

Übung „Neurophysiologische Messungen und Neuroprothetik an Invertebraten“ des Schwerpunktmodul 1 (Neurobiologie)

Kurzzusammenfassung des Projektes (maximal 500 Zeichen)

Die beantragten Mittel sollen die Übung „Neurophysiologische Messungen und Neuroprothetik an Invertebraten“ des Schwerpunktmoduls 1 (Neurobiologie, MSc Biologie) modernisieren. Dabei geht es um das Erlernen neurobiologischer und technischer Voraussetzungen von elektrophysiologischen Messungen, sowie praktischer Untersuchungen der Eigenschaften von Neuronen und Nervenfasern. Auch neuroprothetische Aspekte werden abgedeckt, so dass ein klarer Bezug zur Forschung in Freiburg besteht. Eine Neustrukturierung der bisherigen Versuchsdurchführung würde an dieser Stelle Platz für innovative Lehrmethoden im Bereich der Neurowissenschaften schaffen.

Projektvorstellung

a) Inhalte

Die Übung „Neurophysiologische Messungen und Neuroprothetik an Invertebraten“ des Schwerpunktmoduls Neurobiologie gibt Masterstudierenden einen Einblick in praktische neurobiologische Forschung und stellt zudem mögliche Anwendungen vor. Konkret sind 15 Versuche mit der beantragten Ausrüstung durchführbar, die hier der Schwierigkeit nach gestaffelt aufgeführt sind. Die Auflistung aller Experimente ist als Anhang beigefügt. Einige Beispiele sind hier aufgeführt:

Experiment 1: Die Anfänge der modernen Neurowissenschaften – das ursprüngliche Galvani/Volta Experiment: Hier soll die erste von Volta entwickelte Batterie repliziert und zur Stimulation eines Kakerlakenbeins genutzt werden. Dies stellt den ursprünglichen Versuch von Luigi Galvanis berühmten Froschschenkel Experiments nach.

Experiment 2: Messung und Stimulation von Neuronen: In diesem Experiment werden Aktionspotentiale gemessen und ausgewertet. Des Weiteren werden die technischen Hintergründe von elektrophysiologischen Aufbauten erklärt.

Experiment 7: Neuroprothetik: Ein einfaches neuroprothetisches Experiment wird durchgeführt, bei dem ein Kakerlakenbein durch den neuronalen Output eines anderen Beins gesteuert wird.

Experiment 12: Leitungsgeschwindigkeit von Neuronen: Dieser Versuch adressiert die Schnelligkeit von Neuronen in Regenwürmern. Zusätzlich wird das Konzept des „Spars Coding“ praktisch erklärt.

b) Ziele

Ziel ist es, die Grundlagen neurophysiologischer Messungen durch invasive Experimente zu vermitteln, praktische Anwendungen aufzuzeigen und vor allem Begeisterung für das Fach Neurobiologie zu verstärken. Die Versuche bauen auf den EMG-Experimenten aus dem Vertiefungsmodul auf (siehe Parallelantrag) und nehmen auch die zentrale Botschaft auf, dass Forschung Spaß machen kann und man sich kreativ einbringen soll. Daher geben wir auch hier einige Fragestellungen und Experimente konkret vor, lassen aber auch Spielraum, damit die Studierenden selbst verschiedene Varianten der Versuche erarbeiten und ausprobieren können. Dabei gehen die experimentellen Anforderungen und Fragestellungen weit über die des Vertiefungsmoduls zur Muskelaktivität hinaus.

c) Perspektiven

Die beantragte Ausrüstung erlaubt eine Vielzahl an Experimenten (siehe Anhang). Wir planen im ersten Durchgang eine Auswahl der Versuche im Schwerpunktmodul 1 Neurobiologie des M.Sc. Biologie anzubieten. Durch den großen Erfolg des Vertiefungsmoduls (s. Parallelantrag) ist zu erwarten, dass sich in Zukunft mehr Studierende für diese Vertiefungsrichtung finden werden. Im folgenden Jahr ist es denkbar, Teile des Orientierungsmoduls OM-05 (derzeit Heuschreckenpraktikum mit gemischten Evaluierungsergebnissen) durch eine komplementäre Versuchsauswahl auszutauschen. Außerdem könnten auch einige Module des neuen interdisziplinären M.Sc. Neuroscience hiervon profitieren.

Um den Kurs für 30 Studierende anzubieten und gleichzeitig die Nachhaltigkeit zu garantieren (z.B. bei Ausfall einzelner Geräte), beantragen wir jeweils 16 Versuchsaufbauten. Zum Teil können die Aufbauten für mehrere der oben genannten Versuche eingesetzt werden, so dass in der Kostenaufstellung nur 8 Punkte auftauchen, während hier 15 mögliche Experimente genannt werden.

