



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Erdgeschichte im Schulunterricht –
Analyse und didaktische Konzepte unter besonderer
Berücksichtigung der Spielpädagogik

Verfasserin

Britta Platt

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, April 2011

Studienkennzahl lt.
Studienblatt:

A 190 445 406

Studienrichtung lt.
Studienblatt:

Lehramtsstudium
UF Biologie und Umweltkunde / UF Mathematik

Betreuer:

Ao. Univ. Prof. Dr. Michael Wagreich

Prolog

*„Der Mensch spielt nur, wo er in voller
Bedeutung des Wortes Mensch ist,
und er ist nur da ganz Mensch, wo er spielt.“*
Friedrich SCHILLER

Das Lehramtsstudium an der Universität Wien wird durch die positive Beurteilung der zweiten Diplomprüfung abgeschlossen. Voraussetzung zum Ablegen des kommissionellen mündlichen Prüfungsteiles ist die Approbation einer Diplomarbeit (vgl. Uni-Broschüre „Lehramtsstudium“, 2010).

Somit stand ich, wie viele andere Studierende, am Ende meines Studiums vor der Entscheidung in welchem Unterrichtsfach und über welches Thema ich meine Diplomarbeit erstellen möchte. Da mich einerseits die Entstehung des Sonnensystems, die Entwicklung der Erde und des Lebens sowie insbesondere das Zusammenwirken von belebter und unbelebter Natur bei diesen Vorgängen immer schon beeindruckt haben und ich mich andererseits seit mehreren Jahren mit Spielpädagogik und der Verbindung zwischen Spielen und Unterrichten in der Schule beschäftige, war das Themenfeld recht schnell gefunden. Als Nächstes galt es, dieses einzugrenzen und ein Konzept für die Arbeit zu erstellen. In Dr. Michael WAGREICH, welcher als Professor am Department für Geodynamik und Sedimentologie tätig ist, habe ich einen Betreuer für meine Arbeit gefunden. Nach ausgiebiger Literaturrecherche und fachlichem Austausch mit zahlreichen Personen aus unterschiedlichsten Arbeitsbereichen sowie einer intensiven Informationsphase konnte mit dem Erstellen der Arbeit begonnen werden. Das Ergebnis ist die vorliegende Diplomarbeit, welche nicht nur einen Beitrag zur wissenschaftlichen Arbeit an der Universität Wien darstellen soll, sondern möglicherweise den Einzug in den Schulunterricht finden kann. Wenn sie neben der Wissensvermittlung außerdem noch dazu beitragen kann, SchülerInnen und LehrerInnen für Erdgeschichte und/oder das Spielerische Lernen zu begeistern, würde mich das mit großer Freude erfüllen.

Beim Lesen solcher Vorwörter in den unterschiedlichsten Publikationen, ruft die lange Liste an Namen, denen sich die AutorInnen zu Dank verpflichtet fühlen, manchmal – auch meinerseits – Verwunderung hervor. Erst nach Fertigstellung einer Arbeit wie der vorliegenden, erscheint dies nachvollziehbar. So möchte auch ich die Gelegenheit nicht versäumen, jenen Menschen zu danken, deren hilfreiche Unterstützung einen wichtigen Teil zum Entstehen der Diplomarbeit beigetragen hat: Mein besonderer Dank gilt Eliah WAGNER

sowie Felicitas SHIEH für spannende, lustige Stunden beim Ausprobieren der Spiele. MMag. Stefan GRAF und Branka AŠKOVIĆ danke ich für das Beantworten der biologischen Fragen, die während des Schreibens auftauchten. Drⁱⁿ Anita DORFMAYR, Eva Maria KUNZ und Mag^a Jutta TSCHENETT-EBERWEIN haben mir etliche Lehrbücher zu kommen lassen und mit zahlreichen Tipps aus der Unterrichtspraxis zur Anpassung der Spiele an die Schulsituation beigetragen. An dieser Stelle müssen auch jene Verlage erwähnt werden, welche mir dankenswerter Weise Gratis- bzw. Ansichtsexemplare diverser Lehrbücher zur Verfügung gestellt haben. In alphabetischer Reihenfolge angegeben sind dies: Verlag E. Dorner GmbH, Ed. Hölzel GmbH, Verlag Jugend & Volk GmbH sowie die Veritas-Verlags- und HandelsgmbH. Mag. Christian FISCHER war eine wertvolle Stütze bei der Literatursuche zum Thema Spielpädagogik. Ein inniges Dankeschön geht weiters an Mag^a Sonja ALTRICHTER M.A. und Mag^a Michaela WAIGLEIN. Beide sind nicht nur geschätzte Gesprächspartnerinnen zum Thema Spielpädagogik sondern mit ihren über Jahre gesammelten Erfahrungen in der praktischen spielpädagogischen Arbeit wahre Inspirationsquellen beim Entwickeln und Adaptieren von Spielen. Das Korrekturlesen wurde von Perpetua WAGNER sowie von Mag^a Nicole WEBER durchgeführt, die oft mühsame Aufgabe des Lektorierens von Susanne TÜRK übernommen. Endlich gilt mein Dank B.A.GOLDMUND für das Anfertigen zahlreicher Abbildungen, die der Diplomarbeit einen attraktiven Ausdruck verleihen. Nicht zuletzt möchte ich mich bei Dr. Michael WAGREICH für die Betreuung und die Zusammenarbeit der letzten Jahre herzlich bedanken.

Um dem Gender-Aspekt gerecht zu werden, wurde im Text durchgehend die personengerechte Sprache verwendet. Ausnahmen bilden Zitate, die im Originallaut wiedergegeben werden.

Trotz größter Aufmerksamkeit ist es möglich, dass sich an einer oder anderer Stelle ein Fehler eingeschlichen hat. Falls der/die aufmerksame LeserIn einen solchen entdeckt, danke ich schon jetzt für Rückmeldung.

Wien, April 2011

Britta PLATT

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Abstract	7
Einleitung	9
1. Die Geschichte der Erde	11
1.1 Das Sonnensystem – alles begann mit einem Knall.....	11
1.2 Präkambrium – aus Weltraumstaub wird ein Planet	12
1.2.1 Die frühe Entwicklung der Erde.....	13
1.2.2 Entstehung der Atmosphäre	14
1.2.3 Entstehung der Hydrosphäre	14
1.2.4 Entstehung der Lithosphäre.....	15
1.2.5 Entwicklung der Biosphäre – Entstehung des Lebens	15
1.2.6 Fazies und Gesteinsbeispiele aus dem Präkambrium.....	16
1.3 Das Phanerozoikum beginnt.....	17
1.4 Kambrium – Paläozoische Ozeane und Riffe aus Urbechern	19
1.5 Ordovizium – Vereisungen in der Sahara	20
1.6 Silur – Raus aus dem Wasser? – Kein Problem!.....	21
1.7 Devon – Formenvielfalt der Fische	22
1.8 Karbon – Steinkohlewälder prägen das Landschaftsbild	24
1.9 Perm – Die Geburtsstunde der Tethys.....	26
1.10 Trias – Der Zerfall von Pangaea.....	28
1.11 Jura – Der <i>Archaeopteryx</i> als Urform der Vögel	31
1.12 Kreide – Die Neuentwicklung der Blüte	33
1.13 Paläogen – Neue Meeresströmungen in den Ozeanen	35
1.14 Neogen – Das Auftreten des Menschen	37
1.15 Quartär – Die Eiszeiten in Europa.....	39
1.16 Ein Blick in die geologische Zukunft.....	40
2. Analyse	43
2.1 Erdgeschichte im Lehrplan.....	43
2.1.1. Allgemeine Informationen zum Lehrplan	43
2.1.2 Der Fachlehrplan für Biologie und Umweltkunde	43
2.1.3 Erdgeschichte im Lehrstoff	44
2.2 Erdgeschichte in Lehrbüchern.....	45
2.2.1 Entstehung des Sonnensystems	46
2.2.2 Bau des Sonnensystems	48
2.2.3 Entwicklung der Erde.....	49
2.2.4 Zeittafeln der Erdgeschichte.....	51
2.2.5 Präkambrium	53
2.2.6 Kambrium.....	54
2.2.7 Ordovizium.....	55
2.2.8 Silur	55
2.2.9 Devon	57
2.2.10 Karbon	58
2.2.11 Perm	60
2.2.12 Trias.....	62

2.2.13 Jura	64
2.2.14 Kreide	65
2.2.15 Paläogen	68
2.2.16 Neogen	70
2.2.17 Quartär.....	72
2.2.18 Highlights aus den Lehrbüchern	73
2.2.19 Schwierigkeiten bei der Lehrbuchanalyse.....	74
2.2.20 Interpretation der Lehrbuch-Analyse	77
2.3 Conclusio.....	78
3. Didaktik der Erdgeschichte.....	79
3.1 Warum Erdgeschichte in der Schule?	79
3.2 Probleme der Erdgeschichte im Schulunterricht.....	80
3.3 Erdgeschichte im Unterrichtsfach Biologie und	81
Umweltkunde	81
3.3.1 Erdgeschichte und Botanik.....	81
3.3.2 Erdgeschichte und Cytologie.....	82
3.3.3 Erdgeschichte und Evolution.....	83
3.3.4 Erdgeschichte, Genetik und Molekularbiologie.....	83
3.3.5 Erdgeschichte und Mikrobiologie	84
3.3.6 Erdgeschichte und Ökologie	85
3.3.7 Erdgeschichte und Paläontologie	86
3.3.8 Erdgeschichte und Zoologie.....	86
3.3.9 Conclusio.....	88
4. Spielpädagogik.....	89
4.1 Spielpädagogik und Schule – Teil 1.....	89
4.2 Was ist Spiel?.....	91
4.2.1 Die Begriffe Spiel und Spielen im deutschen Sprachgebrauch.....	91
4.2.2 Der Prozess des Spielens in der Spielpädagogik.....	92
4.3 Spielpädagogik und Schule – Teil 2.....	94
4.3.1 Warum Spielpädagogik?	94
4.3.2 Der/die LehrerIn als SpielleiterIn.....	95
5. 26 Spiele zur Erdgeschichte.....	103
5.1 Spieleauswahl.....	103
5.2 Spieleketten	104
5.3 Spielesammlung	105
Allerlei Getier.....	106
Bingo	106
Black Smoker	108
Blitzlicht– Standbilder ausgestorbener Lebewesen.....	109
Daumenkino ‚Wanderung der Erdplatten‘	109
Erstaunliche Lebewesen	110
Fossiliensammlung.....	111
Gefährliche Welt	111
Hilf dem Assistenten!.....	113
In Flügelschlägen durch die Zeit.....	114
Jupiter, Saturn und Co.	115
Kontinentwanderung	115
Lebewesen unter dem Mikroskop	116

Memory	116
Planeten auf Bahnen.....	117
Quastenflosserrennen	118
Rekorde in der Erdgeschichte	119
Schnipselbilder	119
Skelette im Sand.....	120
Termine, Termine, Termine	120
Urknallspiel	121
Verzerrte Welt	121
Vulkan	122
Wer bin ich?	123
Wortsuchrätsel Erdzeitalter	123
Zeitstreifen	124
5.4 Spielekette ‚Reise durch die Erdgeschichte‘	125
5.4.1 Ablauf und Zeitplan	125
5.4.2 Inhaltliche Konzeption	125
5.4.3 Materialien	127
Epilog	129
Warum Spielpädagogik? – meine persönliche Sichtweise.....	129
Reflexion des Arbeitsprozesses.....	130
Bibliografie	131
Literatur	131
Internet	132
Verzeichnis der Abbildungen.....	133
Anhang	135
A1. Beilagen zur Spielesammlung	135
A2. Beilagen zur Spielekette ‚Reise durch die Erdgeschichte‘	149
Ehrenwörtliche Erklärung	155
Lebenslauf	157

Zusammenfassung

„Erdgeschichte spielend lernen“, das ist das Motto der vorliegenden Diplomarbeit. Zwei wesentliche Aspekte stehen dabei im Zentrum der Betrachtung: Die Analyse des Lehrplanes und ausgewählter Lehrbücher des Unterrichtsgegenstandes „Biologie und Umweltkunde“ zeigt auf, welche Themenbereiche der Historischen Geologie unterrichtet werden sollen. Eine Spielesammlung mit 26 Spielen zur Erdgeschichte liefert Vorschläge zur didaktischen Umsetzung. Ein Abriss über die Geschichte der Erde ist ebenso zu finden, wie ein theoretischer Input über Spielpädagogik.

Abstract

'To learn the history of earth in play', this is the slogan for the diploma thesis at hand. It focuses on two central aspects: The analysis of the curriculum and of a selection of textbooks for the subject 'Biology and Environmental studies' shows, which parts of historical geology should be taught. The compendium of 26 games about the history of earth gives you proposals for the didactical realization. An epitome about the history of earth can be found as well as a theoretical input about educational play.

Einleitung

*„Das Spiel ist der Weg
der Kinder zur Erkenntnis
der Welt in der sie leben.“*

Maxim GORKI

Erdgeschichte, Schulunterricht und Spielpädagogik – drei Schlagworte aus dem Titel dieser Arbeit, deren Zielsetzung die Verbindung dieser Begriffe ist. Mit Mitteln der Spielpädagogik sollen Themenbereiche der Historischen Geologie für den Einsatz im Schulunterricht aufbereitet werden. Grundgedanke dabei ist, den oftmals trockenen und eintönigen Frontalunterricht der Lehrperson durch aktives Mitwirken der SchülerInnen zu ersetzen und diesen damit ganzheitliche Erfahrungen zum Thema Erdgeschichte zu ermöglichen.

Für didaktische Untersuchungen und das Erstellen von Unterrichtsmaterialien ist fundiertes Wissen über das Thema unabdingbar. Daher gilt das erste Kapitel ‚Die Geschichte der Erde‘ der einführenden theoretischen Abhandlung der Historischen Geologie. Nach einer kurzen Darstellung über die Entstehung des Sonnensystems im Allgemeinen, der Erde im Speziellen und der Entwicklung der Erde zu einem Planeten durch Entstehung von Litho-, Atmo-, Hydro- und Biosphäre werden die einzelnen Perioden der Erdgeschichte näher betrachtet.

Bei der anschließenden Analyse des Lehrplanes und ausgewählter Lehrbücher des Faches ‚Biologie und Umweltkunde‘ wird aufgezeigt, in welcher Art und Weise Erdgeschichte im gymnasialen Schulunterricht vorkommt und welche Themenbereiche der Historischen Geologie in die Klassenzimmer Einzug finden.

Ausgestattet mit dem Wissen der Analyse werden im Kapitel ‚Didaktik der Erdgeschichte‘ Probleme der Erdgeschichte im Unterricht beleuchtet und der Frage nachgegangen, warum diese Inhalte in der Schule vermittelt werden sollen. Der Abschnitt ‚Erdgeschichte im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde‘ zeigt Verbindungen der Erdgeschichte zu anderen Teildisziplinen der Biologie auf.

Bevor auf den praktischen Teil eingegangen wird, scheinen theoretische Inputs zur Spielpädagogik sinnvoll. Demnach beschäftigt sich Kapitel vier mit den Anwendungsgebieten der Spielpädagogik, welchen eine Auseinandersetzung mit dem Begriff Spiel anschließt. Der darauf folgende Abschnitt widmet sich den Vor- und Nachteilen des Einsatzes der

Spielpädagogik. Gemäß dem Ziel der Arbeit wird hierbei verstärkt Augenmerk auf das Zusammenspiel von Spielpädagogik und Schule gelegt. Ein Fragenkatalog, welcher die Aufgaben der Spielleitung zusammenfasst, rundet das Kapitel ab.

Die bisherigen Vorbereitungen laufen im letzten Kapitel zusammen. Neben der Spielesammlung finden sich hier Ideen und Tipps zur Spieleauswahl und zum Erstellen von Spieleketten. ‚26 Spiele zur Erdgeschichte‘ stehen für den Einsatz im Schulunterricht bereit und können je nach eigenen Vorlieben und Schwerpunktsetzungen sowie Wissensstand und Interessen der SchülerInnen zu einem individuellen Programm zusammengestellt werden. Als Beispiel einer Spielekette wird die ‚Reise durch die Erdgeschichte‘ angeführt.

1. Die Geschichte der Erde

*„... denn sogar Sterne knallen
manchmal aufeinander und
es entstehen neue Welten.“*

Charlie CHAPLIN

Die Erde ist 4,6 Milliarden Jahre alt (vgl. FAUPL 2003, 20). Eine Zahl, die man sich vermutlich nur sehr schwer vorstellen kann. Genauso unglaublich erscheinen jene Vorgänge, die zur Bildung des Sonnensystems geführt haben und aus einer glühendheißen leblosen Materialaggregation im Weltall jenen Planeten formten, den wir heute Erde nennen und bewohnen. Naturgewalten, Erdbeben, Vulkanismus und Prozesse wie Plattentektonik und Evolution wirkten über Milliarden von Jahren auf belebte und unbelebte Natur ein. Sie führten zur Entstehung unterschiedlichster Landschaften, in denen sich verschiedenste Arten von Lebewesen entwickelten. Die Wissenschaft, die sich mit den Fragestellungen der Entwicklungsgeschichte der Erde beschäftigt, bezeichnet man als Historische Geologie (vgl. FAUPL 2003, 13). Ihre Ergebnisse stehen im Mittelpunkt dieses Kapitels, wobei sich die folgende Darstellung vor allem an den Büchern von FAUPL (2003), ROTHE (2000) und STANLEY (2001) orientiert.

1.1 Das Sonnensystem – alles begann mit einem Knall

Der Entwicklungsgeschichte der Erde soll ein kurzer Abriss über die Entstehung des Universums sowie die Bildung und den Aufbau des Sonnensystems vorangestellt werden.

Am Beginn des Universums wird nach der Urknall-Theorie ein unglaublich heißer, stark verdichteter Ausgangszustand angenommen, welcher vor ca. 15 Ga mit einem Knall explodierte und sich ausdehnte. In Folge kam es zur Bildung der ersten Atomkerne, Sterne und Galaxien. Die Expansion des Kosmos ist heute noch immer zu beobachten und kann mit dem kosmischen Dopplereffekt nachgewiesen werden (vgl. FAUPL 2003, 23).

Nach der Ausbreitung der Materie durch den Big Bang bildete sich im Weltall ein Urnebel aus Gas- und Staubwolken. Gemäß der Nebular-Hypothese, welche nach PRESS/SIEVER (2008, 219) auf den Philosophen Immanuel KANT zurückgeht, war eine solche Wolke der Beginn des Sonnensystems:

„Die Nebular-Hypothese liefert eine Erklärung für die Entstehung des Sonnensystems. Eine diffuse runde, langsam rotierende Gas- und Staubwolke beginnt zu kontrahieren. Als Folge der Kontraktion und Rotation formt sich eine flache rasch rotierende Scheibe, deren Masse im Zentrum konzentriert ist und aus der die Proto-Sonne entsteht. Aus der umgebenden Gas- und Staubscheibe gehen durch die Kondensation und Kollision zunehmend größere Aggregate und schließlich Planetesimale hervor. Die terrestrischen Planeten sind das Ergebnis vielfacher, gravitativ bedingter Kollision und Akkretion von Planetesimalen. Die großen äußeren Planeten sind dagegen durch Akkretion von Gasen entstanden.“ (PRESS/SIEVER 2008, 219)

Die Spuren dieser Kollisionen sind als Krater oft noch heute erhalten und etwa als Ringstrukturen auf dem Erdenmond zu erkennen. Dieser Trabant ist einer von mehr als 60 Monden, die dem Sonnensystem angehören. Im Zentrum steht als Zentralgestirn die Sonne. Sie hat sich aus der Proto-Sonne durch Verdichtung der Materie entwickelt und besteht zu einem überwiegenden Teil aus Wasserstoff. Energie bezieht die Sonne aus der Kernverschmelzung von Wasserstoff zu Helium. Auf elliptischen Bahnen kreisen insgesamt acht Planeten um die Sonne. Die vier Planeten, welche der Sonne am nächsten stehen, haben feste Konsistenz und werden daher als terrestrische (auch innere oder erdähnliche) Planeten bezeichnet. Von innen nach außen sind dies: Merkur, Venus, Erde und Mars. Von diesen durch einen Asteroidengürtel getrennt finden sich die äußeren, großen gasförmigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun). Die Planeten umkreisen die Sonne in unterschiedlichen Bahnen und rotieren dabei allesamt um ihre eigenen Achsen, wobei bemerkenswert erscheint, dass Merkur, Mars sowie Jupiter, Saturn und Neptun die selbe Rotationsrichtung wie die Erde aufweisen, Venus und Uranus sich jedoch in die entgegengesetzte Richtung drehen. Zum Sonnensystem zählen weiters zahlreiche Kometen, die durch das Weltall fliegen. Sie erscheinen als Sternschnuppen am Himmel, bevor sie als Meteore in der Atmosphäre verglühen oder als Meteoriten auf der Erdoberfläche landen (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 219 f.).

1.2 Präkambrium – aus Weltraumstaub wird ein Planet

Als Präkambrium bezeichnet man die Zeitspanne von der Entstehung der Erde bis zum weltweiten Auftreten der ersten hartschaligen Skelett-Teile. Dieser älteste Abschnitt der Erdgeschichte ist mit einer Dauer von etwa vier Milliarden Jahren zugleich der längste und wird in drei Äonotheme unterteilt. Am Beginn steht das Hadäikum. In diesen Zeitraum fallen alle Ereignisse der Erdgeschichte bis zum Auftreten der ersten Gesteine vor rund 4 Ga. Da für diese Zeitspanne demnach keine Gesteinsproben für Untersuchungen überliefert sind, muss

man zur Gewinnung von Informationen auf extraterrestrisches Material und Ergebnisse der Planeten-, Mond- und Meteoritenforschung zurückgreifen. Die ersten irdischen Gesteinsproben stammen aus dem Archäikum, welchem der Zeitraum von 4 bis 2,5 Ga vor heute zugeordnet wird. Aus diesem Intervall sind auch die ältesten Fossilien bekannt. Im anschließenden Proterozoikum differenziert sich das Leben weiter aus. Mit der Entstehung von Hartskelett-Teilen um 545 Ma vor heute endet das Präkambrium (vgl. FAUPL 2003, 25 ff.).

