1.1 ▶ Koordinaten von T, U, X und F

Um die Koordinaten der einzelnen Punkte zu bestimmen, bedienst du dich der gegebenen Seitenlängen und der vorhanden Symmetrie des Pavillons. Die Symmetrie bedingt, dass sich der Mittelpunkt der Grundfläche im Ursprung also im Punkt $O(0|0|0)$ befindet. Außerdem werden die Seiten der Grundfläche und des Quadrats $F_1F_2F_3F_4$ durch die Ebenen, die die Koordinatenachsen aufspannen, halbiert.

Außerdem ist die Grundfläche der Pyramide, die das Dach darstellt, parallel zur Grundfläche des Pavillons, sodass die Eckpunktpaare dieselbe x_1- und x_2-Koordinate haben.

- Symmetrie bedingt Mittelpunkt der Grundfläche im Ursprung
- Symmetrie bedingt Halbierung der Seiten
- Eckpunktpaare haben selbe x_1- und x_2-Koordinate

1.2 ▶ Materialbedarf bestimmen

Die Längen der Spannschnüre werden, da sie alle gleich lang sind, durch die Länge des Vektors $\overrightarrow{TF_1}$ beschrieben. Die Länge eines Vektors bestimmst du über die Formel $\sqrt{(f_1-t_1)^2+(f_2-t_2)^2+(f_3-t_3)^2}$. Da 4 Schnüre vorhanden sind, musst du das Ergebnis noch vervierfachen.

Die gesuchte Fläche ist die Mantelfläche der Pyramide. Diese kannst du über

$$4 \cdot \frac{1}{2}|\overrightarrow{XU} \times \overrightarrow{XT}|$$

bestimmen, da $|\overrightarrow{XU} \times \overrightarrow{XT}|$ den Flächeninhalt des Parallelograms beschreibt, das parallele Seiten der Länge $|\overrightarrow{XU}|$ und $|\overrightarrow{XT}|$ besitzt. Die Hälfte davon ist folglich der Flächeninhalt eines Dreiecks. Von diesen benötigst du 4, um die Schutzhülle zu beschreiben.

- Länge der Schnüre über $\sqrt{(f_1-t_1)^2+(f_2-t_2)^2+(f_3-t_3)^2}$ bestimmen
- Schutzhülle über $4 \cdot \frac{1}{2}|\overrightarrow{XU} \times \overrightarrow{XT}|$ berechnen

2.1 ▶ Fahnenmast einzeichnen

Um den Fahnenmast einzuzeichnen, musst du vom Punkt A als Basis ausgehen. Er ist der unterste Punkt des Mastes. Da ein Fahnenmast in der Regel senkrecht steht, kannst du dann einfach die gegebene Höhe von A ausgehend in x_3-Richtung abtragen, sodass du den höchsten Punkt erhältst.

Verbinde die beiden Punkte. Zeichne nicht über sie hinaus, da der Fahnenmast ein Objekt mit einer fest definierten Länge von $4,5$ m ist und somit eine Verlängerung in positiver x_3-Richtung im Kontext der Aufgabe falsch wäre. Eine Verlängerung in negativer x_3-Richtung hingegen wäre unrealistisch, da man den Fahnenmast sonst durch den Boden sehen könnte, sodass auch dies im Kontext der Aufgabe falsch wäre.

2.2 ► **Schattenpunkt und X fallen zusammen**

Um nachzuweisen, dass der Schattenpunkt der Mastspitze M und der Punkt S zusammenfallen, musst du zunächst den Schatten von M konstruieren, indem du aus dem Punkt M, der sich 4,5 m über A befindet, und dem Richtungsvektor der Sonnenstrahlen eine Gerade bildest. Auf dieser muss der Punkt x liegen, damit der Schattenpunkt von M und der Punkt X zusammenfallen.

- Punkt M definieren
- Gerade i durch M mit dem Richtungsvektor $\overrightarrow{v}$
- prüfen ob $X \in i$

3.1 ► **Ebene E aufstellen**

Die Ebene E in Parametergleichung stellst du auf, indem du einen Stützvektor $\overrightarrow{OT}$ und 2 Richtungsvektoren $\overrightarrow{TU}$ und $\overrightarrow{TX}$ aufstellst, die nach der Formel

$$E: \overrightarrow{x} = \overrightarrow{OT} + s \cdot \overrightarrow{TU} + t \cdot \overrightarrow{TX}$$

dann eine Ebene in Parametergleichung aufspannen.

Über das Kreuzprodukt der beiden Richtungsvektoren nach $\overrightarrow{TU} \times \overrightarrow{TX}$ erhältst du den Normalenvektor $\overrightarrow{n}$ der Ebene E, mit dessen Hilfe du die Normalenform der Ebene bestimmen kannst. Diese wird durch die Form

$$E: \left(\overrightarrow{x} - \overrightarrow{OT}\right) \cdot \overrightarrow{n} = 0$$

beschrieben. Durch Ausmultiplizieren erhältst du die Form

$$E: n_1 \cdot x_1 + n_2 \cdot x_2 + n_3 \cdot x_3 = n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3.$$

- Parameterform mit Hilfe zweier Richtungsvektoren aufstellen
- Normalenvektor mittels Kreuzprodukt bestimmen
- Normalenform aufstellen
- Normalenform ausmultiplizieren

3.2 ► **Bedeutungen der Gleichungen erklären**

Da die Aufgabe von einem Vordach für den Pavillon handelt, der mittels zweier Stützstangen gesichert werden soll. Anhand dieses Bezugs können wir die Gleichungen unter gewissen Aspekten betrachten.

Auch die im Teil 3.1 aufgestellte Ebenengleichung kommt mir Sicherheit zum Tragen.

Außerdem wird ein Punkt U' aufgeführt, dessen Bezeichnung auf eine Verbindung mit dem Punkt U hinweist.

Erkläre folglich die Gleichungen immer im Bezug auf den Gesamtkontext der Aufgabe, sowie auf im vorherigen Abschnitt errechnete Gegebenheiten. Ziehe auch Umformungen von anderen Gleichungen innerhalb des Kastens in Betracht.

- Gesamtkontext beachten
- Stangen werden durch Geraden dargestellt
- Bedeutung der Ebene E im Aufgabenkontext beachten
- Berechnung von Schnittpunkten Gerade/ Ebene
- x_3-Koordinate des Schnittpunktes der Stütze und der Ebene E geben Länge der Stütze an

► **Länge der Stützstange angeben**

Die Länge einer vertikalen Stützstange entspricht immer der x_3-Koordinate ihres höchsten Punktes. Da wir U' bereits als den höchsten Punkt einer der Stützstangen definiert haben, gilt somit $l(Stange) = x_3(U')$.