

# I.G.12

## Astronomie

### Astronomie – eine Lerntheke

Dr. Wolfgang Tews



© RAABE 2024

© artpartner-images/The Image Bank/Getty Images

In einer sternklaren Nacht wandert der Blick von den Menschen an den Himmel. Oft ist der Mond das Ziel der Beobachtung und es kommt die Frage auf: „Wieso sieht er gerade heute so aus – vor ein paar Tagen sah der Mond doch ganz anders aus? Offenbar gibt es Himmelserscheinungen, die sich ständig ändern, und andere, die immer gleich bleiben. Diese Unterrichtseinheit soll helfen, Fragen dieser Art zu beantworten. Sie vermittelt somit Grundlagen für eigene astronomische Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler.

---

#### KOMPETENZ

**Klassenstufe:** 9/10

**Dauer:** 10–15 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 10)

**Kompetenzen:** Beschreibung und Erklärung astronomischer Phänomene, Aufstellen und Prüfen von Hypothesen, Erkennen der Vorteile der Computernutzung für die Bearbeitung astronomischer Fragestellungen, Nutzen von Modellen zur Beschreibung astronomischer Phänomene

**Inhalt:** Herstellen von Bezügen zu den Fächern Physik, Mathematik und Informatik (Basiskonzepte: Materie, System, Wechselwirkungen, Energie, funktionale Zusammenhänge, Versuchsreihen)

**Materialien:** Texte, Grafiken, Diagramme, Fotos, Internet

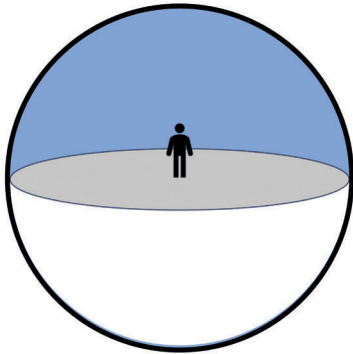
---

## Die Himmelskugel

M 1

Die Astronomie ist die älteste Naturwissenschaft. Aus den unterschiedlichsten Gründen haben die Menschen Himmelsbeobachtungen betrieben. Ziel war neben religiösen Gründen der Wunsch nach einer sinnvollen Zeiteinteilung. Ergebnis der Beobachtungen waren u. a. Kenntnisse über regelmäßig wiederkehrende Ereignisse, die für die Versorgung der Menschen von großem Vorteil war. Der Himmel erscheint einem Beobachter wie eine über ihm gewölbte halbkreisförmige Kugelschale, die durch seinen Horizont begrenzt wird. Dabei gibt es zunächst keinerlei Fixpunkte.

Bild 1



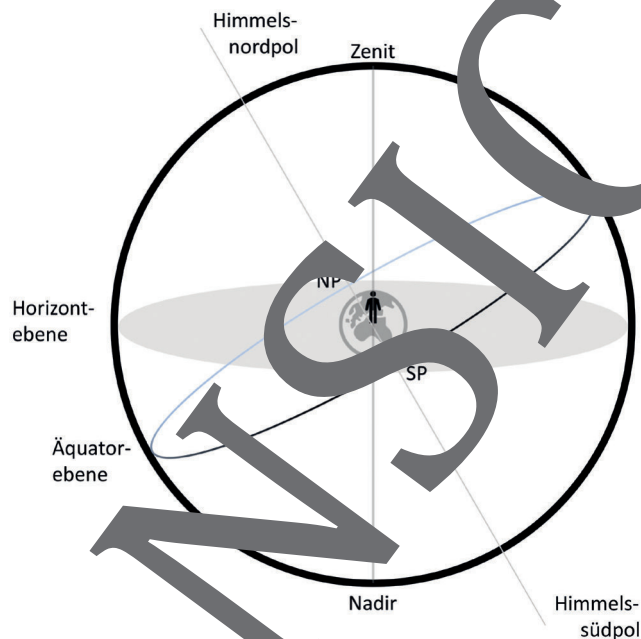
Skizzen: Benjamin Streit

Eine einfache Orientierung ergibt sich in der Nacht näherungsweise durch das Aufsuchen des **Polarsterns**. Wird das Lot vom Polarstern auf den Horizont gefällt, so ergibt sich die Nordrichtung. Tagsüber

kann mit der Sonne zusammen mit einer Feigeruhr die Richtung bestimmt werden: Wird der Stundenzeiger in die Richtung der Sonne gestellt, so weist die Winkelhalbierende zwischen dem Stundenzeiger und der Richtung zur Zwölf (bei der Sommerzeit zur Eins) auf dem Zifferblatt nach Süden. Mit diesen Angaben ergibt sich eine erste Orientierung auf der Himmelskugel.

