

### Aufgabe B 1.1

Ein Würfel besitzt die Eckpunkte  $O(0 | 0 | 0)$ ,  $P(6 | 0 | 0)$ ,  $Q(0 | 6 | 0)$  und  $R(0 | 0 | 6)$ .

Gegeben ist außerdem die Ebene  $E : 3x_2 + x_3 = 8$

#### a) ▶ Würfel in einem Koordinatensystem darstellen

(5P)

Du sollst den Würfel mit den gegebenen Eckpunkten, gemeinsam mit der Ebene  $E$  in einem Koordinatensystem darstellen. Beginne zuerst mit dem Würfel und zeichne anschließend die Ebene ein.

Um den Würfel in einem Koordinatensystem darzustellen, kannst du so vorgehen:

- Zeichne das Koordinatensystem
- Trage die gegebenen Eckpunkte in das Koordinatensystem ein
- Ergänze die fehlenden Eckpunkte und die Kanten des Würfels

#### 1. Schritt: Koordinatensystem zeichnen

Um den Würfel in einem Koordinatensystem darzustellen, brauchst du zuerst ein Koordinatensystem. Beginne also indem du dieses zeichnest. Du siehst, dass die Koordinaten der Eckpunkte des Würfels jeweils aus drei Komponenten bestehen. Das bedeutet, es handelt sich um ein dreidimensionales Koordinatensystem.

Du brauchst also drei Achsen:

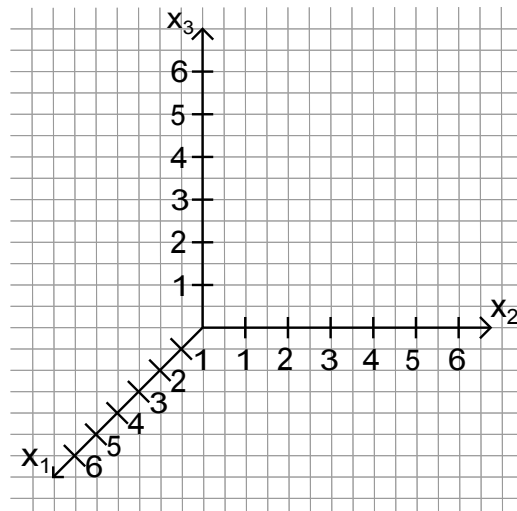
- $x_1$ -Achse: die Achse, die nach „vorn“ bzw. „hinten“ läuft.
- $x_2$ -Achse: die Achse, die nach „rechts“ bzw. „links“ läuft.
- $x_3$ -Achse: die Achse, die nach „oben“ bzw. „unten“ läuft.

Nun musst du noch wissen wie lang du die Achsen zeichnen musst. An den Koordinaten der Punkte, die gegeben sind, kannst du sehen, dass es keine negativen Koordinaten gibt, du brauchst also vermutlich nicht die negativen Teile der Achsen zeichnen. Lasse trotzdem ein wenig Platz rund um das Koordinatensystem, falls du es doch noch verlängern musst.

Um herauszufinden, wie lang die  $x_1$ -Achse mindestens sein muss, vergleiche die  $x_1$ -Koordinaten der Punkte miteinander, die dir gegeben sind. Die  $x_1$ -Achse muss mindestens genauso lang sein, wie die größte der  $x_1$ -Koordinaten, damit auch alle Punkte in das Koordinatensystem passen. Genauso gehst du jeweils mit der  $x_2$ -Achse und mit der  $x_3$ -Achse vor, nur eben mit den entsprechenden Koordinaten.

Vergiss nicht, die Benennung der Achsen einzutragen.

Damit ergibt sich dann zum Beispiel das Koordinatensystem, das du rechts sehen kannst.

