

**Neue Unterrichtsformen im naturwissenschaftlichen
Unterricht der Realschule**

Selbsttätiges Lernen:

Auge, Bau und Leistung eines Sinnesorgans

**Erhard Mathias
Eichendorff Realschule
Frauenstraße 16
72762 Reutlingen**

06.02.96

veröffentlicht:

1. Oberschulamt Tübingen, Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Realschule, Heft 1997
2. Schroedel Verlag Hannover: Kurzfassung „Leistungen der Augen“ Experim. Lernzirkel

Selbsttätiges Lernen: Auge, Bau und Leistung eines Sinnesorgans

Allgemeines: Im Bildungsplan der Realschule heißt es in der LPE 9.2: *Wahrnehmen, Erkennen, Handeln* beim Thema **Bau und Leistungen eines Sinnesorgans** als Hinweis: "Schülerversuche". Dieser Forderung wurde im Hinblick auf die Suche nach neuen Unterrichtsformen nachgegangen. Im Folgenden wird der im Unterricht erprobte Vorschlag gemacht, das Thema **Auge** in verschiedenen handlungsorientierten Vorgehensweisen durch die Schüler und Schülerinnen selbsttätig erarbeiten zu lassen. Die Lehrperson nimmt sich dabei weitgehend zurück in die Rolle des Koordinierens und Materialbeschaffens. Fazit: Besonders bei schwierigen Klassen, bei denen lehrerzentrierte Unterrichtsformen kaum noch durchführbar sind, stellt sich ein hoher Grad von Arbeitsmotivation ein. Auch die in einem abschließenden Test erbrachten Ergebnisse lagen zumindest nicht unter denen vorangegangener Jahrgänge.

Vorgeschlagene Vorgehensweise:

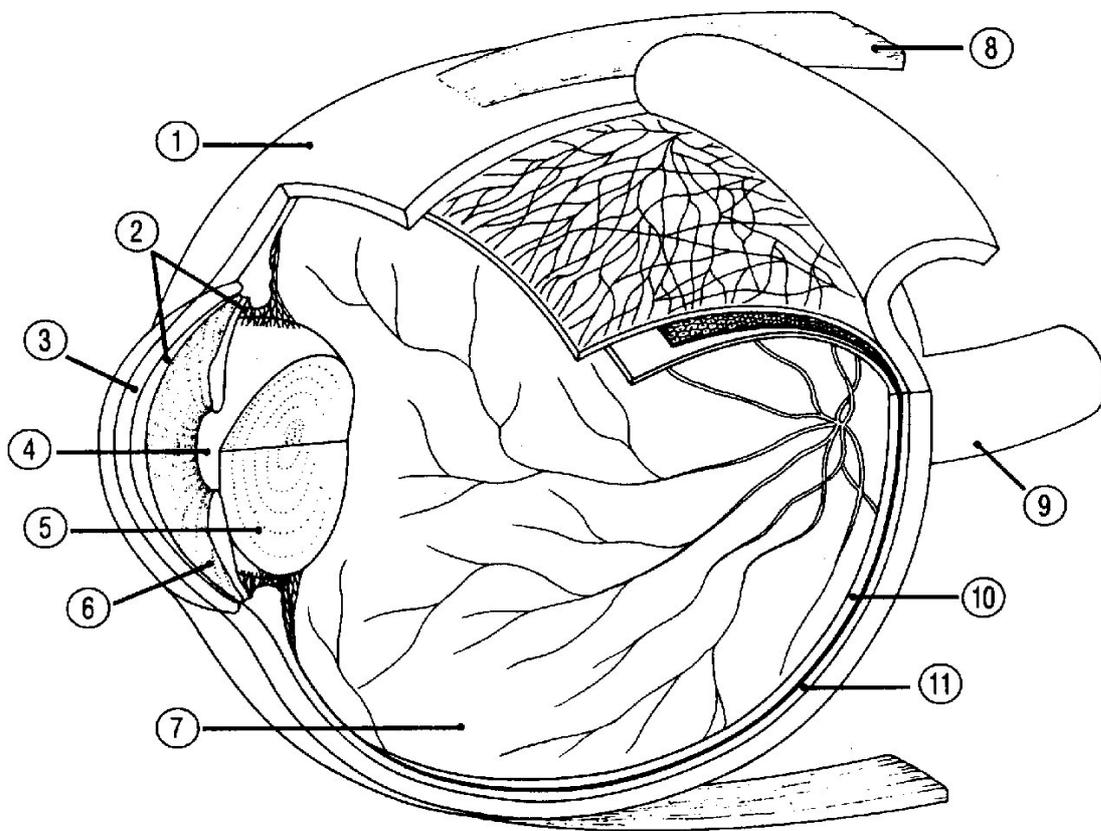
<i>Thema</i>	<i>Methode</i>	<i>Arbeitsmaterial</i>	<i>Zeitaufwand</i>
1. Bau und Funktion des Auges	-Arbeitsauftrag	-Arbeitsblatt 1 -Augenmodell, zerlegbar -Schülerbuch	1 Stunde
2. Optik des Auges und Sehfehler	-arbeitsgleiche Schülerversuche in Gruppen	-Arbeitsblatt 2 und 3 -Funktionsmodelle nach Bischof, für 5 Gruppen -Teelichter -Mattglas/Butterpapier	2 Stunden (möglichst fächerverb. mit Physik)
3. Präparation Rinderauge	-präparative Gruppenarbeit -alternativ: Arbeit am Modell	-Arbeitsblatt 4 -Rinderaugen	1-2 Stunden (evtl. mit Thema 4 tauschen)
4. Was leisten meine Augen?	-experimenteller Lernzirkel	-Arbeitsblatt 5 -10 Stationen	1-2 Stunden
5. Kreuzworträtsel	-Partnerarbeit	-Arbeitsblatt 6	15-20 Min.

Der Versuchung, die Augenpräparation zeitlich vorzuziehen sollte nicht nachgegeben werden, um u.a. Aversionen diesbezüglich durch Sachkenntnis abklingen zu lassen. Es sollte über eine Präparation abgestimmt werden und ggf. alternative Arbeit am Modell in einem Nebenraum ermöglicht werden.

