

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Kakao
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	♦ Leben und Energie ♦ Grundlegende Zusammenhänge zwischen Stoffwechselwegen ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten ♦ Aufbauender Stoffwechsel ♦ Funktionale Anpassungen: Blattaufbau ♦ Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren ♦ Informationsverarbeitung in Lebewesen ♦ Grundlagen der Informationsverarbeitung ♦ sekundäre Sinneszelle ♦ Vielfalt des Lebens ♦ Fachliche Verfahren ♦ PCR ♦ Gelelektrophorese
Materialien	♦ M 1 Erregung einer Bitterrezeptorzelle ♦ M 2 Einsatz von gentechnischen Verfahren zur Unterscheidung von Kakao ♦ M 3 Spaltöffnungen
Quellenangaben	♦ M 1: In Anlehnung an Frings, S. & Müller, F. (2019). <i>Biologie der Sinne: Vom Molekül zur Wahrnehmung</i>. Berlin: Springer. ♦ M 2: In Anlehnung an Herrmann, L. (2015). <i>DNA-basierte Methoden zur Differenzierung der ecuadorianischen Kakaosorten Arriba und CCN-51</i>. Verfügbar unter: https://ediss.sub.uni-hamburg.de/handle/ediss/6579 (Zugriff am 06.05.2021) ♦ M 3: In Anlehnung an Atwell, B. J., Kriedemann, P. E., & Turnbull, C. G. N. (1999). <i>Plants in Action: Adaptation in Nature, Performance in Cultivation</i>. Melbourne: Macmillan Education Australia Pty Ltd. Verfügbar unter: http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/15-2-2-solute-relations-guard-cells (Zugriff am 26.05.2021) ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.

Hilfsmittel	♦ Mikroskop ♦ Zubehör zur Herstellung eines Frischpräparats ♦ Blätter (z. B. Alpenveilchen, Goldene Efeutute, Bergenie, Tulpe, grüner Salat o. a.) ♦ unliniertes Papier für die mikroskopische Zeichnung
zusätzliche inhaltliche und methodische Voraussetzungen	♦ Mikroskopieren
fachpraktischer Anteil	ja ☒ nein Zeitzuschlag: 45 Minuten
Hinweise	♦ Hinweise zur Durchführung der fachpraktischen Arbeit ♦ Beobachtungsbogen ♦ Mikroskopisches Bild als Ersatz

1 Aufgabe

Kakao

In dieser Aufgabe bearbeiten Sie am Beispiel des Kakaos die neurophysiologischen Grundlagen der Geschmackswahrnehmung, den Einsatz von gentechnischen Verfahren in der Nahrungsmittelindustrie sowie die Regulationsmechanismen der Kakaoblätter zum Gasaustausch mithilfe einer Mikroskopie.

	BE
1 Stellen Sie die Funktionsweise der Bitterrezeptorzelle mithilfe von M 1 in einem Fließschema dar.	6
2 Beschreiben Sie die Funktion und Bedeutung von Restriktionsenzymen als zelluläre Werkzeuge in der Gentechnik und analysieren Sie das gesamte M 2 im Hinblick auf die Eignung des dargestellten methodischen Vorgehens zur Unterscheidung der beiden dargestellten Kakaosorten.	12
3 Fertigen Sie auf der Grundlage eines herzustellenden Abzugspräparates eine beschriftete mikroskopische Zeichnung eines typischen Ausschnittes der unteren Epidermis des vorliegenden Laubblattes an. <i>Sollte Ihnen das Präparat nicht gelingen, so können Sie bei der Lehrkraft ein Ersatzbild eines Präparates anfordern. Den nicht erbrachten Leistungen entsprechend werden sieben Bewertungseinheiten nicht erteilt.</i>	14
4 Erläutern Sie mithilfe von M 3 sowie Ihrer angefertigten mikroskopischen Zeichnung die Bedeutung und die Ursachen der Spaltöffnungsbewegungen als Voraussetzung für die Regulation des pflanzlichen Gasaustausches.	8

2 Material

Material 1

Erregung einer Bitterrezeptorzelle

Ein Inhaltsstoff der Kakaofrucht ist der Bitterstoff Theobromin. Schokolade mit einem Anteil ab 60 % Kakao wird deshalb als Bitterschokolade bezeichnet. An der Wahrnehmung des bitteren Geschmacks sind beim Menschen 25 unterschiedliche Rezeptortypen beteiligt. Bitterstoffe lösen schon in geringer Konzentration eine starke Wahrnehmung aus.

