

Unterrichtseinheit zum Thema Sehen

1. Einführung

In einer Einführungsstunde kann man ansprechen, dass es Lebewesen gelingt, sowohl nahe als auch ferne Gegenstände scharf zu sehen. Vereinfachend wird angenommen, dass das Auge aus einer Linse und einem Schirm – der „Netzhaut“ – besteht, auf dem das Bild aufgefangen wird. Als Modellauge kann die optische Bank oder ein Modell mit fester Linse und Bildweite (z.B. eine Styroporhohlkugel, in die eine Linse eingesetzt und gegenüber Transparentpapier befestigt wurde) dienen.

Mit dem beschriebenen Modell können nur Gegenstände in einer bestimmten Entfernung scharf abgebildet werden. Welche Änderungen an der Anordnung sind nötig, damit unterschiedlich weit entfernte Gegenstände scharf gesehen werden?

Es ergeben sich zwei Möglichkeiten, bzw. eine Kombination dieser beiden Möglichkeiten:

- a) Man variiert die Bildweite und lässt die Brennweite fest, d.h. man verschiebt den Schirm, um ein scharfes Bild zu erhalten.
- b) Die Brechkraft der Linse wird verändert und die Bildweite bleibt konstant.

Die Natur bedient sich beider Möglichkeiten. Die meisten Fische akkommodieren wie in a) beschrieben, der Mensch z.B. wie in b).

Weiterhin werden die Schülerinnen und Schüler darauf hingewiesen, dass viele Menschen Augenfehler haben und deshalb eine Brille tragen und welcher Fehler vorliegt, wenn jemand kurz- oder weitsichtig ist.

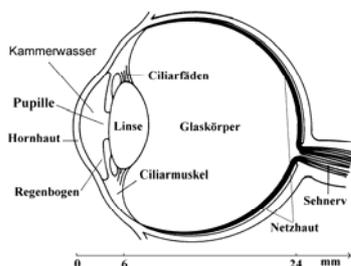
Im Unterricht soll auch behandelt werden, wie ein Augenarzt das Augeninnere beobachten kann.

Die folgenden Lernstationen dienen dazu, dass die Schülerinnen und Schüler eigene Beobachtungen machen, sich Erklärungen suchen und Informationen durcharbeiten. Vor der selbständigen Arbeit mit den Modellen, sollen den Schülerinnen und Schülern die Bestandteile des Modells, insbesondere die veränderbare Linse, demonstriert werden.

2. Lernstationen zu Akkommodationsformen, Fehlsichtigkeiten und Augenspiegel

Bevor die Schülerinnen und Schüler mit der eigentlichen Arbeit an den Stationen beginnen, sollen sie ein Gefühl für den Akkommodationsvorgang bekommen. Dazu werden unterschiedlich weit entfernte Gegenstände durch das Augenmodell betrachtet. Diese Erfahrungen werden an der für sie ersten Station, an der ein Augenmodell mit veränderbarer Linse steht (Stationen 2 – 5), gesammelt. Es ist daher praktisch beliebig, mit welcher Station die Schülerinnen und Schüler anfangen.

Station 1: Aufbau und Funktion des Auges



Anhand eines auseinandernehmbaren Augenmodells und/oder eines Arbeitsblattes nach Bild 1 werden der Aufbau und die Funktion der einzelnen Teile wiederholt, bzw. erklärt.

Bild 1: Aufbau des Auges

Station 2: Bestimmung des Akkommodationsbereichs

Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler herausfinden, in welchem Entfernungsbereich mit Hilfe des Modells ein scharfes Bild aufgefangen werden kann.

Station 3: Welche Ursache hat Kurzsichtigkeit und wie kann sie behoben werden?

Ein weiteres akkommodationsfähiges Augenmodell zeigt die Einschränkungen bei Kurzsichtigkeit auf. Die Überlegungen, welche Ursachen Kurzsichtigkeit haben kann, zeigen auch Korrekturmöglichkeiten auf.

Station 4: Welche Ursache hat Weitsichtigkeit und wie kann sie behoben werden?

Ein weiteres akkommodationsfähiges Augenmodell zeigt die Einschränkungen bei Weitsichtigkeit auf. Die Überlegungen, welche Ursachen Weitsichtigkeit haben kann, zeigen auch Korrekturmöglichkeiten auf.

Station 5: Kann der Mensch auch unter Wasser gut sehen? – Wie sehen Fische?

Diese Fragestellungen wird mit Hilfe des Modells untersucht. Eventuelle Verbesserungsvorschläge lassen Möglichkeiten erkennen, wie Fische akkommodieren.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass eine dicke Linse notwendig und die Akkommodation durch Veränderung des Abstandes Linse – Netzhaut günstig ist, um unter Wasser gut zu sehen.

Station 6: Wie untersucht ein Arzt ein Auge?

Mit Hilfe eines Augenspiegels kann der Augenarzt den Augenhintergrund betrachten. An dieser Station sollen die Schülerinnen und Schüler weiterhin lernen, welche Rückschlüsse über Fehlsichtigkeiten der Augenarzt daraus ziehen kann.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Klassengespräch werden die Ergebnisse der Lernstationen besprochen und zusammenfassend formuliert.

Augenaufbau:

Das Arbeitsblatt erklärt die Bestandteile des Auges und deren Funktion.

Akkommodation:

Beim menschlichen Auge bleibt die Bildweite nahezu konstant. Um bei verschiedenen Gegenstandsweiten scharfe Netzhautbilder zu erreichen, muss deshalb die Brechkraft der Augenlinse verändert werden. Bei nahen Gegenständen muss die Linse „dick“ sein, bei weiter entfernten wird sie „flachgezogen“.

Akkommodationsbereich:

Dies ist der Bereich, in dem durch Akkommodation scharf gesehen werden kann. Kinder z.B. können in einem Bereich zwischen 7 cm und ∞ scharf sehen. Das entspricht einer Akkommodationsbreite von $1/0,07\text{m} - 1/\infty \approx 14$ dpt.