1.2.1 Die frühe Entwicklung der Erde

Markant in der Entwicklungsgeschichte der Erde war nach PRESS/SIEVER der Aufprall eines großen Himmelskörpers, der in der Frühzeit dieses Planeten mit ihm kollidiert ist:

„Die Erde entwickelte sich wahrscheinlich durch Kollision und Anlagerung von Materialklumpen. Bald nach ihrer Entstehung kam es zum Aufprall eines großen planetenartigen Körpers. Dies hatte enorme Auswirkungen für die Erde. Aus der Materie, die sowohl von der Erde als auch von dem auftreffenden Himmelskörper in den Weltraum hinausgeschleudert wurde, entstand der Mond. Durch den Aufprall wurde ein Großteil der Erde aufgeschmolzen. Eine weitere Wärmequelle, die zum Aufschmelzen beitrug, war der radioaktive Zerfall. Schweres eisenreiches Material sank nach unten zum Erdmittelpunkt, während leichteres Material nach oben stieg und die äußere Schale bildete, aus der schließlich die Kontinente hervorgingen. Durch Entgasung und Kondensation entstanden die Ur-Ozeane und die erste Atmosphäre. Auf diese Weise entwickelte sich die Erde zu einem differenzierten Planeten mit chemisch unterschiedlichen Schalen: einem Kern aus Eisen, einem Mantel aus Magnesium-Eisen-Silicaten [sic] und einer im Wesentlichen aus Sauerstoff, Silicium [sic], Aluminium, Calcium [sic], Kalium, Natrium und den radioaktiven Elementen bestehenden Kruste.“ (PRESS/SIEVER 2008, 239)

Dass die abiotischen Bedingungen auf der Erde so entstehen und sich halten konnten und somit genau jene Voraussetzungen geschaffen wurden, welche die Entstehung einer Biosphäre und somit die Entwicklung von Leben ermöglichten, ist auf ihren Abstand zur Sonne zurückzuführen. Die Erdumlaufbahn ist eben „gerade richtig“ (ROTHE 2000, 2) weit von der Sonne entfernt, um geeignete physikalische Bedingungen aufzuweisen.

Welche Prozesse ablaufen mussten, um aus der Erdkruste Kontinente zu bilden, eine Lufthülle um den Erdball zu schaffen, Wasser in Ozeanen an der Erdoberfläche zu binden und schließlich Lebewesen entstehen zu lassen, soll nun näher erläutert werden.

1.2.2 Entstehung der Atmosphäre

Bei der Entstehung der Atmosphäre der Erde müssen mehrere Stadien unterschieden werden. Zunächst wäre hier die Uratmosphäre, die den Planeten nach der Entstehung des Sonnensystems umgeben hat, zu nennen. Diese bestand aus CO₂, Wasserstoff, Stickstoff und Edelgasen. Die gegenwärtige Atmosphäre der Venus weist eine ähnliche Zusammensetzung auf (vgl. ROTHE 2000, 42).

Nach der Differenzierung der Erde in Kruste, Mantel und Kern führten Entgasungen des Mantels zur Bildung der präkambrischen Atmosphäre, die mit weniger als ein Volumsprozent O₂ noch relativ sauerstoffarm war. Erst durch Einsetzen der Fotosynthese im Laufe des Präkambriums wurde Sauerstoff in der Atmosphäre angereichert. Vor ca. 3 Ga haben Cyanobakterien zum ersten Mal Sauerstoff als Nebenprodukt der Fotosynthese abgegeben. Zunächst stellte dieser wohl ein Gift für die Lebenswelt dar, bis sich Lebewesen bildeten, die sich diesen zu Nutze machen konnten und in Form der Heterotrophen letztlich vollständig von ihm abhängig wurden. Am Ende des Präkambriums waren ca. 10 % des heutigen Sauerstoffgehaltes in der Atmosphäre erreicht, ab dem Ordovizium ist der heutige Gehalt von 21 Volumsprozent nachweisbar. Die heutige Atmosphäre besteht neben dem Sauerstoff aus Stickstoff (78 Volumsprozent), CO₂ (ca. 0,03 Volumsprozent), Edelgasen (ca. 0,1 Volumsprozent) und anderen Gasen. Sie erreicht etwa eine Höhe von 100 km (vgl. FAUPL 2003, 26).

1.2.3 Entstehung der Hydrosphäre

Die Hydrosphäre umfasst die Wassermassen der Erde. Dazu zählen neben den Süßwasservorkommen in Bächen, Tümpeln, Teichen, Flüssen und Seen auch die großen Salzwasser-Ozeane. Das im Boden gespeicherte Grundwasser wird ebenfalls diesem Teil des Systems Erde zugerechnet (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 14).

Da die Erdoberfläche zu ca. 70 % mit Wasser bedeckt ist, wird die Erde weitläufig als ‚Blauer Planet‘ bezeichnet. Woher stammt aber das Wasser auf diesem Planeten? Dazu wurden unterschiedliche Ansätze vorgeschlagen. Sowohl die Entstehung durch Kondensation des atmosphärischen Wasserdampfes als auch der extraterrestrische Eintrag des Wassers durch Kometen scheinen vorstellbar (vgl. ROTHE 2000, 41).

Die ersten Ozeane waren wahrscheinlich alkalische Soda-Ozeane. Erst allmählich stieg der Salzgehalt an und es bildeten sich Salzwasser-Ozeane (vgl. ROTHE 2000, 41).

Durch plattentektonische Prozesse wurden im Laufe der Erdgeschichte immer wieder neue Ozeane geöffnet und andere geschlossen.

1.2.4 Entstehung der Lithosphäre

„Zwischen dem Alter unseres Planetensystems, das mit 4,6 Milliarden Jahren aus den übereinstimmenden Datierungen an Meteoritenmaterial abgeleitet wird und den ältesten irdischen Gesteinen [...] klaffen ein paar hundert Millionen Jahre, von denen wir keinerlei Überlieferungen besitzen.“ (ROTHE 2000, 38)

So beschreibt ROTHE das Problem der GeologenInnen bei der Rekonstruktion der Entstehung der Lithosphäre. Die ältesten Gesteine, die man bisher finden konnte, Acasta-Gneis und Faux-Amphibolit, haben ein Alter von etwas über 4 Ga. Diese sind Metamorphite, was allerdings bedeuten muss, dass es sich nicht um die ältesten Gesteine überhaupt handeln kann. Die Suche nach dem ältesten Gestein, welches es auf der Erde je gegeben hat, wird wohl nie erfolgreich enden können: Die allererste harte Kruste der Erde, welche man als Urgestein ansehen könnte, wurde nach ihrer Bildung durch Bombardements aus dem Weltall immer wieder zerstört oder wieder aufgeschmolzen (vgl. WAGREICH 2010, Teil 1, 25 f.).

Im Laufe des Präkambriums entstanden die ersten festen Bestandteile der kontinentalen Kruste. Diese Lithosphärenplatten waren zunächst noch recht klein und dünn und trieben vermutlich in einem Lava-Ozean. Durch Materialanlagerungen und Kollisionsvorgänge wurden die Platten allmählich größer und verdickten sich (vgl. ROTHE 2000, 39 ff.).

Die ersten festen Bestandteile der Erdkruste, die sich bis heute erhalten haben und nicht durch gebirgsbildende Prozesse verändert wurden, werden als Kratone bezeichnet und bilden die Kernzonen der heutigen Kontinente. Man findet sie über den gesamten Erdball verteilt (vgl. FAUPL 2003, 35).

1.2.5 Entwicklung der Biosphäre – Entstehung des Lebens

Weitgehend angenommen wird die Hypothese über die Entstehung des Lebens aus einer „Ursuppe“, in welcher organische Bausteine vorhanden waren, die sich zu größeren organischen Verbindungen zusammengelagert haben. Die für die chemischen Reaktionen notwendige Energie stammt vermutlich aus UV-Strahlung und Blitzeinschlägen (vgl. CAMPBELL/REECE 2003, 616).

Dieser vermutete Vorgang wurde in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts von Harold UREY und Stanley MILLER nachgestellt:

„Das Urey-Miller Experiment. Die ‚Uratmosphäre‘ bestand aus H_2O , H_2 , CH_4 und NH_3 . Zur Simulation von Blitzen wurden in dem Gasgemisch Funken entladen. Ein Kühler kondensierte den Wasserdampf; das Wasser und die darin gelösten Substanzen wurden in das Miniaturmeer zurückgeführt. Während der Zirkulation der Stoffe durch die Apparatur nahm die zunächst klare Lösung eine dunkelbraune Färbung an. Nach einer Woche analysierten MILLER und UREY den Inhalt der Lösung und fanden eine Vielfalt organischer Verbindungen. Darunter waren auch Aminosäuren, die Bausteine der Proteine.“ (CAMPBELL/REECE 2003, 616)

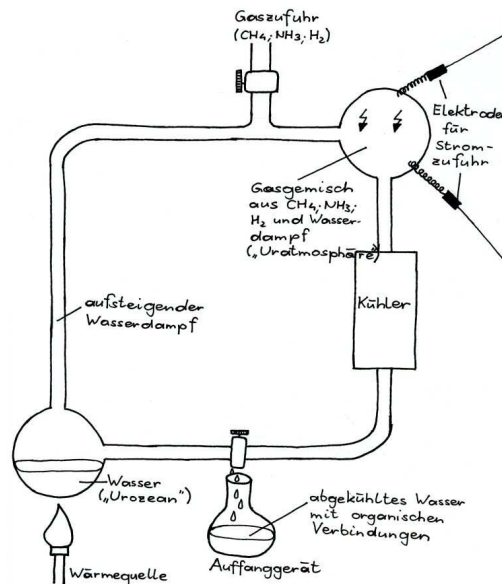


Abb. 1: Skizze zum Versuchsaufbau des Urey-Miller Experiments

Der Ursprung des Lebens geht auf diese organischen Verbindungen zurück. Bereits im Archäikum bildeten sich daraus die ersten Prokaryoten (Cyanobakterien ab ca. 3 Ga). Mit fortschreitender Zeit entstanden die ersten eukaryotischen Zellen (2 Ga). Aus dem Proterozoikum stammen nicht nur die ersten Metazoen (1 Ga), aus diesem Zeitraum sind bereits zahlreiche Fossilien von Wirbellosen bekannt. In Australien gefundene Fossilien der *Ediacara*-Fauna zeigen Weichteil-Abdrücke von Lebewesen, die den Tiergruppen der Coelenterata, Anneliden und Arthropoden zugeordnet werden konnten (vgl. STANLEY 2001, 311 ff.).

1.2.6 Fazies und Gesteinsbeispiele aus dem Präkambrium

Die Bedingungen, die zur Zeit des Präkambriums auf der jungen Erde herrschten, ermöglichten die Bildung von Gesteinen, wie es sie danach in der Erdgeschichte nie mehr gegeben hat. In der anoxischen Atmosphäre wurden Pyrit (FeS_2) und Uraninit (UO_2) abgelagert. Beide sind in einer sauerstoffgesättigten Umgebung nicht stabil. Bekannt sind derartige Gesteine aus der Witwatersrand Group in Südafrika (Alter 2,7 bis 2,3 Ga) und der

Huronian Group in Kanada (2,45 bis 2,2 Ga). Die ebenfalls im Präkambrium gebildeten Eisenbändererze sind bis heute wichtige Eisenerze. Ihre auffällige Streifung beruht auf sich abwechselnden Hämatit und SiO₂-Lagen (vgl. FAUPL 2003, 26 ff.).

Kennzeichnend für das Präkambrium sind weiters Stromatolithe, die von fotosynthetisch aktiven Cyanobakterien aufgebaut werden. Nach Anstieg des Sauerstoffs in der Atmosphäre kam es zur Ablagerung kontinentaler Rotsedimente. Als Gesteinsbeispiele aus dem Proterozoikum sollen die präkambrischen Tillite genannt werden. Bei ihnen handelt es sich um Moränen einer Eiszeit, die ca. 680 Ma vor heute aufgetreten ist. Vermutet wird, dass damals die ganze Erde vereist war, weshalb dieses Ereignis als ‚Snowball-Earth-Hypothese‘ bezeichnet wird (vgl. FAUPL 2003, 43).

In Österreich sind Präkambriumsvorkommen in der Böhmischen Masse (Thayabatholith und Dobragneis) sowie im Ostalpinen Kristallin (Schollenmigmatit und Bändergneis) zu finden (vgl. WAGREICH 2010, Teil 3, 19 ff.).

1.3 Das Phanerozoikum beginnt

Der Beginn der Bildung harter Körperhüllen ist ein besonderer Einschnitt in der Erdgeschichte. Im Gegensatz zu Weichteilen können hartschalige Fossilien viel länger erhalten bleiben und sie lassen genauere Untersuchungen und damit Rückschlüsse auf Bildungsprozesse und Aussehen der damaligen Lebewesen sowie auf die zu dieser Zeit herrschenden Lebensbedingungen zu. Die Vielfalt an erhaltenen Fossilien und deren stetige Weiterentwicklung und Abänderungen ermöglichen eine biostratigrafische Gliederung der Erdgeschichte ab diesem Zeitpunkt. Mit dem Erscheinen hartschaliger Fossilien beginnt das Äon des Phanerozoikums (vgl. BAAL 2009).

Die Unterteilung des Phanerozoikums in Ären, Perioden und Epochen ist überblicksmäßig in Tabelle 1 dargestellt. Die folgende Gliederung der Erdzeitalter orientiert sich an diesen Zeitangaben nach FAUPL und WAGREICH (vgl. FAUPL 2003, 22; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 12, 2).

Äon	Ära	Periode	Epoche / Alter in Ma
Phanerozoikum	Känozoikum	Quartär	Holozän
			Pleistozän
		2,6	
		Neogen	Pliozän
			Miozän
		24	
		Paläogen	Oligozän
			Eozän
			Paleozän
		65	
	Mesozoikum	Kreide	
		144	
		Jura	
		206	
		Trias	
	248		
	Paläozoikum	Perm	
		290	
		Karbon	
		354	
		Devon	
		417	
		Silur	
		443	
		Ordovizium	
		495	
		Kambrium	
545			

Tab. 1: Gliederung der Erdgeschichte
(vgl. FAUPL 2003, 22; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 12, 2)

1.4 Kambrium – Paläozoische Ozeane und Riffe aus Urbechern

Die erste Periode des Phanerozoikums umfasst einen Zeitraum von 50 Ma und wird nach der römischen Bezeichnung für Nord-Wales (Cambria) als Kambrium bezeichnet (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 1, 427). Das Kambrium bildet gemeinsam mit den darauf folgenden Perioden Ordovizium, Silur und Devon den Abschnitt des Altpaläozoikums (vgl. FAUPL 2003, 53).

Am Ende des Präkambriums waren die Festlandplatten weitgehend miteinander verbunden, sie bildeten den Großkontinent Rodinia. Im Kambrium kommt es zur weiteren Auftrennung dieses Urkontinentes und zur Bildung der paläozoischen Ozeane. Die Landmasse ist auf die Großkontinente (Gondwana, Laurentia und Fennosarmatia) sowie die kleineren Kratone (baltischer, chinesischer, sibirischer und kasachstanischer Kraton) aufgeteilt. In den Ozeanen zwischen diesen Kontinenten liegen zahlreiche kleinere Krustensplitter, die als Terrane bezeichnet werden. Drei paläozoische Ozeane sind von geologischer Bedeutung: Der Iapetus-Ozean zwischen dem europäischen und dem nordamerikanischen Kraton, der Rheische Ozean zwischen Fennosarmatia und Gondwana sowie der Ural-Ozean zwischen dem europäischen und dem sibirischen Kraton. Alle drei werden im weiteren Verlauf der Erdgeschichte subduziert. Die Kollision der entsprechenden Lithosphärenplatten führt zur Entstehung wichtiger Gebirge (vgl. FAUPL 2003, 60).

Nach der präkambrischen Eiszeit beginnt das Klima wärmer zu werden. Durch Abschmelzen der Eismassen kommt es zu einer weltweiten Transgression und in Folge zur Ablagerung mariner Sedimente, welche neben der biologischen eine geologische Abgrenzung des Kambriums zum Präkambrium zulassen (vgl. ROTHE 2000, 53 f.).

Zu Beginn des Kambriums wurde die Erde noch von sehr urtümlichen Formen besiedelt. Jedoch kam es in dieser Periode zu einer enormen Differentiation und Radiation der Lebenswelt. Die meisten marinen Wirbellosenstämme (Porifera, Echinoderma, Cephalopoda, Arthropoda) sind bereits aus dem Kambrium bekannt. Die vorherrschende Arthropodengruppe dieses Erdzeitalters sind die Trilobiten, die das gesamte Altpaläozoikum hindurch wichtige Leitfossilien bilden und erst am Ende des Perms aussterben. Als besondere Tiere des Kambriums sollen die Archaeocyathiden (Urbecher) erwähnt werden. Sie können systematisch zwischen den Schwämmen und den Hohltieren eingeordnet werden und bilden Riffe, bevor sie am Ende dieser Periode wieder aussterben. Die Frage, ob Conodonten zu den Wirbeltieren zählen oder nicht, ist nach dem heutigen Forschungsstand noch nicht eindeutig

zu beantworten. Sollte es sich bei ihnen tatsächlich um Vertebraten handeln, wäre auch diese wichtige Tiergruppe schon im Kambrium entstanden (vgl. ROTHE 2000, 54 ff.).

Im Pflanzenreich überwiegen marine Thallophyten. Blau- und Grünalgen treten als Gesteinsbildner auf (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 1, 427).

Typische Fazies für diese Periode sind die bereits erwähnten Archaeocyathiden-Riffe. In den Flachmeeren werden Karbonate und Sandsteine gebildet. Erstmals in der Erdgeschichte treten auch Salzgesteine auf (vgl. ROTHE 2000, 60).

1.5 Ordovizium – Vereisungen in der Sahara

Das nach dem keltischen Volksstamm der Ordovicer benannte Ordovizium reicht von 495 Ma bis 443 Ma vor heute und ist durch eine charakteristische eigenständige Tierwelt vom Kambrium abgegrenzt. Ein Massensterben am Ende dieser Periode ermöglicht die Grenzziehung zum nachfolgenden Silur (vgl. ROTHE 2000, 61).

Die Lage der Kontinentalplatten ist ähnlich jener im Kambrium, die paläozoischen Ozeane sind geöffnet, wobei sich in Sedimenten des Iapetus-Ozeans die ersten Schritte der Kaledonischen Gebirgsbildung abzeichnen. Während des Ordoviziums driftet Gondwana nach Süden, wodurch Afrika in Südpollage gerät, Vereisungen auf diesem Kontinent sind die Folge. Diese neuerliche Eiszeit wird als ‚Sahara-Eiszeit‘ bezeichnet (vgl. FAUPL 2003, 61).

Der Formenreichtum der Tiere nimmt gegenüber dem Kambrium zu. Als charakteristische Gruppen erscheinen die Tabulata und die Rugosa (Korallen) sowie die Graptolithen. Letztere sind koloniebildende Einzeller, die im Ordovizium und im Silur weit verbreitet waren. Fast die gesamte Organismenwelt sammelte sich in den Flachwasserbereichen. Wichtige Fossilien aus dieser Periode sind neben den Graptolithen und den Trilobiten die Brachiopoden sowie Schnecken und Muscheln. Mit den Agnathen erscheinen die ersten Wirbeltiere. Neben der Tierwelt erleben auch die Kalkalgen eine starke Radiation. In den Flachmeeren entwickeln sich die ersten Gefäßsporenpflanzen (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 2, 641).

Die für das Ordovizium typischen schwarzen Tonschiefer, in welchen oftmals Graptolithen-Fossilien gefunden werden können, geben Hinweise auf anoxische Sedimentationsbedingungen. In Österreich können diese Gesteine in den Karnischen Alpen gefunden werden. Als weiteres Beispiel für Ordovizium-Vorkommen in Österreich sei der Blasseneckporphyroid aus der Grauwackenzone angeführt (vgl. FAUPL 2003, 71 ff.).

1.6 Silur – Raus aus dem Wasser? – Kein Problem!

Zum Ordovizium hin abgegrenzt durch eine Meerestransgression nach Abschmelzen der Sahara-Eiszeit beginnt 443 Ma vor heute die Periode des Silurs, welche bis 417 Ma vor heute dauert. Namensgebend für diese Zeitspanne war der keltische Volksstamm der Silurer (vgl. ROTHE 2000, 67).

Wie ROTHE beschreibt, ist das Ende des Silurs gegenüber dem folgenden Abschnitt des Devons nicht eindeutig festzumachen:

„Die Hangendgrenze zum Devon ist schwieriger zu ziehen, weil hier regional wieder großräumige Regressionstendenzen beobachtet werden können, und örtlich sogar kontinentale Rotsedimente und Evaporite entwickelt sind. Die lokalen Regressionserscheinungen hängen auch mit der Kaledonischen Gebirgsbildung zusammen, während der die gesamte Schichtenfolge des Altpaläozoikums gefaltet wurde. (ROTHE 2000, 67)

Die im Ordovizium beginnende Subduktion des Iapetus-Ozeans findet mit der Kollision von Laurentia, Fennosarmatia und Avalonia in der Hauptfaltungsphase der Kaledoniden ihr Ende. Reste dieses Gebirgszuges findet man heute von Nordamerika bis nach Europa. Die geografische Verbreitung reicht von den nordamerikanischen Appalachen und Neufundland über England, Schottland, Irland bis nach Deutschland und Polen (Rheinisches Schiefergebirge und Harz). Weiter im Norden gelegene Teile der Kaledoniden bilden die Ostküste von Grönland, Teile von Spitzbergen sowie die skandinavischen Gebirge in Norwegen (vgl. FAUPL 2003, 64 ff.).

Die durch die Kaledonische Orogenese entstandene Kontinentmasse wird als Laurussia bezeichnet. Wegen der charakteristischen rotgefärbten Sedimente, die in dieser Zeit abgelagert wurden, erhielt sie auch den Namen Old-Red-Kontinent (vgl. FAUPL 2003, 67).

Einen der auffallendsten Entwicklungsschritte in der Geschichte des Lebens stellt die im Silur beginnende Besiedlung des Festlandes durch die Tier- und Pflanzenwelt dar. Am Old-Red-Kontinent gab es zahlreiche Seen mit Süß- und Brackwasser, aus denen eine typische Fischfauna mit Panzerfischen bekannt ist. Im Meer entstehen die ersten Kiefer tragenden Fische. Unter den Wirbellosen finden sich weiterhin Graptolithen, Trilobiten, Brachiopoden, Bryozoen und Stachelhäuter. Neu im Silur erscheinen die Ostracoden, als Riffbildner treten Korallen und Algen auf (vgl. ROTHE 2000, 72).

Die Besiedlung des Festlandes stellte hohe Anforderungen an die Pflanzenwelt. Um an Land überleben zu können, mussten mehrere Probleme gelöst werden: Da im

Umgebungsmedium Luft nicht nur der Wasserauftrieb fehlt, sondern auch die Gefahr des Austrocknens gegeben ist, mussten Gewebe zur Stabilität entwickelt werden. Darüber hinaus galt es den Wassertransport in der Pflanze zu gewährleisten und gleichzeitig sparsam mit dem zur Verfügung stehenden Wasser umzugehen. Man nimmt an, dass sich die ersten Gefäßpflanzen aus Grünalgen entwickelt haben. Sie besaßen bereits einfache Gefäßbündel für Wassertransport und Nährstoffverteilung. Eine dünne Schutzschicht sollte Austrocknung verhindern. Im weiteren Verlauf der Evolution passten sich die Pflanzen – z.B. durch Bildung von Stomata oder Sekundäres Dickenwachstum – immer besser an das Landleben an (vgl. CAMPBELL/REECE 2003, 686 ff.).

Als Folge der Kaledonischen Orogenese kommt es im Silur zur Deformation und Metamorphose präkambrischer Gesteine, etwa dem zu Augengneis umgewandelten präkambrischen Granit. Im oberen Silur beginnt die postorogene Ablagerung kontinentaler Sedimente. Feinverteilter Hämatit sorgt für rote Färbung der Sandsteine (vgl. WAGREICH 2010, Teil 4, 17).

