



Neuronale Grundlagen des Sehens

Stand: 15.06.2019

Jahrgangsstufen	13
Fach/Fächer	Biologie (Ausbildungsrichtung ABU)
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	
Zeitrahmen	je Aufgabenmodul ca. 20 min
Benötigtes Material	evtl. vorgefertigte Wortkarten

Kompetenzerwartungen

Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

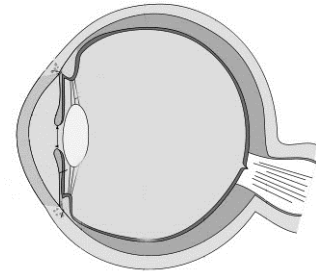
Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben eine Reiz-Reaktions-Verknüpfung und erklären am Beispiel der Lichtsinneszellen des Auges molekulare und neuronale Vorgänge, die eine optische Wahrnehmung ermöglichen und optimieren. (B13 2)

Aufgabenmodul 1: Aufbau der Netzhaut und Erregungsfluss

1. Einzelarbeit:




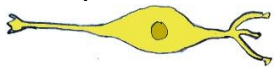
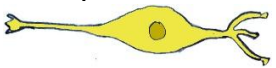
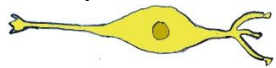







Erstellen Sie eine Concept Map, die die Erregungsrichtung zwischen den einzelnen Zelltypen der Netzhaut sowie den Weg des Lichtes zeigt. Geben Sie dabei in Schlagworten jeweils die Funktion der Zelltypen an. Verwenden Sie zur Erstellung die vorgegebenen Wortkarten.



Partnerarbeit:

Erklären Sie Ihrem Aufgabenpartner Ihre Concept Map und klären Sie gemeinsam eventuelle Unterschiede oder Fehler.

Aufgabenmodul 1 – Material 1: Wortkarten: Elemente der Netzhaut

Stäbchen 	Stäbchen 	Stäbchen 
Bipolarzelle 	Bipolarzelle 	Bipolarzelle 
Horizontalzelle 	Horizontalzelle 	Sehnerv 
Ganglienzelle 	Ganglienzelle 	Ganglienzelle 
Lichtquelle 		

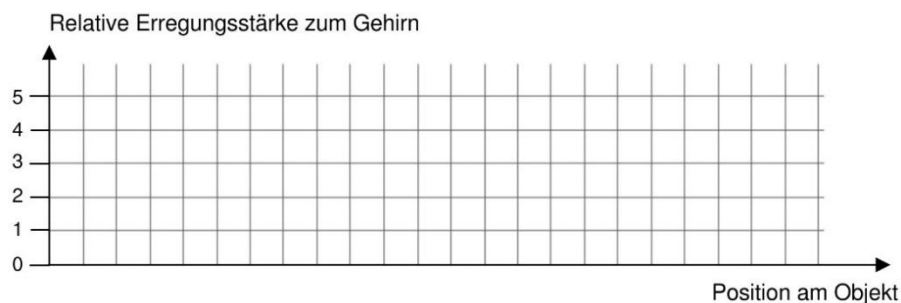
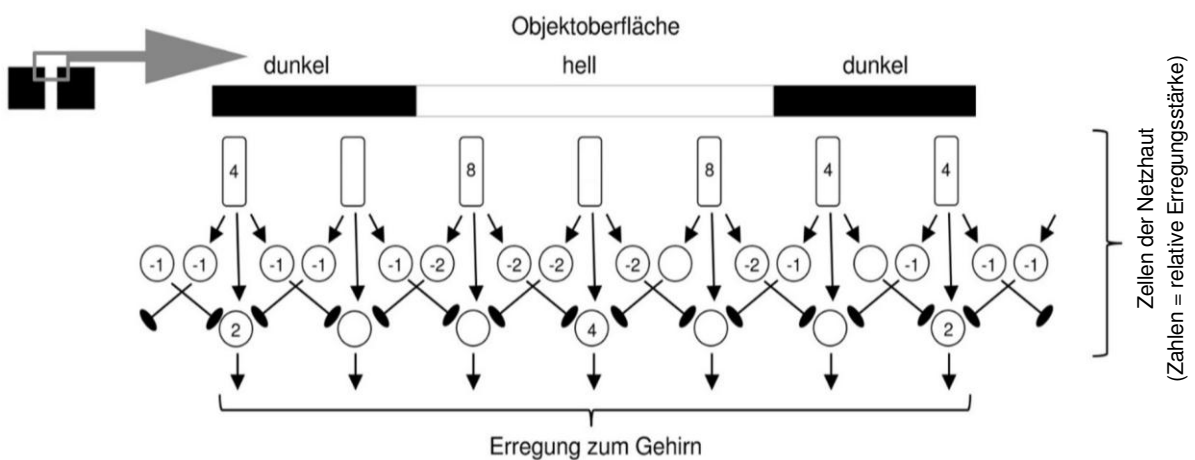
Aufgabenmodul 2: Kontrastverstärkung