Arbeitsblatt 1: *Bau und Funktion des Auges*

Arbeitsauftrag:

1. Beschriftet in eurer Arbeitsgruppe mit Hilfe des Biologie-Buches die nummerierten Bauteile des Auges der Schnittzeichnung!
2. Lest den dazugehörigen Text im Biologie-Buch und tragt die entsprechenden Aufgaben stichwortartig in die rechte Spalte ein!
3. Überprüft im Gruppengespräch an einem zerlegbaren Augenmodell eure Kenntnisse!



	Name	Aufgabe	
①			⑦
②			⑧
③			⑨
④			⑩
⑤			⑪
⑥			

Arbeitsblatt 2: *Optik des Auges, Experimente mit dem Funktionsmodell "Auge"*

Zuerst durchlesen! Modell- Beschreibung: (=Kurzbezeichnung im Experiment)

- abnehmbarer Deckel mit kleinem Loch= *enge Pupille (Pupille=Sehloch)*, darunter
- abnehmbarer Deckel mit großem Loch= *große Pupille*, darin die *Augenlinse*, herausnehmbar
- hinterer Teil des Augapfels, zur Bildprojektion matt geschliffen= *Netzhaut*; sie wird immer aus Leseabstand (30- 40 cm) betrachtet!
- Entzündet für die Experimente eine Kerze= *abzubildendes Objekt*, arbeitet im abgedunkelten Raum! Die Versuche sollten zum besseren Verständnis in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

Versuch 1. *Bildprojektion auf die Netzhaut.*

Haltet das Modell mit *großer Pupille* auf Leseabstand in Richtung Kerze! Betrachtet von hinten aus Leseabstand die *Netzhaut*! Die Bildscharfe kann man durch Verschieben der *Netzhaut* einstellen. Beschreibt Position und Größe des projizierten Kerzenbildes! Wo entsteht wohl das eigentliche, wahrheitsgetreue Bild?

Versuch 2 *Wirkung verschiedener Linsen.*

Entnehmt durch vorsichtiges Drücken die *Augenlinse*! Vergleicht durch seitliches Betrachten ihre Wölbung

mit der einer Brillenlinse (+ 4,75 Dioptrien). Projiziere mit jeder der beiden Linsen das Kerzenbild auf Butterpapier oder Mattglas! Formuliert die Regel: Je stärker gewölbt eine Linse ist, desto ist ihre Brechkraft für Licht und desto ist der Abstand Linse--> Projektionsfläche (Fachbegriff: Brennweite).

Nehmt die zweite Brillenlinse (- 4,5 Dpt.) und beschreibet ihre Form! Kann man mit ihr ein Bild projizieren?

Regeln: a) **Sammellinsen** können ein Bild projizieren; man erkennt sie daran, dass sie in der Mitte sind.

b) **Streulinsen** sind in der Mitte als am Rand; sie projizieren kein Bild.

Versuch 3. *Scharfes Bild bei Nahsicht und bei Fernsicht.*

Dieser Versuch wird mit *großer Pupille* durchgeführt!

Haltet das Modell in einem Abstand von mindestens 1 Meter zur Kerze. Ist das Bild unscharf, so stellt es scharf ein, indem der Abstand *Netzhaut - Augenlinse* vergrößert oder verkleinert wird. Im Modellversuch stellt das die **Fernsicht** dar.

Geht nun auf **Nahsicht** (Kerzenabstand ca. 20 cm)! Zieht die *Netzhaut* entsprechend weit nach hinten aus

dem Deckel, bis das Bild wieder scharf wird! Auf diese Weise findet die Scharfstellung oder **Akkommodation** bei einem Fotoapparat statt. Weshalb geht das beim Auge so nicht?

Sucht nach der Möglichkeit der Akkommodation beim Auge! Berücksichtigt dabei: Die Linse ist elastisch

verformbar ("Gummilinse"); Formuliert die entsprechende Regel: Bei Fernsicht ist die *Augenlinse*, bei Nahsicht jedoch

Ergänzt das Arbeitsblatt *Akkommodation*; sucht die zutreffenden Bauteile am Augenmodell oder in der Bau-Zeichnung im Bio-Buch.

Versuch 4. Aufgaben der Iris (Regenbogenhaut)

Sucht mit *großer Pupille* einen Abstand zur Kerze, bei dem das projizierte Bild leicht unscharf ist! Setzt nun den Deckel für *kleine Pupille* aufs Augenmodell! Beschreibt das Bild (Schärfe und Helligkeit)! Nennt daraus folgernd zwei Aufgaben der Iris! Sucht dazu im Bio-Buch nach dem Begriff **Adaptation** und beschreibt, wie dieser Vorgang stattfindet (mit entsprechender Funktionszeichnung)!

Versuch 5. Kurzsichtigkeit und ihre Korrektur.

Kurzsichtige haben einen etwas zu langen Augapfel. Stellt diesen Zustand am Modell ein. Betrachtet die Abbildung der Kerze auf der *Netzhaut*. Wann hat ein Kurzsichtiger unscharf: bei Weitsicht oder bei Nahsicht?

Setzt im Zustand der Unschärfe vor die (offene) *Pupille* einmal die Sammellinse (nach außen gewölbt) und danach die Streulinse (nach innen) gewölbt!

Mit was für einer Linse als Brille wird Kurzsichtigkeit korrigiert?

Versuch 6. Weitsichtigkeit und ihre Korrektur.

Weitsichtige haben einen zu kurzen Augapfel. Am Modell lässt sich das nachvollziehen, wenn der Deckel

mit großer Pupille ganz hineingeschoben wird, und man damit auf Fernsicht geht. Formuliert die Regel: Weitsichtige sehen Objekte unscharf.

Sucht nach der für diesen Sehfehler notwendigen Korrekturlinse, vergleicht mit V5!

Fertigt für jede Aufgabe im Biologieheft Heft ein Protokoll an (ggf. mit Zeichnungen)!

Arbeitsblatt 3: Akkomodation = Entfernungseinstellung

1. **Fernsicht** ist der von Natur aus länger dauernde Zustand und soll deshalb möglich ermüdungsfrei sein. Also ist nun der *Ringmuskel der Linse* (Ciliarmuskel) Dadurch erweitert er sich und die *Linsenbänder*. Dies bewirkt, dass die gummielastische *Linse* wird.

