

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

## Klausur

### B-Modul 31541: Produktionsplanung

### Sommersemester 2019

Termin: 19. September 2019, 09<sup>00</sup> – 11<sup>00</sup> Uhr

Prüfer: PD Dr. Karsten Kieckhäfer

Aufgabe	1	2	3	4	$\Sigma$
maximale Punktzahl	30	31	23	16	100
erreichte Punktzahl					

Note:

Datum:

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Prüfers

## HINWEISE ZUR BEARBEITUNG

- Die Klausur besteht aus einem Aufgabenteil inklusive Lösungsbögen. Überprüfen Sie zunächst, ob Sie die korrekte **Anzahl an Seiten** (insgesamt **24 Seiten**) erhalten haben. Melden Sie sich unverzüglich bei einer der aufsichtsführenden Personen, falls das nicht der Fall sein sollte.
- Füllen Sie nun den Kopf des Deckblattes und der nachfolgenden Seiten aus!
- **Bitte geben Sie, wenn nicht anders gefordert, den Lösungsweg an.** Ergebnisse ohne nachvollziehbaren Lösungsweg können mit weniger als der angegebenen Punktzahl bewertet werden.
- Die Lösungen müssen in die dafür **vorgesehenen Lösungsbereiche** eingetragen werden. Bei Platzproblemen verwenden Sie bitte die Rückseiten und verweisen auf diese. Eigene mitgebrachte Blätter dürfen nicht verwendet werden!
- **Verwenden Sie bitte weder einen Bleistift noch einen Rotstift!**
- Bitte schreiben Sie leserlich! Unlesbarkeiten gehen zu Ihren Lasten.
- Bitte runden Sie ggf. Ihre Ergebnisse auf zwei Stellen nach dem Komma.
- Die Verwendung eines Taschenrechners ist dann und nur dann erlaubt, wenn dieser einer der drei folgenden Modellreihen angehört:
  - Casio fx86 oder fx87
  - Texas Instruments TI 30 X II
  - Sharp EL 531

Die Verwendung anderer Taschenrechnermodelle wird als Täuschungsversuch gewertet und mit der Note „nicht ausreichend“ (5,0) sanktioniert. Ob ein Taschenrechner einer der drei Modellreihen angehört, können Sie selbst überprüfen, indem Sie die vom Hersteller auf dem Rechner angebrachte Modellbezeichnung mit den oben angegebenen Bezeichnungen vergleichen: Bei vollständiger Übereinstimmung ist das Modell erlaubt. Ist die auf dem Rechner angebrachte Modellbezeichnung umfangreicher, enthält aber eine der oben angegebenen Bezeichnungen vollständig, ist das Modell ebenfalls erlaubt. In allen anderen Fällen ist das Modell nicht erlaubt.

- **Unterschreiben** Sie vor der Abgabe Ihre Klausur auf der letzten von Ihnen beschriebenen Seite!
- Die Klausur umfasst **4 Aufgaben**. Die gesamte **Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten**. Bei jeder Aufgabe ist die maximal erreichbare Punktzahl angegeben. Insgesamt können **maximal 100 Punkte** erreicht werden.

In der Klausur können neben freien Aufgaben unter anderem auch folgende Aufgabentypen vorkommen:

- **Richtig/Falsch-Aufgaben:** Gegebene Aussagen sind auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen und entsprechend zu kennzeichnen (R/F). Es kann auch eine zusätzliche Begründung gefordert werden. Zutreffende Kennzeichnungen und korrekte Begründungen werden mit der angegebenen Punktzahl bewertet.
- **Lückentext-Aufgaben:** Formale oder verbale Beschreibungen bzw. Grafiken enthalten Leerstellen, die in geeigneter Weise zu füllen sind. Zutreffende Angaben werden mit der auf sie entfallenden Punktzahl bewertet.
- **Multiple-Choice-Aufgaben mit Einfachwahl (1 aus n):** Bei jeder Teilaufgabe ist genau eine von n gegebenen Antwortmöglichkeiten zutreffend. Die Teilaufgabe wird mit der angegebenen Punktzahl bewertet, wenn genau (und ausschließlich) die zutreffende Antwortmöglichkeit gekennzeichnet wurde. Sie erhalten 0 Punkte für die Teilaufgabe, wenn Sie keine vorgegebene Antwortmöglichkeit wählen. Sie erhalten ebenfalls 0 Punkte für die Teilaufgabe, wenn Sie mehr als eine Antwortmöglichkeit kennzeichnen.
- **Multiple-Choice-Aufgaben mit Mehrfachwahl (x aus n):** In jeder Teilaufgabe können Sie die in der Klausur angegebene Punktzahl erreichen. Sie erhalten 0 Punkte, wenn Sie keine vorgegebene Antwortmöglichkeit wählen. Die Punktevergabe erfolgt gemäß dem in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Berechnungsschema.

