

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

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

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

## Klausur

### B-Modul 31541: Produktionsplanung

### Sommersemester 2016

Termin: 22. September 2016, 9<sup>00</sup> – 11<sup>00</sup> Uhr

Prüfer: Prof. Dr. Thomas Volling

Aufgabe	1	2	3	4	$\Sigma$
maximale Punktzahl	15	32	24	29	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 das Deckblatt und den Kopf 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 (1 aus n):** Von n gegebenen Antwortmöglichkeiten ist genau eine zutreffend. Die Aufgabe wird mit der angegebenen Punktzahl bewertet, wenn genau (und ausschließlich) die zutreffende Antwortmöglichkeit gekennzeichnet wurde.
- **Multiple-Choice-Aufgaben (x aus n):** In jeder Teilaufgabe können Sie die in der Klausur angegebene Punktzahl erreichen. Sie erhalten nur Punkte, wenn Sie die Mehrzahl der gegebenen Antworten richtig gekennzeichnet haben. Sie erhalten 0 Punkte, wenn Sie weniger als die Hälfte der Antwortmöglichkeiten zutreffend markiert haben oder keine vorgegebene Antwortmöglichkeit gewählt haben. 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	20%
4	4	100%
	3	50%
3	3	100%
	2	33,3%

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

Viel Erfolg!

**Aufgabe 1 Wer wird Produktionsplaner?****15 Punkte****a) Der Produktionstyp Einzelfertigung eignet sich laut Studienbrief für die Fertigung... 2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	...eines Formel-1-Rennwagen.
<input type="checkbox"/>	...eines Autos der Mittelklasse.
<input type="checkbox"/>	...einer Waschmaschine.
<input type="checkbox"/>	...von Nähgarn.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

**b) Welche der folgenden Aussagen treffen laut Studienbrief auf die Werkstattfertigung zu?****2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Bei der Werkstattfertigung sind die Fertigungsbereiche nach dem Objektprinzip geordnet.
<input type="checkbox"/>	Die Werkstattfertigung ist vorzugsweise bei Großserienfertigung anzutreffen.
<input type="checkbox"/>	Bei der Werkstattfertigung sind die Fertigungsbereiche nach dem Verrichtungsprinzip geordnet.
<input type="checkbox"/>	Unterschiedliche Bearbeitungszeiten von Fertigungsteilen lassen bei der Werkstattfertigung Abstimmungsprobleme entstehen und machen den Aufbau von Zwischenlagern erforderlich.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

c) Was sind laut Studienbrief Einflussfaktoren für die Wahl einer bestimmten Organisationsstruktur?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Teilbarkeit der Fertigungsaufgabe
<input type="checkbox"/>	Dauerhaftigkeit der Nachfrage
<input type="checkbox"/>	Standardisierungsmöglichkeiten
<input type="checkbox"/>	Transportfähigkeit der Werkstücke
<input type="checkbox"/>	Spezialisierungsgrad des Unternehmens

d) Welche Extremfälle können laut Studienbrief bei der Planung des optimalen Einsatzes der Mehrarbeitszeit unterschieden werden?

**2,5 Punkte**

<input type="checkbox"/>	Spezialistenfall, bei dem jede Arbeitskraft einer bestimmten Fertigungsstelle zugeordnet ist.
<input type="checkbox"/>	Anarchistenfall, bei dem die Arbeitskraft den Arbeitseinsatz verweigert.
<input type="checkbox"/>	Universalistenfall, bei dem Flexibilität des Arbeitseinsatzes in dem Sinne vorliegt, dass die Arbeitskräfte an allen Fertigungsstellen untereinander austauschbar sind.
<input type="checkbox"/>	Optimistenfall, bei dem für die Planung der Mehrarbeitszeit vom bestmöglichen Ergebnis ausgegangen wird.
<input type="checkbox"/>	Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

- e) Welche der Aussagen trifft auf die in Abbildung 1 dargestellte grafische Lösung eines Produktionsprogramms zu? **5 Punkte**

