



Name: _____

Abiturprüfung 2020

Biologie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Thema: Evolutive Trends bei Krallenaffen

1. Erläutern Sie kurz ein molekulares Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen. Prüfen Sie kritisch, inwiefern die morphologischen Daten den auf molekularen Analysen basierenden Stammbaum stützen (Material A). *(14 Punkte)*
2. Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Körpermasse und Stoffwechselrate der in Abbildung 1 erfassten Primaten (Material B) und erklären Sie vor diesem Hintergrund die in Material C aufgeführten Verhaltensweisen und Nahrungspräferenzen der Krallenaffen (Materialien B und C). *(12 Punkte)*
3. Nennen Sie vier Eigenschaften des genetischen Codes. Begründen Sie anhand von Tabelle 2, welche Aminosäuren das WFIKKN1-Protein des letzten gemeinsamen Vorfahren von Alt- und Neuweltaffen an den betrachteten Positionen aufgewiesen haben könnte (Material D). Ermitteln Sie für jede dieser Aminosäuren ein mögliches Tripletts des zugehörigen codogenen DNA-Strangs (Materialien D und F). Diskutieren Sie vor diesem Hintergrund molekulare Ursachen für das regelmäßige Auftreten von Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen (Tabelle 2, Material D). *(22 Punkte)*
4. Erklären Sie das Konzept der reproduktiven Fitness und erläutern Sie auf Basis von Tabelle 3 das Paarungssystem der Weißbüscheläffchen unter Fitnessaspekten (Material E). Entwickeln Sie unter Berücksichtigung des Laborexperiments aus Material E eine Hypothese, wie sich bei Weißbüscheläffchen die Neigung zu Mehrlingsgeburten sowie das fürsorgliche Aufzuchtverhalten männlicher Tiere evolutiv entwickelt haben könnten (Materialien B bis E). *(18 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Verwandtschaftsbeziehungen der Krallenaffen

Krallenaffen bilden eine Familie der Neuweltaffen. Namensgebendes Merkmal sind Krallen an den Endgliedern der Finger und Zehen, mit Ausnahme der Großzehe. Neben molekularen Daten werden auch morphologische Daten genutzt, um Verwandtschaftsbeziehungen zu ermitteln. Bei Krallenaffen wurden zum Beispiel die relative Eckzahngröße sowie die Form des Oberkiefers untersucht (Tabelle 1). Stark ausgeprägte Eckzähne und rundere Kiefer gelten als ursprüngliche Merkmale bei Krallenaffen.

Tabelle 1 Stammbaum und Morphologie ausgewählter Krallenaffengattungen.

Der Stammbaum basiert auf DNA-Sequenzen mehrerer homologer Gene. Die Größe der Unterkiefer-Eckzähne wird relativ zur Größe der benachbarten, zweiten Schneidezähne angegeben. Bei 100 % sind Eck- und Schneidezähne gleich lang. Die Maßzahl für die Form des Oberkiefers wird aus dessen Breite an den Eckzähnen sowie weiteren morphologischen Messgrößen des Schädels ermittelt. Der Oberkiefer ist umso runder, je größer und umso länglicher, je kleiner diese Zahl ist.

Stammbaum	Gattung	relative Größe der unteren Eckzähne	Maßzahl für die Form des Oberkiefers
	Tamarine	170 %	0,82
	Löwenäffchen	163 %	0,70
	Springtamarine	198 %	0,68
	Büscheläffchen	93 %	0,32
	Zwergseidenäffchen	98 %	0,25
	Seidenäffchen	112 %	0,42

Material B: Stoffwechselrate und Körpermasse bei Primaten

Die Krallenaffen zählen mit einer Kopf-Rumpf-Länge von nur 12 bis 35 Zentimetern zu den kleinsten Primaten, wobei ihr Schwanz mit 15 bis 44 Zentimetern stets deutlich länger als der Körper ist. Ihre Körpermasse variiert von 100 bis 800 Gramm. Krallenaffen sind wie alle Primaten endotherm. Im Rahmen einer Studie wurde die Stoffwechselrate als Energieumsatz in Ruhe bei unterschiedlich großen Primaten genauer untersucht (Abbildung 1).