- In Material 1 ist das Phänomen der Kontrastverstärkung durch laterale Hemmung beim menschlichen Auge dargestellt. Ergänzen Sie das Schema in sinnvoller Weise, benennen Sie die beteiligten Zelltypen, und geben Sie ihre jeweilige Funktion an. Der Hemmungsgrad beträgt hier 25 % (z. B. bei der Erregungsstärke 4 beträgt die Hemmung -1).

Zeichnen Sie im Koordinatensystem einen Graphen ein, der den Seheindruck (= Erregungsverlauf) widerspiegelt, und erklären Sie den Unterschied zwischen dem Reizverlauf und dem Erregungsverlauf.
- Die Abbildung in Material 2 zeigt das sogenannte MACHsche Band. Die einzelnen grauen Flächen sind jeweils einheitlich hell, scheinen aber einen Helligkeitsverlauf zu zeigen. Ergänzen Sie das Schema in sinnvoller Weise, und erklären Sie das Zustandekommen dieser optischen Täuschung. Gehen Sie dabei von einem Hemmungsgrad von jeweils 20 % aus.

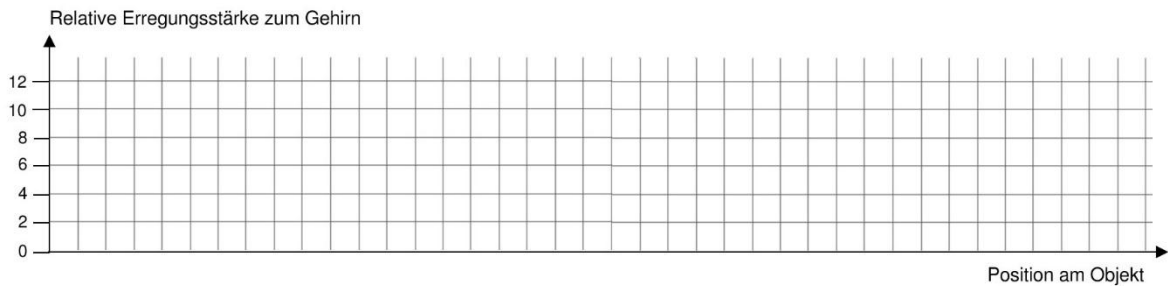
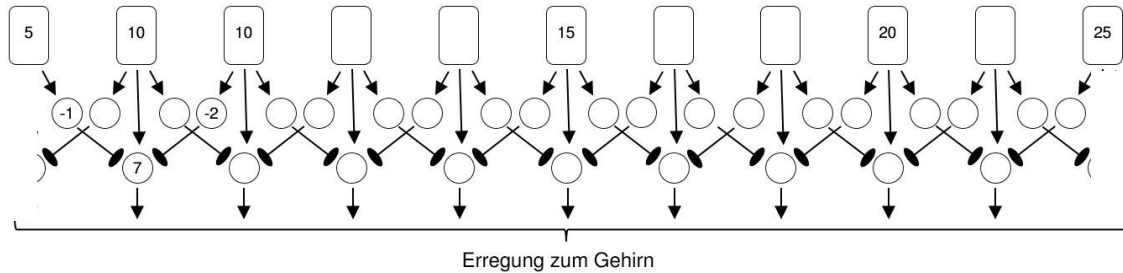
Zeichnen Sie im Koordinatensystem einen Graphen ein, der den Seheindruck (= Erregungsverlauf) widerspiegelt.

Aufgabenmodul 2 – Material 1: Kontrastverstärkung beim Sehvorgang



Aufgabenmodul 2 – Material 2: Das MACHSche Band

Innerhalb der Graustreifen ergibt sich von links nach rechts jeweils eine **scheinbare** Helligkeitsveränderung.



