

I

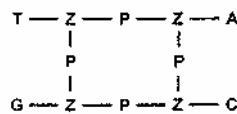
BE

1 Die toxische Wirkung vieler Skorpiongifte beruht unter anderem auf dem darin enthaltenen Enzym Acetylcholinesterase. Die Acetylcholinesterase wirkt nach einem Skorpionstich als Neurotoxin.



- 6 1.1 Erläutern Sie die Wirkungsweise einer erhöhten Acetylcholinesterase-Konzentration im Organismus!
- 1.2 Bei Kämpfen zwischen artgleichen Skorpionen konnte man bei den unterlegenen Tieren keinerlei Vergiftungserscheinungen beobachten. Stellen Sie kurz eine Hypothese dar, die diese Beobachtung erklären könnte!

2 Mendel gilt als Pionier der Genetik. Seine 1866 veröffentlichte Vererbungstheorie basierte auf dem Vergleich der äußeren Merkmale von Pflanzenhybriden. Weitere Erkenntnisse lieferten zytologische Untersuchungen des späten 19. Jahrhunderts. Entscheidende Beiträge zum Verständnis der Vererbung brachten schließlich die Biochemie und die Molekulargenetik. Die im Folgenden abgebildete frühe Modellvorstellung zur Struktur eines DNA-Moleküls entwickelte Steudel 1912:



- 7 2.1 Beschreiben Sie den Ablauf der mitotischen Teilung einer Eukaryontenzelle ( $2n = 4$ ) unter Zuhilfenahme beschrifteter Skizzen!
- 3 2.2 Ordnen Sie die im Modell von Steudel verwendeten Buchstaben den einzelnen molekularen Bausteinen der DNA zu!
- 3 2.3 Im Jahre 1944 konnte Avery eindeutig nachweisen, dass DNA die Erbsubstanz ist. Legen Sie dar, weshalb die Steudel'sche Vorstellung vom Aufbau der DNA dazu führte, dass viele Wissenschaftler Averys Erkenntnisse zunächst ablehnten!
- 6 2.4 Viren können als Erbsubstanz verschiedenartige Nukleinsäuren enthalten. Die Analyse zweier Virentypen (Phage und ein Reovirus) ergab folgende Prozentanteile der bereits zur damaligen Zeit nachgewiesenen molekularen Bestandteile der Erbsubstanz.

	G (%)	C (%)	A (%)	T (%)
Phage $\phi$ X 174	24,1	18,5	24,7	32,7
Reovirus	22,0	22,0	28,0	0,0

Formulieren Sie Hypothesen, wie die Erbsubstanz der beiden Viren jeweils aufgebaut sein könnte und begründen Sie diese anhand der experimentell ermittelten Mengenanteile!

(Fortsetzung nächste Seite)

- 6 2.5 In der Gentechnik verwendet man oft DNA-Moleküle, die als Hybridplasmide bezeichnet werden.  
Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines solchen Hybridplasmids an und erläutern Sie die Bedeutung seiner Bestandteile für die Gentechnik!
- 3 Der südamerikanische Ameisenbär (Ordnung Nebengelenktiere) ernährt sich ebenso wie das afrikanische Erdferkel (Ordnung Röhrenzähler) und das asiatische Schuppentier (Ordnung Schuppentiere) von Ameisen und Termiten.

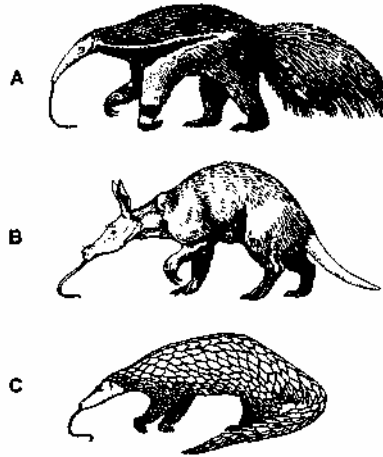


Abb. 1 Ameisenbär (A), Erdferkel (B) und Schuppentier (C)

