

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Fotorezeptoren und Fototransduktion - Das Farbsehen verstehen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



E.2.18

Informationsverarbeitung – Sinnesphysiologie

Fotorezeptoren und Fototransduktion – Das Farbsehen verstehen

Stephan Engelmann, Dr. Monika Pohlmann



© RAABE 2024

© Philip Steury/iStock/Getty Images Plus

Die Lernenden begegnen dem Farbsehen auf allen Systemebenen, ausgehend vom Sehorgan Auge bis zu den molekularen Fotoreaktionen des Rhodopsins in den Membran-stapeln der Zapfen. Die eigene Farbentüchtigkeit oder die weit verbreitete, genetisch bedingte Rotgrünblindheit werden in einem Sehtest erfahrbar. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass die Farbigkeit der Welt für jede Tierart einzigartig ist, ein Ausdruck ökologischer und genetischer Anpasstheit.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11/12/13
Dauer:	4–6 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 3. Kommunikationskompetenz; 4. Bewertungskompetenz
Methoden:	<i>Think-Pair-Share</i> , Präsentation
Inhalt:	Sehorgan Auge, Fotorezeptoren, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, neuronale Informationsverarbeitung

Didaktisch-methodische Hinweise

Das Auge als optisches Sehorgan sowie Organ für die Rezeption von Farben wird von Forschenden als eines der wichtigsten Kommunikationssysteme des Menschen betrachtet. Durch das Erlernen zentraler neuer Fachbegriffe und Fachkonzepte fördert die Beschäftigung mit der individuellen Wahrnehmung auch sprachliche Fähigkeiten, indem ein Bezug zwischen dem alltäglich Wahrnehmbaren und der damit korrespondierenden Bildungssprache hergestellt wird. Es bietet sich zur Unterstützung daher die kontinuierliche Fortführung eines Glossars an. Das kulturelle Erbe des Menschen basiert in besonderer Weise auch auf der Funktionalität des Auges. Das Sehorgan erschließt dem Menschen die Welt, ohne jedoch eine objektive Wirklichkeit abzubilden. Insofern sind mit einer vertieften unterrichtlichen Behandlung Erkenntnisse verbunden, die über das Fach Biologie deutlich hinausreichen.

Ablauf

Zu Beginn der Unterrichtssequenz (**M 1**) liegt ein Schwerpunkt auf der Erarbeitung der Anatomie des Auges.

Aufgabe 1 kann von den Schülerinnen und Schülern als *LearningApp* bearbeitet werden. Sie können diese über den folgenden Weblink ganz einfach nach Ihren Wünschen modifizieren:



<https://learningapps.org/display?v=ptrb2q49n24>

Hierfür rufen Sie den Weblink auf und klicken links unten auf „ähnliche App erstellen“. In der Maske können Sie nach Belieben Veränderungen vornehmen und die abgeänderte App in Ihrem eigenen Account abspeichern. Bitte beachten Sie, dass sich dadurch der Zugangslink ändert.

Im zweiten Materialteil (**M 2**) wird der zytologische Aufbau der Fotorezeptoren des Wirbeltierauges thematisiert. Es erfolgt ein Vergleich der Zapfen und Stäbchen der Retina. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die jeweilige Lichtempfindlichkeit im Absorptionsspektrum des sichtbaren Lichts. Sie begründen Vorteil einer unterschiedlichen Anzahl und Verteilung der verschiedenen Sehsinneszellen auf der Retina. Mithilfe einer selbstständigen Internet-

recherche vertiefen die Lernenden ihre Kompetenzen zur Variabilität des Wirbeltierauges und präsentieren ihre Detailkenntnisse zum Sehvermögen einer ausgewählten Wirbeltierart.

In Material (M3) wird das Sehen als die Umwandlung des Umweltreizes Licht in körpereigene, elektrische Signale dargestellt. Dabei wird der Weg der Fototransduktion vom Auge bis zum Gehirn durch Legekärtchen visualisiert. Es wird vorgeschlagen, die Schülerinnen und Schüler arbeitsteilig in Tandems zu organisieren, damit sie den komplexen Vorgang der Fototransduktion zum einen in Ruhe für sich in Stillarbeit erschließen können, zum anderen um ihn anschließend zu versprachlichen. Es folgt die Beschreibung der Strukturen der Biomoleküle, die den Sehpurpur ausmachen und die durch ein einziges Photon auslösbare fotochemische Reaktion des Rhodopsin. Mithilfe eines Lernvideos wiederholt jeder Lernende die Fototransduktion im eigenen Lerntempo. Den Abschluss dieser Lerneinheit bildet die Präsentation des Sehprozesses.

