



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT

Hinweise für die Abiturientinnen und Abiturienten

Abiturprüfung an den allgemein bildenden Gymnasien

Nachtermin 2019

Prüfungsfach: Biologie

Bearbeitungszeit: 270 Minuten einschließlich Auswahlzeit

Hilfsmittel: Taschenrechner

Codesonne

Nachschlagewerke zur deutschen Rechtschreibung und Zeichensetzung

Hinweise: Sie erhalten **vier** Aufgaben.

Wählen Sie davon **drei** Aufgaben aus und bearbeiten Sie diese.

Verwenden Sie für jede Aufgabe für Reinschrift (weiß) und Entwurf (grün) jeweils einen neuen Bogen Papier.

Vermerken Sie auf jedem Bogen, welche Aufgabe Sie bearbeitet haben.

Sie sind verpflichtet die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn (auf Anzahl der Blätter, Anlagen usw.) zu überprüfen.

Lösungen auf den Aufgabenblättern werden nicht gewertet.



Aufgabe I:

Anfang des Jahres 2016 verendeten rund 40000 Tonnen Lachs in den Fischfarmen der Region Los Lagos in Chile. Im Meer starben viele Wale und Robben.

Ausgelöst wurde das Massensterben durch eine extreme Vermehrung einzelliger Algen aus der Gruppe der Dinoflagellaten. Weltweit treten immer wieder kurzzeitig solche Algenvermehrungen auf. Von den tausenden Algenarten sind einige giftig. Diese enthalten toxische Verbindungen, wie die Nervengifte Saxitoxin oder Ciguatoxin. Saxitoxin blockiert spannungsgesteuerte Na^+ -Kanäle, Ciguatoxin hingegen verursacht deren permanente Öffnung.

Für Menschen werden diese Dinoflagellaten erst nach dem Verzehr von Muscheln gefährlich, wenn diese zuvor solche Algen aus dem Wasser herausgefiltert, verdaut und die Giftstoffe in ihren Körper eingelagert haben. In den betroffenen Regionen werden Strandbesucher deshalb vor dem Verzehr von Muscheln und anderen Meeresfrüchten gewarnt (Abbildung 1). Den Muscheln schaden die Toxine in der Regel nicht.



Abbildung 1: Warnhinweis am Strand

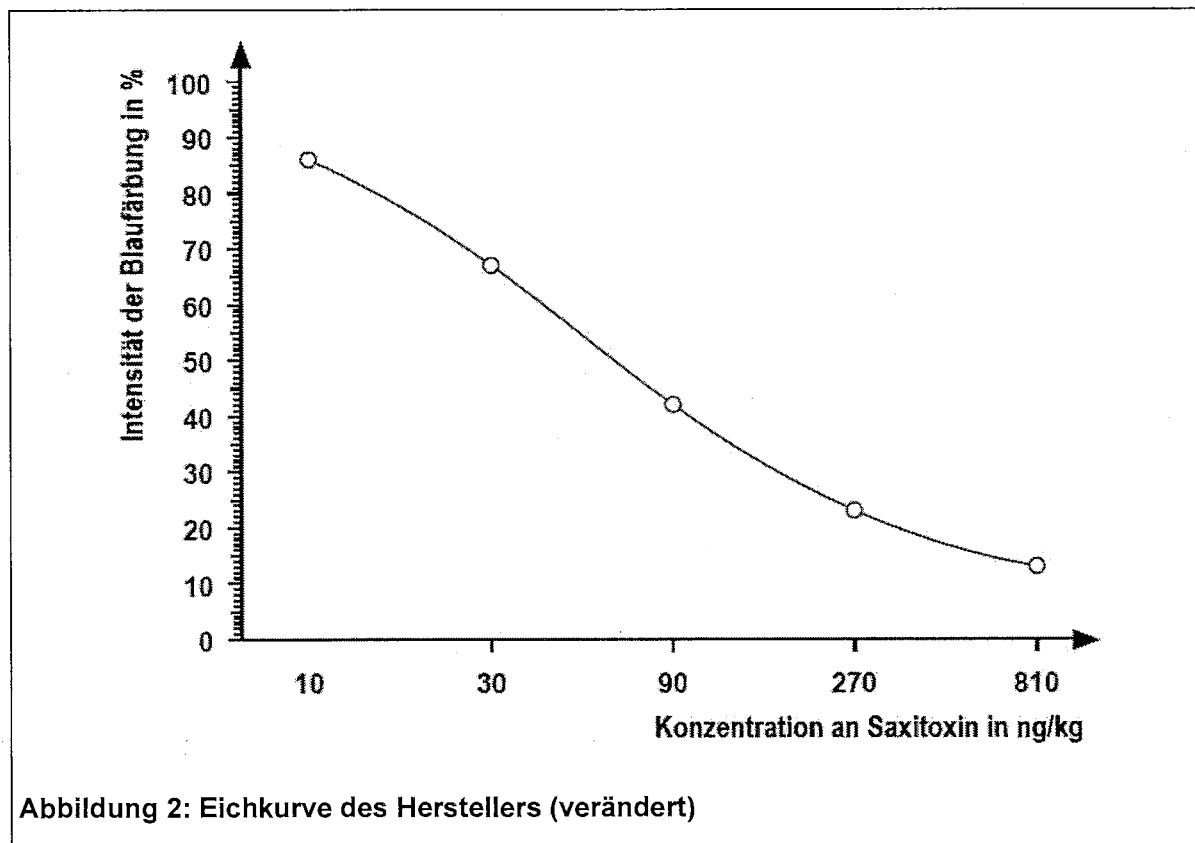
- 1.1 Zeichnen Sie ein Diagramm, das den Verlauf eines Aktionspotenzials zeigt (Größe ca. $\frac{1}{2}$ Seite) und erläutern Sie die auf molekularer Ebene ablaufenden Vorgänge, die zu diesem Spannungsverlauf führen. 4 VP
- 1.2 Erläutern Sie die Auswirkungen von Saxitoxin und Ciguatoxin auf die Erregungsleitung und beschreiben Sie die Ursache des beobachteten Massensterbens. 3 VP
- 1.3 Geben Sie zwei mögliche Erklärungen für die Resistenz der Muscheln gegenüber den Toxinen der Dinoflagellaten. 2 VP

Die chemischen Waffen der Dinoflagellaten richten sich eigentlich gegen winzige Ruderfußkrebse, die sich von diesen einzelligen Algen ernähren. Wie Wissenschaftler der Universität Göteborg kürzlich herausgefunden haben, steigern die Dinoflagellaten ihre Giftproduktion in Abhängigkeit von der Anzahl der Ruderfußkrebse in ihrer Umgebung. Die Erhöhung der Saxitoxin-Produktion erfolgt bereits bei Kontakt mit Wasser, in dem zuvor Ruderfußkrebse umhergeschwommen sind und dort Dinoflagellaten gefressen haben.

- 2.1 Erläutern Sie, wie es in Dinoflagellaten zur beschriebenen Erhöhung der Saxitoxinproduktion kommen könnte. 3 VP
- 2.2 Erläutern Sie, wie es im Zusammenhang mit der Giftproduktion der Dinoflagellaten zu diesem periodischen Massenaufreten von Dinoflagellaten (Algenblüten) kommen könnte. 2 VP

Aufgabe I:

Um Toxine in Muscheln nachzuweisen, wird in der Lebensmittelkontrolle ein Saxitoxin-Test verwendet. Dabei handelt es sich um einen quantitativen immunologischen Test. Das Test-Kit enthält Reaktionsgefäße, die mit Antikörpern gegen Saxitoxin beschichtet sind. In eines dieser Reaktionsgefäße werden zeitgleich zwei Lösungen zugegeben, zum einen die zu testende Probelösung aus Muscheln und zum anderen eine standardisierte Lösung mit Saxitoxinmolekülen, an welche ein Enzym gekoppelt wurde (Enzymkonjugat-Lösung). Nach einer kurzen Einwirkphase werden nicht gebundene Bestandteile der beiden zugegebenen Lösungen wieder ausgewaschen. Anschließend wird eine festgelegte Menge farblosen Substrats zugegeben, welches katalytisch durch das Enzymkonjugat in ein blaues Endprodukt umgewandelt wird. Nach einer bestimmten Zeit wird die enzymatische Reaktion durch Zugabe von Schwefelsäure abgebrochen und die Intensität der Blaufärbung gemessen. Abbildung 2 zeigt ein Diagramm, welches der Hersteller des Test-Kits zur quantitativen Auswertung der Untersuchung zur Verfügung stellt.



- 3.1 Beschreiben Sie den Verlauf der Eichkurve (Abbildung 2).
Erläutern Sie die Vorgänge im Reaktionsgefäß des oben beschriebenen Tests und erklären Sie, wie es zu den unterschiedlichen Intensitäten der Blaufärbung bei unterschiedlichen Saxitoxin-Konzentrationen kommt.
- 3.2 Begründen Sie die Notwendigkeit des Auswaschens sowie die Zugabe von Schwefelsäure nach einer bestimmten Zeit.

4 VP

2 VP

20 VP

Aufgabe II:

Mukoviszidose (Cystische Fibrose) ist eine der häufigsten angeborenen Stoffwechselkrankheiten. Rund 8000 Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene leben in Deutschland mit dieser bisher unheilbaren Krankheit. Molekular beruht sie auf einer Mutation des CFTR-Gens. Dieses Gen codiert für ein Kanalprotein, das Chlorid-Ionen durch die Zellmembran von Schleimhautzellen transportiert.

- 1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines Zellmembranausschnittes auf der Basis des Flüssig-Mosaik-Modells an (Größe ca. ½ Seite) und kennzeichnen Sie Innen- und Außenseite der Membran.

3 VP

Die G551D-Mutation ist eine von vielen möglichen Mutationen des CFTR-Gens. Die in Abbildung 1 wiedergegebenen Ausschnitte stammen aus dem CFTR-Gen.

Normales Gen: 3'... TCA CCT CCA GTT GCT CGT TCT TAA ...5'
Mutiertes Gen: 3' TCA CCT CTA GTT GCT CGT TCT TAA ...5'

Abbildung 1: Ausschnitte aus dem CFTR-Gen

- 2 Ermitteln Sie mithilfe der Codesonne (siehe Anlage) die Aminosäuresequenzen für die beiden Genausschnitte. Geben Sie eine mögliche Erklärung für den Funktionsverlust des Kanalproteins aufgrund der G551D-Mutation.

3 VP

Die CFTR-Ionenkanäle kommen auch in der Zellmembran der Bronchialschleimhautzellen vor. Sie sind am Ionen- und Wassertransport dieser Zellen beteiligt. Die Atemwege (Bronchien) sind bei Gesunden von einer dünnflüssigen Schleimschicht überzogen.

In Abbildung 2 ist die Funktionsweise des CFTR-Ionenkanals in Bronchialschleimhautzellen einer gesunden Person dargestellt. Bei Mukoviszidose ist der Schleim in den Atemwegen zähflüssig und kann nur schlecht abtransportiert werden. Dadurch verstopfen die kleinen Verzweigungen der Bronchien. Folgen sind häufig Atemnot und mangelnde Sauerstoffversorgung.

- 3 Erläutern Sie unter Zuhilfenahme von Abbildung 2 das Auftreten zähflüssigen Schleims bei einer an Mukoviszidose erkrankten Person.

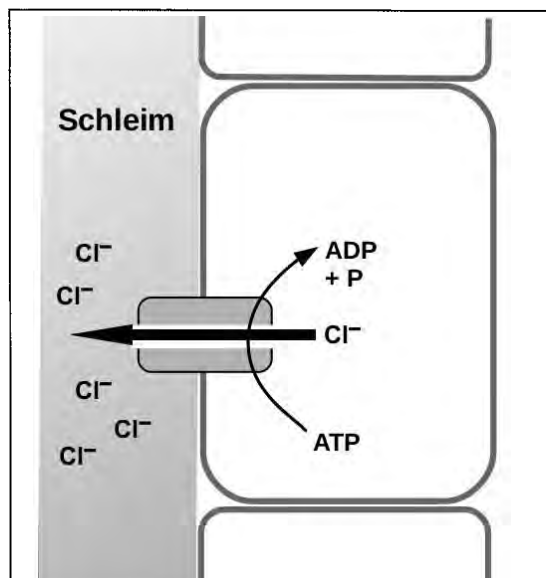


Abbildung 2: Ionentransport aus Bronchialschleimhautzellen bei gesunden Personen

2 VP

Aufgabe II:

Der zähflüssige Schleim der an Mukoviszidose erkrankten Personen stellt einen optimalen Nährboden für krankheitserregende Bakterien dar. Dies führt häufig zu Lungenentzündungen, die mit Antibiotika behandelt werden. Dabei spielt Penicillin (ein β -Lactam-Antibiotikum) eine herausragende Rolle. Sein Einsatz führt zum Platzen wachsender Bakterienzellen.