Aufgabenmodul 3: Erregungsbildung in der Netzhaut

- Die Abbildung in Material 1 zeigt den Vorgang der Erregung einer typischen Sinneszelle, z. B. eines Chemorezeptors in der Nasenschleimhaut. Die Abläufe sind vergleichbar den Vorgängen an einer erregenden Synapse im postsynaptischen Bereich, die Einwirkung des Neurotransmitters ist hier ersetzt durch die Reizeinwirkung.

Erklären Sie die neurobiologischen Vorgänge von der Reizeinwirkung bis zur Bildung eines Aktionspotenzials.

2. Einzelarbeit:

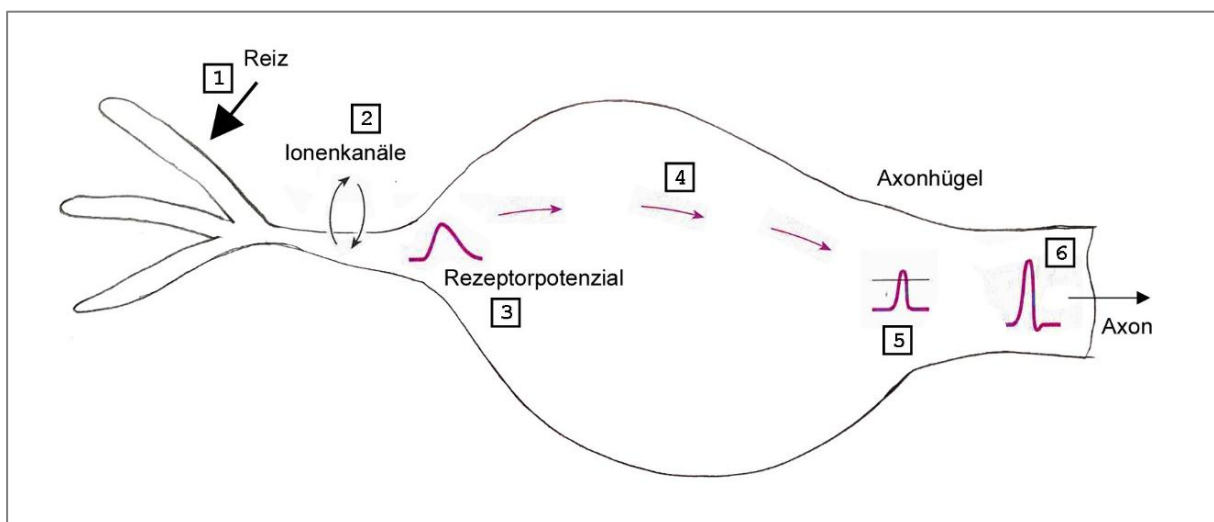
Erstellen Sie mithilfe der Wortkarten aus Material 2 eine Concept Map, die die Reizaufnahme und Erregungsleitung bei Lichtsinneszellen der Netzhaut bei Dunkelheit darstellt.

Partnerarbeit:



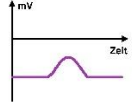
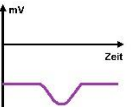
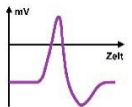

Erklären Sie Ihrem Aufgabenpartner diese Vorgänge.

Ihr Aufgabenpartner verändert die Concept Map (siehe Wortkarten aus Material 2) für den Fall, dass Licht auf die Lichtsinneszelle trifft, und erklärt sein Vorgehen.

Aufgabenmodul 3 – Material 1: Erregung einer typischen Sinneszelle



Aufgabenmodul 3 – Material 2: Wortkarten: Erregung einer Lichtsinneszelle in der Netzhaut

<p>Licht</p> 	<p>Dunkelheit</p>	<p>Retinal + Opsin</p>
<p>Rhodopsin</p>	<p>Stäbchen</p> 	<p>Na⁺-Kanäle geschlos- sen</p>
<p>Na⁺-Kanäle offen</p>	<p>Membranpotenzial der Stäbchen depola- risiert</p>	<p>Membranpotenzial der Stäbchen hyper- polarisiert</p>
<p>Freisetzung von hemmendem Neuro- transmitter</p>	<p>Keine Freisetzung von hemmendem Neurotransmitter</p>	<p>Bipolarzellen ge- hemmt</p>
<p>Bipolarzellen nicht gehemmt</p>	<p>Ganglienzellen ge- hemmt</p>	<p>Ganglienzellen nicht gehemmt</p>
<p>Bildung von Aktions- potenzialen</p>	<p>Keine Bildung von Aktionspotenzialen</p>	
		<p>Sehnerv</p> 

Hinweise zum Unterricht

Diese Aufgabe dient zur schülerzentrierten Wiederholung und Festigung der neuronalen Vorgänge beim Sehvorgang. Die Aufgabe besteht aus drei Modulen, die nach Einschätzung der Lehrkraft unabhängig voneinander eingesetzt werden können.