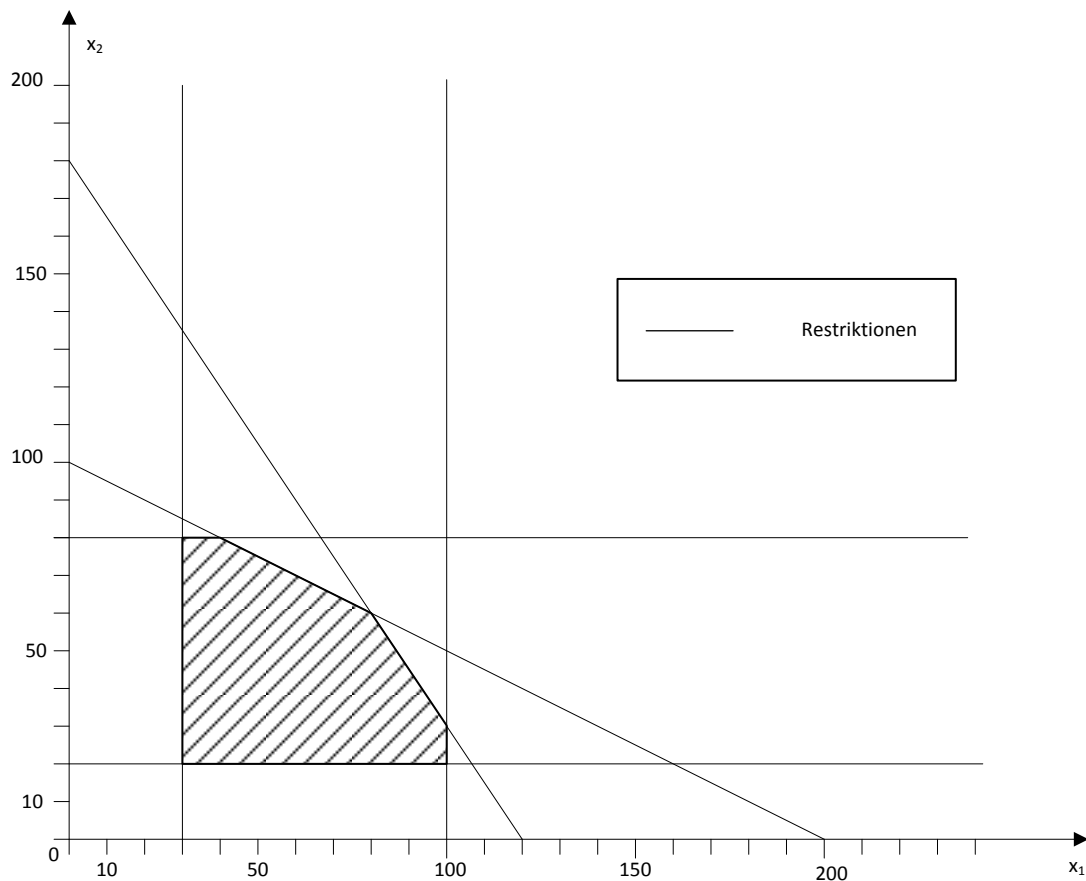


Abbildung 1: Grafische Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms

- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$  und  $x_2$  gleich ist, werden 80 Stück von  $x_1$  und 60 Stück von  $x_2$  produziert.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$  und  $x_2$  gleich ist, werden 60 Stück von  $x_1$  und 80 Stück von  $x_2$  produziert.
- Von  $x_2$  müssen mindestens 30 Stück produziert werden.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_2$  mehr als doppelt so groß ist wie der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$ , werden 100 Stück von  $x_1$  produziert.
- Wenn der Stückdeckungsbeitrag von  $x_2$  mehr als doppelt so groß ist wie der Stückdeckungsbeitrag von  $x_1$ , werden 40 Stück von  $x_1$  produziert.
- Keine der zuvor genannten Antworten ist richtig.

**Aufgabe 2 Längs und Quer****32 Punkte**

Sie sind Produktionsleiter eines Stahl-Service-Centers, das sich auf die Weiterverarbeitung von Bandstahl nach Kundenauftrag spezialisiert hat. Für die Weiterverarbeitung von Rohstahl sind drei Prozessschritte in gleichbleibender Reihenfolge notwendig: nachdem der Bandstahl von sogenannten Coils abgerollt wurde, wird er zunächst auf der ersten Maschine  $A_1$  längsgeteilt. Im zweiten Schritt erfolgt die Querteilung in kleinere Stahlbleche auf Maschine  $A_2$ . Schließlich werden die Bleche im dritten Prozessschritt auf Maschine  $A_3$  in kleinere Einheiten verpackt.

