

# Aufgaben Vektorrechnung

Haus-Aufgabe

Prisma

Turm

Pyramide

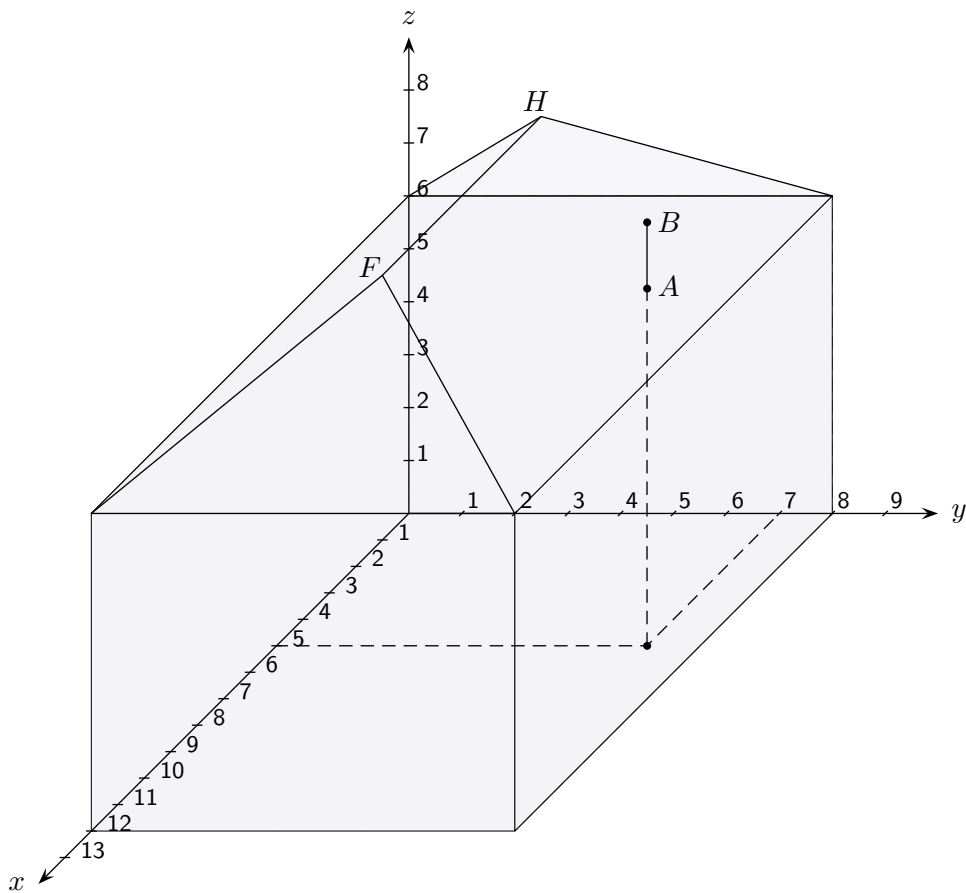
Antennenmast

Segeltuch

Walmdach

Flugbahn

# Vektorrechnung Haus-Aufgabe



Der First des Walmdaches hat die Endpunkte  $F(9 \mid 4 \mid 9)$  und  $H(3 \mid 4 \mid 9)$  (in  $m$ ).

- Bestimmen Sie das Volumen des Hauses, einschließlich des Dachraumes.
- Ermitteln Sie die Größe des Winkels, den eine kleine Dachfläche mit einer großen einschließt.
- Ein  $8\text{ m}$  langes Abluftrohr (vom Boden aus gemessen) durchstößt das Dach im Punkt  $A$  und endet in  $B$ . Berechnen Sie die Koordinaten von  $A$ , sowie den Abstand von  $B$  zur Dachfläche, in der  $A$  liegt.

## Haus-Aufgabe    Ergebnisse

- a)  $V = 696 \text{ m}^3$
- b) große Dachfläche:  $3y + 4z = 48$ , kleine Dachfläche:  $x + z = 18$ ,  $\alpha = 55,6^\circ$
- c)  $A(5 \mid 7 \mid 6,75)$ ,  $d = 1 \text{ m}$

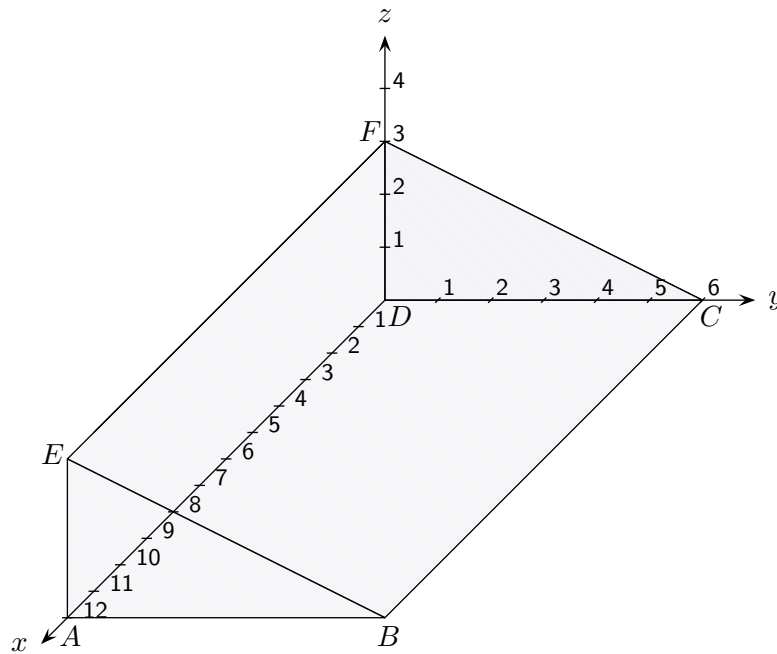
## Prisma-Aufgabe

Gegeben sind ein dreiseitiges Prisma  $ABCDEF$  durch die Eckpunkte  $A(12 | 0 | 0)$ ,  $B(12 | 6 | 0)$ ,  $C(0 | 6 | 0)$ ,  $D(0 | 0 | 0)$ ,  $E(12 | 0 | 3)$ ,  $F(0 | 0 | 3)$  sowie die Gerade  $g$  durch die Punkte  $G(6 | 8 | 5)$  und  $H(6 | 6 | 3)$ .

