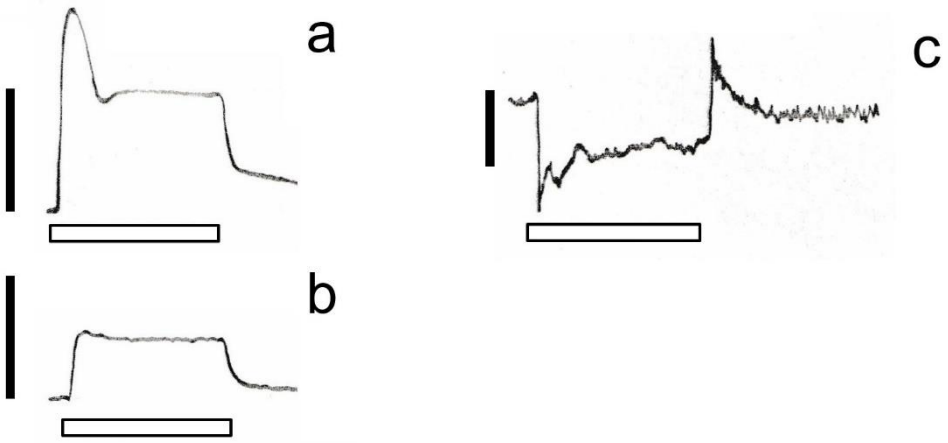
Membranpotentiale bei der Schlammbiene

Die Schlammbiene (*Eristalix tenax*) ist eine große Schwebfliege, die durch zwei gelbe Flecken am Hinterleib eine Biene nachahmt, welche an ihren Sammelbeinen sogenannte Pollen-Höschen trägt. Die Larve der Schlammbiene fühlt sich in schlammigen Gewässern wohl.
Ihre Facettenaugen sind aus Einzelaugen aufgebaut, bei denen sechs äußere Sehsinneszellen (R 1-6) einen Ring bilden, in dessen Zentrum zwei innere Sehsinneszellen (R 7-8) übereinander stehen. R 1-6 besitzen sehr kurze Axone, die ihre Signale an spezielle Nervenzellen (Monopolare) weitergeben.

Die Abbildungen zeigen die Membranpotentiale einer Zelle des Typs R 1-6 (a, b) sowie einer Monopolaren (c) bei einem Lichtreiz von 200 ms Dauer (weißer Balken). Abbildung a und c entstanden bei maximaler Lichtintensität, Abbildung b bei einem Hundertstel dieser Lichtintensität. Die schwarzen Säulen zeigen die Höhe einer Potentialänderung von 20 mV (a, b) bzw. 10 mV (c).

Aufgabe

Beschreiben Sie die Verläufe der Membranpotentiale a-c mit Fachbegriffen und vergleichen Sie diese mit Membranpotentialen menschlicher Sehsinnes- bzw. Nervenzellen.



Quelle: Thomas Nickl, 1979

Hinweise für die Lehrkraft

Wie bei vielen Aufgaben im schriftlichen Abitur enthält die Angabe eine Reihe von Informationen, die den Kursteilnehmern unbekannt sind, die aber für die Bearbeitung der eigentlichen Aufgabenstellung wenig Bedeutung haben, und die Angaben in Text und Abbildung erschließen sich erst nach genauerem Studieren.

Die Abbildungen stammen aus meiner Diplomarbeit. Es sind Nachzeichnungen von Fotografien, die vom Bildschirm eines Oszillographen gemacht wurden, auf dem die verstärkten Signale der Messelektrode dargestellt wurden.

Die Sehsinneszelle vom Typ 1-6 zeigt als Antwort auf einen Lichtreiz ein graduiertes Membranpotential in Form einer Depolarisierung. Bei hoher Lichtstärke geht die Depolarisierung nach kurzer Zeit auf ein niedrigeres Niveau zurück („Überschießen“ am Anfang). Bei geringerer Lichtstärke ist das Ausmaß der Depolarisierung (im Bereich des Niveaus) geringer als bei höherer Lichtstärke.

Eine menschliche Sehsinneszelle reagiert auf einen Lichtreiz ebenfalls mit einem graduierten Potential, aber in Form einer Hyperpolarisierung.

Die Monopolare bildet ein graduiertes Membranpotential in Form einer Hyperpolarisierung aus, wobei am Anfang und am Ende ein kurzes Überschießen zu beobachten ist. Der Betrag der Potentialänderung (ohne Überschießen) ist bei gleicher Intensität des Lichtreizes kleiner als bei der Sehsinneszelle.

Eine menschliche Nervenzelle reagiert auf erregende Reize in Dendrit und Soma mit Depolarisierung und im Axon mit Aktionspotentialen.

Thomas Nickl, April 2025