Geometrie im Freien – Geometrische Konstruktionen –   
Arbeiten mit einem Theodoliten

**Zielsetzung:**

In diesem Modul führen Schülerinnen und Schüler Messungen im Freien als Grundlage für geometrische Konstruktionen durch. Durch die Konstruktionen werden die Längen von sonst unzugänglichen Strecken bestimmt. Die Konstruktionen können entweder händisch oder mit einer Geometriesoftware durchgeführt werden.

**Vorkenntnisse:**

Falls das Modul in der Klassenstufe 9 oder 10 eingesetzt wird, kann die Bestimmung der Strecken auch durch Berechnungen mit trigonometrischen Funktonen erfolgen.

Die Kenntnis der Kongruenzsätze ist bei der Planung der Messungen hilfreich, um die Eindeutigkeit der Konstruktionen zu garantieren. Die Kenntnis ist jedoch nicht erforderlich. Die Schülerinnen und Schüler werden eventuell zu viele oder ungünstige Größen messen und bei der Auswertung merken, dass sie die Messung wiederholen müssen.

**Werkzeug:**

Zur Messung von Winkeln wird ein Theodolit verwendet, der in der ersten AG-Sitzung gebaut wird. Bauanleitungen für Theodoliten zur Messung vertikaler Winkel sind im Internet zu finden. Zur horizontalen Winkelmessung wird eine Bauanleitung im Material gegeben. Spätestens in der vorhergehenden AG-Sitzung müssen die Schülerinnen und Schüler über die erforderlichen Materialien informiert werden.

**Durchführung:**

Es ist sinnvoll, wenn die Schülerinnen und Schüler in Gruppen von 3 - 5 Personen arbeiten. Für jede Gruppe ist ein Theodolit erforderlich.

Nach dem Bau des Gerätes kann der Einsatz des Theodoliten zunächst im Klassenraum erprobt werden. Damit erhalten die Schülerinnen und Schüler Sicherheit im Umgang mit dem selbstgebauten Gerät. Die Besprechung von eventuell auftretenden Schwierigkeiten ist im Klassenraum einfacher als im Freien.

Die Schülerinnen und Schüler sollten zunächst ein Konzept zur Lösung einschließlich einer Planfigur erstellen, damit sie die Messungen zielgerichtet durchführen können. Wichtig ist für die spätere Besprechung (im Klassenzimmer) und den Vergleich der Ergebnisse die Dokumentation des Vorgehens. Die Dokumentation kann auch Fotos oder Videos des Messprozesses enthalten. Dazu eignet sich insbesondere die kostenfreie App „Biparcours“ (www.biparcous.de), mit deren Hilfe die im Freien aufgenommenen Bilder direkt auf den Rechner im Klassenraum übertragen werden können. Das ist bei der späteren Besprechung der Schülerergebnisse eine große Hilfe.

**Bauanleitung für vertikale Winkelmessung:**

<http://www2.klett.de/sixcms/media.php/229/720730-1791_t4h47p.pdf>

**Bauanleitung für horizontale Winkelmessung**

[Bauanleitung\_Theodolith.docx](Bauanleitung_Theodolit.docx)

**Beispiele für Bestimmungen im Klassenraum:**

1. Abstand eines weiter entfernten Tisches von der Tafelwand
2. Raumhöhe

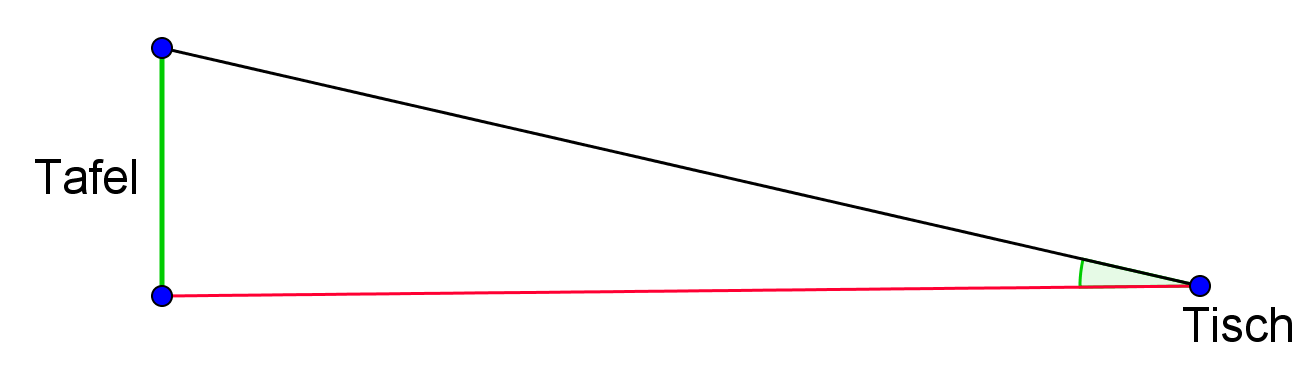
**Hinweise zur Lösung der Aufgaben:**

1. Wenn der Tisch sehr nahe an der Wand steht, ist eine direkte Messung mit einem Zollstock leicht möglich. Deshalb wird ein Tisch verwendet, der in größerer Entfernung steht, so dass die direkte Messung nur schwierig durchzuführen ist.