Viele Bakterien besitzen eine Zellwand aus Murein. Murein besteht aus langen Polysaccharidketten, die durch Oligopeptid-Brücken untereinander quervernetzt sind (Abbildung 3). Beim Wachstum von Bakterienzellen muss die Zellwand mitwachsen. Dafür werden zunächst Peptidbindungen in den Oligopeptid-Brücken aufgelöst. Mithilfe des Enzyms Transpeptidase werden dann neue Polysaccharidketten eingebaut und diese über eine Diaminopimelinsäure-Alanin-Verbindung (Dap-Ala) wieder miteinander verknüpft. Das Enzym Transpeptidase kann zum einen die Aminosäuren Ala und Dap, zum anderen den Komplex Dap-Ala binden.

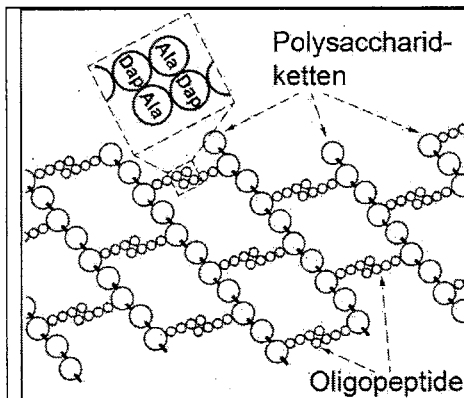


Abbildung 3: Struktur von Murein (vereinfacht)

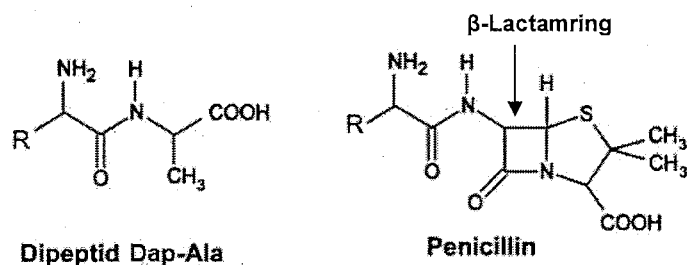


Abbildung 4: Struktur des Dipeptids Dap-Ala und Grundstruktur von Penicillin

- 4.1 Erklären Sie unter Berücksichtigung der Abbildungen 3 und 4, wie Penicillin zum Absterben der Bakterienzellen führt.

4 VP

Mittlerweile sind viele Bakterien gegen β -Lactam-Antibiotika resistent. Verantwortlich dafür sind von Bakterien synthetisierte β -Lactamasen. Dies sind Enzyme, die in der Lage sind, im Penicillin den β -Lactamring (Abbildung 4) zu zerstören. Dadurch wird das Antibiotikum wirkungslos. Wird Penicillin jedoch gegen solche resistente Bakterien zusammen mit Clavulansäure (Abbildung 5) verabreicht, kann seine Wirksamkeit wiederhergestellt werden. Clavulansäure als Einzelsubstanz wirkt nicht bakterizid.

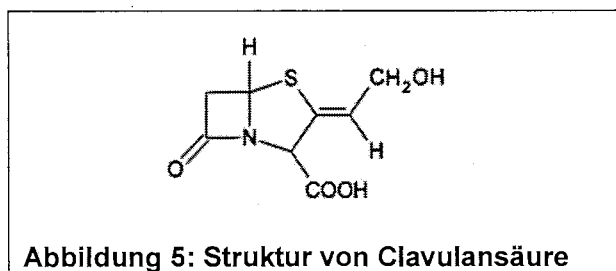


Abbildung 5: Struktur von Clavulansäure

- 4.2 Erläutern Sie mithilfe der Abbildungen 4 und 5 die Wirkung des Kombinationspräparats aus Penicillin und Clavulansäure.

2 VP

Aufgabe II:

- 4.3 Beschreiben Sie das experimentelle Vorgehen, mit dem die unterschiedliche Wirksamkeit von Penicillin und des beschriebenen Kombinationspräparats aus Penicillin und Clavulansäure aufgezeigt werden kann.

3 VP

Das Auftreten multiresistenter Bakterien ist eines der großen Probleme der modernen Medizin. Heute existieren bereits krankheitserregende Bakterien, die gegen viele Antibiotika resistent sind.