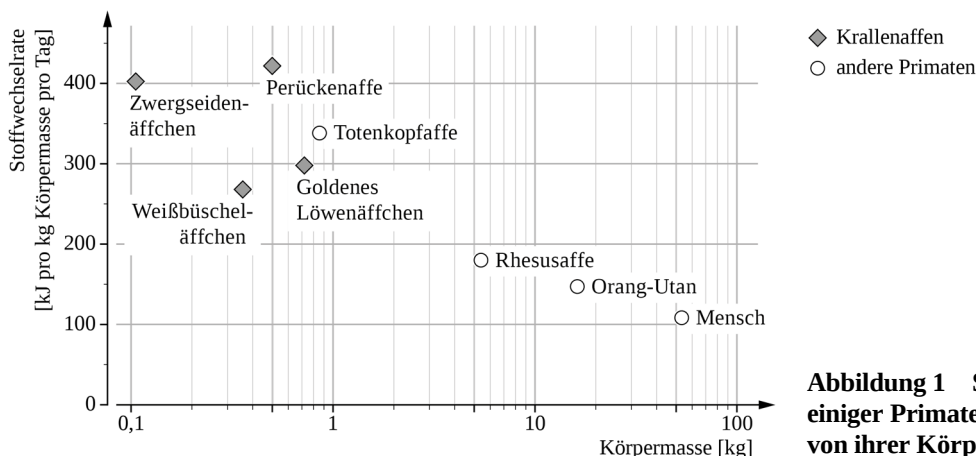


Abbildung 1 Stoffwechselrate einiger Primaten in Abhängigkeit von ihrer Körpermasse.



Name: _____

Material C: Lebensweise der Krallenaffen

Krallenaffen leben in den tropischen Wäldern Mittel- und Südamerikas, in denen relativ konstant warme Tages- und etwas niedrigere Nachttemperaturen herrschen. Nachts schlafen die tagaktiven Tiere oft eng aneinander gedrängt in Baumhöhlen oder im Pflanzendickicht. Krallenaffen bevorzugen als tierische Nahrung Heuschrecken, die relativ groß, aber trotzdem recht leicht zu erbeuten sind. Daneben ernähren sie sich von saisonal verfügbaren Früchten, wobei sie im Allgemeinen kleinere Früchte gegenüber größeren Früchten vorziehen, da erstere häufiger im Lebensraum vorkommen und mit weniger Aufwand zu finden sind. Büscheläffchen weisen spezialisierte Zähne auf, mit denen sie Löcher in die Rinde von Bäumen nagen, um an Baum-säfte zu gelangen. Zudem wurden in ihrem Darm spezielle Mikroorganismen nachgewiesen, die ihnen die Verdauung von energiereichen Säften des Gummibaums ermöglichen.

Material D: Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen

Bis auf den Springtamarin (*Callimico goeldii*) zeigen alle Krallenaffen hinsichtlich ihrer Fortpflanzung die Besonderheit, dass bei ihnen im Gegensatz zu anderen Primaten nur selten Einlingsgeburten, sondern in der Regel Mehrlingsgeburten (Zwillinge oder Drillinge) auftreten. Bei Primaten sind mehrere Gene identifiziert worden, deren Genprodukte mit dem Auftreten regelmäßiger Mehrlingsgeburten zusammenhängen könnten. Zu ihnen gehört das Gen *WFIKKN1*. Es codiert für ein Protein, dessen Wirkung im Zusammenhang mit dem Eisprung und der Fortpflanzungsfähigkeit weiblicher Primaten steht. In Tabelle 2 sind ein Vergleich der Aminosäuren an einigen funktionell möglicherweise bedeutsamen Positionen des *WFIKKN1*-Proteins sowie die phylogenetischen Beziehungen verschiedener Primaten zusammengefasst. Der dargestellte Stammbaum basiert auf den Vergleichen von DNA-Sequenzen mehrerer homologer Gene.

