

ÖEB-Klausur 05.04.2008

Frage 1 (Kurtz)

Erklären Sie kurz, was man unter (1.) einer monophyletischen, (2.) einer polyphyletischen und (3.) einer paraphyletischen Gruppe versteht.

Stellen Sie die jeweiligen Gruppen in einer Stammbaum-Skizze dar und erklären Sie, inwieweit (Syn-)Apomorphien, Plesiomorphien und Konvergenzen bei der Begründung der jeweiligen Gruppen Verwendung finden. Erläutern Sie dabei auch diese Begriffe kurz.

Nennen Sie je ein Beispiel für eine monophyletische, eine polyphyletische und eine paraphyletische Gruppe, und begründen Sie, warum es sich dabei um die jeweilige Gruppe handelt.

Antwortbeispiel:

Monophyletische Gruppe: Stammart und alle davon abstammenden Folgearten (1 Punkt). Wird begründet durch (Syn-) *Apomorphien* (0.5 P.), d.h. gemeinsame, abgeleitete (homologe) Merkmale (0.5 P.).

Zum Beispiel Säugetiere (0.5 P.). Begründung durch Synapomorphien, u.a. sekundäres Kiefergelenk, Milchdrüsen (0.5 P.).

Polyphyletische Gruppe: Abkömmlinge verschiedener Linien, aber nicht die Stammart selbst (1 P.). Wurde begründet durch *Konvergenzen* (auch: Analogien; 0.5 P.), d.h. Merkmale, die sich ähneln, jedoch nicht aufgrund von gemeinsamer Abstammung (0.5 P.).

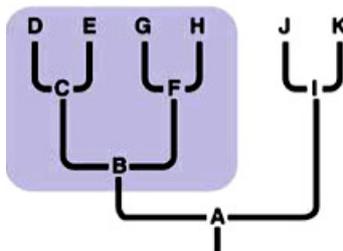
Zum Beispiel „Protozoa“ (0.5 P.). Begründung: Protozoa fasst einzellige, heterotrophe Organismen aus verschiedensten Linien zusammen (0.5 P.).

Paraphyletische Gruppe: Stammart und einige, jedoch nicht alle davon abstammenden Arten (1 P.). Wurde begründet durch *Plesiomorphien* (0.5 P.), d.h. ursprüngliche Merkmale (0.5 P.).

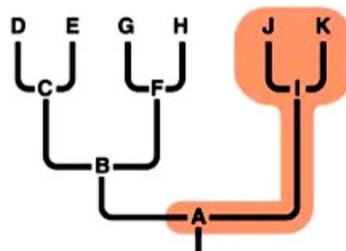
Zum Beispiel Reptilien (0.5 P.). Begründung: sind paraphyletisch, da sie die Vögel nicht mit einschließen (0.5 P.).

Skizzen (1 P.):

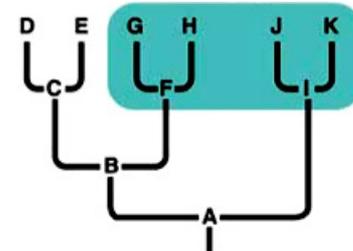
Monophyletische Gruppe



Paraphyletische Gruppe



Polyphyletische Gruppe



Frage 2 (Kurtz)

Körperhöhlen-Verhältnisse sind wichtig zum Verständnis der Evolution der Baupläne von Tieren. Beschreiben Sie die Körperhöhlen-Verhältnisse der unten genannten, in den Übungen behandelten Tiere. Handelt es sich z.B. um primäre oder sekundäre Leibeshöhlen; wo befinden sich bei dem Tier Coelom-Anteile etc.?. Gehen Sie dabei insbesondere auf des Blutgefäßsystem ein, sofern vorhanden. Benennen Sie hier bitte auch, zu welchen Gruppen diese Tiere jeweils gehören.

