darstellung des Durchlaufs durch das
Produktionssystem

Symbole der Ablaufplanung - Arbeitssystem Sicht

Auftragsfolge-Gantt-Diagramm für Arbeitssystem j

Auftragsnummern i nur zur Veranschaulichung

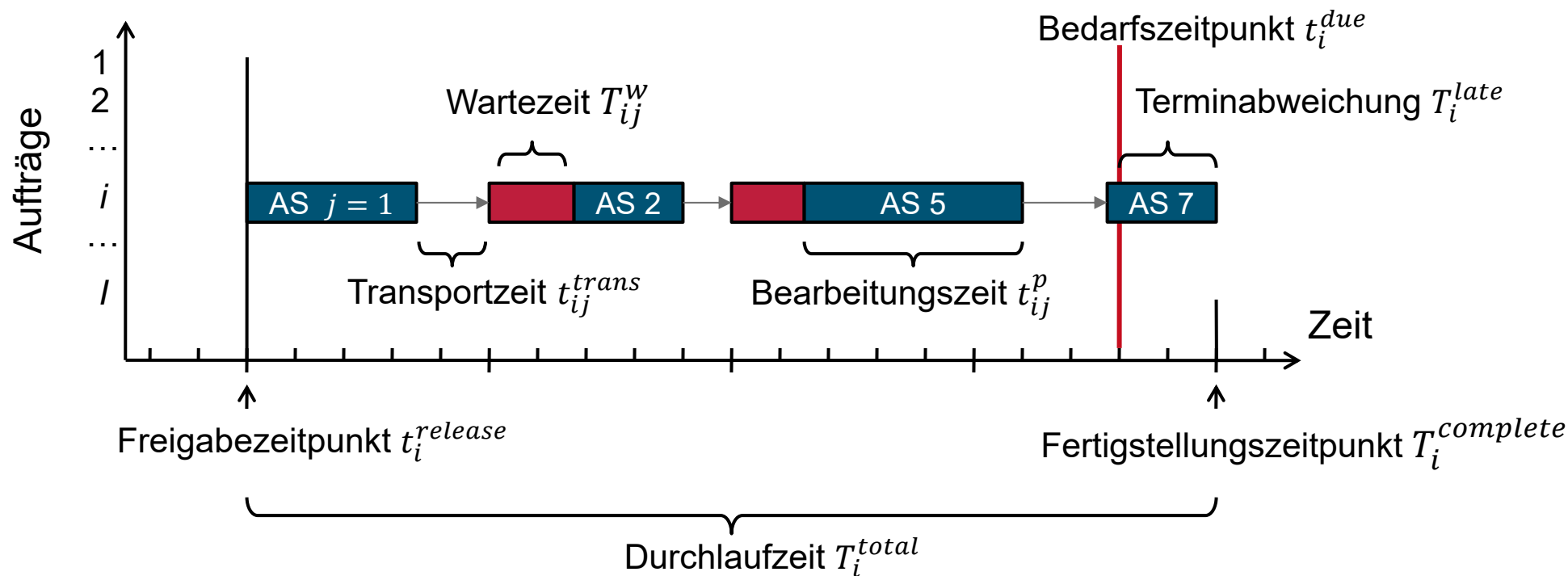


Auftrag i auf Arbeitssystem j {
 ■ Bearbeitungszeit t_{ij}^p □ Stillstandszeit T_j^{off}
 ■ Rüstzeit t_{ij}^s ■ Leerlaufzeit T_j^{idle} } Leerzeit $T_j^{no prod}$

Symbole der Ablaufplanung - Auftragssicht

Maschinenfolge-Gantt-Diagramm für Auftrag i

AS-Nummern j nur zur Veranschaulichung



Ziele der Ablaufplanung

Durchlaufzeitbezogene Zieldimensionen

- Minimiere Summe der Fertigstellungszeitpunkte (completion time)
- Minimiere Durchlaufzeiten (lead time)

Kapazitätsorientierte Ziele

- Minimiere Zykluszeit (makespan)
- Maximiere Kapazitätsauslastung (capacity utilization)
bzw. minimiere Leerzeit (idle time)

Terminorientierte Ziele

- Minimiere der Terminabweichung (lateness)
- Minimiere der Verspätung (tardiness)

i. d. R. keine ökonomischen Größen, wie Deckungsbeiträge oder entscheidungsrelevante Kosten

Berechnung der Kennzahlen

Die **Durchlaufzeit** T_i^{total} eines Auftrages i bzw. die **Gesamtdurchlaufzeit** T^{total} aller Aufträge lässt sich unter Ausschluss einer Parallelbearbeitung berechnen durch:

$$T_i^{total} = \sum_{j=1}^J t_{ij}^p + t_{ij} + T_{ij}^w$$

$$T^{total} = \sum_{i=1}^I T_i^{total}$$

➤ Bearbeitungs-, Transport- + Wartezeiten

Die **Zykluszeit** T^{cycle} bestimmt sich zu

$$T^{cycle} = \max_{i=1, \dots, I} \{T_i^{complete}\} - \min_{i=1, \dots, I} \{t_i^{release}\}$$

