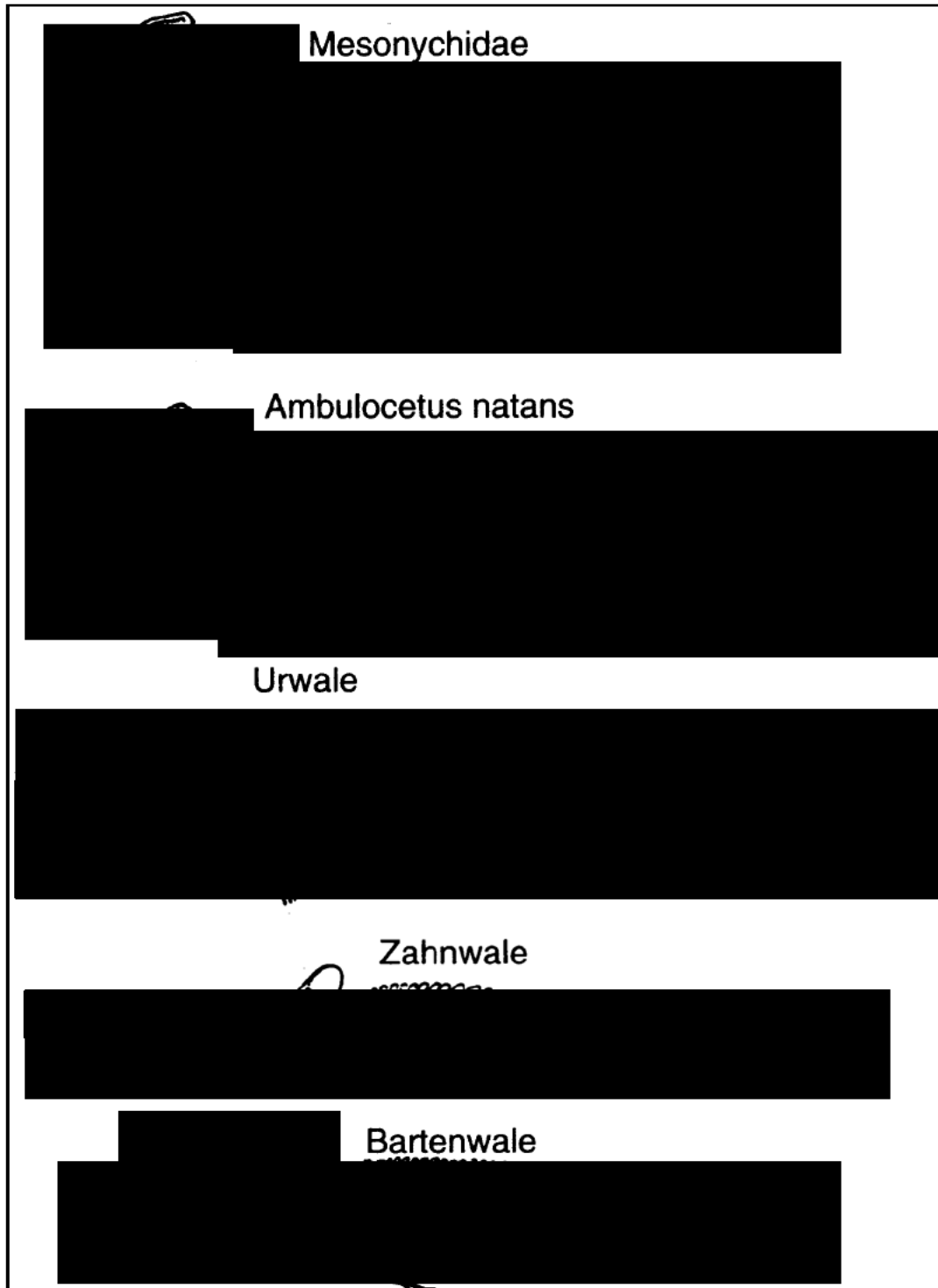


Evolution der Säugetiere

Aufgaben

1. Erläutern Sie den Verlauf der Stammesentwicklung der Wale anhand von Material 1.
2. Vergleichen Sie die Stammbäume von REMANE et al. (Material 3) und MURPHY et al. (Material 4) in Hinblick auf die Einordnung der „Huftiere“.
3. Bewerten Sie die Stammbäume unter Berücksichtigung der zu Grunde liegenden Methoden (Material 2 bis 4).

Material 1: Fossile Skelette (1-3) und Skelette von rezenten Zahn- und Bartenwalen. Mesonychidae lebten im frühen Paläozän vor 65 bis 55 Mio. Jahren, Ambulocetus natans im frühen Eozän vor 50 bis 49 Mio. Jahren. Die Urwale (Archaeoceti/ Archaeoceten) lebten vor etwa 50 bis 20 Millionen Jahren.



Material 2: Zur Abstammung der „Huftiere“ (nach REMANE et al., 1981)

Die folgenden Ordnungen werden gemeinsam „**Huftiere**“ genannt. Ihr Ursprung liegt in den Condylarthra (Urhuftiere). Anstelle von Krallen besitzen sie Hufe, mit denen sie beim Laufen den Boden berühren. Die Zahl der Zehen wird bis auf zwei oder eine reduziert. Die Mehrzahl sind Pflanzenfresser, sie komplizieren die Backenzähne durch Vermehrung von Höckern und Falten, diese werden, besonders bei Grasfressern hochkronig, die Eckzähne werden oft reduziert. Im Laufe des Tertiärs entwickeln die Huftiere immer neue Formenreihen.

5

Als ursprüngliche Huftiere sind die **Erdferkel** Afrikas mit nur einer Art (s. Abb. rechts) erhalten; es sind plumpe Tiere mit langen Krallen an den vier Fingern und fünf Zehen. Die Zähne sind ohne Schmelz und haben Wurzeln mit Dauerwachstum.

15



Die **Paarhufer** sind heute die artenreichste und verbreitetste Gruppe unter den Huftieren. Ihre Zehen 3 und 4 sind verlängert. Ursprünglich sind Flusspferde, Nabelschweine und Schweine. Ihre Zahnzahl zeigt kaum Reduktionen. Die Eckzähne sind groß, die oberen als Hauer nach oben gebogen. Der Magen ist einfach gebaut. Keine Wiederkäuer.

20

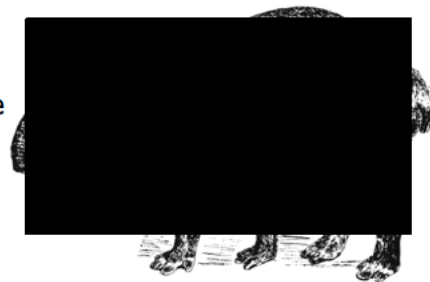
Die übrigen Paarhufer sind Wiederkäuer. Sie reduzieren die oberen Schneidezähne, die unteren bilden zusammen mit dem Eckzahn eine Schneide, die gegen eine verhornte Leiste der Oberkiefer arbeitet. Der Magen der Wiederkäuer ist komplex. Zu den Wiederkäuern gehören Kamele, Hirsche, Rinder, Schafe, Ziegen, Steinböcke, Gamsen, Antilopen und Giraffen.