- a) Beschreiben Sie stichpunktartig das Dilemma der Ablaufplanung. Ein gängiges Ziel der Maschinenbelegungsplanung ist die Minimierung der Zykluszeit. Nennen Sie zwei weitere mögliche Ziele dieser Planungsaufgabe. **4 Punkte**

Aufgrund unterschiedlicher Auftragsgrößen ergeben sich für jeden Auftrag an jeder Maschine unterschiedliche Bearbeitungszeiten. Aktuell liegen drei Aufträge  $X_j$  (mit  $j = 1, \dots, 3$ ) vor, deren Reihenfolge so festgelegt werden soll, dass die Zykluszeit minimiert wird. Die Bearbeitungszeiten  $p_{jm}$  (in Zeiteinheiten ZE) der hier betrachteten Aufträge können der unten stehenden Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Bearbeitungszeiten der Aufträge

Maschine	Auftrag		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$A_1$	7	6	2
$A_2$	5	3	6
$A_3$	5	2	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 10 vorbereitete Tabelle 2. **16 Punkte**

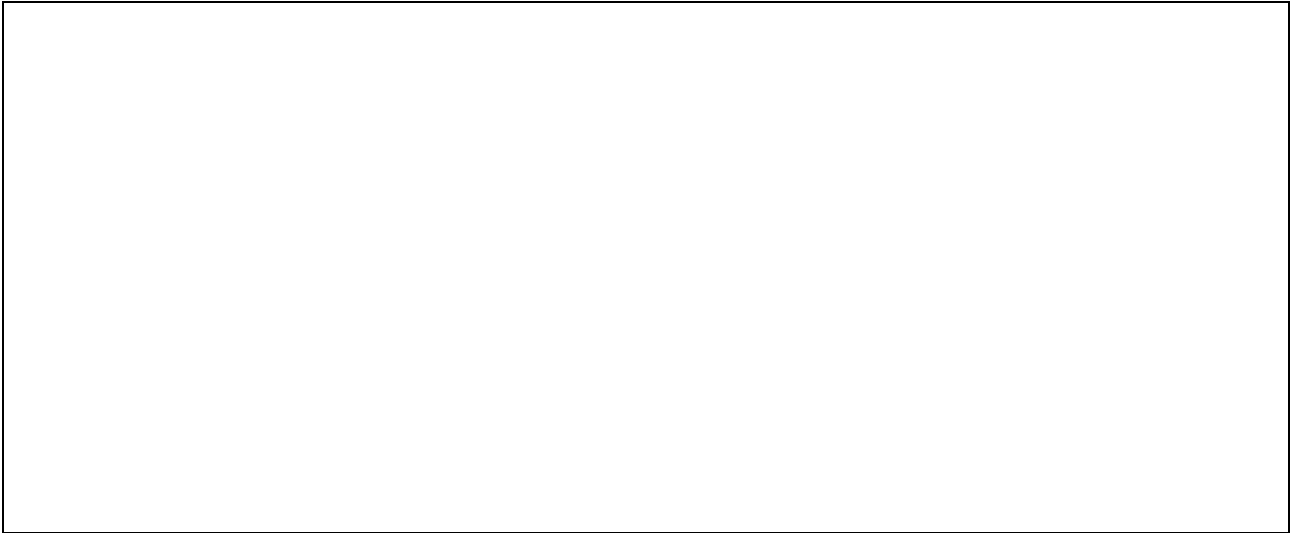
- c) Zeichnen Sie die optimale Auftragsfolge in Form eines Auftragsfolge-GANTT-Diagramms in die auf Seite 12 vorbereitete Abbildung. Bei der Ausführung des Plans kommt es zum Zeitpunkt  $t = 6$  zu einer Störung beim Querteilen ( $A_2$ ). Wie lange darf die Behebung der Störung maximal dauern, bis sich Auswirkungen auf den Zielfunktionswert ergeben? Erläutern Sie Ihre Antwort stichpunktartig.

*Hinweis:* Wenn Sie Aufgabenteil b) nicht lösen konnten, gehen Sie von der Auftragsfolge  $X_1, X_2, X_3$  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 das Unternehmen und entwickeln Sie jeweils eine 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 their solution to the task.

