

422

# Unterricht Biologie

Bestell-Nr. 53422

Februar 2017

41. Jahrgang

Pädagogische Zeitschriften  
bei Friedrich in Velber in  
Zusammenarbeit mit Klett

DAS HEFT FÜR SCHÜLER  
DER SEKUNDARSTUFE I

**kompakt!**



FRIEDRICH  
Fr

# Inhalt

## Evolution des Menschen und seiner Verwandten

Zum Spiel	1
Spielanleitung	2
Kennkarten	3
Ereigniskarten	7



## Artbildung bei den Hangnagern

Zum Spiel	15
Spielanleitung	16
Ereigniskarten	18
Quartettkarten	25
Lösung / Impressum	41

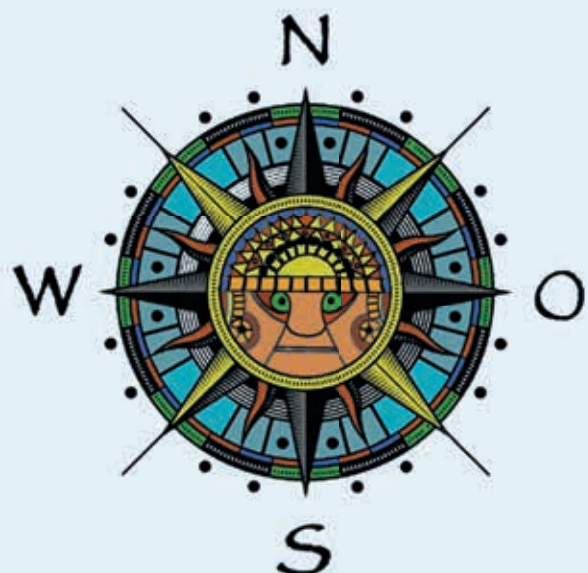
## Zu diesem Heft

Radiation, Selektion, Flaschenhalseffekt – was ist das eigentlich?

Mit den zwei Spielen in diesem Heft könnt ihr spielerisch in verschiedene Evolutions-Szenarien eintauchen. Entdeckt die Welt der Hangnager, einer auf dem geheimnisvollen Columbana-Archipel vor der Küste Südamerikas beheimateten Tierart. Oder versetzt euch in eine Population der ersten menschlichen Vorfahren und erlebt, wie diese sich nach und nach entwickelt – oder ausstirbt.

Zur Vorbereitung der beiden Spiele werden die Seiten mit Spielkarten aus dem Heft herausgetrennt und auseinanderge-schnitten. In Folie laminiert, bleiben die Karten auf Dauer haltbar. Die Spielpläne sind dem Heft in Form eines Posters beigelegt.

Viel Spaß beim Spielen!





# Evolution des Menschen und seiner Verwandten

Das Weltall und die Erde waren schon viele Milliarden Jahre alt, als die Geschichte des Menschen begann. Der allererste Vorfahre, das erste lebendgebärende Säugetier, lebte zusammen mit Dinosauriern vor etwa 90 Millionen Jahren.

Vollständig ist das Bild von der Evolution des Menschen noch lange nicht. Fossile Spuren früher Menschenformen sind selten – auch deshalb, weil es von unseren Vorfahren nur kleine Gruppen gab.

Wegen ihrer offensichtlichen Ähnlichkeit ordnete bereits Carl von Linné Menschen und Menschenaffen einer gemeinsamen Gruppe zu: den „Primaten“. Tatsächlich stimmt die DNA von Menschenaffen und Menschen zu rund 98 % überein und die DNA von Schimpanse und Mensch ähnelt einander mehr als die DNA von Schimpanse und Gorilla. Das heißt: Der Schimpanse ist mit dem Menschen enger verwandt als mit dem Gorilla.

Der erste gemeinsame Vorfahre von Menschenaffen und Mensch lebte vor 12–16 Millionen Jahren im tropischen Regenwald Afrikas. Millionen Jahre lang kletterten die Primaten auf Bäumen mit langen, starken Armen von Ast zu Ast und streckten dabei ihre gekrümmte Vierbeiner-Wirbelsäule. Sie ernährten sich vor allem von Blättern und Früchten. Manchmal bereicherten vermutlich Maden, Vogeleier, vielleicht auch mal kleine Echsen oder Aas den Speiseplan.

Einige Gruppen dieser Vorfahren legten kurze Strecken auf dicken Ästen oder am Boden aufrecht auf zwei Beinen zurück. Der Aufrechtgang hat Vorteile: Man hat einen bes-



Bild: Patrick Lynch/Yale University/Wikimedia Commons

So könnte das erste lebendgebärende Säugetier *Purgatorius ceretops* ausgesehen haben

seren Überblick und kann Feinde besser erspähen. Und man hat Arme und Hände frei, um damit Nahrung zu sammeln und zu transportieren.

Außerdem – das zeigte kürzlich ein Laufband-Experiment mit ausgewachsenen Schimpansen und Menschen – benötigt ein Mensch beim Aufrechtgang nur ein Viertel der Energie, die ein Schimpanse auf vier Beinen für die gleiche Strecke aufwenden muss. Je länger die Schritte sind, desto weniger Muskelarbeit muss geleistet werden und desto niedriger ist der Energieverbrauch!



Bild: Matheusvieira/Wikimedia Commons

Leben am Boden

Vor etwa 6 Millionen Jahren wurde das Klima in Ostafrika wärmer und trockener. Anstelle eines üppigen Regenwalds breitete sich nun eine Graslandschaft aus. Die Strecken, die zwischen zwei Bäumen zurückgelegt werden mussten, wurden immer länger. Nun waren Zweibeiner klar im Vorteil: Sie konnten ausdauernder laufen, Feinden eher entkommen und ihre Hände als Werkzeuge nutzen.

Die Schnauze und das Gebiss, wichtige „Werkzeuge“ der Menschenaffen, entwickelten sich zurück. Der opponierbare Daumen ermöglicht einen präzisen Griff. Die Stirn wurde steiler, das Gehirn nahm mehr Platz im Schädel ein. In der Evolution gab es mehrere Arten aufrechtgehender Menschenaffen. Heute ist der aufrechte Gang ein hervorstechendes Merkmal des Menschen.

## Zum Spiel

In diesem Spiel wird die Evolution des Menschen, seiner Verwandten und ihrer längst ausgestorbenen Vorfahren im Zeitraffer auf dem Papier nachvollzogen. Der Stammbaum hat eine Zeitachse: Die heute lebenden Arten stehen ganz oben nebeneinander (Orang-Utan, Gorilla, Mensch, Bonobo und Schimpanse).

Genauso zufällig wie die Augenzahl beim Würfeln sind Ereignisse in der Evolution. Gabelungen im Stammbaum entsprechen Artaufspaltungen und können nicht übersprungen werden. Bei jedem Gabelungsfeld entscheidet ein Entscheidungswurf und damit der Zufall, ob eine Spielfigur z. B. in der Stammeslinie des Menschen oder der Schimpansen landet.

Gelangt eine Figur auf ein bereits besetztes Feld, wirkt die „innerartliche Konkurrenz“: Die Figur, die zuerst auf dem Feld war, wird hinausgeworfen. Sie beginnt dann ein neues Leben, das ganz anders als ihr erstes verlaufen kann: Evolution wiederholt sich nicht!

Eine unverzweigte Stammeslinie stellt eine Art dar. Jede Spielfigur steht somit nicht für ein einzelnes Individuum, sondern für eine Population. Bei jedem Würfeln und Setzen entsteht eine neue Generation. Entsprechend beziehen sich die Aktionskarten auf Populationsereignisse.

Außer den Gabelungsfeldern gibt es in einer Stammeslinie Ereignisfelder. Diese Ereignisse können negativ für eine Population sein (z. B. Aussterben durch eine Katastrophe oder sehr langsame Evolution) oder positiv (z. B. schnelle Evolution durch den Flaschenhals-Effekt). Eine Spielfigur kann hinausgeworfen werden, aussetzen oder vorrücken. Ein Zurücksetzen gibt es nicht, weil Evolution nicht rückwärts gegen die Zeit verlaufen kann. Meist schaffen es nicht alle Spieler ins Ziel – viele Arten sterben aus.

**Jede der heute lebenden Arten kann den Sieger stellen. Alle Arten sind gleichwertig.**

## Spieleanleitung

### Spieleranzahl: 1 bis 5

Es können so viele Spielerinnen und Spieler mitspielen, wie verschiedene Spielfiguren vorhanden sind. Bei mehr als fünf Mitspielern dauert das Spiel aber zu lange, und jeder muss zu lange warten, bis er mit dem Würfeln an der Reihe ist.

### Spielfiguren: 3 pro Spieler

Jede Spielfigur steht für das Leben einer Population. Gelangt eine Spielfigur auf ein bereits besetztes Feld, wirft sie die dort stehende Spielfigur hinaus. Ihr Besitzer beginnt am Startpunkt mit einer neuen Spielfigur ein neues Leben. Insgesamt hat jeder Mitspieler drei Leben.

*Achtung Ausnahme:* Auf den Gabelungsfeldern und Ereignisfeldern wird nicht herausgeworfen. Hier können mehrere Spielfiguren gleichzeitig stehen.

### Setzen

Gabelungsfelder dürfen nicht übersprungen werden. Man muss auf sie setzen, wenn die gewürfelte Augenzahl sie erreicht oder übertrifft. Wer auf ein Gabelungsfeld kommt, muss in der nächsten Runde zweimal würfeln. Der erste Wurf entscheidet über die weitere Richtung: Bei einer geraden Zahl geht es rechts weiter, bei einer ungeraden links.