Vorwissen: Aufbau der Netzhaut und Erregungsfluss, Laterale Hemmung, Erregungsübertragung im Nervensystem, Funktionsweise einer Synapse

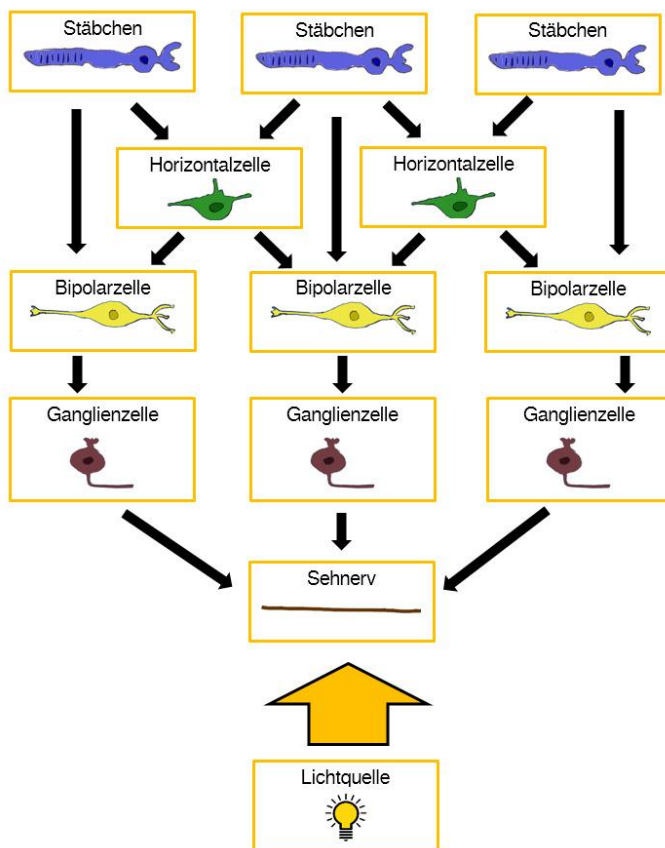
Methodik: Erstellung von Concept Maps

Eine Concept Map ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen Begriffen visuell wiedergibt. Die Elemente der Darstellung sind Rechtecke, Pfeile und Pfeilbeschriftungen. Die Rechtecke repräsentieren Begriffe. Die Pfeile zwischen den Begriffen symbolisieren die Beziehungen zwischen den Begriffen.

Die Wortkarten können ausgeschnitten werden und als Grundlage für die Concept Maps dienen. Alternativ können die Schülerinnen und Schüler zur Zeitersparnis auch ihre Concept Maps direkt erstellen, die Wortkarten dienen dann nur als „Wegweiser“.

