

Gene und Umwelt: Teamplayer der Merkmalsausprägung

Fachwissenschaftliche Aspekte

Der Weg zur synthetischen Evolutionstheorie

Seit Ende der 1990er-Jahre wird weltweit ein komplexes Theoriensystem zur Erklärung der biologischen Evolution wissenschaftlich anerkannt. Als Erklärung des dokumentierten Artenwandels in allen Organismengruppen werden verschiedene Aspekte / Teiltheorien abgebildet. Es wird daher schon lange nicht mehr von der *einen* Evolutionstheorie gesprochen. Die aktuelle erweiterte synthetische Evolutionstheorie beinhaltet z. B. die Theorien der **Verwandtenselektion** und der **primären Endosymbiose** sowie das Konzept der Kontinentalverschiebung. Jede dieser Teiltheorien bezieht sich auf eine andere Systemebene der belebten Natur und ist für ein Gesamtverständnis der biologischen Evolution unerlässlich.

Darwin lieferte bereits 1872 die noch heute gültige Definition der biologischen Evolution. Danach beruht die *Transformation* einer Art auf der unterschiedlichen Überlebenswahrscheinlichkeit und dem unterschiedlichen Fortpflanzungserfolg von Individuen einer Population aufgrund von Variationen in ihren Merkmalsausprägungen. Er sprach von der „Deszendenz mit Modifikation“ (Deszendenztheorie) und verstand darunter eine Abstammung mit Abänderung im Verlaufe vieler Generationen.

Mit **Lamarckismus** wird die Theorie benannt, nach der Lebewesen Merkmalsausprägungen an ihre Nachkommen vererben können, die sie während ihres Lebens erworben haben. Urheber ist der französische Biologe Jean-Baptiste de Lamarck (1744–1829), der im 19. Jahrhundert damit eine der ersten Evolutionstheorien entwickelte. Anders als vielfach dargestellt, ist die Vererbung erworbener Eigenschaften nur ein Teilaspekt von Lamarcks komplexer Theorie. Während das Konzept der Vererbung erworbener Eigenschaften sich 1871 auch in Darwins Evolutionstheorie wiederfand, entbrannte immer wieder ein Streit zwischen Neodarwinisten und Neolamarckisten.

Mit der Akzeptanz der **Synthetischen Evolutionstheorie**, in der das Prinzip der natürlichen Selektion mit den Erkenntnissen der Genetik in Einklang gebracht werden konnte, wurde der wissenschaftliche Disput Mitte des 20. Jahrhunderts vorübergehend zugunsten des Darwinismus entschieden. Die moderne **Epigenetik** lässt den alten Konflikt al-

lerdings aufs Neue aufflammen. Der Fachbegriff Epigenetik setzt sich aus Genetik und Epigenese, also der Entwicklung eines Lebewesens, zusammen. Als Bindeglied zwischen der Wirkung von Umwelteinflüssen und Genen bestimmen epigenetische Faktoren, wann ein Gen angeschaltet und wieder stumm geschaltet wird. Diese Art der genetischen Steuerung wird als Genregulation bezeichnet.

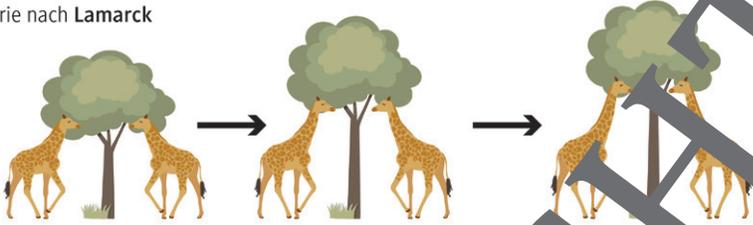
Anlage-Umwelt-Thematik

Der Anlage-Umwelt-Disput stellt die Frage, ob Verhalten, Fähigkeiten und anatomisch-physiologische Merkmalsausprägungen eines Lebewesens genetisch oder umweltbedingt sind. Die Theorien Darwins und Lamarcks haben die Dispositionen entscheidend geprägt. Insbesondere Erkenntnisse der Zwillingsforschung und der Epigenetik haben die Debatte neu angetrieben. Heute geht man davon aus, dass die Merkmalsausprägung sowohl von der Umwelt als auch von den Erbanlagen beeinflusst werden kann. Chemische Marker an der DNA können Teile des Genoms an- oder abschalten. Die Aktivität einzelner Gene wird damit an die Umwelt angepasst.