- 6 3.1 Erklären Sie die Ähnlichkeit der drei dargestellten Tierarten unter ökologischen und evolutionsbiologischen Gesichtspunkten!
- 6 3.2 Trotz Namensähnlichkeit ist der Ameisenbär mit dem Braumbär (Ordnung Raubtiere) weniger verwandt als mit den Gürteltieren (Ordnung Nebengelenktiere). Beschreiben Sie eine serologische Methode, mit der sich dieser Sachverhalt bestätigen lässt und erläutern Sie das zu erwartende Ergebnis!
- 5 3.3 Ein kleinerer Verwandter des südamerikanischen Ameisenbärs ist der solitär lebende Tamandua. Begegnet er einem Artgenossen, so kann man häufig beobachten, dass er sich aufrichtet und das in Abbildung 2 dargestellte Verhalten zeigt. Dabei stößt er ein fauchendes Zischen aus und verströmt einen äußerst unangenehmen Geruch, weshalb ihn die Einheimischen „Caguare“ („Stänker des Waldes“) nennen. Interpretieren Sie dieses Verhalten unter Einbeziehung des Textes und der Abbildung!



Abb. 2 Tamandua

II

BE

1 Bei vielen Vogelarten beseitigen die Eltern die Schalenreste eines Eies, aus dem ein Küken geschlüpft ist, indem sie diese vom Nest wegtransportieren. Lachmöwen, die in Kolonien am Boden brüten, beginnen etwa eine Stunde nachdem ein Küken geschlüpft ist, die außen bräunlich gefleckten, innen weißen Schalenreste zu entfernen.



3 1.1 Beschreiben Sie eine experimentelle Möglichkeit, mit der Sie überprüfen können, ob diese Verhaltensweise angeboren oder erlernt ist!

4 1.2 Tinbergen und seine Mitarbeiter führten folgendes Experiment durch: Zunächst legten sie nur Eierschalenreste in regelmäßigen Abständen über die Möwenkolonie verteilt aus. Diese wurden von Krähen nicht beachtet. Dann wurden Möweneier neben die Eierschalenreste gelegt. Einige Eier wurden daraufhin von Krähen gefressen. Nach einiger Zeit legte man nun in gleicher Weise ausschließlich Eierschalenreste aus. Diese erregten sofort die Aufmerksamkeit der Krähen. Interpretieren Sie das Verhalten dieser Krähen!

2 1.3 Um herauszufinden, wie Lachmöwen Eierschalen von ganzen Eiern unterscheiden, wurden den Tieren folgende Attrappen angeboten:

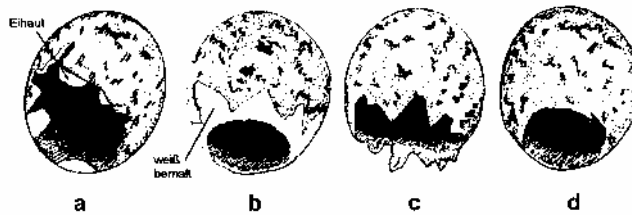


Abb. 1 Verschiedene Eierschalen-Attrappen

Die Attrappen a, b und c wurden von den Möwen aus dem Nest entfernt, d nicht. Leiten Sie aus den Versuchsbeobachtungen ab, welches Merkmal der Eierschalen das Wegtragen auslösen könnte!

4 1.4 Das Futterbetteln ist bei Küken vieler Möwenarten ein angeborenes Verhalten. Dabei picken die Küken gegen den Schnabel der Möweneltern, welche sie daraufhin füttern. Eine naturgetreue Schnabelattrappe eines Elterntieres, die am Ende einen roten Schnabelfleck aufweist (siehe Abb. 2 oben), löst bei Möwenküken eine bestimmte Anzahl an Pickreaktionen aus. Ein roter Stab, der am Ende drei weiße Ringe aufweist (siehe Abb. 2 unten), ruft deutlich mehr Pickreaktionen hervor.