Kurzsichtigkeit:

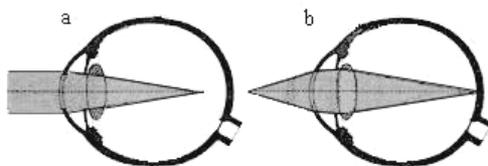


Bild 2: Bildvorlage für ein kurzsichtiges Auge

Bei Kurzsichtigkeit ist das Auge meist zu lang (bzw. die Brechkraft zu groß). Die Akkommodationsfähigkeit reicht bei weit entfernten Gegenständen nicht aus, das scharfe Bild auf der Netzhaut aufzufangen (Bild 2a). Auf geringe Entfernungen kann das kurzsichtige Auge scharf stellen (Bild 2b). Zur Verringerung der Brechkraft muss eine Zerstreuungslinse verwendet werden.

Weitsichtigkeit:

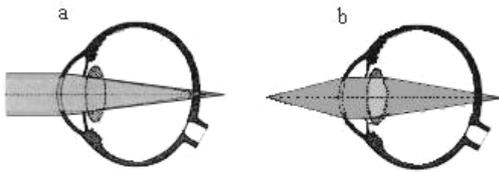


Bild 3: Bildvorlage für eine weitsichtiges Auge

Die Schülerinnen und Schüler werden durch das weitsichtige Augenmodell feststellen, dass weit entfernte Gegenstände relativ scharf und nahe Gegenstände sehr unscharf gesehen werden.

In diesem Fall ist das Augenmodell, bzw. das Auge in der Realität zu kurz (bzw. die Brechkraft zu gering). Deswegen befindet sich die Ebene auf der das scharfe Bild entstehen würde hinter der Netzhaut (Bild 3). Für nahe Gegenstände reicht die Akkommodationsfähigkeit nicht aus. In diesem Fall muss zur Korrektur eine Sammellinse verwendet werden.

Mit Hilfe der Tafeloptik können die Kurz- und die Weitsichtigkeit und ihre Korrektur durch eine Linse demonstriert werden (Bild 4).

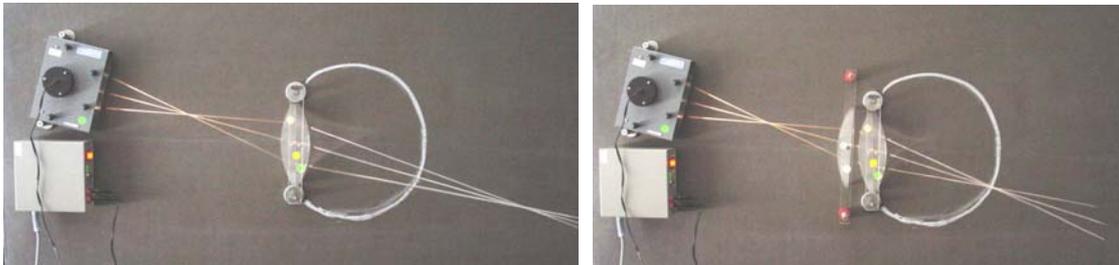


Bild 4: Anordnung zur Demonstration der Weitsichtigkeit und ihre Korrektur durch eine Sammellinse.

Sehen unter Wasser:

Die Brechkraft an der Hornhaut ist unter Wasser viel geringer als in Luft. Die Krümmung der Hornhaut ist daher für die Lichtbrechung bei Fischen ohne große Bedeutung. Deswegen besitzen Fische eine sphärische Linse mit einer hohen Brechkraft. Die Linse ist normalerweise hart und nicht elastisch wie beim Menschen. Es wird akkommodiert, indem der Abstand der Linse zur Netzhaut verändert wird.

Der folgende Demonstrationsversuch kann die starke Reduktion der Brechkraft einer Sammellinse unter Wasser veranschaulichen.

In Bild 4 sind die benutzten Materialien zu sehen:

- Ein Gefäß, fast vollständig mit Wasser gefüllt, in dem eine kleine Menge von Fluorizin das Lichtbündel sichtbar macht,
- eine Taschenlampe als Lichtquelle,
- ein Ring, der die Linse im Gefäß hält,
- eine plankonvexe Sammellinse.

Gut geeignet ist eine Linse mit großem Durchmesser (z. B. >10 cm) und kleiner Brennweite (< 5 cm). Das von der Taschenlampe kommende divergente Lichtbündel geht durch die plankonvexe Sammellinse in das Wasser. Befindet sich die Krümmung der Linse in Luft (Wölbung der Sammellinse nach oben), so ist die Brennkraft groß (Bild 5b). Nun gießt man etwas Wasser nach, so dass die Sammellinse gerade mit Wasser bedeckt ist. Jetzt beobachtet man eine deutliche Verschiebung des Schnittpunkts des Lichtbündels (Bild 5c). Da das Glas der Sammellinse nur eine geringfügig höhere Brechzahl als Wasser hat, ist die Brechkraft der Linse unter Wasser deutlich geringer als in Luft.

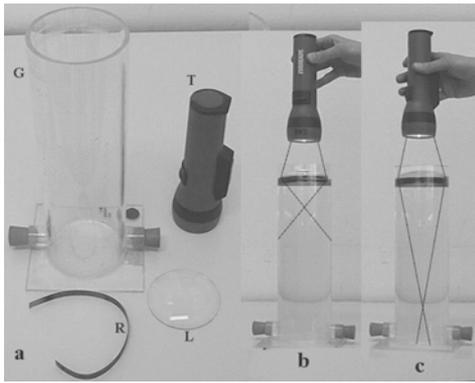


Bild 5: Aufbau des Demonstrationsversuchs zur Reduktion der Brechkraft einer Sammellinse unter Wasser. In a sind die benutzten Materialien dargestellt. In c wird die Brechkraft der Linse von dem darüberliegenden Wasser vermindert und der Lichtkegel wird länger als in b.

Verwendung eines Augenspiegels

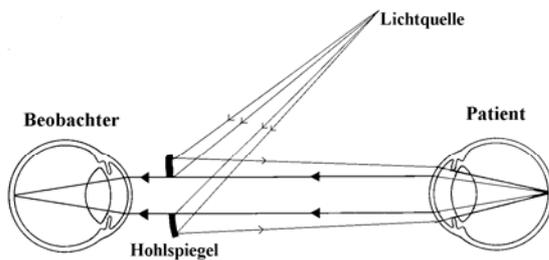


Bild 6: Strahlenverlauf bei Verwendung eines Augenspiegels

Das von dem Augenspiegel reflektierte Licht beleuchtet den untersuchten Augenhintergrund. Der gestreute Lichtanteil kommt durch das zentrale Loch im Augenspiegel zum Beobachteraue. Sind Patient und Beobachter normalsichtig, so sieht der Beobachter ein aufrechtes Bild des Augenhintergrundes des Patienten.