↗
Spätester
Fertigstellungszeitpunkt
im Auftragsportfolio

↖
Frühester
Anfangszeitpunkt
im Auftragsportfolio

Visualisierung der Kennzahlen im Gantt-Diagramm

Die **Nettoauslastung U**
(net utilization)

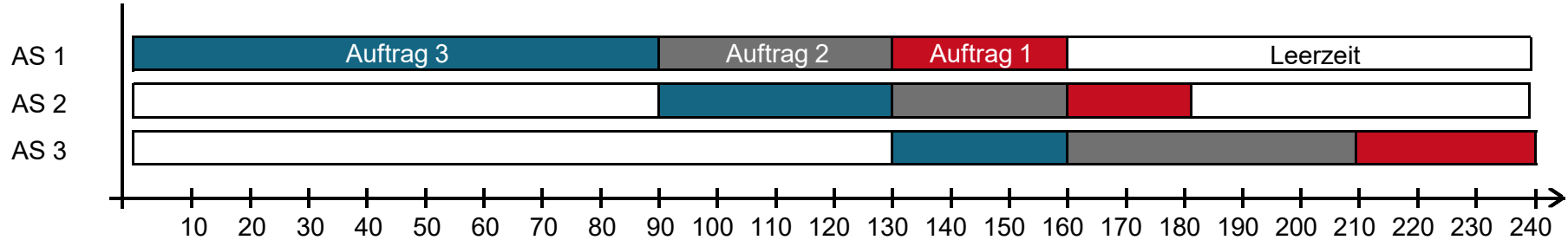
$$U = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p}{J \cdot T^{cycle}}$$

Gesamtbearbeitungszeit aller Aufträge auf allen Arbeitsstationen

„Fläche der farbigen Balken“

In Anspruch genommene Belegungszeit aller Maschinen von Start bis Ende aller Aufträge

„Gesamtfläche der Balken“



Die **kumulierten Leerzeiten** aller Maschinen

$$T^{no\ prod} = J \cdot T^{cycle} - \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^J t_{ij}^p$$

In Anspruch genommene Belegungszeit aller Maschinen von Start bis Ende aller Aufträge

Gesamtbearbeitungszeit aller Aufträge auf allen Arbeitsstationen

„Fläche der weißen Balken“

„Gesamtfläche der Balken“

„Fläche der farbigen Balken“

Minimierung der Zykluszeit t^{Zyklus} führt zur Minimierung der kumulierten Leerzeiten und damit zur Maximierung der Nettoauslastung

Planung durch Prioritätsregeln (list scheduling)

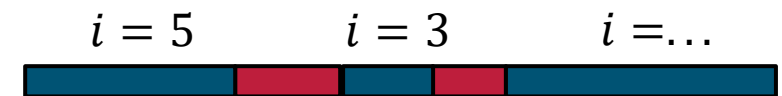
Ausgangslage

- Der **Arbeitsvorrat**, d.h. eine Menge von Produktionsumfängen (z.B. aus Losgrößenplanung), wartet auf Bearbeitung vor einem Arbeitssystem
- **Prioritätsregeln** sind Entscheidungsregeln (Heuristiken), die festlegen welcher Position des Arbeitsvorrats der Vorzug zu geben ist
- Die Positionen des Arbeitsvorrats werden als **Aufträge** bzw. **Jobs** bezeichnet

Vorgehen

- (1) Sortiere Aufträge nach vorgegebener Prioritätsregel; bei gleichem Prioritätswert sortiere nach Auftragsnummer
- (2) Plane die Aufträge in der resultierenden Reihenfolge auf der Ressource ein

Auftrag	Kennzahl
5	
3	↓ 1
...	

