

28.5 Aktionspotenziale verhindern eine Reizüberflutung



20 MIN

Material

Simulationssoftware **Axonreizung.exe** auf beiliegender CD

Fachlicher Hintergrund

Schon der leichteste Reiz, der auf einen Rezeptor trifft, löst an diesem ein Rezeptorpotenzial aus. Würden alle Rezeptorpotenziale zu Aktionspotenzialen führen und über unser Nervensystem weitergeleitet, würde unser System der Informationsweiterleitung zusammenbrechen. Deshalb werden in Nervenzellen nur dann Aktionspotenziale ausgelöst, wenn am Axonhügel die Reizschwelle überschritten ist. Auf diese Weise wird ein dauerhaftes „Untergrundrauschen“ in unseren Axonen verhindert. Gleiches gilt für postsynaptische Bereiche. Nur wenn die Signale (in ihrer Summe) stark genug sind, findet eine Impulsweiterleitung statt.

Didaktischer Hintergrund

Die Untersuchung von Potenzialveränderungen an einem Neuron und die Ableitung von Aktionspotenzialen am Realobjekt sind in den meisten Fällen in der Schule nicht möglich. Hier bietet die vorliegende Simulation eine gute Möglichkeit, derartige Experimente am Computer anschaulich nachzustellen und aktiv durchzuführen. Gleichzeitig führen die Arbeit mit dem Messaufbau und die Variation der Parameter dazu, dass theoretisch gelernte Inhalte besser durchdrungen werden. Die selbsttätige Arbeit mit der Simulation fördert das Verständnis.

Hinweise

Sie können die Simulationssoftware auch als Einführung in das Thema Aktionspotenzial verwenden. Dann ist es sinnvoll, dass die Schüler zunächst die Auslöseschwelle des Aktionspotenzials bestimmen. Dies geschieht, indem die Spannung in 10-mV-Schritten gesteigert wird. Es wird den Schülern dann auffallen, dass ab einer bestimmten Schwelle die Zunahme der Spannung sich nicht in einer weiteren Erhöhung der Amplitude des Membranpotenzials auswirkt.

Andererseits ist es auch möglich, mittels intrazellulärer Ableitung die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Aktionspotenzials auf einem Axon zu bestimmen. Hierzu wird in den Einstellungen der größtmögliche Abstand zwischen Reiz- und Messstelle gewählt und der Zeitabstand zwischen elektrotonisch geleitetem Reizimpuls und Beginn des Aktionspotenzials gemessen. Mit der zurückgelegten Wegstrecke und der dafür benötigten Zeit lässt sich die Geschwindigkeit der Erregungsleitung (ca. 15 m/s) berechnen.

Lösungen

1. Sind alle Parameter der Simulation in der Grundeinstellung, werden Aktionspotenziale ab einer Reizspannung von 30 mV ausgelöst.
2. Die Reizspannung wird so weit verringert, dass gerade kein Aktionspotenzial auftritt. Anschließend wird die Reizdauer so variiert, dass gerade wieder ein Aktionspotenzial entsteht. Auf diese Weise werden mehrere Wertepaare für Reizspannung und Reizdauer ermittelt.

Mögliche beobachtbare Wertepaare: 30 mV / 0,5 ms; 25 mV / 0,6 ms; 22 mV / 0,7 ms; 19 mV / 0,8 ms; 17 mV / 0,9 ms; 15 mV / 1,0 ms. Aus den Beobachtungen lässt sich schlussfolgern, dass an der Reizschwelle das Produkt aus Reizspannung und Reizdauer in etwa konstant ist.