Tabelle 2 Phylogenetische Beziehungen verschiedener Primaten sowie Vergleich ausgewählter Aminosäuren der jeweiligen *WFIKKN1*-Proteine. Die Aminosäurepositionen entsprechen der Nummerierung des menschlichen *WFIKKN1*-Proteins.

	Aminosäureposition				regelmäßig Mehrlingsgeburten
	307	312	496	545	
Altweltaffen					
Mensch	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Orang-Utan	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Rhesusaffe	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Neuweltaffen					
Gehaubter Kapuziner	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Gewöhnlicher Totenkopffaffe	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Weißstirnklammeraffe	Thr	Pro	Ala	Arg	nein
Krallenaffen					
Schwarzmanteltamarin	Ala	Ser	Val	His	ja
Springtamarin	Thr	Ser	Val	His	nein
Weißbüscheläffchen	Ala	Ser	Val	His	ja



Name: _____

Material E: Paarungssystem und Aufzuchtverhalten bei Weißbüscheläffchen

In freier Wildbahn konnten das Paarungs- und Aufzuchtverhalten der Weißbüscheläffchen beobachtet werden (Tabelle 3).

Tabelle 3 Paarungssystem und Aufzuchtverhalten von Weißbüscheläffchen

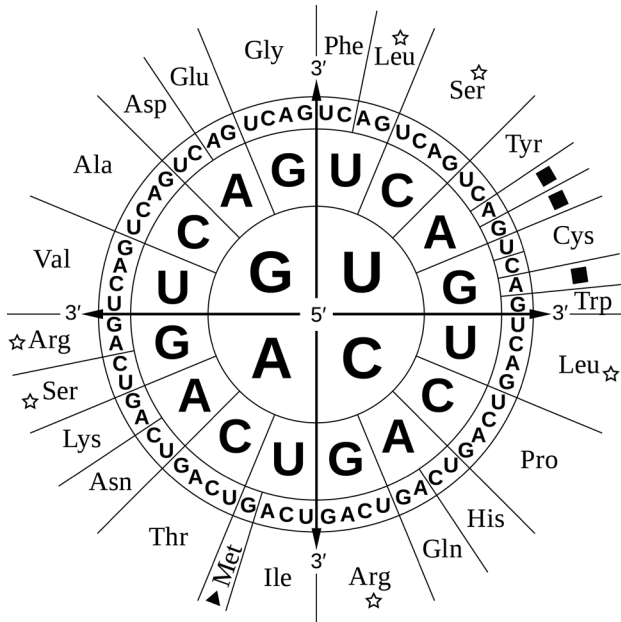
Gruppenzusammensetzung	<ul style="list-style-type: none">• drei bis 15 Individuen• Gruppe umfasst mehrere erwachsene Männchen und Weibchen sowie deren Jungtiere
Paarungssystem	<ul style="list-style-type: none">• ein dominantes Weibchen und ein dominantes Männchen bilden ein Paar, selten können sich auch weitere Männchen mit dem dominanten Weibchen paaren oder auch weitere Weibchen mit dem dominanten Männchen• der Eisprung der übrigen Weibchen wird meist durch Duftstoffe des dominanten Weibchens unterdrückt
Geburtenrate	<ul style="list-style-type: none">• zweimal im Jahr in der Regel Zwillingsgeburten des dominanten Weibchens
Aufzuchtverhalten	<ul style="list-style-type: none">• ab der vierten Woche nehmen Jungtiere neben Muttermilch auch feste Nahrung auf• Gruppenmitglieder, insbesondere erwachsene Männchen, kümmern sich intensiv um den Nachwuchs, tragen die Jungtiere eng am Körper herum oder teilen Nahrung mit ihnen (Helfer-System)

