
Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Biologie

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfling

Aufgabe 1, Aufgabe 2 und Aufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Aufgabe 1 und Aufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Aufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Wahlaufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt **270 Minuten**. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 30 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System. Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine gleichwertige Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Zeichengeräte
- im Unterricht eingeführtes Pflanzenbestimmungsbuch mit dichotomem Bestimmungsschlüssel ohne farbige Illustrationen und ohne Abbildung des gesamten Pflanzen-Habitus
- Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem im Rahmen einer geschlossenen Plattform im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung zur möglichen Nutzung. Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling im Unterricht für die Erfassung und Auswertung von Messwerten genutzt hat. Das Hilfsmittel wird für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

Aufgabe 1

Der Leipziger Auwald

Ökosysteme unterliegen einem stetigen Wandel. Der Leipziger Auwald zeigt, dass durch den Einfluss des Menschen über Jahrhunderte hinweg auch sehr schützenswerte Lebensräume entstehen können. Die Entwicklungen in diesem Gebiet werden in verschiedensten Forschungsprojekten eng begleitet.

	BE
1 Beschreiben Sie den allgemeinen Aufbau von Nahrungsketten in einem Ökosystem. Skizzieren Sie ein Nahrungsnetz des Leipziger Auwalds unter Berücksichtigung von sechs Organismen (M 1).	8
2 Vergleichen Sie die ökologischen Nischen von Stieleiche und Bergahorn anhand von vier Kriterien (M 1, M 2, M 3). Begründen Sie die unterschiedlichen Häufigkeiten von Stieleiche und Bergahorn in der Strauch- und Baumschicht im Leipziger Auwald (M 2, M 3).	10
3 Erläutern Sie die Ursachen für die Veränderung der Bestandszusammensetzung in der Zeit von 1870 bis 1925 (M 1, M 2, M 3).	5
4 Beschreiben Sie die vom Bundesamt für Naturschutz vorgeschlagene Strategie zum Schutz des Leipziger Auwalds (M 4). Diskutieren Sie diese Strategie aus ökologischer Sicht (M 1 bis M 4).	7

Material 1: Lebensraum Leipziger Auwald

Auwälder sind von Flüssen und Bächen durchzogen und weisen daher eine eher hohe Bodenfeuchte auf. Besonders durch die Schneeschmelze im Frühjahr kommt es regelmäßig zu Überschwemmungen. Das Wasser fließt dann nur langsam ab und hinterlässt eine hohe Sedimentfracht, die für einen mineralstoffreichen Boden sorgt. Obwohl der Leipziger Auwald historisch für die Bauholzgewinnung genutzt wurde, führte eine sorgsame Bewirtschaftung zu einer hohen Artenvielfalt. Über 200 Gras- und Kräuterarten kommen hier vor, wie z. B. das Leipziger Windröschen. Diese krautigen Pflanzen werden von vielen Insekten, wie dem Schmetterling Maivogel, als Nahrungsquelle genutzt. Im Leipziger Auwald gibt es mehr als 500 nachgewiesene Käferarten. Dazu gehört beispielsweise der holzbewohnende Käfer Eremit, dessen Larven sich vom Holz der Bäume ernähren. Viele Baumkronen- und Totholzbewohner sind von Stieleichen und Eschen abhängig. So ernährt sich der Mittelspecht von Pflanzensamen sowie von in oder an der Stieleiche lebenden Insekten. Er selbst kann der Europäischen Wildkatze zum Opfer fallen. Die Wildkatze erbeutet auch Fledermäuse. Die Mückenfledermaus ernährt sich von fliegenden Insekten.

Material 2: Baumarten im Leipziger Auwald

Dieser Wald ist durch das Vorkommen von mächtigen Stieleichen geprägt, deren lichtdurchlässige Baumkronen eine dicht wachsende und vielfältige Strauch- und Krautschicht gedeihen lassen. Die Eichen entwickeln jährlich ihre Nussfrüchte. Sie sind später als junge Pflanzen stark lichtbedürftig. Eichen wachsen langsam und können bis zu tausend Jahre leben. Die Wurzeln der Stieleichen sind weniger empfindlich gegenüber dem Sauerstoffmangel bei Überschwemmung als die Wurzeln anderer Baumarten. Stieleichen bevorzugen mineralstoffreiche Böden.