Lösungserwartung

Aufgabenmodul 1: Aufbau der Netzhaut und Erregungsfluss

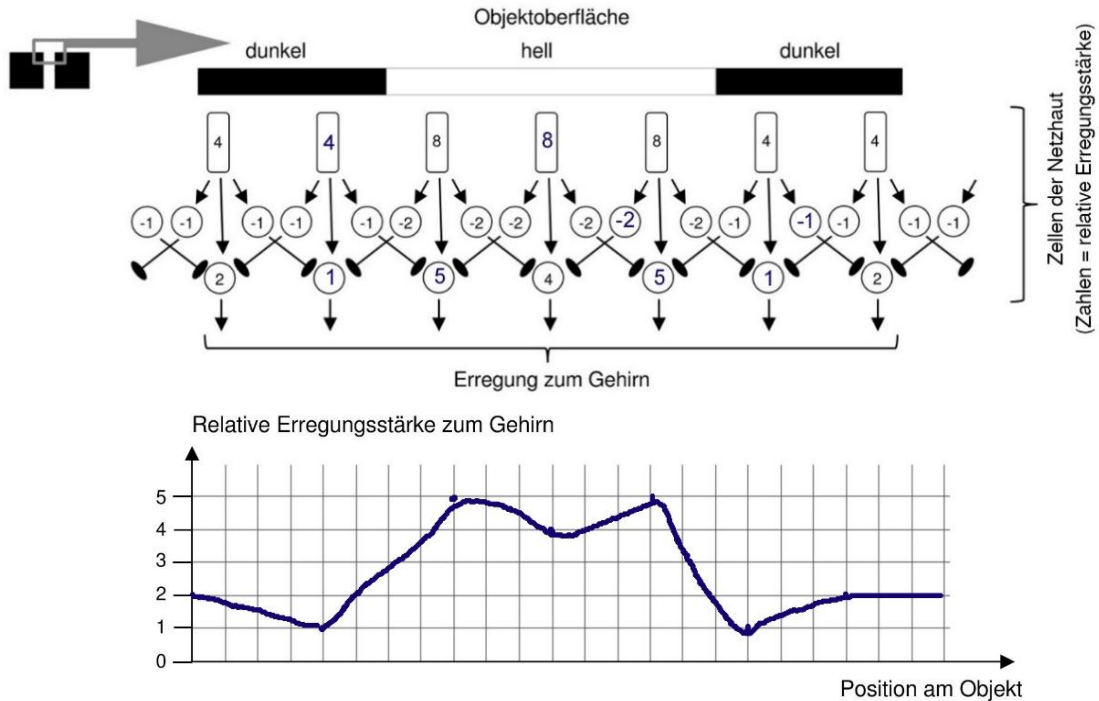


Funktionen der Zelltypen

- Stäbchen: Aufnahme des Lichtreizes, Wandlung in Erregung
- Horizontalzelle: Querverschaltung zwischen Stäbchen und Bipolarzelle
- Bipolarzelle: Weiterleitung der Erregung, die sich aus den Signalen der Lichtsinneszelle und den Horizontalzellen ergibt
- Ganglienzelle: Weiterleitung der Erregung zum Sehnerv

Aufgabenmodul 2: Kontrastverstärkung

Aufgabe 1:

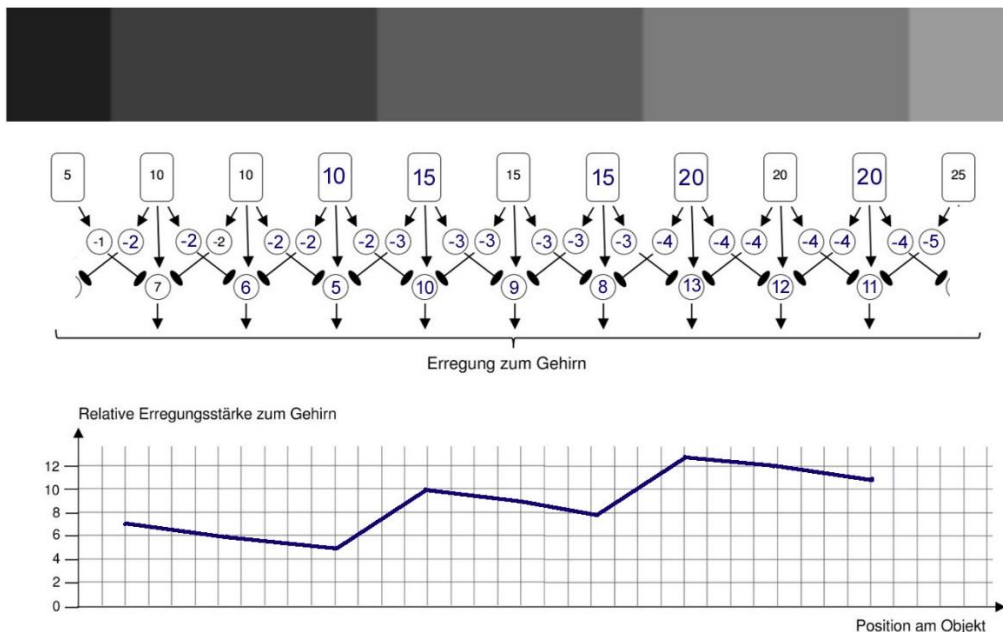


Funktionen

- Zellreihe 1: Lichtsinneszellen, wandeln Lichtreize in Erregung
- Zellreihe 2: Horizontalzellen, hemmen die Erregungsstärke der benachbarten Lichtsinneszellen, je nach Lichtstärke, indem sie hemmend auf die nachfolgenden Bipolarzellen einwirken
- Zellreihe 3: Bipolarzellen

Folge: An der Stelle des Helligkeitswechsels wird der Kontrast durch die laterale Hemmung erhöht.