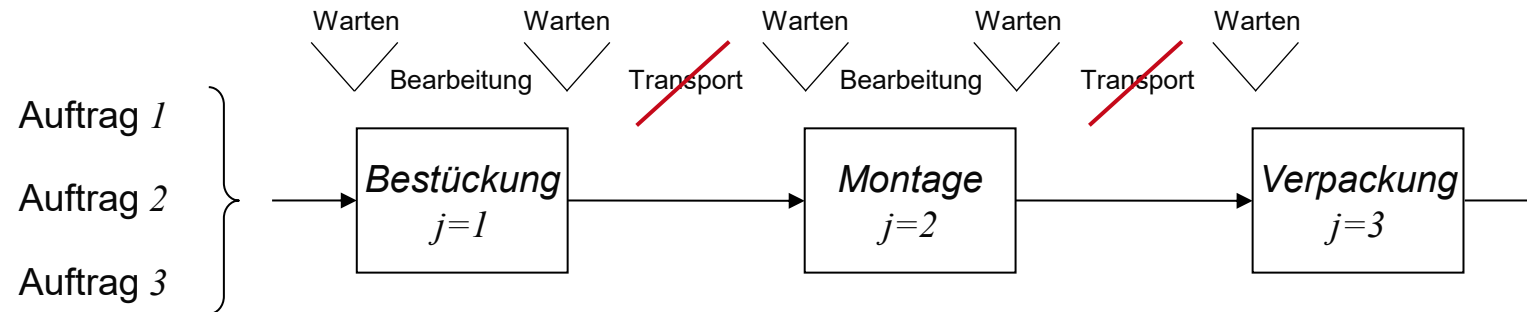
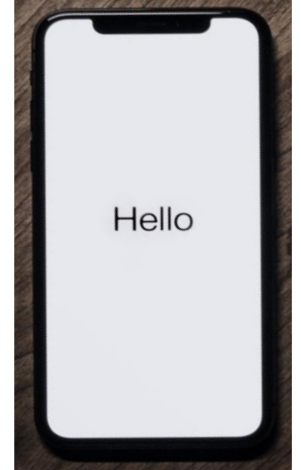


Ablaufplanung - Prioritätsregeln zur Reihenfolgebestimmung

Kennzahl	Kurzbeschreibung: Als nächster ist der Auftrag zu bearbeiten,
KOZ- Regel (Kürzeste OperationsZeit)	der die kürzeste Operationszeit (Bearbeitungs-, Produktionszeit) auf der Station hat.
LOZ- Regel (Längste OperationsZeit)	der die längste Operationszeit hat.
GRB- (LFR-) Regel (Größte RestBearbeitungszeit bzw. Längste FertigungsRestzeit)	dessen im Moment der Belegung noch verbleibende Bearbeitungszeit auf allen noch benötigten Maschinen die längste ist.
KRB- (KFR-) Regel (Kürzeste RestBearbeitungszeit bzw. Kürzeste FertigungsRestzeit)	dessen im Moment der Belegung noch verbleibende Bearbeitungszeit auf allen noch benötigten Maschinen die kürzeste ist.
WT-Regel (WerT-Regel)	der den höchsten Produktivwert hat bzw. dessen Produktwert vor Ausführung des jeweiligen Arbeitsgangs der größte ist (dynamische Wert-Regel).
SZ-Regel (SchlupfZeit-Regel)	bei dem die Differenz zwischen dem Liefertermin und der Restbearbeitungszeit (Schlupf) am kleinsten ist.

Beispiel zur Planung durch Prioritätsregeln

- Produktionssystem mit drei Arbeitsstationen (AS):
Platinenbestückung ($j=1$), *Montage* (2), *Verpackung* (3)
- Drei Aufträge i ($i = 1, 2, 3$)
- Identische Maschinenfolge für alle Aufträge: $j=1 \rightarrow j=2 \rightarrow j=3$
- Spezifische Bearbeitungszeiten der Aufträge t_{ij}^p



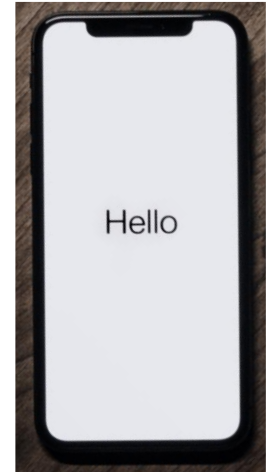
Ziel: Reaktive Bestimmung eines *guten* Ablaufplans

→ Wann sollte welcher Auftrag auf welcher Arbeitsstation bearbeitet werden?

Beispiel zur Planung durch Prioritätsregeln - Fortsetzung

Bearbeitungszeiten von Auftrag i und Arbeitsstation (AS) j :

Bearbeitungszeiten t_{ij}^p [min]	AS 1	AS 2	AS 3
Auftrag 1	50	40	30
Auftrag 2	40	60	30
Auftrag 3	50	40	90



Annahmen:

- alle Aufträge können sofort starten und sind schnellstmöglich fällig
- Transport- und Rüstzeiten können vernachlässigt werden

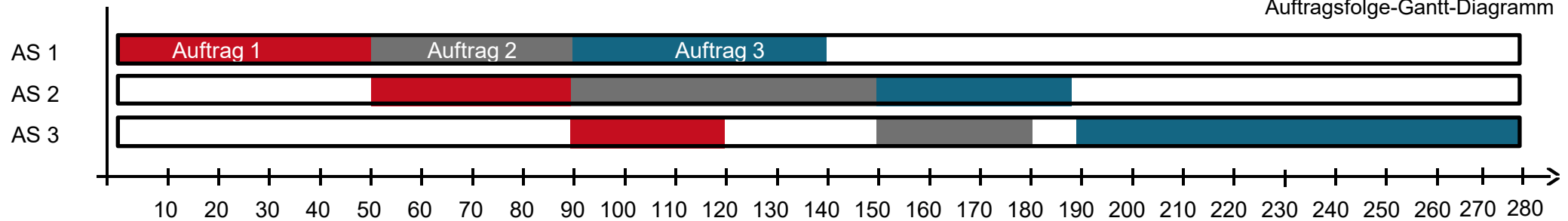
Welcher Ablaufplan ergibt sich bei Anwendung der KOZ, GRB und der KRB-Regel?
Welchem Plan sollte der Vorzug gegeben werden?