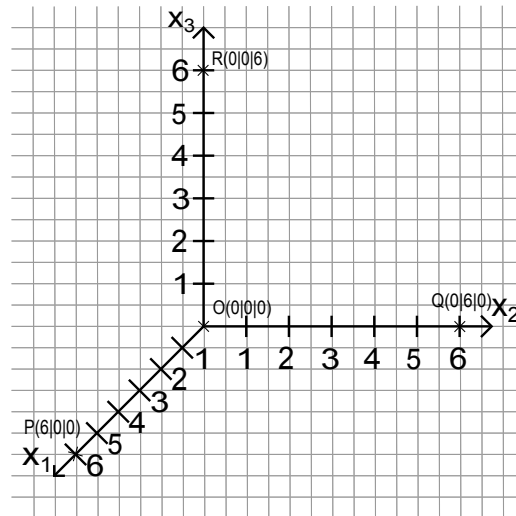


## 2. Schritt: Punkte eintragen

Du hast vier Eckpunkte des Würfels gegeben:  $O(0 | 0 | 0)$ ,  $P(6 | 0 | 0)$ ,  $Q(0 | 6 | 0)$  und  $R(0 | 0 | 6)$ .

Du hast bereits das Koordinatensystem gezeichnet. Trage dort nun die Punkte ein. Wie oben schon erwähnt, gibt die erste Koordinate an, wie viele Schritte du nach vorn, entlang der  $x_1$ -Achse, gehen musst. Demnach gibt die zweite Koordinate an, wie viele Schritte du von dort aus nach rechts gehen musst und die dritte Koordinate gibt an, wie viele Schritte du anschließend noch nach oben gehen musst. Dort trägst du dann den Punkt ein.

Es ergibt sich dann das Bild, das du rechts sehen kannst:



## 3. Schritt: Fehlende Punkte ergänzen

Nun hast du die Punkte im Koordinatensystem eingetragen, die gegeben sind. Da ein Würfel aber acht Eckpunkte hat, fehlen dir noch vier Punkte, um den Würfel zu zeichnen. Du musst also noch die übrigen vier Punkte ergänzen, sodass ein Würfel entsteht. In einem Würfel sind alle Kanten gleich lang, die Seitenflächen sind demnach Quadrate.

Anhand deiner bisherigen Zeichnung kannst du sehen, dass du das Dreieck, das sich aus den Punkten  $R$ ,  $O$  und  $Q$  ergibt, zu einem Quadrat ergänzen kannst, indem du den Punkt  $T(0 | 6 | 6)$  ergänzt. Wenn du die Seiten des Quadrates direkt mit einzeichnest, ergibt sich Bild 1.

Genauso kannst du auch die untere Seitenfläche des Würfels finden, indem du das Dreieck, das sich aus den Punkten  $Q$ ,  $O$  und  $P$  ergibt, zu einem Quadrat ergänzt. Das funktioniert nur mit dem Punkt  $U(6 | 6 | 0)$ . Damit ergibt sich dann Bild 2.

Bild 1

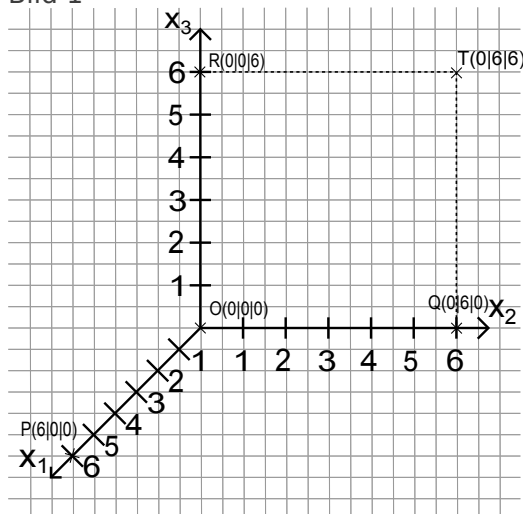
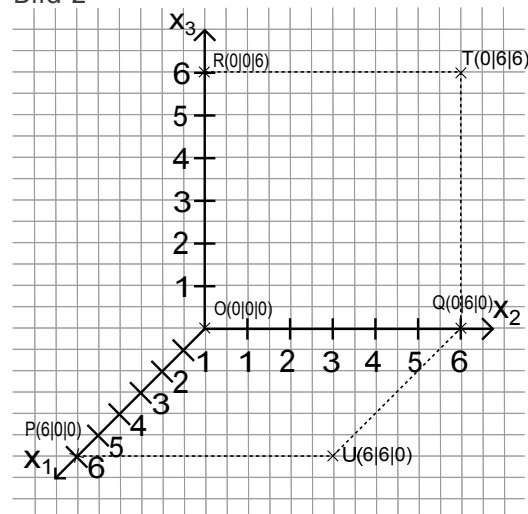


Bild 2



Genauso funktioniert das auch für die linke Seitenfläche. Du kannst das Dreieck, das sich aus den Punkten  $R$ ,  $O$  und  $P$  ergibt, zu einem Quadrat ergänzen, indem du den Punkt  $V(6 | 0 | 6)$  ergänzt. Dann ergibt sich Bild 3.