- a) Stellen Sie das Prisma  $ABCDEF$  in einem kartesischen Koordinatensystem dar.
- b) Berechnen Sie die Koordinaten des Schnittpunktes und den Schnittwinkel der Geraden  $g$  mit der Ebene  $BCFE$ .
- c) Berechnen Sie den Abstand des Punktes  $G$  von der Geraden  $EF$ .
- d) Gegeben ist eine Ebenenschar  $E_k$  durch die Gleichung  $x + ky = 12$ ,  $k \in \mathbb{R}$ . Zeigen Sie, dass alle Ebenen dieser Schar durch  $A$  und  $E$  gehen. Genau eine Ebene dieser Schar verläuft durch den Mittelpunkt der Strecke  $\overline{CD}$ . Bestimmen Sie den Wert von  $k$  für diese Ebene.
- e) Auf der Strecke  $\overline{BC}$  liegt ein Punkt  $P(a | 6 | 0)$ , so dass das Volumen der dreiseitigen Pyramide  $PBDF$  genau 9 Volumeneinheiten beträgt. Berechnen Sie  $a$ .

# Prisma-Aufgabe Ergebnisse

a)



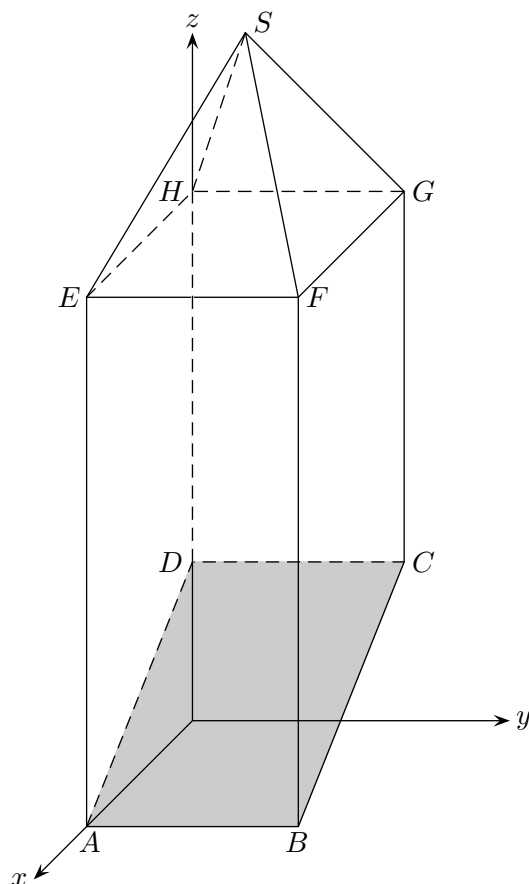
b)  $S(6 | 4 | 1)$ ,  $\alpha = 71,6^\circ$

c)  $d = 8,25 \text{ LE}$

d)  $k = 4$

e)  $a = 9$

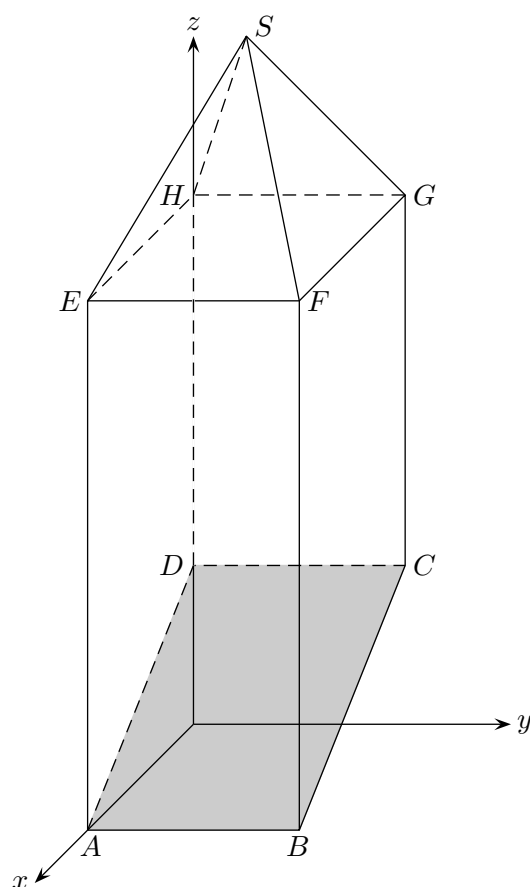
# Turm-Aufgabe



An einem Hang wird ein Turm errichtet. Dieser Turm kann als ein von einer Ebene geschnittener Quader mit aufgesetzter gerader Pyramide aufgefasst werden. Die Höhe der aufgesetzten Pyramide beträgt  $4\text{ m}$ . Folgende Punkte sind bekannt:  $A(4 \mid 0 \mid 0)$ ,  $B(4 \mid 4 \mid 0)$ ,  $D(0 \mid 0 \mid 3)$ ,  $F(4 \mid 4 \mid 10)$  und  $H(0 \mid 0 \mid 10)$  (in  $m$ ).

- Bestimmen Sie die Koordinaten der Punkte  $C$ ,  $E$ ,  $G$  und  $S$ .
- Der Steilhang liegt in der Ebene, die durch die Punkte  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  geht. Stellen Sie eine Gleichung dieser Ebene in Koordinatenform auf.
- Ein Sonnenstrahl, dessen Richtung durch den Vektor  $\vec{a} = \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$  beschrieben werden kann, erzeugt auf dem Hang im Punkt  $S'$  einen Schatten der Turmspitze  $S$ . Bestimmen Sie die Koordinaten des Schattenpunktes  $S'$  und berechnen Sie die Größe des Winkels, unter dem der Sonnenstrahl auf den Hang trifft.
- An den Punkten  $F$  und  $H$  wird ein  $6\text{ m}$  langes Seil befestigt. Genau in die Mitte  $T$  des durchhängenden Seiles wird eine schwere Lampe gehängt. Bestimmen Sie die Koordinaten des tiefsten Punktes des Seiles.
- Zur besseren Stabilisierung soll der Turm am Eckpunkt  $H$  durch ein möglichst kurzes Stahlseil mit dem Berghang verbunden werden. Bestimmen Sie die minimale Länge des Stahlseils.

