2.2 Lineare Optimierung

Maturaskript BHS – Teil B (12 Seiten)

Cluster: HLFS/HUM

Grundkompetenzen:

- **B_W1_2.2** lineare Optimierung: Zielfunktion aufstellen; die optimalen Lösungen mittels Technologieeinsatz ermitteln und interpretieren sowie den Lösungsweg erklären

Zusätzlich:

Erklärvideos (gratis!) zur visuellen Veranschaulichung.

QR-Codes im SKRIPT!

Maturaaufgaben aus dem Matura-Aufgabenpool

Prof. Tegischer

Allgemeine Informationen zum Maturaskript

Im Maturaskript werden die zu erlernenden Inhalte (falls vorhanden) durch einen **Theorieblock** eingeführt. Im Anschluss sollen **Beispielaufgaben (**Aufgaben von **Prof. Tegischer** bzw. **Maturaaufgaben** aus dem Aufgabenpool**)** gelöst werden, um das Erlernte zu festigen.

Information: *Bei manchen Grundkompetenzen gibt es ausschließlich Maturaaufgaben, da es von meiner Seite dazu noch keine Ausarbeitungen gibt.*

Zur visuellen Veranschaulichung und für weitere Informationen werden selbst erstellte **YouTube-Videos** angeboten. Im Skript sind die Videos mit einem QR-Code versehen, der direkt zum Video führt. In der PDF-Datei kommt man per Klick auf den Link auch zur Erklärung. (Info*: bei manchen Grundkompetenzen gibt es keine Videos von Prof. Tegischer*)

- Die **Musterlösungen** zu den von mir erstellten Aufgaben (Bsp.1, Bsp. 2, …) sind entweder im Downloadpaket dabei oder auf meiner Homepage unter folgendem Link abrufbar (Mitgliedschaft!): https://prof-tegischer.com/ahs-reifepruefung-mathematik/
- Die Musterlösungen der Maturaaufgaben findet ihr direkt auf der Homepage des Aufgabenpools:

1) Gehe zum Aufgabenpool Mathematik AHS: https://prod.aufgabenpool.at/amn/index.php?id=AM
2) Gib im Feld „**Volltextsuche**" die **Nummer** ein. Du kommst zur zugehörigen Aufgabe. Die Lösungen sind bei der Aufgabe enthalten.

Quellennachweis:

- Alle **Theorieteile** wurden von mir geschrieben. **Aufgaben** mit der Kennzeichnung Bsp. 1, Bsp.2, usw. wurden von mir erstellt. **Aufgaben** mit Titel + Nummer (z.B. A_263) sind Aufgaben aus dem Aufgabenpool. Vielen Dank an dieser Stelle an das **Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF)** für die Erlaubnis zur Verwendung der Maturabeispiele.
- Alle **Graphiken** wurden von mir mit den Programmen „**MatheGrafix PRO**" und „**GeoGebra**" erstellt. Die **QR-Codes** in den Skripten wurden mit „**QR-Code-Generator**" erstellt.

Lizenzbedingungen:

Ich freue mich, wenn LehrerInnen die Unterlagen im eigenen Unterricht einsetzen oder wenn SchülerInnen mit den Materialien lernen. Dennoch gibt es Regeln, an die sich alle Personen halten müssen, die mit Materialien von Prof. Tegischer arbeiten:

Allgemeine Regeln	Weitere Regeln für Lehrpersonen
▪ Sie dürfen die Materialien für eigene Zwecke zur Erarbeitung von Inhalten nutzen. ▪ Sie dürfen die Materialien herunterladen, ausdrucken und zur Nutzung im eigenen Bereich anwenden. Es ist nicht erlaubt, die Materialien zu vervielfältigen, um anderen Personen einen Zugang zu ermöglichen. ▪ Sie dürfen mein Materialen **NICHT** gewerblich nutzen, über das Internet verbreiten oder an Dritte weitergeben. Graphiken dürfen nicht ohne Zustimmung herauskopiert werden. ▪ Die Materialien dürfen nicht verändert und als eigene ausgegeben werden. ▪ Bei einem **Missbrauch** erlischt das Nutzungsrecht an den Inhalten und es muss mit einer Schadenersatzforderung gerechnet werden.	**WICHTIGSTE REGEL:** LehrerInnen dürfen die Materialien in **Ihrem eigenen Unterricht** verwenden: ▪ Es ist erlaubt, Kopien zu erstellen und diese den SchülerInnen auszuteilen. ▪ LehrerInnen dürfen Unterlagen in eLearning-Kursen ihren eigenen Schülerinnen und Schülern bereitstellen sofern der Kurs mit einem Kennwort geschützt ist und nur die eigenen Schülerinnen und Schüler (keine weiteren Lehrkräfte) darauf Zugriff haben. ▪ Es ist **nicht erlaubt**, die Materialien mit Ihren KollegInnen zu teilen. Es ist nicht erlaubt, die Unterlagen an Orten zu speichern, an denen auch andere Lehrpersonen oder Personen Zugriff haben. ▪ LehrerInnen müssen den SchülerInnen mitteilen, dass sie die Materialien nicht gewerblich nutzen, über das Internet verbreiten oder an Dritte weitergeben dürfen.

Haben Sie Fragen, Wünsche oder Anregungen zu meinen Unterrichtsmaterialien, können Sie mich gerne auf **Instagram** (**prof. tegischer**) oder per **Mail** kontaktieren (info@prof-tegischer.com). Auf meiner Homepage prof-tegischer.com finden Sie weitere Informationen zu meinen Materialien.

Weinbau und Weinkonsum (B_133)

In einem Weinbaugebiet sollen neue Anbauflächen für Reben optimal genutzt werden.

a) Auf einer Fläche von höchstens 30 Hektar (ha) werden 2 verschiedene Rebsorten *A* und *B* angebaut. Die nachstehende Tabelle enthält die Prognose pro Hektar für die Arbeitskosten in Euro (€), den Ernteertrag in Tonnen (t) und die erwartete Weinmenge in Litern (L). Außerdem ist der Verkaufspreis des Weins in Euro pro Liter (€/L) angegeben.