Ist der Patient kurz- oder weitsichtig, so ist das Bild unscharf. Durch Vorhalten verschiedener Linsen kann die Art und der Grad der Fehlsichtigkeit bestimmt werden.

Man kann bei der Zusammenfassung auch darauf hinweisen, dass der Augenspiegel (Ophthalmoskop) 1850 von Helmholtz entdeckt wurde. Mit dieser Entdeckung begann die Entwicklung einer einfachen Untersuchungsmethode, um den Augenhintergrund in ausreichender Vergrößerung direkt beobachten zu können. Heute stellt die moderne Technik komplizierte Geräte und Methoden zur Untersuchung der Augen zur Verfügung. Jedoch ist der Augenspiegel, allerdings mit einigen Modifikationen, als relativ einfaches Untersuchungsgerät noch immer im Gebrauch.

4. Materialangaben zur Vorbereitung des Lernzirkels

Station 1 - Textstation

Textvorlage kopieren (Der Text über das Auge als optisches Instrument ist zum Auslegen an der Station gedacht, das Blatt mit den Bestandteilen des Auges als Kopiervorlage für die Schülerinnen und Schüler.); Augenmodell aus der Biologiesammlung

Station 2 – Akkommodationsbereich

Optische Bank, auf der ein Augenmodell mit veränderbarer Linse und eine Glühlampe befestigt werden. Bei der Wahl der Lampe ist darauf zu achten, dass die Glühwendel gut zu erkennen ist.

Station 3 – Kurzsichtigkeit

Ein Augenmodell mit veränderbarer Linse. Die Spritze ist so eingestellt, dass die Linse beim Herausziehen des Spritzenkolbens nicht dünn genug wird, um auf entfernte Gegenstände fokussieren zu können. Verschiedene Sammellinse- und Zerstreuungslinsen.

Station 4 – Weitsichtigkeit

Ein Augenmodell mit veränderbarer Linse. Die Spritze ist so eingestellt, dass die Linse beim Hineindrücken des Spritzenkolbens nicht dick genug wird, um auf nahe Gegenstände fokussieren zu können. Verschiedene Sammell- und Zerstreuungslinsen..

Station 5 – Sehen unter Wasser

Behälter mit Wasser, Spritze, Schlauch, kontrastreiches Bild, ein Augenmodell mit veränderbarer Linse (der Versuch gelingt besser, wenn man das Bild auf den Overheadprojektor legt und beleuchtet); ein Augenmodell mit veränderbarem Abstand Linse – „Netzhaut“

Station 6 – Beobachtung des Augenhintergrundes

ein Augenmodell mit veränderbarem Abstand Linse – „Netzhaut“

(Der Teil des Versuchs bei dem eine Linse in das Augenmodell eingefügt ist und bei dem die Korrektur von Fehlsichtigkeiten durchgeführt wird, ist etwas schwierig durchzuführen. Daher empfehlen wir, je nach Situation in der Klasse, gegebenenfalls Teile des Versuchs zu streichen.)

Bauanleitung für die Modelle

Modell mit veränderbarer Linse

Als Augenkörper dienen zwei durchsichtige Plastikhalbkugeln, die in Bastel- und Dekorationsgeschäften erhältlich sind. Für die Station 5 (Sehen unter Wasser) ist eine Kugel mit Durchmesser 10 cm zweckmäßig und für die anderen Stationen Kugeln mit Durchmesser von 12 cm. In die eine Hälfte bohrt man mit einem Kronenbohrer ein Loch von etwa 2,5 cm. Die Innenseite der Halbkugel wird mit schwarzer Farbe angestrichen. Hinter die Öffnung wird eine Plastiklinse mit einer Brechkraft von etwa 5 dpt geklebt. Diese entspricht der brechenden Hornhaut. Durch eine weitere Bohrung mit einem Durchmesser von etwa 0,5 cm (schräg bohren!) wird der Schlauch der Gummilinse nach außen geführt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Gummilinse parallel zur Plastiklinse steht! In der Mitte der zweiten Halbkugel wird an der Innenseite ein Bereich von etwa 5 cm Durchmesser mit sehr feinem Sandpapier aufgeraut. Dieser Teil wirkt als Mattscheibe, auf der das Bild beobachtet werden kann. Der andere Teil der Innenseite wird mit schwarzer Farbe angestrichen. Wenn man will, kann man die Außenseite (natürlich außer Linse und Mattscheibe) mit weißer Farbe anstreichen und mit Filzstift Blutgefäße andeuten.

Plastiklinsen erhält man preiswert bei der Versandfirma OPITEC, (Tel. 09334-941111, Fax: 09334-941194, www.opitec.de)



Bild 7: Augenmodell mit akkommodationsfähiger Linse
a) Augenmodell offen, b) Augenmodell geschlossen mit Spritze

Bau der Gummilinse

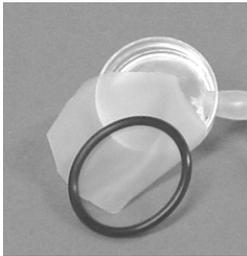


Bild 8: Teile der Linse

Eine sehr einfache Gummilinse kann auf folgende Weise gebaut werden: In eine Schale aus Plastik (Petri-Schale o.ä.) mit Durchmesser von etwa 3,5 cm wird seitlich ein Loch gebohrt, in das ein Stück Plastikrohr oder fester Schlauch eingeklebt wird. Über die offenen Seite der Schale wird ein Stück durchsichtiger Luftballon (oder Kondom) gelegt und mit einem Dichtungsring straff festgezogen. Durch Einpressen von Wasser (Luftblasen entfernen!) verändert sich die Wölbung der Linse. Dazu wird eine Insulinspritze (1ml) verwendet.

