



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Paläobiologie in Schulbüchern

—

eine qualitative und quantitative Analyse“

verfasst von

Michaela Maria Bleier Bakk. rer. nat

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 477 445

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Haushaltsökonomie
und Ernährung UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von: ao. Univ. – Prof. Mag. Dr. Doris Nagel

Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während meines Studiums begleitet haben.

Ein großer Dank geht an Frau Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel für die Betreuung meiner Diplomarbeit.

Besonderer Dank gilt natürlich meinen Eltern, die mir nicht nur mein Studium ermöglichten, sondern mir immer mit Rat und Tat zur Seite stehen und mich vielseitig unterstützen.

Auch bei meinen Freunden möchte ich mich herzlich bedanken, die mir meine Studienzeit zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben.

Weiters möchte ich mich bei Frau Mag. Iris Blatterer bedanken, die mir kostenlos Linder Biologie 3 und klar Biologie 8 zur Verfügung stellte.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	5
2.	Allgemeines über Paläobiologie	7
2.1	Fossilien	7
2.1.1.	Entstehung von Fossilien	8
2.1.2.	Fossilagerstätten	12
2.1.3	Pseudofossilien und Marken	13
2.1.4.	Lebende Fossilien	14
2.2	Systematik/Taxonomie und Phylogenie.....	16
2.2.1	Brückentiere / Connecting Links	20
2.3	Ausgestorbene Tierarten - bekannte Beispiele	22
2.3.1	Trilobiten - Dreilapper	23
2.3.2	Dinosaurier	25
2.3.3	Wollhaarmammut – <i>Mammuthus primigenius</i>	26
2.4	Stratigraphie.....	28
2.4.1	Biostratigraphie/Leitfossilien	28
2.4.2	Relative Datierung.....	29
2.4.3	Absolute Datierung	30
2.5	Paläoökologie	31
2.6	Paläobiogeographie	32
3.	Lehrplan.....	36
3.1	Allgemeines zum Lehrplan der AHS	36
3.2	Biologie und Umweltkunde im Lehrplan	37
3.2.1	Evolution und Paläobiologie in der Unterstufe	37
3.2.2	Evolution und Paläobiologie in der Oberstufe.....	38
3.2.3	Berufsbildende höhere Schulen - Schulen für wirtschaftliche Berufe.....	38
4.	Bedeutung und Merkmale von Schulbüchern	40
4.1	Bedeutung des Schulbuches	40
4.2	Kennzeichen/Merkmale guter Schulbücher	41
5.	Auswahl der analysierten Schulbücher	43
5.1	Allgemeines zur Auswahl der Schulbücher.....	43
5.2	Liste der untersuchten Schulbücher	43
6.	Auswertung	45

6.1	Formales Erscheinungsbild der analysierten Schulbücher.....	47
6.1.1	Unterstufe.....	47
6.1.2	Oberstufe + BHS	51
6.2	Umfang Evolution/ Erdgeschichte/ Paläobiologie	56
6.2.1	Unterstufe.....	57
6.2.2	Oberstufe + BHS	59
6.3	Textverständlichkeit/Fachwörter	60
6.3.1	Unterstufe.....	61
6.3.2	Oberstufe + BHS	62
6.4	Inhalt + Beispiele.....	63
6.4.1	Unterstufe.....	64
6.4.2	Oberstufe + BHS	67
6.5	Bildausstattung	78
6.5.1	Unterstufe.....	78
6.5.2	Oberstufe + BHS	80
6.6	Aufgaben und Fragestellungen.....	81
6.6.1	Unterstufe.....	82
6.6.2	Oberstufe + BHS	84
6.7	Zusammenfassung der Schulbuchanalyse	86
6.7.1	Zusammenfassung der einzelnen Bücher: Unterstufe	86
6.7.2	Zusammenfassung der einzelnen Bücher: Oberstufe.....	87
6.8	Zusatz: Kurzanalyse der restliche Bücher aus den Schulbuchreihen	89
7.	Schlussfolgerung.....	93
8.	Zusammenfassung	95
9.	Abstract	95
10.	Tabellenverzeichnis.....	96
11.	Abbildungsverzeichnis	97
12.	Literaturverzeichnis.....	99
13.	Lebenslauf	103

1. Einleitung

Das Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde hat wie die Wissenschaft Biologie ein sehr breit gefächertes Spektrum an verschiedenen Gebieten. Die Gängigsten sind wohl Tierkunde oder Zoologie sowie Pflanzenkunde oder Botanik. Geläufig sind ebenfalls noch Genetik, Evolution und Ökologie. Doch gibt es noch vielmehr Teilgebiete, die in der allgemeinen Bevölkerung nicht so bekannt sind oder einfach Randbereiche sind, wie etwa Zytologie, Verhaltensbiologie und eben auch Paläobiologie (Killermann, 1995).

Mir selbst wurde dies insbesondere bewusst, wenn ich etwa mit verschiedensten Personen über meine Diplomarbeit gesprochen habe. Als der Titel der Arbeit „Paläobiologie in Schulbüchern - eine qualitative und quantitative Analyse“ fiel, herrschte zunächst einmal Schweigen. Solange bis entweder jemand nachfragte, was denn Paläobiologie sei oder ich selbst begonnen habe dieses Teilgebiet der Biologie zu erklären. So wurde mir dann auch bewusst, dass viele, selbst durchaus interessierte und gebildete Menschen mit dem Begriff "Paläobiologie" nichts anzufangen wussten, wenn gleich sie durchaus ein wenig Grundwissen zu diesem Bereich der Biologie hatten.

Im ersten Teil meiner Diplomarbeit werde ich eingangs auf das Thema Paläontologie allgemein eingehen, um einen Überblick über dieses Themengebiet zu schaffen. Im praktischen Teil werden dann der Lehrplan analysiert und die Schulbücher untersucht. Es werden je vier Schulbücher für die Unterstufe, drei für die „Allgemeinbildende höhere Schule“ und eines für eine „Berufsbildende höhere Schule“ den Gegenstand der Untersuchung bilden.

Folgende Teilgebiete werden genauer untersucht: In welcher Form die Paläontologie im Lehrplan von Biologie und Umweltkunde Erwähnung findet. In welchen Klassenstufen dieser Bereich überhaupt unterrichtet wird. Welche Themenbereiche

der Paläontologie kommen in den verschiedenen Biologieschulbüchern konkret vor und wie ausführlich oder umfassend werden diese vermittelt. Werden die Inhalte korrekt und dem Alter der Lernenden entsprechend wiedergegeben. Welche quantitativen und qualitativen Unterschiede weisen die Schulbücher im Bereich Paläobiologie auf.

2. Allgemeines über Paläobiologie

Der Begriff Paläontologie leitet sich aus den drei griechischen Wörtern παλαιος [*palaiós*], ον [*on, ontos*] und λόγος [*lógos*] ab, welche alt, das Wesen beziehungsweise das Sein und die Lehre bedeuten. Daraus ergibt sich „Die Lehre vom alten Leben“ besser gesagt die „Lehre der alten Lebewesen“ (Amler, 2012), oder auch die Wissenschaft vom Leben der Vorzeit (Ziegler, 1992). Als Begründer der Paläontologie wird Georges Cuvier (1769 – 1832) genannt, der als erster einen wissenschaftlichen Nachweis lieferte, dass es ausgestorbene Arten gibt.

Die Paläontologie beschäftigt sich mit Fossilien und wird als Verbindungsglied zwischen Biologie und Geologie angesehen (Ziegler, 1992). Paläontologie ist ein weit gefächelter Bereich mit vielen Teildisziplinen, die sich nicht streng trennen lassen. Grob lassen sich die Bereiche nach ihren Aufgaben in die Allgemeine Paläontologie, die Systematische- beziehungsweise Spezielle Paläontologie und die Angewandte Paläontologie einteilen. Das erste Gebiet beschäftigt sich mit den Grundlagen und Methoden der Paläontologie und auch mit der Taphonomie und Fossilisation, auf die später noch genauer eingegangen wird. Die Systematische- beziehungsweise Spezielle Paläontologie beinhaltet Paläobotanik, Paläozoologie und setzt sich mit Bakterien-, Tier- und Pflanzengruppen und deren Stammesgeschichte (Phylogenie) auseinander. In den Bereich der Angewandten Paläontologie fallen die Biostratigraphie, die Paläoökologie und die Paläobiogeographie (Thenius, et al., 1985; Amler, 2012).

2.1 Fossilien

Der Begriff Fossil wurde erstmals von G. Agricola (1494- 1555) verwendet. Ursprünglich wurde alles aus dem Boden gegrabene als Fossil bezeichnet, neben Organismenresten auch Mineralien, Artefakte wie zum Beispiel Speerspitzen, oder auch Wurzeln. Erst im 19. Jahrhundert hat sich der Begriff auf Objekte, sprich Reste und Spuren vorzeitlicher Organismen, die älter als 10 000 Jahre sind, reduziert. Die

Zeitgrenze hängt mit dem Entstehungsprozess, dem "versteinern" zusammen. Jüngere Organismenreste, welche in der Gegenwart oder jüngeren Vergangenheit gelebt haben, werden hingegen als rezent bezeichnet. Im Grenzbereich verwendet man den Ausdruck subfossil (Ziegler, 1992; Amler, 2012).

2.1.1. Entstehung von Fossilien

Spricht man von Fossilisation oder Taphonomie versteht man darunter einen mehrstufigen Entstehungsprozess von Fossilien, der den natürlichen Stoffkreislauf durchbricht. Üblicherweise werden nach dem Tod die Bestandteile vollständig in anorganische (chemische) Grundbaustoffe zerlegt. Organische Komponenten werden durch Verwesung oder Fäulnis abgebaut. Hartteile können durch Auflösung aufgrund von Säuren zerstört werden. Bei der Fossilisation wird dieser Kreislauf durchbrochen und somit kann es zur Erhaltung von Bestandteilen kommen.

Der mehrstufige Prozess gliedert sich in das Absterben (Nekrose), die Biostratonomie und die Fossildiagenese.

Bei nekrotischen Vorgängen handelt es sich um Tod, die Todesursache und den Todesverlauf. In der Umwelt kommt es häufiger vor, dass ein Lebewesen gefressen wird, verhungert, verdurstet, erkrankt oder an einem anderen äußeren Faktor, wie Temperaturveränderungen, verendet, als dass es aufgrund des hohen Alters zugrunde geht. Manchmal kann es sogar zum Massentod durch Sauerstoffarmut oder Phytoplanktongiften in Gewässern kommen (Zielger, 1992; Amler, 2012). Die Biostratonomie beschäftigt sich mit den Geschehnissen, die ab dem Tod bis zur vollständigen Zerstörung beziehungsweise Einbettung des Organismus auf ihn einwirken. Dabei unterscheidet man zwischen der autochthonen und allochthonen Einbettung. Fossilgemeinschaften, die durch autochthone Einbettung entstehen, werden Totengemeinschaften (Thanatozönosen) genannt, da die Einbettung direkt am Lebens- oder Todesort und manchmal sogar in Lebensstellung erfolgt. Dies trifft besonders bei benthischen Lebewesen, wie Muscheln und Schnecken zu. Ein

wichtiges Anzeichen für autochthone Einbettung ist auch oft die vollständige Erhaltung der Hartteile (Thenius, 1976; Ziegler, 1992).

Allochthone Fossilgemeinschaften werden hingegen als Grabgemeinschaften (Taphozöosen) bezeichnet. Dadurch, dass die Organismenreste transportiert wurden, liegt bei ihnen der Lebens- und Einbettungsraum räumlich voneinander getrennt. Durch den Transport kommt es viel leichter zur mechanischen Zerstörung und somit sind hier kaum ganze Fossilien erhalten. (Ziegler, 1992). Man unterscheidet bei den allochthonen Fossilgemeinschaften zwischen synchroner Allochtonie und heterochroner Allochtonie. Bei der synchronen Allochtonie erfolgt der Transport vor der Einbettung der Leiche, wie zum Beispiel durch Verschleppung der Leiche. Bei heterochroner Allochtonie erfolgt der Transport erst nach der Einbettung. Durch Verwitterung können Fossilien wieder freigelegt und erneut in jüngere Schichten eingelagert werden. Dadurch können sie sich auch mit Resten von Lebewesen aus einer anderen Zeit vermischen und somit nicht zur Altersbestimmung herangezogen werden. Bei der synchronen Allochtonie hingegen stammen die Reste aus demselben Zeitbereich (Thenius, et al., 1960).

Den Fossilisationsvorgang kann man auch, wie bei der Umwandlung von Gestein, als Diagenese bezeichnen. Dabei wird die in den Hartteilen vorhandene organische Substanz durch Anorganische ersetzt (Thenius, 1976).

Wie schon anfangs erwähnt, differenziert man bei der Zersetzung der organischen Substanz zwischen Verwesung und Fäulnis. Der Unterschied ist, dass bei der Verwesung die Anwesenheit von Sauerstoff von Bedeutung ist, während Fäulnis unter anaeroben Bedingungen abläuft. Weiter kann der Prozess der Fäulnis bereits in einen Fossilisationsprozess münden. Die Ausgangsmoleküle werden von den anaeroben Bakterien abgebaut. Einen Teil davon benötigen sie für ihren eigenen Stoffwechsel, der Rest wird zu hochmolekularen Kohlenwasserstoff-Gemischen synthetisiert, aus denen sich Faulschlamm bilden kann und im weiteren Prozess, kann sich unter hohem Druck und Temperatur Bitumen, Erdöl oder Erdgas bilden. Aber auch bei der Verwesung kann es, falls der Vorgang unterbrochen wird, zu einem

Fossilisationsprozess kommen. Eine eher seltene Form davon ist die Weichteilerhaltung, die durch verschiedene Ursachen entstehen kann. Eine Möglichkeit ist die Entstehung von Mumien, indem dem Organismus die Feuchtigkeit komplett entzogen wird. Dies geschieht entweder bei extrem trockenem Klima oder durch Anwesenheit hygroskopischer Stoffe. Eine weitere Option zur Erhaltung von Weichteilen ist das Gefrieren des Organismus in Permafrostböden oder auch das Einschließen in abdichtenden Medien wie Harz beziehungsweise Bernstein. Außerdem können auch Abdrücke von Weichteilen, wie zum Beispiel der Haut oder Federn entstehen, indem während der Zersetzung mineralische oder halbstarile organische Substanzen infiltriert werden, welche die Struktur abbilden (Ziegler, 1992; Amler, 2012) (Abb. 1).



Abbildung 1: Beispiel für Weichteilerhaltung in Form eines Hautschattens bei Ichtyosaurier (Rust 2011: Seite 60).

Weitaus häufiger, als die Weichteilerhaltung, ist hingegen die Hartteilerhaltung. Bei der Hartteilerhaltung wird zwischen echten Versteinerungen, Pseudomorphosen, Steinkernen und Abdrücken unterschieden. Der Übergang zwischen echten Versteinerungen und Pseudomorphosen ist fließend. Während bei echten Versteinerungen die primäre Struktur der Hartteile erhalten bleibt (Abb. 2), geht sie bei den Pseudomorphosen verloren, indem sie durch eine andere anorganische

Substanz ersetzt wird. Echte Versteinerungen können während der Diagenese eine Umkristallisierung durchmachen. Dabei werden instabile Bestandteile wie Aragonit in stabilere wie Calcit transformiert. Eine weitere Möglichkeit, die ursprüngliche Skelettsubstanz durch einen anderen Stoff zu ersetzen, ist durch



Abbildung 2: Beispiel für Hartteilerhaltung von einem Trilobit, Foto: DanielCD, http://de.wikipedia.org/wiki/Trilobiten#/media/File:A_saphiscuswheelerii.jpg

den Stoffaustausch bedingt, der Metasomatose genannt wird. Erfolgt eine Einlagerung von Kalziumkarbonat, spricht man von Verkalkung. Wird hingegen Siliziumdioxid eingelagert nennt man den Vorgang Verkieselung und wenn von Verkieselung die Rede ist, wurde Pyrit eingelagert. Unter Steinkernen versteht man Hohlräume von Schalen aber auch Schädeln, die durch Sedimente oder durch Auskristallisierung von mineralischen Lösungen ausgefüllt werden. Häufig findet man Steinkerne von Ammoniten, Schnecken und Muscheln. Wie auch schon bei der Weichteilerhaltung kann es auch bei der Hartteilerhaltung zu der Entstehung von Abdrücken kommen. Entweder handelt es sich um einen Abdruck des zerstörten Fossils oder um Spurenfossilien. Spurenfossilien beziehungsweise auch Lebensspuren genannt sind Tätigkeitspuren vorzeitlicher Lebewesen (Abb. 3). Sie lassen sich in Ruhe-, Kriech-, Weidespuren, Fress- und Wohnbauten einteilen (Thenius, 1976; Thenius, et al., 1996).

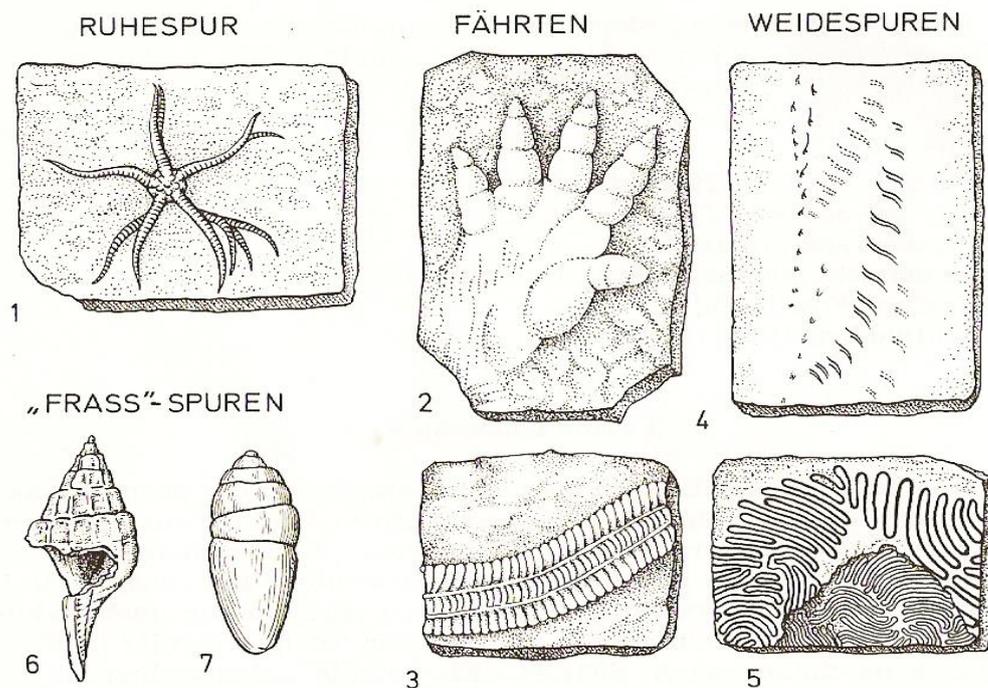


Abbildung 3: Beispiel Spurenfossilien (Thenius 1976: Seite 20)

Ein weiterer wichtiger Prozess ist die Inkohlung. Ausgangsmaterialien sind meistens pflanzliche Substanzen. Durch das Fehlen von Sauerstoff reichert sich Kohlenstoff an und unter erhöhter Temperatur und Druck bildet sich Anthrazit (Amler, 2012).

2.1.2. Fossillagerstätten

Fossillagerstätten sind Fossilfundstellen, die entweder eine außergewöhnliche Anzahl oder sehr gut erhaltene Fossilien aufweisen. Man unterscheidet zwischen Konzentrat-Lagerstätten und Konservat-Lagerstätten. Konzentratlagerstätten beherbergen eine sehr große Anzahl an Fossilien, die aber meistens nicht besonders gut erhalten sind. Ein Beispiel sind die sogenannten „Bonebeds“, wo Knochenteile oder Zähne angereichert wurden. Das Kennzeichen für Konservat-Lagerstätten sind hingegen eher wenige dafür besonders gut erhaltene oder sogar vollständige Fossilien. Dazu zählen zum Beispiel gegliederte Skelette, die durch Weichteile

zusammengehalten werden. Viele bedeutende Lagerstätten sind Konservat-Lagerstätten. Eine ist zum Beispiel die Grube Messel. Durch den Ölschiefer blieben die Fossilien erhalten, da jener lebensfeindliche anoxische und sulfidische Bedingungen besitzt. (Beonigk, et al., 2014)

2.1.3 Pseudofossilien und Marken

Pseudofossilien sind Gebilde, die rein anorganisch sind. Sie haben aber eine gewisse Ähnlichkeit mit Fossilien und werden auf Grund dessen, mit jenen verwechselt oder als solche angesehen (Abb. 4). Dendriten sind ein typisches Beispiel. Sie entstehen durch Auskristallisierung von mangan- oder eisenhaltigen Lösungen an Schichtfugen und zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit Pflanzenresten auf. Weitere Beispiele sind Lößkindln, Kieselringe und Tutenmergel (Thenius, et al., 1996).

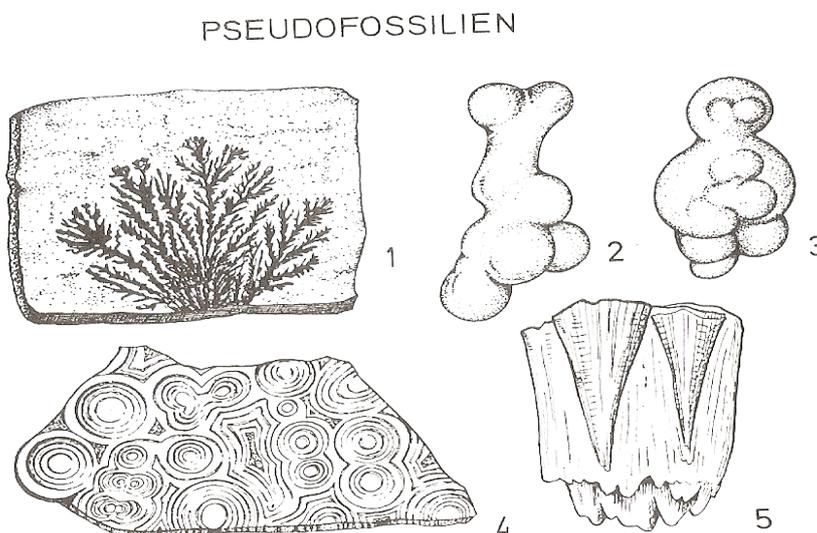


Abbildung 4: Beispiele von Pseudofossilien: 1 Dendrit, 2-3 Lößkindln, 4 Kieselringe, 5 Tutenmergel (Thenius 1976: Seite 30)

Marken sind ebenfalls anorganisch entstandene Spuren, welche vom Laien oft mit Lebenspuren verwechselt werden. Beispiele dafür sind Strömungsspuren wie Strömungsrippeln oder auch Rollmarken von leeren Ammonitengehäusen am Meeresboden (Amler, 2012).

2.1.4. Lebende Fossilien

Der Begriff „lebendes Fossil“ vereint zwei gegensätzliche Wörter in sich und stellt somit einen Widerspruch dar. Auf der einen Seite hat man „fossil“, welches für die vorzeitlichen Lebewesen steht, auf der anderen Seite „Leben“, welches für die gegenwärtigen also rezente Organismen spricht (Thenius, 2000). Es stellt sich somit die Frage, welche Lebewesen man nun als „lebende Fossilien“ bezeichnen kann. Den Begriff „lebendes Fossil“ gebrauchte zuerst Charles Darwin (1859 S.107) in seinem Buch „On the origin of species“. Er verwendete den Ausdruck für Lebewesen, die bis heute auf einem begrenzten Areal überlebten und als Verbindungsglied zwischen höheren getrennten Taxen fungieren. Ein Beispiel wäre das australische Schnabeltier *Ornithorhynchus*, welches eine Mittelstellung zwischen Reptil und Säugetier einnimmt (Thenius, 2000). Einerseits legt es Eier und besitzt eine Kloake wie ein Reptil, auf der anderen Seite hat es eine Behaarung und drei Gehörknöchelchen wie ein Säugetier. Heutzutage würde das Schnabeltier wohl eher als „Connecting link“ bezeichnet werden und nicht als lebendes Fossil (Thenius, 2007). Aber auch der südamerikanische Lungenfisch *Lepidosiren*, welcher Kiemen- und Lungenatmung besitzt, wird als Übergangsform von Fischen und Lurchen angesehen. Er stellt laut Charles Darwin ein lebendes Fossil dar (Thenius, 2000). Eine weitere Definition findet sich im paläontologischen Wörterbuch von Lehmann (1996 S. 130), die wie folgt lautet: *„Lebende Fossilien sind stammesgeschichtliche Dauertypen, die sich als einzelne Arten mehr oder weniger unverändert über geologisch lange Zeiträume erhalten haben. Ermöglicht würde dies durch relative Konstanz ihrer Biotope, Fehlen von Konkurrenten und Feinden und oft durch Isolation.“*

Thenius (2007) ist hingegen der Meinung, dass man „lebende Fossilien“ gar nicht genau definieren kann. Er spricht zwar auch von „stammesgeschichtlichen Dauertypen“, aber jene sollten noch zusätzliche Kriterien erfüllen, damit man sie als „lebendes Fossil“ bezeichnen kann. Diese Merkmale versucht er anhand der sechs Arten des Lungenfisches (Dipnoi), welche zu den Knochenfische (Osteichthyes) gehören, zu erklären. Das erste Kriterium, welches besagt, dass es nur eine oder wenige rezente Art gibt, die dazu auch noch eine isolierte Stellung im System haben, wäre somit erfüllt. Auch das zweite Merkmal, welches davon handelt, dass die Lebewesen früher weit verbreitet waren, aber nun auf wenige Reliktstandorte beschränkt sind, ist vorhanden. Fossilfunde bestätigten nämlich, dass der Lungenfisch einst weltweit verbreitet war, nur mehr auf der Südhalbkugel zu finden ist. Die Art der Gattung *Neoceratodus* kommt nur in Australien vor, vier Arten der Gattung *Proptodus* in Afrika und die Art der Gattung *Lepidosiren* in Südamerika. Bleibt nur mehr das letzte Kriterium offen. „Lebende Fossilien“ sollen die altertümlichen Merkmale ihrer Vorfahren besitzen eine relativ langsame Evolutionsgeschwindigkeit im Vergleich zu ihren verwandten Taxa haben. Dies trifft bei den Lungenfischen aber nur auf den australischen Lungenfisch *Neoceratodus* zu. *Neoceratodus forsteri* besitzt unter anderem wie die fossilen Formen Zahnplatten, beschuppte Quastenflossen, große massive Rundschuppen am Körper, eine knorpelige Chorda dorsalis und keinen verlängerten Rumpf. *Proptodus* und *Lepidosiren* besitzen hingegen einen aalförmigen Körper, rückgebildete Schuppen, reduzierte Zahnplatten und nur fadenförmige entwickelte Flossen. Somit handelt es sich bei *Lepidosiren* – im Gegensatz zu Charles Darwins Definition- und *Proptodus* im heutigen Sinn um keine „lebenden Fossilien“, da sich ihre altertümlichen Merkmale völlig abgewandelt haben. Der Ausdruck „lebendes Fossil“ hatte damals für Charles Darwin einfach eine andere Bedeutung. Aufgrund der guten Fossilfunde gibt es bei den Lungenfischen keine Probleme beim Bestimmen der ursprünglichen und abgeleiteten Merkmale und nur *Neoceratodus forsteri* ist als ein lebendes Fossil zu bezeichnen. Schwierigkeiten können aber auftreten, wenn es unzureichende

Fossilfunde gibt und Meinungsverschiedenheiten oder Zweifel über ursprüngliche und abgeleitete Merkmale herrschen (Thenius, 2000).