Die Bäume der Gattung Ahorn bevorzugen mineralstoffreiche Böden, reagieren aber bei Überflutungen sensibel auf Stauwasser. Ahorne sind schattentolerant. Ausgewachsene Ahorne nehmen gegenwärtig ca. 20 % des Kronendachs des Auwalds ein und lassen dort kaum Licht durch. Sie bilden einmal im Jahr sehr gut flugfähige Samen aus und können bei optimalen Bedingungen bis zu 500 Jahre alt werden. Der Anteil der Gemeinen Eschen ist auf Anpflanzungen durch den Menschen zurückzuführen.

Die Abbildungen 1 und 2 geben einen Überblick über die Anteile der Baumarten in der Baum- und Strauchschicht.

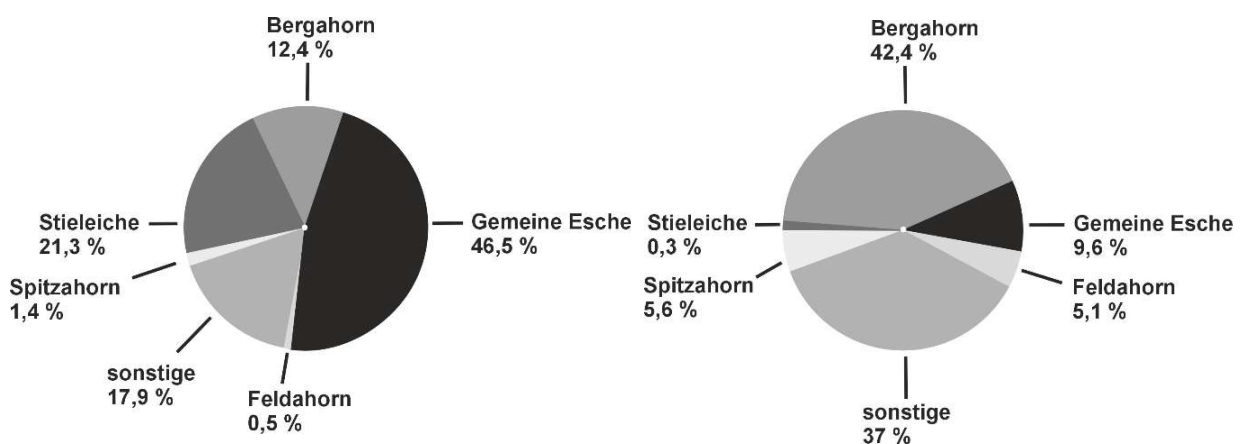


Abb. 1: Anteile der Baumarten der Baumschicht

Abb. 2: Anteile der Baumarten der Strauchschicht

Material 3: Der Leipziger Auwald im Wandel der Zeit

Noch im 19. Jahrhundert war die Leipziger Tieflandbucht durch ein ausgeprägtes Flusssystem gekennzeichnet. Die historische Nutzung des Leipziger Auwalds förderte die Artenvielfalt. Dabei blieben nur wenige Eichen dauerhaft stehen, während andere Arten regelmäßig gekappt wurden, um Feuerholz oder Baumaterial zu gewinnen. Aus den verbliebenen Wurzelstöcken trieben diese Arten dann erneut aus. Durch die Industrialisierung gewann die Stadt Leipzig Mitte des 19. Jahrhunderts an Bedeutung und in der Aue entstanden Wohnviertel. In dieser Zeit wurden Entwässerungskanäle angelegt, sodass viele kleinere Gewässer austrockneten. Der Mitte des 20. Jahrhunderts beginnende Braunkohletagebau im Leipziger Süden führte zu einer weiteren Absenkung des Grundwasserspiegels.

