

Vermessung des Himmels

Ein Versuch aus dem PeP-Klassenzimmer

23. April 2018

Inhaltsverzeichnis

1 Ziel	1
2 Der Sextant	1
2.1 Theorie	2
2.2 Wie funktioniert ein Sextant?	2
2.3 Material	3
2.4 Aufbau und Durchführung	3
3 Das Smartphone als Sextant	4
4 Material	4
5 Aufbau und Durchführung	4
6 Praktische Tipps	5
7 Blick zu den Sternen	5
7.1 Astronomische Methode der Lichtgeschwindigkeitsmessung	6
Literatur	8

1 Ziel

Ziel dieser Versuche ist es, die Augen der Schülerinnen und Schüler auf den Himmel zu lenken. Die Astronomie zählt zu den ältesten Wissenschaften, die Menschen betreiben, doch im naturwissenschaftlichen Unterricht wird sie nur selten gelehrt.

2 Der Sextant

Kenntnisse der Gestirne waren unverzichtbar in der Schifffahrt, denn erst sie ermöglichten die Navigation auf den Ozeanen.

Mit der über einen *Sextanten* gemessenen Höhe der Sonne konnte die Position von Schiffen zur Mittagszeit präzise bestimmt werden, denn bereits geringe Messfehler einiger weniger Grad verursachten Ungenauigkeiten von mehreren 100 km bei der Navigation.

Einen Sextanten zwar nicht, aber eine genauere Apparatur, das Smartphone haben nahezu jede Schülerin und jeder Schüler immer in der Tasche.

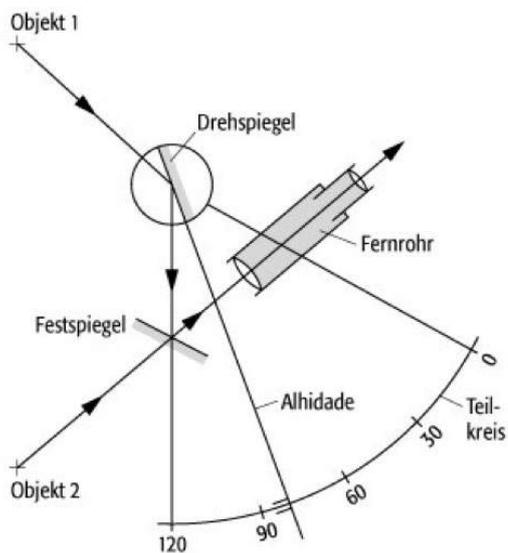


Abbildung 2: Sextant
[2]

Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Spiegelsextanten
[3]

2.1 Theorie

Ein Sextant ist ein Winkelmessgerät mit hoher Genauigkeit. Er besteht im Wesentlichen aus einer Messskala mit Gradeinteilung (Limbus), einem fest daran angebrachten (halbdurchlässigen) Spiegel, einem Zeigerarm (Alhidade), dessen Winkelverstellung an der Skala abgelesen werden kann und einem daran angebrachten Spiegel. Ein Rohr (oder auch Fernrohr) unterstützt den Beobachter bei der Ausrichtung des Sextanten, siehe Abbildung 1.

2.2 Wie funktioniert ein Sextant?

Mit einem Sextanten werden simultan zwei Strahlengänge gemessen. Ein von einem angepeilten Objekt ausgehender Strahl durchdringt den halbdurchlässigen Spiegel und gelangt durch das Rohr bzw. Fernrohr zum Auge des Beobachters. Dieser halbdurchlässige Spiegel steht parallel zu dem in Grundstellung befindlichen Indexspiegel am Drehpunkt der Alhidade, d. h. das angepeilte Bild gelangt einmal direkt und einmal doppelt reflektiert zum Beobachter. Dieser sieht ein deckungsgleiches Bild.

