VWA, Betriebliche Güterwirtschaft (ABWL II) (Prof. Mathes)

1. Semester

Lösungswege für die Übungsaufgaben

(Version vom 21. März. 2004)

Stefan Schmidt

Enthält detailierte Lösungswege für die Aufgaben:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Inhaltsverzeichnis

Hinweis! Dieses Dokument bezieht sich auf die **Übungsaufgaben zum Skript im WS03**. Zum WS 03 wurde die alte Übungsaufgabe 8 aus dem SS 03 gelöscht. Die neuen Aufgaben sind also alle um eins nachgerückt! Dadurch kann es u.U. Verwechslungen mit den Aufgabennummern alter Mitschriften geben!

An dieser Stelle nochmals **allen Beteiligten vielen, vielen Dank** für Feedback, Mitschriften und Korrekturen! Ohne Eure Hilfe wäre dieses Dokument nicht in dieser Form realisierbar gewesen. Für Rückfragen bin ich erreichbar unter der Email: skschmidt_ffm@gmx.de

Allen ein gutes Gelingen für die Klausur!

Stefan Schmidt

Don't trust the Lösungen!

Traut keinen Lösungen! - Auch diesem Skript nicht, denn ich bin ständig übermüdet und hab' sowieso keinen Plan ;-) - Ich will hier keine Panik verbreiten, aber nach Durchsicht und Durcharbeitung zahlreicher Klausuren und deren Lösungen bin ich immer mal wieder auf Ungereimtheiten gestoßen. Wenn die Lösung offensichtlich aus der Klausur stammt und ein Häkchen daneben ist, kann man natürlich davon ausgehen, daß alles korrekt ist ;-) Bei einigen nachträglich erarbeiteten Lösungen bin ich mir jedoch nicht so sicher.

Bisher ist mir eine falsche Lösung besonders aufgefallen:

Klausur SS 98 Aufgabe 4

im Aufgabenteil **a)** ist das durchschnittlich gebundene Kapital aus dem falschen Preis berechnet worden. Richtig wäre: $200/2 \cdot 15{,}6 = 1560$ GE
(die Lösung wurde in einer identischen Aufgabe in Klausur WS 99 korrekt dargestellt)

der Aufgabenteil **b)** wurde nach meinem Ermessen nicht richtig verstanden, da (nach meinem besten Wissen und Gewissen) mit falschen Preisen gerechnet wurde. Dafür liegt mir zwar keine Bestätigung aus anderen Klausuren vor, siehe dazu aber meine Erklärung in Übungsaufgabe 18 (man <u>muß</u> zwei Preise unterscheiden)!

Falls jemand ähnliche Fehler (samt "offiziellem" Gegenbeweis bitte!) entdeckt hat, wäre es toll, wenn wir die hier sammeln könnten. Bitte dann bei mir melden ☺

Wichtiger Hinweis zu den Klausuren

Seit Anfang 2003 wurden die Klausuren von Prof. Mathes komplett umgestellt. D.h., die Klausuren, die man auf der VWA- oder der Klausurenpool Webseite findet, entsprechen nicht mehr den Klausuren, wie sie heute gestellt werden. Aufgrund der neuen Einsichtsregelungen wird es leider auch schwer möglich sein, aktuellere Klausuren zu finden.

Bis dahin waren die Klausuren im Wesentlichen mit den Übungen und den älteren Klausuraufgaben identisch. - Platt gesagt, wurden lediglich Zahlen ausgetauscht oder ein wenig umgestellt, aber man konnte die Aufgaben nach Schema F lösen, wenn man sie einmal verstanden hatte.

Konkret sehen die neuen Klausuren jetzt wohl so aus, daß aus mehreren kleinen Aufgaben jeweils eine große Aufgabe "zusammengewürfelt" wird. Das hat den Vorteil, daß die einzelnen Aufgaben etwas einfacher sind und man viele Möglichkeiten hat, Punkte zu machen (bzw. eher mal etwas ausgleichen kann, wenn man zu einem Thema nichts weiß). Andererseits bedeutet dies aber auch, daß eine sehr große Stoffmenge abgefragt wird und man im Prinzip alle Übungsaufgaben beherrschen muß, weil einfach alles mal irgendwie drankommt. Viele Leute hatten auch offenbar Probleme damit, daß sie die komplizierten Übungsaufgaben gelernt hatten und dann in der Klausur völlig überrascht waren, weil die komplizierten Sachen in den Aufgaben fehlten und es nicht immer nach Schema F ging ;-)

Aufgabe 1

Zunächst bringen wir den Text in eine übersichtlichere Form:

3 Aggregate werden von 1 Maschinenführer betreut
24 Tage/Monat
1 Tag = 2 Schichten je 8 Stunden

Einschränkungen:
2 Maschinenführer verfügbar für jeweils 1 Schicht pro Tag
⇨ Die maximale Betriebszeit der Anlage wäre also 2 Schichten á 8h an 24 Tagen

Jetzt schauen wir, was die max. mögliche (theoretische) Kapazität der Fertigung wäre:
⇨ 3 Maschinen · 24 Tage · 2 Schichten · 8 Stunden
⇨ theoretische Kapazität = 1152 Stunden/Monat

Die Berechnung der Instandhaltungstage:
Da 24 Arbeitstage betrachtet werden und alle 5 Tage eine Inspektion/Instandhaltung fällg wird, ergibt sich die erste Instandh. am 5. Tag, die 2. am 10., die 3. Instandh. am 15., die 4. am 20. und die 5. Instandh. *<u>wäre</u>* am 25. Tag fällig. Würde man zwei Monate berechnen, wäre das relevant, aber da wir nur von einem Monat mit 24 Tagen ausgehen gibt es nur 4 Tage, an denen instand gehalten wird. Es macht auch keinen Sinn, hier mit Kommazahlen zu rechnen, da nur "ganze" Instandhaltungen möglich sind. Natürlich muß hier auch nur eine Schicht betrachtet werden, da die Maschinen ja dann für beide Schichten gewartet sind.

<u>Anmerkung!</u>

Für die Berechnung der Zeiten außer Einsatz gehe ich hier einen etwas anderen Rechenweg als in der Vorlesung erklärt. Mein Weg ist jedoch wesentlich einfacher nachzuvollziehen und unkomplizierter zu Rechnen, als die Version von Prof. Mathes (versprochen! ;-) - er möge mir dies verzeihen. Statt immer mit 24 Tagen zu rechnen und nachträglich die Fehlzeiten zu korrigieren, ziehe ich einmal die Fehlzeiten (1 Tag) komplett ab und rechne die übrigen Zeiten nur noch mit 23 Tagen. Das erspart komplizierte Rechenwege und Fallstricke, weil man leicht etwas vergessen kann. Das Ergebnis und auch die Zwischenergebnisse sind natürlich identisch und genauso nachvollziehbar - nur daß man sich eben weniger verrechnen kann, da weniger Unterkorrekturen für die Fehlzeiten anfallen.

Prof. Mathes wollte mit seinem Rechenweg vermutlich zeigen, daß man die Fehlzeiten für alle übrigen Unterbrechungszeiten nachträglich korrigieren und berücksichtigen muß. Ich denke, das wird auch jedem klar, der sich mit der Thematik auseinandersetzt - jedoch muß man sich nach meinem Ermessen deshalb nicht mit unzähligen Nebenrechnungen und Fallstricken in der Klausur herumplagen ;-)

Und noch eine Anmerkung: In den letzten Klausuren (ab 2003) wurde diese Aufgabe stark vereinfacht. Die Klausuraufgabe entspricht dann nicht mehr den Aufgaben der Übung.

Berechnung der Zeiten außer Einsatz:

Zunächst ziehen wir die Fehlzeiten samt Pausen von der theoretischen Kapazität ab, da die Schichten ja komplett nicht stattfinden können.

- Fehlzeiten = 3 Maschinen · 1 Tage · 2 Schichten · 8 Stunden **= 48 h/Mon.**

Für die weiteren Berechnungen rechnen wir die Fehlzeiten gar nicht mehr ein, um umständliche, nachträgliche Korrekturen zu vermeiden. Da die Maschinenführer genau 1 Schicht pro Monat nicht verfügbar sind, rechnen wir also immer mit 23 Tagen weiter:

- Wartung = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · ½ Stunde **= 69 h/Mon.**

Da nur "ganze" Wartungen durchgeführt werden, fallen immer 4 Instandhaltungstage an:

- Instandhaltg. = 3 Maschinen · 4 Insth.tage pro Monat · 1 Schicht · 4 Stunden **= 48 h/Mon.**

Da wir die Wartung für alle 23 Tage bereits abgezogen haben, aber bei der Instandhaltung die Wartung entfällt, müssen wir die abgezogenen Wartungsstunden wieder hinzuaddieren (Zu beachten ist hier, daß es natürlich nur 1 Schicht pro Tag gibt).
Korrektur Instandhaltung:

+ Korrektur = 3 Maschinen · 4 Insth.tage pro Monat · 1 Schicht · ½ Stunden **= 6 h/Mon.**

Jetzt ziehen wir noch die Pausen von der Schichtzeit ab:

- Pausen = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · ½ Stunde **= 69 h/Mon.**

Da die Störungen sich auf den absoluten Wert der theoretischen Kapazität beziehen, muß man hier nichts weiter berücksichtigen. Auch die Anzahl der Maschinen wurde bei der theoretischen Kapazität ja bereits eingerechnet. Man zieht die 5% also direkt ab:

- Störungen = 1152 Stunden · 0,05 **= 57,6 h/Mon.**

Da die Nacharbeit innerhalb der regulären Arbeitszeit erfolgen muß, ist die Nacharbeit ebenfalls von der Produktionszeit abzuziehen:

- **Nacharbeit** = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · ½ Stunde **= 69 h/Mon.**

Wenn die Schicht aufgrund Instandhaltung "halbiert" ist, halbiert sich proportional die Nacharbeit. Deshalb müssen 15 Minuten pro Instandhaltungstag wieder zurückaddiert werden:

+ **Korrektur Nacharbeit** = 3 Maschinen · 4 Insth.tage · 1 Schicht · 0,25 Stunden **= 3 h/Mon.**

Jetzt haben wir alle Positionen berücksichtigt und addieren alles zusammen:

- Fehlzeiten =	48 h/Mon.
- Wartung =	69 h/Mon.
- Instandhaltg. =	48 h/Mon.
+ Korrektur =	6 h/Mon.
- Pausen =	69 h/Mon.
- Störungen =	57,6 h/Mon.
- Nacharbeit =	69 h/Mon.
+ Korr.Nacharbeit =	03 h/Mon.