	Arbeitskosten in €/ha	Ernteertrag in t/ha	Weinmenge in L/ha	Preis pro Liter in €/L
Sorte *A*	500	7,5	3 200	2
Sorte *B*	950	5,3	4 000	1,8

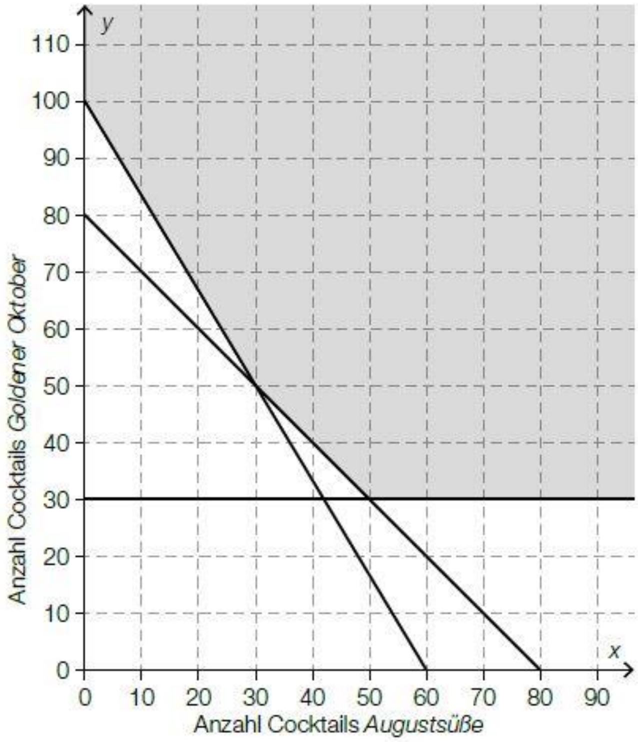
Man möchte für dieses Gebiet nicht mehr als € 24.000 für die Arbeitskosten ausgeben und kann nur insgesamt 220 t Trauben zu Wein verarbeiten.
Die Anbaufläche soll zwischen den Sorten *A* und *B* so aufgeteilt werden, dass der Weinverkauf einen maximalen Erlös ergibt.

– Erstellen Sie eine Gleichung der Zielfunktion und alle für den möglichen Lösungsbereich notwendigen Ungleichungen.

Alkoholfreie Cocktails* (B_454)

Es gibt viele beliebte Cocktails ohne Alkohol.

c) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich für die Herstellung der Cocktails *Augustsüße* und *Goldener Oktober* dargestellt.



Die Produktionskosten für einen Cocktail *Goldener Oktober* sind um 50 % höher als die Produktionskosten für einen Cocktail *Augustsüße*. Die gesamten Produktionskosten sollen minimiert werden.

1) Geben Sie eine mögliche Zielfunktion Z an, die die gesamten Produktionskosten beschreibt.

$Z(x, y) =$ ____

2) Zeichnen Sie in der obigen Abbildung diejenige Gerade ein, für die im Lösungsbereich der minimale Wert der Zielfunktion angenommen wird.

Biogas (B_174)

Biogas ist ein alternativer Energieträger. Es kann unter anderem aus Mais- oder Zuckerrüben gewonnen werden. Der Hauptbestandteil von Biogas ist Methan.

x … Ackerfläche in Hektar (ha), auf der Mais angebaut wird
y … Ackerfläche in Hektar (ha), auf der Zuckerrüben angebaut werden

a) Eine Landwirtin hat insgesamt höchstens 40 Hektar (ha) Anbaufläche zur Verfügung. Sie will auf einer Ackerfläche von mindestens 5 ha Mais und auf einer Ackerfläche von mindestens 10 ha Zuckerrüben anbauen.
Außerdem möchte sie einen Ertrag von mindestens 480 000 m^3 Biogas erzielen.
Sie möchte die Kosten für die Erzeugung von Methan möglichst gering halten.
In der folgenden Tabelle sind die Kosten und Erträge aufgelistet:

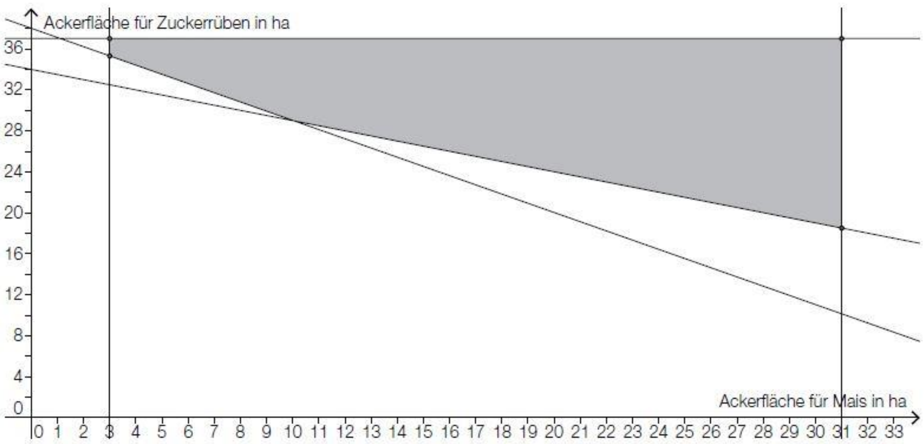
	Produktionskosten für Methan in €/m^3	Methanertrag in m^3/ha	Biogasertrag in m^3/ha
Energiemais	0,2	6 400	11 000
Zuckerrüben	0,25	7 000	12 600

– Stellen Sie die notwendigen Ungleichungen und die Zielfunktion für eine lineare Optimierung auf.

b) Ein Landwirt ermittelt für seine Biogasproduktion folgende Zielfunktion Z der entstehenden Kosten in Euro (€):

$Z(x,y) = 1\,050 \cdot x + 1\,500 \cdot y$

– Zeichnen Sie diejenige Gerade, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird, in die nachstehende Grafik mit dem grau unterlegten Lösungsbereich ein.
– Lesen Sie aus der Grafik diejenigen Ackerflächen für Mais und Zuckerrüben ab, für die die Kosten minimal werden.
– Berechnen Sie die entstehenden minimalen Kosten.



c) Mögliche Werte für x und y werden durch folgende 6 Ungleichungen beschrieben:

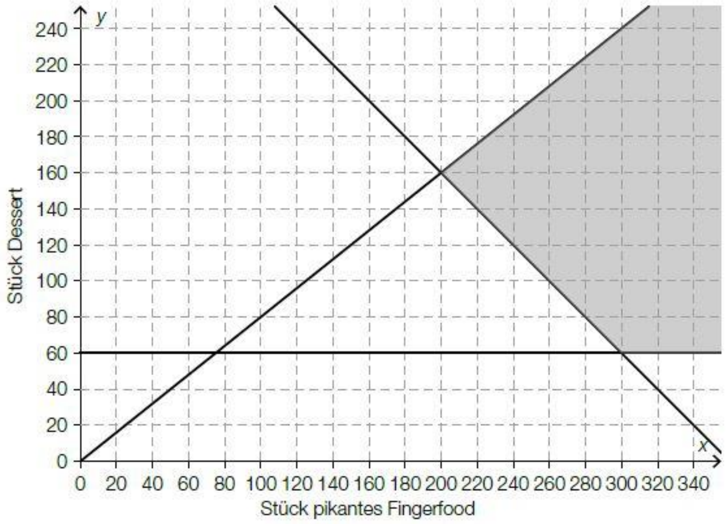
(1) $x \geq 10$
(2) $x \leq 62$
(3) $y \geq 8$
(4) $y \leq 60$
(5) $y \geq -0{,}75 \cdot x + 70$
(6) $y \geq -0{,}52 \cdot x + 62$

– Zeichnen Sie diejenige Fläche, die durch diese Ungleichungen bestimmt ist.

Catering * (B_410)

Im Rahmen eines Schulprojekts soll eine Schülergruppe Caterings für Events durchführen.
Dabei sollen x Stück pikantes Fingerfood und y Stück Dessert geliefert werden.

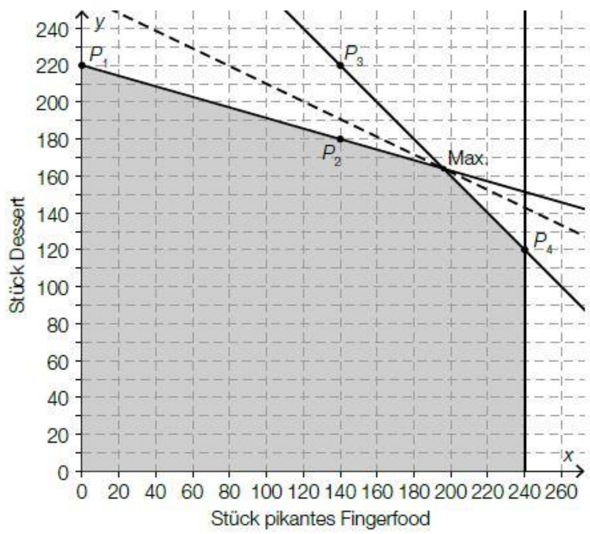
b) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich des Ungleichungssystems mit den Vorgaben eines anderen Events dargestellt.



Die Produktionskosten für jedes Stück pikantes Fingerfood betragen € 0,80, für jedes Stück Dessert € 1. Die Gesamtproduktionskosten sollen möglichst gering sein.

– Erstellen Sie eine Gleichung der zugehörigen Zielfunktion.
– Zeichnen Sie in der obigen Abbildung diejenige Gerade ein, für die im Lösungsbereich des Ungleichungssystems der minimale Wert der Zielfunktion angenommen wird.
– Lesen Sie aus der obigen Abbildung diejenigen Produktionsmengen ab, bei der die Gesamtproduktionskosten minimal sind.

c) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich zur Ermittlung des maximalen Gewinns beim Catering für ein anderes Event dargestellt. Die Gerade, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird, ist strichliert eingezeichnet.

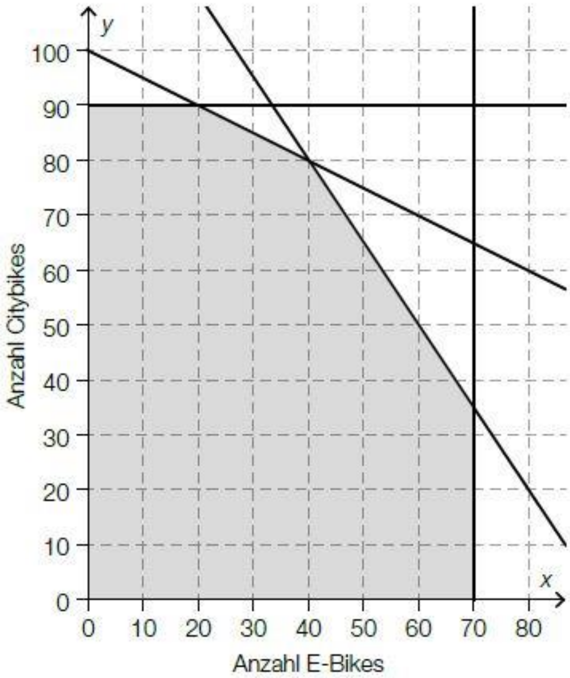


Die Punkte P_1, P_2, P_3 und P_4 liegen auf dem Koordinatengitter.

– Erstellen Sie mithilfe der eingezeichneten Punkte die Gleichungen der beiden Begrenzungsgeraden, die zum Bestimmen der Produktionsmengen für den maximalen Gewinn benötigt werden.
– Berechnen Sie diejenigen Stückzahlen an pikantem Fingerfood und Dessert, bei denen ein maximaler Gewinn erzielt wird.

Fahrräder * (B_460)

e) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich für einen weiteren Fahrradverleih dargestellt.



Die Zielfunktion für den Erlös in Euro pro Tag bei diesem Fahrradverleih lautet:

$E(x, y) = 30 \cdot x + 20 \cdot y$

x ... Anzahl der E-Bikes
y ... Anzahl der Citybikes

Es soll ermittelt werden, wie viele E-Bikes und Citybikes pro Tag verliehen werden müssen, um den maximalen Erlös zu erzielen.

1) Argumentieren Sie, dass es dafür keine eindeutige Lösung gibt.