Anzahl vorgegebener Antwortmöglichkeiten	Davon zutreffend gekennzeichnete Antwortmöglichkeiten	Sie erhalten x % der erreichbaren Punkte
5	5	100
	4	60
	3	30
	2	10
	1	1

Nicht alle der beschriebenen Aufgabentypen müssen in der Klausur Verwendung finden.

Viel Erfolg!

**Aufgabe 1 Wer wird Produktionsplaner?****30 Punkte**

Die folgenden Aufgabenteile 1 a) bis 1 h) werden als Multiple-Choice-Aufgaben mit Mehrfachauswahl (x aus n) gewertet. Die Anzahl der korrekten Antwortmöglichkeiten kann zwischen 1 und 5 betragen.

a) Zu den Vorteilen der Just-in-Time-Produktion zählt bzw. zählen laut Studienbrief: **2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Die geringeren Bestände führen dazu, dass operative Probleme im Bereich der Fertigung besser erkannt werden können.
<input type="checkbox"/>	Kürzere Durchlaufzeiten der Fertigungsaufträge aufgrund der größeren Losgröße.
<input type="checkbox"/>	Gute Eignung der JIT-Steuerung bei starken Schwankungen der Produktionsmenge, da eine Erhöhung der Menge durch Erhöhung der Losgrößen erreicht werden kann.
<input type="checkbox"/>	Leichtere Einplanung der Transportwege und Freiflächen der Pufferläger.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

b) Welche(r) Problemkreis(e) tritt/treten laut Studienbrief in der mehrstufigen Fertigung auf?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Abstimmungsprobleme zwischen einzelnen Produkten.
<input type="checkbox"/>	Problem der optimalen Wahl zwischen Eigenfertigung oder Fremdbezug.
<input type="checkbox"/>	Problem der Lieferantwahl
<input type="checkbox"/>	Problem der Teilebedarfsermittlung in der Mehrstufenfertigung
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- c) Welche der folgenden Planungsaufgaben ist/sind laut Studienbrief Teilaufgabe(n) der Produktionsprozessplanung in der Fließfertigung?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Leistungsabstimmung
<input type="checkbox"/>	Bestimmung der Arbeitsgrößen
<input type="checkbox"/>	Pufferbestimmung
<input type="checkbox"/>	Reihenfolgeplanung
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- d) Welche relevanten Kosten werden laut Studienbrief bei der integrierten Leistungsabstimmung betrachtet?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Energiekosten
<input type="checkbox"/>	Leerkosten
<input type="checkbox"/>	Material- und Opportunitätskosten
<input type="checkbox"/>	Arbeitssystemkosten
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- e) Welche Aussage(n) trifft/treffen zu, wenn Sie auf Basis der Informationen aus Tabelle 1 mit Hilfe des JOHNSON-Algorithmus die optimale Auftragsfolge bestimmen?

**5 Punkte**Tabelle 1: Bearbeitungszeiten  $p_{jm}$ 

Maschinen	Aufträge				
	A	B	C	D	E
M1	3	2	1	4	2
M2	5	4	2	5	1

- Die Zykluszeit beträgt 18 Zeiteinheiten.
- Die Durchlaufzeit  $D_D$  des Auftrags  $D$  beträgt 16 Zeiteinheiten.
- Die optimale Bearbeitungsreihenfolge nach JOHNSON lautet: C-B-A-D-E.
- Die Wartezeiten  $w_{A2}$  und  $w_{D2}$  betragen jeweils 1 Zeiteinheit.
- Die optimale Bearbeitungsreihenfolge nach JOHNSON lautet: C-B-D-A-E.

- f) Welche Aussage(n) trifft/treffen auf die in Abbildung 1 dargestellte graphische Lösung zur Bestimmung eines optimalen Produktionsprogramms zu?