Zeiten außer Einstz. = **351,6 h/Mon.**

Endergebnis:
Hauptnutzungszeit = 1152 - 351,6
= **800,4 Stunden/Monat**

Aufgabe 2

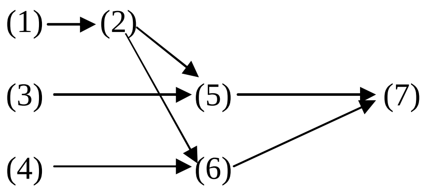
Man fängt mit der Arbeitsoperation an, die die kleinsten Vorgängernummern haben und arbeitet sich bis zur höchsten Nummer durch. Zunächst sind das 1, 3 und 4, die gar keine Vorgänger haben und somit den ersten Arbeitsschritt darstellen:

(1) →
(3) →
(4) →

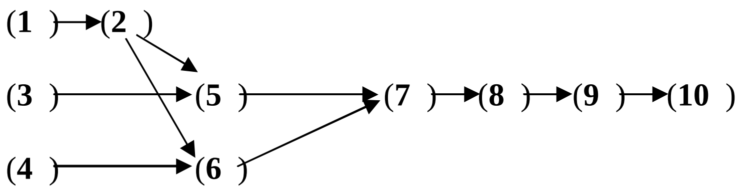
jetzt schaut man, wer diese Arbeitsoperationen (also 1, 3, 4) als Vorgänger hat und setzt diese als jeweils zweiten Arbeitsschritt nach der entsprechenden Operation ein. Arbeitsoperation 2 hat 1 als Vorgänger, also muß 2 nach 1 kommen. Arbeitsoperation 5 hat 3 als Vorgänger, also muß 5 nach 3 kommen. Arbeitsoperation 6 hat 4 als Vorgänger, also muß 6 nach 4 kommen. Eingesetzt sieht das dann so aus:

(1) → (2)
(3) → (5)
(4) → (6)

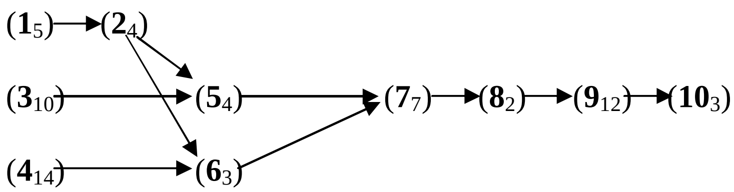
Soweit ist alles noch ganz einfach. Nun schaut man, welche Arbeitsoperation 2, 5 und 6 als Vorgänger haben. Arbeitsoperation 5 und 6 haben beide Operation 2 als Vorgänger, was bedeutet, daß Arbeitsoperation 2 "aufgesplittet" wird. Arbeitsoperation 7 hat 5 <u>und</u> 6 als Vorgänger, was bedeutet, daß 5 und 6 beide zur 7 zusammenlaufen. Daraus ergibt sich:



Als nächstes werden die Arbeitsoperation gesucht, die 7 als Vorgänger haben, was nur für 8 der Fall ist. Weiterhin ergibt sich demnach also die Reihenfolge 8, 9 und schließlich 10:



Jetzt trägt man noch die Zeiten der jeweiligen Arbeitsoperationen ein (das hätte man auch gleich machen können, der Übersichtlichkeit halber habe ich es aber erst mal weggelassen).



Pro Schicht sollen 30 Geräte gefertigt werden.
Effektive Schichtzeit = 8h - 30 Min. Pause = 7,5h = 450 Minuten.

450 : 30 = 15 -> daraus folgt: es stehen 15 Min für die Bearbeitung pro Gerät zur Verfügung.

Die Taktzeit beträgt demnach 15 Minuten!

Jetzt muß man überlegen, welche Schritte man zu einer Arbeitsstation zusammenfassen kann. Diese werden dann nacheinander an dieser Arbeitsstation ausgeführt. Die Summe der Zeiten darf pro Arbeitsstation (AS) jedoch 15 Minuten nicht überschreiten (da nach dieser Zeit spätestens die Geräte die Arbeitsstationen wechseln). An der letzten AS soll ja alle 15 Min. ein Gerät herauskommen!

Zunächst bestimmt man das Positionsgewicht für jede Arbeitsposition, indem man den Weg des Arbeitsflusses komplett bis zum Ende durchläuft und die jeweiligen Zeiten kumuliert (also alle Knoten, die mit P_i erreicht werden können, addiert). Bsp.: Arbeitsposition 4 läuft (von 4) über 6, 7, 8, 9 bis zur 10. Alle Zeiten zusammen ergeben dann das Positionsgewicht: 14 + 3 + 7 + 2 + 12 + 3 = 41

Eingetragen in eine Tabelle sieht das für die Arbeitspositionen 1-10 folgendermaßen aus:

Operation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Positionsgewicht P_i	40	35	38	41	28	27	24	17	15	3
Minuten	5	4	10	14	4	3	7	2	12	3

(Die Minuten sind nur nochmal der Übersichtlichkeit halber enthalten)

Das Positionsgewicht gibt also die "Verweildauer" im Prozess an. Je höher der Wert, umso länger braucht das Produkt von dieser Position bis zur Fertigstellung. Entsprechend haben die ersten Arbeitsoperationen das höchste Gewicht und die Abschlußarbeiten das geringste.

Nun erstellen wir die Arbeitsstationen, die alle zusammengelegten Arbeitsschritte enthalten sollen. Dazu fängt man mit der Arbeitsoperation an, die das höchste Positionsgewicht hat. In unserem Falle ist es die Arbeitsoperation 4 mit P_4 = 41 und der Arbeitszeit 14 Minuten. Dann füllt man die jeweiligen Stationen nach abnehmendem Positionsgewicht auf. Dabei darf die max. Arbeitszeit von 15 Minuten je Station nicht überschritten werden. In unserem Falle gibt es keine passende Arbeitsoperation mit 1 Minute, also bleibt es bei Operation 4 mit 14 Minuten. Die übrigen Arbeitsstationen werden nach dem gleichen Prinzip "gefüllt":

	AS 1	AS 2	AS 3	AS 4	AS 5
Operation	4	1, 3	2, 5, 6	7, 8	9, 10
Minuten	14 = **14**	5+10 = **15**	4+4+3 = **11**	7+2 = **9**	12+3 = **15**

Die Ordnung nach dem Positionsgewicht erfolgt übrigens deshalb, weil z.B. Verpackung nicht vor der Endkontrolle erfolgen darf. Durch die Reihenfolge des Positionsgewichts wird sichergestellt, daß alle Schritte in sinnvoller Reihenfolge abgewickelt werden (glaub ich ;-)

Aufgabe 3

Teilaufgabe a):
Zunächst geht es erst einmal darum zu ermitteln, wieviel Rohstoff man für die Produktion überhaupt einsetzen muß:

In 10 Mengeneinheiten des fertigen Produkts sollen 7,2 kg Rohstoff enthalten sein. Da 10% des Rohstoffes während der Produktion verloren gehen, sind im fertigen Produkt demnach noch 90% des Rohstoffes enthalten. 7,2 kg entsprechen also 90% der Menge des ursprünglich eingesetzten Rohstoffes (diesen Absatz gegebenenfalls mehrmals lesen ;-).

90% entsprechen 7,2 kg Rohstoff
100% entsprechen dann wieviel kg Rohstoff?

Folgender Dreisatz läßt sich daraus ableiten:

$$\frac{90\%}{7{,}2} = \frac{100\%}{x}$$ oder anders geschrieben: 7,2 x 100 : 90 = **8**

daraus folgt:
man muß 8 kg Rohstoff einsetzen um ein Produkt mit 7,2 kg Rohstoffgehalt zu produzieren!

Jetzt kann man die Produktivitätskennziffern ausrechnen:
$P_{Rohstoff}$: = 10/8 = 1,25
$P_{Energie}$: = 10/5 = 2
$P_{Arbeitszeit}$: = 10/0,5 = 20

Jetzt berechnen wir zunächst die Kosten für 10 ME Grundstoff:

8 kg Grundstoff kosten:	8 x 0,5 € =	**4,0 €**
5 kWh kosten:	5 x 0,16 € =	**0,8 €**
30 Min. Arbeitszeit kosten	0,5 x 40 € =	**20,0 €**

da der Gewinn (und somit die Kosten) <u>einer</u> ME gefragt sind muß man noch durch 10 teilen:

Kosten der Faktorarten je ME:

8 kg Grundstoff kosten:	0,40 €
5 kWh kosten:	0,08 €
30 Min. Arbeitszeit kosten	2,00 €
Produktionskosten:	**2,48 €**

Verkaufspreis 5,00 € -> <u>**Gewinn = 2,52 € pro ME**</u>

Teilaufgabe b):

Zunächst berechnet man die neuen Faktoren:

Arbeitszeit: 30 Min. - 20% = 80% von 30 Min. = 30 Min. x 0,8 = **24 Min**.
Energie: 5 kWh - 20% = 80% von 5 kWh = 5 kWh x 0,8 = 4 **kWh**

Jetzt berechnen wir wieder die Produktivitätskennziffern:

$P_{Rohstoff}$: = 10/8 = 1,25
$P_{Energie}$: = 10/4 = 2,5
$P_{Arbeitszeit}$: = 10/0,4 = 25

Als Preise sind 55 € je Stunde und 0,18 € je kWh gegeben, der Rohstoffpreis bleibt gleich. Diese Werte setzt man jetzt einfach ein und berechnet die Kosten neu:

8 kg Grundstoff kosten:	8 x 0,5 € =	**4,00 €**
4 kWh kosten:	4 x 0,18 € =	**0,72 €**
24 Min. Arbeitszeit kosten	0,4 x 55 € =	**22,00 €**

da die Produktivitätskennziffern <u>einer</u> ME gefragt sind muß man noch durch 10 teilen:

Produktivitätskennziffern der Faktorarten je ME:

8 kg Grundstoff kosten:	0,400 €
4 kWh kosten:	0,072 €
24 Min. Arbeitszeit kosten	2,200 €
--	
Produktionskosten:	**2,672 €**

Verkaufspreis 5,00 € -> **<u>Gewinn = 2,328 € pro ME</u>**

Interpretation der Ergebnisse:

Trotz 20% Einsparungen von Arbeitszeit und Energie ist der Gewinn bei b) aufgrund der höheren Preise geringer. Daraus folgt, daß Prozessoptimierung nicht automatisch eine Gewinnoptimierung sein muß!

