

# Übung 05

## Ressourceneinsatzplanung & Losgrößen

### Aufgabe 1 - Montageplanung

Die Fahrzeugfertigung Zwickau GmbH ist ein traditionsreicher Standort im Automobilbau und hat sich auf die Produktion von Komponenten und die Endmontage von Elektrofahrzeugen spezialisiert. Für die Einführung einer neuen Montagelinie zur Fertigung von Batteriemodulen für das Modell "Saxon-E" müssen die einzelnen Arbeitsschritte genau geplant werden. Das Projektmanagement-Team hat die folgende Liste von Arbeitsgängen (AG), deren Dauer in Stunden (Std.) und die direkten Vorgänger identifiziert:

Arbeitsgang	Beschreibung	Dauer (Std.)	Direkte Vorgänger
A	Materialbereitstellung Rahmen	3	-
B	Vormontage Zellhalterungen	5	A
C	Einbau Zellhalterungen in Rahmen	4	B
D	Materialbereitstellung Elektronik	2	-
E	Vormontage Steuerungseinheit	6	D
F	Integration Steuerungseinheit	3	C, E
G	Qualitätsprüfung & Endverschluss	2	F

Der Projektstart (Beginn von A und D) ist zum Zeitpunkt 0.

Ihre Aufgaben:

- Erstellen Sie ein Netzplan-Diagramm für dieses Projekt.
- Führen Sie eine Vorwärtsrechnung durch, um die frühestmöglichen Anfangszeitpunkte (FAZ) und Endzeitpunkte (FEZ) für jeden Arbeitsgang zu bestimmen.
- Führen Sie eine Rückwärtsrechnung durch, um die spätestzulässigen Anfangszeitpunkte (SAZ) und Endzeitpunkte (SEZ) für jeden Arbeitsgang zu bestimmen.
- Berechnen Sie die Gesamtpufferzeit (GP) für jeden Arbeitsgang.
- Identifizieren Sie den kritischen Weg im Projekt.
- Was könnte passieren, wenn einige Arbeitsschritte Kapazitätsbeschränkungen unterliegen?

## Caution

Lösungshinweise:

b) Vorwärtsrechnung:

- A: FAZ=0, FEZ=3
- D: FAZ=0, FEZ=2
- B: FAZ=max(FEZ(A))=3, FEZ=3+5=8
- E: FAZ=max(FEZ(D))=2, FEZ=2+6=8
- C: FAZ=max(FEZ(B))=8, FEZ=8+4=12
- F: FAZ=max(FEZ(C))=12, FEZ(E)=8, FEZ=12+3=15
- G: FAZ=max(FEZ(F))=15, FEZ=15+2=17 Die minimale Projektdauer beträgt 17 Stunden.

c) Rückwärtsrechnung (Annahme  $SEZ(G) = FEZ(G) = 17$ , um kritischen Pfad zu finden):

- G: SEZ=17, SAZ=17-2=15
- F: SEZ=min(SAZ(G))=15, SAZ=15-3=12
- C: SEZ=min(SAZ(F))=12, SAZ=12-4=8
- E: SEZ=min(SAZ(F))=12, SAZ=12-6=6
- B: SEZ=min(SAZ(C))=8, SAZ=8-5=3
- A: SEZ=min(SAZ(B))=3, SAZ=3-3=0
- D: SEZ=min(SAZ(E))=6, SAZ=6-2=4

d) Gesamtpuffer (GP = SAZ - FAZ):

- A: GP = 0 - 0 = 0
- B: GP = 3 - 3 = 0
- C: GP = 8 - 8 = 0
- D: GP = 4 - 0 = 4
- E: GP = 6 - 2 = 4
- F: GP = 12 - 12 = 0
- G: GP = 15 - 15 = 0

e) Kritischer Weg (GP=0):

A → B → C → F → G. Die Dauer dieses Pfades ist 3+5+4+3+2 = 17 Stunden.

f) Kapazitätsbeschränkungen

Die Produktion könnte nicht mehr möglich sein.

## Aufgabe 2: Kapazitätsorientierte Losgrößenplanung (CLSP)

Ein Hersteller von Spezialgetrieben fertigt auf einer CNC-Maschine zwei verschiedene Getriebetypen: Typ A und Typ B. Pro Woche muss die Maschine für jedes zu produzierende Produkt neu gerüstet werden.