Im Verlauf der Nacht erfolgt eine Drehung der Himmelskugel um den Himmelsnordpol. Dabei gehen die Sterne am östlichen Horizont auf und in westlicher Richtung unter. Aufgrund der Neigung der Erdachse zur Horizontalebene gehen Sterne in der Nähe des Nordpols nie unter oder auf. Sie werden **Zirkumpolarsterne** genannt. Bei der Bewegung der Sterne bleibt ihre relative Entfernung zueinander erhalten. Der Blick auf den Sternenhimmel zu unterschiedlichen Zeiten zeigt eine völlig regellose Anordnung der Sterne. Um eine Orientierung zu erleichtern, sind seit alters her auffällige Sternengruppierungen zu Gruppen zusammengefasst, den sogenannten **Sternbilder** (z. B. **Orion** oder **Kassiopeia**), und die hellsten Sterne tragen Eigennamen (z. B. **Rigel** oder **Beteigeuze**).

Bild 2



## Astronomische Koordinatensysteme

Um auf der Erde einen Ort genau anzugeben, wird auf der Erdkugel ein gedachtes Gradnetz festgelegt. Dabei verläuft eine Nulllinie, sie heißt Nullmeridian, vom Nord- zum Südpol genau durch die Sternwarte von Greenwich bei London. Es ist ein Halbkreis, der senkrecht auf dem Äquator steht und von dem von Ost nach West die geografische Länge angegeben wird. Die entsprechenden Halbkreise heißen ‚Längenkreise‘. Der Abstand eines Ortes vom Äquator wird durch einen Kreis parallel zum Äquator angegeben und wird Breitenkreis genannt. Mit der geografischen Länge und Breite ist der Ort auf der Erdkugel eindeutig festgelegt. So wird z. B. die geografische Lage von Berlin, die sich nach dem Roten Rathaus richtet, mit  $52^{\circ} 31' 6''$  nördlicher Breite und  $13^{\circ} 24' 30''$  östlicher Länge angegeben. Analog werden Koordinaten auf der Himmelskugel festgelegt, um die Position eines Sterns anzugeben.

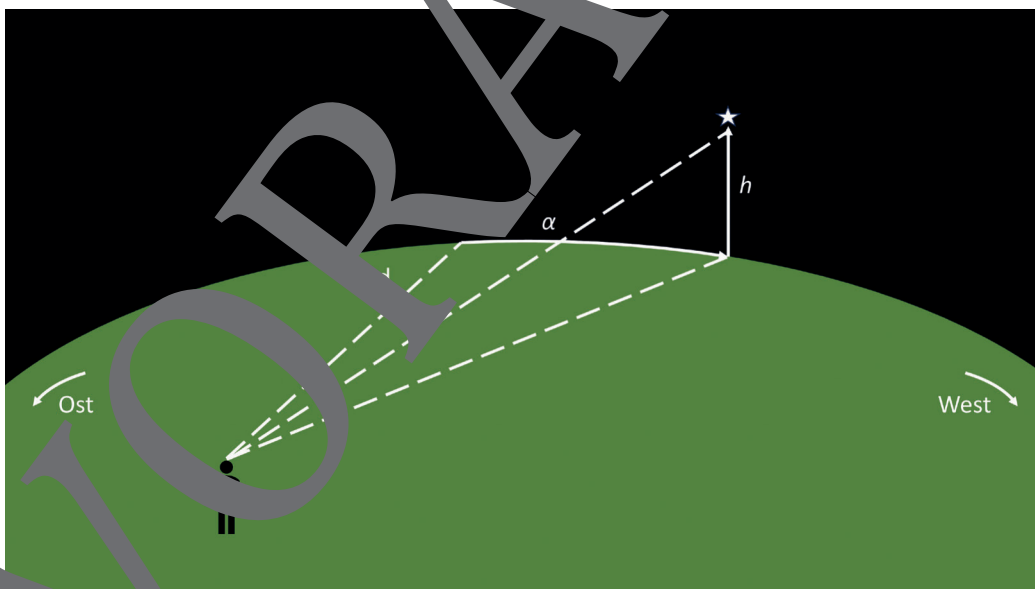


© Dimitris66/Digital Vision Vectors, iStock Images

Es gibt zwei Koordinatensysteme, das **Horizontsystem** und das **Azimutsystem**.