Im Rahmen eines Laborexperiments wurden Männchen von Weißbüscheläffchen auf Grundlage von Beobachtungen entweder als „fürsorglich“ oder „nicht-fürsorglich“ klassifiziert. Als fürsorglich wurden Männchen bezeichnet, die im Gegensatz zu nicht-fürsorglichen unmittelbar auf Stresslaute von Jungtieren reagierten. Anschließend wurden Zuchtgruppen mit ausschließlich fürsorglichen oder ausschließlich nicht-fürsorglichen Männchen gebildet und es wurde die Überlebensrate von neugeborenen Weißbüscheläffchen bis zum Ende des ersten Lebensmonats untersucht. In der Zuchtgruppe mit fürsorglichen Männchen überlebten 96 % der im Untersuchungszeitraum geborenen Zwillinge und 80 % der Drillinge den ersten Lebensmonat. In der Zuchtgruppe mit nicht-fürsorglichen Männchen überlebten 80 % der Zwillinge und 38 % der Drillinge. Dieses Aufzuchtverhalten ist bei den Weißbüscheläffchen vermutlich genetisch veranlagt.



Name: _____

Material F: Codesonne und Tabelle zum genetischen Code



- ▶ Start-Codon
- Stopp-Codon
- ☆ zweimal auftretende Aminosäure

- Ala Alanin
- Arg Arginin
- Asn Asparagin
- Asp Asparaginsäure
- Cys Cystein
- Gln Glutamin
- Glu Glutaminsäure
- Gly Glycin
- His Histidin
- Ile Isoleucin
- Leu Leucin
- Lys Lysin
- Met Methionin
- Phe Phenylalanin
- Pro Prolin
- Ser Serin
- Thr Threonin
- Trp Tryptophan
- Tyr Tyrosin
- Val Valin

Erste Base 5'	Zweite Base				Dritte Base 3'
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	■	■	A
	Leu	Ser	■	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	▶Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2020

Biologie, Leistungskurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Evolutive Trends bei Krallenaffen

1. Erläutern Sie kurz ein molekulares Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen. Prüfen Sie kritisch, inwiefern die morphologischen Daten den auf molekularen Analysen basierenden Stammbaum stützen (Material A). (14 Punkte)
2. Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Körpermasse und Stoffwechselrate der in Abbildung 1 erfassten Primaten (Material B) und erklären Sie vor diesem Hintergrund die in Material C aufgeführten Verhaltensweisen und Nahrungspräferenzen der Krallenaffen (Materialien B und C). (12 Punkte)
3. Nennen Sie vier Eigenschaften des genetischen Codes. Begründen Sie anhand von Tabelle 2, welche Aminosäuren das WFIKKN1-Protein des letzten gemeinsamen Vorfahren von Alt- und Neuweltaffen an den betrachteten Positionen aufgewiesen haben könnte (Material D). Ermitteln Sie für jede dieser Aminosäuren ein mögliches Triplet des zugehörigen codogenen DNA-Strangs (Materialien D und F). Diskutieren Sie vor diesem Hintergrund molekulare Ursachen für das regelmäßige Auftreten von Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen (Tabelle 2, Material D). (22 Punkte)
4. Erklären Sie das Konzept der reproduktiven Fitness und erläutern Sie auf Basis von Tabelle 3 das Paarungssystem der Weißbüscheläffchen unter Fitnessaspekten (Material E). Entwickeln Sie unter Berücksichtigung des Laborexperiments aus Material E eine Hypothese, wie sich bei Weißbüscheläffchen die Neigung zu Mehrlingsgeburten sowie das fürsorgliche Aufzuchtverhalten männlicher Tiere evolutiv entwickelt haben könnten (Materialien B bis E). (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A:
Tabelle 1: Stammbaum verändert nach Perelman et al., 2011, Abb. 4, S. 854; relative