Kommentar der Fachschaft: Letztes Semester wurde im Schwerpunktmodul 1 der gleiche Versuch wie im Vertiefungsmodul, mit einigen weiterführenden Inhalten, angeboten. Dies ist für Studierende, die in Freiburg bleiben und das Vertiefungsmodul absolviert haben eine nicht zufriedenstellende Situation. Die hier beantragte neue Ausstattung würde auf lange Sicht breite Möglichkeiten für den Biologie Master mit Neurobiologie-Schwerpunkt, wie für den M.Sc. Neuroscience bieten. Außerdem könnte sich die Versuchsauswahl in den kommenden Semestern an den Inhalt anderer Module anpassen und einen wichtigen Schnittpunkt der beiden angesprochenen Masterprogramme bieten.

Kostenaufstellung

DESCRIPTION	UNIT	PRICE	AMOUNT
Neuron 2-Channel SpikerBox	16	\$136.00	\$2,176.00
Laptop Cable	32	\$8.00	\$256.00
Stimulation Cable	16	\$16.15	\$258.40
Recording Electrode	50	\$8.00	\$400.00
RoboRoach Bundle	16	\$149.99	\$2,399.84
Roboroach Surgery Kit	16	\$54.99	\$879.84
Faraday Cage	16	\$21.25	\$340.00
The Completo	16	\$289.99	\$4,639.84
Galvani Volta Replica Kit	16	\$18.99	\$303.84
		SHIPPING AND HANDLING	\$400.00
		Zwischensumme	\$12,053.76
		Einfuhrumsatzsteuer (19%)	\$2290,25
		TOTAL	\$14344,01
		Umrechnung in Euro (5.6.2017)	12713,45 EURO

Aufgrund von Mengenrabatten wurden die Stückzahlen so gewählt, so dass eine geringere Anzahl an Geräten im gleichen Preisniveau liegen. Die Geräte werden ausschließlich in den USA angeboten. Vergleichbare und ähnlich günstige (auch inklusive Einfuhrumsatzsteuer) Angebote sind weltweit nicht erhältlich.

Falls eine Kürzung erwünscht wäre, könnte die Ausrüstung für Experiment 11 gestrichen werden (RoboRoach Bundle / Surgery Kit). Dieser Versuchsteil ist im Vergleich zum Rest relativ kostspielig, allerdings ist dies auch einer der interessantesten Versuche und hat einen direkten Bezug zum Freiburger Forschungsschwerpunkt der Neuroprothetik.

Die beantragten Personalkosten sind vor allem zur Vorbereitung der Versuche und zur Konzeption des Praktikumsablaufes notwendig.

Kennzeichnung, ob der Antrag als Innovation oder Investition gewertet werden soll
Innovation

Informationen über die Beantragung von Fördergeldern oder Förderung durch andere Stellen

Kommentar der Fachschaft: Wir planen Frau Diester für den „Ars Legendi“ Lehrpreis vorzuschlagen, da Sie in Ihrem ersten „Lehraktivem“ Jahr die Studierenden begeistern konnte. Leider würden diese potentiellen Fördergelder nicht für die geplanten Anschaffungen ausreichen. Zudem liegt die Vergabe des Preises in der Zukunft und unsere Chancen hierauf sind schwer abzuschätzen.

Information zur Nutzung von Tieren:

Leider gibt es für elektrophysiologische Experimente keine (geeigneten) Alternativen zu Versuchen an Tieren. Da dies eine Problematik darstellt wird das Modul mit Vorlesungen zu Themen wie „Ethik bei Tierversuchen“, „Respekt bzw. Sorgfalt beim Umgang mit Tieren“, „Wann sind Tierversuche notwendig?“ und „Rechtliche Rahmenbedingungen“ beginnen. Die Versuche selbst sind möglichst schonend für die Tiere und sparsam geplant.

Die Regenwürmer werden bei den Versuchen nicht getötet, sondern regenerieren sich wieder vollständig und können danach freigelassen werden (z.B. in den botanischen Garten). Die Kakerlaken könnten danach im Zoologie Praktikum des B.Sc. Biologie eingesetzt werden. Damit können die schon vorhandenen Tiere erneut verwendet werden und die Gesamtzahl der im Biologiestudium genutzten Tiere würde sich nicht erhöhen. Bei Experiment 11 überlebt die Kakerlake unbeschadet.