Um den Winkel zwischen zwei Objekten zu messen, wird die Alhidade solange gedreht, bis beide Objekte im Auge des Betrachters zusammenfallen. Zu beachten ist dabei, dass der angezeigte Winkel aufgrund der Geometrie der Apparatur lediglich den halbierten Winkel anzeigt. Der Breitengrad berechnet sich nun aus dem Sonnenstand (besonders geeignet sind hierzu der Frühlings- und Herbstanfang, also der 21./22. März oder der 22./23. September), dann steht die Sonne in einem Winkel von 90° zur Erdoberfläche. Allgemein gilt:

$$\varphi_{\text{Breite}} = \varphi_{\text{Sonne-Erde}} - \varphi_{\text{Sextant}} \quad (1)$$

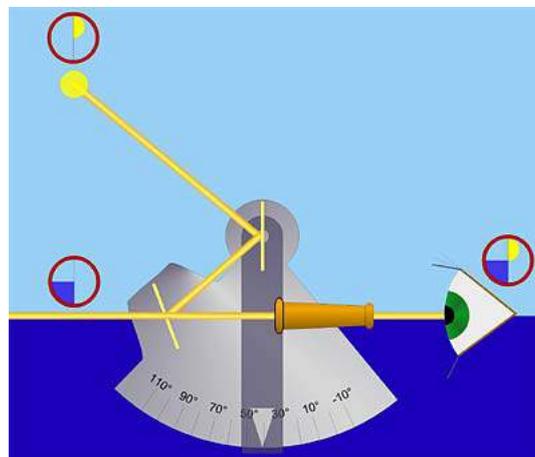


Abbildung 3: Strahlengang durch den Sextanten

2.3 Material

- Strohhalme
- Winkelmesser aus Papier
- Reißzwecke
- Unterlegscheibe
- Zahnstocher
- Pappe
- Faden
- Klebeband

2.4 Aufbau und Durchführung

Die ausgedruckten Winkelmesser werden halbiert, sodass zwei 90° -Winkelmesser entstehen und ausgeschnitten. Der Faden wird mit einer Seite an die Reißzwecke geknotet und an die andere Seite wird die Unterlegscheibe geknotet. Die Reißzwecke wird in die 90° -Ecke gesteckt. Anschließend wird der Strohhalm mit Klebeband an eine der geraden Kanten geklebt. Am Zahnstocher wird senkrecht ein Stück Pappe befestigt. Dieses soll als Schirm zur Sonnenbeobachtung genutzt werden. Der mit der Pappe verbundene Zahnstocher wird abschließend an der Seite des Strohhalms befestigt, welche der Reißzwecke gegenüber liegt.

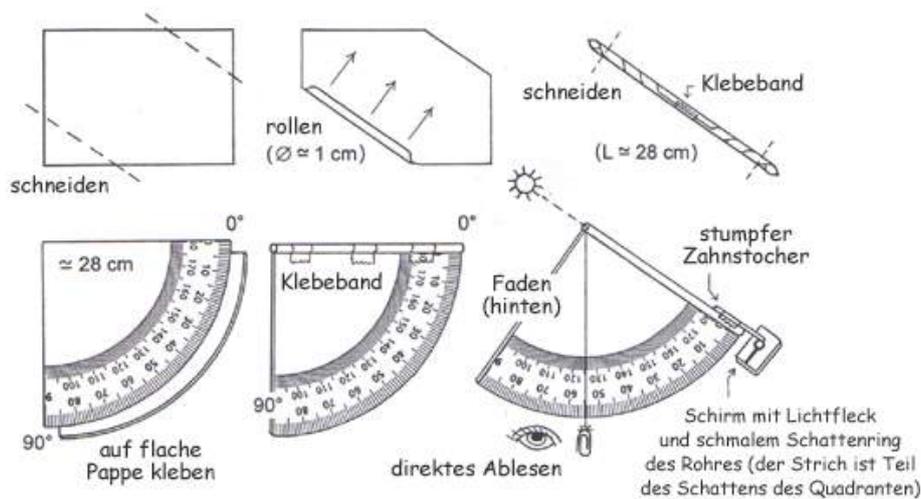


Abbildung 4: Vereinfachtes Modell eines Sextanten

[1]