Gelangt eine Spielfigur durch den Entscheidungswurf auf einen Ast des Stammbaums, der mit dem Aussterben endet, muss ihr Besitzer am Start des Stammbaums ein neues Leben beginnen.

### Sieger

Wer zuerst mit einer Spielfigur auf dem Zielfeld einer lebenden Art landet, ist Sieger und bekommt die Kennkarte der Art überreicht. Die Kennkarte wird vorgelesen – und nach dem Vorlesen wird applaudiert.

Anschließend spielen die übrigen Mitspieler weiter und bestimmen so die Reihenfolge der weiteren Siegerinnen und Sieger.





## Orang-Utan

**Größe:** 1,25–1,5 m

**Masse:** 50–90 kg (Männchen), 30–50 kg (Weibchen)

**Lebensraum:** tropische Regenwälder Südostasiens

**Nahrung:** vor allem Pflanzen (Früchte), gelegentlich Insekten, Eier und kleine Wirbeltiere

**Körperbau/Fortbewegung:** an das Leben auf Bäumen angepasst: lange, kräftige Arme; Beine kürzer und nach innen biegsam; hakenförmige, verlängerte Finger und Zehen; Daumen und große Zehen vergleichsweise kurz; Klettern; manchmal Hangeln

**Kopf/Gebiss:** vorspringende Schnauze; lange Eckzähne; Backenzähne mit stark gekräuselter Kaufläche (Anpassung an harte Samenschalen)

**Sozialverhalten:** überwiegend Einzelgänger; zeitweilige Zusammenschlüsse zwischen Weibchen und Jungtieren, selten mit einem Männchen

**Werkzeuggebrauch:** selten; z. B. Holzstöckchen zum Graben, Blätter als Sonnenschutz



Foto: Phabpay.com

## Gorilla

**Größe:** 1,25–1,75 m

**Masse:** bis 200 kg (Männchen), 70–90 kg (Weibchen)

**Lebensraum:** verschiedene Wälder Zentralafrikas (Regen- und Bergwälder, auch Sekundärwälder); meist am Boden

**Nahrung:** fast ausschließlich Pflanzen (vor allem Blätter), gelegentlich Insekten (Termiten)

**Körperbau/Fortbewegung:** Arme deutlich länger als Beine; sehr breite Hände und Füße; Daumen und große Zehe opponierbar; Jungtiere klettern; Knöchelgang; selten Aufrechtgang; Aufrichten zum Imponieren

**Kopf/Gebiss:** relativ kurze Schnauze; kurze Schneidezähne; hauerartige Eckzähne; Backenzähne mit hohen Höckern und scharfen Scherkanten (Anpassung an Blatt-nahrung)

**Sozialverhalten:** Zusammenleben in Gruppen mit bis zu 40 Tieren; meist nur ein ausgewachsenen Männchen (Silberrücken) pro Gruppe; zwischen den Gruppen lautstarkes Drohen möglich

**Werkzeuggebrauch:** kaum beobachtet; Holzstücke zum Ausloten der Wassertiefe oder als Brücke über sumpfiges Gelände



Foto: Matthew Heischer/flickr CC BY SA 2.0

++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++

++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++



## Bonobo

**Größe:** 0,70–0,85 m

**Masse:** 35–60 kg (Männchen), 25–40 kg (Weibchen)

**Lebensraum:** Regenwälder Zentralafrikas, südlich des Flusses Kongo; Nahrungssuche auch am Boden

**Nahrung:** Allesfresser; überwiegend Pflanzennahrung (Früchte); gemeinsame, von Weibchen geleitete Jagd auf kleine bis mittelgroße Wirbeltiere (z. B. Waldantilopen und andere Primaten)

**Körperbau/Fortbewegung:** schlanker als beim Schimpansen; Arme deutlich länger als Beine; längere Daumen als bei Schimpansen; Daumen und große Zehe opponierbar; Klettern; Knöchelgang; häufig Aufrechtgang

**Kopf/Gebiss:** hervorstehende Schnauze; Eckzähne bei beiden Geschlechtern gleich groß

**Sozialverhalten:** Zusammenleben in Großgruppen mit bis zu 120 Tieren, die sich in oft gemischtgeschlechtliche Untergruppen mit 6–20 Tieren aufteilen; meist übernehmen Weibchen die Führungsrolle

**Werkzeuggebrauch:** im Freiland fast gar nicht; in Gefangenschaft trainierte Tiere können Steinwerkzeuge herstellen und per Symbolsprache mit ihren Betreuern kommunizieren; Intelligenz und Sprachverständnis des Bonobos „Kanzi“ entsprechen den Fähigkeiten 2–3-jähriger Kinder.



Foto: Holger Weitzel

## Schimpanse

**Größe:** 0,65–0,95 m

**Masse:** 35–70 kg (Männchen), 25–50 kg (Weibchen)

**Lebensraum:** Regenwälder Afrikas (außerhalb des Verbreitungsgebiets des Bonobos) und baumarme Savannen

**Nahrung:** Allesfresser, vor allem Früchte und Nüsse; außerdem Insekten und kleine Säugetiere; von Männchen geführte Jagd auf mittelgroße Säugetiere

**Körperbau/Fortbewegung:** Arme deutlich länger als Beine; Daumen und große Zehe opponierbar; Klettern; Hangeln; Knöchelgang; selten Aufrechtgang

**Kopf/Gebiss:** Gesicht unbehaart; hervorstehende Schnauze; breite Schneidezähne; Eckzähne der Männchen deutlich größer als die der Weibchen; Backenzähne mit rundlichen Höckern

**Sozialverhalten:** Zusammenleben in Großgruppen, die sich in getrennt- oder gemischtgeschlechtliche Untergruppen aufteilen; anders als bei Bonobos sind die Leittiere Männchen; es wurden Angriffe auf die Territorien anderer Gruppen beobachtet, bei denen auch Schimpansen getötet wurden

**Werkzeuggebrauch:** unterschiedlicher Werkzeuggebrauch in verschiedenen Populationen (z. B. Termitenangeln in einer Population in Ostafrika, Steinwerkzeuge in Westafrika); gezielte Weitergabe des Wissens innerhalb der Gruppe; Traditionsbildung; auch Begrüßungsformen sind in den Populationen unterschiedlich (z. B. Händegeben bzw. Händeklatschen)

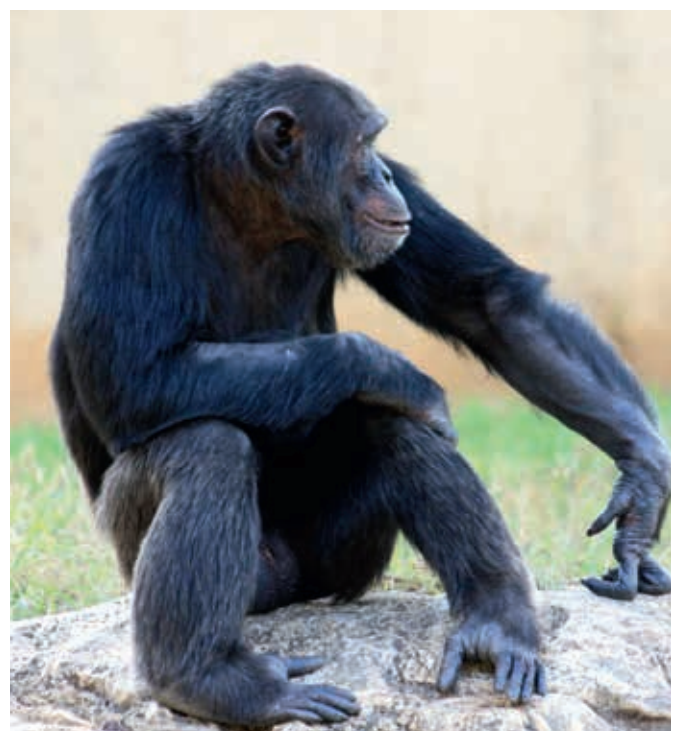


Foto: Pixabay.com

++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++

++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++



# Mensch

**Größe:** ca. 1,50–1,90 m

**Masse:** ca. 70–100 kg (Mann), ca. 50–80 kg (Frau)

**Lebensraum:** nahezu alle Typen, einschließlich Extremstandorte

**Nahrung:** Allesfresser, vor allem in industrialisierten Ländern viel Fleisch

**Körperbau/Fortbewegung:** Arme kürzer als Beine; Daumen opponierbar; Zehen verkürzt, anliegende große Zehe; Aufrechtgang

**Kopf/Gebiss:** Gesicht unbehaart; keine Schnauze; vergleichsweise kleine Schneide- und Eckzähne

**Sozialverhalten:** Zusammenleben in Klein- und Großgruppen; gezielte Hilfe für ganz junge und ganz alte Familienmitglieder

**Werkzeuggebrauch:** ausgeprägter Werkzeuggebrauch und gezielte Weitergabe des Wissens innerhalb der Gruppe; sprachlich vermittelte Traditionsbildung und Riten: Kultur, Austausch zwischen den Kulturen

**Besonderheiten:** Langlebigkeit; ausgeprägte Lernfähigkeit; Sprache als Bewusstseinsbildner; starke Zuwendung, aber auch hohe Aggressionsbereitschaft gegenüber Fremdgruppen (Krieg)



Foto: rawpixel/123rf

## Ereigniskarte

Ein Gruppenmitglied hat durch Versuch und Irrtum entdeckt, wie es mit einem Stein hartschalige Nüsse knacken und auf diese Weise an den nährreichen Inhalt gelangen kann. Andere gucken das Verhalten ab – durch Werkzeuggebrauch wurde eine neue Nahrungsquelle erschlossen. Die Gruppe wächst.