Nun kannst du schon fast einen Würfel erkennen. Ein Eckpunkt fehlt dir noch: der vordere obere rechte Eckpunkt.

Diesen findest du wieder auf die gleiche Weise, wie die anderen. Du kannst hier zum Beispiel das Dreieck wählen, das sich aus den Punkten  $P$ ,  $U$  und  $V$  ergibt und dieses zu einem Quadrat ergänzen. Dadurch erhältst du den Punkt  $S(6 | 6 | 6)$ . Die Seiten der Quadrate sind die Kanten des Würfels. Zeichnest du sie spätestens jetzt ein, hast du den Würfel in einem Koordinatensystem dargestellt (vgl. Bild 4).

Bild 3

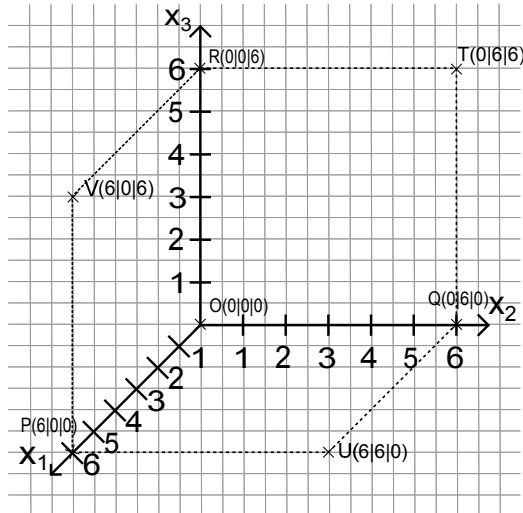
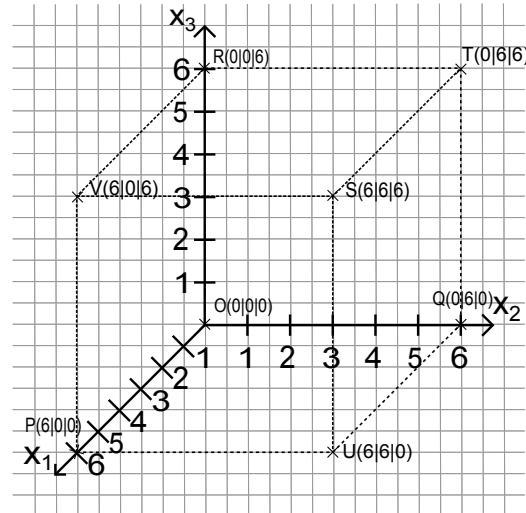


Bild 4



### ► Ebene im Koordinatensystem darstellen

Es fällt auf, dass die Ebenengleichung von  $E$  kein  $x_1$  enthält. Die Ebenengleichung lautet anders ausgedrückt:  $E : 0 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 = 8$ . Für  $x_1$  können also beliebige Zahlen eingesetzt werden. Das bedeutet, die Ebene  $E$  ist parallel zur  $x_1$ -Achse.

Nach dem du diese Parallelität kennst, benötigst du noch **zwei** Punkte, die in der Ebene liegen. Hierzu bieten sich die beiden **Spurpunkte** dieser Ebene an, d.h. die Punkte, in denen die  $x_2$ -Achse bzw. die  $x_3$ -Achse die Ebene durchstoßen.

Trage anschließend diese Punkte in das Koordinatensystem ein.

#### 1. Schritt: Koordinaten der Punkte berechnen

Die Spurpunkte  $S_{x_2}$  und  $S_{x_3}$  haben allgemein die Koordinaten  $S_{x_2}(0 | x_2 | 0)$  und  $S_{x_3}(0 | 0 | x_3)$ .