25

Bei den **Unpaarhufern** wird an Vorder- und Hinterfüßen die 3. Zehe vorherrschend und ist bei den Pferden schließlich allein beim Laufen aktiv. Die oberen Schneidezähne bleiben meist kräftig, so dass die Vorderzähne ein Beißgebiss und kein Rupfgebiss wie bei den Wiederkäuern bilden. Dem Skelett fehlt ein Schlüsselbein, der Magen ist einfach gebaut. Zu den Unpaarhufern gehören die Pferdeartigen (Pferd, Zebra, Esel, Onager) sowie Tapire (Abb. rechts: Schabrakentapir) und Nashörner.

30

35

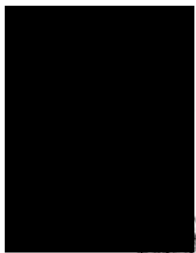


Die **Schliefer** (Abb. rechts: Klippschliefer) ähneln äußerlich in manchen Strukturen den Kaninchen. Sie sind Pflanzenfresser und leben in felsigen Gebieten oder auf Bäumen. Sie zeigen einige Übereinstimmungen im Gebiss und Extremitätenskelett mit den Unpaarhufern.

40

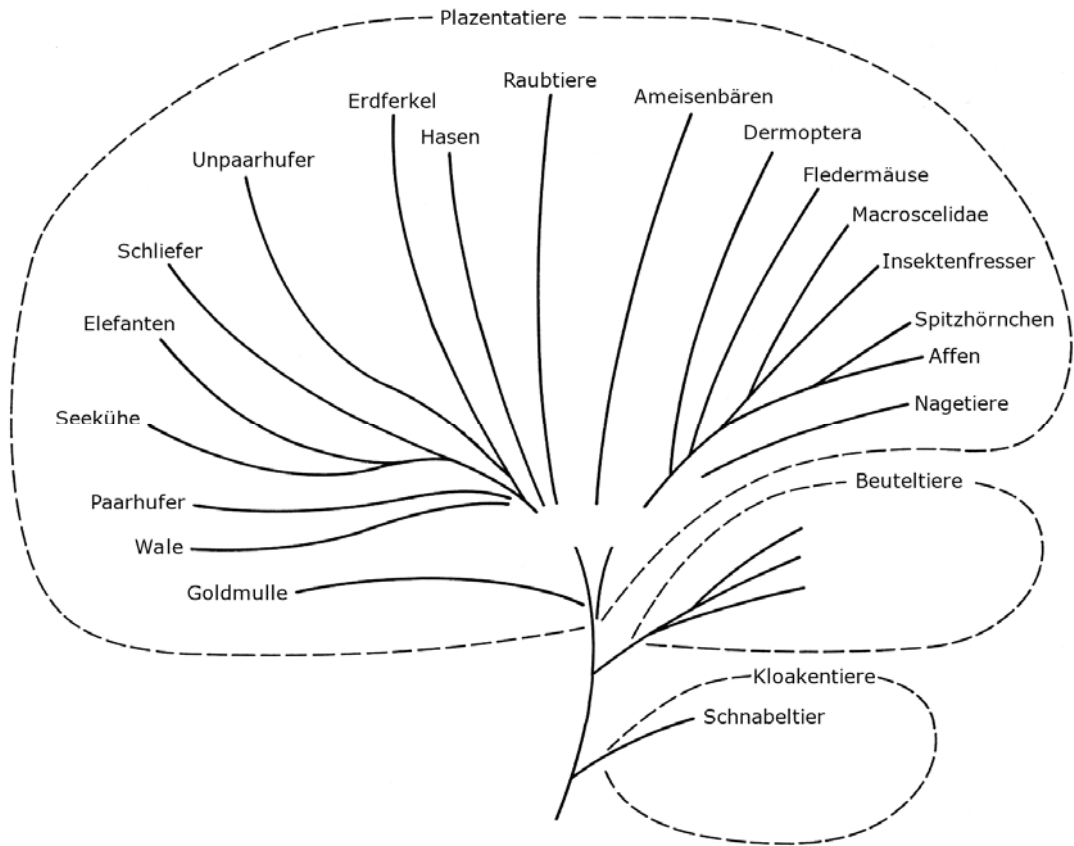


45 **Elefanten** sind die größten heute lebenden Landwirbeltiere. Ihr Skelett zeigt viele Anpassungen, die für große Formen typisch sind. Zwei Schneidezähne bilden dauerwachsende Stoßzähne; hochkronige Backenzähne, die mit zunehmender Abkautung im Kiefer nach vorn rücken. Von den Backenzähnen ist immer nur einer in Funktion.



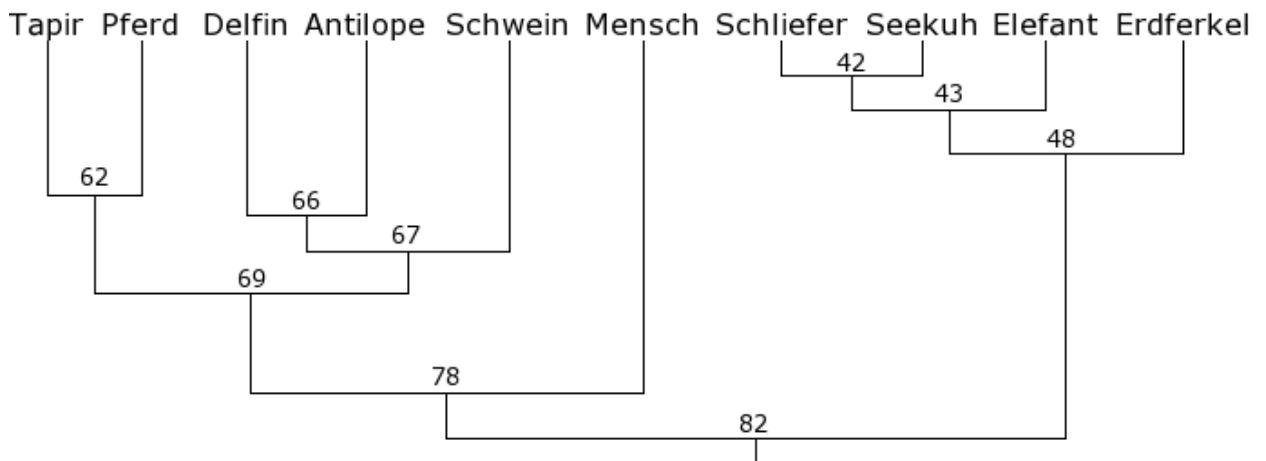
Die **Seekühe** (Abb. links: Manati) sind fast haarlose, meerlebende Huftiere mit quergestellter Schwanzflosse. Seekühe sind Pflanzenfresser. Ihre Knochen sind auffallend kompakt. Die Vorderextremitäten sind zu Flossen umgewandelt, die Hinterextremitäten meist völlig reduziert. Die Zähne werden ähnlich wie bei Elefanten gewechselt.