### Das Horizontsystem

Auch in diesem Koordinatensystem gibt es Vertikalkreise und Horizontalkreise. Die Vertikalkreise verlaufen alle durch den Zenit und den Nadir und stehen senkrecht auf der Horizontalebene. Die Horizontalkreise verlaufen parallel zur Horizontalebene bis zum Zenit. Die Position eines Sterns wird durch zwei Winkelangaben festgelegt:



Skizze: Buch mit

Das **Azimit** ist der Winkel  $\alpha$  zwischen dem Nordpunkt (manchmal auch Südpunkt) und dem Fußpunkt des Objekts auf die Horizontalebene, dabei gilt  $0^{\circ} \leq \alpha \leq 360^{\circ}$ . Der zweite Winkel, die **Höhe**  $h$ , ist der Winkel zwischen der Sichtlinie Beobachter–Objekt und der Horizontalebene, dabei gilt

## M 3

## Astronomie und Geschichte



Die Astronomie kann als die älteste Wissenschaft bezeichnet werden. Die Entwicklung zu einer Wissenschaft verlief über Stationen wie

- wiedererkennbare Strukturen des Himmelsgewölbes
- Entdeckung der Jahreszeiten
- unterschiedliche Sternhelligkeit
- gedachte Verbindungslinien zwischen Sternanordnungen zur Herstellung von Sternbildern
- Orientierung mithilfe dieser Sternbilder.

Dies führte zu einer leichteren Vermittelbarkeit vorhandenen Wissen. Die Zeit zwischen erstem „freiäugigem Beobachten“ und den Anfängen der Wissenschaften in der Antike verging bei verschiedenen Kulturen mit der Entwicklung unterschiedlicher astronomischer Modelle. Zum Beispiel wurde der Himmel als Halbkugel über einer Erdscheibe gedacht. Allerdings hatte man nicht daran gedacht, wo sich die Sterne zwischen Untergang und Aufgang befinden. Auf die Idee, dass die Erde eine Kugel sei, kam noch niemand. Dies änderte sich als die griechischen Philosophen sich mit der Astronomie beschäftigten. So studierte ANAXIMANDER (ca. 610–546 v. Chr.) den Himmel als Kugelschale mit der Erde als Zentrum. Er setzte sich durch, den Himmel als rein wissenschaftliches Objekt zu betrachten – ohne praktische und religiöse Interesse. Ein bemerkenswertes Ergebnis erzielte ERASTOTHENES (ca. 276–196 v. Chr.) durch die erstaunlich genaue Bestimmung des Erdumfanges mithilfe von einfachen Mitteln und mathematischen Kenntnissen.

Die antike Astronomie gipfelte im Werk des PTOLEMÄUS (ca. 100–160 n. Chr.) mit seinem nach ihm benannten geozentrischen Weltbild, Ausarbeitung der mathematischen Astronomie und Kenntnissen für Längen- und Breitenbestimmung. Eine Weiterentwicklung des antiken Weltbildes gab es kaum, da sich mehr und mehr die Astrologie in den Vordergrund schob, also der Wunsch, die Zukunft vorherzusagen, und da ohne Teleskope eine wesentliche Erweiterung antiker Kenntnisse durch die nachfolgenden Kulturen nicht möglich war.

Dies änderte sich mit der Renaissance. Astronomie und Astrologie haben immer zusammengewöhrt. Trafen die Voraussagen der Astrologen nicht zu, waren stets die Berechnungen der Astronomen schuld. Dies führte jedoch auch dazu, dass die Entwicklung der Astronomie voranschritt. GALILEO GALILEI (1564–1642) davon profitierte, ist nicht bekannt. In jedem Fall haben seine Erkenntnisse eine entscheidende Wende herbeigeführt, die sogenannte „Kopernikanische Wende“. Er stellte die Sonne als ruhend in den Mittelpunkt unseres Planetensystems. Dies nennt man heliozentrisches Weltbild.



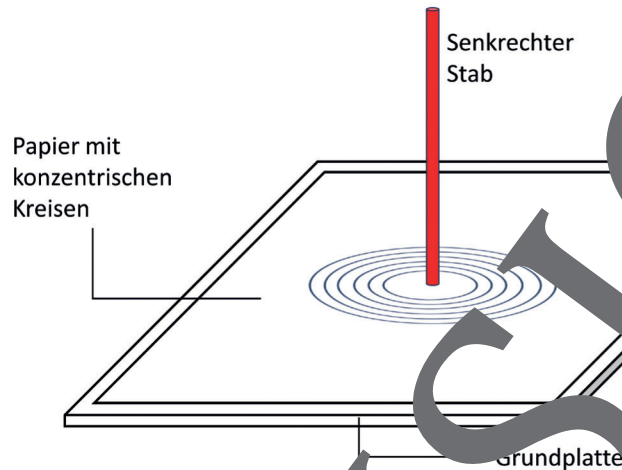
Nikolaus Kopernikus

## M 5

## Vom Schattenstab zum Hubble- und James-Webb-Weltraumteleskop



Das wohl älteste astronomische Instrument ist ein einfacher Stab. Wird der Stab senkrecht positioniert und sein Schatten über die Zeit an einem Tag verfolgt, so kann der Mittag des Tages bestimmt werden.