Konditorei * (B_317)

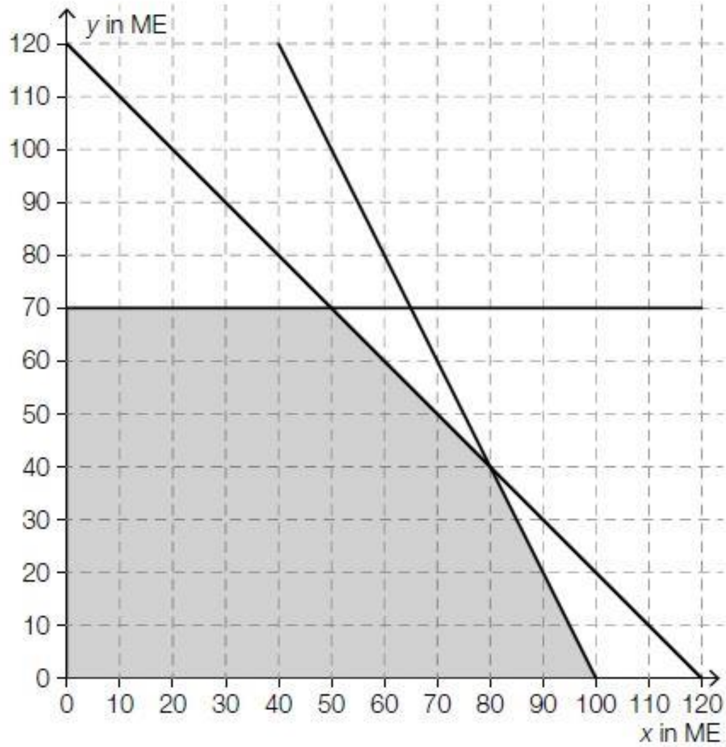
b) Die Fertigungskosten für eine Sachertorte betragen € 10,50, jene für eine Topfentorte € 8,00.
Der Verkaufspreis für eine Sachertorte beträgt € 34,00, jener für eine Topfentorte € 26,00.
Es werden x Sachertorten und y Topfentorten verkauft.

– Stellen Sie die Gleichung der Zielfunktion zur Beschreibung des Gewinns auf.

Fruchtsäfte * (B_400)

Ein Unternehmen erzeugt Fruchtsäfte (Apfel-, Birnen-, Trauben- und Orangensaft).

c) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich der Produktionseinschränkungen für die tägliche Produktion von x ME Apfelsaft und y ME Orangensaft dargestellt.



Der Gewinn beim Verkauf jeder Flasche Apfelsaft beträgt € 0,12. Der Gewinn beim Verkauf jeder Flasche Orangensaft beträgt € 0,20. Dabei gilt: 1 ME = 1 000 Flaschen.

– Stellen Sie eine Gleichung der Zielfunktion zur Beschreibung des Gewinns auf.
– Zeichnen Sie diejenige Gerade, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird, in der obigen Abbildung ein.
– Ermitteln Sie den maximalen Gewinn pro Tag in €.

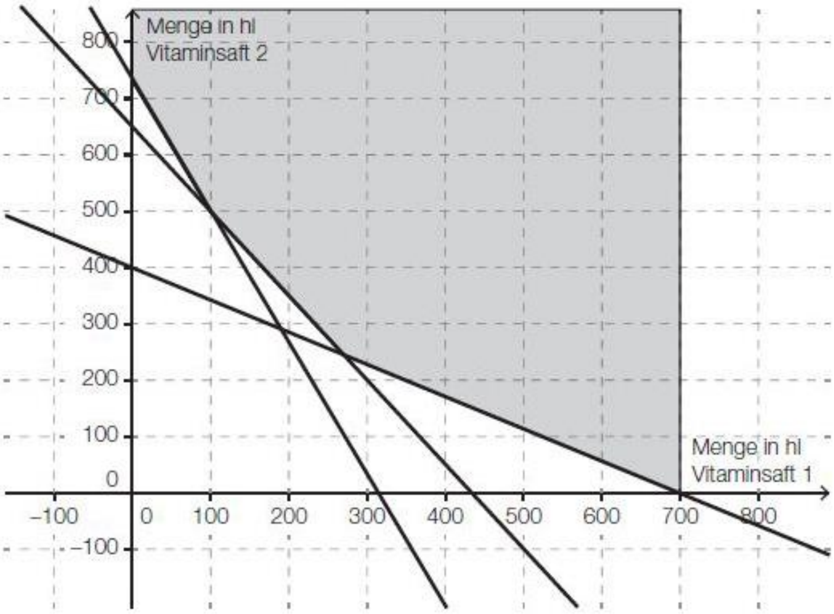
Aufgrund einer weiteren Produktionseinschränkung können pro Tag nur maximal 60 ME Apfelsaft hergestellt werden.

– Begründen Sie, warum sich der maximale Gewinn pro Tag dadurch nicht verändert.

Getränkeproduktion (B_147)

Ein Getränkehersteller produziert verschiedene Fruchtsäfte.

b) Das Unternehmen stellt aus 2 hochwertigen Vitamingetränken eine neue Mischung her, die bestimmte Mindestmengen von 3 Inhaltsstoffen enthalten muss. Die in der nachstehenden Grafik dargestellte Lösungsmenge erfüllt diese Bedingungen.
Der 1. Vitaminsaft kostet dem Unternehmen € 300 pro hl, der 2. Saft € 150 pro hl.



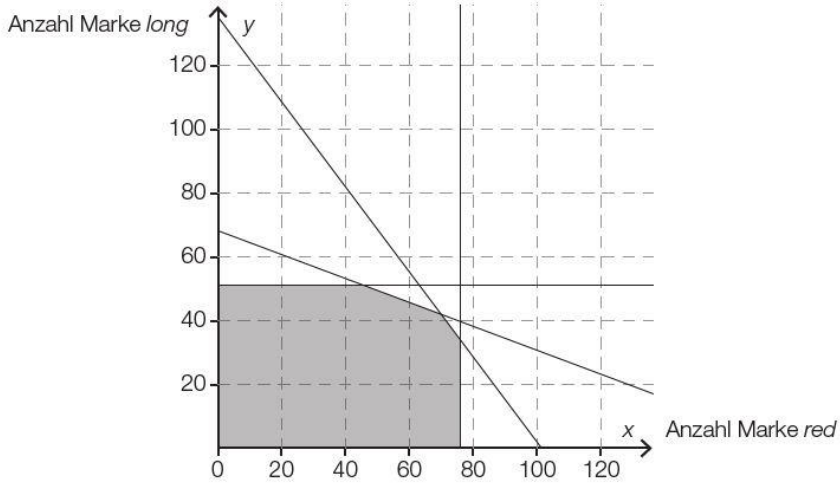
Die neue Mischung soll möglichst kostengünstig sein.