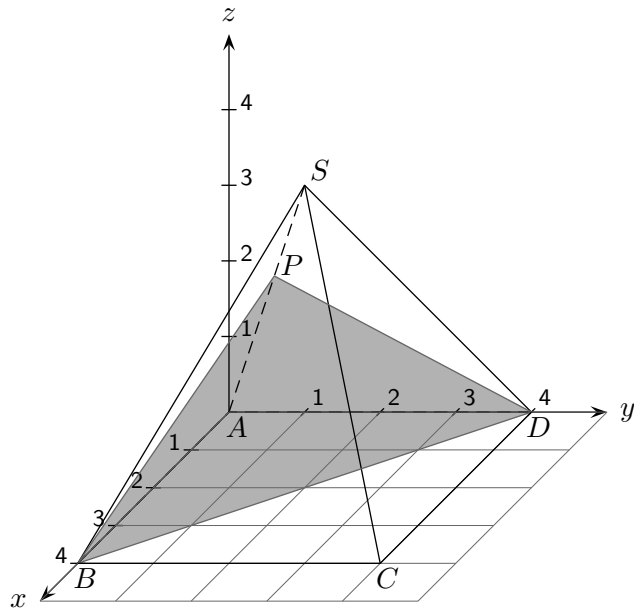
# Turm-Aufgabe



An einem Hang wird ein Turm errichtet. Dieser Turm kann als ein von einer Ebene geschnittener Quader mit aufgesetzter gerader Pyramide aufgefasst werden. Die Höhe der aufgesetzten Pyramide beträgt  $4\text{ m}$ . Folgende Punkte sind bekannt:  $A(4\mid 0\mid 0)$ ,  $B(4\mid 4\mid 0)$ ,  $D(0\mid 0\mid 3)$ ,  $F(4\mid 4\mid 10)$  und  $H(0\mid 0\mid 10)$  (in  $m$ ).

- a) Bestimmen Sie die Koordinaten der Punkte  $C$ ,  $E$ ,  $G$  und  $S$ .  
 $C(0\mid 4\mid 3)$ ,  $E(4\mid 0\mid 10)$ ,  $G(0\mid 4\mid 10)$ ,  $S(2\mid 2\mid 14)$
- b) Der Steilhang liegt in der Ebene, die durch die Punkte  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  geht. Stellen Sie eine Gleichung dieser Ebene in Koordinatenform auf.  
 $3x + 4z = 12$
- c) Ein Sonnenstrahl, dessen Richtung durch den Vektor  $\vec{a} = \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$  beschrieben werden kann, erzeugt auf dem Hang im Punkt  $S'$  einen Schatten der Turmspitze  $S$ . Bestimmen Sie die Koordinaten des Schattenpunktes  $S'$  und berechnen Sie die Größe des Winkels, unter dem der Sonnenstrahl auf den Hang trifft.  
 $S'(-8\mid 7\mid 9)$ ,  $\alpha = 54,7^\circ$
- d) An den Punkten  $F$  und  $H$  wird ein  $6\text{ m}$  langes Seil befestigt. Genau in die Mitte  $T$  des durchhängenden Seiles wird eine schwere Lampe gehängt. Bestimmen Sie die Koordinaten des tiefsten Punktes des Seiles.  
 $T(2\mid 2\mid 9)$  (Pythagoras)
- e) Zur besseren Stabilisierung soll der Turm am Eckpunkt  $H$  durch ein möglichst kurzes Stahlseil mit dem Berghang verbunden werden. Bestimmen Sie die minimale Länge des Stahlseils.  
 $5,6\text{ m}$

# Pyramide



Gegeben ist eine quadratische Pyramide mit der Spitze  $S(2 \mid 2 \mid 4)$ .

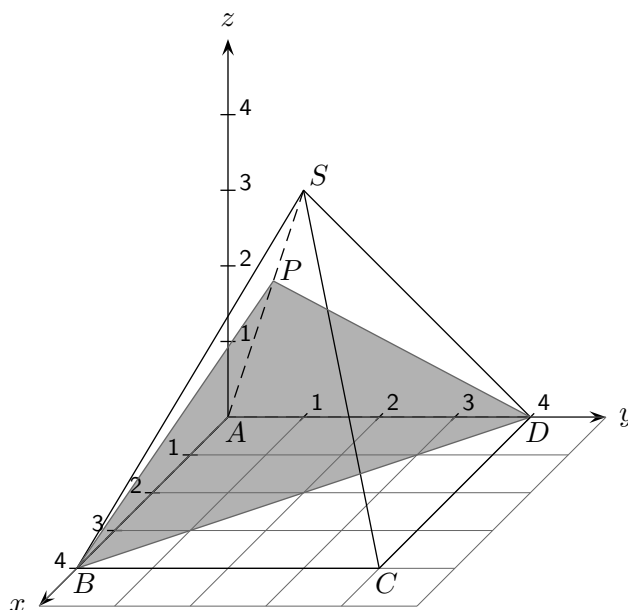
Die Pyramide wird von Ebenen  $E_P$  geschnitten, die durch  $B$ ,  $D$  und  $P$  verlaufen,  $P$  liegt auf der Kante  $AS$ .

Für welchen Punkt  $P$  ist der Winkel  $\angle BPD$  maximal?

Gibt es mehrere Punkte  $P$ , für die der Winkel  $\angle BPD$   $90^\circ$  beträgt?



# Pyramide



Gegeben ist eine quadratische Pyramide mit der Spitze  $S(2 \mid 2 \mid 4)$ .

Die Pyramide wird von Ebenen  $E_P$  geschnitten, die durch  $B$ ,  $D$  und  $P$  verlaufen,  $P$  liegt auf der Kante  $AS$ .

