

iSky: Die Vermessung des Himmels



Philippe Jeanjacquot · Gerhard Rath

Corina Toma · Zbigniew Trzmiel



1 | Zusammenfassung

Wie lassen sich Smartphones in der Astronomie nutzen? Angefangen von Planetarien-Apps gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, um weitere Messungen an Himmelskörpern vorzunehmen – tagsüber wie auch nachts. Durch die Bestimmung der Entfernung von Sternen oder der Sonne lernen wir etwas über Orientierung, unsere Position auf der Erde und die Größe unseres Planeten.

- ▶ **Stichwörter:** Höhenmessung, Breitengrad, Längengrad
- ▶ **Fächer:** Informations- und Kommunikationstechnologien, Mathematik, Geografie, Astronomie
- ▶ **Altersgruppe der Schüler:** 14–18 Jahre
- ▶ **Android-Apps:** Angle Meter, Google Maps, Planetarium, Smart Protractor, Star Chart, Theodolite droid
- ▶ **iOS-Apps:** Angle Meter, Solar Walk, Star Chart, GPS Essentials, Theodolite

2 | Vorstellung des Konzepts

Ist es möglich, eine geografische Position in Bezug zu den Sternen zu finden? Wir leben auf einer großen Kugel, die sich um die eigene Achse und um die Sonne dreht. Dadurch haben wir unterschiedliche Perspektiven und Muster am Himmel, was die Orientierung und Bestimmung unserer Position im Raum erschwert.

In unserer gesamten Geschichte waren die Sterne ein wichtiges Hilfsmittel zur Bestimmung der Position von Personen und Orten auf der Erde. In der europäischen Geschichte könnte das Astrolabium (Sternhöhenmesser) als erstes Instrument gesehen werden, das zur Lokalisierung eines Sterns im Raum verwendet wurde. Auf den großen Seefahrten im fünfzehnten Jahrhundert wurde das Astrolabium eingesetzt, um anhand der Messung der Entfernung des Polarsterns – seiner Höhe über dem Horizont, die die lokale Breite vorgibt – Positionen auf See zu bestimmen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass ein Fehler um nur 1° in der Höhe eine Abweichung von über 100 km in der Position verursacht.

Die Messgenauigkeit wurde mit Einführung des Sextanten verbessert, insbesondere zur Messung der Höhe der Sonne am Mittag. Aber erst als Harrison das Schiffschronometer erfand, war es auch möglich, den lokalen Längengrad zu bestimmen.

Heute können wir mit elektronischen Methoden Positionen bestimmen, doch mit Hilfe klassischer astronomischer Techniken können wir noch immer die Genauigkeit der unterschiedlichen Methoden vergleichen und beurteilen. Wir können auch traditionelle und moderne Methoden miteinander ver-

binden, um mehr über historische Messungen zu erfahren, wie z. B. das berühmte Experiment des Eratosthenes zur Bestimmung des Erdumfangs.

In den meisten Ländern wird dieses Thema in den Lehrplänen eher theoretisch behandelt. Die Schüler bekommen keine Beispiele, wie die Berechnungsmethoden angewendet werden können, oder gar Gelegenheit, die klassischen Methoden mit der Nutzung mobiler Endgeräte zu vergleichen. Deshalb konzentriert sich unsere Arbeit auf dieses Thema.

Die Lernziele sind:

- ▶ Grundlegende Orientierung anhand des Nachthimmels und über Smartphone-Apps.
- ▶ Vereinbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien (Apps für Mobiltelefone und Tablet-PCs) mit traditionellen Techniken, um in der Astronomie Ergebnisse zu erzielen.
- ▶ Messung der Höhe zweier Sterne (Polarstern und Sonne) mit Hilfe des Smartphones und über Smartphone-Apps.
- ▶ Berechnung des Erdumfangs mit einem Experiment ähnlich dem Experiment des Eratosthenes.

3 | Aufgabe der Schüler

3 | 1 Einführung: Planetarium – Der Himmel über uns



Wir nutzen Planetarien-Apps wie Google Sky Map oder Star Chart zur Orientierung am Himmel und um etwas über Astronomie zu lernen.

Grundlagen: Horizont, Zenit, die Sternbilder und ihre Bewegungen, die Sonne, der Mond und die Planeten, Koordinaten.



