Theoretische Ausarbeitung zum NWA-Tag 2005

„Mikro- und Makrokosmos“

Thema:

Optische Instrumente zur Himmelsbeobachtung
Fernrohre

INHALTSVERZEICHNIS

1. DIDAKTISCHE UND METHODISCHE SCHWERPUNKTSETZUNG 3

2. KOMPETENZZIELE: 5

KOGNITIVER BEREICH 5
METHODISCHER BEREICH 5
SOZIALER BEREICH 5
AFFEKTIVER BEREICH: 5

3. VERSUCHSSKIZZEN 9

4. ARBEITSMATERIALIEN 11

5. QUELLEN UND LITERATUR 18

1. Didaktische und methodische Schwerpunktsetzung

Das Themengebiet der Optik wurde im Rahmen des Physikunterrichts an Realschulen bisher in der Klasse 8 Lehrplaneinheit 3 „Vom optischen Phänomen zum Lichtstrahl“ und in Klasse 9 in der Lehrplaneinheit 3 „Der Fotoapparat“ fakultativ behandelt.
Im Hinblick auf den Einsatz im Unterricht der Klassen 5 bis 7 im Rahmen des Faches NWA ergeben sich insbesondere in Abgrenzung zur bisherigen Behandlung der Thematik fach- und arbeitsspezifische Besonderheiten. Unter dem Themenkomplex Mikrokosmos und Makrokosmos finden jetzt auch Fragestellung zur Himmelbeobachtung und damit zu optischen Instrumenten Einzug in die unteren Klassenstufen. Hier versteht es sich aus didaktischen Überlegungen geradezu von selbst, dass die notwendigen didaktischen Reduktion im Vorfeld wohlüberlegt ausgearbeitet und altersgerecht in ein passendes Unterrichtsarrangement integriert werden. Nicht zuletzt wird man, dem fundamentalen Anspruchs des Faches gerecht werdend auf eine ausgeprägte Handlungsorientierung achten um ein entdeckenlassendes Lernen in der aktiven Auseinadersetzung mit der Umwelt zu ermöglichen. Hier sollten nicht zu sehr physikalische Aspekte in ihrer wissenschaftlichen Beschreibung im Vordergrund stehen, sondern das Phänomen an sich. Es geht nicht zu sehr um das Begreifen, aber mindestens doch um das „Ergriffen“ sein von den Phänomen, will man wieder verstärkt zum Staunen anregen und ein Interesse wecken, was sich nachhaltig und fruchtbar auswirken kann und soll.

Aus obigen Überlegungen heraus bietet sich folgende Schwerpunktsetzung an.

I. Schematischer Bau eines astronomischen Fernrohrs unter Zuhilfenahme von zwei Linsen.
II. Schematischer Bau eines terrestrischen Fernrohres unter Zuhilfenahme von zwei Linsen.
III. Erweiterung obiger Versuche durch den Bau eines einfachen Fernrohres.

Da sich den Schülerinnen und Schülern in den unteren Klassenstufen der mathematisch-physikalische Hintergrund von Linsensystemen mit ihren Strahlengängen und Brennweiten, sowie die rechnerische Ermittlung von Verkleinerungs- respektive Vergrößerungsverhältnissen nicht vollständig erschließt, soll durch Experimentieren mit Linsen und Linsenkombinationen ein funktionsfähiges Vergrößerungssystem ergeben. Das ist handlungsorientiert ohne zuvor tiefgründige theoretische Auseinandersetzung möglich und schafft einen altersgerechten Zugang. An dieser Stelle soll nicht ausgeschlossen werden, dass auch der theore-

tisch Hintergrund in Abhängigkeit vom Leistungsstand der Klasse mehr oder minder mit den praktischen Versuchen adäquat verknüpft werden kann. Aus diesen Überlegungen heraus empfehlen wir eine Behandlung in Klasse 7.

Um gerade für die recht jungen Schülerinnen und Schüler einen auch emotionalen Zugang zum Themenfeld zu verschaffen und im Sinne eines koedukativen Unterrichts verstärkt Schülerinnen für die Thematik zu interessieren, soll ein Einstieg geboten werden, weg von der technischen Ebene.

Der geschichtsbezogene Einstige soll gerade das leisten und über gezielt personenbezogenen Schilderungen der Erfindung und sukzessiven Verbesserung der Fernrohe ein Gesicht geben. Die ideale Ergänzung zum Informationsteil bietet ein Lückentext. Dieser soll, in optisch ansprechender Weise gestaltet, zum aktiven oder gar mehrmaligen Lesen des Hintergrundtextes anregen, indem er Informationen abruft, die sich erst in der bewussten Auseinadersetzung mit ihm erschließen.

Entsprechend den Bildungsstandards 2004 lassen sich aus den methodisch-didaktischen Vorüberlegungen im Rahmen der Themenstellung „Optische Instrumente zur Himmelsbeobachtung“ untenstehende Kompetenzziele ableiten.

2. Kompetenzziele:

Kognitiver Bereich

- Die Schülerinnen und Schüler erkennen in Grundzügen die Wirkweise von Linsen als Mittel zur Streuung oder Bündelung von Lichtstrahlen
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen die „Black Box“ Fernrohr als System von Linsen
- Die Schülerinnen und Schüler können optische Instrumente zur Himmelbeobachtung nennen und benutzen.

Methodischer Bereich

- Die Schülerinnen und Schüler machen sich zunehmend vertraut mit technischer Apperratur, wie sie im NWA-Unterricht immer wieder verwendet wird und legen so auf spielerische Art und Weise die Basis zum naturwissenschaftlichen Experimentieren.
- Der Bau eines Fernrohrs schult neben kognitiven auch die handwerklich-motorischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler und schlägt somit eine Brücke zum Fach Technik.

Sozialer Bereich

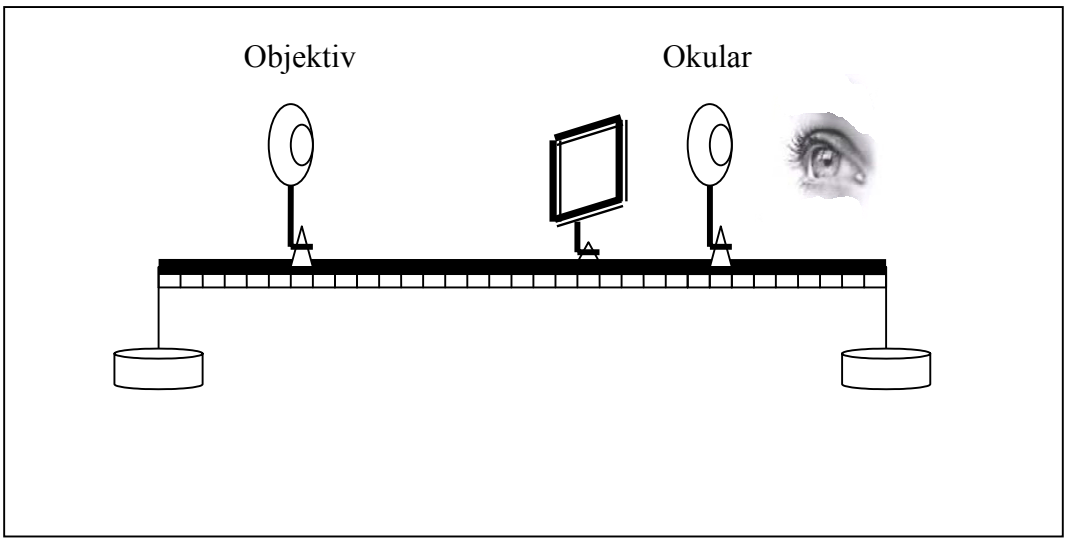
- In Abhängigkeit von den gewählten Sozialformen der Unterrichtseinheit wir ein gemeinsames Staunen, Entdecken, Experimentieren und Auswerten in mehr oder weniger ausgeprägtem Umfang gefördert.
- Gerade in Klasse 5 können solche gemeinsamen, anwendungsorientierten Einheiten ein neues Erleben der Klasse als Gemeinschaft fördern (Bau eines Fernrohres).

Affektiver Bereich:

- Die spielerische, anwendungsorientierte Konzeption der Einheit baut Hemmschwellen ab und führt die Schülerinnen und Schüler behutsam an Experimentiertechniken des Faches NWA heran
- Die Schülerinnen und Schüler entwickeln eine Neugierde gegenüber bisher als gegeben hingenommenen technischen Geräten, indem sie sie „entzaubern“.

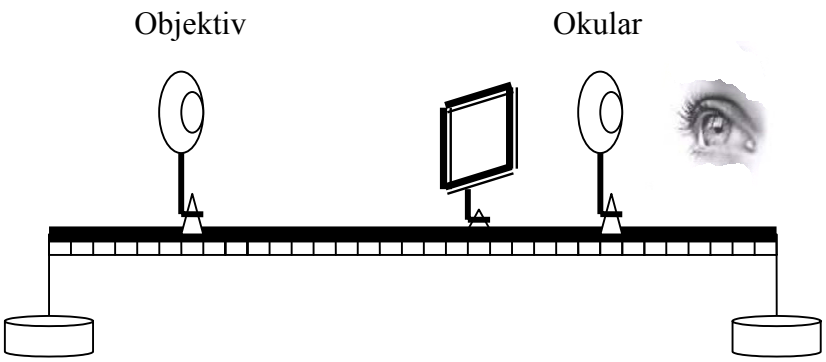
3. Versuchsskizzen

Versuchsaufbau eines astronomischen Fernrohrs unter Zuhilfenahme von zwei konvexen Linsen.



Schematischer Aufbau eines astronomischen Fernrohrs unter Zuhilfenahme von zwei konvexen Linsen und einem Schirm

Versuchsaufbau eines terrestrischen Fernrohres unter Zuhilfenahme von einer konvexen und einer konkaven Linse



Schematischer Aufbau eines terrestrischen Fernrohrs unter Zuhilfenahme von einer konvexen und einer konkaven Linse.

4. Arbeitsmaterialien

Zur Geschichte des Fernrohrs

Im Mittelalter war die Überzeugung weit verbreitet, dass die Erde der Mittelpunkt der Welt sei. Die Sonne, Planeten und Sterne würden hingegen um die Erde wandern. Dies bezeichnet man auch als geozentrischen Weltbild. Diese Auffassung entspricht der täglichen Erfahrung.

Als Begründer der Astronomie gilt Galileo Galilei (1564-1642). Trotzdem gab es schon vor dieser Zeit Astronomen, die andere Erklärungsansätze für die Himmelsbewegung hatten. Ein solcher bekannter Astronom war Nikolaus Kopernikus (1473-1543). Er war der Ansicht, dass die Erde und alle anderen Planeten die Sonne umkreisten und sich zusätzlich die Erde um ihre eigene Achse dreht. Jedoch gab es für seine aufgestellte Theorie keine Beweise. Es fehlten schlicht die technischen Möglichkeiten zur Himmelsbeobachtung. Diese hatte man erst nach der Erfindung des Fernrohrs.

Einer der ersten die solche Fernrohre bauten war Galilei. Er musste sich sein Fernrohr noch selber bauen. Als er das tat, war er allerdings schon ein berühmter Mann. In kürzester Zeit machten die fantastischen Geschichten über sein Erfindung die Runde: Man könne, so wurde gemunkelt, mit diesem Gerät Gott selbst hinter den Sternen schauen. In Italien brach im Jahr 1610 ein regelrechtes Fernrohrfieber aus. Immerhin vermochte Galileo Galileis bescheidenes Gerät hundertmal mehr Licht von einem entfernten Objekt einzufangen als das bloße Auge. Einen Gegenstand konnte er auf 50 Kilometer Entfernung so deutlich sehen, als wäre er nur 5 Kilometer entfernt. Galilei hatte sehr schnell erkannt, dass sein Fernrohr ein Mittel darstellte, mit dem sich die astronomischen Ansichten seiner Zeit auf ihre Richtigkeit überprüfen ließen. Er brauchte es z.B. nur auf die Milchstraße zu richten,

schon löste sich der ganze Wust von Legenden und Fabeln über ihre Natur in Wohlgefallen auf. Die Himmel war nichts weiter als ein riesiger Schwarm von Sternen. Galileis Beobachtungen, die heute jeder mit einem 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.

Genau ein Jahr nach Galileis Tod, also 1663, wurde in England Isaac Newton geboren. Seine herausragende Leistung bestand darin, mehrer Entdeckungen der damaligen Zeit miteinander in Verbindung zu bringen:

Newton erneuerte aber nicht nur das physikalische Weltbild, sondern betrieb auch selber astronomische Beobachtungen. Die Ergebnisse waren von nachhaltiger Wirkung. Schon als Fünfundzwanzigjähriger hatte er sich sein erstes Teleskop gebaut, drei Jahre später ein zweites, wesentlich besseres. Das neue an diesem Teleskop war, dass das einfallende Licht zuerst auf einen Hohlspiegel traf, der die Strahlen in einem Punkt vereinigte. Dieser Punkt lag genau auf einem kleineren schräg gestellten Spiegel, der den Lichtstrahl zu einer stark vergrößerten Linse weiterleitete, die sich in einem Guckloch befand. Dieses Teleskop war allerdings noch nicht all zu leistungsfähig.

Es bedurfte erst des Genies eines Außenseiters und Hobbyastronomen, um ein wirklich leistungsfähiges Teleskop zu entwickeln, dass die astronomische Forschung entscheidend voranbrachte. Der Mann hieß Wilhelm Herschel (1738-1822). In Hannover geboren, verließ er in jungen Jahren das damals noch sehr rückständige Deutschland um in England als Musiker sein Glück zu versuchen. Doch in der Mitte seines Lebens, entdeckte Herschel sein Interesse für die Optik und schließlich für deren praktische Anwendung in der Astronomie. Er baute sich kurzerhand ein

eigenes Teleskop, und zwar nach dem System, das Newton entwickelt hatte. Zu diesem Zweck richtete er sich in seinem Haus eine komplette Schmelzwerkstatt ein, um die Spiegelrohlinge aus Metall zu gießen. Im November 1778 fertigte er aus einer Kupfer-Zinn- Verbindung einen sehr guten Spiegel von über zwei Metern Brennweite. Mit dem Teleskop, in das er diesen Spiegel einbaute, entdeckte er in der Nacht vom 13. auf den 14. März 1781 einen neuen Planeten: Uranus. Mit einem Schlag war Herschel ein weltberühmter Mann.

Wie die Menschen immer weiter gucken lernten

Bis ins Mittelalter glaubte man, dass die _____ der Mittelpunkt der Welt sei. Einer der ersten Astronomen, die anderer Meinung waren, war _____. Er war der Ansicht, dass die _____ und alle anderen Planeten die _____ umkreisen. Jedoch fehlten die Beweise. Mit Hilfe eines _____ konnte erstmals _____ die Theorie von Kopernikus bestätigen. Er gilt als Begründer der Astronomie. Wirklich leistungsfähige Teleskope entwickelte aber erst der deutsche _____. Er entdeckte damit den Planeten _____. Dadurch wurde er ein weltberühmter Mann.