Für welchen Punkt  $P$  ist der Winkel  $\angle BPD$  maximal?

$$P_\lambda(2\lambda \mid 2\lambda \mid 4\lambda)$$

$$\cos \alpha = \frac{3\lambda^2 - 2\lambda}{3\lambda^2 - 2\lambda + 2}$$

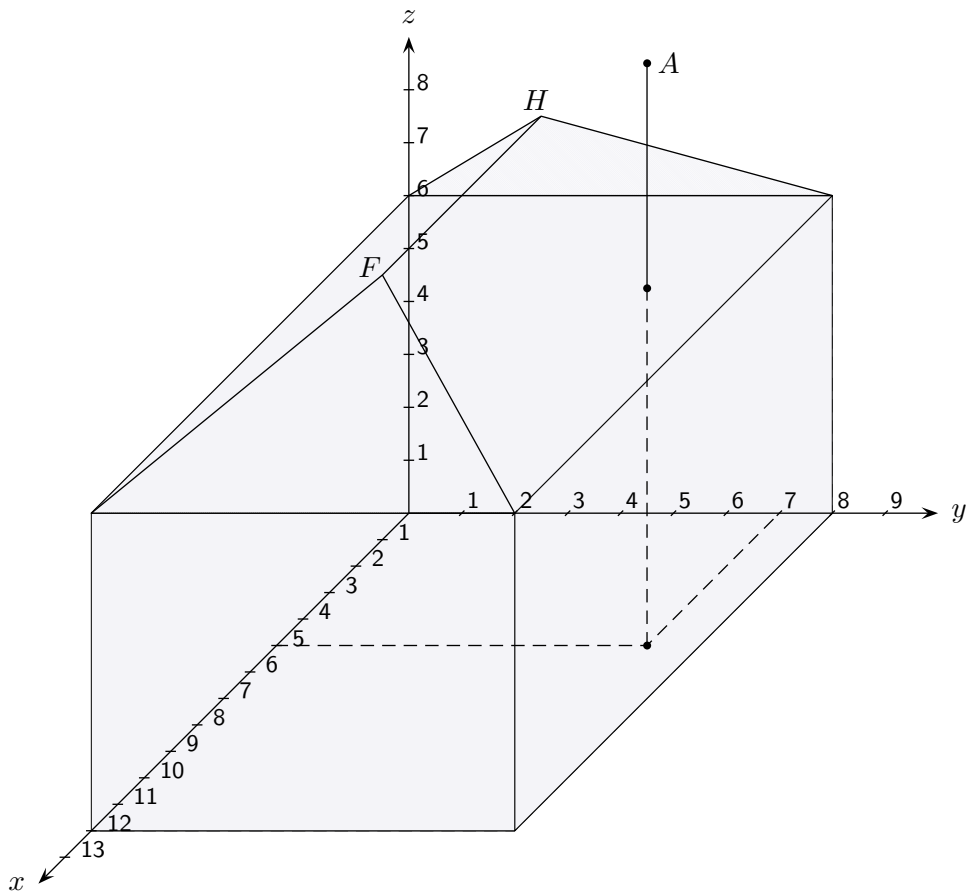
$$\alpha_{\max} = 101,5^\circ \text{ für } \lambda = \frac{1}{3}$$

Gibt es mehrere Punkte  $P$ , für die der Winkel  $\angle BPD$   $90^\circ$  beträgt?

$$\cos \alpha = 0$$

$$\lambda_1 = 0, \lambda_2 = \frac{2}{3}$$

# Antennenmast

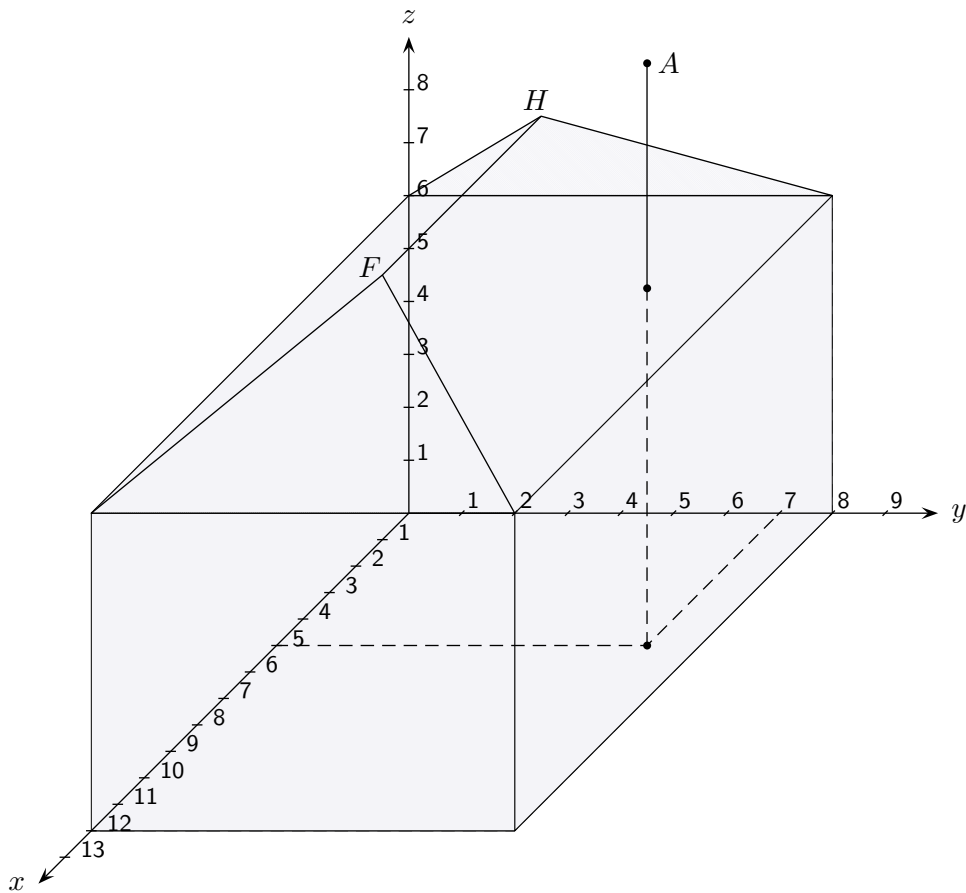


Der First des Walmdaches hat die Endpunkte  $F(9 | 4 | 9)$  und  $H(3 | 4 | 9)$  (in  $m$ ).

In  $A$  endet ein Antennenmast in  $11\ m$  Höhe.

Wieviel ist vom Antennenmast vom Punkt  $C(10 | 9 | 2)$  aus zu sehen?

# Antennenmast



Der First des Walmdaches hat die Endpunkte  $F(9 \mid 4 \mid 9)$  und  $H(3 \mid 4 \mid 9)$  (in  $m$ ).

In  $A$  endet ein Antennenmast in  $11\ m$  Höhe.

Wieviel ist vom Antennenmast vom Punkt  $C(10 \mid 9 \mid 2)$  aus zu sehen?

Die  $x$ -Koordinate von  $C$  hat keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Die Aufgabe kann mit einer Strahlensatzfigur gelöst werden.