**Rücke 3 Felder vor!**



Foto: rohkostwiki.com

## Ereigniskarte

Mit Lauten und Gesten bringt ein Gruppenmitglied andere dazu, ihm zu einer ergiebigen Nahrungsquelle zu folgen und die Überschüsse zurück zu der Gruppe zu tragen.

**Rücke 1 Feld vor!**



Foto: Pixabay.com

**++ Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++**

**+++ Ereigniskarte ++ + Ereigniskarte ++ + Ereigniskarte ++ + Ereigniskarte ++ +**



## Ereigniskarte

Ein großes Männchen verlässt seine Ursprungsgruppe und schließt sich einer anderen an. Dort paart es sich mit mehreren Weibchen. Damit gelangen seine Gene in die Population (Migration mit Gendrift).

**Rücke 1 Feld vor!**

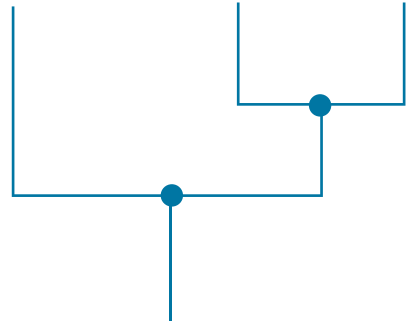


Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Ein kräftiges Weibchen ist sehr erfolgreich im Finden und Ausgraben nahrhafter Wurzeln. Daher ist sie gut genährt und attraktiv für Männchen. Sie zieht mehrere Kinder auf, die von der Mutter lernen und ihrerseits zahlreiche Nachkommen haben (Selektion).

**Rücke 2 Felder vor.**



## Ereigniskarte

Ein Männchen setzt sich in der Gruppe durch Imponiergehabe und lautes Geschrei durch. Er begattet viele Weibchen und hat daher viele Nachkommen (sexuelle Selektion).

**Rücke 2 Felder vor!**



Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Ein schweres Beben erschüttert die Erde. Ein tiefer Graben öffnet sich. Durch das Naturereignis werden die Mitglieder einer Primatengruppe getrennt. Während auf der einen Seite des Grabens zahlreiche fruchtbare Bäume wachsen, breitet sich auf der anderen Seite eine Trockensavanne aus (Artbildung durch Isolation).

**Würfele noch 1x!**



Foto: Laplaender/ Wikimedia Commons

## Ereigniskarte

Seit Monaten herrscht extreme Dürre. Kinder, Kranke und Alte sind die ersten, die aus Mangel an Wasser und Nahrung sterben. Endlich kommt der lebensnotwendige Regen. Aber nur wenige Mitglieder der Gruppe haben die Katastrophe überlebt. Es dauert einige Jahre, bis die Gruppe wieder so groß ist wie vor dem Unglück.

**Setze 1x aus!**



Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Tagelange, starke Niederschläge lassen ein bis dahin knietiefes Flüsschen anschwellen. Der nun reißende Fluss versperrt den Weg zu einer Ansammlung fruchtbare Bäume. Nur wenige Gruppenmitglieder trauen sich, das Wasser zu überqueren. Einige sterben bei dem Versuch. Diejenigen, die es geschafft haben, kehren nicht mehr zurück. Sie werden zu Gründern einer neuen Population (Flaschenhals-Effekt mit schneller Evolution).

**Rücke 3 Felder vor!**



Foto: Pixabay.com

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++



## Ereigniskarte

Ein ausdauernder Läufer mit langen, muskulösen Beinen paart sich mit einem starken Weibchen, das zum Angeln von Ameisen geschickt Werkzeuge gebraucht. Die Nachkommen besitzen die günstigen Eigenschaften ihrer Eltern und vermehren sich reichlich (Rekombination).

**Rücke 3 Felder vor!**



Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Mutter und Vater haben ein dichtes Fell, ihr Nachwuchs ist dagegen nur schütter behaart. In kühlen Nächten friert er daher eher als die anderen. Bei weiten Märschen in der Savanne ist die Felllosigkeit dagegen von Vorteil, weil der „nackte Affe“ weniger schwitzt und damit weniger Energie zur Kühlung seines Körpers aufbringen muss (Mutation).

**Rücke 1 Feld vor!**



Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Sonne und Regen im Wechsel und warme Temperaturen bewirken, dass die Bäume viele Früchte tragen. Die gute Ernährungslage lässt die Population anwachsen.

**Rücke 2 Felder vor!**



Foto: Pixabay.com

## Ereigniskarte

Zwei Primatengruppen erspähen eine gute Nahrungsquelle: den Kadaver eines großen Tieres. Hoch aufgerichtet und mit lautem Gebrüll versuchen die beiden Gruppen, die Konkurrenten einzuschüchtern und zu vertreiben. Schließlich zieht sich die kleinere Gruppe mit knurrenden Mägen zurück.

**Setze 1x aus!**



Foto: Trisha M. Shears/ Wikimedia Commons

## Ereigniskarte

Ein Männchen wird bei einer Wanderung von seiner Gruppe getrennt. Er zieht allein weiter, bis er von einer Schlange gebissen wird und stirbt. Seine Gruppe erbeutet ohne ihn weniger Fleisch und hungert.

**Setze 1 x aus!**



Foto: Jayendra Chiplunkar/Wikimedia Commons

## Ereigniskarte

Eine erfahrene Sammlerin wird plötzlich krank und stirbt. Der Verlust schwächt die Gruppe, denn die übrigen finden viel weniger genießbare Früchte und Wurzeln.

**Setze 1x aus!**



Foto: David Morniaux CC BY SA 3.0

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++



### Ereigniskarte

Ein Raubtier reißt eine blutende Wunde in den Oberschenkel eines Gruppenmitglieds. Den anderen gelingt es, das Raubtier zu vertreiben. Sie suchen nach besonderen Blättern, deren Inhaltsstoffe das Wachstum von Bakterien bremsen, und legen sie auf die Wunde. Außerdem wird der Kranke gewärmt und mit Nahrung versorgt, bis er wieder gesund ist. Die gemeinsame Sorge stärkt den Zusammenhalt der Gruppe.

**Würfele noch 1x!**



Foto: Pixabay.com

### Ereigniskarte

Aus spontanem Schulterklopfen und gegenseitigem Händeklatschen entwickelt sich innerhalb einer Gruppe ein Begrüßungsritual. Dadurch werden die Gruppenbande gestärkt.

**Würfele noch 1x!**



Foto: Mihail Zhelezniar/Shutterstock.com

### Ereigniskarte

Ein Blitzschlag entzündet einen Steppenbrand. Das Feuer breitet sich rasend schnell aus. Alle Primaten in der Gegend, die nicht schnell und ausdauernd laufen können, fallen ihm zum Opfer. Erst ein heftiger Regen löscht den Flächenbrand. Die wenigen Überlebenden verschiedener Gruppen vereinigen sich zu einer neuen Gruppe (Gendrift).

**1x aussetzen!**



Foto: Pixabay.com

### Ereigniskarte

Es herrscht Nahrungsmangel. Aus einer Primatengruppe wandern daher sehr viele Mitglieder in fortpflanzungsfähigem Alter ab. Zurück bleiben vor allem die Alten. In wenigen Jahren stirbt die Gruppe aus.

**Zurück auf Start!**



Foto: Pixabay.com

### Ereigniskarte

Eine Primatengruppe wird von einer konkurrierenden Gruppe überfallen. Die Weibchen der unterlegenen Gruppe werden getötet oder verschleppt. Die überlebenden Männchen ziehen allein umher, finden aber keine neuen Weibchen.

**Zurück auf Start!**

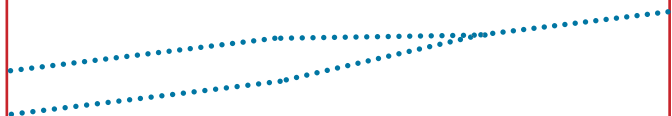


Foto: cagni/Shutterstock.com

### Ereigniskarte

Zwei Gruppen begegnen sich. Eine Weile ziehen sie nebeneinander her. Dann freunden sich einige Individuen an. Schließlich vereinigen sich beide Gruppen. Gemeinsam können sie sich besser gegen Raubtiere und Konkurrenten verteidigen.

**Rücke 2 Felder vor!**



+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++

+++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++ Ereigniskarte +++



# Artbildung bei den Hangnagern

**1986.** Der Nagetierspezialist Professor Dr. Lawrence Dill von der Simon Fraser University in Burnaby (Kanada) entdeckt die Hangnager auf einer Expedition zum Insel-Archipel Columbana. Diese Inselgruppe liegt vor der Küste Südamerikas. Sie ist nur schwer zugänglich und daher kaum erforscht.

Auf der namensgebenden Hauptinsel machten die Forscher gleich am ersten Tag eine aufsehenerregende Entdeckung: eine bis dahin unbekannte Säugetierart aus der Ordnung der Nagetiere (Rodentia). Sie erhielt aufgrund ihrer körperlichen Merkmale den wissenschaftlichen Namen Schräger Hangnager (*Ascentus lateralis*). Möglicherweise ist die nächst verwandte Art die Große Bergratte (*Monsrattus magnus*), die auf dem südamerikanischen Festland heimisch ist. Vielleicht wurde ein tragendes Weibchen zusammen mit Treibholz angeschwemmt.

Nach und nach wurden auf den Nachbarinseln weitere Hangnager entdeckt. Dabei konnten Dill und seine Mitarbeiter typische Artbildungsprozesse nachvollziehen und dokumentieren (Scherr 1986, Kattmann 2007). Die Hangnager gelten als ein evolutionsbiologisches Modell für Artbildung mit *adaptiver Radiation*. Leider wurden die Fotodateien versehentlich gelöscht und die Ausdrucke sind inzwischen verblasst. Daher wurden die Zeichnungen der Tiere auf den folgenden Seiten von dem Zoologen und wissenschaftlichen Zeichner Dr. Gunnar Gad nach wenigen erhaltenen Bälgen der Tiere und nach den Beschreibungen in den Forschungsberichten rekonstruiert, um ein lebendiges Bild dieser bemerkenswerten Lebewesen zu vermitteln.

