



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2024

BIOLOGIE (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:
240 Minuten

Wählen Sie je ein Thema aus den beiden Themenblöcken zur Bearbeitung aus und kreuzen Sie diese beiden Themen an.
Bestätigen Sie die Entscheidungen mit Ihrer Unterschrift.

Themenblock Grundlagen

Thema G 1: Modellorganismen

Thema G 2: Das Darm-Mikrobiom

Themenblock Vertiefung

Thema V 1: Experimente mit Kartoffeln

Thema V 2: Methanolvergiftung

Thema V 3: Stichlinge erobern das Süßwasser

Unterschrift des Prüflings:

Thema G 1: Modellorganismen

- | | BE |
|--|-----------|
| <p>1 Die Ackerschmalwand (<i>Arabidopsis thaliana</i>) war 1999 die erste Pflanze, deren Genom komplett entschlüsselt wurde. Als Modellorganismus wird sie vor allem für die Forschung zur Zellbiologie, Molekularbiologie und Stoffwechselphysiologie von Pflanzen verwendet.</p> <p>Vergleichen Sie Zellatmung und Fotosynthese tabellarisch nach vier selbst gewählten Kriterien.</p> | 5 |
| <p>2 Die Taufliege <i>Drosophila melanogaster</i> ist in der Entwicklungsbiologie und Genetik einer der erfolgreichsten Modellorganismen überhaupt. Durch die überaus kurze Generationsdauer von gerade einmal zehn Tagen, die hohe Nachkommenzahl von etwa 400 pro Generation und die geringe Größe ist diese Art optimal für die Haltung und Zucht im Labor geeignet.</p> <p>2.1 Das Erbmateriale der Taufliege besteht nur aus vier Chromosomenpaaren. Fertigen Sie beschriftete Skizzen zu den Prophasen I und II für die Bildung von Eizellen der Taufliege an.</p> <p>2.2 Viele Mutationen des Erbguts von <i>Drosophila melanogaster</i> zeigen sich deutlich im Phänotyp.</p> <p>Erstellen Sie mithilfe des Materials 1 ein Kreuzungsschema für die Bildung der F1-Generation und beurteilen Sie die Anwendbarkeit der Mendel'schen Regeln für die im Material 1 dargestellte Vererbung der Merkmale Flügelform und Körperfarbe.</p> | 10 |
| <p>3 Der Schimmelpilz <i>Neurospora crassa</i> ist einer der wichtigsten Modellorganismen aus dem Reich der Pilze. Er wurde beispielsweise von George Beadle und Edward Tatum in den 1940er Jahren für molekulargenetische Untersuchungen eingesetzt. Für diese Arbeiten bekamen sie 1958 den Nobelpreis für Medizin und Physiologie.</p> <p>Beschreiben Sie die Transkription als ersten Teilschritt der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten. Leiten Sie die Bedeutung des alternativen Spleißens bei Eukaryoten aus ultimer Sicht unter Verwendung des Materials 2 ab.</p> | 8 |
| <p>4 Die Riesenaxone von Tintenfischen der Gattung <i>Loligo</i> erreichen die Dicke einer Bleistiftmine. An dem Modellorganismus <i>Loligo forbesii</i> wurde die Geschwindigkeit der Erregungsweiterleitung in nicht myelinisierten Neuronen untersucht.</p> <p>Erklären Sie das Material 3 zum Verlauf eines Aktionspotenzials sowie die im Material 4 dargestellten Messergebnisse am Axonhügel.</p> | 12 |

Materialien zum Thema G 1:

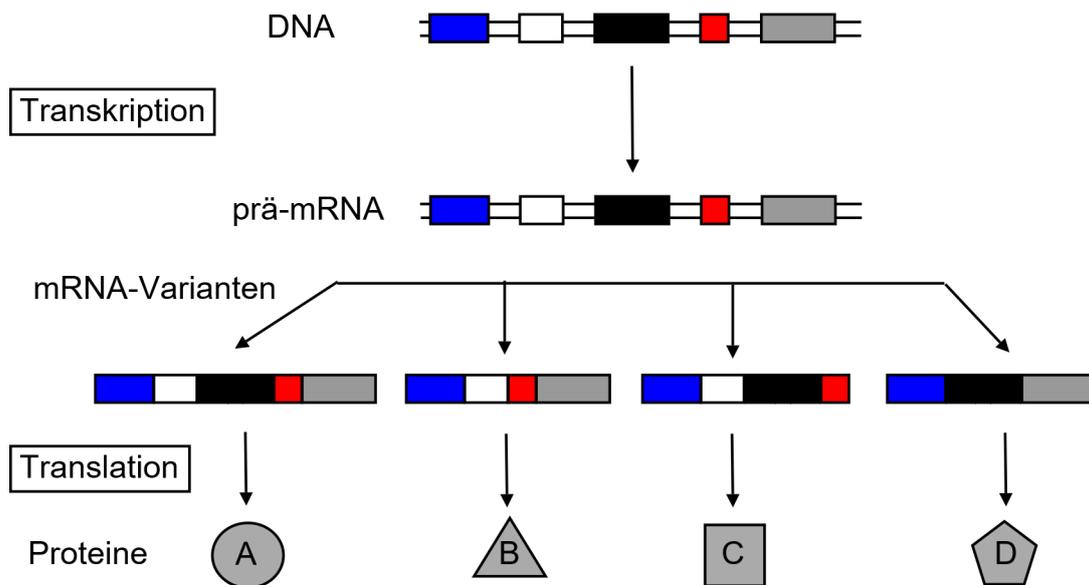
Material 1 zur Aufgabe 2.2: Vererbung bei *Drosophila melanogaster*