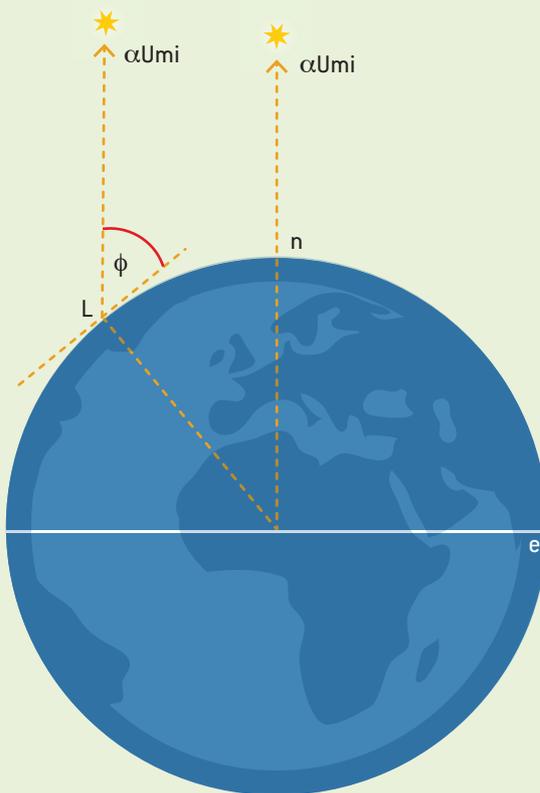


AUFGABEN Star Chart

- ▶ Nutzung im feststehenden Modus (AR-Modus aus).
- ▶ Such nach dem Horizont. Dreh dich einmal virtuell (360°) und „schau“ in jede Richtung.
- ▶ Gehe vertikal nach oben – was ist zu sehen? Wie weit kommt man?
- ▶ Suche nach dem Planeten Saturn und zoomte ihn heran bis man seine Monde sieht. Tippe einen davon an und notiere dir die Informationen dazu. Was ist bei sehr nahem Zoom zu bemerken?
- ▶ Wechsel in den 3D-Explore-Modus und reise virtuell um die Pole der Erde.
- ▶ Aktiviere den Zeit/Datum-Modus und schau zum südlichen Horizont. Nutze verschiedene Zeitstufen und notiere deine Beobachtungen.



ABB. 2 Höhe des Polarsterns = Breite



Breite = Φ | Horizont = n | Äquator = e
Richtung zum Polarstern: αUmi

3|2 Messung: Höhe des Polarsterns

Bestimmung der örtlichen Breite durch Messung der Höhe des Polarsterns. Natürlich ist die „Höhe“ eines astronomischen Objekts keine Distanz, sondern vielmehr der Winkel geradeaus nach oben zu dem Objekt. **ABB. 2** zeigt, dass die Höhe des Polarsterns genau der örtlichen Breite entspricht.

Wie kann man die Höhe eines Sterns mit dem Smartphone messen? Bei der Messung von Winkeln mit Hilfe einer App ist es wichtig, dass das Smartphone richtig eingestellt ist und dass man an der Kante entlangsieht. Wie exakt sind die Messungen? Man kann die Ergebnisse mit GPS-Daten vergleichen, um die Genauigkeit des Experiments einzuschätzen.

Hinweis: Es ist schwierig, diesen Stern zu finden, da er nicht sehr hell ist. Man kann sein Messgeschick üben, indem man mit helleren Objekten wie Planeten oder dem Mond beginnt.

ABB. 6 bis 8 zeigen ein Hilfsmittel, das die Messung durch Stabilisierung des Smartphones auf einem Stativ erleichtert.

3|3 Messung: Höhe der Sonne

In der Geschichte der Seefahrt war es immer wichtig, die Höhe der Sonne zu Mittag (Tageshöchststand) bestimmen zu können. Lange Zeit war dies die einzige Möglichkeit zur Bestimmung der Position eines Schiffs auf See (Breitengrad).

Man bestimmt die Höhe der Sonne zu Mittag am eigenen Standort mit einem mobilen Endgerät. **ACHTUNG:** Nicht direkt in die Sonne schauen! Bei der Lokalisierung des Polarsterns kann man entlang der Kante des Smartphones schauen, aber mit der Sonne geht das nicht! Man kann aber für die Messung einen Schatten im Sonnenlicht nutzen.

Vorschlag: Mit Klebeband einen Strohhalm an einer Kante des Smartphones befestigen. Den kleinsten Schatten zur Mittagszeit suchen und die Neigung des Smartphones mit einer App zur Winkelmessung bestimmen.