Weitere Beispiele für lebende Fossilien die gerne in Schulbücher vorkommen sind der Ginkgobaum *Ginkgo biloba*, der Mammutbaum *Sequoiadendron giganteum*, der Quastenflosser *Latimeria chalumnae* oder das Perlboot *Nautilus pomilius*.

2.2 Systematik/Taxonomie und Phylogenie

In der Grundlagenforschung der Paläobiologie ist es von Bedeutung, Fossilreste zu bestimmen und sie nach ihrer Verwandtschaftsbeziehung in ein übersichtliches hierarchisches System einzuordnen (Thenius, 1976). Dies erfolgt mithilfe der Taxonomie, Systematik und der Phylogenie. Unter der Taxonomie versteht man die Benennung und Klassifikation von Lebewesen aufgrund von Ähnlichkeiten, während sich die Systematik mit der verwandtschaftlichen Einordnung von den Arten in ein System beschäftigt. Die Art stellt das unterste Taxon des Systems dar, danach folgt die Gattung, anschließend Familie, Ordnung, Klasse, Stamm, Reich bis man beim höchsten Taxon, der Domäne angekommen ist (Abb. 5). Das heutige verwendete System zur Benennung geht noch auf das Systema Naturae von Carl von Linné 1758 zurück. Wichtig ist, dass ein Artnamen binär ist und somit immer aus zwei Teilen, nämlich einem Gattungs- und einem Artnamen besteht (zum Beispiel *Homo sapiens* = Mensch, *Parus major* = Kohlmeise, *Bellis perennis* = Gänseblümchen) (Campbell, et al., 2011).

Domäne	Eukaryota
Reich	Animalia
Stamm	Chordata
Klasse	Mammalia
Ordnung	Primates
Familie	Hominidae
Gattung	<i>Homo</i>
Art	<i>Homo sapiens</i>

Abbildung 5: Systematische Einheiten am Beispiel des Menschen

Eine Art, ist laut Ernst Mayr (1942) eine Gruppe von Individuen, die sich untereinander fortpflanzen können und lebensfähige fertile Nachkommen haben können und aber von anderen Gruppen reproduktiv isoliert sind. Ein Problem dieser Definition ist, dass sie nicht auf alle Organismen angewendet werden kann. Es werden Arten, die sich asexuell oder parthenogenetisch fortpflanzen nicht berücksichtigt. Des Weiteren gibt es nah verwandte Arten, die aber räumlich voneinander isoliert sind. Bei ihnen besteht die Möglichkeit, dass sie sich fortpflanzen könnten, wenn sie sich treffen würden (Campbell, et al., 2011). Wenn sie die Verbreitungszonen zweier Populationen berühren, kann es sogar zur Ausbildung von Hybridzonen kommen. Ein Beispiel für eine europäische Hybridzone ist die Hausmaus. Im östlichen Europa trifft man vermehrt auf *Mus musculus* während im westlichen Europa *Mus domesticus* vertreten ist. In der Überlappungszone, die zirka 20-30 Kilometer breit ist, entstehen Hybriden. Sie sind aber im Vergleich zu ihren Ausgangsarten anfälliger für Krankheiten und haben deswegen einen geringeren Fortpflanzungserfolg (Zrzavý, et al., 2013). Auch in der Paläoontologie ist das biologische Artkonzept problematisch. Bei Fossilien sind meistens nur morphologische Merkmale bekannt. Auch eine eventuelle

Kreuzungsfähigkeit lässt sich nicht überprüfen. Deswegen wird ein chronologisches Artkonzept verwendet. Es wird die Variation von Arten über die Zeit miteinbezogen (Zrzavý, et al., 2013). Oft ist es problematisch die Zusammengehörigkeit früher oder späterer Vertreter einer Art aufgrund einer Verschiebung von Merkmalen korrekt zu bestimmen. Man spricht dann von Chronospezies (Grupe, et al., 2012).

Die Phylogenie setzt sich mit der Rekonstruktion der Stammesgeschichte auseinander und versucht das Verwandtschaftsverhältnis einzelner Arten beziehungsweise Gruppen zu entschlüsseln. Mit der Hilfe von morphologischen und molekularen Befunden wird versucht Stammbäume zu erstellen. Dabei ist zu beachten, dass Lebewesen, welche in den morphologischen Merkmalen eine große Ähnlichkeit aufweisen oder sehr viele übereinstimmende Nucleotidsequenzen besitzen, meist enger miteinander verwandt sind, als jene mit großen Differenzen in diesen Bereichen. Außerdem wird zwischen Homologien und Analogien unterschieden werden. Homologien sind Übereinstimmungen, die einen gemeinsamen evolutionären Ursprung haben.

Wenn bei unterschiedlichen Arten Homologie festgestellt wird, bedeutet das, dass sie diese von einem gemeinsamen Vorfahren geerbt haben müssen. Sie sind somit entstehungsgleich. Bei den Vorderextremitäten der Säugetiere lassen sich die homologen Strukturen gut erkennen. Die Anordnung der Knochen ist genau gleich, obwohl die Extremitäten je nach Taxa unterschiedliche Funktionen erfüllen wie Laufen, Schwimmen oder Fliegen (Campbell, et al., 2011)(Abb. 6).

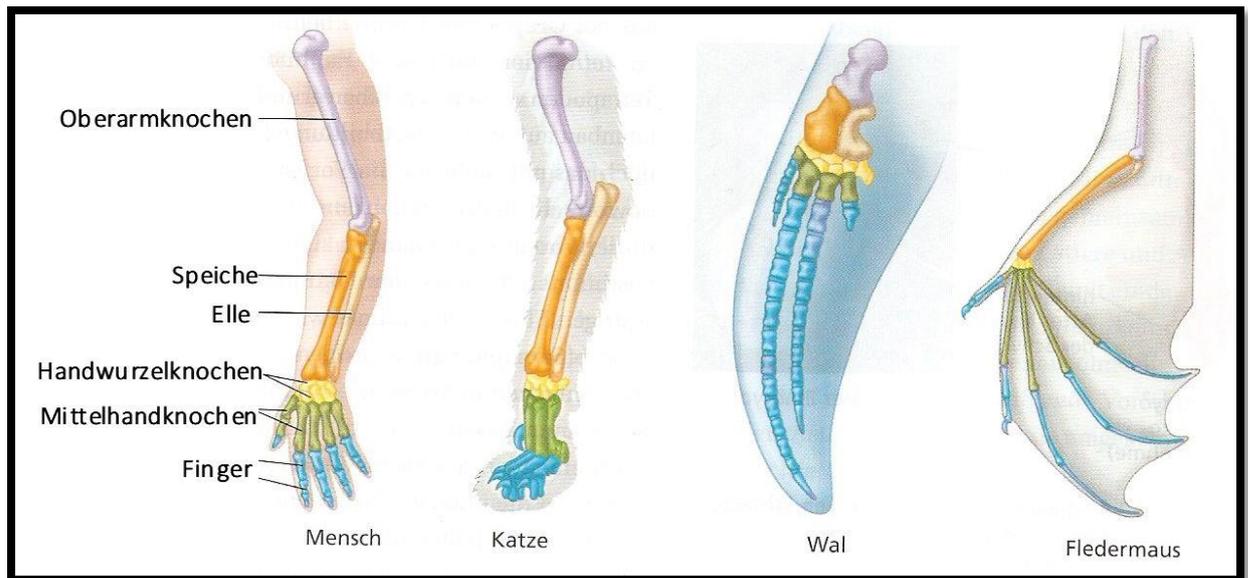


Abbildung 6: Homologe Strukturen von verschiedenen Wirbeltieren. Die Vordergliedmaßen zeigen einen gemeinsamen Bauplan. (Campbell 2011: S. 619)

Man unterscheidet bei Homologien auch noch zwischen ursprünglichen (plesiomorph) Merkmalen und abgeleiteten (apomorphen) Merkmalen. Ein ursprüngliches Merkmal ist bei Säugetieren zum Beispiel die Wirbelsäule. Da alle Wirbeltiere dieses Merkmal besitzen unterscheidet es die Säugetiere nicht von anderen Wirbeltieren. Ein abgeleitetes Merkmal ist aber zum Beispiel die Behaarung. Man findet es bei allen Säugetieren aber nicht bei den Vorfahren, die auch Vorfahren von anderen Landwirbeltieren waren. Analogie ist hingegen, wenn eine Ähnlichkeit aufgrund konvergenter Evolution entstanden ist, und nicht wegen gemeinsamer Vorfahren. Man nennt die Merkmale dann auch funktionsgleich. Ausschlaggebend dafür können die gleichen Umweltbedingungen sein. So besitzen sowohl die australischen Beutelmulle, welche zu den Beuteltieren gehören, als auch die europäischen Maulwürfe, welche Plazentatiere sind, einen länglichen Körper, vergrößerte Schaufeln als Vorderextremitäten, kleine Augen und ein dickes Hautpolster an der Nase. Beuteltiere und Plazentatiere besitzen zwar einen gemeinsamen Vorfahren, jener besaß aber noch nicht diese optischen Merkmale. Diese Merkmale entwickelten sich erst viel später, als sich die Arten an eine grabende Lebensweise anpassten. Um einen phylogenetischen Stammbaum

rekonstruieren zu können werden zuerst Merkmale gesammelt und anschließend geklärt, ob jene homolog oder analog sind. Im nächsten Schritt wird die Leserichtung der Evolution festgestellt. Ob die Homologie ursprünglich oder abgeleitet ist. Anschließend wird der Stammbaum rekonstruiert. Dabei geht man nach dem Prinzip der sparsamsten/einfachsten Erklärungen = Parisonomie aus. Der Stammbaum mit den geringsten Evolutionsschritten, gemessen an den abgeleiteten Merkmalen, ist der einfachste (Campbell, et al., 2011).

2.2.1 Brückentiere / Connecting Links

Unter Brückentiere oder Connecting Links versteht man Lebewesen, die als Verbindungsglied zwischen zwei völlig getrennten taxonomischen Einheiten stehen, wie zum Beispiel zwischen Fischen und Amphibien, Reptilien und Vögel oder Reptilien und Säugetiere. Sie liefern wichtige Hinweise für die stammesgeschichtliche Entwicklung der Organismen (Thenius, 1976).

Ichthyostega und der *Acanthostega* ähneln von ihrem anatomischen Aufbau sowohl den Fischen als auch den

Amphibien. Beide hatten einen fischähnlichen Körperbau mit einer Schwanzflosse, ein Seitenlinienorgan und auch innere Kiemen. Auch die Wirbelsäule war sehr beweglich. Ein typisches Amphibienmerkmal ist die Trennung von Kopf und Schultergürtel. Obwohl sie sich bevorzugt im Wasser aufhielten, konnten sie mit ihren Extremitäten, die bereits wie bei Landwirbeltieren angelegt waren, das Wasser verlassen und sich



Abbildung 7: Rekonstruktion von *Archaeopteryx* dem Urvogel (Campbell 2011: S. 973)

am Land watschelnd fortbewegen. Ein weiteres Beispiel ist *Archaeopteryx*, welcher als Connecting Link zwischen Reptilien und Vögel angesehen wird (Abb. 7). Er besitzt sowohl Merkmale, die man bei den Reptilien antrifft als auch welche, die den Vögeln zugeschrieben werden. Die drei voll entwickelten Finger mit Krallen, der Schwanz mit 21-22 Schwanzwirbeln, die Zähne mit Interdentalplatten sind eindeutig Kennzeichen, die den Reptilien zugeordnet werden können. Auch das Becken gleicht dem der Theropoden (Benton, 2007). Als typische Vogeleigenschaft wurden lange Zeit die Federn angesehen. Doch wurden mittlerweile auch Federn bei Dinosauriern nachgewiesen. (Wellnhofer, 1998) Die Anordnung und Anzahl der primären Flugfeder von *Archaeopteryx* entspricht jener der modernen Vögel. Anzumerken ist aber, dass die Federn wahrscheinlich in erster Linie zur Temperaturregulation dienten und nur sekundär dem Flug dienten (Benton, 2007).

In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass mit dem Begriff Brückentier Probleme auftreten können. Der Mosaikmodus der Evolution sollte berücksichtigt werden. Einzelne Merkmale entwickeln sich schneller und andere langsamer. Auch besitzt jeder Organismus ursprüngliche und abgeleitete Merkmale. Somit kann keine exakte Mittelstellung zwischen zwei Formen erfüllt werden (Storch, et al., 2007). Außerdem kann man nicht beweisen, ob es sie bei dem Zwischenglied tatsächlich um den gesuchten Vorfahren handelt. Nimmt man als Beispiel den Säugetiervorfahren. Er muss einerseits alle gemeinsamen Merkmale der Säugetiere aufweisen, darf aber keine eigenen abgeleiteten Merkmale besitzen. Außerdem sollten ihm einige abgeleitete Eigenschaften fehlen. Jenes lässt sich bei Fossilien, aber nicht beweisen, da man nicht sagen kann, ob das Lebewesen zum Beispiel ein apomorphes Paarungsverhalten oder eine apomorphe Nierenstruktur besaß (Zrzavý, et al., 2013). Des Weiteren kann man Zwischenglieder auch immer wieder zwischen den Zwischengliedern suchen. Ein Zwischenglied befindet sich an einem phylogenetischen Stammbaum nicht an einem Knoten, sondern am Ende eines Astes zwischen zwei bekannten Ästen (Lecointre, et al., 2001).

2.3 Ausgestorbene Tierarten - bekannte Beispiele

Im Laufe der Erdgeschichte kommt es immer wieder zum Aussterben von Arten. Vom Aussterben spricht man dann, wenn alle Vertreter einer Organismenart verschwinden. Dabei sind solche Arten betroffen, die es nicht schaffen, sich in ihrer evolutiven Entwicklung durch Mutation und Selektion an den veränderten Lebensbereich anzupassen. Von einem Massenaussterben spricht man dann, wenn weltweit in einer geologisch relativ kurzen Zeitspanne mehr als 40% der Arten und über 10% der Familien erfasst werden (Amler, 2012). Die größten fünf Massensterben der Erdgeschichte werden als die „Big Five“ bezeichnet. Dazu zählt das Massensterben des oberen Ordoviziums, des oberen Devons, die Perm-Trias-Grenze, das Massensterben der oberen Trias und die Kreide-Palaogen-Grenze. Die Perm-Trias-Grenze war aber eindeutig das Größte. Insgesamt starben hier über 50% der Familien und 80-96% der Arten aus. Auslöser dafür waren wahrscheinlich gewaltige Naturkatastrophen, wie Meteoriteneinschläge, Vulkanausbrüche, rapide Klimawechsel, die weitere Veränderungen mit sich zogen wie den Verlust von Nahrungsquellen (Beonigk, et al., 2014).

Die Auswahl der nächsten Beispiele erfolgte anhand dessen, da sie alle drei in den Schulbüchern besprochen werden. Vor allem die verschiedenen Dinosaurierarten sind Thema in der Unterstufe. Außerdem gehören Dinosaurier und Mammuts zu den bekanntesten ausgestorbenen Tiergruppen und sind vielen besonders durch Filme wie „Jurassic Park“ oder „Ice Age“ ein Begriff. Die Trilobiten wurden ausgewählt, damit neben den Vertebraten auch ein Vertreter der Evertebraten dabei ist. Überdies stellen sie ein wichtiges Leitfossil der Erdgeschichte dar.

2.3.1 Trilobiten - Dreilapper

Die Trilobiten (Dreilapper) gehören zu den Arthropoden (Gliederfüßer). Der Name Trilobit leitet sich von der Gliederung ihres Rückenpanzers ab. Er ist sowohl in der Länge als wie auch in der Quere in drei Teile geteilt, nämlich in das Kopfschild (Cephalon), den Rumpf (Thorax) und das Schwanzschild (Pygidium). Die Quergliederung ergibt sich durch die zwei der Länge nach verlaufenden Furchen. Der zentrale Teil, die Achse ist dabei stärker gewölbt als die beiden Äußeren. Das Cephalon wird durch die Glabella, eine Anschwellung der Mittellinie, geprägt (Abb. 4 und 8). Links und rechts davon befinden sich zwei Seitenteile (Wangen) (Kowalski, 1992). Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist auch die Gesichtsnaht, die je nach Art unterschiedlich verlaufen kann. Sie ist besonders bei der Häutung wichtig, da das Kopfschild entlang dieser Naht aufplatzt (Ziegler, 2008). Die Gesichtsnaht teilt auch die Wangenpartie in eine feste Wange und eine freie Wange. Die festen Wangen und die Glabella nennt man Cranium (Mittelkopf). Bei der Häutung bleibt die feste Wange mit der Glabella verbunden während die freien Wangen abgetrennt werden (Kowalski, 1992). Der Thorax besteht in der Regel aus 7-15 Rumpfgliedern mit vielen beweglichen Segmenten. Eine Querreihe setzt sich aus einem Achsenring und zwei Pleuren zusammen. Dadurch wurde ihnen das Einrollen ermöglicht (Ziegler, 2008). Die meisten Trilobiten hatten nur eine Körperlänge von ungefähr 3 bis 8 Zentimeter, es gab aber auch Exemplare die eine Länge von 0,5 oder 80 Zentimetern erreichen konnten (Thenius, et al., 1985).

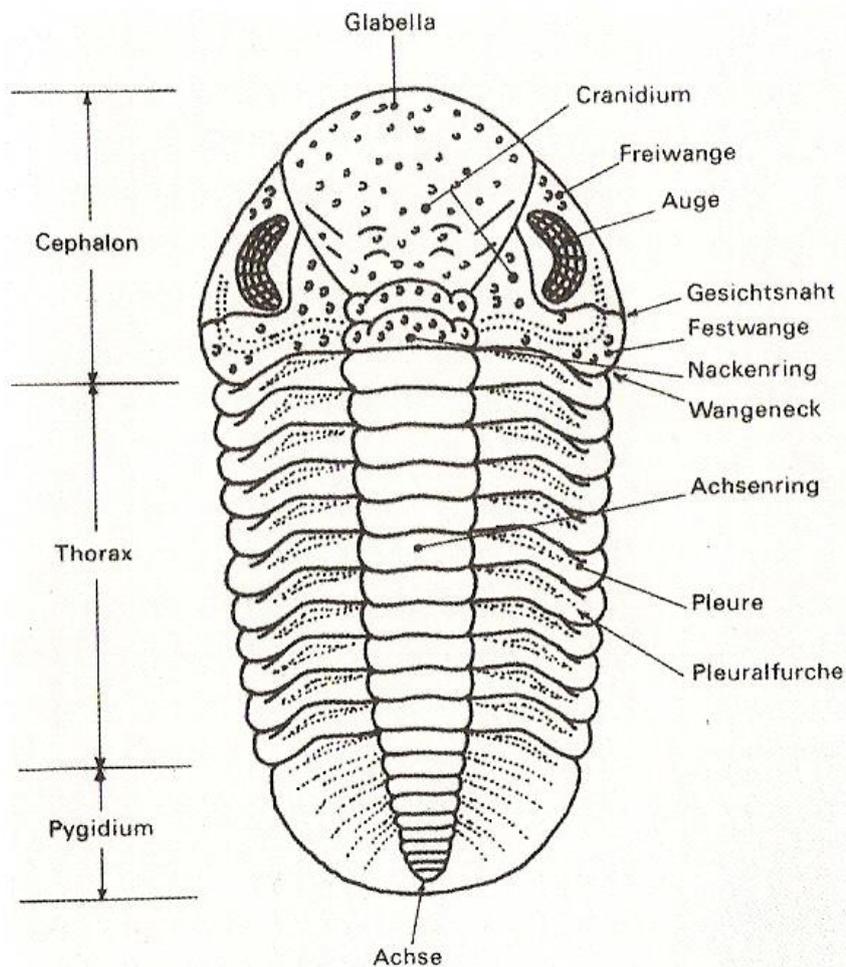


Abbildung 8: Trilobiten-Schema (Harrington 1959: S.560)

Ihr Lebensraum war auf das Meer beschränkt, wobei sie die meisten an Flachmeerszonen am Meeresboden aufhielten. Trilobiten lebten in der Zeitspanne vom Kambrium bis ins Perm, wobei zu beachten ist, dass sie besonders im Kambrium vermehrt auftraten und deswegen in jener Zeit als Leitfossilien angesehen werden. Die Anzahl der Trilobiten nahm aber bereits im Devon wieder ab, bis sie schließlich im Perm völlig verschwunden waren (Ziegler, 2008).

2.3.2 Dinosaurier

Die Dinosaurier gehören wohl zu den bekanntesten ausgestorbenen Tiergruppen. Die ersten Dinosaurier tauchten vor zirka 230 Millionen Jahren in der Obertrias auf und beherrschten die Erde bis an das Ende der Kreidezeit vor ungefähr 65 Millionen Jahren. Sie gehören der Klasse der Reptilien an. Die nächsten lebenden Verwandten der Dinosaurier sind die Vögel. Dinosaurier waren reine Landbewohner. Die Pterosauria, die umgangssprachlich Flugsaurier genannt werden, zählen nicht zu den Dinosauriern, sondern gehören einer eigenen Verwandtschaftsgruppe an. Grundsätzlich werden die Dinosaurier in zwei Gruppen eingeteilt, nämlich in die Saurischia und die Ornithischia. Sie unterscheiden sich im Becken. Während Saurischia ein sogenanntes Echtenbecken haben, welches dreistrahlig ist, besitzen die Ornithischia ein vierstrahliges Becken, welches ähnlich einem Vogelbecken ist. Ein weiterer Unterschied ist, dass es unter den Saurischia sowohl Karnivore als Herbivore gab, während unter den Ornithischia nur Pflanzenfresser verbreitet waren. Der populärste Dinosaurier ist sicherlich *Tyrannosaurus rex*. Er war mit seinen 14 Metern wahrscheinlich der größte fleischfressende Landbewohner der Erde. Ungewiss ist noch immer, ob *Tyrannosaurus rex* ein aktiver Jäger war oder doch eher ein Aasfresser. Dies hängt unter anderem von seiner möglichen Laufgeschwindigkeit ab, über die man sich auch nicht sicher ist (Benton, 2007). Unsicherheiten gab es früher auch bei der Körperhaltung des *Tyrannosaurus rex*. Man wusste zwar, dass jener biped, also zweibeinig, unterwegs war, doch wurde er oft in aufrechter Haltung dargestellt, wobei der Schwanz wie ein drittes Bein am Boden auflag. Heute weiß man allerdings, dass die Wirbelsäule horizontal lag und der Schwanz frei getragen wurde und zum Ausbalancieren diente. Auch sehr bedeutend ist *Brachiosaurus*, der mit 23 Meter Gesamtlänge, einer Höhe von 12 Metern und einer Masse von zirka 80 Tonnen der größte Dinosaurier ist, von dem man ein fast vollständiges Skelett gefunden hat. Die Ausgrabungsstelle liegt in Tansania (Afrika) auf dem Tendaguru Hügel, welche eine der wichtigsten Dinosaurierfundstellen weltweit ist. In den Jahren 1907-1913 führte der deutsche Wissenschaftler Werner Janensch eine Grabung mit

seinem Team im Auftrag des Berliner Museums für Naturkunde Grabungen durch. Unzählige Dinosaurierknochen wurden gefunden (Broschinski, 1997).

Er gehört zu den Sauropoden und interessant bei ihm ist, dass seine Vorderbeine länger als die Hinterbeine sind und er einen im Verhältnis zu anderen Sauropoden relativ kurzen Schwanz besitzt. Weitere Vertreter waren die Stegosauria, welche stehende Panzerschilder am Rücken hatten oder die Ceratopsia (Horndinosaurier), welche meist mit Hörnern ausgestattet waren und zusätzlich am Nacken ein knöchernes Schild trugen. Zum Aussterben der Dinosaurier gibt es viele Theorien und auch noch immer einige offene Fragen. Fakt ist, dass am Ende der Kreide nicht nur sie ausgestorben sind, sondern eine Vielzahl von Lebewesen. Eine Theorie besagt, dass hauptsächlich aufgrund eines ökologischen Wandel und einer Klimaveränderung die Saurier verdrängt wurden. Eine andere geht von einem massiven Vulkanausbruch mit aufeinanderfolgenden Eruptionen aus. Eine Dritte besagt, dass ein Asteroid von 10 Kilometern Durchmesser auf die Erde eingeschlagen hat und eine riesige Staubwolke aufgewirbelt wurde. Durch den Staub konnten die Sonnenstrahlen nicht mehr den Boden erreichen, die Erde kühlte ab und die Pflanzen konnten Photosynthese nicht mehr betreiben. Als Folge gab es nur mehr wenig Nahrung für die Pflanzenfresser, was sich dann auch auf die Fleischfresser auswirkte. Offen ist außerdem auch noch, wie lange die Zeitspanne des Aussterbens war. Während einige Wissenschaftler davon ausgehen, dass es sich um ein plötzliches kurzes Ereignis handelt, vertreten andere die Meinung, dass sich der Prozess über drei Millionen Jahre hinzog (Benton, 2007).

2.3.3 Wollhaarmammut – *Mammuthus primigenius*

Das Mammut gehört zu einer der besterforschten ausgestorbenen Tiergruppen, da neben unzähligen Zahn- und Knochenfunden auch viele Weichteilerhaltungen in den Permafrostböden gefunden wurden. Wenn umgangssprachlich von einem Mammut die Rede ist, wird eigentlich meistens das Wollhaarmammut – *Mammuthus primigenius* gemeint, obwohl es eine Reihe von Elefanten gab, die der Gattung

Mammuthus zugeordnet werden können (Engesser, et al., 1996). Heutige Verwandte des Mammut sind der asiatische und der afrikanische Elefant, dessen gemeinsamer Vorfahre *Primelephas* vor fünf Millionen Jahren in Afrika lebte. Der erste Vertreter der Gattung *Mammuthus*, der Südelefant, tauchte in Europa vor zirka 2,5 Millionen Jahren auf (Joger, 2005). Aus dieser Gruppe ging aufgrund von Klimaschwankungen und Vegetationsveränderungen schließlich das Steppenmammut hervor. Aus jenem entstand vor ungefähr 250 000 Jahren das Wollhaarmammut, welches sehr gut an das kalte Klima angepasst war. Das Hauptmerkmal ist sicherlich das dichte Fell der Tiere. Neben dem Fell hatten sie auch eine dicke Haut von drei Zentimetern und zusätzlich, als Isolation vor der Kälte, lag darunter eine Fettschicht von acht bis neun Zentimetern. Zusätzlich zeigte sich bei den gefundenen Kadavern, dass die Ohren sehr klein waren und wahrscheinlich im dichten Fell verborgen waren. Auch der Schwanz war ziemlich kurz und bei vielen Funden gar nicht erhalten. Das Wollhaarmammut entspricht der Größe ungefähr einem durchschnittlichen indischen Elefanten und war nicht, wie des Öfteren angenommen wird, ein Riesenelefant der Eiszeit (Engesser, et al., 1996; Joger, 2005).