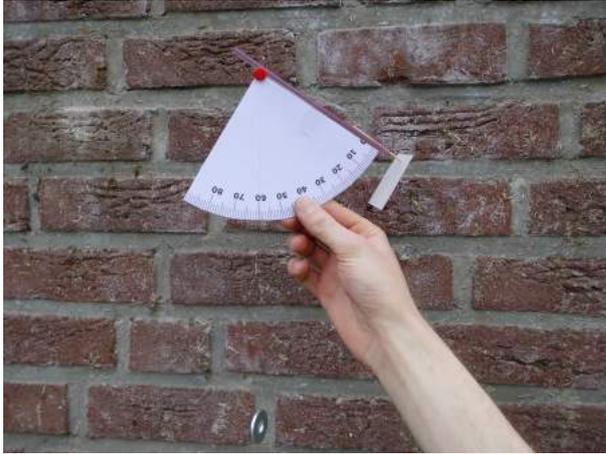


Abbildung 5: Sextant aus Pappe



Abbildung 6: Smartphonesextant

3 Das Smartphone als Sextant

Genauere Messungen als mit dem stark vereinfachten Papiermodell lassen sich durch Verwendung des Smartphones erreichen. Um dies nicht direkt auf die Sonne richten zu müssen, ist auch hier ein Beobachtungsschirm anzubringen.

4 Material

- Smartphone
- ein Strohhalm
- ein Zahnstocher
- etwas Pappe
- evtl. eine Wäscheklammer
- Klebeband

5 Aufbau und Durchführung

Die Pappe wird senkrecht auf den Zahnstocher gesteckt. Mit Klebeband wird der Zahnstocher an einem Ende des Strohhalmes befestigt. Anschließend wird der Strohhalm an die längere Kante des Smartphones geklebt. Eine Wäscheklammer kann zusätzlich an die gegenüberliegende Seite des Smartphones gesteckt werden, um dieses stabiler ausrichten zu können.

Zur Winkelmessung wird die App „*Kompass*“, oder eine vergleichbare App genutzt. Das Smartphone wird auf die Sonne ausgerichtet, beobachtet wird jedoch ausschließlich der Schirm aus Pappe. Sobald vom Schatten des Strohhalms nur ein Kreis zu sehen ist, welcher zu keiner Seite ausgeschmirt ist, kann der Winkel abgelesen werden. Eine Bestimmung des Breitengrades ist über Gleichung 1 möglich. Anschließend ist die eigene Position über die GPS-Funktionen der Smartphones durch die Schülerinnen und Schüler durchzuführen und ein Vergleich mit den gemessenen Daten anzustellen.

6 Praktische Tipps

- **Die Schülerinnen und Schüler sind darauf hinzuweisen, niemals direkt in die Sonne zu blicken. Stattdessen soll der Schirm beobachtet werden!**
- Vor Versuchsbeginn klare Regeln festlegen: mobile Daten und WLAN sind von den Schülerinnen und Schülern auszuschalten. Deshalb Stichproben ankündigen und auch durchführen.
- Dieser Versuch kann von jeder Schülerin und jedem Schüler selbst durchgeführt werden, die theoretischen Grundlagen können in Kleingruppen erarbeitet werden.
- Einige Apps bieten die Möglichkeit der Standortbestimmung. Diese Daten können in einer gesonderten Unterrichtsphase unter Nutzung mobiler Daten zum Vergleich mit den Messergebnissen ausgelesen werden.

7 Blick zu den Sternen

Um sich über Planeten und Sternzeichen aus physikalischer Seite zu informieren, bietet die App „*Sternatlas*“ vielseitige Möglichkeiten.

