

# SCHOOL-SCOUT.DE

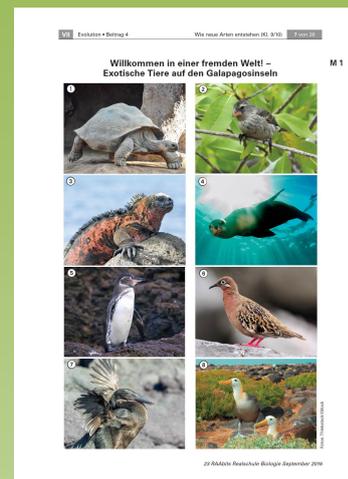
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Exotische Tiere auf den Galapagosinseln*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## Exotische Tiere auf den Galapagosinseln – wie neue Arten entstehen

Ein Beitrag von Julia Schwanewedel, Kiel

Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart, und Oliver Wetterauer, Stuttgart

Was haben die Schnäbel von Finken, die Panzer von Riesenschildkröten und die Größe von Meerechsen gemeinsam? Alle zeigen, wie durch Variation, Isolation und Separation auf Inseln neue Arten entstehen.

In dieser Einheit schlüpfen Ihre Schüler in die Rolle von Forscherteams und erarbeiten die Entstehung von Arten auf den Inseln des Galapagos-Archipels. Dabei durchlaufen die Lernenden wesentliche Arbeitsschritte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg und lernen, sich systematisch biologische Informationen aus Texten, Diagrammen und Tabellen zu erschließen. Die Prozesse der Artbildung stellen die Lernenden schließlich in eigenen Stop-Motion-Filmen dar.



Foto: Colourbox

Galapagos-Riesenschildkröte und Mensch

**Stop-Motion-Filme  
selbst erstellen!**

### Das Wichtigste auf einen Blick

**Klasse:** 9/10

**Dauer:** 8 Stunden (Minimalplan: 2)

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- erläutern die allopatrische Artbildung und adaptive Radiation auf Inseln.
- formulieren auf Basis von Forschungsfragen begründete Hypothesen, untersuchen sie und vergleichen die aufgestellten Vermutungen mit den neu gewonnenen Erkenntnissen.
- stellen den Prozess der Artbildung in dynamischen Repräsentationen (Stop-Motion-Filmen) dar.

**Aus dem Inhalt:**

- Forscherauftrag: „Wie sind die einzigartigen Tierarten auf den Galapagosinseln entstanden?“
- Gruppenpuzzle zur Entstehung von Arten:
  - Galapagos-Riesenschildkröten (Gruppe A)
  - Meerechsen (Gruppe B)
  - Galapagos-Finken (Gruppe C)
- Wir erstellen Stop-Motion-Filme zum Prozess der Artbildung
- Selbst-Test zur Artentstehung (🎬)

## Rund um die Reihe

### Warum wir das Thema behandeln

Exotische Tiere wie Riesenschildkröten oder drachenartige Meerechsen sind für Lernende interessante Lebewesen. Aus dem Zoo oder den Medien kennen sie häufig insbesondere die Vertreter der Galapagos-Riesenschildkröten, sodass sie **eigene Erfahrungen** zu den Tieren in den Unterricht einbringen können und generell leichter einen Bezug zum Thema aufbauen. Zudem bringen die meisten Lernenden eine grundlegende **Vorstellung von Variabilität** in Populationen aus dem Alltag mit, d. h. sie verfügen über die Vorstellung, dass Lebewesen sich generell im Aussehen voneinander unterscheiden. Diese Alltagsvorstellung kann als fruchtbarer Ausgangspunkt für das Verstehen evolutionärer Faktoren und Prozesse genutzt werden.

Im Zusammenhang mit der Angepasstheit von Lebewesen existieren bei Schülerinnen und Schülern\* zahlreiche **Alltagsvorstellungen**, die sich teilweise nicht mit fachlichen Vorstellungen decken. Als typisch ist hierbei die Vorstellung von einer gezielten adaptiven Veränderung von Körperbau und Lebensweise zu nennen. Dieser Alltagsvorstellung, bei der Anpassung als eine aktive Tätigkeit betrachtet wird, wird in dieser Unterrichtseinheit das Konzept der Angepasstheit als Ursache für Artbildungsprozesse entgegengesetzt, welches auf Mutation, Selektion, Isolation und adaptiver Radiation beruht.

\* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ geschrieben.

### Was Sie zum Thema wissen müssen

#### Die Inseln und die Tiere des Galapagos-Archipels

Der Galapagos-Archipel besteht aus einer Vielzahl von Inseln ca. 1000 km von der Küste Ecuadors entfernt im Pazifischen Ozean. Die Landfläche der 13 größeren Inseln, sechs kleineren Inseln und ca. 50 kleinsten Inseln und Riffe umfasst insgesamt ca. 7900 km<sup>2</sup>. Nach ihrer Entdeckung im Jahr 1535 durch den Bischof von Panama wurden sie im Jahre 1570 vom flämischen Kartografen Abraham Ortelius „**Galapagos**“ getauft. Das Wort stammt aus dem Spanischen und bedeutet „Schildkröte“. Es wird angenommen, dass die Benennung nach den dort gefundenen Riesenschildkröten erfolgte. Die besonderen Schildkröten faszinieren Menschen also bereits seit Jahrhunderten und haben dem Archipel seinen Namen eingebracht. Seit Ende der 1950er-Jahre ist der Galapagos-Archipel ein **Nationalpark** und seit 1970 zählt er zum Weltkulturerbe der UNESCO. Die Flora und Fauna der Inseln stellen außergewöhnliche Beispiele in der Entwicklung von Pflanzen- und Tiergemeinschaften dar.

Die **Tierwelt** des Archipels beeindruckt durch zahlreiche **endemische Arten**. Etwa 42 Prozent der auf den Inseln heimischen Arten gibt es nur dort bzw. zum Teil sogar nur auf bestimmten Inseln oder Inselteilen. 80 Prozent der Landvögel, 90 Prozent der Säugetiere, 90 Prozent der Reptilien und 66 Prozent der Käferarten auf den Inseln sind endemisch (Nussinger, 2000). Im Vergleich zum südamerikanischen Festland zeigt sich auf den Galapagosinseln jedoch eine geringe **Biodiversität**: es existieren nur wenige Säugetierarten, die Hautflügler sind mit nur einer Art vertreten und Amphibien und Süßwasserfische fehlen gänzlich. Reptilien und Vögel sind hingegen mit einer Vielzahl an Arten im Verhältnis überrepräsentiert (Nussinger, 2000). Zu den bekanntesten endemischen Tiervertretern des Archipels zählen die Galapagos-Riesenschildkröten, die berühmt gewordenen Darwinfinken und die an Drachen erinnernden Meerechsen.

#### Arten, Artbildung und adaptive Radiation

Die Entstehung von Arten ist eines der zentralen Themen der **Evolution**. Arten selbst stellen die Grundeinheiten der Evolution dar (Kattmann, 2005). Als Art werden Gruppen von Populationen bezeichnet, deren Mitglieder sich unter natürlichen Bedingungen kreuzen können und dabei lebensfähige, fruchtbare Nachkommen hervorbringen (Campbell & Reece, 2015, S. 650). Weiteres Artkriterium ist die reproduktive Isolation von Populationen (Kattmann, 2005). Arten

sind somit nicht durch Merkmale von Individuen geprägt, sondern sind Gruppen von natürlichen Populationen, die von anderen Populationen durch Fortpflanzungsbarrieren getrennt sind.

Individuen einer Art sind nicht völlig gleich, sondern unterscheiden sich genetisch (**Polymorphismus**). Dies stellt eine zentrale Voraussetzung für die Artbildung dar. Neben der genetischen Vielfalt herrscht innerhalb einer Population, verursacht durch **Mutationen** im Genom einzelner Individuen, genetische Veränderlichkeit. Erst genetische Vielfalt und genetische Veränderlichkeit in Populationen ermöglichen die Entstehung neuer Arten durch **Selektion**. Selektion ist dabei stets das Ergebnis von **Wechselbeziehungen** zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt. Sie ist also weder eine rein passive Anpassung der Organismen noch ein allein zielgerichteter aktiver Prozess der Lebewesen.

Es können zwei Formen der Artbildung voneinander unterschieden werden: die **allopatrische** und die **sympatrische Artbildung**. Beide Formen gehen davon aus, dass der Genfluss zwischen Populationen unterbrochen wird.