Material 3: Stammbaum der Säugetiere (nach REMANE et al., 1981)



Material 4: Stammbaum der Säugetiere auf der Grundlage von DNA-Sequenzanalysen (nach MURPHY et al., 2001)

Die Arbeitsgruppe von MURPHY analysierte DNA-Sequenzen von 22 Genen verschiedener Säugetierarten. Bei den Sequenzvergleichen wurden 14.750 Basen analysiert. Aus dem Vergleich wurden nach einem Schätzverfahren genetische Distanzen der Arten (Zahlen im Stammbaum) berechnet.



Leistungskurs Biologie
Thema: Evolution - Entwicklung und Veränderung lebender Systeme

Aufg.	Erwartete Leistung	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
1	Entwicklungsreihe im Sinne der synthetischen Evolutionstheorie unter Bezugnahme auf Evolutionsfaktoren Lebensraumwechsel, Funktionswechsel, Spezialisierungen Umwandlungen des Skeletts: z.B. Reduktion der Hintergliedmaßen, Veränderungen im Kopf, Kiefer, Wirbelsäule und Vordergliedmaßen, rudimentäre Hintergliedmaßen Andere anatomische und physiologische Umwandlungen: z. B. Fellverlust, Spritzloch, Atemphysiologie	3 3 3 3	2 3	
2	„Huftiere“ bei Remane monophyletische Gruppe oder entsprechende Umschreibung Stammbaum erstellt aus anatomischen Merkmalen und Anwendung von Homologiekriterien, Ursprung der Ordnungen vage „Huftiere“ nach Remane taxonomische Einheit „Huftiere“ bei Murphy polyphyletisch oder entsprechende Umschreibung Stammbaum erstellt aus genetischen Daten, eindeutige, dichotome Aufspaltung Der Begriff „Huftiere“ ist deshalb als taxonomische Einheit nach Murphy nicht gültig.	2 2	3 2 3 2	1
3	Methoden der klassischen Stammbaumforschung Bewertung der Methoden, z. B. subjektive Auswahl und Bewertung der Befunde, lückenhafte Fossilreihen Methoden der molekulargenetischen Stammbaumforschung Bewertung der Methoden, z. B. kaum fossiles Material, aber aussagekräftiger aufgrund zuverlässigerer Datenbasis Schlussfolgerung: Daten von Murphy widerlegen Einordnung der „Huftiere“ nach Remane	2 2	3 3	4
	Summe Aufgabe 1 bis 3: 50 Punkte	20	25	5

Quellen:

Murphy, W., J., et al. (2001). Resolution of the early placental mammal radiation. Science 294, S. 2511–2515

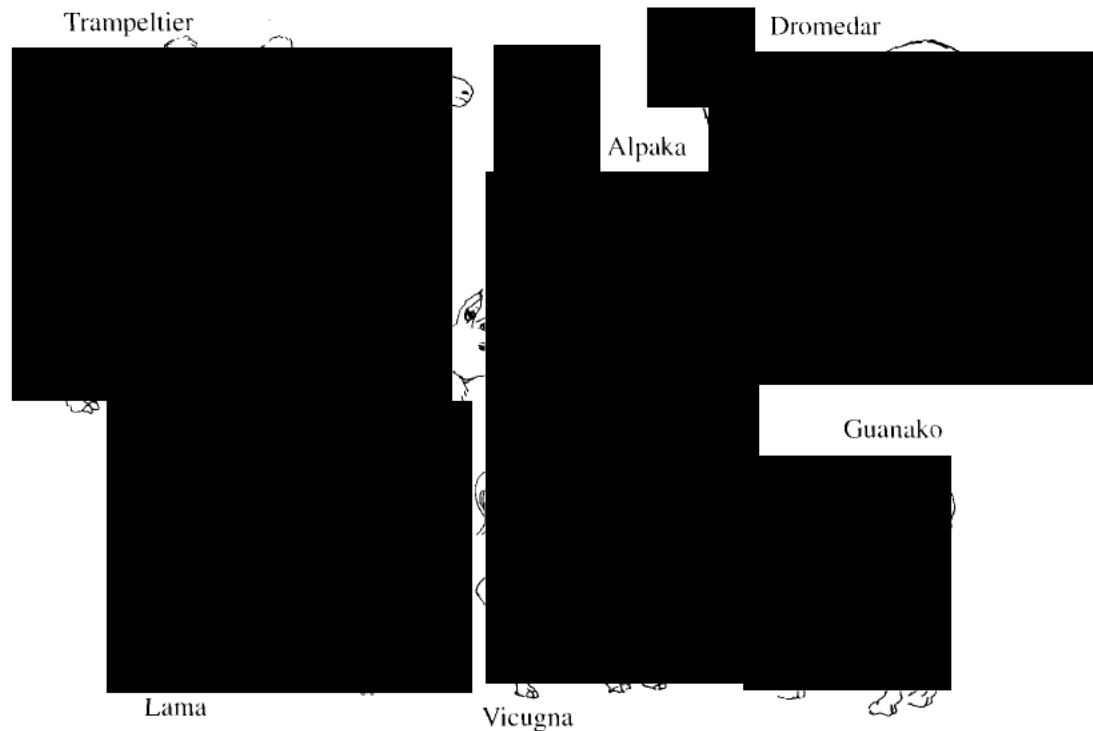
Remane, A., Storch, V., Welsch, U. (1981). Kurzes Lehrbuch der Zoologie. 4. neu bearb. Aufl. Fischer-Verlag, Stuttgart, New York, S. 494-497

Evolution der Kamelartigen (Cameliden)

Aufgaben

1. Werten Sie das vorliegende Material 1 bis 5 aus und rekonstruieren Sie darauf aufbauend den Verlauf der Cameliden-Evolution.
2. Zeichnen Sie anhand des Arbeitsmaterials einen Stammbaum und begründen Sie Ihre Darstellung ausführlich.

Mat. 1: Rezente Kamelartige



Die Kamelartigen (Cameliden) sind heute nur noch durch zwei Gattungen (Camelus und Lama) auf der Erde vertreten.

Alle leben in trockenen Gebieten mit großen Temperaturschwankungen. Sie besitzen zweizehige, stark spreizbare Füße mit dicken, federnden Schwielenpolstern, Hornschwielan Brust und Gelenken, verschließbare Nasenlöcher und fleischige Lippen.

I. Großkamele (Camelus)

1. Trampeltier (*Camelus ferus ferus* und *Camelus ferus bactrianus*)

Die Wildform war früher auf den Hochflächen (1.500 – 2.000 m) und in den Trockengebieten Innerasiens (Wüste, Halbwüste, Grassteppe) weit verbreitet. Das heutige Vorkommen der Wildform (*Camelus ferus ferus*) beschränkt sich im Wesentlichen auf die Wüsten Gobi und Taklamakan in Zentralasien. Die domestizierte Form (*Camelus ferus bactrianus*) hat ein größeres Verbreitungsgebiet (s. Mat.2).