Setze die bekannten Koordinaten in die Koordinatenform der Ebenengleichung der Ebene  $E$  ein und löse nach der unbekanntem Koordinate auf.

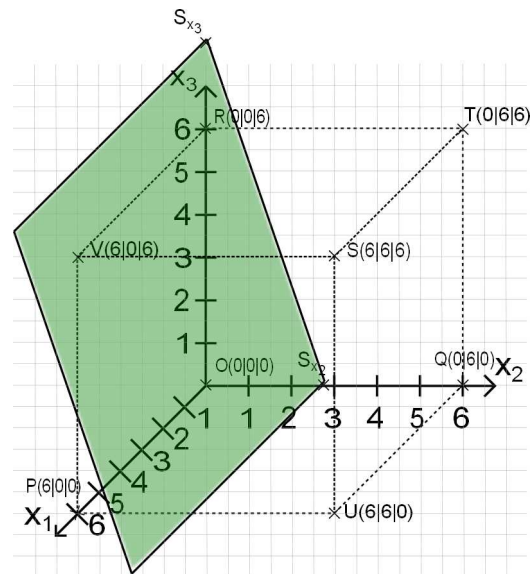
$$\begin{aligned} \text{Spurpunkt } S_{x_2}: \quad 3 \cdot x_2 + 0 &= 8 \\ 3x_2 &= 8 & | :3 \\ x_2 &= \frac{8}{3} \approx 2,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spurpunkt } S_{x_3}: \quad 3 \cdot 0 + x_3 &= 8 \\ x_3 &= 8 \end{aligned}$$

Es folgen die Spurpunkte  $S_{x_2}(0 | \frac{8}{3} | 0)$  und  $S_{x_3}(0 | 0 | 8)$ .

## 2. Schritt: Punkte im Koordinatensystem eintragen

Nun kannst du die Ebene  $E$  im Koordinatensystem darstellen, indem du die beiden Spurpunkte im Koordinatensystem einträgst. Gemeinsam mit der Parallelität zur  $x_1$ -Achse kannst du die Ebene  $E$  dann zeichnen. Am besten behältst du die Übersicht, indem du die Ebene  $E$  in einer anderen Farbe zeichnest als den Würfel. Dann ergibt sich zum Beispiel das Bild das du rechts sehen kannst.



### ► Winkel berechnen

Du sollst den Winkel  $\alpha$  berechnen, den die Ebene  $E$  mit der  $x_1x_2$ -Ebene einschließt. Du sollst also den **Schnittwinkel** bestimmen. Dies kannst du mit Hilfe der Formel für den Schnittwinkel zweier Ebenen tun.

Die Formel lautet:  $\cos(\alpha) = \frac{|\vec{n}_1 \cdot \vec{n}_2|}{|\vec{n}_1| \cdot |\vec{n}_2|}$

$\vec{n}_1$  ist dabei der Normalenvektor der ersten Ebene, in diesem Fall der Ebene  $E$  und  $\vec{n}_2$  ist der Normalenvektor der zweiten Ebene, in diesem Fall der  $x_1x_2$ -Ebene. Der Normalenvektor einer Ebene steht immer senkrecht zur jeweiligen Ebene. In der Ebenengleichung einer Ebene in Koordinatenform kannst du diesen Vektor einfach ablesen.

Die  $x_1x_2$ -Ebene ist die Ebene, die von der  $x_1$ -Achse und der  $x_2$ -Achse aufgespannt wird. Bildlich kannst du sie dir wie die Bodenfläche des Würfels, den du eben in das Koordinatensystem gezeichnet hast, vorstellen. Da jeder Punkt, der in der  $x_1x_2$ -Ebene liegt, eine  $x_3$ -Koordinate von Null haben muss, lautet die Gleichung der  $x_1x_2$ -Ebene in Koordinatenform  $E_1 : x_3 = 0$ .

Da du nun beide Ebenengleichungen in Koordinatenform gegeben hast, kannst du die jeweiligen Normalenvektoren ablesen, um sie in die Formel einzusetzen.

Ein Normalenvektor der Ebene  $E$  lautet:  $\vec{n}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$ .