## Literatur

Scherr, H. G. (Hrsg.) (1986). *Journal der unwiederbringbaren Experimente*. Frankfurt a. M.: Krüger-Verlag  
Kattmann, U. (Hrsg.) (2007). *Die Hangnager des Columbana-Archipels*. Seelze: Friedrich Verlag

## Zum Spiel

Die verschiedenen Hangnager und ihr möglicher Vorfahr, die Große Bergratte, werden auf Quartettkarten vorgestellt. Die Stationen auf dem Spielfeld symbolisieren die Ausbreitung und Differenzierung der Hangnager auf dem Columbana-Archipel. Das Meerwasser ist die wichtigste Ausbreitungsbarriere; sie kann durch bestimmte Würfelzahlen überwunden werden. Die Ereignisfelder informieren über die Ereignisse und Evolutionsbedingungen auf den einzelnen Inseln.

Im Spiel reist ihr zu dieser Inselgruppe. Damit begeben euch gleichzeitig auf eine Zeitreise: Beobachtet im Zeitraffer die Besiedlung der Inseln und die Artbildung der Hangnager.



Das Columbana-Archipel – Heimat der Hangnager



Die Große Berg-  
ratte (*Monsrattus  
magnus*)  
Südamerikas



Verbreitungsgebiet der Großen  
Bergratte, der vermuteten nächsten  
Verwandten der Hangnager



Die zwei Formen  
des Schrägen  
Hangnagers  
(*Ascentus lateralis*)

## Spielanleitung

**Spieleranzahl:** 4

**Spielfiguren:** 1 pro Spieler (rot, gelb, grün oder blau)

### Quartettkarten

Das Spiel enthält vier verschiedene Quartette (Kennkarten) in den Farben der Spielfiguren (s. Tabelle unten). Auf jeder Karte befinden sich das Bild einer Tierart (Bergratte oder Hangnagerart) und eine kurze Beschreibung sowie die DNA-Distanzen zu den anderen Tierarten des Quartetts.

### Spielvorbereitung

Legt die Quartettkarten nach Farben geordnet und die Ereigniskarten nach Inseln sortiert neben das Spielfeld. Der Startpunkt für alle Spieler befindet sich auf dem Festland. Der Spieler mit der niedrigsten gewürfelten Augenzahl beginnt.

### Spielablauf

#### 1. Phase: Sammeln der Quartettkarten

Würfelt reihum und zieht mit eurer Figur entsprechend der Augenzahl vor. Keine Spielfigur wird rausgeworfen: Auf einem Feld können beliebig viele Figuren gleichzeitig stehen.

Vom Festland zu einer Insel oder von Insel zu Insel gelangt ihr zunächst stets auf ein doppelt umrandetes Übergangsfeld zwischen Wasser und Land. Hier muss angehalten werden – auch bei einer höheren Augenzahl. Wer vom Übergangsfeld auf eine Insel kommen möchte, muss in der folgenden Runde eine gerade Zahl würfeln. Ein weiterer Wurf entscheidet über die zu setzende Felderzahl auf der betretenen Insel. Auf jeder Insel könnt ihr stets neu entscheiden, ob ihr sie im oder gegen den Uhrzeigersinn umrunden möchtet.

Bei der Reise über das Archipel sammelt ihr die Karten des Quartettspiels in der Farbe eurer Spielfigur: Wenn ein Spieler über ein Kartenfeld zieht, das die Farbe seiner Figur hat, nimmt er eine Quartettkarte in dieser Farbe auf. Beim ersten Ziehen einer Art wird die Karte laut vorgelesen. Wer ein Kartenfeld seiner Farbe übersieht und die Karte nicht aufnimmt, muss an den Start zurück!

Wer auf ein Ereignisfeld gelangt, zieht eine Ereigniskarte der jeweiligen Insel und handelt entsprechend der Anweisungen auf der Karte. Gezogene Karten werden unter den Stapel zurückgelegt.

Gewinner der ersten Spielphase ist, wer als Erster sein Quartett zusammen hat. Sobald drei von vier Spielern ein vollständiges Quartett besitzen, kann auch der letzte Spieler seine restlichen Quartett-Karten aufnehmen.

#### 2. Phase: Konstruieren von Teil-Stammbäumen

Aus den Angaben auf den Quartettkarten konstruiert jeder Spieler einen Stammbaum seiner vier Arten (s. Kasten). Habt ihr euren Stammbaum konstruiert, überlegt:

1. Welche Eigenschaften hat der letzte gemeinsame Vorfahre von je zwei Arten gehabt?
2. Welche Abänderungen zu den beiden Arten mussten jeweils stattfinden?
3. Handelt es sich um *allopatrische* oder *sympatrische* Artbildung?

#### 3. Phase: Konstruieren eines Gesamt-Stammbaums

Konstruiert zum Abschluss alle gemeinsam einen Stammbaum aller Hangnager-Arten aus den den Einzelstammbäumen (Lösung s. hinten im Heft).



Der Wühl-Hangnager  
(*Ascentus talpaeformis*)

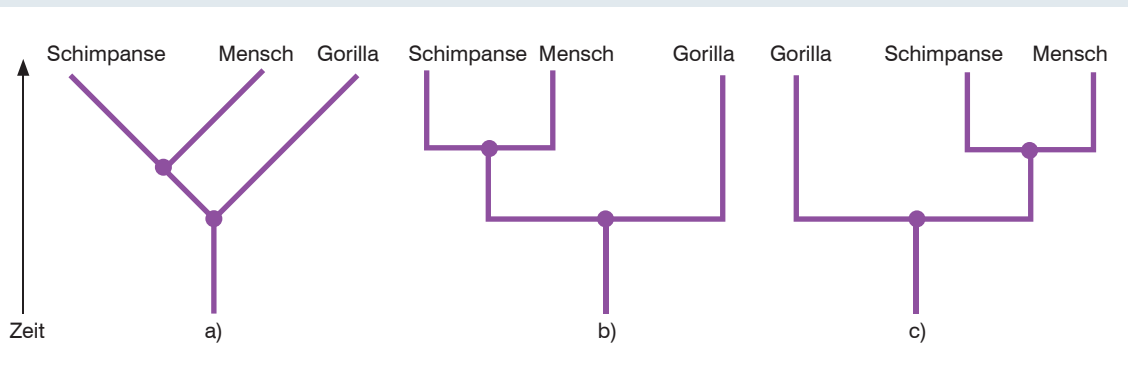
Rot	Große Bergratte ( <i>Monsrattus magnus</i> )	Schräger Hangnager ( <i>Ascentus lateralis</i> )	Einfacher Hangnager ( <i>Ascentus simplex</i> )	Zärtlicher Hangnager ( <i>Ascentus eroticus</i> )
Blau	Schräger Hangnager ( <i>Ascentus lateralis</i> )	Zärtlicher Hangnager ( <i>Ascentus eroticus</i> )	Steil-Hangnager ( <i>Ascentus altissimus</i> )	Flach-Hangnager ( <i>Ascentus moderatus</i> )
Grün	Zärtlicher Hangnager ( <i>Ascentus eroticus</i> )	Stinkiger Hangnager ( <i>Ascentus foetidus</i> )	Astläufiger Hangnager ( <i>Ascentus diagonalis</i> )	Strand-Hangnager ( <i>Ascentus litoralis</i> )
Gelb	Zärtlicher Hangnager ( <i>Ascentus eroticus</i> )	Wühl-Hangnager ( <i>Ascentus talpaeformis</i> )	Gleit-Hangnager ( <i>Ascentus veliferus</i> )	Gepanzerter Kugel-Hangnager ( <i>Ascentus armadilloides</i> )



## Prinzip eines Stammbaums

Ein Stammbaum ist die baumförmige Darstellung der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft der Arten. Die Baumwurzel bildet der letzte gemeinsame Vorfahr; jede Astgabelung (Knoten) verbindet miteinander verwandte Arten. Statt Gabeln können auch eckige Klammern (Absätze) die Verwandtschaft symbolisieren. Diese Darstellung ist übersichtlicher und daher leichter zu lesen. Eine Gabel oder Klammer kann an einem Knoten (einer Verzweigung) gedreht, d. h. horizontal gespiegelt werden, ohne dass sich die Aussage der Verwandtschaft ändert (Abb. b und c).

Als Art wird eine Abstammungsgemeinschaft definiert, deren Mitglieder sich potenziell miteinander fortpflanzen können und deren Genpool gegen andere Populationen isoliert ist. Eine Art beginnt nach einer Artaufspaltung (Verzweigung im Stammbaum) und endet, wenn die neue Linie sich erneut spaltet oder alle Mitglieder dieser Art aussterben. Die heute lebenden Arten stehen immer am Ende eines Astes, der in der Gegenwart endet.



Stammbaumdarstellungen: a) Gabeln, b) Absätze, c) wie b, aber am unteren Knoten gedreht

## Ereigniskarten

Columbana Island



Columbana Island



Columbana Island



Columbana Island





Die Rückwärtige Kopulation beim Schrägen Hangnager

### Ereigniskarte

Die Insel ist noch dünn besiedelt. Es gibt reichlich Nahrung für alle. Alle Hangnager können sich schnell vermehren. Die Vielfalt der Formen (Größe, Beinlänge), Fellfarben und Verhaltensweisen ist groß.

