

28. Internationale Biologieolympiade Großbritannien 2017



Klausur 2. Runde an Schulen (Nov. 2016)

Name: _____ Schule: _____

Punktzahl: Teil A: _____ Teil B: _____ Summe: _____

Die Klausur besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil (A-Teil) enthält 30 Fragen mit je fünf Antwort-Alternativen, von denen jeweils nur eine korrekt ist. Die richtigen Antwortbuchstaben tragen Sie bitte in die folgende Matrix ein.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

(maximale Punktzahl: 30 Punkte = 1 Punkt je Aufgabe; kein Punktabzug für falsche Antworten)

Es folgt ein B-Teil mit 6 komplexeren Aufgaben. Hier sind die Antwortformen unterschiedlich und jeweils bei der Aufgabe vermerkt. Im Gegensatz zum A-Teil müssen hier die Antworten in den entsprechenden Zeilen, Feldern oder Grafiken direkt vor Ort vorgenommen werden. Die maximal erreichbare Punktzahl ist jeweils bei der Aufgabe vermerkt (insgesamt 60 Punkte für Teil B). Die Bewertungszeile (unten) ist vom Korrektor auszufüllen.

B1:	B2:	B3:	B4:	B5:	B6:
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Die Bearbeitung der Klausur durch die Schülerinnen und Schüler muss unter Schulaufsicht geschehen. Die Bearbeitungszeit beträgt **120 min**. Die bearbeitete Klausur wird an den Fachlehrer zurückgegeben.

Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben liegt deutlich über dem Schulniveau und ist deshalb so hoch, damit eine gute Differenzierung zur Auswahl der Teilnehmer für die 3. Runde möglich ist. In der Vergangenheit lag die Mindestpunktzahl zur Weiterqualifikation bei 50-60%; es müssen also bei weitem nicht alle Antworten richtig sein.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Christina Gebler, Dr. Christiane Mühle, Dr. habil. Burkhard Schroeter

Freiwillige Angaben NACH Klausurende (bitte ankreuzen):

Die IBO-Auswahlklausuren sind nicht mit Schulklausuren vergleichbar, da es nicht um eine reine Bewertung der Leistungen, sondern gezielt um eine leistungsorientierte Auswahl in einem Wettbewerb geht. Dementsprechend müssen Zeitlimit und Schwierigkeitsgrad der Klausuren angepasst sein. Hierfür bitten wir um eine Einschätzung.

Die verfügbare Zeit fand ich: ¹O viel zu lang ²O großzügig ³O gerade richtig ⁴O zu knapp ⁵O viel zu knapp

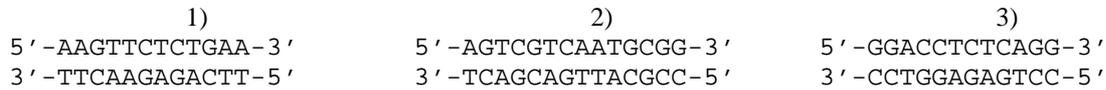
Den Schwierigkeitsgrad fand ich: ¹O viel zu schwer ²O schwer ³O gerade richtig ⁴O eher leicht ⁵O sehr leicht

Name: _____

1. Bei welchem Zuckermolekül würde als Ergebnis der Fehling-Probe eine blaue Lösung zu sehen sein?

- A Glucose
- B Maltose
- C Ribose
- D Fructose
- E bei keinem der genannten

2. Ordnen Sie die doppelsträngigen DNA-Moleküle von niedriger zu hoher Schmelztemperatur.



- A 1 - 3 - 2
- B 3 - 2 - 1
- C 2 - 3 - 1
- D 3 - 1 - 2
- E 1 - 2 - 3

3. Welches Lipid zählt nicht zu den membranbildenden Lipiden?

- A Cholesterin
- B Ölsäure
- C Arachidonsäure
- D Stearinsäure
- E Retinal

4. In welcher Struktur bzw. welchem Prozess ist Aktin nicht beteiligt?

- A Sarkomer
- B Pseudopodien
- C Zytoskelett
- D Anaphase
- E Vesikeltransport

5. Das Hepatitis B-Virus enthält die Antigene HBs, HBc und HBe. HBs wird in der Regel als Bestandteil von Impfstoffen genutzt. HBe wird nur in einigen Stämmen exprimiert. Die folgende Tabelle zeigt die gemessene Anwesenheit (+) oder Abwesenheit (-) viraler Antigene und Antikörper in einigen Patienten. Ein Fragezeichen (?) bedeutet, dass der entsprechende Test nicht durchgeführt wurde.

Patient	HBs	HBc	HBe	Anti-HBs IgG	Anti-HBs IgM	Anti-HBc IgG	Anti-HBe IgG
P1	-	-	?	+	?	-	?
P2	-	-	-	+	-	+	+
P3	+	?	+	-	+	-	?
P4	+	?	?	?	?	+	+
P5	?	-	-	-	+	-	?

Welche Aussage ist nicht korrekt?

- A Patient P1 wurde vor einiger Zeit geimpft, litt aber nie an einer Hepatitis B-Infektion.
- B Patient P2 hat eine Hepatitis B-Infektion erfolgreich überstanden.
- C Die Patienten P3 und P4 leiden momentan an einer Hepatitis B-Infektion.
- D Patient P5 wurde kürzlich geimpft.
- E Bei Patient P5 wird man wahrscheinlich in einiger Zeit Anti-HBc IgG nachweisen können.

6. Durch Bestrahlung mit Röntgen- und UV-Strahlen lassen sich bei *Neurospora* Zufallsmutationen hervorrufen. Unter den Mutanten sind solche, die die Aminosäure Arginin nicht mehr synthetisieren können (Mangelmutanten). Um herauszufinden, welche Enzymreaktion bei verschiedenen Mangelmutanten ausgefallen ist, wurde das Wachstum der Mutanten auf weiteren Minimalnährböden getestet, denen statt Arginin die Vorstufen der Arginin-Synthese Citrullin oder Ornithin zugesetzt wurden (+ Wachstum; - kein Wachstum).

Mangelmutante	Minimalnährböden			
	Ohne Zusatz	Ornithin	Citrullin	Arginin
Typ 1	-	+	+	+
Typ 2	-	-	+	+
Typ 3	-	-	-	+

Bestimmen Sie für Typ 3 den Schritt der Argininsynthese, bei der ein Enzymdefekt vorliegt.

- A kein Enzymdefekt
- B von Citrullin zu Arginin
- C von Citrullin zu Ornithin
- D von der Vorstufe zu **Ornithin**
- E von Ornithin zu Citrullin

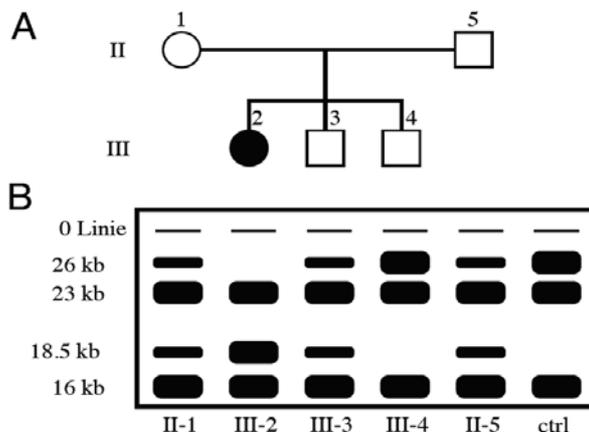
7. Wie beeinflussen Selbst- und Fremdbestäubung die Fixierung eines vorteilhaften und rezessiven Allels, welches durch Mutation neu entstanden ist?