Diese App ermöglicht Schülerinnen und Schülern die Untersuchung des Nachthimmels, ausgehend von ihrem eigenen Standpunkt. Im Rahmen von Klassenfahrten der unteren Jahrgangsstufen, bei denen Physiklehrer anwesend sind oder auf freiwilliger bzw. unterrichtsergänzender Basis ist es möglich, mit einfachen optischen Teleskopen den Nachthimmel zu beobachten.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich in Gruppen gemäß ihrer Sternzeichen zusammenfinden, mit dem Smartphone die Position ihres Sternzeichens herausfinden und dieses mit dem Teleskop am Himmel suchen. Zusätzlich und um die Wartezeit zu überbrücken, sollen Plakate zum jeweiligen Sternzeichen erstellt werden. Als Informationsquellen dienen die App, sowie allgemein die Nutzung des Internets. Motivierend dabei wirkt die persönliche Beziehung zum eigenen Sternzeichen, wenngleich Aberglaube hierbei nebensächlich ist. Selbstverständlich dürfen nach Bearbeitung der Aufgaben weitere Objekte am Himmel ausgesucht und beobachtet werden. Im Falle zu großer Gruppen ist eine Beobachtung und Beschreibung von Planeten möglich. Gerade die Venus bietet sich hierzu an, da sie bereits mit einfachen Ferngläsern beobachtet werden kann.

7.1 Astronomische Methode der Lichtgeschwindigkeitsmessung

Auch die genaue Messung der Zeit war auf hoher See von großer Bedeutung. Schiffe benötigten die Zeit zur Positionsbestimmung. Bedingt durch die großen Entfernungen am Himmel, bedeuteten falsche Zeitangaben oft ebenfalls erhebliche Ortsungenauigkeiten. Eine messbare, periodische Bewegung am Himmel konnte daher die Navigation positiv beeinflussen.

Mit diesem periodischen Vorgang konnten erste Abschätzungen der Lichtgeschwindigkeit c unternommen werden. Die Lichtgeschwindigkeit gehört zu den wichtigsten Konstanten in der Physik. Bereits Galileo Gallilei (1564 - 1642) unternahm Versuche zur Quantifizierung, schlussfolgerte jedoch, dass diese unendlich groß sei. Der dänische Astronom Ole Rømer (1644 - 1710) konnte Galileis These jedoch durch Beobachtung der Jupitermonde widerlegen. Rømer beobachtete, wie lange sich die Monde des Jupiters in dessen Kernschatten aufhielten. Derart lange Zeiten waren bereits zu Lebzeiten Rømers präzise zu messen. Die Laufzeit ist abhängig von der Bewegung der Erde. Bewegt sie sich auf den Jupiter zu, nimmt die Laufzeit täglich ab, entfernt sie sich vom Jupiter, verlängert sie sich. Aufgrund vieler Unbekannter Parameter war eine Abschätzung der Lichtgeschwindigkeit jedoch noch nicht möglich.

Als Beobachtungsaufgabe können die Schülerinnen und Schüler den Versuch unternehmen, den Jupitermond *Io* zu finden und den Eintritt in den Kernschatten zu beobachten.