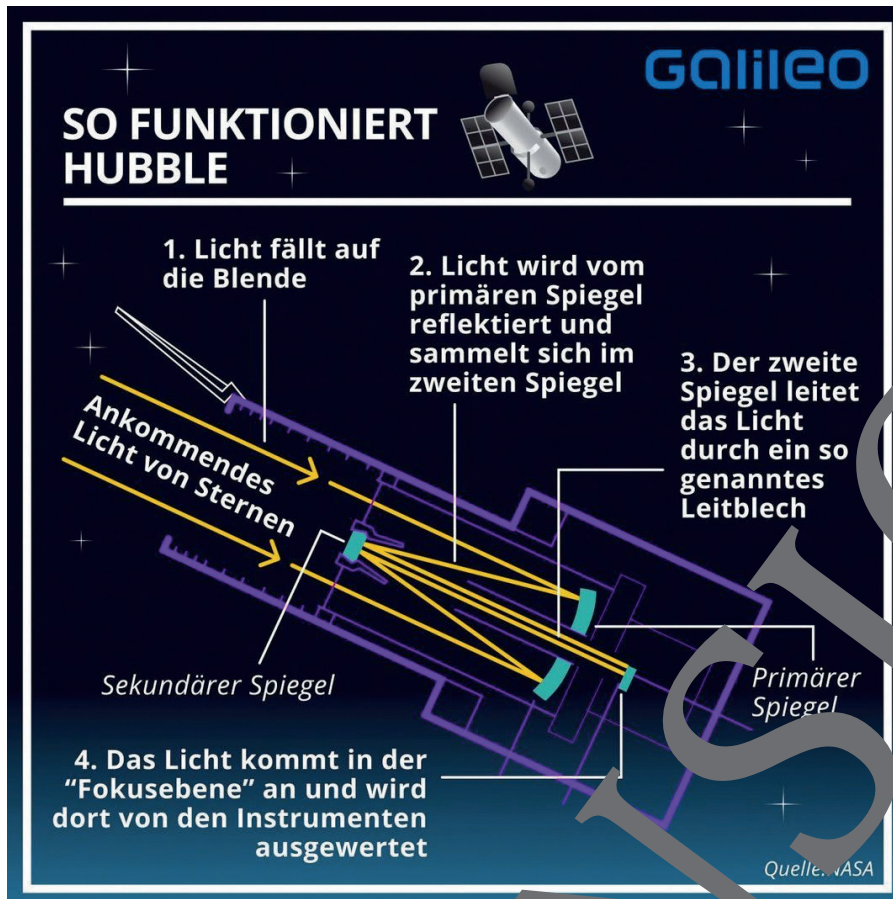


Skizze: Benjamin Streit

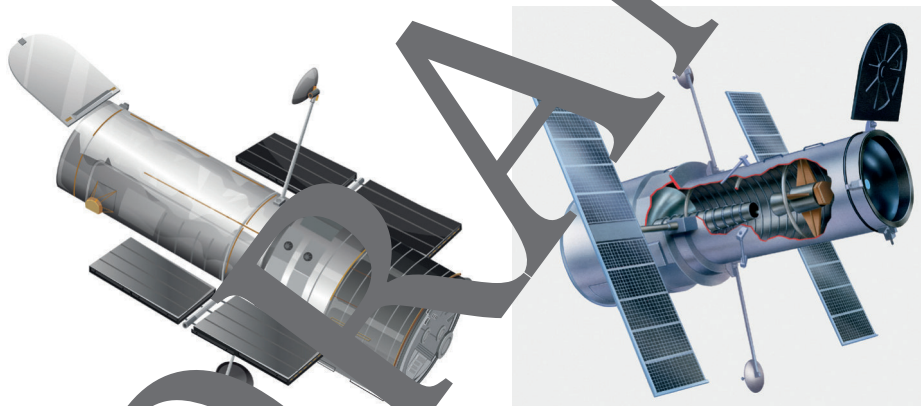
Eine Beobachtung über ein Jahr ergab die Himmelsrichtungen und sogar über den Verlauf der scheinbaren Jahresbahn der Sonne. Die Beobachtung des Schattens gab einem solchen Stab den Namen **Schattenstab**. Dieses Instrument ist bereits vor der Antike bekannt. Es heißt auch **Gnomon**. Der Name kommt aus dem Griechischen und bedeutet Schattenzeiger. Im Verlauf der Zeit entwickelte sich daraus die Sonnenuhr.

