

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

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

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

## Klausur

### B-Modul 31541: Produktionsplanung

### Wintersemester 2018/19

Termin: 21. März 2019, 09<sup>00</sup> – 11<sup>00</sup> Uhr

Prüfer: Prof. Dr. Thomas Volling

Aufgabe	1	2	3	4	$\Sigma$
maximale Punktzahl	35	29	12	24	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 26 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?****35 Punkte**

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

a) Teilaufgabe(n) eines PPS-Systems ist/sind laut Studienbrief ...

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	...die Primärbedarfsplanung.
<input type="checkbox"/>	...die Anlagenwirtschaft.
<input type="checkbox"/>	...die Reihenfolgeplanung.
<input type="checkbox"/>	...die Distributionsplanung.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

b) Welche Aussage(n) trifft/treffen laut Studienbrief auf die mehrstufige Fertigung zu? **2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Bei einer mehrstufigen Einproduktfertigung wird das Produkt durch die einmalige Kombination von Produktionsfaktoren hergestellt.
<input type="checkbox"/>	Wenn unterschiedliche Produktionsfaktoren zur Herstellung gleicher Produkte eingesetzt werden, liegt eine verbundene Fertigung vor.
<input type="checkbox"/>	Bei einer mehrstufigen Einproduktfertigung wird das Produkt durch die mehrmalige Kombination von Produktionsfaktoren nach einer gewissen Anzahl von Zwischenschritten hergestellt.
<input type="checkbox"/>	Die einstufige Mehrproduktfertigung unterscheidet sich von der einstufigen Einproduktfertigung nur in der Anzahl der für die Herstellung der Produkte benötigten Zwischenschritte.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- c) Welche Aussage(n) trifft/treffen laut Studienbrief auf die Bedarfsermittlung anhand linearer Gleichungssysteme zu?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Die Direktbedarfsmatrix besteht aus Input-Output-Relationen eines zugehörigen GOZINTO-Graphen, welche die Direktbedarfe eines Erzeugnisses pro Einheit der unmittelbar nachfolgenden Produkte anzeigen.
<input type="checkbox"/>	Die Technologiematrix $T$ erhält man durch Multiplikation der Direktbedarfsmatrix $A$ mit der Einheitsmatrix $I$ .
<input type="checkbox"/>	Die Spalten der Technologiematrix definieren den Produktionsprozess für die betreffenden Güter, normiert auf eine Einheit bezüglich der unmittelbaren Vorprodukte, wobei Outputkoeffizienten mit negativen und Inputkoeffizienten mit positiven Vorzeichen versehen sind.
<input type="checkbox"/>	Die Koeffizienten der Gesamtbedarfsmatrix geben die Input-Output-Relationen auch zwischen Erzeugnissen an, die nur mittelbar über andere Zwischen- und Vorprodukte in Beziehung stehen.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- d) Was ist/sind laut Studienbrief Teilaufgabe(n) der Produktionsprozessplanung bei Werkstattfertigung?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Fertigungsauftragsgrößenplanung
<input type="checkbox"/>	Leistungsabstimmung
<input type="checkbox"/>	Pufferbestimmung
<input type="checkbox"/>	Reihenfolgeplanung
<input type="checkbox"/>	Terminplanung