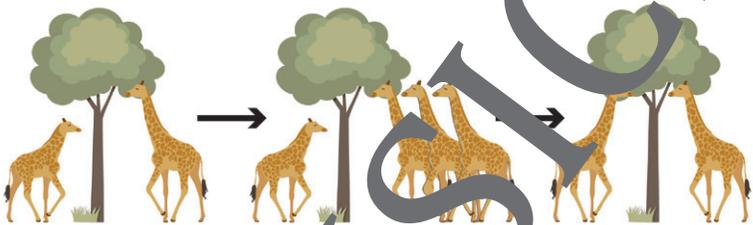
Methodisch-didaktische Hinweise

In dieser Einheit erhalten die Lernenden einen Einblick in den Anlage-Umwelt-Diskurs und gehen der Frage nach, wie Gene und Umweltfaktoren auf die Merkmalsausprägung Einfluss nehmen. Die Thematik wird dabei an drei zentralen Forschungsschwerpunkten zugänglich gemacht: der **Fluktuationstest**, der **Zwillingsforschung** und der **Epigenetik**. Alle Arbeitsaufträge dieser Einheit sind im Sinne der Prinzipien des kooperativen Lernens gestaltet, indem sie in Partnerarbeit bearbeitet und im Plenum diskutiert werden. Methodisch werden insbesondere die Diagrammkompetenz und die Modellkompetenz gefördert. Als durchgängiges Prinzip fordern die Arbeitsaufträge die selbstständige Erhellung von Sachtexten und im Rahmen selbst gefertigter Versuchsprotokolle die naturwissenschaftliche Textproduktion.

a) Theorie nach Lamarck



b) Theorie nach Darwin



Grafik: Sylvana Timmer

Abbildung 1: Evolution der Giraffe nach a) Lamarck und b) Darwin

Aufgaben



Die Aufgaben werden im Team bearbeitet, die Ergebnisse im Plenum präsentiert:

1. **Definieren** Sie zunächst in Einzelarbeit die Fachbegriffe Gen und Umwelt. **Nennen** Sie jeweils etwa fünf abiotische und biotische Umweltfaktoren. **Tauschen** Sie sich anschließend über die Ergebnisse mit Ihrem Lernpartner/Ihrer Lernpartnerin **aus**.
2. **Erklären** Sie sich gegenseitig auf der Basis der Sachtexte und Abbildung 1, aus darwinistischer und Lamarckistischer Perspektive, wie Giraffen den langen Hals entwickelt haben könnten.
3. **Diskutieren** Sie gemeinsam mit Ihrem Lernpartner/Ihrer Lernpartnerin, welchen Einfluss Gene und Umwelt auf die Merkmalsausprägung haben könnten. **Stellen** Sie begründbare Hypothesen dazu **auf**.

M 3 Eineiige Zwillinge: Informationen natürlicher Klone

A: Zwillinge als Forschungsobjekte

Die Zwillingsforschung ist eine wichtige Disziplin der humangenetischen Forschung. Mit ihrer Hilfe konnten weitere Erkenntnisse zur Bedeutung von Genen und Umwelt bei der Merkmalsausprägung gewonnen werden. Es lassen sich eineiige Zwillinge (EZ) von zweieiigen Zwillingen (ZZ) unterscheiden.