Ablaufplan bei Anwendung KRB

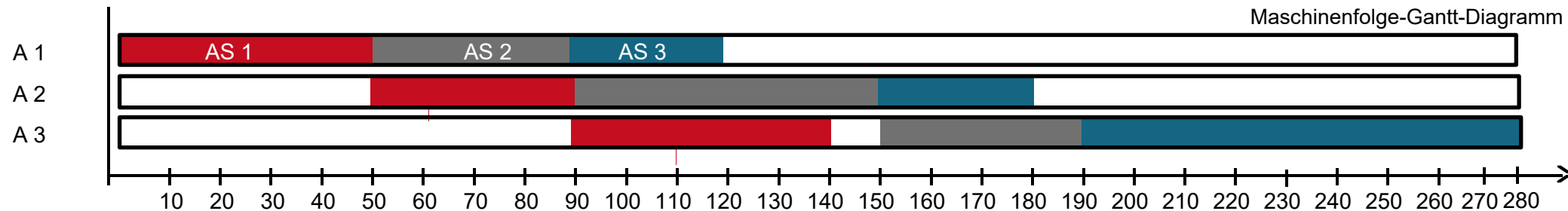
(Kürzeste RestBearbeitungszeit)

Bearbeitungszeiten t_{ij}^p [min]	AS 1	AS 2	AS 3	Gesamt-bearbeitungszeit		Wartezeit	Durchlaufzeit
Auftrag 1	50	40	30	120	1	0	120
Auftrag 2	40	60	30	130	2	50	180
Auftrag 3	50	40	90	180	3	100	280
Summe				430		150	580

Auftragsfolge-Gantt-Diagramm



Maschinenfolge-Gantt-Diagramm

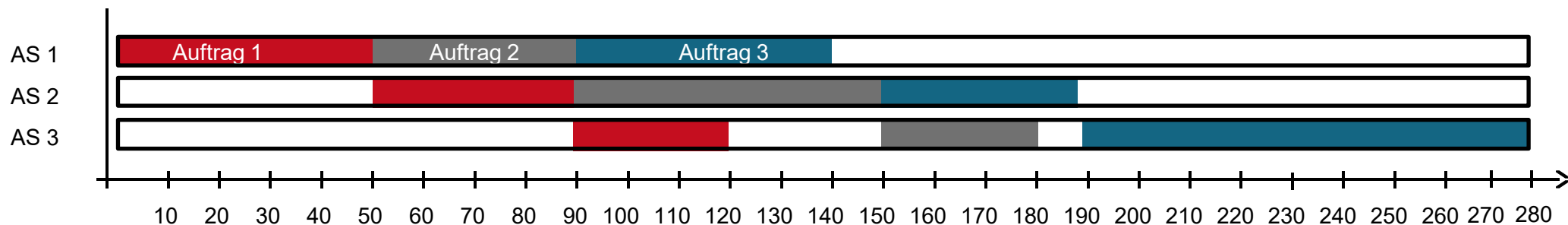


Ablaufplan bei Anwendung KRB – maschinenorientierte Kennzahlen

Zykluszeit $T^{cycle} = \max_{i=1,\dots,I} \{T_i^{complete}\} - \min_{i=1,\dots,I} \{t_i^{release}\} = 280 - 0 = 280$

Auslastung $U = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p}{J \cdot T^{cycle}} = \frac{430}{3 \cdot 280} = 51\%$