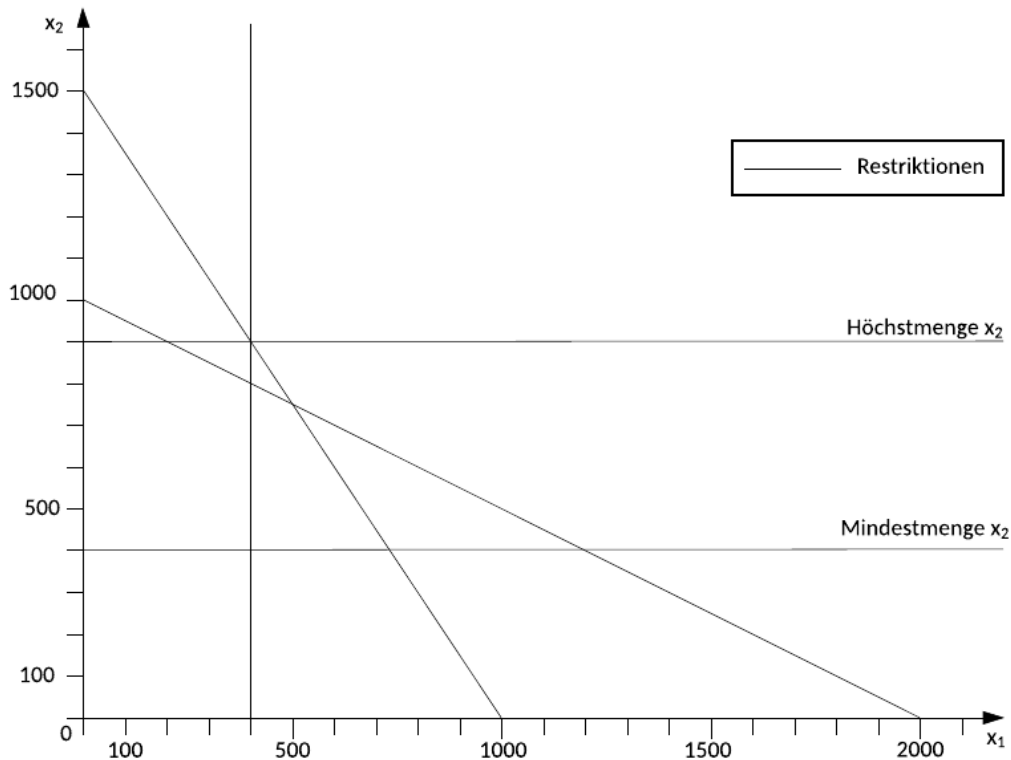
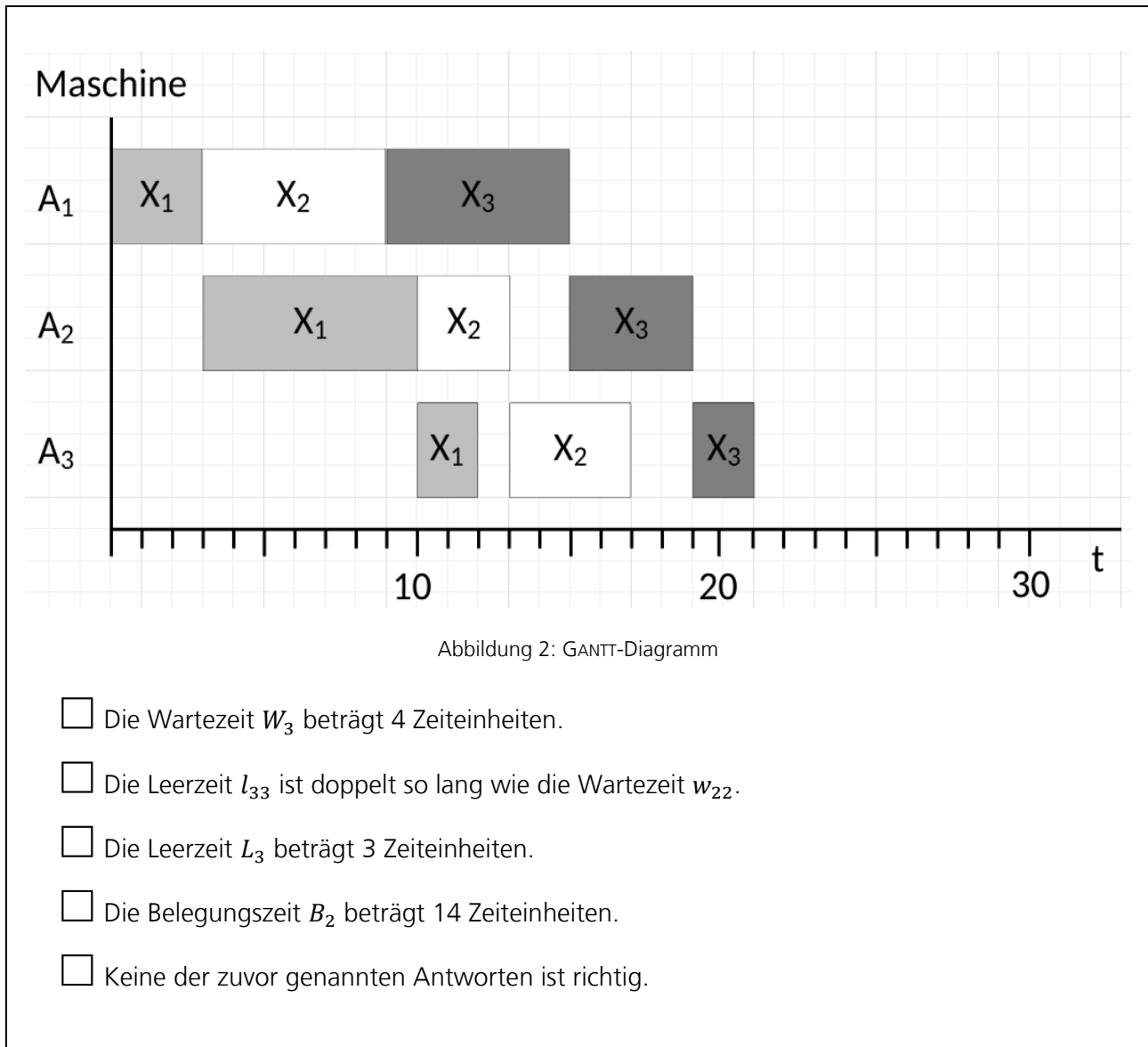
**5 Punkte**