Zur Demonstration der veränderlichen Brechkraft kann man das Schlauchstück in eine Bohrung in einem Schraubverschluss einer Plastikflasche einkleben. Die Plastikflasche wird mit Wasser gefüllt und die Linse aufgeschraubt (möglichst unter Wasser nach Entfernen aller Luftblasen). Durch Pressen der Flasche wird Wasser in die Linse gedrückt.

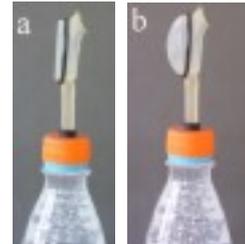


Bild 9: Veränderung der Brechkraft durch Drücken auf die Flasche

Augenmodell mit veränderbarem Abstand Linse – „Netzhaut“

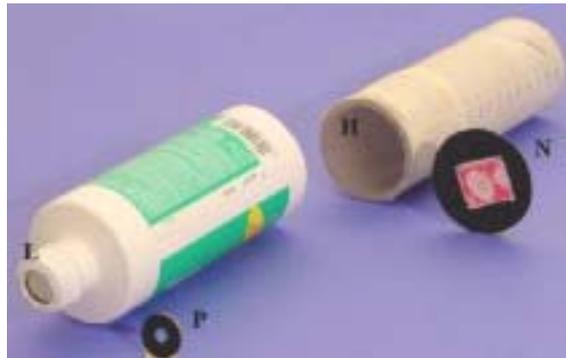


Bild 10: Augenmodell mit veränderlichem Abstand Linse - Netzhaut

Dieses Augenmodell besteht aus einer Plastikflasche mit Schraubverschluss, deren Durchmesser 6 cm oder größer ist. Gut geeignet sind Flaschen mit Spritzverschluss (z.B. für Aufbewahrungsflüssigkeiten von Kontaktlinsen). Die Spitze wird soweit abgeschnitten, dass eine Plastiklinse mit 1,5 cm Durchmesser (Brennweite 6,5 cm) mittels eines Gummiabdichtungsringes straff hineingedrückt werden kann. Bei Bedarf kann mit etwas Knete zusätzlich abgedichtet werden. Die Innenseite der Plastikflasche sollte schwarz angestrichen werden, um Streuungslicht zu eliminieren und den Kontrast zu verbessern.

Außerdem benötigt man noch ein Papprohr. Es ist an einem Ende mit transparentem Papier verschlossen, auf dem das Bild aufgefangen wird und das die Netzhaut darstellt. Bei der Wahl des Rohres ist darauf zu achten, dass es gut in die Plastikflasche passt.

Zur Beobachtung des Augenhintergrundes wird bei dieser Modellvariante das Transparentpapier mit schwarzem Tonpapier beklebt, auf das ein kontrastreiches Bild befestigt wird, das den zu beobachtenden Augenhintergrund darstellt.

Es folgen die Vorschläge für die Arbeitsanweisungen an den Stationen.

Station 1 – Aufbau des menschlichen Auges

An dieser Station sollst du dich über den Aufbau des Auges und die Funktion der einzelnen Bestandteile informieren. Lies dazu den Text aufmerksam durch und betrachte die Bestandteile am Augenmodell.

Beschreibe mit eigenen Worten (Überschrift: *Das Auge als optisches Instrument*), unter Verwendung der notwendigen, physikalischen und biologischen Fachbegriffe

- a) den Aufbau des Auges,
- b) die Bildentstehung auf der Netzhaut und
- c) wie es das Auge schafft, unterschiedlich weit entfernte Gegenstände scharf abzubilden.

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Übernimm nur diese in dein Heft und erkläre kurz, warum du sie für richtig hältst! Korrigiere die falschen Aussagen und übernimm auch diese in dein Heft!

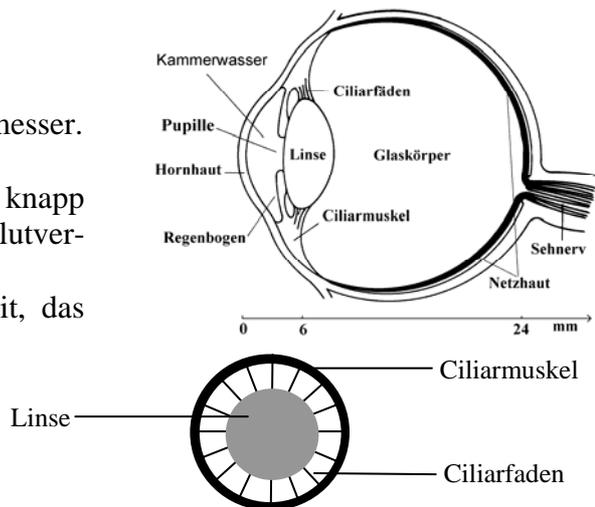
- Der Abstand Linse – Netzhaut entspricht stets der Brennweite.
- Der Abstand Linse – Netzhaut entspricht stets der Bildweite.
- Bildweite und Brennweite sind beim Auge identisch.
- Bei Sonnenschein ist die Pupillenöffnung groß.
- Zur Betrachtung naher Gegenstände muss die Brechkraft des Auges vergrößert werden.
- Zur Betrachtung naher Gegenstände muss der Ciliarmuskel angespannt werden.
- Zur Betrachtung naher Gegenstände müssen die Ciliarfäden angespannt werden.
- Zur Betrachtung entfernter Gegenstände muss die Linse flachgezogen werden.

Das Auge als optisches Instrument

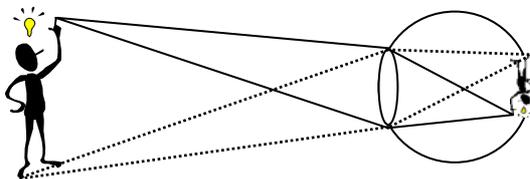
Das Auge ist eine Kugel von ca. 24 mm Durchmesser.