Seit 1954 hat es nur in den Jahren 2011 und 2013 Überschwemmung durch Hochwasser gegeben. Mit dem Sommer 2018 begann eine für Leipzig bisher einzigartige Trockenperiode. Im Leipziger Auwald kam es zu drastischen Waldschäden. Diese sind nicht nur auf die eingeschränkte Wasserverfügbarkeit zurückzuführen. Der Trockenstress erhöht die Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern und Parasiten. So leidet der Bergahorn unter der Trockenheit sowie einer Pilzerkrankung, der Rußrinden-Krankheit. Von den Berg-Ahornen waren im September 2020 bereits über 20 % abgestorben. Auch bei den Stieleichen ist ein verstärkter Schädlingsbefall beobachtbar, z. B. durch den Zweifleckigen Eichenprachtkäfer. Die Larven verursachen Baumschäden, indem sie Gänge im Stamm hinterlassen. Die Veränderung der Zusammensetzung des Baumbestandes von 1870 bis 2016 sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Veränderung der Zusammensetzung des Baumbestands im Leipziger Auwald in prozentualen Anteilen

Baum Jahr	Stieleiche	Gemeine Esche	Ahorne	Sonstige
1870	65	0	2	33
1925	20	25	17	38
1993	20	38	20	22
2016	17	36	22	25

Material 4: Schutz des Leipziger Auwalds

Der Leipziger Auwald ist zu einem streng geschützten Lebensraum geworden. Schutzziel ist die Erhaltung seiner historisch typischen Ausprägung. Es gilt die ökologisch wertvollen Arten, wie Stieleichen und Gemeine Eschen, zu schützen, von denen viele Kronen- und Totholzbewohner abhängig sind. Im Managementplan des Schutzgebietes wird eine Erhöhung des Eichenanteils angeraten, weshalb junge Eichen in kleinen Lichtungen von 40 m x 40 m angepflanzt werden. Diese Lichtungen werden „Femeln“ genannt und entstehen durch das gezielte Abholzen von Waldflächen, wobei Stieleichen und andere ökologisch wertvolle Bäume erhalten bleiben. Dieses Vorgehen wird auch vom Bundesamt für Naturschutz angeraten, um den Lebensraumtyp „Auenwald“ zu erhalten.

Dass ein solches Eingreifen in Naturschutzgebiete zu rechtfertigen ist und von langfristigem Erfolg sein wird, ist stark umstritten. Einigkeit besteht allerdings darüber, dass der Leipziger Auwald nicht klimawandelfest ist.

alle Materialien verändert nach: Wirth. et al., 2021

LEERSEITE

Aufgabe 2

Schmetterlinge

Schmetterlinge sind mit knapp 160.000 beschriebenen Arten eine der artenreichsten Insektenordnungen. Die Variabilität zwischen den Arten, aber auch innerhalb der Individuen einer Art hat sich im Evolutionsprozess herausgebildet. Schmetterlinge sind wichtige Modellorganismen für vielfältige evolutionsbiologische Fragestellungen.

	BE
1 Beschreiben Sie ein Verfahren zur DNA-Sequenzierung. Begründen Sie, dass dieses zur Analyse verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen Schmetterlingsarten eingesetzt werden kann.	6
2 Nennen Sie vier Evolutionsfaktoren der Synthetischen Evolutionstheorie. Erklären Sie anhand von zwei Evolutionsfaktoren die Herausbildung der Fähigkeit zur Bildung von Cyanoglykosiden bei der Gattung <i>Zygaena</i> (M 1).	6
3 Stellen Sie die in Material 1 beschriebene Kreuzung von unterschiedlichen Farbvarianten der Schmetterlingsart <i>Zygaena ephialtes</i> von der Parentalgeneration bis zur 2. Tochtergeneration anhand geeigneter Kreuzungsschemata dar. Geben Sie die Phänotypenverteilung der F ₂ -Generation an (M 1). Benennen Sie den vorliegenden Erbgang.	9
4 Beschreiben Sie die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse einer Laborstudie. Ziehen Sie vier Schlussfolgerungen bezüglich der Entstehung des saisonalen Dimorphismus bei <i>Bicyclus anynana</i> (M 2).	9

