

Vorwort des Herausgebers

„QUERSCHNITTE – Materialien für Unterrichtsvorbereitung und Selbststudium“ ist eine neue Reihe, die im Khorshid-Verlag erscheint und die sich zum Ziel gesetzt hat, wissenschaftliche Themen in einer solchen Weise zu präsentieren, dass hieraus Unterrichtsstunden konzipiert werden können. Wir sind der Auffassung, dass es für einen qualitativ hochwertigen Unterricht notwendig ist, auch Zugriff auf Hintergrundinformationen zu haben, nicht nur um auf Fragen der Schüler kompetent antworten zu können, sondern auch um die Materie insgesamt zu beherrschen.

Für viele Lehrerkollegen liegt das Studium lange zurück und die Wissenschaft hat sich weiterentwickelt. Oft ist es schwer, in der Fülle der wissenschaftlichen Entwicklungen die einschlägigen Arbeiten zu finden, um sich damit auseinanderzusetzen und die neuen Informationen zusammenzutragen. QUERSCHNITTE möchte genau an dieser Stelle eingreifen: Wissenschaftliche Themen werden durch Wissenschaftler für das Lehrerkollegium aufbereitet und es werden Vorschläge zur Unterrichtsgestaltung gegeben.

Die Ausrichtung der Reihe QUERSCHNITTE ist nicht streng biologisch oder naturwissenschaftlich – wie der Titel des ersten Heftes vermuten lässt. Es werden in dieser Reihe auch Themen zu Geisteswissenschaften, zur Ethik, zu Sprachwissenschaften und anderen Disziplinen publiziert werden.

Die einzelnen Hefte lehnen sich inhaltlich an Fortbildungsveranstaltungen an, die von der Morphisto GmbH speziell für Lehrer angeboten werden. Die Materialien dienen der Ergänzung und dem Selbststudium. QUERSCHNITTE wird in unregelmäßiger Folge erscheinen.

Die ersten erschienenen Hefte sind auf großes Interesse gestoßen, sodass die Hefte 1 und 2 bereits ausverkauft sind. Wir legen mit diesem Heft einen Nachdruck vor, der die Nummern 1 & 2 zusammenfasst.

Wir hoffen auch auf Ihre Rückmeldungen, denn nur wenn wir von Ihnen erfahren, wie Sie die Materialien für Ihre Unterrichtsvorbereitungen eingesetzt haben, und welche Erfahrungen Sie damit gemacht haben, können wir zukünftige Ausgaben verbessern und speziell auf Ihre Wünsche eingehen.

Dr. Michael Gudo
Geschäftsführer Morphisto GmbH

Verlag / Druck:

Khorshid Verlag, Frankfurt / Saxoprint GmbH, Dresden

Herausgeber:

Morphisto - Evolutionsforschung und Anwendung GmbH
Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main
<http://www.morphisto.de>

Autoren:

Dr. Michael Gudo, Dr. Manfred Grasshoff

unter Mitarbeit von:

Dr. Holger Granz, Prof. Dr. Dr. Mathias Gutmann, Dr. Tareq Syed

Jahrgang:

Jahrgang 1, Heft 1/2, Nachdruck 15.04.2007
Frankfurt am Main: Khorshid-Verlag 2007, ISSN 1862-4839

Erscheinung:

Erscheint in unregelmäßigen Abständen,
Subskription: 6,50 EUR pro Heft
Einzelheft: 7,- EUR pro Heft

Lektorat:

Dr. Karin Afshar

Externe Begutachtung:

Dr. Manfred Grasshoff, Dr. Jens L. Franzen, Dr. Gera Levit,
Prof. Dr. Wolfgang Oschmann, Prof. Dr. Stefan D. Peters

Layout, Satz und Grafik:

STELZNER Illustration, 60323 Frankfurt am Main

1. Evolution als natürliches Phänomen und Grundbegriffe der Evolutionsbiologie

Was ist das – Evolution?

Entgegen der üblichen Auffassung genügt das Wissen über Fossilien ausgestorbener Organismen und über die Vielfalt der heutigen Lebewesen nicht, um Evolution als einen Prozess in der Natur zu erkennen oder anzunehmen. Um die Vielfalt von Lebensformen als Ergebnis und Gegenstand eines kontinuierlichen Prozesses anzusehen, den wir als Evolution bezeichnen, ist vielmehr zusätzliches, über die Kenntnis der sogenannten Biodiversität hinausgehendes Wissen, notwendig.