- 5 Erklären Sie aus evolutionsbiologischer Sicht, weshalb der häufige Einsatz von Antibiotika schon in relativ kurzer Zeit zu multiresistenten Bakterienstämmen geführt hat.

3 VP

20 VP

Aufgabe III:

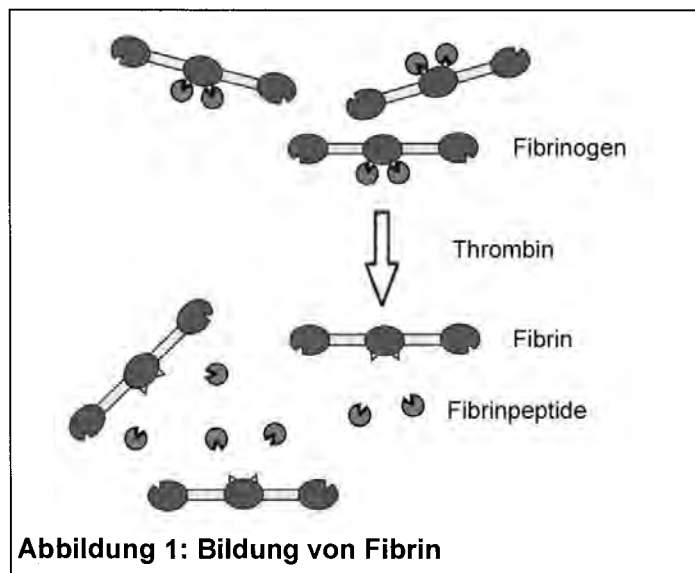
Der Herzinfarkt ist eine der häufigsten Todesursachen in Deutschland. Befindet sich ein Blutgerinnsel (Thrombus) in einem Blutgefäß, das den Herzmuskel versorgt (Herzkranzgefäß), so kann dieser Thrombus den Blutfluss unterbinden und so die Sauerstoffversorgung der Herzmuskelzellen verhindern. Der daraus resultierende Herzinfarkt führt schon nach kurzer Zeit zu einer dauerhaften Schädigung des Herzmuskels. Bei Verdacht auf einen Infarkt ist eine schnelle Diagnose und anschließende Therapie überlebenswichtig. Nach Auflösung des Thrombus wird prophylaktisch Hirudin intravenös verabreicht. Das kurze Polypeptid Hirudin verhindert die Neubildung eines Thrombus.

- 1 Erläutern Sie, weshalb Herzmuskelzellen ohne Sauerstoffzufuhr absterben.
Erklären Sie, warum Hirudin nicht oral verabreicht wird und welchen Vorteil eine intravenöse Verabreichung zusätzlich bietet.

3 VP

Thromben entstehen bei der Blutgerinnung und dienen dem Verschluss von verletzten Blutgefäßen. Bei der Blutgerinnung steht am Ende eines kaskadenartigen Stoffwechselprozesses das Enzym Thrombin. Es spaltet lösliches Fibrinogen im Blutplasma zu Fibrin und den Fibrinpeptiden (Abbildung 1).

Die Fibrinmoleküle verbinden sich anschließend von selbst zu langen, unlöslichen Fibrinfäden. Diese Fäden vernetzen sich und bilden mit eingeschlossenen Blutzellen den Thrombus, der Blutgefäße bzw. Wunden verschließt.



- 2.1 Erklären Sie mit Hilfe einer Skizze unter Verwendung der Symbole aus Abbildung 1 das Entstehen langer unlöslicher Fibrinfäden.
- 2.2 Erläutern Sie zwei mögliche Wirkmechanismen von Hirudin, die die Verhinderung der Blutgerinnung erklären.

2 VP

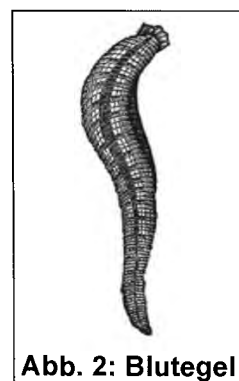
2 VP

Hirudin wird in den Speicheldrüsen von Blutegeln produziert (Abbildung 2) und verhindert, dass das Blut eines Wirts beim Blutsaugen gerinnt.

Um den Bedarf an Hirudin in der Medizin zu decken, wird es heute mit Hilfe von gentechnisch veränderten Bakterien in großen Mengen hergestellt.