**Lösung Aufgabe 2 b)**

Tabelle 2: Lösung des Reihenfolgeproblems

Partielle Auftragsfolge $\sigma$	Späteste Fertigstellungszeitpunkte			Untere Schranken			Bound
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$S$
$X_1$	7	12	17	23			
$X_2$	6	9	11	25		20	25
$X_3$	2	8		18			
$X_3, X_1$			19			21	21
$X_3, X_2$	8	11		25	21		

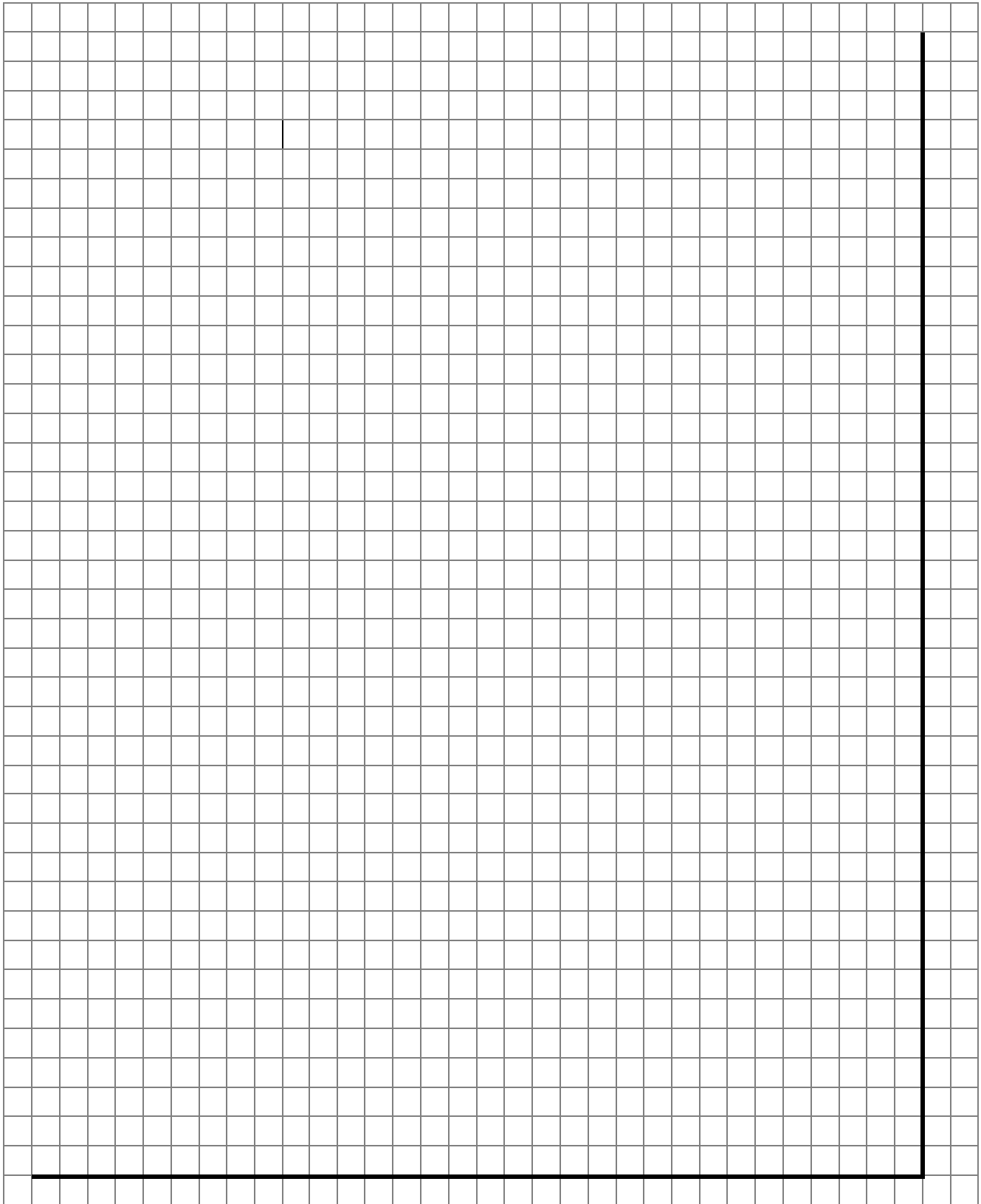
Optimale Auftragsfolge:

Zykluszeit:

Hier haben Sie Platz für Ihre Lösungsnotizen:

*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    Schneiden oder schneiden lassen?****24 Punkte**

Über die Vertriebsabteilung des Stahl-Service-Centers sind zwei Auftragsanfragen mit großen Stückzahlen eingegangen, für die anstelle der üblichen (und in ausreichenden Mengen im Lager bevorrateten) Stahlgütern spezielle hochlegierte Edelstähle verwendet werden sollen. Der Vertriebsleiter Thomas Kobold wollte sich die Provision für den Auftrag nicht entgehen lassen und hat bereits zugesagt. Um die wichtigen Kunden nicht nachträglich zu verprellen, will die Geschäftsleitung die Aufträge auf jeden Fall zu den zugesagten Konditionen erfüllen. Daher bittet sie Sie jetzt darum, für eine möglichst kostengünstige Abwicklung zu sorgen. Folgende Informationen stehen Ihnen für die Erarbeitung eines Vorschlages zur Verfügung:

Kunde 1 hat 500 Bleche aus X25AlMoPb10-3, einem Edelstahl mit Aluminium-, Molybdän- und Blei-Anteilen, bestellt; an Kunde 2 sind 100 Bleche aus X12CrNi18-8 auszuliefern, einem hochlegierten Stahl, der Chrom- und Nickel-Anteile enthält.