Aufgabe 4

Zunächst die Eigenschaften der Produktionssysteme:
(vergleiche Abb.12, Skript S. 30)

Fließ- und Objektprinzip:

- Massenfertigung
- hohes, stabiles Volumen
- starke Spezialisierung bezgl. Leistungsarten
- geringe technologische Unterschiede der Fertigungsabläufe
- geringe Flexibilität

Gruppen- / Zentrenprinzip:

- Serienfertigung, hohe Produktivität
- mittlere technologische Unterschiede der Fertigungsabläufe
- hohe Flexibilität

Verrichtungsprinzip (Werkstattfertigung):

- Einzelfertigung
- geringe Stückzahlen, niedrige Produktivität
- große technologische Unterschiede der Fertigungsabläufe
- hohe Flexibilität

Daraus ergibt sich:

Einflußgröße	I	II	III
Anz. der versch. Lstgsarten in einem Zeitraum	niedrig	hoch	hoch
Volumen, Losgröße	hoch	hoch	niedrig
Stabilität des Volumens	hoch	gering	gering
Technologische Unterschiede der Prozesse	gering	gering	hoch
Zweckmäßigste Organisation	**Fließ-/Objekt-prinzip**	**Gruppen-/Zentren-prinzip**	**Verrichtungs-/ Werkstattprinzip**

Keine Gewähr für diese Aufgabe! Vielleicht hat hier noch jemand Anmerkungen und Ergänzungen? Ich habe mir die Lösung etwas "mühsam" aus dem Skript erarbeitet - vielleicht fehlt noch was...

Aufgabe 5

Variable Kosten: K = 5 GE
Fixe Kosten für 0 bis 100 Stück: K_f = 50 GE
Fixe Kosten ab 101 Stück: K_f = 75 GE

a) Da wir zwei verschiedene Stückzahlen berücksichtigen müssen, ergeben sich auch zwei unterschiedliche Funktionen:

für x <= 100 ⇨ **5x + 50** (= Gesamtkosten für Menge x bis 100)
für x > 100 ⇨ **5x + 75** (= Gesamtkosten für Menge x über 100)

Die Kosten muß man natürlich noch auf die entsprechende Menge x aufteilen:

Stückkosten $K_{(x <= 100)}$ = (5x + 50) : x **Stückkosten $K_{(x > 100)}$ = (5x + 75) : x**

b) Der Absatzpreis muß mindestens die Kosten decken, also berechnen wir die Kosten für x = 150. Da x > 100 ist, verwenden wir die zweite Funktion mit den höheren Stückkosten:

$K_{(x)} = 5x + 75$ ⇨
$K_{(150)} = (5 \cdot 150) + 75 = 825$ ⇨
K(Stück) = 825 : 150 = **5,50 GE** ⇨ **Der Absatzpreis muß mindestens 5,50 GE betragen!**

c) Das Problem der Aufgabe besteht darin, daß wir zwei Funktionen haben, die abhängig von der Menge eingesetzt werden müssen. Weiterhin ist der Übergang von 100 Stück zu 101 Stück nicht fließend, sondern sprunghaft (da ab 101 genau 25 GE höhere Fixkosten gelten). Es liegt also auf der Hand, daß 100 Stück mehr Gewinn abwerfen, als 101 Stück. Man muß nun ermitteln, ab wieviel Stück über 100 der gleiche Gewinn erreicht wird, wie bei 100 (also die höheren Fixkosten durch die höheren Stückzahlen und damit höherem Gewinn kompensiert werden). Ab diesem Punkt beginnt die zweite Funktion mehr Gewinn abzuwerfen als die erste. Da jedoch die maximale Produktionsmenge bei 120 ME liegt, kann es sein, daß die optimale Bestellmenge mit der zweiten Funktion gar nicht erreicht werden kann. (Hier kann man auch eine Grafik zeichnen, die den Kostensprung von 100 auf 101 aufzeigt)

Das Problem kann man auf zwei Arten lösen:

1. Rechenweg: Man schaut, wieviel Mehrkosten man in der zweiten Funktion hat und rechnet den Gewinn gegen, den man benötigt, um diese Mehrkosten zu decken.

Die Fixkosten liegen gegenüber der ersten Funktion um 25 GE höher (75 GE - 50 GE).
Da ich 1 GE pro verkaufter ME verdiene (VK = 6 GE - Kosten = 5 GE) muß ich also 25 ME verkaufen, um die 25 GE höheren Fixkosten zu decken. Dies bedeutet im Klartext: Ab 125 Stück mache ich den gleichen Gewinn wie bei 100 Stück mit den geringeren Fixkosten.
Da ich jedoch nur maximal 120 Stück produzieren kann, erreiche ich die 125 natürlich nicht, womit der höchste (mögliche) Gewinn bei 100 Stück erzielt wird.

⇨ **Der maximale Gewinn liegt bei 100 ME**

2. Rechenweg: Man rechnet den Gewinn für 100 ME und für die maximale Produktionsmenge 120 ME aus und vergleicht diese (beide sind ja die maximal mögliche Menge der jeweiligen Funktionen).

Gewinn für x = 100

Kosten:	$K_{(100)} = (5 \cdot 100) + 50 = 550$
VK:	$p_{(100)} = (6 \cdot 100) = 600$
Gewinn:	600 - 550 = **50 GE**

Gewinn für x = 120

Kosten:	$K_{(120)} = (5 \cdot 120) + 75 = 675$
VK:	$p_{(120)} = (6 \cdot 120) = 720$
Gewinn:	720 - 675 = **45 GE**

⇨ **Der maximale Gewinn liegt bei 100 ME**

d) Der Break-Even-Punkt ist der Punkt, bei dem die Kosten der Produktion gedeckt sind (also wieder eingespielt werden). Zum Verständnis: wenn ich nur 1 Stück produziere, habe ich variable Kosten von 5 GE und fixe Kosten von 50 GE. Das 1 Stück kostet mich dann also 55 GE! Bei einem VK von 6 GE hat man also (erst mal) 49 GE Verlust gemacht. Bei 20 Stück habe ich variable Kosten von $20 \cdot 5$ GE + 50 GE Fixkosten, also insgesamt 150 GE Kosten, wobei ich bei 20 Stück nur $20 \cdot 6$ GE, also 120 GE einnehme. Der Verlust ist dann zwar schon kleiner (30 GE), aber eben immernoch ein Verlust.

Ich muß also herausfinden, bei welcher Menge x der VK mit der Menge x der Kosten identisch ist. Das ist in dieser Aufgabe einfach, da ich beide Posten gegenüberstellen kann:

Kosten:	$K_{(x)} = 5x + 75$
VK:	$p_{(x)} = 6x$

daraus ergibt sich folgende Gleichung:

$6x = 5x + 50 \quad | -5x$
$6x - 5x = 50$
$1x = 50$
$x = 50$

d.h. bei x = 50 sind Kosten und Einnahmen gleich,
ab x > 50 Stück beginnt demnach die Gewinnzone.

⇨ **Bei 50 Stück deckt der Verkauf genau die Kosten!**
Der Break-Even-Punkt liegt also bei 50 ME.

Anmerkung: Der Korrektheit halber sollte wohl auch der Breakeven Punkt der zweiten Funktion ab 101 Stück berechnet werden. Zumindest muß man begründen, warum man ihn nur mit der ersten Funktion berechnet hat.

Aufgabe 6

Die Produktionskoeffizienten werden errechnet aus dem entsprechenden Faktoreinsatz und der Menge des fertigen Endprodukts (hier Grundstoff):

Teilaufgabe a)

Da mit Aufgabe 3 verglichen werden soll, schreiben wir die Produktionskoeffizienten von 3 gleich mit in die Tabelle:

Produktionsfaktor	Aufgabe 6 (j=2)		Aufgabe 3 (j=1)	
Rohstoff	12/15	0,8		0,8
Energie	10/15	0,667		0,5
Zeit	(1/6)/15	0,0111		0,05
Katalysator	1/15	0,0667		0

Daraus ergibt sich die Matrix der Produktionskoeffizienten für Prozess j = 1 und 2:

$$A = \begin{array}{cc} j=1 & j=2 \\ \end{array} \\ A = \begin{Bmatrix} 0{,}8 & 0{,}8 \\ 0{,}5 & 0{,}667 \\ 0{,}05 & 0{,}0111 \\ 0 & 0{,}0667 \end{Bmatrix}$$

Teilaufgabe b)

Prozess 1		Faktorverbr.	**Prozess 2**		Faktorverbr.
$r_{Rohstoff}$	0,8 · 100	80	$r_{Rohstoff}$	0,8 · 75	60
$r_{Energie}$	0,5 · 100	50	$r_{Energie}$	0,667 · 75	50,025
r_{Zeit}	0,05 · 100	5	r_{Zeit}	0,0111 · 75	0,8333
$r_{Katlysator}$	0 · 100	0	$r_{Katlysator}$	0,0667 · 75	5,0025
Summe		**135**	**Summe**		**115,86**

Teilaufgabe c)

Prozess 1		Kosten	**Prozess 2**		Kosten
$r_{Rohstoff}$	80 · 0,5 =	40 €	$r_{Rohstoff}$	60 · 0,5	30 €
$r_{Energie}$	50 · 0,16 =	8 €	$r_{Energie}$	50,025 · 0,16	8 €
r_{Zeit}	5 · 40 =	200 €	r_{Zeit}	0,8333 · 40	33,33 €
$r_{Katlysator}$	0 =	0 €	$r_{Katlysator}$	5,0025 · 1	5 €
Summe	**100 ME**	**248 €**	**Summe**	**75 ME**	**76,33 €**

(Menge · VK Preis) - Kosten = Gewinn -> Daraus folgt:

Gewinn $_{\text{Prozess 1}}$ = 500 - 248 = 252 GE **Gewinn $_{\text{Prozess 2}}$ = 375 -76,33 = 298,67 GE**

Aufgabe 9

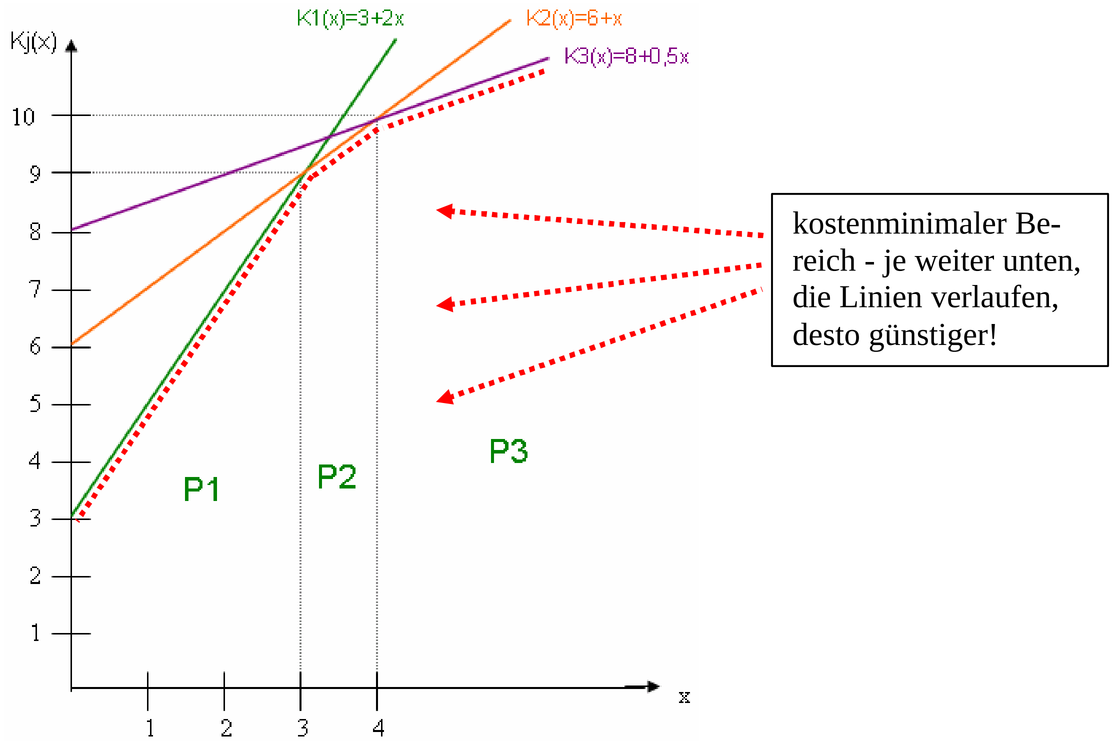
$K_1(x) = 3 + 2x$
$K_2(x) = 6 + x$
$K_3(x) = 8 + 0{,}5x$
$K_4(x) = 10 + 0{,}75x$

Prozess 4 wird von Prozess 3 dominiert, weil $K_3(x) <= K_4(x)$ für alle $x > 0$.