*Thema: Variabilität, geringer Selektionsdruck*

**Rücke 3 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Raubvögel haben die Hangnager auf Columbana als Nahrungsquelle entdeckt. Rechts- und linksläufige Hangnager können sich am Hang schneller fortbewegen als Tiere mit gleich langen Beinen und werden daher seltener erbeutet.

*Thema: Selektionsdruck*

**Rücke 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Ein Berggrutsch begräbt eine große Anzahl an Hangnagern unter sich. Nur wenige Tiere überleben die Katastrophe. Der Genpool der Population auf Columbana Island schrumpft.

*Thema: Flaschenhalseffekt*

**Gehe 3 Felder zurück!**

### Ereigniskarte

Die Infektion mit einem Zellparasiten bewirkt, dass männlicher Hangnager-Nachwuchs vor der Geschlechtsreife stirbt. Dadurch verringert sich die Anzahl der zeugungsfähigen Männchen auf Columbana Island deutlich. Die verbliebenen, gegen den Parasiten resistenten Männchen haben mehr Paarungspartnerinnen und mehr Nachkommen. Ihre Gene verbreiten sich in der Population.

*Thema: schnelle Evolution*

**Rücke 1 Feld vor!**



### Ereigniskarte

Ein Sturm wütet auf Columbana Island. Hohe Wellen überspülen den Strand und reißen zahlreiche Hangnager mit sich. Viele Tiere sterben, andere werden an andere Inseln geschwemmt. Allmählich erkunden sie ihre neue Umgebung.

*Thema: Migration, Ausbreitung*

**Setze deine Spielfigur auf eine andere Insel!**

### Ereigniskarte

Das Meer spült zwei rechtsläufige Hangnager – ein Weibchen und ein Männchen – an den Strand von Simplicity Island. Ihre Nachkommen sind ebenfalls ausschließlich rechtsläufig.

*Thema: Migration, Flaschenhalseffekt*

**Setze 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Die männlichen Hangnager auf Simplicity Island werden erheblich schneller und größer als die Weibchen. Paarungen erfolgen ausschließlich durch Aufreiten. Von Generation zu Generation verstärkt sich der Geschlechtsdimorphismus.

*Thema: Isolation*

**Setze 1x aus!**

### Ereigniskarte

Für einen Versuch wird ein männlicher Hangnager von Simplicity Island auf Columbana ausgesetzt. Nach einigen vergeblichen Aufreitversuchen kopuliert er mit einem weiblichen Tier, das zu langsam und klein ist, um ihn abzuschütteln. Aus der Paarung gehen Nachkommen hervor.

*Thema: Art, Unterart*

**Setze deine Spielfigur auf die Insel Columbana!**

### Ereigniskarte

Ein kräftiges Hangnager-Männchen paart sich auf Simplicity Island mit einem schnellen Hangnager-Weibchen. Ihre Nachkommen zeichnen sich sowohl durch Kraft als auch durch Schnelligkeit aus. Sie haben selbst auch viele Nachkommen.

*Thema: Rekombination*

**Rücke 3 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Aufgrund einer genetisch bedingten Netzhautablösung erblindet auf Simplicity Island ein altes Hangnager-Männchen, das bereits Nachwuchs gezeugt hat. Es hat das mutierte Gen an seine männlichen Nachkommen weitergegeben.

*Thema: Mutation*

**Setze 1x aus!**

### Ereigniskarte

Zum Balzverhalten des Zärtlichen Hangnagers gehören ausgiebiges Beschnupern und wiederholtes gegenseitiges Weggucken. Aufgrund der inzwischen hohen Populationsdichte auf Tender Island wird die Balz der Paare jedoch immer wieder gestört und abgebrochen. Als Folge geht die Anzahl der Zärtlichen Hangnager stark zurück.

*Thema: Selektion*

**Gehe 2 Felder zurück!**

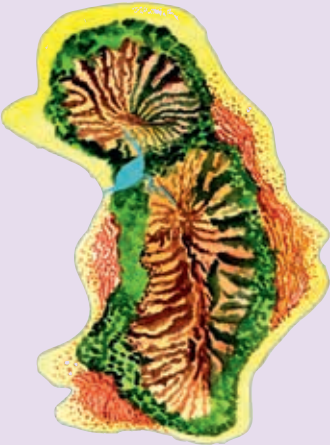
### Ereigniskarte

Kreuzungsversuche mit Zärtlichen Hangnagern ergaben, dass die Rechts- bzw. Linksläufigkeit von zwei Allelen bestimmt wird; Rechtsläufigkeit ist dominant. Lange Zeit paarten sich linksläufige Weibchen nur mit linksläufigen Männchen. Daher gab es etwa gleich viele rechts- und linksläufige Tiere in der Population – bis ein rechtsläufiges Super-Männchen viel Erfolg bei linksläufigen Weibchen hat.

*Thema: Selektion*

**Rücke 2 Felder vor!**

Columbana Island



Simplicity Island



Simplicity Island



Simplicity Island



Simplicity Island



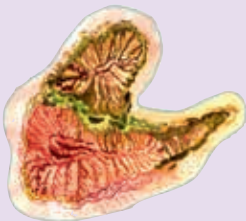
Simplicity Island



Tender Island



Tender Island





### Ereigniskarte

Während der rückwärtigen Paarung, die bis zu einer halben Stunde dauern kann, halten Weibchen und Männchen einander mit ihren korkenzieherartigen Schwänzen fest. Eine Mutation bewirkt eine deutliche Verkürzung der Schwänze, was die Verbindung zwischen den Partnern erheblich schwächt. Obwohl dadurch weniger Kopulationen fruchtbar sind, verbreitet sich das mutierte Gen in der Population.

*Thema: Mutation*

**Setze 1x aus!**

### Ereigniskarte

Bei stürmischer See dringt Meerwasser in die Bucht von Tender Island vor. Das Wasser reißt große Teile des Festlands mit sich, bis die Insel in einen feuchten Nord- und einen trockenen Südtteil auseinanderbricht. Auch die Population der Zärtlichen Hangnager zerfällt in zwei Teilpopulationen.

*Thema: Geografische Isolation*

**Gehe 1 Feld vor!**

### Ereigniskarte

Junge Zärtliche Hangnager sind Nestflüchter und bereits zwei Tage nach ihrer Geburt auf sich allein gestellt. Ausgehend von einem einzelnen Weibchen, das ihre Jungen längere Zeit versorgt und beschützt, verbreitet sich dieses Verhalten in der Population auf Tender Island.

*Thema: Tradition*

**Rücke 1 Feld vor!**

### Ereigniskarte

Coexistence Island ist von Simplicity Island und Tender Island nur durch Flachwasserbereiche getrennt, die von Hangnagern leicht durchschwommen werden können. Von Simplicity Island ist der Einfache Hangnager in den Norden, von Tender Island der Zärtliche Hangnager in den Süden von Coexistence Island eingewandert.

*Thema: Migration, Ausbreitung*

**Rücke 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Wie auf Simplicity Island gibt es im Norden von Coexistence Island zahlreiche Raubvögel, auf deren Speisekarte die Einfachen Hangnager stehen. Die ständige Gefahr ist vermutlich ein Grund dafür, dass die Kopulationen beim Einfachen Hangnager nur wenige Sekunden dauern.

*Thema: Selektion*

**Rücke 1 Feld vor!**

### Ereigniskarte

Von Coexistence Island werden Hangnager durch eine Flutwelle ins Meer gerissen. Sie können sich jedoch auf einen Baumstamm retten und werden durch reißende Meereströmung nach Radiation Island verfrachtet.

*Thema: Migration, Neubesiedlung einer Insel*

**Setze deine Spielfigur auf Radiation Island.**

### Ereigniskarte

Der hohe Druck durch Beutegreifer hat Auswirkungen auf die Einfachen Hangnager: Die meisten Nager gehen bei der kleinsten Störung blitzschnell in Deckung und immer mehr Tiere in der Population haben tarnfarbige Fellzeichnungen. Außerdem weitet sich das Verbreitungsgebiet der Einfachen Hangnager in den Süden von Coexistence Island aus.

*Thema: Lernen, Selektion, Migration*

**Rücke 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

In der Mitte von Coexistence Island kommen der Einfache und der Zärtliche Hangnager gemeinsam vor. Immer wieder versuchen Männchen des Einfachen Hangnagers, auf die niedlichen Weibchen des Zärtlichen Hangnagers aufzureiten. Diese Form der Kopulation verhindern die Weibchen jedoch, indem sie ihren Schwanz herunterklappen.

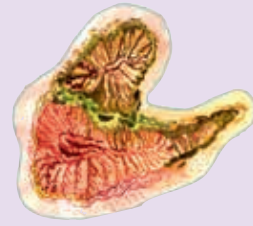
*Thema: Isolation durch Verhalten*

**Setze 1x aus!**

Tender Island



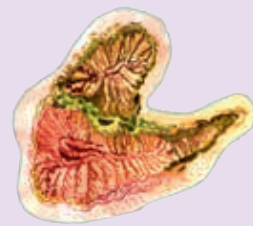
Tender Island



Coexistence Island



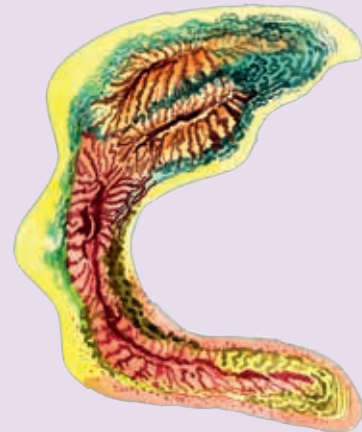
Tender Island



Coexistence Island



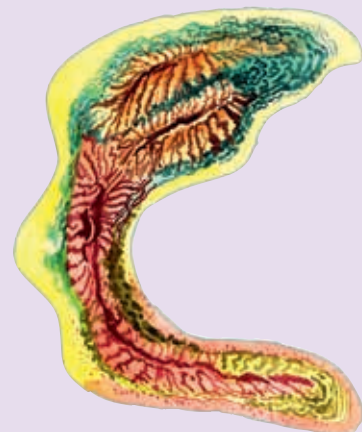
Coexistence Island



Coexistence Island



Coexistence Island





### Ereigniskarte

Radiation Island ist zwar die kleinste Insel des Columbana-Archipels, bietet aber viele verschiedene Lebensbedingungen. Daher können verschiedene Hangnager-Arten nebeneinander existieren, ohne sich gegenseitig Konkurrenz zu machen.