Das Farbsehen und Formen von Farbenblindheit sind Themen in Material (M4). Die Schüler erarbeiten, dass verschiedene Selektionsdrücke Unterschiede in der Farbtüchtigkeit hervorrufen. Durch den Farbsehtest zur Rot-Grün-Sehschwäche kann ein jeder Lernende seine individuelle Farbtüchtigkeit überprüfen.

Nutzen Sie hierfür die *PowerPoint* aus dem Downloadmaterial.

Die häufig bei männlichen Individuen beobachtbare Rotgrünblindheit wird als erblich bedingte Einschränkung kennengelernt.

Aufgabe 5 kann alternativ auch als interaktive *LearningApp* bearbeitet werden. Über den folgenden Link können Sie die *LearningApp* in Ihrem eigenen Account duplizieren und ggf. anpassen: <https://learningapps.org/display?v=pd7rxt3kj24>

Die Schülerinnen und Schüler wenden ihre Kompetenzen zur klassischen Genetik an und erläutern die statistische Erwartung für die Weitergabe des Merkmals Rotgrünblindheit über mehrere Generationen. Es bietet sich an, den dominant-rezessiven X-gekoppelten Erbgang übersichtlich in Punnett-Quadraten abzubilden.

Vorausgesetztes Fachwissen

Diese Unterrichtseinheit setzt Vorkenntnisse aus den Teildisziplinen der Ökologie, Neurobiologie, Evolution und der klassischen Genetik voraus. Sie verlangt die Verknüpfung von Kompetenzen zur ökologischen Nische und zu Evolutionsfaktoren für die Erklärung von unterschiedlich aufgebauten Netzhäuten im Wirbeltierauge verschiedener Spezies. Ebenso sollten die Grundlagen der Neurobiologie beherrscht werden. Am Prozess der Fototransduktion können im neuen Kontext wesentliche Kompetenzen zur neuronalen Signalweiterleitung angewendet und vertieft werden. Darüber hinaus wird genetisches Basiswissen zur Erstellung von Erbschemata zu einem X-gekoppelten Erbgang mittels Punnett-Quadraten gefordert. Für das Verstehen des Farbsehens sind grundlegende Kompetenzen der Chemie sowie der Physik zur Absorption und Brechung von Licht hilfreich.



Auf einen Blick

Aufbau des Auges, Fotorezeptoren und Fototransduktion

- M 1** Die Anatomie des menschlichen Auges
M 2 Das Absorptionsspektrum des menschlichen Auges
M 3 Sehen – Umwandlung von Licht in körpereigene, elektrische Signale

Benötigt: Internetfähige Endgeräte

Farbsehen als evolutive Anpasstheit und Rot-Grün-Sehchwäche

- M 4** Farbsehen und Farbenblindheit



- ZM** Farbsehtest

Benötigt: Internetfähige Endgeräte

Erklärung zu den Symbolen

Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
Zusatzaufgaben	Alternative	

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Fotorezeptoren und Fototransduktion - Das Farbsehen verstehen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



E.2.18

Informationsverarbeitung – Sinnesphysiologie

Fotorezeptoren und Fototransduktion – Das Farbsehen verstehen

Stephan Engelmann, Dr. Monika Kohlmann



Die Lernenden begreifen dem Farbsehen auf allen Systemebenen, ausgehend vom Sehorgan Auge bis zu den molekularen Fotoreaktionen des Photopsins in den Membran-Clustern der Zapfen. Die eigene Farbsehfähigkeit oder die weit verbreitete, genetisch bedingte Rotgrünblindheit werden in einem Selbsttest erfahrbar. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass die Fähigkeit der Welt für jede Tierart einzigartig ist, ein Ausdruck ökologischer und genetischer Anpassung.