

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 Sonnenblatt ♦ M 4 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 4: 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	♦ unliniertes Papier für die Zeichnung
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

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 Angepasstheit der Kakaoblätter an den Standort.

	BE
1 Erläutern Sie anhand von M 1 die Funktionsweise der Bitterrezeptorzelle.	10
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 Kakaopflanzen sind ausgesprochene Schattenpflanzen. Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines typischen Blattquerschnittes eines Schattenblattes an. Vergleichen Sie dieses mit Hilfe von M 3 tabellarisch anhand von vier Kriterien in Bezug auf die Angepasstheit an abiotische Bedingungen.	10
4 Erläutern Sie mithilfe von M 4 die Spaltöffnungsbewegungen als Voraussetzung für die Regulation des pflanzlichen Gasaustausches.	8

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.

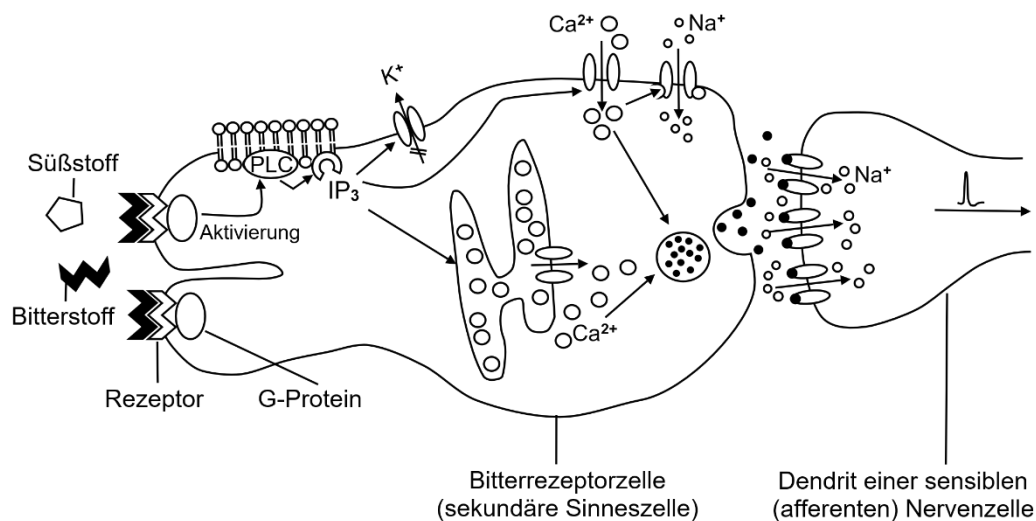


Abb. 1: Erregung einer Bitterrezeptorzelle, in Anlehnung an Frings & Müller, 2019, S. 93f.

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, in Anlehnung an Herrmann, 2015

Restriktionsenzym mit Erkennungssequenz und Schnittstelle

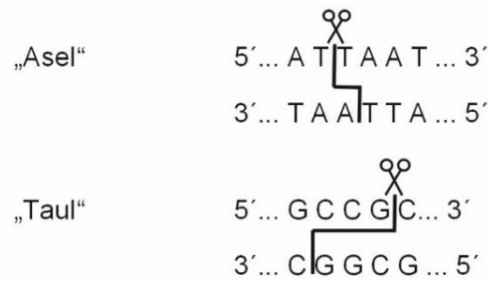


Abb. 3: Erkennungssequenzen und Schnittstellen zweier Restriktionsenzyme, in Anlehnung an Herrmann, 2015

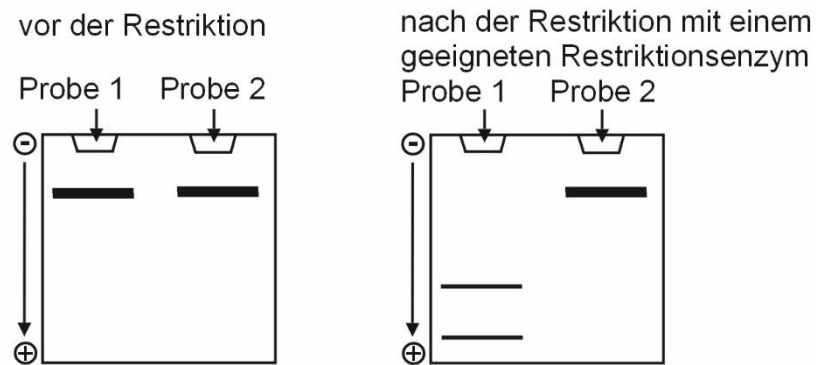


Abb. 4: Ergebnis der Gelelektrophorese von Basensequenzen der zwei Ka-kaosorten, in Anlehnung an Herrmann, 2015

Material 3

Sonnenblatt

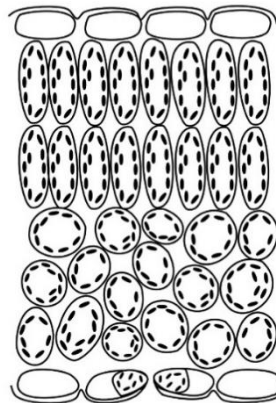


Abb. 5: Schematischer Querschnitt eines Sonnenblatts, IQB

Material 4

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. Der eigentliche Spalt wird von zwei miteinander verbundenen Schließzellen begrenzt, deren unmittelbare Nachbarzellen als Nebenzellen bezeichnet werden. Die Öffnungsweite des Spaltes ist veränderlich. Sie wird von verschiedenen inneren und äußeren Faktoren beeinflusst und kann aktiv in einem komplexen Prozess reguliert werden. Dieser Prozess geht immer mit der Wanderung von Ionen und der Veränderung des Turgors der Schließzellen einher.

