



HANDREICHUNG ZUR UMSETZUNG DES RAHMENLEHRPLANS NATURWISSENSCHAFTEN

Gestaltungsmöglichkeiten für das
Fach Naturwissenschaften in der
Orientierungsstufe

Impressum

Redaktion: Barbara Dolch

Skriptbearbeitung: Ute Nagelschmitt

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2011

Handreichung zur Umsetzung des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften

Gestaltungsmöglichkeiten für das Fach
Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe

Themenfeld 2:
Makrokosmos

Inhalt

	Seite
1 Einführung	7
1.1 Vorhaben - Projekte	7
1.2 Bezug zum Rahmenlehrplan	8
2 Kontext	9
2.1 Verlaufsplanung	9
3 Unterrichtsskizzen	10
3.1 Mit Kolumbus unterwegs	10
3.2 Weltbild heute: Unser Sonnensystem	
3.3 Optische Geräte helfen uns bei der Erforschung des Makrokosmos	26
3.4 Von der Erde zu den Galaxien	31
4 Informationsmöglichkeiten	32
4.1 Planetarien, Sternwarten und Planetenwanderwege in Rheinland-Pfalz	32
5 Begriffserklärungen	35

1 Einführung

1.1 Vorhaben – Projekte

Motivationsfördernd sind in der Orientierungsstufe das Interesse, die Neugier und die Spontaneität der Schülerinnen und Schüler. Dies wird bei der Gestaltung des Unterrichts insofern berücksichtigt, als neben sehr abstraktem, theoretischem Fachwissen auch affektive Elemente einbezogen werden. So dienen das Basteln und die praktische Erprobung einfacher Modelle nicht nur der Veranschaulichung, sondern bieten Möglichkeiten zu vielfältigen manuellen Tätigkeiten (handelnder Umgang mit Wissen).

Mithilfe ausgewählter, stark reduzierter Modelle, der Nutzung selbst angefertigter Navigationsgeräte und optischer Geräte aus dem Fachversand (Teleskope), dem Besuch einer Sternwarte oder der Wanderung auf einem Planetenweg können Ordnungen und Muster im Makrokosmos veranschaulicht werden.

Um die vorhandenen Vorkenntnisse zur geordneten Struktur des Makrokosmos zu vertiefen, bietet sich der Einsatz optischer Geräte (Teleskop bzw. Fernrohr) an. Mithilfe dieser Geräte sind wir in der Lage, die durch die Beschränkung unserer Sinnesorgane bedingten Wahrnehmungsgrenzen zu erweitern. Die bekannten Unterrichtsprinzipien vom Bekannten zum Neuen, vom Nahen zum Fernen, geben die Themenabfolge vor.

Ausgehend von unserem Planeten Erde über den Mond, die Planeten unseres Sonnensystems, der Sonne bis zu den Kometen, Meteoriten, fernen Sternen und der Milchstraße führt die Erkundung hin bis zu anderen Galaxien.

So wie sich Kolumbus 1492 auf den Weg machte, können sich die Schülerinnen und Schüler auf den Weg machen, um neue Welten zu entdecken und zu erforschen.

Einige Merkmale dieser Ordnung in unserem Sonnensystem bahnen bereits das Themenfeld 5 „Sonne, Wetter, Jahreszeiten“ an und bilden so Vorkenntnisse, die später aufgegriffen und vertieft werden können (Spiralcurriculum).

Die Veranschaulichung der Größenverhältnisse im Universum wird sicherlich vielen Lernenden der Orientierungsstufe große Schwierigkeiten bereiten. In linearen Skalen ist es nur sehr begrenzt möglich, die Größenunterschiede sinnvoll und altersgemäß in geeignete Modelle umzusetzen. Zudem ist das Rechnen mit Potenzen bzw. die logarithmische Schreibweise den Schülerinnen und Schülern in der Klassenstufe 5 noch nicht bekannt. Aus diesem Grund können Modelle nur für Teilbereiche (Sonnensystem, Universum) entwickelt werden. Einer heterogenen Zusammensetzung der Lerngruppen ist Rechnung zu tragen, es bieten sich jedoch Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung.

1.2 Bezug zum Rahmenlehrplan

Nachfolgend sind die Bereiche aus dem Themenfeld 2 des Rahmenlehrplans aufgeführt, die mit Hilfe der Handreichung behandelt werden können.

Charakterisierung

Bei der Begegnung mit dem Makrokosmos stehen der Aufbau unseres Sonnensystems und die Orientierung am Sternenhimmel im Vordergrund.

Technische Entwicklungen (z. B. Fernrohr) erweitern die Möglichkeiten unserer Sinne. Ihre Optimierung hat immer auch eine Weiterentwicklung unseres Weltbildes zur Folge.

*Im Bereich der **Kommunikation** bietet das Themenfeld zur Recherche und Präsentation besonders geeignete Inhalte (z. B. Informationen zum Sonnensystem).*

Anschlussfähiges Fachwissen

<p><i>Die unterschiedlichen Größenordnungen im Makrokosmos werden mit angepassten Maßeinheiten beschrieben.</i></p> <p><i>Die Größenverhältnisse werden in linearen Skalen und räumlichen Modellen veranschaulicht.</i></p> <p><i>Die Unterscheidung verschiedener Himmelskörper ermöglicht es, Strukturen im Weltall zu erkennen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lichtjahre ▪ Maßstab ▪ Sonnen, Sterne, Planeten, Monde, Sonnensystem 	System
<p><i>Die Entwicklung optischer Geräte führt zu neuen Entdeckungen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fernrohr/Teleskop 	Entwicklung

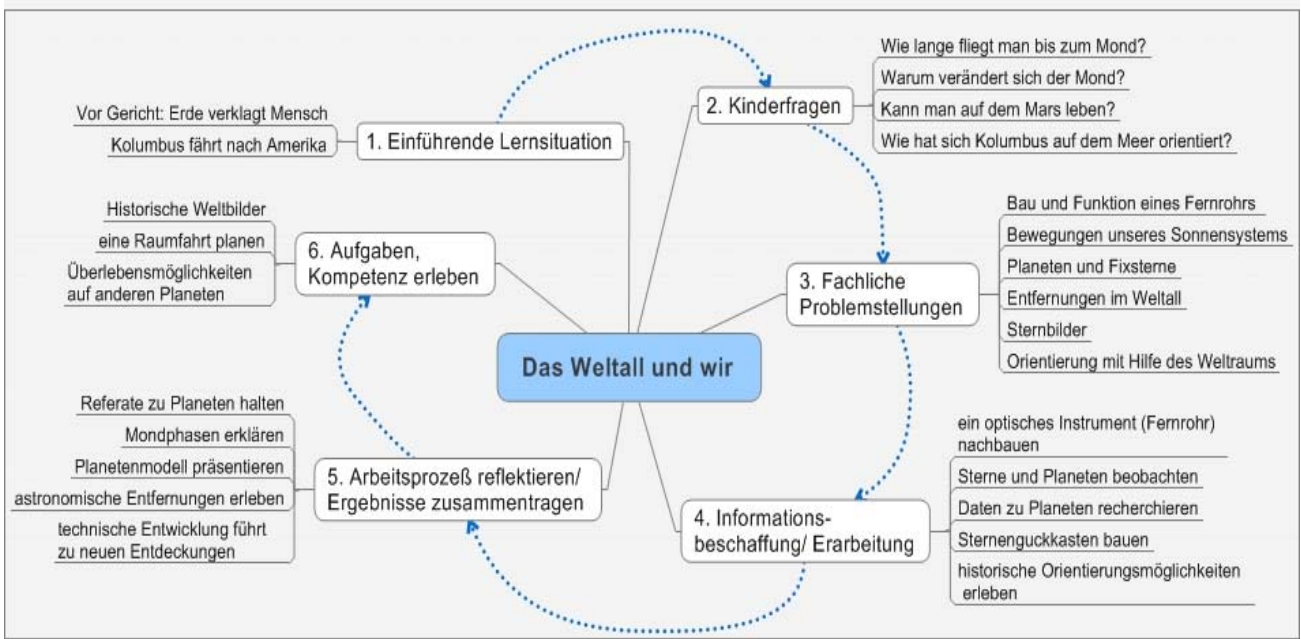
Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler ...