Die Entwicklung astronomischer Instrumente ist im weiteren Verlauf der Geschichte eng mit solchen Geräten verknüpft, die die von Himmelsobjekten kommende Strahlung registrieren. Ein sehr großer Schritt erfolgte durch die Erfindung des Linsenfernrohrs um 1600. Mit diesem optischen Teleskop konnte der Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts analysiert werden. In rasantem Tempo wurden neue Instrumente entwickelt, mit denen weitere Teile des elektromagnetischen Spektrums wie infrarotes und ultraviolettes Licht und Radiostrahlung registriert und analysiert werden konnten.

Eine weitere Entwicklungsstufe von Teleskopen bestand darin, mehrere Einzelteleskope zusammenzuschließen, um ein besseres Auflösungsvermögen zu erzielen. Alle erdgebundenen Strahlungsempfänger haben jedoch den Nachteil, dass sie den störenden Einflüssen der Erdatmosphäre unterliegen. Dies konnte erst mithilfe der Raumfahrttechnologie überwunden werden. In diesem Zusammenhang ist das **Hubble-Weltraumteleskop** zu nennen. Dieses Teleskop wurde 1990 in den Weltraum befördert. Nach Beseitigung von technischen Problemen gelangen Aufnahmen von bisher nicht erreichtem Auflösungsvermögen. Bis 2022 hat Hubble über 1,5 Millionen Aufnahmen der Wissenschaft zur Verfügung gestellt.



© Galileo, Quelle: NASA



© Abb. links: Queringmedia/iStock/Getty Images Plus, rechts: Ann Cummings/Dorling Kindersley RF

Ein Folgeteleskop, das **James-Webb-Weltraumteleskop**, wurde 2021 in den Weltraum befördert und nahm im Dezember 2022 seinen Betrieb auf. Es verfügt über erheblich größere Kapazitäten als Hubble und wird damit weiter Erkenntnisse über Strukturprozesse im Universum liefern sowie Planetensysteme auf ihre Eignung für Leben untersuchen.

### Aufgabe

Ein Schattenstab wirft einen Schatten der Länge von 2 m, während ein in unmittelbarer Nähe befindliches 20 m hohes Gebäude einen Schatten von 50 m wirft. **Berechne** die Höhe des Schattenstabes.



## Sonnensystem und Planeten

M 6

Die Sonne und alle Himmelskörper, die sich um sie bewegen, bilden das Sonnensystem. Dazu gehören Planeten, ihre Monde, Kometen, Meteorite und alle kosmischen Objekte wie Gas- und Staubteilchen. Im Zentrum befindet sich die Sonne, die mit ihrer Masse ca. 99 % der Gesamtmasse des Sonnensystems in sich vereinigt.

Um die Sonne kreisen die neun Planeten mit ihren Monden entgegen dem Uhrzeigersinn in nahezu der gleichen Ebene. Die Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars haben relativ wenig Masse und eine feste Oberfläche. Die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun sind massereich, haben eine dichte Atmosphäre und werden als Gasriesen (Jupiter und Saturn) bzw. Eisriesen (Uranus und Neptun) bezeichnet. Jenseits von Neptun befinden sich im Kuipergürtel mehrere Zwergplaneten, der bekannteste unter ihnen ist Pluto (er war lange Zeit das einzige bekannte Objekt jenseits von Neptun). Die Planeten umlaufen auf elliptischen Bahnen die Sonne, die sich in einem der beiden Brennpunkte der Ellipsen befindet. Ihre Bewegung folgt den Kepler'schen Gesetzen und dem Gravitationsgesetz von Newton. Die Bahnen der Planeten weichen nur wenig von Kreisen ab. Die Planeten (sowie deren Monde, die Sonne, Kometen und Asteroiden) werden auch als **Wandelsterne** bezeichnet, da sie in relativ kurzer Zeit ihre Position verändern. Im Gegensatz dazu werden die Sterne, die ihre Position am Himmel und zueinander nicht verändern, **Fixsterne** genannt.

### Die Kepler'schen Gesetze

1. Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren gemeinsamen Brennpunkt sich die Sonne befindet.
2. Die Verbindungsgerade eines Planeten zur Sonne überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.
3. Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die 3. Potenzen ihrer großen Halbachsen.