2. Bei andauernder **Nahsicht**, also Lesen, Computerarbeit u.ä. bekanntlich das Auge, d.h. der *Ringmuskel* der Linse. Also ist er in diesem Fall und dadurch sein Umfang Nun sind die *Linsenbänder* und die *Linse* kann sich infolge ihrer Elastizität

3. Wohin würde das Bild beim Lesen (theoretisch) bei flacher Linse scharf projiziert werden?
Wohin würde es scharf projiziert werden, wenn mit gewölbter Linse in die Landschaft gesehen würde?
Wobei wir automatisch schon beim Thema *Sehfehler* angekommen sind.....

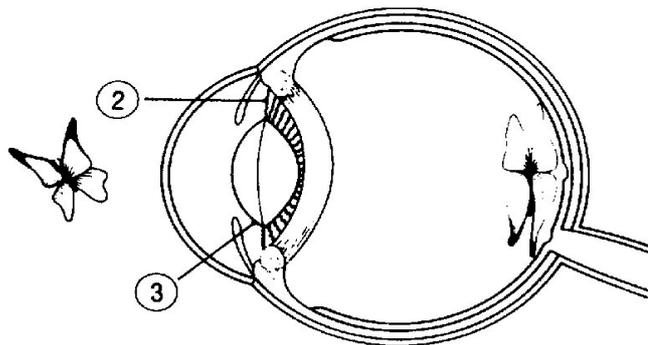
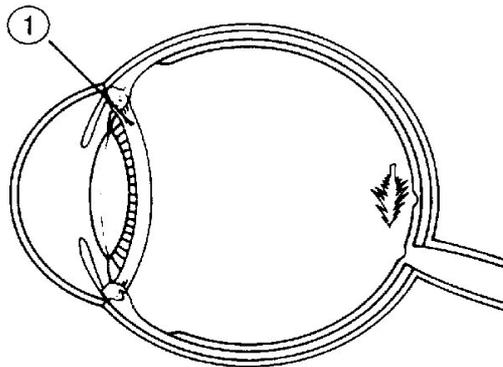
4. Entscheide, welche Zeichnung den Zustand der **Fernsicht** und welche den der **Nahsicht** darstellt. Beschrifte und zeichne die Strahlengänge!

1 = 2 = 3 =

A = B =



A



B

Arbeitsblatt 4: Präparation eines Rinderauges

E. Mathias

Hinweis: Wer vor der Präparation oder währenddem "aussteigen" will, geht mit Arbeitsblatt, Buch und Augenmodell in den Nebenraum und vollzieht die Aufgaben "am Trockenen" nach!

Material: Zeitungen als Unterlage, Rasierklinge (eine Schneide mit Klebeband abgedeckt=Verletzungsschutz), kleine Schere, Pinzette, Papierhandtuch, Butterpapier, frisches Rinderauge, (für Zusatzaufgaben: Mikroskop mit Zubehör wie Dunkelfeld-Keil, Kopierstift oder Methylenblau-Lösung zum Färben des Präparates).

Verteilt innerhalb der Gruppe anfallende Aufgaben, z.B. Materialbeschaffung, Präparation, Abtupfen, Protokollieren, Aufräumen nach Beendigung..!

Durchführung:

1 Äußere Betrachtung: Legt das Auge auf die Unterlage! Sucht nach den Bauteilen Hornhaut, Pupille, Lederhaut, Sehnerv und nach Blutgefäßen! Entfernt das Augenfett und eventuelle Bindehaut!

Aufgabe: Welche Funktionen erfüllen diese Bauteile?

2 Schneidet in die hintere Augenwand ein etwa 5 mm großes Loch! Legt darauf ein Stückchen Butterpapier! Richtet das Auge z.B. gegen das helle Fensterkreuz. Betrachtet aus Leseentfernung das Butterpapier!

Aufgabe: Beschreibt die Bildprojektion auf dem Butterpapier!

3 Schneidet mit der Rasierklinge den Augapfel quer durch, in Vorder- und Hinterhälfte. Notfalls muß mit der Schere nachgeholfen werden.

Aufgabe: Wie ist die Beschaffenheit der durchtrennten Lederhaut?

4 Untersucht zunächst die hintere Augenhälfte! Entfernt vorsichtig den Glaskörper. Mit ihm löst sich teilweise ein gelb-rosa, dünnes Häutchen mit netzartigen Blutgefäßen ab; es ist der augeninnere Bereich der Netzhaut, die Schicht der Nervenzellen (--> Zusatzaufgabe Z.1.)

Aufgabe: Prüft die Beschaffenheit des Glaskörpers! Was hat er mit Glas gemeinsam?

5 Sucht anschließend nach dem sogenannten Gelben Fleck (kleine, etwas hellere Grube) und nach dem Blinde Fleck in der blaugrün schillernden Schicht der Lichtsinnzellen! Versucht diese Schicht der Netzhaut mit der Pinzette zu lösen! Was fällt euch dabei auf?

(--> Zusatzaufgabe Z.2.)

Aufgabe: Beschreibt diesen Teil der Netzhaut auf der Innen- sowie auf der Außenseite! Versucht, eine Erklärung für die beobachteten Farben zu finden!

6 Betrachtet die äußerste Augenschicht von innen! Wie sieht sie aus? Wie fühlt sie sich an?

Aufgabe: Beschreibt die Beschaffenheit dieser Haut!

7 Betrachtet nun die vordere Augenhälfte. Entfernt vorsichtig den Glaskörper. Nehmt durch leichten seitlichen Fingerdruck die Augenlinse heraus! Betrachtet dabei den Rand der Linse sowie die entsprechende Stelle im Auge und am entnommenen Glaskörper!

Aufgabe: Beschreibt eure Beobachtungen! Um welche Bauteile handelt es sich?

8 Legt die Linse auf die Zeitung und betrachte durch sie die Schrift! Hebt sie beim Lesen etwas hoch; drückt sie dabei seitlich leicht zusammen! Zerquetscht die Linse anschließend und betrachtet ihren Aufbau!