Augengneise sind im Altpaläozoikum der Ostalpinen Decken zu finden. Aus der Grauwackenzone sind dolomitreiche Vulkanite bekannt, welche ebenfalls im Silur gebildet wurden (vgl. FAUPL 2003, 73 ff.).

1.7 Devon – Formenvielfalt der Fische

Die nach der englischen Grafschaft Devonshire benannte Periode des Devons umfasste den Zeitraum von 417 Ma bis 354 Ma vor heute (vgl. ROTHE 2000, 73). Im Oberdevon wird die Lebenswelt der Erde mit einem Massenaussterben konfrontiert, dem mehr als 40 % aller marinen Gattungen zum Opfer fallen. Unter anderem verschwinden die Stromatolithen sowie die meisten Placodermen. Dieses Massensterben stellt zugleich das Ende des Altpaläozoikums dar. Da überwiegend tropisch marine Arten betroffen waren, vermutet man die Ursachen des Aussterbens in der Abkühlung des Klimas im Oberdevon und der damit zusammenhängenden Abkühlung der Meere (vgl. STANLEY 2001, 396).

Nach dem Verschwinden des Iapetus-Ozeans im Silur beginnt sich im Devon der zweite paläozoische Ozean zu schließen. Durch die Verengung des Rheischen Ozeans driften Laurussia und Gondwana aufeinander zu. In diesem Meeresabschnitt liegen zahlreiche Terrains. Subduktionszonen führen zu Kollisionen dieser Krustensplitter. Flüsse sorgen für Eintrag klastischer Sedimente. Im marinen Bereich zwischen diesen Kontinenten kommt es

durch Vulkanismus zur Bildung von Inselbögen. Der Meeresbereich wird also zunehmend aufgefüllt und die frühe Variszische Orogenese beginnt (vgl. ROTHE 2000, 87).

Der Old-Red-Kontinent liegt während des Devons am Äquator. Dies bedingt trockenes, warmes Klima mit oftmals starken Winden. Gegen Ende des Devons kommt es zur Gletscherbildung in polaren Gebieten und einer neuerlichen Vereisungsperiode (vgl. STANLEY 2001, 396).

Die im Ordovizium und Silur weit verbreiteten Graptolithen sterben im Unterdevon aus. Als Leitfossilien wirken Korallen, Brachiopoden, Goniatiden und Conodonten. Während des Devons erscheinen die ersten Insekten. In den Seen und Meeren der Erde tummelt sich eine Vielfalt unterschiedlicher Fischgruppen: Neben den altertümlichen Fischen und den ersten Fischen mit Kiefern finden sich in den Gewässern Ur- und Stachelhaie, Panzerfische, Quastenflosser und Lungenfische. Erste Vertreter der Amphibien sind aus dem Oberdevon bekannt (STÖCKER 1986, Bd. 1, 193).

Nach der Eroberung des Festlandes im Silur wird die Besiedlung des Landes durch die Pflanzenwelt weiter fortgesetzt. Die ursprünglichen Gefäßpflanzen passen sich immer besser an den neuen Lebensraum an. Ab dem Mitteldevon erscheinen die ersten Farnpflanzen, die Anfänge der Bärlappgewächse liegen im Oberdevon. Erste Ausbildungen von Bäumen treten auf und in Folge kommt es zur Bildung der ersten Wälder mit erstaunlichen Auswirkungen auf das Klima. In der Fixierung des Kohlendioxides in der Biomasse der Bäume vermutet man nach STANLEY die Gründe für die Klimaabkühlung am Ende des Devons:

„Sicherlich ist dann die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass eine reduzierte Treibhauserwärmung durch das Wachstum der ersten Wälder weltweit zu einer Abkühlung des Klimas führte. Eine solche globale Abkühlung könnte die Ausdehnung der Gletscher auf Gondwana erklären.“ (STANLEY 2001, 396)

Spuren dieser devonen Eiszeit finden sich heute in Form von Tilliten in Südamerika. Warmes Klima begünstigt das Auftreten von biogenen Riffen und ermöglicht die Bildung von Evaporitgesteinen. Auf Laurussia wird die Old-Red-Sedimentation fortgesetzt (vgl. FAUPL 2003, 80 f.).

Erzführende Kalke des Devons werden heute am steirischen Erzberg abgebaut (vgl. WAGREICH 2010, Teil 4, 23).

1.8 Karbon – Steinkohlewälder prägen das Landschaftsbild

Das Karbon umfasst die Zeitspanne von 354 Ma bis 290 Ma vor heute, wobei eine Einteilung in Ober- und Unterkarbon erfolgt, deren Grenze bei 320 Ma festgelegt ist. Die Bezeichnung für diese Periode der Erdgeschichte leitet sich von ‚Carbo‘, dem lateinischen Begriff für Kohle ab (vgl. ROTHE 2000, 89).

Die Abgrenzung zum Devon ist durch eine eigenständige Fauna, welche auf die vorwiegend marine Entwicklung des Unterkarbons zurückzuführen ist, relativ deutlich. Die Grenze zum Perm hingegen ist nicht eindeutig festzumachen, da beide Perioden vor allem in Europa durch kontinentale Ablagerungen bestimmt sind (vgl. ROTHE 2000, 89).

Karbon und Perm werden gemeinsam als Jungpaläozoikum bezeichnet (vgl. FAUPL 2003, 82).

Vergleicht man die Lage der Kontinentalplatten zu Beginn und zu Ende des Karbons fällt als größte Veränderung die ‚Verschmelzung‘ von Gondwana und Laurussia auf. Die beiden Kontinente kollidieren durch die Schließung des Rheischen Ozeans unter Bildung des Variszischen Gebirges. Im Meeresbereich des Rheischen Ozeans, welcher nach dem Rhein bzw. dem Rheinischen Schiefergebirge in Deutschland benannt ist, lagen zahlreiche Terrains, die an der Variszischen Orogenese beteiligt waren, welche ihren Höhepunkt an der Grenze zwischen Unter- und Oberkarbon erreicht. Während dieser Orogenese entstehen viele der europäischen Mittelgebirge sowie die Appalachen. Durch die plattentektonischen Prozesse wird Krustenmaterial aufgeschmolzen, es entstehen Magmen. In Folge kommt es zur Bildung von Plutoniten (vgl. FAUPL 2003, 97).

Das Klima des Karbons ist einerseits durch die großräumige Verteilung der Land- und Meeresregionen, andererseits durch die Lage der Großkontinente bestimmt. Gondwanaland erstreckt sich von unterhalb des Äquators bis weit in den Süden und reicht bis in den Bereich des Südpols. Es kommt zur Vergletscherung und dem Beginn der permokarbonen Eiszeit. Die Größe dieses Inlandeisschildes lässt sich heute mit Hilfe von Tilliten rekonstruieren. Im späten Karbon können erstmalig Klimazonen auf der Erde unterschieden werden. Das Auftreten von Jahresringen gibt Hinweise auf die Ausprägung von Jahreszeiten in den gemäßigten Breiten (vgl. ROTHE 2000, 99).

Die Tierwelt des Karbons ist geprägt durch übergroße Spinnentiere und riesige Insekten. Letztere erleben einen wahren Entwicklungshöhepunkt und besiedeln erstmals den Lebensraum Luft. Unter den Wirbellosen finden sich als stratigrafisch wichtige Zonenleitfossilien Foraminiferen, Radiolarien, Goniatiten und Conodonten. Bryozoen treten

als Riffbildner hervor. ROTHE nennt drei wichtige Schritte in der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Wirbeltiere:

- *„Bei den Wirbeltieren ist zunächst das Aussterben der meisten Panzerfische (Placodermen) erwähnenswert [...]. Die Nischen wurden im Karbon von Knorpel- und Knochenfischen eingenommen.“ (ROTHE 2001, 94)*
- *„Amphibien, die heute eher unauffällige und kleinwüchsige Formen haben, waren damals ziemlich vielfältig, und gelegentlich sind Körpergrößen von >5 m erreicht worden; man interpretiert das damit, dass sie keine Konkurrenten hatten und dadurch sehr unterschiedliche Bereiche besiedeln konnten. Das war das Bild im Unterkarbon, das sich innerhalb des Oberkarbons durch die Entwicklung der ersten Reptilien zu ändern begann.“ (ebd.)*
- *„Entscheidend war die Entwicklung des Amnionieies, das die Reptilien unabhängig vom Lebensraum Wasser gemacht hatte. Darin sind Embryo und Stoffwechselprodukte in zwei getrennten Säcken durch die umhüllende Schale auch vor Austrocknung geschützt.“ (ebd.)*

Die Spuren der ausgeprägten Tracheophyten des Karbons sind bis heute in den Kohlevorkommen Europas zu finden. Baumgroße Farne, Bärlappgewächse und Schachtelhalme mit Stammdurchmessern von bis zu 2 m und Höhen bis zu 30 m bildeten in den ausgeprägten Sümpfen des tropischen Klimabereiches ganze Wälder. Am Ende des Karbons treten die ersten Coniferophyten auf (vgl. ROTHE 2000, 92).

Als wesentliche Faziestypen des Karbons sind die meist fossilreiche Kohlenkalk-Fazies sowie die klastische Kulmfazies zu nennen. Wechsel in den Sedimentablagerungen geben Hinweise auf Schwankungen des Meeresspiegels, die ihre Ursache in den unterschiedlich stark ausgeprägten Vergletscherungen der permokarbonen Eiszeit haben (vgl. FAUPL 2003, 93 f.).

Beispiele für karbonate Gesteine in Österreich sind die Plutonite des Moldanubikums der Böhmisches Masse (Weinsberger Granit, Mauthausener Granit). Als Vorkommen karbonate Gesteine im österreichischen alpinen Raum seien die Veitscher Decke der östlichen Grauwackenzone, Cephalopodenkalke und die Kieselschieferentwicklung der Zollner Schichten sowie die Rannachfazies des Grazer Paläozoikums genannt (vgl. FAUPL 2003, 79; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 5, 15 ff.).

1.9 Perm – Die Geburtsstunde der Tethys

Die Stadt Perm im westlichen mittleren Uralvorland war namensgebend für die Zeitspanne zwischen 292 Ma und 248 Ma vor heute (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 2, 667). Die Unterteilung dieser Periode in Rotliegendes und Zechstein ist durch unterschiedliche Fazies-Serien in diesen Epochen bedingt. Die Grenze wird bei 258 Ma vor heute gezogen (vgl. FAUPL 2003, 82). Obwohl die rot gefärbten Wüstenablagerungen des Rotliegenden charakteristisch für das Perm sind, gibt es im kontinentalen Bereich keine eindeutige Grenzschicht:

„In den auf dem Festland gebildeten Gesteinsserien ist eine Abtrennung des P. von dem älteren Karbon und der jüngeren Trias vielfach nicht einwandfrei möglich. In den im Meer gebildeten Gesteinsserien läßt [sic] die Entwicklung der Foraminiferen (Fusuliniden) und Ammoniten eine Grenzziehung [...] zu.“
(STÖCKER 1986, Bd. 2, 667)

Die Fusulinen sind eine jener Tiergruppen, welche beim großen Massensterben am Ende des Perms verschwinden. Der Einschnitt in die Lebenswelt war so groß, dass dieses Ereignis zugleich als Grenze zwischen Paläozoikum und Mesozoikum definiert wurde. Nur etwa 10 % aller marinen Tierarten überschreiten diese Grenze. Auch 2/3 aller landbewohnenden Lurche und Kriechtiere sterben aus. Mit dieser enormen Artendezimierung stellt das Massensterben an der Perm/Trias-Grenze das größte Aussterbeereignis in der Erdgeschichte dar. Neben den Großforaminiferen werden die paläozoischen Korallen (Tabulata, Rugosa), Goniatiten, Trilobiten, viele Brachiopodengruppen, ursprüngliche Echinodermen sowie zahlreiche Insektengruppen ausgelöscht (vgl. STANLEY 2001, 435 ff.).

Gründe für das Massenaussterben werden teilweise in Meeresspiegelschwankungen, welche vor allem die reich besiedelten Flachwasserbereiche betroffen haben, vermutet. Weitere Möglichkeiten werden in klimatischen Veränderungen gesehen. Plateau-Basalte in Sibirien geben Hinweise auf starke vulkanische Aktivität, welche durch atmosphärische Anhäufung von CO₂ und Methan ein Treibhausklima geschaffen haben könnte. Darüber hinaus gibt es Diskussionen über ein Impaktereignis (vgl. STANLEY 2001, 438).

Im Perm schließt sich als letzter der drei paläozoischen Ozeane der Ural-Ozean. Sibirischer und Kasachstan-Kraton werden dadurch an Laurussia angegliedert. Durch die Kollision von Nordwestafrika und Nordamerika bildet sich das Gebirgssystem der Appalachen. Gegen Ende des Paläozoikums, war schließlich die gesamte Landmasse zu einem Superkontinent vereinigt, für den der berühmte deutsche Geologe Alfred WEGENER die

Bezeichnung Pangaea einführte. Der aus dem Griechischen ableitbare Begriff bedeutet so viel wie ‚alles Land‘. Im Osten greift der Meeresgolf der Paläotethys in die Landmasse von Pangaea ein. Der den Superkontinent umgebende Ozean wird Panthalassa genannt (vgl. SEDLAG 2000, 40; siehe auch PRESS/SIEVER 2008, 258 f.).

Die Landmassen im Inneren solcher Großkontinente neigen durch ihre große Entfernung vom Meer zum Austrocknen. Das aride Klima führte zur Ausbildung eines breiten Wüstengürtels in den äquatorialen Regionen. Die Südkontinente auf Gondwanaland waren hingegen von einem Eisschild bedeckt. Das Perm endet mit einem durch starken Vulkanismus hervorgerufen Treibhausklima (vgl. FAUPL 2003, 92).

Die permokarbonen Gebirgsbildungen vermindern die Lebensräume im Flachwasser der Küstengebiete und führen zu einer Reduktion der dort angesiedelten Arten. Großforaminiferen, Brachiopoden, Conodonten und Ammoniten sind die dominierenden Wirbellosengruppen, die Stachelhäuter erleben einen Entwicklungshöhepunkt. Die Evolution der Insekten wird weiter fortgesetzt und die meisten der heutigen Insektenordnungen differenzieren sich. Die Entwicklung der Reptilien schreitet erheblich voran und so findet man schon im Perm die Stammformen der heutigen Kriechtiere und Vögel (die Sauromorpha) als auch die Therapsiden, die die Stammform der Säugetiere beinhalten. Unter den Therapsiden gibt es bereits warm- und kaltblütige Formen (vgl. FAUPL 2003, 89).

Bis ins Unterperm herrschen Sporenpflanzen vor, ab dem Oberperm dominieren die Gymnospermen. Die zunächst noch große Mannigfaltigkeit der Farnpflanzen wird mehr und mehr von Ginkgogewächsen und Nadelbäumen abgelöst. Dieser Wechsel der Vegetation beschreibt den Übergang vom Paläophytikum ins Mesophytikum. Typisch für diese Periode der Erdgeschichte ist die *Glossopteris*-Kaltflora auf Gondwana. Diese Pflanzengruppe fossiler Samenfarne bildet jungpaläozoischen Kohlenflöze, die heute auf den ehemaligen Gondwanakontinenten (Südamerika, Südafrika, Indien und Australien) gefunden werden können (vgl. FAUPL 2003, 85).

Entsprechend der Klimazonen sind unterschiedliche Fazies entwickelt. Im ariden Wüstenbereich kommt es zur Ablagerung kontinentaler Rotsedimente. Auf Gondwana finden sich Moränenablagerungen. Als Folge der Vereisungen auf den südlichen Teilen von Pangaea kommt es im Zechstein zu glazieostatistischen Meeresspiegelschwankungen, welche bis weit nach Mitteleuropa reichen. Insgesamt sind fünf Transgressionen in den Sedimenten dokumentiert, wobei in jedem Zyklus eine typische Abfolge der gebildeten Salze je nach Löslichkeit zu beobachten ist. Auf die schwerlöslichen bituminösen Dolomite folgen

Anhydrit- und Gipsvorkommen, gefolgt von Steinsalz, bis letztlich die Kalksalze ausfallen (vgl. WAGREICH 2010, Teil 6, 47).

In Österreich sind Gesteine aus beiden Epochen des Perms zu finden. Sedimente des Rotliegenden sind als Perm von Zöbing bekannt. In den Alpen werden die Permablagerungen als Alpiner Verrucano bezeichnet. Dieser kommt etwa im Semmering-Wechselgebirge vor. Aus den Dolomiten sind saure Vulkanite (Bozener Quarzporphyr) bekannt, welche ebenfalls dem Rotliegenden zugeordnet werden. Hallstatt, Altaussee, Bad Ischl, Hallein und Hall in Tirol sind einige Orte, in denen alpine Salzlagerstätten aus dem Zechstein vorhanden sind. Alpine Gips- und Anhydritvorkommen sind unter anderem beim Schneeberg (NÖ) zu finden. Als Haselgebirge bezeichnet man diese feinklastisch-salinare Fazies, welche dem alpinen Perm angehört. Während der Bildung der Alpen diente das Haselgebirge als Gleithorizont alpiner Decken (vgl. FAUPL 2003, 107 f.).

1.10 Trias – Der Zerfall von Pangaea

Mit der Periode der Trias beginnt um 248 Ma vor heute die Ära des Mesozoikums. Das Wort Trias stammt aus dem Griechischen und bedeutet ‚Dreiheit‘ (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 2, 911). Gewählt wurde der Name für dieses Erdzeitalter, wegen der charakteristischen Dreigliederung der Germanischen Trias in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Die Vindeliszische Schwelle in Mitteldeutschland trennt die Germanische von der Alpinen Trias. Auf die Unterschiede zwischen diesen beiden Entwicklungen wird weiter unten eingegangen (vgl. ROTHE 2000, 111).

Mit einem Faunenschnitt 206 Ma vor heute wird das Ende der Trias festgelegt. Bei diesem Massenaussterben handelt es sich um das viertgrößte in der Erdgeschichte. Bis zu 80 % aller Gattungen und Arten starben aus, u. a. die Conodonten, zahlreiche Ammonitengruppen und viele marine Wirbellose. Die wahrscheinlichste Ursache für dieses Massenaussterben sind Klimainstabilitäten, welche zur Abkühlung des Treibhausklimas führten (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 293; siehe auch STANLEY 2001, 483).

Wie ROTHE anführt, liegen in den Sedimenten Anzeichen für eine Transgression an dieser Grenze vor:

„Einfacher ist die Abgrenzung zum hangenden Jura, weil bereits die oberste Trias auch im epikontinentalen Faziesbereich marine Fossilien enthält, die sich von denen des Jura grundsätzlich unterscheiden.“ (ROTHE 2000, 112)

Am Beginn der Trias waren die Kontinentalplatten noch im Superkontinent Pangaea vereinigt, bevor mit Öffnung des südlichen Nordatlantiks zwischen Nordamerika und Nordwestafrika in der Mitteltrias der Zerfall dieser großen zusammenhängenden Landmasse eingeleitet wird (vgl. FAUPL 2003, 116 ff.).

Nach Abschmelzen des permokarbonen Eisschildes wird das Klima zunehmend wärmer. Das aride Klima wird durch ein feuchtes Treibhausklima abgelöst. Im Gegensatz zum Paläozoikum, das durch mehrere Eiszeiten geprägt war (Sahara-Eiszeit im späten Ordovizium, Permokarbone Eiszeit), herrscht das gesamte Mesozoikum über ein Treibhausklima mit nur geringen Gegensätzen in den nördlichen und südlichen Breiten. Beide Polkappen bleiben die gesamte Ära über eisfrei (vgl. SEDLAG 2000, 34).

Nach dem Massenaussterben am Ende des Perms entwickeln sich neue Lebewesen mit moderneren Bauplänen. Biostratigrafische Bedeutung kommt den Mesoammoniten zu, welche das gesamte Mesozoikum hindurch wichtige Leitfossilien bilden. Als weitere wichtige Fossilien der Trias treten Brachiopoden, Korallen, Moostierchen sowie Foraminiferen auf. Häufig sind auch Schnecken, Muscheln und Stachelhäuter (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 2, 911).

Unter den Wirbeltieren erlebt die Gruppe der Reptilien die größte Radiation. Es erscheinen Ureidechsen, Krokodile, Schildkröten und Vertreter der Schnabel-, Paddel- und Fischechsen. Dominiert wird die Lebenswelt durch die ersten Dinosaurier. In der Obertrias erscheinen die ersten Säugetiere (vgl. SEDLAG 2000, 34).

Die im Perm entstandenen Nacktsamer setzen ihre Entwicklung fort und beherrschen das Landschaftsbild in der Trias (vgl. FAUPL 2003, 112).

Bei der Behandlung der typischen Fazies-Serien für den Zeitabschnitt der Trias, muss eine separate Betrachtung der Germanischen und der Alpenen Trias erfolgen, da diese beiden stratigrafisch unterschiedlich gegliedert werden:

„In den Alpen dagegen spricht man von alpiner oder pelagischer Trias [...] Dort ist eine weitgehend marine Fazies entwickelt, deren Ablagerungen sich stark von denen der meist binnenländischen germanischen Trias unterscheiden.“ (ROTHE 2000, 111)

Die Schichtfolge der Germanischen Trias beginnt mit unter semiariden Bedingungen abgelagerten Fluss- und Süßwassersedimenten wie Sandsteinen, Konglomeraten und Tonsteinen. Die charakteristische rote Farbe dieser Gesteine hat zur Bezeichnung Buntsandstein geführt. Auf das Buntsandstein aufgelagert finden sich die kalkigen Ablagerungen des Muschelkalkes, welche in einem flachen Randmeer der Tethys entstanden sind. Nach einer Meeresregression zu Beginn des Keupers kommt es wieder zu vermehrtem

Eintrag durch Flüsse. Aus dem Keuper sind Evaporite bekannt (vgl. WAGREICH 2010, Teil 7, 14).

Im Gegensatz zur Germanischen Trias erfolgt im alpinen Bereich eine Unterteilung dieser Periode in Unter-, Mittel- und Obertrias.

„Die Stufen der ‚germanischen Trias‘ korrelieren nicht vollständig mit der Abgrenzung von Unter-, Mittel- und Obertrias. So hat der germanische Muschelkalk einen etwas geringeren stratigraphischen [sic] Umfang als die Mitteltrias der Tethys.“ (FAUPL 2003, 111)

Obwohl in der Alpen Trias andere Gesteine, als in der Germanischen Trias abgelagert wurden und hier sechs Stufen unterschieden werden – so dass man streng genommen nicht mehr von einer Trias sprechen kann – sind die generellen Trends in der Schichtfolge auch hier zu erkennen:

„Die alpine Trias beginnt mit kontinentalen Rotsedimenten, die aber bald durch marine Ablagerungen abgelöst wurden. Im Flachmeerbereich der Tethys wuchsen mächtige Riffkomplexe, zwischen denen im tieferen Wasser schichtige Ablagerungen von Kalken, Mergeln und Tonen abgelagert wurden. In der jüngeren Trias hat eine Regression zu großräumiger Verkarstung im Alpengebiet geführt, die nachfolgenden Sedimente enthalten neben klastischem Schutt aus den umgebenden Abtragungsbereichen auch Steinkohlen.“ (ROTHER 2000, 125)

Während der letzten zwei Stufen (Norium und Rhätium) werden unter relativ hohem Meeresspiegel wieder mächtige Karbonatplattformen gebildet (vgl. WAGREICH 2010, Teil 7, 25).