*Thema: Einnischung, Konkurrenzvermeidung*

**Rücke 3 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Die zahlreichen Hangnager auf der Insel locken Greifvögel an, die zahlreiche Nager erbeuten. Von jeder Hangnager-Art existieren auf Radiation Island daher nur kleine Populationen, die meist voneinander isoliert sind. In diesen Kleinst-Populationen verbreiten sich neu entwickelte Merkmale sehr schnell.

*Thema: Flaschenhalseffekt, disruptive Selektion, schnelle Evolution*

**Rücke 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Die Strände der steil aufragenden Insel werden überschwemmt. Viele Flach- und Strand-Hangnager sterben oder werden abgetrieben. Die übrigen flüchten in die höheren Lagen von Radiation Island, wo sie mit dort lebenden Hangnagern um Lebensraum und Nahrung konkurrieren. Daher erholen sich die Populationen nur langsam.

*Thema: Katastrophe, Konkurrenz*

**Setze 1x aus!**

### Ereigniskarte

Es herrscht eine außergewöhnliche Dürre auf Radiation Island. Vor allem an den steilen Kreidefelsen im Lebensraum des Steil-Hangnagers wird die Nahrung knapp. Deshalb weichen die Steil-Hangnager auf untere Lagen aus. Auf den dunklen Basalthängen werden die Tiere wegen ihrer hellen Fellfarbe jedoch leichte Beute von Greifvögeln.

*Thema: Tarnfärbung, Selektion*

**Gehe 2 Felder zurück!**

### Ereigniskarte

Auf Radiation Island herrscht Dauerregen, der die Felswände rutschig macht. Auch tagelang andauernder Sturm macht den Gleit-Hangnagern das Leben schwer. Einige Tiere werden vom Wind auf eine andere Insel verfrachtet. Sie werden zu Gründern einer neuen Population.

*Thema: Migration*

**Rücke 2 Felder vor!**

### Ereigniskarte

Wühl-Hangnager sind außerhalb der Paarungszeit Einzelgänger. Nach mehreren Jahren mit günstigen Umweltbedingungen ist der Boden der Talauen auf Radiation Island förmlich durchlöchert von den Gängen der zahlreichen Wühler. Jetzt sorgen Pheromone für eine „Geburtenkontrolle“: Die Weibchen tragen kaum noch Junge aus, die Population schrumpft wieder.

*Thema: Populationsschwankung*

**Gehe 1 Feld zurück!**

### Ereigniskarte

Unter den Gepanzerten Kugel-Hangnagern auf Radiation Island breitet sich ein mutiertes Gen aus: In die Panzerplatten wird zu wenig Kalk eingelagert, sodass sie auf der Flucht beim Rollen leicht brechen. Auch gegen Angriffe von Beutegreifern bieten die dünnen Knochenplatten wenig Schutz. Die Folge: Die Population schrumpft.

*Thema: Mutation*

**Gehe 1 Feld zurück!**

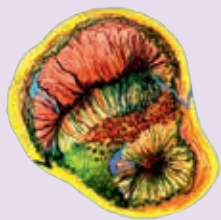
### Ereigniskarte

Ein Blitz entfacht in der Krummholz-Region auf Radiation Island einen Flächenbrand. Damit verlieren die Astläufigen Hangnager Nahrung und Lebensraum. Nur besonders kräftige und geschickte Kletterer überleben.

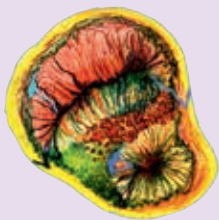
*Thema: Selektion*

**Setze 1x aus!**

Radiation Island



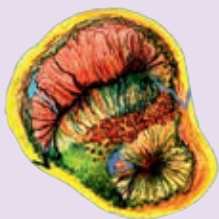
Radiation Island



Radiation Island



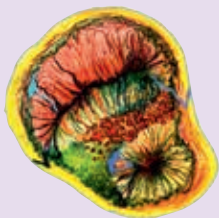
Radiation Island



Radiation Island



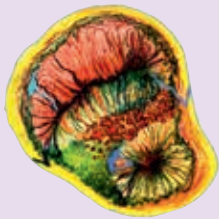
Radiation Island



Radiation Island



Radiation Island





# Große Bergratte

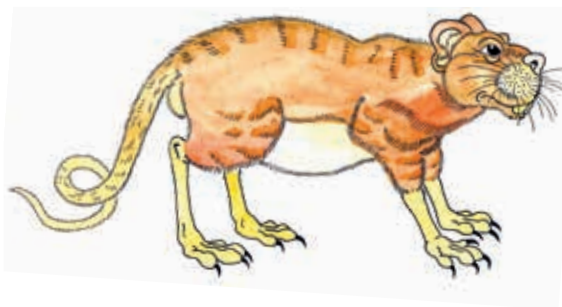
(*Monsrattus magnus*)

**Verbreitung:** ursprünglich südamerikanisches Festland; ein trächtiges Weibchen ist auf Columbana angeschwemmt worden

**Kopulation:** Bei der Bergratte treten sehr selten Kopulationsstellungen auf, die der rückwärtigen Kopulation des Schrägen Hangnagers ähneln.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus simplex</i>	<i>Ascentus eroticus</i>
<i>Monsrattus magnus</i>	0,13	0,13	0,13



Grafik: Gumar Gad

# Schräger Hangnager

(*Ascentus lateralis*)

**Verbreitung:** Columbana Island

**Lebensraum:** bergige Felsenlandschaft

**Körperbau:** Das Vorder- und Hinterbein einer Körperseite ist kürzer als das andere. Es gibt Schräge Hangnager, bei denen die Beine auf der rechten Körperseite kürzer sind (= rechtsläufige Hangnager), und solche, bei denen die linken Beine kürzer sind (= linksläufige Hangnager). Entsprechend bewegen sich die beiden Gruppen rechts oder links herum um einen Hügel.



**Kopulation:** Bei einem rechts- und einem linksläufigen Hangnager beschnuppern sich die Tiere ausführlich, bevor sie sich umdrehen und eine rückwärtige Kopulation erfolgt. Diese Art der Kopulation wird von den Weibchen bevorzugt. Zwischen je zwei rechts- bzw. linksläufigen Hangnagern erfolgt die Kopulation durch Aufreiten. Diese Überrumpelung eines langsamen Weibchens gelingt vor allem kräftigen Männchen.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Monsrattus magnus</i>	<i>Ascentus simplex</i>	<i>Ascentus eroticus</i>
<i>Ascentus lateralis</i>	0,13	0,09	0,09

Grafik: Gumar Gad

**++ Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++**

**++ Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++**



# Einfacher Hangnager

(*Ascentus simplex*)

**Verbreitung:** Simplicity Island; Coexistence Island (Norden, in der Mitte Überschneidungsgebiet mit dem Zärtlichen Hangnager)

**Lebensraum:** Hügellandschaft

**Körperbau:** Wie bei den Schrägen Hangnagern sind die Gliedmaßen einer Körperseite kürzer als die gegenüberliegenden; allerdings gibt es auf Simplicity Island nur rechtsläufige Tiere. Es herrscht ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus: Die Männchen sind erheblich größer und schneller als die Weibchen.

**Kopulation:** Die Paarung dauert nur wenige Sekunden und erfolgt ausschließlich in der für Nagetiere üblichen Aufreitstellung. Paarungen zwischen dem Einfachen und dem Zärtlichen Hangnager, die in bestimmten Bereichen von Coexistence Island gemeinsam vorkommen, wurden nicht beobachtet. Versuche von Männchen des Einfachen Hangnagers mit rechtsläufigen Weibchen des Zärtlichen Hangnagers zu kopulieren, werden von den Weibchen durch Herunterklappen des Schwanzes abgewehrt.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Monsrattus magnus</i>	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus eroticus</i>
<i>Ascentus simplex</i>	0,13	0,09	0,07



Grafik: Gumar Gad

# Zärtlicher Hangnager

(*Ascentus eroticus*)

**Verbreitung:** Tender Island; Coexistence Island (Süden, in der Mitte Überschneidungsgebiet mit dem Einfachen Hangnager)

**Lebensraum:** Hügellandschaft

**Körperbau:** In ihrer Bewegungsmorphologie ähneln Zärtliche Hangnager den Schrägen Hangnagern: Bei manchen Tieren sind die rechten Gliedmaßen kürzer als die linken und umgekehrt. Jeweils etwa 50 % der Tiere beider Geschlechter sind rechts- bzw. linksläufig.