Aufgabe: Welche Eigenschaften ordnet ihr der Linse zu? (allgemein, Nahsicht, Fernsicht...)

9 Trennt nun aus dem verbliebenen Teil des Auges die Iris (=Regenbogenhaut) heraus! Beschreibt ihre Farbe und ihren Bau! Vergleicht dabei Vorder- mit Rückseite.

Aufgabe: Skizziert die Iris und beschreibt ihre Funktion stichwortartig!

10 Erstellt in der Gruppe für alle untersuchten Bauteile des Auges eine dreispaltige Tabelle nach "Bauteil", "Beschaffenheit" und "Funktion"! Überprüft anhand des Schulbuches Eure Ergebnisse! Vergleicht die Ergebnisse eurer Präparation mit denen anderer Gruppen! Ergänzt Euer Versuchsprotokoll!

Zusatzaufgaben

(für besonders Schnelle oder Interessierte)

Z.1 Zupft mit der Pinzette ein kleines Stück der Haut aus Versuchsschritt 4 ab und mikroskopiert es im Dunkelfeld oder nach Einfärben bei starker Vergrößerung! Falls das Präparat zu dick ist, so quetscht es durch leichten Druck auf das Deckglas! Man erkennt viele körnchenartige Zellkerne der Nervenzellen und vielleicht auch einige fadenförmige Nervenfasern. Mit etwas Geduld findet man auch Kapillargefäße, in denen sich bei leichtem seitlichen Druck auf das Deckglas Rote Blutkörperchen bewegen!

Z.2 Zupft mit der Pinzette etwas von der schillernden Hautschicht aus Versuchsschritt 5 ab und fertigt durch leichtes Drücken und Verschieben des Deckglases ein Quetschpräparat an! Zwischen den schwarzen Fasern der zerquetschten Pigmentschicht erkennt man Zapfen oder Stäbchen, je nachdem ob das Präparat aus dem zentralen oder aus dem Randbereich der Netzhaut entnommen wurde. Der schwarze Farbstoff ist Melanin, ein Protein, welches auch in dunklen Haaren oder in der Haut vorkommt.

Die Pigmentschicht verhindert störende Reflexe im Auge. Bei starkem Licht "verstecken" sich außerdem die Lichtsinneszellen in der Pigmentschicht, eine **Adaptation**, neben derjenigen der Iris.

***Aufgabe:** Zeichnet in euer Heft aufgrund der Ergebnisse von Schritt 4, 5 und Z.1. und Z.2 einen mikroskopischen Schnitt durch die Netzhaut! Vergleicht mit eurem Schulbuch.*

Zum Schluss

Nach beendeter Präparation wird der Arbeitsplatz aufgeräumt, die Geräte gewaschen und getrocknet und in die entsprechenden Schränke eingeräumt! Wer nicht mit Aufräumen beschäftigt ist, begibt sich zu denjenigen, die nicht teilgenommen haben und berichtet anhand des Arbeitsblattes über die Ergebnisse!

Experimenteller Lernzirkel:

Was leisten unsere Augen?

Allgemeines: Die für Realschulen in Baden-Württemberg zugelassenen Schulbücher bieten in Form von Übungen Experimente an, die sich in Stationen durchführen lassen:

Biologie 3, Cornelsen: <i>Praktikum: Sehen</i>	4 Experimente
Umwelt: Biologie 9/10, Klett: <i>Praktikum Sehen</i>	7 Experimente
Biologie Heute 3R, Schroedel: <i>Übung Auge</i>	7 Experimente, 2 (Stand 1999)

Die im folgenden vorgeschlagenen Stationen stellen nur eine Auswahl aus der Vielzahl der in einem ELZ möglichen Experimente dar. Weiterführende Informationen können aus folgenden Experimentierwerken entnommen werden:

Mitsch, E.: *Sinnesphysiologie*. Klett, 1978.

Thierfeldt/Mathias/Schröder: *Sinnesleistungen und Regelungsvorgänge*. Schroedel, 1983.

Didaktisch- methodische Vorschläge:

Dieser experimentelle Lernzirkel (ELZ) kann eigentlich zeitlich unabhängig von den anderen Themen der LPE 9.2. durchgeführt werden: zu Beginn als Motivation- und Problemstellungsphase oder (wie hier vorgeschlagen) als Ausklang und zur Festigung. Aus der Unterrichtserfahrung kann folgende Vorgehensweise vorgeschlagen werden:

1. Das Verzeichnis der Stationen - Themen wird als Folie projiziert und die Zuordnung nach Wunsch der 3 - 4 - köpfigen Experimentiergruppen für die Erststation durchgeführt.
2. Danach werden die Versuchsbeschreibungen für die gewählten Stationen (beispielsweise foliert) verteilt. Die Stationen verbleiben an dem jeweiligen Tisch.
3. Jeder Schüler erhält eine Kopie für den LZ - Bericht ("Laufzettel"), der bei jeder Station ausgefüllt wird. Für die Erststation wird außerdem ins Heft ein ausführlicher Bericht erstellt. (Zur Ergebnissicherung siehe LZ - Bericht, Kleingedrucktes)
4. In der Gruppe erfolgt Aufgabenverteilung, Versuchsaufbau, Durchführung und Protokollierung.
5. Nach Ergebniskontrolle durch den Lehrer kann gewechselt werden. Es kann beim Wechsel bei der neuen Gruppe ein Schüler oder eine Schülerin aus der vorangegangenen Gruppe kurz zur *Einweisung* bei der Station verbleiben.
6. Nach einer geschätzten Zeit von ca. 2 Unterrichtsstunden, spätestens nach Eintreten von ersten Ermüdungserscheinungen kann der ELZ abgebrochen werden.
7. Der Bericht über die jeweils erste Station kann in einer Nachbereitungsstunde vorgetragen und eventuell bewertet werden. Es kann folgender Bewertungsschlüssel vorgeschlagen werden: *Sachinformation=2P, Darbietung=1P, Medieneinsatz (z.B. Vorführung, Ergebnisse)=1P, Partner-Ausgewogenheit=1P; Note 1,0 bei 5 erreichten Punkten.*
8. Zur abschließenden Ergebnissicherung dient das Kreuzworträtsel; Lösung: "Sehsinn".

E. M a t h i a s

Verzeichnis der Stationen

Station 1 Adapatation und Gehirn

Station 2 Akkomodation (hell und dunkel)

Station 3 Bestimmung des Nahpunktes

Station 4 Testen des Sehvermögens

Station 5 Blinder Fleck, Nachweis und Lage

Station 6 Stäbchen und Zapfen, Verteilung

Station 7 Räumliches Sehen

Station 8 Optische Täuschungen

Station 9 Daumenkino

Station 10 Lösungen

Lernzirkel-Bericht:

Name: Klasse: Fach:

Vom der zuerst gewählten Station wird im Heft ein ausführliches Protokoll angefertigt (bei Experimenten: Material, Durchführung, Ergebnis), von dieser und den anderen durchlaufenen Stationen wird das Ergebnis stichwortartig in den folgenden "Laufzettel" eingetragen! Er wird in dein Heft eingeordnet. Unter "Bemerkungen" können z.B. Kritik oder Verbesserungsvorschläge eingebracht werden.

Datum	Station Nr./Thema	Kurz - Ergebnis	Bemerkungen

by E. Mathias

Station 1: *Adaptation und Gehirn*

Material: Leuchte, schwarzes Tuch

Durchführung: In Partnerarbeit, abwechseln,

1. Lass deinen Versuchspartner während dieses Versuches ständig in Richtung helles Licht blicken (Vorsicht vor zu grellem Licht)! Schätze dann den Durchmesser der Pupille. Dunkle beide Augen für ca. eine halbe Minute ab. Schätze den Durchmesser der Pupillen nach Wegnehmen des Tuches. Beobachte die anschließende Pupillenreaktion!
2. Wiederhole den Versuch, indem jedoch nur ein Auge abgedunkelt wird. Vergleiche die Reaktion der Pupillen an beiden Augen!

Aufgaben: a) Vergleiche die geschätzten Pupillendurchmesser und erkläre die Pupillenreaktion aus Teilversuch 1!

b) Welche überraschende Beobachtung macht ihr beim Teilversuch 2?

Beschreibt

und erkläre die Unterschiede zum folgenden Text und stelle den jeweiligen Bezug zum Gehirn her:

Fluchttiere wie Hase, Reh, Huhn u.a. haben infolge der seitlichen Stellung ihrer Augen vorne zwar kein zweiäugiges, räumliches Gesichtsfeld, dafür aber

einen fast vollständigen Rundumblick. Die Adaptation erfolgt unabhängig voneinander, z.B. das eine Auge auf HELL, das andere auf DUNKEL.

Station 2: Akkomodation bei HELL+DUNKEL

Material: Bleistift, Lineal

Durchführung:

1. Führt diesen Teilversuch im Dämmerlicht (abgedunkelter Raum) durch:
Schließt ein Auge. Haltet eine Bleistiftspitze mit auf ca. 90° abgewinkeltem Arm vor das Andere (Abstand ca. 30 cm). Fixiert zunächst die Bleistiftspitze und achtet dabei auf die Schärfe des Hintergrundes, z.B. der möglichst weit entfernten Tafel. Fixiert nun den Hintergrund an der Bleistiftspitze vorbei und beachtet dabei die Bildschärfe. Wiederholt den Versuch, indem der Abstand Auge-Bleistiftspitze vergrößert bzw. verringert wird.
2. Wiederholt den obigen Versuch bei hellem Licht, indem Ihr z.B. als Hintergrund vom Fenster aus Geäst im Schulhof betrachtet.

Aufgaben: a) Beschreibt und erklärt die Ergebnisse von Teilversuch 1!
b) Welche Unterschiede stellt ihr zwischen Teilversuch 1 und 2 fest? Erklärt die in der Fotografie wichtige Regel: *Je kleiner die Blende (=Öffnung), desto größer die Schärfentiefe (=Schärfebereich) des Bildes.* Was hat diese Regel mit dem Auge zu tun?

Station 3: Bestimmung des Nahpunktes

Material: Bleistift, Lineal

Durchführung: Bei der Nah-Akkommodation des Auges gibt es eine Grenze, den Nahpunkt. Der Versuch wird in Partnerarbeit durchgeführt, abwechselnd. Schließe ein Auge. Halte den Bleistift mit ausgestreckter Hand und fixiere dessen Spitze. Nähere diese langsam dem offenen Auge bis auf nächstmögliche

Bildschärfe. Der Partner misst nun den Abstand zum Auge!

- Aufgaben:** a) Bestimmt innerhalb eurer Gruppe den Nahpunkt und vergleicht!
b) Erklärt die Grenzen der Nahanpassung!
c) Führt die Nahpunktbestimmung auch bei älteren Personen, z.B. Lehrer durch und vergleicht mit euren Werten! Erklärt die Unterschiede und stellt eine Regel auf, die einen Zusammenhang zwischen *Alter* und *Elastizität* der Linse herstellt!
d) Wohin würde theoretisch bei Unterschreitung des Nahpunktes das Bild projiziert werden?

Station 4: Testen des Sehvermögens

Material: Testtafel für Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit und Astigmatismus

Durchführung: 1. Führt den Test auf gute Sehschärfe auf 3 m Entfernung für je ein Auge durch. Bei schlechtem Ergebnis besteht Verdacht auf Kurzsichtigkeit!

2. Führt den Lesetest für je ein Auge auf kurze Entfernung (30 cm) durch. Ein schlechtes Ergebnis deutet auf Weitsichtigkeit hin.

3. Zeichnet in einen Kreis von ca. 5 cm Durchmesser mehrere, immer kleiner werdende konzentrische Kreise. Stellt ihr beim Betrachten des Kreisbildes mit einem Auge an einigen Stellen verschwommene, unscharfe Bereiche fest, so besteht Verdacht auf Astigmatismus, einem Sehfehler infolge unregelmäßig geformter Hornhaut.

4. Testet euer Farbsehen durch beidäugiges Betrachten einer geeigneten Testtafel. Solche Farbtest-Tafeln sind in den meisten Biologiebüchern. Der häufigste Sehfehler dabei ist die meist bei Männern vorkommende Rot-Grün-Blindheit.