Material 1: Die Gattung *Zygaena*

Zur Gattung *Zygaena* gehören Schmetterlinge mit sehr auffallenden Zeichnungsmustern. Trotz ihrer auffälligen Gestalt ruhen sie auf blütenreichen Wiesen und fliegen selbst bei leichter Berührung selten davon. Grund dafür ist, dass sie sehr giftig sind. Sie synthetisieren in ihrem Körper Cyanoglykoside, die bei Gefahr sehr schnell in extrem giftigen Cyanwasserstoff zersetzt und in Form eines farblosen Flüssigkeitstropfen nach außen abgegeben werden. Die negative Erfahrung von Feinden mit diesen Flüssigkeitstropfen in Verbindung mit den Zeichnungsmustern führt zur Meidung dieser Schmetterlinge.

Innerhalb der Gattung, aber auch innerhalb einer Art, existieren viele verschiedene Varianten des Zeichnungsmusters. Beispielsweise variiert die Art *Zygaena ephialtes* sehr stark in der Farbe, der Ausdehnung der Pigmentierung sowie der Anzahl, Größe und Umränderung der Augenflecken auf den Flügeln. In Kreuzungsversuchen konnte nachgewiesen werden, dass die Farbvariationen an zwei Erbfaktoren gebunden sind, die unabhängig voneinander vererbt werden. Das eine Gen bestimmt die rote oder gelbe Pigmentierung, das andere die Ausdehnung (peucedanoides Merkmal) oder Reduktion (ephialtoides Merkmal) dieses Pigments. Es wurden beispielsweise homozygote rote peucedanoide Individuen mit homozygoten gelben ephialtoiden Individuen gekreuzt. Alle Individuen der ersten Tochtergeneration waren rot und peucedanoid.

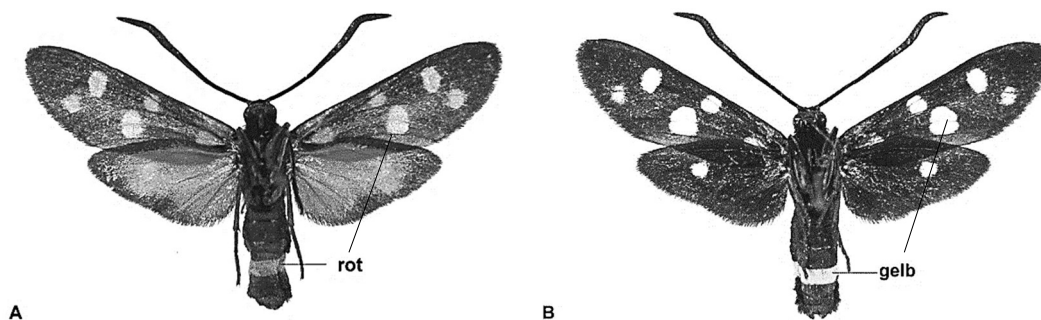


Abb. 1: Phänotypen von *Zygaena ephialtes* – A: rot, peucedanoid, B: gelb, ephialtoid,

verändert nach: https://lepiforum.org/wiki/page/Zygaena_ephialtes#Diagnose-Ssp_peucedani_Esper_1780-Weibchen, zuletzt abgerufen am 09.09.24

Material 2: Augenflecken bei *Bicyclus anynana*

Viele Schmetterlingsarten besitzen auf ihren Flügeln unterschiedlich große, sogenannte Augenflecken. Die ostafrikanische Art *Bicyclus anynana* zeichnet sich durch zwei verschiedene Formen, eine Regenzeitform (WS) mit deutlich ausgeprägten Augenflecken am Rand ihrer Flügel und eine Trockenzeitform (DS) mit nur gering ausgeprägten Augenflecken, aus.

In einer Laborstudie wurde das Verhalten eines wirbellosen Fressfeindes von *Bicyclus anynana* untersucht. Die Fangschrecke *Tenodera sinensis* tritt besonders in der Regenzeit im Lebensraum der Schmetterlinge auf.