- *erschließen sich Größenverhältnisse mit Hilfe von Anschauungsmodellen (z. B. Planetenweg, ...),*
- *gewinnen Informationen durch Recherche (z. B. astronomische Objekte, ...),*
- *nutzen Rechercheergebnisse zur adressatengerechten Präsentation (z. B. astronomische Objekte, ...),*
- *veranschaulichen durch Modelle ... den Aufbau unseres Planetensystems,*
- *reflektieren die Entwicklung von optischen Geräten und deren Einfluss auf das Weltbild des Menschen,*
- *reflektieren die Grenzen menschlicher Erkenntnis ... (z. B. ..., Science Fiction).*

Rahmenlehrplan Naturwissenschaften RLP unter <http://lehrplaene.bildung-rp.de/> (Siehe S.21-23)

2 Kontext



2.1 Verlaufsplanung

Inhalte	Fachwissen	Std.
Mit Kolumbus unterwegs Beobachtungen mit Navigationsgeräten liefern genauere Angaben über die Erde.	Weltbilder in unterschiedlichen Geschichtsepochen Entwicklung von Orientierungsmöglichkeiten von der Erde aus mit Hilfe des Weltalls (Jakobsstab, Sternenkarte, Sanduhr, Kompass)	2
Eine Reise in den Weltraum Von unserem Planeten zum Sonnensystem Technische Möglichkeiten, den Weltraum zu „erobern“	Steckbriefe der Himmelskörper Modellhafte Darstellung des Sonnensystems Größenordnungen und Maßeinheiten kennen lernen: Meter, Kilometer, Lichtsekunde, Lichtminute, Lichtjahr	6
Sternenhimmel Optische Geräte ermöglichen Einblicke	Optische Geräte helfen uns beim Blick in den Makrokosmos. Wir nutzen das Fernrohr zur Beobachtung ferner Gegenstände. Wir bauen selbst ein einfaches Fernrohr. Größenordnungen und Maßeinheiten kennen lernen: Meter, Kilometer, Lichtsekunde, Lichtminute, Lichtjahr	5

Tabelle 1: Mögliche Kontexte für das Themenfeld „Vom ganz Kleinen und ganz Großen“ im Bereich Makrokosmos

3 Unterrichtsskizzen

3.1 Mit Kolumbus unterwegs

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Auf der Suche nach dem Seeweg nach Indien
2. Kinderfragen	Warum hat sich Kolumbus auf die Reise gemacht? Wie hat sich Kolumbus auf dem Meer orientiert? Wie orientiere ich mich mit Hilfe von Sternen oder anderen Himmelskörpern?
3. Fachliche Problemstellungen	Welche Weltbilder existierten damals? Welche Möglichkeiten der Orientierung auf See gab es?
	Schülerinnen und Schüler ...
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	... vergleichen Weltbilder ... bauen ein einfaches Navigationsgerät (Jakobsstab) ... betrachten den Sternenhimmel
5. Ergebnisse zusammen tragen, Arbeitsprozess reflektieren	... erkennen die Grenzen von Navigationsgeräten
6. Wissen anwenden	... nutzen eine Sternenkarte

Material

- Lehrbücher:
z. B. Dieter Brückner, Harald Focke: Das waren Zeiten, Ausgabe C, Band 2. Unterrichtswerk für Geschichte an Gymnasien und Gesamtschulen, Sekundarstufe I, 2 Mittelalterliches Weltbild und modernes Denken, C. C. Buchners Verlag, Bamberg, 2003

- Internet:

<http://www.lehrer-online.de/kolumbus.php>

http://www.jahrbuch2000.studien-von-zeitfragen.net/Dokimasia/De_Pace_Fidei/Toscanelli/toscanelli.htm

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,381627,00.html>

- Kopiervorlagen Steckbriefe, Weltbilder
- Bastelvorlagen für einfache Navigationsgeräte, Jakobsstab (www.astromedia.de)

Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren kriteriengeleitet zu historischen Orientierungsmöglichkeiten und Weltbildern
- verarbeiten Informationen aus Texten adressatengerecht
- bauen modellhaft Navigationsgeräte und erproben ihre Funktion

Lehrerinformationen

a) Weltbilder

Wann man an die Erde als Scheibe geglaubt hat, ist nicht so eindeutig.^{1, 2}

1. Die Erde als Scheibe war das Weltbild bei Ägyptern und Babyloniern.
2. Die Kugelgestalt der Erde war bei den Pythagoräern (500 v. Chr.) bekannt.
3. Aristoteles (384-322 v. Chr.) gab als Beweis an: Schiffe tauchen bei Annäherung an die Küste hinter der Kimm auf, der Erdschatten ist bei Finsternis auf dem Mond kreisförmig begrenzt, Gestirne erscheinen von verschiedenen Beobachtungspunkten zur selben Zeit verschieden hoch am Himmel.
4. Aristarch (um 320-250 v. Chr.) ging schon von einem heliozentrischen Weltbild aus (Sonne steht im Mittelpunkt), das sich aber nicht durchsetzte.
5. Ptolemäus (100-178 n. Chr.) stellte im „Almagest“ ein geozentrisches Weltbild dar:
 - Die Erde steht im Mittelpunkt der Welt.
 - Die Planeten bewegen sich auf Kristallkugeln um die Erde.
 - Eine umschließende Kugel trägt die Fixsterne

Dieses Weltbild war bis ins 15. Jahrhundert vorherrschend.

6. Das heliozentrische Weltbild von Kopernikus (1473-1543) sagte aus:
 - Die Erde dreht sich täglich einmal um ihre eigene Achse.
 - Die Erde bewegt sich einmal im Jahr um die Sonne.
 - Die Planeten bewegen sich in Kreisen um die Sonne.
7. Johannes Kepler gab 1619 in den Keplerschen Gesetzen an, dass es sich um elliptische Bahnen handelt, bei denen die Sonne in einem Brennpunkt steht und für deren Abmessungen Gesetzmäßigkeiten gelten.

b) Kolumbus Seeweg westwärts nach Indien

1. Ausrüstung: Kompass, Stundenglas, Jakobsstab, Sonnenuhr
2. Sein Weltbild: Der **Behaimsche Erdapfel** ist der älteste noch erhaltene Erdglobus, der von dem aus Nürnberg stammenden Martin Behaim von 1490 bis 1493 erstellt wurde, also das letzte Erdabbild vor der Entdeckung Amerikas. Behaim gibt auf dem Globus die Vorstellungswelt von Antike und Mittelalter mit den drei Kontinenten Asien, Europa und Afrika wieder. Amerika und der Pazifik fehlen. Außerdem ist der Erdumfang viel zu niedrig angesetzt.
3. Ein entscheidender Fehler in der Berechnung des Seeweges nach Indien beruhte darauf, dass der zu einem Winkelgrad gehörende Abschnitt auf dem Äquator mit $56\frac{2}{3}$ Meilen angegeben wurde und dabei mit italienischen Meilen (1 477,5 m) statt mit arabischen Mei-

¹ Angaben aus Vieweg, Physik, ISBN3-594-10515-6, Seite 84

² <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,381627,00.html>

len (1 975,5 m) gerechnet wurde. Dadurch wurde der Erdumfang um ein Viertel zu klein berechnet. Die Entfernung auf dem Land entspricht dann 282° und somit verbleiben für den westlichen Seeweg nur 78° , was einer Entfernung von ca. 6 275 km, gerechnet von den Kanaren, entspricht. Dort befindet sich Amerika.³

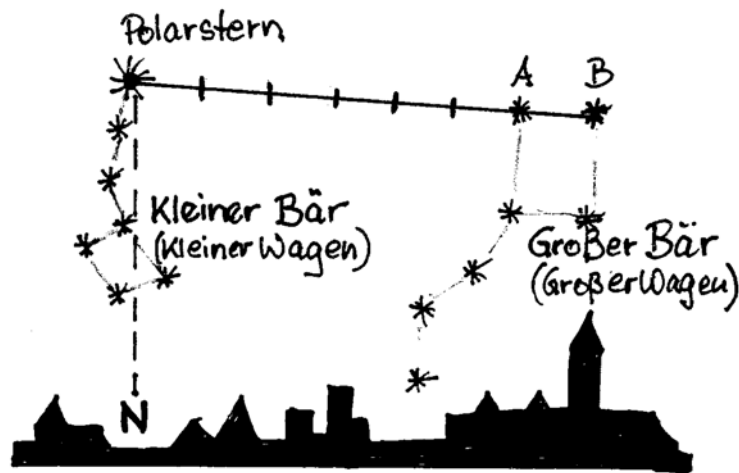
4. Orientierung bei Tag und bei Nacht

Die Seefahrt war von ihren Ursprüngen her küstengebunden. Für den Schiffsführer kam es darauf an, sich möglichst in Sichtweite des festen Landes zu halten. Das Lot zur Messung der Fahrtiefe, das älteste bekannte schon von Herodot beschriebene Navigationsinstrument, sollte vor Untiefen warnen, während markante natürliche Landmarken und Leuchttürme der Orientierung dienten.

Zur wichtigsten Neuerung im 13. Jahrhundert wurde dann der Kompass, für den sich erste Erwähnungen bereits im 11. und 12. Jahrhundert finden. Im 14. Jahrhundert gehörten Kompass, Log oder Logleine, Sanduhr sowie Seeroutenbeschreibungen zum Rüstzeug des Schiffsführers. Die Art der Navigation bestand darin, dass mit dem Kompass die Richtung und mithilfe von Log und Sanduhr die zurückgelegte Strecke mehr oder weniger genau berechnet wurde. Noch Kolumbus segelte weitgehend nach dieser auch „Besteckrechnung“ (Übertragung der errechneten Werte mit Zirkel und Lineal auf eine Seekarte) genannten Navigationsform.

Schwierig blieb die Festlegung des Standortes auf hoher See. Grundlage für die Bestimmung des Breitengrades war der Stand geeigneter Fixsterne. Dies war auf der nördlichen Erdhalbkugel der Polarstern, da die als Winkel ausgedrückte Höhe über dem Horizont identisch ist mit der jeweiligen geografischen Breite.