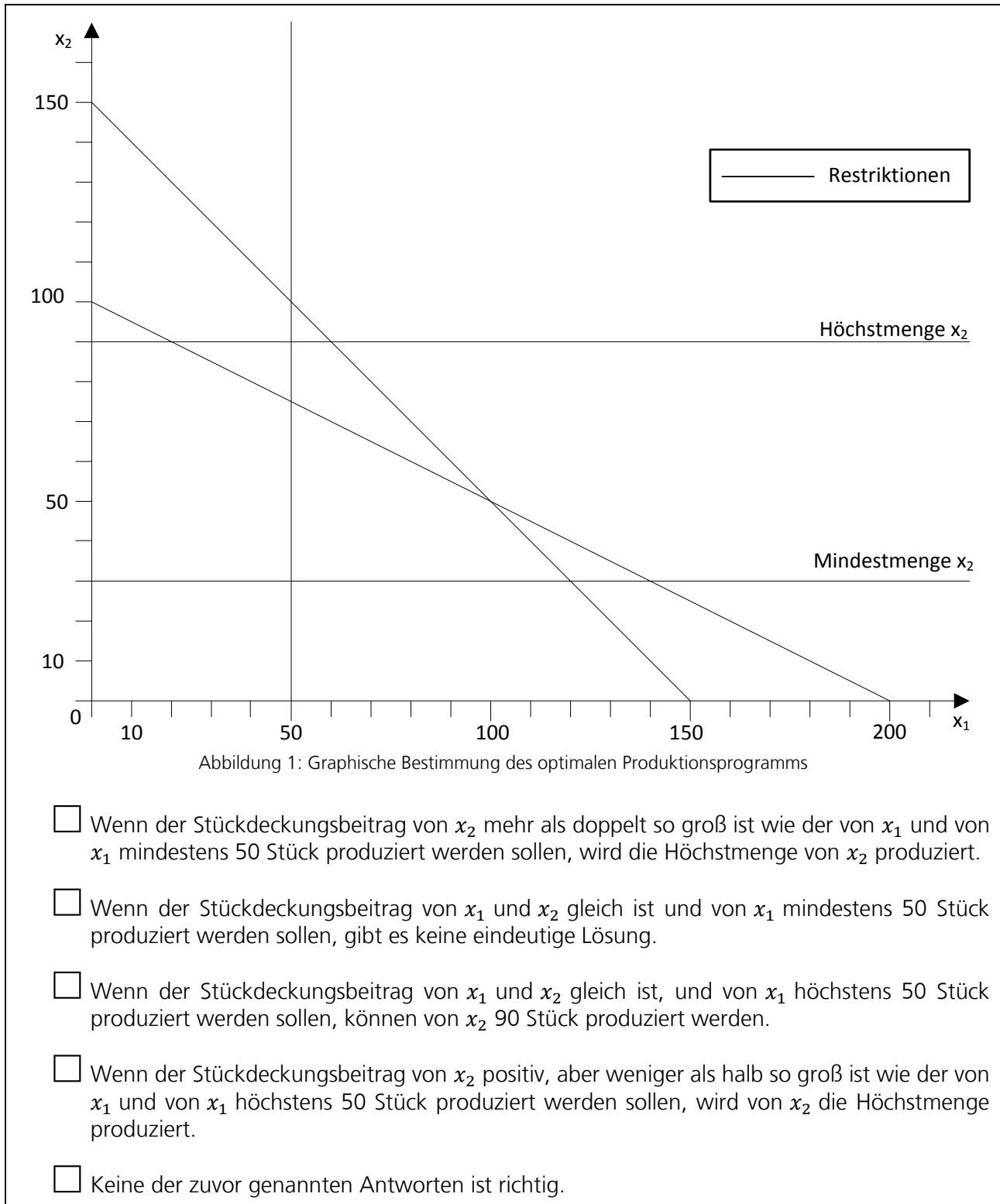
- e) Welche Aussage(n) trifft/treffen zu, wenn Sie auf Basis der Informationen aus Tabelle 1 mit Hilfe des JOHNSON-Algorithmus die optimale Auftragsfolge bestimmen?

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

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

- Die Zykluszeit beträgt 23 Zeiteinheiten.
- Die Durchlaufzeit  $D_E$  des Auftrags  $E$  beträgt 8 Zeiteinheiten.
- Die optimale Bearbeitungsreihenfolge nach JOHNSON lautet: A-B-E-C-D.
- Die Summe aller Leerzeiten  $L_2$  der Maschine  $M2$  beträgt 5 Zeiteinheiten.
- Die optimale Bearbeitungsreihenfolge nach JOHNSON lautet: A-E-B-C-D.