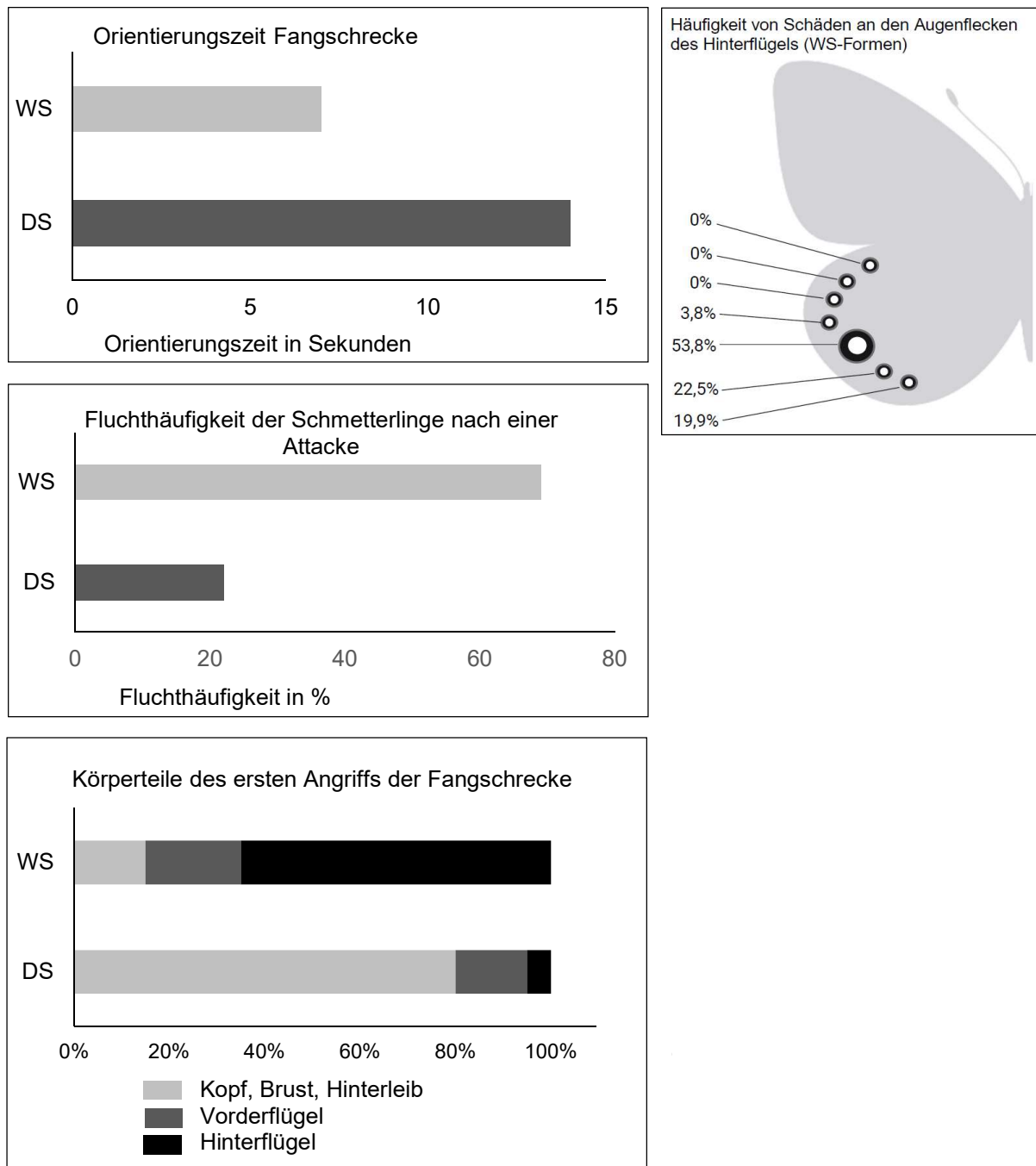


Abb. 2: Ergebnisse einer Laborstudie, verändert nach: Prudic, K.L. u.a. (2015): Eyespots deflect predator attack increasing fitness and promoting the evolution of phenotypic plasticity

LEERSEITE

Aufgabe 3.1

Körperliche Aktivität in großer Höhe

Bergtouren in großer Höhe führen zu einer starken körperlichen Belastung. Aus diesem Grund sind Körperzellen auf eine ausreichende Energiezufuhr angewiesen. Über die Ernährung muss der erhöhte Energiebedarf gedeckt werden.

