



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2026

BIOLOGIE (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

255 Minuten

Es sind drei Aufgaben zu bearbeiten.

Kreuzen Sie die drei Aufgaben an, die bewertet werden sollen.

Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit Ihrer Unterschrift.

Aufgabe 1: Angepasstheit von Pflanzen an ihre Standorte ☐
(Aufgabe mit fachpraktischem Anteil)

Hinweis: Für die Bearbeitung dieser Aufgabe wird ein Zeitzuschlag von 20 Minuten gewährt, wenn sie zur Bewertung ausgewählt wird. Damit erhöht sich die Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit auf 275 Minuten.

Aufgabe 2: Wirkungen von Neurotoxinen auf Synapsen ☐

Aufgabe 3: Lachse in Aquakulturen ☐

Aufgabe 4: Die Eisenspeicherkrankheit – eine genetisch bedingte Erkrankung ☐

Name, Vorname: _____

Unterschrift des Prüflings: _____

Aufgabe 1: Angepasstheit von Pflanzen an ihre Standorte

Pflanzen können anatomisch, physiologisch und ökologisch, z. B. durch ihre Interaktionen mit anderen Lebewesen, an ihren Standort angepasst sein.

	BE
1 Die Angepasstheit von Pflanzen an ihren Standort spiegelt sich im Bau der Laubblätter wider.	
1.1 Mikroskopieren Sie das Ihnen zur Verfügung gestellte Dauerpräparat eines xerophytischen Laubblattes (z. B. Oleander).	4
Fertigen Sie eine beschriftete mikroskopische Zeichnung eines typischen Ausschnittes des Präparates an.	8
<i>Hinweise:</i>	
1. Nach Fertigstellung der mikroskopischen Zeichnung ist das Präparat unter dem Mikroskop der Aufsicht führenden Lehrkraft vorzuzeigen.	
2. Sollte Ihnen die Durchführung der Mikroskopie nicht gelingen oder sollte Ihnen das Ergebnis unbrauchbar erscheinen, können Sie Ersatzergebnisse von der Aufsicht führenden Lehrkraft anfordern. In diesem Fall werden bis zu vier Bewertungseinheiten nicht erteilt.	
1.2 Begründen Sie ausgehend von Ihrem mikroskopischen Bild eine Angepasstheit der von Ihnen untersuchten Pflanze an den Standort (M 1).	3
2 Erläutern Sie anhand von Material 2 die Angepasstheit des Fotosyntheseprozesses bei CAM-Pflanzen (M 2).	7
3 Erklären Sie die Besiedlung durch andere Pflanzen in unmittelbarer Nähe von Ammenpflanzen trotz Konkurrenz um Wasser (M 3).	8

Material zu Aufgabe 1: Angepasstheit von Pflanzen an ihre Standorte

Aufgabe 1, M 1: Oleander

Der Oleander wächst als Strauch und manchmal auch als kleiner Baum. Die ledrigen Blätter haben eine lanzettliche Form. Die Pflanze wächst bis zu 6 m hoch. Hauptverbreitungsgebiet des Oleanders ist der Mittelmeerraum, dessen Klima durch sommerliche Trockenheit geprägt ist. Der Oleander ist durch zahlreiche Merkmale an dieses Klima angepasst und damit ein typischer Xerophyt. Er ist außerdem eine beliebte Kulturpflanze, die auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes wegen ihrer stark duftenden Blüten und ihrer Robustheit geschätzt wird.

Abb. 1: Blühender Oleander

[Die Abbildung wird aus urheberrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Quelle: <https://www.botanikus.de/informatives/giftpflanzen/alle-giftpflanzen/oleander> (letzter Zugriff am: 02.10.2025)

Aufgabe 1, M 2: Fotosynthese bei CAM-Pflanzen

CAM steht für Crassulacean Acid Metabolism. Zu den CAM-Pflanzen gehören neben sukkulenten Dickblattgewächsen (Crassulaceae) auch viele Pflanzen aus den Familien der Kakteengewächse (Cactaceae), Agavengewächse (Agavaceae) und Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceae). Diese Pflanzen wachsen typischerweise an extrem trockenen Standorten.

nach: <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/cam-pflanzen-832> (letzter Zugriff am: 02.10.2025)

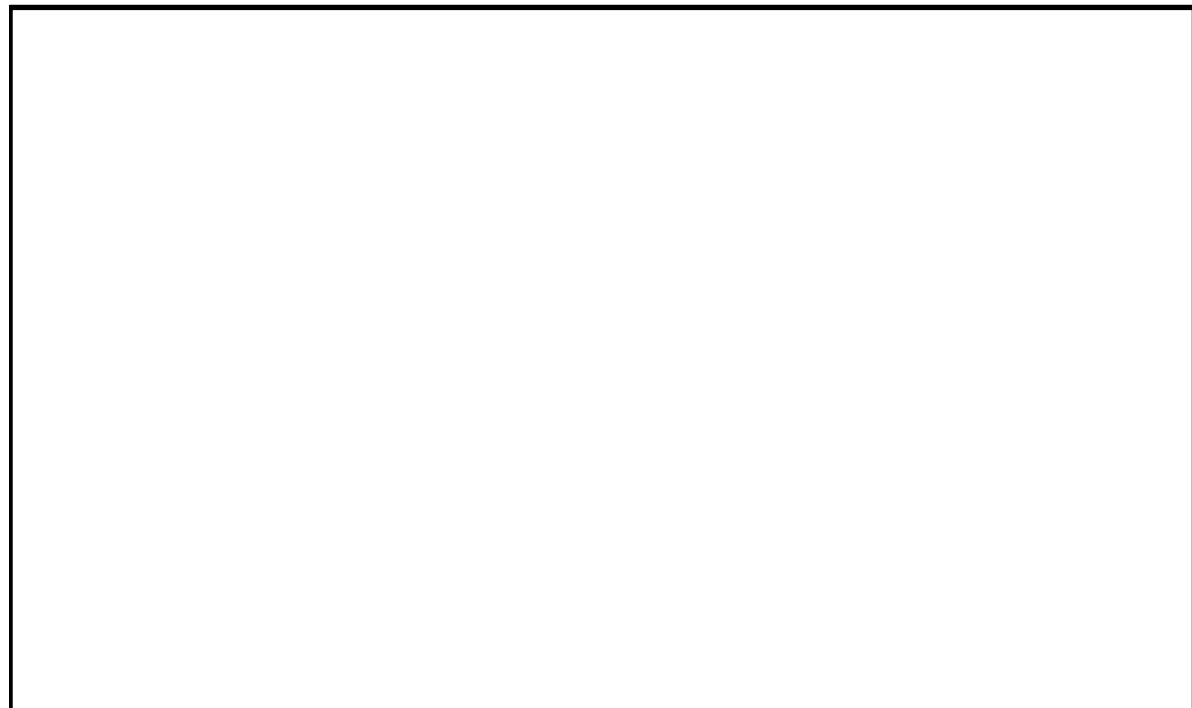


Abb. 2: Stoffwechselvorgänge in Blattgewebezellen von CAM-Pflanzen

[Die Abbildung wird aus urheberrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Heyduk, K. et al. (2019). Altered Gene Regulatory Networks Are Associated With the Transition From C3 to Crassulacean Acid Metabolism in Erycina (Oncidiinae: Orchidaceae).
<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.02000/full> (letzter Zugriff am: 11.11.2025)

Aufgabe 1, M 3: Ammenpflanzen

Im heißen und trockenen Klima des Sederah-Naturschutzgebietes in Saudi-Arabien dienen Akazien (*Acacia gerrardii*) häufig als Ammenpflanzen. Unter ihrem Blätterdach siedeln sich zahlreiche andere Pflanzen an. In einer Studie aus dem Jahr 2020 wurde der konkrete Einfluss der Akazien auf die mikroklimatischen Bedingungen in ihrer unmittelbaren Nähe untersucht. Man geht davon aus, dass der beobachtete Effekt auf andere Pflanzengesellschaften übertragbar ist, in denen schattenspendende Bäume oder Sträucher vorkommen.

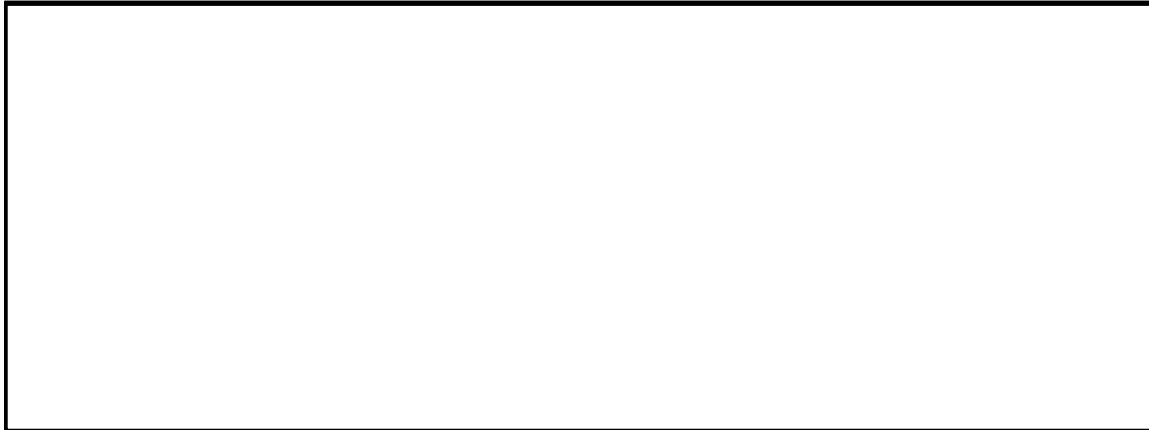


Abb. 3: Mittlere Bodentemperatur unter dem Blätterdach der Akazie und außerhalb davon

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Al-Namazi, A. A. & Bonser, S. P. (2020). Plant strategies in extremely stressful environments: are the effects of nurse plants positive on all understory species?, *Journal of Plant Interactions*, 15:1, 233-240, DOI: 10.1080/17429145.2020.1788183



Abb. 4: Besiedlung der Umgebung einer Ammenpflanze durch andere Pflanzen (schematisch)

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Navarro-Cano, J. A. (2019). Additive effects of nurse and facilitated plants on ecosystem functions. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1365-2745.13224>

Aufgabe 2: Wirkungen von Neurotoxinen auf Synapsen

Natürlich vorkommende Neurotoxine finden sich bei verschiedenen Lebewesen. Diese Giftstoffe werden zur Jagd auf Beutetiere oder zur Abwehr von Fressfeinden eingesetzt. Untersuchungen zur Wirkweise dieser Giftstoffe können Aufschluss über die Funktionsweise von Ionenkanälen und Synapsen geben.

	BE
1 Stellen Sie die Erregungsübertragung an einer erregenden chemischen Synapse ausgehend von einem ankommenden Aktionspotenzial als Fließschema dar.	8
2 Fassen Sie die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Ergebnisse zusammen (M 1).	3
Leiten Sie anhand der in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Ergebnisse ab, ob ω -Agatoxin an der Präsynapse oder an der Postsynapse wirkt (M 1).	5
3 Leiten Sie auf Basis von Abbildung 3 für beide Toxine die Wirkung auf die Erregungsübertragung an der Synapse sowie die Auswirkungen auf den Organismus ab (M 2).	8
4 Beurteilen Sie, ob die in Material 2 dargestellte Hypothese mit den in Abbildung 4 gezeigten Ergebnissen widerlegt werden kann (M 2).	6

Material zu Aufgabe 2: Wirkungen von Neurotoxinen auf Synapsen

Aufgabe 2, M 1: Die Wirkung von ω -Agatoxin auf Insekten

Zahlreiche Lebewesen produzieren Giftstoffe mit neurophysiologischer Wirkung, die für die Jagd auf Beutetiere genutzt werden. Dazu gehören auch die Spinnenart *Agelenopsis aperta* und Kegelschnecken der Gattung *Conus*.

A. aperta produziert unter anderem den Giftstoff Omega-Agatoxin, kurz ω -Agatoxin. Um den Wirkort von ω -Agatoxin an der Synapse zu untersuchen, wurden in einem Experiment Muskelzellen von Insekten verwendet. Dazu wurde das postsynaptische Potenzial ohne ω -Agatoxin und in Anwesenheit von ω -Agatoxin gemessen. Die Messung erfolgte jeweils nach elektrischer Reizung des präsynaptischen Neurons (Abb. 1).



Abb. 1: Postsynaptisches Potenzial an Muskelzellen von Insekten nach elektrischer Reizung des präsynaptischen Neurons. A ohne ω -Agatoxin, B mit ω -Agatoxin

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Adams, M. E. (2004). Agatoxins: ion channel specific toxins from the american funnel web spider, *Agelenopsis aperta*. *Toxicon*, 43(5), 510, Abb. 1D. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2004.02.004>

In einem weiteren Experiment wurde das postsynaptische Potenzial nach Zugabe des Neurotransmitters ohne elektrische Reizung des Neurons gemessen (Abb. 2).



Abb. 2: Postsynaptisches Potenzial an Muskelzellen von Insekten nach Zugabe des Neurotransmitters.

A ohne ω -Agatoxin, B mit ω -Agatoxin

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: ebenda.

Aufgabe 2, M 2: Wirkungen von Giftstoffen auf Gehirnzellen von Ratten

Viele Giftstoffe wirken auch auf Neuronen im Gehirn von Säugetieren. Zur Untersuchung solcher Wirkungen wurden Neuronen aus dem Kleinhirn von Ratten verwendet. Das Kleinhirn ist an der Steuerung von Muskelbewegungen beteiligt.

In einem ersten Experiment wurde zu diesen Neuronen entweder der Giftstoff ω -Agatoxin aus *A. aperta* oder der Giftstoff ω -Conotoxin aus Kegelschnecken gegeben. Bei diesem und im folgenden Experiment wurde jeweils eine Giftstoff-Konzentration eingesetzt, die eine maximale Wirkung auf den Calcium-Ionenstrom verursachte. Nach elektrischer Reizung wurden die präsynaptischen Calcium-Ionenströme gemessen und mit einer Kontrolle ohne Gifteinwirkung verglichen (Abb. 3).



Abb. 3: Relativer Calcium-Ionenstrom ohne Giftstoff und bei Anwesenheit von ω -Agatoxin oder ω -Conotoxin

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Mintz, I. M. et al. (1995). Calcium control of transmitter release at a cerebellar synapse. *Neuron*, 15(3). 679, Abb. 4C, Abb. 5D.
[https://doi.org/10.1016/0896-6273\(95\)90155-8](https://doi.org/10.1016/0896-6273(95)90155-8)

Eine Synapse kann verschiedene Typen von spannungsgesteuerten Calcium-Ionenkanälen besitzen, die sich in ihren neurophysiologischen Eigenschaften und ihren Reaktionen auf Giftstoffe unterscheiden. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass ω -Agatoxin und ω -Conotoxin auf unterschiedliche Typen von spannungsgesteuerten Calcium-Ionenkanälen wirken.

Um diese Hypothese zu überprüfen, wurden in einem zweiten Experiment Neuronen aus dem Gehirn der Ratte elektrisch gereizt und anschließend wieder der Calcium-Ionenstrom gemessen. Dabei wurde die Wirkung von drei verschiedenen Kombinationen der Giftstoffe untersucht. Bei den Kombinationen I und II wurde jeweils zunächst ein Giftstoff zugegeben und der Calcium-Ionenstrom gemessen (1. Gabe). Danach wurde zusätzlich jeweils der andere Giftstoff zugegeben und erneut gemessen (2. Gabe). Bei Kombination III wurden beide Giftstoffe gleichzeitig zugegeben. Als Kontrolle wurde der Calcium-Ionenstrom an Neuronen ohne Giftstoff-Einwirkung gemessen (Abb. 4).



Abb. 4: Relativer Calcium-Ionenstrom ohne Giftstoff und bei unterschiedlichen Giftstoff-Kombinationen

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: ebenda, 681, Abb. 7C.

Aufgabe 3: Lachse in Aquakulturen

Die Nachfrage nach Lachs ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen. Da die Fangquoten der Fischerei nicht mehr angehoben werden können, ist man bereits in den 1970er Jahren dazu übergegangen, Lachse in Aquakulturen heranzuziehen. Inzwischen stammen etwa 73 % des konsumierten Lachses aus kommerzieller Zucht.

	BE
1 Stellen Sie die Nahrungsbeziehungen freilebender Lachse in einer Nahrungskette unter Angabe der Trophieebenen dar (M 1).	4
2 Erläutern Sie drei biotische Wechselbeziehungen von Lachsen in Aquakulturen mit Netzgehegen (M 2).	9
3 Werten Sie die in Material 3 dargestellten Studienergebnisse zum Lachslausbefall hinsichtlich der Auswirkungen auf die Wildlachspopulationen aus (M 2, M 3).	9
4 Bewerten Sie die Nutzung von Putzerfischen in Aquakulturen anhand von zwei Argumenten (M 2, M 3, M 4).	8

Material zu Aufgabe 3: Lachse in Aquakulturen

Aufgabe 3, M 1: Die rote Farbe im Lachs

Lachse sind verschiedene mittelgroße Fische der beiden Gattungen *Salmo* und *Oncorhynchus*. Sie sind entweder stationäre Fische, die in Flüssen leben, oder Wanderfische wie der Atlantische Lachs, die weitestgehend im Meer leben, sich aber in Flüssen fortpflanzen. Das beim Menschen beliebte Lachsfleisch weist häufig eine auffällige, rötliche Färbung auf. Diese entsteht durch die Aufnahme von Astaxanthin, ein von photosynthetisch aktiven Algen gebildeter Farbstoff, welcher strukturell den Carotinoiden ähnelt. Das Astaxanthin gelangt über die Hauptnahrung der Lachse, Krebstiere, in deren Fettgewebe und reichert sich dort an. Der Färbungsgrad der Lachse ist artspezifisch und schwankt je nach Nahrungszusammensetzung.

nach: <https://de.asc-aqua.org/blog/wie-kommt-die-farbe-in-den-lachs/> (letzter Zugriff am: 21.02.2024) und
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/lachse/37849> (letzter Zugriff am: 21.02.2024)

Aufgabe 3, M 2: Lachsproduktion in Netzgehegen

Netzgehege sind offene Produktionssysteme und werden meist ausschließlich für die Mast einer großen Anzahl von Fischen eingesetzt. Sie sind fest am Gewässerboden verankert, befinden sich aber immer im Austausch mit der umgebenden Umwelt. Da in den Netzgehegen keine ausreichende Nahrungsgrundlage für die gehaltenen Tiere zur Verfügung steht, muss ausreichend Futter in Form von Fischmehl (getrocknete und zermahlene Meerestiere) eingebracht werden. Nicht gefressenes Futter und Fäkalien gelangen in den Wasserkörper und können sich am Grund ablagern. Kleinere Organismen können in die Netzgehege gelangen und sich dort ausbreiten bzw. vermehren. So verursacht beispielsweise die Lachs-

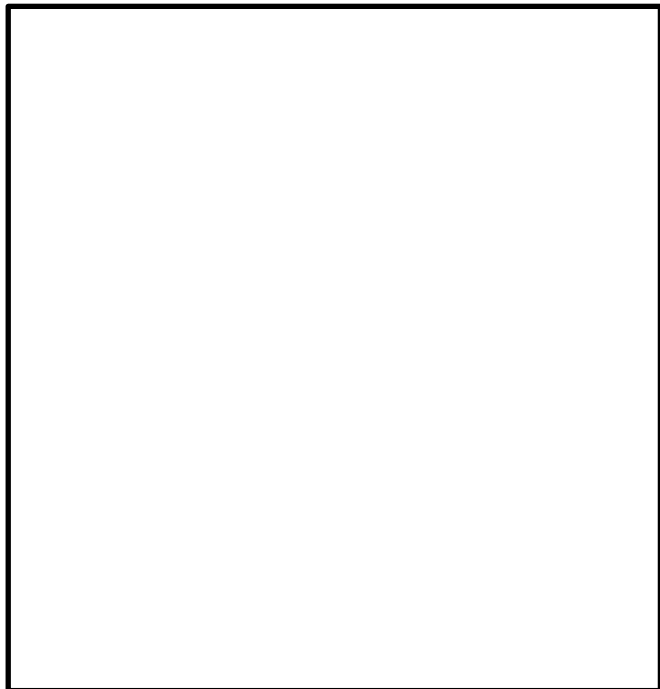


Abb. 1: Netzgehege zur Lachsproduktion

laus, die sich von Haut, Schleim und Blut der Fische ernährt, große Probleme in norwegischen Aquakulturen. Neben chemischen, mechanischen und medizinischen Methoden, um einen Lachslausbefall zu kontrollieren, werden unter anderem Putzerfische eingesetzt, die die adulten Läuse von den Lachsen abfressen.

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: <https://www.aquakulturinfo.de/netzgehege> (letzter Zugriff am: 14.01.2024)

Aufgabe 3, M 3: Lachslausbefall von Wildlachspopulationen



Abb. 2: Häufigkeit des Befalls (A) und Anzahl von Lachsläusen pro Wildlachs (B) in Gebieten ohne und mit Lachszucht in Aquakulturen

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Thorstad et. al. (2020), Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta* - a literature review.
<https://www.int-res.com/articles/aei2015/7/q007p091.pdf> (letzter Zugriff am: 14.01.2024)



Abb. 3: Anzahl der Lachsläuse pro Gramm Fischgewicht bei Wildlachsen auf ihrer Migrationsroute entlang von Aquakulturen in einem norwegischen Fjord

- a) 0,1 Läuse pro Gramm Fischgewicht, erste physiologische Auswirkungen auf betroffene Lachse
- b) 0,3 Läuse pro Gramm Fischgewicht, potenziell tödliche Menge an Läusen für betroffene Lachse

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Vollset et. al. (2023), Direct evidence of increased natural mortality of a wild fish caused by parasite spillback from domestic conspecifics. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2022.1752>

Aufgabe 3, M 4: Putzerfische gegen Lachsläuse

Fünf Fischarten werden derzeit in Lachskulturen als Putzerfische genutzt, darunter der Seehase (*Cyclopterus lumpus*) und vier verschiedene Arten von Lippfischen. Keine der Arten ist spezialisiert als Putzerfisch, sie fressen jedoch fakultativ die den Lachsen anhaftenden adulten Läusestadien in Becken- und Käfigumgebungen. Die Ausweitung dieser biologischen Bekämpfung, besonders nach 2012, ging mit einer Abkehr von chemischen Läusebekämpfungsmitteln einher, welche sowohl die Lachse selbst, als auch die Umgebung der Aquakulturen beeinflusste. Allein in Norwegen kommen jährlich etwa 50 Millionen Putzerfische in Aquakulturen zum Einsatz. Während die meisten Seehasen in Gefangenschaft gezüchtet werden, stammen die Lippfische nahezu ausschließlich aus Wildfängen. Die Haltung von Putzerfischen ist aufwendig, da häufig neue Putzerfische angeschafft werden müssen und die Fütterungsbedingungen innerhalb der Aquakultur stark gesteuert werden müssen, da die Putzerfische dazu neigen, einfacher zu erreichende Nahrung zu konsumieren.

nach: Barrett et. al. (2020), Effect of cleaner fish on sea lice in Norwegian salmon aquaculture: a national scale data analysis.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020751920300126> (letzter Zugriff am: 14.01.2024)

Aufgabe 4:

Die Eisenspeicherkrankheit – eine genetisch bedingte Erkrankung

Die Eisenspeicherkrankheit ist eine erblich bedingte Stoffwechselerkrankung, bei der es zu erhöhten Einlagerungen von Eisenverbindungen im Körper kommt. Diese Einlagerungen können zu Organschäden führen. Die Ursachen dieser Krankheit werden molekulargenetisch untersucht.

	BE
1 Leiten Sie die Art des Erbganges der Eisenspeicherkrankheit begründet ab (M 1). Geben Sie für die Personen 1–7 die möglichen Genotypen an (M 1).	3 3
2 Geben Sie für die in Material 2 dargestellten DNA-Sequenzen die Aminosäuresequenzen sowie den Typ der Genmutation an (M 2). Erklären Sie den Funktionsverlust des HFE-Proteins (M 2).	3 3
3 Beschreiben Sie die in Abbildung 3A dargestellte Aufnahme von Eisen-Ionen ins Blut (M 3). Erklären Sie die verringerte Aufnahme von Eisen-Ionen ins Blut bei Anwesenheit von Hepcidin (M 3).	3 5
4 Erklären Sie, wie die Veränderung des HFE-Proteins zu erhöhten Einlagerungen von Eisenverbindungen in Leberzellen führen könnte (M 3, M 4).	10

Material zu Aufgabe 4:

Die Eisenspeicherkrankheit – eine genetisch bedingte Erkrankung

Aufgabe 4, M 1: Kennzeichen und Vererbung der Eisenspeicherkrankheit

Eisen ist für den Körper essenziell. Die Eisenspeicherkrankheit ist eine Erbkrankheit, bei der die Aufnahme von Eisen aus dem Dünndarm ins Blut erhöht ist. Eisen wird unter anderem in den Zellen von Leber und Herz eingelagert und dort gespeichert. Bei der Eisenspeicherkrankheit ist der Eisengehalt in den betroffenen Organen so hoch, dass diese geschädigt werden. Ein Familienstammbaum einer von dieser Erbkrankheit betroffenen Familie ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1: Familienstammbaum einer von der Eisenspeicherkrankheit betroffenen Familie

[Die Abbildung wird aus urheberrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Edwards, C. Q. & Kushner J. P. (1993). Screening for Hemochromatosis. N Engl J Med 1993;328:1616-1620.
DOI: 10.1056/NEJM19930603328220

Aufgabe 4, M 2: Das *HFE*-Gen

Das *HFE*-Gen ist bei Personen mit Eisenspeicherkrankheit mutiert. Dies führt zu einem Funktionsverlust des HFE-Proteins.

Die folgenden Sequenzen zeigen jeweils einen Ausschnitt (Basenpaar Nr. 6715 bis 6726) aus dem nicht-codogenen Strang des *HFE*-Gens. Der nicht-codogene Strang ist der Strang, der nicht transkribiert wird.

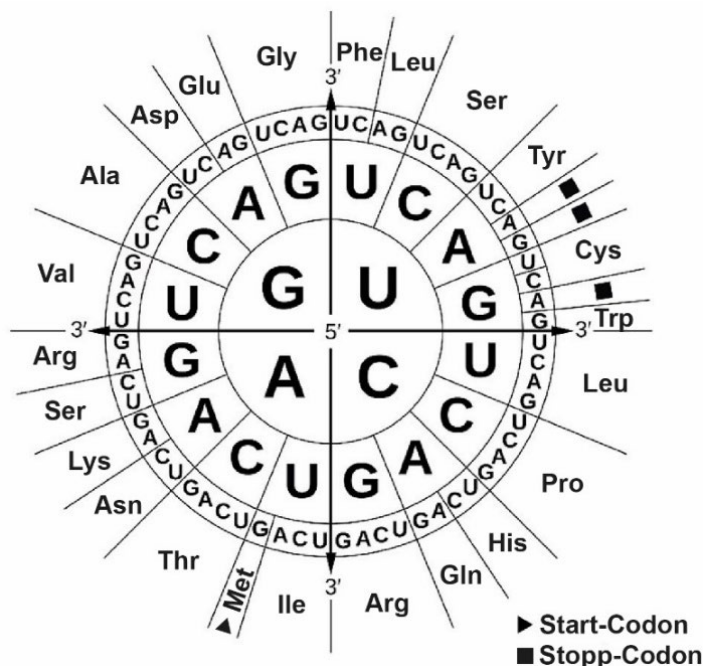


Abb. 2: Codesonne

Sequenz aus dem nicht mutierten *HFE*-Gen: 5'...TAT ACG TGC CAG...3'

Sequenz aus dem mutierten *HFE*-Gen: 5'...TAT ACG TAC CAG...3'

nach: Horn, U. (2022). Hämochromatose assoziierte Mutationen bei Kranken und Gesunden. <https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/551/file/Gesamtscriptr.pdf> (letzter Zugriff am: 02.01.2025)

Aufgabe 4, M 3: Die Aufnahme von Eisen ins Blut und deren Regulation

Aus der Nahrung wird Eisen in Form von Eisen-Ionen aufgenommen. Die Aufnahme dieser Eisen-Ionen ins Blut erfolgt durch Dünndarmzellen. Bei der Regulation dieser Aufnahme ist das in der Leber gebildete Protein Hepcidin von Bedeutung: Es verringert die Aufnahme der Eisen-Ionen ins Blut (Abb. 3).



Legende:

.....►: Stofftransport

—►: Prozess

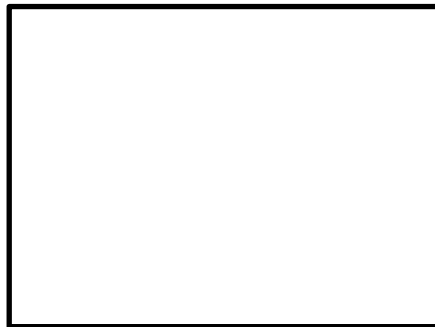
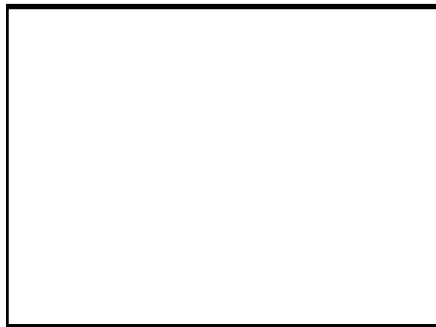
Abb. 3: Aufnahme von Eisen aus dem Dünndarm ins Blut ohne Hepcidin (A) und mit Hepcidin (B)

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Andrews, N. C. (2008). Forging a field: the golden age of iron biology. Blood, 112(2), S. 223, Abb. 2.

Aufgabe 4, M 4: Der Einfluss des Eisengehalts im Blut auf die Produktion von Hepcidin

Mit dem Blut transportiert Transferrin die Eisen-Ionen zu den Organen. Vor allem Leberzellen nehmen Eisen-Ionen aus dem Blut auf (Abb. 4).



Legende:

.....►: Stofftransport

—►: Prozess

HFE: HFE-Protein

TFR1: Transferrin-
Rezeptor 1

TFR2: Transferrin-
Rezeptor 2

Abb. 4: Vorgänge an und in Leberzellen bei Personen ohne Eisenspeicherkrankheit.

A bei niedrigem Eisengehalt im Blut, B bei erhöhtem Eisengehalt im Blut

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

nach: Lawen, A. & Lane, D. J. R. (2013). Mammalian Iron Homeostasis in Health and Disease: Uptake, Storage, Transport, and Molecular Mechanisms of Action. Antioxidants & Redox Signaling, 18(18), S. 2489, Abb. 10.

<https://doi.org/10.1089/ars.2011.4271> und Kowdley, K. V. et al. (2021). Hepcidin Signaling in Health and Disease: Ironing Out the Details. Hepatology Communications, 5(5), S. 726, Abb. 2. <https://doi.org/10.1002/hep4.1717>