Alternativ wird die Ebene, auf der die Punkte  $C$ ,  $P(12 \mid 8 \mid 6)$  und  $Q(0 \mid 8 \mid 6)$  liegen, mit der Geraden, die durch  $A$  und parallel zur  $z$ -Achse verläuft, geschnitten.

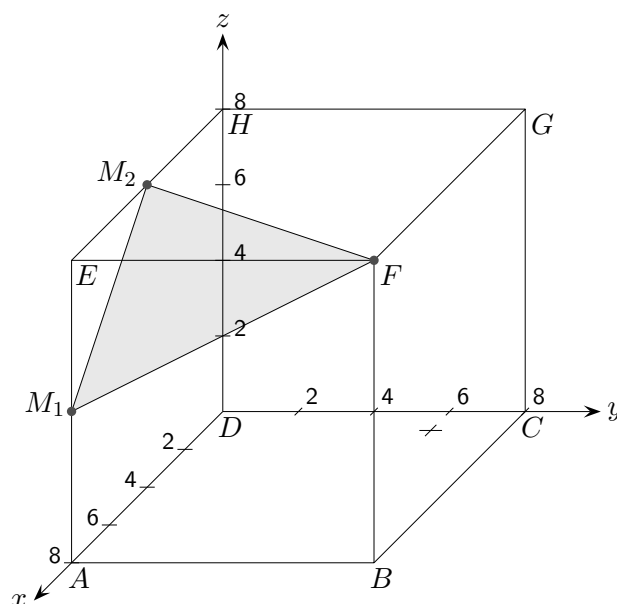
Die Ebenengleichung lautet  $4y + z = 38$ , der Schnittpunkt ist  $S(5 \mid 7 \mid 10)$ .

Es ist daher  $1$  Meter vom Mast zu sehen.

# Segeltuch

In einem würfelförmigen Ausstellungsraum mit der Kantenlänge 8 Meter ist ein dreieckiges Segeltuch aufgespannt. Es ist im Punkt  $F$  sowie in den Kantenmitten  $M_1$  und  $M_2$  befestigt (siehe Abbildung).

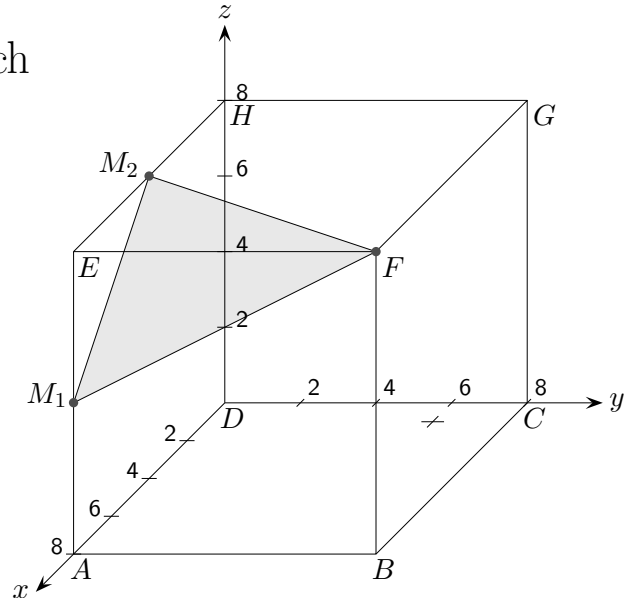
Es wird angenommen, dass das Segeltuch nicht durchhängt. In einem Koordinatensystem stellen die Punkte  $A(8 | 0 | 0)$ ,  $C(0 | 8 | 0)$  und  $H(0 | 0 | 8)$  die entsprechenden Ecken des Raumes dar.



- a) Bestimmen Sie eine Parametergleichung und eine Koordinatengleichung der Ebene  $S$ , in der das Segeltuch liegt. [mögliches Ergebnis:  $S: 2x - y + 2z = 24$ ]  
 Zeigen Sie, dass das Segeltuch die Form eines gleichschenkligen Dreiecks hat.  
 Berechnen Sie den Flächeninhalt des Segeltuchs.  
 Ermitteln Sie den Abstand des Segeltuchs von der Ecke  $E$ .  
 Bestimmen Sie den Anteil des Volumens oberhalb des Segeltuchs zum Gesamtvolumen des Raumes.  
 Ermitteln Sie den Winkel, den die Ebene  $S$  mit dem Boden des Ausstellungsraums einschließt.
- b) Auf der Diagonale  $AC$  steht eine 6 Meter hohe Stange senkrecht auf dem Boden. Der obere Teil der Stange berührt das Segeltuch. Ermitteln Sie die Stelle auf dem Boden, wo sich das untere Ende der Stange befindet.
- c) Die Markierung (s. Abbildung) auf dem Boden ist 1 Meter von der hinteren Wand  $DCGH$  und 2 Meter von der Wand  $BCGF$  entfernt. Dort ist in einer Höhe von 2 Meter ein Laserpointer in Richtung  $\begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 2,5 \end{pmatrix}$  angebracht. Untersuchen Sie, ob der Laserstrahl das Segeltuch trifft.
- d) Wir nehmen nun an, dass der Ausstellungsraum mit dem Segeltuch nur aus Kanten besteht, ohne Wände. Der Raum befindet sich im Freien und die Richtung der Sonnenstrahlen ist  $\vec{v} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ .  
 Weisen Sie nach: Der Schatten des Segeltuchs ist nur eine Strecke.  
 Berechnen Sie die Länge dieser Strecke.
- e) Berechnen Sie den Winkel, den das Segeltuch im Punkt  $M_1$  bildet.  
 Stellen Sie sich nun die Spitze des Segeltuchs in  $M_1$  auf der Kante  $\overline{AE}$  beweglich vor.  
 Das Segeltuch ist elastisch, so dass es straff gespannt bleibt.  
 Ermitteln Sie den minimalen Winkel in  $M_1$ .  
 Begründen Sie ohne weitere Rechnung, dass für einen Punkt  $M_1$  der Winkel  $60^\circ$  beträgt.