Wenn die Seeleute ihr Schiff in klaren Nächten stets im selben Winkel zum Polarstern hielten, konnten sie geradeaus in jede Richtung fahren.⁴



gezeichnet von: Marliese Kirchner

³ Britannica, 1989

⁴ <http://lexikon.meyers.de/wissen/Seefahrt+und+Astronomie>

Der für die nördliche Erdhalbkugel bedeutendste Stern ist der Polarstern. Er steht ziemlich genau über dem geografischen Nordpol. Man sucht zuerst das Sternbild des „Großen Wagens“. Die beiden vorderen Sterne (Hinterachse) weisen genau auf den Polarstern. Wenn man ihren Abstand ca. 5-mal verlängert, landet man beim Polarstern. Wichtig ist, dass man den Abstand in die richtige Richtung verlängert. Der Polarstern ist übrigens der erste Stern der Deichsel des kleinen Wagens.

5. Kompass

Magneteisenstein (auch Magneteisen oder Magnetit) ist ein Eisenoxid mit starkem Magnetismus, das bei Vulkanausbrüchen entsteht. Schon seit der griechischen Antike war in Europa bekannt, dass sich Splitter von Magneteisenstein in die Nord-Süd-Richtung drehen. Auch in China benutzte man schon früh eine schwimmende magnetisierte Nadel, die sich nach dem Erdfeld ausrichtet („nasser Kompass“). Wird diese Nadel auf einem Stift drehbar befestigt, entsteht der noch heute benutzte „trockene Kompass“, der 1269 erfunden wurde.

Etwa seit 1400 bauen europäische Seefahrer die trockene Kompassnadel mit einer Windrose in ein festes Gehäuse ein, um es auf ihren Schiffen zu stationieren. Der trockene Kompass ist sehr viel genauer als die schwimmende Nadel der Chinesen und ermöglicht so eine bessere Navigation. Dieser Kompass wurde weiterentwickelt. Er besteht aber immer noch aus einem drehbaren Zeiger aus magnetischem Material und einem Gehäuse, in dem dieser Zeiger möglichst reibungsarm gelagert ist. Eine Winkelskala macht es möglich, die Abweichung von der Nord-Süd-Richtung abzulesen, denn der Zeiger richtet sich, wenn er nach allen Richtungen frei beweglich ist, tangential zu den Feldlinien des Magnetfelds der Erde aus. Die Feldlinien verlaufen in weiten Bereichen auf der Erde und insbesondere in Mitteleuropa etwa in geographischer Nord-Süd-Richtung und so kann man aus der Richtung des Zeigers auf die Nordrichtung schließen.

Ein Kompass kann sehr ungenau sein, wenn es magnetische Felder in der Umgebung des Kompasses gibt. Das kann z. B. durch Eisenteile auf einem Schiff eintreten, was man zu Zeiten von Kolumbus noch nicht wusste.



Foto: privat

6. Sanduhr

Die Sanduhr oder das Stundenglas ist ein altes Zeitmessgerät. Ein doppelkegelförmiges, geschlossenes Glasgefäß enthält feinen Sand, der durch eine Gefäßverengung in vorgesehener Zeit vom oberen in den unteren Glaskolben rieselt. Ein klassisches Maß waren 30 Minuten, das Maß des Zeitglases der Seeleute. Die Sanduhr war ein wichtiges Instrument für die Zeitmessung bei der Seefahrt.

Zum Messen der Schiffsgeschwindigkeit leistete die Sanduhr lange Zeit unentbehrliche Dienste. Gemeinsam mit der Logleine, die im Abstand von ca. 7 Metern Knoten hat und achtern ins Wasser geworfen wird, wurde die Schiffsgeschwindigkeit bestimmt. Ein Knoten entspricht einer Seemeile pro Stunde und ist noch heute das Maß für Schiffsgeschwindigkeit.

7. Jakobsstab

Ein Jakobsstab oder Gradstock ist ein früheres astronomisches Instrument zur Winkelmessung und zur mittelbaren Streckenmessung. Es wurde vor allem in der Seefahrt, aber auch in der Landvermessung und Astronomie verwendet. Wahrscheinlich geht der Jakobsstab auf jüdische Gelehrte in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts zurück. Er bestand aus einem Holzstab mit Schiebevorrichtung(en) und Winkelskala zur Sonnenanpeilung. Die Bezeichnung „Jakobsstab“ erhielt das Gerät wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Sternbild Orion, das im Mittelalter mit dem Pilgerstab des Jacobus Major verglichen und deshalb mitunter auch so benannt wurde.

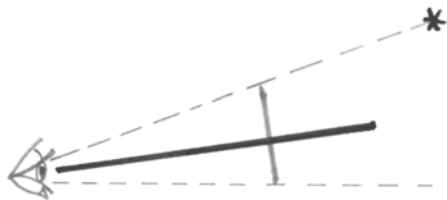
Nach 1500 tauchte er in der portugiesischen Schifffahrt auf, im 16. Jahrhundert war er wichtigstes und genauestes Instrument. Die Seeleute nahmen die relativ einfachen Visier-vorrichtungen mit Winkelskala zur Messung der geografischen Breite mit an Bord.

Mit dem Jakobsstab wird der Winkelabstand zwischen zwei Punkten gemessen. Das ist der Winkel zwischen den beiden Blickstrahlen, die zu diesen beiden Punkten hingehen, z. B. der Sonne und dem Horizontpunkt, einem Stern und dem Horizontpunkt oder bei zwei Geländepunkten. Bei der küstennahen Navigation wurden mit ihm auch Winkel zwischen terrestrischen Zielen gemessen und damit in der Karte die Position bestimmt

Dazu wird das flache Ende des Längsstabes unter dem Auge angesetzt und einer der Querstäbe A, B oder C vor- und zurück geschoben, bis die beiden Punkte, die vermessen werden sollen, genau auf den Außenkanten des Querstabes erscheinen. Der gesuchte Winkel wird dann auf der Skala an dessen vorderer Seite abgelesen, die zu diesem Querstab gehört. Für verschiedene Winkelbereiche gibt es passende Querstäbe: A für Winkel über 30°, B für Winkel zwischen 30° und 15° und C für Winkel zwischen 15° und 7,5°.

Die Anwendung war schwierig, da auf einem schwankenden Schiff selten beide Punkte gleichzeitig genau angepeilt werden konnten.

Tipp: Um mit einem kleinen Querstab zu messen, genügt es, die größeren ganz nach vorne zu schieben, man muss sie nicht entfernen. Das ist zwar nicht historisch, aber ganz praktisch.



Meeresspiegel



Weitere Informationen unter:

ILF, **Astronomie in der Schule**, Rainer Schanz, Mainz, Dezember 2005;

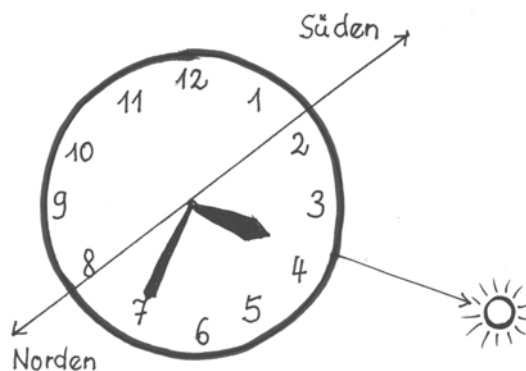
<http://www.ilf-mainz.de/materialien/material.php?did=41>

c) Bestimmung der Himmelsrichtung auch ohne Kompass

Wenn die Sonne scheint, kann man mit ihrer Hilfe die Himmelsrichtung ganz schnell bestimmen. Die Sonne geht im Osten auf, mittags steht sie im Süden und abends geht sie im Westen unter. Man kann davon ausgehen, dass sie morgens um 6.00 Uhr im Osten, mittags um 12.00 Uhr im Süden und abends um 18.00 Uhr im Westen steht.* So lässt sich die Himmelsrichtung anhand des Sonnenstandes grob bestimmen.