Abbildung 1: Graphische Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms

- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$  positiv, aber weniger als halb so groß ist wie der von  $x_2$  und von  $x_1$  höchstens 400 Stück produziert werden sollen, werden von  $x_2$  900 Stück produziert.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$  positiv, aber weniger als halb so groß ist wie der von  $x_2$  und von  $x_1$  mindestens 400 Stück produziert werden sollen, werden von  $x_2$  800 Stück produziert.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_2$  genau so groß ist wie der von  $x_1$  und von  $x_1$  mindestens 400 Stück produziert werden sollen, werden von  $x_2$  800 Stück produziert.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_2$  mehr als doppelt so groß ist wie der von  $x_1$  und von  $x_1$  höchstens 400 Stück produziert werden sollen, wird die Höchstmenge von  $x_2$  produziert.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

g) Welche Aussage(n) trifft/treffen auf das in Abbildung 2 dargestellte GANTT-Diagramm zu?

**5 Punkte**



- Die Wartezeit  $W_3$  beträgt 4 Zeiteinheiten.
- Die Leerzeit  $l_{33}$  ist doppelt so lang wie die Wartezeit  $w_{22}$ .
- Die Leerzeit  $L_3$  beträgt 3 Zeiteinheiten.
- Die Belegungszeit  $B_2$  beträgt 14 Zeiteinheiten.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.



- h) In Tabelle 2 werden die Gesamtkostenfunktion  $K$  und die Stückkostenfunktion  $k$  für zwei Produktionsverfahren sowie für die Möglichkeit des Fremdbezugs aufgeführt. Bei Fremdbezug sind 4 Geldeinheiten pro Stück zu zahlen. Welche Aussage(n) trifft/treffen auf diese Entscheidungssituation zu? **5 Punkte**

Tabelle 2: Übersicht der Kostenfunktionen

	$K$	$k$
Produktionsverfahren 1	$2 + 5x$	$A$
Produktionsverfahren 2	$B$	$\frac{3}{x} + 3$
Fremdbezug	$C$	4

- Die Tabelle wird mit folgenden Angaben korrekt vervollständigt:  
A: 5; B:  $3x + 3$ ; C:  $4x$ .
- Die Tabelle wird mit folgenden Angaben korrekt vervollständigt:  
A:  $\frac{2}{x} + 5$ ; B:  $3 + 3x$ ; C:  $4x$ .
- Die kritische Menge, für die sich ein Übergang von Verfahren 1 zu Verfahren 2 mit dem Ziel der Stückkostenminimierung lohnt, beträgt  $x = 2$  Stück.
- Die kritische Menge, für die sich ein Übergang von Fremdbezug zu Verfahren 2 mit dem Ziel der Stückkostenminimierung lohnt, beträgt  $x = 3$  Stück.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

**Aufgabe 2 Sauber und Rhein****31 Punkte**

Die RheinWasser GmbH ist ein Kölner Unternehmen, welches sich auf die Herstellung von Wasseraufbereitungsanlagen für den Einsatz auf Binnenschiffen spezialisiert hat. Die Endmontage der Aufbereitungsanlagen setzt sich aus drei Prozessschritten in gleichbleibender Reihenfolge zusammen. Zunächst wird das Filtergehäuse montiert ( $A_1$ ). Im zweiten Schritt erfolgt der Einsatz des Filtermaterials in das Gehäuse ( $A_2$ ). Schließlich erfolgt im dritten Schritt der Anbau der Druckanzeige und der elektronischen Steuerung ( $A_3$ ).