© Thinkstock / Brand Pictures

Abbildung 1: Eineiiges Zwillingspaar

Zweieiige Zwillinge entstehen durch die gleichzeitige Befruchtung von zwei Eizellen mit je einer Samenzelle. Die genetische Vererbung entspricht derjenigen von normalen Geschwistern. Sie haben damit etwa 50 % ihrer Gene gemeinsam. Eineiige Zwillinge entstehen dagegen aus einer einzigen befruchteten Eizelle, die zu einem frühen Zeitpunkt der Embryonalentwicklung in zwei Hälften zerfällt. Jede Hälfte kann die fehlende Hälfte regenerieren. Eineiige Zwillinge besitzen damit identisches Erbmateriale und sind natürliche Klone. Diese sind für die Wissenschaft von besonderem Interesse. Zwillingsstudien erheben Daten zu verschiedenen Merkmalen und berechnen den Prozentsatz an übereinstimmender Ausprägung, die Konkordanz. Eine Konkordanz von 85 % bedeutet beispielsweise, dass 85 % der Zwillingspaare eine übereinstimmende Merkmalsausprägung bezüglich eines bestimmten Merkmals zeigen. Die Nichtübereinstimmung einer Merkmalsausprägung wird als Diskordanz bezeichnet.

© RAABE 2021

B: Histon-Methylierung und Histon-Acetylierung

Die genetische Information liegt in den Kernen eukaryotischer Zellen in Form von Chromatin vor, einem lockeren Komplex aus DNA und bestimmten Proteinen. Etwa die Hälfte dieser Proteine sind Histone. Je zwei Kopien der Histone H2A, H2B, H3 und H4 bilden gemeinsam einen Proteinkomplex aus acht Histonen, um welchen sich die DNA aufwickelt. Diese kleinste Verpackungseinheit des Genoms, bestehend aus einem Histonoktamer und aufgewickelter DNA, bezeichnet man als Nukleosom.



Grafik: Sylvana Timmer

Abbildung 1 Chromatinverpackungsstufen und Modifikationen an Histonen.

Me: Methylgruppe, Ac: Acetylgruppe.

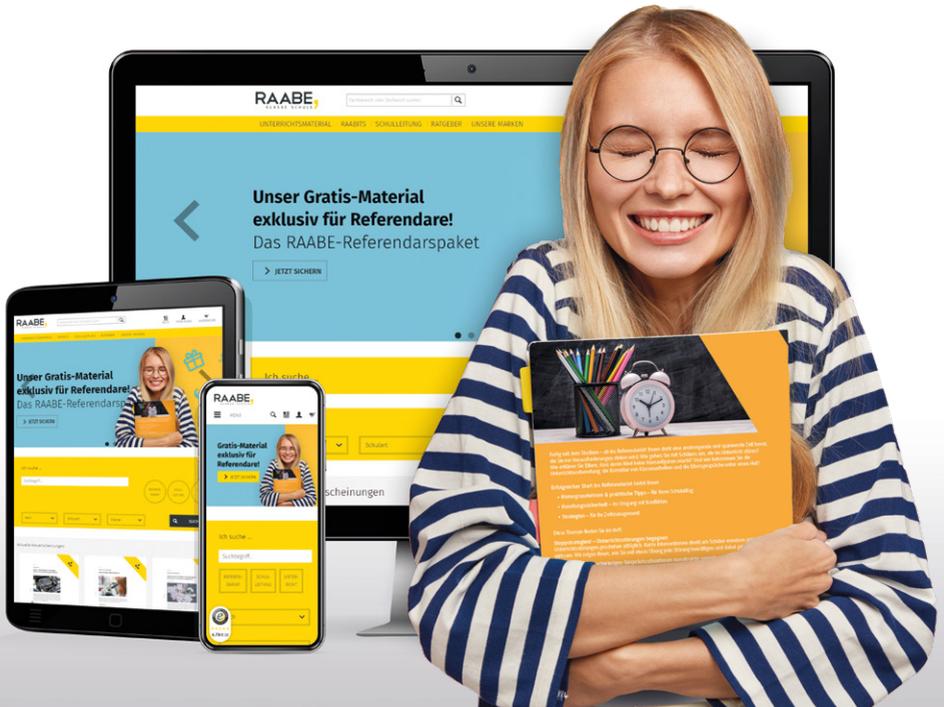
Abhängig vom Verpackungsgrad gibt es zwei Grundtypen des Chromatins:

Eukromatin und Heterochromatin.

Beim Heterochromatin sind die Nukleosomen dicht gepackt und erschweren den Zugang zur DNA, sodass Enzyme (z. B. Transkriptionsfaktoren) nicht binden können und das betreffende Gen nicht abgelesen werden kann. Je dichter die DNA im Chromatin verpackt

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent*innen**
 - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:
www.raabe.de