Aufgabe 2:

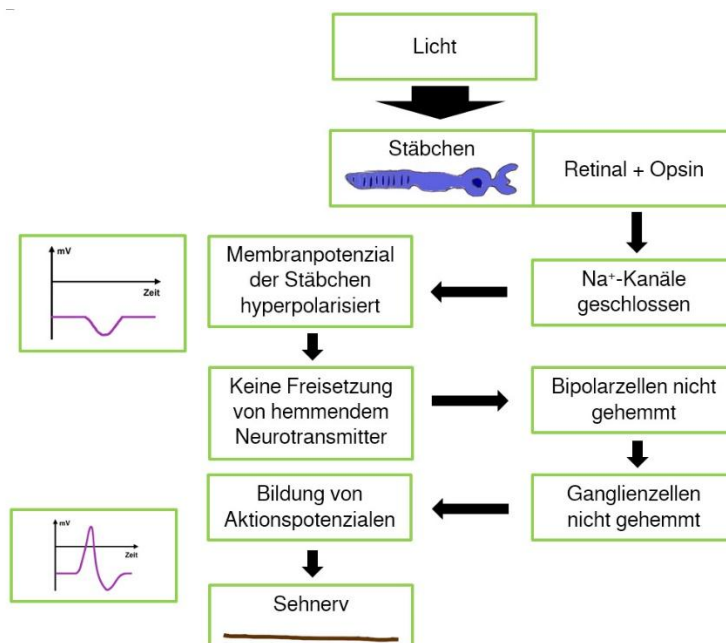
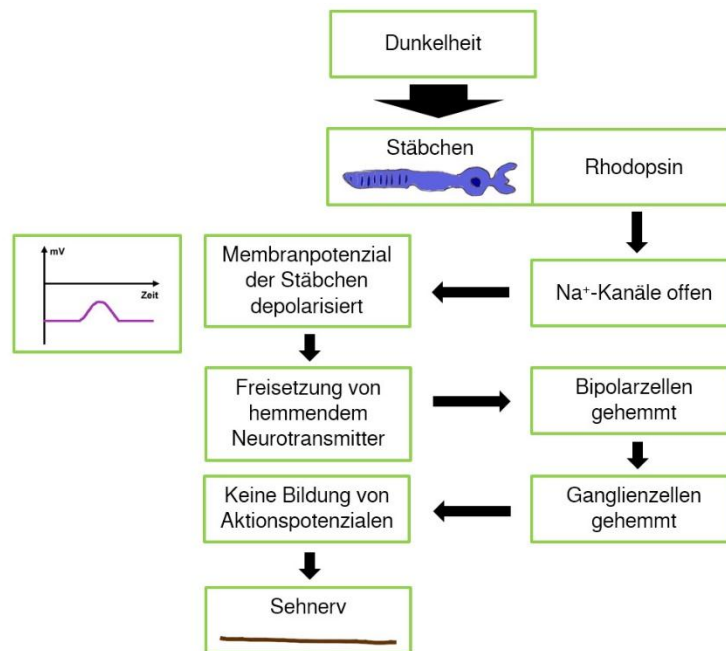


Aufgabenmodul 3: Erregungsbildung in der Netzhaut

Aufgabe 1: Erregung einer typischen Sinneszelle

- Ein eintreffender Reiz führt zur Öffnung von Na^+ -Kanälen.
- Na^+ -Ionen strömen in die Sinneszelle ein, es kommt zur Depolarisation der Zellmembran.
- Die Depolarisation breitet sich über das Soma der Sinneszelle aus bis zum Axonhügel.
- Bei überschwelliger Depolarisation wird am Axonhügel ein Aktionspotenzial gebildet.

Aufgabe 2: Erregung einer Lichtsinneszelle in der Netzhaut



Anregung zum weiteren Lernen:

Zur weiteren Illustration von Vorgängen der Kontrastverstärkung eignen sich optische Täuschungen wie

- die „Checker Shadow Illusion“ (Schachbrett - Schattentäuschung) von Edward H. Adelson von 1995
- die Darstellung des Simultankontrasts nach Helmholtz, 1862

Quellen- und Literaturangaben

- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9b/Eye_scheme_multilingual.svg/350px-Eye_scheme_multilingual.svg.png von Talos; verändert; lizenziert unter CC BY-SA 3.0 (aufgerufen am 06.11.2018)
- https://cdn.pixabay.com/photo/2018/04/06/20/37/lamp-3296831_960_720.png (aufgerufen am 07.01.2019), Creative Commons Zero 1.0 License