2. Dromedar (*Camelus dromedaris*)

Das einhöckerige Kamel ist nur als Haustier bekannt. Es lebt in den heißen Trockengebieten Arabiens und Nordafrikas und wurde in der Kolonial- und Pionierzeit nach Australien, Südwestafrika und in das Grenzgebiet zwischen Mexiko und USA eingeführt. Anatomische Studien zeigen den Ansatz eines zweiten Höckers.

Wo Dromedare neben Trampeltieren vorkommen, werden regelmäßig Mischlinge, die Tulus, gezüchtet, die größer und stärker sind. Tulus sind unfruchtbar.

II. Kleinkamele (Lama)

Kleinkamele leben in den Ebenen und im Gebirge Südamerikas. Die Wildformen kommen dort in Grassteppen und Halbwüsten und im Mittel- und Hochgebirge bis zur Schneefallgrenze vor. Alle vier Formen der Gattung paaren sich und bringen Mischlinge zur Welt, die bis auf die unfruchtbaren Nachkommen der Kreuzung von Alpaka und Vicugna alle fruchtbar sind.

1. Guanako (*Lama guanicoe*)

Das Guanako war vor dem Eintreffen der Europäer im 16. Jahrhundert im Flachland, in Küstengebieten, Gebirgen, Savannen und Wüsten weit verbreitet.

2. Vicugna (*Lama vicugna*)

Das Vicugna ist kleiner und zierlicher als das Guanako. Es hat heute nur ein kleines Verbreitungsgebiet im Andenland Südamerikas zwischen 3.000 und 5.500 Metern. Vorzeitfunde zeigen aber, dass es früher auch in den weiten, ebenen Pampasgebieten verbreitet war. Sein Blut zeigt ein starkes O₂-Bindungsvermögen bei geringem Druck.

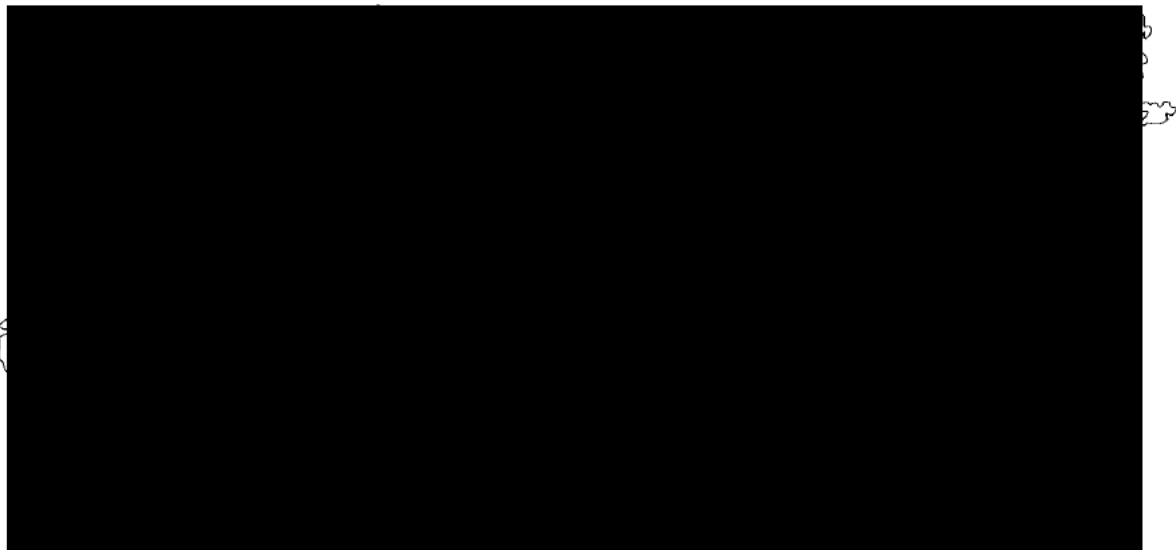
3. Lama (*Lama guanicoe glama*)

Das Haustier Lama wird als Fleischlieferant und Tragtier in den südamerikanischen Anden gehalten.

4. Alpaka (*Lama guanicoe pacos*)

Das Haustier Alpaka ist kleiner als das Lama und dient - ebenfalls in den südamerikanischen Anden - hauptsächlich zur Gewinnung von Wolle.

Mat. 2: Verbreitungskarte



- | | |
|--------------------------|------------------------|
| ■ Dromedar | ▣ Dromedar/Trampeltier |
| ▣ wildes Trampeltier | ▣ Guanako |
| ▣ Trampeltier (Haustier) | ▣ Vicugna/Guanako |

Mat. 3: DNA-Analysen










	Dromedar	Trampeltier	Guanako	Lama	Vicugna
Alpaka	84	85	93	94	98
Dromedar		90	83	84	84
Trampeltier			84	85	85
Guanako				98	93
Lama					93

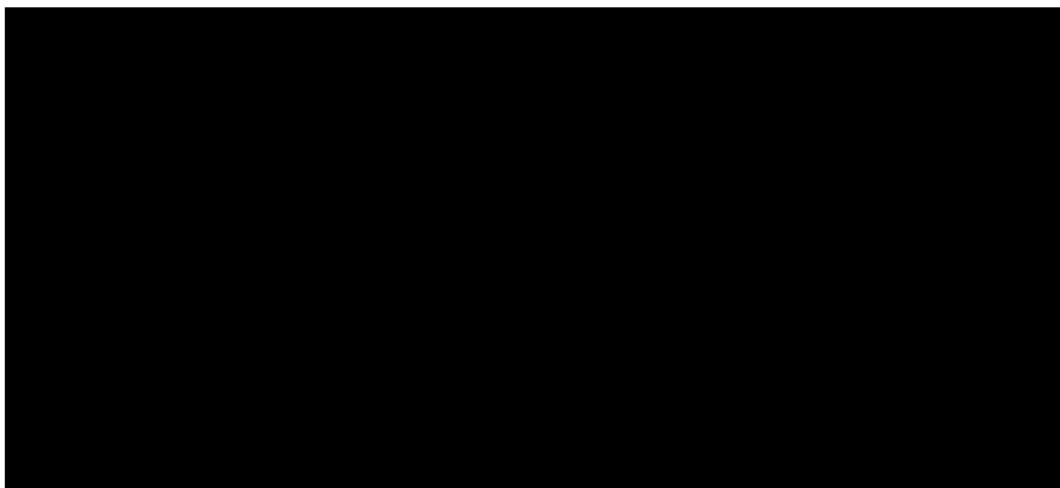
Ähnlichkeiten im mitochondrialen Cytochrom-b-Gen. Das Gen hat eine Länge von 1140 Basen. Angegeben ist der Anteil der übereinstimmenden Nucleotide (in %).