- A Das Allel wird am schnellsten fixiert, wenn Selbstbestäubung am häufigsten vorkommt.
- B Das Allel wird am schnellsten fixiert, wenn Selbstbestäubung am wenigsten vorkommt.
- C Das Allel wird am schnellsten fixiert, wenn Selbstbestäubung mäßig häufig vorkommt.
- D Die Häufigkeit von Selbstbestäubung beeinflusst die Fixierung nicht.
- E Die Häufigkeit von Selbstbestäubung beeinflusst die Fixierung nur, wenn die Population sehr klein ist.

8. Die Höhe von Erbsenpflanzen wird vor allem durch das Gen *Le* bestimmt, welches für ein an der Gibberellin-Hormon-Synthese beteiligtes Enzym kodiert. Die beiden Allele von *Le* (T und t) unterscheiden sich in nur einem Nukleotid, jedoch ist die Enzymaktivität des von t kodierten Enzyms auf 5% reduziert. Welche der folgenden Aussagen ist korrekt?

- A Gibberellin ist direkt an der Auxin-Synthese in Pflanzen beteiligt.
- B Das Produkt des T-Allels ist für das normale Gibberellin-Hormon verantwortlich.
- C Bei Kreuzung von TT x tt werden F₁-Pflanzen nur 5% Enzymaktivität aufweisen.
- D Die Behandlung einer tt Pflanze mit Gibberellin-Hormon wird diese nicht zu einem großen Exemplar heranwachsen lassen.
- E Die Mutation beruht auf der Deletion des Gens *Le*.

9. Kleinwuchs tritt bei Abwesenheit von Wachstumshormonen auf. DNA der kleinwüchsigen Person 2 und von vier Familienmitgliedern (Abb. A) sowie einer gesunden Kontrollperson (ctrl) wurde mittels Restriktionsenzymen, DNA-Proben und Gelelektrophorese untersucht (Abb. B). Links ist die Fragmentgröße angegeben. Welche Aussage ist nicht korrekt?



- A Das Gen für das Wachstumshormon liegt innerhalb der 26 kb DNA-Sequenz.
- B Die Mutation entstand wegen einer Deletion von 26 kb.
- C III-4 wird sehr wahrscheinlich keine Kinder haben, denen das Wachstumshormon fehlt.
- D Die Wahrscheinlichkeit, dass ein viertes Kind von II-1 und II-5 kleinwüchsig sein wird, liegt bei 25%.
- E Die Eltern II-1 und II-5 sind heterozygot.

10. In der BRD leben ca. 8.000 Menschen mit einer bestimmten rezessiv vererbten Krankheit. Wie viele Einwohner (von 80 Mio.) sind heterozygot, wenn man von einem Hardy-Weinberg-Gleichgewicht ausgeht?

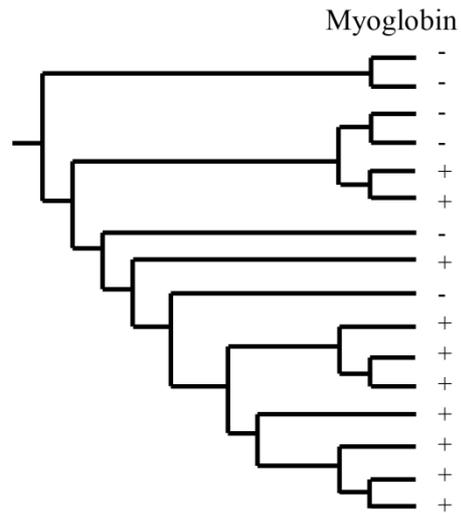
- A 16 000
- B 160 000
- C 792 000
- D 1,584 Mio.
- E 3,168 Mio.

11. Was ist die wahrscheinlichste Erklärung dafür, dass sich nur wenige Mutationen in einer Population verbreiten?

- A Der Großteil der Mutationen passiert in somatischen Zellen.
- B Der Großteil der Mutationen wird durch Selektionsdruck ausgelöscht.
- C DNA-Reparaturproteine erkennen Mutationen eines Chromosoms und reparieren diese.
- D Der Großteil der Mutationen verhält sich rezessiv, weshalb sich positive Selektion sich nur auf die wenigen homozygoten Mutationsträger auswirken kann.
- E Insbesondere Gendrift wirkt der Verbreitung seltener Allele entgegen.

12. Bei den Krokodileisfischen weisen einige Arten kein Myoglobin auf. Im Stammbaum ist angegeben, ob die Art Myoglobin aufweist (+) oder nicht (-). Wie oft ist das Evolutionsereignis „Verlust Myoglobin“ wahrscheinlich aufgetreten?

- A 1 mal
- B 2 mal
- C 3 mal
- D 4 mal
- E 6 mal



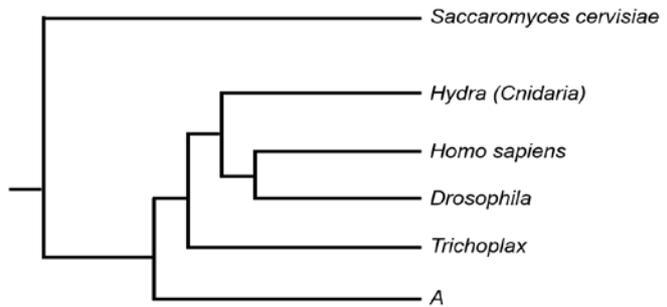
13. Eierproduzenten ziehen Hennen Hähnen vor und selektieren diese über geschlechtsspezifische Merkmale. Hähne haben die Geschlechtschromosomen ZZ und Hennen ZW. In einer Kreuzung unter den Eltern, einem schwarzen Hahn und einer gestreiften Henne, wurden alle männlichen Küken gestreift und alle weiblichen schwarz. Züchter wissen, dass nur ein Gen für die Ausprägung verantwortlich ist. Welche Aussage ist korrekt?

- A Schwarz ist dominant gegenüber gestreift.
- B Alle gestreiften Hühner in F2 sind Hennen und können für die Eierproduktion eingesetzt werden.
- C Die Hälfte der Hähne in F1 ist heterozygot.
- D Die Hälfte der Hähne in F2 ist heterozygot.
- E Alle Hähne in F2 sind schwarz.

14. Flügelstruktur und -funktion sind charakteristisch für Insektenordnungen. Welche Zuordnung der Insektenordnungen zu den Flügelmerkmalen ist korrekt?