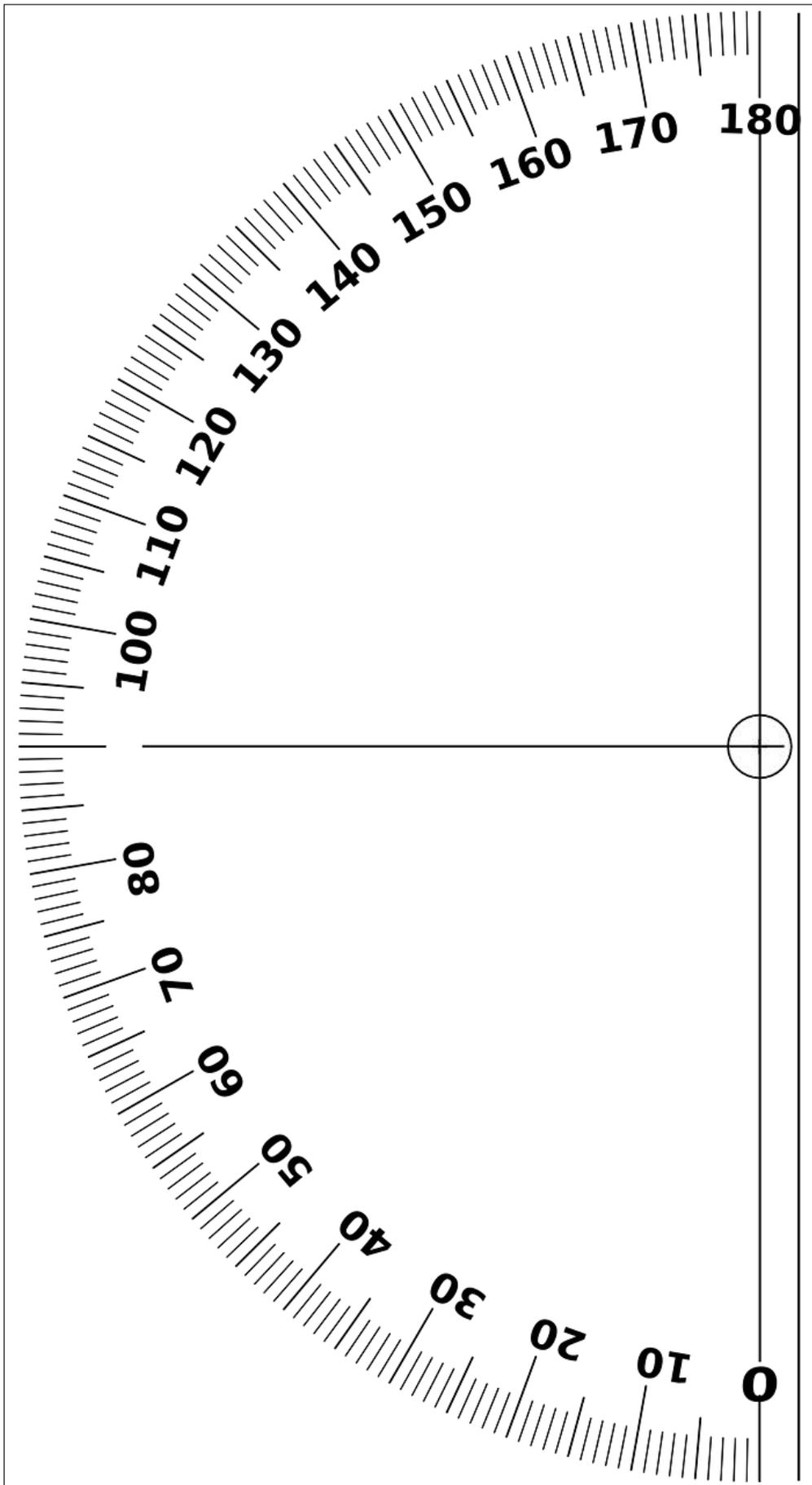


Abbildung 7: Winkelmesser zum ausschneiden

Literatur

- [1] *Anfertigung eines Quadranten für die gesamte Klasse.* URL: <https://www.sonntaler.net/aktivitaeten/astronomie/himmel-erde/eratos/winkel/quadrant.html> (besucht am 11.04.2018).
- [2] *Messing Nautischen Sextanten.* URL: <https://pixabay.com/de/messing-nautischen-sextanten-692733/> (besucht am 11.04.2018).
- [3] *Sextant.* URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/sextant/13240> (besucht am 11.04.2018).
- [4] *Strahlengang durch einen Sextanten.* URL: <http://www.kowoma.de/gps/astronav/sextant.htm> (besucht am 22.04.2018).
- [5] *Winkelmesser.* URL: <https://pixabay.com/de/winkelmesser-winkel-geometrie-46461/> (besucht am 15.04.2018).