In der Zeit der Trias werden jene Kalke abgelagert, die heute Österreichs Kalkalpen bilden. Drei Faziesfolgen sind dabei zu unterscheiden: Die Hauptdolomit-, die Dachsteinkalk- und die Hallstätter Fazies. Ein paar wesentliche Schichtglieder dieser oberostalpinen Triasvorkommen sind Werfener Schichten, Gutensteiner Kalke, Hallstätter Kalke, Reiflinger Kalke, Wettersteinkalk, Lunzer Schichten, Dachsteinkalk, Hauptdolomit und Zlambachmergel (vgl. FAUPL 2003, 131).

Beispiele für Triasvorkommen in anderen geologischen Zonen Österreichs sind die Keuper-Fazies im Helvetikum, der Semmeringquarzit aus dem Unterostalpin sowie die ebenfalls zum Unterostalpin zählenden kohleführenden Lunzer Schichten im Bereich der Radstätter Tauern. Erwähnenswert ist weiters, die aus der Mitteltrias stammende vulkanische Fazies in den Südalpen (vgl. FAUPL 2003, 131).

1.11 Jura – Der *Archaeopteryx* als Urform der Vögel

Die von 206 Ma bis 144 Ma vor heute dauernde Periode des Juras wird in drei Serien unterteilt: Das Unterjura, welches als Lias bezeichnet wird, dauert bis 180 Ma vor heute und wird vom Mittleren Jura (= Dogger) abgelöst. 159 Ma vor heute beginnt das Obere Jura, welches auch Malm genannt wird. Namensgebend für diesen Abschnitt der Erdgeschichte war das Schweizer Juragebirge (vgl. FAUPL 2003, 138).

Die Veränderungen in der Lebenswelt durch das Massenaussterben ermöglicht eine deutliche Grenzziehung zwischen Trias und Jura. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das internationale Grenzprofil der Trias-Jura Grenze in Österreich (Kuhjoch in Tirol) festgelegt ist (vgl. WAGREICH 2010, Teil 8, 4). Die Abgrenzung zur nachfolgenden Kreidezeit ist ebenfalls durch Änderung der Tierwelt sowie Gebirgsbildungsprozesse bestimmt:

„Die Hangendgrenze zur Kreide ist neben einer veränderten Fauna auch durch tektonische Bewegungen, die sog. Jung-Kimmerische Phase gekennzeichnet, die viele Gebiete verlanden ließ, so dass die Grenzziehung dort durch Schichtlücken, evaporitische Bildungen oder eine lokal überwiegende limnische Fazies erschwert wird.“ (ROTHER 2000, 127)

Der in der Trias beginnende Zerfall von Pangaea wird im Jura mit der Öffnung des südlichen Nordatlantiks und des Indischen Ozeans zwischen Indien und Asien fortgesetzt. Gondwana beginnt zu zerbrechen und die Umrisse der heutigen Kontinente werden erkennbar. Der Atlantik nimmt an Größe zu und an der Grenze zwischen Lias und Dogger wird im atlantischen Bereich erstmalig ozeanische Kruste gebildet (vgl. WAGREICH 2010, Teil 8, 9).

Im engen Zusammenhang mit der Öffnung des Atlantiks steht die auffälligste jurassische plattentektonische Veränderung im alpinen Raum: die Entstehung des Penninischen Ozeans durch Öffnungsvorgänge der westlichen Tethys:

„die Tethys, die zuvor im westl. Mittelmeer endete, öffnet sich nach W und trennt Gondwana u. Laurasia, nach O reicht sie bis Japan u. Kalifornien.“ (SEDLAG 2000, 34)

Durch Kollisionsvorgänge und Seitenverschiebungen bei der Bildung des Penninischen Ozeans wird die triadische Tethys geschlossen (vgl. WAGREICH 2010, Teil 8, 24).

Das Klima im Jura entspricht dem mesozoischen Treibhausklima. Auf den Südkontinenten kommt es zur Bildung von Wüsten (vgl. WAGREICH 2010, Teil 8, 18).

Die Tierwelt des Jura ist durch Weiter- und Neubildungen nach dem triadischen Massenaussterben bestimmt: Die stark dezimierten Ammoniten bilden neue Formen mit reichlich strukturierten Schalen, welche als Neoammoniten bezeichnet werden und wichtige Leitfossilien darstellen. Weitere Leitfossilien für diesen Zeitabschnitt sind Foraminiferen, Belemniten und die in nur wenigen Gattungen vorkommenden Brachiopoden. In großer Formenvielfalt sind die Bivalven zu finden, welche mit der Gruppe der Rudisten gesteinsbildend auftreten. Rudisten bilden karbonatische Riffe im Seichtwasser, bevor sie am Ende der Kreide aussterben (vgl. FAUPL 2003, 164; siehe auch STÖCKER 1986, Bd. 1, 421).

Als bedeutungsvolle Weiterentwicklung der Wirbeltiere erscheinen im Oberen Jura die ersten Vögel. Fossilienfunde belegen deren Abstammung von den Reptilien. So besitzt der Urvogel (*Archaeopteryx*) charakteristische Merkmale beider Tierstämme. Vorherrschende Wirbeltiergruppe sind weiterhin die Kriechtiere. Die an Land lebenden Vertreter – die Dinosaurier – sind artenreich und entwickeln sich gegen Ende des Juras zu den größten Landwirbeltieren, die es im Laufe der Erdgeschichte gegeben hat. Mit dem Auftreten der ersten Flugsaurier erobern die Reptilien den Luftraum, die wasserlebenden Vertreter, Ichthyosaurier, erreichen den Höhepunkt ihrer Entwicklung. Im Gegensatz zu den Reptilien bleiben die jurassischen Säugetiere eher klein. Sie erreichen zirka die Größe von Mäusen oder Ratten und sind meist nur in der Dämmerung oder in der Nacht aktiv (vgl. FAUPL 2003, 142 f.; siehe auch STÖCKER 1986, Bd. 1, 421).

Die weltweit einheitliche Vegetation wird von Farnen und Gymnospermen dominiert. Im Jura treten die ersten Vertreter der Diatomeen auf, welche im weiteren Verlauf der Erdgeschichte wichtige Leitfossilien bilden werden (vgl. FAUPL 2003, 138; siehe auch ROTHE 2000, 8).

Die Serien-Einteilung des außeralpinen Juras lässt sich anhand der abgelagerten Gesteine optisch gut erkennen. Die Jura-Abfolge beginnt mit den fossilreichen tonigen Sedimenten des Lias, die durch ihren hohen Anteil an organischer Substanz dunkel gefärbt sind. Diesen folgen die Sandsteine, Mergel und Tone des Dogger mit typisch brauner Gesteinsfarbe. Aufgelagert finden sich helle Plattenkalke, welche zahlreiche Fossilien enthalten. Aufgrund dieser Unterscheidung sind neben den Begriffen Lias, Dogger und Malm die Bezeichnungen Schwarzer Jura, Brauner Jura bzw. Weißer Jura für diese Abschnitte geläufig. Als Gesteinsbeispiele für das außeralpine Jura scheinen der Posidonienschiefer aus

der Zeit des Lias sowie die im Malm gebildeten fossilreichen Solnhof-Plattenkalke erwähnenswert (vgl. ROTHE 2000, 138 f.).

Bevor mit der Betrachtung des Alpen Juras begonnen wird, sei noch erwähnt, dass die ältesten bekannten Gesteine der ozeanischen Kruste aus der Periode des Juras stammen. In früheren Erdzeitabschnitten gebildete Ozeanbodengesteine wurden zwischenzeitlich schon wieder subduziert und sind daher nicht mehr in ihrer ursprünglichen Form erhalten (vgl. ROTHE 2000, 142).

Die Juraablagerungen in Österreich zählen zum Alpen Jura, welches in mehreren geologischen Zonen zu finden ist. Als Beispiele seien die Kalkklippen des Weißen Juras in der Waschbergzone, die steinkohleführenden Schichten der Grestener Klippenzone sowie die rotgefärbten Ammoniten- und Cephalopodenkalke in den Kalkalpen genannt. Bemerkenswert ist das Jura des Penninikums. Wird doch der höchste Berg Österreichs, der Großglockner, aus den typisch grün gefärbten, metamorph gewordenen Gesteinen des Penninischen Ozeans aufgebaut (vgl. FAUPL 2003, 153 ff.).

1.12 Kreide – Die Neuentwicklung der Blüte

Namensgebend für die letzte Periode des Mesozoikums war ein aus kalkigem Nannoplankton gebildetes Gestein: die aus Coccolithen bestehende Schreiekreide (vgl. ROTHE 2000, 143). Dieser Abschnitt der Erdgeschichte umfasst die Zeit von 144 Ma bis 65 Ma vor heute und wird in Ober- und Unterkreide gegliedert. In der Literatur findet sich darüber hinaus die Bezeichnung Mittelkreide. Da dieser Begriff jedoch unterschiedlich gebraucht wird und nicht einheitlich festgelegt ist, erfolgt im Weiteren eine Einschränkung auf die international gebräuchliche Unterteilung in zwei Epochen. Die Grenze zwischen diesen beiden liegt bei 99 Ma vor heute (vgl. FAUPL 2003, 161 f.).

Der Einschnitt in die Lebenswelt am Ende des Mesozoikums war enorm. Dem Massenaussterben fielen 75 % aller Tier- und Pflanzenarten zum Opfer. So wurden im kontinentalen Bereich die Dino- und die Flugsaurier vollkommen ausgelöscht. Auch die großen marinen Reptilien sterben aus. In den marinen Lebensräumen verschwinden darüber hinaus Ammoniten und Belemniten. Die Organismen des marinen Planktons werden stark dezimiert, nur 10 % überleben. Neben den Foraminiferen erlöschen zahlreiche Korallen-Gattungen sowie die Rudisten. Der enorme Rückgang von Sporen in den Sedimenten der obersten Kreide deutet auf eine starke Dezimierung im Pflanzenreich hin und legt die

Vermutung nahe, dass die Fotosynthese über einen längeren Zeitraum nur eingeschränkt möglich war oder sogar gänzlich ausgesetzt werden musste (vgl. STANLEY 2001, 527).

Ausschlaggebend für das Aussterben all dieser Arten dürfte ein Meteoriten-Einschlag gewesen sein. Hinweise für diese Impakt-Theorie liefern geschockte Quarze und eine Iridium-Anomalie in den Grenzsicht-Sedimenten. Als Einschlagsort gilt der Chicxulub-Impaktkrater auf der Halbinsel Yucatan in Mexiko. Dieser Meteoriten-Einschlag bedingt gravierende Änderungen in der Lebenswelt der Erde. In Folge des Impaktes kommt es zu Schockwellen und Erdbeben dazu bilden sich Tsunamis und Feuerbrünste im Umfeld des Einschlagsortes. Durch die enormen Kräfte beim Auftreffen des Kometen wird die Erdkruste aufgeschmolzen und es entstehen giftige Dämpfe sowie Eruptionssäulen aus Gas und feinen Schmelzpartikeln (vgl. FAUPL 2003, 165 f.; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 9, 39).

Da sich bei etlichen Organismengruppen, etwa den Rudisten und den Ammoniten, die Artendezimierung schon vor der eigentlichen Kreide-Tertiär-Grenze erkennen lässt, werden neben dem Meteoriten-Einschlag Klimaschwankungen für das Massenaussterben diskutiert. Ursache dieser Klimaänderungen dürfte starke vulkanische Aktivität im indischen Bereich gewesen sein (Dekkan Trapp Basalte). Die freigesetzten vulkanischen Gase verteilen sich in der Atmosphäre, wo sie das Sonnenlicht abschirmen. Die folgende Temperaturabnahme bedingt Impaktwinter auf der Erde (vgl. FAUPL 2003, 165 f.; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 9, 39).

Der Zerfall von Pangaea schreitet in der Kreidezeit weiter voran. Der nördliche Teil des Atlantiks erstreckt sich weiter nach Norden und trennt Nordamerika von Europa ab. Durch die Öffnung des südlichen Atlantiks zwischen Südamerika und Afrika und das Driften der Antarktis zum Südpol wird die heutige Verteilung der Ozeane erkennbar (vgl. SEDLAG 2000, 34).

Die kretazischen Veränderungen in Europa sind geprägt durch das Nordwärtswandern der Afrikanischen Platte. Der Penninische Ozean wird subduziert. Durch die räumliche Einengung, werden die Sedimente vom kristallinen Untergrund abgelöst und in Decken übereinander gestapelt. Mit dieser eoalpinen Gebirgsbildung beginnt die Entstehung der Alpen (vgl. FAUPL 2003, 178).

Das anfänglich gleichmäßig warme Treibhausklima der Kreidezeit wird zunehmend kälter, da die Südpollage der Antarktis eine Abkühlung des Klimas fördert (vgl. STANLEY 2001, 527).

Vorherrschende Wirbellose der Kreidezeit sind Foraminiferen, Stachelhäuter, Belemniten und Ammoniten. Letztere bilden gegen Ende dieser Periode eigentümliche

Formen. Den Rudisten kommt Bedeutung als Riffbildner zu (vgl. FAUPL 2003, 164). Aus der Kreidezeit sind überdies Riesenformen der Cephalopoden bekannt (vgl. ROTHE 2000, 158).

Die Kreide kann als ‚Das Reptilienzeitalter‘ bezeichnet werden. Das Landschaftsbild ist geprägt von riesigen Dinosauriern, die am Höhepunkt ihrer Entwicklung stehen. Gewaltige Flugsaurier sausen durch die Luft, im Meer finden sich zahlreiche marine Reptilien. Die Säugetiere bleiben weiterhin klein. Mit der Entstehung der ersten Plazentatiere in der Unterkreide erfolgt die Auftrennung der Säugetiere in Beutel- und Plazentatiere (vgl. FAUPL 2003, 165; siehe auch SEDLAG 200, 34).

In der Unterkreide erscheinen die Bedecktsamer. Damit beginnt das Zeitalter des Känophytikums. Die Radiation der Angiospermen ist enorm. Sie entwickeln sich explosionsartig weiter und sind bereits ab der Wende Unter-/Oberkreide die beherrschenden Florenelemente (vgl. FAUPL 2003, 162).

Die beginnende alpine Orogenese lässt sich in den Kreide-Formationen des Oberostalpins nachzeichnen. Auf die in der Unterkreide im Tiefwasser abgelagerten Kalke der Schrambach-Formation folgen terrige Sedimente (turbiditische Sandsteine, Breccien) der Rossfeld Schichten. Diese sind überschoben und in Falten gelegt. Aufgelagert finden sich die synorogen gebildeten Sedimente der Loserstein- und Branderfleck-Schichten. Beide wurden am Höhepunkt der eoalpinen Gebirgsbildung abgelagert. Nach der beginnenden Orogenese gelangt der Alpenkörper durch eine Transgression neuerlich unter den Meeresspiegel. Auf den deformierten Strukturen des Ostalpins werden zunächst fluviatile und in Folge Flachwassergesteine sedimentiert. Diese Übergänge sind in der Gosau-Gruppe beobachtbar. Beispiele für Kreideablagerungen aus anderen geologischen Zonen sind die Tiefwassersedimente der Kahlenberg-Formation in der Rhenodanubischen Flyschzone sowie die Flachwasserkalke des Helvetikums (vgl. FAUPL 2003, 177 ff.).

1.13 Paläogen – Neue Meeresströmungen in den Ozeanen

Mit dem Zeitalter des Paläogens beginnt 65 Ma vor heute die Ära des Känozoikums. Die stratigrafische Gliederung dieser Periode beschreibt drei Epochen: das Paleozän, das Eozän und das Oligozän. Die Grenzen liegen bei 55 bzw. 33, 7 Ma vor heute. Die Abgrenzung des Paläogens zur vorangegangenen Kreidezeit ist durch die Einschnitte des Massenaussterbens deutlich erkennbar (vgl. FAUPL 2003, 191 f.).

Die Verteilung der Kontinente nähert sich im Laufe des Paläogens mehr und mehr dem heutigen Bild an. Diese Entwicklung hat weit reichende Auswirkungen auf die

weltweiten Meeresströmungen: Durch das Fortschreiten der alpinen Gebirgsbildung (mesoalpine Orogenese) und die Kollision von Afrika und Europa wird die Zirkum-Äquatoriale Strömung, welche seit dem Jura durch die Tethys vorhanden war, im Eozän unterbrochen. Im selben Zeitabschnitt reißt der nördliche Nordatlantik zwischen Grönland und Skandinavien auf. Bis ins späte Oligozän bleiben Island und die Färöer durch eine Landbrücke verbunden. Nach Absinken dieser Verbindung entsteht eine neue Meeresströmung vom arktischen Raum zum Atlantik, da kalte, dichte Wassermassen als Tiefenströmung in wärmere Bereiche gelangen. Als Ausgleich zu diesen Tiefenströmungen bildet sich der Golfstrom. Die Kollision von Indien mit Asien beginnt, Australien löst sich im späten Oligozän von der Antarktis (vgl. FAUPL 2003, 196 ff.).

Die nach Norden gerichtete Bewegung der Afrikanischen Platte, setzt sich im Paläogen fort. Als Folge der Subduktion der Tethys kollidiert der Alpenkörper mit dem europäischen Schelf und die Alpen heben sich aus dem Meer. Im Norden entsteht als Restmeer die Paratethys, gleichzeitig entwickelt sich das Mittelmeer. Durch die Auflast der Alpen entsteht das Molassebecken (vgl. FAUPL 2003, 197 und 210 ff.).

Geprägt durch die Verschiebung der Kontinente und der neu entstandenen Meeresverbindungen ändern sich die Klimabedingungen auf der Erde. Das zu Beginn des Paläogens weltweit vorherrschende Treibhausklima mit geringen Temperaturunterschieden zwischen hohen und niedrigen geografischen Breiten wird zunehmend durch kühleres Klima mit hohem Temperaturgradient ersetzt. Durch die Loslösung Südamerikas von der Antarktis öffnet sich die Drake Passage. Die entstehende zirkumantarktische Strömung führt zu Vereisungen auf dem südlichsten Kontinent. Der Beginn der antarktischen Packeisbildung erfolgt an der Wende Eozän/Oligozän. Durch die Eisbildung kommt es zur Temperaturabnahme auf der Erde. In Folge kühlen die Ozeane ab (vgl. FAUPL 2003, 199 ff.).

Die Auslöschung einer Vielzahl von Arten an der Kreide-Tertiär-Grenze ermöglicht jenen Gruppen, die vom Massenaussterben weniger betroffen waren, die Chance zur Radiation. Im marinen Bereich erleben die Mollusken mit großer Formenvielfalt der Muscheln und Schnecken eine Blütezeit. Neben Seeigeln, Schwämmen und Korallen treten neue Formen des Nannoplanktons als Leitfossilien auf. Der Luftraum wird von Pollen übertragenden Insekten bevölkert. Nach dem Verschwinden der Dinosaurier erleben die Säugetiere eine enorme Entfaltung. So sind aus dem Paläogen alle rezenten Säugetier-Ordnungen nachgewiesen. Im Oligozän erscheinen die Menschenaffen (vgl. FAUPL 2003, 192 ff.).

Die Änderungen im Klima haben direkte Auswirkungen auf die Vegetation. Die Abkühlung führt zur Eingrenzung der Tropengürtel und zur Verbreiterung der polaren Gebiete. Laub- und Nadelwälder nehmen an Ausdehnung zu. Vorherrschende Pflanzengruppe sind weiterhin die Angiospermen, deren Radiation sich fortsetzt. Baumharz aus dem Eozän ist heute als Bernstein bekannt (vgl. WAGREICH 2010, Teil 10, 15).

Auf die kretazischen Schichten der Gosau-Gruppe folgen im Paläogen Tiefwasserablagerungen. Im Helvetikum finden sich Nummuliten- und Corallinaceenkalke sowie Glaukonitsandsteine aus dem europäischen Schelf. Ein weiteres Beispiel für paläogene Gesteine in Österreich ist die Greifenstein-Formation der Rhenodanubischen Flyschzone. Hier wurden vom oberen Paleozän bis ins mittlere Eozän Wechselfolgen von dicken, grobkörnigen Sandsteinbänken und dünnbankigen Sandstein/Tonmergeln abgelagert. Besonders erwähnenswert sind die oligozänen Plutonite entlang der Periadriatischen Naht. Hierzu zählen etwa der Tonalit des Bachern, der Riesenferner Tonalit sowie Adamello und Bergeller Pluton. Die damals gebildeten andesitischen Vulkangesteine wurden wieder abgetragen. Reste davon befinden sich in Geröllen der Molassezone (vgl. FAUPL 2003, 180 und 206 ff.).

1.14 Neogen – Das Auftreten des Menschen

Das in Miozän und Pliozän geteilte Neogen umfasst die Zeitspanne von 24 bis 2,6 Ma vor heute, wobei die Grenze zwischen den beiden Serien vor 5,3 Ma gezogen wird. Das Ende des Neogens ist durch das Einsetzen von Vereisungsspuren auf der Nordhalbkugel festgelegt (vgl. ROTHE 2000, 159).

Wichtige Änderungen in der Verteilung der Kontinentalplatten im Laufe des Neogens sind die Kollision der Afrikanischen mit der Arabischen Platte und die Entstehung des Roten Meeres. Durch die Kollision Indiens mit der Eurasischen Platte hebt sich das Himalaya-Gebirge. Die Panamastraße wird geschlossen und dadurch die zirkumäquatoriale Meeresströmung unterbrochen. Durch diese Vorgänge ist annähernd die rezente Verteilung der Kontinente erreicht. Auffälligster Unterschied ist die Paratethys, ein Meer, das große Teile von Europa bedeckt. Während des Neogens sind starke Schwankungen im Meeresspiegelstand beobachtbar. Bei tief liegendem Meeresspiegel werden die Verbindungen der Paratethys und des Mittelmeeres zu den Ozeanen unterbrochen. Im oberen Miozän wird das Mittelmeer gänzlich von den Weltmeeren abgeschlossen. Es kommt zur vollkommenen Austrocknung und in Folge zu Bildung von Evaporitgesteinen. Bei hohem Meeresspiegel

ergeben sich Verbindungen zwischen dem Mittelmeer und der Paratethys, welche bis in den indischen Ozean reichen konnten (vgl. FAUPL 2003, 196 ff.).

In die Zeit des Neogens fällt die neoalpine Orogenese. Die Adriatische Platte schiebt sich nach Norden und dringt spornartig in die europäische ein. Die Grenzlinie zwischen den beiden Kontinentplatten wird als Periadriatische Naht bezeichnet. Durch die Einengung wird das Krustenmaterial in Decken- und Faltenstrukturen zusammengelagert – die Alpen heben sich zum Hochgebirge. Der Alpenkörper überfährt die Molassezone und verformt deren südliche Teile (Subalpine oder Gestörte Molassezone). Die Hebung der Alpen bedingt die Freilegung tektonischer Fenster und die Bildung intramontaner Becken, etwa dem Wiener Becken, welches als Zerrungsstruktur zwischen den Alpen und den Karpaten entsteht (vgl. FAUPL 2003, 218 f.).