Die Wildform der Taufliege hat unter anderem gerade Flügel und einen hellbraunen Körper. Die Mutante „vestigial“ besitzt verkümmerte Flügel, die kleiner sind als beim Wildtyp. Die Mutante „ebony“ besitzt einen dunkelbraunen Körper.

In einem Versuch wird ein reinerbiges Wildtyp-Weibchen mit einem Doppelmutanten-Männchen (vestigial, ebony) gekreuzt. In der ersten Filialgeneration werden nur die Merkmale des Wildtyps phänotypisch ausgeprägt. Das Gen für Flügelform liegt auf dem Chromosom II und das Gen für Körperfarbe auf dem Chromosom III.

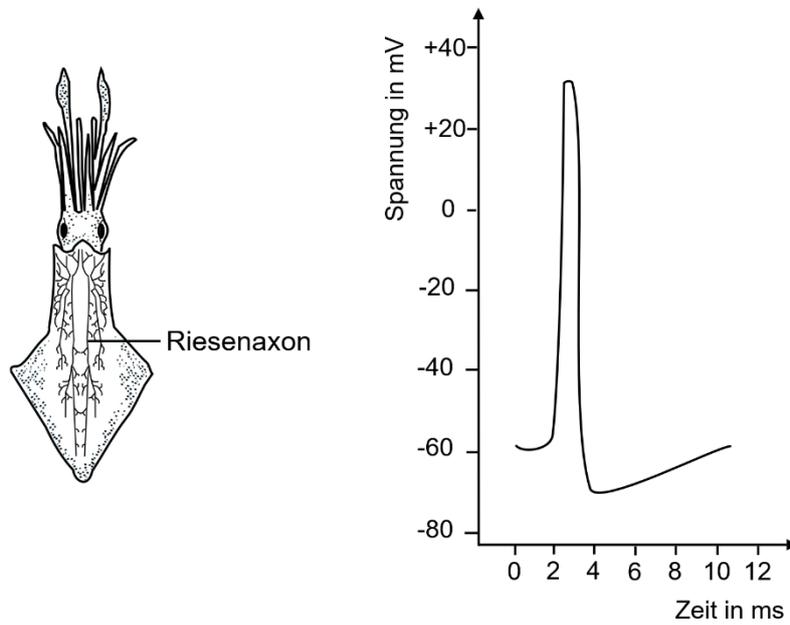
Nach: <http://www.schulbiologiezentrum.info/AH%2010.9%20Kreuzungen%20Drosophila%20150309Me.pdf> (15.02.2023)

Material 2 zur Aufgabe 3: Alternatives Spleißen bei Eukaryoten



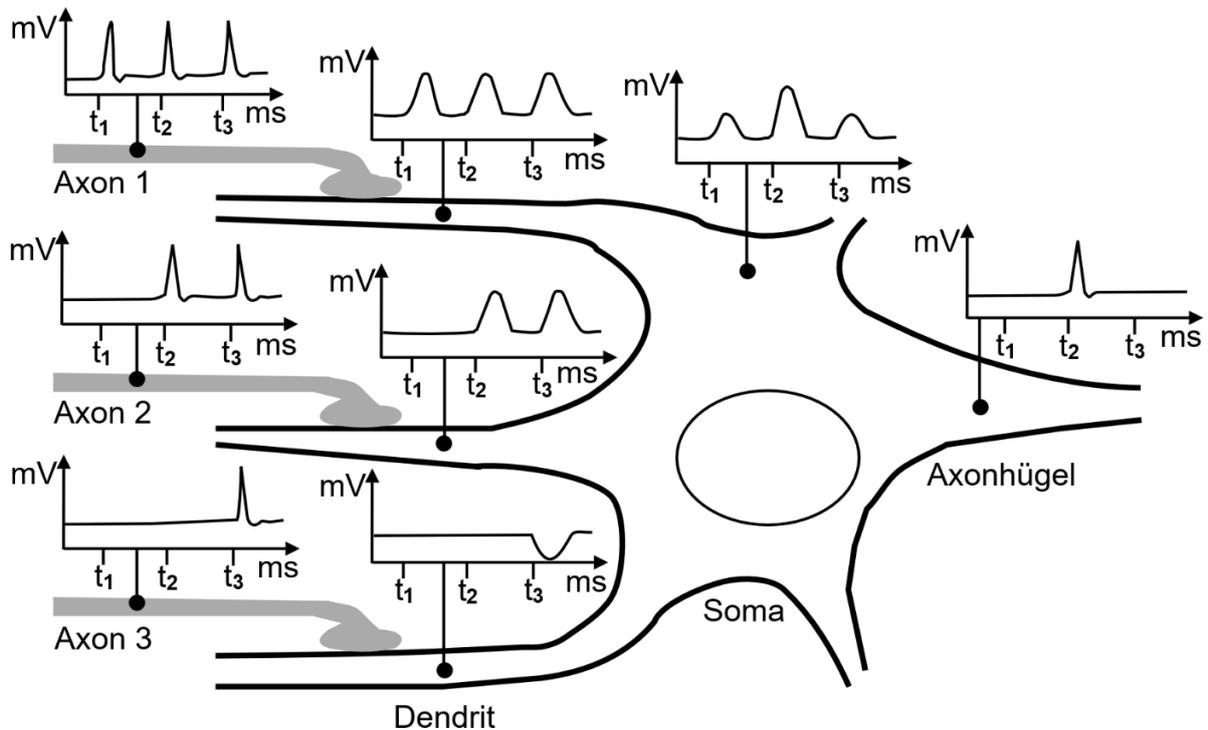
Nach: <https://scienceblog.at/pics/2012/20120913/abb2.gif> (15.08.2023).

Material 3 zur Aufgabe 4: Aktionspotenzial am Riesenaxon



Nach: https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-61595-9_13/MediaObjects/153520_9_De_13_Fig5_HTML.png (15.02.2023)

Material 4 zur Aufgabe 4: Untersuchungsergebnisse an Neuronen



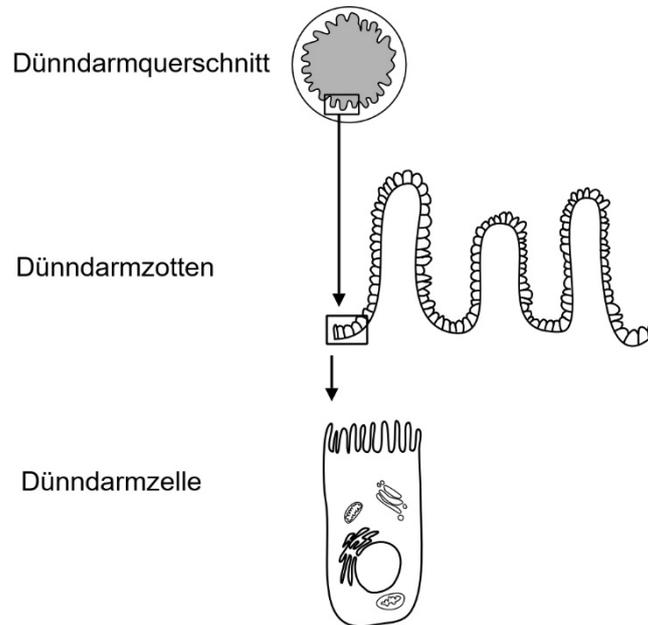
Nach: https://www.friedrichverlag.de/fileadmin/_processed_/3/5/csm_522015_Wahrnehmung_Summation_Erregung_6b436c7bf3.jpg (15.02.2023)

