

Gemeinsame Aufgabenpools der Länder

Pool für das Jahr 2025

Aufgaben für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Chili neurobiologisch betrachtet
Anforderungsniveau	grundlegend
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Informationsverarbeitung in Lebewesen: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Grundlagen der Informationsverarbeitung ◆ Bau und Funktion von Nervenzellen: Aktionspotenzial, Erregungsleitung
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 Schmerz Wahrnehmung ◆ M 2 Zeitversetzte Schmerz Wahrnehmung ◆ M 3 Signaltransduktion an Nozizeptoren ◆ M 4 Capsaicin und Hitzeschmerz beim Genuss von Chili ◆ M 5 Capsaicin im Reitsport ◆ M 6 Aufbau eines Arguments
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 Locher, H.-A. et al. (2015). Manuelle Medizin 1. Systematik der Nervenfasern. Thieme Verlag. ◆ M 2 Bear, M.F. et al. (2007). Neurowissenschaften. (3. Auflage). Springer Spektrum. ◆ M 3 Hildebrandt, J.P. et al. (2021). Penzlin – Lehrbuch der Tierphysiologie. Springer Verlag, S. 853-861. ◆ M 4 Handwerker, H.O., Schmelz, M. (2019). Allgemeine Sinnesphysiologie. In: Brandes, R. et al. (eds) Physiologie des Menschen. Springer-Lehrbuch. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56468-4_49 ◆ M 5 eigener Text ◆ M 6 eigener Text
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> ◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat¹
fachpraktischer Anteil	<ul style="list-style-type: none"> ◆ nein
Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> ◆ keine

¹ siehe „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

1 Aufgabe

Chili neurobiologisch betrachtet

Chili-Schoten enthalten unter anderem Capsaicin. Der Stoff verursacht bei Kontakt mit der Haut von Säugetieren ein brennend schmerzhaftes Gefühl. Die Wirkung von Capsaicin wurde auf neurobiologischer Ebene untersucht.

- | | BE |
|---|-----------|
| 1 Beschreiben Sie die Erregungsleitung an den Axonen von C-Fasern und A δ -Fasern (M 1).
Erläutern Sie anhand von Material 1 das Phänomen der zeitversetzten Schmerzwahrnehmung (M 2). | 12 |
| 2 Erläutern Sie die Erregungsauslösung an einem Nozizeptor (M 3). | 5 |
| 3 Interpretieren Sie die in Material 4 dargestellten Messergebnisse im Hinblick auf die Intensität des Schmerzempfindens. | 7 |
| 4 Formulieren Sie mit Hilfe von Material 6 ein ablehnendes und ein befürwortendes Argument zur Verwendung von Capsaicin beim Springreiten (M 4, M 5). | 6 |

2 Material

Material 1: Schmerzwahrnehmung

Die Wahrnehmung von Schmerzen bezeichnet man als Nozizeption. Ausgelöst wird Schmerz durch Reizung von Sinneszellen (Nozizeptoren) in der Haut (Abb. 1). Die freien Nervenendigungen dieser Sinneszellen besitzen Rezeptoren, die beispielsweise durch mechanische Einwirkungen gereizt werden können. Werden nach erfolgter Reizung Aktionspotenziale ausgelöst und über Axone in bestimmte Areale des Gehirns fortgeleitet, geht die dortige neuronale Aktivierung mit der Wahrnehmung von Schmerz einher.

Hautoberfläche

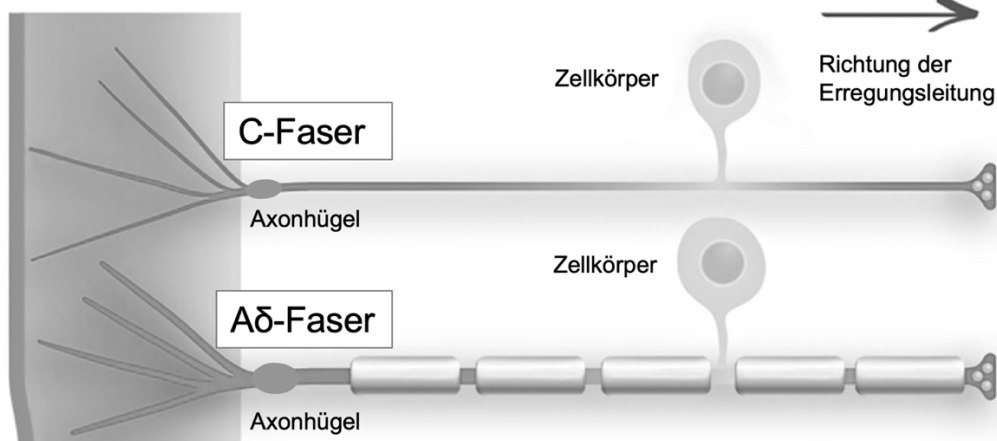


Abb. 1: Nozizeptoren in der Haut (schematisch)
(verändert nach: Locher et al., 2015, nach Zieglgänsberger)

Material 2: Zeitversetzte Schmerzwahrnehmung

Die durch einen einzigen Schmerzreiz verursachte Wahrnehmung läuft im Hinblick auf den zeitlichen Verlauf und die Qualität des Schmerzempfindens nach dem in Abbildung 2 gezeigten Schema ab.