- (1) Süßwasserpolytyp *Hydra spec.* (2) Spulwurm *Ascaris suum*, (3) Regenwurm *Lumbricus terrestris*, (4) Schabe *Periplaneta americana*. (5) Maus *Mus musculus*

Antwortbeispiel:

- (1) Süßwasserpolytyp *Hydra spec.* (Cnidaria): Der Raum zwischen Epidermis und Gastrodermis stellt die primäre Leibeshöhle (LH) dar. Der Gastralraum ist keine Leibeshöhle i.e.S. sondern eigentlich „außen“ (2 Punkte).
- (2) Spulwurm *Ascaris suum* (Nematoda): Die formbestimmende primäre LH ist als flüssigkeitsgefülltes Pseudocoel ausgebildet (2 Punkte).
- (3) Regenwurm *Lumbricus terrestris* (Annelida): Besitzen eine sekundäre LH (Coelom). Reste der prim. LH finden sich als Lumen der Blutgefäße. Coelothelien (als Mesenterien und Dissepimente) sind die Begrenzungen der segmental angeordneten Coelomräume (2 Punkte).
- (4) Schabe *Periplaneta americana* (Arthropoda): Besitzen ein sog. Mixocoel (Haemocoel), d.h. primäre und sek. LH sind zusammengeschlossen und das Blutgefäßsystem ist somit ein offenes (2 Punkte).
- (5) Maus *Mus musculus* (Mammalia): Die sek. LH ist weitestgehend mit Organen ausgefüllt, die von Coelothelien in Position gehalten werden (2 Punkte).

Frage 3 (Tenberge)

Bitte charakterisieren Sie die Gruppe der Nadelbäume (Nadelblättrige Nacktsamer), indem Sie folgende Teilfragen möglichst kurz beantworten:

a) Bitte geben Sie die wissenschaftliche Systematik dieser Pflanzengruppe an: (1/10)

Regnum (Reich, Domäne)		
Subregnum (Unterreich)		
Abteilung		
Unterabteilung		
Klasse		

b) Die Nadelbäume folgen in ihrer Entwicklung einem Generationswechsel. (3,5/10)

Dieser heißt:		Homologe Struktur der Moose ? ↓
Dem Sporophyten entspricht:		
Dem	1)	

Gametophyten entspricht:	2)	
--------------------------	----	--

c) Nennen Sie die maßgeblichen Verbreitungseinheiten der genannten Gruppen. (1,5/10)

Moose		
Farne		
Nadelbäume		

d) Welche Prozesse oder Neugestaltungen stehen in direktem (kausalem) Zusammenhang mit der Entstehung der Verbreitungseinheit der nadelblättrigen Nacktsamer. (2/10)

1		
2		
3		
4		

e) Beurteilen Sie den Verlust der Autonomie des weiblichen Gametophyten, [was einen haplobiontischen Generationswechsel bedingt – „ähnlich den Moosen, nur mit vertauschten Generationen“-] für die Evolution der Gruppe. (Welche Vorteile entstehen ?) (2/10)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪ ▪ 	
---	--

Antwortbeispiele:

Bitte charakterisieren Sie die Gruppe der Nadelbäume (Nadelblättrige Nacktsamer), indem Sie folgende Teilfragen möglichst kurz beantworten:

a) Bitte geben Sie die wissenschaftliche Systematik dieser Pflanzengruppe an: (1/10)

Regnum (Reich, Domäne)	Eucarya (Eukaryoten)	
Subregnum (Unterreich)	Chlorobionta	
Abteilung	Streptophyta	
Unterabteilung	Spermatophytina (Samenpflanzen)	
Klasse	Coniferopsida	

b) Die Nadelbäume folgen in ihrer Entwicklung einem Generationswechsel. (3,5/10)

Dieser heißt:	heterophasischer (antithetischer) GW	Homologe Struktur der Moose ? ↓
---------------	--------------------------------------	------------------------------------

Dem Sporophyten entspricht:	der beblätterte Nadelbaum	Sporogon
Dem Gametophyten entspricht:	1) reifes mehrzelliges Pollenkorn 2) Megaprothallium im Embryosack	1) männliche Moospflanze 2) weibliche Moospflanze

c) **Nennen Sie die maßgeblichen Verbreitungseinheiten der genannten Gruppen. (1,5/10)**

Moose	Sporen	
Farne	Sporen	
Nadelbäume	Samen	

d) **Welche Prozesse oder Neugestaltungen stehen in direktem (kausalem) Zusammenhang mit der Entstehung der Verbreitungseinheit der nadelblättrigen Nacktsamer. (2/10)**

1	♀-Gametophyt verläßt Megaspore und Megasporangium nicht mehr	
2	Siphonogamie: Pollenschlauchbefruchtung im Sporophyten	
3	Bestäubung: Übertragung austrocknungsresistenter Pollenkörner auf Samenanlagen	
4	Die Entwicklung von Integumenten und Nährgeweben für den Embryo	

e) **Beurteilen Sie den Verlust der Autonomie des weiblichen Gametophyten, [was einen haplobiontischen Generationswechsel bedingt – „ähnlich den Moosen, nur mit vertauschten Generationen“-], für die Evolution der Gruppe. (Welche Vorteile entstehen ?) (2/10)**