Thema G 2: Das Darm-Mikrobiom

- | | |
|---|-------------------------|
| <p>1 Darm und Darmwand sind geschätzt von 40 Billionen Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen besiedelt. Sie bilden eine komplexe Lebensgemeinschaft und leisten wichtige Aufgaben im menschlichen Organismus. Die Zusammensetzung des Mikrobioms ist bei jedem Menschen einzigartig und für die Verdauung sowie das Immunsystem lebensnotwendig.</p> <p>1.1 Vergleichen Sie tabellarisch den Aufbau einer menschlichen Zelle mit dem einer Bakterienzelle anhand von fünf selbst gewählten Kriterien.</p> <p>1.2 Erläutern Sie anhand von Material 1 den Zusammenhang von Struktur und Funktion. Fertigen Sie eine beschriftete Skizze zum Bau der Biomembran einer Dünndarmzelle nach dem Flüssig-Mosaik-Modell an.</p> | <p>BE
14</p> |
| <p>2 Darmbakterien der Gattung Bifidobacterium synthetisieren Tryptophan, eine Vorstufe des Neurotransmitters Serotonin, auch als Glückshormon bekannt. Stellen Sie die Erregungsübertragung an einer erregenden chemischen Synapse in einem Fließschema dar.</p> | <p>7</p> |
| <p>3 Einige Darmbakterien sind fakultative Gärer. Während sie unter anaeroben Bedingungen Milchsäuregärung durchführen, findet unter aeroben Bedingungen Zellatmung statt.</p> <p>3.1 Beschreiben Sie anhand von Material 2 den Ablauf der Milchsäuregärung. Geben Sie die stofflichen und energetischen Bilanzen der beiden Dissimilationsprozesse fakultativer Gärer an und leiten Sie eine Schlussfolgerung aus ultimer Sicht ab.</p> <p>3.2 Die Aktivität von Enzymen ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Interpretieren Sie Material 3 A auf der Grundlage von Material 2 und 3 B.</p> | <p>14</p> |

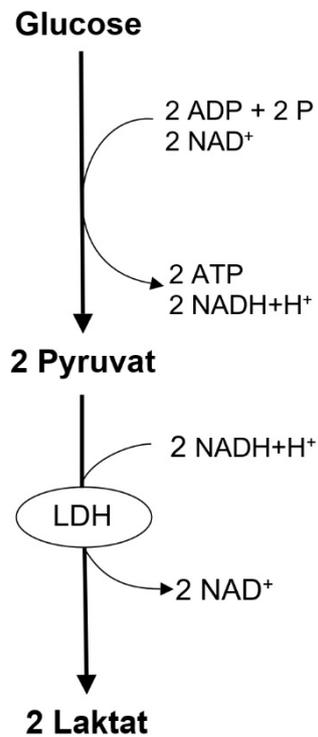
Materialien zum Thema G 2:

Material 1 zur Aufgabe 1.2: Aufbau des Dünndarms



Nach: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/darm/2860> (08.11.2023)

Material 2 zu den Aufgaben 3.1 und 3.2: Milchsäuregärung

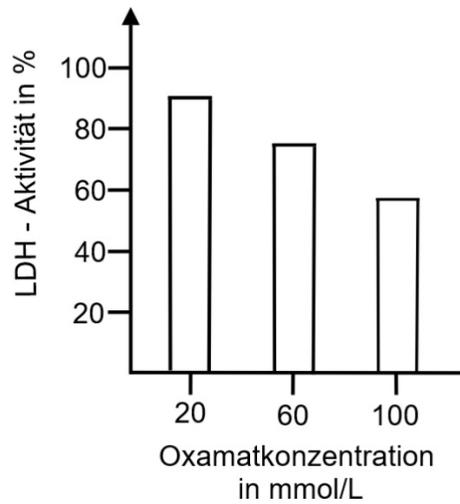


Hinweis: LDH – Laktatdehydrogenase

Nach: <https://flexikon.doccheck.com/de/Laktat> (08.11.2023)

Material 3 zur Aufgabe 3.2:

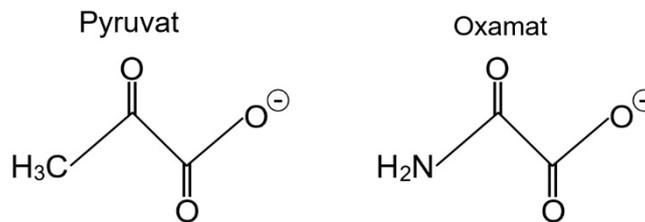
A – Aktivität von Laktatdehydrogenase (LDH)



Hinweis: Oxamat wird unter anderem zur Behandlung bestimmter Krebserkrankungen erprobt.

Nach: https://www.researchgate.net/figure/Different-effects-of-oxamate-on-the-cell-viability-and-LDH-enzyme-activity-in-NSCLC_fig1_350494371 (10.11.2023)

B – Struktur von Pyruvat und Oxamat



Nach: <https://cancerandmetabolism.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40170-018-0192-5/figures/2> (10.11.2023)

Thema V 1: Experimente mit Kartoffeln

Die Kartoffel (*Solanum tuberosum*) ist eine der wichtigsten Nutzpflanzen der Welt, obwohl die meisten ihrer Teile giftig sind. So wurde die Kartoffel zur Giftpflanze des Jahres 2022 gewählt. Die ursprünglich aus Südamerika stammende Pflanze wurde im 16. Jahrhundert nach Europa importiert und zunächst vor allem als Zierpflanze verwendet.

BE

- 1 Die Kartoffel enthält das Enzym Katalase, welches Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff umsetzt.

7

Prüfen Sie die Temperaturabhängigkeit der Katalase experimentell in drei Versuchsansätzen. Fordern Sie die notwendigen Geräte und Chemikalien schriftlich an und erstellen Sie ein Protokoll.