Gegebene Daten:

- Planungshorizont: 4 Wochen

- Wöchentliche Kapazität: 60 Stunden
- Anfangslagerbestand: 0 für beide Typen
- Endlagerbestand: 0 für beide Typen (alle Bedarfe müssen erfüllt sein)

Produktdaten:

Parameter	Getriebe Typ A	Getriebe Typ B
Rüstkosten (s)	200 GE	150 GE
Lagerkosten (h)	5 GE/Stück/Woche	7 GE/Stück/Woche
Bearbeitungszeit (tb)	1,0 h/Stück	1,2 h/Stück
Rüstzeit (tr)	10 h	8 h

Nachfrage:

Woche (t)	1	2	3	4
Bedarf Typ A	20	30	0	25
Bedarf Typ B	0	0	35	20

Vorgegebener Produktionsplan:

Um das Konzept zu verstehen, analysieren Sie den folgenden, manuell erstellten Produktionsplan:

- Woche 1: Produziere  $50 \times$  Typ A
  - Woche 2: Keine Produktion
  - Woche 3: Produziere  $55 \times$  Typ B
  - Woche 4: Produziere  $25 \times$  Typ A
- a) Berechnen Sie die gesamten Rüst- und Lagerkosten für den vorgegebenen Plan.
  - b) Überprüfen Sie für jede Woche, ob die Produktions- und Rüstzeiten die verfügbare Kapazität von 60 Stunden einhalten.
  - c) Erläutern Sie, warum die separate Anwendung des Wagner-Whitin-Algorithmus für jedes Produkt hier wahrscheinlich zu einem unzulässigen oder suboptimalen Gesamtplan führen würde.

## Caution

Lösungshinweise:

a) Berechnung der Rüst- und Lagerkosten:

Woche	Produktion A	Produktion B	Bedarf A	Bedarf B	Lagerbestand A (Ende)	Lagerbestand B (Ende)
1	50	0	20	0	30	0
2	0	0	30	0	0	0
3	0	55	0	35	0	20
4	25	0	25	20	0	0

Rüstkosten:

- Woche 1: Typ A wird produziert → Rüstkosten = 200 GE
- Woche 2: Keine Produktion → Rüstkosten = 0 GE
- Woche 3: Typ B wird produziert → Rüstkosten = 150 GE
- Woche 4: Typ A wird produziert → Rüstkosten = 200 GE

Gesamte Rüstkosten:  $200 + 0 + 150 + 200 = 550$  GE

Lagerkosten:

- Woche 1:  $30 \text{ Stück A} \times 5 \text{ GE/Stück/Woche} = 150$  GE
- Woche 2:  $0 \text{ Stück A} \times 5 \text{ GE/Stück/Woche} = 0$  GE
- Woche 3:  $0 \text{ Stück A} \times 5 \text{ GE/Stück/Woche} + 20 \text{ Stück B} \times 7 \text{ GE/Stück/Woche} = 140$  GE
- Woche 4:  $0 \text{ Stück A} \times 5 \text{ GE/Stück/Woche} + 0 \text{ Stück B} \times 7 \text{ GE/Stück/Woche} = 0$  GE

Gesamte Lagerkosten:  $150 + 0 + 140 + 0 = 290$  GE

Gesamtkosten:  $550 + 290 = 840$  GE

b) Kapazitätsprüfung:

Für jede Woche prüfen wir: Rüstzeit + Bearbeitungszeit  $\leq 60$  Stunden

Woche 1 (Typ A):

- Rüstzeit: 10 h
- Bearbeitungszeit:  $50 \text{ Stück} \times 1,0 \text{ h/Stück} = 50$  h
- Gesamtzeit:  $10 + 50 = 60 \text{ h} \leq 60 \text{ h} \checkmark$  (zulässig)

Woche 2:

- Keine Produktion:  $0 \text{ h} \leq 60 \text{ h} \checkmark$  (zulässig)

Woche 3 (Typ B):

- Rüstzeit: 8 h
- Die Kapazitätsprüfung ist für die ersten drei Wochen abgeschlossen. In Woche 4 wird Typ A produziert, was eine Rüstzeit von 10 h erfordert. Die Bearbeitungszeit für 25 Stück A beträgt 25 h. Die Gesamtzeit beträgt  $10 + 25 = 35 \text{ h} \leq 60 \text{ h}$ , was zulässig ist.
- Im nächsten Schritt werden die Kapazitätsbeschränkungen zu berücksichtigen. Dies führt zu einem gemischt-ganzzahligen Optimierungsproblem (MIP), das deutlich komplexer ist als das Lineare Programm. Mögliche Anpassung: Man könnte z.B. in Woche 2 bereits einen Teil von Typ B produzieren (z.B. 20 Stück B in Woche 2 und 35 Stück B in Woche 3).

c) SULSP vs. CLSP: