

Protokolle 2001 zu „Schulversuche zur Humanbiologie nach PVO Lehr I“:

(Reihenfolge chronologisch, daher nicht thematisch sortiert)

INHALT

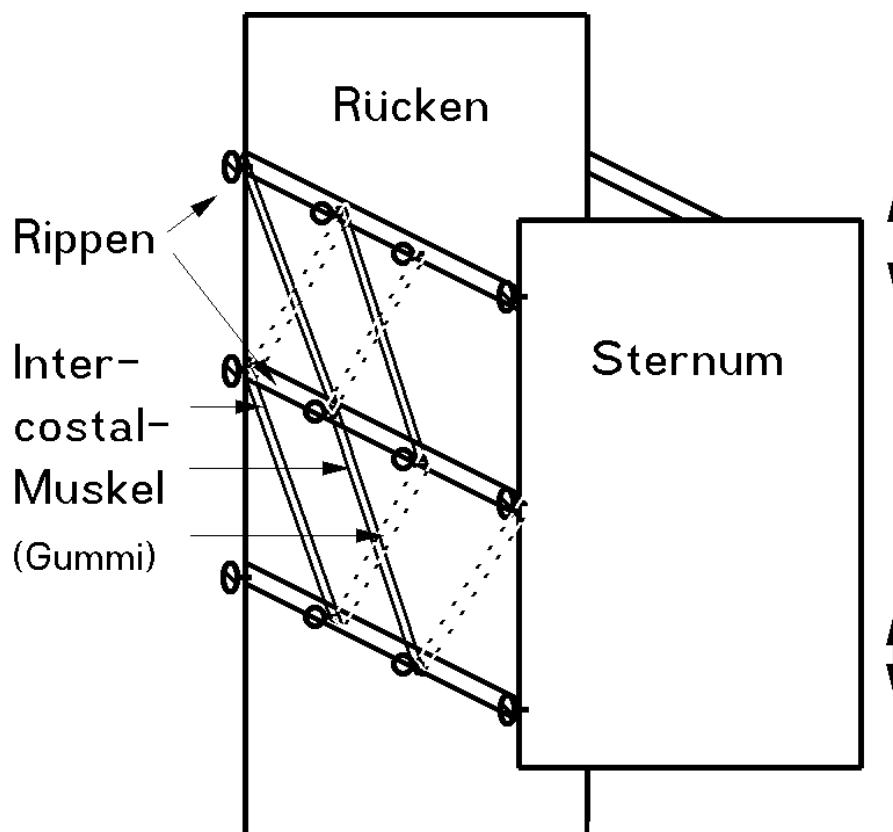
- I. Rippenfunktion : Atmungsmechanik des menschlichen Brustkorbes (Hustert)
- II. Experiment: Okulomotorik (Hustert) (S.3)
- III. Modell: Elastizität von Arterien (Bohnhage/Holstermann) (S.4)
- IV. Modell der Bauchatmung und Wirkung auf Alveolen (Luker, Büschen) (S.6)
- V. Messungen von Atmungsgrößen mit dem Spirometer (Dröge/Trumme) (S.7)
- VI. Versuche zur Muskelbiologie mit in Schulen einsetzb. Ausrüstung (Hustert) (S.12)
- VII. Modell zur Festigkeit von Knochen (Grube, Neß) (S.13)
- VIII. Messung der Wärmeabstrahlung (Christiansen/Große) (S.16)
- IX. Modell zum Vestibularsystem: Drehsinne (Hustert) (S.17)
- X. Modell der Fingermechanik (Gärtner/Fredelake) (S.19)
- XI. Messungen zur Tiefenwahrnehmung durch Augenkonvergenz, Pupillenreaktionen (A. Schmidt, Bertermann) (S.21)

Als Einführung:

I. Rippenfunktion : Atmungsmechanik des menschlichen Brustkorbes (R. Hustert)

A. Nachvollziehbare Versuchsbeschreibung (Skizze; technischen Angaben und Quellen)

Das Modell besteht aus zwei Brettern (8mm-Sperrholz-Grundbrett ca 25x55cm und „Sternum“ 25x35cm) die über Schrauben mit je 3 seitlichen „Rippen“ (Leisten, 18cm, Bohrung für Ring-Schrauben wegen Beweglichkeit!) gegeneinander parallel beweglich verbunden werden (Fig.).



Diese parallelogramm-artige Bewegung bewirkt Annähern und Distanzvergrößerung zwischen den Brettern und demonstriert bei senkrecht gehaltenem Grundbrett die dorsoventrale Bewegung des Brustkorbes und die damit verbundene Verringerung des umschlossenen Volumens (flacheres Parallelogramm =geringeres Volumen). Diagonale Muskelbänder (>Intercostalmuskeln) nach vorne zu den jeweils tieferliegenden Rippen demonstrieren Wirkung der Inspirationsmuskeln (den Muskeln entsprechen Gummiringe zwischen außen an den „Rippen“ angeschraubte Schrauben oder Ösen (> Ort: Drittelungs-Teilung bei 6 und 12 cm). Als expiratorische Antagonisten (>für forcierte Ausatmung) können an den Ösen diagonal nach hinten-unten ziehende Muskelringe (von vorne-oben nach hinten-unten) zusätzlich angebracht werden.

- Als Modell für das Diaphragma (nicht in Skizze) begrenzt eine Gummimatte (z.B. Mousepad) den unteren Rippenabschluß. (Damit läßt sich aber die Diaphragma-Funktion schlecht demonstrieren, eine weiche Gummimembrane wäre besser).

- Die Luft aus einem in den Brustraum als „Lunge“ eingefügter transparenter Plastiksack (nicht in Skizze) kann durch Abflachen der Brust ausgepreßt werden. Einatmen ist wegen dessen fehlender Eigenelastizität (ungleich dem schwammartigen Lungengewebe) nicht zu demonstrieren.

Quelle: Eigenidee

B. Fragen zum Versuch/Modell

a) *Eignung des Versuches/Modells als Einstieg in ein Thema?*

Nein: zuerst sollten durch Beobachtung an sich selbst oder Mitschüler die wichtigsten Atembewegung (Diaphragma, Rippen) geklärt sein.

b) *Eignung des Versuches/Modells als Erklärung für welche Prinzipien?*

Thorax wirkt als Pumpe nach dem Prinzip der Flächen-(Volumen-)Veränderung eines beweglichen Parallelogramms. Antagonistische Diagonalmuskeln zwischen den Rippen bestimmen die Abflachung oder Erweiterung des Brustraumes

c) *Welche Schlußfolgerungen sind auf Grund des Versuches/Modells zulässig?*

Die Lunge muß für ihre Volumenänderungen (insgesamt und damit auch der Alveolen) im Inneren des Brustraumes den Bewegungen passiv folgen können >> Elastizität und Unterdruck im Pleuralspalt.

d) *Eignung des Versuches/Modells für welche Altersstufe/n?*

Typischerweise für die 10. Klasse (14-16jährige)

e) *Welche Voraussetzungen im fachlichen Wissen sind erforderlich?*

Geometrie: Flächen/Volumenberechnung von Parallelogrammen

f) *Welche Überleitung zur folgenden Thematik/Unterrichtseinheit wäre möglich?*

Anatomie und Mechanik des knöchernen Thorax beim Menschen. Funktionen des Diaphragmas; der Halsmuskeln als auxiliäre Inspiratoren; Lungenvolumina; Dehnung und Füllung der Alveolen (>>siehe anderes Modell unter IIa); Verweildauer und Sauerstoffbeladung des Blutes in den Alveolen; Atemminutenvolumen und körperliche Anstrengung; Trainierbarkeit der Lunge; Negativwirkung des Rauchens.

g) *Welche Kritik ist am Modell/Experiment (z.B.: Realitätsnähe?) anzumerken?*

Seitliche Thorax-Ausdehnung nicht darstellbar. Der Plastiksack als Lunge hat Wirkung als „Negativmodell“ wegen nicht vorhandener Eigenelastizität (>Ausatmung) und fehlendem Unterdruck im Pleuralraum.

Praktikable Verbesserungsvorschläge

(a) *inhaltlich: Auxiliäre Halsmuskeln ergänzen, funktionelleres Diaphragma einsbauen>> machen aber das Modell vielleicht zu unübersichtlich. (b) methodisch?*

Alternativen und ergänzende Versuchsaufbauten (eventuell Skizze!)? Noch nicht.

II Okulomotorik-Experiment mit in Schulen erschwinglicher Ausrüstung (R.Hustert)

A. Nachvollziehbare Versuchsbeschreibung (Skizze; technischen Angaben und Quellen)

Zur Beobachtung und Registrierung der Bewegung eines Auges und seiner Pupille wird eine kleine, billige Videokamera (Fa. Conrad ca. DM 100) am Gestell einer Plastik-Laborbrille montiert und so eingestellt, daß ihr Aufnahmefeld ein ganzes Auge von schräg oben registriert (Fig).

Der Träger der Messeinrichtung soll verschiedene Aufgaben durchführen:

a) Lesen; b) einen vor den Augen vorbei geführten Bleistift verfolgen; c) aktiv im Raum von links nach rechts sehen, entweder nur mit den Augen oder nur mit Kopfbewegung; d) sich auf einem Stuhl sitzend drehen lassen; e) in schnell wechselnde Lichtstärken sehen (>Pupillengröße- und Dynamik); f) anderes Auge abdunkeln.

Die Bewegungen können mit einem Videorecorder (Standbild und Einzelbild-Fortschaltung!) aufgenommen und als Einzelbilder im Abstand von 20ms sofort wiedergegeben und analysiert werden.

Quelle: Eye-tracker für Medizin und Forschung

B. Fragen zum Versuch/Modell

a) *Eignung des Versuches/Modells als Einstieg in ein Thema?*

Nur, wenn man die Phänomene des Nystagmus und der Pupillenreaktionen einführen will und später Einzelthemen vertieft behandelt.

b) *Eignung des Versuches/Modells als Erklärung für welche Prinzipien?*

Das Auge versucht immer kurze, statische Bilder zu sehen; es kann die Bildhelligkeit regulieren.

c) *Welche Schlußfolgerungen sind auf Grund des Versuches/Modells zulässig?*

Wichtigkeit der Nystagmen, Bedeutung der Iris für die Lichtstärkeregelung

d) *Eignung des Versuches/Modells für welche Altersstufe/n?*

Teilaspekte für die 10. Klasse (14-16jährige), eigentlich mehr für Leistungskurse

e) *Welche Voraussetzungen im fachlichen Wissen sind erforderlich?*

Grundlagen der Optik, Wirkung von Blenden>>Pupille; Grundaufbau des Auges und Feinbau der Retina, Ausbleichung der Sehpigmente bei „Standbildern“.

f) *Welche Überleitung zur folgenden Thematik/Unterrichtseinheit wäre möglich? siehe c)*

g) *Welche Kritik ist am Modell/Experiment (z.B.: Realitätsnähe?) anzumerken?*

Das Videobild selbst gibt keinen Hinweis darauf, was das Auge gerade erblickt

Praktikable Verbesserungsvorschläge:

(a) *inhaltlich:* Aufnahme der Augenreaktionen mit Videorecorder und Abspielen schneller Ereignisse in Zeitlupe und/oder Analyse von Winkel und Größen an Einzelbildern.

(b) *methodisch:* Einspiegeln des vom Probanden mit dem beobachteten Auge gesehenen Bildes (Blickrichtung) mit Hilfe eines kleinen Metallspiegels, der auf der Brille in richtigem Winkel montiert wird so daß die Kamera in ihrem oberen Sehfeld das Auge und im unteren Abschnitt die vom Auge betrachtete Region erfaßt.

Schulversuche zur Humanbiologie

SS 2001

Thema: Elastizität von Arterien

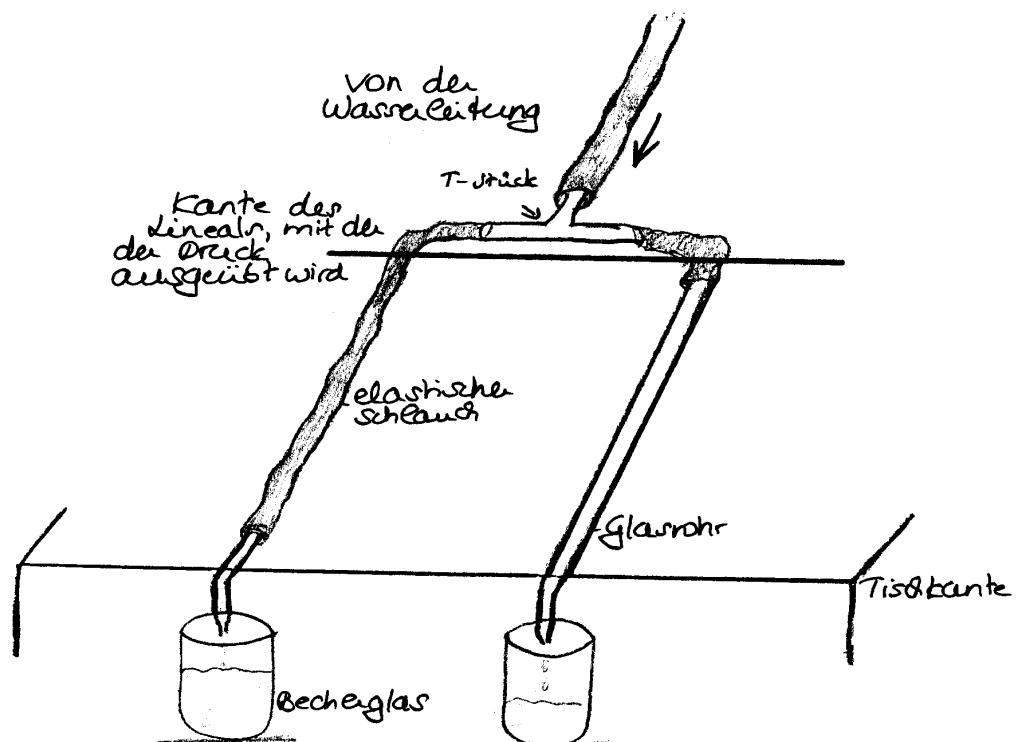
Vorgelegt von: Inga Bohnhage und Nadine Holstermann

Elastizität von Arterien

Versuchsaufbau

Mit diesem Modellversuch soll die Wirkung der dicken, elastischen Wände der Arterien veranschaulicht werden.

Skizze:



Beschreibung: An einen Wasserschlauch schließt man ein T-Stück an. Nun verbindet man einen Anschluss durch ein kleines Schlauchstück mit einem langen Glasrohr, an den anderen bringt man einen ebenso langen elastischen Schlauch. In beiden Versuchsröhren soll das Wasser durch eine verengte Spitze nach außen treten, weshalb man an den elastischen Schlauch also noch ein kurzes Glasrohr bringt (siehe Skizze). Die Versuchsanordnung wird dann auf eine feste Unterlage gelegt, man lässt Wasser durch die Apparatur strömen. Nun drückt man mit der Kante eines Lineals auf die beiden Gummischläuche. Das Wasser wird in zwei Bechergläsern aufgefangen.

Ergebnis: Man stellt fest, dass das Wasser durch den elastischen Schlauch gleichmäßig ausströmt, während es beim Glasrohr schubweise ins Becherglas fließt, wobei außerdem ein geringeres Volumen aufgefangen wird.

Erklärung: Die Wand des elastischen Schlauchs ist dehnbar. Sie kann den stoßweise erzeugten Druck auffangen und in eine ausgeglichene Strömung umwandeln. Überträgt man dies auf den Körper, so kann man jeden ausgeübten Druck auf den Schlauch als eine Systole verstehen, durch welche sauerstoffreiches Blut in die Aorta gepumpt wird. Die elastische Wand der Aorta kann den Druck auffangen und den Weiterschub des Blutes übernehmen. Dadurch entsteht eine Blutdruckwelle, die sich in den elastischen Arterien fortpflanzt, die dann als Puls gefühlt wird.

Der Versuch ist nicht besonders gut als Einstieg in das Thema Blutkreislauf geeignet, sondern eher als Demonstration am Rande, nachdem man schon auf die grundlegenden Mechanismen eingegangen ist. Den Schülern sollten also die Prinzipien bekannt sein. Durch den Versuch besteht die Möglichkeit, den Vorteil der Elastizität von Arterien darzustellen. Die Funktion der glatten Muskelzellen in den Wänden, die den Arterien die Fähigkeit zur Verengung verleihen, wird dabei natürlich außer acht gelassen, was den Schülern bewusst gemacht werden sollte.

Auf Grund der relativ einfachen Mechanismen ist der Versuch für die Mittelstufe geeignet, zudem ist der Blutkreislauf Thema in der 9./10. Klasse.

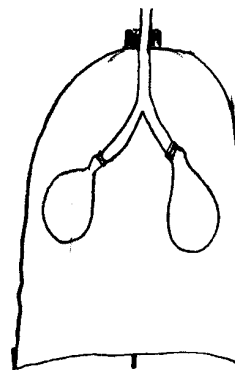
An den Versuch könnte man eine Blutdruckmessung anschließen, da, wie oben beschrieben, der Blutdruck zumindest im Ansatz behandelt wird. Eine Erweiterung des Versuchs könnte außerdem die Funktionsweise von Venen behandeln.

IV Modell der Bauchatmung und Wirkung auf Alveolen (Jens Luker, Thomas Büschen)

Funktion des Modells:

Das Innere der Glocke ist luftdicht verschlossen (von unten mit einer Membran, von oben durch einen Stopfen, bzw. Silikon). Die Membran ist im Ruhezustand nach oben gewölbt und die Luftballons sind zusammengefallen, also luftleer. Zieht man nun an der Membran, so entsteht im Innenraum der Glocke ein Unterdruck, ebenso in den zwei Luftballons. Dadurch, dass die Stabilität der Glockenwände höher ist, als die der Luftballonwände, und Luft durch den Schlauch vom Außenmedium ins Innere der Ballons gelangen kann, wird Luft in die Luftballons gezogen, die dann prall gefüllt sind. Lässt man die Membran los, oder drückt sie nach oben, so entsteht ein Überdruck im Glockeninneren und die Luft aus den Ballons entweicht nach außen.

Das Modell ist ein Funktionsmodell. Es verdeutlicht den Effekt bei der Zwerchfell- bzw. Bauchatmung. Die Glocke stellt dabei den Brustkorb dar, die Membran das Zwerchfell. Die Schläuche, die ins Innere führen repräsentieren Luftröhre, Bronchien und Bronchiolen. Die Luftballons stellen einzelne Alveolen dar, die durch die Bewegung des Zwerchfells aufgebläht bzw. zusammengedrückt werden.



Aufbau:

Bemerkungen:

Man sollte die Ballons nicht als Lunge bzw. Lungenflügel bezeichnen, da der Effekt nur in den einzelnen Alveolen eine Luftaufnahme bewirkt und die Lunge als ganze sich nur passiv aufbläht. Auch ist es problematisch die Schläuche so darzustellen, dass sie wie die Hauptbronchien aussehen, denn dadurch könnte beim Betrachter Verwirrung ausgelöst werden. Weiterhin kam der Einwand, dass dieses Modell völlig unbrauchbar sei und aus persönlichen Erfahrungen zu schlecht zu verstehen sei. Dass der Raum im Inneren der Glocke mit Luft und nicht mit Flüssigkeit gefüllt ist scheint ebenfalls verwirrend zu wirken. Jedoch wurde ebenfalls bemerkt, dass wenn man dieses Modell gut erklären würde (also z.B. alle Teile an einer Schemazeichnung an der Tafel beschriften würde), der Sachverhalt auch für Schüler verständlich sein würde. Man könnte weiterhin eine Lunge, z.B. von Schweinen mitbringen und somit die Realität zeigen.

Zum Einstieg in ein Thema ist dieses Modell nicht geeignet, da ein gewisses Vorwissen notwendig ist. Nach Meinung der Kursteilnehmer ist dieses Modell aufgrund des Themas für die Klassenstufen 9-10 geeignet, da in höheren Klassenstufen Humanbiologie meist nicht mehr zum Einsatz kommt.

Weitere Themen bzw. Themenbereiche sind z.B. die Rippenatmung oder Atemvolumenmessung. Als anschließendes Thema an die Atmung würde sich der Blutkreislauf eignen, da hier ein direkter Zusammenhang bei der Sauerstoffaufnahme besteht. Biologische Prinzipien, die bei diesem Versuch vermittelt werden, sind Unterdruck, Überdruck und Mechanismen der Atmung. Es wird gezeigt, dass die Lunge nicht aktiv Luft aufnimmt, sondern passiv durch Muskeln am Zwerchfell (und Rippen) aufgebläht und

zusammengedrückt wird, wobei man bemerken sollte, dass die Lunge eine Tendenz zum Zusammenziehen (kollabieren) zeigt.

Schlussfolgerung: Wenn man das Modell zusätzlich gut und transparent erklärt und nicht nur kurz den Effekt nebenbei zeigt, kann es für den Unterricht und das Verständnis der Schüler wertvoll sein.

Messungen von Atmungsgrößen mit dem Spirometer

Stefan Dröge
Torsten Trumme

Versuchsziel

Mit jeder Einatmung vergrößert sich das Lungenvolumen um das Atemzugvolumen. Das eingeatmete Atemvolumen kann, wie auch Veränderungen des Lungenvolumens, mit einem Spirometer gemessen werden. Mit diesem Experiment soll der Schüler seine Atemorgane selbst ausprobieren und seine Vitalkapazität messen.

Sachanalyse

Als Lungenvolumen bezeichnet man das Gasvolumen, das sich in der Lunge befindet, als Atemvolumen das ein- oder ausgeatmete Gasvolumen. Am Ende einer normalen Ausatmung bleibt ein Gasvolumen von etwa 3 l in der Lunge (endexpiratorisches Lungenvolumen). Dieser Gaspuffer begrenzt die atemzyklischen Schwankungen der alveolären Konzentrationen der Atemgase und stellt eine Sauerstoffreserve für besondere Bedingungen wie Sprechen, Singen, Atemanhalten dar. Auch nach maximaler Ausatmung bleibt noch Gas in der Lunge (ca. 1,5 l). Es gibt also ein mit Hilfe der Atemmuskeln mobilisierbares und ein nichtmobilisierbares Lungenvolumen.

Mit einem Spirometer lassen sich folgende Größen messen:

- **Atemzugvolumen A:** ein- und ausgeatmetes Volumen
- **expiratorisches Reservevolumen Re:** das Volumen, das nach normaler Ausatmung noch ausgeatmet werden kann
- **inspiratorisches Reservevolumen Ri:** das Volumen, das nach normaler Einatmung noch eingeatmet werden kann
- **Vitalkapazität V:** maximales Atemzugvolumen, $V = A + Re + Ri$
Die Vitalkapazität ist abhängig von Körpergröße, Gewicht, Alter, Geschlecht, Körperhaltung und Trainingszustand

Versuchsbeschreibung

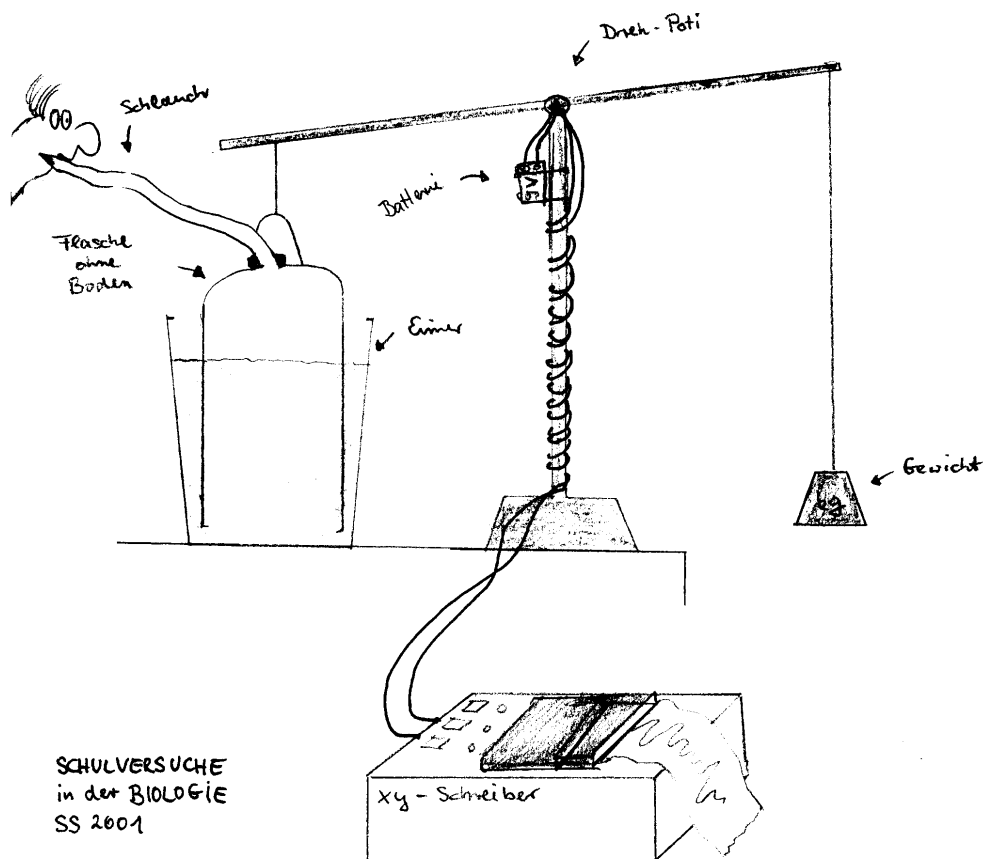
Material: Kunststoffgefäß (Volumen ca. 6 l, möglichst durchsichtig, Boden abgetrennt, oben mit Loch mit Durchmesser des Schlauches), Zweites Gefäß (Eimer, nur wenig größerer Durchmesser als das erste Gefäß), Schlauch ($\varnothing > 1\text{cm}$, sehr flexibel, ca. 1 m lang), Stativ mit Wippe (Holzleiste o.ä.), Gewichtsstück mit Masse des ersten Gefäßes), Drehpotentiometer (stellt hier die Achse der Wippe dar), Batterie und Kabel, xy-Schreiber

Aufbau: siehe Skizze

DAS SPIROMETER

nach einer Konstruktion von

Stefan und Torsten © 2001



Funktionsprinzip

Durch den Auftrieb des Gefäßes beim Ausatmen des Probanden durch den Schlauch und durch die Wipp-Konstruktion ändert sich entsprechend der Winkel zwischen der Wippe zum Stativ und somit auch der Widerstand des Potentiometers. Diese Änderung können wir mit dem xy-Schreiber aufzeichnen.

- Der Schlauch muss luftdicht an das erste Gefäß angebracht werden und sehr flexibel sein
- Das Gefäß darf sich in dem Eimer nur vertikal bewegen, nicht kippen
- Der Arm der Wippe und die Aufhängung müssen so gewählt werden sein, dass das Gefäß möglichst in keiner Stellung irgendwo anstößt
- Das Dreh-Poti muss sehr leicht drehbar sein. In der Ausgangsstellung ist das Gefäß ganz in den wassergefüllten Eimer eingetaucht, das Poti so einstellen, dass der Graph auf dem Schreiber etwas über der Null-Linie beginnt.

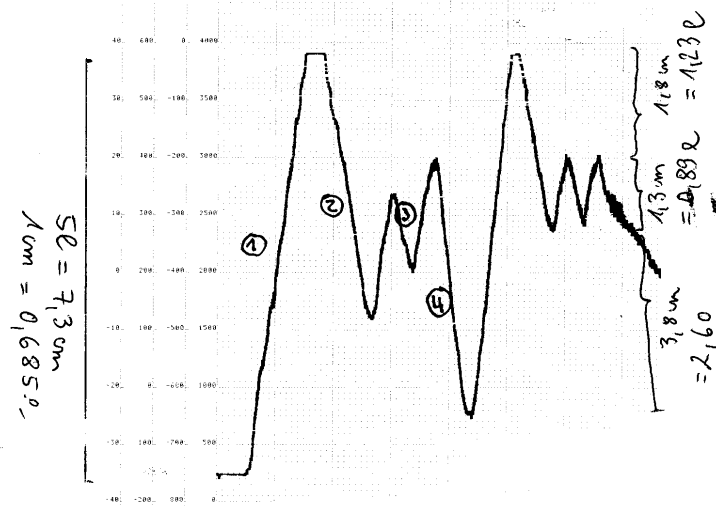
Durchführung und Ergebnisse

Der Proband wird aufgefordert, maximal einzusatmen (ohne Schlauch), die Luft kurz anzuhalten, dann durch den Schlauch wieder maximal auszuatmen und einige weitere Atemvorgänge durch den Schlauch, ohne ihn abzusetzen, durchzuführen. Aus der Aufzeichnung des xy-Schreibers und nach Eichung des Graphen kann die Vitalkapazität bestimmt werden.

siehe Skizze:

TOBSTEN

Zeit 100 mm/min



- zu 1: Proband atmet maximal aus, nachdem er vorher maximal eingatmet hat. Die Amplitude entspricht der Vitalkapazität V , hier ca. 5 l.
 zu 2: Proband atmet ein
 zu 3: Proband atmet normal ein (Atemzugvolumen A), hier ca. 0,96 l.
 zu 4: Proband atmet maximal ein, ca. $3,15 \text{ l} = A + R_i = 0,96 \text{ l} + 2,2 \text{ l}$, d.h. das inspiratorische Atemvolumen beträgt ca. 2,2 l.
 zu 5: Bestimmung des expiratorischen Atemvolumens
 $R_e = \text{Amplitude} - R_i - A = 4,4 \text{ l} - 2,2 \text{ l} - 0,96 \text{ l} = 1,2 \text{ l}$

Einordnung in eine Unterrichtseinheit und Altersstufe

Der Versuch kann im Unterricht ab der 10. Klasse durchgeführt werden. Er eignet sich nicht als Einstieg in die Unterrichtseinheit der Atmung, kann aber an späterer Stelle die Vorstellung der Lungenfunktion unterstützen. Der Versuch eignet sich sehr gut dafür, dass Schüler lernen, Gasvolumina richtig einzuschätzen.

Vorkenntnisse

Sofern dieser Versuch nicht nur zur Unterhaltung dienen soll (z.B. „Wettbewerb“ um die beste Vitalfunktion), sollte der Schüler im Vorfeld den Aufbau der Atmungsorgane, die Funktion der inneren und hier noch wichtiger die äußere Atmung (Zwerchfell, ...) kennengelernt haben. Soll der Versuchsaufbau nicht nur als „black-box“ präsentiert werden, sind zum Verstehen der Anordnung Kenntnisse aus der Physik (Gasdruck, Potentiometer) notwendig.

Durchführung des Versuchs im Unterricht

Eine Möglichkeit wäre es, dieses Experiment an ein Projekt zu binden. Schüler könnten sich selbst überlegen, auf welche Weise man das Atemvolumen messen könnte. Im Anschluss daran würde man die oben angeführten Begriffe erarbeiten und einführen (induktiver Ansatz). Ein anderer Ansatz ist, im Vorfeld die Atemfunktion zu besprechen, und anhand der eingeführten Begriffe den Versuchsaufbau vorstellt (deduktiv).

Eignung des Versuchs

- **als Erklärung für Prinzipien mit Schlussfolgerungen**

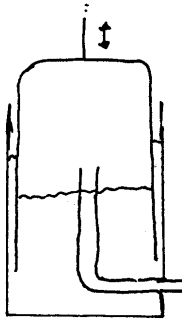
Die Schüler könnten vermuten, dass die starre Flasche in diesem Experiment die Lunge darstellen soll. Es ist also den Schülern klarzumachen, dass es sich hier nicht um ein Modell der Lunge handelt, sondern um eine Methode, um mit einfachen physikalische Mitteln das Atemvolumen zu bestimmen. Zum Messen des Atemvolumens ist diese Apparatur sehr gut geeignet, je nach Wahl von Baumaterial und Präzisionsarbeit sind die Fehler der Messungen einzustufen.

- **als Überleitung für weitere Themen**

Der Versuch eignet sich hervorragend zu fächerübergreifendem Unterricht in Biologie (Atemfunktion) / Physik (Begriffbildung und Gasgesetze, Luftdruck), Sporttheorie (Vitalkapazität, Training), Erdkunde (Luftdruckunterschiede)

Verbesserungsvorschläge zum Experiment

Um Fehlergrößen einzudämmen könnte man den Aufbau der Apparatur leicht verändern. So würden unbeabsichtigte Bewegungen des Schlauches in obiger Darstellung zu verfälschten Ergebnissen führen. Folgende Verbesserungsvorschläge wurden erörtert:



Zur Diskussion steht weiter, ob der Versuch für Schüler als zu kompliziert einzustufen ist (Funktion des Potentiometers, Art der Datenerfassung). Es steht zur Überlegung, ob man die Apparatur besser nach und nach entwickelt. Bei diesem Vorgehen gerät man jedoch in Konflikt mit der vorhandenen Zeit.

Steht kein xy-Schreiber zur Verfügung, kann das Volumen auch direkt vom geeichten Gefäß abgelesen werden, bzw. über die Hebung/Senkung des Gegengewichtes an der Wippe bestimmt werden.

Anmerkungen:

Quellen

Linder, Biologie, Metzler Verlag

Silbernagel, Lehrbuch der Physiologie

VI. Versuche zur Muskelbiologie mit in Schulen einsetzbarer Ausrüstung (R. Hustert)

A. Nachvollziehbare Versuchsbeschreibung (Skizze; technischen Angaben und Quellen)

Vom Adductor pollicis (Daumen-Heranzieher) wird ein Myogramm hergestellt und dabei willkürlich die Kontraktionskraft des Muskels gesteigert. Die Oberflächenelektrode, mit der Ableitpaste als elektrisch leitendem Kontakt zur Haut über dem Muskel, wird mit einer Klammer nahe dem Daumen-Grundgelenk an ihrem Platz gehalten, während eine indifferente (Erdungs-)Elektrode in der Nähe des Handgelenkes (muskelfrei!) plaziert wird. Indifferente und Ableitelektrode haben Verbindung zu einem batteriegespeisten Vorverstärker (wichtig: Sicherheitsbestimmungen!), der über die Haut abgeleitete Muskelpotentiale 1000-fach verstärkt. Die verstärkten Signale werden auf einem Oszilloskop dargestellt und dabei nochmals nach-verstärkt. Häufigkeit und mittlere Amplituden der Muskelpotentiale nehmen bei erhöhtem Krafteinsatz des Muskels deutlich zu und demonstrieren Frequenzerhöhung und zusätzliche Rekrutierung motorischer Einheiten. Die Signale können auch akustisch dargestellt werden, wenn in einen aktiven Lautsprecher die Signale aus dem Vorverstärker eingespeist werden

Quelle: Vielfach: wissenschaftliche Originalliteratur; Internet: Biopac System
www.biopac.com

B. Fragen zum Versuch/Modell

a) *Eignung des Versuches/Modells als Einstieg in ein Thema?*

Aktivierung von Skelettmuskeln durch das Nervensystem. Wie die Kraft von Muskeln gesteuert wird. Feinkontrolle von Bewegungen. Hemmung von Antagonisten.

b) *Eignung des Versuches/Modells als Erklärung für welche Prinzipien?*

Steuerung der Muskelkraft durch Frequenz und zusätzlichen Einsatz motorischer Einheiten.

c) *Welche Schlußfolgerungen sind auf Grund des Versuches/Modells zulässig?*
siehe b)

d) *Eignung des Versuches/Modells für welche Altersstufe/n?*

Eventuell für die 10. Klasse (14-16jährige), eher Leistungskurse

e) *Welche Voraussetzungen im fachlichen Wissen sind erforderlich?*

Potentiale sind die Voraussetzung für Erregungsleitung im Gewebe

f) *Welche Überleitung zur folgenden Thematik/Unterrichtseinheit wäre möglich?*

Reflexe, Bewegungskoordination.

g) *Welche Kritik ist am Modell/Experiment (z.B.: Realitätsnähe?) anzumerken?*

Die gezeigten Summen-Aktionspotentiale sind schwer genau zu interpretieren

Praktikable Verbesserungsvorschläge

(a) *inhaltlich:* Feinere Elektroden benutzen, dadurch evtl weniger motorische Einheiten erfaßt

(b) *methodisch:* Speichern der Myogramm-Aufzeichnung mit billiger Computer-Software.

VII. Modell zur Festigkeit von Knochen (Sascha Grube, Heiko Neß)

Versuchsbeschreibung

1. Einleitung

Durch dieses Experiment soll verdeutlicht werden, dass die geometrische Form von Körpern (hier den Knochen nachempfundene Präparate aus Papier) einen bedeutungsvollen Einfluss auf deren Widerstandsfähigkeit/Stabilität gegenüber einwirkenden Kräften hat. Die Präparate werden hierzu einer stetig stärkeren Beanspruchung ausgesetzt, bis sie nachgeben. Damit einzig dieses Kriterium untersuchungsfähig ist, muss bei der Anfertigung der knochenähnlichen Formen auf gleichbleibende Voraussetzungen geachtet werden:

- gleicher Kleister (gleiches Mischungsverhältnis)
- gleiches Papiermaterial
- identische Massen und Längen der fertigen Knochen
- gleicher Aushärtungsgrad

Bei dem eigentlichen Bruchtest dürfen die Objekte nicht feucht werden (z.B. durch nasses Seil oder Hände). Desweiteren muss zügig gearbeitet werden, da auch kleinere Massen mit der Zeit zu einer Destabilisierung führen. Der Abstand der Auflagepunkte muss stets konstant sein.

2. Materialien

Für die Knochen: Tapetenkleister (Mischungsverhältnis Kleister:Wasser 1g:100g), Zeitungspapier (in ca. 1cm breiten gleichlangen Streifen), 1 Schablone (rund und aus Plastik, z.B. Luftpumpe)

Für die Versuchsausrüstung: 1 Gestell (ca. 150 cm Höhe; am besten mit antiparallelen Querleisten), 1 große Flasche (mind. 5 Liter), 1 Messbecher, 1 Seil (ca. 1m Länge und mittelstark), 4 kleine Klötzchen, Klebeband, Wasser

3. Herstellung der „Knochenpräparate“

Es werden die umseitigen Knochenformen verwendet.

Konstante Massen der Präparate werden bei geringem Arbeitsaufwand erreicht, wenn die Papierstreifen sowohl in Länge wie auch Breite identisch sind, alle Papierstreifen gleichmäßig mit Kleister bestrichen werden und für jedes Präparat beispielsweise insgesamt 5 Papierstreifen verwendet werden. Alle Objekte sollen die gleiche Länge haben (10 cm).

Hohlknochen: Die mit Kleister angefeuchteten Papierstreifen werden in 10 cm Länge um die Schablone gewickelt und angedrückt.

Massivknochen: Als Basis wird ein Streifen des Papiers nach Möglichkeit rund zusammengefaltet. Um die Basis werden die verbleibenden Papierstreifen gewickelt und angedrückt.

Hohlknochen mit Verdickungsleiste: In Analogie zu dem Massivknochen wird zunächst eine Basis angefertigt. Dann wird die Schablone für den Hohlknochen mit einer Lage Papier bedeckt. Die Basis wird aufgesetzt und mit den verbleibenden Papierstreifen eingearbeitet und fixiert.

Sind diese Vorbereitungen getroffen müssen die Objekte mindestens 24 Std. trocknen/aushärten.

4. Versuchsausrüstung

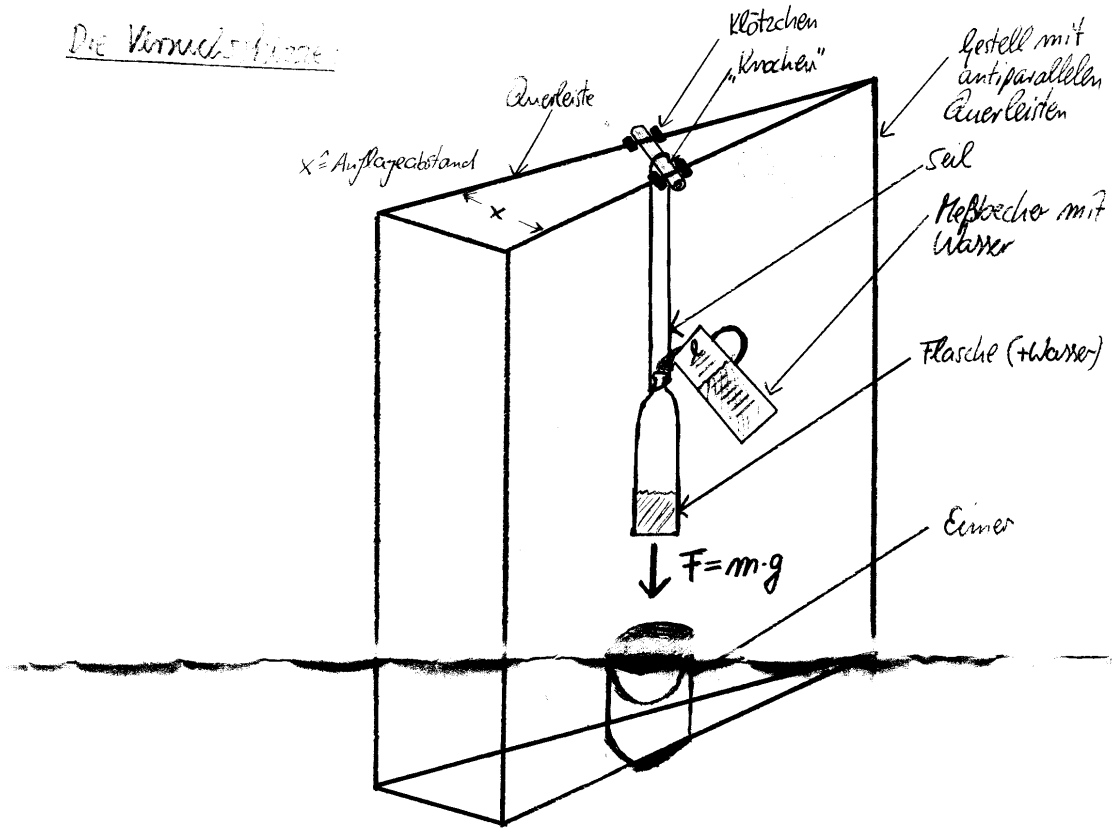
Das Gestell mit antiparallelen Querleisten eignet sich besonders, wenn man im Anschluss an das eigentliche Experiment mit dem Abstand der Auflageflächen experimentieren möchte. Alternativ können auch 2 Tische das Gestell ersetzen. Damit sich die Objekte während des Bruchtestes nicht verschieben, werden 4 Klötzchen als Haltgeber mit Klebeband fixiert. Das Seil wird in geeigneter Länge an der Flasche befestigt. Der Eimer soll die wassergefüllte Flasche beim Absacken auffangen. Umseitig befindet sich eine Skizze der kompletten

Versuchsapparatur.

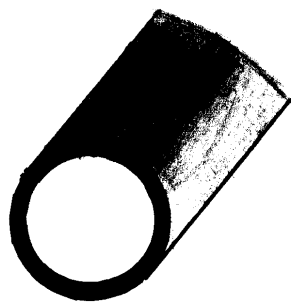
(Reihenfolge bezüglich der Belastbarkeit:

Massivknochen < Hohlknochen < Hohlknochen mit Verdickung. Leiste)

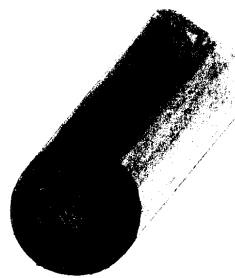
Die Versuchsanlage:



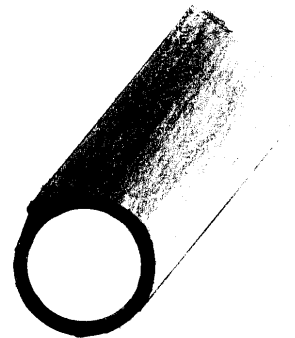
Verwendete Knochenformen



Hohlknochen



Massivknochen



Hohlknochen mit Verdickung. Leiste

5. Durchführung

Die Knochenpräparate werden der Reihe nach einem Bruch-/Belastungstest unterzogen, bei dem die Flasche durch stetiges Auffüllen mit Wasser (Messbecher für quantitative Auswertung) beschwert wird, wodurch das mittig auf den Knochen aufgelegte Seil eine Kraft ausübt, bis dieser nachgibt und die Flasche in den Eimer fällt. Das Seil muss in trockenem Zustand sein.

Entweder kennt der Lehrer die Belastbarkeit der Präparate oder sollte diese durch Vorversuche ermitteln, so dass sich eine „Belastbarkeitsreihe“ bei der Vorführung vor der Klasse ergibt. So kann sinnvoll die Menge des Wassers, welches für den Bruch des vorangegangenen Präparates ausreichte, als Ausgangsgewicht für den nächst stabileren Knochen dienen, wodurch die Anschaulichkeit erhöht wird.

Welche Möglichkeiten bietet das Experiment?

Dieses Experiment eignet sich durchaus als Einstieg in die Unterrichtsthematik „Knochen und Skelett als haltgebende Strukturen“, da kein besonders spezielles Detailwissen v.a. im biologischen Bereich erforderlich ist. Außerdem handelt es sich um einen recht anschaulichen Versuch, der durch den Showeffekt des „Knochenbrechens“ den Schülern auch relativ gut im Gedächtnis bleiben müsste.

Das Experiment soll Prinzipien des Knochenbaus und die Bedeutung der Form für die Festigkeit bzw. Belastbarkeit der Knochen deutlich machen.

Aus dem Versuch lässt sich ableiten, dass die geometrische Gestalt starken Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit der Knochen gegenüber einwirkenden Kräften hat. So ist bei gleicher „Baumaterialmenge“ etc. (vgl. Versuchsbeschreibung) zu beobachten, dass die hohlen Knochen weitaus stabiler sind als massive. Dabei sind die Knochen mit zusätzlicher Verdickungsleiste noch deutlich stabiler als diejenigen ohne.

Je nach Intensität der Bearbeitung bzw. Auswertung des Versuches ist eine Eignung für verschiedenste Altersstufen (10.-13. Klasse) denkbar. So bietet sich zum Beispiel bei jüngeren Schülern eine rein qualitative Auswertung an, während für höhere Jahrgangsstufen auch eine genauere mathematische Auswertung insbesondere im Hinblick auf die Kraftwirkung möglich ist. Da zudem hier auch weitere Anschlussexperimente denkbar sind, um einzelne Bereiche dieses Themenkomplexes genauer zu betrachten.

Im einfachsten Falle sollten als Vorwissen zumindest geometrische Kenntnisse aus dem Mathematikunterricht, Kenntnisse zum Kraftbegriff aus der Physik und Kenntnisse über das Vorkommen von Knochen in Lebewesen vorhanden sein.

Es gibt eine Reihe von möglichen Überleitungen zu folgenden Themenbereichen/ Unterrichtseinheiten:

- Knochenbrüche: Prävention und Heilung
- Unterschiedliche Knochenstrukturen/-formen und deren jeweilige Funktionen
- Gelenke und Bewegungen mit Hilfe von Knochen und Muskeln

Das Experiment zeigt die tendentiellen Verhältnisse in bezug auf Stabilität von Knochen deutlich und anschaulich. Allerdings bezieht sich diese Realitätsnähe nur auf die qualitative Auswertung, wahrscheinlich jedoch nicht auf die zahlenmäßigen Auswertungen. Ferner handelt es sich um idealisierte Knochenformen, die in der Natur häufig nur in abgewandelter Form vorkommen.

Durch intensive Vorarbeit lassen sich etwaige Verbesserungen bereits in die Ausführung integrieren. Nachfolgend werden einige Ideen der Nachbetrachtung wiedergegeben:

- Flasche darf nicht zu hoch über dem Eimer hängen (Überschwemmungsgefahr durch umkippende Flasche)
- Knochensortiment erweitern (z.B. Plattenknochen)
- genaue Belastbarkeitsauswertung durch Protokollieren der benötigten Wassermasse bis zum Bruch des Knochens

Mögliche Anschlussexperimente:

- Untersuchung unterschiedlicher Belastungsrichtungen bei asymmetrischen Knochenformen
- Variation des Abstandes der Auflageflächen

VIII. Messungen der Wärmeabstrahlung

Birte Christiansen
Frederike Große

Schulversuche zur Humanbiologie SS 2001

Wärmestrahlung

Sowohl aus einer Rettungsfolie als auch aus einer dünnen Mülltüte wird ein 50*50cm großes Stück ausgeschnitten, das jeweils an den Seiten mit Klebeband so zusammengeklebt wird, dass man bequem mit der Hand hineinschlüpfen kann. Bei der Folie sollte die goldene Spiegelfläche außen zu sehen sein. Nun wird auch die vordere Öffnung geschlossen. In ein kleines Loch wird vorsichtig ein Thermometer eingeführt (Fieberthermometer ungeeignet!). Die untere Öffnungen der Tüte wird geschlossen, indem über den Arm ein Gummiband gestreift wird. Nun wird in regelmäßigen Abstand ca. 5min lang die Temperatur gemessen. Man sollte beide Versuche (einmal mit Folie und einmal mit Mülltüte um den Arm) möglichst gleichzeitig durchführen, da nur dann unter ähnlichen Bedingungen gearbeitet werden kann. Dieser Versuch würde sich gut als Einstieg in das Thema „Wärmehaushalt des Körpers“ anbieten. Anhand der Versuchsergebnisse können von den Schülern Ideen zu Isoliermechanismen geäußert werden. Sie stellen schnell fest, dass die Rettungsfolie stärker wärmeres reflektierend ist als die Mülltüte und dass – aufgrund der entstehenden Nässe- auch immer ein Teil der Wärmeabgabe durch Verdunstung erfolgt. In diesem Zusammenhang kann nun auf die weiteren Wege der Wärmeabgabe, d.h

- Wärmediffusion
Wärmeübertragung zwischen zwei Körpern, die im direkten Kontakt stehen
- Konvektion
Wärmeübertragung zwischen Körpern mit Hilfe eines dazwischen befindlichen Trägermediums (Wasser / Luft)
- Wärmestrahlung
Übertragungsweg der auf elektromagnetischer Strahlung beruht (Infrarotstrahlung)

eingegangen werden.

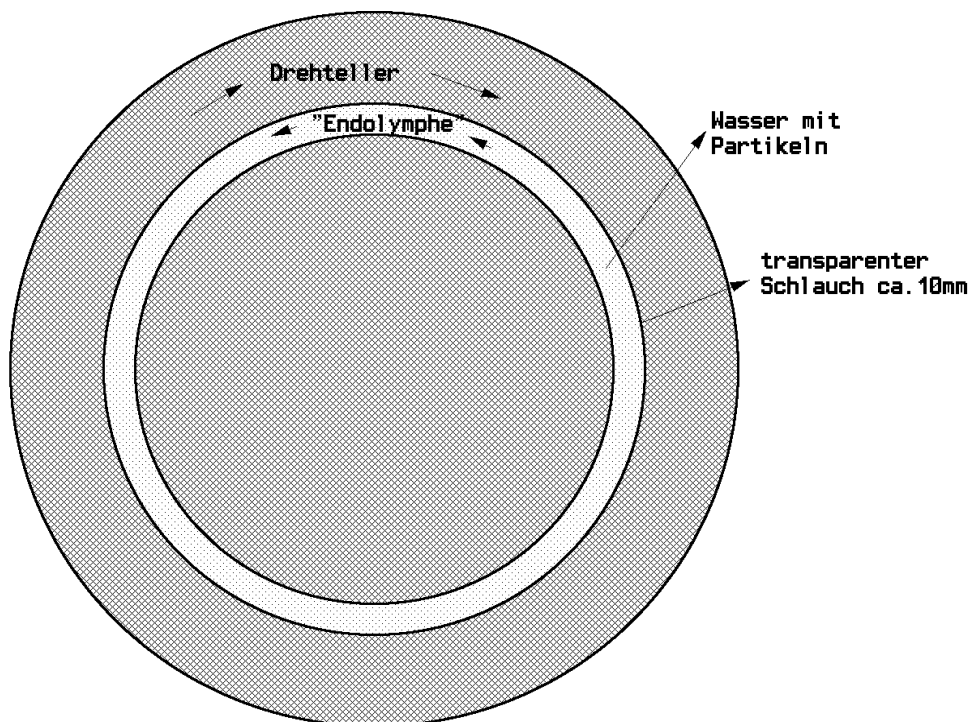
Als Beispiel zur Konvektion ließe sich noch der traditionelle Eskimo nennen: Dieser schließt den Kragen seines dicken Fellmantels, wenn es kalt wird, und öffnet ihn, wenn es warm wird. Das lässt sich damit erklären, dass warme Luft immer nach oben entweichen will und dadurch kalte Luft von unten nachzieht. Wird der Kragen nun geschlossen, so wird dieser Prozess gestoppt und der Eskimo befindet sich unter seinem Mantel in einer Art „Wärmeglocke“. Auch die in der Natur vorkommenden Isolierschichten bzw. -häute können jetzt besprochen werden und die Hypothesen anhand weiterer Versuche überprüft werden. Zum Beispiel könnte man sich vorstellen, anstelle der Folie ein Fell einzusetzen und so den Versuch noch einmal durchzuführen. Dabei bietet es sich auch an, auf die Unterschiede zwischen poikilothermen und homoiothermen Tieren einzugehen. Weiter kann man auf die Wärmeregulation durch die Leitung des Blutstroms in inneren bzw. äußeren Gefäßen zu sprechen kommen. Wickelt man um die Plastiktüte nasses Papier und trocknet es während der Messung mit einem Fön, so kann die entstehende Verdunstungskälte gezeigt werden. Mit dem Fön erzeugt man eine künstliche Konvektion, die zu einer starken Verdunstung und damit auch einer zunehmenden Kälte führt. Aus diesem Grund lässt sich bei dem Versuch im Innern der Plastikfolie ein starker Rückgang der Temperatur feststellen. Einen ähnlichen Versuch könnte man auch noch zum Fell durchführen: Setzt man auch hier einen Fön ein, so können die Schüler feststellen, dass durch die Verwirbelung der Haare die Isolierschicht im Prinzip wegfällt, und das Fell seiner eigentlichen Aufgabe nicht mehr genügt. Man sieht, dass der Versuch beliebig weit ausgedehnt werden kann, und deshalb eignet er sich auch - abhängig davon, in welcher Komplexität er betrachtet wird - für verschiedene Altersstufen (9.-11. Jahrgang). Das Schöne an diesem Versuch ist seine Einfachheit in der Durchführung und auch im Material. Aus diesem Grund lässt er sich auch besonders gut in Gruppenarbeit durchführen.

IX. Vestibularsystem: Drehsinne (R.Hustert)

A. Nachvollziehbare Versuchsbeschreibung (Skizze; technischen Angaben und Quellen)

Die Funktion eines Bogenganges, primär die Trägheit der Endolymphe gegenüber axiale Drehungen des Bogenganges wird demonstriert. Ein transparenter Laborschlauch von 80-100cm Länge und 10-15mm Durchmesser wird zu einem Ring geformt und mit Wasser gefüllt in dem sichtbare Schwebeteilchen (z.B. Glitter) schwimmt um die Wasserbewegungen zu zeigen. Der Ring wird wasserdicht verschlossen indem Silikon-Paste um beide Schlauchenden geschmiert wird und mit einem Stück darübergezogenen Schrumpfschlauches mit Wärme verschlossen wird. Die verbleibenden Luftblasen müssen über einen kleinen seitlichen Einschnitt in den intakten Schlauch durch Einspritzen von Wasser verdrängt werden. Diese Stelle kann dann wieder mit Tesafilm o.a. verschlossen werden. Der fertige Ring kann mit Doppelklebeband auf einer koaxial drehbaren Scheibe befestigt werden. (Abb. siehe unten) Drehungen und Anhalten des Ringes demonstrieren jetzt die trägheitsbedingte Verzögerung der Endolymph-Mitbewegung und bei plötzlichem Stop der Schlauchdrehung die überschießende Weiterdrehung der Flüssigkeit (>>Schwindelgefühl). Dreht man den Schlauch über andere Achsen, dann entstehen keine oder, dem wirksamen Dreh-Vektor entsprechend, langsamere Bewegungen. So kann auch die Funktionsteilung der drei senkrecht zueinander angeordneten Bogengänge des Vestibularapparates demonstriert werden. Die Transduktion der Endolymphbewegung als Abbiegung der in die Flüssigkeit ragenden Cupula könnte ebenfalls demonstriert werden, wenn man durch einen seitlichen Einschnitt in den Schlauch ein sehr dünnes und elastisches Blättchen einschiebt und natürlich außen abdichtet.

Quelle: Eigenidee



Bogengang-Modell

B. Fragen zum Versuch/Modell

a) Eignung des Versuches/Modells als Einstieg in ein Thema?

Zur Demonstration des Drehsinnes in den verschiedenen Achsen des Körpers und auch daraus resultierende Schwindelgefühle.

Drehsinn und Raumorientierung des Menschen. Ursachen des Schwindelgefühles.
Kompensatorische Reflexe und Augenbewegungen. Unterschied: Dreh- und Lagesinn

b) Eignung des Versuches/Modells als Erklärung für welche Prinzipien?

Funktionsprinzip eines Strömungssinnesorgans (>>siehe Fische) das zu einem Drehsinnesorgan ausgebildet wurde. Physikalische Transduktion:
Drehung>Verzögerte Strömung>Abbiegung eines Hebels> Übertragung auf eingelagerte Cilien. Übertragung einer Bewegungsform in einem biologischen Messsystem (Mechanorezeptor) das letztlich die Auslenkung sensorischer Cilien bewirkt

c) Welche Schlußfolgerungen sind auf Grund des Versuches/Modells zulässig?

Endolymphbewegung relativ zum Bogengang ist Voraussetzung für den Drehsinn

d) Eignung des Versuches/Modells für welche Altersstufe/n?

Für die 10. Klasse, aber auch für Leistungskurse mit weitergehenden Erklärungen bis zur sensorischen Transduktion.

e) Welche Voraussetzungen im fachlichen Wissen sind erforderlich?

Physik: Trägheit, Drehmoment. Biologie: Anatomie des Innenohres

f) Welche Überleitung zur folgenden Thematik/Unterrichtseinheit wäre möglich?

Siehe a)

g) Welche Kritik ist am Modell/Experiment (z.B.: Realitätsnähe?) anzumerken?

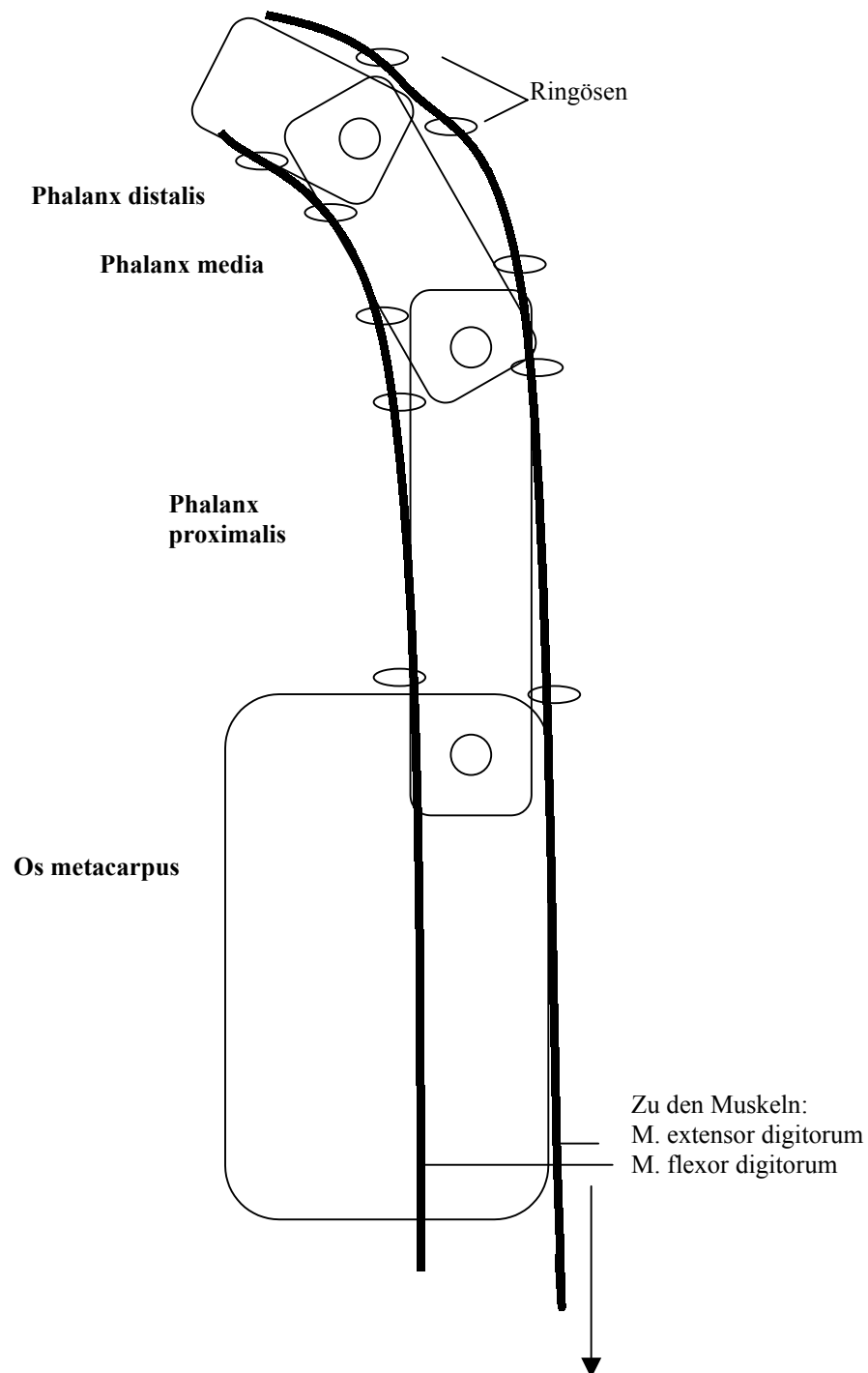
Die Auslenkung der Stereocilien der Cupula ist nicht zu sehen (>>neues Modell?)

Praktikable Verbesserungsvorschläge

(a)inhaltlich: eine von der bewegten Flüssigkeit verformbare Membrane könnte die Gallertmasse der Cupula imitieren > (b) methodisch: Cupulabewegung zeigen /registrieren mit der (auch für Augenbeobachtung genutzten) Mini-TV-Kamera, die sich mitdreht.

X. Modell der menschlichen Finger-Mechanik (Katrin Gärtner, Bernd Fredelake)

Die Hände von Primaten sind speziell zum Greifen entwickelt. Um die Funktion der Finger zu erläutern, haben wir ein Fingermodell entwickelt.



Dieses Modell ist aus einem Metallbaukastens entstanden. Gelochte Blechstreifen wurden dazu mit Scharnieren und Ringösen versehen, durch die Blumendraht durchgezogen wurde. Dieser wurde an der Spitze der „Phalanx distalis“ befestigt. Durch Ziehen an dem Blumendraht, der die Sehnen darstellt, kann der Finger geknickt und

gestreckt werden. Man kann das Modell auf dem Overhead-Projektor legen und dann der Klasse den Zug an den Sehnen zeigen, oder man gibt das Modell herum.

Auf die Frage, ob dieses Modell ein anschauliches Modell ist und wo es seinen Einsatzzweck haben könnte, wurden folgende Kritikpunkte geäußert:

Das Modell zeigt das Prinzip von Scharniergelenken, ist aber schon wieder zu kompliziert. Das klassische Modell dieses Gelenktyps ist das Ellenbogengelenk. An diesem kann man auch die Muskeln sehen und deren Funktionsweise verstehen, nämlich die Antagonisten Bizeps und Trizeps. Bei diesem Fingermodell sind keine Muskeln mit dargestellt, da sie ihren Ursprung etwa am Ellenbogen haben und nur am Unterarm ausgebildet sind. Die Übertragung der Verkürzung des Muskels erfolgt durch Sehnen, die in Sehnenscheiden liegen. Dies regt zum Hinterfragen dieses Sachverhaltes an. Warum liegen die meisten Muskeln, die zur „Steuerung der Hand“ notwendig sind, am Unterarm? Man kann sich eine Hand vorstellen, an der alle notwendigen Muskeln zusammen kommen: Die Hand wäre ein unförmiger Klumpen.

Als weitere Kritik wurde genannt, dass die Muskeln, die zwischen den Fingern liegen und somit für ein Auseinander- und Zusammendrücken verantwortlich sind, fehlen.

Außerdem ist der Daumen nicht mit abgebildet. Dieser kann den Fingern gegenübergestellt werden und ermöglicht somit genaues Greifen.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die Streckung des Metallfingers. Am Modell kann man nicht besonders gut den Finger wieder in die gestreckte Position zurückbringen, da der Winkel zwischen Gelenken 90° betrug. An dieser Position ist es schwer, Kraft über die Sehne durch die Ringösen auszuüben, so dass sich der Finger wieder aufrichtet. Bei diesen Versuch ist auch mehrere Male der Draht gerissen. Dieses Modell kann also auch nicht die den Verlauf der Sehnen in den Sehnenscheiden nachstellen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass dieses Modell zu kompliziert und fehlerhaft ist, um in der Schule sinnvoll eingesetzt zu werden. In den unteren Klassenstufen ist es zu schwierig ein Scharniergelenk mit seinen Muskeln darzustellen. In den höheren Klassen ist der Abstraktionsgrad zu hoch, um wirklich auf die Sonderstellung der Hand in der Natur hinzuweisen. Einen Sinn könnte dieses Modell jedoch haben, wenn Schüler dieses selber konstruieren sollen. Dabei muss Fachwissen in ein Abbild umgesetzt werden, was manchmal zum Verständnis des Lernstoffes beitragen kann.

XI. Messungen der Tiefenwahrnehmung durch Augenkonvergenz, Pupillenreaktionen (Alexandra Schmidt, Ulrike Bertermann).

I. Versuche

1. Pupillenreaktion

Material: evtl. Spiegel

Versuchsablauf: Die Schüler bilden Zweiergruppen und beobachten sich gegenseitig (Alternative: jeder Schüler bekommt einen Spiegel und beobachtet sich selbst) .

Ein Schüler der Zweiergruppe hält sich ein Auge zu. Sein Gegenüber beobachtet die Pupillenreaktion des anderen Auges.

Beobachtung: Die Pupille des offenen Auges erweitert sich.

Deutung: Die Pupille des abgedeckten Auges erweitert sich, um den Lichteinfall zu erhöhen. Die Pupillenreaktionen der Augen sind aneinander gekoppelt, auf Grund der Überkreuzung der Sehnerven.

2. Tiefenwahrnehmung

Material: zwei Bleistifte

Versuchsablauf: Die Schüler versuchen die Bleistiftspitzen vor ihren Augen zusammenzuführen -in einem Abstand von ca. 30 cm zum Auge. Beim ersten Mal sollen beide Augen geöffnet sein, beim zweiten Mal soll eins geschlossen werden.

Beobachtung: Mit offenen Augen ist es kein Problem die Bleistiftspitzen zusammenzuführen. Mit nur einem Auge ist es nahezu unmöglich.

Deutung: Zum Räumlichen Sehen braucht man zwei Sinneseindrücke (Bilder von je einem Auge), die im Gehirn zu einem räumlichen Bild verknüpft werden.

II.

Eignung des Versuchs als Einstieg in ein Thema?

-Als Einstieg geeignet. Versuche zeigen Probleme bzw. werfen Fragestellungen auf, die bearbeitet werden können.

Eignung des Versuchs für welche Altersstufe?

-je nach didaktischer Aufbereitung 5.-10. Klasse

Welche Voraussetzungen im Fachlichen Wissen sind erforderlich?

-Keine (ist als Einstiegsversuch möglich)

Welche Überleitung zur folgenden Thematik/Unterrichtseinheit wäre möglich?

-Anatomie des Auges, Sehvorgang, Hell-/Dunkelsehen

Alternativen und ergänzende Versuchsaufbauten?

-Die beiden Bleistifte in ca. 10cm und 40cm Entfernung von Auge halten und die Stifte abwechselnd fixieren.

Der fixierte Stift wird scharf gesehen, der andere unscharf und doppelt.
Siehe Schmidt/Thews „Physiologie des Menschen“ 27. Auflage S..302

III. Camera obscura

Material: Karton (Größe variierbar), schwarze Farbe, Pergamentpapier, Lichtquelle, Stecknadel, Kleber, Schere, Pinsel, Mülleimer

Bau einer Camera obscura:

Der Karton wird innen schwarz ausgemalt. Auf der einen Seite wird ein ca. 1mm großes Loch gestochen. Auf der anderen Seite wird eine beliebig große Fläche ausgeschnitten, über die das Pergamentpapier geklebt wird. (Mattscheibe)
Fertig!

Tips!

*Der Karton muss absolut Lichtundurchlässig sein!

*Man kann sich das Anmalen sparen, indem man sich aus schwarzem Tonkarton eine Kiste bastelt

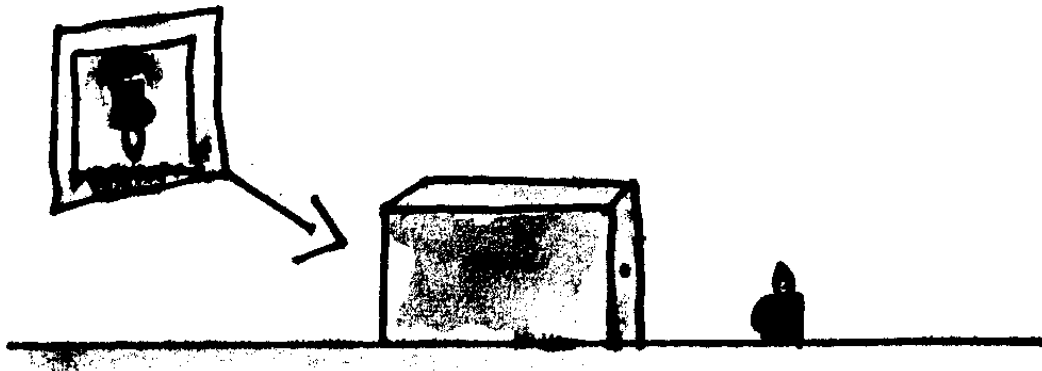
*Man kann sich auch eine Camera aus Holz basteln, dann ist sie stabiler und kann länger benutzt werden

*kein Brotpapier verwenden, auch wenn es billiger ist! Es funktioniert besser mit echtem Pergamentpapier (Brotpapier ist zu grobkörnig)

*Man kann sich Aufsätze mit verschiedenen großen Löchern (Blenden) basteln, dann muss das Loch im Karton grösser sein >mit grösserer Blende wird das Bild auf der Mattscheibe immer unschärfer

Versuch: Es wird eine Lichtquelle z.B. Kerze vor die Öffnung der Lochkamera gestellt. Der Raum muss abgedunkelt sein.

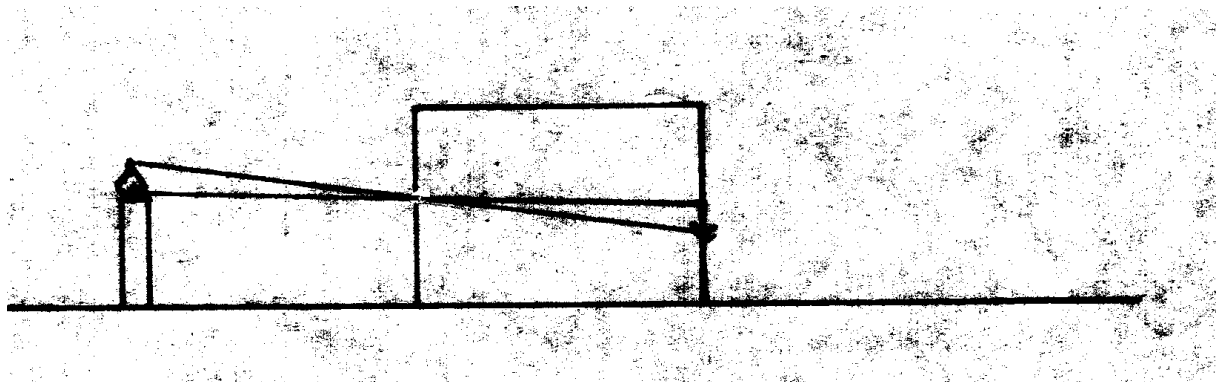
(2.Zeichnung)



Beobachtung: Es erscheint ein spiegelverkehrtes und auf dem Kopf stehendes Bild auf der Mattscheibe.

Deutung:

(3.Zeichnung) Strahlengang in der Camera Obscura



Die Camera obscura kann gut als Einstieg benutzt werden z.B. Analogien zum Auge suchen: Pupille, Glaskörper, Netzhaut

Verdeutlichung von optischen Vorgängen: Bild steht auf dem Kopf und ist spiegelverkehrt (Strahlengänge)

Vergleich mit Kameraauge vom Tintenfisch, Überleitung zum Linsenauge ist möglich (Evolution der Augen)

Altersstufe: ab der 9.Klasse (Viel Physik!)

Die Schüler können sich jeder eine Camera obscura bauen und evtl. mit Photopapier Photos machen (Anleitungen können en masse im Internet gefunden werden)