Ich baue mir ein Fernrohr

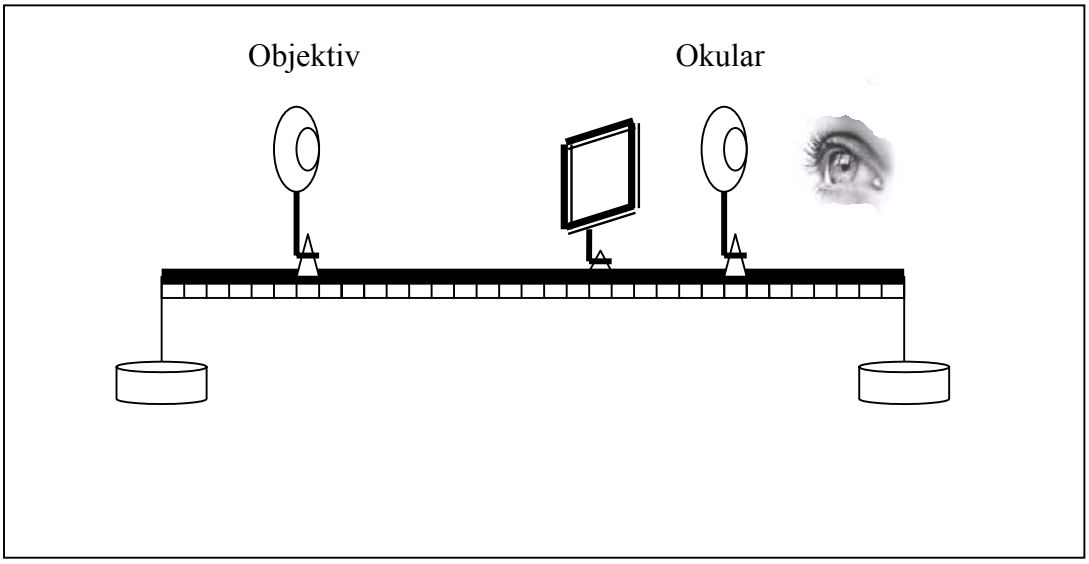
Bauteile

- Lupenlinse als **Okular** mit einer Brennweite zwischen 2 und 5 cm. Der Durchmesser sollte ungefähr 1 cm betragen.
- Besorge dir beim Optiker weiterhin eine Linse mit einer Brennweite von 100 cm und mit einem Durchmesser von ungefähr 6 cm. Diese Linse dient als **Objektivlinse.**
- Weiterhin holst du aus einem Baumarkt ein Kanalrohr mit einer Länge von 1 Meter. Dieses Rohr sollte einen Durchmesser von 10 cm besitzen. Das Kanalrohr dient als **Gehäuse**.
- 2 **Abschlussstücke** (Deckel) für das Rohr.
- 1 **Verbindungsstück** für das Okular
- Schwarzer **Sprühlack** und **Plastikkleber**, sowie breites **Klebeband**

Bauanleitung

Befestige die Linse mit der größeren Brennweite (Objektiv) am vorderen Ende des Rohres. Die kleinere Linse (Okular) hältst du anschließend an das hintere Endes des Rohrs. Schau nun hindurch und richte das Rohr mit den beiden Linsen auf ein entferntes Objekt. Du kannst nun die Linse vor deinem Auge vor und zurück bewegen. In der Stellung, in der du ein scharfes Bild erkennen kannst, bring eine Markierung an. Befestige nun mit Hilfe des Verbindungsstücks die Linse am Rohr.
Nun kannst du Gegenstände mit einer Entfernung von ca. 30 bis 1000 Meter scharf betrachten.