# Segeltuch

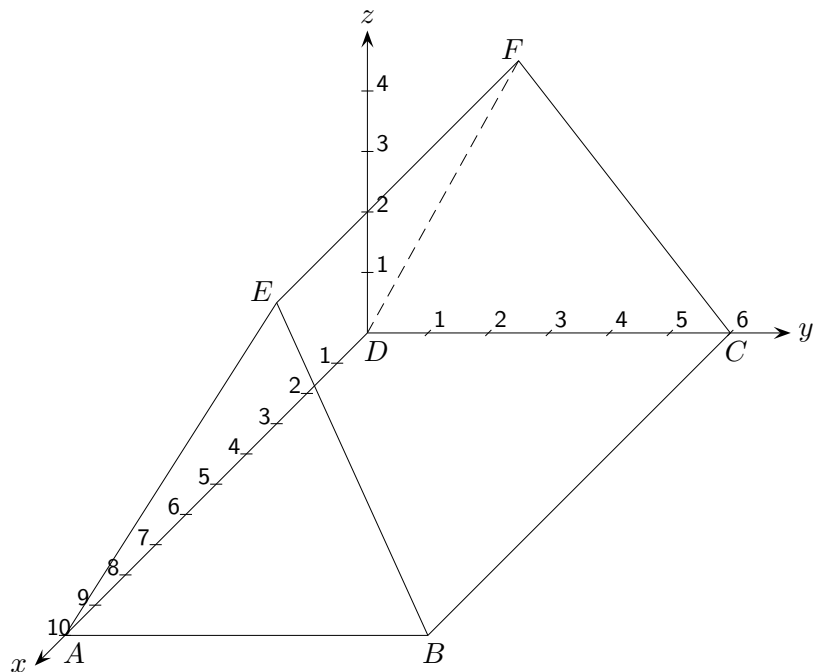
In einem würfelförmigen Ausstellungsraum mit der Kantenlänge 8 Meter ist ein dreieckiges Segeltuch aufgespannt. Es ist im Punkt  $F$  sowie in den Kantenmitten  $M_1$  und  $M_2$  befestigt (siehe Abbildung). Es wird angenommen, dass das Segeltuch nicht durchhängt. In einem Koordinatensystem stellen die Punkte  $A(8|0|0)$ ,  $C(0|8|0)$  und  $H(0|0|8)$  die entsprechenden Ecken des Raumes dar.



- a) Bestimmen Sie eine Parametergleichung und eine Koordinatengleichung der Ebene  $S$ , in der das Segeltuch liegt. [mögliches Ergebnis:  $S: 2x - y + 2z = 24$ ]  
 Zeigen Sie, dass das Segeltuch die Form eines gleichschenkligen Dreiecks hat. Symmetrie, Spitze  $S$   
 Berechnen Sie den Flächeninhalt des Segeltuchs. 24 FE  
 Ermitteln Sie den Abstand des Segeltuchs von der Ecke  $E$ .  $d = \frac{8}{3}$   
 Bestimmen Sie den Anteil des Volumens oberhalb des Segeltuches zum Gesamtvolumen des Raumes. Anteil  $\frac{1}{24}$   
 Ermitteln Sie den Winkel, den die Ebene  $S$  mit dem Boden des Ausstellungsraums einschließt.  $\alpha = 48,2^\circ$
- b) Auf der Diagonale  $AC$  steht eine 6 Meter hohe Stange senkrecht auf dem Boden. Der obere Teil der Stange berührt das Segeltuch. Ermitteln Sie die Stelle auf dem Boden, wo sich das untere Ende der Stange befindet.  

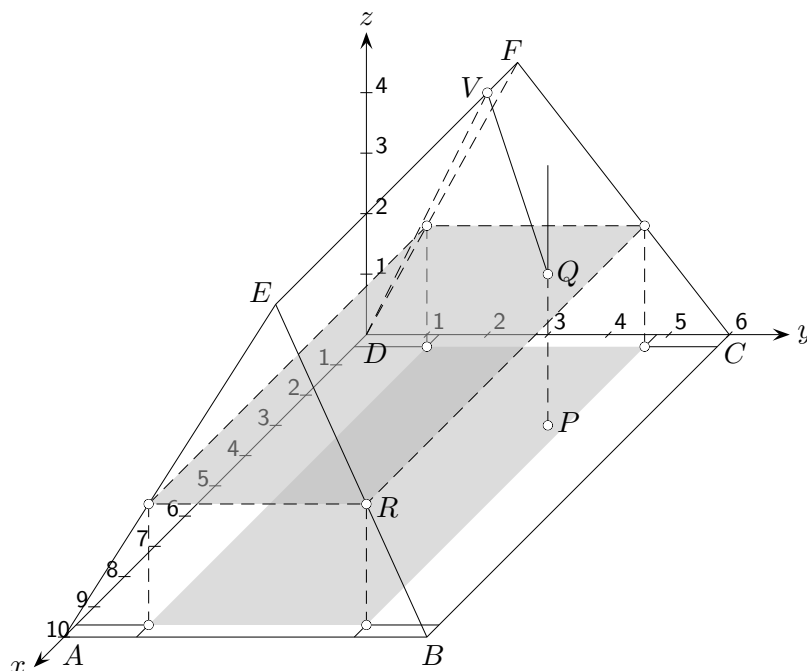
$$E \cap h, h: \vec{x} = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 8 \\ -8 \\ 0 \end{pmatrix}, \lambda = \frac{1}{6}, Q\left(\frac{20}{3} \mid \frac{4}{3} \mid 0\right)$$
- c) Die Markierung (s. Abbildung) auf dem Boden ist 1 Meter von der hinteren Wand  $DCGH$  und 2 Meter von der Wand  $BCGF$  entfernt. Dort ist in einer Höhe von 2 Meter ein Laserpointer in Richtung  $\begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 2,5 \end{pmatrix}$  angebracht. Untersuchen Sie, ob der Laserstrahl das Segeltuch trifft.  $E \cap g$   
 mögliche Parameter  $\lambda = \frac{1}{4}, \mu = \frac{1}{4}, t = 2$ , Laserstrahl trifft das Segeltuch, da  $0 \leq \lambda, \mu \leq 1$  gilt.
- d) Wir nehmen nun an, dass der Ausstellungsraum mit dem Segeltuch nur aus Kanten besteht, ohne Wände. Der Raum befindet sich im Freien und die Richtung der Sonnenstrahlen ist  $\vec{v} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ . Weisen Sie nach: Der Schatten des Segeltuchs ist nur eine Strecke. Berechnen Sie die Länge dieser Strecke. Richtungsvektor orthogonal zum Normalenvektor,  $L = 8\sqrt{5}$
- e) Berechnen Sie den Winkel, den das Segeltuch im Punkt  $M_1$  bildet.  $71,6^\circ$   
 Stellen Sie sich nun die Spitze des Segeltuches in  $M_1$  auf der Kante  $\overline{AE}$  beweglich vor. Das Segeltuch ist elastisch, so dass es straff gespannt bleibt. Ermitteln Sie den minimalen Winkel in  $M_1$ .  $M_1 = A, \beta = 50,8^\circ$   
 Begründen Sie ohne weitere Rechnung, dass für einen Punkt  $M_1$  der Winkel  $60^\circ$  beträgt.  $50,8^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$