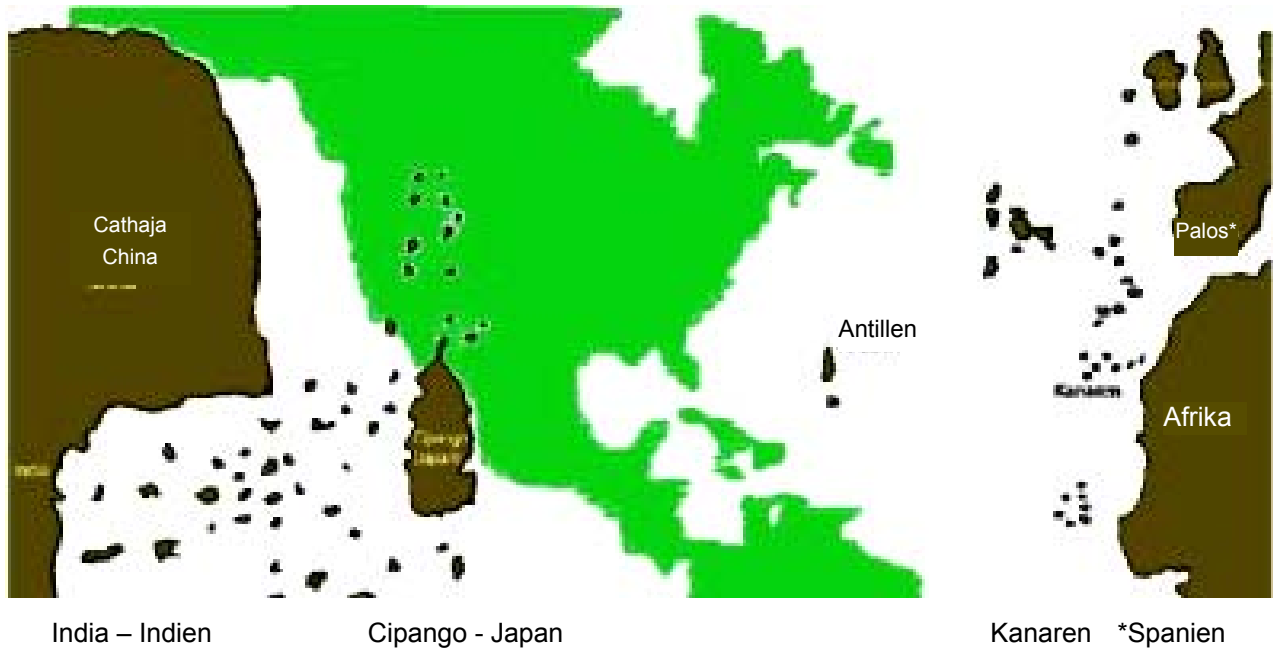
Mit einer analogen Armbanduhr kann man ebenfalls die Himmelsrichtung ermitteln: Dazu richtet man den Stundenzeiger auf die Sonne. Man halbiert den Winkel zwischen 12.00 Uhr und der Stellung des Stundenzeigers, um die Südrichtung zu finden. Dies gilt allerdings nur für die nördliche Erdhalbkugel.

*Beachte: Während der Sommerzeit eine Stunde abziehen!



Weltbild zu Kolumbus Zeit

Rekonstruktion der Toscanelli-Karte (nachgezeichnet)



Hinweis: Der Brauntone zeigt die Lage der Kontinente und Inseln, die Toscanelli kannte. Der Grünton zeigt die Lage des Kontinentes Amerika, der Toscanelli noch nicht bekannt war.⁵

⁵ www.br-online.de/wissen-bildung/collegeradio/medien/geschichte/kolumbus/arbeitsblaetter/kolumbus_ab1.pdf

Lesetext Weltbilder

In ganz frühen Weltbildern war **die Erde eine Scheibe**; über ihr, wie an einer Kuppel, hingen die Himmelskörper Mond, Sonne und Sterne. Bei z. B. dem Segeln auf dem Meer hatte man Angst, dass man vom Rand der Scheibe fallen könne, wenn man am Horizont angekommen sei.

Im Mittelalter war die Überzeugung weit verbreitet, die kugelförmige Erde bilde den Mittelpunkt der Welt (geozentrisches Weltbild). Die Sonne, Planeten und Sterne würden um die Erde wandern. Diese Auffassung entspricht der alltäglichen Beobachtung.

Das **geozentrische Weltbild** wurde im klassischen Altertum in Griechenland eingeführt. Neben anderen altgriechischen Gelehrten wie Aristoteles war Ptolemäus der wichtigste. Er war ein einflussreicher Verfechter des geozentrischen Weltbilds. Oft wird daher auch vom **Ptolemäischen Weltbild** gesprochen.

Es gab aber immer schon Astronomen, die andere Erklärungsansätze für die Himmelsbewegung hatten. Z. B. Nikolaus Kopernikus (1473-1543) war der Ansicht, dass die Erde und alle anderen Planeten die Sonne umkreisen (**Heliozentrisches Weltbild**) und sich zusätzlich die Erde um ihre eigene Achse dreht. Es fehlten ihm aber für seine Theorie die Beweise, weil er z. B. noch keine guten technischen Möglichkeiten zur Himmelsbeobachtung hatte. Diese hatte man erst nach der Erfindung des Fernrohrs.

Als Begründer der Astronomie gilt Galileo Galilei (1564-1642). Er war einer der ersten, der ein solches Fernrohr baute. Seine Erfindung konnte hundertmal mehr Licht von einem entfernten Objekt einfangen als das bloße Auge. Einen Gegenstand konnte er auf 50 km Entfernung so deutlich sehen, als wäre er nur 5 km entfernt. Er erkannte, dass sein Fernrohr ein Mittel darstellte, mit dem sich die astronomischen Ansichten seiner Zeit auf ihre Richtigkeit überprüfen ließen. Er brauchte es nur auf die Milchstraße zu richten, schon lösten sich die Legenden und Fabeln über ihre Natur auf. Die Milchstraße war nichts weiter als ein riesiger Schwarm von Sternen. Galileis Beobachtungen, die heute jeder mit dem Fernglas wiederholen kann, zerstörten den 2000 Jahre alten Glauben an eine im Zentrum des Universums befindliche Erde. Allein Galileis Entdeckung, dass Jupiter von Monden umkreist wird, lieferte den Beweis, dass sich nicht alle Himmelskörper um die Erde drehen, wie man bis dahin glaubte. Er beobachtete die Phasen der Venus, die Mondgebirge sowie die Sonnenflecken und konnte auf die Lage von Sonne, Erde und Venus zueinander schließen. Seine Ergebnisse bestätigten die Keplerschen Gesetze und somit die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbildes.

Aufgabe: Lies den Text und vervollständige den Lückentext.

Lückentext

Ganz früher glaubte man, dass die Erde _____ sei. Schon früh erkannte man, dass die Erde die Form einer _____ habe. Allerdings glaubte man bis in das Mittelalter, dass die Erde der _____ sei.

Einer der ersten Astronomen, die anderer Meinung waren, war _____. Er war der Ansicht, dass die _____ und alle anderen Planeten die _____ umkreisen. Jedoch fehlten ihm die Beweise, weil es noch keine _____ gab. Mit Hilfe eines _____ konnte erstmals _____ die Theorie von _____ bestätigen. Er entdeckte, dass _____ von Monden umkreist wird. Er lieferte damit den Beweis, dass sich nicht alle _____ um die _____ drehen, wie man bis dahin glaubte. Er gilt als Begründer der _____.

Kopiervorlage

Fertige Steckbriefe zu Galileo Galilei, Nikolaus Kopernikus, Claudius Ptolemäus und Johannes Kepler an.

Lies dir die Texte durch! Zeichne eine Tabelle in dein Heft oder nutze das untenstehende Muster. Trage die wichtigsten Informationen aus dem Text in die Tabelle ein. Suche die fehlenden Informationen. Ergänze durch Porträts der Forscher.

Abbildung	Name: Lebensdaten: Wichtigste Entdeckung:
Abbildung	Name: Lebensdaten: Wichtigste Entdeckung:
Abbildung	Name: Lebensdaten: Wichtigste Entdeckung:
Abbildung	Name: Lebensdaten: Wichtigste Entdeckung:

Texte für die Steckbriefe

Galileo Galilei wurde im Jahre 1564 in Pisa geboren und starb 1642 bei Florenz. Wichtig waren für ihn nur Experimente und Messungen als Beweisgrundlage.

Als er von der Erfindung des Fernrohrs in Holland hörte, baute er 1609 selbstständig ein Teleskop. Mit diesem konnte er beweisen, dass die Erde keine Sonderstellung unter den Planeten einnimmt, sondern sich um die Sonne dreht.

Weil eine bewegte Erde damals der Heiligen Schrift widersprach, geriet Galilei in Widerspruch zur Kirche. 1633 musste er seiner Lehre von der Erdbewegung abschwören. Einer später erfundenen Überlieferung nach soll er nach dem Widerruf den Ausspruch getan haben: „Und sie bewegt sich doch!“

Nikolaus Kopernikus wurde 1473 geboren und starb 1543 in Ostpreußen. Er betrieb mathematische, astronomische und humanistische Studien. Intensive wissenschaftliche Forschungen in der Astronomie führten dazu, dass er die Eigenbewegungen der Erde entdeckte und damit ein neues Weltbild begründete. Danach ist die Erde nicht der Mittelpunkt der Welt, sondern lediglich einer von vielen Planeten, die um die Sonne kreisen (heliocentrisches Weltbild).

Leider verstieß dieses Weltbild gegen das von der katholischen Kirche verbreitete, nach dem der Mensch die Krone der Schöpfung und die Erde damit der Mittelpunkt des Universums war. Aus diesem Grunde veröffentlichte Kopernikus seine revolutionären Ideen, die aus den Jahren um 1510 stammen, erst kurz vor seinem Tode.

Claudius Ptolemäus lebte von 100 bis 178 n. Chr. in Ägypten, vermutlich in Alexandria. Er war ein griechischer Mathematiker, Geograf und Astronom.