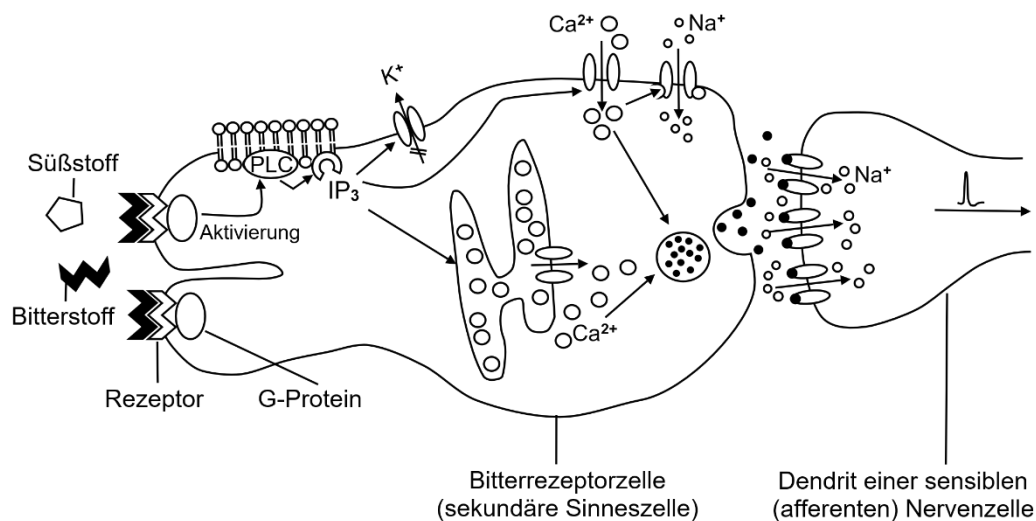


Abb. 1: Erregung einer Bitterrezeptorzelle, IQB, in Anlehnung an Frings & Müller, 2019, S. 93 f.

Material 2

Einsatz von gentechnischen Verfahren zur Unterscheidung von Kakao

Im Welthandel unterscheidet man heute nach dem Aroma und der Herkunft Edelkakao und Konsumkakao. Forscher sequenzierten die DNA beider Kakaosorten. Diese Ergebnisse nutzt man zur Unterscheidung von Konsum- und Edelkakao, um die hohe Qualität von Edelkakao zu sichern und eine absichtliche Vermischung mit Konsumkakao (food fakery) zu erkennen.

Konsumkakao „CCN 51“	Edelkakao „Arriba“
43590 ↓	43590 ↓
... 5' CAAAAGCATTAAATGCCGCAA 3'...	... 5' CAAAAGCATTAAAGGCCGCAA 3'...
... 3' GTTTTCGTAAT TACGGCGTT 5'...	... 3' GTTTTCGTAAT TCCGGCGTT 5'...

Abb. 2: Basensequenzen zweier Kakaosorten, IQB, in Anlehnung an Herrmann, 2015.

Restriktionsenzym mit Erkennungssequenz und Schnittstelle

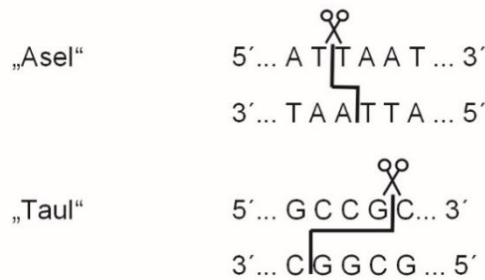


Abb. 3: Erkennungssequenzen und Schnittstellen zweier Restriktionsenzyme, IQB, in Anlehnung an Herrmann, 2015.