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \text{konstant}$$

### Das Gravitationsgesetz von NEWTON

Zwei Körper der Masse  $m_1$  und  $m_2$  ziehen sich gegenseitig mit der Gravitationskraft  $F$  in Richtung der Verbindungslinie ihrer Schwerpunkte an. Mit  $r$  als Schwerpunktabstand und der Gravitationskonstante

$$G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

gilt:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}.$$

### Aufgabe 1

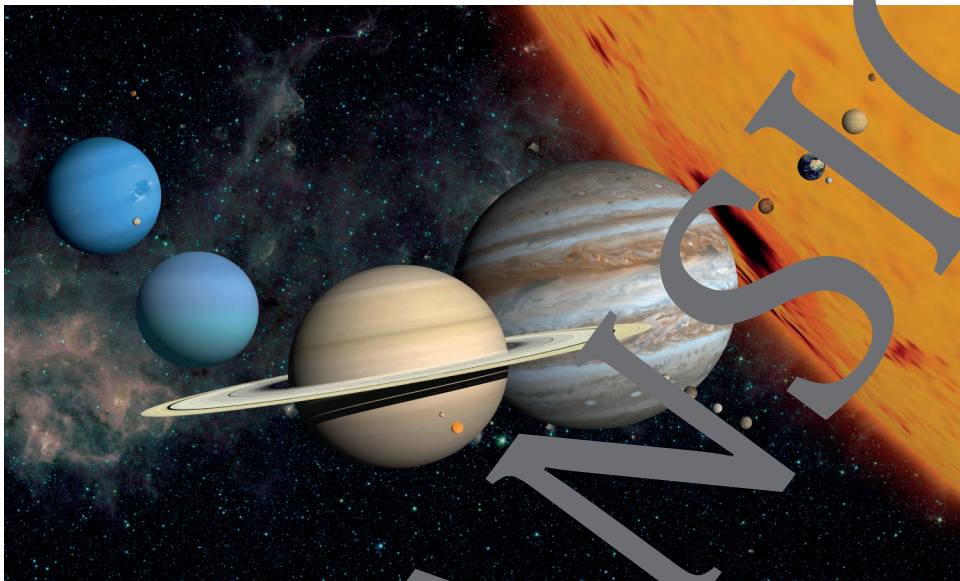
Von der internationalen Raumstation ISS ist bekannt, dass die Umlaufzeit um die Erde ca. 91 Minuten beträgt. **Berechne** ihre Höhe über der Erdoberfläche. Der Radius der Erde ist ca. 6370 km.

**Tipp:** Die Umlaufzeit des Mondes sind ca. 27,32 Tage und der Abstand Erde-Mond 384 400 km.

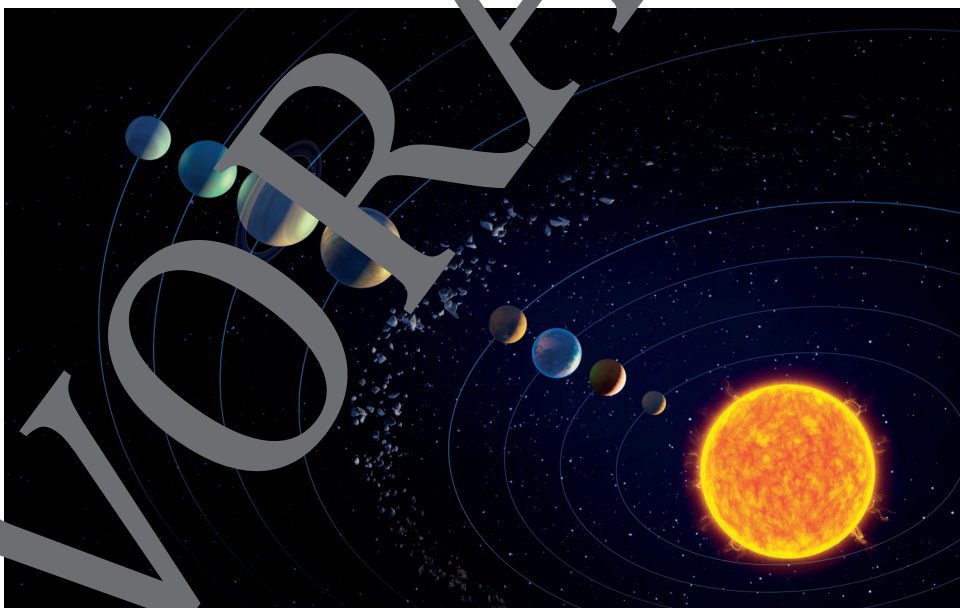
### Aufgabe 2

**Berechne** die Masse und die mittlere Dichte des Mondes. Gegeben sei die Fallbeschleunigung auf dem Mond mit  $1,63 \text{ m/s}^2$  und der Mondradius mit  $1,737 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