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der empfindlichere Gametophyt wird im Sporophyten geschützt und von diesem ernährt. ▪ Der empfindliche Befruchtungsprozeß wird in das Innere des Sporophyten verlagert. ▪ Die Entwicklung wird zunehmend unabhängig von tropfbarem Wasser. ▪ Insgesamt ergibt sich eine verbesserte Anpassung an das Landleben. 	
--	--

Frage 4 (Reusch)

Beschreiben Sie den Aufbau und die Anordnung der Leitgewebe im Spross typischer monocotyleyler und dicotyleyler Pflanzen und begründen Sie jeweils den wesentlichen Unterschied.

	Aufbau eines einzelnen Leitbündels	Anordnung der Leitbündel im Sprossquerschnitt
Monocotyle Pflanzen		

Dicotyle Pflanzen		
Grund des wesentlichen Unterschieds		

Musterantwort:

	Aufbau eines einzelnen Leitbündels	Anordnung der Leitbündel im Sprossquerschnitt
Monocotyle Pflanzen	geschlossen kollateral, Xylem und Phloem grenzen direkt aneinander	zerstreut
Dicotyle Pflanzen	offen kollateral, innen Xylem, außen Phloem, dazwischen Prokambiumrest	konzentrisch (in einem Kreis)
Grund des wesentlichen Unterschieds	Reembryonalisierung der Zellen des Prokambiumrestes zu teilungsaktiven Kambiuminitialen → Bildung von Holz und Bast = sek. Dickenwachstum bei vielen dicotylen Pflanzen	Bildung eines Kambiumzylinders (geschlossen durch interfaszikuläres Kambium)

Frage 5 (Steinbüchel)

Die Verwertung von N₂ als Stickstoffquelle wird Stickstofffixierung genannt.

a) Nennen Sie eine Gruppe phototropher Organismen, die verschiedene N₂-fixierende Arten umfasst.

Cyanobakterien

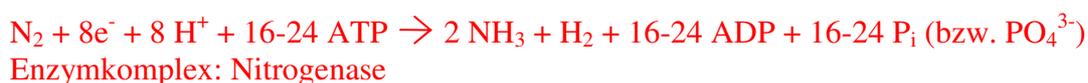
(1 P.)

b) Nennen Sie beispielhaft eine Gattung N₂-fixierender Bakterien, deren Vertreter eine Symbiose mit Pflanzen eingehen können.

Rhizobium, Bradyrhizobium oder Sinorhizobium ... oder Frankia

(1 P.)

c) Formulieren Sie die Summengleichung der Gesamtreaktion der N₂-Fixierung (Stöchiometrie beachten) und benennen Sie den Enzymkomplex.



(4 P.)

d) Das Enzym, das die N₂-Fixierung katalysiert, ist O₂-empfindlich. Nennen Sie vier mögliche Mechanismen zum Schutz des Enzyms vor O₂.

- Respirationsschutz (Erniedrigung des O₂-Partialdrucks durch erhöhte Atmung)
- Diffusionsbarrieren (Schleimkapseln und/oder Zellwände behindern die Diffusion von O₂)
- Zelldifferenzierung (Trennung von oxygener Photosynthese und N₂-Fixierung bei Cyanobakterien)
- Sauerstofftransportproteine (Bindung von O₂ an Proteine, die die Konzentration an freiem O₂ erniedrigen, aber eine ausreichende Versorgung aerober Bakterien mit O₂ sicherstellen)
- Negative Aerotaxis (bewegliche Bakterien entfernen sich von Orten hohen O₂-Partialdrucks)
- Ausbildung von Zellaggregaten (dadurch lokale Verringerung des O₂-Partialdrucks)
- Schutzproteine zur Stabilisierung der Nitrogenase

(4 P.)

Frage 6 (Oppermann)

Bei einem Anreicherungsversuch wird das unten aufgeführte Medium verwendet; die Kultur wird aerob bebrütet. Welche Mikroorganismen kommen zur Anreicherung? Wie ist die Ernährungsweise? Geben Sie bitte die Quellen für die Makroelemente Stickstoff, Kohlenstoff, Eisen und Sauerstoff an, die in der Biomasse zu finden sind! Welchen Elektronendonator und welchen Elektronenakzeptor nutzen die Organismen? In welchem Stoffkreislauf sind die Mikroorganismen involviert? Beurteilen Sie die Supplinbedürftigkeit.