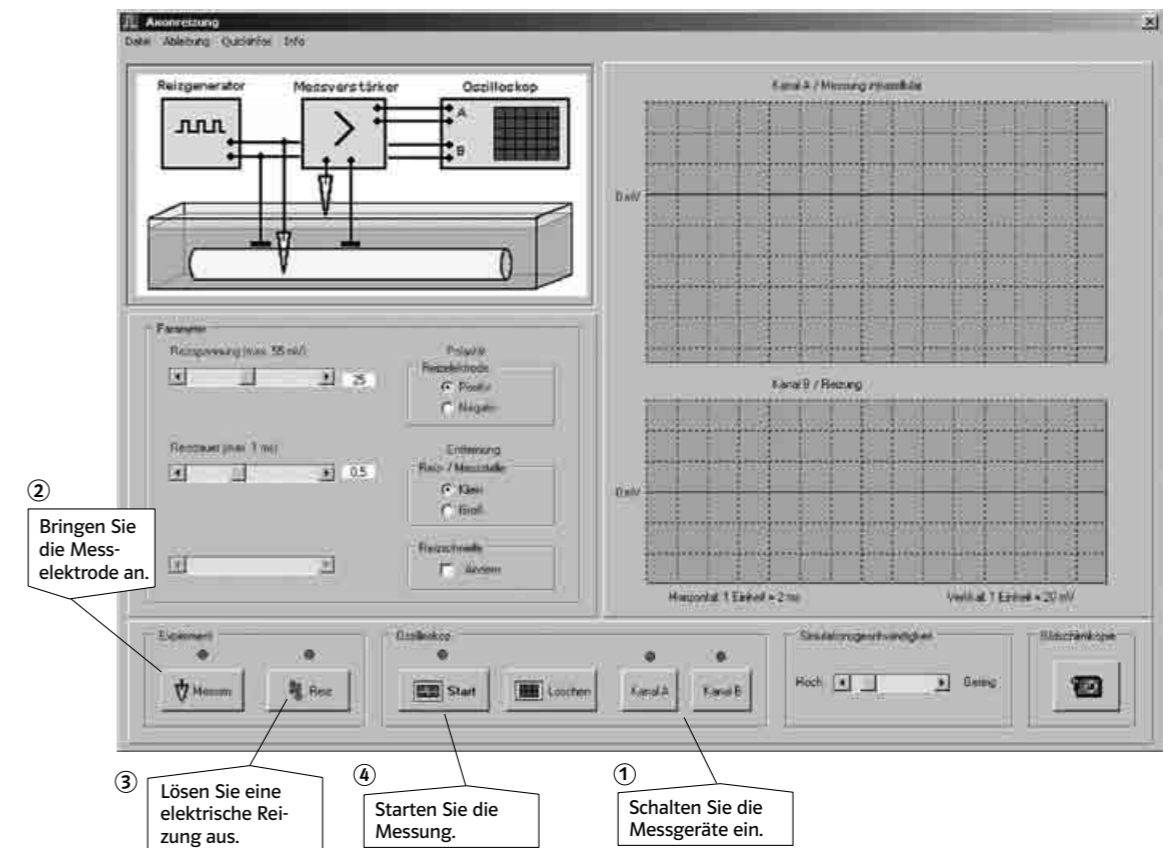
3. Reizinformationen werden über ein Axon in Form von Aktionspotenzialen weitergeleitet. Nur dann, wenn die Reizschwelle überschritten wird, findet also eine Informationsweiterleitung statt. Ein Reiz muss also so stark sein oder aber so lange auf die Rezeptoren einwirken, dass es zu einer Überschreitung der Reizschwelle kommt. Zu schwache oder zu kurze Reize werden deshalb von uns nicht wahrgenommen. Ein „Dauerfeuer“ und damit eine Reizüberflutung wird dadurch verhindert.

28.5 Aktionspotenziale verhindern eine Reizüberflutung

Sie sitzen an Ihrem Schreibtisch und machen Ihre Hausaufgaben. Dabei hören Sie Musik. Vielleicht läuft noch der Fernseher – vielleicht ohne Ton. Vor Ihnen auf dem Bildschirm meldet sich ein Freund im sozialen Netzwerk und dann klingelt auch noch Ihr Handy. Kennen Sie das? Erwachsene sprechen in solchen Situationen gerne von Reizüberflutung: Unser Körper nimmt über seine verschiedenen Sinne gleichzeitig mehr Reize auf, als er verarbeiten kann. Auf Dauer kann dies zu einer psychischen Überforderung führen.

Schauen wir uns einmal genau um, so sind wir eigentlich zu jeder Zeit einer Reizüberflutung ausgesetzt. Mehr als 120 Millionen Sinneszellen, verteilt über unseren ganzen Körper, werden immer wieder gereizt.

Zum Glück wirken viele Reize unmerklich auf uns ein. Erst ab einer bestimmten Stärke nehmen wir sie wahr. Wie sieht unser einfachster Schutz gegen Reizüberflutung aus? In dieser Simulation erfahren Sie es.



1 Simulationsoberfläche zur elektrischen Axonreizung

Aufgaben

1. Simulieren Sie mit dem Programm **Axonreizung.exe** eine Reizung. Lassen Sie außer der Reizspannung (oberer Schieberegler) alle anderen Vorgaben des Programms unverändert. Bestimmen Sie den Wert der Reizspannung, der mindestens nötig ist, um ein Aktionspotenzial auszulösen.
2. Planen Sie mit diesem Simulationsprogramm ein Experiment, mit dessen Hilfe Sie untersuchen können, welchen gegenseitigen Einfluss Reizdauer und Reizstärke bezogen auf die Auslösung eines Aktionspotenzials haben.
3. Deuten Sie die Anzeige des Simulationsprogramms auf dem Hintergrund der Vermeidung einer dauerhaften Reizüberflutung.