A	<i>Hymenoptera</i> (Hautflügler)	zwei Paare membran-artiger Flügel von ungleicher Größe
B	<i>Diptera</i> (Zweiflügler)	zwei Flügelpaare, die mit feinen Schuppen bedeckt sind
C	<i>Coleoptera</i> (Käfer)	flügellos
D	<i>Lepidoptera</i> (Schmetterlinge)	zwei Flügelpaare, die Vorderflügel bilden eine schützende Hülle
E	<i>Siphonaptera</i> (Flöhe)	ein Flügelpaar, das zweite Flügelpaar ist in Halteren umgewandelt

15. *Trichoplax adhaerens* ist das einzige bekannte Tier (Metazoa) vom Stamm der *Placozoa*. Es ist scheibenförmig und hat eine einfache Struktur, die nur aus ganz wenigen unterschiedlichen Zelltypen besteht. Es besitzt keine Nerven, Sinneszellen oder Muskelzellen. Nachfolgend ist ein Dendrogramm, basierend auf molekularen Daten dargestellt, das die phylogenetische Position im Verhältnis zu anderen Taxa angibt.



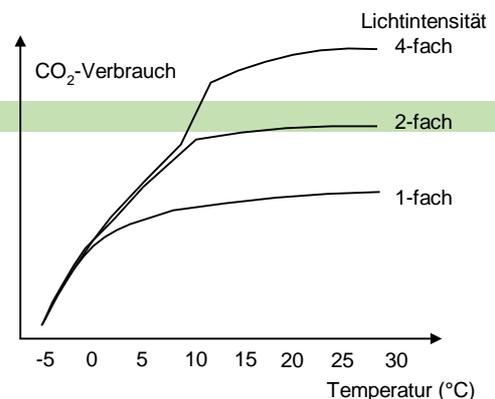
Welche Aussage ist korrekt?

- A *Drosophila* ist näher mit *Trichoplax* verwandt, als Menschen dies sind.
- B Taxon A, das im Dendrogramm angegeben ist, ist eher eine Schnecke (*Mollusca*) als ein Schwamm (*Porifera*).
- C *Trichoplax* hat kein Coelom und keinen Verdauungstrakt.
- D *Trichoplax* ist wahrscheinlich ein Vertreter der Bilateria (Tiere mit unterschiedlicher dorsaler und ventraler Seite sowie einem Vorder- und Hinterende).
- E *Trichoplax* ist wahrscheinlich ein Vertreter der Neumünder (Deuterostomia).

16. Welche Aussage bezüglich der Stoffaufnahme und des Stofftransports in Gefäßpflanzen ist nicht korrekt?

- A Es besteht eine generelle Korrelation zwischen Wasserverfügbarkeit und Blattgröße.
- B Pflanzen können ihre Wurzelarchitektur und Physiologie kaum an die Nährstoffverfügbarkeit im Boden anpassen.
- C Ein physiologischer Mechanismus der Wurzeln verhindert den Konkurrenzkampf von Wurzelspitzen derselben Pflanzen um limitierte Ressourcen.
- D Mycorrhizae sind eine mutualistische Interaktion zwischen Pflanzen und Pilzen.
- E Die Evolution von Mycorrhizae war ein entscheidender Schritt bei der Ausbreitung von Gefäßpflanzen auf dem Land.

17. Die Photosyntheserate bei Pflanzen ist abhängig von der Temperatur (T) und der Lichtstärke (L). Das Diagramm zeigt Ergebnisse von Messungen an drei Pflanzen der gleichen Art bei unterschiedlicher Lichtstärke. Welche Faktoren sind in den Temperaturbereichen $-5...0^{\circ}\text{C}$ und $20...30^{\circ}\text{C}$ limitierend?



	Bereich $-5...0^{\circ}\text{C}$	Bereich $20...30^{\circ}\text{C}$
A	T und L limitierend	T und L nicht limitierend
B	T limitierend, L nicht limitierend	T nicht limitierend, L limitierend
C	T limitierend, L nicht limitierend	T limitierend, L nicht limitierend
D	T nicht limitierend, L limitierend	T limitierend, L nicht limitierend
E	eine andere Kombination ist richtig	

18. Pflanzenbewegungen treten auf, wenn Pflanzenorgane ihre Form, Lage oder Ausbreitung verändern, nachdem sie einem Stimulus ausgesetzt waren. Dies kann entweder durch differentielles Wachstum oder durch differentielle Turgordrücke geschehen. Welche der folgenden Pflanzenbewegungen bedient sich eines Mechanismus, der von allen anderen aufgeführten Bewegungen abweicht?

- A Die gravitropische Bewegung von Mais-Schösslingen
- B Das Schließen der Blätter von Soja-Pflanzen in der Nacht
- C Die Ranken von Gurken, die an einem Zaun entlang wandern
- D Die phototropische Bewegung von Mungbohnen-Schösslingen
- E Das Herabbiegen von Tomatenblättern nach Überflutung

19. Wie kann eine Pflanze auf Kältestress reagieren?

- A durch Bildung von Auxin, Wachstum und Ausbildung von Belüftungskanälen
- B durch Bildung von Hitzeschockproteinen als Schutz der pflanzeigenen Proteine vor Denaturierung
- C durch Aktivierung des angeborenen pflanzlichen Immunsystems
- D durch Erhöhung des Anteils ungesättigter Fettsäuren in der Zellmembran und Verbesserung der Fluidität
- E durch Anpassung des Winkels der Blätter, um den Lichteinfall zu optimieren und ein Einfrieren zu verhindern

20. Welche ist die einzige Vertebratengruppe, bei der das Blut direkt von den Atmungsorganen zu den Körpergeweben fließt, ohne erst zum Herzen zurückzukehren?

- A Fische
- B Amphibien
- C Säugetiere
- D Reptilien
- E Vögel

21. Ein Hai wird eine längere Hungerperiode besser überstehen als ein Delphin mit einer vergleichbaren Körpergröße, weil...

- A der Hai einen höheren Grundumsatz unterhält.
- B der Hai mehr Energie/kg Körpergewicht verbraucht als der Delphin.
- C der Hai viel weniger Energie in Temperaturregulation investiert.
- D der Hai die gespeicherte Energie schneller verstoffwechselt als der Delphin.
- E der Hai eine bessere Isolierung an der Körperoberfläche hat.

22. Der menschliche Körper kann Glucose über Pyruvat (Brenztraubensäure) zu Milchsäure umwandeln. Diese Reaktion spielt z.B. in Muskelzellen nach längerer Kontraktion und nicht mehr ausreichender Sauerstoffversorgung eine große Rolle, weil...

- A netto ATP und NADH+H⁺ dabei gebildet werden.
- B netto zwar kein ATP aber NADH+H⁺ dabei gebildet wird.
- C netto zwar kein NADH+H⁺ aber ATP dabei gebildet wird.
- D netto weder ATP noch NADH+H⁺ dabei gebildet werden, dafür aber Wärme entsteht.
- E Milchsäure zur Energieversorgung effizienter genutzt werden kann als Pyruvat.