Ptolemäus war der Ansicht, dass sich die Erde fest im Mittelpunkt des Weltalls befindet. Alle anderen Himmelskörper bewegen sich auf Kreisbahnen um diesen Mittelpunkt herum (geozentrisches Weltbild). Um astronomische Beobachtungen mit diesem Modell in Einklang zu bringen, war es notwendig, alle Himmelskörper auf ihren Bahnen weitere Kreise um diese Bahn ziehen zu lassen, und teilweise auch wieder Bahnen um diese Bahnen. Durch die Annahme von etwa 80 solcher Bahnen konnte Ptolemäus die Beobachtungen in Einklang mit seinem entworfenen Bild bringen. Die äußerste Sphäre wird nach seiner Vorstellung von den Fixsternen besetzt. Ptolemäus Grundidee war richtig, allerdings nicht die Deutung, dass sich alles um die Erde als Mittelpunkt dreht.

Abbildungen der Forscher finden sich z. B. unter folgenden Adressen im Internet:

<http://www.kerber-net.de/literatur/deutsch/drama/brecht/galilei/galilei.gif>

http://www.info-polen.com/img/b_kopernikus.jpg

<http://www.galilei-online.de/media/ptolemaeus.gif>

<http://userpage.fu-berlin.de/~history1/bs/jensd/16xx/kepler.gif>

3.2 Weltbild heute: Unser Sonnensystem

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Chinesen bieten an: „Urlaub auf dem Mond“
2. Kinderfragen	Können wir zu anderen Planeten fliegen? Gibt es Leben auf anderen Himmelskörpern? Wie weit ist es bis zum Mond oder den anderen Planeten? Wie lange ist man bis dorthin unterwegs? Wie entsteht eine Mondfinsternis?
3. Fachliche Problemstellungen	Wodurch unterscheiden sich Monde, Planeten und Sterne?
	Schülerinnen und Schüler ...
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	... erstellen Steckbriefe zu ausgewählten Himmelskörpern ... veranschaulichen Abstände und Größenverhältnisse im Sonnensystem im Modell, z. B. Schulhof ... erleben Mondphasen modellhaft ... wandern auf einem Planetenwanderweg
5. Ergebnisse zusammen tragen, Arbeitsprozess reflektieren	... präsentieren Steckbriefe ... beschreiben Modelle
6. Wissen anwenden	... rüsten einen Astronauten auf dem Mond aus (Raumanzug, Sauerstoffversorgung, Hitze- oder Kälteschutz, Ernährung, ...) ... planen als Reiseveranstalter eine Reise auf den Mond

Schülerinnen und Schüler sind an Fragen rund um unser Sonnensystem oder andere Himmelskörper, die sich unserem Sonnensystem nähern oder in dieses eindringen wie z. B. Kometen oder Meteoriten sehr interessiert. Dieses Motivationspotential gilt es zu nutzen. Die Information über altersgemäße Bücher, z. B. aus der „Was ist Was“-Reihe, sollte angeregt werden. So können sich die Schülerinnen und Schüler über die Unterrichtseinheit hinaus mit der Thematik auseinandersetzen.

Es gibt eine Menge Planetenwanderwege in Rheinland-Pfalz. Sie bieten ein hohes Erlebnispotential gerade für diese Unterrichtseinheit und sind als außerschulische Lernorte sehr zu empfehlen.

Auch das gemeinsame Gestalten von maßstabsgerechten Modellen der Planeten und deren Entfernungen von der Sonne für das Schulhaus oder den Schulhof birgt große Aktionsmöglichkeiten für Schülerinnen und Schüler und erlaubt gruppenarbeitsteiliges Arbeiten.

Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler

- veranschaulichen die Größenverhältnisse und Abstände im Sonnensystem mit geeigneten Modellen,
- recherchieren und nutzen ihre Rechercheergebnisse, um einen Astronauten richtig einzukleiden oder eine Reise auf den Mond zu planen,
- erkennen die Grenzen des Menschen bei der Eroberung des Weltalls.

Lehrerinformation

Das Zentrum unseres Sonnensystems bildet die Sonne. Sie gilt in unserem System als Fixstern. Um die Sonne bewegen sich acht Planeten. Pluto gilt nach einer Vereinbarung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) vom 24. August 2006 in Prag als Zwergplanet. Diese Definition ist selbst unter Experten umstritten. An dieser Stelle soll auf die Diskussion nicht näher eingegangen werden. Nähere Informationen zur Klassifikation findet man u. a. unter folgender Adresse: <http://de.wikipedia.org/wiki/Zwergplanet>

Der neue Merkspruch für die Reihenfolge der Planeten in unserem Sonnensystem kann künftig heißen: „Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unseren Nachthimmel“

Einige Planeten, wie z. B. die Erde oder der Jupiter werden auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne von einem Trabanten oder Satelliten begleitet, einem Mond. Aus technischen Gründen war es den Menschen bisher nur möglich, den Erd-Mond zu betreten. Sein Vorteil ist die verhältnismäßige Nähe. So ist der Mond auch der am besten erforschte Himmelskörper.

Die Erkundung des Sonnensystems lässt sich zeitlich in vier Phasen einteilen.

Die **erste Phase von 1959 bis 1967** ist geprägt durch die Erkundung von Venus, Mond und Mars mit unbemannten Raumsonden.

Die **zweite Phase von 1968 bis 1972** ist von der Durchführung der ersten bemannten Mondmissionen gekennzeichnet. Neben den sechs erfolgreichen Mondlandungen durch die USA fanden weiterhin vor allem sowjetische unbemannte Missionen zu Mond, Mars und Venus statt.

Die **dritte Phase von 1973 bis 1983** wird einerseits von der intensiveren Erforschung von Mars und Venus, andererseits von der Erkundung des äußeren Planetensystems bestimmt. Der bislang einzige Vorbeiflug an Merkur fand mit Mariner 10 von 1973 bis 1975 statt. Daneben wurden weitere Missionen zur Venus und zum Mars durch die UdSSR durchgeführt.

Die **vierte Phase beginnt 1989** und hat zwei Schwerpunkte; einerseits Start und Betrieb großer Raumsonden wie Magellan, Galileo oder Cassini/Huygens, andererseits die Durchführung kleiner, sehr spezialisierter Missionen. Herausragende sind dabei Galileo als Langzeitmission zur Erkundung des Jupitersystems (Start 1989, Missionsende 2003) und als Technologiedemonstration Mars Pathfinder mit Rover Sojourner, die im Sommer 1997 auf dem Mars landete (Start 1996).⁶

⁶ <http://berlinadmin.dlr.de/RPIF/raumfahrt0.shtml#einf>

Abstände Planeten – Sonne und Radius der Planeten

	Realität	Modell	Realität	Modell 1	Modell 2
Name	Abstand zur Sonne (km)	Abstand zur Sonne (m)	Radius (km)	Radius (m)	Durchmesser (cm)
Maßstab		$4,5 \times 10^{10}$		$4,5 \times 10^7$	$3,6 \times 10^8$
Sonne			697000	15,474	386,9
Merkur	57 910 000	1,29	2439	0,054	1,4
Venus	108 200 000	2,40	6052	0,134	3,4
Erde	149 600 000	3,32	6378	0,142	3,6
Mars	227 940 000	5,06	3398	0,075	1,9
Jupiter	778 000 000	17,27	71492	1,587	39,7
Saturn	1 429 000 000	31,73	60268	1,338	33,5
Uranus	2 870 990 000	63,74	25559	0,567	14,2
Neptun	4 504 300 000	100,00	24764	0,550	13,8

Hinweis zu Modellen des Sonnensystems:

Ziel der hier vorliegenden Berechnungen war es, realitätsnahe, praktikable Modelle für eine Schule zur Verfügung zu stellen. In der Regel stehen an Schulen Maße von ca. 100m (Schulhof oder Sportplatz) zur Verfügung. Die begrenzende Länge ist der Abstand zwischen Sonne und Neptun.

Aufgrund der Größenverhältnisse in unserem Sonnensystem ist es nicht möglich, die Abstände der Planeten zur Sonne und ihre Radien im gleichen Maßstab abzubilden (siehe Planetenweg Dahner Felsenland im Maßstab 1: 700 000 000 (Siebenhundertmillionen)).

Die Planeten wären dann viel zu klein, um sie auf einem Schulgelände sichtbar zu machen. Deshalb sind die Planetengrößen in zwei weiteren Maßstäben berechnet. Modell 1 ist ein Vorschlag, der für das Aufmalen auf einem Schulgelände geeignet ist. Modell 2 ist so berechnet, das die Planeten noch von einem Drucker in A3 hergestellt und auf dem Schulhof ausgelegt werden können.

Weitere Modelle für Planeten finden sich z. B. unter <http://ping.lernnetz.de/>

Materialien 5/6, „Ich und die Sonne“, Ordner „Wirkung“, AB 3.01-3.08

<http://famona.bildung-rp.de>, Materialien 5/6 Themenfeld 2

Kopiervorlage

Planeten-Übersicht

Auf der Internetseite <http://www.blinde-kuh.de/weltall/> findest du Informationen zu den Planeten unseres Sonnensystems.