Über die Ursachen, wieso der Elefant der Eiszeit schlussendlich ausgestorben ist, wird noch immer diskutiert. Wahrscheinlich ist jedoch, dass nicht ein Faktor ausschlaggebend war, sondern dass mehrere Faktoren zusammenwirkten. Eine tragende Rolle könnte der Eiszeitmensch gespielt haben, von dem bekannt ist, dass er das Mammut gejagt hat. Er alleine schaffte es aber sicherlich nicht den Elefanten der Eiszeit auszurotten, da es mit den Waffen, die er besaß, sehr schwer war ein Tier von solcher Größe zu erlegen. Ein weiterer Einfluss war sicherlich die klimatische Erwärmung, die nach der Eiszeit stattgefunden hatte. Jene hatte große Auswirkungen auf die Vegetation. Der Lebensraum des Eiszeitelefanten veränderte und verschwand dadurch immer mehr. Die letzten Mammut sind von Wrangel Island bekannt und lebten noch bis 4000 Jahre vor heute (Agusti & Anton, 2002). Das Mammut war nicht der einzige Eiszeitvertreter, der verschwand. Auch andere Tiere, wie Höhlenbär und Riesenhirsch sind ausgestorben (Engesser, et al., 1996).

2.4 Stratigraphie

Die Stratigraphie setzt sich mit der Altersdatierung und der räumlichen Einordnung von Sedimentgesteinen auseinander. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der relativen und der absoluten Datierung um das Alter zu bestimmen. Bei der absoluten Zeitmessung kann durch spezielle Messmethoden, wie zum Beispiel die Radiokarbon-Methode oder die Kalzium-Argon-Methode, eine quantitative Altersangabe mit Unsicherheitsfaktor gemacht werden (Klaus, 1987).

Bei der relativen Zeitmessung können nur Angaben gemacht werden, ob etwas älter oder jünger ist. Es handelt sich um eine zeitliche Einordnung ohne die genauen Zeitabstände und die Dauer zu kennen. Die Biostratigraphie eine Teildisziplin davon und verwendet vor allem Leitfossilien für die Einstufung (Amler, 2012).

2.4.1 Biostratigraphie/Leitfossilien

Bedeutend für die Biostratigraphie ist, dass bestimmte Fossilien nur in ganz gewissen Zeitabschnitte der Erdgeschichte auftreten. Es wird versucht mit Hilfe von diesen Fossilien das relative chronologische von Gesteinsschichten zu bestimmen (Ziegler, 1992; Amler, 2012). Daher werden die Fossilien in ein biostratigraphisches Gerüst eingeordnet, deren kleinste Einheit die Biozone ist. Die Biozone wird definiert durch eine oder mehrere fossile Arten, die nur in diesem Zeitabschnitt vorkommen und Leitfossilien genannt werden. Sie müssen bestimmte Anforderungen erfüllen. Sie sollen häufig sein, sprich eine hohe Individuenzahl besitzen, aber gleichzeitig zeitlich nur begrenzt auftreten. Außerdem sollen sie charakteristische Merkmale haben, um ein leichtes Bestimmen zu ermöglichen und auch die Phylogenie sollte bekannt sein. Wichtig ist auch, dass sie eine weite geographische Verbreitung vorweisen und weitgehend unabhängig von der Fazies sind. Typische Leitfossilien sind zum Beispiel im Kambrium die Trilobiten, im Ordovizium und Silur die Graptolithen (Ziegler, 2008; Amler, 2012). Während Leitfossilien für bestimmte Schichten kennzeichnend sind, sind Faziesfossilien typisch für einen bestimmten Lebensraum, wie zum Beispiel

Korallenriffe. Ihre räumliche Ausbreitung ist stark beschränkt, dafür können sie aber langlebig sein (Ziegler, 1992; Amler, 2012).

2.4.2 Relative Datierung

Leitfossilien sind nur eine Möglichkeit um ein relatives Alter von Gesteinsschichten zu bestimmen. Ein weiteres Mittel ist zum Beispiel die Paläomagnetik, die sich das Magnetfeld der Erde zu nutzen macht. Grundlage dafür ist das Wechseln der Position des Nord- und Südpols in unregelmäßigen Abständen. Dadurch dass viele gesteinsbildende Minerale magnetische Charakteristika haben, werden sie auch vom Magnetfeld der Erde beeinflusst (Miller, 1992). Bei der Ablagerung oder Bildung richten sich die magnetischen Minerale wie zum Beispiel Eisenoxide (Magnetit und Hämatit) nach dem Erdmagnetfeld aus (Rey, 1991). Bleibt die Orientierung erhalten spricht man von Remanenz oder zurückbleibende Magnetisierung (Miller, 1992).

Dabei unterscheidet man verschiedene Arten der remanenten Magnetisierung. Sie sind nach dem geologischen Vorgang ihrer Entstehung benannt. Die wichtigste ist die „Thermoremanente Magnetisierung“ in Gesteinsschmelzen. Beim Abkühlungsprozess ordnen sich die magnetischen Minerale nach dem vorherrschenden Magnetfeld. Sobald sie dann erstarrt sind, bleibt die Ausrichtung erhalten (Rey, 1991). Eine weitere ist die „Sedimentations-Remanenz“, die vor allem bei Sandsteinen oder Tonsedimenten vorkommt. Bei Ablagerung im ruhigen Wasser können sich eingeschwemmte Magnetitteilchen nach dem Magnetfeld der Erde ausrichten (Miller, 1992). Durch Messungen der Remanenz können Rückschlüsse auf das erdmagnetische Feld dieser Zeit gezogen werden (Rey, 1991).

Eine weitere relative Datierungsmethoden ist die Sauerstoff-Isotopen Kurve. Mit ihr können klimatische Veränderungen festgestellt werden. Grundlage ist das Verhältnis der Sauerstoffisotope ^{18}O und ^{16}O , welches Schwankungen unterliegt. Wenn Wasser verdunstet, hat es mehr Anteil am leichteren ^{16}O . Regnet es ab und kommt über den Wasserkreislauf wieder zurück in die Ozeane, bleibt dort das Verhältnis zwischen den beiden Isotopen gleich. In Kaltzeiten wird aber viel Wasser

in Form von Eis an Land gebunden. Dadurch herrscht zu dieser Zeit ein anderes Verhältnis in den Weltmeeren. Das Verhältnis der Isotope wird in den Kalkschalen von Organismen eingelagert und kann somit gemessen werden (Rey, 1991). Auch Pollenkörner eignen sich zur relativen Datenanalyse. Da Sie meist gut in Sedimenten erhalten bleiben, geben sie Auskunft über Pflanzenvergesellschaftungen und diese wiederum über eine zeitliche Abfolge (Klaus, 1987).

2.4.3 Absolute Datierung

In Zusammenhang mit der absoluten Datierung steht die Radioaktivität von Stoffen. Gesteine enthalten zum Teil natürliche radioaktive Substanzen, welche dem radioaktiven Zerfall unterliegen sind. Da dieser Zerfall der radioaktiven Isotope immer unabhängig von physikalischen oder chemischen Parametern stattfindet, können mit Hilfe von Messungen Aussagen über das Alter gemacht werden. Ausgangspunkt ist hierbei die Halbwertszeit. Sie ist jene Zeit, die ein radioaktives Element benötigt um die Hälfte seiner Masse zu verlieren (Rey, 1991).

Eine der wichtigsten Methoden ist hierbei die Radiokarbon-Methode auch Radiokohlenstoffmethode oder ^{14}C -Methode genannt. Durch die kosmische Strahlung werden ^{14}N -Isotope in ^{14}C -Isotope umgewandelt. Jene verbinden sich in der Atmosphäre mit Sauerstoff zu Kohlendioxid und können somit von Lebewesen aufgenommen werden. Solange jene Organismen leben, entspricht ihr ^{14}C -Gehalt genau dem gleichem Prozentsatz wie der in der Atmosphäre. Erst nach dem Tod nimmt der Gehalt mit der Halbwertszeit von 5.730 Jahren ab. Durch Bestimmen des Verhältnisses zwischen ^{12}C und ^{14}C in den Überresten des Organismus kann man somit auf den Zeitpunkt des Todes schließen. Mit dieser Methode lassen sich allerdings nur Organismen bestimmen, die jünger als 50 000 Jahre sind, da bei älteren Proben die Nachweisgrenze durch den stetigen Abbau des ^{14}C erreicht wurde. (Franke, 1969). Weitere Methoden wären die Kalium-Argon-Methode oder auch die Argon-Argon-Methode. Hier liegt die Halbwertszeit bei $1,3 \times 10^9$ Jahren und der zu erfassende Zeitbereich geht von einigen tausend Jahren bis zu 4,5 Milliarden Jahre.

Allerdings können diese Methoden nur für die Altersbestimmung von magmatischen, metamorphen und sedimentären Gesteinen verwendet werden (Geyh, 2005).

2.5 Paläoökologie

Paläoökologie beschäftigt sich mit den Wechselbeziehungen von Organismen untereinander und ihren Lebensräumen in der erdgeschichtlichen Vergangenheit. Man versucht zu klären, welche Umweltansprüche die fossilen Organismen hatten und in welchen ökologischen Nischen sie lebten. Dabei spielen besonders die abiotischen beziehungsweise äußeren Umweltfaktoren wie Licht, Temperatur oder Salinität eine wichtige Rolle (Amler, 2012).

Sonnenlicht bildet eine Grundlage des Lebens, denn dadurch können Pflanzen Photosynthese betreiben und stellen somit Nahrung für die tierischen Lebewesen zur Verfügung. Somit können zum Beispiel in einer Wassertiefe von 200m keine Pflanzen mehr wachsen, da hier das Sonnenlicht nicht mehr durchdringen kann. Ein weiterer Faktor ist die Temperatur der Erdoberfläche. Sie wird durch Absorption des Sonnenlichtes bestimmt. (Ziegler, 2008). Von Bedeutung sind auch der freie Sauerstoff und das Kohlendioxid. Der freie Sauerstoff ist erst durch die Photosynthese der Pflanzen entstanden und liegt momentan bei 21%. Kohlendioxid wird hingegen durch den Stoffwechsel von Organismen, Vulkanaktivität oder auch bei der Verwitterung von Karbonaten freigesetzt. Der Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre, der momentan bei zirka 0,03% liegt, hat in der Erdgeschichte bereits große Schwankungen mitgemacht. Ein weiterer abiotischer Faktor ist die Salinität des Meeres. Jener wurde durch Auslaugung von Gesteinen verursacht und stieg im Laufe der Zeit immer mehr an (Ziegler, 2008). Von Bedeutung ist auch das Substrat sowohl bei Landpflanzen auch als bei marinen Organismen. Bei den Landpflanzen ist es der Boden. Je nach Beschaffenheit, Durchlässigkeit und Chemismus hat er unterschiedliche Auswirkungen auf die Fauna. In Gewässern ist der Hauptfaktor die Festigkeit des Substrates. Man unterscheidet zwischen Weich- (Sand- oder Schlammböden) und Hartböden (verfestigte Gesteine). Während auf Weichböden

eher Endobenthos (Bewohner zwischen/im Substrat) angesiedelt ist, findet man auf Hartböden bewegliches und sessiles Epibenthos (Bewohner auf dem Substrat). (Ziegler, 1992). Zum Endobenthos zählt man beispielsweise Bohrmuscheln, annelide Würmer oder einige Schnecken. Beispiele für Vertreter vom Epibenthos sind Korallen und Austern (Amler, 2012).

Wichtig ist, dass sich ein Faktor nie alleine auf einen Organismus auswirkt. In Kombination mit mehreren Ursachen können sich die Effekte verstärken oder verändern, sodass nicht mehr jeder einzelne Faktor rekonstruierbar ist. Zum Beispiel werden Riffkoralle durch Licht, Temperatur und Salinität begrenzt. Es können aber auch biotische Faktoren, wie Raum- und Nahrungskonkurrenz Einfluss auf das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Arten in einem Korallenriff haben (Amler, 2012).

Nicht zu vergessen sind die Beziehungen zwischen den Organismen selbst und ihren Lebensgemeinschaften. Viele Organismen sind entweder Beute oder Räuber in der Nahrungskette. Würde ein Glied dieser Kette ausfallen, hätte dies Konsequenzen für die weiteren Glieder. Von Bedeutung ist auch der Lebensraum, der Biotop genannt wird, da er verschiedenen Arten unterschiedliche Nischen zur Verfügung stellt. Je mehr verschiedene Nischen in einem Biotop vorhanden sind, desto größer ist die Diversität (Ziegler, 1992).

2.6 Paläobiogeographie

Paläobiogeographie ist die Lehre von der Verbreitung von den Lebensgemeinschaften aus Tier- und Pflanzenwelten in der erdgeschichtlichen Vergangenheit (Thenius, 1976). Dabei ist zu beachten, dass Tier- und Pflanzenarten auf bestimmte Areale beschränkt sind, wobei die Größen der Areale unterschiedlich sind und auch die Grenzen der Areale sind nicht konstant. So können sich Areale im Laufe der Zeit ausweiten, oder aber auch verkleinern. Einer unbegrenzten Ausbreitung stehen normalerweise Barrieren, wie Meere, Gebirge, Wüsten, im Wege (Ziegler, 1992). Es gibt außerdem Areale, die früher zusammenhängend waren und

mit der Zeit aber getrennt wurden. Solche nennt man Relikte oder disjunkte Areale (Ziegler, 2008). Dies ist zum Beispiel durch klimatische Veränderungen gegeben wie in der Eiszeit oder durch die nicht konstante Lage der Kontinente und Meere zueinander. Das Bild der Erde hat sich in ihrer Laufzeit immer wieder aufgrund der Plattentektonik verändert (Ziegler, 1992).

2.6.1 Plattentektonik

Die Bewegung der Kontinente über die Erdoberfläche wird als Plattentektonik bezeichnet. Erste Annahmen dazu publizierte Alfred Wegener 1915 in seinem Buch „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“. Doch dauerte es noch bis in die 60er Jahre, bis die Plattentektonik ihren Durchbruch hatte. Wie schon oben erwähnt, unterliegt das Bild der Erde Veränderungen (Stanley, 2001). So hatte man im Präkambrium sogenannte Kratone, welche die Kernzonen der Kontinente aufbauen. Im Kambrium war der Größte davon Gondwana. Seine zusammenhängende Landmasse wurde von Südamerika, Afrika, Indien, Australien und der Ostantarktis gebildet. Kleinere Kratone waren zum Beispiel der nordamerikanische Kraton, Laurentia oder der osteuropäische Kraton Baltica. Jene kollidierten im Silur und bildeten nicht nur eine neue Kontinentmasse (Laurussia oder Euramerica), sondern lösten auch die kaledonische Gebirgsbildung aus. Im späten Karbon kam es zur Kollision von Laurussia mit Gondwana und der Superkontinent

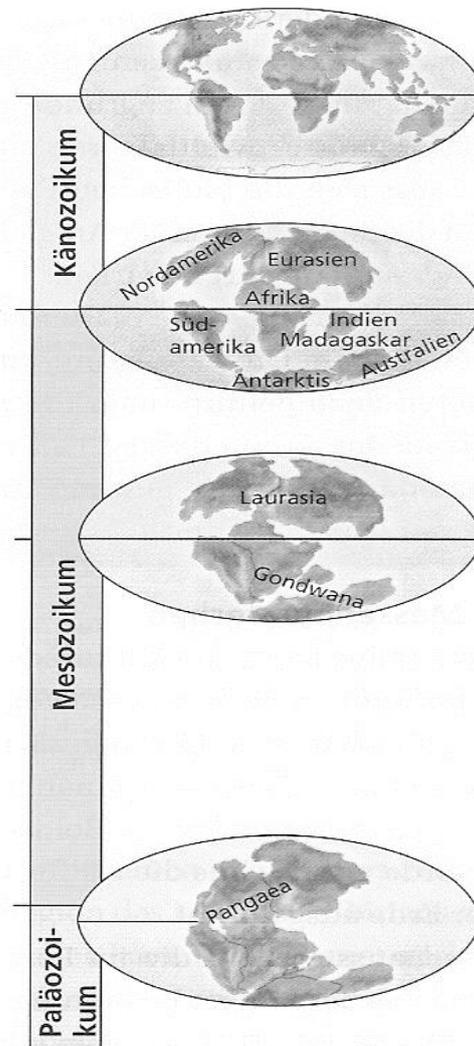


Abbildung 9: Der Bruch von Pangaea (Campell 2011: S. 696)

Pangäa formte sich. Außerdem bildeten sich durch den Zusammenstoß die Appalachen und die variszische Gebirgsbildung setzte in Europa ein. Im Perm waren somit die Kontinente zu dem Superkontinent namens Pangaea vereint, welcher aber im Laufe der weiteren Erdgeschichte wieder auseinanderbrach (Abb.9) (Faupl, 2000). Das Auseinanderdriften begann bereits im frühen Mesozoikum, wobei die Erdteile am Anfang noch relativ nah beieinanderlagen. Europa, Asien und Nordamerika lösten sich zuerst. In der Kreidezeit begann auch der alte Südkontinent, Gondwana, endgültig zu zerfallen. Südamerika, Afrika und die Indische Platte wurden zu getrennten Kontinenten, während Australien und die Antarktis noch miteinander verbunden blieben. Ihre Trennung erfolgte erst im Paläogen. Auch die Spaltung von Nordamerika und Eurasien begann langsam im Mesozoikum. Jene beiden Kontinente waren aber bis zum Ende des Tertiärs immer wieder über die Beringbrücke miteinander verbunden. Beweise für die Drift der Kontinente sind die Küstenlinien von der Westküste Afrikas und der Ostküste Südamerikas, die wie Puzzleteile zusammenpassen. Aber auch Ähnlichkeiten von Gesteinen und fossilen Tieren und Pflanzen und deren ähnlichen Lebensraum lassen Rückschlüsse auf die ursprüngliche Lage der Kontinente schließen (Stanley, 2001).

2.6.2 Verbreitungsgeschichte an Beispielen

Alleine von der heutigen Verbreitung lassen sich noch keine Rückschlüsse auf die frühere Verteilung schließen. Als Beispiel kann man die Verbreitung des Schneehasen *Lepus timidus* nennen. Jener gelangte, wie auch andere nördliche Arten, in der jüngsten Eiszeit, immer weiter nach Süden (Zrzavý, et al., 2013). Als es schließlich wieder wärmer wurde, wich er dem wärmeren Klima aus, indem er sich nicht nur in den Norden zurückzog, sondern auch in die mitteleuropäischen Gebirge, wo noch die entsprechenden Lebensbedingungen vorherrschten (Thenius, 1976). Der Klimawandel zerriss somit das Verbreitungsgebiet des Schneehasen und es blieben nur mehr isolierte Populationen zurück, die auch glaziale Relikte genannt werden. Schneehasen sind somit lebende Andenken an die Eiszeit (Zrzavý, et al., 2013). Aber

auch Pflanzen waren vom Klimawandel betroffen. So war zum Beispiel die Silberwurz *Dryas octopetala* in der Kaltzeit in den Felssteppen und Tundren Mitteleuropas heimisch. Gegenwärtig kommt sie allerdings nur mehr in Nordengland, Skandinavien und den Pyrenäen, Alpen und im Kaukasus vor. In der Warmzeit der letzten Eiszeit breitete sich hingegen die pontische Alpenrose *Rhododendron ponticum* in Mitteleuropa aus. Durch die anschließende Kaltzeit wurde das einheitliche Verbreitungsgebiet getrennt und die pontische Alpenrose zog sich in Gebiete entlang der südlichen Schwarzmeerküste und auf die Iberische Halbinsel zurück (Thenius, 1976; Denk, 2006).

Ein Beispiel einer Großdisjunktion ist die Verbreitung der Pferdeartigen, Equiden, welche heute auf Asien und Afrika beschränkt sind; wobei man Wildpferd und Pferdeesel in Asien antrifft und Zebras in Afrika. Laut Fossilfunden kamen die Equiden aber ursprünglich aus Nordamerika. Sie breiteten sich über die Beringbrücke nach Eurasien aus und über die Panamabrücke gelangten sie auch nach Südamerika. Jedoch kam es am Ende des Pleistozäns zum Aussterben der Pferdeartigen in ganz Amerika, Europa und auch in Teilen Afrikas und Asiens (Thenius, 1976). Weitere Großdisjunktionen lassen sich auf die Trennung der Südkontinente zurückführen. So kommt die Südbuche *Nothofagus* mit über 50 Arten sowohl in Neuseeland, Australien, Neuguinea als auch in Südamerika vor. Auch die Lauferkäferfamilie Migadopidae findet man sowohl im südlichen Südamerika als auch in Australien, Neuseeland, Tasmanien und auf den Auckland Inseln (Czihak, et al., 1996).

3. Lehrplan

3.1 Allgemeines zum Lehrplan der AHS

Der Lehrplan (Stand 17.2.2015)¹ stellt eine gesetzliche Basis für den Inhalt des Unterrichtes dar. Er enthält einerseits gewisse Vorgaben, sodass die Einheitlichkeit des Unterrichts geregelt wird und andererseits räumt er den Schulen und Lehrern gewisse Freiräume ein.

Der Lehrplan gliedert sich in mehrere Teile:

- A) Allgemeines Bildungsziel
- B) Allgemeine didaktische Grundsätze
- C) Schul- und Unterrichtsplanung
- D) Stundentafeln
- E) Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände

Die ersten drei Teile werden zum allgemeinen Teil zusammengefasst, welcher die Verbindlichkeiten, die Verantwortlichkeiten und Freiräume bei der Umsetzung des Lehrplans beinhalten. In den Stundentafeln werden die Unterrichtsgegenstände und ihr jeweiliges Stundenausmaß angegeben. Außerdem bieten sie Platz für schulautonome Maßnahmen und geben den zeitlichen Umfang des Kernbereichs an. Die Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände werden wieder in drei Teile gesplittet. Der erste Bereich beschäftigt sich mit der Bildungs- und Lehraufgabe und er geht auf die Hauptziele ein, die die Schüler in dem Fach erreichen sollen. Des Weiteren werden Beiträge zu den Bildungsbereichen angeführt.

Der Zweite beinhaltet die didaktischen Grundsätze, welcher Tipps zur Gestaltung des Unterrichts aufzeigt und zur Methodenvielfalt anregt. Im dritten Teil werden die zu erreichenden Ziele und Inhalte für die einzelnen Klassenstufen angegeben.

¹ auf den Homepages <https://www.bmbf.gv.at/>, <http://www.ris.bka.gv.at/> und <http://www.gemeinsamlernen.at/> als Download erhältlich

3.2 Biologie und Umweltkunde im Lehrplan

Biologie und Umweltkunde gilt in der Unter- und Oberstufe in Allgemeinen bildenden Schulen (AHS) als verpflichtend. Zusätzlich gibt es Biologie und Umweltkunde in der Oberstufe auch noch als Wahlpflichtfach. In der Unterstufe sind insgesamt zwischen 7 und 12 Stunden Biologie vorgesehen, welche sich jede Schule individuell festlegen kann. In der Oberstufe sind im Gymnasium mindesten 6 Stunden für Biologie festgesetzt. Im Realgymnasium und Wirtschaftskundlichen Gymnasium jeweils 7 Stunden.

Soweit keine schulautonome Stundenverteilung besteht, wird in den verschiedenen AHS folgende Stundenverteilung vorgesehen, siehe Tabelle 1.

		1.Klasse	2.Klasse	3.Klasse	4.Klasse	Summe
Unterstufe	<i>Gymnasium</i>	2h	2h	1h	2h	7h
	<i>Realgymnasium</i>	2h	2h	2h	2h	8h
	<i>Wirtschaftskundliches Gymnasium</i>	2h	2h	1h	2h	7h
		5.Klasse	6.Klasse	7.Klasse	8.Klasse	Summe
Oberstufe	<i>Gymnasium</i>	2h	2h	-	2h	6h
	<i>Realgymnasium</i>	2h	3h	0-2h	2h	7-9h
	<i>Wirtschaftskundliches Gymnasium</i>	2h	3h	-	2	7h

Tabelle 1: Stundenverteilung in Biologie und Umweltkunde im Vergleich

3.2.1 Evolution und Paläobiologie in der Unterstufe

Im Lehrplan von der Unterstufe tauchen weder Paläobiologie noch Evolution als Begriff auf. Man findet nur indirekte Hinweise auf diese Themenbereiche. Unter

Bildungs- und Lehraufgaben wird allgemein darauf hingewiesen, dass Schüler ein biologisches „Grundverständnis“ erwerben sollen. Weiters wird bei den didaktischen Grundsätzen beim Themenbereich „Tiere und Pflanzen“ erwähnt, dass Schüler Organismen in ein System aufgrund verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen den Lebewesen einordnen können sollen. Im Lehrstoff der dritten Klasse findet man, dass die Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens, einschließlich des Menschen, behandelt werden soll.

3.2.2 Evolution und Paläobiologie in der Oberstufe

Im Lehrplan der Oberstufe wird der Begriff Paläobiologie ebenfalls nicht erwähnt. Immerhin kommt aber im Lehrstoff der 8.Klasse wörtlich Evolution vor. Außerdem wird angeführt, dass die Schüler die Grundlagen von chemischer und biologischer Evolution erwerben sollen. Auch auf die Evolutionstheorien soll eingegangen werden und es soll ein Überblick über die Entwicklungsgeschichte gegeben werden. Wie auch schon in der Unterstufe wird das Thema sonst eher allgemein gehalten. In den Bildungs- und Lehraufgaben und auch in den didaktischen Grundsätzen wird zum Beispiel darauf hingewiesen, dass Schüler ein biologisches beziehungsweise naturwissenschaftliches Verständnis sich an eignen sollen und somit Zusammenhänge verstehen lernen.

3.2.3 Berufsbildende höhere Schulen - Schulen für wirtschaftliche Berufe

Bei Berufsbildende höheren Schulen (BHS) werden Biologie, Physik und Chemie zu den Naturwissenschaften zusammengefasst (Tabelle2). Dies hat den Vorteil, dass Zusammenhänge der einzelnen Fächer besser verstanden werden und die naturwissenschaftlichen Kompetenzen gefördert werden (Faissner, et al., 2010). Im Lehrplan auf der Seite des Bundesministeriums für Frauen und Bildung werden die

Fächer noch einzeln aufgeteilt. Auf einzelnen Schulhomepages werden die drei Fächer im autonomen Schullehrplan bereits gemeinsam als Naturwissenschaften angegeben (vgl. HLW Braunau).

	1.Klasse	2.Klasse	3.Klasse	4.Klasse	5.Klasse	Summe
Biologie und Ökologie	-	-	3h	2h	-	5
Physik	-	2h	-	-	-	2
Chemie	3h	-	-	-	-	3
Naturwissenschaften	2h	2h	2h	2h	2h	-

Tabelle 2: Stundenverteilung Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe

Im Lehrstoff sucht man auch hier den Begriff Paläobiologie vergeblich. Evolution wird hingegen wie in der Oberstufe der AHS erwähnt. Auch hier wird zusätzlich auf die physikalische, chemische, biotische und kulturelle Evolution verwiesen. Des Weiteren sollen im Unterricht die Evolutionsfaktoren und Evolutionstheorien besprochen werden. Insbesondere soll auch auf die Geschichte des Menschen eingegangen werden. Als Lehraufgabe sieht man unter anderem, dass die Schüler die Natur als Vernetzung von Systemen verstehen.