23. In einem Skilanglaufstest soll ein Sportler in einem abwechslungsreichen Gelände eine Runde von ca. 1000 m maximal schnell durchlaufen (Zeit t(1000) gestoppt) und nach 30 Minuten Pause die Zeit für ein schnelles Durchlaufen von 5 Runden (5000 m – Zeit t(5000)) ermitteln. Vor, während und nach dem Test werden zusätzlich Zwischenzeiten sowie die Pulsfrequenz aufgezeichnet. Die Ausdauerfähigkeit des Sportlers wird dann als gut bezeichnet, wenn sich der Quotient $5 \times t(1000) / t(5000)$ zwischen 0,915 und 0,930 befindet. Welche Aussagen lassen sich über Abweichungen von diesem Quotienten machen?

	kleinere Werte	größere Werte
A	geringe Schnelligkeitsausdauer, gute Ausdauer	geringe Schnelligkeitsausdauer und geringe Ausdauer
B	geringe Schnelligkeitsausdauer, gute Ausdauer	gute Schnelligkeitsausdauer, geringe Ausdauer
C	gute Schnelligkeitsausdauer, geringe Ausdauer	geringe Schnelligkeitsausdauer, geringe Ausdauer
D	gute Schnelligkeitsausdauer, geringe Ausdauer	geringe Schnelligkeitsausdauer, gute Ausdauer
E	geringe Schnelligkeitsausdauer, geringe Ausdauer	geringe Schnelligkeitsausdauer, gute Ausdauer

24. Bei den Stockenten unterscheiden sich Männchen (Erpel) und Weibchen in ihrem Gefieder. Dieses ist bei Männchen mehrfarbig, bei Weibchen einfarbig, bräunlich und unscheinbar. Untersuchungen an kastrierten Männchen und sterilisierten Weibchen zeigten, dass das unscheinbare Gefieder der Weibchen nur unter dem Einfluss von Östrogenen gebildet wird. Welche Gefiederfärbung der Versuchstiere führt zu dieser Schlussfolgerung?

	kastriertes Männchen	sterilisiertes Weibchen
A	mehrfarbig	mehrfarbig
B	mehrfarbig	unscheinbar bräunlich
C	unscheinbar bräunlich	mehrfarbig
D	unscheinbar bräunlich	unscheinbar bräunlich
E	bei beiden im Jugendalter mehrfarbig, als Adulte unscheinbar bräunlich	

25. Welche Zuordnung von Faktoren, die das Populationswachstum begrenzen können, ist korrekt?

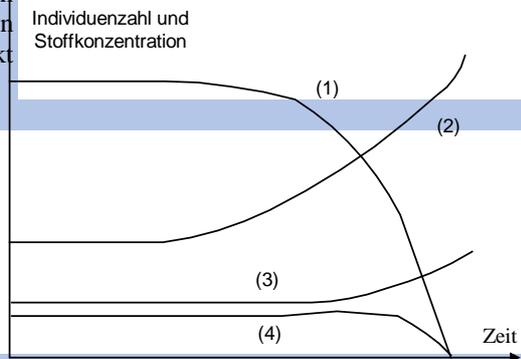
	Populationsdichte-abhängige Faktoren	Populationsdichte-unabhängige Faktoren
A	Revierbildung, Kannibalismus	Wind, Parasiten, Licht
B	Wanderung, Nahrungsmenge	Temperatur, Gedrängefaktor
C	Revierbildung, Temperatur	Feuchtigkeit, Wind, Licht
D	Gedrängefaktor, Licht	Wind, Bodenbeschaffenheit
E	Parasiten, Fressfeinde	Bodenbeschaffenheit, Feuchtigkeit

26. Tiere haben verschiedene Strategien zum Verdunstungsschutz und zum Wassersparen als Anpassung an trockene Lebensräume entwickelt. Welche der Anpassungen ist falsch?

- A hornhaltige Trockenhäute bei Reptilien
- B Fettspeichergewebe bei Kamelen
- C **niedrigkonzentrierter Sekundärharn bei Wüstensäugern**
- D verschließbare Stigmata (Tracheenöffnungen) bei Insekten
- E nasaler Gegenstrommechanismus zur Verhinderung des Flüssigkeitsverlustes bei der Atmung (aktive Wasserdampfaufnahme über die Schleimhäute) bei der Kängururatte

27. Die Eutrophierung eines Sees verändert neben abiotischen Faktoren auch die Organismen-Zusammensetzung und deren Populationsdichte. Ordnen Sie die Kurven des Diagramms korrekt zu.

	Sauerstoffgehalt	Zufuhr von Nährsalzen	aerobe Reduzenten	anaerobe Reduzenten
A	(1)	(2)	(3)	(4)
B	(1)	(2)	(4)	(3)
C	(2)	(1)	(3)	(4)
D	(2)	(1)	(4)	(3)
E	eine andere Kombination ist korrekt			



28. Gelände, das in Mitteleuropa nach dem Kahlschlag sich selbst überlassen bleibt, entwickelt sich durch Sukzession zur natürlichen Pflanzengemeinschaft, dem Wald, zurück. Im Verlauf der Wiederbewaldung verändert sich auch die Vogelwelt des Gebietes. Buchfinken sind oft in alten Wäldern anzutreffen, Fitislaubsänger dagegen benötigen für ihr Überleben Sträucher und Bäume, schattige und kühle Orte neben offenen freien Flächen. Feldlerchen sind bevorzugt auf freien Flächen zu finden. In welcher zeitlichen Reihenfolge kann man die Populationsmaxima der Vogelarten während einer Wiederbewaldung einer freien Fläche beobachten?

- A **Feldlerche – Fitislaubsänger – Buchfink**
- B Buchfink – Fitislaubsänger – Feldlerche
- C Fitislaubsänger – Buchfink – Feldlerche
- D Feldlerche – Buchfink – Fitislaubsänger
- E Fitislaubsänger – Feldlerche – Buchfink

29. Anhand welcher Hilfsmittel können sich Zugvögel bei der Navigation orientieren?

	Sonnenstand	Polarisationsmuster des Sonnenlichts	Sterne	Erdmagnetfeld	Visuelle Reize
A	X			X	
B	X	X	X		
C				X	X
D	X		X	X	
E	X	X	X	X	X

30. In einer Kreuz-Adoptionsstudie bei Mäusen wurde festgestellt, dass die Erfahrungen während des frühen Aufzucht das spätere Verhalten der „erwachsenen“ Mäuse beeinflussen. Männliche Kalifornien-Mäuse (*Peromyscus californicus*) sind gegenüber anderen Mäusen sehr aggressiv und betreiben intensive Nachkommenspflege. Männliche Weißfüßige Mäuse (*Peromyscus leucopus*) dagegen sind weniger aggressiv und engagieren sich wenig für ihre Nachkommen. Welches Verhalten in Bezug auf ihre Stamm-Herkunft erwarten Sie bei ausgewachsenen Tieren, wenn neugeborene Kalifornien-Mäuse zur Aufzucht ins Nest von Weißfüßigen Mäusen gegeben werden?

	Aggressivität gegenüber Eindringlingen	Aggressivität in neutralen Situationen	Nachkommenspflege (spätere eigene Nachkommen)
A	reduziert	kein Unterschied	reduziert
B	reduziert	kein Unterschied	erhöht
C	kein Unterschied	erhöht	reduziert
D	kein Unterschied	erhöht	erhöht
E	erhöht	erhöht	kein Unterschied

Teil B

B1: Zoologie (9,5P)

a) Kreuzen Sie an, welchen Rezeptortyp die genannten Strukturen repräsentieren.