Ein Normalenvektor der  $x_1x_2$ -Ebene lautet:  $\vec{n}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ .

Diese kannst du nun in die Formel einsetzen:

$$\begin{aligned}\cos(\alpha) &= \frac{\vec{n}_1 \cdot \vec{n}_2}{|\vec{n}_1| \cdot |\vec{n}_2|} && \text{einsetzen} \\ &= \frac{\begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}}{\left| \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \right| \cdot \left| \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right|} \\ &= \frac{0 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 1 \cdot 1}{\sqrt{0^2 + 3^2 + 1^2} \cdot \sqrt{0^2 + 0^2 + 1^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{10} \cdot 1} \\ \cos(\alpha) &= \frac{1}{\sqrt{10}} && | \cos^{-1} \\ \alpha &= \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{10}}\right) && \text{GTR} \\ &= 71,6^\circ\end{aligned}$$

```
cos^-1 ( 1 / sqrt(10) )
71.56505118
JUMP DEL PMAT MATH
```

Der Schnittwinkel  $\alpha$  beträgt  $71,6^\circ$ .

#### ► Abstand von $E$ zur $x_1$ -Achse bestimmen

Du sollst den Abstand  $d$  zwischen der Ebene  $E$  und der  $x_1$ -Achse berechnen. Die  $x_1$ -Achse kannst du als Gerade auffassen. Das heißt, du sollst hier den Abstand zwischen einer Ebene und einer Gerade berechnen.

Von oben weißt du: Die Ebene  $E$  verläuft parallel zur  $x_1$ -Achse. Dies siehst du daran, dass in der Ebenengleichung von  $E$  die Koordinate  $x_1$  nicht auftritt. Also hat jeder Punkt auf der  $x_1$ -Achse den **gleichen Abstand** von der Ebene  $E$ . Damit kannst du den Abstand von der Ebene  $E$  und der  $x_1$ -Achse berechnen, indem du einen **beliebigen** Punkte auf der  $x_1$ -Achse auswählst und dessen Abstand von der Ebene  $E$  berechnest.

Für den Abstand  $d(P; E)$  eines Punkts  $P$  mit den Koordinaten  $P(p_1 | p_2 | p_3)$  von einer Ebene  $E$ , deren Ebenengleichung am besten in Koordinatenform gegeben ist, gilt allgemein nach der Hesseschen Normalenform:

$$d(P; E) = \frac{|ap_1 + bp_2 + cp_3 - d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}.$$

Als beliebigen Punkt der  $x_1$ -Achse kannst du beispielsweise den **Ursprung**  $O(0 | 0 | 0)$  wählen:

$$\begin{aligned}d(O; E) &= \frac{|3 \cdot 0 + 0 - 8|}{\sqrt{3^2 + 1^2}} \\ &= \frac{|-8|}{\sqrt{9 + 1}} \\ &= \frac{8}{\sqrt{10}} \approx 2,53\end{aligned}$$

Der Abstand zwischen der Ebene  $E$  und der  $x_1$ -Achse beträgt etwa 2,53 LE.

b) Die Ebene  $E$  gehört zu einer Ebenenschar. Diese Schar ist gegeben durch

$$E_a : 3x_2 + x_3 = a \quad ; \quad a \in \mathbb{R}.$$

**► Lage der Ebenen zueinander untersuchen**

(6P)

Du sollst untersuchen, welche Lage die Ebenen der Ebenenschar  $E_a$  zueinander haben.

Du kannst sehen, dass die Ebenen sich nur um das  $d$  unterscheiden, ihre Normalenvektoren aber alle gleich sind, denn  $a$  steht nur rechts vom Gleichheitszeichen.

Wenn zwei Ebenen den gleichen Normalenvektor haben, sind sie parallel zueinander. Damit weißt du, dass alle Ebenen der Ebenenschar parallel zueinander sind, weil alle den gleichen Normalenvektor haben.

Die Ebenen der Ebenenschar  $E_a$  sind parallel zueinander.