Hierzu zählt beispielsweise das Wissen darüber, dass bei der Fortpflanzung das genetische Material ständig rekombiniert wird und zugleich Strukturwandel erfolgt, dass die aus Physik und Chemie bekannten Naturgesetze selbstverständlich auch für die Lebewesen gelten, und dass alles Leben auf dem Wandel von Energie beruht. Erst mit diesen zusätzlichen Informationen läßt sich Evolution als Prozess in der Natur heutzutage nicht mehr bezweifeln.

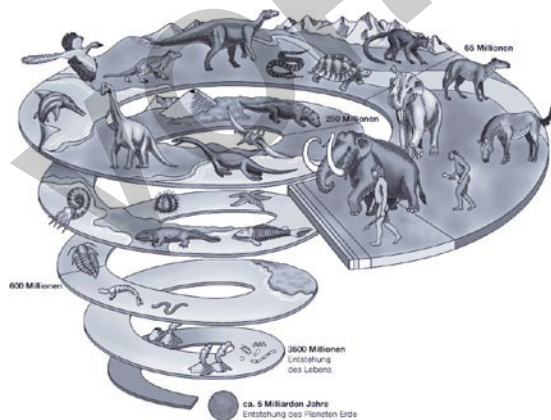


Abb.1 Lebensspirale/Zeitspirale

Evolution kann damit – ebenso wie Gravitation, Erdrotation oder Plattentektonik – als ein „Phänomen“ in der Natur angesehen werden, welches aber nur mit Hilfe bestimmter Mittel zu erkennen und bearbeiten ist. Im Falle der Evolution ist dieses Mittel eine Evolutionstheorie¹.

In verschiedenen Zusammenhängen werden nun sehr oft diese beiden Ebenen – Evolution als „Naturphänomen“ auf der einen Seite und Evolutionstheorie als Betrachtungsmittel auf der anderen Seite – miteinander verwechselt. Es wird oft angenommen, mit einer Evolutionstheorie würde das „Naturphänomen“ Evolution bewiesen. Tatsächlich ist eine Evolutionstheorie eine spezielle Betrachtungsweise zur wissenschaftlichen Bearbeitung des Naturphänomens Evolution. Im ersten Schritt dient eine Evolutionstheorie dazu, das Naturphänomen Evolution als wissenschaftlichen Arbeitsgegenstand zugänglich zu machen und im zweiten Schritt, den Evolutionsverlauf zu rekonstruieren und die Evolutionsmechanismen zu erklären.

Aufgabenvorschläge für den Unterricht:

- (1) Lassen Sie Ihre Schüler den Unterschied zwischen Evolution und Evolutionstheorie in eigenen Worten und anhand von Beispielen darstellen.
- (2) Lassen Sie Ihre Schüler weitere Naturphänomene aufzählen, die mittels naturwissenschaftlicher Theorien betrachtet werden.
- (3) Bearbeiten Sie mit Ihren Schülern den Unterschied zwischen „mittelbaren“ und „unmittelbaren“ Beobachtungen anhand von Beispielen.

¹ **Mittelbar** bedeutet, dass bestimmte Beobachtungsergebnisse nur *indirekt*, also durch die Anwendung von Geräten oder Forschungsmethoden erzielt werden können. Plattentektonische Verschiebungen lassen sich z.B. nur *mittels* ozeanographischer Untersuchungen durch Schiffe mit Magnetmessgeräten nachweisen. Die Sterne lassen sich nur *mittels* eines Teleskops untersuchen, die Gravitation lässt sich nur *mittels* bestimmter Experimente nachweisen. **Unmittelbar** sind hingegen *direkte* Beobachtungsergebnisse, die ohne Zuhilfenahme zusätzlicher Apparate oder ohne zusätzliches Vorwissen erzielt werden können. In der Wissenschaft gibt es jedoch kaum (oder gar keine) unmittelbaren Erkenntnisse.

bemerkenswerterweise führen nicht alle Artkonzepte zum gleichen Ergebnis.

Wird eine Taxonomie schließlich in einem evolutionsbiologischen Kontext interpretiert (z.B. als Verwandtschaftsverhältnisse), so spricht man von einer Systematik. Taxonomie ist somit der reine Vorgang des Unterscheidens, Systematik hingegen ist Ordnen im Kontext einer Interpretation. Solche Interpretationen können beispielsweise verwandtschaftliche Beziehungen sein, geographische Verteilungen oder evolutionsgeschichtliche Zusammenhänge. Das bedeutet, dass ausgehend von einer Taxonomie durchaus mehrere Systeme erstellt werden können. Ein klassisches Beispiel für ein System, das sich an die Taxonomie der Organismen anlehnt ist ein phylogenetischer Stammbaum (Abb. 3), welcher verwandtschaftliche Beziehungen impliziert.