Bestandteile des Auges:

- vordere Hornhaut (Kornea): Sie ist knapp einen Millimeter dick, hat keine eigene Blutversorgung und ist völlig durchsichtig.
- Augenkammer: Sie enthält eine Flüssigkeit, das Kammerwasser.
- Regenbogenhaut: In ihrer Mitte befindet sich ein kreisrundes Loch (Pupille). Die Größe der Pupille bestimmt, wie viel Licht in das Auge gelangt.
- elastische Linse: Sie ist durch ein System feinsten Fäserchen am Ciliarmuskel aufgehängt. Der Ciliarmuskel ist ein Ringmuskel. Ist er entspannt, so sind die Ciliarfäden gespannt und die Linse wird flachgezogen. Wird er angespannt, so verdickt sich die Linse.
- Glaskörper: Er füllt den Augapfelraum aus.
- Netzhaut (Retina): Sie kleidet die hintere, innere Oberfläche des Auges aus. In die Retina sind zwei Typen von Lichtsinneszellen eingelagert: die länglicheren Stäbchen und die etwas kürzeren, dickeren Zapfen (nicht Zäpfchen!). Zapfen sind für das Farbsehen, Stäbchen für das Helldunkel- und Kontrastsehen verantwortlich.



Bildentstehung im Auge



Das von einem Gegenstandspunkt kommende, in das Auge fallende Lichtbündel wird durch die Brechkraft des Auges in einem Bildfleck auf der Netzhaut zusammengeführt. Die äußere Oberfläche der Hornhaut trägt wegen ihres Überganges zur Luft den wesentlichsten Teil zur Brechkraft

des Auges bei.

Die Brechkraft kann durch verschiedene Faktoren verändert werden:

- einerseits durch die unterschiedliche Krümmung der Augenlinse durch den Ciliarmuskel (Akkommodation),
- andererseits durch die Kraft der äußeren Muskeln, die zu einer ellipsoiden Deformierung der ganzen Augenkugel, d.h. auch der Hornhaut, führen kann.

Die durch das Licht übertragenen Informationen werden auf der Netzhaut in elektrische Impulse umgewandelt und über Nervenbahnen an das Gehirn weitergeleitet, analysiert und interpretiert.

Akkommodation

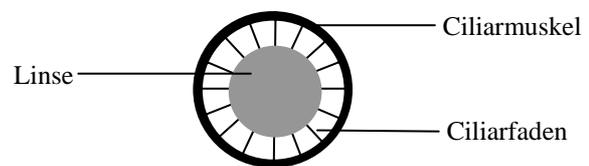
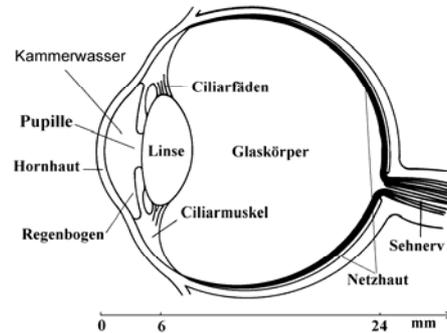
Bei völliger Entspannung ist das normalsichtige Auge auf die Ferne scharf gestellt. Werden nähere Objekte angeschaut, dann werden die Grenzflächen der Linse durch Kontraktion der Ciliarmuskeln (Ringmuskeln) gewölbt. Der Durchmesser des Ciliarmuskels wird bei Kontraktion kleiner, der Zug der Ciliarfäden auf die Linse wird schwächer, so dass sich die elastische Linse verdicken kann, wodurch sich die Brechkraft vergrößert. Auf diese Weise können Objekte in unterschiedlichen Abständen scharf gesehen werden.

Bestandteile des Auges

Das Auge ist eine Kugel von ca. 24 mm Durchmesser.

Bestandteile des Auges:

- vordere Hornhaut (Kornea): Sie ist knapp einen Millimeter dick, hat keine eigene Blutversorgung und ist völlig durchsichtig.
- Augenkammer: Sie enthält eine Flüssigkeit, das Kammerwasser.
- Regenbogenhaut: In ihrer Mitte befindet sich ein kreisrundes Loch (Pupille). Die Größe der Pupille bestimmt, wie viel Licht in das Auge gelangt.
- elastische Linse: Sie ist durch ein System feinsten Fäserchen am Ciliarmuskel aufgehängt. Der Ciliarmuskel ist ein Ringmuskel. Ist er entspannt, so sind die Ciliarfäden gespannt und die Linse wird flachgezogen. Wird er angespannt, so verdickt sich die Linse.
- Glaskörper: Er füllt den Augapfelraum aus.
- Netzhaut (Retina): Sie kleidet die hintere, innere Oberfläche des Auges aus. In die Retina sind zwei Typen von Lichtsinneszellen eingelagert: die länglicheren Stäbchen und die etwas kürzeren, dickeren Zapfen (nicht Zäpfchen!). Zapfen sind für das Farbsehen, Stäbchen für das Helldunkel- und Kontrastsehen verantwortlich.



Station 2 – Akkommodationsbereich

1. Wenn du den folgenden, ersten Teil der Aufträge dieser Station schon an einer anderen Station erledigt hast, dann bearbeite nur den zweiten Teil.

Du findest an dieser Station ein Augenmodell, das akkommodieren kann, d.h. für unterschiedliche Gegenstandsweiten scharfe Bilder auf der Netzhaut erzeugen kann.

Erklärung des Modells:

Der größte Teil der Brechung erfolgt beim menschlichen Auge an der Grenzfläche Luft – Hornhaut. Diese Brechung wird beim Augenmodell durch die Plastiklinse in der Pupillenöffnung erreicht. Im Inneren des Modells befindet sich eine weitere Linse, deren Krümmung sich durch Herausziehen, bzw. Hineinschieben des Kolbens an der Spritze verändern lässt. Der matte Bereich des Augenmodells stellt die Netzhaut dar.

Wähle weit entfernte und nahe Gegenstände aus (z.B. einen Baum und das Blatt Papier auf deinem Tisch) und versuche, ob du ein scharfes Bild auf der Netzhaut des Augenmodells erhältst.

Beschreibe deine Beobachtungen und versuche sie physikalisch zu erklären.

Überschrift: *Die Akkommodationsfähigkeit des menschlichen Auges*



2.

Wenn du einen Gegenstand ganz nah vor deine Augen hältst (z.B. 5 cm) wirst du feststellen, dass du ihn nicht mehr scharf sehen kannst. Auf so nahe Gegenstände ist die Akkommodationsfähigkeit des menschlichen Auges nicht ausgelegt. Der Bereich in dem das Auge auf unterschiedlich weit entfernte Gegenstände scharf stellen kann, heißt Akkommodationsbereich.