	BE
1 Stellen Sie die Stoff- und Energiebilanz der Glykolyse dar.	4
2.1 Beschreiben Sie zwei Versuche, mit denen überprüft werden kann, ob Haferflocken zur Kohlenhydratbereitstellung geeignet sind (M 1, M 2).	6
2.2 Führen Sie beide Versuche durch. Leiten Sie aus Ihren Beobachtungen das Vorhandensein von Kohlenhydraten ab (M 2).	9
Sollten Ihnen die Ergebnisse unbrauchbar erscheinen, können Sie Ersatzergebnisse gegen die Nichterteilung von 7 Bewertungseinheiten von der Aufsicht führenden Lehrkraft anfordern.	
2.3 Werten Sie Ihre Beobachtungen im Hinblick auf die Eignung von Haferflocken als Energielieferant auf langen Bergtouren aus (M 1, M 2).	5
3 Erklären Sie das in Material 4 vorgestellte Trainingsmotto (M 3).	6

Material 1: Ernährung in großer Höhe

Anspruchsvolle Bergtouren in großer Höhe stellen enorme Anforderungen an unseren Körper. Seine Energieversorgung muss über einen langen Belastungszeitraum sichergestellt werden. Entscheidend dafür ist eine ausreichende Energiezufuhr über die Ernährung. Sind die Kohlenhydratreserven des Körpers in Belastungssituationen verbraucht, kann es schnell zu „Unterzucker“ und damit zu einem plötzlichen Leistungsabfall kommen.

In Obst, Müsli und Vollkornprodukten enthaltene komplexe Kohlenhydrate wie z. B. Stärke liefern nachhaltig Energie. Stärke kann im Körper zum Einfachzucker Glucose abgebaut werden. Lebensmittel, die Glucose enthalten, versorgen den Körper hingegen sofort nach dem Verzehr mit Energie.

Material 2: Untersuchung zur ernährungsphysiologischen Bedeutung von Haferflocken

Ihnen stehen folgende Geräte und Materialien zur Verfügung:

Geräte: Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Reagenzglashalter, Wasserbad 80 °C, Mörser mit Pistill, Pipetten, Folienstifte (wasserfest), Schutzkittel, Schutzbrille, Einweghandschuhe

Material: Haferflocken, destilliertes Wasser, Lugol'sche Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung), Benedict-Reagenz (Alternativ: Fehling-Lösungen I und II).

Material 3: Physiologische Anpassung an Höhe

Mit zunehmender Höhe sinkt der Luftdruck, sodass die aufgenommene Sauerstoffmenge pro Atemzug geringer ist und dem menschlichen Körper weniger Sauerstoff zur Verfügung steht. Um die Sauerstoffversorgung der Körperzellen dennoch sicherzustellen, führt der Körper verschiedene Anpassungsprozesse durch. Diese umfassen unter anderem die Verbesserung der Sauerstoffabgabe aus dem Blut an das Gewebe sowie die Erhöhung der Erythrozytenzahl (Anzahl der roten Blutzellen) im Blut. Diese Effekte bleiben noch für eine gewisse Zeit auch im Flachland erhalten.