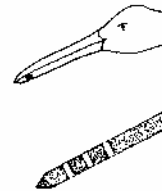


Abb. 2 Schnabelattrappen

Interpretieren Sie dieses Versuchsergebnis aus ethologischer und evolutionsbiologischer Sicht!

(Fortsetzung nächste Seite)

8  
5  
3  
8  
5  
3  
4  
4  
50

- 2 Die Erstellung eines Karyogramms beim Menschen dient der Überprüfung des Chromosomenbestands und lässt eventuell vorhandene Genommutationen erkennen.
- 2.1 Beschreiben Sie den Ablauf der ersten Reifeteilung der Meiose und erläutern Sie deren biologische Bedeutungen!
- 2.2 Das Klinefelter-Syndrom ist die häufigste Form der Intersexualität. Bei den betroffenen Personen liegt der Karyotyp 47, XXY vor. Leiten Sie jeweils unter Mitverwendung beschrifteter Skizzen ab, ob eine fehlerhafte erste bzw. zweite Reifeteilung bei der Spermatogenese des Vaters mit normalem Karyotyp zu dem oben genannten Syndrom führt!
- 3 Der Bräuhaussee gehört zu den Osterseen, einer Gruppe kleinerer Seen im Voralpenland südlich von München. Bei einer Wasseruntersuchung ergaben sich folgende Messwerte:

Tiefe [m]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Temperatur [°C]	16,4	16,3	16,2	15,7	13,7	10,7	8,4	7,1	6,2	5,4	5,2	4,9	4,8	4,8
O <sub>2</sub> -Sättigung [%]	118	118	118	121	-	100	66	26	9	0	0	0	0	0
Phosphat [µg/l]	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,6	-	-	-

Tab. 1 Messwerte einer Wasseruntersuchung im Bräuhaussee

- 3.1 Zeichnen Sie aus den gegebenen Daten das Temperaturprofil und begründen Sie dessen Verlauf ausführlich. Geben Sie auch an, zu welcher Jahreszeit die Messwerte erhoben worden sind!
- 3.2 Erklären Sie den Verlauf der Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit von der Wassertiefe!
- 3.3 Formulieren Sie für den Vorgang, bei dem in den oberen Wasserschichten des Bräuhaussees Sauerstoff entsteht, die dazugehörige Bruttogleichung!
- 3.4 Stellen Sie eine begründete Hypothese auf, wie man die unterschiedlichen Phosphatkonzentrationen im Bräuhaussee erklären kann!
- 3.5 Vergleichen Sie Art und Effizienz der Energiegewinnung heterotropher Organismen knapp über dem Seeboden und an der Wasseroberfläche!

## III

BE

- 1 Der Reiskäfer (*Calandra oryzae*) ist ein gefürchteter Reisschädling. Das Weibchen legt die Eier in das Innere von Getreidekörnern, die dann von den geschlüpften Larven gefressen werden. Eine bestimmte Schlupfwespenart injiziert ihre Eier in den Körper der Käferlarven. Die Schlupfwespenlarven ernähren sich ihrerseits von den inneren Organen der Reiskäfer-Larven, wobei diese zugrunde gehen.

- 5 1.1 Unter Laborbedingungen wurden die Populationsdichten von Schlupfwespen und Reiskäfern erfasst:

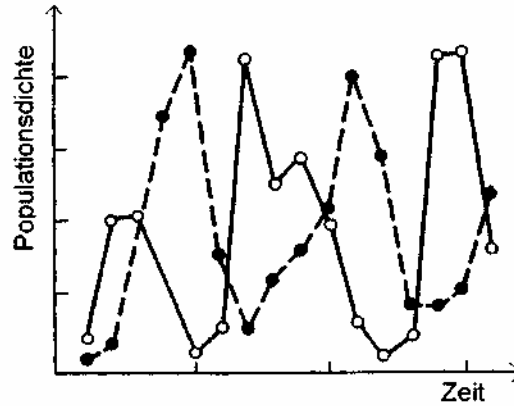



Abb. 1 Populationsdichte von Schlupfwespen und Reiskäfern unter Laborbedingungen

Ordnen Sie den beiden Grafen die oben genannten Tierarten zu und vergleichen Sie diese Populationsentwicklungen mit denen bei einer typischen Räuber-Beute-Beziehung!

