Aufbau des Auges und Sehvorgang – Zusatzaufgaben für Profis

Transfer, Vertiefung und Forscheraufgaben für schnelle Schülerinnen und Schüler

Diese Aufgaben sind ZUSATZ- und EXPERTENAUFGABEN für alle, die mit dem Arbeitsblatt bereits fertig sind. Sie verlangen tieferes Verständnis, Transferleistung und eigenständiges Forschen. Viel Erfolg beim Knobeln!

1 Vergleiche den Aufbau des menschlichen Auges mit dem Facettenauge eines Insekts. Erkläre, warum beide Augentypen trotz völlig unterschiedlicher Bauweise als 'optimale Lösungen' für ihre jeweiligen Lebensweisen gelten können.

2 Ein Patient kann Farben nicht mehr richtig unterscheiden, sein Dämmerungssehen ist aber normal. Entwickle eine begründete Hypothese, welche Zellen oder Strukturen betroffen sein könnten, und beschreibe ein Experiment, mit dem man diese Hypothese überprüfen könnte.

3 Erkläre das Phänomen des 'blinden Flecks' und entwirf ein einfaches Experiment, mit dem man seine Existenz selbst nachweisen kann. Begründe, warum wir ihn im Alltag normalerweise nicht bemerken.

4 Bei Dunkelheit dauert es einige Minuten, bis sich die Augen an die Dunkelheit 'gewöhnen' (Dunkeladaptation). Welche biologische Erklärung ist korrekt?

- ☐ Das Sehpigment Rhodopsin in den Stäbchen, das bei hellem Licht abgebaut wurde, wird langsam wieder regeneriert, wodurch die Lichtempfindlichkeit steigt.
- ☐ Die Pupille braucht mehrere Minuten, um sich überhaupt zu verengen oder zu erweitern.
- ☐ Die Zapfen werden bei Dunkelheit aktiver und übernehmen die Hauptarbeit des Sehens.
- ☐ Der Sehnerv muss sich neu mit dem Gehirn verbinden, um schwache Lichtsignale zu verarbeiten.

5 Vertiefungsfragen – entscheide, ob die Aussagen wahr oder falsch sind, und sei dir der Fallstricke bewusst.

	richtig	falsch
Presbyopie (Altersweitsichtigkeit) entsteht, weil die Linse mit zunehmendem Alter an Elastizität verliert und sich schlechter wölben kann.	☐	☐
Bei starkem Lichteinfall erweitert sich die Pupille, um die Netzhaut vor Überreizung zu schützen.	☐	☐
Das Gehirn kann aus den leicht unterschiedlichen Bildern beider Augen (Disparität) Tiefeninformationen berechnen.	☐	☐
Rhodopsin ist das Sehpigment, das ausschließlich in den Zapfen vorkommt.	☐	☐
Eine Trübung der Linse, die zu starkem Sehverlust führt, wird als Grauer Star (Katarakt) bezeichnet.	☐	☐

6 Stelle eine begründete Vermutung auf: Warum haben Raubtiere wie Katzen oft nach vorne gerichtete Augen, während viele Beutetiere wie Kaninchen seitlich angeordnete Augen besitzen? Beziehe dabei die Begriffe binokulares Sehen und Gesichtsfeld ein.

7 Forscheraufgabe: Entwirf ein Modell (in Worten oder als Skizze beschrieben), mit dem man Schülern der Unterstufe erklären könnte, warum das auf der Netzhaut entstehende Bild kopfstehend ist, wir die Welt aber trotzdem aufrecht wahrnehmen. Nutze dabei ein Alltagsbeispiel oder eine Analogie.

8

Lösungen

Aufbau des Auges und Sehvorgang – Zusatzaufgaben für Profis · Biologie · Klasse 10

Für dich als Lehrkraft: leichtere Fassung in einer Minute

QR scannen oder lehreule.de/anpassen/aufbau-des-auges-und-sehvorgang-klasse-10 öffnen: kostenloses Konto, dann schreibt Lehreule die leichtere Fassung mit Hilfen — oder Zusatzaufgaben für Schnelle, eine Word-Datei, einen QR-Code für die Klasse.

Aufgabe 1: Das menschliche Auge ist ein Linsenauge: Es besitzt eine einzige Linse, die Licht bündelt und auf einer Netzhaut mit Photorezeptoren abbildet. Dadurch entsteht ein hochauflösendes, detailreiches Bild mit Farbsehen, besonders scharf im Bereich der Fovea. Das Facettenauge von Insekten besteht dagegen aus vielen Einzelaugen (Ommatidien), die jeweils einen kleinen Bildausschnitt erfassen und zu einem Mosaikbild zusammengesetzt werden. Die Auflösung ist geringer als beim Linsenauge, dafür ist die Bewegungswahrnehmung und das Blickfeld (oft nahezu 360°) deutlich besser, da jedes Ommatidium unabhängig auf Helligkeitsänderungen reagiert. Für ein fliegendes Insekt, das schnelle Bewegungen und Gefahren aus allen Richtungen erkennen muss, ist ein großes Blickfeld mit hoher zeitlicher Auflösung wichtiger als scharfes Detailsehen. Für den Menschen als visuell orientiertes Lebewesen mit Greifhänden und Werkzeuggebrauch ist dagegen präzises, farbiges und scharfes Sehen in eine Richtung (mit beweglichen Augen) vorteilhafter. Beide Systeme sind evolutionär an die jeweiligen ökologischen Anforderungen angepasst – es gibt daher kein 'besseres' Auge, sondern unterschiedliche evolutionäre Lösungen für unterschiedliche Lebensweisen.