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

Eckzahngrößen nach Schröpel, 2010, Abb. 8, S. 31; Oberkieferform nach Forsythe & Ford, 2011, Abb. 2, S. 2135 (die Werte dort wurden mit $\frac{1}{3}$ (10 PWC – 8) linear auf den angegebenen Wertebereich transformiert)

- Material B:
Abbildung 1 verändert nach Leonard et al., 2007, Tab. 1, S. 313
- Material D:
Tabelle 2: Stammbaum verändert nach Perelman et al., 2011, Abb. 4, S. 854; übrige Daten verändert nach Worley et al., 2014, Abb. 4, S. 854 und Supplements
- Material E:
Tabelle 3 nach Cawthon Lang, 2005
- Cawthon Lang, K. (18.05.2005). Primate Factsheets: Common marmoset (*Callithrix jacchus*) Behavior. Abgerufen 12. Februar 2020, von http://pin.primat.wisc.edu/factsheets/entry/common_marmoset/behav
- Forsythe, E. C. & Ford, S. M. (2011). Craniofacial Adaptations to Tree-Gouging Among Marmosets. *The Anatomical Record*, 294(12), 2131–2139. <https://doi.org/10.1002/ar.21500>
- Krallenaffen. (2019). In *Wikipedia*. Abgerufen von <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Krallenaffen&oldid=191111963>
- Leonard, W. R., Snodgrass, J. J. & Robertson, M. L. (2007). Effects of Brain Evolution on Human Nutrition and Metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 27(1), 311–327. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.27.061406.093659>
- Perelman, P., Johnson, W. E., Roos, C., Seuánez, H. N., Horvath, J. E., ... Pecon-Slattery, J. (2011). A Molecular Phylogeny of Living Primates. *PLoS Genet*, 7(3), e1001342. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1001342>
- Schröpel, M. (2010). *Krallenaffen* (2., überarb. Aufl, Bd. 1). Norderstedt: Books on Demand.
- Worley, K. C., Warren, W. C., Rogers, J., Locke, D., Muzny, D. M., ... The Marmoset Genome Sequencing and Analysis Consortium. (2014). The common marmoset genome provides insight into primate biology and evolution. *Nature Genetics*, 46(8), 850–857. <https://doi.org/10.1038/ng.3042>
- Ziegler, T. E., Sosa, M. E. & Colman, R. J. (2017). Fathering style influences health outcome in common marmoset (*Callithrix jacchus*) offspring. *PLOS ONE*, 12(9), e0185695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185695>

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2020

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf.

Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte

Genetik

- Proteinbiosynthese

Ökologie

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Evolution

- Evolution und Verhalten

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Stammbäume

2. *Medien/Materialien*

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert kurz ein molekulares Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aus unterschiedlichen Arten wird DNA isoliert, gegebenenfalls mittels PCR amplifiziert und es werden zum Beispiel Bereiche homologer Gene sequenziert. • Die DNA-Sequenzen der Gene verschiedener Arten werden verglichen. Daraus können phylogenetische Stammbäume abgeleitet werden. • Je weiter die Arten stammesgeschichtlich voneinander entfernt sind, umso mehr Unterschiede werden sich in den verglichenen DNA-Sequenzen aufgrund von Mutationen angesammelt haben. <p><i>(Die korrekte Darstellung der vergleichenden Analyse von Aminosäuresequenzen ist ebenso zu bewerten.)</i></p>	6
2	<p>prüft kritisch, inwiefern die morphologischen Daten den auf molekularen Analysen basierenden Stammbaum stützen (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nach dem phylogenetischen Stammbaum basierend auf DNA-Sequenzvergleichen mehrerer homologer Gene sind Tamarine die ursprünglichste Gruppe der Krallenaffen. Bezieht man sich auf die relative Eckzahngröße als ursprüngliches Merkmal, so müssten Springtamarine die ursprünglichste Gattung sein. • Seidenäffchen sind nach den molekularen Daten zusammen mit den Zwergseidenäffchen phylogenetisch sehr abgeleitete Gattungen und nahe verwandt. Nach der Oberkieferform sollten die Seidenäffchen allerdings mit den Springtamarinen und den Büscheläffchen näher verwandt sein, da ihr Oberkiefer runder zu sein scheint als bei Zwergseidenäffchen und Büscheläffchen. • Es ergeben sich mehrere Widersprüche zwischen Verwandtschaftsbeziehungen abgeleitet von den morphologischen oder den molekularen Daten. Daher stützen die hier angegebenen morphologischen Daten den molekularen Stammbaum nicht. <p><i>(Andere gleichwertige sachlogisch korrekte Ausführungen führen ebenfalls zur Vergabe der vollen Punktzahl.)</i></p>	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert den Zusammenhang zwischen Körpermasse und Stoffwechselrate der in Abbildung 1 erfassten Primaten (Material B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primaten mit einem großen Körpergewicht, wie zum Beispiel Rhesusaffe, Orang-Utan oder Mensch, haben in Ruhe pro Kilogramm Körpermasse eine geringere Stoffwechselrate und damit einen geringeren Energieumsatz als Primaten mit kleinem Körpergewicht, wie zum Beispiel verschiedene Krallenaffen und der Totenkopffaffe. 	2