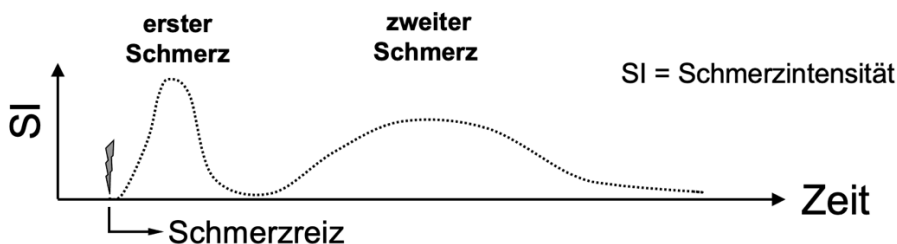


Abb. 2: Auftreten von Schmerzen nach einem Schmerzreiz
(verändert nach: Bear et al., 2007)

Material 3: Signaltransduktion an Nozizeptoren

Der Transiente Rezeptor-Potenzial-Kationenkanal der Unterfamilie V (TRPV) ist ein Ionenkanal, der in den freien Nervenendigungen von Nozizeptoren vorkommt. Abbildung 3 veranschaulicht die Vorgänge, die an Nozizeptoren vom TRPV-Typ nach Reizung durch Capsaicin beziehungsweise durch Einwirkung von Temperaturen ab 45 °C ablaufen.

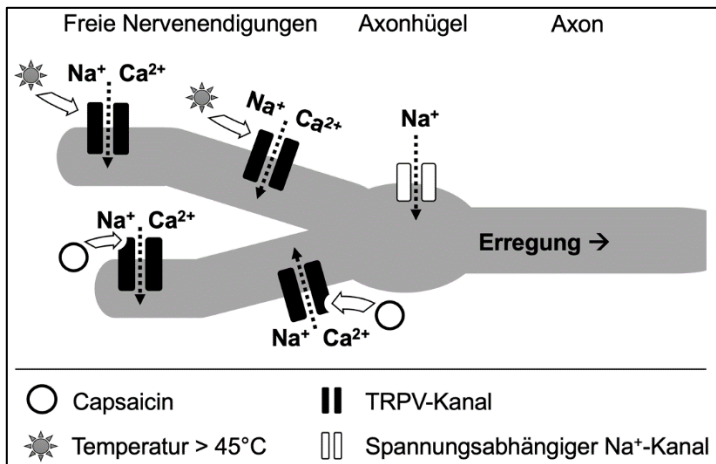


Abb. 3: Wirkung von Capsaicin beziehungsweise hohen Temperaturen am Nozizeptor (verändert nach: Hildebrandt et al, 2021, S. 855)

Material 4: Capsaicin und Hitzeschmerz beim Genuss von Chili

Heiße Speisen können einen brennenden Schmerz auf der Zunge verursachen. Viele Menschen geben an, dass diese Wahrnehmung beim Verzehr von heißen und gleichzeitig mit Chili gewürzten Speisen verstärkt auftritt. Das Phänomen dieses gesteigerten Schmerzempfindens wurde wissenschaftlich untersucht. Die ermittelten Daten sind in Abbildung 4 dargestellt.

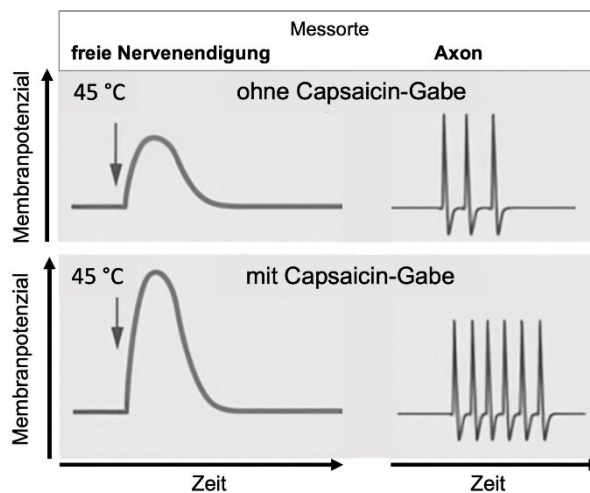


Abb. 4: Membranpotenziale im Vergleich (verändert nach: Handwerker, Schmelz, 2019, S 633)

Hinweis: Das Gewebe der Zunge verfügt über Nozizeptoren vom TRPV-Typ.