$3 + 2x = 6 + x$	->	$2x = 3 + x$	->	$x = 3$
$6 + x = 8 + 0{,}5x$	->	$x = 2 + 0{,}5x$	->	$x = 4$

$0 <= 3$	$3 <= 4$	$4 <= x$
Prozess 1	Prozess 2	Prozess 3

Grafisch wird das folgendermaßen gelöst: Man zeichnet dazu die einzelnen Funktionen in das Koordinatensystem ein und schaut, wo die Schnittpunkte liegen. Der Bereich von der x-Achse (unten) bis zu den Linien ist der kostenminimale Bereich. Immer wenn sich Linien schneiden "übernimmt" quasi eine andere Funktion die günstigere (näher an der x-Achse liegende) Produktion (siehe gestrichelte Linie).



Danke an Sami B., der mir die Grafik zur Verfügung gestellt hat! ☺

Aufgabe 10

Hinweis: Dieser Aufgabentyp wird in Aufgabe 11 noch ausführlicher erklärt!

Sechs verschiedene Endprodukte (aus dem Prozess) *j*.
Die max. Leistung (oder Engpässe) der Fertigungsstufen *i* werden als Fertigungszeiten in a_{ij} dargestellt. Deckungsbeitrag d_j = Absatzpreis $_j$ - Kosten $_j$

J	1	2	3	4	5	6
a_{ij}	2	2,5	6	5	6	7
d_j	15	10	12	20	18	14

Lieferverpflichtungen

Kapazität in dieser Periode = 500 ZE (Zeiteinheiten)

Maximiere ($15\ x_1 + 10\ x_2 + 12\ x_3 + 20\ x_4 + 18\ x_5 + 14\ x_6$)
(Klartext: suche zuerst die Fertigungsstufen mit den höchsten relativen Deckungsbeiträgen, also die rentabelsten und gehe dann zur nächstbesten, usw.)

Nebenbedingung: $2\ x_1 + 2{,}5\ x_2 + 6\ x_3 + 5\ x_4 + 6\ x_5 + 7\ x_6 <= 500$
(Klartext: es stehen 500 ZE Produktionskapazität für alle Prozesse in der Periode zur Verf.)

Hinweis: Gegenüber dem Aufgabentyp in Aufgabe 11 bestehen hier <u>keine</u> Absatzobergrenzen für x_3 und x_6, sondern nur Lieferverpflichtungen! Das bedeutet, daß so viele x_3 und x_6 produziert werden können, wie Kapazität vorhanden ist.

$x_1 <= 20$
$x_2 <= 10$
$x_3 >= 20$ (Lieferverpflichtung!)
$x_4 <= 20$
$x_5 <= 20$
$x_6 >= 10$ (Lieferverpflichtung!)

Ermittlung des relativen Deckungsbeitrags:
(Der relative Deckungsbeitrag berücksichtigt die benötigte Zeit je Fertigungsstufe, wodurch ein Gewinn "relativiert" wird. Bsp.: Wenn ein Prozess 100.000 GE Deckungsbeitrag liefert, aber 10 Jahre dauert und ein anderer 1.000 GE Deckungsbeitrag liefert, aber nur eine Stunde, werde ich natürlich dem letzteren den Vorrang geben, weil er "relativ" gesehen rentabler ist)

$$d'_j = \frac{d_j}{a_{ij}} = \frac{GE}{(\text{Ressourceneinheit des Engpasses})} = \frac{GE/ME}{ZE/ME} = \frac{GE}{ZE}$$

$d'_1 = 15/2 = 7{,}5$	$d'_2 = 10/2{,}5 = 4$	$d'_3 = 12/6 = 2$
$d'_4 = 20/5 = 4$	$d'_5 = 18/6 = 3$	$d'_6 = 14/7 = 2$

Um die Lieferverpflichtungen sicherzustellen werden die notwendigen Kapazitäten einfach von den Gesamtkapazitäten abgezogen, also quasi "reserviert":

Lieferverpflichtung: $x_3 = 20$ $x_6 = 10$

Kapazität $K = 500 - (6 \cdot 20 + 7 \cdot 10) = 500 - 190 =$ **310**

Wir berechnen nun die Produktion in der Reihenfolge abnehmender relativer Deckungsbeiträge (also die Bereiche, die am ertragreichesten sind, werden zuerst produziert) Dabei wird nach jedem Kapazitätsverbrauch die verbleibende Kapazität neu berechnet.

Reihenfolge der Deckungsbeiträge: $d'_1 > d'_2 = d'_4 > d'_5 > d'_3 = d'_6$

$\min x_1 = (310/2 , 20) = 20$	$K = 310 - (20 \cdot 2) = 270$
$\min x_2 = (270/2,5 , 10) = 10$	$K = 270 - (10 \cdot 2,5) = 245$
$\min x_4 = (245/5 , 20) = 20$	$K = 245 - (20 \cdot 5) = 145$
$\min x_5 = (145/6 , 20) = 20$	$K = 145 - (20 \cdot 6) = 25$
$\min x_3* = (25/6 , + \infty) = 25/6$	$K = 25 - ((25/6) \cdot 6) = 0$

* da für x_3 keine Absatzobergrenze besteht, kann man trotz der Lieferverpflichtung von 20 noch weitere Einheiten produzieren, bis die gesamte Restkapazität (25 ZE) aufgebraucht ist.

Hinweis: Die min() Funktion prüft, ob noch genug Restkapazität vorhanden ist - falls ja, ist der kleinste Wert immer die Absatzobergrenze, also max. Produktionsmenge. Falls nein, ist die Kapaizität erschöpft und es kann nur noch ein Teil der Produktionsmenge (in der letzten Zeile 25/6) mit den verbliebenen Zeiteinheiten produziert werden. - Wem diese Rechnungsart zu kompliziert ist, der sollte sich meine vereinfachte Methode in Aufgabe 11 anschauen. Die Rechnung ist dort im Prinzip identisch, nur wesentlich übersichtlicher und ohne die (nach meinem bescheidenen Ermessen verwirrende) min() Funktion.

-> Produktionsprogramm:

$x_1 = 20$ $x_2 = 10$ $x_3 = 25/6$
$x_4 = 20$ $x_5 = 20$

zuzüglich der reservierten Lieferverpflichtungen:

$x_3 = 20$ $x_6 = 10$

Der Deckungsbeitrag berechnet sich nun aus der Produktionsmenge x_j multipliziert mit dem Deckungsbeitrag d_j aus der vorgegebenen Tabelle der Aufgabe:

$DB = 15 \cdot 20 + 10 \cdot 10 + 12 \cdot 25/6 + 20 \cdot 20 + 18 \cdot 20 + 12 \cdot 20 + 14 \cdot 10 =$ **1590**

(Hinweis: In meiner ersten Version haben hier die Lieferverpflichtungen gefehlt. Die Summe 1590 entspricht nun den Mitschriften!)

Schlußsatz: Es gilt zu beachten, daß dieses Verfahren nur möglich ist, wenn EINE gemeinsame Beschränkung besteht!

Aufgabe 11

j	1	2	3	4	5	6	7
d_j	16	12	10	18	15	20	10
a_{ij}	2	3	5	3	2	10	10

Achtung!
Die Zeilen d_j und a_{ij} sind in manchen Klausuraufgaben vertauscht! Manchmal steht der Deckungsbeitrag oben, manchmal der Faktorverbrauch (Zeiteinheiten). Davon bitte nicht irritieren lassen, es gilt bei der Rechnung (s.u.) immer d geteilt durch a!

Was hat es mit Deckungsbeitrag und relativem Deckungsbeitrag auf sich? Der Deckungsbeitrag gibt im Prinzip die Gewinnspanne zwischen Produktionskosten und Verkaufspreis an. Wenn zwei Fertigungsstufen den Deckungsbeitrag 10 haben, die erste Fertigungsstufe für die Produktion 5 Stunden und die zweite 10 Stunden braucht, wirft die erste Fertigungsstufe einen "relativ" besseren Gewinn ab (da je weniger Ressourcen benötigt werden). Um das also richtig beurteilen zu können ist der relative Deckungsbeitrag wichtig.

Für die Berechnung des **relativen Deckungsbeitrags** (d') gilt:

$$d'_j = \frac{d_j}{a_{ij}} \quad in\, der\, Dimension: \frac{GE}{ZE}$$

Teilaufgabe a)

Nach oben angegebener Gleichnung ist nun jeder Fünftklässler in der Lage, die relativen Deckungsbeiträge zu berechnen :-)

d_1'= 16/2 = 8
d_2'= 12/3 = 4
d_3'= 10/5 = 2
d_4'= 18/3 = 6
d_5'= 15/2 = 7,5
d_6'= 20/10 = 2
d_7'= 10/10 = 1

Die "Dimension" beschreibt lediglich das Maß, in dem der relative Deckungsbeitrag angegeben wird. Da wir einen Gewinn (also Geld) durch die Ressource Zeit dividieren ist die Dimension:

$$\frac{GE\,(Geldeinheiten)}{ZE\,\,(Zeiteinheiten)}$$

Jeder der sich das hier einmal angeschaut hat, sollte zumindest die Teilaufgabe a) in jeder Klausur lösen können ;-)

Teilaufgabe b)

An diesem Aufgabentyp (10+11) habe ich mir ganz schön "die Zähne ausgebissen". Es war von allen die letzte Aufgabe, die ich verstanden habe. Das mag an an magelndem Intellekt gelegen haben, unvollständigen oder unleserlichen Mitschriften - oder einfach nur an der (scheinbaren) Komplexität und Unüberschaubarkeit der Zusammenhänge. Nachdem ich mich jedoch einmal "durchgewurschtelt" hatte, war plötzlich alles ganz simpel - zumal der Weg von Prof. Mathes (er möge mir verzeihen) mehr Verwirrung gestiftet hat, als für Klarheit zu sorgen. Ich erkläre hier seinen Weg und einen - nach meinem Ermessen einfacheren - prinzipiell jedoch identischen Weg. - Doch dazu später mehr...