1. Erstelle eine „Übersicht“ der Planeten unseres Sonnensystems!
2. Übertrage dazu eine Tabelle – wie in der Vorlage – in dein Heft und ergänze sie!

Beachte: Da die Geräte zur Erforschung der Himmelskörper immer besser werden, können sich die gefundenen Werte von Quelle zu Quelle etwas unterscheiden.

Planet	Durchmesser (km)	Entfernung zur Sonne (Mill. km)	Dauer der Drehung um die Sonne			Temperatur an der Oberfläche (°C)	Anzahl der Monde
			J	M	T		
Me							
V							
E							
Ma							
J							
S							
U							
N							

Lösung

Planeten-Übersicht

Für den vereinfachten Umgang mit Zahlen dieser Größenordnung ist zu empfehlen, ohne Dezimalstellen zu arbeiten.⁷

Planet	Durchmesser (in km)	Entfernung zur Sonne (in Mill. km)	Dauer der Drehung um die Sonne			Temperatur an der Oberfläche (in °C)	Anzahl der Monde
			J	M	T		
Merkur	4878	46 - 70			88	-170 bis +350	0
Venus	12103	107 – 108			224	500	0
Erde	12765	147 - 152			365	-90 bis +50	1
Mars	6794	206 - 249			687	-133 bis +27	2
Jupiter	142984	740 - 815	11		316	k. A.	16
Saturn	120536	1343 - 1509	29		230	k. A.	18
Uranus	51200	2735 - 3005	84	8		k. A.	17
Neptun	49532	4456 - 4537	165	5		k. A.	8

⁷ www.blindekuh.de/weltall

3.3 Optische Geräte helfen uns bei der Erforschung des Makrokosmos

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Mit einem Fernrohr (aus dem Fachhandel) Objekte beobachten, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind. Besuch in einem Planetarium, einer Sternwarte.
2. Kinderfragen	Welche Himmelskörper kann ich mit Fernrohr sehen? Wie funktioniert ein Fernrohr? Wie weit kann man „in den Himmel schauen“?
3. Fachliche Problemstellungen	Aufbau und Nutzen eines Fernrohrs (kein Strahlengang!)
	Schülerinnen und Schüler ...
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	... besuchen ein Planetarium ... bauen ein einfaches Fernrohr nach (mit Materialien aus der naturwissenschaftlichen Sammlung oder Nutzung von Bausätzen) ... ermitteln mit einfachen Versuchen (mit Sammellinsen als Brennglas) Brennpunkt und Brennweite ... recherchieren über historische Fernrohre (Kepler, Galileo)
5. Ergebnisse zusammen tragen, Arbeitsprozess reflektieren	... beschreiben am eigenen Fernrohr-Nachbau die Funktionsweise
6. Wissen anwenden	... betrachten die Mondoberfläche mit einem Fernrohr (aus dem Fachhandel). Wenn organisatorisch möglich: ... beobachten Planeten am Nachthimmel (z. B. Venus im Winter)

Material

- Fernrohr aus dem Fachhandel, Bausätze, unterschiedliche Linsen (Sammellinsen, Zerstreuungslinsen); Bezugsquelle: www.astromedia.de
- Optische Bank (Physiksammlung)
- Kopiervorlage Bastelanleitung Fernrohr (Fortbildungsmaterial aus <http://famona.bildung-rp.de>)

Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler

- nutzen optische Geräte sachgerecht, sorgsam und sicherheitsbewusst
- stellen einfache Fernrohre nach Vorlage her
- beschreiben den Aufbau von optischen Geräten an einem funktionsfähigen Nachbau
- nutzen diese Geräte zur einfachen Orientierung

Lehrerinformationen: ACHTUNG!

Man darf nie direkt in die Sonne schauen, erst recht nicht mit einem optischen Gerät! Will man z. B. Sonnenflecken beobachten, muss man diese auf einem Schirm projizieren. **Der ungeschützte Blick zur Sonne - besonders durch ein optisches Instrument wie Fernglas oder Fernrohr - wird Sie Ihr Augenlicht kosten!**

a) Fernrohr/Teleskop

Das Wort Teleskop wurde bis weit in das 20. Jahrhundert hinein gleichbedeutend mit Fernrohr benutzt. Heute unterscheidet man:

Ein **Fernrohr** ist ein optisches System, bei dessen Nutzung entfernte Objekte näher bzw. größer erscheinen. Dies wird durch eine Vergrößerung des Seh winkels erreicht. Fernrohre können aus Linsen, Prismen und Spiegeln bestehen (Refraktor für die Brechung des Lichtes in den Linsen.)

Ein **Spiegelteleskop** ist ein Fernrohr, bei dem der wesentliche Teil der Optik aus spiegelnden Elementen besteht, es wird deshalb auch als *Reflektor* bezeichnet. Im deutschen Sprachraum nennt man ein Spiegelteleskop oft verallgemeinert und verkürzt *Teleskop*.

Der Begriff **Teleskop** bezeichnet heute alle Instrumente, die elektromagnetische Wellen sammeln und bündeln (z. B. Radioteleskope), um auch weit entfernte Objekte und Vorgänge besser beobachten zu können.

Bei einem Linsenfernrohr, auch Refraktor genannt, wird das einfallende Licht durch das Objektiv gesammelt, das aus einer oder mehreren Linsen besteht. Es entsteht beim astronomischen Fernrohr ein reelles Zwischenbild des Beobachtungsobjektes, das durch ein Okular betrachtet wird. Das Okular besteht wiederum aus einer oder mehreren Linsen. Die Vergrößerung des Seh winkels bewirkt eine Vergrößerung des entstehenden Bildes.

Nach dem Konstruktionsprinzip unterscheidet man das Galilei-Fernrohr (Holländisches Fernrohr - Zerstreuungslinse als Okular) vom Kepler-Fernrohr oder astronomischen Fernrohr (Sammellinse als Okular).

Das *Galilei-Fernrohr* hat als Objektiv eine Sammellinse und als Okular eine Zerstreuungslinse kleinerer Brennweite. Es besitzt ein kleines Gesichtsfeld, stellt die Objekte aber aufrecht und seitenrichtig dar. Es wird heute nur noch als Opernglas und Fernrohrbrille eingesetzt.

Da das Okular eine negative Brennweite besitzt, muss es innerhalb der Brennweite des Objektivs liegen. Es entsteht kein Zwischenbild.

Vorteile: kurze Bauweise und aufrechtes Bild

Nachteile: kleines Sehfeld

Als *Kepler-Fernrohr* (auch *astronomisches Fernrohr*) bezeichnet man ein Linsenfernrohr, das sowohl als Objektiv (Objektivlinse mit langer Brennweite) als auch als Okular (Augenlinse mit kurzer Brennweite) konvexe Sammellinsen hat. Da sich der Strahlengang im Teleskop kreuzt, erzeugt das Objektiv ein reelles, aber seitenverkehrtes (um 180 Grad gedrehtes) und auf dem Kopf stehendes Bild des betrachteten Gegenstands, das man mittels des Okulars – nach dem Prinzip der Lupe – vergrößert betrachtet.

Die meisten heutigen Ferngläser und Zielfernrohre benutzen ebenfalls die keplersche Anordnung zweier Sammellinsen, sind aber oft mit zusätzlichen optischen Elementen ausgestattet, die das Bild wieder aufrecht und seitenrichtig drehen. Um das Bild zu drehen, gibt es folgende Möglichkeiten: Prismen oder eine weitere Sammellinse zur erneuten Umkehrung des Bildes.

Die Vergrößerung eines Fernrohres ergibt sich aus dem Verhältnis der Brennweiten des Objektivs und des Okulars. Ein Gerät mit 1000 mm Objektiv-Brennweite und 5 mm Okular-Brennweite besitzt somit eine 200fache Vergrößerung.

Neben der Vergrößerung spielt die Lichtstärke eine bedeutende Rolle, wenn man lichtschwache Sterne, die als Punkt erscheinen, mit dem Fernrohr beobachten möchte. Die Helligkeit des Bildpunktes hängt von der Menge des Lichtes ab, die durch das Objektiv in das Fernrohr fällt, weshalb man Linsen mit großen Durchmessern benötigt.

Leider kann man nicht beliebig große Linsen gießen, da es bei der Abkühlung von Glas zu Spannungen kommen kann, die die Qualität der Abbildung durch die Linse verschlechtern. Außerdem ist durch das Auflösungsvermögen des Instruments und des benutzten Lichtes eine prinzipielle Grenze gesetzt, wann zwei Sterne, die nahe beieinander liegen, noch getrennt wahrgenommen werden können. Die Begrenzung des Auflösungsvermögens aller optischen Geräte ist auf die Beugung zurückzuführen. Die Unterscheidbarkeit der Beugungsbilder von zwei Punkten hängt vom Winkel der einfallenden Strahlen zueinander und von der Größe der Beugungsscheiben ab.