- 3 Beschreiben Sie die wesentlichen Schritte zur Herstellung und Selektion transgener Bakterien, die in der Lage sind, Hirudin herzustellen.

4 VP



Aufgabe III:

Blutegel orten ihre Wirtstiere mithilfe von Haarsinneszellen in der Haut, die durch von Wirtstieren erzeugte Wasserbewegungen gereizt werden. Diese Haarsinneszellen sind spezialisierte Mechanorezeptoren, die an ihrer Oberfläche Membranausstülpungen, sogenannte Stereovilli, besitzen. Abbildung 3 zeigt das Prinzip der Signaltransduktion an einer Haarsinneszelle sowie die entstehenden elektrischen Signale am Axon der nachgeschalteten Nervenzelle.

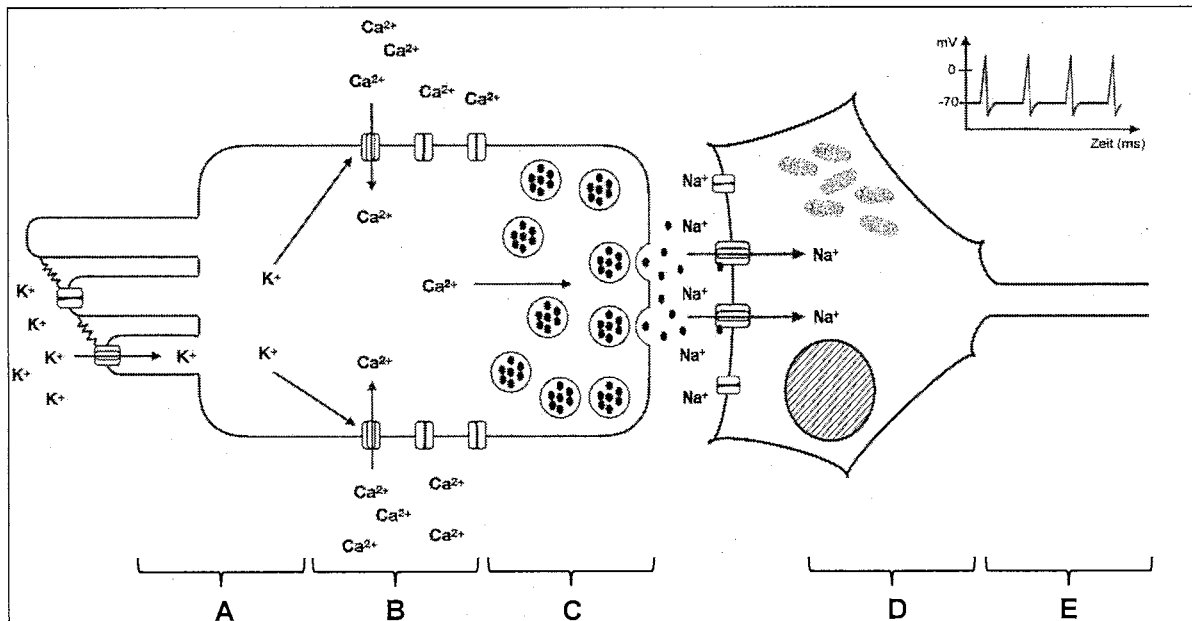


Abbildung 3a: Haarsinneszelle mit Stereovilli in neutraler Position (ohne Wasserbewegung) und nachgeschaltete Nervenzelle

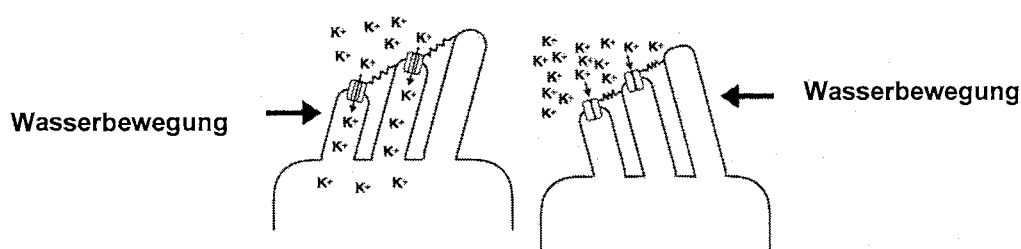


Abbildung 3b: Auswirkung von Wasserbewegung auf die Stereovilli an Haarsinneszellen

Abbildung 3: Signaltransduktion an der Haarsinneszelle (schematisch)

- 4.1 Beschreiben Sie die Vorgänge an einer Haarsinneszelle mit neutraler Ausrichtung der Stereovilli und erklären Sie ihre Auswirkungen auf die nachgeschaltete Nervenzelle (Abbildung 3a).
- 4.2 Erläutern Sie die Auswirkungen von Wasserbewegungen auf die Haarsinneszelle und die nachgeschaltete Nervenzelle sowie ihre Bedeutung für die Ortung eines Wirtes (Abbildung 3b).