Außerdem könnten diese Versuche den Heuschreckenversuch des OM-5 (oben genannt) ersetzen, bei dem mehr Tiere gebraucht werden, als es mit der neuen Ausrüstung für ähnlich anschauliche Versuche notwendig wäre.

Anhang:

Experiment 1 (Schwierigkeitsgrad leicht): Die Anfänge der modernen Neurowissenschaften – das ursprüngliche Galvani/Volta Experiment : Hier soll die erste von Volta entwickelte Batterie repliziert und zur Stimulation eines Kakerlakenbeins genutzt werden. Dies stellt den ursprünglichen Versuch von Luigi Galvanis berühmten Froschschenkel Experiment nach.

Experiment 2 (Schwierigkeitsgrad leicht): Messung und Stimulation von Neuronen. In diesem Experiment werden Aktionspotentiale gemessen und einfach ausgewertet. Des Weiteren werden die technischen Hintergründe von elektrophysiologischen Aufbauten erklärt.

Experiment 3 (Schwierigkeitsgrad leicht): Ratenkodierung . Ratenkodierung ist eine Art der Informationsdarstellung in Neuronen. Wenn die Intensität eines Stimulus ansteigt, steigt auch die Feuerrate eines Neurons nach dieser Art der Kodierung. Diese Annahme wird in diesem Versuch praktisch getestet.

Experiment 4 (Schwierigkeitsgrad leicht): Mikrostimulation von Neuronen und Muskeln. Hier wird der Effekt von Stimulationsfrequenzen auf die elektrische Erregbarkeit anhand von Kakerlakenbeinnerven getestet.

Experiment 5 (Schwierigkeitsgrad mittel): Einfluss von Temperatur auf Neurone. In diesem Experiment werden die Veränderungen von neuronalen Feuerraten unter verschiedenen Temperaturen untersucht und Hintergründe diskutiert.

Experiment 6 (Schwierigkeitsgrad mittel): Sensorische und neuronale Adaptation. In diesem Versuch werden die Veränderungen von Antwortigenschaften während konstanter Stimulation untersucht – eine Voraussetzung, um die Mechanismen des Lernens zu verstehen.

Experiment 7 (Schwierigkeitsgrad mittel): Neuroprothetik. Ein einfaches neuroprothetische Experiment wird durchgeführt, bei dem ein Kakerlakenbein durch den neuronalen Output eines anderen Beins gesteuert wird.

Experiment 8 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Die Bedeutung der Erdung. In diesem Versuch wird praktisch erläutert, warum man für elektrophysiologische Messungen eine Referenzelektrode benötigt.

Experiment 9 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Neuropharmakologie-Der Einfluss von Nikotin und MSG auf Neuronen. In diesem Experiment geht es darum, anhand der Feuerrate eines Grillenneurons den Einfluss von Drogen und anderen chemischen Agenzien auf das Nervensystem zu untersuchen.

Experiment 10 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Der Zusammenhang von Sauerstoff und Aktionspotentialen. Hier untersuchen wir, wie Neurone Sauerstoff nutzen und wie sie auf Sauerstoffmangel reagieren.

Experiment 11 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Die "Cyborg-Kakerlake". In diesem Experiment werden die Bewegungen einer Kakerlake durch elektrische Mikrostimulationen der Antennennerven kontrolliert. So können Grundlagen der Mikrostimulation, des Lernens und basaler neuroprothetischer Elektronik praktisch erlernt werden.

Experiment 12 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Leitungsgeschwindigkeit von Neuronen. Dieser Versuch adressiert die Schnelligkeit von Neuronen in Regenwürmern. Zusätzlich wird das Konzept des „Spars Coding“ praktisch erklärt.

Experiment 13 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Der Einfluss von Nervendehnung auf die Leitungsgeschwindigkeit . In diesem Experiment wird untersucht, wie die Dehnung eines Axons die Zeit beeinflusst, die ein elektrischer Impuls braucht um entlang des Axons zu wandern.

Experiment 14 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Der Einfluss von Nervenfasergroße auf die Leitgeschwindigkeit. Dieser Versuch vermittelt, wie die lateralen und medialen großen Nervenfasern des Regenwurms sensorische Informationen weiterleiten. Des Weiteren werden die Grundlagen der Kabeltheorie praktisch untersucht und damit die physikalischen Eigenschaften von Axonen erklärt.

Experiment 15 (Schwierigkeitsgrad fortgeschritten): Der Einfluss von Temperatur auf die Leitgeschwindigkeit. In diesem Versuch wird die Leitgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Temperaturen gemessen, um zu zeigen, inwieweit die Geschwindigkeit durch niedrige Temperaturen herabgesetzt werden kann.