**Kopulation:** Einer Kopulation geht ein langwieriges Vorspiel voraus. Nach vorsichtigem Beschnupern folgt das „gegenseitige Weggucken“: Beide Tiere schauen sich kurz an und drehen danach schnell die Köpfe weg. Schließlich nähert sich das Männchen dem wegschauenden Weibchen und krault mit seinen Vorderzähnen dessen Kehle. Es folgt ein gegenseitiges Belegen der Schnauzen. Dieses Ritual kann sich mehrmals wiederholen, bevor beide Partner eng aneinander vorbei gleiten. Die anschließende rückwärtige Begattung mit ineinander verschlungenen Schwänzen kann bis zu einer halben Stunde dauern. Die Paarung wird abgebrochen, wenn das Weibchen das Weggucken beendet und das Männchen anstarrt. Dieses läuft dann weg, ohne das Weibchen zu berühren.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Monsrattus magnus</i>	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus simplex</i>
<i>Ascentus eroticus</i>	0,13	0,09	0,07



Grafik: Gumar Gad

**++ Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++**

**++ Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++ + Kennkarte ++**



# Schräger Hangnager

(*Ascentus lateralis*)

**Verbreitung:** Columbana Island

**Lebensraum:** bergige Felsenlandschaft

**Körperbau:** Das Vorder- und Hinterbein einer Körperseite ist kürzer als das andere. Es gibt Schräge Handnager, bei denen die Beine auf der rechten Körperseite kürzer sind (= rechtsläufige Hangnager), und solche, bei denen die linken Beine kürzer sind (= linksläufige Hangnager). Entsprechend bewegen sich die beiden Gruppen rechts oder links herum um einen Hügel.



**Kopulation:** Bei einem rechts- und einem linksläufigen Hangnager beschnuppern sich die Tiere ausführlich, bevor sie sich umdrehen und eine rückwärtige Kopulation erfolgt. Diese Art der Kopulation wird von den Weibchen bevorzugt. Zwischen je zwei rechts- bzw. linksläufigen Hangnagern erfolgt die Kopulation durch Aufreiten. Diese Überrumpelung eines langsamen Weibchens gelingt vor allem kräftigen Männchen.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus altissimus</i>	<i>Ascentus moderatus</i>
<i>Ascentus lateralis</i>	0,09	0,09	0,09

Grafik: Gunmar Gad

# Zärtlicher Hangnager

(*Ascentus eroticus*)

**Verbreitung:** Tender Island; Coexistence Island (Süden, in der Mitte Überschneidungsgebiet mit dem Einfachen Hangnager)

**Lebensraum:** Hügellandschaft

**Körperbau:** In ihrer Bewegungsmorphologie ähneln Zärtliche Hangnager den Schrägen Hangnagern: Bei manchen Tieren sind die rechten Gliedmaßen kürzer als die linken und umgekehrt. Jeweils etwa 50 % der Tiere beider Geschlechter sind rechts- bzw. linksläufig.



**Kopulation:** Einer Kopulation geht ein langwieriges Vorspiel voraus. Nach vorsichtigem Beschnuppern folgt das „gegenseitige Weggucken“: Beide Tiere schauen sich kurz an und drehen danach schnell die Köpfe weg. Schließlich nähert sich das Männchen dem wegschauenden Weibchen und kraut mit seinen Vorderzähnen dessen Kehle. Es folgt ein gegenseitiges Belegen der Schnauzen. Dieses Ritual kann sich mehrmals wiederholen, bevor beide Partner eng aneinander vorbei gleiten. Die anschließende rückwärtige Begattung mit ineinander verschlungenen Schwänzen kann bis zu einer halben Stunde dauern. Die Paarung wird abgebrochen, wenn das Weibchen das Weggucken beendet und das Männchen anstarrt. Dieses läuft dann weg, ohne das Weibchen zu berühren.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus altissimus</i>	<i>Ascentus moderatus</i>
<i>Ascentus eroticus</i>	0,09	0,06	0,06

Grafik: Gunmar Gad

**++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++**

**++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++**



# Steil-Hangnager

(*Ascentus altissimus*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** steile Hänge mit hellen Kreideplatten oberhalb von 1200 m

**Körperbau:** Alle Männchen sind rechtsläufig, haben also rechts kürzere Gliedmaßen als links. Alle Weibchen sind linksläufig, haben also links kürzere Gliedmaßen als rechts. Untersuchungen zeigten, dass Rechts- bzw. Linksläufigkeit mit dem Geschlecht genetisch gekoppelt ist.

Die Fellzeichnung ist hell; die Männchen sind etwas kräftiger und dunkelgelb gefärbt. In der Übergangszone zwischen 1000 und 1200 m vermeiden die Tiere einen Aufenthalt auf dunklem Felsgestein.

**Kopulation:** Die Kopulation dauert nur wenige Sekunden.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus moderatus</i>
<i>Ascentus altissimus</i>	0,09	0,06	0,03



Grafik: Gunmar Gad

# Flach-Hangnager

(*Ascentus moderatus*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** steile Hänge mit dunklen Basaltplatten unterhalb von 1000 m

**Körperbau:** Alle Männchen sind linksläufig, haben also links kürzere Gliedmaßen als rechts. Alle Weibchen sind rechtsläufig, haben also rechts kürzere Gliedmaßen als links. Wie beim Steil-Hangnager ist die Rechts- bzw. Linksläufigkeit mit dem Geschlecht genetisch gekoppelt. Die Fellzeichnung ist dunkel; die Männchen sind etwas kräftiger und dunkelbraun gefärbt. In der Übergangszone zwischen 1000 und 1200 m vermeiden die Tiere einen Aufenthalt auf hellem Felsgestein.

**Kopulation:** Die Kopulation dauert nur wenige Sekunden. Paarungen zwischen dem Flach-Hangnager und dem Strand-Hangnager, deren Verbreitungsgebiete sich überlappen, finden nicht statt, da der Strand-Hangnager im Gegensatz zum Flach-Hangnager nur rechtsläufige Männchen hat.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus lateralis</i>	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus altissimus</i>
<i>Ascentus moderatus</i>	0,09	0,06	0,03



Grafik: Gunmar Gad

**++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++**

**++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte +++ Kennkarte ++**

## Zärtlicher Hangnager

(*Ascentus eroticus*)

**Verbreitung:** Tender Island; Coexistence Island (Süden, in der Mitte Überschneidungsgebiet mit dem Einfachen Hangnager)

**Lebensraum:** Hügellandschaft

**Körperbau:** In ihrer Bewegungsmorphologie ähneln Zärtliche Hangnager den Schrägen Hangnagern: Bei manchen Tieren sind die rechten Gliedmaßen kürzer als die linken und umgekehrt. Jeweils etwa 50 % der Tiere beider Geschlechter sind rechts- bzw. linksläufig.



**Kopulation:** Einer Kopulation geht ein langwieriges Vorspiel voraus. Nach vorsichtigem Beschnupern folgt das „gegenseitige Weggucken“: Beide Tiere schauen sich kurz an und drehen danach schnell die Köpfe weg. Schließlich nähert sich das Männchen dem wegschauenden Weibchen und kraut mit seinen Vorderzähnen dessen Kehle. Es folgt ein gegenseitiges Belecken der Schnauzen. Dieses Ritual kann sich mehrmals wiederholen, bevor beide Partner eng aneinander vorbei gleiten. Die anschließende rückwärtige Begattung mit ineinander verschlungenen Schwänzen kann bis zu einer halben Stunde dauern. Die Paarung wird abgebrochen, wenn das Weibchen das Weggucken beendet und das Männchen anstarrt. Dieses läuft dann weg, ohne das Weibchen zu berühren.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus foetidus</i>	<i>Ascentus diagonalis</i>	<i>Ascentus littoralis</i>
<i>Ascentus eroticus</i>	0,06	0,06	0,06

Grafik: Gunmar Gad

## Stinkiger Hangnager

(*Ascentus foetidus*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** flache Talaue

**Körperbau:** Die Fellzeichnung ist am buntesten und auffälligsten von allen Hangnagern. Die Beine sind annähernd gleich lang. Die Vorderfüße besitzen kräftige Klauen.

**Besonderheiten:** Der Stinkige Hangnager ernährt sich von stärkehaltigen, aber auch giftigen Maniokknollen. Bei Gefahr versprüht das Tier den giftigen Darminhalt aus dem Maul oder aus dem After – je nachdem, von wo sich ein Feind nähert. Ein Teil des aufgenommenen Pflanzengifts wird in den Haaren abgelagert.

**Kopulation:** Paarungen wurden bisher nicht beobachtet. Es wird eine rückwärtige oder eine Bauch-zu-Bauch-Kopulation vermutet.



**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus littoralis</i>	<i>Ascentus diagonalis</i>
<i>Ascentus foetidus</i>	0,06	0,03	0,03

Grafik: Gunmar Gad





## Astläufiger Hangnager

(*Ascentus diagonalis*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** höher gelegene Krummholz-Region

**Körperbau:** Die kräftigen Vorderbeine sind kürzer als die Hinterbeine. Zur Suche nach Insekten unter der Rinde besitzen die Tiere an den Vorderbeinen Schälklauen, an den Hinterbeinen Stocherfinger wie das Fingertier auf Madagaskar. Der ganze Körper ist mit zu Stacheln umgewandelten Haaren besetzt, die wie beim südamerikanischen Baumstachelschwein bei Gefahr aufgestellt werden.



**Kopulation:** Das langwierige Balzverhalten erinnert entfernt an das des Zärtlichen Hangnagers. Bei der rückwärtigen Kopulation werden die beiden flachen Schwänze jedoch nicht verschlungen, sondern steil hochgestellt und aneinander gepresst.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus littoralis</i>	<i>Ascentus foetidus</i>
<i>Ascentus diagonalis</i>	0,06	0,03	0,03

Grafik: Gunnar Gad

## Strand-Hangnager

(*Ascentus littoralis*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** Steilküste, Spülsaum

**Körperbau:** Die Männchen sind rechtsläufig, die Weibchen linksläufig. Die längeren Beine haben ein wasserabweisendes Fell und an den Füßen befinden sich Schwimmhäute zwischen den Zehen. An steil abfallenden Ufern schwimmt der Strand-Hangnager mit den langen Beinen im Wasser und läuft mit den kurzen an Land. Das Fell ist zum Wasser und zum Land hin unterschiedlich gefärbt. Dies könnte einen Tarneffekt haben. Der breite Schwanz erinnert an einen Biber.