Im Neogen nimmt die Vereisung der Antarktis weiter zu. Für das mittlere Miozän kann bereits ein großer Eisschild nachgewiesen werden. Das Klima wird zunehmend kühler, ist allerdings starken Schwankungen unterworfen (vgl. WAGREICH 2010, Teil 11, 5).

Die Radiation der Säugetiere schreitet voran. Aus dem Miozän sind zahlreiche Vertreter der Unpaar- und Paarhufer bekannt. Im Pliozän erscheinen mit den Australopithecinen in Afrika die Vorfahren des Menschen (vgl. ROTHE 2000, 166 ff.).

Die starken Klimaschwankungen führen zur Einengung der Lebensräume und zur Verdrängung einiger Tiergruppen aus Europa in südlichere Breiten. Ähnliche Entwicklungen sind in der Vegetation feststellbar. Die Tropengürtel werden eingeengt und es entwickeln sich die typischen Pflanzen der Savannen (vgl. WAGREICH 2010, Teil 11, 5).

Das Neogen der Alpen ist stark durch die Paratethys geprägt. Bei Meeresregression zieht sich das Wasser von Westen nach Osten zurück. Dies erklärt die Unterschiede der marinen Entwicklung in den einzelnen Bereichen der Paratethys, deren Abfolge im Bereich des Wiener Beckens erkennbar ist. Im Randbereich finden sich überwiegend fluviatil abgelagerte Konglomerate, Sande und Seichtwasserkalke. Als Beispiel sei der beigefarbene Leithakalk erwähnt. Die Beckenfazies besteht aus vollmarinen, feinklastischen Sedimenten, etwa dem fossilreichen grauen Badener Tegel (vgl. FAUPL 2003, 213 und 121 ff.).

Das Wiener zählt gemeinsam mit dem Steirischen und dem Klagenfurter Becken zu den intramontanen Becken, welche neben der Mur/Mürz-Furche und der Molassezone die Abtragungsprodukte der neoalpinen Gebirgsbildung aufnehmen (vgl. FAUPL 2003, 219). In der Molassezone zeichnet sich die typische Faziesfolge ab: Am passiven nördlichen Rand bilden sich Randsedimente und Sande (Melker Sande, Linzer Sande), die Beckenfazies

besteht aus tonig, feinkörnigem Schlier. Im Bereich des aktiven Randes im Süden kommt es zur Bildung von Konglomeraten durch Flüsse (vgl. WAGREICH 2010, Teil 11, 14 ff.).

Das Steirische Becken ist Teil des innerkarpatischen Vulkanbogens. In diesem Bereich kommt es im Neogen zu Vulkanismus. Die damals entstandenen Vulkangesteine (Basalte, Trachyte, Rhyolite und Andesite) sind heute von Sedimenten bedeckt (vgl. FAUPL 2003, 225).

1.15 Quartär – Die Eiszeiten in Europa

Vor 2,6 Ma beginnt das Erdzeitalter des Quartärs, welches bis in die geologische Gegenwart reicht und in Pleistozän und Holozän eingeteilt ist. Die Feinunterteilung des Pleistozäns erfolgt nach den vier alpinen Eiszeiten Günz, Mindel, Riss und Würm. Die Grenze zwischen Pleistozän und Holozän ist mit Beginn der neuerlichen Erwärmung nach der letzten Eiszeit festgesetzt (vgl. FAUPL 2003, 228 ff.).

Wie ROTHE beschreibt, gehen die Begriffe Pleistozän und Holozän beide auf LYELL zurück:

„LYELLS ursprüngliche Abgrenzung pleistozäner von pliozänen Schichten geschah in Italien und Frankreich; in pleistozänen Meeresablagerungen waren näherungsweise noch 90 % der rezenten Mollusken zu finden, in pliozänen dagegen wesentlich weniger. Es war also ein biostratigraphischer [sic] Ansatz, mit dem hier versucht wurde, die Grenze zu definieren.“ (ROTHE 2000, 174)

Zu Beginn des Quartärs hatten die Kontinentalplatten ihre heutige Lage eingenommen (vgl. ROTHE 2000, 173). Bedingt durch die Eiszeiten, kommt es weltweit zu starken Meeresspiegelschwankungen und rhythmischen Wechseln von Kalt- und Warmzeiten. Während der Kaltzeiten sind die Sommer kühl, die Winter hingegen mild und niederschlagsreich. Innerhalb der Eiszeiten liegen gewaltige Eiskappen am Nordpol sowie Packeis in der Antarktis. Im alpinen Bereich bilden sich Vergletscherungen, die weit bis in die Täler und ins Vorland vordringen. Diese ziehen sich in den Warmzeiten wieder zurück. Die heißen Sommer der Warmzeiten sind niederschlagsreich, die Winter kalt und niederschlagsarm (vgl. FAUPL 2003, 232).

Die Tierwelt des Pleistozäns ist geprägt durch die an die unwirtlichen Bedingungen der Eiszeit angepassten Tierarten wie Mammuts, Rentiere und Bären sowie Kleinsäuger. Durch den Meeresspiegeltiefstand während der Kaltzeiten werden Landbrücken freigelegt, welche die Wanderung von Tieren ermöglichen und zur heutigen Verteilung der Tierwelt beigetragen haben (vgl. SEDLAG 2000, 35; siehe auch WAGREICH 2010, Teil 12, 6 f.).

Im Laufe des Quartärs entwickeln sich die Vorfahren des Menschen zum *Homo sapiens sapiens*, dem denkenden Menschen, welcher ausgehend von Afrika neue Lebensräume erobert hat und mittlerweile die gesamte Erde bevölkert (vgl. ROTHE 2000, 190).

Die Verteilung der Vegetation wird durch die Eiszeiten direkt beeinflusst. In den Kaltzeiten drängen die Eismassen die Wälder der Nordhalbkugel in tiefere geografische Breiten zurück. Gleichzeitig herrschen auf der südlichen Hemisphäre Trockenperioden vor, wodurch sich die Wüstengebiete verbreitern und die Regenwälder schrumpfen. Nach Abschmelzen des Eises dehnen sich die Vegetationsbereiche wieder nach Norden aus. Das trockene Klima der Südkontinente wird durch niederschlagreiche Witterung abgelöst, die Wüsten wandeln sich in feuchte Savannengebiete (vgl. STÖCKER 1986, Bd. 2, 701).

Typische Gesteine der Eiszeiten sind Gletschersedimente, Moränen und Flussschotter, deren Ablagerung zur Bildung von Kiesflächen (Terrassen) führt. Im Vorraum der Eismassen kommt es zu siltreichen Lössablagerungen (vgl. ROTHE 2000, 173). In Österreich findet sich eine Vielzahl von Spuren der alpinen Eiszeiten. Als Folge der Vergletscherungen entstanden trogförmige Täler (Zillertal) und die typischen Zungenbeckenseen des Salzkammergutes (Traunsee, Attersee, ...). Kiesflächen sind im Alpenvorland und im Wiener Becken zu finden (vgl. FAUPL 2003, 240 f.).

1.16 Ein Blick in die geologische Zukunft

Am Ende der Reise durch die Erdgeschichte in der Gegenwart angekommen, soll der Blick in die Zukunft gerichtet werden.

Über die natürlich ablaufenden Prozesse wie die Evolution der Lebewesen und die Entwicklung des Menschen können nur Mutmaßungen angestellt werden.

Deutungen der gegenwärtigen plattentektonischen Prozesse ermöglichen jedoch Voraussagen über die Bewegungen der Kontinentalplatten: Nach SCOTese (<http://www.scotese.com>) kann vorhergesehen werden, dass die Afrikanische Platte mit der Eurasischen kollidiert. Der Atlantik wird sich vorerst erweitern, wodurch die Nordamerikanische und die Eurasische Platte auseinanderdriften, bevor es zum Einsetzen einer Subduktionszone östlich des amerikanischen Kontinentes kommt. Australien wird mit Südostasien kollidieren und anschließend nach Süden wandern, um sich mit der Antarktis zu vereinen. All diese Vorgänge könnten in 250 Millionen Jahren zur Bildung eines neuen Großkontinentes führen:

”The next Pangaea, ‘Pangaea Ultima’ will form as a result of the subduction of the ocean floor of the North and South Atlantic beneath eastern North America and South America. This supercontinent will have a small ocean basin trapped at its center.” (SCOTese, <http://www.scotese.com>)

Neben der Lage der Kontinentalplatten prägt die Höhe des Meeresspiegels das Aussehen der Erdoberfläche. „Zurzeit befindet sich die Erde in einer interglazialen Warmperiode mit relativ hohem Spiegelstand, obwohl noch große Wassermassen in den Polargebieten der Erde gebunden sind.“ (FAUPL 2003, 247) Abschmelzen der Polkappen und/oder der glazialen Inlandeismassen könnte zum Anstieg des Meeresspiegels und somit zur Verringerung der wasserfreien Landmassen und des Lebensraumes der Menschen beitragen (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 654 f.).

Die Erscheinung des Menschen ist die wohl auffallendste Entwicklung in der Erdgeschichte. Nie zuvor war eine Art so dominierend und hat dermaßen stark auf die Natur eingewirkt, wie dieses denkende Wesen. Wie PRESS/SIEVER beschreiben hat der Mensch seit seiner Entstehung direkten Einfluss auf seine Umwelt und in Folge auf das System Erde:

„Zweifelloso war der Mensch an der globalen Veränderung am Übergang zum Pleistozän beteiligt. Das Aussterben der Großsäuger, unter anderem der Säbelzahnkatzen, der Wollhaarmammute, der Riesenfaultiere und anderer, war möglicherweise eine Folge der Überjagung, als Stämme der Menschen von Asien aus nach Australien und Amerika vordrangen. Im Zuge der Entwaldung durch die Ackerbau betreibenden Gemeinschaften wurde bei dieser Erweiterung der Lebensräume CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt, das wohl dazu beigetragen haben dürfte, das Klima im Holozän weiter zu stabilisieren. Heute, 11 Jahrtausende später, hat unsere Zivilisation plötzlich die zur Verfügung stehenden, ungeheuer großen Energiequellen nutzbar gemacht und sie erhöhte ihren Energieverbrauch in weniger als einem Jahrhundert um das Zehnfache. Sie wurde damit selbst zu einem höchst interaktiven globalen Geosystem.“ (PRESS/SIEVER 2008, 656)

Wie stark sich das Eingreifen des Menschen in die oft Millionen von Jahren dauernden natürlichen Abläufe der Erde auf unseren Planeten auswirkt, lässt sich nicht absehen. Unbestritten ist jedoch, dass die Menschheit mehr und mehr zu einem geologischen Faktor wird: Kohlendioxid-Emissionen aus Verkehr und Industrialisierung, Rodung riesiger Flächen des Regenwaldes, Beseitigung des Plastik-Mülls in den Ozeanen, Vergraben von Atom-Abfall, direkte Eingriffe durch Tourismus und Landschaftsplanung, Förderung großer Mengen Erdöl und Erdgas, Abbau von Bodenschätzen, ... – diese Liste zeigt nur einen kleinen Ausschnitt des menschlichen Einflusses auf den Planet Erde (vgl. FAUPL 2003, 248; siehe auch PRESS/SIEVER 2008, 656).

Dieses starke Wirken des Menschen veranlasste den niederländischen Meteorologen und Nobelpreisträger Paul CRUTZEN, den Begriff des Anthropozäns vorzuschlagen. Ein Erdzeitalter, welches durch das Wirken des Menschen geprägt ist (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 656). Unabhängig davon, ob dieser Begriff effektiv Verwendung findet/finden soll, was unter GeologInnen noch diskutiert wird, bleibt die Tatsache, dass nie zuvor in der Erdgeschichte eine einzige Art diesen Planeten so dominiert hat und sich so zu eigen gemacht hat, wie der *Homo sapiens*. Ob technische Errungenschaften des Menschens letztlich dazu führen können, die Welt vor der möglichen Katastrophe zu bewahren, wie einige Filme bereits zeigten? – Darüber kann nur spekuliert werden.

„Der Mensch wäre daher gut beraten, wenn er aus der erdgeschichtlichen Vergangenheit zielgerichtete Konsequenzen ziehen würde.“ (PRESS/SIEVER 2008, 296)

2. Analyse

*„Ich unterrichte meine Schüler nie,
ich versuche nur, Bedingungen zu schaffen,
unter denen sie lernen können.“*

Albert EINSTEIN

Welche Themenbereiche der Historischen Geologie spielen im Biologieunterricht eine Rolle? Wie ist Erdgeschichte im Fachlehrplan für Biologie und Umweltkunde berücksichtigt? Welche Informationen zur Erdgeschichte scheinen in den geologischen Kapiteln der Lehrbücher für Biologie und Umweltkunde auf? Antworten auf Fragen wie diese, liefert der folgende Abschnitt.

2.1 Erdgeschichte im Lehrplan

2.1.1. Allgemeine Informationen zum Lehrplan

In den staatlich verordneten Lehrplänen werden die Bildungsaufgaben der Schule für die einzelnen Schularten und Unterrichtsfächer festgelegt. Die derzeit gültigen Fassungen sind im Jahr 2000 (Unterstufe) bzw. 2004 (Oberstufe) in Kraft getreten. Diese neuen Lehrpläne sind modern gestaltet und enthalten neben dem allgemeinen Teil mit Informationen über das allgemeine Bildungsziel, allgemeine didaktische Grundsätze sowie Hinweise zur Schul- und Unterrichtsplanung, die Möglichkeit für autonome Schwerpunktsetzungen. Die Fachlehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände geben Auskunft über die Bildungs- und Lehraufgaben der einzelnen Fächer, regeln, welche Themenbereiche in welchen Schulstufen durchgenommen werden sollten und beinhalten fachdidaktischen Grundsätze (vgl. KERN, <http://www.gemeinsamlernen.at/>).

2.1.2 Der Fachlehrplan für Biologie und Umweltkunde

Biologie und Umweltkunde ist in Allgemein Bildenden Höheren Schulen Österreichs als Pflichtgegenstand in Unter- und Oberstufe vorgesehen und kann darüber hinaus als Wahlpflichtfach gewählt werden. Für jeden der drei Fälle existiert ein entsprechender Fachlehrplan, welcher dem allgemeinen Aufbau der neuen AHS-Lehrpläne folgt:

„ • *Titel (Gegenstandsbezeichnung): Pflichtgegenstand oder Wahlpflichtgegenstand*
 • *Bildungs- und Lehraufgabe: Selbstverständnis des Gegenstandes; Hauptziele die die Schüler/innen im jeweiligen Fach erreichen sollen*
 • *Didaktische Grundsätze: fachspezifische Hinweise und Grundsätze für den Unterricht der Lehrer/innen, für die eingesetzte Methodik und Didaktik etc.*
 • *„Lehrstoff“ [...] Hier wird in verbindlichen Vorgaben formuliert, welche Lernziele die Schüler/innen erreichen sollen. Die zeitliche Gewichtung und die konkrete Umsetzung der Vorgaben obliegen den Lehrkräften.“ (KERN, <http://www.gemeinsamlernen.at/>)*

Im Abschnitt der Bildungs- und Lehraufgabe werden die Themenbereiche des Unterrichtsgegenstandes festgelegt. In der Unterstufe sind dies „Mensch und Gesundheit, Tiere und Pflanzen sowie Ökologie und Umwelt“ (Lehrplan 2000, 1), für die Oberstufe „Mensch und Gesundheit, Weltverständnis und Naturerkenntnis, Ökologie und Umwelt sowie Biologie und Produktion.“ (Lehrplan 2004, 1) Die im Punkt vier beschriebenen Lernziele sind dieser Gliederung in Themenbereichen untergeordnet. Sie sollen nun mit besonderem Augenmerk auf die Historische Geologie untersucht werden.

2.1.3 Erdgeschichte im Lehrstoff

Bei der Analyse des Lehrstoffes konnte festgestellt werden, dass die Erdgeschichte dem Themenbereich ‚Tiere und Pflanzen‘ zugeordnet ist und in der dritten Klasse behandelt wird:

„Weiters ist die Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens, einschließlich des Menschen, zu behandeln.“ (Lehrplan 2000, 4)

Weitere Einträge, in denen die Erdgeschichte explizit erwähnt wird, konnten nicht gefunden werden. Allerdings gibt es einige Passagen, die Verbindungen zur Erdgeschichte bieten oder Raum für Interpretationen lassen, so dass die Geschichte der Erde in diesen Bereichen mittransportiert werden kann. Zwei Ausschnitte erscheinen hier besonders erwähnenswert: In der sechsten Klasse findet sich im Themenbereich ‚Weltverständnis und Naturerkenntnis‘ das Unterkapitel ‚Bioplanet Erde‘, dem folgende Inhalte zugeschrieben werden:

„Einblick in die Stellung der Erde im Weltall, Wissen um Aufbau und Struktur der Erde und der geodynamischen Formungskräfte als Grundlage der Entstehung ausgewählter österreichischer Landschaften“ (Lehrplan 2004, 3)

In der achten Klasse wird im Rahmen der Evolution auf den Ablauf der Entwicklungsgeschichte eingegangen. In diesem Zusammenhang scheinen Verknüpfungen zur Erdgeschichte angebracht und wünschenswert.

Die freie Gestaltung des Erweiterungsbereiches in der Unterstufe bietet ebenfalls Möglichkeiten, die Historische Geologie im Unterricht zu berücksichtigen.

Auf mögliche Verbindungen der Erdgeschichte zu verschiedenen Teildisziplinen der Biologie wird in Punkt 3.3 eingegangen.

2.2 Erdgeschichte in Lehrbüchern

Lehrbücher zählen zu den Unterrichtsmitteln, welche im §14 des Schulunterrichtsgesetzes (SchUG) behandelt werden:

„(1) Unterrichtsmittel sind Hilfsmittel, die der Unterstützung oder der Bewältigung von Teilaufgaben des Unterrichtes und zur Sicherung des Unterrichtsertrages dienen.

(2) Unterrichtsmittel müssen nach Inhalt und Form dem Lehrplan der betreffenden Schulstufe entsprechen und nach Material, Darstellung und sonstiger Ausstattung zweckmäßig und für die Schüler der betreffenden Schulstufe geeignet sein. [...]

(4) Der Lehrer darf nur solche Unterrichtsmittel im Unterricht einsetzen, die nach dem Ergebnis seiner gewissenhaften Prüfung den Voraussetzungen nach Abs. 2 entsprechen oder vom zuständigen Bundesminister als für den Unterrichtsgebrauch geeignet erklärt worden sind (Abs. 5).“ (SchUG, § 14)

Im Schulunterricht dürfen also nur approbierte Lehrbücher eingesetzt werden. Daher wurden als Grundlage für die Auswahl, der zur analysierenden Bücher nur jene in Betracht gezogen, welche auf der Schulbuchliste der Schulbuchaktion 2009/10 vermerkt sind (vgl. Schulbuchaktion 2009/10).

Da die Themengebiete der Erdgeschichte schwerpunktmäßig in der dritten Klasse behandelt und für diese Schulstufe auch im Lehrplan explizit erwähnt werden, wurden die geologischen Kapitel aus Lehrbüchern dieser Schulstufe zur Analyse herangezogen. Dabei traten einige Schwierigkeiten auf, einzig aus dem Inhaltverzeichnis herauszufiltern, welche Kapitel sich diesem Themenbereich zuordnen lassen. Darauf und auf weitere Probleme wird nach der Analyse eingegangen.

Auf dem Markt gibt es eine Vielzahl von Lehrbüchern für das Fach Biologie und Umweltkunde. So weist die Schulbuchliste der Schulbuchaktion 2009/10 allein 16 verschiedene Lehrbücher für den Einsatz in den dritten Klassen auf (vgl. Schulbuchaktion 2009/10).

Um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen, und dennoch ein gewisses Maß an Vergleichbarkeit erzielen zu können, wurden aus diesen drei Exemplare ausgewählt:

- **ganz klar: Biologie 3:**

ARIENTI, H., GRIDLING, H., KATZENSTEINER, K., u.a., 2008: ganz klar: Biologie 3, Wien (Jugend & Volk).

- **Natur bewusst 3:**

DEMMER, G., GARTZEN, C., GEITNER, E., u.a., 2002: Natur bewusst 3, Hg. von R. HAUSFELD und W. SCHULENBERG. Wien (Westermann).

- **BIO BUCH 3:**

KUGLER, R., 2004: BIO BUCH 3, Wien (Ed. Hölzel).

Die Abhandlung der Geschichte der Erde im vorgereichten Kapitel bildete die fachliche Grundlage für die Auswahl der zu analysierenden Punkte. Für jede Periode der Erdgeschichte wurden charakteristische Begriffe und Themen ausgesucht. Eine derartige Auswahl kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben und wird immer subjektiv geprägt sein. Dennoch sollte es geglückt sein, ein gewisses Spektrum an erdgeschichtlichen Inhalten abzudecken.

Die Ergebnisse werden tabellarisch gegenübergestellt. Zu jeder Tabelle finden sich ausgewählte Zitate, die Vorstellung geben sollen, in welcher Art und Weise die einzelnen Aspekte in den einzelnen Lehrbüchern aufscheinen.

2.2.1 Entstehung des Sonnensystems

Wie bei der Behandlung der Geschichte der Erde, soll auch die Analyse mit der Entstehung des Sonnensystems begonnen werden – das Ergebnis ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Auffällig ist hierbei, dass im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘, die Entstehung des Sonnensystems nicht behandelt wird. Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ wird auf das Alter der Erde und die Entstehung der Planeten eingegangen, der Urknall jedoch nicht erwähnt:

„Über die Entstehung der Erde gibt es nur Theorien. Man vermutet, dass durch die Zusammenballung von Staub und Gas die Planeten entstanden sind. Das Alter der Erde beträgt etwa 4,6 Milliarden Jahre.“ (ARIENTI 2008, 7)

Entstehung des Sonnensystems			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Urknall		•	
Theorie des Urknalls		•	
Begriff Milchstraße		•	
Entstehung der Sonne		•	
Alter des Sonnensystems		•	•
Entstehung der Planeten		•	•

Tab. 2: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Entstehung des Sonnensystems

Ausführlicher wird die Entstehung des Sonnensystems von KUGLER beschrieben. Im Kapitel über die Entstehung der Erde wird eine altersadäquate Erklärung zum Urknall gegeben:

„Es gibt Hinweise dafür, dass unser Universum vor etwa 15 Milliarden Jahren durch eine gewaltige Explosion entstanden ist – den Urknall.“ (KUGLER 2004, 6)

Im ‚BIO BUCH 3‘ wird überdies die Entstehung der Sonne durch physikalische Reaktionen beschrieben:

„Kalte Gasteilchen verdichteten sich immer stärker und formten schließlich die Sonne. Durch eine physikalische Reaktion (Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium). (KUGLER 2004, 6)

Mit diesem Zitat lässt sich der Eintrag zur ‚Zusammensetzung der Sonne‘ belegen, welcher zum nächsten Analyse-Punkt überleitet, der sich mit dem Bau des Sonnensystems beschäftigt.