- 2 In einem Experiment wurden sechs gleichgroße Stücke aus einer Kartoffel ausgestanzt. Anschließend legte man die Kartoffelstücke in sechs unterschiedlich konzentrierte Zuckerlösungen. Nach 24 Stunden wurden die Kartoffelstücke entnommen und vermessen. Die Ergebnisse wurden im Material 1 festgehalten. Interpretieren Sie die im Material 1 dargestellten Versuchsergebnisse unter Nutzung des Materials 2 und stellen Sie die Veränderungen auf zellulärer Ebene in beschrifteten Skizzen für die Versuchsansätze 1 und 6 dar.

8

Materialien zum Thema V 1:

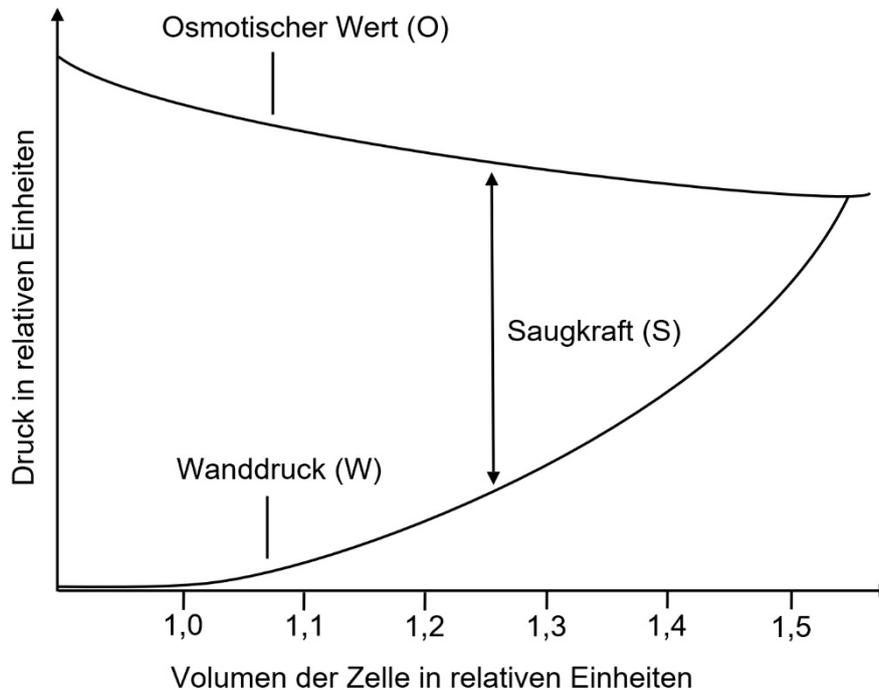
Material 1 zur Aufgabe 2: Untersuchungsergebnisse

Versuchsansatz	1	2	3	4	5	6
Konzentration der Zuckerlösung in mol/L	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Länge der Kartoffelstücke in cm	4,5	4,3	4,1	4,0	3,7	3,4

Hinweis: Die ursprüngliche Länge der Kartoffelstücke betrug 4 cm.

Nach: <https://www.u-helmich.de/bio/cytologie/05/051/seite051-08.html> (19.06.2023)

Material 2 zur Aufgabe 2: Osmotisches Zustandsdiagramm



Hinweis:

- osmotischer Wert: abhängig von der Anzahl der gelösten Teilchen in einer Zelle
- Wanddruck: der von der elastischen Zellwand ausgeübte Druck, der dem Zellinnendruck (Turgor) entgegenwirkt
- Saugkraft: Maß für die Fähigkeit einer Pflanzenzelle, Wasser aufzunehmen

Nach: Prof. Dr. Kluge, Siegfried: Natura Biologie für Gymnasien, Stoffwechsel, Ernst Klett Verlag Stuttgart Düsseldorf, Leipzig, Stuttgart 2005, S. 66.