**Allopatrische Artbildung** findet in Populationen mit geografisch getrenntem Verbreitungsgebiet statt (Campbell & Reece, 2015). Voraussetzung für die Entstehung neuer Arten ist die räumliche Trennung von zwei Populationen derselben Art. Die Ursachen für eine solche **geografische Isolation** können vielfältig sein: klimatische Grenzen (Eiszeiten), morphogenetische Ereignisse (Bildung von Inseln, Seen, Gebirge, Meeresarmen) oder Trennung der Populationen durch unbesiedelbare Räume (Wüsten, Tundren). Überdies kann eine teilweise **Isolation** durch aktive oder passive Ausbreitung einer Population über ein sehr großes Verbreitungsgebiet entstehen. Der Allelfluss zwischen den entfernten Teilen der Population findet dann nur noch beschränkt statt. Eine Vorstufe der allopatrischen Artbildung ist häufig die Bildung von Unterarten mit zunächst geringfügigen genetischen Unterschieden.

**Sympatrische Artbildung** hingegen findet im selben Lebensraum, d. h. ohne geografische Isolation statt. Entstehen aus einer Ursprungsart durch Spezialisierung auf unterschiedliche ökologische Nischen schnell viele Arten, spricht man von **adaptiver Radiation**. Artbildung durch adaptive Radiation wird ebenfalls durch die genetische Variation und Selektion innerhalb einer Population bedingt.

### Artbildung exotischer Tiere auf den Galapagosinseln

Die Inseln des Galapagos-Archipels werden auch als „**Schaukasten der Evolution**“ bezeichnet. Sie sind vulkanischen Ursprungs und aufgrund ihrer Entfernung von anderen Landmassen waren sie zunächst nur von wenigen Arten besiedelt, wodurch die einwandernden Arten deutlich weniger Konkurrenten hatten als in „alten“ Lebensräumen mit vielen Arten und langer Evolutionsgeschichte. Aufgrund der geografischen Isolation und der geringen Besiedlung haben sich auf den Inseln **einzigartige Pflanzen- und Tierarten** gebildet. Die folgende Tabelle zeigt drei ausgewählte Tiere sowie ihre aus evolutionärer Sicht besonderen Merkmale gegenüber der Ursprungsart:

Beispiel	Anzahl an Arten auf Galapagos	Besondere Merkmale gegenüber Ursprungsart bzw. Spezialisierungen
Galapagos-Finken	14	Arten unterscheiden sich in Größe, Schnabelbau und Lebensweise
Galapagos-Riesenschildkröten	1 (15 Unterarten, 5 davon ausgestorben)	Unterarten unterscheiden sich in Panzerform (kuppel- und sattelförmige Panzer)
Meerechsen	1 (unterschiedliche Gruppen auf den einzelnen Inseln)	Einzige Art weltweit, die Nahrung im Meer sucht (Gruppen auf den einzelnen Inseln unterscheiden sich in Bezug auf Größe und Farbe)

## Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schüler sollten ...

- ... wissen, dass es in den einzelnen Erdzeitaltern verschiedenste Lebewesen gegeben hat und dass die heutigen Lebewesen aus anderen Lebewesen hervorgegangen sind.
- ... die Begriffe und Prinzipien von Mutation und Selektion kennen.
- ... Mutationen als genetische Veränderung von Organismen definieren können.
- ... Selektion als Wechselwirkung zwischen Organismus und Umweltfaktoren erklären können.
- ... den Artbegriff definieren können.

### Aufbau der Reihe

Der Einstieg in die Einheit erfolgt mit **Farbfolie M 1**, die Fotos von endemischen Tierarten der Galapagosinseln zeigt. Im anschließenden Unterrichtsgespräch wird die Frage herausgearbeitet, wie diese Tierarten wohl entstanden sind. Mithilfe von **Arbeitsblatt M 2** erarbeiten die Schüler dann auf schematische Weise den Prozess der allopatrischen Artbildung. Um wissenschaftsorientiertes Arbeiten zu fördern, spiegeln dabei die Arbeitsschritte (Aufgaben) den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg wider.