2.2.2 Bau des Sonnensystems

Tabelle 3 fasst das Ergebnis der Analyse zum ‚Bau des Sonnensystems‘ zusammen, wobei zu beobachten ist, dass dieser Themenkomplex nur im ‚BIO BUCH 3‘ behandelt wird.

Bau des Sonnensystems			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Zusammensetzung der Sonne		•	
Elliptische Bahnen		•	
innere Planeten		•	
äußere Planeten		•	
Anzahl der Planeten		•	
Namen der Planeten		•	
Eigenschaften der Planeten		•	
Begriff Asteroidengürtel			
Begriff Meteoriten			

Tab. 3: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Bau des Sonnensystems

In den Textpassagen werden die Namen und Anordnung der Planeten im Sonnensystem beschrieben:

„Merk dir! Unser Sonnensystem besteht aus einer Sonne und 9 Planeten. Die 4 inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars) sind klein, warm oder heiß und besitzen eine feste Oberfläche. Jupiter, Saturn, Neptun und Uranus sind groß, sehr kalt und gasförmig. Der kleine Pluto ist fest und zählt ebenfalls zu den 5 äußeren Planeten.“ (KUGLER 2004, 7)

Neben diesem textlichen Abriss findet sich eine Abbildung, welche die Größenverhältnisse der Planeten widerspiegelt. In einer Tabelle werden Entfernung zur Sonne, der Durchmesser, die Umlaufzeit in Jahren und Temperaturspannen der einzelnen Planeten gegenübergestellt (vgl. KUGLER 2004, 7).

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass Pluto im ‚BIO BUCH 3‘ noch als äußerer Planet betrachtet wird, obwohl dieser nach neueren Ergebnissen ‚nur‘ ein Zwergplanet ist. KUGLER schreibt jedoch nicht nur über diese neun Planeten, er zieht sogar die Möglichkeit eines zehnten in Betracht:

„Nach neuesten Forschungsergebnissen könnte noch ein 10. Planet namens Sedua zu unserem Sonnensystem gehören.“ (KUGLER 2004, 6)

Die Begriffe Asteroidengürtel und Meteoriten scheinen in keinem der analysierten Lehrbücher auf.

2.2.3 Entwicklung der Erde

Nach Entwicklung und Bau des Sonnensystems sollen die Einträge zur Entwicklung der Erde zu einem bewohnten Planeten analysiert werden. Spannend erscheint hierbei, ob die einzelnen Komponenten des Systems Erde (Atmo-, Hydro-, Litho- und Biosphäre) erwähnt und behandelt werden. Tabelle 4 zeigt das Ergebnis dieser Analyse.

Entwicklung der Erde			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Atmosphäre		•	•
Entstehung der Atmosphäre		•	
sauerstofffreie Uratmosphäre		•	
Anstieg von Sauerstoff		•	
Begriff Hydrosphäre			
Entstehung der Hydrosphäre		•	
Begriff Lithosphäre			•
Entstehung der Lithosphäre		•	
Begriff Biosphäre			
Entstehung des Lebens		•	•
Experiment von Urey & Miller		•	
Begriff Prokaryoten			
Begriff Archaeae			
Begriff Eukaryoten			

Tab. 4: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Entwicklung der Erde

Die Vorgänge in der Entwicklung der Erde werden im ‚BIO BUCH 3‘ deutlich dargestellt. Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ finden sich einige Hinweise, in ‚Natur bewusst 3‘, wird auf diese Fragestellungen nicht eingegangen.

Die Entstehung und Weiterentwicklung der Atmosphäre wird im ‚BIO BUCH 3‘ nicht als eigenes Kapitel beschrieben. Beim Durchlesen des Buches stößt man jedoch auf zahlreiche Einträge zu dieser Thematik. Während der Beschreibung der Entwicklung der Lithosphäre wird die Entstehung einer sauerstofffreien Uratmosphäre erwähnt:

„Es bildete sich eine Uratmosphäre (Erste Lufthülle) aus Kohlenstoffdioxid, Methan, Ammoniak und Wasserdampf. Gasförmigen Sauerstoff gab es damals noch keinen!“ (KUGLER 2004, 3)

Beim Schalenbau der Erde wird auf die Zusammensetzung der Atmosphäre eingegangen und ein Vergleich zur Uratmosphäre hergestellt:

„Oberhalb der Kruste befindet sich die heutige Atmosphäre, die sich von der Uratmosphäre vor etwa 4 Milliarden Jahren deutlich unterscheidet.“ (KUGLER 2004, 9)

Weitere Veränderungen in der Atmosphäre werden bei den einzelnen Erdzeitaltern angeführt. So findet sich etwa bei der Charakterisierung des Ordoviziums folgender Eintrag zum Anstieg des Sauerstoffs:

„Alle Fotosynthese betreibenden Organismen trugen deutlich zum weiteren Sauerstoffanstieg in der Atmosphäre bei. Man schätzt den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre zu Beginn des Kambriums auf etwa 2% [sic]. Am Ende des Ordoviziums könnten es bereits an die 10% [sic] gewesen sein.“ (KUGLER 2004, 17)

Die Vorgänge der Bildung der Hydro- und Lithosphäre werden dargestellt, ohne dass diese Begriffe explizit erwähnt werden:

„Es bildete sich eine feste Gesteinskruste, die wie eine dünne Haut das glutflüssige Innere der Erde bedeckte. [...] Als die Atmosphäre auf unter 100 °C abkühlte, kondensierte (verflüssigte) sich der Wasserdampf und es begann erstmals zu regnen. Gewaltige Wassermassen prasselten auf das blanke Gestein herab, bis weite Teile der Erde mit Wasser bedeckt waren. Es hatte sich der Urozean gebildet.“ (KUGLER 2004, 8)

Die Begriffe Prokaryoten und Eukaryoten werden ebenfalls nicht explizit erwähnt. Indirekt wird diese Thematik im Buch ‚ganz klar: Biologie 3‘ mittransportiert. Hier finden sich auf der Zeitlinie, welche den Ablauf der Erdgeschichte darstellt, die Einträge „Erste Lebewesen ohne Zellkern, Bakterien“ (ARIENTI 2008, 4 f.) und „Erste Lebewesen mit Zellkern, einzellige Algen“ (ebd.).

2.2.4 Zeittafeln der Erdgeschichte

Was das Periodensystem für ChemikerInnen ist, sind Zeittafeln der Erdgeschichte für (Historische) GeologInnen. Sie zeigen die Gliederung der Erdgeschichte und enthalten die Bezeichnungen der einzelnen Abschnitte. Darüber hinaus sollen sie helfen, Vorstellungen über die langen Zeiträume zu entwickeln und einen schnellen Überblick der wichtigsten Ereignisse bieten.

Zeittafel der Erdgeschichte			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
zeitliche Einteilung	•	•	•
Begriff Präkambrium		•	•
Begriff Phanerozoikum			
Begriff Paläozoikum	•		•
Begriff Altpaläozoikum			
Begriff Jungpaläozoikum			
Begriff Mesozoikum	•		•
Begriff Känozoikum	•		•
Begriff Paläophytikum			
Begriff Mesophytikum			
Begriff Känophytikum			
Begriff Erdurzeit		•	•
Begriff Erdaltertum	•	•	•
Begriff Erdmittelalter	•	•	•
Begriff Erdneuzeit	•	•	•

Tab. 5: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Zeittafel der Erdgeschichte

Zeittafeln können unterschiedlich gestaltet sein. Verbreitet sind die Darstellungsform als Schlangenlinie (vgl. PRESS/SIEVER 2008, 284), als Zeitbalken (vgl. KRENMAYR 2002, 10 ff.) oder als Tabelle (vgl. CAMPBELL/REECE 2003, 575). Alle drei Ausführungen konnten in den analysierten Lehrbüchern aufgefunden werden: Bei ARIENTI (2008, 4 f.) scheint eine Schlangenlinie, bei DEMMER (2002, 15) ein Zeitbalken auf. KUGLER (2004, 15) stellt den Ablauf der Erdgeschichte als Tabelle dar, wobei die Zeiträume auf einen Tag umgerechnet werden.

Allen dreien gemeinsam, ist die Darstellung der Gliederung in Ären und Perioden. Das Ergebnis der Analyse der Grobgliederung wird in Tabelle 5 gegenübergestellt, die Resultate für die Perioden-Bezeichnungen bei den entsprechenden Tabellen angegeben.

Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ wird die Erdgeschichte übereinstimmend mit wissenschaftlicher Literatur in vier große Abschnitte eingeteilt:

„Die Entwicklungsgeschichte der Erde und der Lebewesen teilt man nach maßgeblichen Ereignissen in vier große Abschnitte ein.“ (ARIENTI 2008, 15)

Für die Zeit des Präkambriums wird die deutsche Bezeichnung „Erdgeschichtliche Urzeit“ (ARIENTI 2008, 8) verwendet.

Im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ hingegen, wird nur das Phanerozoikum dargestellt, auf die Zeit vor dem Kambrium wird nicht eingegangen. Demnach scheinen die Begriffe Präkambrium und Erdurzeit nicht auf.

KUGLER verwendet bei der Einteilung zusätzlich den Begriff „Erdvorzeit“, welchem er den Zeitrahmen zwischen der Entstehung der Erde und dem Auftreten der ersten organischen Verbindungen zuschreibt (vgl. KUGLER 2004, 13).

Die Begriffe Phanerozoikum, Paläophytikum, Mesophytikum und Känophytikum konnten in keinem der untersuchten Lehrbücher gefunden werden.

2.2.5 Präkambrium

Beim Betrachten des Ergebnisses für das Präkambrium (siehe Tab. 6) finden sich lediglich zwei Einträge zu den Cyanobakterien, alle anderen Felder konnten nicht befüllt werden, da die zu analysierenden Themen und Begriffe nicht explizit in den Lehrbüchern gefunden werden konnten. Es gibt allerdings zwei Passagen, welche die Begriffe Urkontinente bzw. Sauerstofffallen beschreiben:

- „Im Präkambrium entstanden die ersten Kontinente, sie hatten allerdings noch keine Ähnlichkeit mit den heutigen.“ (ARIENTI 2008, 8)
- „Riesige Mengen an gasförmigen Sauerstoff wurden durch die Fotosynthese frei. Zunächst wurde der Sauerstoff jedoch im Wasser gelöst und an Gesteinsoberflächen chemisch gebunden.“ (KUGLER 2004, 16)

Präkambrium			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Kraton			
Begriff Urkontinente			
Begriff Snowball-Earth-Hypothese			
Eiszeit im Präkambrium			
Cyanobakterien		•	•
Ediacara-Fauna			
Begriff Sauerstofffallen			
Eisenbändererze			

Tab. 6: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Präkambrium

2.2.6 Kambrium

Tabelle 7 zeigt das Ergebnis der Lehrbuchanalyse für das Kambrium.

Kambrium			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Kambrium	•	•	•
Auftreten hartschaliger Fossilien		•	
paläozoische Ozeane			
Iapetus-Ozean			
Rheischer Ozean			
Ural-Ozean			
Begriff Terranes			
Artenexplosion im Kambrium			•
Trilobiten	•	•	•
Archaeocyathiden			
Conodonten			

Tab. 7: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Kambrium

Die Grenze zwischen Präkambrium und Phanerozoikum ist durch das Auftreten hartschaliger Fossilien festgelegt (siehe 1.3). Dieses Merkmal wird im ‚BIO BUCH 3‘ beschrieben:

„Da ein Großteil der Lebewesen erstmals in der Lage war, harte Skelettteile auszubilden sind ab dieser Zeit sehr viele Fossilien überliefert, z.B. zahlreiche Schnecken, Muscheln und Armfüßer“ (KUGLER 2004, 17)

Hier würde sich eine Erwähnung der Artenexplosion im Kambrium anbieten. Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ wird diese folgendermaßen beschrieben:

„Aus der Zeit des Kambriums gibt es zahlreiche Fossilien mehrzelliger Tiere. Man spricht von der ‚Kambrischen Explosion‘: Viele mehrzellige Tierarten entstanden.“ (ARIENTI 2008, 8)

Besondere Bedeutung kommt den Trilobiten zu, welche in allen drei analysierten Lehrbüchern aufscheinen. Sie werden von ARIENTI als „die wichtigsten Fossilien des Kambriums“ (ARIENTI 2008, 8) bezeichnet.

Archaeocyathiden und Conodonten werden hingegen nicht erwähnt, genauso wie die paläozoischen Ozeane (Iapetus-Ozean, Rheischer Ozean, Ural-Ozean) und die Bezeichnung Terranes.

2.2.7 Ordovizium

Das Ergebnis der Analyse für das Ordovizium wird in Tabelle 8 dargestellt.

Ordovizium			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Ordovizium	•	•	•
Sahara-Eiszeit			
Graptolithen			
Tabulata			
Rugosen			
Agnantha		•	
kieferlose Panzerfische			
Gefäßsporenpflanzen			
Schwarze Tonschiefer			
Massenaussterben an Ende des Ordoviziums			

Tab. 8: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Ordovizium

Von den vorgegebenen Begriffen konnte nur ein Eintrag zu den Agnatha gefunden werden, wobei die deutsche Bezeichnung Kieferlose verwendet wird:

„Frei im Wasser schwammen riesige urtümliche Kopffüßer (Geradhörner) mit einem bis zu 4,5 m langen geraden Gehäuse und die ersten Wirbeltiere (Kieferlose) – fischähnliche Tiere, die mit dem heute lebenden Flussneunauge verwandt sind.“ (KUGLER 2004, 17)

2.2.8 Silur

Wie Tabelle 9 aufzeigt, wird die Kaledonische Gebirgsbildung in den analysierten Lehrbüchern nicht behandelt. Die mit ihr in Verbindung stehende Begriffe (Laurussia, Old-Red-Kontinent), das Auftreten von Vulkanismus sowie die Ablagerung roter Sedimente werden ebenfalls nicht erwähnt.

Silur			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Silur	•	•	•
Kaledonische Gebirgsbildung			
Laurussia			
Old-Red-Kontinent			
Besiedlung des Landes	•	•	•
Kiefer tragende Fische		•	
Panzerfische	•	•	•
erste Landpflanzen	•	•	•
rote Sedimente			
Vulkanismus			

Tab. 9: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Silur

Der Schwerpunkt bei der Beschreibung des Silurs liegt auf der Besiedlung des Landes durch Pflanzen und Tiere, wie sich mit folgenden Lehrbuch-Auszügen belegen lässt:

- „Sporenfunde lassen darauf schließen, dass die ersten Landlebewesen Moose waren.“ (KUGLER 2004, 17)
- „Die ersten Landpflanzen (Nacktpflanzen) waren klein (bis 0,5 m) und blattlos.“ (KUGLER 2004, 18)
- „Schon bald nach den ersten Landpflanzen besiedelten die ersten Tiere das Festland.“ (ebd.)
- „erste Landpflanzen treten in Uferbereichen auf (Algen, Pilzen, Flechten)“ (DEMME 2002, 98 f.)

Das Auftreten Kiefer tragender Fische, wird nur im ‚BIO BUCH 3‘ erwähnt (vgl. KUGLER 2004, 18). Einträge zu den Panzerfischen, finden sich in allen drei analysierten Lehrbüchern, werden allerdings im ‚BIO BUCH 3‘ und dem Buch ‚Natur bewusst 3‘ dem Devon zugeschrieben:

- „In beiden Gruppen [Meeres- und Süßwasserfische, Anm. der Autorin] gab es Formen mit dicken Panzerplatten, die ihren Körper bedeckten. Diese ‚Panzerfische‘ waren sehr typisch für das Devon.“ (KUGLER 2004, 19)

- „In der Zeit vom Silur bis zum Devon lebten Panzerfische.“ (ARIENTI 2008, 9)

2.2.9 Devon

Die Analyse-Resultate für die Periode des Devons werden in Tabelle 10 aufgezeigt.

Devon			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Devon	•	•	•
erste Insekten	•		•
erste Amphibien	•	•	•
Primitive Haie		•	
erste Bärlappgewächse	•	•	
erste Farne	•	•	
Riffe und Karbonatplattformen			

Tab. 10: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Devon

Auffällig ist hierbei, dass bis auf Riffe und Karbonatplattformen, alle zu analysierenden Begriffe in Lehrbüchern vorkommen, jedoch bis auf die ersten Amphibien kein Merkmal in allen drei Büchern zu finden ist. Darüber hinaus scheinen in keinem der drei Lehrbücher alle Einträge auf, was den Schluss auf unterschiedliche Darstellung dieser Erdzeit-Periode zulässt.

Das Auftreten der ersten Insekten, primitiver Haie, erster Bärlappgewächse und erster Farne ist meist recht kurz dargestellt:

- „Dazwischen [zwischen den ersten Farnen und Samenpflanzen, Anm. der Autorin] besiedelten die ersten Insekten ohne Flügel das Land.“ (ARIENTI 2008, 10)

- „Im Meer erschienen mit ursprünglichen Haien die ersten Knorpelfische, die bereits einen ähnlichen Körperbau aufwiesen wie ihre heute lebenden Verwandten.“ (ebd.)

- „Übrigens [...] traten im Devon die ersten Bärlappgewächse, Schachtelhalme und Farne auf.“ (KUGLER 2004, 19)

Im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wird das erstmalige Vorkommen dieser Tier- und Pflanzengruppen in der erdgeschichtlichen Zeittafel angeführt, in welcher auch die Uramphibien aufscheinen (vgl. DEMMER 2002, 98 f.).

Bei KUGLER und ARIENTI wird auf den Begriff der Amphibien verzichtet, hier wird die deutsche Bezeichnung Lurche verwendet:

- „Lurche – Die ersten Wirbeltiere an Land“ (KUGLER 2004, 19)
- „Gegen Ende des Devons entstanden die ersten Lurche.“ (ARIENTI 2008, 10)

2.2.10 Karbon

Für das Karbon soll das Ergebnis ebenfalls überblicksmäßig in einer Tabelle (siehe Tab. 11) angegeben werden.

Im Gegensatz zur Kaledonischen Gebirgsbildung, welche in keinem der untersuchten Lehrbücher erwähnt wird (siehe 2.2.8), scheint die Variszischen Orogenese im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ auf:

„Sie [die Böhmisches Masse, Anm. der Autorin] ist Teil des Variszischen Gebirges, das vor 350-300 Millionen Jahren aufgefaltet wurde und quer durch Europa verlief.“ (DEMMER 2002, 15)

Einträge zur permokarbonen Eiszeit konnten in diesen drei Lehrbüchern ebenso wenig gefunden werden, wie die Bezeichnung Gondwana.

Die für das karbone Landschaftsbild typischen Steinkohlewälder werden nur im ‚BIO BUCH 3‘ angeführt (vgl. KUGLER 2004, 20).

In allen drei Lehrbüchern wird jedoch auf die Kohlevorkommen, die aus diesen Gewächsen im Laufe der Erdgeschichte entstanden sind, eingegangen und der Prozess der Inkohlung angeschnitten:

- „Durch hohen Druck und hohe Temperatur entwickelte sich aus den Pflanzenresten zunächst Braunkohle und später Steinkohle. Diesen Vorgang nennt man Inkohlung. Die großen Steinkohlevorkommen in England, Deutschland und Polen stammen aus dieser Periode der Erdgeschichte.“ (KUGLER 2004, 20)

- „Die Reste dieser riesigen Pflanzen [karbone Farnpflanzen, Anm. der Autorin] wurden in den Mooren konserviert. Dabei wurden ihnen unter Luftabschluss, hohem Druck und hoher Temperatur Sauerstoff und Wasser entzogen, übrig blieb Kohlenstoff. So entstand die Steinkohle, die als Heizmaterial verwendet wird. Diesen Vorgang nennt man Inkohlung.“ (ARIENTI 2008, 10)

Karbon			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Karbon	•	•	•
Gondwana			
Variszische Gebirgsbildung	•		
permokarbone Eiszeit			
Großforaminiferen		•	
Eroberung des Luftraumes durch Insekten		•	
Rieseninsekten	•	•	•
Riesenspinnentiere			
Großformen der Amphibien		•	
erste Reptilien	•	•	•
Steinkohlewälder		•	
Kohle	•	•	•

Tab. 11: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Karbon

Die Tierwelt des Karbons wird in unterschiedlichem Ausmaß beschrieben. Großforaminiferen und die Eroberung des Luftraumes werden nur im ‚BIO BUCH 3‘ angeführt (vgl. KUGLER 2004, 21 ff.) und scheinen in den beiden anderen Lehrbüchern nicht auf. KUGLER erwähnt überdies die Großformen der Amphibien:

„Die Sumpflandschaften des Karbon [sic] boten ideale Lebensbedingungen für zahlreiche Formen von Lurchen, die sich seit dem Devon entwickelt hatten. Eindrucksvolle Beispiele sind die Panzerlurche und Schlangenhurche. Riesenformen mit bis zu 5 m Länge bewohnten damals die Steinkohlensümpfe.“ (KUGLER 2004, 21)

Übereinstimmungen finden sich bei den Riesenspinnentiere, welche in keinem der analysierten Bücher behandelt werden, sowie den Rieseninsekten, die gleichermaßen von allen AutorInnen angeführt werden:

- „Neben Ur-Schaben und Ur-Eintagsfliegen traten im Karbon libellenähnliche Formen mit bis zu 70 cm Flügelspannweite auf.“ (KUGLER 2004, 21)

- „Aber auch Libellen (mit einer Flügelspannweite von 75 cm), Tausendfüßer, Spinnen und Landskorpione belebten die Sümpfe.“ (ARIENTI 2008, 10)

Die Entstehung der Reptilien, wird in allen drei Lehrbüchern beschrieben, wobei im ‚BIO BUCH 3‘ die deutsche Bezeichnung dieser Tiergruppe verwendet wird (vgl. ARIENTI 2008, 10; DEMMER 2002, 98 f. und KUGLER 2004, 21).

2.2.11 Perm

Das Ergebnis der Lehrbuchanalyse für die Periode des Perms ist in Tabelle 12 dargestellt.

Auf die Bildung der Appalachen wird in den untersuchten Lehrbüchern ebenso wenig eingegangen, wie auf die Wende des Paläozoikums zum Mesozoikum. Des Weiteren scheint der Begriff Panthalassa nicht auf. Die Bezeichnung ‚Superkontinent‘ und der Name ‚Pangaea‘ konnten nur im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ im Kapitel über die Bewegungen der Erdkruste gefunden werden:

„Vor etwa 260 Millionen Jahren waren alle Kontinentalplatten in einem riesigen Superkontinent Pangäa [sic] vereinigt.“ (ARIENTI 2008, 24 f.)

Die Tethys wird in den analysierten Lehrbüchern in unterschiedlichen Kapiteln eingeordnet. So weist DEMMER bei der Beschreibung der Ablagerungen der Flyschzone auf den Tethys Ozean hin (vgl. DEMMER 2002, 18). Im ‚BIO BUCH 3‘ wird das Tethysmeer im Zusammenhang mit der Alpinen Gebirgsbildung erwähnt (vgl. KUGLER 2004, 46; siehe auch 2.2.14).