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

**5 Punkte**

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

**5 Punkte**

Maschine

Abbildung 2: GANTT-Diagramm

- Die Wartezeit  $W_2$  beträgt 4 Zeiteinheiten.
- Die Leerzeit  $l_{33}$  ist doppelt so lang wie die Wartezeit  $w_{22}$ .
- Die Leerzeit  $L_3$  beträgt 3 Zeiteinheiten.
- Die Gesamtwartezeit  $W$  beträgt 12 Zeiteinheiten.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.



h) Welche Aussage(n) trifft/treffen auf das in Abbildung 3 dargestellte Operationsfeld des graphischen Verfahrens von AKERS zu, wenn ein Kästchen einer Zeiteinheit entspricht?

**5 Punkte**

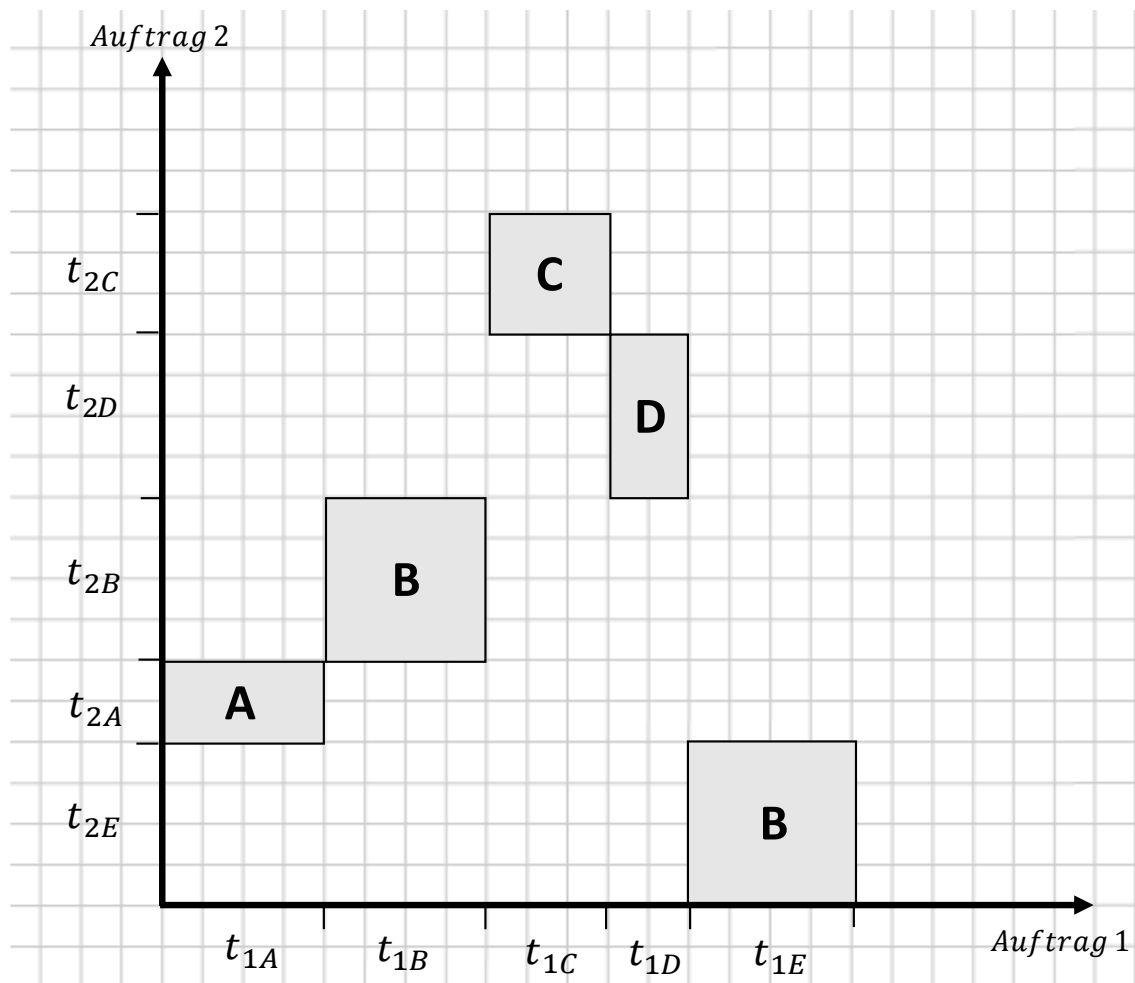


Abbildung 3: Operationsfeld des graphischen Verfahrens von AKERS

- Die Bearbeitungszeit des 1. Auftrages auf Maschine A beträgt 4 Zeiteinheiten.
- Die reine Bearbeitungszeit des 1. Auftrages beträgt insgesamt 17 Zeiteinheiten.
- Unter der Prämisse, dass bei freier Maschine sofort mit der Bearbeitung des anstehenden Auftrages begonnen wird, wird die optimale Zykluszeit bei gleichzeitigem Bearbeitungsbeginn beider Aufträge durch Konfliktfeld C beeinflusst.
- Die minimale Zykluszeit beträgt 21 Zeiteinheiten.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- i) In Tabelle 2 werden die Gesamtkostenfunktion  $K$  und die Stückkostenfunktion  $k$  für zwei Produktionsverfahren sowie für die Möglichkeit des Fremdbezugs aufgeführt. Bei Fremdbezug sind fünf 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	$2 + 4x$	$A$