- 6 1.2 Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse über die Populationsentwicklung von Reiskäfern und Schlupfwespen sind nur bedingt auf Freilandverhältnisse übertragbar, da dort noch zahlreiche andere Faktoren auf die beiden Populationen einwirken. Erläutern Sie die Abhängigkeit der Populationsdichte von je drei dichteabhängigen und dichteunabhängigen Einflussfaktoren!

(Fortsetzung nächste Seite)



3	3	Südamerika ist die Heimat der auffällig bunt gefärbten Pfeilgiftfrösche. Moderne Untersuchungen haben ergeben, dass Hautdrüsen dieser Frösche Nervengifte absondern, wie z. B. Batrachotoxin, welches die spannungsgesteuerten Natriumionenkanäle dauerhaft öffnet. Wird ein Pfeilgiftfrosch von einer Schlange gepackt, sondern seine Hautdrüsen Gift ab und die Schlange spuckt den Frosch wieder aus.	
4	3.1	Erstellen Sie ein beschriftetes Schema, welches das Zustandekommen der Giftabsonderung infolge des Angriffs der Schlange darstellt!	
5	3.2	Treffen Sie eine Voraussage für das Verhalten der Schlange bei einem erneuten Zusammentreffen mit einem Pfeilgiftfrosch! Erklären Sie unter Textbezug den zugrunde liegenden Lernvorgang!	
6	3.3	Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines markhaltigen Neurons an und markieren Sie in der Zeichnung die Teilabschnitte, an denen Batrachotoxin seine Wirkung entfaltet!	
7	3.4	Erläutern Sie die Funktion spannungsabhängiger Natriumionenkanäle bei der Erregungsleitung und leiten Sie die zu erwartenden Auswirkungen einer Batrachotoxin-Vergiftung ab!	
3	3.5	Neben den spannungsabhängigen Natriumionenkanälen existieren in Neuronen auch Natrium-Kalium-Ionenpumpen. Legen Sie die grundsätzlichen Unterschiede in der Funktion dieser Strukturen dar!	
50			

## IV

BE

5

- 1 In einer Höhle auf der indonesischen Insel Flores haben Forscher im Herbst 2003 ein Frauenskelett gefunden. Einige Experten ordnen den Fund der Art *Homo erectus*, andere eher der Art *Homo sapiens* zu. Treffen Sie ebenfalls eine Zuordnung und diskutieren Sie anhand von vier Schädelmerkmalen das Für und Wider Ihrer Entscheidung!



Schädel Fund von  
der Insel Flores



*Homo erectus*



*Homo sapiens*

Abb. 5 Schädel Fund von der Insel Flores, verglichen mit typischen Schädelformen von *Homo erectus* und *Homo sapiens*

(Fortsetzung nächste Seite)

2 Unter einer Muskeldystrophie Typ Duchenne (DMD) versteht man eine X-chromosomal rezessiv vererbte Muskelerkrankung, bei der das Protein Dystrophin aufgrund eines Gendefekts fehlerhaft gebildet wird, was zu einem fortschreitenden Schwund des Muskelgewebes führt. Bei männlichen Neugeborenen tritt sie mit einer Häufigkeit von 1 :3000 auf; eine an DMD erkrankte Patientin ist äußerst selten. Die Betroffenen zeigen ab dem 3. bis 5. Lebensjahr eine leichte Muskelschwäche der Beine, sind zwischen dem 7. bis 12. Lebensjahr auf den Rollstuhl angewiesen und häufig ab dem 18. Lebensjahr vollständig pflegebedürftig. Der Tod tritt meist vor dem 20. Lebensjahr durch Herzversagen oder Atemlähmung ein.