4. Bedeutung und Merkmale von Schulbüchern

Sandfuchs (2010, S. 19) definiert Schulbücher folgendermaßen: *„Unter Schulbücher versteht man eigens für den Schulunterricht entwickelte Lehr-, Lern-, und Arbeitsmittel. Sie enthalten Lerninhalte eines Faches oder Lernbereichs in systematischer, didaktisch und methodisch aufbereiteter Form.“* Sie sollen sowohl Lehrernde als auch Lernende dienen. Für die Lehrkraft stellt es ein Leitmedium für den Unterricht dar und hilft ihm unter anderem auch beim Vorbereitungsprozess. Die Lernenden können sich informieren, nachschlagen und damit auch selbstständig arbeiten. Wichtig ist, dass die Themengebiete in den Bücher verständlich und korrekt wiedergeben werden (Sandfuchs, 2010).

4.1 Bedeutung des Schulbuches

Schulbücher werden ständig weiterentwickelt und passend zum Lehrplan verfasst. In näherer Zukunft wird sich das Schulbuch von seiner traditionellen Form vielleicht in eine digitale Form verwandeln, trotzdem wird es weiter im Unterricht präsent bleiben (Astleitner, 2012; Herber, et al., 2012).

Eine Studie „Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule über die Bedeutung des Schulbuches im Unterricht“ führte Vollstädt (2003) durch. Die Studie zeigt, dass sich auch die Experten nicht einig sind, ob die Nutzung der Schulbücher gleich bleiben oder abnehmen wird. Die meisten sind sich aber einig, dass das Schulbuch auch in Zukunft noch genutzt werden wird (Vollstädt, 2003).

Befürworter des Schulbuches zeigen die vielen positiven Seiten des Schulbuches auf. So hat es zum Beispiel den Vorteil gegenüber anderen Unterrichtsmitteln, dass es jederzeit zur Verfügung steht, ohne Aufwand rasch eingesetzt werden kann und von den Heranwachsenden mit nach Hause genommen werden kann (Bamberger, et al., 1998). Außerdem fördert es unterschiedliche Kompetenzen der Lernenden. Sie sind mitverantwortlich für die Verbesserung der Lesekompetenz und fördern das Verständnis von Sachtexten (Gräsel, 2010).

Nicht nur den Lernenden bietet das Schulbuch Hilfestellung sondern auch den Lehrpersonen. So unterstützt es bei der Unterrichtsplanung, dient beim Strukturieren des Stoffes und hilft die Bildungsziele des Lehrstoffes zu erreichen (Kahlert, 2010). Der letzte Punkt ist auch sogleich ein Kritikpunkt der Schulbuchgegner. Einige beklagen, dass die Lehrperson durch das Buch eingeschränkt wird und nur mehr den Inhalt und die Beispiele aus dem Buch bringt. Des Öfteren wird auch kritisiert, dass Schulbücher sachliche Mängel aufweisen, unzureichende Erklärungen haben, sich nicht auf Schülervorstellungen beziehen oder bessere Aufgabenstellungen bräuchten. (Kahlert, 2010). Ein weiterer Nachteil ist, dass Schulbücher oft mehrmals genutzt werden und von den Lernenden entweder nicht angestrichen werden dürfen oder eben sehr starke Gebrauchsspuren aufweisen (Sandfuchs, 2010). Von Eltern wird häufig auch beanstandet, dass die Masse von Schulbüchern für Schüler und Schülerinnen sehr schwer zum Tragen ist. Oft wird auch kritisiert, dass die Schulbücher nicht am aktuellen Stand sein können, da sich unser Wissenstand mit jedem Jahr rapide erweitert, und dem Alter der Lernenden nicht gerecht werden (Wiater, 2003).

4.2 Kennzeichen/Merkmale guter Schulbücher

Immer wieder beschäftigen sich Bildungsforscher, wie Sandfuchs (2010), Hechler (2010), Bamberger (1995) um nur einige zu nennen, mit der Frage, welche Kriterien ein Schulbuch erfüllen soll, um den Ansprüchen eines guten Schulbuches gerecht zu werden. In der Literatur findet man zahlreiche Merkmale die maßgebend dafür sind. Nicht nur der Inhalt spielt eine wichtige Rolle, sondern auch ein großes Augenmerk liegt auf der Optik. Zum Beispiel soll die Aufmachung eines Buches, dem Alter der Lernenden gerecht werden und auch ansprechend gestaltet sein, sodass es Interesse weckt und zum selbstständigen Arbeiten motiviert. Die Inhalte sollen eine Klarheit und Strukturiertheit aufweisen. Sie sollen wissenschaftlich korrekt sein, aber trotzdem gut und leicht les- und lernbare Texte vorweisen, die angemessenes Fachvokabular enthalten. Bedeutende Begriffe und Fakten sollen hervorgehoben werden um ihre Wichtigkeit zu betonen. Wichtig ist auch, dass die Bilder, Graphiken

und Tabellen richtig dargestellt werden und mit dem Text in Zusammenhang stehen. Von Bedeutung ist auch, ob es Lernhilfen, „Tipps und Tricks“, Merkteile oder Zusammenfassungen gibt. Weiter ist es von Vorteil, wenn die Bücher sehr praxisnah und mit Lebensbezüge, die die Lernende betreffen, aufgebaut sind (Bamberger, 1995; Hechler, 2010; Sandwuchs, 2010).

5. Auswahl der analysierten Schulbücher

5.1 Allgemeines zur Auswahl der Schulbücher

Jedes Schuljahr wird vom österreichischen Bundesministerium für Familien und Jugend (BMFJ) und dem Bundesministerium für Bildung und Frauen (BMBWF) eine Liste von Schulbüchern zur Verfügung gestellt. Für das Schuljahr 2014/2015 sind für die 3. Klasse Unterstufe 18 verschiedene Schulbücher angegeben und für die 8. Klasse Oberstufe 8 Schulbücher (vgl. Schulbuchaktion 2014/2015). Für die Analyse wurden nur Bücher aus jener Liste verwendet. Da im Rahmen dieser Arbeit aber unmöglich alle Schulbücher analysiert werden konnten, wurden je vier von der Unterstufe und drei der Oberstufe ausgewählt. Zusätzlich wurde auch eines einer berufsbildenden Schule hinzugezogen.

Außerdem wurde auch ein kurzer Blick in die anderen Bücher jener Schulbuchreihen geworfen, um zu prüfen, ob ein Bereich von Paläobiologie auch noch in einer anderen Schulstufe behandelt wird.

5.2 Liste der untersuchten Schulbücher

Die Schulbücher sind nach Unter- und Oberstufe + Berufsbildende Schule getrennt und jeweils in alphabetischer Anordnung aufgelistet. Die Nummer vor den Büchern ist die jeweilige Schulbuchnummer, zur eindeutigen Kennzeichnung der Bücher.

Unterstufe

- 145 020 Bio TOP 3

Jilka S., Kalec V., **Bio TOP 3**. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 2010.

- **165 500 Ganz klar Biologie 3**
Arienti H., Gridling H., Katzensteiner K., Wulz I., ***Ganz klar Biologie 3***. Wien: Jugend & Volk GmbH, 2012.
- **165 500 Neugierig auf Biologie 3**
Gloning, Hofer, Dobers, ***Neugierig auf Biologie 3***. Wien: Verlag E.Dorner GmbH, 2014.
- **155 127 Begegnungen mit der Natur 3**
Biegl C.E., ***Begegnungen mit der Natur 3***. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 2012.

Oberstufe + BHS

- **130755 bio@school 8**
Schermaier A., Weisl H. ***bio@school 8***. Linz : Veritas-Verlag, 2013
- **150539 klar Biologie 8**
Deutsch W., Jäger A., Maitz u.a. ***klar Biologie 8***. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH, 2011.
- **131418 Linder Biologie 3**
Bayrhuber H., Kull U. u.a. Bearb. für Österreich Liebetreu G. ***Linder Biologie 3***. Wien: Verlag E.Dorner GmbH, 2014.
- **125452 Biologie und Ökologie IV HLW**
Hödl E., Grassecker W., Kriger H. ***Biologie und Ökologie IV HLW***. Linz: Trauner Verlag, 2006.

In den anschließenden Kapiteln werden die Schulbücher mit dem in dieser Liste fett und kursiv gedruckten Titel bezeichnet.

6. Auswertung

Folgende Merkmale wurden bei der Analyse der Schulbücher besonders berücksichtigt.

- Formales Erscheinungsbild (Layout, Inhaltsverzeichnis/Gliederung)
- Umfang Evolution/Erdgeschichte (Seitenzahlen)
- Umfang paläontologische Inhalte (Seitenzahlen)
- Textverständlichkeit/Fachwörter
- Beispiele
- Bilder (Fotos/Schemata)/Tabellen
- Aufgaben und Fragestellungen

Bei dem formalen Erscheinungsbild wird darauf geachtet, wie das Cover gestaltet ist, ob der Umschlag ansprechend ist und die wichtigsten Informationen wie Klassenstufe gut erkennbar sind. Außerdem wird das Inhaltsverzeichnis untersucht. Macht es einen übersichtlichen Eindruck oder wirkt es zu überladen. Hat es eine gute Gliederung. Auch beim Seitenlayout wird darauf geachtet, ob es optisch ansprechend ist. Außerdem, ob es überschaubar und verständlich ist oder eher chaotisch wirkt. Ist das Farbschema durchgängig gewählt oder entspricht jede Farbe einem anderen Kapitel. Wird das Interesse der Schüler und Schülerinnen geweckt. Des Weiteren wird darauf geachtet, ob wichtige Wörter, Zusammenfassungen, Arbeitsaufgaben oder Merkteile hervorgehoben werden?

Ein Kriterium sind auch die Seitenzahlen. Wie viel Seiten hat das Schulbuch und wie viele davon sind dem Thema Evolution, Erdgeschichte beziehungsweise Paläobiologie gewidmet.

Der Inhalt wird folgendermaßen analysiert: Welche Themenbereiche und welche Begriffe von Paläobiologie kommen vor. Ist der Inhalt des Textes korrekt. Werden Fachwörter verwendet und wenn ja, werden diese gut und richtig erklärt. Gibt es

eventuell auch ein Glossar, wo jene Fachwörter nachgeschlagen werden können. Ist der Text altersgerecht geschrieben. Werden die Lernenden mit dem Text über- oder unterfordert.

Des Weiteren wird ausgewertet wie viel Bilder in den Schulbüchern vorkommen. Sind es eher Fotografien oder Schemata; halten sich Text und Bilder in Waage oder ist das Schulbuch eher ein Bilderbuch; kommen Tabellen und Grafiken vor; stimmen die Bilder mit dem Text auf der Seite überein.

Bei den Arbeitsaufgaben wird untersucht, wie viele Aufgaben vorkommen und welcher Art sie sind und ob sie rein theoretisch oder auch praktisch sind. Sind sie zum Nachdenken, Wiederholen oder Überlegen oder werden die Schüler und Schülerinnen aufgefordert etwas zu zeichnen, basteln oder einen Versuch durchzuführen. Sind die Aufgaben durchführbar und verständlich.

Zu jedem Bereich werden anschließend konkrete Beispiele gegeben.

6.1 Formales Erscheinungsbild der analysierten Schulbücher

Wie bereits oben erwähnt, wird hier besonders auf das äußere Erscheinungsbild und die Aufmachung eingegangen. Ist das Schulbuch optisch ansprechend und gut strukturiert.

6.1.1 Unterstufe

Neugierig auf Biologie 3

Das Cover des Buches ist schlicht gehalten (Abb. 10). Oben links befindet sich der Titel der Schulbuchreihe. Das Stichwort Biologie ist in der Mitte des Buches angeordnet. Die 3 ist überdimensional groß und lässt somit auf den ersten Blick erkennen, dass es sich um die siebte Schulstufe handelt. Der Verlag ist unten im rechten Eck angeführt. Die Kapitelübersicht ist auf einer Doppelseite angeordnet und macht einen strukturierten Eindruck, obwohl die einzelnen

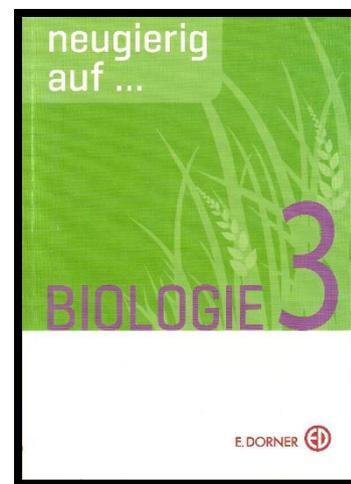


Abbildung 10: Cover:
Neugierig auf Biologie 3

Hauptkapitel keine farbliche Codierung aufweisen. Die gute Übersicht wird dadurch erreicht, indem die Überschriften der Hauptkapitel in weißer Schrift und in blauer Farbe hinterlegt werden. Die Unterkapitel sind in schwarzer Schrift darunter angeordnet. Die Themen der Hauptkapitel werden mit Bildern (insgesamt acht) am rechten Rand unterstützt. Spezielle Seiten mit Aufträgen werden im Inhaltsverzeichnis in farbigen Buchstaben hervorgehoben.

Methodenseiten werden mit einem grünen M, Forschungsaufgaben mit einem blauen F und die Rätselseiten mit einem orangefarbenen R markiert. Auch beim Durchblättern springen diese Seiten dem Leser der Leserin sofort ins Auge, da jene gänzlich in der jeweiligen Farbe hinterlegt wurden. Die Lösungen zu den Rätselseiten befinden sich im hinteren Teil des Buches.

Um trotz der fehlenden farblichen Hauptkapitel eine Übersicht im Buch selbst zu erhalten, werden die Überschriften des jeweiligen Kapitels auf jeder Doppelseite links oben angegeben. Die einzelnen verschiedenen Themenbereiche der jeweiligen Hauptkapitel werden mit orangefarbener Schrift hervorgehoben. Der Text ist zweispaltig angeordnet und wird am Rand durch viele Grafiken unterstützt. Im Text selbst werden nur sehr wenige Wörter hervorgehoben. Die meisten fett gedruckten Wörter kommen in den Zusammenfassungen vor. Die Zusammenfassungen geben das wichtigste der Seite noch mal kompakt wieder. Sie sind mit einem großen Rufzeichen gekennzeichnet und in einem Rahmen mit blauer Farbe hinterlegt, wo in großer Schrift groß „Jetzt weiß ich´s“ oben steht. Ebenfalls sind in blauen Boxen kleinere Aufgabenstellungen dargestellt.

BIO TOP 3

Beim Cover von Bio TOP 3 springen einem sofort die Hände mit Getreidekörner in das Auge und darüber der Titel der Schulbuchreihe (Abb. 11). Auch hier signalisiert die "3" eindeutig, dass es sich um ein Schulbuch für die dritte Klasse handelt. Der Verlag ist oben im rechten Eck angeführt.

Das doppelseitige Inhaltsverzeichnis ist zwischen sehr vielen Bildern links und rechts eingebettet.

Während außen acht Fotografien abgebildet sind, befinden sich in der Mitte acht schematische Darstellungen. Das Inhaltsverzeichnis wirkt in

dieser Form etwas überladen. Die einzelnen Hauptkapitel sind aber trotzdem gut zu erkennen. Die Themenbereiche sind mit Ausnahme der Erdgeschichte und Evolution farblich unterschiedlich markiert. Dies spiegelt sich auch auf den einzelnen Seiten wieder, welche in der entsprechenden Kolorierung der Hauptkapitel wiedergegeben werden. Zusätzlich finden sich auf jeder Seite im äußeren Eck das Großkapitel und

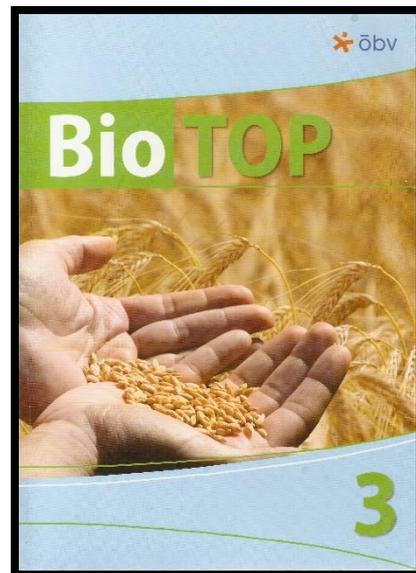


Abbildung 11: Cover: Bio TOP 3

daneben das Unterkapitel, wie es auch im Inhaltsverzeichnis angegeben ist. Der Text ist einspaltig dargestellt und wird auf der Außenseite von Bildern gesäumt. Wichtige Wörter und Begriffe werden im Text fett gedruckt. Die Zusammenfassungen werden in diesem Buch eher schlicht gehalten und in einem roten Kästchen mit roter Schrift dargestellt. Aber auch hier wird das Wichtigste in wenigen aussagekräftigen Sätzen wiedergegeben. Außerdem finden sich farbige Kästchen mit unterschiedlichen Aufgaben beziehungsweise Informationen, wie „Finde heraus“ oder „Mach mit“, die neugierig machen sollen. Des Weiteren gibt es einen Englisch-Corner, worin eine kurze Information in Englisch erklärt wird. Diese Boxen sind mit einer Sprechblase markiert. Überdies findet sich es am Ende des Buches ein Lexikon, wo wichtige Begriffe kurz erklärt werden.

Begegnungen mit der Natur 3

Der Umschlag des Buches macht durch seinen hellen Grünton einen "erfrischenden" Eindruck (Abb. 12). Links oben findet man den Namen der Autorin, rechts oben den Verlagsnamen. In der Mitte ist ein Ausschnitt des Schädels eines Rindes mit Auge abgebildet. Unterhalb des Bildes steht der Name des Buches. Die "3" steht wieder für die dritte Klasse.

Das Inhaltsverzeichnis macht einen sehr übersichtlichen Eindruck. Links und rechts außen wird die Kapitelübersicht von jeweils fünf Fotos umrandet. Die Ansicht der Kapitel ist gut gegliedert und für Jedes gibt es am Kapitelende eine Zusammenfassung. Die jeweiligen Großthemen sind in verschiedenen Färbungen hervorgehoben. Die Farbgebung kehrt auch im Inneren des Buches bei den Kapiteln und Überschriften wieder. Wichtige Wörter oder Fachbegriffe werden in der jeweiligen Farbe hervorgehoben. Auf den Doppelseiten

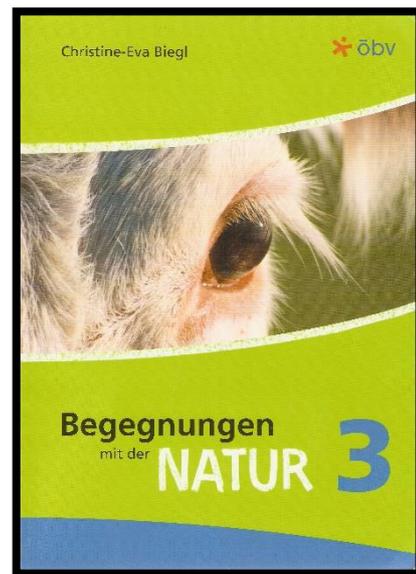


Abbildung 12: Cover: Begegnungen mit der Natur 3

wird links oben das jeweilige Großkapitel angegeben, während auf der rechten Seite das Unterkapitel angeführt wird. Der Text, welcher einspaltig angeordnet ist, reicht nicht bis an den äußeren Rand. Die äußere Spalte wird für Erklärungen der farblich markierten Wörter genutzt. Der Inhalt wird von eindrucksvollen Fotos in ansprechender Aufnahmequalität umrandet. Kürzere Arbeitsaufgaben beziehungsweise Überlegungen werden in farblich hinterlegten Boxen mit der auffälligen Beschriftung „Du bist dran!“ dargestellt. Zusätzlich zu diesen Aufgaben gibt es zu jedem Kapitel auch noch eine Wissensüberprüfung. Hier werden verschiedene Fragen zu dem jeweiligen Kapitel gestellt.

Ganz klar Biologie 3

Der Umschlag von Ganz klar Biologie 3 ist in einen sehr modernen Stil gehalten (Abb. 13).

Ganz oben findet sich das Autorenteam angeführt. Darunter der Titel der Schulbuchreihe. In der Mitte ist der Schädel einer Kuh schräg nach oben verlaufend abgebildet. Rechts unten auf der Seite findet man den Namen des Verlages.

Bei diesem Schulbuch ist im Vergleich zu den anderen Lehrbüchern das Inhaltsverzeichnis sehr einfach gehalten. Obwohl auf der

Doppelseite noch genügend Platz wäre, sind hier keine Bilder eingefügt, die den Leerbereich auffüllen. Die Hauptkapitel sind in verschiedenen Farben gegliedert. Die Unterkapitel stehen im Verzeichnis textlich sehr eng zusammen. Um eine Gliederung im Inneren des Buches zu erhalten, wird das jeweilige Kapitel in der entsprechenden Farbe wiedergegeben. Auf jeder Doppelseite wird auf der linken oberen Ecke das Hauptkapitel angeführt. Auf der rechten Seite ist hingegen das jeweilige Unterkapitel platziert. Der Text ist

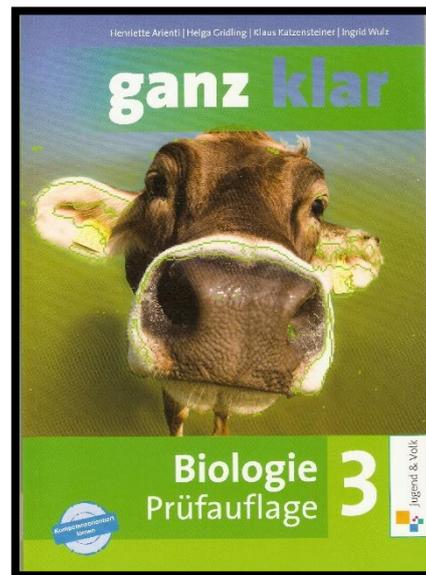


Abbildung 13: Cover: ganz klar Biologie 3

zweispaltig angeordnet, wobei wichtige Wörter fett gedruckt sind. Jene Wörter, die zusätzlich noch blau unterstrichen sind, werden im hinteren Teil des Buches im eingefügten Lexikon erklärt. Weiters machen viele Fotos und Schemata den Inhalt anschaulicher. Zusammenfassungen werden in orangefarbenen Boxen dargestellt, welche mit "Rufzeichen (!)" und „Wichtig“ versehen sind. Außerdem findet man blaue Boxen, welche mit einem abgebildeten Stift und der Wortfolge „Selbst gemacht“ gekennzeichnet sind. Jene fordern die Lernenden zu selbstständigen handeln auf. Grüne Boxen verweisen hingegen auf eine Internetseite, wo weitere Information zu einem bestimmten Thema zu finden sind. Zusätzlich sind auch rote Boxen mit dem Titel „Nachgedacht“ eingefügt. Diese beinhalten Fragen, die die Lernenden zum Nachdenken einladen sollen. Am Ende des Buches befindet sich der Arbeitsteil, welcher nochmals Aufgaben zu den Themengebieten enthält.

6.1.2 Oberstufe + BHS

Linder Biologie 3

Das Format von der Linder Reihe ist im Gegensatz zu den anderen Schulbüchern kein A4-Format, sondern fällt etwas kleiner aus (26 x 19 cm). Der Umschlag des Buches ist schlicht gehalten (Abb. 14). Als Hintergrund erkennt man je eine Rote, eine Gelbe und eine Beige Abbildung aus einem

Rasterelektronenmikroskop. In der oberen Mitte findet sich der Name "Linder Biologie."

Weiter unten in der größeren in Rot gehaltenen Abbildung findet sich in einem aufgehellten Kreis

die Nummer „3“ eingefügt. Sie bezeichnet das dritte Buch dieser Reihe. Es entspricht somit der 7. und 8. Klasse. Rechts unten befindet sich der Name des Verlages. Vor

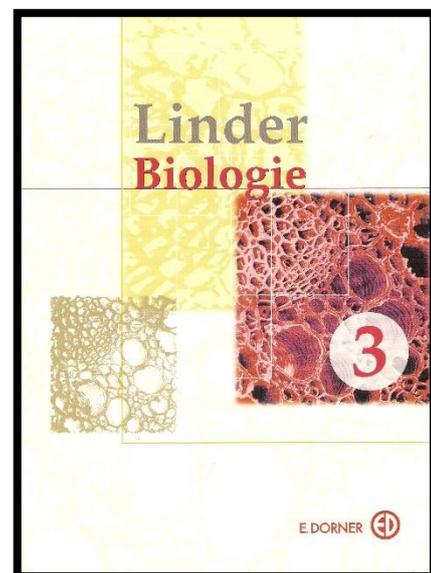


Abbildung 14: Cover Linder 3

dem Inhaltsverzeichnis findet sich ein Vorwort, in welchem die Besonderheiten dieses Schulbuches erklärt werden. Das Inhaltsverzeichnis ist schlicht gestaltet jedoch gut gegliedert. Es ist eines der wenigen Bücher, wo die einzelnen Kapitel durchnummeriert werden. Bestimmte Hauptthemen, wie zum Beispiel Evolution und Genetik, sind zu einer Überkategorie mit der aussagekräftigen Bezeichnung Weltverständnis und Naturerkenntnis zusammengefasst. Dabei ist anzumerken, dass man die Bezeichnungen der Überkategorien auch im Lehrplan findet. Jene Überkategorien sind grün hinterlegt. Die Hauptthemen werden in grüner Schrift dargestellt, der Rest ist in Schwarz gehalten. Ebenfalls grün finden sich die Exkurse gekennzeichnet. Im Buchinneren wird die Überkategorie jeweils seitlich vertikal mit grüner Hinterlegung angegeben. Die Hauptkapitel werden in grüner Schrift relativ klein oberhalb des Textes angeführt. Der Text ist in zwei Spalten aufgeteilt und wird durch Bilder und Illustrationen aufgelockert. Überschriften und wichtige Wörter werden fett gedruckt. Zusammenfassungen werden in grünen dicken Rahmen dargestellt. Grüne dünne Rahmen stehen hingegen für Themengebiete der angewandten Biologie. Graue Rahmen symbolisieren den Umgang mit fachspezifischen Arbeitsmethoden und rote Rahmen stehen für Projektvorschläge mit Aufgaben und Experimenten. Das Buch beinhaltet außerdem einen großen Aufgabenbereich und deren Lösungen sowie am Ende des Buches ein Glossar.

klar Biologie 8

Der Umschlag des Buches ist schlicht und modern gehalten (Abb. 15). Als Titelfoto ist eine *Zantedeschia* abgebildet, welche umgangssprachlich auch Calla genannt wird. Oben findet sich die Bezeichnung der Schulbuchreihe. Darunter sind die Autoren aufgelistet. Die Verlagsbezeichnung ist an der rechten Seite unten angeordnet. Für das

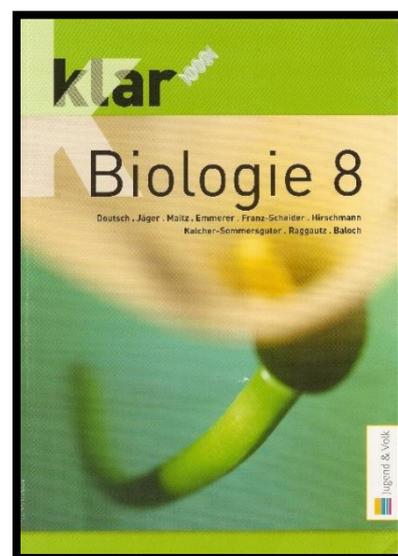


Abbildung 15: Cover klar Biologie 8

Inhaltsverzeichnis wird nur eine Seite in Anspruch genommen. Es ist relativ schlicht und ohne Bilder gestaltet. Die Hauptthemengebiete sind mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet. Spezielle Seiten, die einen Methodenteil beinhalten oder sogenannte Science-Seiten, sind farblich und symbolhaft mit einer Hand markiert. Die einzelnen Themengebiete der Kapitel sind textlich relativ eng aneinander platziert, was nicht sonderlich ansprechend und eher ein wenig unübersichtlich wirkt. Zusätzlich gibt es auf der Seite des Inhaltsverzeichnisses eine Erklärung der im Buch verwendeten Symbole. Diese gelten für die grünen Boxen, die entweder Definitionen, Erklärungen von Wörtern, Arbeitsaufgaben oder Zusammenfassungen enthalten. Die Seiten des Buches sind oben außen mit den Hauptkapiteln markiert. Die Unterkapitel und die restlichen Überschriften sind in der Farbe des Kapitels gehalten. Wichtige Sätze oder Wörter werden im Text grün hervorgehoben. Der Text an sich wird einspaltig dargestellt, doch wird der äußere Bereich der Seite durch eine Linie abgetrennt. In dieser Spalte befinden sich die Definitionen, Erklärungen, Informationen für Internetseiten und Bilder. Grafiken sind jedoch auch zwischen dem Text eingebettet. Des Weiteren ist am Ende des Buches ein Lexikon angeführt. Auffällig ist, dass kein Stichwortverzeichnis oder Register vorhanden ist.

bio@school 8

Das Cover ist schlicht, modern und in Hellblau gehalten (Abb. 16). In der Mitte ist ein Teil der Proteinsynthese abgebildet. Unter dem Bild steht der Name der Buchreihe, wobei hier die kreative Verwendung des „@“ im Buchtitel auffällt. Direkt darunter findet man den Namen des Verlages. Auf der rechten Seite sind drei Säulen abgebildet wobei auf der mittleren Säule, die Namen der Autoren geschrieben stehen und auf der Inneren eine Acht steht.