Zur Aufgabe: Hier ist es besonders wichtig, als erstes die Aufgabenstellung immer komplett durchzulesen! ;-) Eine Einschränkung ist nämlich, daß ein Bauteil für j=4 nur begrenzt zur Verfügung steht. Das bedeutet im Klartext, daß ich in diesem Falle nur max. 10 Erzeugnisse in diesem Fertigungsprozess herstellen kann (weil mir dann das Material ausgeht). Ich muss also die zu berechnende Obergrenze (Absatzobergrenze) in der Tabelle erst mal korrigieren, da ich ja für j=4 nie 40 Stück produzieren könnte:

j (Prozess)	1	2	3	4	5	6	7
Absatzobergrenze	150	30	50	(40) 15	80	50	50
Lieferverpflichtung	100	-	25	-	10	-	-

Für j=4 werden die 40 jetzt auch nicht mehr auftauchen - ab jetzt rechnen wir nur mit 15 weiter. Die Einschränkung wird in der Klausur nach meinem Kenntnisstand nie für Prozesse mit Lieferverpflichtungen drankommen, also gibt es auch nie was weiter zu beachten.

Hintergrund der eigentlichen Aufgabe ist nun folgender: Für Produktionsanlagen sind die Kapazitäten (Fertigungszeiten a_{ij}) der Maschinen i.d.R. begrenzt. Man versucht deshalb diejenigen Prozesse (j) zu nutzen, die den höchsten Gewinn in der verfügbaren Zeit abwerfen. Dazu wird zunächst mit dem Prozess gefertigt, der den höchsten relativen Deckungsbeitrag hat. Hat die Produktion die abzusetzende Menge (Absatzobergrenze) des Produkts erreicht, produziert man mit dem Prozess, der den zweithöchsten relativen Deckungsbeitrag hat, usw..
- Bis schließlich alle Kapazitäten aufgebraucht sind (wobei nicht alle Prozesse genutzt werden müssen/können, wie wir später sehen werden).

Auch wenn das zuerst vielleicht mehr verwirrt als erklärt: Wenn es keine Absatzobergrenzen gäbe, würde man natürlich nur mit einem Prozess (nämlich mit dem der den maximalen Deckungsbeitrag hat) produzieren und Kapazitäten nur in diesen Prozess "stecken" .

Zu all dem kommt noch hinzu, daß man die Lieferverpflichtungen ja auf jeden Fall erfüllen möchte - diese werden deshalb als allererstes berücksichtigt!

Zunächst "reservieren" wir also die Kapazität (Zeit) für die Lieferverpflichtungen:

Restkapazität = Gesamtkapazität - Lieferverpflichtungen

Für die Planungsperiode wird die Gesamtkapazität mit 1200 ZE (Zeiteinheiten) angegeben. Die Zeiteinheiten für die Lieferverpflichtungen berechnen sich je Lieferverpflichtung bzw. Prozess aus x_j ME $\cdot$ a_{ij} ZE. (Bsp.: 100 Stück im Prozess j=1 benötigen $100 \cdot 2 = 200$ ZE)

Die gesamten Lieferverpflichtungen setzen sich wie folgt zusammen:

Lieferverpflichtungen = $(x_1 \cdot a_{i1}) + (x_3 \cdot a_{i3}) + (x_5 \cdot a_{i5})$

Lieferverpflichtungen = $(100 \cdot 2) + (25 \cdot 5) + (10 \cdot 2) = 200 + 125 + 20 =$ **345 ZE**

daraus folgt ->

Restkapazität = 1200 - 345 = **855**

Jetzt müssen wir nurnoch schauen, welche Prozesse wir mit der verfügbaren Restkapazität noch bedienen können. Dazu dienen uns die jeweiligen Absatzobergrenzen als Berechnungsgrundlage. (Hinweis! Die Absatzobergrenzen beinhaltet <u>nicht</u> die Lieferverpflichtungen. Diese Zahlen kommen also nochmal "on top" und können nun direkt so übernommen werden.

Zunächst bringt man die relativen Deckungsbeiträge in die richtige Reihenfolge (also nach höchstem Gewinn sortiert):

$d_1'= 8$
$d_5'= 7{,}5$
$d_4'= 6$
$d_2'= 4$
$d_3'= 2$
$d_6'= 2$
$d_7'= 1$

Da Prozess j=1 den höchsten die relativen Deckungsbeitrag (Gewinn) hat, produziert man zunächst damit (Schreibweise nach Prof. Mathes):

max x_1 = min (855/2 , 150) = 150 -> $K_{Rest} = 855 - (150 \cdot 2) = 555$

Was will uns das sagen? Mathematisch - absolut korrekt - bedeutet das auf Deutsch: Schaue, ob noch genug Restkapazität für den Prozess da ist und wenn ja, dann ziehe die gesamte Ressource (Produktionsmenge $\cdot$ Fertigungszeit) von der Kapazität ab und berechne die neue Restkapazität. Wenn nicht, dann produziere nur noch die Menge, die mit der Restkapazität möglich ist (wodurch die Restkapazität immer 0 ergibt).

Ich erspare mir die Erklärung der min() Funktion. Sie ist nach meinem Ermessen völlig überflüssig und macht den ganzen Vorgang extrem unübersichtlich. Wer das so machen will sei natürlich nicht daran gehindert, zum Verständnis ist jedoch nachfolgender Weg einfacher:

I Did It My Way!

Ich schaue einfach, wieviel Kapazität noch da ist. Am Anfang ist sowieso immer genug Kapazität da, nämlich 855 ZE. Jetzt ziehe ich die benötigte Kapazität für j=1 (also $x_1 \cdot a_{i1}$) davon ab und erhalte gleich die neue Restkapazität:

$K_{Rest(1)} = 855 - (150 \cdot 2) = 555$

Das heißt, man kann die kompletten 150 ME produzieren und erhält die Restkapazität 555 ZE

Sieht doch etwas einfacher aus, als die vorherige Schreibweise - oder? Den einzigen "Haken", den es dabei gibt ist, daß man selbst "merken" muß, wann die Kapazität aufgebraucht ist.
- Aber selbst das kann man hier nicht verkehrt machen :) Die Komplette Rechnung lautet:

$$
\begin{aligned}
K_{Rest(1)} &= 855 - (150 \cdot 2) &&= 555 \\
K_{Rest(5)} &= 555 - (80 \cdot 2) &&= 395 \\
K_{Rest(4)} &= 395 - (10 \cdot 3) &&= 365 \\
K_{Rest(2)} &= 365 - (30 \cdot 3) &&= 275 \\
K_{Rest(3)} &= 275 - (50 \cdot 5) &&= 25 \\
K_{Rest(6)} &= 25 - (50 \cdot 10) &&= \mathbf{-}\,475 && \text{-> oups - die Restkapazität reicht nicht aus!}
\end{aligned}
$$

Wenn man das merkt, ist man an das "Kapazitätsende" gekommen und muß schauen, wieviele Produkte man aus der verbleibenden Kapazität noch fertigen kann. Da für j=6 immer 10 Zeiteinheiten pro Produkt verbraucht werden, kann man mit 25 ZE noch genau 2,5 Produkte fertigen (diese 25/10 also Restkapazität/a_{ij} steht deshalb in der Mathes-Schreibweise übrigens immer in der min() Funktion drin).

Die korrigierte letzte Zeile muß also lauten:

$K_{Rest(6)} = 25 - (25/10 \cdot 10) = 0$

oder

$K_{Rest(6)} = 25 - (2{,}5 \cdot 10) = 0$

nochmal "ordentlich" zum *aufderzungevergehenlassen*:

Die Gesamtproduktionsmengen aller Erzeugnisse lauten:

$$
\begin{aligned}
K_{Rest(1)} &= 855 - (\mathbf{150} \cdot 2) &&= 555 && \text{->} && \mathbf{x_1 = 150} \\
K_{Rest(5)} &= 555 - (\mathbf{80} \cdot 2) &&= 395 && \text{->} && \mathbf{x_5 = 80} \\
K_{Rest(4)} &= 395 - (\mathbf{10} \cdot 3) &&= 365 && \text{->} && \mathbf{x_4 = 10} \quad \text{(Aufgrund der Bauteilrestriktion)} \\
K_{Rest(2)} &= 365 - (\mathbf{30} \cdot 3) &&= 275 && \text{->} && \mathbf{x_2 = 30} \\
K_{Rest(3)} &= 275 - (\mathbf{50} \cdot 5) &&= 25 && \text{->} && \mathbf{x_3 = 50} \\
K_{Rest(6)} &= 25 - (\mathbf{2{,}5} \cdot 10) &&= 0 && \text{->} && \mathbf{x_6 = 2{,}5} \\
K_{Rest(7)} &= 0 - (\mathbf{0} \cdot 10) &&= 0 && \text{->} && \mathbf{x_7 = 0}
\end{aligned}
$$

Ob man das nun nach der Mathes-Schreibweise löst oder nach der vereinfachten Schreibweise ist eigentlich Egal, da die Rechnungen selbst absolut identisch sind. Ich spare mir nur das min() "Gedöns", da man ja sowieso merkt, wenn das Kapazitätsende erreicht ist und für Außenstehende - nach meiner bescheidenen Meinungung - alles leichter zu durchschauen ist.

Ermittlung des Deckungsbeitrags:

Das ist jetzt nurnoch ein Klacks ;-)

Da man nun den absoluten Deckungsbeitrag (und nicht den relativen DB) braucht, entnimmt man die Zahlen direkt aus der Tabelle der Aufgabe und multipliziert mit der jeweiligen Produktionsmenge:

Deckungsbeitrag = $x_j \cdot d_j$

Hinweis: Zur Produktionsmenge muß man die Lieferverpflichtungen hinzuzählen, da dafür natürlich auch Gewinne entstehen!