5 2.1 Entscheiden Sie, ob dem folgenden Stammbaum die Vererbung der Muskeldystrophie Typ Duchenne (DMD) zugeordnet werden könnte! Geben Sie die Genotypen der Personen an, die Sie für Ihre Entscheidung benötigen!

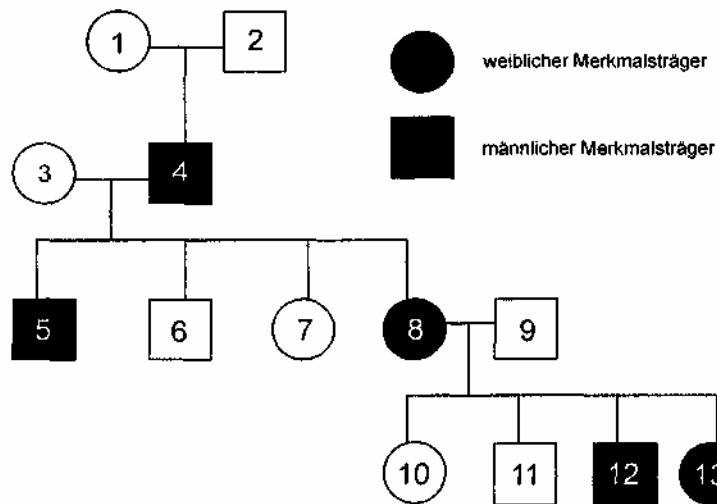


Abb. 1 Familienstammbaum

3 2.2 Frauen erkranken an DMD weit weniger häufig als es ohnehin für einen X-chromosomal rezessiven Erbgang zu erwarten ist. Deuten Sie diese Beobachtung!

4 2.3 Das fehlerhafte Dystrophin hat eine Konzentrationserhöhung des Enzyms Creatinkinase (CK) im Blutserum zur Folge. Somit kann DMD frühzeitig diagnostiziert werden. Im folgenden Diagramm (Abb. 2) sind die CK-Werte von drei Geschwistern dargestellt. Die beiden Mädchen sind gesund, der Junge ist an DMD erkrankt. Ordnen Sie den CK-Werten die Genotypen der Kinder zu und erklären Sie den jeweiligen Zusammenhang zwischen CK-Wert und Genotyp!

(Fortsetzung nächste Seite)

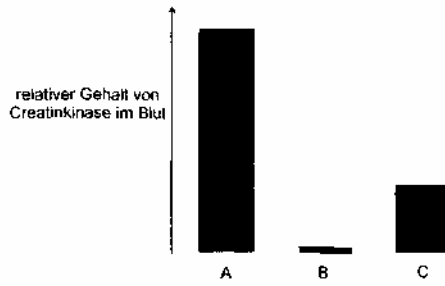
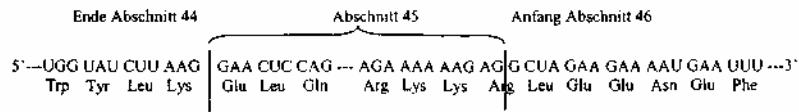


Abb. 2 Relativer Creatinkinasegehalt im Blut dreier Personen A, B und C

- 8 2.4 Die mRNA des Dystrophin-Gens wird an den Ribosomen in eine Aminosäuresequenz übersetzt. Beschreiben Sie die wesentlichen Schritte dieses Vorgangs mit Hilfe erläuternder Skizzen!
- 5 2.5 Die Basensequenz der mRNA des Dystrophin-Gens wird in 79 Abschnitte eingeteilt. Dargestellt ist ein Teil der Basensequenz vom Ende des Abschnitts 44 bis zum Anfang des Abschnitts 46. Die gestrichelten Linien weisen auf weitere Basentriplets hin.