Aufgabenvorschläge für den Unterricht:

- (1) Geben Sie Ihren Schülern eine Sammlung verschiedener Gegenstände (z.B. Schrauben, Nägel, Legosteine, Essbesteck, Bauklötze, Plastiktiere, etc.) und lassen Sie die Schüler diese Gegenstände nach selbst zu wählenden Kriterien sortieren. Jede Gruppe sollte die von ihr gewählte Sortierung anschließend begründen. Mit der gesamten Klasse können Sie dann die verschiedenen Sortierungen und Sortierungskriterien diskutieren.
- (2) Lassen Sie Ihre Schüler verschiedene Kriterien aufstellen nach denen man Lebewesen (fossile und rezente) sortieren könnte.
- (3) Lassen Sie die Schüler diskutieren, ob das System, das Wissenschaftler für die Organismen aufgestellt haben, ein natürliches oder ein künstliches System ist. Wichtig ist hierbei, dass die jeweiligen Argumente einander gegenübergestellt werden.

- (4) Lassen Sie Ihre Schüler Kriterien aufzählen, die zum Erkennen und Unterscheiden von Arten geeignet sein könnten. In diesem Zusammenhang können Sie ebenfalls die Frage erörtern lassen, ob die Art eine natürliche oder eine künstliche Einheit ist.



Der Bauplan

Die umfangreichen Arbeiten der Biologen haben bereits früh gezeigt, dass trotz aller Unterschiede und trotz aller Vielfalt, welche die Lebewesen aufweisen, bestimmte Bauweisen oder Bauprinzipien immer wieder zu finden sind. Dies führte zu der Formulierung des „Grundtypen-Modells“. Heute spricht man von den „Bauplänen“ oder „Grundkonstruktionen“, die als hierarchisch gestaffelte Abstraktionen organischer Gefüge angesehen werden können. Einem Fahrrad oder einem Auto liegt beispielsweise jeweils ein bestimmter Bauplan, ein bestimmtes (in diesem Fall technisches) Gefüge zugrunde. Hierbei ist jeweils eine bestimmte Anordnung von Bauelementen notwendig, damit das Fahrrad oder das Auto funktioniert.

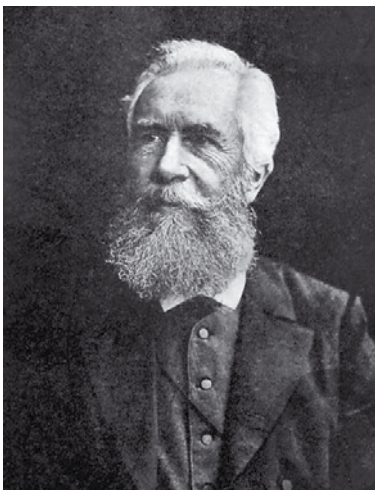
Baupläne sind Beschreibungen von Lebewesen und des mechanischen Zusammenspiels ihrer anatomischen Strukturen (= Konstruktion).

Dieser Bauplan bzw. die Grundkonstruktion lässt sich bei der Untersuchung eines beliebigen Fahrrades oder Automobils immer wieder finden, wobei hierzu natürlich gewisse Vorkenntnisse der Ingenieurwissenschaften notwendig sind. Ebenso lassen sich bei der Untersuchung von Lebewesen bestimmte Bauweisen wiederfinden. Auch diese Bauweisen werden als Bauplan bezeichnet und repräsentieren eine bestimmte Anordnung und ein bestimmtes Zusammenspiel der Teile in einem funktionierenden Ganzen. So, wie der Ingenieur Vorwissen investieren muss, um den Bauplan