Das körperliche Leistungsvermögen in den Hochlagen kann wegen schnellerer Erschöpfung nicht auf dem gleichen Niveau gehalten werden wie auf Meeresspiegelhöhe. In der Folge ist die Leistungsfähigkeit der Muskulatur bei körperlicher Aktivität in der Höhe gegenüber dem Flachland reduziert.

verändert nach: Friedmann & Bärtsch, 1997, Friedmann, 2000

Material 4: Höhentaining

Zur Vorbereitung auf sportliche Wettkämpfe wird im Profisportbereich häufig ein Höhentaining nach dem Motto „oben leben – unten trainieren“ durchgeführt.

verändert nach: Friedmann, 2000

Aufgabe 3.2

Korallenbleiche

Korallenriffe zählen mit 600.000 km² zu den größten von Lebewesen geschaffenen Strukturen der Erde. Sie sind der Lebensraum für ein Viertel aller Tier- und Pflanzenarten in unseren Meeren. Doch seit mehreren Jahrzehnten bedroht der menschengemachte Klimawandel diese Ökosysteme.

	BE
1 Vergleichen Sie mit Hilfe von Material 1 den Bau der Zellen von Korallenpolypen und Zooxanthellen anhand von fünf Kriterien (M 1).	5
2 Erläutern Sie die interspezifische Beziehung zwischen Zooxanthellen und Korallenpolypen (M 1).	3
3 Begründen Sie die Gefährdung der Korallenriffe durch den Temperaturanstieg der Weltmeere (M 2). Diskutieren Sie, inwieweit die in Material 3 beschriebene Algenart des Persischen Golfs und Korallenpolypen des Roten Meeres zur Rettung des Great Barrier Reefs beitragen könnten (M 2, M 3).	5
4 Stellen Sie ein Totalpräparat eines Laubblattes der Dichtblättrigen Wasserpest <i>Egeria densa</i> her (M 4). Fertigen Sie eine beschriftete, mikroskopische Zeichnung von vier Zellen im Zellverband des Blattes an. Nach Fertigstellung der Zeichnung ist das Präparat unter dem Mikroskop der Aufsicht führenden Lehrkraft vorzuzeigen. Sollte Ihnen die Anfertigung des Präparates nicht gelingen, können Sie eine entsprechende mikroskopische Abbildung gegen die Nichterteilung von 5 Bewertungseinheiten von der Aufsicht führenden Lehrkraft anfordern.	12
5 Stellen Sie den Ablauf der lichtabhängigen Reaktion der Fotosynthese in einem Fließschema dar.	5

Material 1: Zooxanthellen und Korallen

Bei einer Koralle handelt es sich nicht um einen einzelnen Organismus, sondern um eine Kolonie vieler, kleiner Polypen. Die Kolonie bildet gemeinsam ein Kalkskelett, welches die Grundlage für Korallenriffe ist. Korallen filtern Nahrungspartikel aus dem Meerwasser, was meist nicht zum Decken des Energiebedarfs ausreicht. Ihre tierischen, zellwandlosen Zellen besitzen keine Chloroplasten, wodurch sie nicht zur autotrophen Assimilation befähigt sind. Deshalb sind die meisten Korallenarten auf kleine Algen, die Zooxanthellen, angewiesen. Diese Algen betreiben Fotosynthese und können somit den Polypen mit Nährstoffen versorgen. Dabei leben sie geschützt in der inneren Zellschicht der Polypen.