Die Entwicklungen in der Pflanzenwelt des Perms werden im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ nicht angeführt. Im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ scheint ein Eintrag über die ersten Nacktsamer auf (vgl. DEMMER 2002, 98 f.). Im ‚BIO BUCH 3‘ wird außer dem Auftreten der Nacktsamer, die Entwicklung der Reptilien beschrieben:

- „Nacktsamer wie Palmfarne, Ginkobäume [sic] und die Urformen der heutigen Nadelbäume prägten die Vegetation des Perms.“ (KUGLER 2004, 21)

- „Erst im Perm entwickelten sich zahlreiche verschiedene Formen [der Reptilien, Anm. der Autorin], von denen viele Millionen Jahre später die Dinosaurier, Vögel und auch die Säugetiere abstammen werden.“ (ebd.)

Einträge zur *Glossopteris*-Flora konnten in keinem der betrachteten Bücher gefunden werden.

Perm			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Perm	•	•	•
Bildung der Appalachen			
Bezeichnung Superkontinent			•
Begriff Pangaea			•
Begriff Tethys(meer)	•	•	
Begriff Panthalassa			
Begriff Zechstein			
Begriff Rotliegendes			
Entwicklung der Reptilien		•	
erste Nacktsamer	•	•	
<i>Glossopteris</i> -Flora			
Massenaussterben am Ende des Perms		•	
Wende Paläozoikum zu Mesozoikum			

Tab. 12: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Perm

Zum Massenaussterben am Ende des Perms konnte nur ein Vermerk im ‚BIO BUCH 3‘ gefunden werden, wobei der Begriff ‚Massenaussterben‘ nicht explizit erwähnt wird:

„Während sich die Kriechtiere im Laufe des Perm [sic] sehr erfolgreich entwickelten, kam für zahlreiche andere Lebensformen das Ende. Riesenskorpione, Trilobiten und Schlangenlurche starben am Ende des Erdaltertums aus.“ (KUGLER 2004, 21)

Die geologisch bedingte Zweiteilung des Perms in Zechstein und Rotliegendes wird in den analysierten Lehrbüchern nicht vorgenommen. Allerdings finden sich einige Hinweise auf Salzlagerstätten aus diesem Erdzeitalter:

- „Wir würzen unser Essen mit Salz aus dem Perm!“ (KUGLER 2004, 21)
- „Aufgrund der herrschenden Trockenheit verdunsteten im Perm große Mengen an Meerwasser und seichte, abgeschnittene Meeresbecken trockneten aus. Zurück blieben mächtige Salzsichten, aus denen im Laufe von Jahrmillionen ergiebige Salzlagerstätten entstanden.“ (ebd.)
- „Salzlagerstätten entstanden.“ (ARIENTI 2008, 11)

2.2.12 Trias

Bei Betrachtung des Ergebnisses der Analyse für das Zeitalter der Trias (siehe Tab. 13) fällt auf, dass auf die Trennung in Alpine und Germanische Trias nicht eingegangen wird. Die Unterteilung in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper wird ebenso ausgespart, wie der Zerfall des Großkontinentes Pangaea durch Öffnung des Atlantiks und das Massensterben am Ende dieser Periode.

Einträge finden sich zu den zoologischen Punkten. So wird etwa im ‚BIO BUCH 3‘ auf die ersten Dinosaurier eingegangen:

„Diese kleinen, flinken Raubtiere zu Beginn der Trias waren die Vorfahren der Dinosaurier (übersetzt: ‚Furchtbare Echsen‘). Am Ende der Trias gab es bereits Dinosaurierarten, die über 10 m lang waren.“ (KUGLER 2004, 23)

Die Entstehung der Säugetiere am Ende der Trias wird in allen drei Lehrbüchern erwähnt, als Beispiel sei hier ein Zitat aus dem Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ angeführt:

„Gegen Ende der Trias traten die ersten Säugetiere auf. Sie wurden nicht größer als Ratten.“ (ARIENTI 2008, 10)

Trias			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Trias	•	•	•
Begriff Germanische Trias			
Begriff Alpine Trias			
Begriff Buntsandstein			
Begriff Keuper			
Begriff Muschelkalk			
Zerfall von Pangaea			
Entstehung des Atlantiks			
Ammoniten	•	•	•
erste Dinosaurier		•	
erste Säugetiere	•	•	•
Massenaussterben am Ende der Trias			

Tab. 13: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Trias

Nach dem Massensterben am Ende des Paläozoikums erfahren die Ammoniten im Mesozoikum eine neue Radiation, weswegen dieser Punkt in die Tabelle der Trias aufgenommen wurde. Da Ammoniten jedoch in einem viel längeren Zeitraum der Erdgeschichte – verschiedene Formen vom Ordovizium bis in die Kreide – aufgetreten sind, wird diese Tiergruppe in den einzelnen Lehrbüchern in unterschiedlichen Perioden behandelt.

Im ‚BIO BUCH 3‘ werden die Ammoniten bereits im Devon angeführt, mit dem Verweis, dass es diese von Devon bis zur Kreide gegeben hat (vgl. KUGLER 2004, 19). Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ werden sie als „erste Tintenfische“ (ARIENTI 2008, 9) im Erdaltertum erwähnt. In der Zeittafel der Erdgeschichte aus dem Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wird die „Blütezeit der Ammoniten“ (DEMMER 2002, 98 f.) dem Jura zugeschrieben.

Im ‚BIO BUCH 3‘ finden sich zwei Einträge zur Trias, welche sich zwar keinem der zu analysierenden Punkte zuordnen lassen, wegen ihres geologischen Inhaltes, dennoch erwähnt werden sollen:

- „Übrigens [...] gab es in der Trias ausgedehnte Riffe, die von Steinkorallen und kalkabscheidende Wirtelalgen (Grünalgen mit zahlreichen, stockwerkartig abzweigenden Seitenästen) gebildet wurden.“ (KUGLER 2004, 23)

- „Übrigens [...] war die Periode der Trias reich an unterschiedlich geformten Muschelarten. Eine davon findet man häufig als ‚versteinerte Kuhtritte‘ im Dachsteinkalk.“ (ebd.)

2.2.13 Jura

Die Periode des Jura wird in den untersuchten Lehrbüchern nicht weiter unterteilt, demnach scheinen weder die Begriffe Schwarzer Jura, Brauner Jura und Weißer Jura, noch die Bezeichnungen Lias, Dogger und Malm auf. Auf die Entstehung des Indischen Ozeans wird nicht eingegangen, auch die Gruppe der Rudisten wird in keinem der analysierten Bücher erwähnt (siehe Tab. 14).

Jura			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Jura	•	•	•
Begriff Schwarzer Jura			
Begriff Brauner Jura			
Begriff Weißer Jura			
Begriff Lias			
Begriff Dogger			
Begriff Malm			
Entstehung des Indischen Ozeans			
Penninischer Ozean	•		
Rudisten			
erste Flugsaurier		•	
erste Vögel	•	•	•
Archaeopteryx	•	•	•

Tab. 14: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Jura

Einträge finden sich zur Entstehung der ersten Vögel und in diesem Zusammenhang zum *Archaeopteryx*, der als Übergangsform bzw. Brückentier beschrieben wird:

- „*Der taubengroße Archäopteryx [sic] war ein Brückentier*“ (KUGLER 2004, 24)
- „*Ein besonderer Vogel war der Urvogel Archäopteryx [sic]. Er war eine Übergangsform zwischen Vögeln und Reptilien.*“ (ARIENTI 2008, 12)
- „*Der Urvogel – eine Brücke von Reptilien zu den Vögeln*“ (DEMMER 2002, 97)

Im ‚BIO BUCH 3‘ werden die ersten Flugsaurier bereits in der Trias beschrieben, im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wird der Penninische Ozean während der Besprechung der Geologischen Zonen Österreichs erwähnt:

- „*In die Lüfte erhoben sich zunächst kleine, fledermausähnliche Flugsaurier mit langen Schwänzen.*“ (KUGLER 2004, 23)
- „*Die Ablagerungen der Flyschzone bildeten sich vor ca. 100-50 Millionen Jahren in einem Tiefseebereich des Penninischen Ozeans (einem Teil der nördlichen Tethys, ...)*“ (DEMMER 2002, 18)

2.2.14 Kreide

Besonders auffällig am Analyse-Ergebnis der Kreide (siehe Tab. 15) ist, dass die Coccolithen, welche das namensgebende Gestein dieser Erdgeschichte-Periode, die Schreibkreide, aufbauen (siehe 1.12) in keinem der untersuchten Lehrbücher erwähnt werden. Weitere Begriffe, denen keine Einträge zugeordnet werden konnten, sind die Plateau-Basalte und die Dekkan Trapp Basalte sowie der Chicxulub-Krater, auf welchen im Zusammenhang mit dem Meteoriteneinschlag eingegangen werden könnte. Als Impaktort dieses Meteoriten wird sowohl im ‚BIO BUCH 3‘ als auch im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘, Mexiko erwähnt, der Name Yucatan scheint in diesen Büchern nicht auf:

- „*Man vermutet, dass im Golf von Mexiko ein riesiger Meteorit eingeschlagen hat und die Erde erschüttete.*“ (KUGLER 2004, 25)
- „*In Mexiko hat man einen 65 Millionen Jahre alten Meteoritenkrater mit einem Durchmesser von 185 km gefunden.*“ (DEMMER 2002, 100)

Mit dem Meteoriteneinschlag wird das Massenaussterben am Ende der Kreidezeit in Verbindung gebracht (siehe 1.12). Auf dieses Ereignis wird in jedem der drei untersuchten Lehrbücher eingegangen:

- *„Vor 65 Millionen Jahren geschah eine Katastrophe, die das Leben auf der Erde radikal veränderte und das Ende des Erdmittelalters einleitete. Drei Viertel aller Arten dürften damals ausgestorben sein – darunter zahlreiche Meerestiere (z.B. Ammoniten) und die großen Dinosaurier!“* (KUGLER 2004, 25)
- *„Gegen Ende der Kreidezeit kam es zu einem Massensterben. Über die Ursache gibt es nur Theorien: Eine davon ist, dass es durch starke Vulkantätigkeit oder den Einschlag eines Meteoriten zu einer Klimaveränderung kam, die bewirkte, dass 50 % der Pflanzen und Tiere ausstarben.“* (ARIENTI 2008, 13)

Anhand dieses Massensterbens wird die Grenze zwischen Meso- und Känozoikum festgelegt. Im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wird diese zwar nicht eindeutig erwähnt, allerdings finden sich zwei Passagen, die diese Wende sinngemäß beschreiben:

- *„Das Ende der Saurier, leitet das Zeitalter der Säugetiere ein.“* (DEMMER 2002, 101)
- *„Mit dem Ende des Erdmittelalters hatte sich die Tier- und Pflanzenwelt deutlich geändert.“* (ebd.)

In die Zeit der Kreide fällt das Auftreten der ersten Blütenpflanzen, welches in den Lehrbüchern folgendermaßen beschrieben wird:

- *„Die Vegetation der Kreidezeit hatte sich gegenüber dem früheren Erdmittelalter (Trias, Jura) deutlich gewandelt. Das Zeitalter der Bedecktsamer war angebrochen. Die Samen dieser Pflanzen waren bereits vollständig von einem schützenden Gehäuse (Fruchtknoten) umschlossen.“* (KUGLER 2004, 25)
- *„Zu Beginn der Kreide war das Klima tropisch: warm und feucht. Es erschienen die ersten Blütenpflanzen, Laubbäume und Gräser.“* (ARIENTI 2008, 12)

Kreide			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Kreide	•	•	•
Alpine Gebirgsbildung	•	•	•
Coccolithen			
erste Blütenpflanzen	•	•	•
Plateau-Basalte			
Massenaussterben am Ende der Kreide	•	•	•
Meteoriteneinschlag	•	•	•
Chicxulub-Krater			
Yucatan			
Mexiko	•	•	
Dekkan Trapp Basalte			
Wende Mesozoikum zu Känozoikum	•		

Tab. 15: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Kreide

Die für die österreichische Geologie bedeutende Alpine Gebirgsbildung wurde bei der Analyse der Kreidezeit zugeordnet, da die eoalpine Orogenese in diese Periode der Erdgeschichte fällt. In den untersuchten Lehrbüchern findet sich dieses Thema mit unterschiedlicher Gewichtung in verschiedenen Kapiteln.

KUGLER beschreibt die Alpen, und in diesem Zusammenhang die Alpine Gebirgsbildung, als eigene Geologische Zone während der Behandlung der Geologie Österreichs:

„Die Bildung der Alpen begann bereits im Erdmittelalter, vor mehr als 200 Millionen Jahren. An der Stelle des heutigen Gebirges befand sich in einer großflächigen Eintiefung der Erdkruste (Becken) früher ein riesiges Meer (Tethysmeer). Im Laufe der Zeit füllte es sich mit zahlreichen, unterschiedlichen Sedimenten. In der Trias-Periode wurden in diesem Meer besonders mächtige Schichten abgelagert [...]. Am Ende des Erdmittelalters begann sich der Ablagerungsraum von ursprünglich über 1000 km Breite bis auf etwa 150 km einzuengen. (=Breite der heutigen Alpen) Die mächtigen Schichtfolgen wurden übereinander geschoben, gebrochen und zu einem 4000 m hohen, schroffen Kettengebirge gefaltet – die Alpen.“ (KUGLER 2004, 46)

Zusätzlich werden im ‚BIO BUCH 3‘ Profilschnitte zur Alpen Orogenese aus unterschiedlichen Erdgeschichte-Perioden dargestellt (vgl. KUGLER 2004, 46).

Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ wird die Gebirgsbildung der Alpen im Kapitel „Die Erdkruste bewegt sich“ im Zusammenhang mit plattentektonischen Prozessen erwähnt:

„Zwei Platten aus kontinentaler Kruste treffen aufeinander. Die Gesteine beider Platten haben ein geringes spezifisches Gewicht. Sie können daher nicht tief in den Erdmantel eintauchen. Kompliziert geformte Faltengebirge wie die Alpen oder der Himalaya entstehen.“ (ARIENTI 2008, 24 f.)

Besonders deutlich wird die Alpine Orogenese im Buch ‚Natur bewusst 3‘ behandelt. Hier finden sich während der Beschreibung der Geologischen Zone der Zentralalpen, Profilschnitte aus unterschiedlichen Stadien der Gebirgshebung. Darüber hinaus wird bei der Charakterisierung der Molassezone und der Kalkalpen auf die Hebung der Alpen eingegangen:

- *„Die Hebung der Alpen bedeutet, dass sich die Alpen im Schnitt 1 mm/Jahr heben.“ (DEMMER 2002, 17)*
- *„Während der endgültigen Hebung der Alpen im Tertiär wurden Teile der Kalkalpen übereinander geschoben und verfaltet. Man spricht von Gesteinsdecken.“ (DEMMER 2002, 19)*

Die Ereignisse der Orogenese im alpinen Raum werden darüber hinaus auch in der Zeittafel der Erdgeschichte angeführt (vgl. DEMMER 2002, 98 f.).

2.2.15 Paläogen

Tabelle 16 zeigt das Ergebnis der Lehrbuchanalyse für das Paläogen.

Der Begriff Paläogen scheint in keinem der untersuchten Lehrbücher auf, da sich diese an der älteren Gliederung des Känozoikums in Tertiär und Quartär orientieren. Auf diese Problematik wird in 2.2.19 genauer eingegangen. Ebenso unerwähnt bleibt die Unterteilung dieser Periode in Paleozän, Eozän und Oligozän sowie die Bildung des Himalayas durch die Kollision des Indischen Subkontinentes mit der Eurasischen Kontinentalplatte (siehe 1.13). Einträge zu Planktonforaminiferen und Nanoplankton sind ebenfalls nicht zu finden.

Die Entwicklung der Säugetiere während des Paläogens wird im ‚BIO BUCH 3‘ und im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ beschrieben:

- „Zu Beginn des Tertiärs waren die Säugetiere noch klein und sie mussten sich vor den riesigen, flugunfähigen Laufvögeln in Acht nehmen. Das sollte sich bald ändern, denn auch unter den Säugern entwickelten sich im Laufe der Zeit mehrere Meter große Arten.“ (KUGLER 2004, 27)
- „starke Entwicklung und Verbreitung von Säugetieren (Elefanten, Mammuts, Affen, Raubtiere)“ (DEMMER 2002, 98 f.)

Paläogen			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Paläogen			
Paleozän			
Eozän			
Oligozän			
Bildung des Himalaya			
Planktonforaminiferen			
Nannoplankton			
Entfaltung der Säugetiere	•	•	
Begriff Molasse	•	•	
Begriff Molassezone	•	•	•
Bildung der Molassezone	•		

Tab. 16: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Paläogen

Die Molassezone wird in allen drei betrachteten Lehrbüchern als Geologische Zone Österreichs angeführt und ihre geografische Verbreitung beschrieben:

- „Im Alpenvorland, zwischen der Böhmischen Masse im Norden und den Alpen im Süden, liegt die hügelige Molassezone.“ (ARIENTI 2008, 37)
- „Die Molassezone erstreckt sich zwischen dem Südrand der Böhmischen Masse und den Alpen von Niederösterreich bis nach Salzburg und setzt sich über Bayern weiter nach Vorarlberg fort.“ (DEMMER 2002, 16)

Zusätzlich zur Beschreibung der Molassezone wird der Begriff Molasse in den Lehrbüchern definiert und auf die Bildung der Molassezone eingegangen:

- „Molasse bedeutet ‚Zermahlenes‘“ (KUGLER 2004, 47)
- „Als Molasse bezeichnet man Ablagerungen in den Becken im Vorland eines Gebirgskörpers, die durch Abtragung des Gebirges entstanden sind. Das Wort leitet sich vom lateinischen *moare* = zermahlen ab.“ (DEMME 2002, 16)
- „Die Molassezone entstand, als sich die Alpen im Alttertiär (vor ca. 40 Millionen Jahren) durch den Schub Afrikas gegen Europa aufzuwölben begannen und sich im Norden und im Osten des emporsteigenden Gebirges Becken bildeten.“ (ebd.)

2.2.16 Neogen

Analog dem Paläogen, wird auch der Begriff des Neogens in den analysierten Lehrbüchern nicht verwendet und keine Einteilung in Miozän und Pliozän vorgenommen. Die Paratethys wird ebenfalls nicht erwähnt (siehe Tab. 17).

Neogen			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Neogen			
Miozän			
Pliozän			
Paratethys			
Vorfahren des Menschen	•	•	•
neogener Vulkanismus	•	•	
Begriff Wiener Becken	•	•	•
Entstehung des Wiener Beckens			

Tab. 17: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Neogen

Obwohl der Begriff des Wiener Beckens in keinem der verwendeten Lehrbücher dem Neogen zugeordnet ist, wird dieses in verschiedenen Zusammenhängen erwähnt. Im ,BIO

BUCH 3‘ wird es bei der Besprechung der Geologischen Zonen im Zusammenhang mit Erdöl- und Erdgasvorkommen angeführt:

„Übrigens [...] haben sich in den feinen Hohlräumen der Sandsteinschichten des Wiener Beckens Erdöl und Erdgas gesammelt“ (KUGLER 2004, 47).

DEMMER erwähnt das Wiener Becken während der Beschreibung der Molassezone:

„Am Alpenostende findet die Molassezone mit dem Wiener Becken, dem Steirischen Becken und dem Pannonischen Becken (Burgenland-Ungarn) eine Fortsetzung gegen Südosten.“ (DEMMER 2002, 16)

Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ wird das Wiener Becken während der Besprechung von Erdbeben genannt:

„Auch in Österreich gibt es Erdbeben. Sie treten an Bruchzonen wie den Rändern des Wiener Beckens und anderen Störzonen auf.“ (ARIENTI 2008, 25)

Ebenso verhält es sich mit dem neogenen Vulkanismus, welcher in unterschiedlichen Themenzusammenhängen angeführt wird. Im ‚BIO BUCH 3‘ etwa findet sich im Kapitel über die Entstehung der verschiedenen Gesteinsgruppen ein Absatz über Vulkanismus in Österreich:

„In Österreich gibt es heute keine aktiven Vulkane mehr. Die letzten vulkanischen Aktivitäten dürften vor einigen Millionen Jahren im Tertiär stattgefunden haben. Vulkangesteine aus dieser Zeit findet man heute noch im Burgenland (z.B. Pauliberg) und in der Steiermark (z.B. Basaltfelsen unter der Festung Riegersburg).“ (KUGLER 2004, 41)

Die Stammesgeschichtliche Entwicklung des Menschen bildet einen Schwerpunkt bei der Besprechung der Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens und wird in diesem Zusammenhang explizit im Lehrplan erwähnt (siehe 2.1.3). Folglich scheinen diese Themen in allen drei untersuchten Lehrbüchern als eigenes (Unter-)kapitel auf. Als Beispiel-Zitate dienen zwei Passagen aus dem Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘:

„Die Entwicklung des Menschen ist mit einer Klimaänderung verbunden; die Menschenaffen bewohnten den Wald, unsere Vorfahren lebten in der Savanne.“ (ARIENTI 2008, 16)

„Das Auftreten der ersten menschenähnlichen Lebewesen liegt mehr als sechs Millionen Jahre zurück. Aus gemeinsamen Vorfahren entwickelten sich

Menschenaffen und Menschen. Allerdings fehlen von diesen gemeinsamen Vorfahren Fossilien.“ (ebd.)

2.2.17 Quartär

Das Ergebnis der Lehrbuchanalyse für die Periode des Quartärs ist in Tabelle 18 dargestellt.

Quartär			
	Natur bewusst 3	BIO BUCH 3	ganz klar: Biologie 3
Begriff Quartär	•	•	•
Pleistozän			
Holozän			
Eiszeiten	•	•	•
Günz		•	
Mindel		•	
Riss		•	
Würm		•	
Entstehung des Menschen	•	•	•
Spuren der Eiszeit			
Begriff Moräne			
Begriff Terrasse			

Tab. 18: Ergebnis der Lehrbuchanalyse – Quartär

Das Quartär in Europa ist durch das Auftreten der vier großen Eiszeiten geprägt (siehe 1.15). Einträge dazu lassen sich in allen drei untersuchten Lehrbücher finden, wobei die Namen der einzelnen Eiszeiten nur im ‚BIO BUCH 3‘ aufscheinen:

- „Das Quartär ist durch das Auftreten von großen Eiszeiten gekennzeichnet, die von so genannten Warmzeiten unterbrochen wurden.“ (ARIENTI 2008, 15)
- „Klima: wiederholter Wechsel von Kalt- und Warmzeiten infolge von Temperaturschwankungen“ (DEMMER 2002, 98 f.)
- „Es folgten im Quartär bis heute 5 weitere Eiszeiten, die jeweils durch Warmzeiten unterbrochen wurden. Man bezeichnete diese Eiszeiten nach 5 Flüssen in Deutschland: Donau, Günz, Mindel, Riss und Würm.“ (KUGLER 2004, 29)

KUGLER erwähnt hierbei die Donau-Eiszeit, welche zeitlich vor der Günz-Eiszeit einzuordnen ist. Da diese jedoch nicht so stark ausgeprägt war, wird sie im Allgemeinen nicht zu den vier großen Eiszeiten gezählt (vgl. FAUPL 2003, 229; siehe auch ROTHE 2000, 184).

Einträge zu Spuren der Eiszeit sowie die Begriffe Moräne und Terrasse sind in den Lehrbüchern ebenso wenig zu finden, wie die Unterteilung des Quartärs in die Epochen Pleistozän und Holozän.