Aufgabe: Erstellt, jeder für sich eine "Augendiagnose". Beachtet dabei, dass diese nur einen groben Hinweis darstellt. Zum Erstellen einer verlässlichen Diagnose muss der Brillenoptiker oder der Augenarzt aufgesucht werden.

Testtafel zu Station 4:

Sehschärfe-Test auf 30 cm

Wer aus

30 cm Entfernung

diesen Text nicht zu Ende lesen kann

der sollte seine Augen von einem Augenarzt

gründlich untersuchen lassen

weil Verdacht auf Weitsichtigkeit besteht

Sehschärfe-Test auf 3m

**Kannst du
diese Zeilen
aus 3 m Entfernung
erkennen? Wenn nicht,
soltest Du Deine Augen auf
Kurzsichtigkeit untersuchen lassen!**

Station 5: *Blinder Fleck, Nachweis und Lage*

Material: weißes Papier; Zirkel; Lineal; Bleistift; Nadel; großes Geo-Dreieck

Durchführung: Partnersversuch mit wechselnder Versuchsperson (=VP)

1. Auf dem Papier wird ein ca. 1 cm großer Kreis ausgemalt. 5 cm rechts davon wird ein gleich großes Kreuz gezeichnet. Die VP schließt das linke Auge, hält die Zeichnung mit ausgestrecktem Arm und fixiert mit dem rechten Auge den Kreis. Nun wird der Abstand durch Anwinkeln des Armes langsam verringert.
2. Die VP schließt das linke Auge und fixiert über den Nullpunkt des Dreiecks dessen Spitze. Währenddem wird mit der nur wenig überstehenden Spitze der Nadel entlang der beiden Katheten des Dreiecks gefahren, bis die Spitze verschwindet. Der Versuch wird für das rechte Auge wiederholt.

Aufgaben: a) Was geschieht mit dem Bild des Kreuzes?

b) Wie führt man den Nachweis des blinden Flecks für das linke Auge durch?

c) Wie viel Winkelgrade von der Augennachse (=Blickrichtung 90°) und in welche

Richtung befindet sich der blinde Fleck in der Netzhaut des rechten bzw. des linken Auges? Über wie viel Winkelgrade erstreckt er sich?

d) Wieso merken wir beim normalen Sehen nichts vom blinden Fleck?

Station 6: *Stäbchen und Zapfen, Verteilung*

Material: Wandtafel; Karton z.B. in den Farben rot, grün und blau; Schere; Farbkreide z.B. rot, grün und blau; weiße Kreide; Geo-Dreieck

Durchführung: Gruppenversuch mit abwechselnder Versuchsperson (=VP)

1. Aus den Kartons werden etwa 3 cm große, verschiedenfarbige Kreise, Quadrate und Dreiecke herausgeschnitten.
2. Die VP schließt ein Auge und fixiert mit dem anderen Auge stur aus ca. 1m Entfernung ein auf die Mitte der Tafel gezeichnetes kleines Kreuz. Mitschüler führen nun abwechselnd Farbtäfelchen langsam vom Tafelrand her in Richtung Kreuz. Dabei meldet die VP, an welchen Stellen sie Bewegung, Form und Farbe erkennt. Die Stelle der Bewegungswahrnehmung wird z.B. mit einem weißen Punkt, die der Formwahrnehmung mit einem weißen Kreuz und die der Farberkennung mit einem entsprechenden Farbkreuz markiert.

Aufgaben: a) Bestimmt die Grenze des Gesichtsfeldes durch Verbinden der weißen Punkte! Misst mit dem Geo-Dreieck vom Standpunkt der VP aus, über

wie viel Winkelgrade sich das Gesichtsfeld eines Auges erstreckt!

b) In welchem Bereich der Netzhaut werden Formen erkannt?

c) Findet die Verteilung der 3 Sorten farbempfindlicher Zapfen durch Verbinden

der gleichen Farbmarkierungen heraus.

d) Wie sind Stäbchen und Zapfen in der Netzhaut verteilt?

Station 7: *Räumliches Sehen*

Material: 2 Bleistifte; Papier; Mikroskop, Stereomikroskop; Stereo-Betrachter

Durchführung: einzelne Versuche, die gemeinsam ausgewertet werden

1. Halte die Bleistifte in beiden vorgestreckten Händen. Versuche mit der Spitze des einen Bleistiftes die Spitze des anderen zu berühren. Nach dem wievielten Versuch gelingt es? Wiederhole den Versuch mit beiden Augen.
2. Rolle ein Blatt Papier zu einem Rohr und halte dieses vor ein Auge. Halte neben die Röhre in etwa 30 cm Entfernung eine Hand. Beobachte einmal mit dem linken, dann mit dem rechten und schließlich mit beiden Augen.
3. Betrachte ein räumliches Objekt, z.B. eine Bleistiftspitze bei gleicher Vergrößerung bei ausreichendem seitlichen Licht (Fensterbank) mit einem einäugigen und mit einem Stereomikroskop. Zur "Verunsicherung" kannst du es auch mit einem Lehrermikroskop mit Binokularaufsatz probieren.

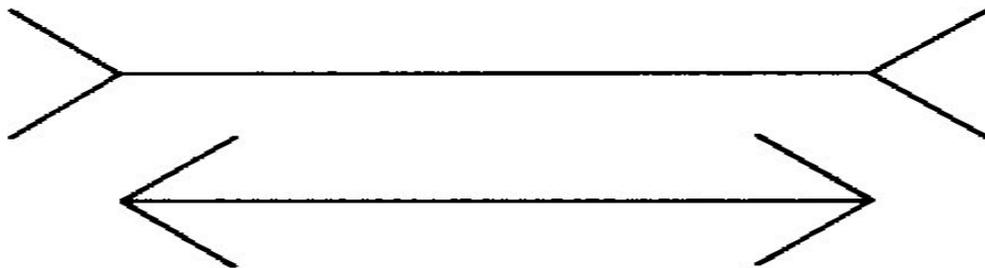
- 4.** Betrachte Bilder im Stereo-Betrachter mit beiden Augen und mit je einem.
Aufgaben: a) Vergleiche eure Ergebnisse von Versuch 1! Könnt ihr sie erklären?
b) Wie erklärt ihr den Bildeindruck mit beiden Augen bei Versuch 2?
c) In welchem Zusammenhang stehen räumliche oder flächenhafte Wahrnehmung mit der Anzahl der Objektive beim mikroskopischen Bild?
d) Auf welche Weise kommt das räumliche Sehen zustande?