2	<p>erläutert den Zusammenhang zwischen Körpermasse und Stoffwechselrate der in Abbildung 1 erfassten Primaten (Material B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primaten sind endotherme Tiere. Sie können ihre Körpertemperatur unabhängig von der Außentemperatur konstant halten, wobei sie durch den Stoffwechsel produzierte Wärmeenergie nutzen oder ihren Körper etwa durch Schwitzen kühlen. • Bei Primaten mit größerer Körpermasse ist das Verhältnis aus Körperoberfläche und Körpervolumen kleiner, weshalb sie weniger leicht auskühlen als kleinere Primaten. • Dies ist ein Grund für die vergleichsweise niedrigere Stoffwechselrate größerer Primaten. 	4
3	<p>erklärt vor diesem Hintergrund die in Material C aufgeführten Verhaltensweisen und Nahrungspräferenzen der Krallenaffen (Materialien B und C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Krallenaffen besitzen aufgrund ihres geringen Körpergewichts einen relativ hohen Energiebedarf. Indem Krallenaffen eng aneinander gedrängt schlafen, teilen sie ihre Körperwärme miteinander und reduzieren so den Energieaufwand zur Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur bei im Vergleich zum Tag etwas niedrigeren Nachttemperaturen. • Sie zeigen mehrere Anpassungen, die ihnen einen effizienten Nahrungserwerb ermöglichen. Die Jagd großer Heuschrecken und die Bevorzugung häufig vorkommender kleiner Früchte verdeutlichen, dass Krallenaffen mit möglichst wenig Energieeinsatz Nahrung erwerben. Bei den Büscheläffchen ermöglichen spezielle Darmbakterien die Erschließung von Baumsäften des Gummibaums als energiereiche Nahrungsquelle. Die Bildung dieser Nahrungsnische vermindert interspezifische Konkurrenz. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>nennt vier Eigenschaften des genetischen Codes, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der genetische Code ist nahezu universell, ein Triplet-Code, eindeutig und kommafrei. Da einige Aminosäuren durch mehrere Basentriplets codiert werden, weist der Code eine Redundanz auf. <p><i>(Für die Vergabe der vollen Punktzahl müssen nur vier Eigenschaften genannt werden.)</i></p>	4
2	<p>begründet anhand von Tabelle 2, welche Aminosäuren das WFIKKN1-Protein des letzten gemeinsamen Vorfahren von Alt- und Neuweltaffen an den betrachteten Positionen aufgewiesen haben könnte (Material D), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die WFIKKN1-Proteine der Altweltaffen und einer Untergruppe der Neuweltaffen haben an den Positionen 307, 312, 496 und 545 übereinstimmende Aminosäuren, die von denen der Krallenaffen abweichen. Die Krallenaffen zeigen als eine Untergruppe der Neuweltaffen an den Positionen 312, 496 und 545 übereinstimmende Aminosäuren. • Der letzte gemeinsame Vorfahre von Alt- und Neuweltaffen wird daher an den hier ausgewählten Positionen vermutlich die gleichen Aminosäuren besessen haben wie die Altweltaffen und die Untergruppe der Neuweltaffen, die den Gehäubten Kapuziner, den Gewöhnlichen Totenkopffaffen und den Weißstirnklammeraffen umfasst. Dies wären 307 Threonin, 312 Prolin, 496 Alanin und 545 Arginin. 	6