### Abbildungen zu Sonnensystem und Planeten



© Ron Miller/Stocktrek Images/Getty Images



© ANDRZEJ WOJCICKI/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Getty Images



# Experimente und Beobachtungen

M 8

## 1. Sonne

**Hinweis zur Sonnen-Beobachtung:** Um mögliche unheilbare Augenschädigungen zu vermeiden, wird auf eine direkte Sonnenbeobachtung sowohl mit bloßem Auge als auch mit optischen Hilfsmitteln wie Feldstecher mit Sonnenfilter verzichtet. Daher wird hier nur eine indirekte Sonnenbeobachtung mit dem Schattenstab beschrieben.



### Experiment mit dem Gnomon

Ein Gnomon (Schattenstab) der Länge von ca. 30 cm wird auf eine feste Unterlage senkrecht positioniert (Skizze s. M 5). **Bestimmt** die Schattenlänge in Bezug auf den Beobachtungszeitpunkt und **bestimmt** den Höhenwinkel.



### Sonnen- und Mondfinsternis

Falls sich die Gelegenheit bietet, eine Sonnen- oder Mondfinsternis zu beobachten, sollte dies, wenn möglich, in den Unterricht integriert werden, da dies aber seltene Ereignisse sind. Wenn das folgende Experiment sozusagen als Ersatz durchgeführt werden kann.



Abfolge der großen Sonnenfinsternis im Jahr 2017 von Corvallis (Oregon) aus gesehen.  
© Ben Leshchinsky/Moment/Getty Images

**Material:** Benötigt werden ein Globus und ein Tischtennisball, sowie eine starke Schreibtisch- oder Taschenlampe.

**Durchführung:** Mit diesem Material kann man sowohl Sonnen- als auch Mondfinsternisse simulieren. Die Sonne ist dabei die Schreibtischlampe, der Mond der Tischtennisball (den man am besten an einem dünnen Stab befestigt) und der Globus stellt die Erde dar.

**Stellt** den Globus am besten auf den Boden oder einen kleinen Tisch. **Positioniert** die Schreibtischlampe oder eine Person mit einer Taschenlampe in 3–4 Metern Entfernung von dem Globus, **schaltet** die Lampe ein und **schaltet** den Globus mit an und **verdunkelt** den Raum (Rollos/Vorhänge o. Ä.). Eine weitere Person „spielt“ den Mond und bewegt ihn in ca. 1,5 m Entfernung zur Erde in den Lichtstrahl zwischen Globus (Erde) und Lampe (Sonne).

**Beobachtet**, was passiert, und **diskutiert**, ob das eine Mond- oder Sonnenfinsternis war, die so simuliert wurde, und **versucht** danach die andere Art von Finsternis auf ähnlich Weise zu simulieren.

## 2. Mond

### Langzeitbeobachtung: Zeit zwischen zwei Vollmonden

**Zeichnet** beginnend mit dem nächsten Vollmond jeden Tag die sichtbare Form des Mondes auf, oder **macht** ein Foto mit einer Digitalkamera bis zum nächsten Vollmond. **Fügt** die einzelnen Bilder in der richtigen Reihenfolge zu einem Gesamtbild zusammen.



### Experimentelle Bestimmung des Monddurchmessers

Hilfsmittel und Hinweise zur Durchführung:

Als **Material** für dieses Experiment braucht man lediglich einen Bleistift und einen Vollstock bzw. ein Maßband. Für die Auswertung benötigt man den Strahlensatz und den Abstand vom Mond zur Erde.



**Durchführung:** Bildet zu zweit eine Gruppe. Ein Teammitglied nimmt einen Bleistift und hält ihn so weit vom Auge entfernt, dass er den Vollmond genau abdeckt (das muss ein Auge zugekniffen werden). Das zweite Gruppenmitglied misst die Entfernung vom Bleistift zum Auge. Danach **misst** noch den Durchmesser des Bleistifts.

**Auswertung:** Nach dem Strahlensatz gilt:

$$\frac{\text{Durchmesser des Bleistifts}}{\text{Abstand Auge} - \text{Bleistift}} = \frac{\text{Durchmesser des Mondes}}{\text{Abstand Mond} - \text{Erde}}$$

Außerdem gilt, dass der Mond 60-mal so weit entfernt ist, wie der Radius der Erde groß ist. Rechnet mit einem Radius der Erde von 6370 km.