Prozess j	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Deckungsbeitrag d_j	16	12	10	18	15	20	10
Produktionsmenge x_j	150	30	50	10	80	2,5	0
Lieferverpflichtung	100	-	25	-	10	-	-
Berechnung	(150+100) ·16	(30) · 12	(50+25) · 10	(10) · 18	(80+10) · 15	(2,5) · 20	(0) · 10
Daraus folgt -> Deckungsbeitragssumme	4000	360	750	180	1350	50	0

Die Deckungsbeitragssumme aller Fertigungsbereiche lautet: 6690 GE

Aufgabe 13

Q	Bedarf (Quantität)	600
p	Stückpreis	12
i	Lagerhaltungskosten	12,5 %
B	Bestellfixe Kosten (K_f)	50

Teilaufgabe a)

Für die optimale Bestellmenge gilt:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$

Teilaufgabe b)

Für die gegebenen Größen gilt:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \cdot 50}{12 \cdot 0{,}125}} = 200$$

Teilaufgabe c)

Kann die optimale Bestellmenge nicht eingekauft werden, so sollte man immer die max. mögliche Menge einkaufen, um die Bestellfixen Kosten so niedrig wie möglich zu halten.

-> Sie sollte jeweils 150 Klingeln kaufen!

Anmerkung: Diese Begründung ist noch etwas "schwammig".

Aufgabe 14

Teilaufgabe a)

		Lieferant I	Lieferant II
Q	Bedarf	200.000	200.000
p	Stückpreis	9	8
i	Lagerhaltungskosten	30%	30%
K_f	Bestellfixe Kosten (Q)	675	9.600

Wir ermitteln zunächst die optimale (günstigste) Bestellmenge für jeweils 200.000 Stück.

Für die optimale Bestellmenge gilt:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$

Für Lieferanten I und II gilt daher:

$$m_{opt.1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200.000 \cdot 675}{9 \cdot 0,3}} = 10.000$$

$$m_{opt.2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200.000 \cdot 9600}{8 \cdot 0,3}} = 40.000$$

Da das Lager max. 10.000 ME faßt, müssen die Kosten für die max. Bestell- und Lagermenge von 10.000 ME berechnet werden. Die Kosten setzen sich aus drei Komponenten zusammen:

Bestellwert = Gesamtbedarf · Stückpreis
+ Lagerhaltungskosten = Durchschnittliche Lagermenge · Stückpreis · Lagerhaltungskosten
+ Fixkosten = Anzahl der Bestellungen/Lieferungen · Bestellfixe Kosten

Kleiner Hinweis am Rande:
Die durchschnittliche Lagermenge ist i.d.R die max. Lagerkapazität geteilt durch 2. Man geht davon aus, daß das Lager zu Beginn vollgemacht wird und kontinuierlich bis zu letzten Stück aufgebraucht wird. Das Lager ist also im Durchschnitt immer zur Hälfte gefüllt. Bei 10.000 ME ergibt sich also ein durchschnittlicher Lagerbestand von 5.000.

Die Kosten je Lieferant sind demnach:

K_1 = (200.000 · 9) + (5.000 · 9 · 0,3) + (20 · 675) = **1.827.000 GE**
K_2 = (200.000 · 8) + (5.000 · 8 · 0,3) + (20 · 9600) = **1.804.000 GE**

Die Gesamtkosten bei Lieferant II sind also trotz der hohen Bestellfixen Kosten günstiger als bei Lieferant I. Daraus folgt: die optimale Bestellmenge sagt nichts über die absoluten Kosten aus, sondern bezieht sich nur auf die betrachteten Bestell- und Lieferbedingungen.

Aufgabe 15

Teilaufgabe a)

Gesamtbedarf = 26 Wochen · 80 ME = 2080 ME
Bestellfixe Kosten = Arbeitszeit MA1 + Arbeitszeit MA2 + Qualitätskontrolle

Nebenrechnung Bestellfixe Kosten:
Arbeitszeit MA1 = 0,5 h · 48 GE = 24 GE
Arbeitszeit MA2 = 0,75 h · 48 GE = 36 GE
Qualitätskontrolle = 240 GE
-> **Bestellfixe Kosten = 300 GE**

Q	Bedarf	2080 ME
P	Stückpreis	40 GE
I	Lagerhaltungskosten	10%
B	Bestellfixe Kosten	300 GE

Für die optimale Bestellmenge gilt:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$

daraus folgt:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2080 \cdot 300}{40 \cdot 0{,}1}} = 558{,}5696$$ -> **Die kostenmin. Bestellmenge beträgt etwa 558 ME**

Die Lagerreichweite berechnet sich folgendermaßen:

$$\frac{\text{Lageranfangsbestand}}{\text{Wochenverbrauch}} = \text{Anzahl Wochen bis Lager leer ist}$$

-> **Die Lagerreichweite beträgt** 558,57 : 80 = **6,982 Wochen**

Die Umschlagshäufigkeit berechnet sich folgendermaßen:

$$\frac{\text{Gesamtverbrauch}}{\text{Bestellmenge}} = \text{Umschlagshäufigkeit}$$

-> **Die Umschlagshäufigkeit beträgt** 2080 : 558,57 = **3,7238**

Die Bestellfixen Kosten im Planungszeitraum entsprechen der Anzahl der Bestellungen (Lagerauffüllungen) multipliziert mit den Bestellfixen Kosten der Einzelbestellung.
Die Umschlagshäufigkeit gibt an, wie oft das Lager nachgefüllt bzw. bestellt werden muß.

-> **Die Bestellfixen Kosten im Planungszeitraum sind** 3,7238 · 300 GE = **1117,14 GE**

Dies ist jedoch nur ein kalkulatorischer Wert, da es ja nur "ganze" Bestellungen (und keine halben Bestellungen) und demnach auch immer nur "ganze" Bestellfixen Kosten bei einer Bestellung gibt. (oder?????????)

Die durchschnittlichen Kapitalkosten berechnen sich aus dem durchschnittlichen Lagerbestand (= Bestellmenge : 2) multipliziert mit dem Stückpreis (= durchschnittlicher Lagerwert) und nochmals multipliziert mit dem Zinsfaktor des Kalkulationszinses:

-> **Die durchschnittlichen Kapitalkosten sind**: (558,57 : 2) · 40 GE · 0,1 = **1117,14 GE**

Achtung! Oft wird auch nach dem durchschnittlich gebundenen Kapital gefragt
- das sind zwei verschiedene Dinge!

Das **durchschnittlich geb. Kapital** gibt den <u>Wert</u> an, der durchschnittlich im Lager steht.
Die **durchschnittlichen Kapitalkosten** geben nur die <u>Zinsen</u> für den Wert an, der durchschnittlich im Lager steht (siehe unter "Wichtige Definitionen").

Teilaufgabe b)

Da die optimale Bestellmenge etwa bei 558 ME liegt geht es nur darum zu prüfen, ob 500 ME oder 600 ME günstiger sind. Es werden demnach für beide ME die Kosten berechnet.

Die Kosten setzen sich zusammen aus:

  Einkaufspreis der Gesamtbedarfsmenge
+ Bestellfixe Kosten bei x ME
  (ist ja Abhängig von der Anzahl der Bestellungen, also Umschlagshäufigkeit)
+ durchschnittliche Kapitalkosten bei x ME

$\mathbf{K_{500}}$ = (2080 · 40) + (2080 : 500 · 300) + (500 : 2 · 40 · 0,1) = **85.448 GE**
$\mathbf{K_{600}}$ = (2080 · 40) + (2080 : 600 · 300) + (600 : 2 · 40 · 0,1) = **85.440 GE**

-> **Die Kosten für Bestellungen von jeweils 600 ME sind günstiger!**

Aufgabe 16

(Die Aufgabe entspricht weitgehend Aufgabe 1)

Zunächst bringen wir den Text in eine übersichtlichere Form:

3 Aggregate
2 Maschinenführer
2 Schichten je 8 Stunden
24 Tage/Monat

Einschränkungen: 1 Tag = 2 Schichten je 1 Maschinenführer

⇨ Die maximale Betriebszeit der Anlage wäre also:

3 Maschinen · 24 Tage · 2 Schichten · 8 Stunden

⇨ theoretische Kapazität = 1152 Stunden/Monat

Berechnung der Zeiten außer Einsatz:
Zunächst ziehen wir die Fehlzeiten samt Pausen von der theoretischen Kapazität ab, da die Schichten ja komplett nicht stattfinden können. Ich gehe hier wie in Aufgabe 1 vor und ziehe zunächst die Fehlzeiten ab um dann mit 23 Tagen weiterzurechnen:

- Fehlzeiten = 3 Maschinen · 1 Tage · 2 Schichten · 8 Stunden **= 48 h/Mon.**

Für die weiteren Berechnungen rechnen wir die Fehlzeiten gar nicht mehr ein, um umständliche, nachträgliche Korrekturen zu vermeiden. Da die Maschinenführer genau 1 Schicht pro Monat nicht verfügbar sind, rechnen wir also immer mit 23 Tagen weiter:

- Wartung = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · 0,1 Stunde **= 13,8 h/Mon.**

Da nur "ganze" Wartungen durchgeführt werden, fallen immer 4 Instandhaltungstage an:

- Instandhaltg. = 3 Maschinen · 4 Insth.tage pro Monat · 1 Schicht · 4 Stunden **= 48 h/Mon.**

Da wir die Wartung für alle 23 Tage bereits abgezogen haben, aber bei der Instandhaltung die Wartung entfällt, müssen wir die abgezogenen Wartungsstunden wieder hinzuaddieren.
Korrektur Instandhaltung:

+ Korrektur = 3 Maschinen · 4 Insth.tage pro Monat · 1 Schicht · 0,1 Stunden **= 1,2 h/Mon.**
(Diese Korrektur sollte eigentlich wieder zur Wartung nicht zur Inspektion addiert werden)

Jetzt ziehen wir noch die Pausen von der Schichtzeit ab:

- Pausen = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · ½ Stunde **= 69 h/Mon.**

Da die Störungen sich auf den absoluten Wert der theoretischen Kapazität beziehen, muß man hier nichts weiter berücksichtigen. Auch die Anzahl der Maschinen wurde bei der theoretischen Kapazität ja bereits eingerechnet. Man zieht die 10 % also direkt ab:

- Störungen = 1152 Stunden · 0,1 **= 115,2 h/Mon.**

Da die Nacharbeit innerhalb der regulären Arbeitszeit erfolgen muß, ist die Nacharbeit ebenfalls von der Produktionszeit abzuziehen:

- **Nacharbeit** = 3 Maschinen · 23 Tage · 2 Schichten · 0,2 Stunde **= 27,6 h/Mon.**

Wenn die Schicht aufgrund Instandhaltung "halbiert" ist, halbiert sich proportional die Nacharbeit. Deshalb müssen 15 Minuten pro Instandhaltungstag wieder addiert werden:

+ **Korrektur Nacharbeit** = 3 Maschinen · 4 Insth.tage · 1 Schicht · 0,1 h **= 1,2 h/Mon.**

Jetzt haben wir alle Positionen berücksichtigt und zählen alles zusammen:

- Fehlzeiten =	-48,0 h/Mon.
- Wartung =	-13,8 h/Mon.
+ Korrektur Instdh.=	+1,2 h/Mon.
- Instandhaltg. =	-48,0 h/Mon.
- Pausen =	-69,0 h/Mon.
- Störungen =	-115,2 h/Mon.
- Nacharbeit =	-27,6 h/Mon.
+ Korr.Nacharbeit =	+1,2 h/Mon.