**► Werte von  $a$  berechnen, für die  $S(6 | 6 | 6)$  von  $E_a$  den Abstand  $\sqrt{10}$  hat**

Du sollst die Werte von  $a$  berechnen, für die  $S(6 | 6 | 6)$  von  $E_a$  den Abstand  $\sqrt{10}$  hat. Das bedeutet, es soll gelten:  $d(S; E) = \sqrt{10}$ . Den Abstand eines Punktes von einer Ebene hast du bereits oben mit Hilfe der Hesseschen Normalenform berechnet. Diese Form kannst du auch hier wieder anwenden:

$$d(P; E) = \frac{|ap_1 + bp_2 + cp_3 - d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

Berechnet werden soll der Abstand des Punktes  $S$  mit dem Ortsvektor  $\vec{OS} = \begin{pmatrix} 6 \\ 6 \\ 6 \end{pmatrix}$  von

der Ebene  $E$ .  $b$  ist in diesem Fall der Parameter  $a$ . Da der Abstand  $\sqrt{10}$  betragen soll, ist  $d(S; E) = \sqrt{10}$ .

Setzt du dies alles in die Abstandsformel ein erhältst du die Gleichung:

$$\begin{aligned} \sqrt{10} &= \frac{|3 \cdot 6 + 6 - a|}{\sqrt{3^2 + 1^2}} \\ \sqrt{10} &= \frac{|24 - a|}{\sqrt{10}} && | \cdot \sqrt{10} \\ \sqrt{10} \cdot \sqrt{10} &= |24 - a| && \text{vereinfachen} \\ 10 &= |24 - a| \end{aligned}$$

Damit kann nun entweder gelten  $10 = 24 - a$  oder  $10 = -(24 - a)$ . Daraus ergeben sich dann die beiden Gleichungen:

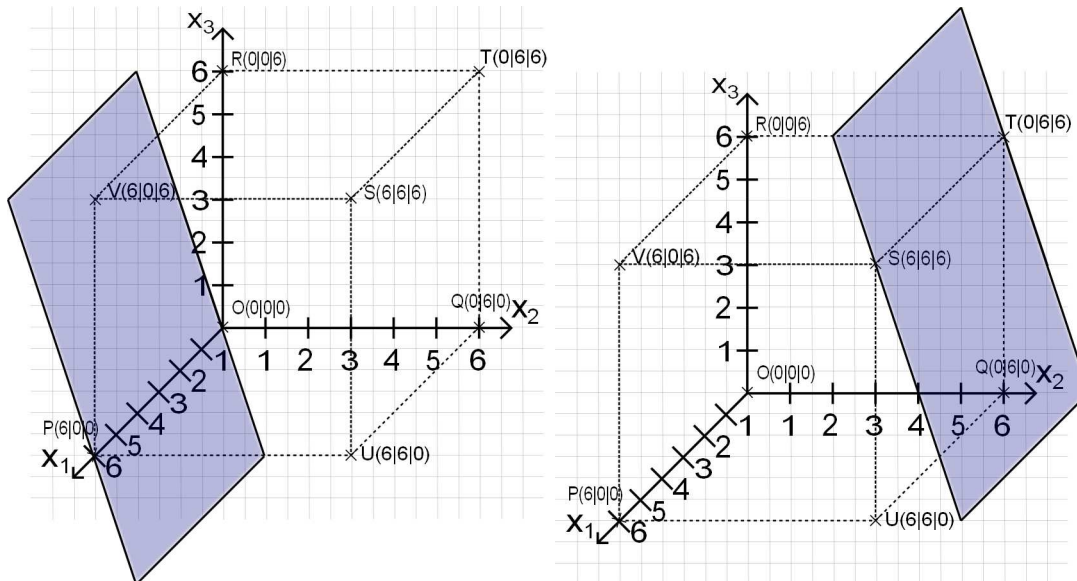
$$\begin{array}{lll} 10 = 24 - a & | +a & 10 = -(24 - a) \\ 10 + a = 24 & | -10 & = a - 24 & | +24 \\ a = 14 & & 34 = a \end{array}$$

Du erhältst die Lösungen  $a_1 = 14$  und  $a_2 = 34$

Für  $a_1 = 14$  und  $a_2 = 34$  beträgt der Abstand des Punktes  $S(6 | 6 | 6)$  von der Ebene  $E_a$   $\sqrt{10}$ .