- a) Beschreiben Sie stichpunktartig das Dilemma der Ablaufplanung, indem Sie auf die oben dargestellte Planungssituation zurückgreifen. Ein gängiges Ziel der Maschinenbelegungsplanung ist die Minimierung der Zykluszeit. Nennen Sie zudem zwei weitere mögliche Ziele der Ablaufplanung. **6 Punkte**

Abhängig von der Größe der Aufbereitungsanlagen ergeben sich für jeden Fertigungsauftrag an jeder Maschine unterschiedliche Bearbeitungszeiten. Heute liegen drei Aufträge  $X_j$  (mit  $j = 1, 2, 3$ ) vor, deren Reihenfolge so festgelegt werden soll, dass die Zykluszeit minimiert wird. Ein erfahrener Mitarbeiter hat die jeweils benötigten Bearbeitungszeiten der Aufträge  $p_{jm}$  (in Zeiteinheiten ZE) geschätzt und in der unten stehenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Bearbeitungszeiten der Aufträge

Maschine	Auftrag		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$A_1$	5	3	4
$A_2$	5	2	7
$A_3$	6	4	4

- b) Ein Praktikant hat damit begonnen, mit Hilfe des Verfahrens von IGNALL und SCHRAGE das oben geschilderte Reihenfolgeproblem zu lösen. Da er jedoch erst in der letzten Woche angefangen hat, fehlt ihm die Erfahrung und seine Ergebnisse sind unvollständig. Helfen Sie dem Praktikanten, indem Sie die fehlenden Werte ergänzen und die optimale Auftragsfolge und die damit realisierte Zykluszeit bestimmen. Vervollständigen Sie dazu die auf Seite 13 vorbereitete Tabelle 4. **13 Punkte**

- c) Zeichnen Sie die optimale Auftragsfolge aus Aufgabenteil b) in Form eines Auftragsfolge-GANTT-Diagramms in den auf Seite 14 vorbereiteten Lösungsbereich. Bei der Ausführung des Plans kommt es zum Zeitpunkt  $t = 4$  zu einer Störung beim Einsatz des Filtermaterials ( $A_2$ ). Wie lange darf die Behebung der Störung maximal dauern, bis sich Auswirkungen auf den Zielfunktionswert ergeben? Erläutern Sie Ihre Antwort stichpunktartig.

*Hinweis:* Wenn Sie Aufgabenteil b) nicht lösen konnten, gehen Sie von der Auftragsfolge  $X_3, X_2, X_1$  aus. **8 Punkte**

- d) In der nächsten Planungsperiode beobachten Sie ein vermehrtes Auftreten von Störungen im Produktionsbetrieb, sodass es immer wieder zu Verzögerungen in der Fertigstellung einzelner Aufträge und zu Abweichungen von der geplanten minimalen Zykluszeit kommt. Nennen Sie zwei mögliche negative Konsequenzen für die RheinWasser GmbH und entwickeln Sie jeweils eine auf das Fallbeispiel bezogene Maßnahme, um den Konsequenzen entgegenzuwirken. Investitionen sind leider aufgrund des schwierigen Geschäftsumfelds nicht möglich. Begründen Sie Ihre Antwort stichwortartig. **4 Punkte**