Für das **Gruppenpuzzle M 3–M 8** (Stunden 2–3) wird die Lerngruppe anschließend in drei Forscherteams (à 3–4 Schüler) eingeteilt. Ausgehend von der Problemfrage aus dem Einstieg beschäftigen sich die Gruppen mit einer von drei endemischen Tierarten der Inseln, nämlich mit den **Galapagos-Schildkröten (Gruppe A, M 3/M 4)**, mit den **Meerechsen (Gruppe B, M 5/M 6)** und mit den **Galapagos-Finken (Gruppe C, M 7/M 8)**. Um die Ergebnisse der Gruppenarbeit zu präsentieren, wird von den Kleingruppen ein **Stop-Motion-Film (M 9/M 10)** angefertigt (Stunden 4–7). Die Einheit kann zusätzlich mit dem **Multiple-Choice-Test** () abgeschlossen werden.

### Tipps zur Differenzierung

Die Gruppenarbeit bietet generell die Möglichkeit, über die Zusammensetzung der Gruppen schwächere Schüler mit stärkeren zusammenarbeiten zu lassen.

Beim Bearbeiten der **Materialien M 3, M 5 und M 7** stehen den Schülern **Tippkarten** zur Verfügung, die sie bei Bedarf vom Lehrerpult abholen können. Diese geben ihnen gezielt Unterstützung beim Aufstellen einer begründeten Vermutung, beim Erschließen von Daten aus Texten, Tabellen und Diagrammen sowie beim Vergleichen von Daten aus unterschiedlichen Darstellungen.

Die Interpretation von Liniendiagrammen (M 6) stellt für die Schüler in der Regel eine größere Herausforderung dar als der Umgang mit Tabellen (M 4 und M 8). Bei der Gruppeneinteilung kann also darauf geachtet werden, dass **leistungsstärkere Schüler der Gruppe B** zugeteilt werden.

## Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- beschreiben die Galapagosinseln als lebendige Systeme, die durch Variationen und Möglichkeiten zur Entwicklung gekennzeichnet sind (Fachwissen, Basiskonzept „System“).
- erläutern die Artbildung/Entstehung endemischer Arten und führen sie auf Mutation, Selektion, Isolation und adaptive Radiation zurück (Fachwissen, Basiskonzept „Entwicklung“).
- sind sich den strukturellen Grundlagen eines (Insel-)Ökosystems und der Anpasstheit der dort lebenden Organismen (Fachwissen, Basiskonzept „Struktur & Funktion“) bewusst.

- formulieren auf Basis von Forschungsfragen begründete Hypothesen, untersuchen sie und vergleichen die aufgestellten Vermutungen mit den neu gewonnenen Erkenntnissen (Erkenntnisgewinnung).
- erschließen Informationen sachgerecht aus verschiedenen Darstellungen und stellen Sachverhalte mithilfe unterschiedlicher Darstellungen dar (Kommunikation).
- stellen den Prozess der Artbildung in dynamischen Repräsentationen (Stop-Motion-Filmen) dar.

## Medientipps

### Literatur für Lehrer

**Dreesmann, Daniel; Graf, Dittmar & Witte, Klaudia:** Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg 2011.

Fachleute aus Evolutionsforschung, Biologiedidaktik und Schulpraxis haben aktuelle und spannende Themen der Evolutionsbiologie für den Unterricht aufbereitet.

**Campell, Neil & Reece, Jane:** Biologie. 10. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin 2015.

Das Kapitel 24 erläutert die wichtigsten Grundlagen zur Artentstehung.

### Zeitschriften

**Kattmann, Ulrich:** Evolution der Evolutionstheorie. Unterricht Biologie (Nr. 310), S. 2–11. Friedrich Verlag. Seelze 2005.

Übersichtliche Darstellung der fachlichen Grundlagen zum Thema Evolutionstheorie, inklusive Erläuterungen zu Selektion und Artbildung anhand von (Galapagos-)Beispielen.

**Nussinger, Bernd:** Darwin und Galapagos. Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule (1/49), S. 44–47. Aulis Verlag. Freising 2000.

Hier erhalten Sie Informationen zu Darwins Galapagos-Reise und seinen evolutionsbiologischen Erkenntnissen.