# Walmdach



Das Walmdach eines Hauses wird durch die Punkte  $A(10 \mid 0 \mid 0)$ ,  $B(10 \mid 6 \mid 0)$ ,  $C(0 \mid 6 \mid 0)$ ,  $D(0 \mid 0 \mid 0)$ ,  $E(9 \mid 3 \mid 5)$  und  $F(1 \mid 3 \mid 5)$  beschrieben (Koordinatenangaben in Meter).

- Bestimmen Sie eine Koordinatengleichung der Ebene, in der die Dachfläche  $ABE$  liegt. Berechnen Sie den Flächeninhalt der Dachfläche  $ABE$ .  
Die Dachfläche  $BCFE$  liegt in der Ebene  $E: 5y + 3z = 30$ .  
Berechnen Sie den Winkel zwischen den beiden Dachflächen  $ABE$  und  $BCFE$ .
- Das Dachgeschoss des Hauses soll ausgebaut werden. Als vollwertige Wohnfläche gilt nur die Fläche des Dachgeschosses, über der die Raumhöhe mindestens 2 m beträgt. Ermitteln Sie den Flächeninhalt der vollwertigen Wohnfläche.
- Im Punkt  $P(3 \mid 4,5 \mid 0)$  steht senkrecht zum Dachboden ein Antennenmast. Der Mast durchstößt das Dach im Punkt  $Q$ . Von  $Q$  aus soll ein möglichst kurzes Antennenkabel über das Dach zum Punkt  $D$  gezogen werden. Bestimmen Sie die Koordinaten des Punktes, in dem das Kabel den Dachfirst  $EF$  überquert. Wie lang ist dieses Kabel?



Das Walmdach eines Hauses wird durch die Punkte  $A(10 \mid 0 \mid 0)$ ,  $B(10 \mid 6 \mid 0)$ ,  $C(0 \mid 6 \mid 0)$ ,  $D(0 \mid 0 \mid 0)$ ,  $E(9 \mid 3 \mid 5)$  und  $F(1 \mid 3 \mid 5)$  beschrieben (Koordinatenangaben in Meter).

- a) Bestimmen Sie eine Koordinatengleichung der Ebene, in der die Dachfläche  $ABE$  liegt.  
 Berechnen Sie den Flächeninhalt der Dachfläche  $ABE$ .  $A_D = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot \sqrt{26} \quad 15,3 \text{ m}^2$   
 Die Dachfläche  $BCFE$  liegt in der Ebene  $E: 5y + 3z = 30$ .  
 Berechnen Sie den Winkel zwischen den beiden Dachflächen  $ABE$  und  $BCFE$ .  $\beta = 95,8^\circ$   
 Der Schnittwinkel der Ebenen, in denen die Dachflächen enthalten sind, beträgt  $\beta = 84,2^\circ$ .  
 Die Dachflächen schließen den Winkel  $\alpha = 180^\circ - 84,2^\circ = 95,8^\circ$  ein ( $\alpha > 90^\circ$ ).

- b) Das Dachgeschoss des Hauses soll ausgebaut werden.  
 Als vollwertige Wohnfläche gilt nur die Fläche des Dachgeschosses, über der die Raumhöhe mindestens 2 m beträgt. Ermitteln Sie den Flächeninhalt der vollwertigen Wohnfläche.

Denke dir eine in 2 m Höhe eingezogene Decke.

Es genügt (Symmetrie), den Schnittpunkt  $R$  der Kante  $BE$  mit der Ebene  $z = 2$  zu bestimmen.

$$R(9,6 \mid 4,8 \mid 2)$$

$$a = 4,8 - (6 - 4,8) = 3,6$$

$$b = 9,6 - (10 - 9,6) = 9,2$$

$$A = a \cdot b = 33,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

- c) Im Punkt  $P(3 \mid 4,5 \mid 0)$  steht senkrecht zum Dachboden ein Antennenmast.  
 Der Mast durchstößt das Dach im Punkt  $Q$ . Von  $Q$  aus soll ein möglichst kurzes Antennenkabel über das Dach zum Punkt  $D$  gezogen werden. Bestimmen Sie die Koordinaten des Punktes, in dem das Kabel den Dachfirst  $EF$  überquert. Wie lang ist dieses Kabel?

Der Schnitt einer senkrechten Geraden durch  $P$  mit der Ebene  $E$  ergibt  $Q(3 \mid 4,5 \mid 2,5)$ .

Ein Punkt  $V$  auf dem First hat die Koordinaten  $V(1 + s \mid 3 \mid 5)$  mit  $0 \leq s \leq 8$ .

$$\text{Länge des Kabels: } d(s) = |\vec{QV}| + |\vec{DV}| = \sqrt{(1+s)^2 + 34} + \sqrt{(2-s)^2 + 8,5}$$

Minimum für  $s = 1$  mit  $d_{\min} = 9,25 \text{ [m]}$

$$V(2 \mid 3 \mid 5)$$

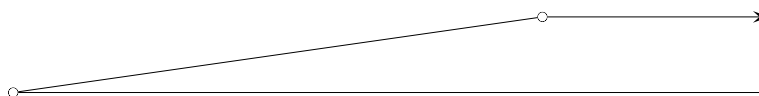
Alternativ: Eine Projektion in die  $xy$ -Ebene führt zum Schnitt der Geraden  $y = \frac{4,5}{3}x$  und  $y = 3$  mit  $x = 2$ . Alternativ:  $V$  liegt in der Ebene  $DPQ$ .

## Flugbahn Hessen LK 2017 *abgeändert*

Eine Radarstation überwacht die Bewegung eines Flugzeugs. Die Bewegung kann modellhaft in einem kartesischen Koordinatensystem dargestellt werden, dessen  $xy$ -Ebene die Horizontale beschreibt. Eine Längeneinheit entspricht einem Kilometer in der Realität.