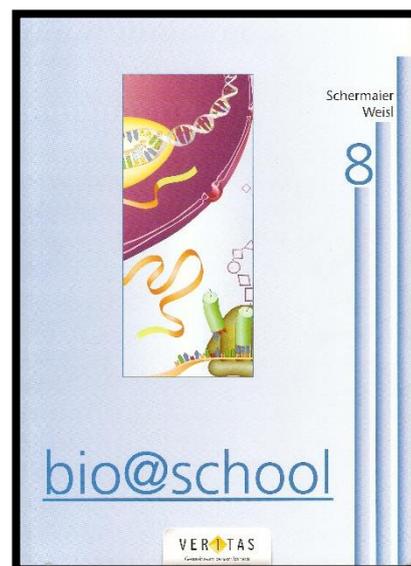


Abbildung 16: Cover: bio@school 8

Diese steht für die 8. Klasse. Auf der Innenseite des Umschlages wird das Schulbuch mit seinen Besonderheiten erklärt. Das Inhaltsverzeichnis weist eine gute Gliederung auf. Es besteht aus drei Teilen. Jedes Hauptkapitel ist samt seiner Unterthemen in einer Farbe hervorgehoben. Zusätzlich ziert je ein kleines als Leitsymbol dienendes Bildchen jeweils die Großkapitel. Auffallend ist, dass in jedem Hauptkapitel ein Unterthema, nämlich Medizin und Gesundheit, in Gelb formatiert ist. In jenen Kapiteln werden etwa Krankheiten näher betrachtet. Zu Beginn jedes Kapitel werden die Unterkapitel, wie sie auch im Inhaltsverzeichnis zu finden sind, noch einmal mit Seitenzahl angegeben. Des Weiteren stehen am Ende jedes Kapitels Arbeitsaufgaben zur Verfügung. Als besonders sind bei manchen Kapiteln auch die Markierungen MAT und Sbx hervorzuheben. MAT weist darauf hin, dass es zusätzliche Arbeitsmaterialien gibt. Sbx bedeutet, Schulbuchextra. Für jene Themenbereiche gibt es im Internet zusätzliche interaktive Übungs- und Lernsequenzen.

Das als Leitsymbol erwähnte Bildchen findet sich auch auf jeder Seite wieder. Es wird außen neben dem Titel des Hauptkapitels abgebildet. Die Überschriften der Kleinkapitel sind in der entsprechenden Farbe hinterlegt und dienen zusätzlich als Zusammenfassung. Der Basistext im Buch wird als zweispaltiger Text mit weißem Hintergrund angeführt. Zur besseren Gliederung werden im Text kleine Überschriften fett gedruckt. Zur weiteren Unterstützung der Aussagekraft des Textes werden viele Themen durch Fotos und Schemata veranschaulicht. Der Erweiterungsstoff ist mit der Kapitelfarbe umrandet und mit beiger Farbe hinterlegt. Am äußeren Rand jeder Seite befindet sich außerdem eine Spalte, in der wichtige Wörter erklärt werden. Jene werden auch hinten in einem gesonderten Fachwörterverzeichnis angeführt. Zusätzlich gibt es auch noch ein Stichwortverzeichnis. Das Besondere an Diesem ist, dass die deutschen Begriffe auch ins Englische übersetzt werden.

Biologie und Ökologie IV HLW

Das Cover von Biologie und Ökologie ist optisch sehr ansprechend und hat als Hintergrund ein Bild, welches mehrere biologische Themen beinhaltet (Abb. 17). Die einzelnen Bilder verschmelzen ineinander. In der Mitte findet man den Titel der Schulbuchreihe und das Autorenteam genannt. Ganz oben ist der Verlag angeführt. Und unten im rechten Eck werden der Schultyp und die Schulstufe, für die das Buch herausgegeben wird, angeführt.

Vor dem Inhaltsverzeichnis findet man auch hier eine kurze Einleitung, wo unter anderem die für bestimmte Aufgaben stehenden Symbole, erklärt werden.

Das Inhaltsverzeichnis ist doppelseitig und sehr schlicht gehalten. Durch die Durchnummerierung der einzelnen Themen ergibt sich jedoch ein sehr übersichtlicher Eindruck. Die vier Hauptkapitel sind rot und mit grauer Farbe hinterlegt. Der Rest ist schwarz, wobei die Kleinkapitel fett gedruckt sind. Auch im Buchinneren spiegeln sich die Farben rot, schwarz und grau wieder. Die Überschriften sind jeweils rot. Das Hauptkapitel wird auf jeder Doppelseite ganz klein im linken Eck angeführt. Das Unterkapitel, welches auf jene Seite behandelt wird, steht hingegen auf der rechten Seite rechts oben. Auf jeder Doppelseite findet man links beziehungsweise rechts außen eine graue Randspalte. In dieser Spalte werden Fachbegriffe, teilweise auch mit Hilfe von Bildern erklärt. Manchmal findet man in diesem Randbereich auch Informationen, Diskussionsaufträge oder Arbeitsaufgaben. Die interessanten Informationen sind mit einem Fingersymbol und mit einer Anmerkung: „Wussten Sie, dass...“ versehen. Die Diskussionsaufträge werden mit einer Sprechblase hervorgehoben. Arbeitsaufgaben werden in einer hellroten Box mit einem Fragezeichen abgebildet. Die Überschrift Arbeitsaufgaben ist rot hinterlegt und mit weißer Schrift. Gleich gestaltet sind auch die Lernziele, die erreicht werden sollten, wobei an Stelle des Fragezeichens eine Zielscheibe abgebildet ist.

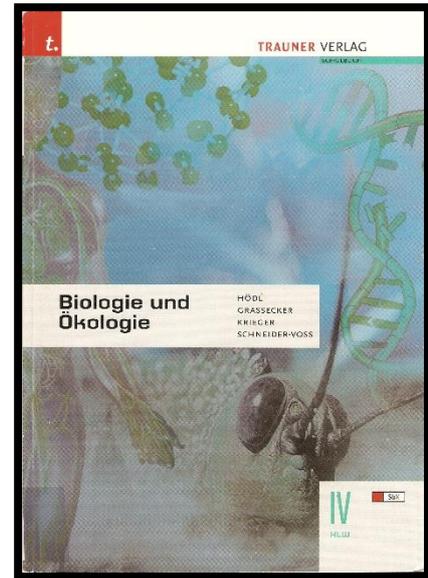


Abbildung 17: Cover: Biologie und Ökologie IV HLW

Zusammenfassungen oder wichtige Textpassagen sind auch hellrot hinterlegt. Der Text im Buch ist einspaltig und wird durch Fotos oder Schemata aufgelockert. Auch zu diesem Buch besteht die Möglichkeit, sich online zusätzliche Informationen zu holen. Diese Bereiche sind auch wieder mit SbX markiert.

Beim formalen Erscheinungsbild machen alle vier Unterstufenbücher einen optisch guten Eindruck. Sind farblich motivierend und wirken altersgerecht. Natürlich gibt es kleinere Unterschiede zwischen den Schulbüchern und manches könnte man noch verbessern, aber ist gerade beim optischen Eindruck doch vieles Geschmackssache, worüber bekanntlich nicht zu werten ist

Im Vergleich zu der Unterstufe ist die Oberstufe durchaus schlichter gehalten und die Farbwahl dezenter getroffen. Insgesamt ist mehr Text abgedruckt. Aber auch zur Oberstufe kann man sagen, dass alle vier Bücher vom formalen Erscheinungsbild einen recht positiven Eindruck vermitteln.

6.2 Umfang Evolution/ Erdgeschichte/ Paläobiologie

Paläobiologie bildet in keinen der Schulbücher ein eigenständiges Kapitel. Einzig bei **Ganz klar Biologie 3** wird Paläontologie als Unterkapitel im Inhaltsverzeichnis erwähnt. Bei **Bio TOP 3**, **Linder Biologie 3**, **bio@school 8** und **Biologie und Ökologie IV HLW** findet man den Begriff Paläontologie immerhin noch im Register beziehungsweise im Stichwortverzeichnis. In der Unterstufe zeigte sich, dass die paläobiologischen Inhalte entweder in Erdgeschichte oder unter Evolution vorkommen. Diese Kapitel können aber auch anders bezeichnet werden. So nennt man jenen Bereich in **Ganz klar Biologie 3** Mensch und Erde oder im **Neugierig auf Biologie 3** Entwicklung der Erde und der Lebewesen. Anzumerken ist, dass im **Ganz klar Biologie 3** Systematik ein eigenes ganz kurzes Kapitel bekommt. In den Oberstufenbüchern der AHS gibt es bei den Großkapiteln nur das Thema Evolution. Es werden aber zahlreiche Unterkapitel angeführt. Bei **Biologie und Ökologie IV HLW** wird der Themenbereich Evolution und Phylogenie benannt.

Zur Auswertung der Seitenzahlen ist zu sagen, dass die Seitenzahlen der paläobiologischen Inhalte nicht direkt aus dem Inhaltsverzeichnis, wie zum Beispiel beim Kapitel "Evolution" abgelesen werden konnten, sondern geschätzt werden mussten. Dies erfolgte mithilfe der Themen und Begriffe der Tabelle 5 für die Unterstufe und der Tabelle 6 für die Oberstufe. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier nicht um Seiten handelt, die rein paläologische Inhalte sind, sondern um Seiten, wo unter anderem ein paläologisches Thema erwähnt wird.

6.2.1 Unterstufe

Unterstufe	Begegnungen mit der Natur 3	Bio TOP 3	Ganz klar Biologie 3	Neugierig auf ... Biologie 3
Gesamtseitenzahl	128	112	144	112
Evolution	20	12	-	-
Erdgeschichte	-	18	-	-
Entwicklung der Erde und der Lebewesen	-	-	-	20
Mensch und Erde	-	-	20	-
Paläobiologischer Bereich	~ 12	~ 19	~ 12	~ 9
Paläobiologische Bereich Prozent (bezogen auf die Gesamtseitenzahl)	9,38%	17%	8,33%	9,28%

Tabelle 3: Seitenzahlen/Umfang Unterstufe. Die Ziffern stellen den jeweiligen Seitenumfang dar.

In der Unterstufe hat zwar **Ganz klar Biologie 3** insgesamt die meisten Seiten, doch im Verhältnis bezogen auf die Gesamtseitenzahl auch den geringsten Bereich mit Paläobiologie (siehe Abb. 18). **Bio Top 3** und **Neugierig auf Biologie 3** haben beide mit insgesamt 112 Seiten die wenigsten. **Bio Top 3** widmet aber im Vergleich zu **Neugierig auf Biologie 3** viel mehr Seiten den Bereichen Evolution und Erdgeschichte und somit auch Paläobiologie. **Bio Top 3** liegt außerdem insgesamt an der Spitze der Unterstufenbücher, was den Umfang des paläontologischen Bereichs betrifft (siehe Abb. 19).

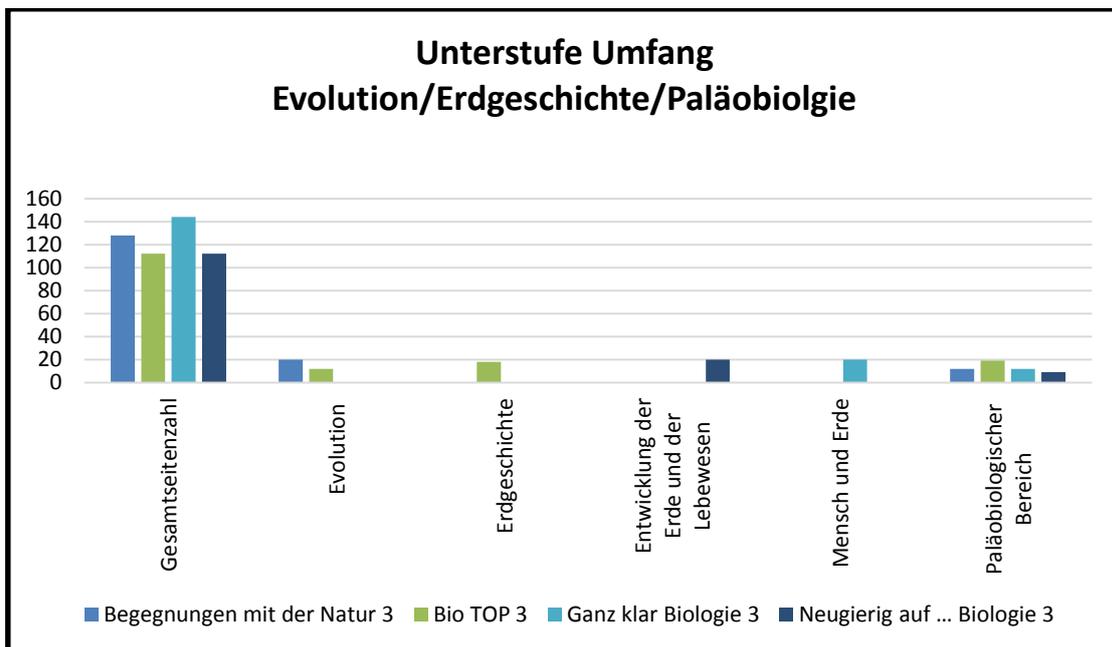


Abbildung 18: Verteilung der Seitenzahlen in untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 3)

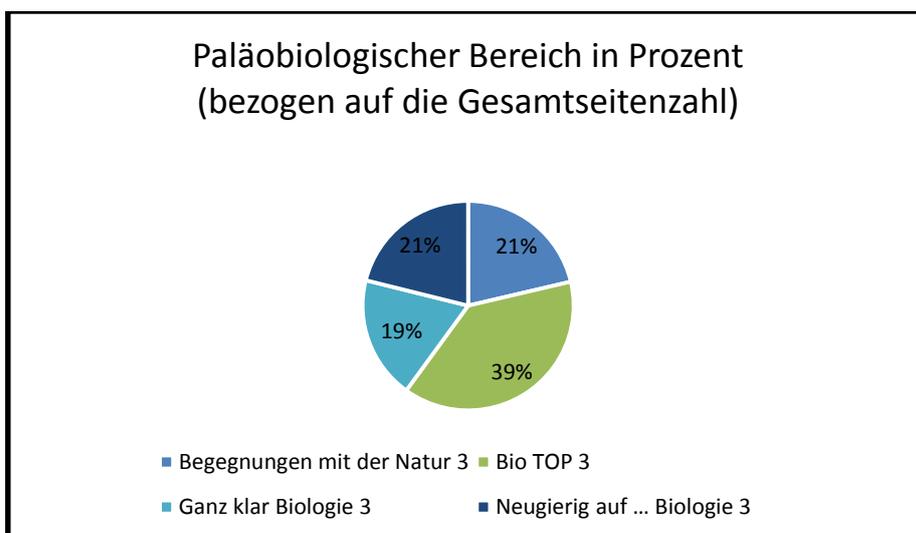


Abbildung 19: Verteilung des paläobiologischen Bereichs in Prozent (siehe Tabelle 3)

6.2.2 Oberstufe + BHS

Oberstufe	bio@school 8	Klar Biologie 8	Lindner Biologie 3	Biologie und Ökologie HLW IV
Gesamtseitenzahl	148	144	216	187
Evolution	44	44	75	32
Paläobiologische Bereich Seitenzahl	~ 16	~ 15	~ 30	~ 12
Paläobiologische Bereich Prozent <small>(bezogen auf die Gesamtseitenzahl)</small>	10,81%	10,41%	13,89%	6,42%

Tabelle 4: Seitenzahlen/Umfang Oberstufe + BHS. Die Ziffern stellen den jeweiligen Seitenumfang dar.

In der Oberstufe liegt von der Gesamtseitenzahl **Linder Biologie 3** vorne (siehe Abb. 20). Wie jedoch auch schon in der Beschreibung des formalen Erscheinungsbildes erwähnt wurde, ist das Format von **Linder Biologie 3** im Vergleich zu den anderen etwas kleiner. **Bio@school 8** und **klar Biologie 8** liegen was die Gesamtseitenanzahl und auch den paläobiologischen Bereich betrifft ziemlich gleich auf. Bei **Biologie und Ökologie IV HLW** fällt auf, dass es, obwohl es die zweithöchste Gesamtseitenzahl hat, insgesamt nur 32 Seiten für den Bereich Evolution verwendet werden. Es bildet somit eindeutig das Schlusslicht, was den paläontologischen Bereich betrifft (siehe Abb. 21).

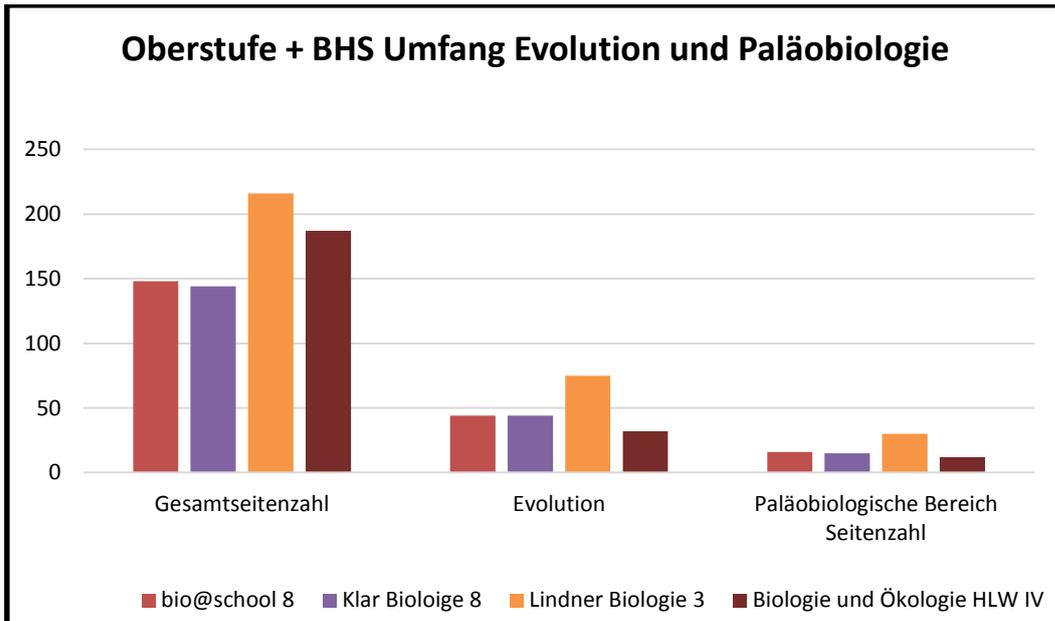


Abbildung 20: Verteilung der Seitenzahlen in untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 4)

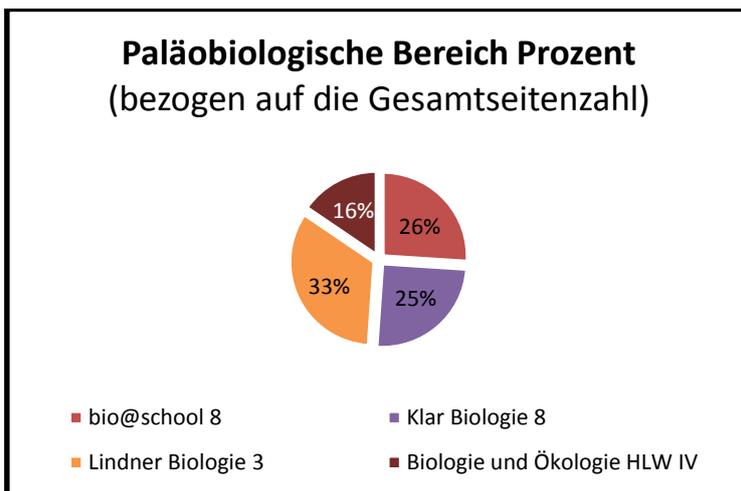


Abbildung 21: Verteilung des paläobiologischen Bereichs in Prozent (siehe Tabelle 4)

6.3 Textverständlichkeit/Fachwörter

Beim Textverständnis wurde darauf geachtet, ob der Text gut lesbar ist. Auch wurde untersucht, ob der Inhalt zusammenhängend dargestellt wird oder abrupt auf ein anderes Thema wechselt.

Bei den Fachwörtern beziehungsweise wissenschaftlichen Wörtern wurde darauf geachtet, ob sie in den jeweiligen Schulbüchern eingesetzt wurden, und

gegebenenfalls ob sie ausreichend und verständlich erklärt wurden. Konkretere Beispiele zu den Büchern werden im Kapitel Inhalt und Beispiele erläutert.

6.3.1 Unterstufe

Neugierig auf Biologie 3

Der Text ist in diesem Buch leicht verständlich und sehr einfach geschrieben. Die einzelnen Absätze haben einen Bezug zueinander. Positiv zu erwähnen ist auch, dass die Lernenden teilweise direkt angesprochen werden. Auffällig ist, dass sehr wenige Fachwörter oder wissenschaftliche Bezeichnungen verwendet werden. Zum Beispiel wird der Stegosaurier nicht als solcher bezeichnet, sondern als Rückenplattensaurier. Auch den *Archaeopteryx* trifft man nur mit der Bezeichnung Urvogel an. Immerhin werden die Dreilapper als Trilobiten bezeichnet.

Auch bei der Erdgeschichte wird die Erdneuzeit noch in Tertiär und Quartär eingeteilt. Mittlerweile ist es üblich das Tertiär in Paläogen und Neogen einzuteilen.

BIO TOP 3

Auch hier ist der Text gut verständlich aber im Vergleich zu **Neugierig auf Biologie 3** anspruchsvoller. So gibt es einerseits mehr Informationen im Text und andererseits werden mehr wissenschaftliche Bezeichnungen verwendet. So wird der Urvogel als *Archaeopteryx* bezeichnet und auch die Dinosaurier werden mit deren wissenschaftlichen Bezeichnung benannt.

Begegnungen mit der Natur 3

Der Inhalt wird anschaulich dargestellt. Die/Der Lernende wird des Öfteren direkt angesprochen. Gleichzeitig enthält der Text viel Information. Möglicherweise der/dem Lernenden bislang unbekannte Begriffe beziehungsweise Fachwörter

werden auf der Randspalte, jedoch nicht direkt im Text erklärt. Es wird sowohl auf die wissenschaftliche Bezeichnung sowie auf die umgangssprachliche Bezeichnung Wert gelegt. So findet sich zum Beispiel beim Wurmfortsatz der Begriff Appendix in Klammer oder bei *Archaeopteryx* die Bezeichnung Urvogel.

Ganz klar Biologie 3

Der Text ist gut verständlich, doch empfindet man diesen zwischen den einzelnen Absätzen hin und wieder als ein wenig sprunghaft. Auch hier werden die Fachwörter altersgerecht verwendet und erklärt und können im Lexikon nachgeschlagen werden, sowie zum Beispiel der *Archaeopteryx*. Positiv ist auch, dass hin und wieder die Lernenden direkt angesprochen werden.

6.3.2 Oberstufe + BHS

Linder Biologie 3

Der Lehrbuchtext ist sehr anspruchsvoll, da er sehr detailliert und komplex ausgeführt ist. Auf gewisse Themenkomplexe wird extrem genau eingegangen. Es wirkt teilweise mehr wie ein Fachbuch als ein Schulbuch. Die Fachwörter werden entweder direkt im Text erklärt oder können im Glossar nachgeschlagen werden. Teilweise werden aber auch Fachwörter vorausgesetzt beziehungsweise nicht einfach genug erklärt. Die Lernenden werden im Text nicht direkt angesprochen. Es kommt eher schon einem wissenschaftlichen Werk nahe.

klar Biologie 8

Die Verständlichkeit des Textes ist durchschnittlich gut. Spezifische Fachwörter werden im Lexikon erklärt. Es finden sich jedoch Boxen am Rand, wo bestimmte

Wörter nochmals kurz und einfach definiert werden. Vorweg werden immer die deutschen Ausdrücke genannt und in Klammer sind die lateinischen beziehungsweise wissenschaftlichen Begriffe angeführt.

bio@school 8

Fachwörter werden extra an der Seite angeführt und erklärt. Außerdem kann man die Fachwörter auch im Fachwörterverzeichnis nachschlagen. Der Text an sich ist verständlich und gut strukturiert. Man versucht den Text ansprechend zu gestalten indem des Öfteren Fragen im Text gestellt werden, die dann anschließend beantwortet werden.

Biologie und Ökologie IV HLW

Der Text an sich ist von den Oberstufenbüchern der Einfachste. Der Grund dafür ist wahrscheinlich, dass nur das Wesentlichste kurz beschrieben wird. Dabei fällt aber auf, dass manche Bereiche nur unzureichend erklärt werden. Hier gibt es auch kein Glossar für die Fachwörter. Sie werden hauptsächlich am Seitenrand erklärt.

6.4 Inhalt + Beispiele

Um zu prüfen welche paläontologischen Inhalte in den jeweiligen Schulbüchern behandelt werden, wurden charakteristische Begriffe und Themen ausgesucht, die den Bereich Paläobiologie widerspiegeln und ihn zum größten Teil abdecken sollten. Dabei ist anzumerken, dass die Auswahl der 37 Begriffe subjektiv vorgenommen wurde und auch kein Anspruch auf Vollständigkeit gegeben wird. Es wurde darauf geachtet, dass es sich um Begriffe handelt, die im paläontologischen Bereich wichtig sind und in den meisten Schulbüchern vorkommen. Die Ergebnisse sind in je nach Unterstufe (Tabelle 5) und Oberstufe + BHS (Tabelle 6) angeordnet.