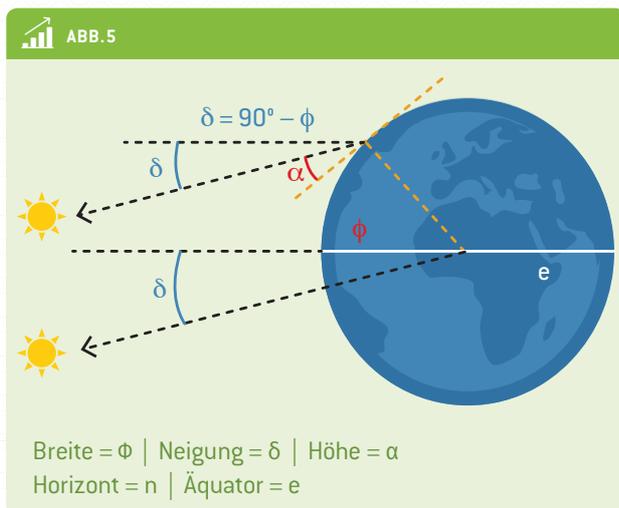
ABB. 3 Einfache Messung der Höhe der Sonne



Mit der Planetarium-App die relevanten Daten finden (z. B. Zeitpunkt des tatsächlichen Höchststands der Sonne, Neigung) und mit der eigenen Messung vergleichen. Wie exakt war die Messung?



ABB. 5 zeigt die entsprechenden Winkel. Wenn man die Neigung kennt, kann man den Breitengrad bestimmen:



Alternativvorschlag: Für eine stabilere Positionierung des Smartphones schlagen wir vor, eine Vorrichtung zu bauen, die sich auf ein Stativ montieren lässt. So ist es einfacher, es aus jeder Position präzise auf die Sonne zu richten (ABB. 6 – 8).

Erforderliche Ausrüstung:

- ▶ Stativ
- ▶ Smartphone
- ▶ MDF-Holzplatte, 3 mm
- ▶ Holzstück, 1×2 cm
- ▶ PVC-Rohr, 13/16 mm
- ▶ Mutter mit $\frac{1}{4}$ " Whitworth-Gewinde
- ▶ Gummiband
- ▶ Kleber

Bilder zur Bauanleitung gibt es unter www.science-on-stage.de/istage2-downloads.

4 | Option zur Kooperation

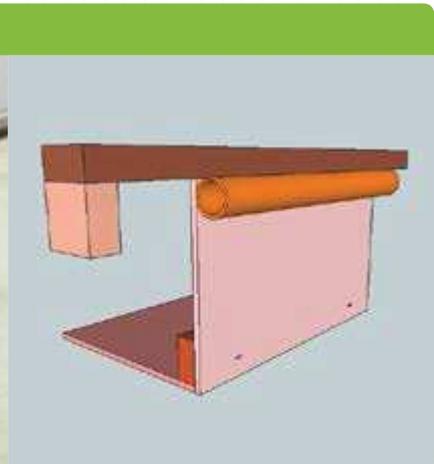


Eratosthenes-Experiment

Die Höhe der Sonne muss zum tatsächlichen Höchststand an verschiedenen Orten gemessen werden. Mit Google Maps bekommen wir die Luftliniendistanz und können den Radius der Erde berechnen.

Schritt für Schritt an zwei Orten: Bestimme einen Tag X für das Experiment. Beachte die Wettervorhersage – an beiden Orten ist mittags ein klarer Himmel erforderlich. Finde den Zeitpunkt des Höchststands heraus sowie die Luftliniendistanz für jeden Ort.

Tag X: Bestimme die Höhe der Sonne zum tatsächlichen Höchststand an zwei Orten. Teile die Daten mit deinem Koope-



rationspartner und ermittle die Differenz zwischen den beiden Höhen.

ABB.9 Beispiel für eine Messung
Tarragona – Lyon 495 km

Kartenquelle: OpenStreetMap



Berechne den Erdumfang mit der Methode des Eratosthenes.