3	<p>ermittelt für jede dieser Aminosäuren ein mögliches Tripletts des zugehörigen codogenen DNA-Strangs (Materialien D und F), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der Redundanz des genetischen Codes gibt es mehrere Triplets, die die Aminosäuren Threonin, Prolin, Alanin und Arginin codieren: <table border="1" data-bbox="306 362 1232 555"> <tr> <td>Position</td> <td>307</td> <td>312</td> <td>496</td> <td>545</td> </tr> <tr> <td>Aminosäure</td> <td>Threonin</td> <td>Prolin</td> <td>Alanin</td> <td>Arginin</td> </tr> <tr> <td>mRNA-Codon (5'-3'-Leserichtung)</td> <td>ACN</td> <td>CCN</td> <td>GCN</td> <td>CGN oder AGG oder AGA</td> </tr> <tr> <td>codogener DNA-Strang (3'-5'-Leserichtung)</td> <td>TGN*</td> <td>GGN*</td> <td>CGN*</td> <td>GCN* oder TCC oder TCT</td> </tr> </table> <p><i>N steht als Platzhalter für ein beliebiges mRNA-Nukleotid, N* für das zugehörige komplementäre DNA-Nukleotid. (Für die Vergabe der vollen Punktzahl reicht die Angabe eines möglichen Triplets des codogenen DNA-Strangs pro Aminosäureposition.)</i></p>	Position	307	312	496	545	Aminosäure	Threonin	Prolin	Alanin	Arginin	mRNA-Codon (5'-3'-Leserichtung)	ACN	CCN	GCN	CGN oder AGG oder AGA	codogener DNA-Strang (3'-5'-Leserichtung)	TGN*	GGN*	CGN*	GCN* oder TCC oder TCT	6
Position	307	312	496	545																		
Aminosäure	Threonin	Prolin	Alanin	Arginin																		
mRNA-Codon (5'-3'-Leserichtung)	ACN	CCN	GCN	CGN oder AGG oder AGA																		
codogener DNA-Strang (3'-5'-Leserichtung)	TGN*	GGN*	CGN*	GCN* oder TCC oder TCT																		
4	<p>diskutiert vor diesem Hintergrund mögliche molekulare Ursachen für das regelmäßige Auftreten von Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen (Tabelle 2, Material D), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine mögliche molekulare Ursache für das regelmäßige Auftreten von Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen könnte die Substitution von Threonin-307 des WFIKKN1-Proteins durch Alanin sein, da nur die WFIKKN1-Proteine von Schwarzmanteltaurin und Weißbüscheläffchen an Position 307 ein Alanin aufweisen und in der Regel Mehrlinge gebären, während bei allen anderen Primaten ohne Neigung zu Mehrlingsgeburten an dieser Stelle die Aminosäure Threonin konserviert ist. • Diese Substitution lässt sich durch eine Punkt- und Missense-Mutation im WFIKKN1-Gen erklären, bei der im codogenen DNA-Strang ein Thymin durch Cytosin ersetzt wurde. • Vermutlich wird die Aminosäuresubstitution an Position 307 des WFIKKN1-Proteins nicht die alleinige molekulare Ursache für das Auftreten von Mehrlingsgeburten bei Krallenaffen sein. Dieses wird sicher aus dem Zusammenspiel mehrerer Mutationen in verschiedenen Genen resultieren. 	6																				
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)																					