Beide Produkte könnten von einem Wettbewerber in den von den Kunden geforderten Spezifikationen und Abmessungen bezogen werden; hierfür würden Kosten von  $q_1 = 150$  und  $q_2 = 500$  [in Euro/Blech] entstehen. Grundsätzlich ist die angefragte Bearbeitung auch auf den bereits vorhandenen Maschinen des Stahl-Service-Centers 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/Coil bzw. Minuten/Blech] und die zur Verfügung stehenden Kapazitäten der Maschinen [in Stunden] sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengetragen, ebenso die Fertigungskosten [in Euro/Coil bzw. Euro/Blech] auf den beiden Maschinen sowie die Beschaffungskosten [in Euro/Coil] für die beiden Stahlsorten.


Zudem ist zu beachten, dass bei Eigenfertigung immer ganze Coils verarbeitet werden müssen. Das bedeutet, dass nur Produktionsstückzahlen zulässig sind, die aus ganzen Coils ohne Rest gefertigt werden können. Für Kunde 1 können aus einem Coil 50 Auftragsbleche zugeschnitten werden, für Kunde 2 beträgt die Ausbeute 20 Bleche je Coil.

Tabelle 3: Planungsdaten des Stahl-Service-Centers

Produkt	Material [pro Coil]	Längsteilung [pro Coil]		Querteilung [pro Blech]	
	Kosten	Kosten	Bearbeitungszeit [min]	Kosten	Bearbeitungszeit [min]
1: X25AlMoPb10-3	5.000	500	32	10	1
2: X12CrNi18-8	10.000	200	20	20	4
<b>Kapazität [Std]</b>	--	7		15	

- a) Stellen Sie die Zielfunktion des Kostenminimierungsmodells für den gegebenen Fall auf. Bestimmen Sie hierzu zunächst für beide Aufträge die variablen Kosten pro Stahlblech 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 Materialgütern geeignet sind, hierfür jedoch spezielle Messer notwendig wären. Daher müsste jeweils ein eigener Messersatz 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 Messer) können nicht nur im Fall der Eigenfertigung, sondern auch bei Fremdbezug entstehen. Nennen Sie zwei praktische Beispiele für einmalige Kosten, die auf Seiten des Stahlservice-Centers als Abnehmer entstehen könnten, wenn es die bestellten Stahlbleche von einem anderen Unternehmen zukaufft. **4 Punkte**

**Lösung Aufgabe 3 a)**

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



**Lösung Aufgabe 3 b)**

**Lösung Aufgabe 3 c)**

**Lösung Aufgabe 3 d)**

**Aufgabe 4 Rühren oder rühren lassen?****29 Punkte**

Die regionale Molkereigenossenschaft Meier eG stellt eine Vielzahl unterschiedlicher Milchprodukte her. Besonders beliebt sind der „Quark mit der Kante“ (Produkt 1) und das erst kürzlich am Markt platzierte quark-ähnliche grönländische Traditionsprodukt „Rådl“ (Produkt 2). Die beiden Produkte werden jeweils auf eigenen Fertigungsanlagen gefertigt, die aber aus funktionsgleichen Maschinen bestehen. Zudem setzen sich die Produkte aus den gleichen Grundzutaten zusammen: Quarkrohmasse und Fruchtzubereitung. Sie unterscheiden sich jedoch durch den letzten Verarbeitungsschritt und die Verpackung. Die Besonderheit des „Quark mit der Kante“ besteht darin, dass Quark und Frucht getrennt voneinander in unterschiedliche Segmente des Bechers eingefüllt werden; dafür ist eine festere Konsistenz der Fruchtzubereitung notwendig, so dass diese im letzten Fertigungsschritt mit einem Verdickungsmittel versetzt werden muss. Beim „Rådl“ werden Quarkmasse und Fruchtzubereitung auf der letzten Produktionsstufe miteinander verrührt, diese Mischung wird anschließend in einen großen Becher abgefüllt.