6.4.1 Unterstufe

Unterstufe	Begegnungen mit der Natur 3	Bio TOP 3	Ganz klar Biologie 3	Neugierig auf ... Biologie 3
Paläontologie/ Paläontologen	+	+	+	-
Fossilisation	-	+	+	+
Fossilien	+	+	+	+
Hartteile	+	+	+	+
- Steinkerne	+	+	+	+
- Abdruck	+	+	+	+
- Versteinerte Knochen	+	+	+	+
Weichteile	-	+	-	+
- Erhaltung im Permafrostboden	-	+	-	+
- Bernstein	+	+	-	+
- Abdruck von Gewebe, Haut	+	+	+	-
Lebensspuren	-	-	-	-
- Fraßspuren	-	-	+	-
- Fußspuren/Fährten	+	+	+	+
- Wohnbauten	-	-	+	-
- Ruhespuren	-	+	-	-
- Bohrspuren	-	+	-	-
Altersdatierung	-	+	-	-
Radio-Carbon Methode	-	+	-	-
Leitfossil	+	+	-	-

Lebendes Fossil	+	+	+	+
- Nautilus	+	+	-	-
- Ginko	+	+	+	+
- Quastenflosser	+	+	+	+
Pseudofossilien	-	-	-	-
Homologien	+	+	-	+
Analogien und Konvergenz	-	+	-	+
Übergangsformen/ Brückentiere	+	+	+	+
- <i>Archaeopteryx</i>	+	+	+	+
- Schnabeltier	+	+	-	+
Trilobiten	+	+	+	+
Mammut	+	+	+	+
Dinosaurier	+	+	+	+
Massensterben	+	+	+	+
Plattentektonik	+	+	+	-
Systematik/Taxonomie	-	-	+	-
Phylogenie/ Abstammungslehre	+	+	+	+
Summe der Begriffe, die vorkommen	24	31	23	23

Tabelle 5: Paläobiologische Inhalte im Vergleich – Unterstufe

Von den insgesamt 37 Begriffen kommen mit 31 im **Bio TOP 3** die meisten vor (siehe Abb. 22). In Begegnungen **mit der Natur 3** vierundzwanzig. In den anderen beiden sind es jeweils 23. Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Ergebnis der

Seitenzahlanalyse, ist dies nicht sonderlich verwunderlich. Die meisten Seiten (19) mit paläologischen Bereichen hat nämlich auch **Bio TOP 3**.

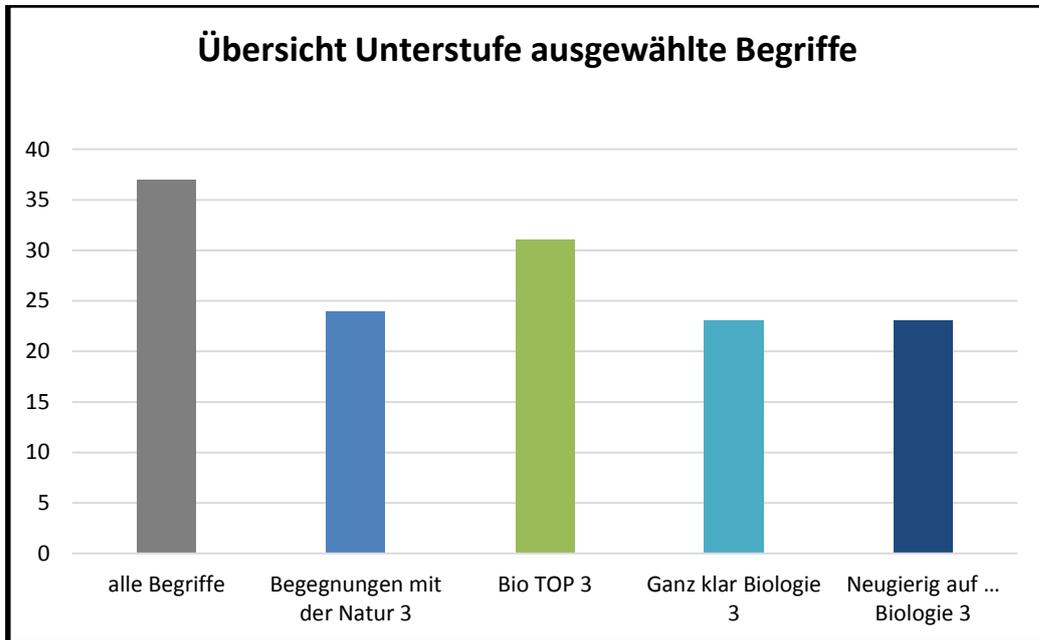


Abbildung 22: Verteilung der ausgewählten Begriffe in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 5)

6.4.2 Oberstufe + BHS

Oberstufe + BHS	bio@school 8	Klar Biologie 8	Linder Biologie 3	Biologie und Ökologie IV HLW
Paläontologie/ Paläontologen	+	+	+	+
Fossilisation	+	-	-	-
Fossilien	+	+	+	+
Hartteile	+	-	+	-
- Steinkerne	+	+	-	-
- Abdruck	+	-	+	-
- Versteinerte Knochen	+	-	+	-
Weichteile	-	-	+	-
- Erhaltung im Permafrostboden	-	-	-	-
- Bernstein	+	+	-	-
- Abdruck von Gewebe, Haut	-	-	-	-
Lebensspuren	+	-	+	-
- Fraßspuren	+	-	-	-
- Fußspuren/Fährten	+	-	-	-
- Wohnbauten	-	-	-	-
- Ruhespuren	-	-	-	-
- Bohrspuren	-	-	-	-
Altersdatierung	+	-	+	-
Radio-Carbon Methode	+	-	+	-

Leitfossil	+	+	+	+
Lebendes Fossil	+	-	+	+
- Nautilus	+	-	+	+
- Ginko	+	+	+	+
- Quastenflosser	+	+	+	-
Pseudofossilien	-	-	-	-
Homologien	+	+	+	+
Analogie/Konvergenz	+	+	+	+
Übergangsformen/ Brückentiere	+	+	+	+
- <i>Archaeopteryx</i>	+	+	+	+
- Schnabeltier	+	+	+	-
Trilobiten	+	+	+	+
Mammut	-	+	+	+
Dinosaurier	+	+	+	+
Massensterben	+	+	+	+
Plattentektonik	-	-	+	-
Systematik/Taxonomie	+	+	+	-
Phylogenie/ Abstammungslehre	+	+	+	+
Summe der Begriffe, die vorkommen	28	18	26	15

Tabelle 6: Paläobiologische Inhalte im Vergleich – Oberstufe + BHS

Bio@school 8 und **Linder Biologie 3** weisen eindeutig mehr Begriffe als in **Klar Biologie 8** und **Biologie und Ökologie IV HLW** auf (siehe Abb. 23). Anzumerken ist dabei, dass **Klar Biologie 8** nur eine Seite weniger als **bio@school 8** besitzt und trotzdem ganze 10 Begriffe weniger beinhaltet. Dass **Biologie und Ökologie IV HLW**

nur wenige Begriffe beinhaltet und somit das Schlusslicht bildet, ist nicht verwunderlich, da es auch bei den Seitenzahlen mit 12 Seiten, die Wenigsten hat.

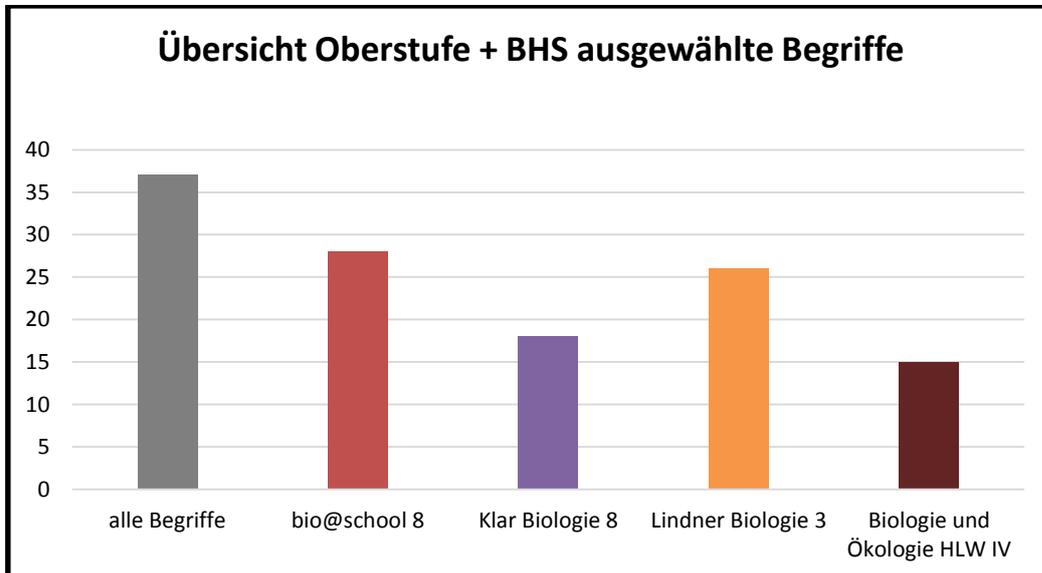


Abbildung 23: Verteilung der ausgewählten Begriffe in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 6)

6.4.3 Beispiele

Unterstufe

Unter Paläontologie versteht man in **ganz klar Biologie 3** S. 8 „die Lehre von den Lebewesen aus vergangenen Erdperioden“. Im **Bio TOP 3** S.20 wird erklärt, dass Paläontologie aus dem Altgriechischen kommt und „sich mit der Entstehung des Lebens auf der Erde, mit seiner Entwicklung und den Lebensbedingungen der Lebewesen im Verlauf der Zeiten beschäftigt“. Außerdem wird erwähnt, dass Paläontologen und Paläontologinnen den Großteil ihres Wissens aus Fossilien beziehen. In **Begegnungen mit der Natur 3** wird erwähnt, dass sich die Berufsgruppe mit der Entstehung des Lebens auf der Erde befasst. In **Neugierig in Biologie 3** wird weder Paläontologie noch das Berufsfeld erwähnt.

Der Urvogel *Archaeopteryx* ist in allen vier Unterstufenbüchern mit einem Bild des Fossilabdruckes abgebildet. Das Problem dabei ist, dass sich die Lernenden darunter nur wenig vorstellen können. Einzig allein in **Bio TOP 3** wird der *Archaeopteryx* zusätzlich als Schemata dargestellt, wo auch mit verschiedenen Farben, die jeweiligen Merkmale eingezeichnet werden. Somit wird der *Archaeopteryx* viel anschaulicher.

In allen vier Büchern wird darauf eingegangen, dass *Archaeopteryx* eine Übergangsform zwischen Vögeln und Reptilien ist und es werden die Merkmale erwähnt, die jeweils zu den Vögeln beziehungsweise Reptilien gehören. Anzumerken ist dabei, dass die Federn, welche auch schon bei Dinosauriern entdeckt wurden, noch als typisches Vogelmerkmal angeführt werden. Auffällig ist ferner, dass im **Neugierig auf Biologie 3** nur von einem Urvogel die Rede ist. Sein wissenschaftlicher Name wird, im Gegensatz zu den anderen drei Büchern, nicht erwähnt.

Verschiedene Fossilarten werden in allen vier Schulbüchern der Unterstufe behandelt. In **Begegnungen mit der Natur 3** werden unter anderem versteinerte Knochen, Skelette, Haut-, Gewebe- und Fußabdrücke, Bernstein und Steinkerne erwähnt. Zur Veranschaulichung ist ein Abdruck eines Fischeskeletts, ein eingeschlossenes Insekt in Harz und ein Steinkern einer Schnecke abgebildet. **Ganz klar Biologie 3** zählt bei den Fossilien Hartteile wie Schalen, Knochen, Zähne und Panzer auf. Des Weiteren werden aber auch Steinkerne und Lebensspuren genannt. Als Abbildungen findet man einen Fußabdruck eines Sauriers, einen versteinerten Haifischzahn, einen Pinienzapfen, eine Turmschnecke sowie einen Abdruck eines Fisches. In **Bio TOP 3** werden Hartteile wie Knochen, Zähne, Schuppen, Schalen angeführt. Bei der Weichteilerhaltung werden als konkrete Beispiele Mammuts und der Mensch „Ötzi“ genannt. Außerdem wird auf Abdrücke und Lebensspuren, wie Fuß-, Ruhe- und Bohrspuren eingegangen. Zur Veranschaulichung findet man einen Abdruck eines Fisches, einen Bernstein mit eingeschlossenem Insekt und ein allgemeines Beispiel einer Versteinerung. In **Neugierig auf Biologie 3** werden ebenfalls Zähne, Schuppen, Knochen, Gehäuse unter Hartteilen genannt. Außerdem

werden erhaltene Weichteile im Dauerfrostboden erwähnt. Auch Einschlüsse in Bernstein und Abdrücke, wie Fährten von Lebewesen angeführt. Zur Veranschaulichung hat man ein Bild eines eingeschlossenen Insekts in fossilem Harz und einen Ammonit als Steinkern eingefügt.

Besonders interessant ist die Erklärung der Steinkerne in den verschiedenen Büchern. In **ganz klar Biologie 3** werden Steinkerne nur als Ausfüllungen von Hohlräumen erklärt. Welche Hohlräume damit gemeint sind wird nicht ausgeführt. In **Begegnungen mit der Natur 3, Neugierig auf Biologie 3 und Bio TOP 3** fällt der Informationsinhalt zu den Steinkernen deutlich detaillierter aus. Bei allen drei Büchern wird darauf eingegangen, dass sich Hohlräume, wie Schneckenhäuser mit Schlamm füllen, der sich dann verfestigt.

Das Mammut wird zwar in allen vier Büchern erwähnt, aber nur im **Bio TOP 3** wird etwas mehr zum Mammut erklärt. Leider wird es aber auch als Riesenelefant der Eiszeit dargestellt, obwohl er nicht größer war als der heutige lebende indische Elefant.

Generell spannend ist auch wie das Thema Erdgeschichte dargestellt wird. In **Neugierig auf Biologie 3** und **Begegnungen der Natur 3** wird sie besonders anschaulich demonstriert. Um sich die lange Zeit der Entwicklung der Lebewesen besser vorstellen zu können, werden die einzelnen Abschnitte auf ein Kalenderjahr aufgeteilt. Somit soll den Lernenden bewusst gemacht werden, wie lange es wirklich dauerte ehe sich die ersten Menschen entwickelten. Dies geschah nach dieser kalendarischen Darstellung nämlich erst am letzten Tag "den 31. Dezember". Im **ganz klar Biologie 3** wird der lange Zeitraum anhand einer großen Abbildung gezeigt, wo mit verschiedenen Farben, die einzelnen Abschnitten eingetragen sind. Im **Bio TOP 3** wird zwar auch auf die Erdgeschichte sehr genau eingegangen, doch fehlt hier eine Übersicht, welche die lange Zeitspanne verdeutlicht.

Interessant ist auch, wie das Thema Massenaussterben teilweise unterschiedlich in den Schulbüchern behandelt wird. In **Neugierig auf Biologie 3** und **Bio TOP 3** wird nur das Massensterben am Ende der Kreidezeit erwähnt. Aber immerhin wird auf die Zusammenhänge eingegangen, weshalb es zum Massensterben gekommen ist. Es wird aber nicht erwähnt, wieso manche Arten überleben konnten und andere wieder nicht.

In **ganz klar Biologie 3** fehlt dem Thema der Zusammenhang. Erstens wird am Ende des Perms erwähnt, dass es zu einer Vereisung kam, jedoch wird aber kein Bezug zu einem Massensterben hergestellt. Auf der nächsten Seite findet sich jedoch zum Erdmittelalter, dass die Reptilien das Erdzeitalter überlebt haben. Zweitens wird auch am Ende der Kreidezeit nur angeführt, dass es zu einem Massensterben kam und welche mögliche Ursachen es gewesen sein könnten, wie etwa Meteoriteneinschlag, starke Vulkanaktivität oder Klimaveränderung. Warum aber eine Klimaveränderung oder ein Meteoriteneinschlag zum Massensterben führen konnte wird nicht näher argumentiert. In **Begegnungen mit der Natur 3** wird sowohl das größte Massensterben am Ende des Perms erwähnt, sowie auch jenes am Ende der Kreidezeit. Auch hier wird zwar auf eine mögliche Ursache, nämlich den Meteoriteneinschlag hingewiesen, doch fehlt auch hier der Zusammenhang. Die klimatologischen Auswirkungen und damit auch die auf die Pflanzenwelt, welche der mögliche Einschlag mit sich führte, werden nicht erwähnt.

Wie auch schon bei den Fachwörtern verwiesen wird, kommen zum Teil veraltete Begriffe vor. Dies fällt besonders bei Erdgeschichte auf. So findet man im **ganz klar Biologie 3** und im **Neugierig auf Biologie 3** noch die veralteten Begriffe Tertiär und Quartär. Im **Bio Top 3** liest man zwar bereits Paläogen und Neogen, doch wird hier das Quartär nicht erwähnt. Einzig alleine **Begegnungen mit der Natur 3** verwendet diese Begriffe korrekt. So wird hier die Erdneuzeit/Känozoikum, wie auf der Seite der

Internationalen Kommission für Stratigraphie², in das Paläogen, Neogen und das Quartär eingeteilt.

Oberstufe

In der Oberstufe findet man zu dem Begriff Paläobiologie folgende Erklärungen. In **Biologie und Ökologie IV HLW** wird beschrieben, dass Paläontologie, die Wissenschaft von den Lebewesen vergangener Erdperioden ist. Des Weiteren ist sie eine von mehreren biologischen Disziplinen, die Hinweise darauf liefern, wie sich Lebewesen entwickelt haben. Im **bio@school 8** wird erklärt, dass es sich bei Paläontologie um ein griechisches Wort handelt, welches sich aus paläo = alt und logos = Lehre zusammensetzt und so viel wie "die Wissenschaft vom Leben vergangener Zeitalter" bedeutet. **Linder Biologie 3** greift auf Georges Cuvier als Begründer der Paläontologie zurück, welche die Lehre von den Lebewesen der Vorzeit beschreibt. **Klar Biologie 8** nennt auch Georges Cuvier als Begründer der Paläontologie. Sie ist die Wissenschaft von den Lebewesen vergangener Erdzeitalter.

In der Oberstufe wird den Fossilien teilweise nicht wirklich Beachtung geschenkt. Bei **klar Biologie 8** wird das Thema Fossilien etwa nur kurz in einer Zusatzinformation angeschnitten. Auf verschiedene Fossilarten wird dabei nicht eingegangen. In einem anderen Zusammenhang wird jedoch zumindest der Einschluss von Insekten in Bernstein besprochen. **Biologie und Ökologie IV HLW** erwähnt, dass Fossilien Spuren der Erdgeschichte sind. Verschiedene Fossilarten werden andererseits überhaupt nicht genannt. **Linder Biologie 3** führt zumindest an, dass man Fossilien von Schalen, Skelettteilen aber auch ganze Abdrücke von Organismen oder Lebendspuren finden kann. Des Weiteren wird informiert, dass Hartteile weitaus häufiger erhalten bleiben als Weichteile. Die meiste Information zu Fossilien erhält man in **bio@school 8**. Es werden die verschiedenen Arten näher und mit Beispielen besprochen. Unter

² Internetseite der Internationale Kommission für Stratigraphie:
<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>

anderem werden Hartteile, wie tierische Gehäuse, Knochen, Zähne, aber auch Früchte und Stammreste von Pflanzen benannt. Auch verschiedene Lebendspuren wie Bewegungsspuren, Fraßspuren und Reste von Exkrementen werden genannt. Außerdem findet man Hinweise über Bernsteineinschlüsse, Abdrücke von Hart- und Weichteilen und Steinkerne.

Die Leitfossilien werden zum Teil in den Schulbüchern unzureichend definiert wie in **Biologie und Ökologie IV HLW**. So sind Leitfossilien charakteristische Fossilien, die in manchen Gesteinsschichten in großen Mengen auftreten. Sie werden zur Einordnung und Unterscheidung von Gesteinen verwendet.

Linder Biologie 3 erklärt, dass bestimmte Fossilien zur relativen Altersbestimmung von Gesteinsschichten genutzt werden können. Es wird auch erwähnt, dass jene von Vorteil sind, die nur über einen relativ kurzen geologischen Zeitraum existierten.

In **bio@school 8** findet man die Leitfossilien unter dem Bereich Altersbestimmung. Dabei wird auf das Schulbuch **bio@school 6** verwiesen, wo jene bereits erklärt und erwähnt wurden.

Im **klar Biologie 8** findet man im Glossar S. 143 zu Leitfossilien: „*Fossilien, die zur Altersbestimmung von Gesteinsschichten herangezogen werden. Dafür eignen sich Arten, die einerseits geografisch weit verbreitet waren (und zahlreich auftraten), aber andererseits nur für kurze Zeit gelebt haben. Z.B.: Dreilappkrebse (Kambrium), Graptolithen (Ordovizium-Silur).*“

Wie schon in der Unterstufe ist auch in der Oberstufe der *Archaeopteryx* ein Thema. Der Fossilabdruck ist in allen vier Büchern der Oberstufe abgebildet. Um den *Archaeopteryx* anschaulicher zu machen, ist im **Linder Biologie 3**, **bio@school 8** und im **klar Biologie 8** zusätzlich ein Schemata abgebildet. Die Merkmale sind im **klar Biologie 8** mit Nummern gekennzeichnet. Im **Linder Biologie 3** und **bio@school 8** sind die Merkmale in der Abbildung direkt mit einem Pfeil beschriftet, wobei im **Linder Biologie 3** und **klar Biologie 8** die Vogelmerkmale beziehungsweise Reptilienmerkmale in einer anderen Farbe dargestellt sind. Zu **bio@school 8** ist auch noch anzumerken, dass darin das Schemata und der Abdruck des *Archaeopteryx* auf

verschiedenen Seiten abgebildet ist. Des Weiteren erfährt man in **Linder Biologie 3**, **bio@school 8** und **klar Biologie 8**, dass es auch schon gefiederte Dinosaurier gab. Jedoch wird das Federkleid, den Vogelmerkmalen zugeordnet. Im **bio@school 8** und im **Biologie und Ökologie IV HLW** werden die Merkmale in getrennten Listen aufgezählt. Wobei in **bio@school 8**, die Liste übersichtlicher und einfacher wirkt als dies in **Biologie und Ökologie IV HLW** der Fall ist. Während in **bio@school 8** jedes Merkmal eine eigene Zeile bekommt, werden in **Biologie und Ökologie IV HLW** die Begriffe lediglich hintereinander angeordnet.

Uneinigkeit herrscht beim Merkmal des Beckens. Während bei **Linder Biologie 3 und klar Biologie 8** das Becken bei den Vogelmerkmalen aufgezählt wird, trifft man bei **Biologie und Ökologie IV HLW** und **bio@school 8** das Becken bei den Reptilienmerkmalen an.

Im **bio@school 8** ist aber grundsätzlich positiv anzumerken, dass beim Thema *Archaeopteryx* auch auf die Entstehung des Vogelfluges eingegangen wird und die verschiedenen Modelle von der Wissenschaft dazu vorgestellt werden.

In Zusammenhang mit dem *Archaeopteryx* wird in den Schulbüchern auch das Thema Brückenform, Übergangsform oder „missing link“ beziehungsweise „connecting link“ behandelt. In **Biologie und Ökologie IV HLW** wird nur kurz darauf eingegangen, dass zwischen Gruppen wie Vögel und Reptilien oder Farne und Samenpflanzen aufgrund zahlreicher Homologien Übergangsformen geben muss. Als Beispiel wird der *Archaeopteryx* genannt. In **klar Biologie 8** wird auch nur kurz erwähnt, dass der *Archaeopteryx* eine fossile Übergangsform ist, die Merkmale von Reptilien und Vögeln vereint. **Linder Biologie 3** widmet den Übergangsformen eine ganze Seite und erwähnt neben *Archaeopteryx* auch den *Ichthyostega*. Zusätzlich werden auch Beispiele von den Pflanzen genannt, wie die Nacktfarne mit *Cooksonia* und *Rhynia*, die nicht alle Besonderheiten der Farnpflanzen besitzen und die ausgestorbenen Samenfarne, die als Verbindungsglied zwischen Farnen und Nacktsamern gelten. Es wird auch erwähnt, dass Fossilfunde von Übergangsformen sehr selten sind. Auch in **bio@school 8** wird den Übergangsformen eine ganze Seite zur Verfügung gestellt. Es wird auf das Problem hingewiesen, dass in allen Entwicklungsreihen

Lücken auftreten, da nur ein sehr kleiner Teil der Organismen als Fossilien erhalten blieb und ein noch geringerer Teil frei an der Erdoberfläche liegt und somit gefunden werden kann. Es wird auch erwähnt, dass die Brückentiere im Grunde keine direkten Übergangsformen sind, sondern eine eigenständige Evolution aufweisen und aber trotzdem zur Belegung von Bauplänen dienen.

Lebende Fossilien werden in den Schulbüchern auch unterschiedlich genau behandelt. In **bio@school 8** werden sie auf der ganzen Seite 97 beschrieben: „*Lebende Fossilien sind rezente Lebewesen mit Millionen Jahre alten Merkmalen*“. Es wird die Geschichte der Entdeckung des Quastenflossers in Südafrika 1938 erzählt. Als zusätzliche Beispiele werden auch *Gingo biloba* und das Perlboot erwähnt. Auch wird die Frage geklärt, wieso manche Lebewesen bestimmte Merkmale über Millionen Jahre beibehalten haben.

Linder Biologie 3 beschreibt lebende Fossilien so: „*Es sind auch Formen bekannt, die sich in sehr langen Zeiträumen gestaltlich kaum weiterentwickelt haben. Man bezeichnet solche Arten als stabile Formen bzw. als lebende Fossilien.*“ Ebenso werden die typischen Beispiele wie Ginkgobaum, Nautilus, Quastenflosser aufgezählt, wobei der Ginkgobaum nicht mit dem wissenschaftlichen Namen genannt wird.

Biologie und Ökologie IV HLW weist darauf hin, dass lebende Fossilien sowohl im Tier-, als auch im Pflanzenreich bekannt sind. Es handelt sich um Formen, die zahlreiche gleiche Eigenschaften haben, wie die vor Jahrmillionen lebenden Fossilien. Es werden Beispiele genannt wie Ginkgobaum, Mammutbaum und Nautilus.

Im **klar Biologie 8** wird sowohl der Quastenflosser als wie auch der Ginkgobaum erwähnt. Letzterer sogar mit wissenschaftlichen Namen. Doch wird in diesem Zusammenhang nicht auf den Begriff lebende Fossilien eingegangen.

Wie auch bei der Unterstufe hat man hier teilweise das Problem von veralteten Begriffen. So wird nur im **klar Biologie 8** die richtige Einteilung vom Känozoikum, in

Paläogen, Neogen und Quartär gewählt. In den anderen drei wird noch der Begriff Tertiär verwendet.

Ein wichtiger Punkt ist die Erklärung des Artbegriffes. In **Biologie und Ökologie HLW IV** S. 143 wird der Artbegriff folgendermaßen definiert: *„Alle Lebewesen, die in ihren wesentlichen Merkmalen übereinstimmen und miteinander fruchtbare Nachkommen haben können, fasst man zu einer Art zusammen.“*

In **klar Biologie 8**, **Linder Biologie 3** und **bio@school 8** wird hingegen genauer auf den Artbegriff eingegangen. Dabei wird in allen Dreien erklärt, dass es nicht nur den klassischen biologischen Artbegriff gibt, sondern je nach Disziplin (Ökologie, Paläobiologie, Populationsgenetik) der Artbegriff ein wenig variiert. Im **Linder Biologie 3** wird erwähnt, dass beim paläologischen Artbegriff besonders die Gemeinsamkeiten im Körperbau eine wichtige Rolle spielen.