Zeiten außer Einstz. = **319,2 h/Mon.**

⇨ **Hauptnutzungszeit** = 1152 - 319,2 = **832,8 Stunden/Monat**

⇨ **=** 832,8 · 60 = **49.968 Minuten**

Je 10 Minuten 1 Stück

⇨ Stückzahl = 49.968 : 10

Es können mindestens 4.996,8 absatzreife Erzeugnisse pro Monat hergestellt werden!

Hinweis: In einer meiner ersten Versionen war die Rechnung zwar korrekt, die Endsumme der Hauptnutzungszeit jedoch falsch zusammenaddiert. Dieses Ergebnis stimmt nun mit den Mitschriften überein und ich habe alles nochmal überprüft!

Aufgabe 17

Kleiner Hinweis: In der Übungsaufgabe fehlt in der Grafik die Pfeilspitze von B3 nach P. Ich habe das hier im Dokument einfach korrigiert um Verständnissprobleme zu umgehen.

Teilaufgabe a)

Die **Mengenübersichtsstückliste** gibt den Bedarf für 1 ME Endprodukt an. Um die Mengenübersichtsstückliste zu erstellen muß man den Pfeilen vom zu berechnenden Erzeugnis bis zum Endprodukt P folgen und die benötigten Mengen multiplizieren. Man darf dabei jedoch keine Wege (Pfeile) rückwärts gehen ;-)

Beispiel:

Je Mengeneinheit Produkt wird E1 verbraucht von:
E1 nach B1 nach P = 2· 2 = 4 ME
E1 nach B3 nach B1 nach P = 3·3·2 = 18 ME
E1 nach B3 nach P = 3·1 = 3 ME
E1 nach B3 nach B2 nach P = 3·2·1 = 6 ME

Für E1 ist der Gesamtbedarf pro 1 ME Produkt P = 2·2 + 3·3·2 + 3·1 + 3·2·1 **= 31 ME!**

Die übrigen Erzeugnisse berechnen sich nach dem gleichen Schema, sodaß man folgende Mengenübersichtsliste erhält:

	Mengen	S
B1	= 2	2
B2	= 1	1
B3	= 1 + 3·2 + 2·1	9
E1	= 2·2 + 3·3·2 + 3·1 + 3·2·1	31
E2	= 2·3·2 + 2·1 + 2·2·1	18
E3	= 1·3·2 + 1·1 + 1·2·1 + 2·1	11
E4	= E3	11

Anmerkung: In der Übungsaufgabe ist nur B1 und B2 gefragt. Da jedoch meist in anderen Teilaufgaben (siehe c) die Mengenübersicht für andere Erzeugnisse auch benötigt wird, empfiehlt es sich fast, immer alles komplett zu machen!

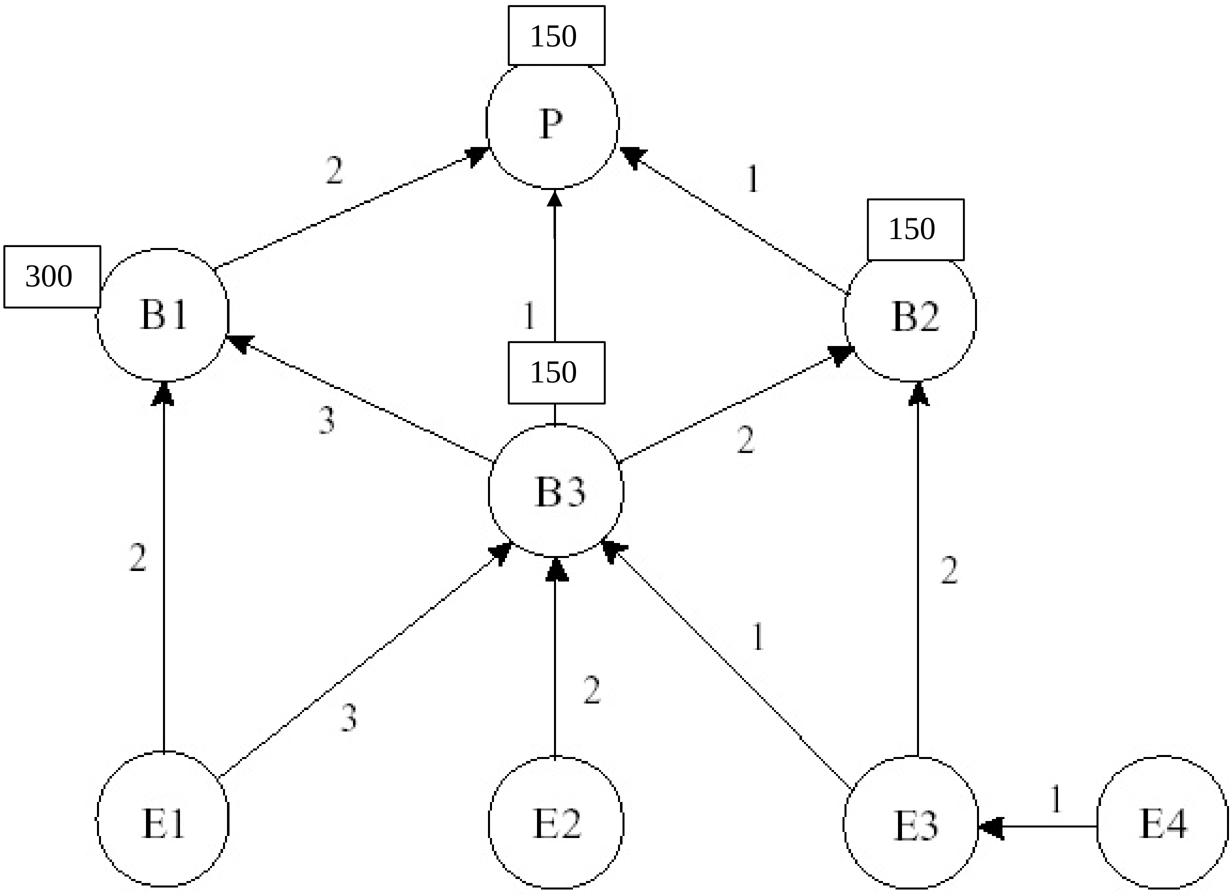
Teilaufgabe b)

Die Eckdaten:

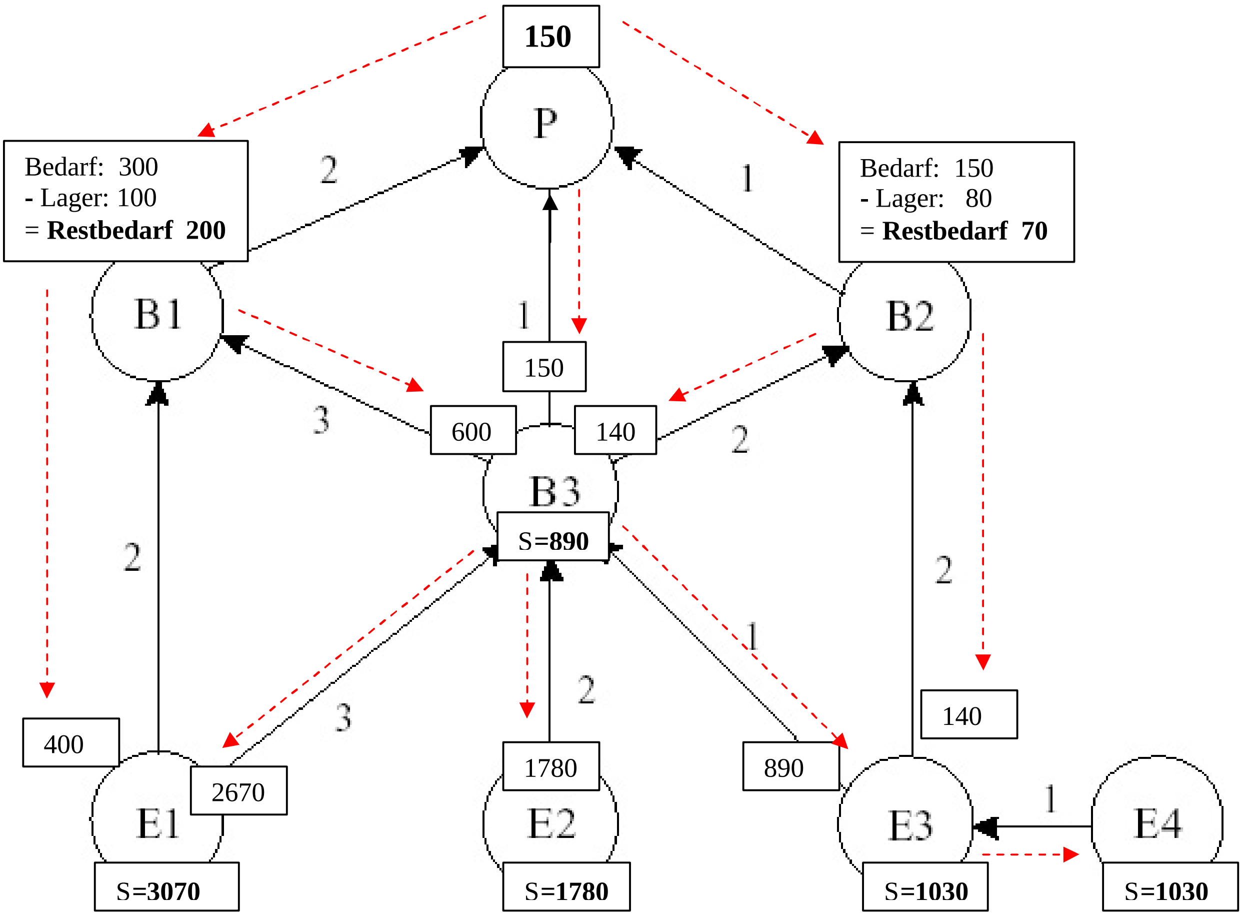
Quartal 1:	Quartal 2:
B1 = 100	B1 = +100
B2 = 80	E3 = +200
Produktion Q1	Produktion Q2
150 ME von P	130 ME von P

Die Aufgabe sieht zunächst super kompliziert aus, ist aber recht simpel zu lösen:

Zuerst schaut man, wieviel Stück vom Produkt P herauskommen sollen und schreibt den Wert (150) obendrüber. Dann geht men die Pfeile rückwärts. Für das Produkt P sind lt. Pfeil 2 Stück Zwischenprodukt B1 nötig. Das bedeutet, daß von B1 insgesamt 300 Stück (Mengeneinheiten ME) benötigt werden. Die schreibt man nun an B1. Das gleiche machen wir nun für B2 - dort wird nur 1 ME je ME Endprodukt benötigt, also insgesamt auch 150. Bei B3 sind es ebenfalls 150.