(NH ₄) ₂ SO ₄	0.5	g
KH ₂ PO ₄	0.07	g
MgSO ₄ × 7 H ₂ O	0.05	g
CaCl ₂ × 2 H ₂ O	0.05	g
Spurenelementlösung SL10	1.0	mL
H ₂ O	1	L

Mikroorganismen?

Ernährungsweise?

Stickstoffquelle?

Kohlenstoffquelle?

Eisenquelle?

Sauerstoffquelle?

Elektronendonator?

Elektronenakzeptor?

Stoffkreislauf?

Supplinbedürftig (ja/nein)?

Antwortbeispiele:

Bei einem Anreicherungsversuch wird das unten aufgeführte Medium verwendet; die Kultur wird aerob bebrütet. Welche Mikroorganismen kommen zur Anreicherung? Wie ist die Ernährungsweise? Geben Sie bitte die Quellen für die Makroelemente Stickstoff, Kohlenstoff, Eisen und Sauerstoff an, die in der Biomasse zu finden sind! Welchen Elektronendonator und welchen Elektronenakzeptor nutzen die Organismen? In welchem Stoffkreislauf sind die Mikroorganismen involviert? Beurteilen Sie die Supplinbedürftigkeit.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.5	g
KH_2PO_4	0.07	g
$\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	0.05	g
$\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$	0.05	g
Spurenelementlösung SL10	1.0	mL
H_2O	1	L

Mikroorganismen?	Nitrifizierer
Ernährungsweise?	chemolithoautotroph
Stickstoffquelle?	Ammonium
Kohlenstoffquelle?	Kohlendioxid
Eisenquelle?	SL10
Sauerstoffquelle?	Wasser, Phosphat, Kohlendioxid
Elektronendonator?	Ammonium
Elektronenakzeptor?	Sauerstoff
Stoffkreislauf?	N-Kreislauf
Supplinbedürftig (ja/nein)?	nein

Frage 7 (Sachser):

Die Hamilton-Formel beschreibt, unter welchen Bedingungen „altruistisches“ Verhalten evolvieren kann. Wenden Sie diese Formel auf die staatenbildenden Hymenopteren (Ameisen, Bienen, Wespen) an und erläutern Sie, warum es gerade bei dieser systematischen Gruppe so häufig zur Ausbildung „altruistischen“ Verhaltens gekommen ist.

Lösungsvorschlag: Die Hamilton-Formel besagt: Wenn $K_A < N_E * r$ (K_A = Kosten für den Altruisten; N_E = Nutzen für den Empfänger; r = Verwandtschaftskoeffizient zwischen A und E), kann „altruistisches“ Verhalten durch das Wirken der natürlichen Selektion evolvieren. Zu den extremsten Fälle von „altruistischem“ Verhalten im Tierreich, die Darwin bereits bekannt waren, gehört die Ausbildung steriler Kasten bei den Ameisen, Bienen und Wespen. Diese Insekten gehören systematisch zur Ordnung der Hymenoptera (Hautflügler), die durch eine

genetische Besonderheit gekennzeichnet ist: die Haplo-Diploidie. Diese Haplo-Diploidie hat überraschende Auswirkungen auf die Verwandtschaftsgrade zwischen Verwandten. Beispielsweise sind im Gegensatz zu diploiden Tierarten Vollschwestern näher mit einander verwandt ($r = 0.75$) als Mütter mit ihren Töchtern ($r = 0.5$). Das bedeutet: Wenn sich Weibchen in einer solchen Gruppe um die Aufzucht ihrer Schwestern kümmern, dann tun sie mehr für die Verbreitung von Kopien ihrer Allele, als wenn sie eigene Nachkommen produzieren würden. Auch wenn die Verhältnisse unter natürlichen Bedingungen häufig komplexer sind, dürfte diese genetische Ausgangssituation Grundlage zur Evolution der Kastenbildung mit sterilen weiblichen Arbeiterinnen gewesen sein, wie wir sie bei verschiedenen Hymenopteren finden.

Frage 8 (Kurtz)

Gehen Sie aus von einer grossen Population diploider Organismen und einem Genort mit den Allelen a und A . Nehmen Sie an, ein vorteilhaftes Allel a sei zunächst selten und besitze eine Anfangshäufigkeit von 0.5%.

