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

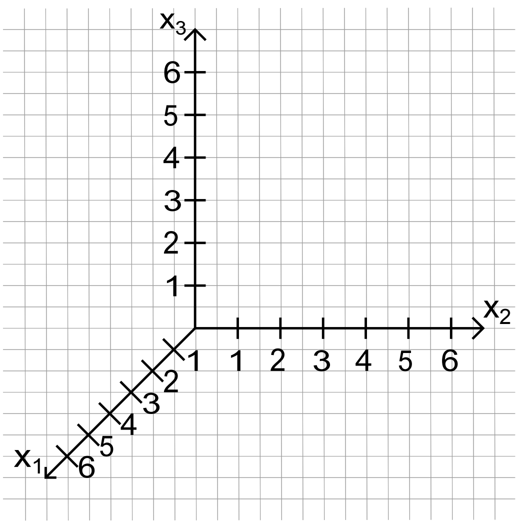
1. Schritt: Koordinatensystem zeichnen

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 Koordinatesystem 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.

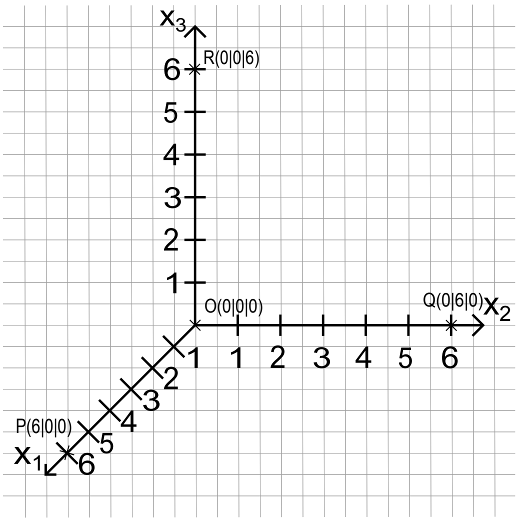


Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

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, dass 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

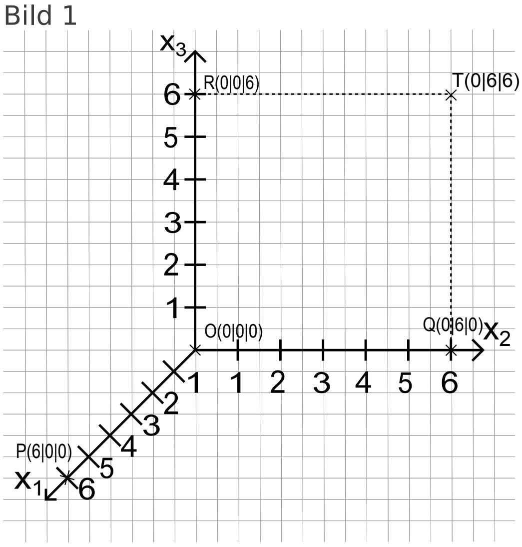
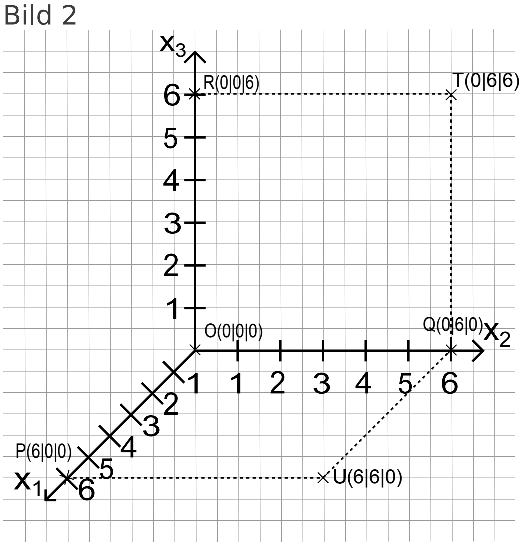


Bild 2



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.

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

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 $S(6\mid 6\mid 6)$. 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