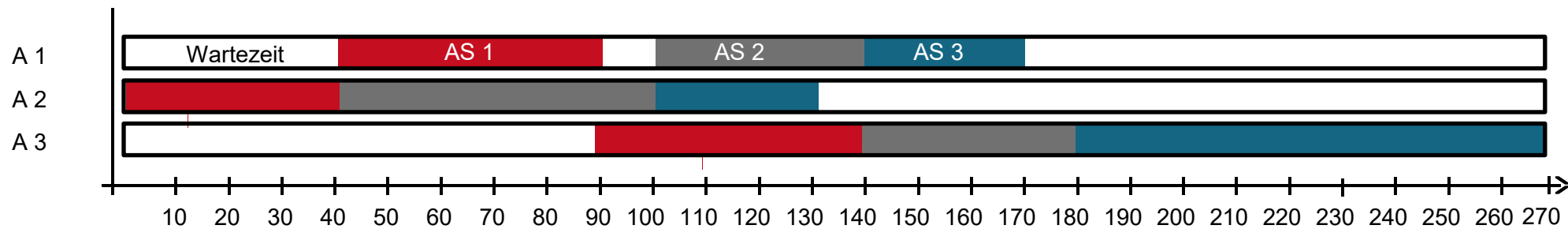
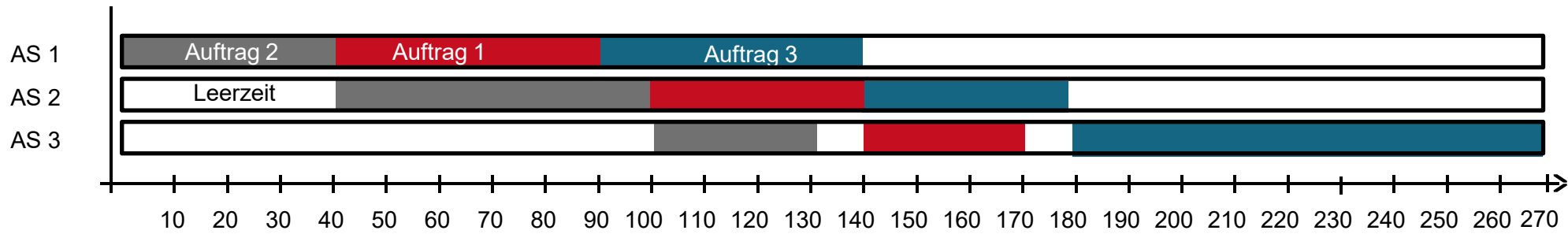
Leerzeit $T^{no\ prod} = J \cdot T^{cycle} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p = 3 \cdot 280 - 430 = 410$



Ablaufplan bei Anwendung KOZ (+ Auftragsnummer)

(Kürzeste Operationszeit)

Bearbeitungszeiten t_{ij}^p [min]	AS 1	AS 2	AS 3	Gesamtbearbeitungszeit	Wartezeit	Durchlaufzeit
Auftrag 1	50 2	40	30	120	50	170
Auftrag 2	40 1	60	30	130	0	130
Auftrag 3	50 3	40	90	180	90	270
Summe				430	140	570

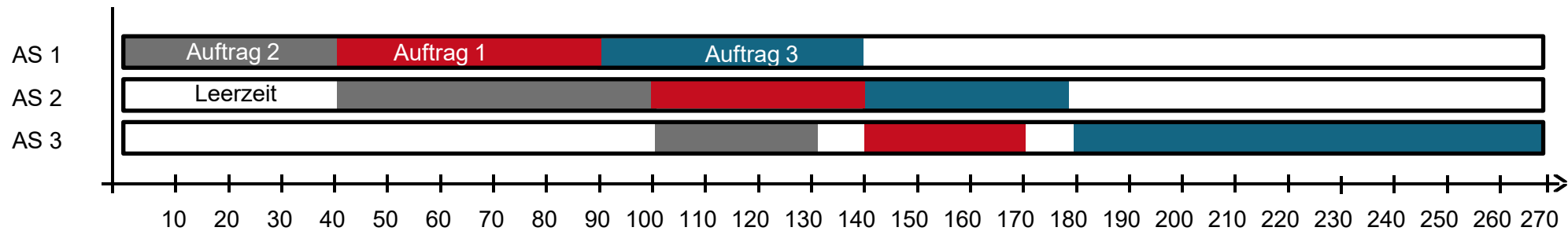


Ablaufplan bei Anwendung KOZ – maschinenorientierte Kennzahlen

Zykluszeit $T^{cycle} = \max_{i=1,\dots,I} \{T_i^{complete}\} - \min_{i=1,\dots,I} \{t_i^{release}\} = 270 - 0 = 270$

Auslastung $U = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p}{J \cdot T^{cycle}} = \frac{430}{3 \cdot 270} = 53\%$