Diesen sollst du nun für das Augenmodell bestimmen:

Am Ende der optischen Bank befindet sich eine Lampe, die durch das Modell betrachtet werden soll. Bringe nun das Modell ganz nah an den Gegenstand.

Überlege dir, ob zur Beobachtung naher Gegenstände die Linse dick oder dünn sein muss, und ziehe entsprechend den Kolben aus der Spritze so weit wie möglich heraus oder drücke ihn so weit wie möglich hinein.

Entferne nun langsam das Augenmodell von dem beleuchteten Gegenstand, bis du auf der „Netzhaut“ ein scharfes Bild erkennst. Notiere nun den Abstand zum Gegenstand.

Überschrift: *Der Akkommodationsbereich*

Formuliere dazu einen Satz, er könnte folgendermaßen lauten: *Mit dem Augenmodell können Gegenstände ab einer Entfernung von ... scharf gesehen werden.*

Überlege dir nun, wie du vorgehen musst, um den größtmöglichen Abstand herauszufinden, in dem dieser Gegenstand gerade noch scharf gesehen werden kann. Ermittle auch diesen (er ist leider nicht sehr genau feststellbar) und halte dein Ergebnis fest.

Nun hast du den Akkommodationsbereich des Augenmodells bestimmt.

Station 3 - Kurzsichtigkeit

1. Wenn du den folgenden, ersten Teil der Aufträge dieser Station schon an einer anderen Station erledigt hast, dann bearbeite nur den zweiten Teil.

Du findest an dieser Station ein Augenmodell, das akkommodieren kann, d.h. für unterschiedliche Gegenstandsweiten scharfe Bilder auf der Netzhaut erzeugen kann.

Erklärung des Modells:

Der größte Teil der Brechung erfolgt beim menschlichen Auge an der Grenzfläche Luft – Hornhaut. Diese Brechung wird beim Augenmodell durch die Plastiklinse in der Pupillenöffnung erreicht. Im Inneren des Modells befindet sich eine weitere Linse, deren Krümmung sich durch Herausziehen, bzw. Hineinschieben des Kolbens an der Spritze verändern lässt. Der matte Bereich des Augenmodells stellt die Netzhaut dar.

Wähle weit entfernte und nahe Gegenstände aus (z.B. einen Baum und das Blatt Papier auf deinem Tisch) und versuche, ob du ein scharfes Bild auf der Netzhaut des Augenmodells erhältst.

Beschreibe deine Beobachtungen und versuche sie physikalisch zu erklären.

Überschrift: *Die Akkommodationsfähigkeit des menschlichen Auges*

2. Wenn du schon an Station 4 warst, dann bearbeite die Aufgaben der Station 3b. Wenn nicht, bearbeite folgende Aufgabe!

An dieser Station sollst du lernen, welchen Fehler die Augen kurzsichtiger Menschen haben und welche Eigenschaften eine Brille haben muss, damit kurzsichtige Personen wieder gut sehen können.

Bei dem Augenmodell an dieser Station ist der Akkommodationsbereich eingeschränkt. Achte darauf, dass du den Kolben der Spritze nicht aus der Spritze heraus ziehst!

Überprüfe mit dem Modell, ob man nahe oder weit entfernte Gegenstände sehr schlecht sieht!

Betrachte nun einen weit entfernten Gegenstand und halte verschiedene Sammell- und Zerstreuungslinsen davor. Bei welcher Linsenart verbessert sich das Bild?

Wird durch diese Linsenart die Brechkraft insgesamt erhöht oder erniedrigt?

Rückt der Bildpunkt näher an die Linse heran, oder entfernt er sich durch die zusätzliche Linse?

Damit wir ein scharfes Bild sehen, muss der Bildpunkt auf der Netzhaut liegen.

Wo liegt nach deinen Überlegungen der Bildpunkt eines kurzsichtigen Auges?

Ist demnach das kurzsichtige Auge zu lang oder zu kurz?

Halte nun die gefundenen Ergebnisse in deinem Heft fest:

Überschrift: *Kurzsichtigkeit*

Schreibe zu folgenden Punkten je einen Satz und versuche deine Ergebnisse zu begründen:

- Welche Gegenstände werden bei Kurzsichtigkeit unscharf gesehen, nahe oder entfernte?
- Welche Linsenart korrigiert Kurzsichtigkeit?
- Welcher Fehler liegt bei Kurzsichtigkeit vor?

Station 3b - Kurzsichtigkeit

Diese Aufgaben sind nur zu bearbeiten, wenn du schon an Station 4 warst!

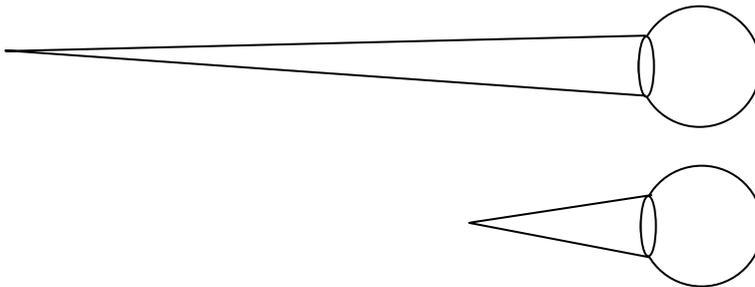
Da du bereits weißt, welcher Fehler bei Weitsichtigkeit vorliegt, kannst du dir vielleicht denken, welchen Fehler ein kurzsichtiges Auge aufweist und durch welche Linsenart dieser Fehler korrigiert werden kann.

Notiere deine Überlegungen unter der Überschrift *Kurzsichtigkeit*. Der Text soll beinhalten, ob nahe oder weit entfernte Gegenstände gut, bzw. unscharf gesehen werden, welche Linsenart Kurzsichtigkeit korrigiert und welcher Fehler bei einem kurzsichtigen Auge vorliegt.

Überprüfe deine Theorie mit Hilfe des Augenmodells. In diesem ist der Akkommodationsbereich entsprechend eines kurzsichtigen Auges eingeschränkt.

Bestätige im Versuch auch, dass du dich für die richtige Linsenart zur Korrektur entschieden hast.

Übernimm die beiden folgenden Zeichnungen in dein Heft und vervollständige jeweils das Lichtbündel!