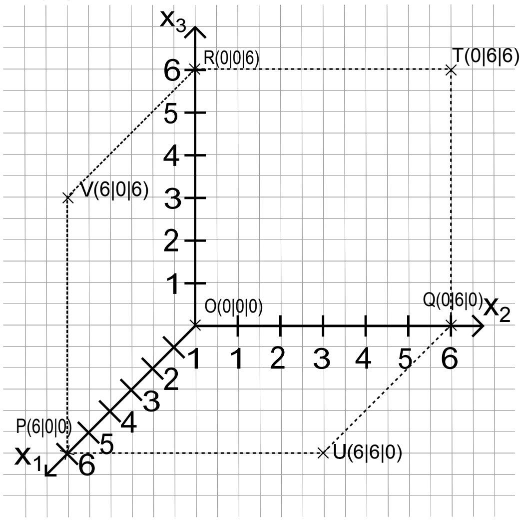
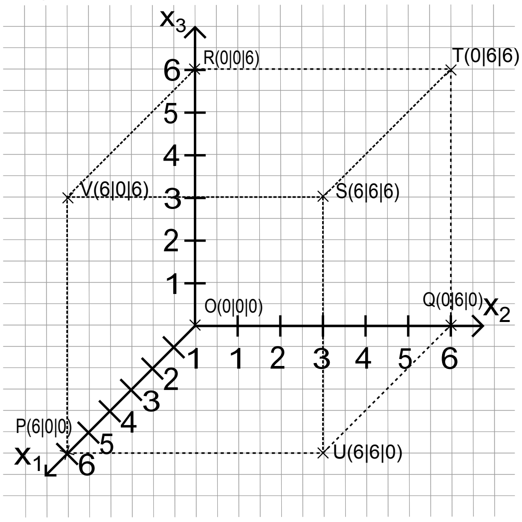


Bild 4



▸ 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
$S_{x_2}(0\mid x_2\mid 0)$ und $S_{x_3}(0\mid 0\mid x_3)$.

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

Spurpunkt S_{x_2}:
$$\begin{aligned} 3\cdot x_2 + 0 &= 8 \\ 3x_2 &= 8 \qquad \mid :3 \\ x_2 &= \tfrac{8}{3} \approx 2,67 \end{aligned}$$

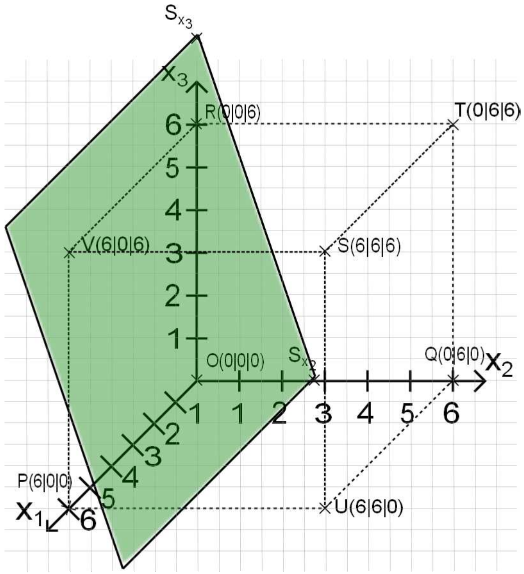
Spurpunkt S_{x_3}:
$$\begin{aligned} 3\cdot 0 + x_3 &= 8 \\ x_3 &= 8 \end{aligned}$$

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

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

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 α 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: $\cos(\alpha) = \frac{\overrightarrow{n_1}\cdot\overrightarrow{n_2}}{\left|\overrightarrow{n_1}\right|\cdot\left|\overrightarrow{n_2}\right|}$

$\overrightarrow{n_1}$ ist dabei der Normalenvektor der ersten Ebene, in diesem Fall der Ebene E und $\overrightarrow{n_2}$ 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-Kooridnate 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.

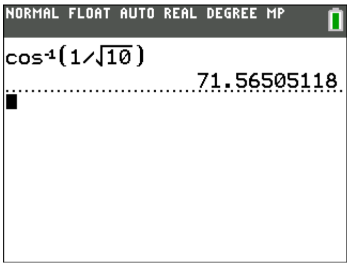
Ein Normalenvektor der Ebene E lautet: $\overrightarrow{n_1} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Ein Normalenvektor der x_1x_2-Ebene lautet: $\overrightarrow{n_2} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

Diese kannst du nun in die Formel einsetzen:

$$
\begin{aligned}
\cos(\alpha) &= \frac{\overrightarrow{n_1} \cdot \overrightarrow{n_2}}{\left|\overrightarrow{n_1}\right| \cdot \left|\overrightarrow{n_2}\right|} && \text{einsetzen} \\
&= \frac{\begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}}{\left|\begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}\right| \cdot \left|\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}\right|} \\
&= \frac{0 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 1 \cdot 1}{\sqrt{0^2+3^2+1^2} \cdot \sqrt{0^2+0^2+1^2}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{10} \cdot 1} \\
\cos(\alpha) &= \frac{1}{\sqrt{10}} && | \cos^{-1} \\
\alpha &= \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{10}}\right) && \text{GTR} \\
&= 71,6^\circ
\end{aligned}
$$



Der Schnittwinkel α beträgt $71,6°$.