Beispielrechnung:

$$\frac{7 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = \frac{D}{60 \cdot 6370 \text{ km}}$$

$$D = \frac{7 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} \cdot 60 \cdot 6370 \text{ km} = 3430 \text{ km}$$

### Aufgabe

Ein auf die Mondoberfläche geschickter Laserimpuls wird nach 2,56 s wieder auf der Erde empfangen. **Berechne** die Entfernung Mondoberfläche–Erdoberfläche.



### Supermond

Zu gewissen Zeiten kommt der Mond der Erde be-  
sonnere nahe. In diesem Fall erscheint er größer als ge-  
wöhnlich. Dies tritt ein, wenn der Mond sich nahe beim  
erdnächsten Punkt seiner Umlaufbahn um die Erde be-  
findet. Der Effekt trägt den Namen Supermond, wenn  
dieser Zeitpunkt mit dem Vollmond zusammenfällt. Die  
Abbildung zeigt links den durchschnittlichen Vollmond  
und rechts den Mond in Erdnähe – einen Supermond.



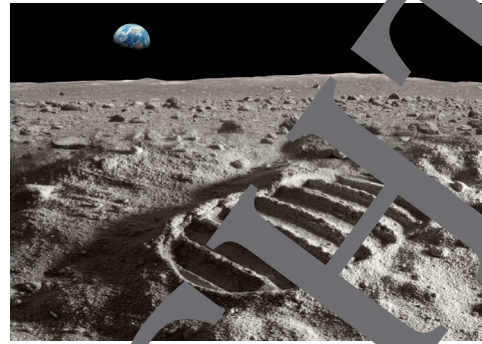
Quelle: Marcoaliaslama, wikipedia, CC BY-SA 3.0 (<https://de.wikipedia.org/wiki/Supermond>)

## M 9

## Astronomie und Raumfahrt

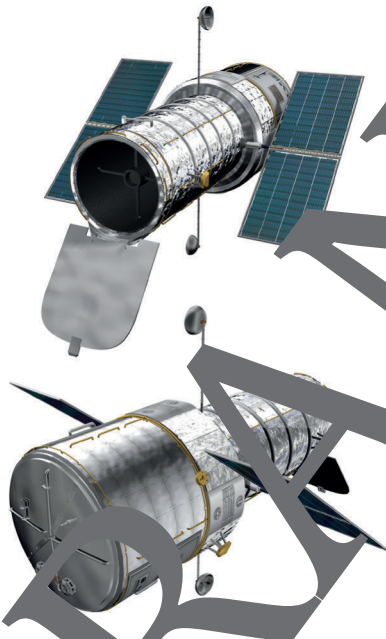


1969 betraten zum ersten Mal Menschen den Mond. 1976 landete erstmalig eine Sonde auf dem Mars. Zwei herausragende Daten, die uns Informationen über Details moderner Raketentechnik und neue Erkenntnisse zur Geschichte der Entwicklung des Weltalls liefern.



© narvikk/E+/Getty Images

Die Erfolge der Astronomie im Zusammenhang mit der Raumfahrt lassen sich am ehesten mit dem Transport von Teleskopen in den Weltraum erklären (siehe M 5). So haben die Teleskope **Hubble** und **James-Webb** eine riesige Zahl von hochaufgelösten Fotos der Wissenschaft geliefert. Mit diesen Teleskopen kann man noch tiefer in das Weltall blicken, gleichzeitig hemisphärisch, sodass der Blick weiter in die Vergangenheit reicht.



Hubble-Teleskop  
© narvikk/E+/Getty Images

Die erdnahe Nutzung der Raumfahrt betrifft u. a. die biologische und medizinische Forschung. Dabei geht es z. B. um die Erforschung der Bedingungen für einen längeren Aufenthalt im Weltraum. Der Rekord liegt gegenwärtig bei fast 438 Tagen, den der russische Kosmonaut V. Polyakov hielt. Für längere Aufenthalte, die für einen Flug zum Mars vorgesehen sind, müssen Untersuchungen über genetische, körperliche und kognitive Einflüsse auf den menschlichen Körper durchgeführt werden. Zu den erforderlichen Untersuchungen gehören auch die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den Menschen und auf Pflanzen.

Weitere Bereiche, in denen die Raumfahrt ihre Beiträge liefert, sind Untersuchungen der Erdoberfläche und Materialforschung in der Schwerelosigkeit.

### Aufgabe

Die notwendige Geschwindigkeit eines Objektes, mit der es von der Erdoberfläche in eine Kreisbahn um die Erde gelangen kann, wird als 1. kosmische Geschwindigkeit bezeichnet. **Berechne** diese Geschwindigkeit.



# Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.  
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online  
14 Tage lang kostenlos!

[www.raabits.de](http://www.raabits.de)