Vorgehensweise:

* Tafelhöhe messen
* Theodolit so anordnen, dass seine Unterkante auf der gleichen Höhe ist wie die Unterkante der Tafel
* Winkel zur Oberkante der Tafel messen.

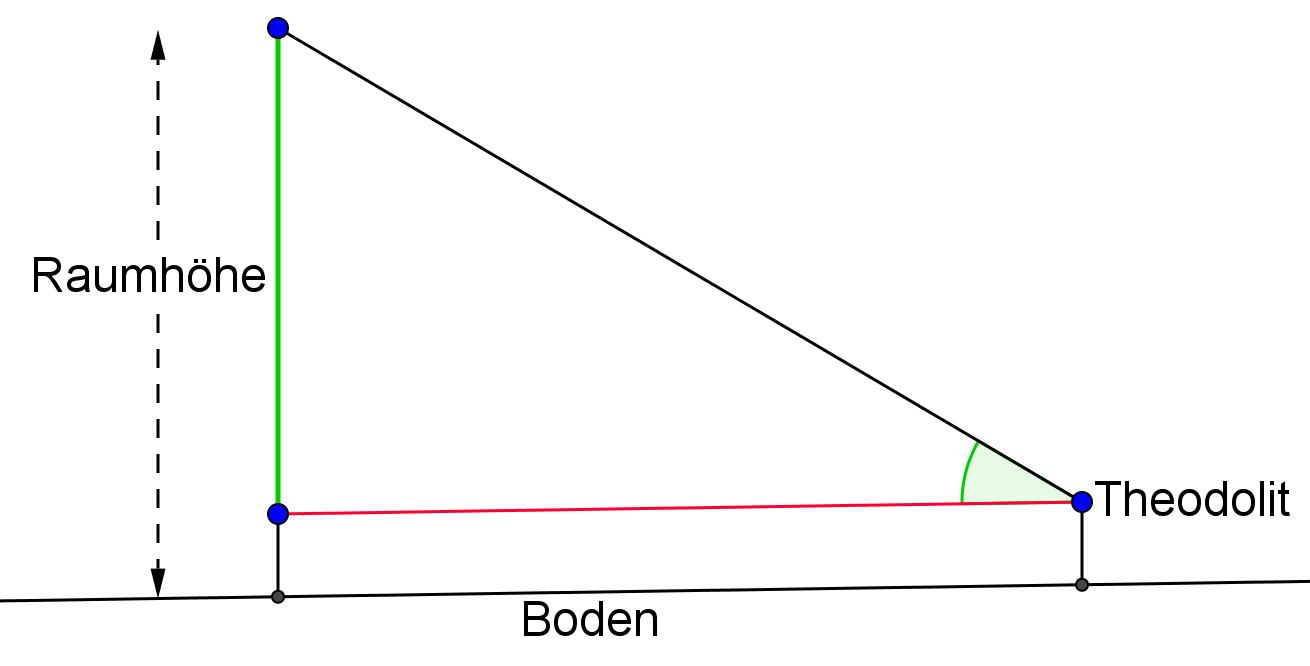
Skizze:



Eine maßstäbliche Zeichnung wird händisch oder mit einer Geometriesoftware angefertigt.

1. Der Theodolit wird in einem bekannten Abstand zur Wand aufgestellt. Gemessen wird der Winkel zwischen der Horizontalen und der Strecke zum oberen Punkt der Wand.

Skizze:



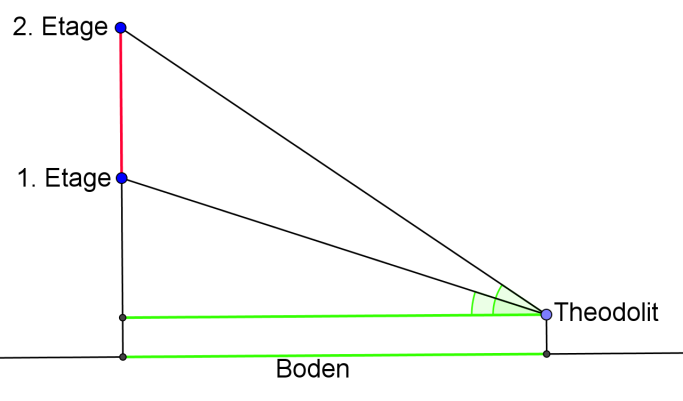
Zu der ermittelten Höhe ist die Aufstellungshöhe des Theodoliten zu addieren.