Tabelle (2) Chronologische Abfolge von Evolutionstheorien

Theorie	Vertreter	Kurzbeschreibung
Die Gesetze des organischen Lebens	<p>ERASMUS DARWIN (1731 - 1802)</p> 	<p>Die Entdeckung von Fossilien ausgestorbener Tierarten ließen ERASMUS DARWIN zu dem Schluss kommen, das Leben auf der Erde habe sich aus mikroskopisch kleinen Muscheln entwickelt. Er veröffentlichte seine Evolutionstheorie 1794-1796 in „<i>Zoonomia, or, The Laws of Organic Life</i>“.</p>
	<p>ROBERT CHAMBERS (1802 - 1871)</p> 	<p>Publizierte 1844 anonym das Buch „<i>Vestiges of the Natural History of Creation</i>“, das bereits vor CHARLES DARWIN einen evolutionstheoretischen Ansatz beschrieb. CHAMBERS beschränkte sich dabei nicht auf die Zoologie, sondern wollte die gesamte Natur in diesem Werk erklären. Auch wenn CHAMBERS in vielen Punkten falsch lag, bereitete er doch die Wissenschaftswelt für DARWIN'S Theorie geistig vor.</p>
Aktualismus und Zeitkreis	<p>CHARLES LYELL (1797 - 1875)</p> 	<p>Entwickelte den Aktualismus und legte damit einen Grundstock für die Geologie und Paläontologie. LYELL vermutete eine enge Beziehung zwischen Organismen und ihrer Umwelt; er sprach sich für ein „Zeitkreis-Modell“ aus. Dieses besagt: Wenn die Umweltbedingungen einer vorzeitlichen Welt nochmals aufträten, entstünden auch die damals lebenden Organismen erneut.</p>
	<p>GEORGES CUVIER (1769 - 1832)</p> 	<p>CUVIER vertrat im Gegensatz zu LYELL das Modell eines Zeitpfeiles. Für ihn war evolutiver Wandel zweifelhaft, weil alle Teile in einem Organismus perfekt aufeinander abgestimmt seien („Korrelationsgesetz“). Jede Veränderung störe dieses Gefüge und führe damit zum Tod. Evolution als Bauplanveränderung sei darum nicht möglich. Das Aussterben von Organismen sei vielmehr die Folge lokal wirksamer Ereignisse, die zur Auslöschung von Lebensformen führten („Kataklymentheorie“). Anschließend wanderten Organismen aus den umliegenden Regionen in freie Regionen ein und besiedelten die Lebensräume neu.</p>
Korrelationsgesetz und Kataklymentheorie		

Der von LYELL und WALLACE begründete Darwinismus ließ sich nun kaum noch aufhalten. Es wurden erbitterte Kämpfe zwischen Naturwissenschaftlern und Geistlichen ausgefochten. Besonders HUXLEY stellte sich als „DARWINS Bulldogge“ in den Vordergrund. DARWIN selbst aber zog sich immer mehr zurück, hielt sich aus allen öffentlichen Diskussionen heraus, weil er polemische Diskussionen, ganz im Gegensatz zu JULIAN HUXLEY und ERNST HAECKEL nicht mochte. Es sei dahingestellt, inwieweit DARWIN Krankheiten als Vorwand nutzte, um öffentlichen Auseinandersetzungen zu entgehen.



ERNST HAECKEL brachte den Darwinismus nach Deutschland

Nach Deutschland kam der Darwinismus durch ERNST HAECKEL, der immer wieder auch als der „deutsche DARWIN“ bezeichnet wurde. Er propagierte den Darwinismus nicht minder heftig als HOOKER, LYELL und WALLACE. Es ist nicht verwunderlich, dass es auch hier zu einer ganz anderen Gewichtung der Argumente kam, die

nicht unbedingt im Einklang mit dem stand, was in DARWINS Interesse lag. Aber die modifizierte Version der Darwinschen Theorie (des Darwinismus) erlaubte es, die bislang etablierten Forschungs- und Lehrmethoden weiterzuführen, ohne tiefgreifende Änderungen vornehmen zu müssen. Die Systematik arbeitete wie bisher und ordnete Tiere und Pflanzen nach morphologischen Merkmalen ein. Die Anatomie arbeitete ebenfalls nahezu unverändert weiter. Beiden Disziplinen wurde lediglich die Aufgabe gestellt, auf die Evolution Bezug zu nehmen, und dem wurde dadurch Genüge getan, dass die Vor-Darwinschen Erkenntnisse über die Ähnlichkeiten im Körperbau der Organismen (Homologien, im Sinne von funktionellen Entspre-

chungen – eigentlich handelt es sich um Analogien) in Homologien (im Sinne von phylogenetisch auseinander hervorgegangenen Strukturen) umgedeutet wurden.