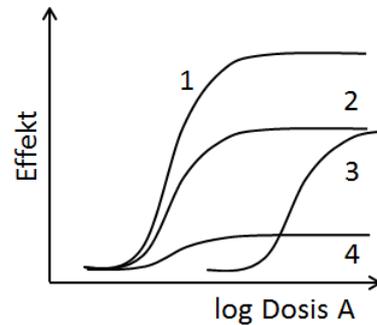
	Mechanorezeptor	Chemorezeptor	Elektrorezeptor	Photorezeptor
Statozyste des Krebses	X			
Geschmackshaare der Fliegen		X		
Muskelspindel	X			
Ommatidium des Arthropodenauges				X
Halteren der Fliege	X			
Labyrinth des Innenohrs der Wirbeltiere	X			

Je Zeile 0,5P = 3,0P

b) Ordnen Sie die Kurven des Effekts verschiedener Dosen eines Agonisten A in Kombination mit weiteren Verbindungen an einem Rezeptor korrekt zu:

Kombination	Kurve
Agonist A	2
Agonist A + allosterischer Aktivator	1
Agonist A + allosterischer Inhibitor	4
Agonist A + Antagonist	3

Je Zeile 0,5P x 4 = 2,0P



c) Bewerten Sie die folgenden Aussagen zu Sinneszellen.	wahr	falsch
Die Rezeptorantwort steigt im Verhältnis zur Zunahme der Reizintensität wesentlich stärker an		X
Bei sehr hohen Reizintensitäten kommt es zur Sättigung; Unterschiede in der Reizintensität können dann nicht mehr kodiert werden.	X	
Bei niedrigen Reizintensitäten wird ein größerer Unterschied in zwei Reizintensitäten wahrgenommen als bei hohen Reizintensitäten.		X
Bei logarithmischer Beziehung führt eine zehnfache Erhöhung der Reizintensität zu einer Verdopplung der Amplitude des Rezeptorpotenzials oder der Frequenz der Aktionspotentials.	X	

2P

2 P bei 4/4

1,2 bei 3/4

0,4 bei 2/4

d) An einem freipräparierten Riesenaxon in physiologischer Lösung lässt sich über längere Zeit das gleiche Ruhepotential messen. In einer experimentellen Versuchsanordnung können mit einer Reizelektrode durch Impulse Aktionspotentiale ausgelöst und gemessen sowie der Einfluss unterschiedlicher Bedingungen untersucht werden. Welche Auswirkungen auf das Ruhepotential (RP) erwarten Sie für folgende Bedingungen?

Ruhepotentialdifferenz...	deutlich geringer bis auf Null (RP weniger negativ)	geringer (RP weniger negativ)	unverändert	erhöht (stärker negativ)	sehr stark erhöht
Erhöhung der Kalium-Ionen-Konzentration im Außenmedium		X			
Abwesenheit von Sauerstoff	X				
Zugabe von Blausäure (HCN)	X				
Zugabe von destilliertem Wasser in das Außenmedium		X			
starke Temperaturniedrigung		X			

5x0,5P = 2,5P

B2: Zellbiologie und Biochemie (10,5 Punkte)

a) Bewerten Sie folgende Aussagen zu Zellatmung und Gärung.	wahr	falsch
Gärung ist im Gegensatz zu Zellatmung ein kataboler Prozess.		+
Gärung und Zellatmung führen zu Oxidation der Glucose.	+	
NADH wird nur bei der Zellatmung durch die Elektronentransportkette oxidiert.	+	
Die Substratkettenphosphorylierung kommt nur bei der Gärung vor.		+

2 P bei 4/4

1,2 bei 3/4

0,4 bei 2/4

b) Die Gelfiltrationschromatographie trennt Proteine anhand ihrer Größe auf. Das Gel (stationäre Phase) besteht aus quervernetzten Polymer-Kugeln mit Poren einer bestimmten Größe. Kleine Proteine können in die Poren eindringen und langsam durch die Säule diffundieren, während große Proteine nicht eindringen können und schneller an den Kugeln vorbei durch die Säule wandern. Welches Gel ist am besten geeignet, um zwei Proteine (22 kDa und 44 kDa), die beide nur aus einer Untereinheit bestehen, voneinander zu trennen?

1P

Geltyp	Fraktionierungsspannbreite (molekulare Masse in Da)	Geeignet?
G-10	<700	
G-15	<1500	
G-25	1.000 – 6.000	
G-50	1.500 – 30.000	x
G-75	3.000 – 70.000	
G-100	4.000 – 150.000	
G-150	5.000 – 400.000	
G-200	5.000 – 800.000	

Eine Proteinlösung hatte vor Aufreinigung die Konzentration 1 mg/mL und eine Aktivität des Enzyms C von 0,5 units/1mL. Nach der Aufreinigung ist die Konzentration 0,1 mg/mL und die Enzymaktivität von C 1 unit/1mL. Berechnen Sie den Aufreinigungsfaktor.

1P

20

c) Ordnen Sie die molekularen Bestandteile (a-d) den zellulären Strukturen zu, in denen sie vorkommen (mehrfaches Vorkommen möglich).

- a. Cadherin
- b. Cellulose
- c. Keratin
- d. Lignin

1,5P

0,5P je korrekter Zeile

Struktur	Bestandteil
Zellwand	b,d
Desmosom	a,c
Interzellularraum	b,d

d) Geben Sie an, ob folgende Komponenten für eine Chlorophyll-Extraktion mit anschließender Dünnschichtchromatographie (DC) benötigt werden (+ und -) und welche Funktion sie haben (Buchstaben a-h).

- a – Puffer
- b – Ansäuerung
- c – Lösungsmittel Chlorophyll
- d – unpolares Laufmittel
- e – polares Laufmittel
- f – Aufschluss Zellen
- g – Beschichtung DC-Platte
- h – Enzym-Denaturierung

2,5P: 0,5P je korrekter Zeile (Aceton, Benzin, Calciumcarbonat, Kieselgel, Seesand); -0,5P je zusätzlicher Komponente

Material	Benötigt?	Funktion
Aceton	+	c
Benzin (Gemisch aus Kohlenwasserstoffen)	+	d
Calciumcarbonat	+	a
CuSO ₄	-	
Essigsäure	-	
Kieselgel	+	g
Seesand	+	f
Wasser	-	

e) Um den Effekt eines Hormons auf den Polysaccharid-Abbau in Lebergewebe zu untersuchen, wurde frisches Lebergewebe in isotonischem Puffer homogenisiert. Ein Teil des Homogenisates wurde zentrifugiert, dabei entstand ein klarer Überstand und ein Pellet. Folgende Experimente wurden durchgeführt:

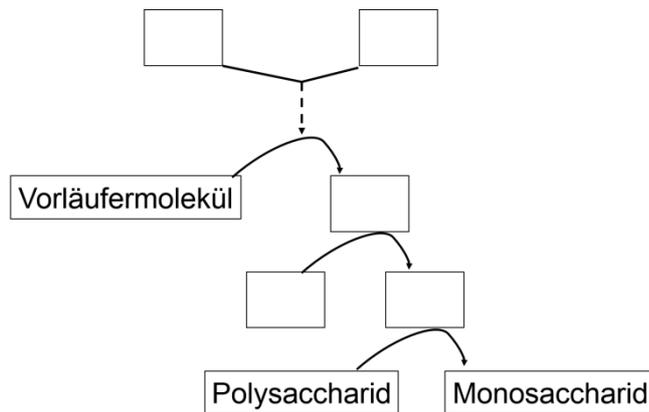
Experiment	Reaktionsmischung	Ergebnis	
		Enzymmenge	Enzymaktivität
I	Leber-Homogenisat	+	-
II	Leber-Homogenisat + Hormon	+	+
III	Überstand + Hormon	+	-
IV	Pellet + Hormon	-	-
V	Überstand + kleine Menge Reaktionsmischung IV	+	+
VI	Überstand + kleine Menge gekochter Reaktionsmischung IV	+	+
VII	Überstand + kleine Menge gekochtes Pellet + Hormon	+	-