### Filme

**Die Galapagosinseln – Evolution, Ökosystem, Umweltprobleme,** DVD, 2002, 17 min, FWU-Nr. 4667250

Der Film beschreibt, wie Arten die Vulkaninseln eroberten und nach und nach ökologische Nischen besetzten. Anhand der Darwinfinken wird das Prinzip der Artentstehung durch adaptive Radiation beschrieben. Das Video berichtet auch bestehende Umweltprobleme, zeigt Lösungsansätze auf und ermöglicht einen Einblick in die wunderbare Welt der Galapagosinseln.

**Galapagos – Schaufenster der Evolution,** DVD, 2007, 52 min, AV-Medien Arbeitstransparent, Artikelnummer V 5500, bestellbar über [www.avmedien.net](http://www.avmedien.net)

Am Beispiel der einzigartigen Tierwelt Galapagos werden Variablen und Prozesse der Evolution verständlich dargestellt. Tierbeispiele sind u. a. Meerechsen, Galapagos-Riesenschildkröten, Darwinfinken und Tölpel. Zusatzmaterial: Lehrerbegleittext, 5 Folien und 3 Kopiervorlagen.

### Internetadressen

**[www.galapagos.org](http://www.galapagos.org)**

Seite der US-Organisation Galapagos Conservancy (GC) mit zahlreichen Informationen rund um den Galapagos-Archipel.

**[www.stopmotiontutorials.com](http://www.stopmotiontutorials.com)**

Diese Seite bietet Tipps und Anleitungen zur Anfertigung eigener Stop-Motion-Filme.

## Die Reihe im Überblick

Fo = Folie

Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

LEK = Lernerfolgskontrolle

TK = Tippkarte

LK = Lösungskarte

 = Zusatzmaterial auf CD

### Stunde 1: Problemfrage „Wie entstehen Arten?“ – Einstieg

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Fo)	Willkommen in einer fremden Welt! – Exotische Tiere auf den Galapagosinseln
M 2 (Ab)	Wir erforschen die Artbildung auf den Galapagosinseln

### Stunden 2–3: Expedition – Artbildung auf Galapagos (Gruppenpuzzle in Kleingruppen)

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (Ab)	Gemütliche Riesen – Galapagos-Riesenschildkröten: Forscherbogen
M 4 (Ab)	Gemütliche Riesen – Galapagos-Riesenschildkröten: Expeditionsdaten
M 5 (Ab)	Drachenartige Wesen – Meerechsen: Forscherbogen
M 6 (Ab)	Drachenartige Wesen – Meerechsen: Expeditionsdaten
M 7 (Ab)	Dick- und Dünnschnäbel – Galapagos-Finken: Forscherbogen
M 8 (Ab)	Dick- und Dünnschnäbel – Galapagos-Finken: Expeditionsdaten
TK (M 3–M 8)	Tippkarten zum Gruppenpuzzle M 3–M 8
LK (M 3–M 8)	Lösungskarten zum Gruppenpuzzle M 3–M 8

### Stunden 4–7: Expeditionsergebnisse präsentieren – Stop-Motion-Filme zur Artbildung

Material	Thema und Materialbedarf
M 9 (Ab)	Wir erstellen das Storyboard für einen Stop-Motion-Film
M 10 (Ab)	Wir drehen, präsentieren und beurteilen einen Stop-Motion-Film

### Stunde 8: Wissen testen – Lernerfolgskontrolle

Material	Thema und Materialbedarf
 (LEK)	Teste dich selbst! – Was weißt du alles über die Artentstehung auf den Galapagosinseln?

## Minimalplan

Die Reihe bietet die Möglichkeit, eine Kurzeinheit von **zwei bis drei Unterrichtsstunden** durchzuführen: Dann erfolgt der Einstieg mit **Farbfolie M 1**. Danach wird das **Arbeitsblatt M 2** bearbeitet und die Mechanismen der Artbildung modellhaft erschlossen. Im Anschluss werden diese Mechanismen anhand eines einzelnen Tierbeispiels (z. B. **M 3** und **M 4**) erarbeitet. Die Ergebnisse werden im Plenum miteinander verglichen. Die Ergebnissicherung über die Stop-Motion-Filme (**M 9–M 10**) entfällt. Fakultativ kann der **Test** () zur Ergebnissicherung bearbeitet werden.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Exotische Tiere auf den Galapagosinseln*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