**Lösung Aufgabe 2 a)**

**Lösung Aufgabe 2 b)**

Tabelle 4: Lösung des Reihenfolgeproblems

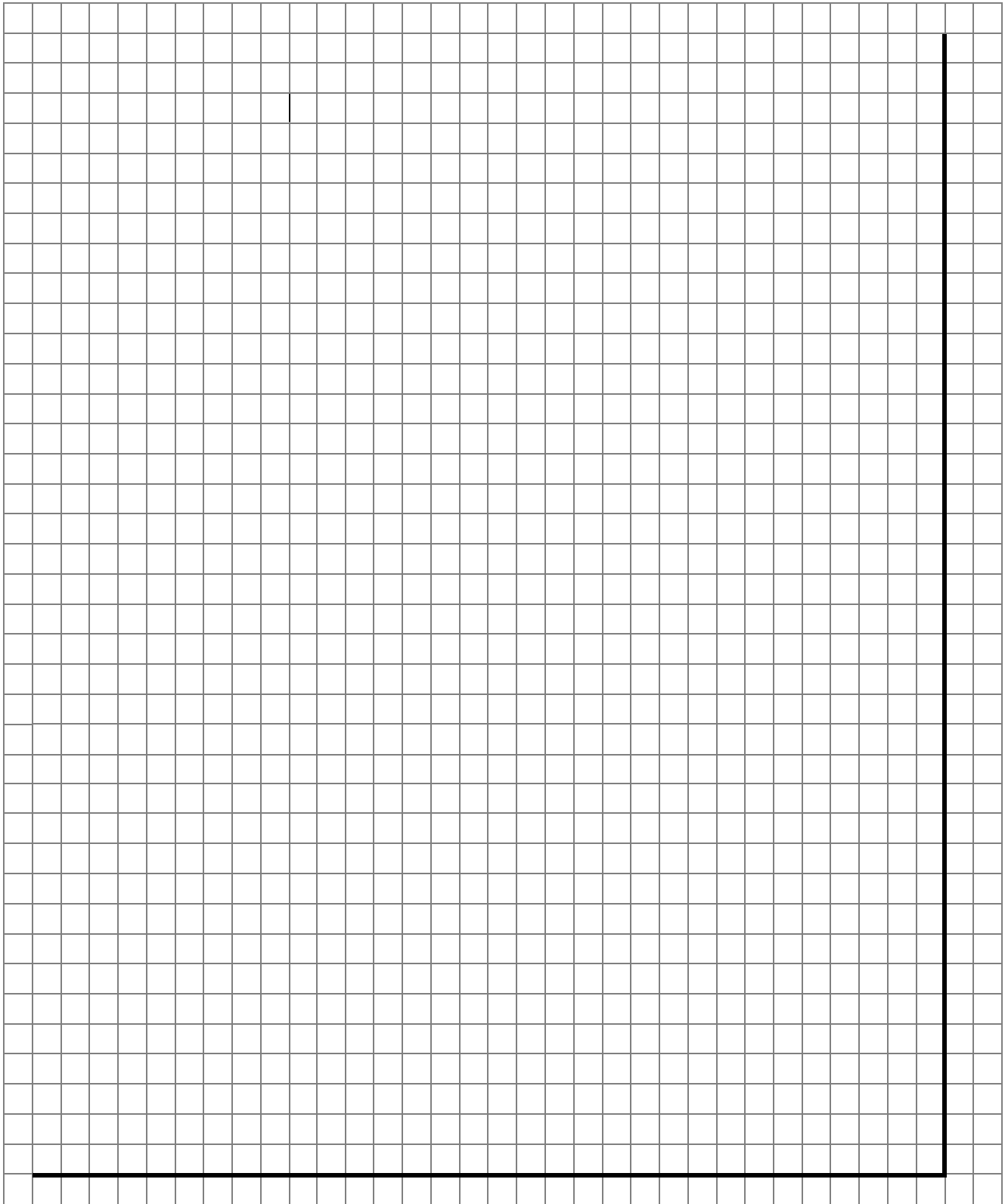
Partielle Auftragsfolge $\sigma$	Späteste Fertigstellungszeitpunkte			Untere Schranken			Bound $S$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	
$X_1$	5	10	16		23	24	
$X_2$	3	5	9	23		19	23
$X_3$	4	11	15	18	22	25	
$X_2, X_1$	13				24		
$X_2, X_3$	7		18		25		25

Optimale Auftragsfolge:

Zykluszeit:

*Hier haben Sie Platz für Ihre Lösungsnotizen:*

**Lösung Aufgabe 2 c)**



**Fortsetzung Lösung Aufgabe 2 c)**

Länge der Störung:

Begründung:

**Lösung Aufgabe 2 d)**

### Aufgabe 3 Fließbandabgleich in der Rollerproduktion 23 Punkte

Sie sind ProduktionsleiterIn in der Skuter GmbH, einem Hersteller elektrisch betriebener Tretroller. Heute sollen Sie eine geeignete Abstimmung für einen Fließbandabschnitt ermitteln, an dem vier Fertigungsschritte (Arbeitselemente) ausgeführt werden: Montage des Lenkers (A1), Montage der Reifen (A2), Justierung des E-Motors (A3) sowie Qualitätskontrolle (A4). Die Arbeitselemente müssen nur einmal ausgeführt werden. A1, A2 und A3 sind in jeder Reihenfolge beliebig kombinierbar. A4 muss unbedingt als letzter Schritt durchgeführt werden, es können aber weitere Arbeitselemente an derselben Arbeitsstation ausgeführt werden. Die Operationsdauern und Lohnsätze der einzelnen Arbeitselemente können Sie Tabelle 5 entnehmen.