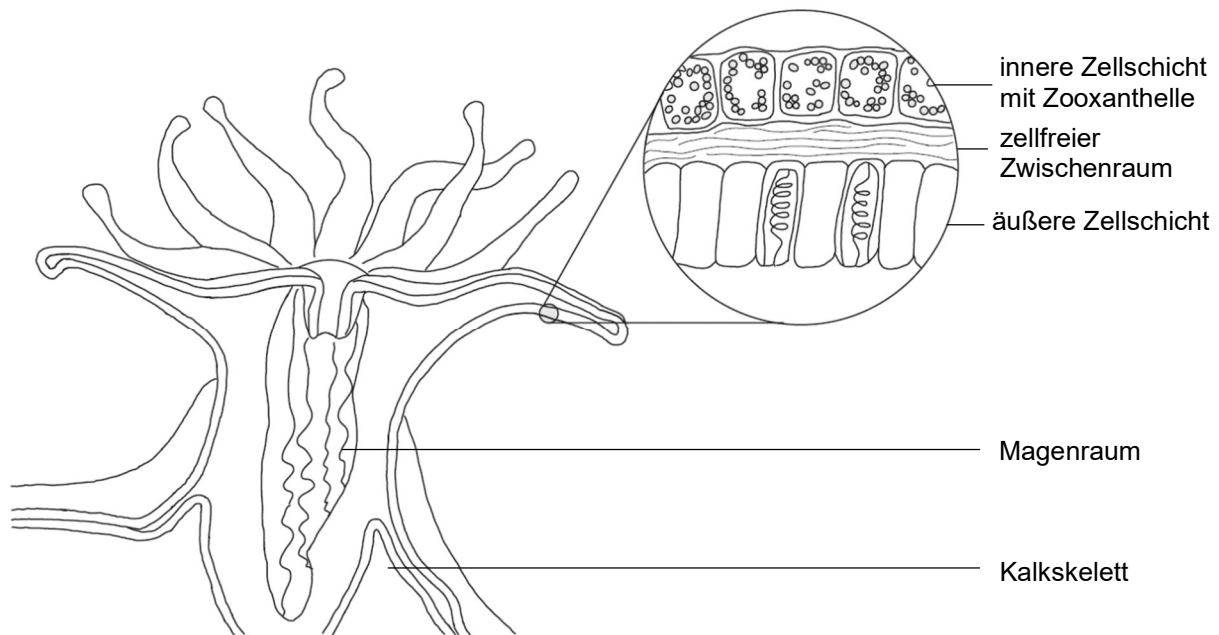


Abb. 1: Schematische Zeichnung einer Koralle: Längsschnitt durch ein Einzeltier (links), Ausschnitt (rechts)

Material 2: Korallenbleiche

Der durch den Menschen verursachte Klimawandel lässt seit Jahrzehnten die globale Durchschnittstemperatur und damit auch die Temperatur der Weltmeere ansteigen. Aber auch natürliche Wetterphänomene, wie der unregelmäßig auftretende *El Niño*, bei dem es sich um eine Zirkulationsanomalie der Meeresströmungen im Pazifik handelt, können für eine Erhöhung der Wassertemperatur sorgen. Für die Korallenriffe hat dies schwerwiegende Folgen. Übersteigt die Wassertemperatur einen gewissen Punkt, kommt es zum Hitzestress für die Zooxanthellen. Die gestressten Algen bilden Giftstoffe. Deshalb stoßen die Korallenpolypen die Algen ab. Die Riffe verlieren dadurch ihre Farbe und wirken somit gebleicht.

Material 3: Rettung des Great Barrier Reefs durch hitzetolerante Algen und Korallen

Das Great Barrier Reef liegt an der Ostküste Australiens und ist fast 350.000 km² groß. Die Riffe des Roten Meeres und des Persischen Golfes sind dagegen wesentlich kleiner.

Forschende sind bei ihren Untersuchungen im Persischen Golf bei Abu Dhabi auf die Algenart *Symbiodinium thermophilum* gestoßen, die auch bei Temperaturen über 36 °C keine Giftstoffe produziert. Es wurde festgestellt, dass diese in mindestens sechs verschiedenen Korallenarten vorkommt. Trotz hoher Wassertemperaturen wurde ein Ausbleichen der Korallen nicht beobachtet.

Eine Übertragung von *S. thermophilum* durch Taucher auf gebleichte Korallen wäre denkbar. Eine weitere Möglichkeit, die Regeneration zu unterstützen, ist die Umsiedlung von Korallenpolypen mit hitzetoleranten Algen. Auch eine Verdriftung durch Meeresströmungen aus den warmen Regionen ist nicht ausgeschlossen.

Material 4: Wasserpest als Modellorganismus

Als fotoautotropher Modellorganismus für die Zooxanthellen soll die Dichtblättrige Wasserpest *Egeria densa*, eine Wasserpflanze aus der Familie der Froschbissgewächse *Hydrocharitaceae*, dienen. Sie wächst im Uferbereich von stehenden und langsam fließenden Gewässern. Sie stammt ursprünglich aus Südamerika und ist in Europa als eine neophytische Art verbreitet.