Produktionsverfahren 2	$B$	$\frac{4}{x} + 3$
Fremdbezug	$C$	5

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

**Aufgabe 2 Rheinformolgeplanung****29 Punkte**

Die AutoRhein GmbH ist ein Kölner Unternehmen, welches sich auf eine vollumfängliche Reinigung und Aufbereitung älterer Fahrzeuge spezialisiert hat. Bei einer typischen Aufbereitung durchläuft ein Fahrzeug drei Prozessschritte in gleichbleibender Reihenfolge. Zunächst durchläuft jedes Fahrzeug eine Waschanlage, um den Lack vom Schmutz zu befreien ( $A_1$ ). Im zweiten Schritt erfolgt eine sorgfältige Lackaufbereitung ( $A_2$ ). Schließlich wird der Innenraum gereinigt sowie die Polster und das Armaturenbrett aufbereitet ( $A_3$ ).

- 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 vom Fahrzeugzustand ergeben sich für jeden Kundenauftrag 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		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$A_1$	4	8	2
$A_2$	6	7	9
$A_3$	8	6	2


- 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 14 vorbereitete Tabelle 4. **11 Punkte**

- c) Zeichnen Sie die optimale Auftragsfolge aus Aufgabenteil b) in Form eines Auftragsfolge-GANTT-Diagramms in die auf Seite 15 vorbereitete Abbildung. Bei der Ausführung des Plans kommt es zum Zeitpunkt  $t = 6$  zu einer Störung in der Waschanlage ( $A_2$ ). 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 AutoRhein 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)**

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write the solution to the task.