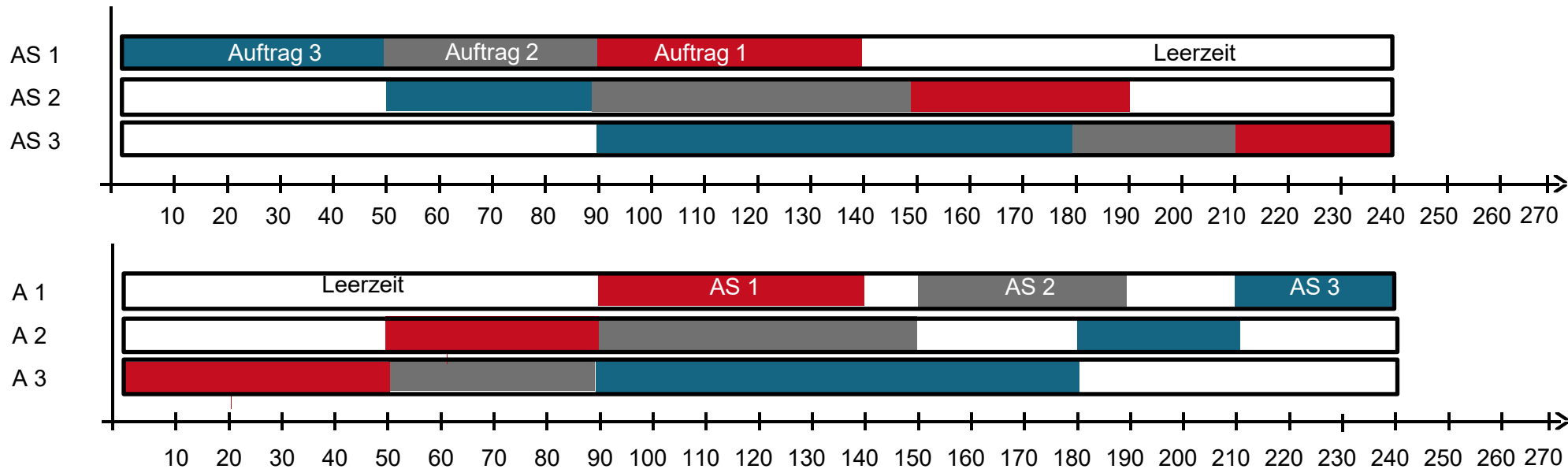
Leerzeit $T^{no\ prod} = J \cdot T^{cycle} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p = 3 \cdot 270 - 430 = 380$



Ablaufplan bei Anwendung GRB

(Größte RestBearbeitungszeit)

Bearbeitungszeiten t_{ij}^p [min]	AS 1	AS 2	AS 3	Gesamtbearbeitungszeit		Wartezeit	Durchlaufzeit
Auftrag 1	50	40	30	120	3	120	240
Auftrag 2	40	60	30	130	2	80	210
Auftrag 3	50	40	90	180	1	0	180
Summe				430		200	630

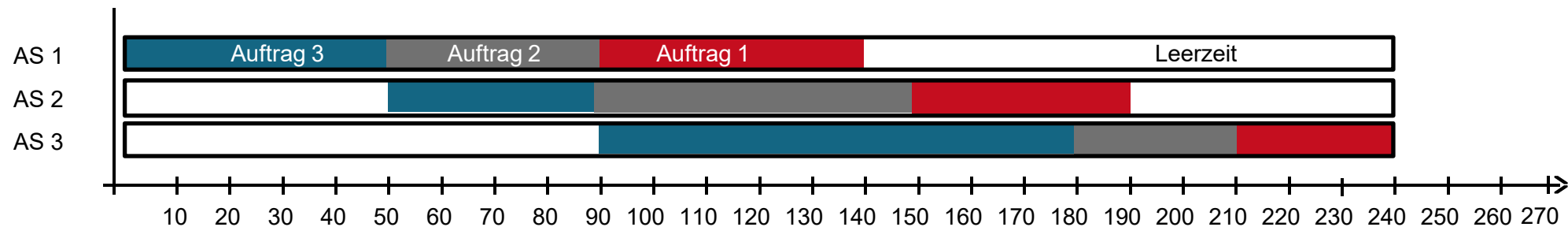


Ablaufplan bei Anwendung GRB – maschinenorientierte Kennzahlen

Zykluszeit $T^{cycle} = \max_{i=1,\dots,I} \{T_i^{complete}\} - \min_{i=1,\dots,I} \{t_i^{release}\} = 240 - 0 = 240$

Auslastung $U = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p}{J \cdot T^{cycle}} = \frac{430}{3 \cdot 240} = 60\%$

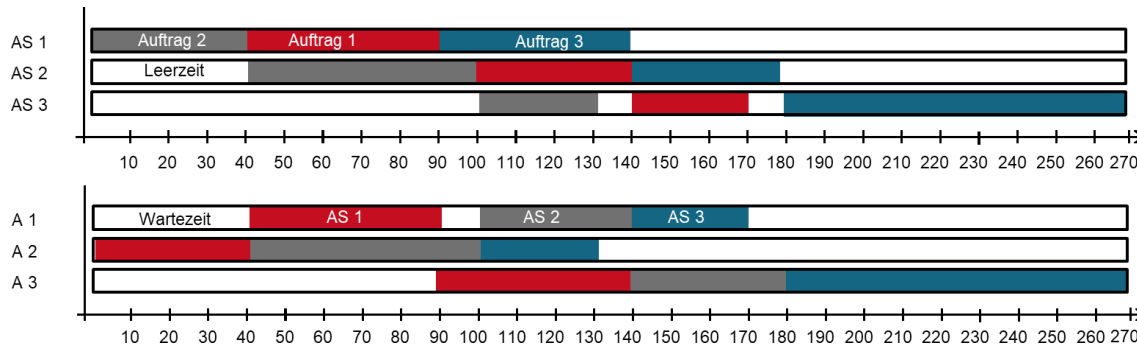
Leerzeit $T^{no\ prod} = J \cdot T^{cycle} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}^p = 3 \cdot 240 - 430 = 290$