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

Spaltöffnungszustand	offen		geschlossen	
Ionen-Konzentration (mmol/L)	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.

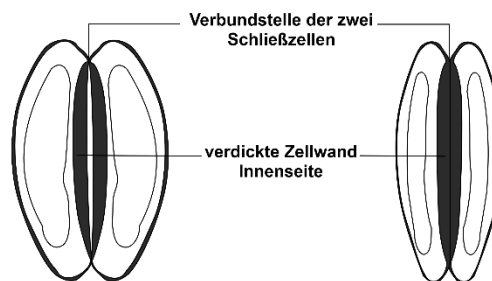


Abb. 5: Zellwandbesonderheit bei Schließzellen (vereinfacht), IQB

2 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>Erläutern Sie anhand von M 1 die Funktionsweise der Bitterrezeptorzelle.</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. Veranschaulichende Darstellung der Erregungsentstehung und -weiterleitung an einer Bitterrezeptorzelle (sekundäre Sinneszelle) anhand von M 1 unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens von Rezeptoren, Enzymen, Botenstoffen und Ionen, z. B.: ◆ Andocken der Moleküle des Bitterstoffes an entsprechenden Geschmacksrezeptor nach Schlüssel-Schloss-Prinzip; ◆ Aktivierung von G-Proteinen → Auslösen von Reaktionskaskaden (Aktivierung der PLC) → Abspaltung von IP3 von Membranprotein → IP3 bewirkt Schließen der Kaliumionenkanäle; verstärkter Calciumionen-Einstrom aus extrazellulärem Raum; Ausschüttung von Calciumionen aus ER-Speicher; ◆ Calciumionen verursachen das Öffnen von Natriumionenkanälen und das Verschmelzen der Transmittervesikel mit präsynaptischer Membran; ◆ Ausschüttung des Transmitters in synaptischen Spalt → Andocken an passende Rezeptoren an der subsynaptischen Membran → Depolarisation → Entstehung eines APs und Weiterleitung der Erregung möglich.	5	5	
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 von M 2, z. B.: ♦ Auswahl des geeigneten Restriktionsenzym: ♦ Erkennungssequenz des Restriktionsenzym „TauI“ bei beiden Kakaosorten vorhanden – Entstehung gleicher Schnittstücke bei Einsatz von „TauI“ bei Konsum- und Edelkakao ♦ Erkennungssequenz des Restriktionsenzym „AseI“ tritt nur bei Konsumkakao auf – Entstehung zweier unterschiedlicher DNA-Fragmenten 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 „AseI“ 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 eine beschriftete Skizze eines typischen Blattquerschnittes eines Schattenblattes an und vergleichen Sie dieses mit Hilfe von M 3 tabellarisch anhand von vier Kriterien in Bezug auf die Anpasstheit an abiotische Bedingungen.</i> Die Lernenden ... S 6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen [...] dar; E 4 [...] führen [...] Vergleiche [...] durch [...].	6		

	Darstellung einer übersichtlichen beschrifteten Skizze eines geeigneten Querschnittes eines Schattenblattes. Formulieren geeigneter Vergleichskriterien, z. B. ♦ Palisadengewebe ♦ Anzahl und Größe der Interzellularen ♦ Ausprägung der Kutikula ♦ Lage der Schließzellen Gegenüberstellung von Fakten entsprechend den selbst gewählten Kriterien		4	
			6	
4	<i>Erläutern Sie mithilfe von M 4 die 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. Veranschaulichung der Spaltöffnungsbewegungen als Voraussetzung für die Regulation des Gasaustausches mithilfe von M 3, z. B. ♦ offener Spalt: Öffnungsweite des Spaltes groß – Kalium- und Chloridionen Konzentration in den Nebenzellen hoch, in den Schließzellen am größten – Zellplasma der Schließzellen und Nebenzellen zu umliegenden Gewebszellen hypertonic – osmotischer Wassereinstrom erfolgt entlang des Konzentrationsgefälles in die Schließzellen – Steigerung des Turgors der Schließzellen – Spaltöffnung zwischen den Schließzellen vergrößert — Aufnahme von Kohlenstoffdioxid sowie Abgabe von Sauerstoff und Wasserdampf möglich – CO₂ Versorgung der assimilierenden Gewebe gewährleistet – Ablauf der Fotosynthese gesichert ♦ Spaltöffnungsweite groß – Abgabe von CO₂ aus der Zellatmung möglich ♦ Spaltöffnungsweite groß – Abgabe von Wasserdampf zur Aufrechterhaltung des Transpirationssoges möglich Fazit: Regulierung der Spaltöffnungsweite ist Voraussetzung für den Gasaustausch, den Ablauf von Assimilations- und Dissimilationsprozessen, die Wasserversorgung der Gewebe durch Transpiration			8
	Summe	11	21	8
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	27,5	52,5	20

3 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	3, 7		9	
2	1	9	5	
3	6	4		
4	7	1, 9		

4 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.

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