Tabelle 5: Übersicht der Arbeitselemente im betrachteten Fließbandabschnitt

Arbeitselement	A1 Sattel	A2 Lenker	A3 Schaltwerk	A4 Kontrolle
Operationsdauer [Minuten]	4	3	4	2
Lohnsatz der Operation [€ / Minute]	2	5	6	4

Sie werden bei der Abstimmung des Fließbandsystems vom Praktikanten Karl Klammer unterstützt. Er ist sich jedoch unsicher, welche Aufgabe sich genau dahinter verbirgt.

- Nennen Sie die beiden Gestaltungsparameter, die für den Fließbandabgleich genutzt werden können. Nennen Sie auch die beiden unterschiedlichen Zielsetzungen, die bei der klassischen Leistungsabstimmung verfolgt werden können. **4 Punkte**
- Stellen Sie zunächst stichpunktartig den Unterschied zwischen Leerkosten aufgrund von Leerzeiten und Leerkosten aufgrund von Anforderungsdifferenzen dar. **4 Punkte**
- Wie kann es gelingen, einen Teil der Leerkosten aufgrund von Leerzeiten zu reduzieren? Woran kann es liegen, dass ein bestimmter Teil der Leerkosten nicht reduzierbar ist? **4 Punkte**

Der Praktikant Karl Klammer hat inzwischen für die vorgegebene Taktzeit von 6 Minuten eine Auswahl zulässiger Abstimmungen der Arbeitselemente in Tabelle 6 dargestellt.



- d) Ermitteln Sie für die vorbereiteten Abstimmungen die Lohnkosten, die Leerkosten aufgrund von Leerzeiten sowie die Leerkosten aufgrund von Anforderungsdifferenzen. Vervollständigen Sie dazu Tabelle 6. Geben Sie die eine Abstimmung an, für die Sie sich entscheiden würden. Begründen Sie Ihre Auswahl anhand Ihrer vorangegangenen Berechnungen. **11 Punkte**

**Lösung Aufgabe 3 a)**

**Lösung Aufgabe 3 b)**

**Lösung Aufgabe 3 c)**

**Lösung Aufgabe 3 d)**

Tabelle 6: Ausgewählte zulässige Abstimmungen

Abstimmung	I			II			III		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Arbeitskombination	A1	A2	A3, A4	A1	A3	A2, A4	A2	A3	A1, A4
Arbeitszeit									
Lohnsatz									
Lohnkosten									
Leerzeit									
Leerkosten aufgrund von Leerzeiten									
Leerkosten aufgrund von Anforderungsdifferenzen									

Gewählte Abstimmung inklusive Begründung:

**Aufgabe 4 Das chemische Unternehmen****16 Punkte**

Die DAU Chemikalien GmbH stellt in einem mehrstufigen Prozess zwei verschiedene chemische Endprodukte her: den Rostschutz „Rust-Ex“ und das Allzweck-Schmiermittel „DW-30“. Zur Herstellung einer Mengeneinheit [ME] Rust-Ex werden 7 ME des Zwischenprodukts Z1 und 5 ME des Rohstoffs R2 benötigt. Für die Herstellung einer ME DW-30 sind 4 ME des Zwischenprodukts Z1, 3 ME des Zwischenprodukts Z2 und 6 ME des Rohstoffs R3 erforderlich. Das Zwischenprodukt Z1 besteht aus 4 ME des Rohstoffs R1 und 4 ME des Rohstoffs R3 sowie 2 ME des Zwischenprodukts Z2. Das Zwischenprodukt Z2 wird aus 4 ZE des Rohstoffs R2 und 3 ZE des Rohstoffs R3 hergestellt. Dieses Jahr plant die DAU GmbH den Absatz von 100 ME Rust-Ex, 200 ME DW-30, 20 ME Z1 und 30 ME Z2.