Thema V 2: Methanolvergiftung

BE

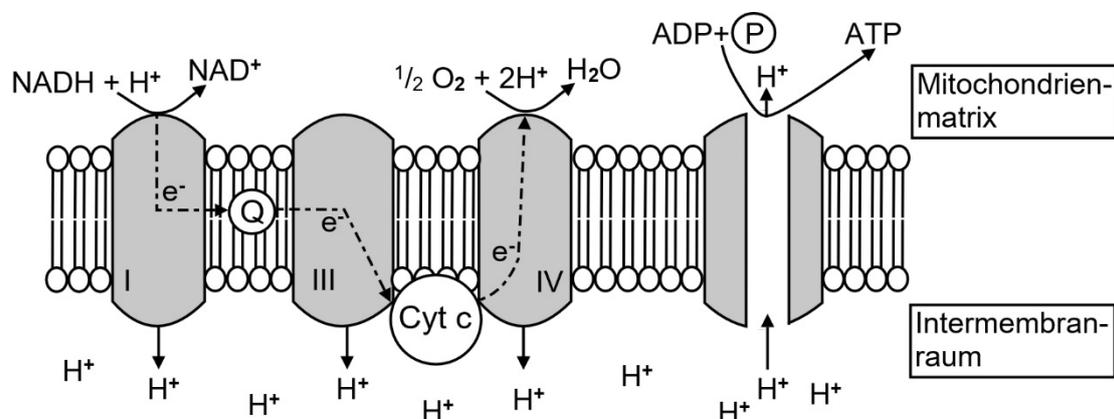
Methanol entsteht u. a. bei der Vergärung von Obst aus den darin enthaltenen Pektinen. Bei unsachgemäßer Destillation kann es sich in den daraus hergestellten Spirituosen anreichern und so über das Verdauungssystem aufgenommen werden. Als Bestandteil verschiedener technischer Lösungsmittel kann Methanol zudem sowohl über die Haut als auch durch das Einatmen der Dämpfe in den Körper gelangen. Prinzipiell wird aufgenommenes Methanol über die Nieren mit dem Harn ausgeschieden. Bis dies geschieht, können aber seine Abbauprodukte Methanal und Methansäure zu einer Vergiftung führen. Beim Überschreiten einer gewissen Dosis stellen sich nach 12 bis 24 Stunden erste Vergiftungserscheinungen wie Kopfschmerzen, Schwindel oder Übelkeit ein. Lebensgefährlich ist eine im weiteren Verlauf auftretende Acidose (Übersäuerung) des Blutes, hervorgerufen durch die Methansäure selbst und die im Stoffwechsel verstärkt gebildete Milchsäure.

- 1 Methansäure bzw. deren Säurerest-Ionen blockieren an der Cytochromoxidase den Elektronenfluss in der Atmungskette. 6
Leiten Sie mithilfe von Material 1 Auswirkungen auf den Energiestoffwechsel der Zellen betroffener Personen ab.

- 2 Werten Sie Material 2 aus und beurteilen Sie die Möglichkeit, die Folgen einer Methanolvergiftung durch die Verabreichung von Ethanol zu mildern. 9

Materialien zum Thema V 2:

Material 1 zur Aufgabe 1: Endoxidation in der Atmungskette

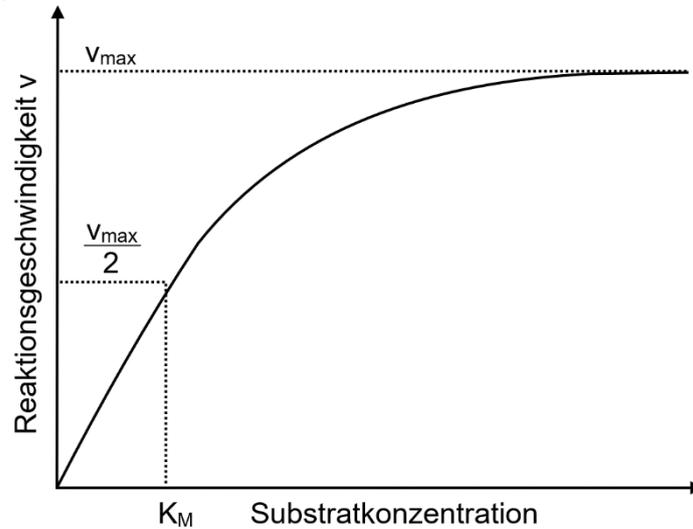


Hinweis: Komplex IV = Cytochromoxidase

Nach: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/atmungskette/5859> (23.08.2023)

Material 2 zur Aufgabe 2:

A – Enzymaktivität



Hinweis: K_M (Michaelis-Menten-Konstante) = Substratkonzentration, bei der ein Enzym mit halbmaximaler Geschwindigkeit aktiv ist.

Nach: https://www.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/enzyme/enzy3.html (23.11.2022)

B – Abbau von Alkoholen im Organismus

Alkoholdehydrogenasen gehören zur Enzymklasse der Oxidoreductasen, kommen bei allen bisher untersuchten Lebewesen vor und weisen nur eine geringe Substratspezifität auf. In der Leber von Säugetieren und Menschen katalysieren sie den ersten Schritt des Alkoholabbaus. So entsteht beispielsweise aus Ethanol Ethanal (Acetaldehyd) oder aus Methanol Methanal (Formaldehyd). Diese Aldehyde werden dann durch andere Enzyme zu den entsprechenden Alkansäuren (Ethansäure bzw. Methansäure) weiter oxidiert. Im Falle der Ethansäure findet über die Einschleusung in den Citratzyklus ein weiterer Abbau bis hin zum Kohlenstoffdioxid statt.