In der Oberstufe ist besonders interessant, wie der Begriff Homologie den Schüler und Schülerinnen näher gebracht wird. In **klar Biologie 8** S.88 ist Homologie eine *„verwandtschaftlich bedingte Übereinstimmung von Merkmalen unterschiedlicher systematischer Einheiten“*. Im Text an sich wird Homologie am Beispiel der Gliedmaßen der Wirbeltiere den Lernenden näher gebracht. Es wird auch erklärt, dass der Grundbauplan der Gliedmaßen gleich ist, aber die Funktion der Gliedmaßen unterschiedlich ist. In **Biologie und Ökologie IV HLW** wird Homologie so erklärt S. 145 *„Zwei Merkmale werden als homolog bezeichnet, wenn sie denselben stammesgeschichtlichen Ursprung haben, ihre Übereinstimmungen also auf einer gemeinsamen erblichen Information beruhen. In den meisten Fällen sind homologe Merkmale aber nicht völlig gleich, sondern nur ähnlich“*. Unter diesem Text befindet sich eine Graphik mit verschiedenen Wirbeltierextremitäten, doch im Text wird nicht näher auf diese Graphik eingegangen.

In **bio@school 8** S. 98 liest man dazu *„Homologien = Strukturen, die auf einen gemeinsamen Grundbauplan zurückzuführen sind“*. Ebenfalls werden als Beispiel wieder die Extremitäten der Wirbeltiere genannt und es werden auch die

verschiedenen Funktionen der Gliedmaßen aufgezählt. Dies wird außerdem durch ein passendes Bild unterstützt.

Im **Linder Biologie 3** ist das Thema Homologie zerrissen. Erstmals wird die Homologie in der Geschichte der Evolutionstheorie erwähnt. Georges Cuvier fand heraus, dass die Skelette der Vordergliedmaßen trotz unterschiedlicher Funktion immer die gleiche Baueinheit haben. Dazu wird auch ein Bild von den Vordergliedmaßen der Wirbeltiere abgebildet. Genauer erklärt wird die Homologie schließlich erst im Kapitel Stammesgeschichte. Dabei werden Homologien als Strukturen definiert, die auf gleichartiger genetischer Information beruhen.

6.5 Bildausstattung

Um einen besseren Überblick über die Anzahl der Bilder und Tabellen zu verschaffen, wurden die gesamten Grafiken in den Kapiteln die Paläobiologie beinhalten gezählt. Sowohl in der Unterstufe und der Oberstufe werden logischerweise Landschaftsbilder, wie zum Beispiel Steinkohlewälder oder ausgestorbene Lebewesen als Schemata dargestellt. Es sei denn, es handelt sich um Fossilien, dann sind sie als Fotografie abgebildet. Allgemein kann man sagen, dass alle Bilder von den Büchern eine gute Qualität haben und eine entsprechende Bildunterschrift besitzen. Auch findet man in keinem Buch eine Doppelseite, wo kein Bild abgebildet ist.

6.5.1 Unterstufe

Unterstufe	Begegnungen mit der Natur 3	Bio TOP 3	Ganz klar Biologie 3	Neugierig auf ... Biologie 3
Tabellen	2	0	1	2
Bilder Gesamt	67	74	38	33

davon Fotos	41	49	18	21
davon Schemata	26	25	20	11
Mischung aus Schemata und Foto	0	0	0	1
Bilder/Seitenzahl	3,35	2,5	1,9	1,65

Tabelle 7: Anzahl der Abbildungen in den analysierten Teil der Schulbücher – Unterstufe

Vergleicht man die Unterstufenbücher miteinander sieht man, dass die meisten Bilder pro Seitenzahl in **Begegnungen mit der Natur 3** vorkommen (siehe Abb. 24). Es kommen hier doppelte so viele Bilder als im Buch **Neugierig auf Biologie 3** vor. Während bei allen Büchern eindeutig mehr Fotos vorkommen als Schematas, ist dies in **Ganz klar Biologie 3** umgekehrt. Obwohl **Begegnungen mit der Natur 3** durchschnittlich die meisten Bilder pro Seitenzahl hat, wirkt es keineswegs überladen. Die Anordnung ist gut gewählt und die Bilder haben eine gute Größe. Bei **Neugierig auf Biologie 3** findet man durchschnittlich die wenigsten Bilder auf einer Seite, wobei dieses Faktum nicht negativ auffällt, da die Bilder sehr gut aufgeteilt sind. Im **Bio TOP 3** fällt auf, dass die Bilder im Gegensatz zu den anderen Büchern keine Durchnummerierung aufweisen und die meisten Bilder ein wenig größer sind als in den anderen Büchern. Besonders auffallend sind im Bio TOP 3 auch die Schemata der Lebenswelten, da jene sehr liebevoll und detailreich gestaltet sind. Im **Ganz klar Biologie 3** wirkt die Anordnung der Bilder fast ein bisschen chaotisch, da sie keine Anordnung haben indem sie teilweise direkt im Text vorkommen.

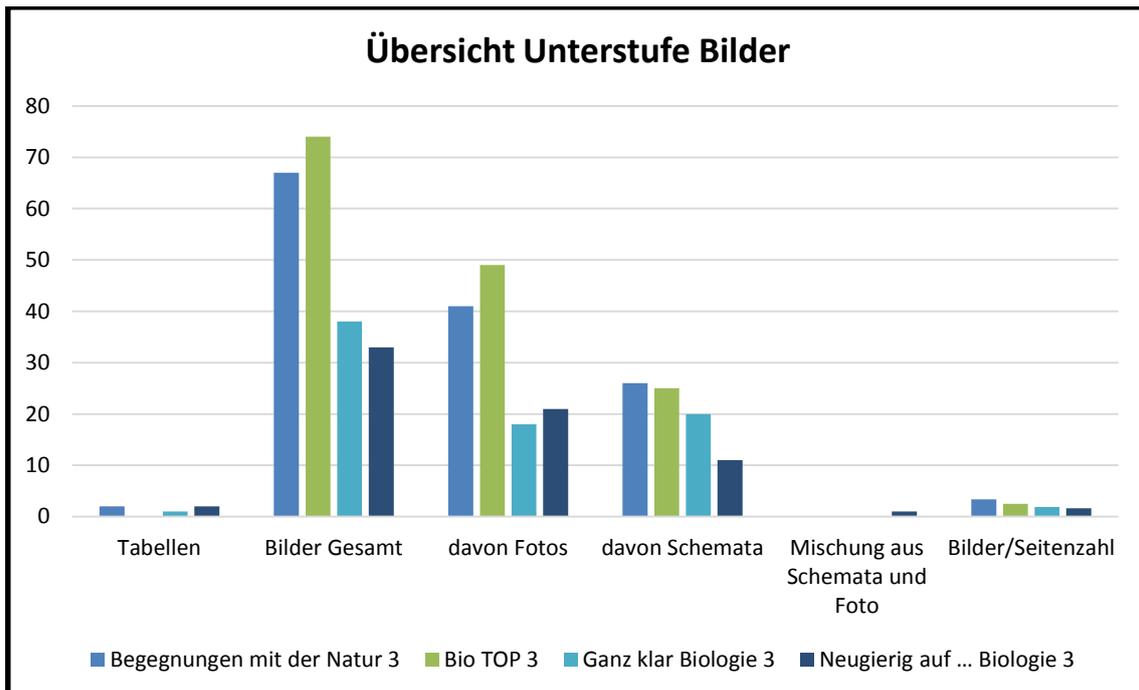


Abbildung 24: Verteilung der Bilder in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 7)

6.5.2 Oberstufe + BHS

Oberstufe + BHS	bio@school 8	klar Biologie 8	Linder Biologie 3	Biologie und Ökologie HLW IV
Tabellen	6	3	1	10
Bilder gesamt	81	94	147	51
Fotos	28	37	63	25
Schemata	52	57	81	26
Mischung aus Schemata und Foto	0	0	3	0
Bilder/Seitenzahl	1,84	2,14	1,96	1,59

Tabelle 8: Anzahl der Abbildungen in den analysierten Teil der Schulbücher - Oberstufe + BHS

Bei der Oberstufe kommen im Vergleich zur Unterstufe mehr Schemata als Fotos vor. Die Bilderanzahl hält sich bei den vier Büchern ungefähr in Waage, wobei **Klar Biologie 8** vorne liegt (siehe Abb. 25). Bis auf **Biologie und Ökologie IV HLW** besitzen alle Bücher eine Durchnummerierung der Abbildungen. Insgesamt kann man sagen, dass in der Oberstufe im Durchschnitt pro Seite weniger Bilder vorkommen als in der Unterstufe.

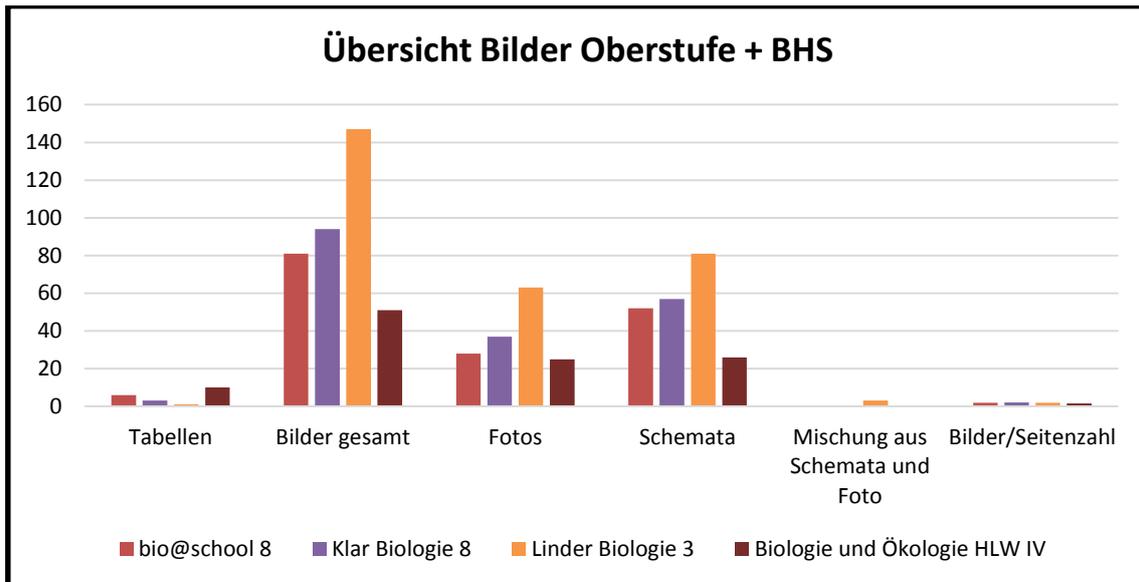


Abbildung 25: Verteilung der Bilder in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 8)

6.6 Aufgaben und Fragestellungen

In allen analysierten Schulbüchern gibt es verschiedene Aufgaben/Fragestellungen, die sich mit dem Thema Paläobiologie befassen. Auch hier finden sich wieder Überschneidungen mit Evolution und Erdgeschichte. Da es schwierig ist, manche Aufgabenstellungen konkret Paläobiologie oder Erdgeschichte beziehungsweise Evolution zuzuordnen, werden alle Arbeitsaufträge in diesen Kapiteln gezählt. Somit wird Missinterpretationen vorgebeugt und es kann ein besserer Überblick gegeben werden wie viele Aufgabenstellungen in den einzelnen Büchern in diesem Bereich vorkommen. Ein paar Aufgabenstellungen, die eindeutig Paläobiologie zuzuordnen sind, werden im Anschluss näher besprochen.

6.6.1 Unterstufe

Unterstufe	Begegnungen mit der Natur 3	Bio TOP 3	Ganz klar Biologie 3	Neugierig auf ... Biologie 3
Insgesamt	13	27	20	11
zum Nachdenken/ Überlegen/ Wiederholen	4	12	8	5
zum Betrachten, Schauen, Anfassen von Material, ausprobieren	0	3	3	1
zum Ausfüllen/Zeichnen/ Ankreuzen	7	1	6	3
im Internet/Bibliothek nachschaun bzw. Film	2	11	3	2

Tabelle 9: Anzahl der Arbeitsaufgaben und Fragestellungen – Unterstufe

In jedem Buch findet man unterschiedliche Aufgaben zu den Themengebieten. Die meisten Fragestellungen findet man im **Bio TOP 3**. Wobei man beachten muss, dass hier sehr viele Aufgabenstellungen sind, welche die Schüler und Schülerinnen zum Wiederholen, Überlegen oder Nachschlagen anregen sollten (Abb. 26). Auch sollen viele Fragen mit Hilfe der Bibliothek oder des Internets beantwortet werden. In den anderen Büchern kommen deutlich weniger Rechercharbeiten vor. Im **Bio TOP 3** sind wenige Aufgaben gestellt, an Hand derer die Lernenden aktiv etwas einfügen oder zeichnen um so zum aktiven Arbeiten mit der Materie angeregt werden sollen. In **Begegnungen der Natur 3** findet man die meisten Aufgaben zum Einfügen oder Ankreuzen.

Beliebte paläontologische Themen, die für diverse Aufträge verwendet werden, sind zum Beispiel Fossilien und Dinosaurier. Die Aufgaben zum Betrachten und

Anfassen beziehen sich zum Großteil nur auf Fossilien. Die Schüler und Schülerinnen sollen entweder herausfinden, ob es ein Museum oder einen Steinbruch in der Nähe gibt, wo Fossilien vorkommen, die sie betrachten können oder sie werden aufgefordert, falls sie Fossilien zu Hause haben, jene in die Schule mitzunehmen. Im **Neugierig auf Biologie 3** gibt es außerdem zum Thema Fossilien ein Kreuzworträtsel und im **Begegnungen mit der Natur 3** muss der Fossilisationsprozess mit Hilfe eines Schemas richtig zugeordnet werden. Auch zum Thema Dinosaurier gibt es unterschiedliche Arbeitsaufträge. Während im **ganz klar 3** Internetseiten angegeben sind, auf jenen sich die Lernenden informieren sollten, müssen sie bei **Begegnungen mit der Natur 3** den Sauriern die Namen zuordnen. Im **Bio Top 3** sollen sie den *Tyrannosaurus rex* im Film „Jurassic Park“ analysieren und abwägen welche Merkmale und Verhaltensweisen echt sind und welche erfunden wurden.

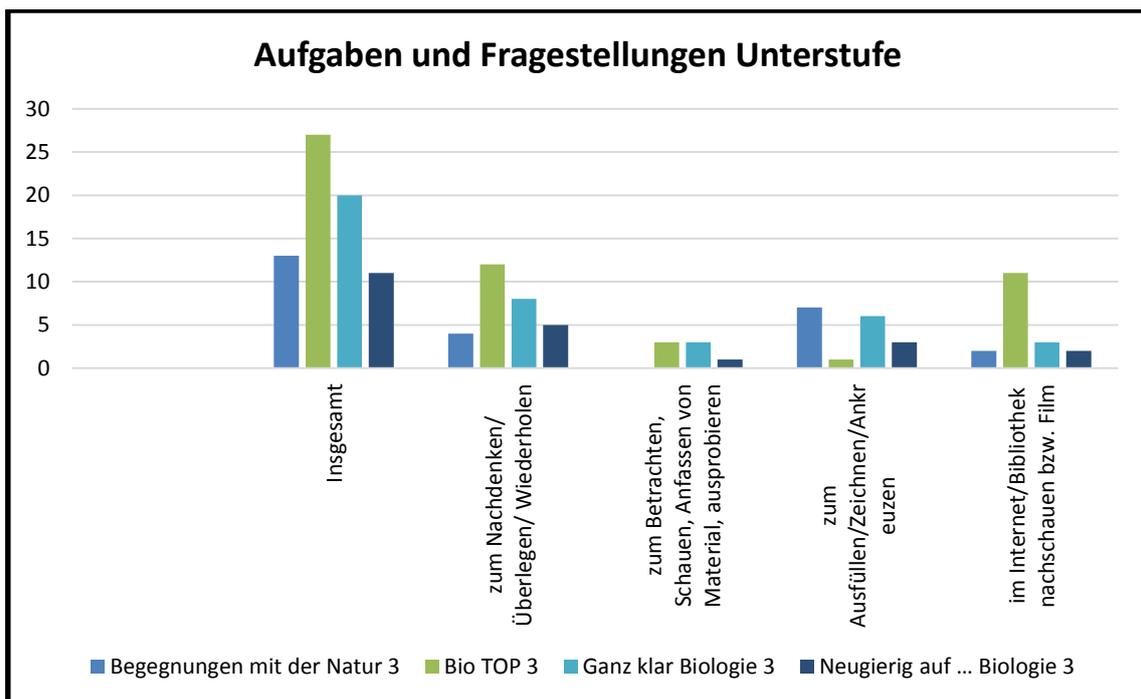


Abbildung 26: Verteilung der Arbeitsaufgaben in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 9)

6.6.2 Oberstufe + BHS

Oberstufe	bio@school 8	klar Biologie 8	Linder Biologie 3	Biologie und Ökologie HLW IV
Insgesamt	7	14	23	6
zum Nachdenken/ Überlegen/ Wiederholen	1	9	19	6
zum Betrachten, Schauen, Anfassen von Material, ausprobieren	0	0	0	0
zum Ausfüllen/Zeichnen/ Ankreuzen	1	2	4	0
im Internet/Bibliothek recherchieren bzw. Film	5	3	0	0

Tabelle 10: Anzahl der Arbeitsaufgaben und Fragestellungen - Oberstufe

Bei **bio@school 8** und **Linder Biologie 3** sind die Arbeitsaufgaben jeweils kompakt zusammengefasst. In **bio@school** findet man sie am Kapitelende. Bei **Linder Biologie 3** sind sie am Buchende angehängt. Bei **klar Biologie 8** sind die Aufgaben im ganzen Kapitel verstreut. Auffallend ist in **klar Biologie 8**, dass der Einstieg in das Kapitel Evolution gleich mit einer Arbeitsaufgabe beginnt, was für die Lernenden motivationsfördernd ist und sie zur aktiven Tätigkeit anregen soll. Die meisten Aufgaben findet man im **Linder Biologie 3** (siehe Abb. 27). Die Fragestellungen bei **Linder Biologie 3** sehr komplex. Jede Aufgabe ist in kleinere Teilfragen zerlegt und verschiedene Kompetenzen der Lernenden werden abgerufen. So muss das Öfteren logisch kombiniert, Tabellen interpretiert und es müssen Abbildungen von Tieren und Skeletten analysiert werden. Im **bio@school 8** ist auffällig, dass viele Fragen auf einer Internetrecherche beruhen, aber auch hier sind die Fragen eher detaillierter. Im Gegensatz dazu findet man im **Klar Biologie 8** kurze und prägnante Fragen. In

Biologie und Ökologie IV HLW sind die Arbeitsaufgaben hauptsächlich zur Wiederholung gedacht und regen nicht wirklich zum eigenständigen Denken an. Themen für paläontologische Aufgaben sind unter anderem Stammbäume, Kladogramme aber auch Homologie/Analogie. Zum Thema Homologie findet man zum Beispiel **Ökologie IV HLW** auf Seite 149: „Wann werden zwei Merkmale als homolog bezeichnet?“, oder „Beschreiben Sie Analogie anhand von Beispielen“. Im **klar Biologie 8** gibt es zwei Aufgaben zum Thema Homologie/Analogie. Einmal wird das Thema schülerorientierter beziehungsweise abstrakter aufgegriffen und einmal eher klassisch. Beim Ersten werden die Lernenden dazu aufgefordert Automarken nach analogen oder homologen Merkmalen einzuordnen, wie zum Beispiel nach der Radzahl, Größe (äußere Ähnlichkeit) oder Marke und Motortyp (nach Herkunft oder Bauplan). Beim Zweiten müssen die Schüler und Schülerinnen anhand eines abgebildeten Vogelflügels und einem Fledermausflügel, sowie von einer Abbildung von einem Delphin und einem Hai, bestimmen, welche Merkmale analog und welche homolog sind.

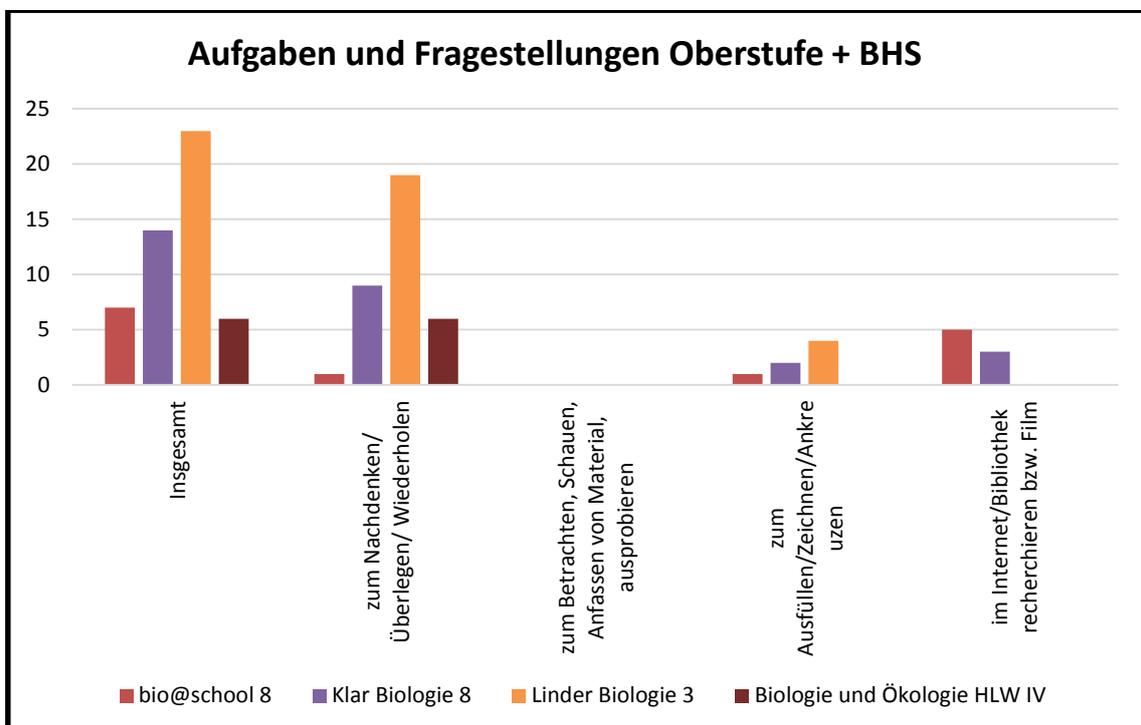


Abbildung 27: Verteilung der Arbeitsaufgaben in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 10)

6.7 Zusammenfassung der Schulbuchanalyse

Um einen besseren Überblick über die Auswertung zu bekommen, werden die Daten der einzelnen Schulbücher nochmals zusammengefasst.

6.7.1 Zusammenfassung der einzelnen Bücher: Unterstufe

Begegnungen mit der Natur 3

In vielen Bereichen, wie bei der Gesamtseitenzahl und dem Ausmaß des paläontologischen Bereichs und der Begriffe, liegt es im Mittelfeld der untersuchten Unterstufenbücher. Bei der Anzahl, der Abbildungen liegt es sogar vorne, wobei man sagen muss, dass die Bilder eine Spur kleiner sind, als die der anderen drei Bücher. Das Textverständnis ist gut und die Schüler und Schülerinnen werden oft direkt angesprochen. Mehr Aufgabenstellungen wären wünschenswert. Jedoch ist positiv, dass die Fragen zum Teil direkt auf die Lebenswelt der Lernenden Bezug nehmen.

Bio TOP 3

Bis auf das etwas überladene Inhaltsverzeichnis macht Bio Top 3 optisch einen guten und motivierenden Eindruck. Im paläologischen Bereich ist es, wie auch bei der Anzahl der paläologischen Begriffe der Spitzenreiter. Auch bei den Fragestellungen liegt Bio TOP 3 zahlenmäßig an erster Stelle, wobei es sich bei vielen Aufgaben nur um Recherchefragen oder Wiederholungsfragen handelt. Bei den Fotos und Schemata liegt es an zweiter Stelle.

Ganz klar Biologie 3

Obwohl ganz klar Biologie 3 die meiste Gesamtanzahl der Seiten aufweist, fällt der paläobiologische Bereich eher mäßig aus und auch bei den Begriffen bildet das Buch das Schlusslicht. Im Gegensatz dazu liegt es bei den Arbeitsaufgaben vorne, wobei die meisten Aufgaben davon zum Nachdenken und Wiederholen sind. Bei den Bildern pro Seite liegt es im Mittelfeld.

Neugierig auf Biologie 3

Das Ausmaß des paläologischen Bereiches liegt im Mittelfeld. Im Vergleich zu den anderen Büchern fällt hier auf, dass weniger paläobiologische Begriffe vorkommen und auch weniger Fachwörter verwendet werden. Der Text ist auf alle Fälle sehr gut verständlich und die Lernenden werden des Öfteren auch direkt angesprochen. Anzumerken ist auch, dass durchschnittlich weniger Bilder auf einer Seite vorkommen, wobei dieses aber nicht negativ auffällt, da die Bilder sehr gut aufgeteilt sind. Im Vergleich zu den anderen Büchern kommen auch weniger Arbeitsaufgaben vor. Positiv ist bei den Arbeitsaufgaben, dass sie sehr unterschiedlich gestaltet sind.

6.7.2 Zusammenfassung der einzelnen Bücher: Oberstufe

bio@school 8

Dieses liegt zwar, was den paläobiologischen Bereich betrifft, nur im Mittelfeld, hat aber bei den paläobiologischen Begriffen die Nase vorne. Obwohl im Text viel Wissen vermittelt wird, ist er auch gut verständlich und wird manchmal durch Fragen aufgelockert. Zusätzlich gibt es einen Erweiterungsstoff, der auch Verknüpfungen zur Wissenschaft herstellt. Es wird zum Beispiel auf die verschiedenen Theorien des Vogelfluges beim Archäopteryx hingewiesen.

Linder Biologie 3

Linder Biologie 3 hat unter den Oberstufenbüchern eindeutig den größten den Bereich an Paläobiologie, doch wirkt jener auch sehr komplex. Dies folgt aus den Aufgaben, die sehr kompakt sind und ein hohes Niveau haben. Bermerkenswert ist jedoch, dass **Linder Biologie 3** bei den paläobiologischen Begriffen nur den zweiten Platz belegt.

Klar Biologie 8

Klar Biologie 8 hat mit 144 Seiten knapp die niedrigste Gesamtseitenzahl und liegt mit dem paläologischen Bereich auf dem dritten Platz.

Positiv zu bemerken ist, dass versucht wird, auf die Lebenswelt der Lernenden einzugehen. Dies macht sich zum Beispiel bei den Arbeitsaufgaben bemerkbar. Es hat als einziges Buch im Kapitelanfang eine Arbeitsaufgabe als motivierenden Einstieg.