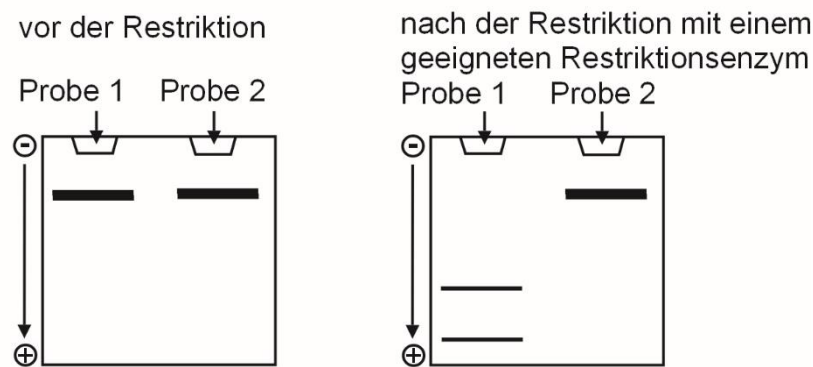


Abb. 4: Ergebnis der Gelelektrophorese von Basensequenzen der zwei Kakaosorten, IQB, in Anlehnung an Herrmann, 2015.

Material 3

Spaltöffnungen

Die Laubblätter von Schattenpflanzen, zu denen der Kakaobaum gehört, besitzen meist weniger Spaltöffnungen (Stomata) als die Laubblätter von Lichtpflanzen. Zudem sind die Stomata oftmals größer und fast ausschließlich an der Blattunterseite ausgebildet. Prinzipiell dienen sie zur Aufnahme und Abgabe von CO_2 und Wasserdampf. Die Öffnungsweite des Spaltes kann aktiv in einem komplexen Prozess reguliert werden.

Tab. 1: Ionen-Konzentrationen in Schließzellen der unteren Epidermis eines Laubblattes

Spaltöffnungszustand	offen		geschlossen	
	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-
Äußere Nebenzellen	98	50	200	55
Innere Nebenzellen	300	60	160	40
Schließzellen	450	120	95	30

Quelle: IQB, in Anlehnung an Atwell, Kriedemann & Turnbull, 1999.

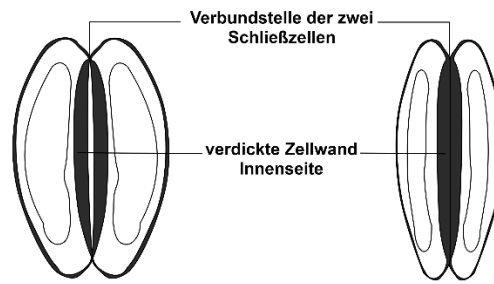


Abb. 5: Zellwandbesonderheit bei Schließzellen (vereinfacht), IQB

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	<i>Stellen Sie die Funktionsweise der Bitterrezeptorzelle mithilfe von M 1 in einem Fließschema dar.</i> Die Lernenden ... S 3 erläutern biologische Sachverhalte [...]; S 7 erläutern Prozesse in [...] lebenden Systemen [...]; K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Darstellung von Strukturen und Zusammenhängen der Erregungsentstehung und -weiterleitung an einer Bitterrezeptorzelle (sekundäre Sinneszelle) in einem auf das Wesentliche beschränkten Fließschema (M 1), z. B.: ♦ Andocken der Bitterstoffmoleküle an entsprechenden Geschmacksrezeptor nach Schlüssel-Schloss-Prinzip → Aktivierung von G-Proteinen → Aktivierung der PLC → Abspaltung von IP3 → vom IP3 aus drei Pfeile zu 1. → Schließen der Kaliumionenkanäle; 2. → verstärkter Calciumionen-Einstrom aus extrazellulärem Raum; 3. Ausschüttung von Calciumionen aus ER-Speicher ♦ zusammenführender Pfeil von Calciumionen aus → verursachen Öffnen von Natriumionen-Kanälen und Verschmelzen der Transmitter-vesikel mit präsynaptischer Membran, von dort Pfeil zu Ausschüttung des Transmitters in den synaptischen Spalt beschreiben	2	4	
2	<i>Beschreiben Sie die Funktion und Bedeutung von Restriktionsenzymen als zelluläre Werkzeuge in der Gentechnik und analysieren Sie das gesamte M 2 im Hinblick auf die Eignung des dargestellten methodischen Vorgehens zur Unterscheidung der beiden aufgeführten Kakaosorten.</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben [...] Anwendungen der Biologie sachgerecht; E 9 finden in erhobenen [...] Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen; K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. Strukturiertes und fachsprachlich richtiges Wiedergeben von Funktion und Bedeutung der Restriktionsenzyme in der Gentechnik, z. B.:			