Die Krankheit DMD wird meist durch das Fehlen des Abschnitts 45 verursacht, d. h. auf Abschnitt 44 folgt direkt der Abschnitt 46. Erklären Sie unter Verwendung von Fachbegriffen und der Code-Sonne die Auswirkungen auf das Genprodukt Dystrophin!

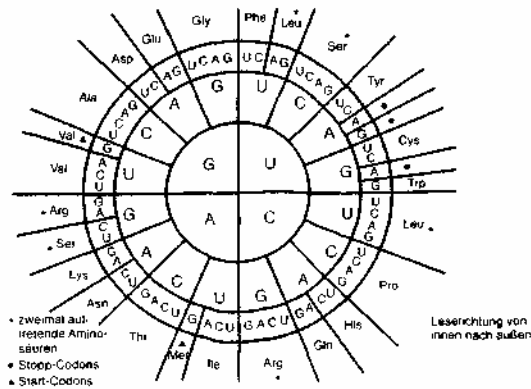


Abb. 3 Code-Sonne

(Fortsetzung nächste Seite)

- 3 Die Aprikose (*Prunus armeniaca*) wird als Kulturpflanze in Gebieten angebaut, die sich durch ein sehr warmes und trockenes Klima auszeichnen. An den Blättern einer Aprikosenpflanze wurden im Tagesverlauf die Lichtintensität, die relative Kohlenstoffdioxidaufnahme sowie die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Diagrammen dargestellt.

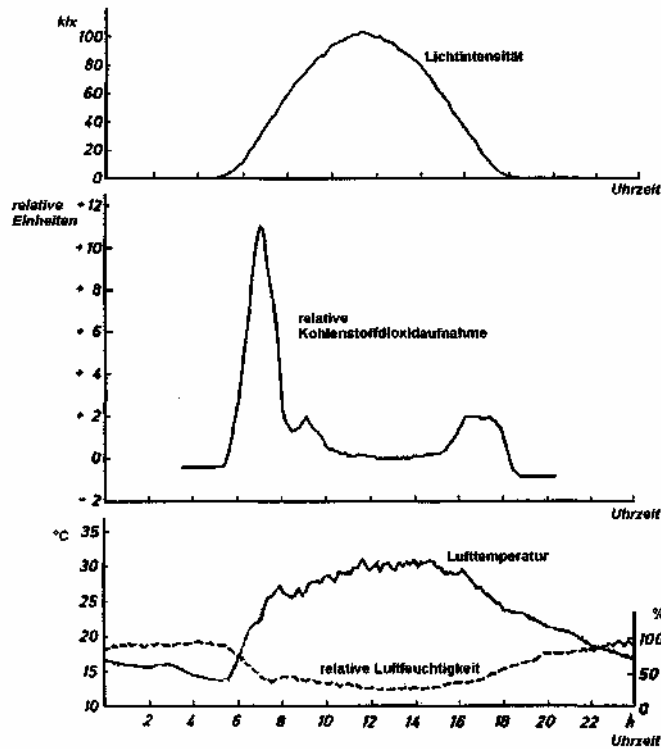


Abb. 4 Lichtintensität, relative Kohlenstoffdioxidaufnahme, Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit an den Blättern einer Aprikosenpflanze im Tagesverlauf

- 8 3.1 Beschreiben und deuten Sie unter Bezug auf die anderen gemessenen Größen die wesentlichen Tendenzen des Kurvenverlaufs der relativen Kohlenstoffdioxidaufnahme!
- 6 3.2 Erläutern Sie unter Verwendung eines beschrifteten Schemas die wichtigsten Schritte der Dunkelreaktionen der Fotosynthese!
- 6 3.3 Begründen Sie anhand dreier wesentlicher Aspekte die Notwendigkeit der Wasseraufnahme durch die Pflanze!

50