Material 5: Capsaicin im Reitsport

Springpferde können höhere Barrieren überwinden, wenn ihnen im Training der Kontakt der unteren Extremitäten mit den Hindernissen wiederholt Schmerzen bereitet. Daher sind Capsaicin-Salben, mit denen man die Hautbereiche über den Hufen während der Vorbereitung auf Wettkämpfe behandelte, heute als Dopingmittel verboten. Trotz Kontrollen werden die frei erhältlichen Salben gelegentlich noch verwendet.

Material 6: Aufbau eines Arguments

In der Bioethik kann ein aussagekräftiges Argument aus drei Bestandteilen bestehen: Aus zwei aufeinander bezogenen Aussagen wird eine Schlussfolgerung gezogen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Beispiel für den Aufbau eines Arguments

Normative Aussage: Zur Heilung kranker Menschen soll alles Mögliche getan werden.
Deskriptive Aussage: Gentherapien können das Leben kranker Menschen verbessern.
Schlussfolgerung: Gentherapien sollten zu therapeutischen Zwecken eingesetzt werden.

3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p>Beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ kontinuierliche Erregungsleitung an nicht myelinisierten C-Fasern: durch Spannungsumkehr beim Aktionspotenzial (AP) wird am benachbarten Axonabschnitt ein weiteres AP ausgelöst, vom erregten Axonabschnitt wird wiederum ein AP am angrenzenden Axonabschnitt generiert → gerichtete Fortleitung von AP entlang des Axons; aufgrund der Refraktärzeit erregter Axonabschnitte erfolgt Erregungsleitung unidirektional ◆ saltatorische Erregungsleitung an myelinisierten Aδ-Fasern: Depolarisierung eines nicht myelinisierten Axonabschnittes breitet sich über den isolierten Membranabschnitt direkt auf den angrenzenden Ranvier'schen Schnürring aus, Aktionspotenziale „springen“ von Schnürring zu Schnürring; aufgrund der Refraktärzeit erregter Axonabschnitte erfolgt Erregungsleitung unidirektional <p>Erläutern: Die unterschiedlichen Zeitpunkte der Wahrnehmung eines einzigen Reizereignisses werden auf die jeweilige Erregungsgeschwindigkeit zurückgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Die nach einem Schmerzreiz zunächst eintretende Schmerzwahrnehmung wird durch die schnellere, saltatorische Erregungsleitung über die Aδ-Fasern verursacht. ◆ Die versetzte, zweite Schmerzempfindung wird über die langsamere, kontinuierliche Erregungsleitung über die C-Fasern verursacht. 	8	4	
2	<p>Erläutern: Öffnung der TRPV-Kanäle an freien Nervenendigungen durch Umgebungstemperatur ab 45 °C oder Bindung von Capsaicin an Bindestelle des TRPV-Kanals → Einstrom von Natrium- und Calcium-Ionen in das Zellinnere → Depolarisation → Öffnung von spannungsgesteuerten Natrium-Ionenkanälen am Axonhügel → Depolarisierung und Auslösung von Aktionspotenzialen (AP)</p>	3	2	
3	<p>Interpretieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Ein Temperaturreiz (45°C) führt zu einer Potenzialänderung an TRPV-Nozizeptoren mit anschließender Erregungsbildung → Wahrnehmung von Hitzeschmerz. Der gleiche Reiz führt nach zusätzlicher Capsaicin-Gabe zu einer erhöhten AP-Frequenz am Axon, was mit einer verstärkten Empfindung von Hitzeschmerz einhergeht. ◆ Die Daten legen nahe, dass die gesteigerte Schmerzwahrnehmung auf gleichzeitiger Reizung der TRPV-Nozizeptoren durch 		7	

	Capsaicin und Temperaturen von 45 Grad Celsius basiert, wodurch eine stärkere Depolarisierung der Nozizeptoren erfolgt.				
4	<p>Formulieren ablehnendes Argument:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Normative Aussage mit erkennbarem Wert: Tieren soll kein Leid (Schmerz) zugefügt werden. ◆ Deskriptive Aussage mit Sachinformation: Die leistungssteigernde Behandlung mit Capsaicin verursacht bei Springpferden Schmerzen. ◆ Schlussfolgerung: Capsaicin sollte nicht zur Leistungssteigerung beim Springpferd angewendet werden. <p>befürwortendes Argument:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Normative Aussage mit erkennbarem Wert: Maßnahmen zur Leistungssteigerung bringen sportliche Erfolge und somit soziale Anerkennung. ◆ Deskriptive Aussage mit Sachinformation: Nach einer Capsaicin-Behandlung springt das Pferd höher. ◆ Schlussfolgerung: Die Anwendung von Capsaicin zur Leistungssteigerung beim Springpferd ist zu befürworten. 		2	4	
	Summe²		11	15	4

² Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

4 Standardbezug³

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1, 3	9	2, 7	
2	3		5	
3	2	9	2	
4	2			3, 4

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster⁴ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

³ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* genannt, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

⁴ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.