Substrat	Alkoholdehydrogenase	
	$v_{max} \left(\frac{mg}{L \cdot h} \right)$	$K_M (mg/L)$
Methanol	115	460
Ethanol	230	82

Nach: Perkins, R. A. u. a.: A Pharmacokinetic Model of Inhaled Methanol in Humans and Comparison to Methanol Disposition in Mice and Rats, Environmental Health Perspectives, Volume 103, 1995, <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.95103726> (23.08.2023)

Thema V 3: Stichlinge erobern das Süßwasser**BE**

Stichlinge sind eine Familie der Fische, deren Arten fast auf der gesamten Nordhalbkugel der Erde vorkommen. Die meisten Arten erreichen eine Größe zwischen vier und acht Zentimeter. Ihr Name ist auf die zu Stacheln umgebildeten Flossenstrahlen zurückzuführen, die sie in unterschiedlicher Anzahl auf der Rückenflosse ausbilden. Sowohl der Dreistachelige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) als auch die eng verwandte Art *Gasterosteus nipponicus* zeigen drei solcher Stacheln. Gemeinsam kommen beide Arten z. B. im Pazifischen Ozean vor. Während sich der Lebensraum von *G. nipponicus* auf das Meer beschränkt, findet man *G. aculeatus* allerdings auch in Seen und Flüssen auf dem Festland. Wissenschaftler gehen davon aus, dass die Vorfahren dieser Art ihren Lebensraum gegen Ende der letzten Eiszeit auf Süßwasser-Ökosysteme ausdehnen konnten.

Erklären Sie auf der Grundlage der synthetischen Evolutionstheorie den unterschiedlichen Erfolg beider Arten bei der Besiedelung der ökologischen Nische Süßwasser. Werten Sie dazu alle Materialien aus und stellen Sie Ihre Ergebnisse in einem zusammenhängenden, sachlogisch strukturierten Text dar.

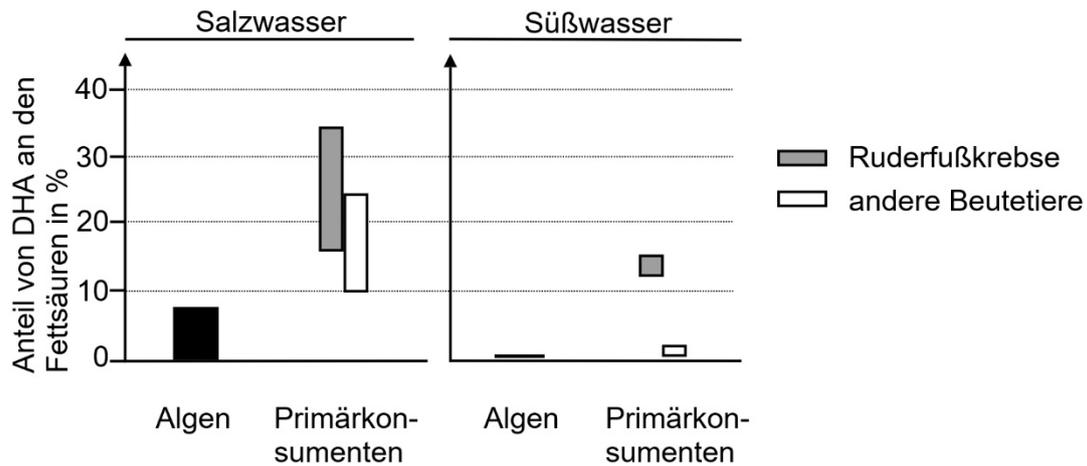
15

Materialien zum Thema V 3:**Material 1:****A – Mehrfach ungesättigte Fettsäuren**

Am Aufbau von Biomembranen sind als Bestandteil der Phospholipide sowohl gesättigte Fettsäuren beteiligt, in denen ausschließlich Einfachbindungen vorkommen, als auch ungesättigte Fettsäuren, die auch Doppelbindungen aufweisen. Durch ihre räumliche Struktur setzen vor allem mehrfach ungesättigte Fettsäuren die Anziehungskräfte innerhalb einer Lipidschicht etwas herab und erhöhen dadurch die Fluidität der Membran. Wesentlich ist dies beispielsweise bei den Zellmembranen von Neuronen. So findet man etwa im Gehirn und in der Netzhaut der Stichlinge einen relativ hohen Anteil der langkettigen, mehrfach ungesättigten Docosahexaensäure (DHA).