Mat. 4: Fossilfunde und rezente kamelähnliche Tiere (alphabetisch)

Alticamelus	Giraffenkamele; schlank, besonders hochbeinig, langhalsig; Fossilfunde im frühen Miozän und im Pliozän Nordamerikas
Camelops	ähnelten den heutigen Großkamelen; Fossilfunde Ende Pleistozän in Nordamerika
Camelus -dromedaris	rezent; Haustier; einhöckriges Kamel oder Dromedar; domestiziert ungefähr 4000 v. Chr.; nach Knochenfunden mutmaßliche Wildform während Steinzeit (bis 10000 v. Chr.) von Nordafrika über Arabien bis Iran verbreitet.
-ferus bactrianus	rezent; Haustier; zweihöckriges Kamel oder Trampeltier; erster Bericht 3000 v. Chr., heute in Asien weit verbreitet
-ferus ferus	rezent; Wildtier; zweihöckriges Kamel oder Trampeltier, Fossilfunde seit frühem Pleistozän in Eurasien; früher weit verbreitet in Trockengebieten Innerasiens; heute auf wenige Vorkommen in der Mongolei beschränkt
Lama	Rezente Gattung; seit Pleistozän Fossilfunde in Südamerika
- guanicoe	Wildtier, Guanako
-guanicoe glama	Haustier, Lama
- guanicoe pacos	Haustier, Alpaka
- vicugna	Wildtier, Vicugna
Poebrotherium	rehgroßes, kamelähnliches Tier; Fossilfunde im Mitteloligozän Nordamerikas
Procamelus	ähnelte heutigen Kamelen; Fossilfunde im späten Oligozän bis Anfang Pleistozän; Nordamerika
Protylopus	hasengroßes Tier mit einigen Kamelmerkmalen; Fossilfunde im frühen Eozän in Nordamerika
Stenomylus	Gazellenkamele; schlank, leichtfüßig; Fossilfunde im späten Oligozän bis zum Pliozän in Nordamerika

Mat. 5: Erdzeitalter und Landbrücken

Jahre in Millionen	Eurasien und Nordamerika	Nord- und Südamerika	Diese Karte zeigt, in welchen erdgeschichtlichen Epochen es Säugetieren möglich war, zwischen Eurasien und Nordamerika und zwischen Süd- und Nordamerika zu wandern. Die letzte Eiszeit endete vor ca. 12000 Jahren.
Gegenwart = Holozän			
2 - Ende Eiszeit Pleistozän			
10 - 2 Pliozän			
25 - 10 Miozän			
38 -25 Oligozän			
58 - 38 Eozän			
70 - 58 Paleozän			
135 - 70 Kreide			



Die großen Landbrücken:

1. Panama, 2. Bering, 3. Eurasien, 4. Afro-Eurasien, 5. Australasien

Erwartete Schülerleistungen	I	II	III
1. Aufgabe			
Vorkommen (M1, M4): rezent: weltweit 3 Wildformen, 4 Haustierformen, stark anthropogen beeinflusst;	2		
Großkamele Eurasien, Afrika, kolonial auch Amerika, Australien, Südwestafrika; Kleinkamele: Südamerika; Fossil (M4, M5): alle 6 Formen Nordamerika	2		
Ausbreitung (M4, M5): Nordamerika/Eurasien erst im Pleistozän nachgewiesen (obwohl viel früher möglich) Nordamerika/Südamerika seit Pliozän möglich, ab Pleistozän nachgewiesen.	2		
Verwandtschaften: -Bastardbildung (M1): Großkamele Hybridsterilität (genetische Isolation) Kleinkamele: kreuzbar – genetische Isolation bei Alpaka/Vicugna		2 2	
-DNA-Analyse (M3): Größte Übereinstimmung bei Kleinkamelen (alle > 90); besonders eng Vicugna/Alpaka und Guanako/Lama, Großkamele dazu unähnlich (alle < 90), untereinander: Dromedar/Trampeltier (90)		5	
Im Verlauf der Auswertung: Nennung und Anwendung der zutreffenden Evolutionen Faktoren sowie differenzierte Anwendung des Rasse- und Artbegriffs	2 2	3 3	
2. Aufgabe			
Klares, übersichtliches Stammbaumschema (verschiedene Lösungen sind möglich)		6	
Zeitliche und räumliche Zuordnung (Erläuterung): Urform Protylopus („Hase“) -> Poebrotherium („Reh“) (Eozän, Oligozän) Aufspaltungen Oligozän, Miozän) in Nordamerika, parallele Entwicklung mit ausgestorbenen Seiten- linien Altcamelus („Giraffe“), Stenomylus („Gazelle“), Procamelus-Typ („Kamel“) als Stammform heutiger Kamele, Camelops später nordamerikanischer Seitenzweig, allgemeine Größenzunahme (evtl. Verweis auf Pferdeevolution)	6	2	
Emigration nach Eurasien (Pleistozän) -> Camelus -> Domestikation von Trampeltier und Dromedar Trampeltier -> Dromedar (2. Höckeransatz rudimentär);	2	1	

Ab Pleistozän Gattung Lama in Südamerika, Aufspaltung (Rassenbildung) in Guanako und Hochlandform Vicugna (Anpassung), Domestikation von Lama und Alpaka (aus Guanako/Alpaka?)	2	1	
Problematisierung: Unsicherheiten der Stammbaumerstellung (Fossilien lückenhaft (z. B. Protylopus/Poebrotheririm), Zuordnung unsicher (z. B. Camelops/Camelus, Verbindung Procamelus/Lama unklar)			3
Problematisierung: Verwandtschaft Alpaka/Vicugna widersprüchlich (Hybridschwäche <-> hohe DNA-Übereinstimmung)			2
Summe Aufgabe 1 und 2: 50 Punkte	20	25	5

Quellen:

Aulis Verlag Deubner & Co. KG, Köln, *Joachim Jaenicke* (Hrsg.):
Materialienhandbuch Kursunterricht Biologie, Bd. 6., S. 389 ff.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> :U06425-U06430.- Alpaca-Vicugna (Camelidae)
mitochondrion cytochrome b gene, complete cds.

Ökodilemma auf kalifornischen Inseln

Aufgaben:

1. Stellen Sie die Nahrungsbeziehungen der in Tabelle 1 genannten Arten graphisch dar.
2. Erklären Sie die ökologischen Beziehungen der in Text 1 beschriebenen, heute auf den Inseln lebenden Arten.
3. Erläutern Sie die Populationsentwicklungen von Steinadler, Inselfuchs, Wildschwein (Abb. 1 und 2) und die von Ihnen angenommene Populationsentwicklung des Skunks.
4. Diskutieren Sie die in Text 2 dargestellten und zwei weitere mögliche, von Ihnen selbst benannte Schutzmaßnahmen vor dem Hintergrund der im Material 3 (Text 3 und Abb. 3) enthaltenen Informationen.

Material 1:

Text 1

Der Inselfuchs (*Urocyon littoralis*), ein katzen großes Tier, kommt seit 16.000 Jahren endemisch auf den Channel Islands im Süden Kaliforniens vor und ist dort der größte Fleischfresser. Seit 1993 verringerte sich jedoch die Anzahl der Inselfüchse drastisch (Material 2, Abb. 2). So ging beispielsweise auf der Insel San Miguel die Fuchs-Population von 400 (1994) auf 15 Tiere (1999) zurück. Auf der Suche nach einer Erklärung für den rätselhaften Populationseinbruch beschäftigte man sich zunächst mit folgenden Tierarten, die im gleichen Lebensraum wie der Inselfuchs anzutreffen sind:

Auf zwei der acht Channel Islands kommt der Fleckenskunk, eine Stinktier-Art, endemisch vor.