**Lösung Aufgabe 2 b)**

Tabelle 4: Lösung des Reihenfolgeproblems

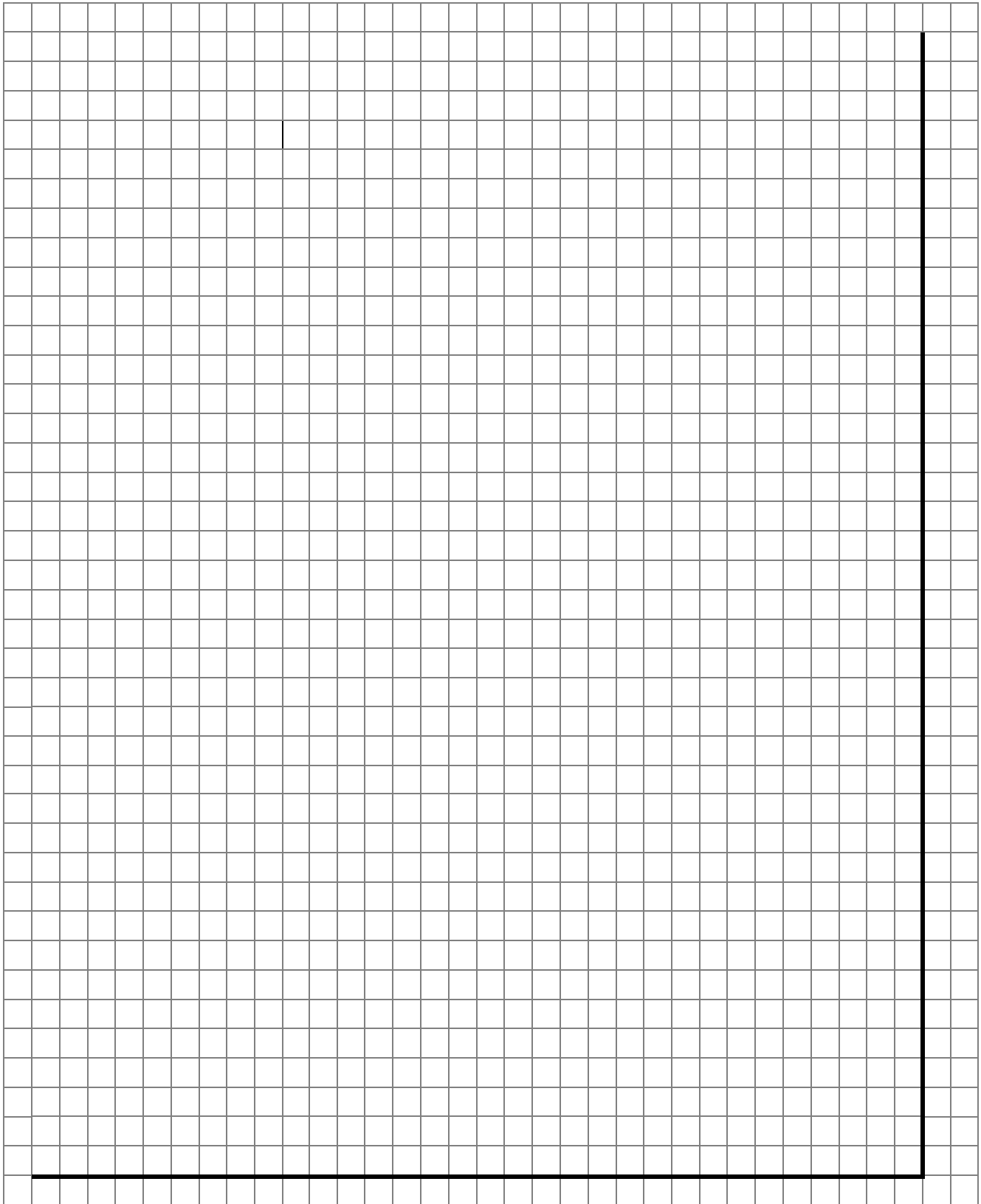
Partielle Auftragsfolge $\sigma$	Späteste Fertigstellungszeitpunkte			Untere Schranken			Bound $S$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	
$X_1$	4	10	18	25	28		28
$X_2$	8	15		25		31	32
$X_3$	2	11	13	27			30
$X_1, X_2$	12		25	25		27	30
$X_1, X_3$	6		21		32	27	

Hier haben Sie Platz für Ihre Lösungsnotizen:

Optimale Auftragsfolge:

Zykluszeit:

**Lösung Aufgabe 2 c)**



**Fortsetzung Lösung Aufgabe 2 c)**

Länge der Störung:

Begründung:

**Lösung Aufgabe 2 d)**



**Aufgabe 3 Die Nudel schmeckt****12 Punkte**

Die Bartoni S.r.l. stellt neben italienischen Lebensmittelspezialitäten überwiegend Nudeln nach neapolitanischem Originalrezept her. Die Nudelproduktion kann grob in zwei Bereiche eingeteilt werden. In der Nudelmaschine werden die Zutaten in einem großen Kessel verrührt und danach mit einem speziellen Extruder in die gewünschte Form gebracht und getrocknet (Fertigungsstufe 1). Anschließend werden die getrockneten Nudeln in der Verpackungsanlage in Hartpapierschachteln verpackt (Fertigungsstufe 2). Jede Schachtel beinhaltet 500 g Nudeln. Die Rüstkosten betragen 48 € je Rüstvorgang für die Nudelmaschine und 72 € je Rüstvorgang für die Verpackungsanlage. Weitere Informationen zur Nudelherstellung können Sie Tabelle 5 entnehmen.

Tabelle 5: Produktionsdaten der Bartoni S.r.l.

Nudelmaschine		Verpackungsanlage		Kostensätze Lagerung	
Durchsatz [kg/Tag]	Produktions-kostensatz [€/kg]	Durchsatz [Schachteln/Tag]	Produktions-kostensatz [€/Schachtel]	Lagerung Nudeln [€/(kg·Tag)]	Lagerung Schachteln [€/(Schachtel· Tag)]
320	0,65	800	0,25	0,4	0,3

Der Produktionsleiter der Bartoni S.r.l. GmbH ist gerade mit der Planung der Produktion für die nächsten zwei Wochen beschäftigt. Am Ende jedes Werktags sollen 640 Schachteln versandt werden. Die Fertigung erfolgt in zwei Schichten à 8 Stunden an 5 Tagen pro Woche.

- An welcher Stelle im Prozess müssen die Nudeln unter den beschriebenen Randbedingungen gelagert werden? Um welchen Lagertyp handelt es sich dabei? Begründen Sie kurz. **2 Punkte**
- Bestimmen Sie die optimale Losgröße der Nudelproduktion. **2 Punkte**
- Berechnen Sie den Wert, den der Lagerbestand der Nudeln maximal annimmt. Bestimmen Sie, wie viele Stunden die Verpackungsanlage am Stück betrieben wird. **4 Punkte**  
*Hinweis: Sofern Sie in Aufgabenteil b) kein Ergebnis ermitteln konnten, gehen Sie von einer optimalen Losgröße von 1.000 Schachteln aus.*

- d) Ohne Abstimmung mit der Produktionsleitung hat die Vertriebsabteilung einer Supermarktkette zugesagt, in den kommenden vier Wochen täglich 60 Schachteln mit Nudeln zu liefern. Dazu kann kurzfristig eine Nudelmachine mit größerem Kessel genutzt werden, die täglich 180 kg Nudeln mehr produzieren kann. Ist der Planungsansatz, den Sie bisher genutzt haben, weiterhin anwendbar? Begründen Sie kurz unter Bezugnahme auf die neue Datensituation. Nennen Sie gegebenenfalls einen Planungsansatz, der alternativ genutzt werden könnte. **4 Punkte**