▶ 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

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

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

▶ 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 $S(6 \mid 6 \mid 6)$ von E_a den Abstand $\sqrt{10}$ hat. Das bedeutet, es soll gelten: $d(S\,;\,E) = \sqrt{10}$. Den Abstand eines Punkts 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 $\overrightarrow{OS} = \begin{pmatrix} 6 \\ 6 \\ 6 \end{pmatrix}$ 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:

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

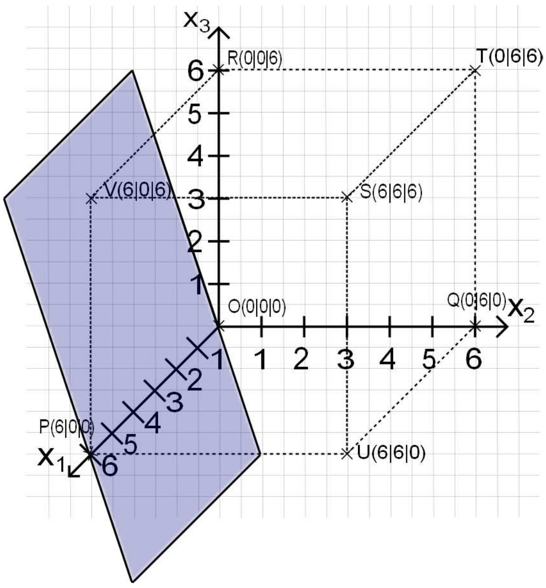
Du erhältst die Lösungen $a_1 = 14$ und $a_2 = 34$

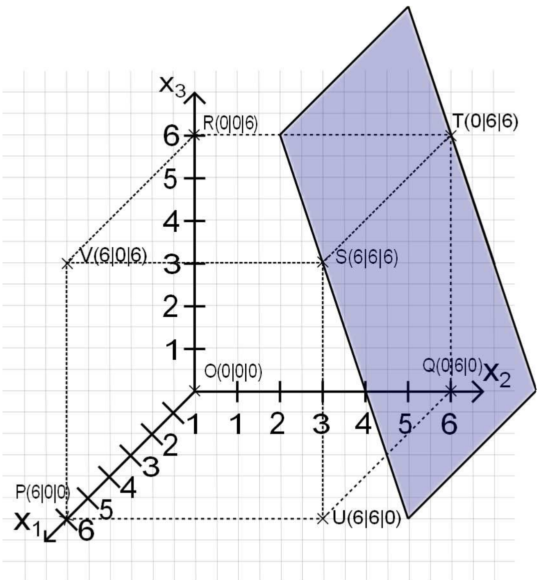
Für $a_1 = 14$ und $a_2 = 34$ beträgt der Abstand des Punktes $S(6\,|\,6\,|\,6)$ von der Ebene E_a $\sqrt{10}$.

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

▸ 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:

$$\begin{aligned} 3\cdot x_2 + x_3 &= a \qquad P(6|0|0) \\ 3\cdot 0 + 0 &= a \\ 0 &= a \end{aligned}$$

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

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

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:

$$\begin{aligned} 3\cdot x_2 + x_3 &= a \qquad T(0|6|6) \\ 3\cdot 6 + 6 &= a \\ 24 &= a \end{aligned}$$

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 $p = 0,1$.

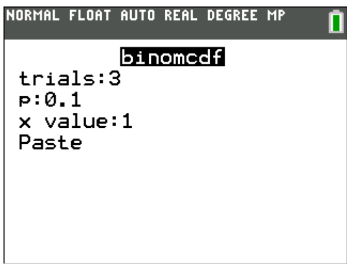
Gesucht ist nun die Wahrscheinlichkeit dafür, dass mindestens zwei der drei Lose Gewinnlose sind. Dies ist die Wahrscheinlichkeit $P(X \geq 2)$. Nutze zur Berechnung dieser Wahrscheinlichkeit die Formel zur Binomialverteilung:

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

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

Das kannst du mit dem GTR berechnen. Den Befehl für die Binomialverteilung findest du unter `2ND → VARS(DISTR) → B: binomcdf` 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 %.



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

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.

▶ 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.

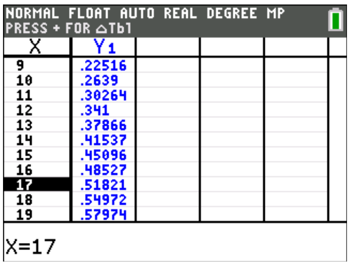
Du kannst die Anzahl der Lose mit dem GTR berechnen. Du weißt bereits, dass du $P(X \geq 2)$ mit dem Binomialkoeffizienten berechnest.

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:

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

Diese Gleichung kannst du nun als Funktionsterm auffassen. Gib sie im Y=-Menü deines GTR ein, und lass dir die Wertetabelle mit $\boxed{\texttt{2ND} \rightarrow \texttt{GRAPH(TABLE)}}$ 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.

Vervielfältigung nur innerhalb einer Lehrer-/Klassen- oder Schullizenz und mit Hinweis auf MatheLV erlaubt.