**Kopulation:** Das langwierige Balzverhalten erinnert entfernt an das des Zärtlichen Hangnagers. Bei der rückwärtigen Kopulation werden die beiden flachen Schwänze jedoch nicht verschlungen, sondern steil hochgestellt und aneinander gepresst.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus foetidus</i>	<i>Ascentus diagonalis</i>
<i>Ascentus littoralis</i>	0,06	0,03	0,03

Grafik: Gunnar Gad





## Zärtlicher Hangnager

(*Ascentus eroticus*)

**Verbreitung:** Tender Island; Coexistence Island (Süden, in der Mitte Überschneidungsgebiet mit dem Einfachen Hangnager)

**Lebensraum:** Hügellandschaft

**Körperbau:** In ihrer Bewegungsmorphologie ähneln Zärtliche Hangnager den Schrägen Hangnagern: Bei manchen Tieren sind die rechten Gliedmaßen kürzer als die linken und umgekehrt. Jeweils etwa 50 % der Tiere beider Geschlechter sind rechts- bzw. linksläufig.



**Kopulation:** Einer Kopulation geht ein langwieriges Vorspiel voraus. Nach vorsichtigem Beschnuppern folgt das „gegenseitige Weggucken“: Beide Tiere schauen sich kurz an und drehen danach schnell die Köpfe weg. Schließlich nähert sich das Männchen dem wegschauenden Weibchen und kraut mit seinen Vorderzähnen dessen Kehle. Es folgt ein gegenseitiges Belegen der Schnauzen. Dieses Ritual kann sich mehrmals wiederholen, bevor beide Partner eng aneinander vorbei gleiten. Die anschließende rückwärtige Begattung mit ineinander verschlungenen Schwänzen kann bis zu einer halben Stunde dauern. Die Paarung wird abgebrochen, wenn das Weibchen das Weggucken beendet und das Männchen anstarrt. Dieses läuft dann weg, ohne das Weibchen zu berühren.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus talpaeformis</i>	<i>Ascentus veliferus</i>	<i>Ascentus armadilloides</i>
<i>Ascentus eroticus</i>	0,06	0,06	0,06

Grafik: Gunmar Gad

## Wühl-Hangnager

(*Ascentus talpaeformis*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** unterirdische Gänge in den Böden flacher Täler

**Körperbau:** Die Tiere sind walzenförmig und haben eine nackte, berührungsempfindliche Nase. Das Fell hat keinen Strich. Die Beine sind kurz, aber auf beiden Seiten deutlich unterschiedlich lang. Das längere Vorderbein ist zu einer Grabschaufel umgebildet.



**Kopulation:** Eine Kopulation wurde nicht beobachtet. Es wird angenommen, dass das Männchen dafür eine Begattungskammer gräbt. Vermutlich dient die unbehaarte, mit zahlreichen Tastkörperchen besetzte Schwanzspitze zur sexuellen Erregung und zur Abstimmung bei der rückwärtigen Begattung.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus veliferus</i>	<i>Ascentus armadilloides</i>
<i>Ascentus talpaeformis</i>	0,06	0,03	0,03

Grafik: Gunmar Gad



## Gleit-Hangnager

(*Ascentus veliferus*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** fast senkrecht aufsteigende Gebirgshänge

**Körperbau:** Auffällig an diesen Tieren sind die Flughäute auf beiden Seiten. Zwar sind die Gliedmaßen der rechten und linken Körperseite ungleich lang, aufgrund einer verlängerten Zehe an den kürzeren Beinen sind die Flughäute trotzdem beidseitig gleich weit gespannt. Während Flughörnchen an Baumstämmen landen und sich mit Krallen festhalten, besitzen Gleit-Hangnager zusätzlich – wie die Geckos – Haftzehen, die ihnen an den harten, glatten Felswänden Halt geben.



**Kopulation:** Die Tiere sind nachtaktiv. Es wird vermutet, dass die Männchen eine Felsspalte als Hochzeitskammer wählen und die Weibchen über Pheromone anlocken. Außer einer rückwärtigen Kopulation ist eine Paarung Bauch zu Bauch sehr wahrscheinlich, die einige Minuten dauern kann.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus talpaeformis</i>	<i>Ascentus armadilloides</i>
<i>Ascentus veliferus</i>	0,06	0,03	0,03

Grafik: Gunnar Gad

## Gepanzierter Kugel-Hangnager

(*Ascentus armadilloides*)

**Verbreitung:** Radiation Island

**Lebensraum:** Gebirgshänge, oberhalb der Krummholz-Region

**Körperbau:** Kopf, Rücken und Beinansätze sind mit einem dichten Knochenpanzer bedeckt. Bei Gefahr kugelt sich das Tier ein und rollt den Abhang hinunter. Kann es damit seinen Verfolger nicht abschütteln, schützt der Panzer vor Angriffen. Die Vorderbeine sind etwas kürzer als die Hinterbeine.



**Kopulation:** Paarungen wurden bisher nicht beobachtet. Es wird eine rückwärtige oder eine Bauch-zu-Bauch-Kopulation vermutet.

**Genetische Distanzen:**

	<i>Ascentus eroticus</i>	<i>Ascentus talpaeformis</i>	<i>Ascentus veliferus</i>
<i>Ascentus armadilloides</i>	0,06	0,03	0,03

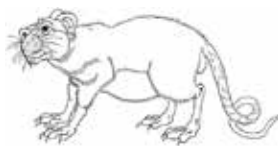
Grafik: Gunnar Gad





## Stammbaum der Hangnager (Lösung)

*Monsrattus*



*A. lateralis*



*A. simplex*



*A. eroticus*



*A. altissimus*



*A. moderatus*



*A. littoralis*



*A. talpaeformis*



*A. veliferus*



*A. armadilloides*



*A. foetidus*



*A. diagonalis*



Grafik: Gunnar Gad

0,08

0,04

genetische Distanz

## IMPRESSUM

## Unterricht Biologie

Zeitschrift für die Sekundarstufe

wird herausgegeben vom Friedrich Verlag in Velber in Zusammenarbeit mit Klett und in Verbindung mit Prof. Dr. Ute Harms, Prof. Dr. Wilfried Probst, Wolfgang Ruppert, Prof. Dr. Steffen Schaal, Prof. Dr. Julia Schwanewedel, Prof. Dr. Holger Weitzel.

**Berater:** Prof. Dr. Karla Etschenberg, Prof. Dr. Ulrich Kattmann

**Redaktion (v. i. S. d. P.):**  
Franziska Köhler/Dr. Stefanie Krawczyk,  
Adresse s. Verlag  
Tel.: 0511/40004-401; Fax -219  
E-Mail: redaktion.ub@friedrich-verlag.de  
www.unterricht-biologie.de

**Redaktionsassistentz**  
Katrin Franke, Tel. 0511/40004-228; Fax -219  
E-Mail: Franke@friedrich-verlag.de

**Verlag**  
Friedrich Verlag GmbH, Im Brande 17,  
30926 Seelze  
www.friedrich-verlag.de

**Geschäftsführung**  
Michael Conradt, Hubertus Rolfing

**Programmleitung:** Kai Müller-Weuthen

**Anzeigenmarketing:** Adresse s. Verlag  
Bianca Schwabe, Tel. 0511/40004-123, Fax -975  
E-Mail: schwabe@friedrich-verlag.de  
Bettina Wohlers, Tel. 0511/40004-243, Fax -975  
E-Mail: wohlers@friedrich-verlag.de

**Verantwortung für den Anzeigenteil**  
Hubertus Rolfing (v. i. S. d. P.), Adresse s. Verlag  
Anzeigenpreisliste gültig ab 01.01. 2016

**Leserservice:** Tel. 0511/40004-150; Fax -170  
E-Mail: leserservice@friedrich-verlag.de

**Realisation:** Detlef Grove

**Titel:** Detlef Grove  
unter Verwendung von Bildern von Gunnar Gad,  
Pixabay.com, Matthew Hoelscher/flickr, Holger  
Weitzel und rawpixel/123rf

**Druck:** Zimmermann Druck + Verlag GmbH  
Widukindplatz 2, 58802 Balve

**Bezugsbedingungen:**  
**Unterricht Biologie** erscheint 10x jährlich mit 5 Themenheften und 5 Schülerheften „Kompakt“ in print und digital für nur € 111,50 zzgl. Versandkosten € 25,10. Als Abonnenten-Extras erhalte ich das Friedrich Jahreshaft und das Magazin SCHÜLER. Die Mindestabodauer beträgt ein Jahr. Eine Kündigung ist schriftlich bis vier Wochen nach Erscheinen des letzten Heftes innerhalb des aktuellen Berechnungszeitraums möglich, ansonsten verlängert sich der Bezug um weitere 12 Monate. Es gelten unsere aktuellen Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Auslandspreise auf Anfrage. Bei Umzug bitte Nachricht an den Verlag mit alter und neuer Anschrift sowie der Kundennummer (siehe Rechnung).

**Unterricht Biologie** ist zu beziehen durch den Buch- und Zeitschriftenhandel oder direkt vom Verlag. Auslieferung in der Schweiz durch Balmer Bücherdienst AG, Kobiboden, 12, CH-8840 Einsiedeln. Weiteres Ausland auf Anfrage.

Bei Nichtlieferung infolge höherer Gewalt oder Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

© Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Auch unverlangt eingesandte Manuskripte werden sorgfältig geprüft. Unverlangt eingesandte Bücher werden nicht zurückgeschickt. Die als Arbeitsblatt oder Material gekennzeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zur Klassenstärke vervielfältigt werden.

ISSN 0341-5260; Best.-Nr. 53422