Um 1850 wurden Wildschweine auf den Inseln eingeführt, die sich dort zunächst stark vermehrten.

Bis 1960 brütete auf den Inseln der Weißkopfseeadler, der sich von Fisch, aber nicht von Säugern ernährt. Jagd und DDT-Vergiftung führten zu seiner Ausrottung.

Der ursprünglich auf dem Festland beheimatete Steinadler besiedelt nun auch die Channel Islands. Seit den 90er Jahren hat die Population der Steinadler stark zugenommen (Material 2, Abb. 1).

Größe:	
Gewicht:	
Aktivitätszeit:	
Nahrung:	
Fortpflanzung:	

Tab 1: Ökologische Kenndaten

Material 2:



Abb. 1: Populationsdynamik der Steinadler



Abb. 2: Populationsdynamik der Füchse,
Wildschweine und Skunks

Text 2:

Zum Schutz der Inselfuchs-Population sind verschiedene Maßnahmen geplant:

- Zucht der Inselfüchse in Gefangenschaft und anschließende Auswilderung.
- Ausrottung der Wildschweine auf den Inseln, wo der Rückgang an Inselfüchsen am gravierendsten ist.

Material 3:

Text 3

In den 60er Jahren formulierten R. Mac Arthur und E.O. Wilson eine allgemeine Theorie zur Inselbiogeographie, die wichtige Einflussmöglichkeiten auf die Artenvielfalt einer Insel beinhaltet. Sie gingen von folgenden Grundüberlegungen aus:

Wenn eine Insel neu besiedelt wird, wird ein Teil der auf dem nächstgelegenen Festland lebenden Arten immigrieren und die Insel besiedeln, sofern diese über geeignete Lebensräume verfügt.

Die Immigrationsrate wird im Laufe der Zeit kleiner werden, da die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass eine neue Art vom Festland die Insel erreicht.

Wenn alle Arten vom Festland die Insel erreicht haben, ist die Immigrationsrate gleich Null.

Mit der Zunahme der Anzahl der Inselarten steigt die interspezifische Konkurrenz und damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Arten auf der Insel aussterben (Extinktion).

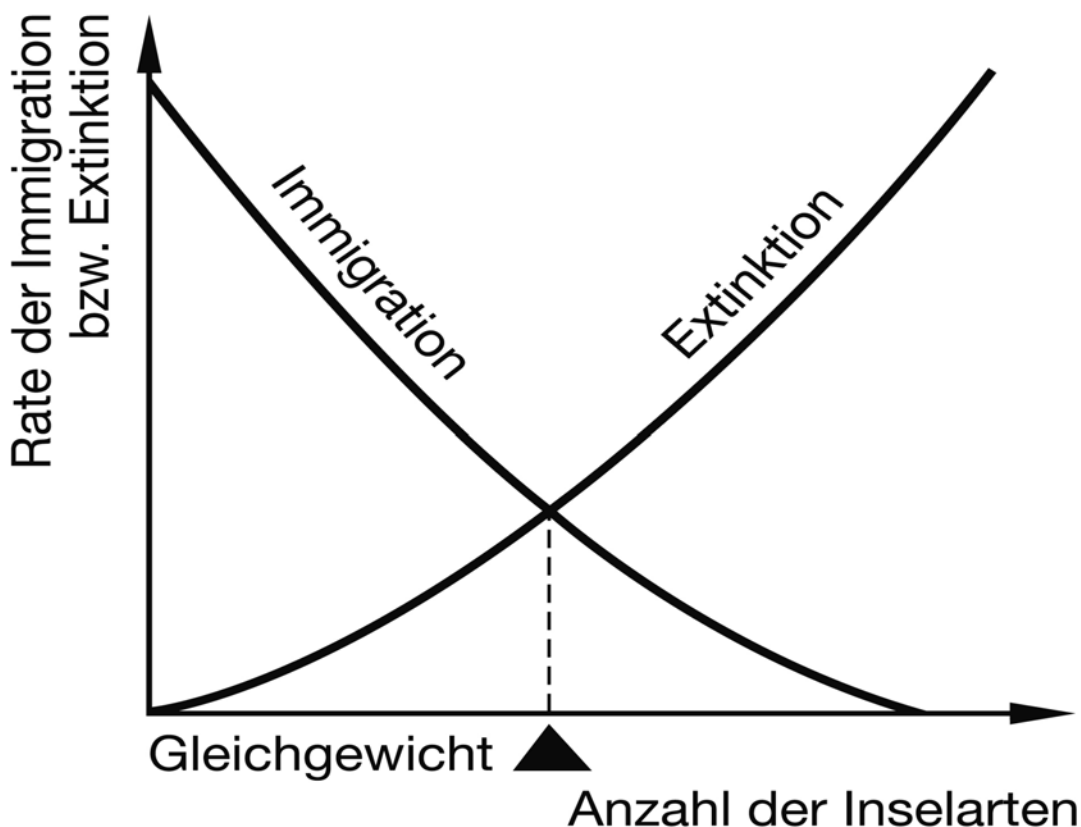


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Immigrations- und Extinktionsrate sowie der Artenzahl

Aufg.	Erwartete Leistung	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
1	Nahrungsnetz	8		
2	<p>Inselfuchs und Fleckenskunk stehen miteinander in Nahrungskonkurrenz (Mäuse, Insekten). Konkurrenzverminderung durch unterschiedliche Aktivitätszeiten. Konkurrenz in Bezug auf den pflanzlichen Nahrungsanteil lässt sich auch zwischen Inselfuchs und Wildschwein vermuten.</p> <p>Wildschwein und Fleckenskunk haben verschiedene ökologische Nischen ausgebildet (Aktivitätszeit, Nahrungsspektrum): Konkurrenzverminderung.</p> <p>Der Steinadler ernährt sich von allen drei Säugerarten, dürfte aber aufgrund ihrer Größe und der Aktivitätszeit Inselfuchs und Frischlinge bevorzugen.</p> <p>Anders als der Inselfuchs kann das Wildschwein Ausfälle durch eine hohe Fortpflanzungsrate kompensieren.</p> <p>Der nachtaktive Fleckenskunk dürfte seltener vom tagaktiven Steinadler geschlagen werden und profitiert vom Rückgang seines Nahrungskonkurrenten, dem Inselfuchs.</p>	2	2	
3	<p><u>Steinadler</u>: Zunahme, in Abhängigkeit vom Rückgang des Weißkopfseeadlers (Nistplatzkonkurrenz), bei ausreichendem Nahrungsangebot</p> <p><u>Inselfuchs</u>: Abnahme, in Abhängigkeit vom Auftreten des Steinadlers (starker Feinddruck) und geringer Reproduktionsrate</p> <p><u>Wildschwein</u>: Abnahme, in Abhängigkeit vom Auftreten des Steinadlers, aber hohe Reproduktionsrate, daher geringerer Effekt als beim Wildschwein</p> <p><u>Fleckenskunk</u>: Zunahme, in Abhängigkeit vom Rückgang der Füchse (nachlassender Konkurrenzdruck); Erreichen der Kapazitätsgrenze, die durch Nahrungsangebot gegeben ist</p>	2	1	
4	<p><u>Auswilderung</u>: Kurzfristige Erhöhung der Populationsdichte, keine langfristige Sicherung, solange Feinddruck der Steinadler besteht</p> <p><u>Ausrottung der Wildschweine</u>: Betrachtung von Feinddruck und Konkurrenz als gegenläufige Effekte</p> <p><u>zwei weitere Maßnahmen</u>: Maßnahmen zur Verminderung der Steinadler mit schlüssigen Argumenten</p> <p>Gleichgewicht der Arten muss durch Verminderung der Steinadler (neu immigrierte Art mit gegenüber dem Weißkopfseeadler andersartigem Nahrungsspektrum) wieder hergestellt werden, sonst ohne Intervention des Menschen Extinktion der Inselfüchse.</p>	1	2	
	Summe Aufgabe 1 bis 4: 50 Punkte	20	25	5