	♦ Funktion: ♦ molekulare Scheren in der Biochemie – schneiden DNA an definierten Basensequenz-Stellen – Entstehung glatter oder versetzter DNA-Bruchstückenden – Vorliegen spezifischer DNA-Fragmente zur Weiterverarbeitung ♦ Bedeutung: ♦ Einschleusen in und Neukombination von Fremd-DNA zur Herstellung von Vektoren ♦ medizinische Diagnostik (Erkennen von Mutationen → Krebs, Erbkrankheiten) ♦ DNA-Vergleiche zum Erkennen von Krankheitserregern ♦ DNA-Fragmente zur Hybridisierung für Feststellung von Verwandtschaft ♦ Kartierung von DNA Herausarbeiten von Zusammenhängen gentechnischer Methoden zur eindeutigen Unterscheidung von Konsum- und Edelkakao im Rahmen der Importkontrolle von Kakaobohnen unter Einbeziehung des M 2, z. B.: ♦ Auswahl des geeigneten Restriktionsenzym: ♦ Erkennungssequenz des Restriktionsenzym „Taul“ bei beiden Kakaosorten vorhanden – Entstehung gleicher Schnittstücke bei Einsatz von „Taul“ bei Konsum- und Edelkakao ♦ Erkennungssequenz des Restriktionsenzym „Asel“ tritt nur bei Konsumkakao auf – Entstehung zweier unterschiedlicher DNA-Fragmente bei Konsumkakao – Edelkakao bleibt unfragmentiert ♦ Bandenbildung der beiden Proben in Gelelektrophorese deutlich unterscheidbar – Edelkakao eine Bande – Konsumkakao zwei Banden ♦ Ziehen sachgerechter Schlussfolgerungen zur Eignung der Methoden, um Kakaosorten voneinander zu unterscheiden, z. B.: ♦ Restriktionsenzym „Asel“ geeignet zur Unterscheidung beider Kakaosorten ♦ Zuordnen der untersuchten Proben zu den Kakaosorten auf der Grundlage des methodischen Vorgehens ♦ Schlussfolgerung: Die dargestellte Methode ist geeignet, um Edelkakao von Konsumkakao zu unterscheiden.	6		
3	<i>Fertigen Sie auf der Grundlage eines Abzugspräparates eine beschriftete mikroskopische Zeichnung eines typischen Ausschnittes der unteren Epidermis des vorliegenden Laubblattes an.</i> Die Lernenden ... E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen; E 7 nehmen qualitative [...] Daten [...] auf und werten sie aus; E 8 wenden (Laborgeräte) und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an; K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte [...].			