– Stellen Sie die Zielfunktion K für die Kosten auf.
– Zeichnen Sie die Gerade, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird, in die obige Grafik ein.
– Ermitteln Sie, für welche Mischung die Kosten minimal sind.
– Berechnen Sie die minimalen Kosten.

Gürtelproduktion * (B_351)

Ein Unternehmen stellt unterschiedliche Ledergürtel her.

c) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich der Produktionseinschränkungen für die Gürtelproduktion der Marken *red* und *long* dargestellt.



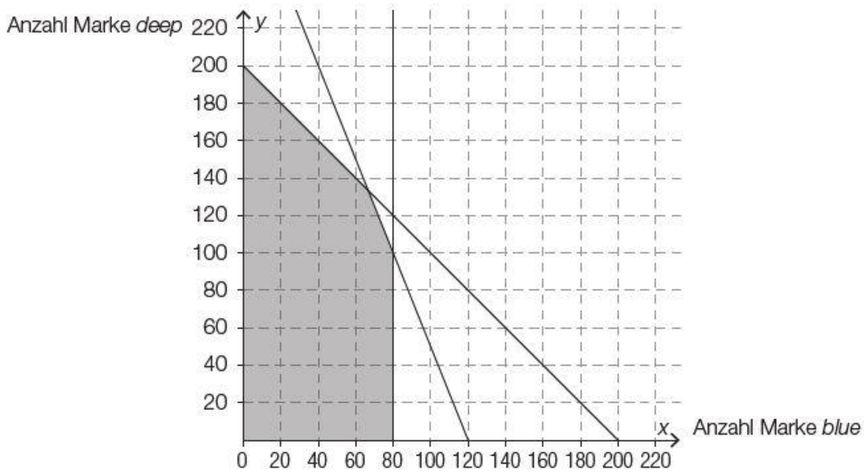
Die Zielfunktion Z beschreibt den Gewinn in Euro: $Z(x, y) = 2 \cdot x + 3 \cdot y$

x ... Anzahl der Gürtel der Marke *red*
y ... Anzahl der Gürtel der Marke *long*

Dieser Gewinn soll maximiert werden.

– Zeichnen Sie diejenige Gerade, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird, in der obigen Abbildung ein.
– Lesen Sie die optimalen Produktionsmengen näherungsweise ab.
– Ermitteln Sie den maximalen Gewinn.

d) In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich der Produktionseinschränkungen für die Gürtelproduktion der Marken *blue* und *deep* dargestellt.



Jemand behauptet, dass der maximale Gewinn erreicht wird, wenn 60 Gürtel der Marke *blue* und 120 Gürtel der Marke *deep* produziert und verkauft werden.

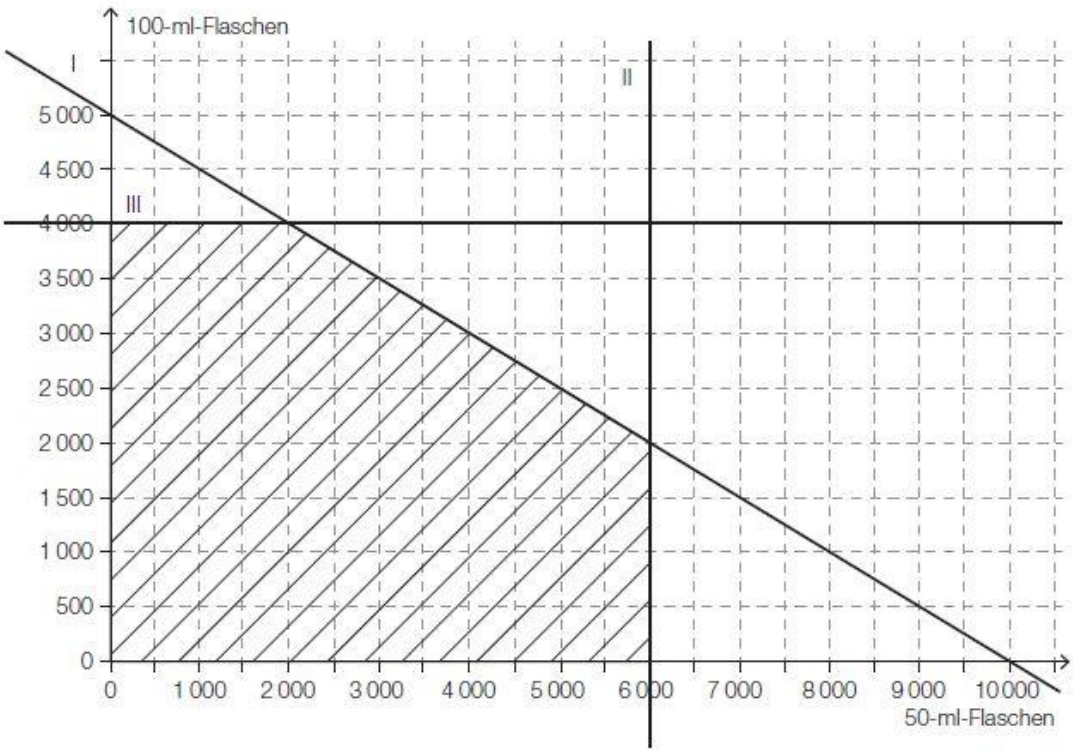
– Erklären Sie, warum man ohne Kenntnis der Zielfunktion beurteilen kann, dass diese Behauptung falsch ist.

Hustensaft (B_138)

Ein Unternehmen hat das Monopol auf den Vertrieb eines bestimmten Hustensafts. Der Hustensaft wird in kleinen Flaschen abgefüllt, deren Füllmenge in Millilitern (ml) angegeben ist.

b) Das Unternehmen füllt pro Tag 500 Liter Hustensaft in x Flaschen mit 50 ml und y Flaschen mit 100 ml ab.
Der Verkaufspreis für eine 50-ml-Flasche beträgt € 5,40.
Für eine 100-ml-Flasche erzielt man einen Preis von € 9,60.

Der Lösungsbereich für die möglichen Verkaufszahlen der beiden unterschiedlichen Flaschen ist in der nachstehenden Grafik dargestellt.