► **Werte von  $a$  berechnen, für die die Ebene  $E_a$  gemeinsame Punkte mit dem Würfel hat**

Du sollst die Werte von  $a$  berechnen, für die die Ebene  $E_a$  gemeinsame Punkte mit dem Würfel hat. Du weißt aus den vorigen Aufgabenteilen, dass die Ebenen  $E_a$  parallel zur  $x_1$ -Achse sind. Der Würfel steht ebenfalls parallel zur  $x_1$ -Achse. Du kannst zunächst die Werte von  $a$  berechnen, für die  $E_a$  **keine** gemeinsamen Punkte mit dem Würfel hat. Dazu kannst du die Grenzfälle betrachten. Liegt die Ebene  $E_a$  so wie in dem ersten Bild unten, hat sie nur die Punkte auf der Strecke zwischen  $P$  und  $Q$  gemeinsam mit dem Würfel. Diese Punkte liegen auch nur in diesem Fall in der Ebene  $E_a$ . Genauso funktioniert das auch, wenn man die Ebene nach oben verschiebt. Dann ist der Grenzfall, der Fall, bei dem Die Ebene nur die Punkte auf Strecke zwischen  $S$  und  $T$  mit dem Würfel gemeinsam hat. Dies kannst du auf dem zweiten Bild sehen.



Du kannst also die Werte von  $a$  berechnen, für die die Punkte  $P$  und  $Q$  in der Ebene  $E_a$  liegen. Das gleiche tust du mit den Punkten  $S$  und  $T$ . Die Ebene  $E_a$  hat dann für alle Werte von  $a$  zwischen diesen beiden Werten, gemeinsame Punkte mit dem Würfel.

**1. Schritt: Werte von  $a$  berechnen, für die  $P$  und  $Q$  in der Ebene  $E_a$  liegen**

Um zu berechnen, wann die Punkte  $P$  und  $Q$  in der Ebene  $E_a$  liegen, brauchst du nur berechnen, wann  $P$  in der Ebene  $E_a$  liegt, da  $P$  und  $Q$  auf der  $x_1$ -Achse liegen, und  $E_a$  für alle  $a$  parallel zur  $x_1$ -Achse liegt.

Du berechnest die Werte von  $a$ , für die  $P$  in der Ebene  $E_a$  liegt, indem du eine Punktprobe durchführst. Dann hast du nur noch eine Variable in der Gleichung, nämlich  $a$ , und kannst die Gleichung nach  $a$  auflösen.

Es ergibt sich die Gleichung:

$$3 \cdot x_2 + x_3 = a \quad P(6|0|0)$$

$$3 \cdot 0 + 0 = a$$

$$0 = a$$

Damit weißt du nun, dass für  $a = 0$  die Punkte  $P$  und  $Q$  in der Ebene  $E_a$  liegen.

**2. Schritt: Werte von  $a$  berechnen, für die  $S$  und  $T$  in der Ebene  $E_a$  liegen.**

Die Werte von  $a$ , für die die Punkte  $S$  und  $T$  in der Ebene  $E_a$  liegen, berechnest du genauso, wie du es eben für  $P$  und  $Q$  getan hast. Wähle hier zum Beispiel  $T$  um dessen Koordinaten in die Ebenengleichung einzusetzen. Dann ergibt sich die Gleichung:

$$3 \cdot x_2 + x_3 = a \quad T(0|6|6)$$

$$3 \cdot 6 + 6 = a$$

$$24 = a$$

Damit weißt du nun auch, dass die Punkte  $S$  und  $T$  für  $a = 24$  in der Ebene  $E_a$  liegen. Die Ebene hat genau dann gemeinsame Punkte mit dem Würfel, wenn  $a$  zwischen diesen beiden Werten liegt.

Die Ebene  $E_a$  hat für  $0 \leq a \leq 24$  gemeinsame Punkte mit dem Würfel.

**Aufgabe B 1.2**

(4P)

**► Wahrscheinlichkeit berechnen**

Bei einer Lotterie sind 10% der Lose Gewinnlose. Jemand kauft drei Lose. Du sollst berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit unter diesen drei Losen mindestens zwei Gewinnlose sind.