Quellen:

Unterricht Biologie, Heft 294, 2004, S. 47 f.
PdN, Heft 7, 2007, S. 4 f.

Diebe im Netz

Aufgaben

1. Skizzieren und erläutern Sie alle angeführten Wechselbeziehungen (Abbildung 1 und Text 1).
2. Analysieren Sie die Mechanismen und Anpassungen, die das Zusammenleben der Argyrodes-Arten regeln (Abbildungen 2 und 2).
3. Erklären Sie ausgehend vom Beispiel, dass Artenschutz und Biotopschutz eng verknüpft sind.

Material:

Text 1

Die Netze der subtropischen Spinnen aus der Gattung *Nephila* sind die größten, die man kennt. Durchmesser von über einem Meter sind keine Seltenheit. Ihre Festigkeit ist außerdem so groß, dass sich sogar kleine Vögel darin verfangen. Im großen Radnetz der Weibchen (Körper ohne Beine bis 6 cm), die alleine diese Netze bauen, ist der obere Teil ausgespart und der Sitzplatz der Spinne etwas aus dem Zentrum verlagert. Über diesem Ansitz auf der Nabe befindet sich ein dreidimensionales Gewebe, das «barrier web», das vor allem Schutz vor räuberischen Vögeln oder großen Raubinsekten wie Wespen bietet.

Die *Nephila*-Netze sind also aufwendige Konstruktionen und bleiben deshalb recht lange bestehen. Auftretende Schäden werden ausgebessert. Die Netze stellen einen eigenen Lebensraum dar, den beispielsweise die viel kleineren *Nephila*-Männchen nach der Geschlechtsreife ebenfalls nutzen. Man findet bisweilen mehrere Männchen gleichzeitig, die im Netz gefangene Insekten verzehren.

Aber auch andere «diebische Gäste» siedeln sich an. Sie fressen gleichzeitig mit *Nephila* an der Beute, stehlen eingesponnene und unter der Nabe aufgehängte Beutetiere oder erbeuten von ihr unbeachtete kleinere Insekten an der Peripherie des Netzes. Alle «Untermieter» können andererseits dem *Nephila*-Weibchen zum Opfer fallen. Männchen werden nur bei der Paarung geduldet.

In den Netzen der Weibchen der panamesischen Seidenspinne *Nephila clavipes* finden sich regelmäßig zwei diebische Spinnen aus der Gattung *Argyrodes*: *Argyrodes elevatus*, eine mittelgroße Art mit extrem langen Vorderbeinen und einem konischen, auffällig silbrigen Hinterleib, lebt ausschließlich vom Diebstahl im Netz von *Nephila clavipes*. *Argyrodes caudatus* ist zwar ebenfalls mittelgroß, sein Hinterleib ist jedoch unregelmäßig zylinderförmig und mattbraun gefärbt. In Ruhestellung zieht *A. caudatus* die Beine über den Vorderleib und ist so gut getarnt. *A. caudatus* kommt auch in den Netzen anderer Spinnenarten vor und kann sogar – unabhängig von anderen Spinnen – ein eigenes kleines Netz bauen. Zudem erbeutet *A. caudatus* Eisäcke und junge Spinnen seiner «Gastgeber». Beide *Argyrodes*-Arten weben eigene Fäden in das *Nephila*-Netz mit ein.

Abbildung 1: *Argyrodes elevatus* und *Argyrodes caudatus* im Netz der Seidenspinne *Nephila clavipes*.

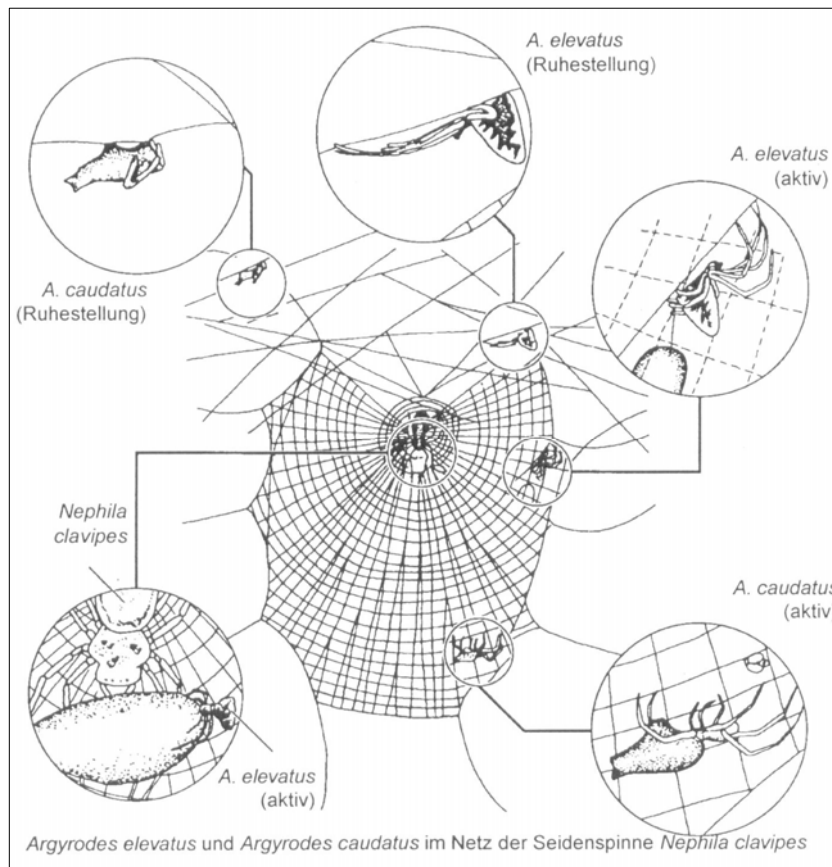


Abbildung 2: Tag-Nacht-Aktivität zweier gemeinsam in einem *Nephila*-Netz lebender *Argyrodes*-Arten