*Hinweis: In Aufgabenteil d) ist keine Neuberechnung der Ergebnisse gefordert.*

**Lösung Aufgabe 3 a)**

**Lösung Aufgabe 3 b)**

**Lösung Aufgabe 3 c)**

Maximaler Lagerbestand

Produktionszeit

**Lösung Aufgabe 3 d)**

**Aufgabe 4 Lieber gar nicht sägen als falsch sägen?****24 Punkte**


Die Schreinerei Laminati verarbeitet Baumstämme verschiedener Holzarten zu hochwertigem Parkett. Über die Vertriebsabteilung sind zwei Auftragsanfragen eingegangen, für die anstelle der üblichen und ausreichend im Lager bevorrateten heimischen Hölzer exotische Holzarten verwendet werden sollen. Die Geschäftsleitung will die Aufträge auf jeden Fall zu den zugesagten Konditionen erfüllen und bittet Sie darum, eine möglichst kostengünstige Abwicklung zu gewährleisten. Zur Erarbeitung eines Vorschlages stehen Ihnen folgende Informationen zur Verfügung: Kunde 1 hat 420 m<sup>2</sup> Teakholz-Parkett bestellt, während an Kunde 2 sogar 500 m<sup>2</sup> Parkettboden aus Palisanderholz geliefert werden sollen. Beide Produkte könnten von einem Wettbewerber in den von den Kunden geforderten Spezifikationen und Abmessungen bezogen werden; hierfür würden Kosten von  $q_1 = 140$  und  $q_2 = 160$  [in Euro/m<sup>2</sup>] entstehen. Grundsätzlich ist die angefragte Bearbeitung auch auf den Maschinen von Laminati möglich. Die Kapazität ist jedoch bereits stark ausgelastet, so dass nur ein begrenztes Zeitfenster für die Bearbeitung der Zusatzaufträge zur Verfügung steht. Die Bearbeitungszeiten der Aufträge [in Minuten/Stamm bzw. Minuten/m<sup>2</sup>] und die zur Verfügung stehenden Kapazitäten der Maschinen [in Stunden] sind in der folgenden Tabelle 6 zusammengetragen, ebenso die Fertigungskosten [in Euro/Stamm bzw. Euro/m<sup>2</sup>] auf den beiden Maschinen sowie die Beschaffungskosten [in Euro/Stamm] für die beiden Holzarten. Zudem ist zu beachten, dass bei Eigenfertigung immer ganze Baumstämme verarbeitet werden müssen. Das bedeutet, dass nur Produktionsstückzahlen zulässig sind, die aus ganzen Baumstämmen ohne Rest gefertigt werden können. Für Kunde 1 können aus einem Teakstamm 60 m<sup>2</sup> an Parkettbrettern gesägt werden, für Kunde 2 beträgt die Ausbeute 100 m<sup>2</sup> an Parkettbrettern je Palisanderstamm.

Tabelle 6: Planungsdaten der Schreinerei Laminati

Produkt	Material [pro Stamm]	Schälen und Zersägen [pro Stamm]		Zerschneiden u. Säumen [pro m <sup>2</sup> ]	
	Kosten	Kosten	Bearbeitungszeit [min]	Kosten	Bearbeitungszeit [min]
1: Teak	3.000	300	25	40	2
2: Palisander	5.000	200	18	20	7
<b>Kapazität [Std]</b>	--	8		12	

- a) Stellen Sie die Zielfunktion des Kostenminimierungsmodells für den gegebenen Fall auf. Bestimmen Sie hierzu zunächst für beide Aufträge die variablen Kosten pro m<sup>2</sup> bei Eigenfertigung. **6 Punkte**
- b) Stellen Sie die Restriktionen des Kostenminimierungsmodells für den gegebenen Fall auf und erläutern Sie diese jeweils kurz. **8 Punkte**
- c) Der Produktionsleiter macht Sie darauf aufmerksam, dass die Anlagen zwar grundsätzlich für die Bearbeitung der angefragten Holzarten geeignet sind, hierfür jedoch spezielle Sägeblätter notwendig wären. Daher müsste jeweils ein spezielles Sägeblatt vor Beginn einer Eigenfertigung des jeweiligen Auftrages angeschafft werden. An welcher Stelle müssen diese Kosten in einem Kostenminimierungsmodell berücksichtigt werden? Erläutern Sie (verbal oder formal), auf welche Weise Sie die Kosten integrieren würden. **6 Punkte**
- d) Einmalige Kosten (wie die Anschaffung der Sägeblätter) können nicht nur im Fall der Eigenfertigung, sondern auch bei Fremdbezug entstehen. Nennen Sie zwei praktische Beispiele für einmalige Kosten, die auf Seiten der Schreinerei Laminati als Abnehmer entstehen könnten, wenn es die bestellten Parkettbretter von einem anderen Unternehmen zukaufte. **4 Punkte**

**Lösung Aufgabe 4 a)**

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their solution to the task.

**Lösung Aufgabe 4 b)**

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their solution to the task.



**Lösung Aufgabe 4 c)**

**Lösung Aufgabe 4 d)**