Gekürzt nach: <http://de.wikipedia.org/wiki/Linsenfernrohr>

Bastelvorlagen siehe www.astromedia.de

Galileo-Fernrohr

Zur Verfügung steht der Bausatz für ein Fernrohr, das mit seiner Länge von 38 cm und seiner 10fachen Vergrößerung etwa jenem Fernrohr entspricht, das der große italienische Naturforscher Galileo Galilei zu Beginn des 17. Jahrhunderts als Erster auf den Sternenhimmel richtete. Aufrechtes Bild, einfacher Zusammenbau. Es verwendet eine Zerstreuungslinse mit $f = -30$ mm und eine Sammellinse mit $f = +360$ mm.

Kepler-Fernrohr

Der Bausatz liefert ein auf dem Kopf stehendes Bild. Dies stört bei Himmelsbeobachtungen nicht, deshalb werden heute noch fast alle Linsenfernrohre nach diesem Konstruktionsprinzip gebaut. Ausgezogen ist es 45 cm lang. Dank einer zusätzlichen Feldlinse hat es bei 10facher Vergrößerung ein erstaunlich großes, helles Bild. Es verwendet drei Sammellinsen mit den Brennweiten $f = 30$ mm, $f = 106$ mm und $f = 360$ mm.

Für den Nachbau von Fernrohren werden eine Sammellinse großer Brennweite als Objektivlinse und eine Zerstreuungslinse kleiner Brennweite als Okularlinse benötigt. Die Sammellinse liefert ein verkleinertes Bild des Objektes, das dann mit der Zerstreuungslinse als Lupe betrachtet wird.

Die Schülerinnen und Schüler können durch Ertasten der Linsenform Konkav- (in der Mitte dünner als am Rand) und Konvexlinsen (in der Mitte dicker als am Rand) voneinander unterscheiden und durch ihre Anwendung ihre Wirkung erkennen.

b) Bestimmung der Brennweite einer Linse

Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass die Vergrößerung einer Lupe von der Brennweite ihrer Linse abhängt. Sie vertiefen ihre Grundkenntnisse über das Fernrohr, vor allem wird die Bedeutung der Anordnung zweier Linsen verdeutlicht.

Mögliche Untersuchungen:

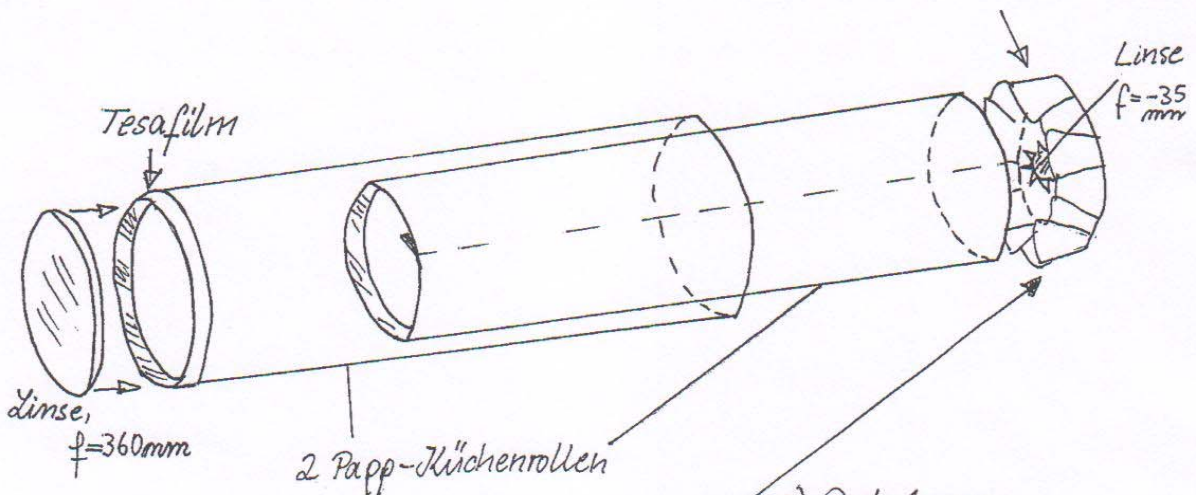
Ertasten der Linsenform (Dicke); Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Dicke und Brennweite (s. o.)

Bestimmung von Brennpunkt und Brennweite von Bi-Konvexlinsen im Vergleich zu planer Glasscheibe

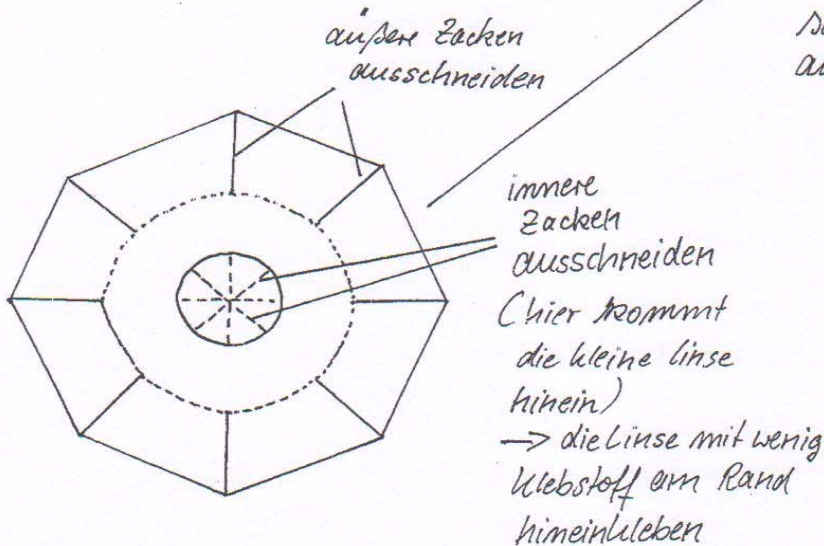
Das Galileo-Teleskop (10fache Vergrößerung)

1) Die innere Küchenrolle längs aufschneiden und ca. 1/2 cm überlappend zusammenkleben.

mit Tesafilm zusammenkleben



2) Deckel aus schwarzem Karton ausschneiden



Linsen können bei 'astromedia' bestellt werden!

⁸ <http://famona.bildung-rp.de/>

3.4 Von der Erde zu den Galaxien

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Starben die Saurier an den Folgen eines Meteoriteneinschlags auf der Erde aus?
2. Kinderfragen	Welche Sterne kann man am Abendhimmel sehen? Was sind Kometen? Gibt es Bedrohungen aus dem Weltall durch andere Himmelskörper?
3. Fachliche Problemstellungen	Bewegungen in unserem Sonnensystem Unterscheidung von Planeten, Monden und Fixsternen
	Schülerinnen und Schüler ...
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	... recherchieren z. B. auf ausgewählten Seiten des Internets aktuelle, anschauliche und altersgemäße Informationsquellen (www.blindekuh.de). ... entdecken aktuellen Sternenhimmel (Sternguckkasten oder drehbare Sternenkarte). ... arbeiten mit Sternguckkasten oder drehbarer Sternenkarte
5. Ergebnisse zusammen tragen, Arbeitsprozess reflektieren	... unterscheiden Planeten, Monde und Fixsterne
6. Wissen anwenden	... fassen am Himmel erkannte Sterne zu eigenen Sternbildern zusammen Welche „Fehler“ macht ein Science-Fiction Film?

Material

Der AstroViewer ist eine interaktive Sternenkarte, mit der man sich schnell und einfach am Sternenhimmel orientieren kann. Damit kann man den Sternenhimmel für jeden Zeitpunkt und für jeden Ort auf der Erde anzeigen, Namen und weitere Informationen zu den angezeigten Objekten erfahren, Sterne, Sternbilder und Planeten suchen, eine Sternenkarte drucken sowie eine 3D-Ansicht des Sonnensystems darstellen.

Internet: <http://www.astroviewer.de/interaktive-sternenkarte.php>

Den Ausdruck eines aktuellen Sternbildes über „seiner Stadt“ kann man bei einem selbstgebaute Sternguckkastens sehr gut verwenden. Eine Bastelanleitung für den „Sternguckkasten“ und weitere Materialien finden sich auf der Homepage des *ilf Mainz* unter folgender Adresse:

Sonne, Mond und Sterne – Aspekte der Astronomie im Unterricht der Grundschule

<http://www.ilf-mainz.de/materialien/material.php?did=16>

4 Informationsmöglichkeiten

4.1 Planetarien, Sternwarten und Planetenwanderwege in Rheinland-Pfalz

<http://www.urlaub-in-rheinland-pfalz.de/weg-11524-Planetenweg-Eifel.htm>

<http://www.nonnweiler.de/index.php?id=32> (Gymnasium Birkenfeld)

<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/public/planweg.html>

<http://www.planetenweg.de/>

<http://www.planetenlehrpfad-bonn.de/>

<http://www.sternwarte-kreuznach.de/>

<http://www.sternwarte-recklinghausen.de/amateurastronomie.html>

Planetarium und Sternwarte Sessenbach als außerschulischer Lernort

Sternwarte

- Im unteren Westerwald, in der Nähe von Höhr-Grenzhausen, Abfahrt A48
- Bietet Blick ins Universum mit drei computergesteuerten Teleskopen; tagsüber kann die Sonne, bei Dunkelheit können der Mond, Planeten, Galaxien oder planetarische Nebel beobachtet werden. Der Vortragsraum in der Sternwarte verfügt über 30 Sitzplätze.