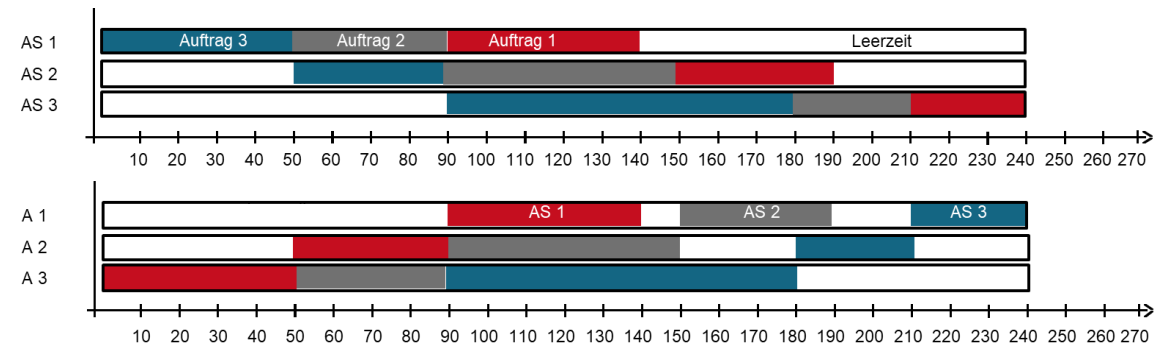
Auswertung der Ergebnisse

Kennzahl \ Prioritätsregel	KRB	KOZ	GRB
Gesamtdurchlaufzeit	580	570	630
Zykluszeit	280	270	240
Auslastung	51 %	53 %	60 %
Leerzeit	410	380	290

KOZ



GRB



**Zielkonflikt zwischen Minimierung der Gesamtdurchlaufzeit und Maximierung der Auslastung
→ Dilemma der Ablaufplanung**

Identifikation der „richtigen“ Prioritätsregel

Sammeln von (repräsentativen) Aufträgen



Berechnung von alternativen Ablaufplänen durch Anwendung von Prioritätsregeln



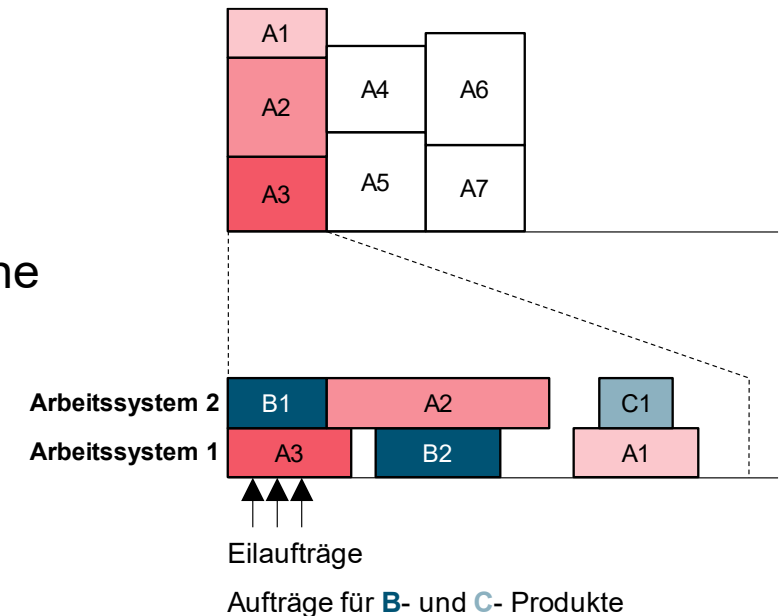
Bewertung der Ablaufpläne mittels Kennzahlen (z.B. Zykluszeit, Gesamtdurchlaufzeit)