- (1) Berechnen Sie die Häufigkeiten der Genotypen aa , aA und AA nach dem Hardy-Weinberg-Gesetz.
- (2) Unter dem Einfluss von Selektion wird die Frequenz des Allels a in der Population über die folgenden Generationen zunehmen. Steigt die Frequenz des Allels a anfangs rascher an, wenn es rezessiv, oder wenn es dominant ist? Begründung?
- (3) Wird das Allel a schließlich eher fixiert, wenn es rezessiv, oder wenn es dominant ist? Begründung?
- (4) Was erwarten Sie in einer kleinen Population? Was spielt dann eine Rolle? Was geschieht jetzt am Anfang und später (mit Begründungen)?

Antwortbeispiel:

- (1) $aa: p^2 = 0.005^2 = 0.000025$
 $aA: 2pq = 2 \cdot 0.005 \cdot 0.995 = 0.00995$
 $AA = 0.995^2 = 0.990025$ (oder: $1 - 0.000025 - 0.00995 = 0.990025$)

(3 Punkte)

(2) Es steigt früher an, wenn es dominant ist (1 Punkt), da dann auch die anfangs sehr viel häufigeren heterozygoten Träger einen Selektionsvorteil besitzen (1 Punkt).

(3) Es wird eher fixiert, wenn es rezessiv ist (1 Punkt). Begründung: Wenn das Allel a häufig wird, ist das nachteilige Allel A selten. Es liegt dann v.a. in heterozygoten Trägern vor. Auf diese wirkt die Selektion nur dann, wenn a rezessiv ist (1 Punkt).

(4) In einer kleinen Population spielt neben der Selektion auch Gendrift eine Rolle (1 Punkt). Die Folge ist, dass das Allel a (obwohl vorteilhaft) in den meisten Fällen verloren geht, noch bevor es an Häufigkeit zunehmen kann (1 Punkt). Wenn es aber häufig geworden ist, so wird es schneller fixiert, da das nun seltene Allel A eher durch Gendrift verschwindet.

Frage 9 (Reusch)

Wann bezeichnet man eine Art als Schlußstein (keystone)-Art? Beschreiben Sie ein fiktives oder tatsächlich stattgefundenes Experiment, welches die Schlußstein-Funktion einer Art nachweisen konnte.

Musterantwort:

- Schlußsteinarten sind in der Lebensgemeinschaft relativ selten, haben aber großen Einfluß auf Artenzusammensetzung und Masseflüsse in einem Ökosystem
- direkter Nachweis vor allem im Freiland durch Ausschlußexperimente
- Beispiel Ausschluß von Seesternen (Pisaster) im felsigen Littoral der Pazifikküste. Ohne Pisaster entwickelt sich Muschel-Monokultur, mit Fraßdruck durch Pisaster diverse Algen- und Invertebraten-Gemeinschaft

Frage 10 (Bornberg-Bauer)

Erklären Sie Ohno's Standard Modell der Molekularen Evolution!

Antwort:

Biologische Innovation bedarf Variation und Anpassung auf molekularer Ebene. Jedoch werden, in einem bestehenden System, bestehende Funktionen benötigt. Da die meisten Mutationen schädlich oder bestenfalls neutral sind, ist Innovation unwahrscheinlich: jede Mutation würde zu einer Reduktion der Fitness führen und somit schnell eliminiert werden. Dupliziert jedoch ein Gen, d.h. entsteht eine identische Genkopie auf dem Genom, so wird der Druck zur Konservierung relaxiert da Redundanz besteht. Dadurch kann es dazu kommen, dass eine der beiden Genkopien "experimentiert", also Mutationen akzeptiert die ursprüngliche Funktion reduzieren, da diese ja von der anderen Kopie übernommen werden kann. Somit kann die erste Kopie weitere Mutationen akzeptieren bis schließlich eine neue Funktion sich herausbildet. Ist diese vorteilhaft, erhalten Individuen die diese Variation enthalten einen Reproduktionsvorteil, Individuen mit zwei Kopien breiten sich aus und weitere Mutationen, die die neu erworbene Funktion verstärken sind vorteilhaft und werden daher rasch fixiert.

Es kommt zur Entstehung eines paralogen Gens, das kurz nach der Duplikation rascher als die andere Kopie Mutationen akzeptiert und sich daher in seiner Sequenz stark verändert.

Die meisten Genduplikate gehen jedoch rasch verloren, entweder durch physischen Verlust oder durch Ausbildung eine Pseudogens.