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt das Konzept der reproduktiven Fitness, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die reproduktive Fitness ist ein Maß für die relative Anzahl der Allele, die ein Individuum durch eigene Fortpflanzung (direkte Fitness) oder durch Unterstützung Verwandter (indirekte Fitness) in den Genpool der nächsten Generation einbringt. Die Summe aus direkter und indirekter Fitness entspricht der Gesamtfitness. 	4
2	<p>erläutert auf Basis von Tabelle 3 das Paarungssystem der Weißbüscheläffchen unter Fitnessaspekten (Material E), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Paarungssystem der Weißbüscheläffchen ist variabel, in der Regel scheint Monogamie vorzuherrschen. Hier bringen das dominante Weibchen und das dominante Männchen der Gruppe ihre Allele in den Genpool der folgenden Generation ein, wobei das dominante Männchen durch unterstützendes Verhalten bei der Aufzucht der Jungen seine direkte Fitness steigert. Bei Polygynie oder Polyandrie kann das jeweils dominante Tier seine Allele vermehrt in den Genpool der Folgegeneration einbringen. 	4

	<ul style="list-style-type: none"> Durch kooperatives und unterstützendes Verhalten bei der Aufzucht von verwandten Jungtieren steigern Männchen, die sich nicht selbst fortpflanzen, ihre indirekte Fitness. 	
3	<p>entwickelt unter Berücksichtigung des Laborexperiments aus Material E eine Hypothese, wie sich bei Weißbüscheläffchen die Neigung zu Mehrlingsgeburten sowie das fürsorgliche Aufzuchtverhalten männlicher Tiere evolutiv entwickelt haben könnten (Materialien B bis E), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Unter Laborbedingungen war der Anteil neugeborener Weißbüscheläffchen, der bis zum Ende des ersten Lebensmonats überlebte, in Zuchtgruppen mit fürsorglichen Männchen höher als in solchen mit nicht-fürsorglichen Männchen. Insbesondere Drillinge überlebten etwa doppelt so oft wie in Gruppen mit nicht-fürsorglichen Männchen, wenn sich fürsorgliche Männchen an ihrer Aufzucht beteiligten. 	4
4	<p>entwickelt unter Berücksichtigung des Laborexperiments aus Material E eine Hypothese, wie sich bei Weißbüscheläffchen die Neigung zu Mehrlingsgeburten sowie das fürsorgliche Aufzuchtverhalten männlicher Tiere evolutiv entwickelt haben könnten (Materialien B bis E), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vermutlich führten Mutationen im <i>WFIKKN1</i>-Gen und in anderen Genen dazu, dass einzelne Weißbüscheläffchen im Unterschied zu ihren Artgenossen Mehrlinge zur Welt brachten. Dies stellte einen Reproduktions- und Selektionsvorteil dar, sofern den Müttern bei der Aufzucht der Jungtiere Helfer zur Verfügung standen und somit das von einer intensiven Brutpflege abhängige Überleben der Mehrlinge gesichert werden konnte. Vermutlich traten in der Population der Weißbüscheläffchen auch Mutationen auf, die bewirkten, dass einzelne Männchen sich fürsorglich gegenüber Jungtieren verhielten. Dieses Verhalten stellte insbesondere im Fall von Mehrlingsgeburten einen Selektionsvorteil dar, weil es der hohen Sterblichkeit der Jungtiere entgegenwirkte. Aufgrund der Selektionsvorteile konnten sich Individuen mit den entsprechenden Allelen besser reproduzieren und so die Allele vermehrt in den Genpool der nächsten Generation einbringen. <p><i>(Für die volle Punktzahl müssen die Anlage zu Mehrlingsgeburten und das fürsorgliche Aufzuchtverhalten auf Mutationen zurückgeführt und diese Merkmale im Zusammenhang betrachtet als Selektionsvorteile aufgeführt werden.)</i></p>	6
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none"> führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. strukturiert seine Darstellung sachgerecht. verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	9