Die Zufallsvariable  $X$  soll die Anzahl der Gewinnlose bezeichnen. Bekannt ist, dass 10% der Lose Gewinnlose sind; über die Anzahl der Lose insgesamt wissen wir allerdings nichts. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass eine **große Menge** von Losen vorliegt und dass der Kauf drei dieser Lose an der Ausgangssituation nur wenig ändert. Jeder der drei Lose ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% ein Gewinnlos.

Also kann hier näherungsweise von einem **Ziehen mit Zurücklegen** ausgegangen werden. Entsprechend kann die Zufallsvariable  $X$  als binomialverteilt angenommen werden mit  $n = 3$  und  $p = 0,1$ .

Gesucht ist nun die Wahrscheinlichkeit dafür, dass mindestens zwei der drei Lose Gewinnlose sind. Dies ist die Wahrscheinlichkeit  $P(X \geq 2)$ . Nutze zur Berechnung dieser Wahrscheinlichkeit die Formel zur Binomialverteilung:

$$P(X = k) = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot (1-p)^{n-k}$$

Es gilt:  $P(X \geq 2) = 1 - P(X \leq 1)$

Das kannst du mit dem GTR im Menüpunkt STAT berechnen. Den Befehl für die Binomialverteilung findest du unter

**F5: DIST → F5: BINM → F2:Bcd → F2:Var**

Dann erhältst du das Ergebnis:  $P(X \leq 1) = 0,972$  und damit:  $P(X \geq 2) = 1 - 0,972 = 0,028$ .

Um das Ergebnis in Prozent umzurechnen, musst du nur das Komma um zwei Stellen nach rechts verschieben:  $P(X \geq 2) = 0,028 = 2,8\%$ . Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass unter drei Losen mindestens zwei Gewinnlose sind, beträgt 2,8%.

```
Binomial C.D
Data :Variable
x :1
Numtrial:3
p :0.1
Save Res:None
Execute
|List|var
```

```
Binomial C.D
p=0.972
```



Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass unter drei Losen mindestens zwei Gewinnlose sind, beträgt 2,8 %.

► **Mindestanzahl der Lose berechnen**

Du sollst berechnen, wie viele Lose gezogen werden müssen, damit die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens zwei Gewinnlose darunter sind, größer als 50 % ist. Das bedeutet, in diesem Fall kennst du die Wahrscheinlichkeit von mindestens zwei Gewinnlosen  $P(X \geq 2) \geq 50\%$ . Du suchst die Anzahl der Lose, die gekauft werden müssen, damit diese Bedingung erfüllt ist. Du suchst also  $n$ , aus der obigen Formel für Binomialverteilungen.  $p$  kennst du bereits.

Du kannst die Anzahl der Lose mit dem GTR berechnen. Du weißt bereits, dass du  $P(X \geq 2)$  mit dem Binomialkoeffizienten berechnest.

Es gilt:  $P(X \geq 2) = 1 - (P(X = 1) + P(X = 0))$

Dies kannst du nun leicht in Abhängigkeit von  $n$  mit Hilfe des Binomialkoeffizienten darstellen:

$$\begin{aligned} P(X \geq 2) &= 1 - (P(X = 1) + P(X = 0)) \\ &= 1 - \left( \binom{n}{1} \cdot 0,1^1 \cdot 0,9^{n-1} + \binom{n}{0} \cdot 0,1^0 \cdot 0,9^{n-0} \right) \\ &= 1 - (n \cdot 0,1 \cdot 0,9^{n-1} + 0,9^n) \end{aligned}$$

Diese Gleichung kannst du nun als Funktionsterm auffassen. Gib sie im Menüpunkt Table deines GTR ein, und lass dir die Wertetabelle anzeigen. Suche dort nun den ersten  $x$ -Wert für den  $y \geq 0,5$  gilt. Damit hast du dann  $n$ , also die Mindestanzahl der Lose, gefunden.

Das Ergebnis lautet:

$$n = 17$$

Es müssen mindestens 17 Lose gekauft werden, damit die Wahrscheinlichkeit für mindestens 2 Gewinnlose mindestens 50 % beträgt.

x	y1
16	0.4852
17	0.5182
18	0.5497
19	0.5797

17

FORM DEL ROW EDIT G-COM G-PLT