Vervollständigen Sie den Signaltransduktionsweg für den Polysaccharid-Abbau unter Verwendung der Buchstaben:

- A – membran-gebundenes Protein
- B – hitzestabiles Molekül
- C – inaktives Enzym
- D – aktives cytosolisches Enzym
- E – Hormon
- F – organischer Inhibitor
- G – Hitzeschockprotein

2,5 P (0,5P je Kästchen):

E/A A/E
 B
 C D



B3: Molekularbiologie und Genetik (10,5 Punkte)

a) Um die Funktion von Genen zu erforschen, kann man sie in Plasmide einfügen. Zellen mit diesen Plasmiden exprimieren das Gen stärker als normale Zellen.

Das Gen *GFP*, welches in ein Plasmid eingefügt werden soll, hat die Länge 720 bp, das Plasmid hat die Länge 3500 bp. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, muss das stöchiometrische Verhältnis von *GFP*-DNA zu Plasmid-DNA 3:1 betragen. Die *GFP*-DNA hat eine Konzentration von 340 ng/μl, die Plasmid-DNA von 1200 ng/μl. Welche Volumina benötigt man, wenn 4 μg Plasmid im Reaktionsansatz vorhanden sein sollen?

GFP-DNA:
1P

Plasmid-DNA:
0,5P

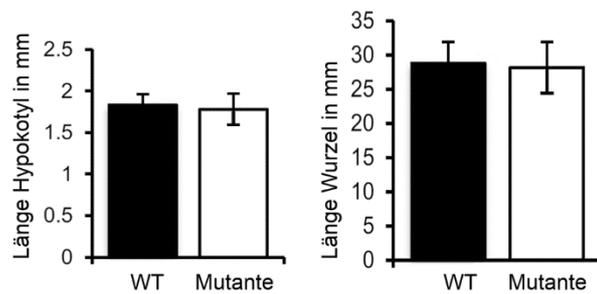
b) Die Funktion des Auxin-bindenden Protein-1 (*ABPI*) wurde in letzter Zeit intensiv erforscht. Wissenschaftler haben das Gen in *Arabidopsis* derart mutiert, dass im Westernblot kein *ABPI* mehr nachweisbar war (Null-Allel). Die Wissenschaftler haben ein 3' vom Startcodon gelegenes Exon des mutierten *ABPI*-Gens sequenziert. Das Ergebnis ist nachfolgend dargestellt.

Sequenz bei Wildtyp-Pflanzen: 5' -TAGGAGCTCCTTGTCCCATCAATGGTG- 3'
Sequenz im Null-Allel: 5' -TAGGAGCTCCTTGTCAATGGTG- 3'

Geben Sie an, wie viele Purin- und Pyrimidinbasen in der Wildtyp-Sequenz vorkommen.

Purine:
0,5P

Pyrimidine:
0,5P



Die Wissenschaftler haben den Phänotyp der Mutanten mit denen der Wildtyp-Pflanzen verglichen.

Beurteilen Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Das Null-Allel führt nicht zu lebensfähigen Pflanzen.		X
Im <i>ABPI</i> -Gen der Mutanten liegt eine Leserasterverschiebung vor.	X	
Es kann keine mRNA des <i>ABPI</i> -Gens gebildet werden, weil das Startcodon mutiert ist.		X
Die Mutation von <i>ABPI</i> hat einen deutlichen Effekt auf den Phänotyp, da die Wurzeln länger als das Hypokotyl sind.		x

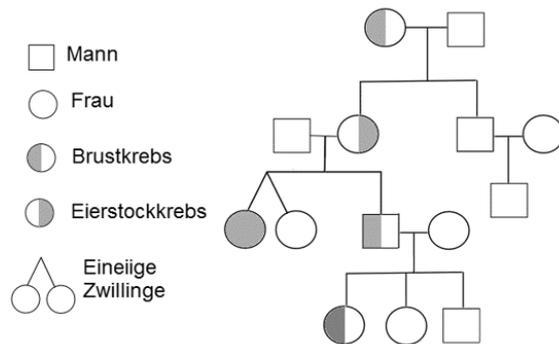
2 P bei 4/4
1,2 bei 3/4
0,4 bei 2/4

c) Eine Forscherin möchte Mäuse züchten, die einen Knockout des Gens A aufweisen. Dafür kreuzt sie heterozygote Mäuse (A⁺A⁻ x A⁺A⁻). Von 6 Nachkommen in der F1-Generation sind alle 6 homozygot Knockout (A⁻A⁻).

Wie wahrscheinlich ist das Auftreten von 6 A⁻A⁻ Mäusen?
1P

Berechnen Sie den χ²-Wert für die beobachtete Verteilung der Genotypen.
1P

d) In einer Familie treten gehäuft Fälle von Brust- und Eierstockkrebs infolge einer Mutation im *BRCA1* Gen auf.



Beurteilen Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Die <i>BRCA1</i> Mutation zeigt unvollständige Dominanz.	X	
Ein zukünftiges Kind des erkrankten Zwillings wird sicher Krebs bekommen.		X
Die <i>BRCA1</i> Mutation ist ein Beispiel für Pleiotropie.	X	
Der Erbgang ist am ehesten X-chromosomal-dominant.		x

2 P bei 4/4

1,2 bei 3/4

0,4 bei 2/4

e) Das *SHOX*-Gen gehört zu den Homöobox-Genen und ist an der Embryonalentwicklung des Körperbaus beteiligt. Es liegt in der pseudoautosomalen Region (PAR) der Geschlechtschromosomen, in dieser Region findet keine X-Inaktivierung statt. Bei Fehlen einer Genkopie kommt es durch Haploinsuffizienz zu Kleinwuchs.