**Beispiele für Messaufgaben im Freien:**

1. Bestimmung einer Gebäudehöhe
2. Bestimmung der Höhe eines Baumes
3. Bestimmung des Höhenabstandes von der ersten zur zweiten Etage des Gebäudes
4. Bestimmung der Breite eines Gebäudes, bei dem eine direkte Messung zum Beispiel wegen Bepflanzung nicht möglich ist.

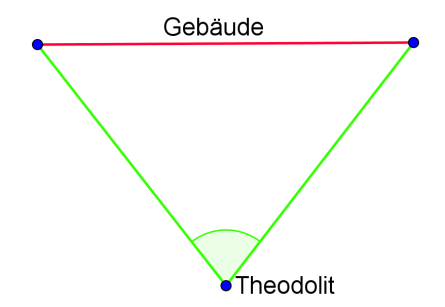
**Hinweise zur Lösung der Aufgaben:**

1. und d) entsprechen der Bestimmung der Raumhöhe in Aufgabe b).
2. Diese Aufgabe enthält eine neue Schwierigkeit, da der im Dreieck erforderliche Winkel durch zwei Messungen ermittelt werden muss.

Skizze:

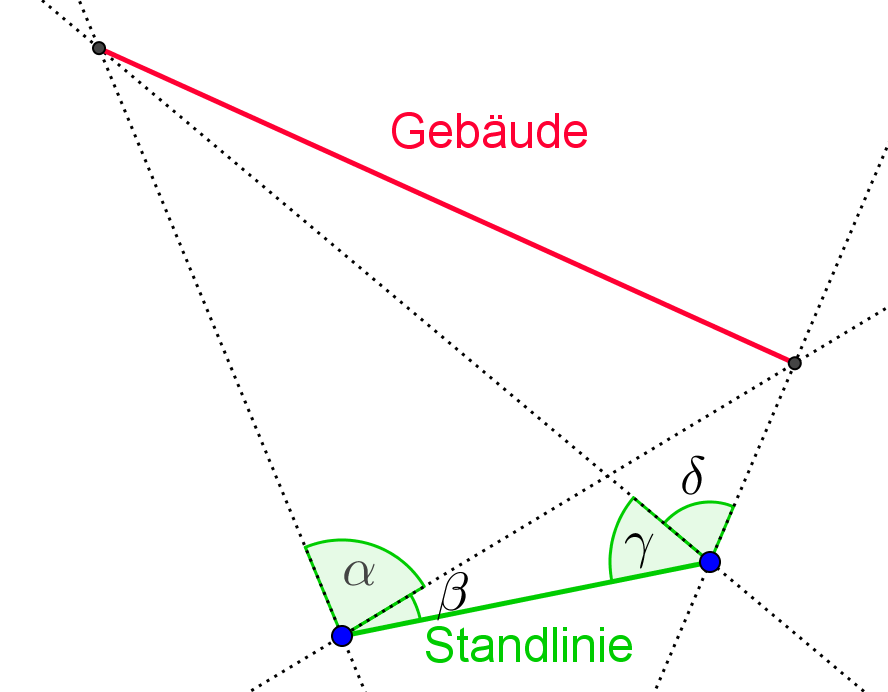
1. Diese Aufgabe ist die anspruchsvollste aus der Sequenz.

Wenn von einem festen Punkt aus die Entfernungen zu den Eckpunkten des Gebäudes direkt messbar sind, reicht eine Winkelmessung aus.



Skizze:

Man kann den Schwierigkeitsgrad für besonders leistungsfähige Schülerinnen und Schüler erhöhen, indem ein Beispiel gesucht wird, bei dem die Entfernungen zu den Eckpunkten nicht direkt messbar sind. In diesem Fall müssen die Schülerinnen und Schüler auf die Idee kommen, eine Standlinie bekannter Länge festzulegen. Es ist nicht erforderlich, dass die Standlinie parallel zur Gebäudewand verläuft. Von den Endpunkten der Standlinie müssen verschiedene Winkel gemessen werden.

Skizze:

Tippkarten zu Aufgabe f), falls die Entfernungen zu den Ecken nicht messbar sind.

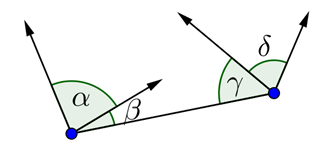
1. Wenn die Entfernungen zu den Ecken des Gebäudes messbar sind, reicht ein Punkt für die Winkelmessung aus. Hier benötigst du zwei.

Tippkarte 1

1. Miss von den beiden Punkten aus alle möglichen Winkel.

Tippkarte 2

1. Hinweis: In der Skizze sind alle möglichen Winkel bereits eingetragen. Die Pfeile verweisen auf die Eckpunkte des Gebäudes.



Tippkarte 3

1. Vervollständige die Skizze, so dass die Lage der Eckpunkte des Gebäudes erkennbar ist.

Tippkarte 4