- ▶ Tag X: 21. Juni. Planetarium-App (ABB. 10 und 11).
- ▶ Höhe der Sonne (zu messen): $72,2^\circ$ in Tarragona
- ▶ Höhe der Sonne: $67,7^\circ$ in Lyon
- ▶ Die Differenz als Winkel beträgt: $72,2^\circ - 67,7^\circ = 4,5^\circ$
- ▶ Berechnung: $4,5^\circ$ entsprechen 495 km.
- ▶ Umfang $c = ?$
- ▶ $4,5^\circ : 360^\circ = 495 \text{ km} : c$
- ▶ $c = 495 \cdot 360 : 4,5 = 39.600 \text{ km}$

Wie exakt ist die Messung?

- ▶ Wir können den Winkel mit einer Genauigkeit von $0,1^\circ$ messen, z. B. in Tarragona: $72,3^\circ$, Lyon: $67,7^\circ$. Differenz: $4,7^\circ$.
- ▶ Wir berechnen $c = 37.914 \text{ km}$. Also können wir eine Genauigkeit von etwa $\pm 2000 \text{ km}$ erwarten.
- ▶ Ist die Winkeldifferenz größer, ist die Genauigkeit größer.

ABB.10 Tarragona: Tageshöchststand: 13:56 Uhr



ABB.11 Lyon: Tageshöchststand: 13:42 Uhr



5 | Fazit

Smartphones sind leistungsstarke und multifunktionale Hilfsmittel. Nicht nur anhand von Simulationen wie Planetarien-Apps lernen wir viel über die Grundlagen der Astronomie. Wir können das Smartphone auch als Messgerät einsetzen. Die eingebauten Beschleunigungssensoren ermöglichen eine Präzision von $0,1^\circ$ in den Neigungswinkeln. Dadurch können wir nicht nur unsere eigene Position auf der Erde mit Hilfe des Polarsterns oder der Sonne bestimmen, sondern auch den Umfang der Erde nach der Methode des Eratosthenes abschätzen. Das Reizvolle an diesem Experiment ist, dass wir historische Versuche mit modernen Geräten durchführen, Methoden vergleichen und die Genauigkeit der Messungen beurteilen.

Wir erfahren, dass man auch mit dem Smartphone sehr sorgfältig arbeiten muss. Wir müssen lernen, wie man es richtig einsetzt und unsere Experimente wiederholen, um die Genauigkeit zu verbessern. Auch wenn wir neue Technologien einsetzen, brauchen wir noch „alte“ Werte. Dasselbe gilt für die „echte“ Wissenschaft.



Impressum

Entnommen aus

iStage 2 - Smartphones im naturwissenschaftlichen Unterricht erhältlich in Deutsch und Englisch www.science-on-stage.de/istage2

Herausgeber

Science on Stage Deutschland e.V.
Poststraße 4/5
10178 Berlin

Revision und Übersetzung

TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH
www.transformcologne.de

Text- und Bildnachweise

Die Autoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation nach bestem Wissen geprüft und sind für den Inhalt ihrer Texte verantwortlich.

Gestaltung

WEBERSUPIRAN.berlin

Illustration

tacke -atelier für kommunikation
www.ruperttacke.de

Bestellungen

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

Zur besseren Lesbarkeit wurde auf die Verwendung der weiblichen Form verzichtet. Mit der männlichen Form ist auch stets die weibliche Form gemeint.

Creative-Commons-Lizenz: Attribution
Non-Commercial Share Alike



1. Auflage 2014

© Science on Stage Deutschland e.V.



THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS

HAUPTFÖRDERER VON
SCIENCE ON STAGE DEUTSCHLAND



Die Initiative für
Ingenieurnachwuchs

Ermöglicht durch



Science on Stage – The European Network for Science Teachers

... ist ein Netzwerk von Lehrkräften für Lehrkräfte aller Schularten, die Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) unterrichten.
... bietet eine Plattform für den europaweiten Austausch anregender Ideen und Konzepte für den Unterricht.
... sorgt dafür, dass MINT im schulischen und öffentlichen Rampenlicht steht.

Science on Stage Deutschland e.V. wird maßgeblich gefördert von think ING., der Initiative für den Ingenieurnachwuchs des Arbeitgeberverbandes GESAMTMETALL.

Machen Sie mit!

WWW.SCIENCE-ON-STAGE.DE

Newsletter: www.science-on-stage.de/newsletter

www.facebook.com/scienceonstagedeutschland

www.twitter.com/SonS_D

Science on Stage Deutschland ist Mitglied in Science on Stage Europe e.V.

WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU

www.facebook.com/scienceonstageeurope

www.twitter.com/ScienceOnStage