Bewerten Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Männer haben nur eine Genkopie des <i>SHOX</i> -Gens.		X
Menschen mit Turner-Syndrom (Monosomie X) zeigen vermutlich eine geringe Körpergröße.	X	
Das <i>SHOX</i> -Gen kann Crossing-Over unterliegen.	x	
Ebenso wie <i>SHOX</i> liegt Opsin 1 (Grünrezeptor der Zapfen) in der PAR.		x

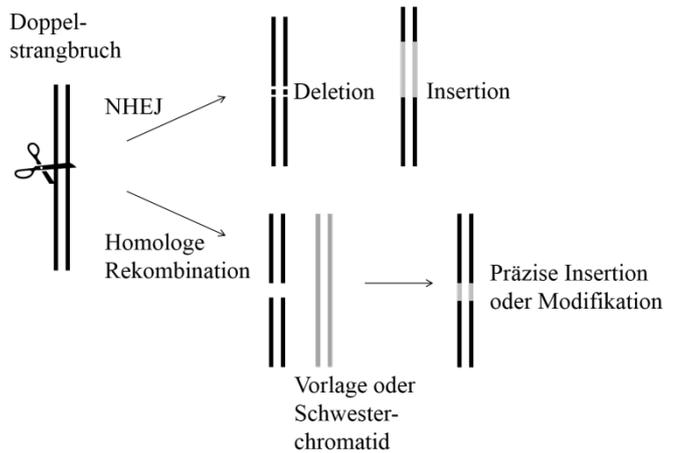
2 P bei 4/4

1,2 bei 3/4

0,4 bei 2/4

B4: Evolution und Systematik (9 Punkte)

a) Als *Gene Drive* werden verschiedene Methoden bezeichnet, um Transgene in einer Population schnell zu etablieren. Zunächst wird eine sequenzspezifische Endonuklease erzeugt, die die Ziel-DNA-Sequenz bindet und schneidet. Anschließend wird das Transgen für die Endonuklease in die Ziel-DNA-Sequenz auf dem ersten von zwei Chromosomen eingefügt. Das Endonuklease-Transgen liegt in der Erkennungssequenz der Endonuklease, wodurch die Ziel-DNA-Sequenz zerstört ist und ein Herausschneiden des Transgens verhindert wird. Das *Gene Drive*-System breitet sich von einem Allel auf das Zweite durch die abgebildeten Mechanismen aus (NHEJ = nicht-homologe End-Reparatur; HDR = homologe Rekombination mit Spender-DNA).



b)

Bewerten Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Wenn man einen Inhibitor der HDR einsetzt, würde sich das Transgen schneller ausbreiten.		X
Bei NHEJ entsteht ein Allel, welches resistent gegenüber der Endonuklease ist.	X	
Fügt man das Transgen einer Endonuklease, deren Ziel-DNA-Sequenz auf dem X-Chromosom liegt, auf dem Y-Chromosom ein, dann produzieren männliche Tiere nur Y-Spermien.	x	
Bei kurzer Generationszeit dauert die Fixierung des Transgens lange.		X
Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gamet das Transgen trägt, ist $< 0,5$.		X
Bei einer Kreuzung von Mutanten, die das Transgen tragen, mit Wildtyp-Tieren können in der F1 auch homozygot-mutante Individuen auftreten.	x	

3 P bei 6/6
 2,4 P bei 5/6
 1,8 P bei 4/6
 0,8 P bei 3/6

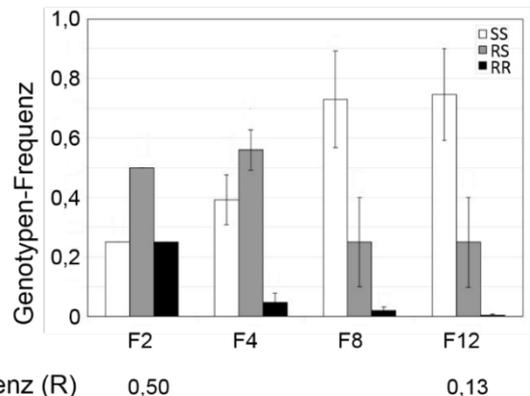
b) Um Aussagen über die Struktur einer Population machen zu können, wird die erwartete Heterozygotität (E) mit der beobachteten Heterozygotität (B) verglichen. Markieren Sie, wie sich (B) zu (E) in folgenden Situationen verhält.

- I) Zwei zuvor getrennte Populationen mit unterschiedlichen Allelfrequenzen vermischen sich.
- II) Es existieren Subpopulationen ohne Genfluss.
- III) In der Population herrscht starke Inzucht.

	I	II	III
$B < E$		+	+
$B = E$			
$B > E$	+		

1,5P
 (0,5 je Spalte)

c) Eine Insektenart hat eine Resistenz gegen ein vielfach eingesetztes Insektizid entwickelt. Diese lässt sich auf ein bestimmtes Allel eines einzelnen Gens zurückführen. Forscher haben untersucht, wie sich die Allelfrequenzen des Gens unter Stressbedingungen, aber ohne Insektizid-Einsatz, über mehrere Generationen (F2-12) verhalten. Nachfolgend wird das Wildtyp-Allel mit S (sensibel) und das mutierte Allel mit R (resistent) bezeichnet.



Beurteilen Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Im Genpool der wilden Insekten ist das Allel, welches die Resistenz bewirkt, wahrscheinlich bereits vor Insektizid-Einsatz vorhanden gewesen.	X	

Das Insektizid hat vermutlich eine Mutation bei einigen Individuen der wilden Insektenpopulation verursacht, die zur Resistenz geführt hat.		X
Die Allele R und S befinden sich im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht.		X
Der RR-Genotyp führt unter Stressbedingungen wahrscheinlich zu einer reduzierten Fitness.	x	

2 P bei 4/4

1,2 bei 3/4

0,4 bei 2/4

d) Markieren Sie in folgender Tabelle, ob die Gattung das Merkmal aufweist (+) oder nicht (-).

Merkmal	Ananas <i>Ananas</i>	Vanille <i>Vanilla</i>	Torfmoose <i>Sphagnum</i>	Kiefern <i>Pinus</i>	Rosen <i>Rosa</i>
Leitgewebe	+	+	-	+	+
Embryonen	+	+	+	+	+
Pollen	+	+	-	+	+
Früchte	+	+	-	-	+
Ringkambium	-	-	-	+	+

2,5P, wenn 25/25 korrekt

1,75P, wenn 20-24 korrekt

1,25P, wenn 15-19 korrekt

0,5P, wenn 10-14 korrekt

B5: Botanik (11P)

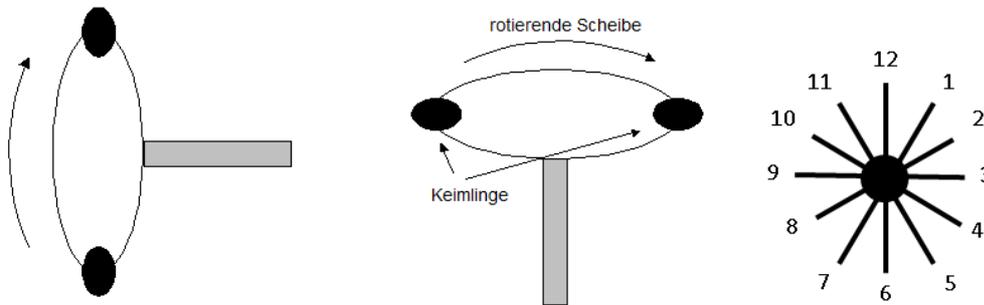
a) Unter Gravitropismus versteht man die Ausrichtung ortsgebundener Pflanzen bzw. ihrer Organe unter dem Einfluss der Erdschwerkraft, die z.B. bei Gartenkresse innerhalb von Minuten erfolgen kann.