Station 4 - Weitsichtigkeit

1. Wenn du den folgenden, ersten Teil der Aufträge dieser Station schon an einer anderen Station erledigt hast, dann bearbeite nur den zweiten Teil.

Du findest an dieser Station ein Augenmodell, das akkommodieren kann, d.h. für unterschiedliche Gegenstandsweiten scharfe Bilder auf der Netzhaut erzeugen kann.

Erklärung des Modells:

Der größte Teil der Brechung erfolgt beim menschlichen Auge an der Grenzfläche Luft – Hornhaut. Diese Brechung wird beim Augenmodell durch die Plastiklinse in der Pupillenöffnung erreicht. Im Inneren des Modells befindet sich eine weitere Linse, deren Krümmung sich durch Herausziehen, bzw. Hineinschieben des Kolbens an der Spritze verändern lässt. Der matte Bereich des Augenmodells stellt die Netzhaut dar.

Wähle weit entfernte und nahe Gegenstände aus (z.B. einen Baum und das Blatt Papier auf deinem Tisch) und versuche, ob du ein scharfes Bild auf der Netzhaut des Augenmodells erhältst.

Beschreibe deine Beobachtungen und versuche sie physikalisch zu erklären.

Überschrift: *Die Akkommodationsfähigkeit des menschlichen Auges*

2. Wenn du schon an Station 3 warst, dann bearbeite die Aufgaben an Station 4b. Wenn nicht, bearbeite folgende Aufgabe!

An dieser Station sollst du lernen, welchen Fehler die Augen weitsichtiger Menschen haben und welche Eigenschaften eine Brille haben muss, damit weitsichtige Personen wieder gut sehen können.

Bei dem Augenmodell an dieser Station ist der Akkommodationsbereich des Auges eingeschränkt.

Überprüfe mit dem Modell, ob man nahe oder weit entfernte Gegenstände sehr schlecht sieht!

Betrachte nun einen nahen Gegenstand und halte verschiedene Sammell- und Zerstreuungslinsen davor. Bei welcher Linsenart verbessert sich das Bild?

Wird durch diese Linsenart die Brechkraft insgesamt erhöht oder erniedrigt?

Rückt der Bildpunkt näher an die Linse heran, oder entfernt er sich durch die zusätzliche Linse?

Damit wir ein scharfes Bild sehen, muss der Bildpunkt auf der Netzhaut liegen.

Wo liegt nach deinen Überlegungen der Bildpunkt eines weitsichtigen Auges?

Ist demnach das weitsichtige Auge zu lang oder zu kurz?

Halte nun die gefundenen Ergebnisse in deinem Heft fest:

Überschrift: *Weitsichtigkeit*

Schreibe zu folgenden Punkten je einen Satz und versuche deine Ergebnisse zu begründen:

- Welche Gegenstände werden bei Weitsichtigkeit unscharf gesehen, nahe oder entfernte?
- Welche Linsenart korrigiert Weitsichtigkeit?
- Welcher Fehler liegt bei Weitsichtigkeit vor?

Station 4b – Weitsichtigkeit

Diese Aufgaben sind nur zu bearbeiten, wenn du schon an Station 3 warst!

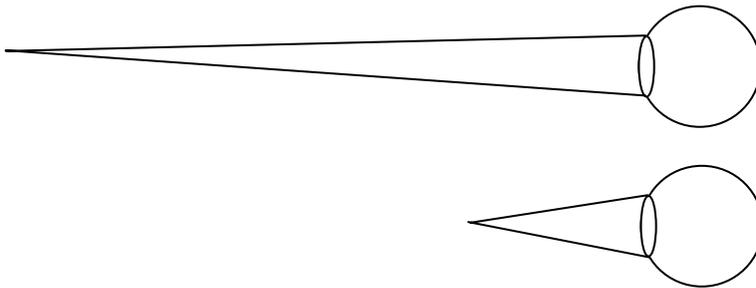
Da du bereits weißt, welcher Fehler bei Kurzsichtigkeit vorliegt, kannst du dir vielleicht denken, welchen Fehler ein weitsichtiges Auge aufweist und durch welche Linsenart dieser Fehler korrigiert werden kann.

Notiere deine Überlegungen unter der Überschrift *Weitsichtigkeit*. Der Text soll beinhalten, ob nahe oder weit entfernte Gegenstände gut, bzw. unscharf gesehen werden, welche Linsenart Weitsichtigkeit korrigiert und welcher Fehler bei einem weitsichtigen Auge vorliegt.

Überprüfe deine Theorie mit Hilfe des Augenmodells. In diesem Fall ist der Akkommodationsbereich entsprechend eines weitsichtigen Auges eingeschränkt.

Bestätige im Versuch auch, dass du dich für die richtige Linsenart zur Korrektur entschieden hast.

Übernimm die beiden folgenden Zeichnungen in dein Heft und vervollständige jeweils das Lichtbündel!



Station 5 – Sehen unter Wasser

1. Wenn du den folgenden, ersten Teil der Aufträge dieser Station schon an einer anderen Station erledigt hast, dann bearbeite nur den zweiten Teil.

Du findest an dieser Station ein Augenmodell, das akkomodieren kann, d.h. für unterschiedliche Gegenstandsweiten scharfe Bilder auf der Netzhaut erzeugen kann.

Erklärung des Modells:

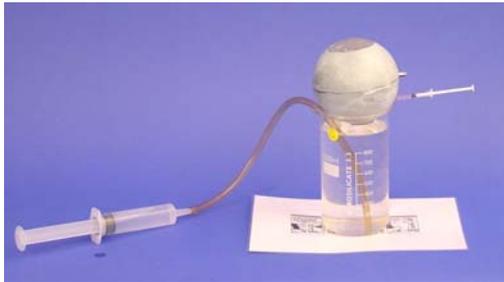
Der größte Teil der Brechung erfolgt beim menschlichen Auge an der Grenzfläche Luft – Hornhaut. Diese Brechung wird beim Augenmodell durch die Plastiklinse in der Pupillenöffnung erreicht. Im Inneren des Modells befindet sich eine weitere Linse, deren Krümmung sich durch Herausziehen, bzw. Hineinschieben des Kolbens an der Spritze verändern lässt. Der matte Bereich des Augenmodells stellt die Netzhaut dar.