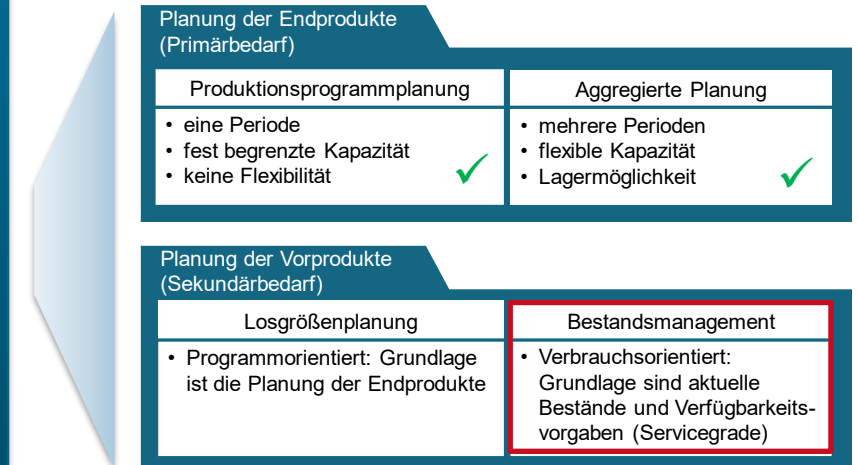
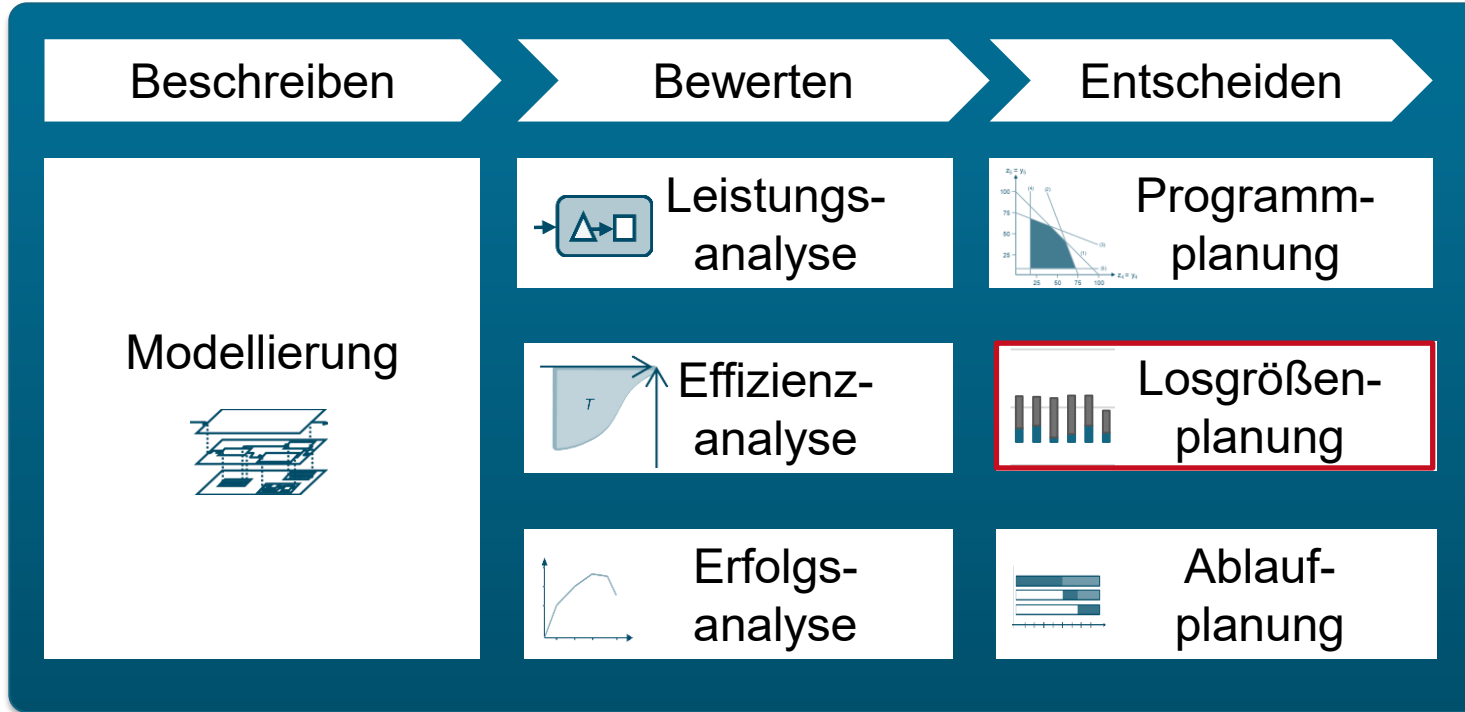
Auswahl des anzuwendenden Ablaufplans

Zusammenfassung Ablaufplanung

- Ausgehend von der Losgrößenplanung beinhaltet die **Ablaufplanung** die **Zuordnung** zu Arbeitssystemen, die **Reihenfolgeplanung** und die **Terminplanung**
- Dies führt in Praxis zu einem **komplexen Optimierungsproblem** ($((I!)^J$ mögliche Reihenfolgen (im Bsp. $I=3, J=3 \rightarrow 216$ Sequenzen)
- **Prioritätsregeln** können helfen, schnell und systematisch Ablaufpläne zu erzeugen
- Erzeugung mehrerer alternativer Ablaufpläne durch Anwendung mehrere Prioritätsregeln ermöglicht „Bestenauslese“
- Diese sind aber **nicht notwendigerweise optimal**
- Zudem besteht ein **Zielkonflikt** zwischen auslastungsorientierten und durchlauforientierten Zielen (\rightarrow **Dilemma der Ablaufplanung**)



Wie geht es weiter?



Nachbereitungsmöglichkeiten:

- Besuch der Übung
- Online Quiz
- Planspiel (Besuch der Tutorien)
- Buch und Videos Kapitel 8 und 9



Fakultät VII Wirtschaft & Management
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling



<http://pom.tu-berlin.de>