Das Mischen von Fruchtzubereitung und Quark zu einer homogenen Masse nimmt mehr Zeit in Anspruch als das Versetzen der Fruchtmasse mit dem Verdickungsmittel. Außerdem erfordert das getrennte Einfüllen der beiden Komponenten für den „Quark mit der Kante“ eine längere Standdauer des Bechers auf der Verpackungsanlage. Der nachfolgenden Tabelle 4 können Sie entnehmen, wie die Durchsatzmengen [in Paletten/Tag] der Produkte auf den beiden Maschine und die zugehörigen Produktionskostensätze [in Euro/Palette] hiervon beeinflusst werden. Zudem sind in der Tabelle die Lagerkosten [in Euro/(Palette·Tag)] der jeweiligen Zwischenprodukte nach dem Produktionsschritt des Mischens und der Fertigwaren nach dem Verpacken angegeben. Die Rüstkosten sind für alle Produkte identisch und betragen 180 Euro je Rüstvorgang für die Mischmaschine und 280 Euro je Einrichtung der Verpackungsanlage.

Tabelle 4: Produktionsdaten der Meier eG

Produkt	Mischmaschine		Verpackungsanlage		Kostensätze Lagerung	
	Durchsatz	Produktions-kostensatz	Durchsatz	Produktions-kostensatz	Zwischen-produkte	Fertigware
1: Quark mit der Kante	100	215	70	80	52,50	30
2: Rådl	45	400	90	150	20	36

Der Produktionsleiter der Meier eG ist gerade mit der Planung der Fertigung der nächsten vier Wochen beschäftigt. Vom „Quark mit der Kante“ sollen täglich 70 Paletten direkt aus der Produktionslinie an den Vertragsgroßhändler abgegeben werden; vom „Rådl“ sind 45 Paletten pro Tag an verschiedene lokale Supermärkte auszuliefern. Die Fertigung erfolgt in zwei Schichten à 7,5 Stunden an sieben Tagen pro Woche.

- a) An welcher Stelle im Prozess muss der „Quark mit der Kante“ unter den beschriebenen Randbedingungen gelagert werden? Um welchen Lagertypus handelt es sich dabei? Begründen Sie kurz. **2 Punkte**
- b) Bestimmen Sie für den „Quark mit der Kante“ die optimale Losgröße. **4 Punkte**
- c) Berechnen Sie den Wert, den der Lagerbestand des „Quark mit der Kante“ maximal annimmt. Bestimmen Sie, wie viele Stunden die Mischmaschine am Stück betrieben wird. **5 Punkte**  
**Hinweis:** Sofern Sie in Aufgabenteil b) kein Ergebnis ermitteln konnten, gehen Sie von einer optimalen Losgröße von 40 Paletten aus.
- d) An welcher Stelle muss das Produkt „Rådl“ unter den beschriebenen Randbedingungen gelagert werden? Um welchen Lagertypus handelt es sich dabei? Begründen Sie kurz. **4 Punkte**
- e) Bestimmen Sie für „Rådl“ die optimale Losgröße, die resultierende Auflagehäufigkeit der beiden Maschinen und die entstehenden Gesamtkosten. **10 Punkte**

Die Vertriebsabteilung meldet sich mit der positiven Nachricht, dass zusätzlich zu den bisherigen Aufträgen ein weiterer Großabnehmer für den „Rådl“ akquiriert werden konnte, der für die kommenden vier Wochen eine tägliche Menge von 20 Paletten bestellt hat. Hierfür hat die Geschäftsleitung zugesagt, die Mischmaschine kurzfristig gegen ein Modell mit einer höheren Leistung von 75 Paletten Durchsatz am Tag auszutauschen.

- f) Sind die Planungsansätze, die Sie bisher genutzt haben, weiterhin anwendbar? Begründen Sie kurz unter Bezugnahme auf die neue Datensituation. Nennen Sie ggf. einen Planungsansatz, der alternativ genutzt werden könnte. **4 Punkte**  
**Hinweis:** In Aufgabenteil f) ist keine Neuberechnung der Ergebnisse gefordert!

**Lösung Aufgabe 4 a)**

**Lösung Aufgabe 4 b)**

**Lösung Aufgabe 4 c)**

Maximaler Lagerbestand
Produktionszeit

**Lösung Aufgabe 4 d)**

--

**Lösung Aufgabe 4 e)**

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

**Lösung Aufgabe 4 f)**