Aufgabe 2: Da das Dämmerungssehen (Stäbchen-vermittelt) normal funktioniert, aber die Farbwahrnehmung gestört ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Zapfen oder deren nachgeschaltete neuronale Verarbeitung betroffen sind, nicht aber die Stäbchen. Möglich wäre ein Defekt oder Fehlen eines oder mehrerer Zapfentypen (Rot-, Grün- oder Blauzapfen), wie es bei angeborenen Farbsehschwächen (z. B. Rot-Grün-Blindheit) der Fall ist, oder eine Schädigung der Fovea centralis, in der die Zapfen konzentriert sind. Zur Überprüfung könnte man einen Farbsehtest (z. B. Ishihara-Farbtafeln) durchführen, um festzustellen, welche Farben nicht unterschieden werden können. Zusätzlich könnte ein Elektroretinogramm (ERG) durchgeführt werden, das die elektrische Aktivität der Netzhaut bei unterschiedlichen Lichtfarben und -intensitäten misst und zeigen kann, ob speziell die Zapfenantwort reduziert ist, während die Stäbchenantwort normal bleibt. So ließe sich die Hypothese experimentell bestätigen oder widerlegen.

Aufgabe 3: Der blinde Fleck entsteht an der Stelle der Netzhaut, an der der Sehnerv das Auge verlässt. Dort befinden sich keine Photorezeptoren, sodass an dieser Stelle kein Bild wahrgenommen werden kann. Nachweisen lässt sich dies, indem man ein Kreuz und einen Punkt im Abstand von einigen Zentimetern auf ein Blatt zeichnet, ein Auge schließt, mit dem anderen Auge das Kreuz fixiert und das Blatt langsam vor- und zurückbewegt: Bei einem bestimmten Abstand verschwindet der Punkt aus dem Sichtfeld, da sein Bild genau auf den blinden Fleck fällt. Im Alltag bemerken wir den blinden Fleck normalerweise nicht, weil das Gehirn die fehlende Information aus der Umgebung ergänzt ('füllt' die Lücke mit Kontextinformationen) und weil wir meist mit beiden Augen gleichzeitig sehen – der blinde Fleck des einen Auges liegt dabei in einem Bereich, der vom anderen Auge erfasst wird.

Aufgabe 4: Das Sehpigment Rhodopsin in den Stäbchen, das bei hellem Licht abgebaut wurde, wird langsam wieder regeneriert, wodurch die Lichtempfindlichkeit steigt.

Aufgabe 5: Presbyopie (Altersweitsichtigkeit) entsteht, weil die Linse mit zunehmendem Alter an Elastizität verliert und sich schlechter wölben kann. → **richtig**
Bei starkem Lichteinfall erweitert sich die Pupille, um die Netzhaut vor Überreizung zu schützen. → **falsch**
Das Gehirn kann aus den leicht unterschiedlichen Bildern beider Augen (Disparität) Tiefeninformationen berechnen. → **richtig**
Rhodopsin ist das Sehpigment, das ausschließlich in den Zapfen vorkommt. → **falsch**
Eine Trübung der Linse, die zu starkem Sehverlust führt, wird als Grauer Star (Katarakt) bezeichnet. → **richtig**

Aufgabe 6: Raubtiere wie Katzen haben nach vorne gerichtete Augen, wodurch sich die Sehfelder beider Augen stark überlappen. Dies ermöglicht ausgeprägtes binokulares Sehen und damit eine präzise Tiefenwahrnehmung, die für das genaue Abschätzen von Entfernungen beim Anschleichen und Zupacken von Beute entscheidend ist. Beutetiere wie Kaninchen besitzen dagegen seitlich angeordnete Augen, wodurch sich ein sehr großes, fast rundum reichendes Gesichtsfeld ergibt. Dies erlaubt es ihnen, Fressfeinde aus fast allen Richtungen frühzeitig zu erkennen, auch wenn dabei die Tiefenwahrnehmung durch die geringere Überlappung der Sehfelder eingeschränkt ist. Beide Anpassungen sind evolutionär sinnvoll: Für Räuber zählt präzises Zupacken, für Beutetiere rechtzeitiges Erkennen von Gefahr.

Aufgabe 7: Man kann das Prinzip mit einer Lochkamera (Camera obscura) erklären: Wenn Licht durch eine kleine Öffnung in einen dunklen Raum fällt, kreuzen sich die Lichtstrahlen an dieser Öffnung, sodass das Bild auf der gegenüberliegenden Wand kopfstehend und seitenverkehrt erscheint. Genauso funktioniert die Linse im Auge: Lichtstrahlen von oben treffen nach der Brechung durch die Linse unten auf die Netzhaut und umgekehrt, wodurch ein auf dem Kopf stehendes Bild auf der Netzhaut entsteht. Als Analogie kann man ein Kind bitten, sich vorzustellen, ein Fotograf würde mit einer alten Plattenkamera arbeiten – auch dort erscheint das Bild auf der Mattscheibe kopfüber. Entscheidend ist aber, dass nicht das Auge 'sieht', sondern das Gehirn: Die Sehrinde im Gehirn verarbeitet die elektrischen Signale vom Sehnerv und 'dreht' das Bild gedanklich um, sodass wir die Welt aufrecht wahrnehmen. Man könnte dies mit einer Analogie zu einem Computerprogramm vergleichen, das ein auf dem Kopf stehendes Foto automatisch dreht, bevor es auf dem Bildschirm angezeigt wird – das Gehirn übernimmt diese 'Bildbearbeitung' automatisch und unbewusst.