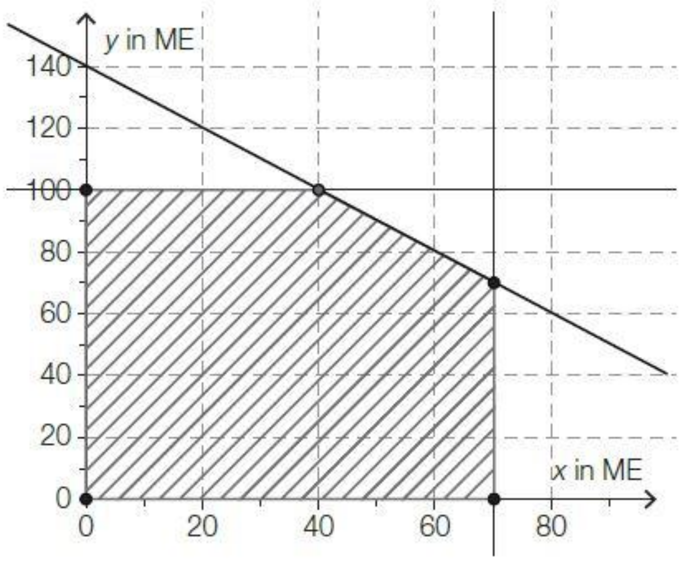
– Lesen Sie aus der Grafik die Ungleichung der einschränkenden Bedingung I ab.
– Erstellen Sie die Gleichung der Zielfunktion für den maximalen Erlös.
– Zeichnen Sie in die Grafik diejenige Gerade ein, für die der optimale Wert der Zielfunktion angenommen wird.
– Ermitteln Sie grafisch diejenige Anzahl von Flaschen, die das Unternehmen von beiden Größen verkaufen sollte, um einen maximalen Erlös zu erzielen.

Kostenanalyse (B_141)

Ein Betrieb stellt im Wesentlichen 2 verschiedene Produkte her. Um gewinnbringend zu produzieren, wurden jeweils die bei der Produktion anfallenden Kosten in Abhängigkeit von der produzierten Menge untersucht. Dabei werden folgende Bezeichnungen verwendet:

x … erzeugte Menge in Mengeneinheiten (ME)
$K(x)$ … Gesamtkosten bei x erzeugten ME in Geldeinheiten (GE)

c) Der Betrieb kann täglich die in der nachstehenden Grafik im schraffierten Lösungsbereich angezeigten Mengen x des 1. Produkts und y des 2. Produkts herstellen. Die Mengen sind in Mengeneinheiten (ME) angegeben.
Die Herstellungskosten für 1 ME des 1. Produkts betragen 21 GE/ME, jene für das 2. Produkt 15 GE/ME.
Die Verkaufspreise betragen für 1 ME des 1. Produkts 51 GE/ME und für das 2. Produkt 39 GE/ME.
Die Produktionsmengen der beiden Produkte sollen so gewählt werden, dass insgesamt ein möglichst hoher Gewinn erwirtschaftet wird.

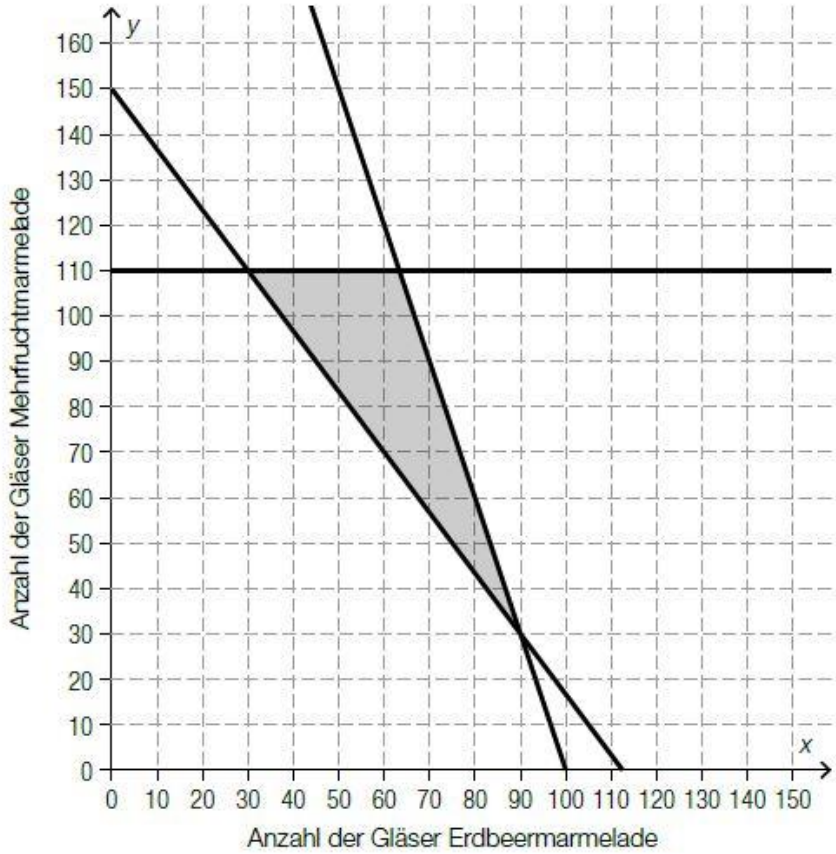


– Stellen Sie die zugehörige Zielfunktion zur Berechnung des maximalen Gewinns auf.
– Zeichnen Sie die zur Zielfunktion passende Gerade durch den Koordinatenursprung in die obige Grafik ein.
– Ermitteln Sie, wie viel von jedem Produkt gefertigt werden soll, damit der Gewinn maximal ist.

Marmelade * (B_280)

Sarah und Daniel stellen im Rahmen eines Schulprojekts selbstgemachte Marmelade her und füllen sie in Gläser ab. Es werden x Gläser Erdbeermarmelade und y Gläser Mehrfruchtmarmelade abgefüllt.

c) In der nachstehenden Grafik sind die Mengenbeschränkungen nach einer weiteren Überarbeitung des Projekts dargestellt.



Die Gleichung der Zielfunktion Z zur Ermittlung der Kosten in Euro bei der Herstellung lautet:

$Z(x, y) = 2{,}50 \cdot x + 3 \cdot y$

1) Zeichnen Sie in der obigen Grafik diejenige Gerade ein, für die der minimale Wert der Zielfunktion angenommen wird.