Der Standort der Radarstation wird durch den Punkt  $R(18 | 0 | -1)$  beschrieben und die Position des Flugzeugs zu Beginn der Beobachtung um 14:00 Uhr durch den Punkt  $A(0 | 0 | 0)$ . Anschließend bewegt sich das Flugzeug entlang einer Geraden durch den Punkt  $B(8 | 4 | 1)$ , der die Position um 14:02 Uhr darstellt. Ab 14:14 Uhr fliegt das Flugzeug in gleicher Himmelsrichtung horizontal weiter. Im Modell bleibt es dabei in der Ebene, die die Punkte  $A$  und  $B$  enthält und zur  $xy$ -Ebene senkrecht steht. Im Folgenden soll davon ausgegangen werden, dass das Flugzeug von 14:00 Uhr bis 14:14 Uhr mit konstanter Geschwindigkeit fliegt.

1. a) Berechnen Sie für die Zeit bis 14:14 Uhr den Steigungswinkel der Flugbahn gegenüber der Horizontalen. Geben Sie die Koordinaten des Punktes an, der die Position des Flugzeugs um 14:10 Uhr darstellt.



- b) Die Abbildung zeigt schematisch die Flugbahn des Flugzeugs sowie die Horizontale. Zeichnen Sie die Positionen des Flugzeugs zu den Zeitpunkten 14:02 Uhr und 14:10 Uhr ein.
- c) Ermitteln Sie für die Zeit bis 14:14 Uhr die Geschwindigkeit des Flugzeugs in Kilometer pro Stunde.
- d) Geben Sie eine Gleichung der Strecke an, die die Flugbahn von 14:00 Uhr bis 14:14 Uhr beschreibt.
2. Zu einem bestimmten Zeitpunkt zwischen 14:00 Uhr und 14:14 Uhr ist die Entfernung des Flugzeugs von der Radarstation am geringsten. Die bis dahin seit Beobachtungsbeginn vergangene Zeit soll in Minuten bestimmt werden. Dafür werden zwei verschiedene Lösungsansätze I und II betrachtet:

$$\text{I: } d(t) = \left| \begin{pmatrix} 18 - 8t \\ -4t \\ -1 - t \end{pmatrix} \right| = \sqrt{81t^2 - 286t + 325} \qquad \text{II: } \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 18 - 8t \\ -4t \\ -1 - t \end{pmatrix} = 0$$

$$d'(t) = 0$$

- a) Erläutern Sie die beiden Lösungsansätze im Sachzusammenhang.
- b) Berechnen Sie die geringste Entfernung des Flugzeugs von der Radarstation, indem Sie einen der beiden Ansätze bis zur Lösung fortsetzen.
3. Ist das Flugzeug mehr als 70 km von der Radarstation entfernt, so kann es von dieser nicht mehr erfasst werden. Die Position, an der das Flugzeug nach 14:14 Uhr den Erfassungsbereich der Radarstation verlässt, wird im Modell durch einen Punkt dargestellt. Ermitteln Sie dessen Koordinaten.
4. Das Flugzeug überfliegt eine geneigte Hangfläche, die in der Ebene  $E$  mit  $E: -x + 25z = 0$  liegt. Durch das Sonnenlicht wirft das Flugzeug um 14:02 Uhr einen Schatten auf die Hangfläche.

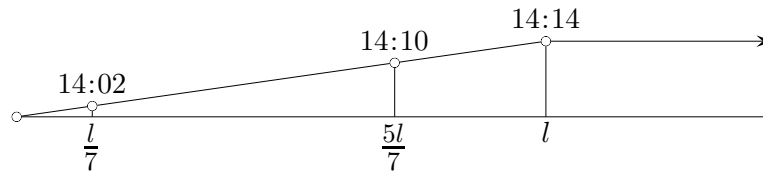
Die Richtung des Sonnenlicht wird durch  $\vec{v} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$  beschrieben.

Berechnen Sie den Schattenpunkt des Flugzeuges um 14:02 Uhr.



1. a) Steigungswinkel  $\alpha = \arctan \frac{1}{\sqrt{8^2 + 4^2}} = 6,38^\circ$

b) Flugzeugpositionen



c) Geschwindigkeit des Flugzeugs  $v = \frac{\sqrt{8^2 + 4^2 + 1^2}}{\frac{2}{60}} \text{ km/h} = 270 \text{ km/h}$

d) Gleichung der Flugbahnstrecke

$$\vec{x} = t \begin{pmatrix} 56 \\ 28 \\ 7 \end{pmatrix}, \quad 0 \leq t \leq 1$$

2. Lösungsansätze I und II:

I:  $d(t) = \left| \begin{pmatrix} 18 - 8t \\ -4t \\ -1 - t \end{pmatrix} \right| = \sqrt{81t^2 - 286t + 325}$       II:  $\begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 18 - 8t \\ -4t \\ -1 - t \end{pmatrix} = 0$   
 $d'(t) = 0$

a) I: Minimum von  $d(R, P)$ ,  $P$  laufender Punkt auf der Geraden  $g$  durch  $A$  und  $B$   
 II:  $\vec{PR}$  ist orthogonal zum Richtungsvektor der Geraden  $g$ .

b) geringste Entfernung des Flugzeugs  $d = 8,517 \text{ km}$

3. Ist das Flugzeug mehr als 70 km von der Radarstation entfernt, so kann es von dieser nicht mehr erfasst werden. Die Position, an der das Flugzeug nach 14:14 Uhr den Erfassungsbereich der Radarstation verlässt, wird im Modell durch einen Punkt dargestellt. Ermitteln Sie dessen Koordinaten.

$$\vec{OQ} = \begin{pmatrix} 56 \\ 28 \\ 7 \end{pmatrix} + r \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad d(R, Q) = 70, \quad r = 2,523, \quad D(76,182 \mid 38,091 \mid 7)$$

4. Das Flugzeug überfliegt eine geneigte Hangfläche, die in der Ebene  $E$  mit  $E: -x + 25z = 0$  liegt. Durch das Sonnenlicht wirft das Flugzeug um 14:02 Uhr einen Schatten auf die Hangfläche.

Die Richtung des Sonnenlicht wird durch  $\vec{v} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$  beschrieben.

Schattenpunkt  $S\left(\frac{25}{3} \mid \frac{13}{3} \mid \frac{1}{3}\right)$

Startseite