Schwerpunkte:

- Führungen bei Tag und Nacht mit anschaulichen Vorträgen
- Basteln einfacher astronomischer Instrumente
- Fernrohrführerschein zum Erlernen des Umgangs mit Teleskopen
- Eintritt: 4 € je Schüler
- Führungen können von Montag bis Samstag kurzfristig telefonisch vereinbart werden.

Mobiles Planetarium

- Durchmesser von 5 Metern, bietet 35 Kindern Platz
- Projektor zeigt 1600 Sterne samt Milchstraße und den acht Planeten
- Sternenhimmel mit seinen mythologischen Figuren kann dargestellt werden
- Die Planetariumskuppel kann in jeder Aula oder Turnhalle mit Luft betrieben werden.
- Benötigt wird ein 230-Volt-Anschluss.
- Kosten: 400 € für einen Vormittag; Vorführung für vier bis fünf Gruppen
- Einstündige interaktive Vorträge u. a. zu folgenden Themen:
Orientierung am Sternenhimmel, Auffinden der Sternbilder, Lauf von Sonne und Mond, Stand der Planeten, Umgang mit der drehbaren Sternenkarte

Weitere Informationen unter www.sternwarte-sessenbach.de

Ansprechpartner: Klaus Völkel

In der Hohl 1, 56237 Sessenbach

Tel.: 02601/3383, mobil: 0163-5806610

Email: kvoelkel@rz-online.de

4.2 Das Internet

Thema/Inhalt	URL
Planeten-Steckbriefe	http://www.neunplaneten.de/nineplanets/datamax.html#largest
Planetensystem, Planetengrößen und Umlaufzeiten inkl. Animationen	http://www.michaelschultz.de/planeten/pixel.html
Sonnensystem besonders geeignet für Steckbriefe der Himmelskörper, schülergemäße Sprache	http://www.blinde-kuh.de/weltall/
Interaktive Sternenkarte download Sternenkarten aktueller Sternenhimmel	www.astroviewer.de
Astronomie zum Anfassen, Bastelspaß, der Wissen schafft	www.astromedia.de
Fach-Versand für Teleskope und Teleskop-Zubehör	http://www.astroshop.de/
Vom Sonnensystem zu den Galaxien, Lexikon, Bildergalerien	http://www.astronomia.de/
Bastelbögen	http://www.sternwarte-recklinghausen.de/bastelboegen.html http://astronomie.de/kinder/bastelecke.htm
Weltraumfahrt, Raketenantrieb Voyager 1 - Unterwegs in die Ewigkeit	http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph11/heimversuche/05lufrakete/lufrakete.htm http://www.heise.de/tp/r4/artikel/4/4356/1.html
Allgemein	http://www.tessloff.com/

4.3 Literatur

Was ist Was – Tessloff-Verlag, Nürnberg

Empfehlenswert zum Makrokosmos als Informationsquelle in der Schulbibliothek oder im Fachraum sind die folgenden Bände der o. g. Reihe. Kindern und Jugendlichen werden naturwissenschaftliche Sachverhalte in leicht verständlichen Texten und aussagekräftigen Illustrationen erläutert. Sie sind besonders gut geeignet zur Binnendifferenzierung. Interessierte Schülerinnen und Schüler können sich über das zu vermittelnde Grundwissen hinaus weitergehende Informationen verschaffen.

Band	Titel
6	Die Sterne
8	Das Mikroskop
16	Planeten und Raumfahrt
21	Der Mond
76	Die Sonne
99	Sternbilder und Sternzeichen
102	Unser Kosmos

5 Begriffsklärungen

Asteroiden	<p>Als Asteroiden bezeichnet man kleine planetenähnliche Objekte, die sich auf keplerschen Umlaufbahnen um die Sonne bewegen.</p> <p>In der Terminologie der Astronomen ist ein <i>Asteroid</i> ein Kleinplanet oder Planetoid (planetenähnliches Objekt). „Asteroid“ bedeutet eigentlich „sternähnliches Objekt“, was jedoch nichts mit den tatsächlichen physikalischen Eigenschaften dieser Himmelskörper zu tun hat. Weil Asteroiden so klein sind, erscheinen sie in den meisten Teleskopen – wie Sterne – nur punktförmig. Die großen Planeten werden als Scheibe abgebildet.</p>
Galaxie Sternensystem	<p>Unter einer Galaxie versteht man in der Astronomie eine große Ansammlung von Materie, die aus Sternen, Planetensystemen, Gasnebeln, Staubwolken und ähnlichen Objekten besteht. Die Materie einer Galaxie wird durch die Massenanziehung (Gravitation) zusammengehalten. Auch die Erde ist Teil einer Galaxie. Sie wird auch <i>die Galaxis</i> oder die <i>Milchstraße</i> genannt. In einer dunklen und klaren Nacht sehen die dicht gedrängten Sterne der galaktischen Scheibe wie eine Spur von verschütteter Milch aus.</p>
Komet	<p>Ein Komet (Haarstern oder <i>Schweifstern</i>) ist ein kleiner Himmelskörper, der zumindest in den sonnennahen Teilen seiner Bahn von einem „Koma“, einer diffusen nebligen Hülle, umgeben ist, weil in Sonnennähe ein Teil seines Materials als Gas oder Wasserdampf entweicht.</p> <p>Meist ist der Kometenkern nur wenige Kilometer groß, Kern und Koma zusammen nennt man auch den Kopf des Kometen, der eine Ausdehnung von bis zu 2,7 Millionen km erreichen kann. Das auffälligste Kennzeichen der von der Erde aus sichtbaren Kometen ist jedoch der Schweif, der bei großen und sonnennahen Objekten eine Länge von mehreren 100 Millionen Kilometern erreichen kann. Meistens sind es aber maximal nur einige 10 Millionen Kilometer.</p>
Meteoriten	<p>Ein Meteorit ist ein Festkörper kosmischen Ursprungs, der die Atmosphäre durchquert und den Erdboden erreicht hat. Er besteht gewöhnlich überwiegend aus Silikatmineralen oder einer Eisen-Nickellegierung und wird zu den Gesteinen gezählt.</p>
Milchstraße	<p>Die Milchstraße ist die bandförmige Aufhellung am Nachthimmel, die als hervortretende Symmetrieebene des Milchstraßensystems nahezu längs eines Großkreises die Himmelskugel umspannt. Der Begriff steht gelegentlich auch als abkürzende Bezeichnung für das Milchstraßensystem selbst, auch Galaxis genannt.</p>

Mond	<p>Der Mond ist der einzige natürliche Satellit der Erde. Seit den Entdeckungen von Trabanten bei anderen Planeten des Sonnensystems, im übertragenen Sinn zumeist als Monde bezeichnet, wird er zur Vermeidung von Verwechslungen auch Erdmond genannt.</p> <p>Aufgrund seiner verhältnismäßigen Nähe ist er der einzige fremde Himmelskörper, der bisher von Menschen betreten wurde, und damit auch der am besten erforschte.</p>
Planet	<p>Planeten heißen auch Wandelsterne, weil sie ihren Platz am Himmel wechseln. Sie sind nicht selbstleuchtend, sondern reflektieren Licht eines Sterns, z. B. unserer Sonne. Sie bewegen sich auf elliptischen Bahnen um den sie beleuchtenden Zentralstern.</p>
Sonne	<p>Die Sonne ist der Stern im Zentrum unseres Planetensystems, das nach ihr als Sonnensystem bezeichnet wird. Eine Sonne ist ein Fixstern (weil er sich weniger bewegt als der Planet) und sendet wie dieser Licht (elektromagnetische Wellen) aus.</p>
Stern	<p>In der Astronomie wird die Bezeichnung Stern für eine massereiche, selbstleuchtende Gaskugel benutzt. In der Alltagssprache hingegen ist jeder Himmelskörper, der dem bloßen Auge punktförmig erscheint, ein Stern.</p>
Universum Weltall Weltraum Kosmos	<p>Als Universum wird allgemein die Gesamtheit aller Dinge bezeichnet. Im Speziellen meint man damit den Weltraum, auch Weltall oder Kosmos, und bezeichnet die Welt bzw. das Weltall sowohl als das sichtbare Universum als auch als geordnetes, harmonisches Ganzes.</p> <p>Der Ausdruck Universum wurde von Philipp von Zesen durch den Ausdruck Weltall eingedeutscht. Mit Weltraum wird oft nur der Raum außerhalb der Erdatmosphäre bezeichnet. Da der Übergang von der Erdatmosphäre zum Weltraum fließend ist, existieren mehrere festgelegte Grenzen. International anerkannt ist die Definition der Fédération Aéronautique Internationale, nach der der Weltraum in einer Höhe von 100 Kilometern beginnt. Nach der Definition der NASA und der US Air Force beginnt der Weltraum bereits in einer Höhe von etwa 80 Kilometern (50 Meilen) über dem Boden.</p>