- a) Grenzen Sie die Begriffe Primärbedarf und Sekundärbedarf gegeneinander ab. Nennen Sie Einsatzmöglichkeiten eines GOZINTO-Graphen und erläutern Sie die Grenzen seiner Einsetzbarkeit. Welches alternative Verfahren zur Bestimmung des Teilebedarfs lässt sich anwenden? **4 Punkte**
- b) Stellen Sie den oben dargestellten Sachverhalt dar, indem Sie den vorgegebenen GOZINTO-Graphen in Abbildung 3 vervollständigen. **5 Punkte**
- c) Berechnen Sie den Gesamtbedarf dieses Jahres für die Erzeugnisse. Stellen Sie die von Ihnen durchgeführten Rechenschritte in der vorgegebenen Tabelle 7 zusammen.  
*Hinweis:* Die Anzahl der verfügbaren Zeilen muss nicht mit der Lösung übereinstimmen.

**7 Punkte**

**Lösung Aufgabe 4 a)**

**Lösung Aufgabe 4 b)**

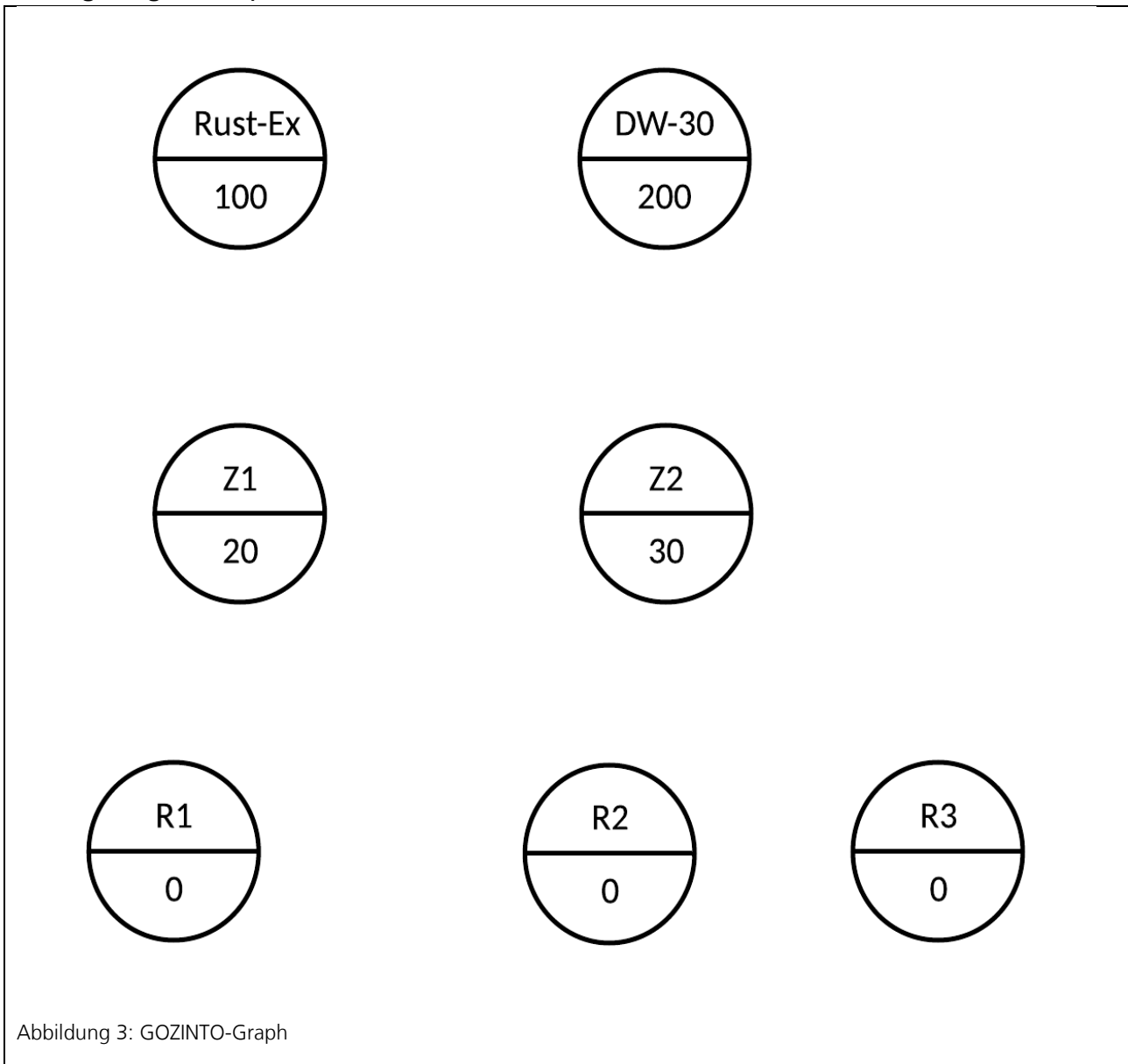


Abbildung 3: GOZINTO-Graph