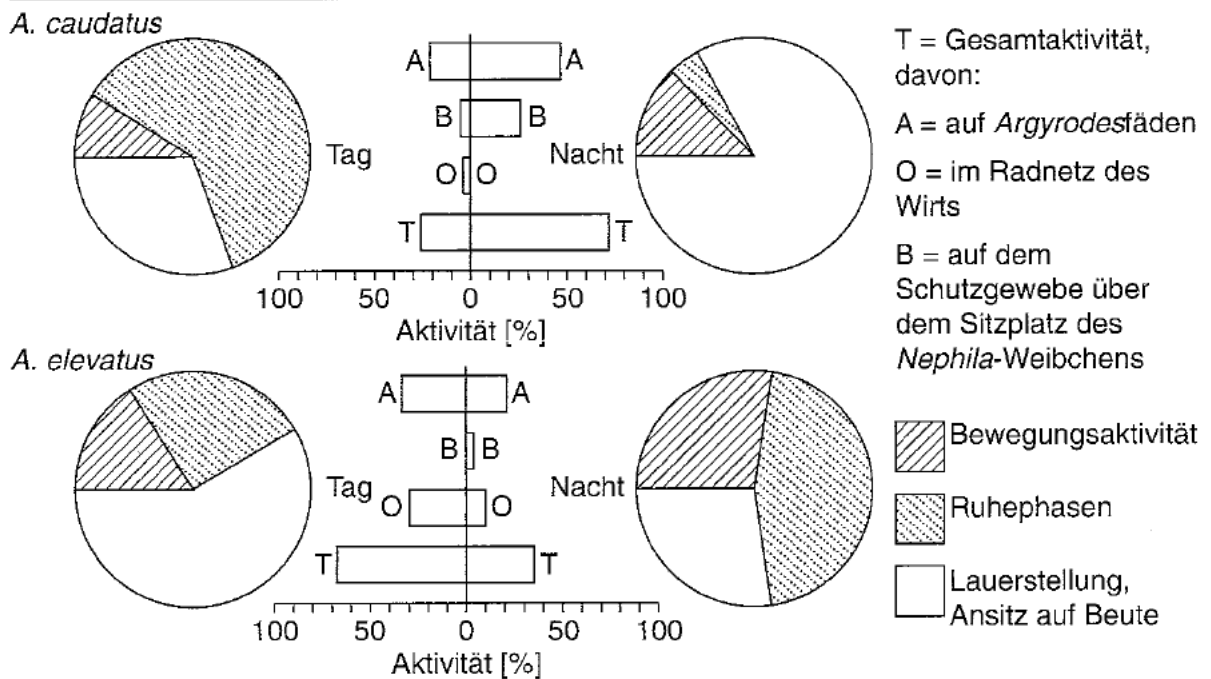
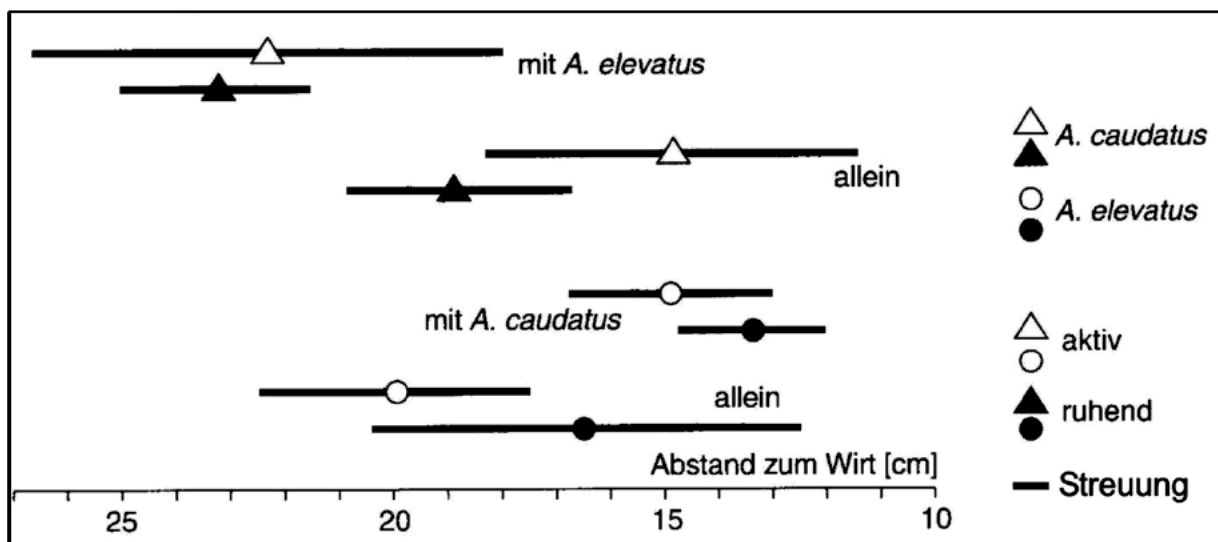


Abbildung 3: Durchschnittlicher Aufenthaltsabstand zweier *Argyrodes*-Arten zum Wirt *Nephila* in dessen Netz.



Aufg.	Erwartete Leistung	Zuordnung Bewertung		
		I	II	III
1	<p>Wechselbeziehungen angeben und skizzieren (I), erläutern (II):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diverse Räuber-Beute-Beziehungen • Parasit-Wirt • inter- und intraspezifische Konkurrenz • Beziehungen zwischen Weibchen und Männchen von <i>Nephila</i> (Kannibalismus, Kosten / Nutzenaspekt der 'Bewirtung' der Männchen) 	4 2 3 3	2 1 2 1	
2	<p>Konkurrenzverminderung belegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Aktivitätsmuster (Tag / Nacht) • Aufenthaltsort auf fremden / eigenen Fäden, im Radnetz/auf Schutzgewebe (Abbildung 2), • Abstand zu <i>Nephila</i> ist abhängig von der Anwesenheit der anderen Art, <i>A. caudatus</i> sehr variabel (Abbildung 3), • ruhend <i>A. caudatus</i> immer größerer Abstand / Bezug zur Anpassung an den Wirt <p>Einnischung belegt durch: Unterschiedliche Bindung an Wirt: (fakultativer / obligatorischer Parasit):</p> <ul style="list-style-type: none"> • engere Bindung (<i>A. elevatus</i>) → differenzierte Anpassungen im Verhalten u. größere Abhängigkeit • größere Distanz zum Wirt (<i>A. caudatus</i>) → 'Unabhängigkeit' und breitere ökologische Potenz. 	1 1 1 1	2 2 2 2	
3	<p>Materialbezogene Darstellung des Arten- und Biotopschutzkonzeptes: z. B. Abhängigkeiten innerhalb des Netzes und Konsequenzen / Auswirkungen bei Störungen. Fernwirkung solcher Störungen auf andere Ökosysteme (z. B. über Räuber-Beute-Beziehungen von Spinnen/Insekten) Aussterben bestimmter Arten führt zum Verschwinden weiterer (<i>Nephila</i>, <i>A. elevatus</i>) und Nischenverschiebung anderer (<i>A. caudatus</i>)</p>		5	5
Summe Aufgabe 1 bis 3: 50 Punkte		20	25	5

Quelle: Unterricht Biologie (1994), 196, S. 48-50