Nach: Ishikawa, A. u. a.: A key metabolic gene for recurrent freshwater colonization and radiation in fishes, *Science* 364, S. 886-889,
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau5656> (23.08.2023)

B – Zusammensetzung der Nahrung von Stichlingen im Freiwasserbereich



Nach: Ishikawa, A. u. a.: A key metabolic gene for recurrent freshwater colonization and radiation in fishes, Science 364, S. 886-889, supplementary material
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau5656> (23.08.2023)

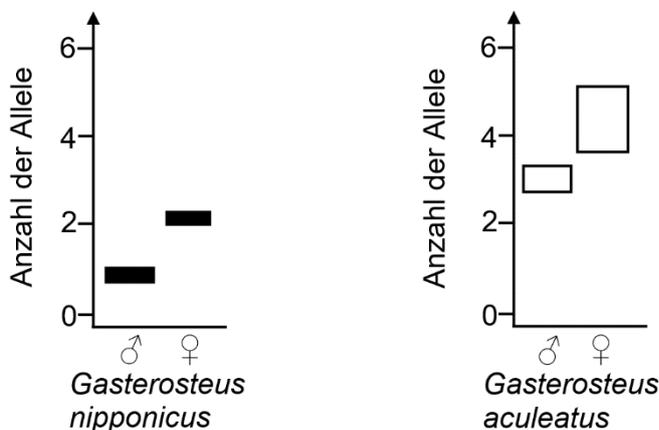
Material 2:

A – Fettsäuresaturase (Fads2)

Desaturasen sind Enzyme, die den Einbau von Doppelbindungen in ihr Substrat katalysieren. Gesättigte Fettsäuren werden auf diese Weise in ungesättigte umgewandelt. So bilden Stichlinge beispielsweise eine Fettsäuresaturase (Fads2), die an der Bildung von Docosahexaensäure (DHA) und anderen mehrfach ungesättigten Fettsäuren aus gesättigten Fettsäuren beteiligt ist. Der Genort für die Bildung des Enzyms liegt auf dem X-Chromosom. Die Geschlechtsdetermination erfolgt beim Stichling genau wie beim Menschen über X und Y-Chromosomen. Bei *Gasterosteus aculeatus* konnten Wissenschaftler einen weiteren Genort auf dem Chromosom 12 nachweisen.

Nach: ebenda

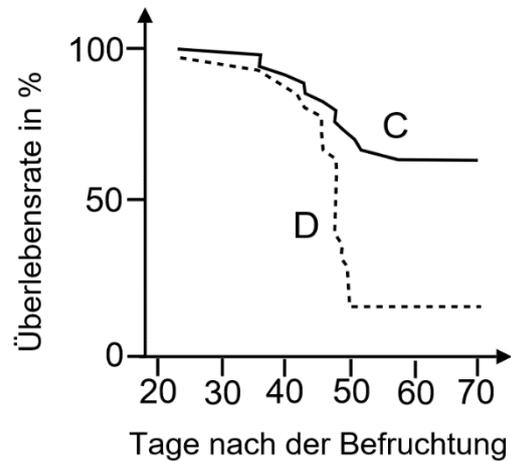
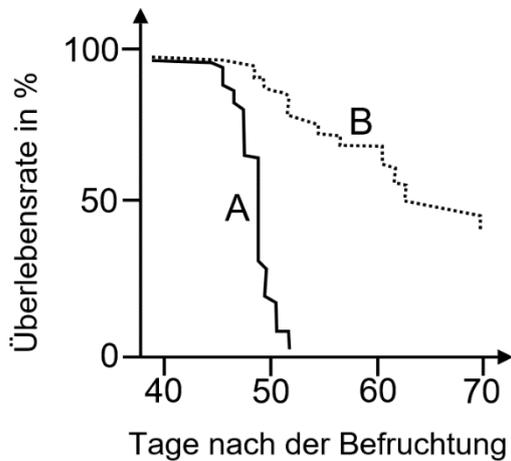
B – Untersuchungsergebnisse zum Fads2-Gen bei Stichlingspopulationen



Nach: ebenda.

Material 3: Fütterungsversuche mit *Gasterosteus nipponicus*

Im Labor wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Fütterung auf verschiedene Gruppen des Stichlings *Gasterosteus nipponicus* untersucht. Die Gruppen A und B stellten Nachkommen von Stichlingen dar, die man dem natürlichen Lebensraum entnommen hatte. Bei den Gruppen C und D handelte es sich um gentechnisch veränderte Organismen. Die Stichlinge der Gruppe C hatten zusätzliche Kopien des *Fads2*-Gens erhalten, Tiere der Gruppe D dagegen ein anderes, nicht am Fettsäurestoffwechsel beteiligtes Gen. Während die Tiere der Gruppen A, C und D ausschließlich mit DHA-freien Salzkrebschen gefüttert wurden, hatte man die Nahrung der Gruppe B mit DHA angereichert.



Nach: ebenda.