Und doch fällt eines auf, wenn man den Aufbau der Schriften DARWINS („Origin of Species“ und insbesondere seine weiteren Bücher „Variations of Animals and Plants under Domestication“ und „Descent of Man“) genauer betrachtet: Die Begründungsstruktur DARWINS unterscheidet sich maßgeblich von der des Darwinismus. Ganz offensichtlich hatte DARWIN anderes im Sinn als die Darwinisten. DARWINS Arbeiten lassen erkennen, dass es ihm um wissenschaftliche Erklärungen auf modelltheoretischer Grundlage ging. Er versuchte, die Vorgänge der Evolution auf Grundlage der menschlichen Züchtungspraxis zu erklären, wozu er die Methoden der künstlichen Zuchtwahl studierte, um die Vorgänge in der Natur mit diesem Modell zu erklären. Die von ihm angeführten Beispiele dienten nicht zur Untermauerung seiner Ausführungen – er merkt in „Origin of Species“ auch an, dass sich für jedes genannte Beispiel mindestens ein Gegenbeispiel anführen ließe – sondern er sieht sie „als ein Experimentierfeld: als eine Anordnung, ein Verfahren, das es im Prinzip möglich machen sollte, die Evolutionstheorie auf experimentellem Wege zu begründen“. Im Gegensatz dazu stand sein latenter Naturalismus, den abzu- legen ihm jedoch nicht möglich war, weil zu dieser Zeit das Beschauen, Beschreiben und Katalogisieren die üblichen Verfahren in der Wissenschaft darstellten. Wer nicht auf diese Weise verfuhr und stattdessen meinte, Theoriebildung habe vor der Beobachtung zu stehen, lief Gefahr, von der Scientific Community bestenfalls ignoriert zu werden. Eben dies ist CHAMBERS mit seiner Transmutationstheorie geschehen, und auch WALLACE, der die deduktive Theorienentwicklung als wichtige Verfahrensweise betrachtete, wurde die wissenschaftliche Anerkennung auch in dieser Hinsicht vorenthalten. Positivistischer Naturalismus und Theoriefeindlichkeit halten in der Biologie bis heute weiterhin an.

Vergleich zwischen Darwinismus bzw. synthetischer Theorie und Frankfurter Theorie

Darwinismus, Synthetische Theorie	Frankfurter Theorie
Lebewesen haben einen Genotyp und einen Phänotyp. Der Genotyp bestimmt den Phänotyp, eine vollständige Kenntnis des Genotyps ist hinreichend für das Verständnis des Lebewesens.	Lebewesen werden hinsichtlich ihrer Körperkonstruktion und ihrer spezifischen Eigenschaften als hydraulische, energiewandelnde Konstruktionen verstanden (Organismus-Begriff).
Umweltbedingte Auslese (Selektion) steuert die Evolution als Anpassung an die Umwelt.	Da die Evolution durch die innere Organisation gerichtet wird, ist der Begriff der Anpassung eine beliebige post-factum-Feststellung. Organismen dringen vielmehr in Lebensräume ein und gestalten diese in entscheidender Weise selbst.
Evolution wird als ein kausal-determinierter mechanistischer Vorgang (als Interaktion von Lebewesen und Umwelt) angesehen. Als alleiniger Evolutionsmechanismus werden Mutation und Selektion angesehen.	Evolution ist ein weitgehend indeterministischer Vorgang. Nur die Bedingungen des evolutionären Wandels lassen sich bestimmen. Der Evolutionsmechanismus ist die kontinuierliche Reproduktion, durch die eine ununterbrochene Linie besteht und weiter gegeben wird.
Die Lebewesen sind den externen Einflüssen der Umwelt ausgesetzt und werden als plastische Gebilde durch die Umwelt geformt. Lebewesen sind Objekte der Evolution.	Die Körperkonstruktion der Organismen verursacht, bestimmt und richtet die evolutionären Veränderungen, und erlaubt es, bestimmte Lebensräume zu erschließen. Organismen sind keine Objekte, sondern Subjekte der Evolution.
Die Veränderlichkeit wird ausschließlich auf Veränderungen in den DNA-Sequenzen zurückgeführt (Insertion, Deletion und Austausch von Basen)..	Nicht nur die DNA-Sequenzen sind veränderlich, sondern auch übergeordnete Strukturen. Die Körperkonstruktion als Ganzes entscheidet in letzter Instanz darüber, welche Veränderungen von Seiten der Gene und Proteine weiterwirken können. Das Funktionsgefüge der Konstruktion bestimmt, welche molekularen Veränderungen bestehen bleiben.
In der Evolution ist alles möglich, wenn nur hinreichend Zeit und eine sich verändernde Umwelt vorliegen.	In der Evolution ist nur möglich, was die innere Organisation der Organismen auf weiteren geordneten Bahnen zulässt. Evolution findet – metaphorisch gesagt – auch im Schlaraffenland statt, weil der Antrieb des Wandels thermodynamisch begründet ist und nicht durch Ressourcenbeschränkung und Umweltwandlung.