2 VP

3 VP

Aufgabe III:

In den Bereichen A bis E (Abbildung 3a) wird die Reizstärke (Stärke der Wasserbewegung) auf verschiedene Weise verschlüsselt (codiert).

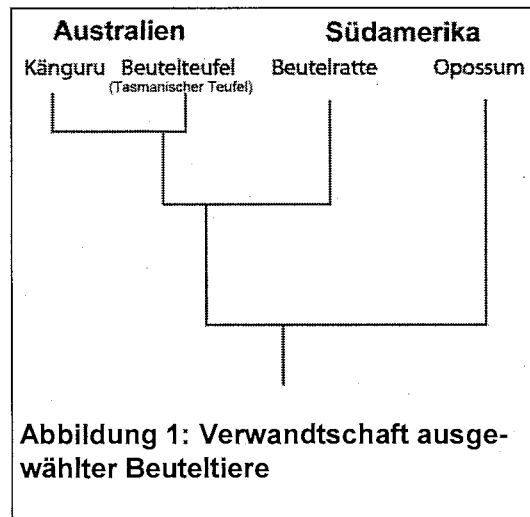
- 5 Geben Sie an, wodurch in den Bereichen A bis E die Reizstärke jeweils codiert wird. Vergleichen Sie die Codierungen an den Stellen C, D und E hinsichtlich Übertragungsgeschwindigkeit und Signalabschwächung. Begründen Sie.

4 VP

20 VP

Aufgabe IV:

Die Beuteltiere bilden eine Gruppe innerhalb der Säugetiere. Sie unterscheiden sich von den Höheren Säugetieren (Plazentatieren) unter anderem darin, dass die Jungtiere in einem sehr frühen Stadium geboren werden und anschließend im Beutel der Mutter heranwachsen. Beuteltiere gibt es in großer Vielfalt in Australien (z. B. Känguru und Beutelteufel). Einige wenige Arten finden sich darüber hinaus in Südamerika (z. B. Beutelratte und Opossum). In der Wissenschaft war lange Zeit unklar, ob die Besiedlung durch Beuteltiere von Australien nach Südamerika oder umgekehrt erfolgte. Diese Frage konnte durch molekularbiologische Untersuchungen der Verwandtschaftsverhältnisse geklärt werden.



- 1.1 Beschreiben Sie ein molekular- oder immunbiologisches Verfahren zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse. Erläutern Sie die aufgrund von Abbildung 1 zu erwartenden experimentellen Ergebnisse.
- 1.2 Erläutern Sie mithilfe von Abbildung 1, ob eine Besiedlung ausgehend von Australien oder ausgehend von Südamerika wahrscheinlicher ist.