	◆ Herstellen eines Abzugspräparates der unteren Epidermis des vorliegenden Laubblattes und sachgerechtes Mikroskopieren ◆ Anfertigen einer beschrifteten mikroskopischen Zeichnung eines geeigneten Ausschnittes der unteren Epidermis (sachlich richtige Wiedergabe eines Objektes nach Form, Größen- und Lageverhältnissen sowie Gesamtzusammenhang)	4	7 3	
4	<i>Erläutern Sie mithilfe von M 3 sowie Ihrer angefertigten mikroskopischen Zeichnung die Bedeutung und die Ursachen der Spaltöffnungsbewegungen als Voraussetzung für die Regulation des pflanzlichen Gasaustausches.</i> Die Lernenden ... S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt; E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen; E 9 finden in erhobenen [...] Daten Strukturen, Beziehungen [...], erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen. Veranschaulichen der Spaltöffnungsbewegungen als Voraussetzung für die Regulation des Gasaustausches anhand der erstellten mikroskopischen Zeichnung sowie mithilfe von M 3, z. B.: offener Spalt: ◆ Öffnungsweite des Spaltes groß; ◆ Spalt zwischen bohnenförmigen Schließzellen im Mikroskop deutlich sichtbar – grüne Ovale = Chloroplasten in Schließzellen zu sehen; ◆ Fotosynthese ableitbar; ◆ bestimmte Anzahl von Nebenzellen umschließen die Schließzellen im mikroskopischen Bild: ◆ Tabelle zeigt Kalium- und Chloridionen-Konzentration in den Nebenzellen hoch, in den Schließzellen am höchsten – Zellplasma der Schließzellen und Nebenzellen zu umliegenden Gewebszellen hypertonic – osmotischer Wassereinstrom erfolgt entlang des Konzentrationsgefälles in die Schließzellen – Steigerung des Turgors der Schließzellen – Ausdehnung der Schließzelle entgegen der verdickten Zellinnenwände – Spalt zwischen den Schließzellen vergrößert sich – Aufnahme von Kohlenstoffdioxid sowie Abgabe von Wasserdampf möglich – CO₂ Versorgung der assimilierenden Gewebe samt Schließzellen gewährleistet – Ablauf der Fotosynthese gesichert; ◆ Spaltöffnungsweite groß – Abgabe von CO₂ aus der Zellatmung möglich; ◆ Spaltöffnungsweite groß – Abgabe von Wasserdampf zur Aufrechterhaltung des Transpirationssoges möglich – Wasserversorgung der Gewebe gewährleistet.			8
	Summe	12	20	8
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	30	50	20

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	3, 7		9	
2	1	9	5	
3		1, 7, 8	9	
4	7	1, 9		

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 Bewertungsraster¹ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

6 Hinweise zur Durchführung der fachpraktischen Arbeit

- ◆ Bereitstellen sind:
 - ◆ Mikroskope sowie Zubehör zur Herstellung eines Frischpräparates,
 - ◆ Blattmaterial (z. B. Alpenveilchen, Goldene Efeutute, Bergenie, Tulpe, grüner Salat o. a.),
 - ◆ unliniertes Papier.
- ◆ Die praktische Arbeit ist vorab von der Lehrkraft zu erproben.
- ◆ Die mikroskopische Zeichnung ist vom Prüfling auf unliniertem Papier anzufertigen.

Sollte der Prüfling am praktischen Auftrag der Mikroskopie scheitern, ist ihm zur Fortsetzung der Bearbeitung der Prüfungsaufgabe ein entsprechendes Frisch- oder Dauerpräparat oder das mikroskopische Bild einer unteren Blattepidermis mit Schließ- und Nebenzellen vorzulegen (siehe 8). Die praktische Arbeit wird dann mit 0/7 BE bewertet.

¹ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.

7 Beobachtungsbogen

Protokollansatz:

Name des Prüflings:	
Name der betreuenden Lehrperson:	
Zeit für die fachpraktische Arbeit:	von: bis:
Schwerpunkte:	Einschätzung der Lehrperson:
Einstellung des Mikroskops: z. B. ◆ Wahl des Ausschnittes ◆ geeignete Vergrößerung ◆ Beleuchtung ◆ Kontrast	
Qualität des Präparats: z. B. ◆ Stärke des Schnittes ◆ Luftblasen	
Übereinstimmung von Präparat und Zeichnung	

8 Mikroskopisches Bild als Ersatz²



Ersatzbild, IQB

² Bei Nutzung des Ersatzbildes werden die 7 Bewertungseinheiten für den fachpraktischen Teil nicht erteilt.