Jetzt kommt jedoch eine Besonderheit ins Spiel und das ist auch schon die einzigste Fallschlinge in der Aufgabe: Für B1 und B2 gibt es bereits einen Lagerbestand (der ja direkt in das Endprodukt P einfließen kann). Man sollte diese Mengen also vom Bedarf abziehen (am Endprodukt ändert das natürlich nichts und auch nicht an B3). Man korrigiert nun direkt bei den Zahlen B1 = 300 - 100 = 200, B2 = 150 - 80 = 70:



Nun geht man einfach alle Pfeile rückwärts und ermittelt den Bedarf der vorhergehenden Baugruppe. Am Ende hat man die Menge aller Erzeugnisse, die im 1. Quartal produziert werden müssen. (Genauso wird mit Quartal 2 verfahren, die Beschreibung erspare ich mir)

Teilaufgabe c)

Produktionskapazität ist begrenzt für: E2 = 360 E4 = 330

Zunächst berechnet man den Bedarf von B3 am Endprodukt. Der besteht aus $2 \cdot B1 + 1 \cdot B3 + 1 \cdot B2$. Man kann B1 auch als $3 \cdot B3$ darstellen und B2 als $2 \cdot B3$. Daraus ergibt sich der Gesamtbedarf von B3 bezogen auf eine ME Endprodukt P:

$2 \cdot (3) + 1 + 1 \cdot (2)$

B3 wird aus der doppelte Menge E2 hergestellt, demnach gilt:

Bedarf E2 = $(2 \cdot 3 + 1 + 1 \cdot 2) \cdot 2 = 18$ (Bezogen auf eine ME Endprodukt)

Für ein Stück (ME) Endprodukt benötigt man also 18 Stück (ME) von E2!

Hinweis: Dies entspricht genau der Mengenübersichtsstückliste aus a)

Man muß jetzt noch ausrechnen, wieviel Endprodukte mit 360 ME E2 möglich sind:

Die vereinfachte Gesamtrechnung lautet demnach:

E2: $(2 \cdot 3 + 1 + 1 \cdot 2) \cdot 2 = 18$ -> 360 / 18 = 20
E4: $((2 \cdot 3 + 1 + 1 \cdot 2) \cdot 1) + ((1 \cdot 2) \cdot 1) = 11$ -> 330 / 11 = 30

Mit E4 können 30 Produkte hergestellt werden,
mit E2 können 20 Produkte hergestellt werden
-> max = 20 P

Es können maximal 20 Endprodukte P hergestellt werden!

Aufgabe 18

(Entspricht weitgehend Aufgabe 15)

Bedarf Q = 15 · 52 = 780
Preis p = 12,60 + 3 = 15,60
Kosten für gebundenes Kapital i = 0,15
Bestellfixe Kosten B = 120 · 40 : 60 = 80 GE
(B kann man auch als 2/3 von 120 berechnen)

Teilaufgabe a)

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$

-> **optimale Bestellmenge = 230,94**

durchschnittlich gebundenes Kapital = durchschn. Lagerbestand · Preis = 230,94 : 2 · 15,60

-> **durchschnittlich gebundenes Kapital = 1801,33**

Lagerreichweite in Wochen = Bestellmenge (Lagermaximum) : wöchentliche Entnahme
= 230,94 : 15

-> **Lagerreichweite in Wochen = 15,396**

Teilaufgabe b)

Hinweis: In manchen Klausurlösungen habe ich für diese bzw. ähnliche Aufgaben falsche Lösungen gesehen!!! (z.B. Preis falsch verstanden, Preis für Kapitalkosten vergessen, etc.) Die Lösungen dieser Aufgabe wurden von Prof. Mathes in der Vorlesung erklärt und sind nach meinem Ermessen auch vollständig.

Der "Clou" dieser Aufgabe besteht zunächst mal in unterschiedlichen Preisen, nämlich dem bisherigen (!) Preis 15,60 bei 100er Abnahmemengen *oder* einem neuen Preis 16,- bei variabler (also z.B. optimaler) Bestellmenge. Da der Preis für die variable Bestellmenge jetzt nicht mehr dem Preis von 15,60 GE der in a) errechneten opt. Bestellmenge entspricht, muß man daher die optimale Bestellmenge für 16,- GE neu berechnen, sowie die Bestellmengen 200 und 300 bei denen jedoch der Preis dem alten Preis von 15,60 entspricht. (klingt vielleicht jetzt verwirrend, aber ist eigentlich recht simpel ;-)

Neue bestellfixe Kosten B = 180 · 40 : 60 = **120 GE**

Wir haben jetzt zwei unterschiedliche Preise - günstige 100er Packungen oder teure Individualmengen:

Preis p_{100er} = **15,60 GE** (= bisheriger Preis)
Preis $p_{variabel}$ = 13 + 3 = **16 GE**

Für die 100er Packs ändert sich zwar nicht der Preis jedoch erhöhen sich die Bestellkosten. Deshalb müssten wir eigentlich die neue optimale Bestellmenge errechnen um zu wissen, in welcher Größenordnung die neue optimale Bestellmenge liegt. Es ist jedoch davon auszugehen, daß sie ebenfalls zwischen 200 und 300 liegen wird und wir demnach nur Bestellungen von 200 oder 300 prüfen müssen (im Zweifelsfalle nochmal ausrechnen).

Wir schauen also, ob 200 oder 300 ME günstiger sind. Die dritte Alternative ist die optimale (variable) Bestellmenge für jeweils
16,- GE/Stück, die wir aber zunächst erst mal berechnen müssen:

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$

Die optimale Bestellmenge für 16 GE Stückpreis liegt bei:

$m_{opt\ 16\ GE}$ = 279,28 ME

Jetzt vergleichen wir die Gesamtkosten der Periode (= ein Jahr) für alle drei Möglichkeiten:

Gesamtkosten = Warenkosten (für Gesamtbedarf) + Bestellfixe Kosten + Kapitalkosten
Gesamtkosten = (Q · p) + (B · Anzahl Bestellungen) + (Durchschn. Lagerbest. · p · i)

$K_{279\ 16GE}$ = (780 · 16) + (120 · (780: 279,28)) + ((279,28:2) · 16 · 0,15) **= 13.150,28**
12480 + 335,1475 + 335,136

$K_{200\ 15,6\ GE}$ = (780 · 15,6) + (120 · (780: 200)) + ((200:2) · 15,6 · 0,15) **= 12.870**
12168 + 468 + 234

$K_{300\ 15,6\ GE}$ = (780 · 15,6) + (120 · (780: 300)) + ((300:2) · 15,6 · 0,15) **= 12.831**
12168 + 312 + 351

Ergebnis:

Lieferungen zu 300 ME sind von allen Alternativen am günstigsten. Man wird also künftig diese Bestellmenge wählen, sofern die Lagermöglichkeiten es zulassen.

Wichtige Definitionen

Ein **Produktionsfaktor** ist notwendiger Bestandteil bzw. Faktor, der zur Produktion benötigt wird (z.B. Arbeitszeit, Rohstoff, Energie, etc.)

Die **Produktivitätskennziffer** gibt an, ...

Der **Produktionskoeffizient** gibt das Mengenverhältnis eines Produktionsfaktors (z.B. Zeit oder Rohstoff) an, die für 1 Mengeneinheiten Output benötigt wird:

$$a_{ij} = \left[\frac{ME\,Faktor\;\; i}{ME\,Output} \right] \quad \text{bei Produktionsprozess } j$$

Dabei ist *i* die "laufende Nummer" eines beliebigen Produktionsfaktors um verschiedene Faktoren (z.B. Zeit, Energie, Rohstoff, etc.) unterscheiden zu können und *j* ist der Prozess.

Beispiel: Um 15 kg Endprodukt herzustellen werden vom Faktor "Rohstoff X" 12 kg benötigt:

$$a_{Rohstoff} = \frac{12\,kg\;Rohstoff\;\;X}{15\,kg} = 0{,}8 \qquad \text{-> Der Produktionskoeffizient ist 0,8.}$$

-> Für 1 kg Endprodukt werden 0,8 kg Rohstoff X benötigt.

Der **Vektor des Produktionskoeffizienten** enthält die Produktionskoeffizienten für einen Prozess *j*:

$$a_j = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 3 \\ 9 \end{pmatrix}$$

Eine **Matrix der Produktionskoeffizienten** enthält die Vektoren mehrerer Prozesse *j*:

$$A = \begin{array}{cc} j=1 & j=2 \end{array}$$
$$A = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,5 & 0,667 \\ 0,05 & 0,0111 \\ 0 & 0,0667 \end{bmatrix}$$

Die **Faktoreinsatzfunktion** gibt den benötigten **Faktorverbrauch** *r* (Menge) des Faktors *i* an, der bei Produktion der Menge *x* eines Endprodukts benötigt wird (alles immer bezogen auf den Prozess *j*):

$r_{ij} = a_{ij} \cdot x_j$ Anmerkung: Dies ist quasi die Umkehrfunktion des Produktionskoeffizienten!

Produktivitätskennziffer .... folgt...

Die **Lagerreichweite** gibt den Zeitraum an, bis das Lager leer ist:

$$\frac{\text{Lageranfangsbestand (Bestellmenge)}}{\text{Wochenverbrauch}} = \text{Anzahl Wochen bis Lager leer ist}$$

Die **Lagerumschlagshäufigkeit** gibt an, wie oft das Lager neu aufgefüllt werden muß:

$$\frac{\text{Gesamtverbrauch}}{\text{Bestellmenge}} = \text{Umschlagshäufigkeit}$$

Durchschnittlich gebundenes Kapital (bezogen auf Lagerbestand):

$$\frac{\text{Max. Lagerbestand}}{2} \cdot \text{Stückpreis} = \text{durchschnittlich gebundenes Kapital}$$

Durchschnittliche Kapitalkosten (bezogen auf Lagerbestand):

$$\frac{\text{Max. Lagerbestand}}{2} \cdot \text{Stückpreis} \cdot \text{Zinssatz} = \text{durchschnittliche Kapitalkosten}$$

Deckungsbeitrag:
d_j = Absatzpreis $_j$ - Kosten $_j$

Relativer Deckungsbeitrag:

$$d'_j = \frac{d_j}{a_{ij}} = \frac{GE}{(\text{Ressourceneinheit des Engpasses})} = \frac{GE/ME}{ZE/ME} = \frac{GE}{ZE}$$

Die **optimale Bestellmenge** berechnet sich aus den Größen:

Bedarf Q
Preis (Stückpreis) p
Kosten für gebundenes Kapital (Lagerhaltungskosten) = Zins i = 0,15
Bestellfixe Kosten B (manchmal auch K_f)

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot Q}{p \cdot i}}$$