Station 8: *Optische Täuschungen*

Material: zusätzliche Beispiele optischer Täuschungen

Durchführung: Betrachtet die folgenden Bilder zunächst mit freiem Auge und misst anschließend nach!

- Aufgaben:** a) Sind die Geraden der beiden Pfeile verschieden oder gleich lang?
b) Handelt es sich um schräg oder parallel angeordnete Geraden?
c) Sind die beiden mittleren Kreise verschieden oder gleich groß?
d) Ist die Diagonale eine versetzte oder eine gerade Linie?
e) Welche der beiden Personen ist größer?
f) Lest im Biologiebuch über optische Täuschungen nach und erklärt dann die Ergebnisse! Sucht nach weiteren Beispielen.



Station 9: *Daumen-Kino*

Material: Notizblock, Bleistift, Buntstifte

Durchführung: Zeichne auf die aufeinanderfolgenden Blätter des Blocks Phasen eines Bewegungsablaufs, z.B. kickenden Fußballspieler, fliegenden Vogel o.ä. Blättere den Notizblock schnell durch.

Aufgaben:

- a) Was beobachtest du beim Durchblättern?
b) Erkläre deine Beobachtung.

Station 10: *Lösungen der Stationen 1-9*

Station 1 a) Bei hellem Licht verengen sich die Pupillen, beim Abdunkeln erweitern sie sich.

b) Beide Pupillen reagieren, auch wenn nur ein Auge unterschiedlich beleuchtet wird. Der Pupillenreflex wird über das Gehirn gesteuert. Der Mensch verfügt über zweiäugig-räumliches Sehen, während Fluchttiere seitliche Einzelbilder in ihrem Gehirn auswerten. So kann der Hase mit einem Auge den Fuchs im dunklen Wald und mit dem anderen Auge den Bussard am hellen Himmel wahrnehmen.

Station 2 a) Bei Fernsicht wird der Hintergrund scharf und die Bleistiftspitze unscharf, bei Nahsicht nur die Bleistiftspitze scharf gesehen. Je näher der

Bleistift zum Auge gebracht wird, um stärker wird akkomodiert, d.h. die elastische Augenlinse verändert ihre Wölbung.

b) Bei hellem Licht besteht infolge der Verengung der Pupille (-->Arbeitsblatt 2)

eine größere Schärfentiefe. Die Pupille entspricht der Blende beim Fotoapparat.

Station 3 a) + c) Innerhalb einer altersgleichen Gruppe kann es Unterschiede geben. Mit zunehmendem Alter nimmt die Elastizität der Augenlinse ab, was die Fähigkeit zur Nah-Akkommodation einschränkt und zur Alterssichtigkeit führt.

Als durchschnittliche Werte gelten:

Alter (Jahre)	10	20	30	40	50	60	70
Nahpunkt (cm)	8	10	12	22	40	70	100

b + d) Die Wölbung der Linse bei Nahsicht erfolgt nach Kontraktion des Ringmuskels und dadurch bewirkter Lockerung der Linsenbänder durch Eigenelastizität. Ist die maximale Wölbung erreicht, so entspricht das dem Nahpunkt. Wird dieser unterschritten, so wird das Bild theoretisch hinter die Netzhaut projiziert, was für die Netzhaut selber ein unscharfes Bild bedeutet.

Station 4 Siehe auch Thema: Sehfehler.

Station 5 a) Das Kreuz verschwindet, weil an der Stelle der Netzhaut der Sehnerv austritt und deshalb keine Lichtsinneszellen vorkommen.

b) Durch Fixieren des Kreuzes; der Kreis verschwindet beim blinden Fleck.

c) Je nach VP ergeben sich geringe Abweichungen, jedoch liegt der Wert bei etwa 12° schläfenwärts, was für die Netzhaut nasenwärts bedeutet. Er erstreckt sich über etwa 6° .

d) Da der blinde Fleck bei beiden Augen nicht an derselben Stelle liegt, überbrückt der Bildeindruck des einen Auges den fehlenden Eindruck des anderen Auges. Außerdem vollführen unsere Augen unbemerkt ca. 50 mal pro Sekunde sprunghafte Bewegungen und tasten dadurch ein Bild ab. Dennoch fehlende Bildteile werden bei der Bildauswertung im Gehirn mit Erfahrungswerten ergänzt.

Station 6 a) Es ergibt sich ein ziemlich großer, ovaler Bereich. Ausgehend von dem Beobachtungspunkt der VP kann der überschaubare Winkel eines Auges, das Gesichtsfeld auch in Winkelgraden ermittelt werden. Es beträgt etwa 140° .

b) Da im äußeren Bereich der Netzhaut viele Stäbchen zusammenschaltet sind, erkennt man hier zwar Bewegungen aus den "Augenwinkeln", nicht jedoch Formen. Erst weiter nach der Mitte des Sehfeldes zu ist der Verschaltungsgrad so gering, dass auch Details und Formen erkannt werden.

c) Gegen die Mitte der Netzhaut hin lassen sich die 3 Farbfelder ausmachen. Nur wo sie sich überlagern, werden alle Farben wahrgenommen, am besten im gelben Fleck (Zentralgrube). Es ist erstaunlich, wie durch unbewusstes Abtasten des Bildes (siehe Station 5) und durch Ergänzen bei der Bildauswertung im Gehirn ein vollständig farbiger Bildeindruck entsteht.

d) Im Randbereich überwiegen Stäbchen, im Zentralbereich Zapfen.

Station 7 a) Nur mit beiden Augen, beim räumlichen Sehen ist eine genaue Entfernungseinschätzung möglich.

b + d) Da unsere Augen etwas auseinander liegen, nehmen sie unterschiedliche Bilder auf. Im Gehirn werden diese zu einem räumlichen Gesamtbild ausgewertet.

c) Stereomikroskope haben für jedes Auge einen gesonderten Strahlengang, aus einer etwas anderen Blickrichtung. Das ist nur mittels zweier Objektive möglich.