Wähle weit entfernte und nahe Gegenstände aus (z.B. einen Baum und das Blatt Papier auf deinem Tisch) und versuche, ob du ein scharfes Bild auf der Netzhaut des Augenmodells erhältst.

Beschreibe deine Beobachtungen und versuche sie physikalisch zu erklären.

Überschrift: *Die Akkommodationsfähigkeit des menschlichen Auges*

2.



Lege ein beschriebenes Blatt Papier unter den Behälter mit Wasser und versuche den Text auf der Netzhaut des Augenmodells zu lesen. Zu Beginn des Versuchs befindet sich die Plastiklinse über dem Wasser in Luft. Kannst du die Dicke der veränderbaren Linse so anpassen, dass du ein scharfes Bild siehst? Fülle nun über die zweite Spritze Wasser in den Behälter, so dass sich die Plastiklinse des Augenmodells nun

im Wasser befindet. Kannst du jetzt den Text lesen?

Versuche in zwei, drei Sätzen zu erklären, was du beobachtet hast.

Überlege dir, wie das Auge verbessert werden könnte, damit man unter Wasser gut sehen kann und schreibe deine Theorien auf. Überschrift: *Sehen unter Wasser*

Hast du eine Idee, welche Besonderheiten die Augen von Fischen haben?

Der obige Versuch zeigte, dass die Veränderung der Dicke der Linse unter Wasser nicht ausreicht, um ein scharfes Bild zu erhalten. Zu Beginn des Unterrichts über das Auge habt ihr eine weitere Möglichkeit kennen gelernt, um Gegenstände scharf abzubilden. Fische akkomodieren auf diese Weise.

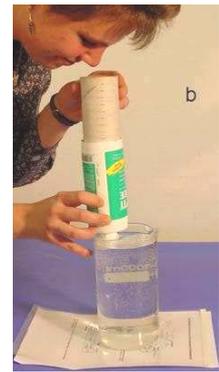
Welche Möglichkeit war das?

Schreibe die Antwort in dein Heft. Der Satz könnte so beginnen:

Fische sehen unter Wasser scharf, weil sie akkomodieren, indem sie

Bitte wenden!

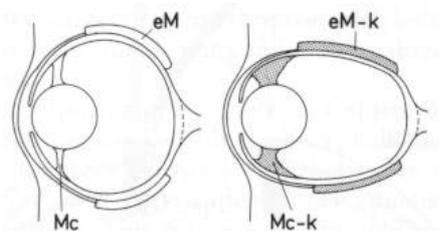
Der folgende Versuch wird dies zeigen. Das Augenmodell besteht in diesem Fall aus einer Plastikflasche, in deren Schraubverschluss eine Linse eingelegt wurde. Die „Netzhaut“ ist das Transparentpapier, das ein Ende des Papprohres verschließt und sich in der Plastikflasche hin und her bewegen lässt.



Lege die Folie unter das Glas, fülle es mit Wasser und versuche in unterschiedlichen Tiefen ein scharfes Bild auf die „Netzhaut“ zu bekommen. Übernimm folgenden Satz in dein Heft und ergänze ihn!
Je näher der Gegenstand am Augenmodell ist, desto ist der Abstand von der Linse zur Netzhaut.

Die folgenden Bilder zeigen dir, wie z.B. ein Tintenfisch und ein Haifisch akkomodieren.

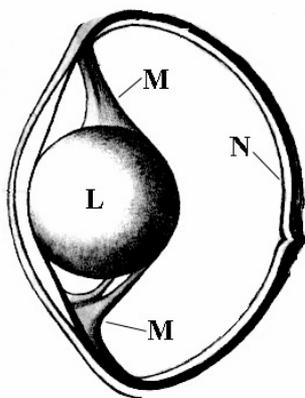
Tintenfischauge:



- (a) entspanntes Auge: Gegenstände in geringer Entfernung werden scharf gesehen. Die Muskeln (eM und Mc) sind entspannt.
- (b) Durch Kontraktion der Muskeln vergrößert sich der Abstand Linse – Netzhaut. Können nun noch nähere Gegenstände oder weit entfernte scharf wahrgenommen werden?

Auge eines Haifisches:

Durch die Kontraktion der Muskeln M wird der Abstand der Linse L von der Netzhaut N ver-



ändert.

Station 6 – Beobachtung des Augenhintergrundes

An dieser Station dürft ihr euch als Augenärzte versuchen. Um entscheiden zu können, ob ein Auge gesund ist, muss der Augenarzt die Netzhaut betrachten. Bei dem Modell entspricht das Bild, das an einem Ende des Papprohres befestigt ist, der Netzhaut. Das Loch im Schraubverschluss der Plastikflasche entspricht der Pupille.

Beobachtung des Bildes auf der Netzhaut

Stelle einen Abstand Loch-Bild von etwa 8-10 cm ein. Versuche nun das Bild durch das Loch zu betrachten. Du kannst zum Beleuchten eine Taschenlampe benutzen.

Kannst du das Bild auf der Netzhaut gut sehen? Notiere deine Beobachtung unter der Überschrift *Beobachtung des Augenhintergrundes!*

Verwendung eines Augenspiegels



Benütze jetzt zur Beobachtung einen Spiegel, bei dem auf der Rückseite ein kleines Loch in die Spiegelschicht gekratzt wurde, das den Durchgang von Licht in das Auge ermöglicht. Ist das Bild auf der Netzhaut jetzt besser zu sehen? Notiere deine Beobachtungen!

Ergänze jetzt das Augenmodell durch eine Sammellinse, indem du diese in den Schraubverschluss einlegst.

Schaue durch die Linse und stelle das innere Rohr so ein, dass du das Bild scharf sehen kannst. Beobachte jetzt noch einmal den Hintergrund des Augenmodells mit Hilfe des Augenspiegels (das ist genauso, als ob die Augenärzte ein lebendes Auge untersuchen würden). Beschreibe deine Beobachtung!

Verschiebe jetzt das innere Rohr und beobachte wieder mit dem Augenspiegel den Hintergrund. Beschreibe deine Beobachtung!

Halte sowohl bei großem, als auch bei kleinem Abstand Linse – „Netzhaut“ verschiedene Sammel- und Zerstreuungslinsen vor die Linse des Augenmodells und beobachte den Hintergrund.

Notiere, was du beobachtest?