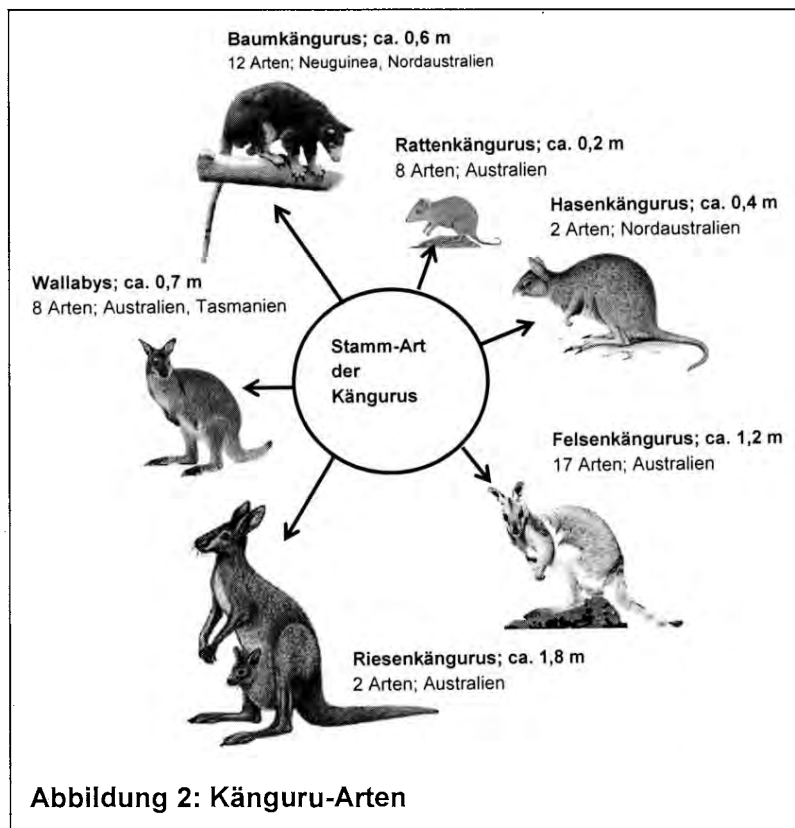
4 VP

3 VP

Die bekanntesten Beuteltiere Australiens sind die Kängurus. Ausgehend von einer kleinen baumbewohnenden, blätterfressenden Art mit annähernd gleich langen Vorder- und Hinterbeinen haben sich die unterschiedlichsten Känguru-Arten entwickelt (Abbildung 2). Mehrere Arten gelten bereits als ausgestorben.

- 2 Erklären Sie, was man unter einer Art versteht. Erläutern Sie die Entstehung der verschiedenen Känguru-Arten aus der im Vortext beschriebenen Stamm-Art.

4 VP



Aufgabe IV:

Der Tasmanische Teufel (Abbildung 3) ist stark bedroht durch eine Krebserkrankung namens Devil Facial Tumor Disease (DFTD), die zu großen Gesichtstumoren und innerhalb weniger Monate zum Tod führt. Seit der Entdeckung der Krankheit im Jahr 1996 wurde die Anzahl der Tasmanischen Teufel bereits um mehr als 80 Prozent dezimiert. Kürzlich wurde beobachtet, dass Weibchen des Tasmanischen Teufels statt wie früher nach zwei Jahren neuerdings schon nach einem Jahr geschlechtsreif werden.

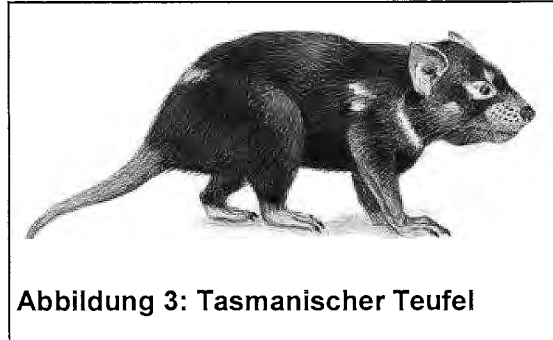


Abbildung 3: Tasmanischer Teufel

- 3 Geben Sie eine mögliche Erklärung für das frühere Eintreten der Geschlechtsreife im Sinne der Synthetischen Evolutionstheorie.

3 VP

Ungewöhnlich ist, dass die Krebserkrankung DFTD von Tier zu Tier weitergegeben wird. Durch Bisse werden Tumorzellen übertragen. Tumorzellen sollten eigentlich wie körperfremde oder von Viren befallene körpereigene Zellen durch das Immunsystem bekämpft werden.

- 4 Beschreiben Sie den Ablauf der zellulären Immunantwort gegen virusbefallene Körperzellen.

3 VP

MHC-I-Proteine sind spezifische Proteine in der Zellmembran kernhaltiger Körperzellen. Sie ermöglichen die Unterscheidung körperfremder von körpereigenen Zellen. Die durch Bisse übertragenen DFTD-Tumorzellen werden aufgrund fehlender MHC-I-Proteine jedoch weder als körperfremd noch als bösartig erkannt. Eine zelluläre Immunantwort findet nicht statt.

- 5 Geben Sie zwei mögliche Erklärungen dafür, dass in der Zellmembran der Tumorzellen keine MHC-I-Proteine zu finden sind, obwohl Gene für MHC-I-Proteine vorhanden sind.

3 VP

20 VP

Codesonne