Man darf sich nicht dadurch täuschen lassen, dass manche Zoom-Stereomikroskope vor den beiden Objektiven eine einzige große Linse haben. Durchlichtmikroskope mit Binokular-Aufsatz ermöglichen dennoch kein räumliches Bild, da bei ihnen vom Objektiv her nur ein Bild erfasst wird, welches erst im Aufsatz

durch ein Prisma geteilt wird, um ein ermüdungsfreies Betrachten zu ermöglichen.

Station 8 a) Die Geraden sind gleich lang. Die Täuschung wird durch die unterschiedliche Pfeilrichtung hervorgerufen.

b) Es sind parallele Linien. Die wechselnde Schraffierung führt zur Täuschung.

c) Beide Kreise sind gleich groß. Neben großen Kreisen erscheint uns ein Kreis etwas größer, neben kleinen Kreisen etwas größer.

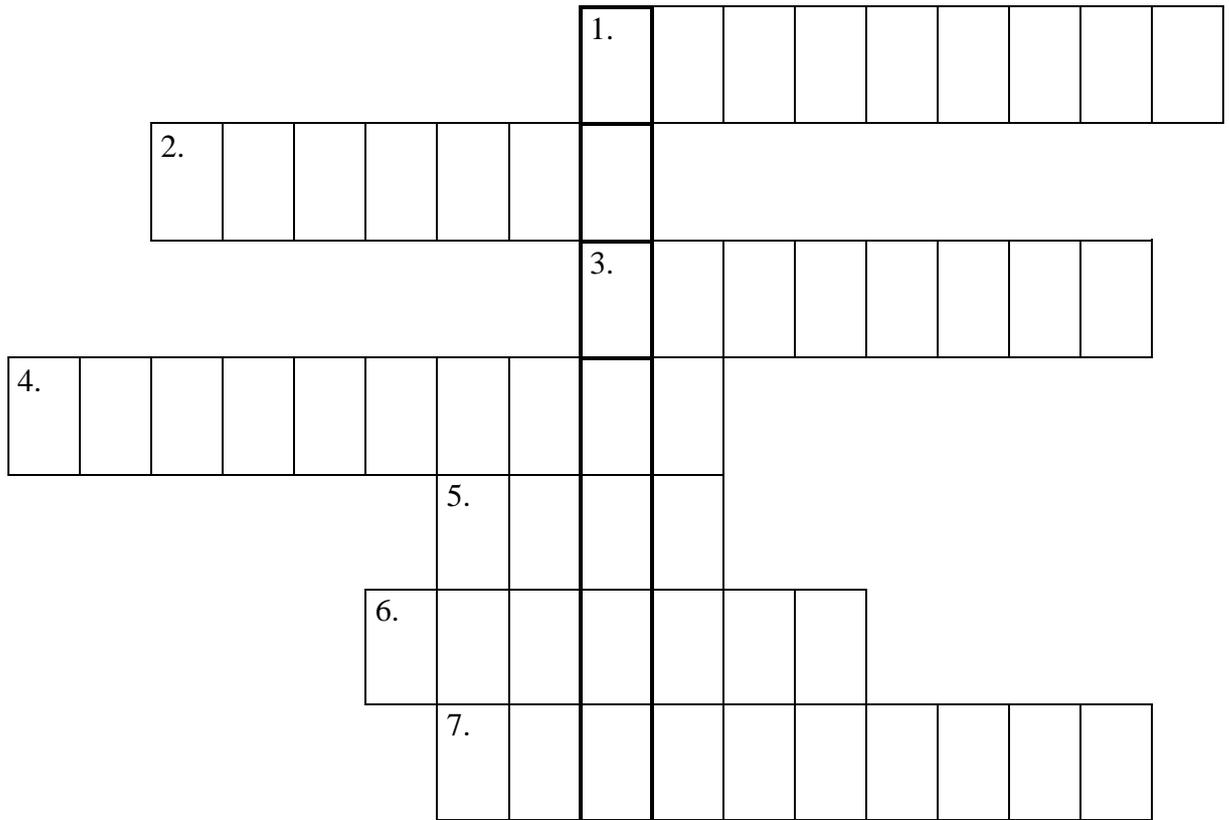
d) Die gerade Linie wird durch die Rechtecke unterbrochen und erscheint dadurch etwas versetzt.

e) Beide Personen sind gleich groß. Unser Gehirn weiß aus Erfahrung, daß entfernte Gegenstände kleiner abgebildet werden als gleich große nahe. Deshalb wird in der Scheinperspektive der Zeichnung die hintere Person als größer angenommen.

Station 9 Lichtsinneszellen benötigen nach der Reizung etwa 1/18 Sekunden zum Abklingen der Erregung. Erst danach kann ein neuer Reiz getrennt wahrgenommen werden. Erfolgt die Reizung innerhalb dieser Zeitspanne, so überlagern sich die beiden Reize zu einem gemeinsamen Eindruck. Bei Filmen verschmelzen auf diese Weise Einzelbilder zu einer Bewegung.

Arbeitsblatt 6: Kreuzworträtsel: Auge

Es bedeuten; waagrecht: **1.** Ermöglichen die Unterscheidung von Grautönen; **2.** Verändert ihren Durchmesser beim Vorgang der Adaptation; **3.** Durchsichtige, jedoch sehr feste Haut; **4.** Projiziert ein umgekehrtes, verkleinertes Bild; **5.** Synonym für Regenbogenhaut; **6.** Stellt die Verbindung zum Gehirn her; **7.** Bewirkt die Akkomodation des Auges; (ä = ae); senkrecht: **1.** zu suchendes Lösungswort.



M a t h i a s

É .

Lösung: Kreuzworträtsel: Auge

								S	t	a	e	b	c	h	e	n	
P	u	p	i	l	l	e											
								H	o	r	n	h	a	u	t		
A	u	g	e	n	l	i	n	s	e								
						I	r	i	s								
								S	e	h	n	e	r	v			
								R	i	n	g	m	u	s	k	e	l

Matthias

E.