Nachdem Sarah ihrer Tante von ihrem Schulprojekt erzählt hat, stellt diese Himbeeren kostenlos zur Verfügung. Die Kosten pro Glas Mehrfruchtmarmelade sinken dadurch auf € 2,50 pro Glas.

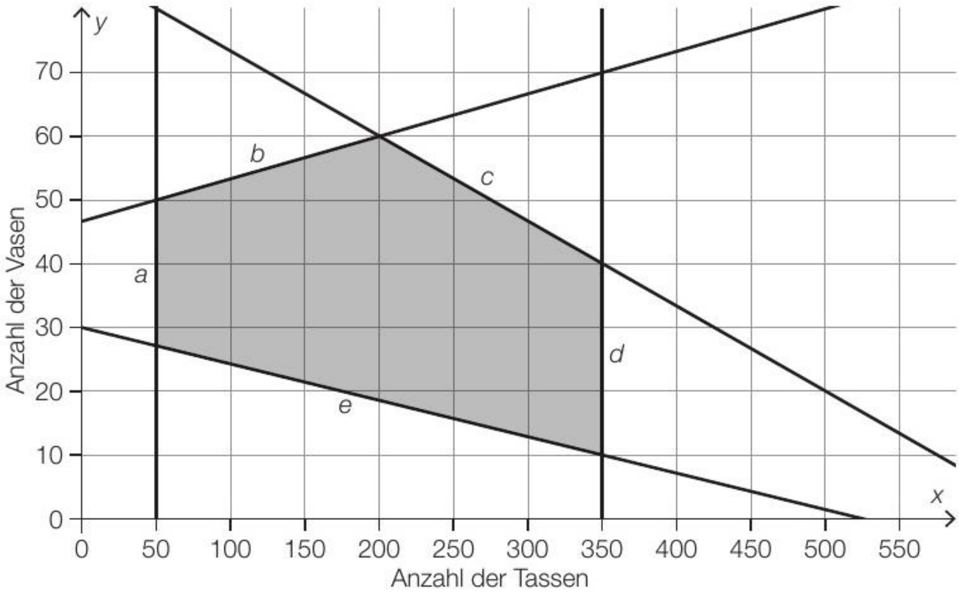
2) Erstellen Sie eine Gleichung der neuen Zielfunktion Z_1 zur Ermittlung der Kosten.

3) Überprüfen Sie nachweislich, ob Sarah und Daniel durch diese Kostensenkung auch die Produktionsmengen ändern müssen, wenn ihre Gesamtkosten minimal bleiben sollen.

Porzellan * (B_514)

Ein Betrieb stellt Tassen und Vasen aus Porzellan her.

b) Die Produktionseinschränkungen am Standort *B* des Betriebs sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt.



1) Vervollständigen Sie die nachstehende Gleichung der Geraden *e* durch Eintragen der fehlenden Zahlen.

$y = \boxed{} \cdot x + \boxed{}$

2) Ordnen Sie den beiden Aussagen jeweils die entsprechende Gerade zu.

Eine Gleichung der Geraden ist gegeben durch: $-x + 15 \cdot y = 700$	
Die zugehörige Ungleichung beschreibt die Mindestproduktionsmenge für eines der beiden Produkte.	

A	*a*
B	*b*
C	*c*
D	*d*

Der Verkaufspreis für eine Tasse beträgt € 8, jener für eine Vase € 12.
Der Erlös soll maximiert werden.

3) Stellen Sie eine Gleichung der Zielfunktion *E* für den Erlös auf.

$E(x, y) =$ ____________________________

4) Ermitteln Sie die optimalen Produktionsmengen für den Standort *B*.

Sonnencreme * (B_547)

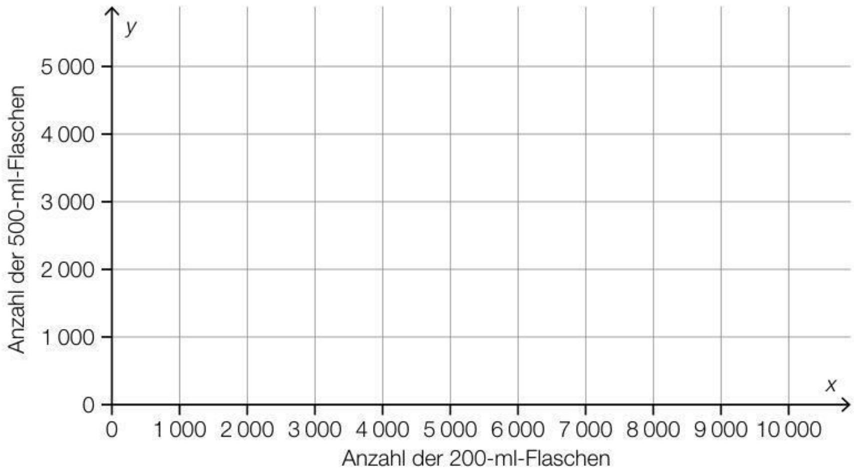
c) Die Sonnencreme der Marke *Sun Protect* soll in 200-ml-Flaschen und in 500-ml-Flaschen abgefüllt werden. Dabei gilt das folgende Ungleichungssystem:

I: $x + y \geq 5\,000$
II: $0{,}2 \cdot x + 0{,}5 \cdot y \leq 2\,000$
III: $y \geq 1\,500$

x ... Anzahl der 200-ml-Flaschen
y ... Anzahl der 500-ml-Flaschen

1) Interpretieren Sie die Ungleichung I im gegebenen Sachzusammenhang.

2) Zeichnen Sie im nachstehenden Koordinatensystem den Lösungsbereich des Ungleichungssystems ein.



Wenn die Nichtnegativitätsbedingungen ($x \geq 0$, $y \geq 0$) zum Ungleichungssystem hinzugefügt werden, ändert sich der Lösungsbereich des Ungleichungssystems nicht.

3) Begründen Sie, warum diese Aussage richtig ist.

Die 200-ml-Flaschen der Marke *Sun Protect* werden um 3,80 €/Stück verkauft.
Die 500-ml-Flaschen der Marke *Sun Protect* werden um 8,75 €/Stück verkauft.

4) Stellen Sie eine Gleichung der Zielfunktion Z zur Beschreibung des Erlöses auf.