Ordnen Sie die Organe der Pflanze der Reaktionsart zu:

	Wurzel	Rhizome	Seitentriebe	Seitenwurzeln	Sprossachse
positiv geotropisch (d.h. zum Erdmittelpunkt gerichtet)	X				
negativ geotropisch					X
mit Transversaltropismus / Plagiogravitropismus (Längsachse der Organe im Winkel mit der Lotlinie)		X	X	X	

5x0,5P = 2,5P

b) Im Versuch lässt sich die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft annähernd simulieren. Lässt man zum Beispiel Keimlinge auf einer Scheibe um eine horizontal gestellte Achse mit hinreichender Geschwindigkeit rotieren (Bild links), so richten sich Wurzel und Sprossachse des Keimlings entsprechend aus. Auch bei Zentrifugation mit hoher bzw. niedriger Drehzahl bei vertikaler Lage der Scheibenachse (Bild mittig) reagieren die Keimlinge. Geben Sie an, in welcher Position sich jeweils die Keimlinge befinden, in dem Sie die Lage der Sprossachsenspitze und der Wurzelspitze wie auf einem analogen Uhrziffernblatt (1-12, Bild rechts) angeben.



	Sprossachsenspitze (1-12)	Wurzelspitze (1-12)
Horizontale Achse (oberer Keimling)	6 (0,5P)	12 (0,5P)
Vertikale Achse, langsame Rotation (linker Keimling)	1 (1P)	7 (1P)
Vertikale Achse, schnelle Rotation (linker Keimling)	2 (1P)	8 (1P)

5P

c) Die tagesperiodische Verteilung des Lichtes kann für die Blütenbildung von Pflanzen eine entscheidende Rolle spielen. Die Abbildung zeigt Versuchsergebnisse (Hell-Dunkelperiode im Verlauf eines Tages).

Licht	Dunkel	Langtagpflanze	Kurztagpflanze
[Light bar]	[Dark bar]	blüht	blüht nicht
[Light bar]	[Dark bar]	blüht nicht	blüht
[Light bar]	[Dark bar]	blüht	blüht nicht
Störlicht			

Welche Phase(n) ist/sind anhand der Daten für die unterschiedliche Reaktion entscheidend?

	entscheidend	nicht entscheidend
Länge der Lichtphase		X
Länge der Dunkelphase	X	

2x0,5P = 1,0P

d) Neben der Lichtintensität ist die Lichtqualität (Spektralbereich) beispielsweise für Wasserpflanzen ökologisch wichtig. Ordnen Sie die Arten der Grün-, Rot- und Braunalgen sowie die Maxima der Absorptionsbereiche ihrer Pflanzenfarbstoffe den Wasserschichten zu.

Algen	Wasserschicht			Absorption			
	Obere	Mittlere	Untere	blau	grün	gelb	rot
Grünalgen	X			X			X
Rotalgen			X		X	X	
Braunalgen		X		X	X		X

1P für Schichtzuordnung links + 3x0,5P pro Farbzunordnungszeile rechts= 2,5P

B6: Ökologie (9,5P)

a) Die Wüstenpflanze *Welwitschia mirabilis* ist auf Grund ihrer besonderen Wuchsform und ihrer Anpassungen an das Wüstenklima ein begehrtes Forschungsobjekt. Sie weist eine kurze stammförmige Sprossachse sowie nur zwei große, immer weiter wachsende und von der Spitze her vertrocknende Blätter auf. In der Namib-Wüste wurden an zwei Exemplaren die folgenden Daten ermittelt:

Pflanze	Blattfläche	Transpiration	Jährlicher Wasserverlust	Blattwachstum
A	1,84 m ²	2,8 L/Tag	1050 L	1,12 mm/Tag
B	0,3 m ²	0,05 L/Tag	19 L	0,17 mm/Tag

Bewerten Sie die Aussagen.	wahr	falsch
Pflanze A hat einen trockeneren Standort.		X
Die Unterschiede in der Transpiration lassen sich durch die unterschiedliche Blattfläche erklären.		X
Die Hauptursache für die unterschiedliche Transpiration ist stomatäre Regulation.	X	
Wasserverlust durch Transpiration fördert das Blattwachstum.		X
Der begrenzende Faktor für das Blattwachstum ist die Menge des aufgenommenen Kohlenstoffdioxids.	X	
Pflanze A ist ein Tiefwurzler mit Pfahlwurzel, Pflanze B dagegen ein Flachwurzler.		X

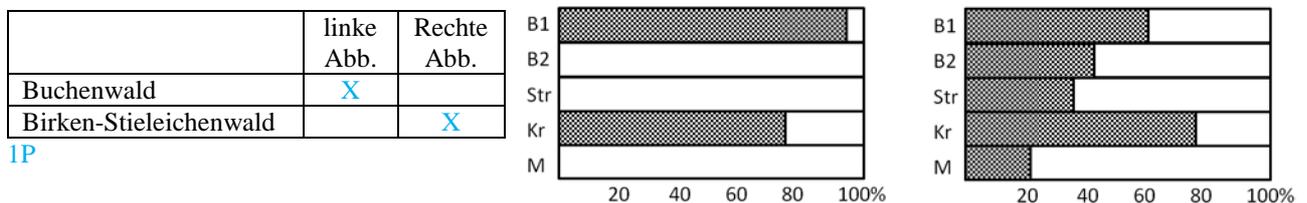
3P
 3,0 bei 6/6
 2,0 bei 5/6
 1,0 bei 4/6
 0,4 bei 3/6

b) Welche Zuordnung der Wechselwirkungen („0“ neutral, „-“ negativ, „+“ positiv) zwischen Spezies 1 und Spezies 2 entspricht den ökologischen Begriffen zwischenartlicher Beziehungen?

	-/-	-/0	-/+	0/0	0/+	+/+
Konkurrenz	X					
Mutualismus						X
Kommensalismus					X	
Ausbeutung			X			

4x0,5P = 2P

c) Die unterschiedlich ausgeprägte Schichtung in den Waldgesellschaften stellt ein wesentliches Strukturmerkmal der jeweiligen Pflanzengesellschaft dar. Ordnen Sie die beiden Schichtungsdiagramme richtig zu. (B1, B2 – 1. und 2. Baumschicht, Str – Strauchschicht, Kr – Krautschicht, M – Moosschicht)



1P

d) Hypersensitive Antworten sind eine Verteidigungsreaktion von Pflanzen gegenüber Pathogenen. Jeder der vier pathogenen Stämme a bis d produziert eine spezifische Gruppe von Effektoren. Einer dieser Effektoren, Avr, wird von einem spezifischen Rezeptor erkannt, der in dem Resistenzgen „R“ kodiert ist.

Avr ist in jenen Pflanzen vorhanden, die mit b oder c infiziert sind. Die Wirtspflanzen B und D produzieren das R-Protein. Die Wirtspflanzen A bis D sind jeweils mit den korrespondierenden Pathogenen a bis d infiziert (A mit a, B mit b, C mit c und D mit d). Welche Pflanzen werden wahrscheinlich eine hypersensitive Antwort ausbilden (+) und welche nicht (-)?

Pflanze	A	B	C	D
Hypersensitive Antwort	-	+	-	-

4x0,5P = 2P

e) Die Libellenpopulation in einem Teich wird in einer Studie auf 50'000 Individuen geschätzt. Das Geschlechterverhältnis ist 1:1. Jedes Weibchen legt circa 400 Eier. Eine zweite Studie schätzt die nächste Generation. Die Individuenzahl ist immer noch 50'000 und das Geschlechterverhältnis 1:1. Welches ist die durchschnittliche Überlebensrate der Eier bis zum Erwachsenenalter?

1,5P - 0,5%