Das Fernrohr, das Kepler benutzte

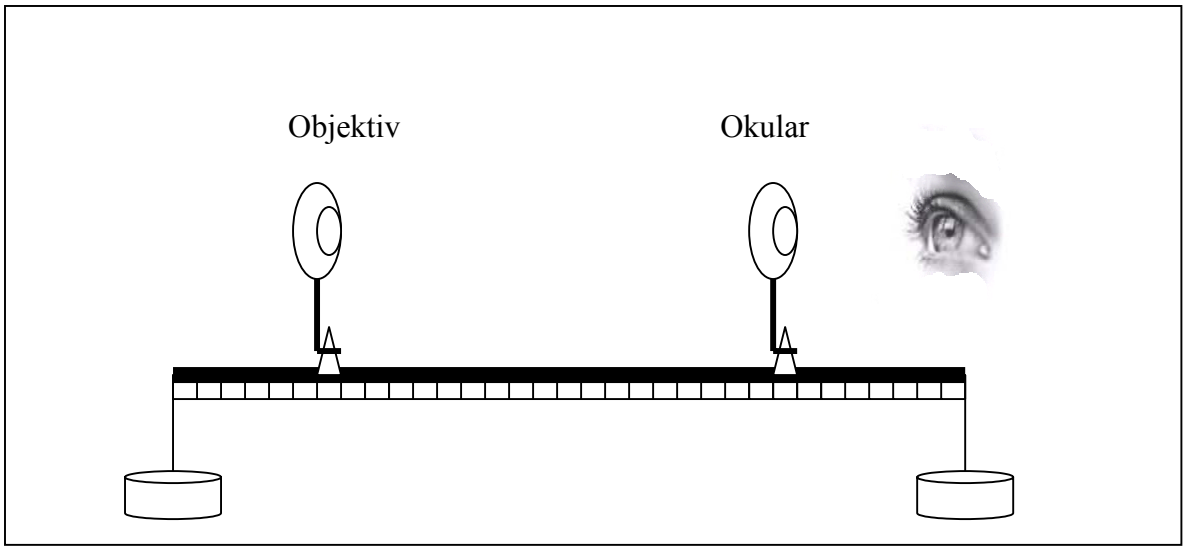


<u>Bau eines astronomischen (Kepler´schen) Fernrohres:</u>

Als Objektiv benötigst Du eine Sammellinse von etwa 30 cm Brennweite. Damit kannst du genügend weit entfernte Gegenstände wie etwa Häuser auf einen Schirm scharf abbilden. Stelle die Entfernung Linse-Schirm so ein, dass das Bild auf dem Schirm scharf wird. Dunkle den Raum hierzu etwas ab. Als zweite Linse (Okular) nimm eine Sammellinse mit kleinerer Brennweite. Wähle etwa 10 cm. Verschiebe die zweite Linse so, dass du das Bild auf dem Schirm scharf siehst.

- ***Betrachte einen weit entfernten Gegenstand durch das Fernrohr.***
- ***Betrachte mit der Linse, die als Lupe wirkt, das Bild auf der Rückseite des aufgestellten Schirms.***
- ***Welchen Einfluss haben unterschiedlichen Linsen auf die Vergrößerung des Fernrohres.***
- ***Entferne nun den Schirm. Was beobachtest du?***

Das Fernrohr, das Galilei benutzte



<u>Bau eines holländischen Fernrohres:</u>

Nimm eine Zerstreuungslinse mit einer Brennweite von 10 cm und schau hindurch, anschließend eine Sammellinse mit einer größeren Brennweite von 30-50 cm und halte bzw. stelle sie davor.
Wähle dabei den Abstand zwischen den Linsen so, dass Du ein scharfes, vergrößertes Bild eines weit entfernten Gegenstandes siehst.

- ***Benötigst du hier einen Schirm?***
- ***Wie groß ist in dieser Stellung der Abstand zwischen den Linsen?***
- ***Wie kannst du die Bildgröße verändern?***

5. Quellen und Literatur

- **Dahnke, H.** (1995): Handbuch des Physikunterrichts. Sekundarbereich I, Band 4.1 Optik, Aulis Verlag
- **Orear, Jay** (1991): Physik, Carl Hanser Verlag. München
- **Rentzsch, Werner** (1998):Experimente mit Spaß. Optik Aulis Verlag Deubner, Köln
- **Tipler, Paul A.** (1995): Physik, Spektrum-Verlag
- **Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg** [Hrsg.] (1994): Bildungsplan für die Realschule. (Stand 21. Februar 1994)
- **Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg** [Hrsg.] (2004): Bildungsplan für die Realschule. (Stand 21. Januar 2004)
- **Blickpunkt Physik 8 Baden-Württemberg**, (1994) Schrödel Schulbuchverlag, Hannover
- **Blickpunkt Physik 9 Baden-Württemberg**, (1994) Schrödel Schulbuchverlag, Hannover
- **Erlebnis Naturwissenschaften 2 Baden-Württemberg** (2004) Bildungshaus Schulbuchverlage, Braunschweig
- **Naturwissenschaftliches Arbeiten 3 Baden-Württemberg** (2005) Cornelsen Verlag, Berlin