$Z(x, y) =$ ____

Strandbar * (B_488)

Eine kleine Strandbar bietet zwei Eisdesserts an: Eiskaffee und Bananensplit.

x ... Anzahl der Eiskaffees
y ... Anzahl der Bananensplits

b) Die Zielfunktion E beschreibt den Gesamterlös in Euro bei einem Verkauf von x Eiskaffees und y Bananensplits.

$E(x, y) = p_1 \cdot x + p_2 \cdot y$

Der Preis eines Bananensplits ist um 20 % höher als der Preis eines Eiskaffees.

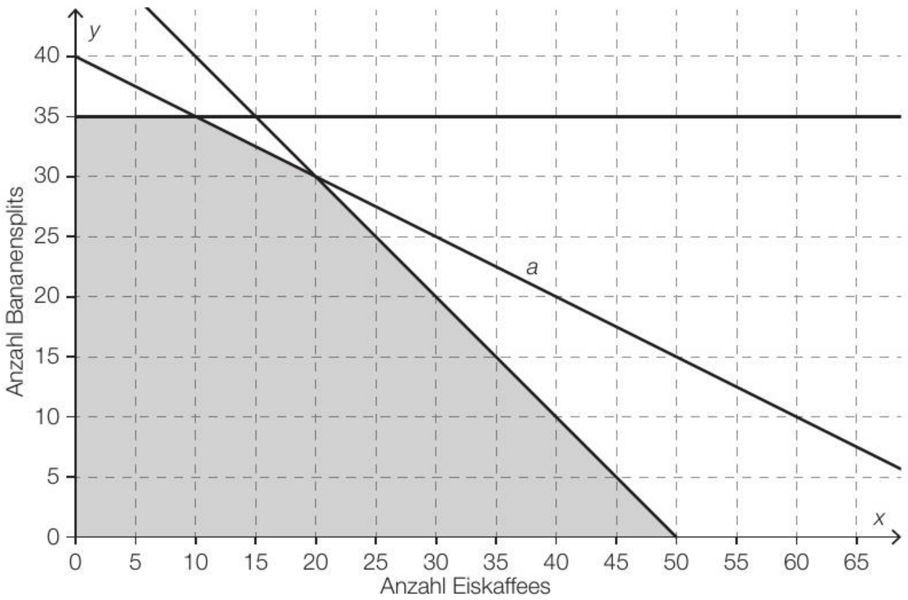
1) Erstellen Sie mithilfe von p_1 eine Formel zur Berechnung von p_2.

$p_2 =$ ____

Der Gesamterlös bei einem Verkauf von 10 Eiskaffees und 5 Bananensplits beträgt € 72.

2) Ermitteln Sie p_1 und p_2.

c) Im nächsten Sommer werden die Rezepte und die Preise verändert. In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich für die Herstellung von x Eiskaffees und y Bananensplits dargestellt.



1) Vervollständigen Sie die nachstehende Gleichung der Geraden a durch Eintragen der fehlenden Zahl.

$x + \boxed{} \cdot y = 80$

Ein Eiskaffee wird um € 4,60 und ein Bananensplit um € 6,00 verkauft.
Die Kosten für die Herstellung betragen € 1,10 für einen Eiskaffee und € 1,50 für ein Bananensplit.

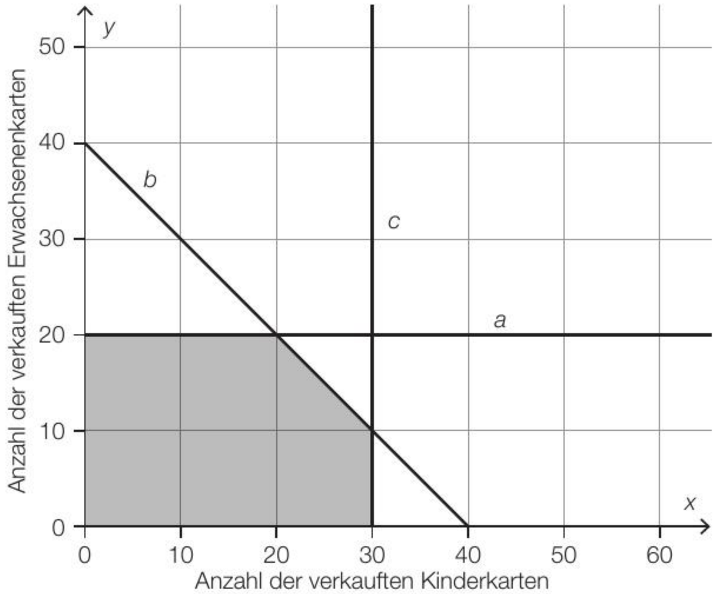
2) Erstellen Sie eine Gleichung der Zielfunktion zur Beschreibung des Gewinns in Euro.

3) Ermitteln Sie diejenigen Verkaufsmengen, bei denen der Gewinn maximal ist.

Waldführungen * (B_526)

Ein Naturschutzzentrum bietet verschiedene Waldführungen an.

b) Für eine Familientour werden die möglichen Verkaufszahlen von Erwachsenenkarten und Kinderkarten untersucht. In der nachstehenden Abbildung ist der Lösungsbereich für die Anzahl der verkauften Kinderkarten und Erwachsenenkarten dargestellt.



1) Ergänzen Sie die Textlücken im nachstehenden Satz durch Ankreuzen des jeweils zutreffenden Satzteils so, dass eine richtige Aussage entsteht.

Der Lösungsbereich liegt ______①______, da ______②______ für die Familientour verkauft werden können.

①	
unterhalb der Geraden *a*	☐
unterhalb der Geraden *b*	☐
links von der Geraden *c*	☐

②	
höchstens 30 Kinderkarten	☐
höchstens 20 Kinderkarten	☐
mindestens 40 Karten	☐

Die Zielfunktion Z beschreibt den Erlös in Euro bei einer Familientour:

$Z(x, y) = 4 \cdot x + 6 \cdot y$

x ... Anzahl der verkauften Kinderkarten
y ... Anzahl der verkauften Erwachsenenkarten

Dieser Erlös soll maximiert werden.

2) Zeichnen Sie in der obigen Abbildung diejenige Gerade ein, auf der der optimale Wert der Zielfunktion im Lösungsbereich angenommen wird.

3) Lesen Sie aus der obigen Abbildung die optimalen Verkaufszahlen ab.

4) Ermitteln Sie den maximalen Erlös.