Biologie und Ökologie IV HLW

Bei **Biologie und Ökologie IV HLW** merkt man doch recht deutlich, dass dieses Buch schon lange nicht mehr überarbeitet und neu aufgelegt worden ist. Es bildet sowohl quantitativ wie auch qualitativ das Schlusslicht. Besonders bei den Arbeitsaufgaben fällt auf, dass jene noch nicht allzu kompetenzorientiert sind. Sie eignen sich eher vorwiegend zum Wiederholen und dem Verfestigen von gelerntem Wissen. Auffallend war auch, dass einige Bereiche unzureichend erklärt werden.

6.8 Zusatz: Kurzanalyse der restliche Bücher aus den Schulbuchreihen

Zusätzlich wurde noch ein Blick in die weiteren Schulbücher der jeweiligen Reihen geworfen, ob in einem der Bücher ein Themenbereich von Paläobiologie behandelt wird.

Unterstufe

Allgemein kann man sagen, dass das Thema Systematik in der ersten Klasse bereits angesprochen wird. Anhand der gelernten Wirbeltiere wird versucht, den Schülern und Schülerinnen das Thema und das System näher zu bringen.

Neugierig auf Biologie

Schlägt man das Inhaltsverzeichnis von Neugierig auf Biologie 1 auf, findet man unter dem Kapitel Wirbeltiere ein Unterkapitel mit „Wirbeltiere – ein Überblick; Die Wirbeltiere bilden einen Stamm“. Auf dieser Doppelseite wird sehr einfach auf die Verwandtschaft der Tiere insbesondere der verschiedenen Wirbeltiere eingegangen. Die Säugetiere, Vögel, Kriechtiere, Lurche und Fische werden als die fünf Klassen der Wirbeltiere abgebildet. Es wird die Wirbelsäule als gemeinsames Merkmal der Wirbeltiere erklärt. Des Weiteren werden die Schüler und Schülerinnen darauf aufmerksam gemacht, dass es noch andere Stämme gibt. Auch eine Arbeitsaufgabe gibt es hierzu. Vertreter aus jeder Tierklasse der Säugetiere sollen herausgesucht und dementsprechend geordnet werden (Gloning, et al., 2012).

Ganz klar Biologie

In der „ganz klar“ Reihe wird in allen Klassen, Ausnahme ist die Vierte, kurz auf die Systematik eingegangen. In der ersten Klasse wird auf einer Seite das Grundprinzip erklärt, wie das System von Linné aufgebaut ist. Auch die binäre Nomenklatur wird sehr anschaulich, anhand des Vergleiches von Vor- und Nachnamen der Mitschüler,

dargestellt. Außerdem gibt es eine kurze Arbeitsaufgabe, wo Tiere in Verwandtschaftsgruppen geordnet werden sollen. Auf der zweiten Seite findet man die systematische Einteilung der Wirbeltiere und eine vereinfachte Darstellung der Ordnung der im Buch vorkommenden Organismen (Arienti, et al., 2011). In der zweiten Klasse werden ebenfalls, die im Buch besprochenen Pflanzen und Tiere auf einer Seite systematisch zusammengefasst und dargestellt (Arienti, et al., 2011).

Begegnungen mit der Natur

In Begegnungen mit der Natur 1 findet man im Inhaltsverzeichnis das Thema „Tierverwandtschaften“. Auf einer Doppelseite wird darauf eingegangen, dass manche Tiere mehr Ähnlichkeiten haben und andere weniger. Je mehr Ähnlichkeiten sie haben desto näher sind sie miteinander verwandt. Es wird auch erklärt, dass man sie aufgrund der Verwandtschaftsbeziehungen in Systeme wie Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm einordnen kann. Es wird auch besprochen, wodurch eine Art definiert ist (Biegl, 2011).

BIO TOP

Das Thema Systematik fällt einem im Inhaltsverzeichnis der ersten Klasse nicht sofort ins Auge aber auch in diesem Buch findet man sie unter dem Kapitel „Merkmale der Wirbeltiere“. Ebenfalls werden hier die fünf Klassen der Säugetiere genannt und erklärt, welche gemeinsamen Merkmale sie haben. Es wird aber auch darauf eingegangen, wie sie sich unterscheiden. Des Weiteren wird das Einordnen der Lebewesen in das System als wissenschaftliche Methode vorgestellt. Auch hier gibt es wieder einen Arbeitsauftrag. Es sollen Bilder von Wirbeltieren gesammelt und geordnet werden. Dann sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede besprochen werden und diese in eine Tabelle eingetragen werden (Jilka, et al., 2015).

Oberstufe

Auch in der Oberstufe wird Paläobiologie in den restlichen Büchern zum Teil in geringerem Umfang behandelt. Besonders im Kapitel Geologie, bei der Erklärung der Plattentektonik, wird erwähnt, dass man unter anderem aufgrund von Fossilfunden weiß, dass die Platten einst einmal einen Großkontinent bildeten.

bio@school

Bio@school 5 und 6 wurden neu bearbeitet und man bekommt bereits online einen vollständigen Einblick auf die zwei Bücher. In Bio@school 6 wird im Kapitel Bioplanet Erde kurz auf die Geschichte der Erde und die Entstehung des Lebens eingegangen. Es wird versucht dies mit einer Grafik, die eine Uhr darstellt, zu veranschaulichen. Dabei wird die Entstehung des Lebens auf 12 Stunden aufgeteilt. Gleichzeitig ist diese Grafik eine Arbeitsaufgabe, da die Lernenden einige Begriffe richtig zuordnen müssen. In dem Kapitel Bioplanet Erde werden außerdem die Plattentektonik und Alfred Wegener erwähnt. Es wird auch darauf eingegangen, dass aufgrund von ähnlichen Fossilfunden Afrika und Südamerika beieinander gelegen haben müssen. Außerdem wird auch die Altersbestimmung erklärt und welche Rolle dabei Leitfossilien spielen (Schermaier, et al., 2015).

Linder

Im Linder 2 wird im Kapitel Bioplanet Erde auch auf die Plattentektonik und Alfred Wegener eingegangen. Ebenfalls wird erklärt, dass aufgrund der Verbreitung von Fossilien man vermutete, dass die Kontinente einmal zu einem Großkontinent vereint waren. In dem Kapitel wird außerdem der Paläomagnetismus besprochen (Bayrhuber, et al., 2012).

Klar Biologie

Im Inhaltsverzeichnis der 5.Klasse findet man unter dem Kapitel Zoologie das Thema „Wer gehört in welche Klasse?“ Es wird kurz nochmals das Grundsystem der biologischen Systematik erklärt. Anschließend sollen die abgebildeten Lebewesen je nach Klasse zusammengeordnet werden (Baloch, et al., 2009).

Im Buch der sechsten Klasse setzt man sich unter anderem mit der Plattentektonik auseinander. Dabei wird auf die zusammenpassenden Küstenlinien von Afrika und Südamerika eingegangen. Des Weiteren wird besprochen, dass auf verschiedenen Kontinenten Fossilien gleicher Pflanzen- und Tierarten gefunden worden sind (Deutsch, et al., 2010).

Biologie und Ökologie HLW

Im zweiten Buch von Biologie und Ökologie findet man nicht wirklich eine Verbindung zu Paläobiologie (Hödl, et al., 2006).

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich der Bereich Paläobiologie Großteils in der Unterstufe auf die 3. Klasse beschränkt und in der Oberstufe auf die 8. Klasse. Positiv ist aber trotzdem anzumerken, dass sich einige Themenbereiche die mit Paläobiologie in Zusammenhang stehen in anderen Klassenstufen zumindest erwähnt werden.

7. Schlussfolgerung

Abschließend kann man sagen, dass obwohl Paläobiologie im Lehrplan nur indirekt erwähnt wird, dieses in allen untersuchten Schulbüchern behandelt wird.

Themenbereiche von Paläobiologie werden nicht nur, wie zuerst angenommen wurde, in der dritten und in der achten Klasse besprochen, sondern kommen vereinzelt auch in Büchern der anderen Schulstufen vor. Der Großteil des Stoffgebietes liegt aber trotzdem in der siebten beziehungsweise zwölften Schulstufe. Des Weiteren wurde festgestellt, dass es eine unterschiedliche Gewichtung von Paläobiologie in den Schulbüchern gibt. Manche widmen dem Thema Paläobiologie mehr Seiten andere weniger. Außerdem werden verschiedene Themenbereiche zum Teil gar nicht besprochen, nur kurz erwähnt oder sehr ausführlich dargestellt. Deutliche Unterschiede erkennt man auch zwischen der Unterstufe und der Oberstufe. In der dritten Klasse Unterstufe liegt der Schwerpunkt mehr bei den Fossilien und der Erdgeschichte, während in der siebten beziehungsweise achten Klasse Oberstufe und in der BHS, die Phylogenie und Evolution wichtige Punkte darstellen. Natürlich werden in der Oberstufe, die Themen auch detaillierter behandelt als wie in der Unterstufe.

Müsste ich mich nun persönlich für ein Schulbuch entscheiden, würde mir die Wahl in der Unterstufe besonders zwischen **Begegnungen mit der Natur 3** und **Bio TOP 3** nicht allzu leicht fallen. Jedes der beiden Bücher hat seine Vor- und Nachteile, wobei ich eher zum Buch **Begegnungen mit der Natur 3** tendieren würde. **Bio TOP 3** hat zwar im paläologischen Bereich die Nase weiter vorne, doch finde ich persönlich den Inhalt in **Begegnungen mit der Natur 3** anschaulicher dargestellt, weil mehr auf die Lernenden eingegangen wird. Als weiterer Pluspunkt ist erwähnenswert, dass **Begegnungen mit der Natur 3** den Wissensstand betreffend aktueller ist. Auch die optische Darstellung findet sich meiner Überzeugung bei **Begegnungen mit der Natur 3** ansprechender ausgeführt.

In der Oberstufe auf würde meine Wahl auf **bio@school 8** fallen, obwohl ich persönlich die Aufgabenstellungen im Buch nicht so ansprechend finde. Der Inhalt wird

jedoch sowohl übersichtlich sowie denk- als auch interesseanregend dargestellt. Auch das optische Layout überzeugt. Des Weiteren wird der Bereich der Paläobiologie recht gut abgedeckt und auch ausreichend erklärt. Insbesondere gut scheint mir, dass in den Erweiterungsteilen des Öfteren wissenschaftliche Verknüpfungen dargestellt werden. Anzumerken ist ferner, dass sich die Auswahl nur auf den analysierten Bereich mit dem Inhalt Paläobiologie bezieht und die übrigen Kapitel bei der Auswahl nicht berücksichtigt wurden.

8. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden paläobiologische Inhalte in Schulbüchern quantitativ und qualitativ miteinander verglichen. In diesem Zusammenhang wird generell auf das Thema Paläobiologie eingegangen. Es wird ein Überblick gegeben, mit welchen Bereichen sich Paläobiologie auseinandersetzt. Außerdem wird ein Blick auf den Lehrplan von Biologie und Umweltkunde geworfen und untersucht, wo Paläobiologie vorkommt. Anschließend erfolgt die Analyse von ausgewählten Lehrbüchern. Es wurden je vier Schulbücher für die Unterstufe, drei für die „Allgemeinbildende höhere Schule“ und eines für eine „Berufsbildende höhere Schule“ ausgewählt. Dabei wurden verschiedene Kriterien, wie das allgemeine Layout, die Optik, der Umfang, die Bilder und die Verwendung von Fachwörtern berücksichtigt.

9. Abstract

This master thesis compares different schoolbooks in regard to how they deal with the topic palaeobiology. First a short overview of palaeobiology is given. The analysis focuses on the Biology curriculum and the questions where and how palaeontology is mentioned. Four Biology books that are used in secondary school in the first cycle, three upper school books used in the secondary cycle and one used in a vocational school are investigated. The analysis contains different parameters like layout, presentation, scope, illustrations and use of technical terms.

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stundenverteilung in Biologie und Umweltkunde im Vergleich	37
Tabelle 2: Stundenverteilung Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe	39
Tabelle 3: Seitenzahlen/Umfang Unterstufe. Die Ziffern stellen den jeweiligen Seitenumfang dar.....	57
Tabelle 4: Seitenzahlen/Umfang Oberstufe + BHS. Die Ziffern stellen den jeweiligen Seitenumfang dar.....	59
Tabelle 5: Paläobiologische Inhalte im Vergleich – Unterstufe	65
Tabelle 6: Paläobiologische Inhalte im Vergleich – Oberstufe + BHS.....	68
Tabelle 7: Anzahl der Abbildungen in den analysierten Teil der Schulbücher – Unterstufe	79
Tabelle 8: Anzahl der Abbildungen in den analysierten Teil der Schulbücher - Oberstufe + BHS	80
Tabelle 9: Anzahl der Arbeitsaufgaben und Fragestellungen – Unterstufe	82
Tabelle 10: Anzahl der Arbeitsaufgaben und Fragestellungen - Oberstufe	84

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel für Weichteilerhaltung in Form eines Hautschattens bei Ichtyosaurier (Rust 2011: Seite 60).	10
Abbildung 2: Beispiel für Hartteilerhaltung von einem Trilobit, Foto: DanielCD, http://de.wikipedia.org/wiki/Trilobiten#/media/File:Asaphiscuswheelerii.jpg	11
Abbildung 3: Beispiel Spurenfossilien (Thenius 1976: Seite 20)	12
Abbildung 4: Beispiele von Pseudofossilien: 1 Dendrit, 2-3 Lößkindlm, 4 Kieselringe, 5 Tutenmergel (Thenius 1976: Seite 30)	13
Abbildung 5: Systematische Einheiten am Beispiel des Menschen	17
Abbildung 6: Homologe Strukturen von verschiedenen Wirbeltieren. Die Vordergliedmaßen zeigen einen gemeinsamen Bauplan. (Campell 2011: S. 619)	19
Abbildung 7: Rekonstruktion von Archaeopteryx dem Urvogel (Campell 2011: S. 973)20	
Abbildung 8: Trilobiten-Schema (Harrington 1959: S.560).....	24
Abbildung 9: Der Bruch von Pangaea (Campell 2011: S. 696)).....	33
Abbildung 10: Cover: Neugierig auf Biologie 3	47
Abbildung 11: Cover: Bio TOP 3	48
Abbildung 12: Cover: Begegnungen mit der Natur 3.....	49
Abbildung 13: Cover: ganz klar Biologie 3	50
Abbildung 14: Cover Linder 3.....	51
Abbildung 15: Cover klar Biologie 8	52
Abbildung 16: Cover: bio@school 8.....	53
Abbildung 17: Cover: Biologie und Ökologie IV HLW	55
Abbildung 18: Verteilung der Seitenzahlen in untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 3)	58
Abbildung 19: Verteilung des paläobiologischen Bereichs in Prozent (siehe Tabelle 3)	58
Abbildung 20: Verteilung der Seitenzahlen in untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 4)	60
Abbildung 21: Verteilung des paläobiologischen Bereichs in Prozent (siehe Tabelle 4)60	

Abbildung 22: Verteilung der ausgewählten Begriffe in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 5).....	66
Abbildung 23: Verteilung der ausgewählten Begriffe in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 6).....	69
Abbildung 24: Verteilung der Bilder in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 7).....	80
Abbildung 25: Verteilung der Bilder in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 8).....	81
Abbildung 26: Verteilung der Arbeitsaufgaben in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 9).....	83
Abbildung 27: Verteilung der Arbeitsaufgaben in den untersuchten Schulbüchern (siehe Tabelle 10).....	85

„Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.“

12. Literaturverzeichnis

- Agusti, J., & Anton, M. (2002). *Mammoths, Sabertooths and Hominids 65 Million Years of Mammalian Evolution in Europe*. New York NY u.a.: Columbia University Press.
- Amler, M. (2012). *Allgemeine Paläontologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Arienti, H., Gridling, H., & Katzensteiner, K. (2011). *ganz klar biologie 1*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Arienti, H., Gridling, H., & Katzensteiner, K. (2011). *ganz klar biologie 2*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Arienti, H., Gridling, H., Katzensteiner, K., & Wulz, I. (2012). *ganz klar biologie 3*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Astleitner, H. (2012). Schulbuch und neue Medien im Unterricht. In J. Doll, K. Frank, D. Fickermann, & S. K., *Schulbücher im Fokus - Nutzungen, Wirkungen und Evaluation*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Baloch, E., Deutsch, W., Jäger, A., & Maitz, E. (2009). *klar Biologie 5*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Bamberger, R. (1995). Methoden und Ergebnisse der internationalen Schulbuchforschung im Überblick. In R. Olechowski, *Schulbuchforschung*. Frankfurt am Rhein: Lang.
- Bamberger, R., Boyer, L., Sretenovic, K., & Strietzel, H. (1998). *Zur Gestaltung und Verwendung von Schulbüchern*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Bardy-Bölsterli, K. (2014). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften aufgezeigt am Beispiel der Schweiz*. Heidelberg, Pädagogischen Hochschule, Univ. Diss.
- Bayrhuber, H., & Kull, U. (2012). *Linder Biologie 2*. Wien: Verlag E.Dorner GmbH.
- Bayrhuber, H., & Kull, U. (2014). *Linder Biologie 3*. Wien: Verlag E.Dorner GmbH.
- Bayrhuber, H., Feldermann, D., & Kull, U. (2013). *Linder Biologie 1*. Verlag E.Dorner GmbH.
- Benton, M. (2007). *Paläontologie der Wirbeltiere*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Beonigk, J., & Wodniok, S. (2014). *Biodiversität und Erdgeschichte*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Biegl, C. (2011). *Begegnungen mit der Natur 1*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Biegl, C. (2011). *Begegnungen mit der Natur 2*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Biegl, C. (2012). *Begegnungen mit der Natur 3*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Biegl, C. (2012). *Begegnungen mit der Natur 4*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Broschinski, A. (1997). *Dinosaurier - Riesenreptilien der Urzeit*. München: C.H.Beck Wissen.
- Campbell, N., & Reece, J. (2011). *Biologie*. München: Pearson Studium.

- Czihak, G., Langer, H., & H., Z. (1996). *Biologie: Ein Lehrbuch*. Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London: Murray.
- Denk, T. (2006). *Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum*. Abgerufen am 17. 4 2015 von http://www.landmuseum.at/pdf_frei_remote/VeroeffFerd_86_0043-0066.pdf
- Deutsch, W., Emmerer, B., Franz-Schaidler, C., Hirschmann, C., Jäger, A., Kalcher-Sommersguter, E., Maitz, E., Raggautz, E., Baloch, E. (2011). *klar Biologie 8*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Deutsch, W., Jäger, A., Maitz, E., Emmerer, B., Franz, C., Hirschmann, C., Kalcher-Sommersguter, E., Raggautz, E., Barta, V. (2010). *klar Biologie 6*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Engesser, B., Fejfar, O., & Major, P. (1996). *Das Mammut... und seine ausgestorbenen Verwandten*. Basel: Naturhistorisches Museum Basel.
- Faissner, E., Flöry, P., Jaklin, J., Kiss, A., Koliander, B., Lang, O., Weiglhofer, H., Wiesinger, J., Ziegelbecker, R., Dorninger, C. (2010). *Berufsbildeneschulen*. (Arbeitsgruppe "Bildungsstandards in der Berufsbildung - Naturwissenschaften") Abgerufen am 18. 2 2015 von http://www.berufsbildeneschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/NaturwissenschaftenBHS_Vers.09.pdf
- Faupl, P. (2000). *Historische Geologie: eine Einführung*. Wien: Facultas.
- Franke, H. (1969). *Methoden der Geochronologie*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Geyh, M. (2005). *Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gloning, Hofer, & Dobers. (2012). *Neugierig auf Biologie 1*. Wien: Verlag E.Dorner GmbH.
- Gloning, Hofer, & Dobers. (2013). *Neugierig auf Biologie 2*. Wien: Verlag E.Dorner GmbH.
- Gloning, Hofer, & Dobers. (2014). *Neugierig auf Biologie 3*. Wien: Verlag E.Dorner GmbH.
- Gräsel, C. (2010). Lehren und Lernen mit Schulbüchern - Beispiele aus der Unterrichtsforschung. In E. Fuchs, J. Kahlert, & U. Sandfuchs, *Schulbuch konkret - Kontexte Produktion Unterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gridling, H., Heubacher, S., & Wulz, I. (2012). *ganz klar biologie 4*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Gropengießer, H., Kattman, U., & Krüger, D. (2010). *Biologiedidaktik in Übersichten*. Aulis Verlag.
- Grupe, G., Christiansen, K., Schröder, I., & Wittwer-Backofen, U. (2012). *Anthropologie: Einführendes Lehrbuch*. Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag.
- Harrington, H. (1959). *Treatis on Invertebrate Paleontology, Arthropoda I*. Lawrence: University of Kansas Press.
- Hechler, K. (2010). Wie wählen wir Schulbücher aus? In E. Fuchs, J. Kahlert, & U. Sandfuchs, *Schulbuch konkret - Kontexte Produktion Unterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

- Herber, E., & Nosko, C. (2012). *Todgesagte leben länger - Das Schulbuch der Zukunft*. Abgerufen am 21. 2 2015 von http://www.donau-uni.ac.at/imperia/md/content/departement/imb/forschung/publikationen/herber_nosko_-_das_schulbuch_der_zukunft.pdf
- Hödl, E., Grassecker, W., & Krieger, H. (2006). *Biologie und Ökologie IV HLW*. Linz: Trauner Verlag.
- Hödl, E., Grassecker, W., Krieger, H., Lagemann, C., Lagemann, A., & Mittermayr, E. (2006). *Biologie und Ökologie III*. Linz: Trauner Verlag.
- Jilka, S., & Kalec, V. (2010). *Bio TOP 3*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Jilka, S., & Kalec, V. (2010). *Bio TOP 4*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Jilka, S., & Kalec, V. (2015). *Bio TOP 1*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Jilka, S., & Kalec, V. (2015). *Bio TOP 2*. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG.
- Joger, U. (2005). Die Evolution der Mammuts. In U. Joger, & C. Kamcke, *Mammut - Elefanten der Eiszeit*. Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig: Cargo Verlag.
- Kahlert, J. (2010). Das Schulbuch - ein Stiefkind der Erziehungswissenschaft. In E. Fuchs, J. Kahlert, & U. Sandfuchs, *Schulbuch konkret - Kontexte Produktion Unterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Killermann, W. (1995). *Biologieunterricht heute*. Donauwörth: Verlag Auer.
- Kiper, H., Meints, W., Peters, S., Schlump, S., & Schmit, S. (2010). *Lernaufgaben und Lernmaterialien im kompetenzorientierten Unterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Klaus, W. (1987). *Einführung in die Paläobotanik* (Bd. I). Wien : Franz Deuticke .
- Kowalski, H. (1992). *Trilobiten*. Weidert: Godtschneck-Verlag Korb.
- Kragl, P. (2006). *Botanische Themen in AHS-Schulbüchern : ein quantitativer und qualitativer Vergleich*. Wien, Univ., Dipl.-Arb.
- Lecointre, G., & Le Guyader, H. (2001). *Biosystematik*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lehmann, U. (2003). *Paläontologisches Wörterbuch*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mayr, E. (1942). *Systematics and the origin of species*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Mayr, H. (2011). *Fossilien*. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- Miller, H. (1992). *Abriß der Plattentektonik*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Platt, B. (2011). *Erdgeschichte im Schulunterricht - Analyse und didaktische Konzepte unter besonderer Berücksichtigung der Spielpädagogik*. Wien, Univ., Dipl.-Arb.
- Rey, J. (1991). *Geologische Altersbestimmung*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Rust, J. (2011). *Fossilien - Meilensteine der Evolution*. Frankfurt: Primus Verlag.
- Sandfuchs, U. (2010). Schulbücher und Unterrichtsqualität. In E. Fuchs, J. Kahlert, & U. Sandfuchs, *Schulbuch konkret - Kontexte Produktion Unterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Schermaier, A., & Weisl, H. (2013). *bio@school 8*. Linz: Veritas Verlag.

- Schermaier, A., Hirschenhauser, K., & Weisl, H. (2015). *bio@school 6*. Linz: Veritas Verlag.
- Schermaier, A., Taferner, F., & Weisl, H. (2015). *bio@school 5*. Linz: Veritas Verlag.
- Stanley, S. (2001). *Historische Geologie*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Storch, V., Welsch, U., & Wink, M. (2007). *Evolutionsbiologie*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Thenius, E. (1976). *Allgemeine Paläontologie*. Eisenstadt und Wien.
- Thenius, E. (1976). Biogeographie auf "neuen" Wegen. In *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse* (Bd. 116). Wien: Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich.
- Thenius, E. (2000). *Lebende Fossilien: Oldtimer der Tier und Pflanzenwelt; Zeugen der Vorzeit*. München: Dr. Friedrich Pfeil Verlag.
- Thenius, E. (2007). Lebende Fossilien" im Organismenreich Paläontologie und Molekularbiologie als wichtigste Grundlagen. In F. Gusenleitner, *Evolution - Phänomen Leben*. Linz: Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.
- Thenius, E., & Hofer, H. (1960). *Stammesgeschichte der Säugetiere*. Berlin: Springer-Verlag.
- Thenius, E., & N., V. (1996). *Fossilien im Volksglauben und im Alltag*. Frankfurt am Main: Kramer Verlag.
- Thenius, E., & Vavra, N. (1985). *Einführung in die Paläozoologie*. Wien: Thenius.
- Vollstädt, W. (2003). *Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule*. Opladen: Leske + Budrich Verlag.
- Walde, K. (1936). *Die Tierwelt der Alpen*. Wien: Springer-Verlag.
- Wellenhofer, P. (1998). *Befiederte Dinosaurier*. Stuttgart: Kosmos.
- Wiater, W. (2003). *Schulbuchforschung in Europa - Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektive*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Ziegler, B. (1992). *Einführung in die Paläontologie*. Stuttgart: E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller).
- Ziegler, B. (2008). *Paläontologie - Vom Leben der Vorzeit*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller).
- Zrzavý, J., Burda, H., Storch, D., Begall, S., & Mihulka, S. (2013). *Evolution*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Internet

- <http://www.gemeinsamlernen.at> Stand 17.2.2015
- <https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/index.html> Stand 17.2.2015
- https://www.bmbf.gv.at/schulen/lehrdr/gesetze_verordnungen/VO_LP_AHS03_9431.pdf?4dzi3h Stand 17.2.2015
- <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> Stand 17.2.2015
- <http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/dlcollection.asp> Stand 18.2.2015
- <http://www.hlw-braunau.at/> Stand 18.2.2015

13. Lebenslauf

Curriculum Vitae

Persönliche Daten:

Michaela Maria Bleier, Bakk.rer.nat.

Schulbildung:

Volksschule in Braunau von 1995 bis 1999
Realgymnasium in Braunau am Inn 3-5 Klasse: Labor-
Zweig (PH, BU, CH (ab 4. Klasse) mit praktischen
Übungen)
ab 5.: Latein
6. und 7.: WPG BU und CH
im Mai 2007: Matura
2007- 2011: Studium der Ernährungswissenschaften in
Wien, Abschluss mit Bakkalaureat
Seit Februar 2011: Lehramtsstudium Biologie und
Haushaltsökonomie und Ernährung
Abschluss des 1. Abschnittes: Februar 2014
Abschluss des 2. Abschnittes: Juni 2015

Ferialpraktikum:

Ferialtätigkeit im Sommer 2005 auf der
Bezirkshauptmannschaft Braunau am Inn
Ferialtätigkeit im Sommer 2006 und 2008 beim
Reinholdungsverband Braunau im Labor
Ferialtätigkeit 2012 bei der Landesausstellung in Braunau
im Begleitdienst
Ferialtätigkeit 2013 bei der Volksbank Braunau