Auf die Darstellung der Entstehung des Menschen in den untersuchten Lehrbüchern wurde bei der Analyse des Neogens (siehe 2.2.16) eingegangen.

2.2.18 Highlights aus den Lehrbüchern

Bevor bei der Analyse aufgetretene Probleme näher betrachtet werden, soll aus jedem der untersuchten Lehrbücher ein geologisches Highlight angeführt werden.

- **Natur bewusst 3**

Als persönliches Highlight aus dem Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wählt die Autorin die farbig gestaltete doppelseitige Zeittafel, welche neben der Gliederung der Erdgeschichte die Entwicklung der Lebewesen, wichtige Tier- und Pflanzenarten, die Punkte Relief- und Gebirgsbildung sowie Klima und Lagerstätten in Mitteleuropa für die einzelnen Perioden anführt. Weiters finden sich in dieser Darstellung Skizzen von Lebewesen aus den jeweiligen Erdzeitaltern (vgl. DEMMER 2002, 98 f.).

- **BIO BUCH 3**

Im ‚BIO BUCH 3‘ finden sich über alle Perioden hinweg Kärtchen zu den wichtigsten Fossilien dieses Zeitabschnittes, welche neben dem Namen, Informationen zu wichtigen Merkmalen, dem Lebensraum des Tieres bzw. der Pflanze und den Fundort geben. Diese Kärtchen eignen sich zum Einsatz im Rahmen eines spielpädagogisch geprägten Unterrichtes und wurden deshalb als Highlight ausgewählt (vgl. KUGLER 2004, 13 ff.).

- **ganz klar: Biologie 3**

Als Besonderheit aus dem Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ soll der klimatische Schwerpunkt, unter dem die einzelnen Erdzeitalter betrachtet sind, angeführt werden. Die Beschreibung des Klimas spannt sich wie ein Bogen über mehrere Erdzeitalter und wird im

Kapitel über die Entwicklung des Menschen als Grund für die Trennung der Evolutionslinien von Menschenaffen und Menschen angeführt:

„Die Entwicklung des Menschen ist mit einer Klimaänderung verbunden; die Menschenaffen bewohnten den Wald, unsere Vorfahren lebten in der Savanne.“ (ARIENTI 2008, 16)

Passend zum Klima-Schwerpunkt findet sich in diesem Lehrbuch eine Übersichtskarte, auf welcher die Vereisungen während der Eiszeit dargestellt sind (vgl. ARIENTI 2008, 14 f.).

2.2.19 Schwierigkeiten bei der Lehrbuchanalyse

Nach erfolgter Analyse gebührt es sich, die Ergebnisse zu interpretieren. In diesem Zusammenhang müssen überdies jene Probleme erwähnt werden, welche während der Analyse aufgetreten sind.

- **Unterschiedliche Einteilung und Kapitelbezeichnungen**

Die ersten Schwierigkeiten traten bereits vor Beginn der eigentlichen Analyse auf. Mussten doch zunächst die erdgeschichtlichen Kapitel aus den Inhaltsverzeichnissen der jeweiligen Bücher gefiltert werden. Diese, auf den ersten Blick, einfache Aufgabenstellung führt insofern zu Problemen, dass nicht nur die Kapitelbezeichnungen in den einzelnen Lehrbüchern voneinander abweichen, die Themen der Historischen Geologie werden unterschiedlichen Disziplinen zugeteilt.

Im ‚BIO BUCH 3‘ werden die einzelnen Erdzeitalter im Kapitel über die Entwicklung des Lebens beschrieben. In diesem wird allerdings nur auf die Entwicklungsgeschichte des Lebens eingegangen, Informationen zur Lage der Kontinentalplatten oder zum Klima, werden hier nicht mittransportiert (vgl. KUGLER 2004, 10 ff.).

Die Geologie Österreichs und ausgewählte Geologische Zonen werden im daran anschließenden Kapitel über „Gesteinskunde“ beschrieben, in welchem auf verändernde Prozesse in der unbelebten Natur hingewiesen wird (vgl. KUGLER 2004, 46 ff.):

„Im Laufe der Erdgeschichte haben sich nicht nur die Organismen verändert, sondern auch der Aufbau der Erdkruste. Durch Vulkanismus und Bewegungen der Krustenplatten entstanden immer wieder neue Gebirge.“ (KUGLER 2004, 46)

Kapitel 1 des Lehrbuches beschreibt die „Entstehung der Erde“ und informiert u. a. über die Entstehung des Sonnensystems, die Eigenschaften der Planeten und den Schalenbau der Erde (vgl. KUGLER 2004, 6 ff.).

Dem Unterkapitel „Paläontologie“ zugeordnet werden die Erdzeitalter im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ im Kapitel „Mensch und Erde“ beschrieben. In diesem Kapitel wird außerdem die „Entstehung des Universums“ behandelt sowie Informationen zu Fossilien gegeben (vgl. ARIENTI 2008, 4 ff.). Der Aufbau der Erde und die Geologie von Österreich scheinen im Kapitel „Geologie“ auf, in welchem darüber hinaus Naturerscheinungen wie „Erdbeben“ und „Vulkanismus“ sowie Themenbereiche der Petrologie beschrieben werden (vgl. ARIENTI 2008, 21 ff.).

Im Inhaltsverzeichnis des Lehrbuches ‚Natur bewusst 3‘ scheinen zwei Kapitel zur Geologie auf. Das erste beschäftigt sich mit Mineralogie und Petrologie, im zweiten Kapitel werden die Geologischen Zonen Österreichs behandelt (vgl. DEMMER, 8 ff.). Einträge zur Erdgeschichte lassen sich in diesen beiden Kapiteln nicht finden, da die erdgeschichtlichen Themen gemeinsam mit der Entstehung von Fossilien und der Entwicklung des Menschens dem Kapitel über Evolution zugeordnet worden sind (vgl. DEMMER, 92 ff.).

Um bei der Analyse ein aussagekräftiges Ergebnis erzielen zu können, wurden alle Kapitel berücksichtigt, die Informationen zur Erdgeschichte enthalten, selbst wenn sich diese aufgrund der Überschrift auf den ersten Blick nicht sofort der Erdgeschichte zuordnen lassen.

- **Veraltete Begriffe**

Vor allem die Analyse-Ergebnisse des Paläogens und des Neogens werden durch die Verwendung veralteter Begriffe verzerrt. In keinem der analysierten Lehrbücher werden die Benennungen Paläogen und Neogen angeführt, da für diese Zeiträume noch die Bezeichnung Tertiär verwendet wird, welche mittlerweile nicht mehr gebräuchlich ist (vgl. WAGREICH 2010, Teil 10, 2).

- **Aussparen von Fachbegriffen**

Eine weitere Schwierigkeit bei der Analyse ergab sich durch das Aussparen von Fachbegriffen in den Lehrbüchern. Dies erscheint für den Unterricht in der Schule notwendig, um die Inhalte altersangemessen vermitteln zu können, schafft bei der Analyse aber einige Probleme, da in der Tabelle vorgegebenen Begriffe im Text nur umschrieben, jedoch nicht

explizit erwähnt werden. In diesen Fällen wurde auf den Eintrag in der Analyse-Tabelle verzichtet und bei der Auswertung der Tabelle auf die Umschreibung hingewiesen. Beispiele für diesen Fall sind die Beschreibung der Vorgänge bei der Bildung der Hydro- und Lithosphäre im ‚BIO BUCH 3‘ (siehe 2.2.3).

Ähnlich verhält es sich mit den deutschsprachigen Bezeichnungen. Allerdings wurden in diesen Fällen die Markierungen an den entsprechenden Stellen der Tabellen vorgenommen, da sich die Autorin der altersadäquaten Anpassung der Inhalte bewusst ist. Auch in diesen Fällen wird im Text darauf hingewiesen. Beispiele für die Verwendung der deutschsprachigen Bezeichnungen an Stelle der Fachbegriffe finden sich bei der Analyse des Ordoviziums – Kieferlose statt Agnatha – (siehe 2.2.7) und des Devons – Lurche statt Amphibien – (siehe 2.2.9).

- **Uneindeutigkeiten der Zuordnung von Lebewesen, welche über einen längeren Zeitraum gelebt haben**

Vor Beginn der Analyse wurden den einzelnen Erdzeitaltern bestimmte Punkte zugeordnet, welche untersucht werden sollten. Diese Zuschreibung führte vor allem bei Lebewesen, welche über einen längeren Zeitraum der Erdgeschichte gelebt haben, zu Problemen. Besonders deutlich wird dieser Aspekt bei den Ammoniten. Von der Autorin der Trias-Zeit zugeordnet, scheint diese Tiergruppe in den untersuchten Lehrbüchern in verschiedenen Bereichen auf (siehe 2.2.12). Ein weiteres Beispiel sind die Panzerfische, welche bei der Analyse im Silur (siehe 2.2.8) angeführt, in den Lehrbüchern jedoch erst im Devon erwähnt werden. Die Entstehung der Nacktsamer, hier im Perm angegeben, scheint im ‚BIO BUCH 3‘ schon für das Karbon auf:

„Übrigens [...] erschienen im Karbon bereits die ersten ursprünglichen Samen- oder Blütenpflanzen. Es waren Nacktsamer mit farnähnlichem Aussehen („Samenfarne“).“ (KUGLER 2004, 20)

Allfällige Abweichungen wurden direkt im Text bei den entsprechenden Tabellen vermerkt.

2.2.20 Interpretation der Lehrbuch-Analyse

Bis auf das Präkambrium, welches im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ ausgespart wird, scheinen alle Erdzeitalter in jedem der untersuchten Lehrbücher auf.

Von der Beantwortung der Frage, ob die einzelnen Erdzeitalter unterschiedlich stark repräsentiert sind, wird hier Abstand genommen, da eine aussagekräftige Antwort schon allein dadurch nicht gewährleistet sein kann, dass die zu analysierenden Punkte subjektiv festgelegt worden sind und sich die Anzahl der zu untersuchenden Begriffe bei den einzelnen Perioden unterscheidet. Darüber hinaus dauerten die Erdzeitalter nicht nur unterschiedlich lange, in einzelnen Perioden ist eben mehr passiert, als in anderen. Schon allein dadurch, erscheint eine gleichberechtigte Behandlung nicht möglich.

Allgemein betrachtet, konnte eine unterschiedliche Gewichtung der Erdgeschichte in den einzelnen Lehrbüchern festgestellt werden. Dieser Umstand wird am Beispiel der Entstehung der Säugetiere aufgezeigt:

Die Darstellung im ‚BIO BUCH 3‘ liefert Informationen zur Abstammung der Säugetiere von den Reptilien und geht auf die Größe dieser ersten Säugetiere ein. Im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ wird ebenfalls auf die Abstammung von den Reptilien hingewiesen, allerdings in einer knapperen Form, Hinweise auf die Größe der ersten Säugetiere werden hier nicht gegeben. ARIENTI liefert einen Größenvergleich mit heute lebenden Ratten, auf die Abstammung wird im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ jedoch nicht eingegangen:

- *„An Land trat eine Gruppe von Kriechtieren auf, die zwar Eier legte, aber bereits ein Fell besaß und wahrscheinlich warmblütig war (z.B. Hundezahnsaurier). Sehr wahrscheinlich leiteten sich von dieser Gruppe die ersten echten Säugetiere ab, die sich erstmals am Ende der Trias zeigten. Sie waren nicht größer als eine Maus.“ (KUGLER 2004, 23)*
- *„Aus den Reptilien gingen vor etwa 170 Millionen Jahren die ersten Säugetiere hervor.“ (DEMME 2002, 101)*
- *„Gegen Ende der Trias traten die ersten Säugetiere auf. Sie wurden nicht größer als Ratten.“ (ARIENTI 2008, 10)*

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwieweit die Auswahl der im Unterricht besprochenen Themen vom verwendeten Lehrbuch abhängt, welche an dieser Stelle nicht beantwortet werden kann.

Neben der unterschiedlichen Gewichtung konnten zwischen den Lehrbüchern Uneindeutigkeiten bei der Zeiteinteilung und unterschiedliche Angaben von Zahlen beobachtet werden.

So werden etwa die Grenzen zwischen den Erdzeitaltern in den Lehrbüchern ungleich gezogen (vgl. ARIENTI 2008, 4 f.; DEMMER 2002, 98 f. und KUGLER 2004, 15).

Als Beispiel für Abweichungen bei numerischen Angaben sollen zwei Zitate zur Artendezimierung am Ende der Kreidezeit angeführt werden:

- *„Vor 65 Millionen Jahren geschah eine Katastrophe, die das Leben auf der Erde radikal veränderte und das Ende des Erdmittelalters einleitete. Drei Viertel aller Arten dürften damals ausgestorben sein – darunter zahlreiche Meerestiere (z.B. Ammoniten) und die großen Dinosaurier!“* (KUGLER 2004, 25)
- *„Gegen Ende der Kreidezeit kam es zu einem Massensterben. Über die Ursache gibt es nur Theorien: Eine davon ist, dass es durch starke Vulkantätigkeit oder den Einschlag eines Meteoriten zu einer Klimaveränderung kam, die bewirkte, dass 50 % der Pflanzen und Tiere ausstarben.“* (ARIENTI 2008, 13)

Neben diesen stark abweichenden Zahlenwerten konnten während der Analyse einige falsche Angaben in den Lehrbüchern entdeckt werden. So werden etwa im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 3‘ die Fische als erste Wirbeltiere angegeben (vgl. ARIENTI 2008, 4 f.) und die Farne als Erstbesiedler der Festlandes erwähnt (vgl. ARIENTI 2008, 9).

2.3 Conclusio

Im Fachlehrplan des Unterrichtsgegenstandes ‚Biologie und Umweltkunde‘ wird die Erdgeschichte der dritten Klasse zugeordnet. Im Lehrstoff der sechsten und achten Klasse finden sich Anknüpfungspunkte. Im Bereich des Erweiterungsstoffes ergeben sich Gestaltungsmöglichkeiten, erdgeschichtliche Sachverhalte durchzunehmen. Die offene Formulierung ermöglicht der Lehrperson darüber hinaus, individuelle Schwerpunkte zu setzen.

Die Themengebiete der Historischen Geologie werden in Lehrbüchern unterschiedlichen Kapiteln zugeordnet und unterschiedlich stark gewichtet.

3. Didaktik der Erdgeschichte

*„Das Ganze ist mehr als
die Summe seiner Teile.“*
Aristoteles

Der Begriff Didaktik wird heute allgemein als die Wissenschaft des Lehrens und Lernens aufgefasst. Im weiteren Sinne gesehen, liefert die Didaktik Antworten auf die Frage, was unterrichtet wird (Bildungsinhalte) und auch darauf, wie dies geschehen soll (Methodik) (vgl. Brockhaus 2003, 1474). Welche Themenbereiche der Historischen Geologie im Schulunterricht vorkommen, wurde im vorangegangenen Kapitel behandelt. An dieser Stelle werden erste Überlegungen dazu angestellt, wie diese Vermittlung erfolgen kann, wobei zuvor darauf eingegangen wird, warum diese Inhalte überhaupt Beachtung finden sollen.

3.1 Warum Erdgeschichte in der Schule?

*„Ausnahmestand Gletscher-Vulkan auf Island ausgebrochen
Islands Behörden haben nach einem Vulkanausbruch für den südlichen
Landesteil den Ausnahmestand ausgerufen, Hunderte Anwohner mussten
ihre Häuser verlassen. Der internationale Flughafen wurde gesperrt, auch
Transatlantik-Flüge werden umgeleitet.“*
(Spiegel online, <http://www.spiegel.de/...>)

So titelte Spiegel online am 21. März 2010. Der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull, welcher den Luftverkehr in Europa über Wochen lahm legte, war nur eine der Naturkatastrophen, die die Menschen im Jahr 2010 in Atem hielten. Ende Februar erreichte ein Tsunami die Küste von Chile, am 9. August kam es in der chinesischen Provinz Gansu zu einem großen Erdbeben, welches zahlreichen Menschen das Leben kostete. Die größte Ölkatastrophe aller Zeiten erlebte die Welt nach der Explosion der Ölbohrplattform Deepwater Horizon am 20. April im Golf von Mexiko. Geschätzte 500.000 bis 1.000.000 Tonnen Öl sind in den darauf folgenden Wochen ins Meer geflossen, bis es endlich gelang, die leckende Bohreröffnung abzudichten. Überschattet wurden all diese Ereignisse vom großen Erdbeben am 12. Jänner in Haiti, dem bis zu 300.000 Menschen zum Opfer fielen.

Unglücke wie diese zeigen den Einfluss des Planeten Erde auf die Art des *Homo sapiens* und somit die Bedeutung der Geologie. Vulkanausbrüche, Erdbeben, Wirbelstürme, Zyklone, extreme Klimaänderungen und Massenaussterben hat es in der Erdgeschichte immer schon gegeben und sie werden sich auch zukünftig nicht vermeiden lassen. Die Möglichkeit

der Menschheit mit diesen Umweltkatastrophen umzugehen, liegt im Wissen über die geologischen Vorgänge, die diesen Katastrophen zu Grunde liegen. Erklärungen über deren Entstehung und der Versuch, diese Ereignisse vorherzusagen, sollen helfen, Warnsysteme zu entwickeln und somit die Chancen schaffen, die Auswirkungen derartiger Schicksalsschläge zukünftig zu verringern. Die Geologie ist also nicht nur immer aktuell, sondern darüber hinaus eine zukunftsorientierte Wissenschaftsdisziplin. Dazu tragen zu einem großen Teil die Ergebnisse der Historischen Geologie bei:

„Erdgeschichte zu rekonstruieren kann aber den Sinn haben, die wirksamen Prozesse in ihrem zeitlichen Rahmen allmählich besser zu verstehen.“ (ROTHE 2000, 1)

Besonders in einer Zeit, in welcher der Klimawandel beinahe täglich in den Medien erwähnt wird, können Erkenntnisse der Historischen Geologie wichtige Daten liefern und Bewusstsein für einen nachhaltigen Umgang mit dem Planeten Erde schaffen. Verständnis über die Entwicklungsvorgänge, belebter wie unbelebter, kann die Wertschätzung für die Umwelt erhöhen und damit aktiv zum Natur- und Umweltschutz anregen. Nicht zuletzt ist die natürliche Neugierde an der eigenen Entstehung ein wichtiger Grund für die Auseinandersetzung mit der Geschichte der Erde und ihrer Vermittlung im Unterricht.

3.2 Probleme der Erdgeschichte im Schulunterricht

Die Geologie und ihre Teildisziplinen scheinen in den österreichischen Lehrplänen nicht als eigenes Unterrichtsfach auf. Thematisch gesehen würde sich eine Zuordnung zu unterschiedlichen Unterrichtsgegenständen anbieten: Zusammensetzung und Bildung von Mineralien und Gesteinen ließen sich in den Chemie-Unterricht einordnen, Inhalte wie Plattentektonik sowie Aufbau des Sonnensystems, der Planeten und der Erde einerseits im Fach Physik ansiedeln, andererseits sicher im Bereich der Geografie lokalisieren. Leitfossilien als wichtige Quelle für stratigrafische Gliederungen sind nur eine der vielen Verbindungen der Erdwissenschaften zum Fach Biologie. Wohin nun also mit den geologischen Themen? In den österreichischen Schulen scheinen diese seit langem in den Lehrplänen des Unterrichtsfaches Biologie und Umweltkunde auf, was vor allem in der früheren Bezeichnung dieses Gegenstandes ‚Naturgeschichte‘ zum Ausdruck kam. Da der Biologie-Unterricht jedoch sehr viele Teildisziplinen (Zoologie, Botanik, Humanbiologie, Ökologie, ...) abdecken muss, erscheint eine intensive Bearbeitung nur bedingt möglich. Erschwerend kommt hinzu,

dass die geologischen Themenbereiche bei der letzten Umstellung des Oberstufen-Lehrplanes (2004) von der fünften in die sechste Klasse verschoben wurden, welche ohnehin stofflich schon sehr gedrängt ist (vgl. Lehrplan 2004, 2 f.). Klingt alles eher nach einer stiefmütterlichen Behandlung der Historischen Geologie. Dies muss nicht so sein! Der nächste Abschnitt soll aufzeigen, dass es zahlreiche Möglichkeiten gibt, Erdgeschichte in die unterschiedlichsten biologischen Zusammenhänge einzubinden.

3.3 Erdgeschichte im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde

In den aktuellen Lehrplänen des Faches Biologie und Umweltkunde ist die Behandlung geologischer Fragestellungen in der dritten Klasse vorgesehen (siehe 2.1). Neben dieser eigenständigen Betrachtung geologischer Sachverhalte lassen verschiedenste Themen anderer biologischer Teildisziplinen Vernetzungen zur Erdgeschichte zu. So finden sich nicht nur zahlreiche Verbindungen zu den der Geologie nahe stehenden Disziplinen wie Paläontologie und Petrologie, selbst zu Kapiteln, die im ersten Moment keinen direkten Bezug zur Erdgeschichte zeigen, sind Brückenschläge zur Historischen Geologie möglich, dies wird nachfolgend mit Zitaten aus Lehrbüchern aufgezeigt.

3.3.1 Erdgeschichte und Botanik

Themengebiete der Botanik, welche im Biologie-Unterricht behandelt werden, sind unter anderem die Besprechung ausgewählter Blüten- und Sporenpflanzen in der ersten und zweiten Klasse. Für die fünfte Klasse sind Stoffwechselvorgänge, Fortpflanzung und Biodiversität der Pflanzen im Lehrplan festgelegt (vgl. Lehrplan 2000, 3; siehe auch Lehrplan 2004, 2 f.).

In allen drei analysierten Lehrbüchern der zweiten Klasse werden im Zusammenhang mit den Sporenpflanzen Verbindungen zu den Steinkohlewäldern des Karbons aufgezeigt:

- „Die Farnartigen Pflanzen hatten ihre Hochblüte vor mehr als 300 Millionen Jahren. Sie kamen damals in vielen verschiedenen Arten und Formen vor. Manche bildeten über 40 m hohe und 5 m dicke Stämme aus. Viele dieser Stämme sind in den damaligen Sümpfen erhalten geblieben und wurden zur Steinkohle.“ (ARIENTI 2007, 43)

- „Die erste, zugleich üppigste Entfaltung der Blätter der Farne auf der Erde liegt rund 3000 Millionen Jahre zurück. In den sumpfigen Wäldern der Karbonzeit existierten bis zu 30 Meter hohe Baumfarne ebenso wie schilfähnliche Bestände riesiger Schachtelhalme und Baumbärlappe. Aus ihnen entstanden im Laufe der Zeit Kohle führende Schichten.“ (DEMME 2001, 33)
- „Übrigens [...] hat es vor etwa 300 Millionen Jahren riesige Bärlappbäume gegeben, die fallweise bis 40 m hoch und bis 2 m dick geworden sind. Sie waren ein wichtiger Teil der Steinkohlenwälder zu denen auch Baumfarne und ausgestorbene Riesen-Schachtelhalme gehört haben.“ (KUGLER 2009, 30)

Während des Unterrichts über Algen könnten die Kieselalgen besprochen und dabei auf ihre Bedeutung als Gesteinsbildner hingewiesen werden:

„Kieselalgen leben im Schlamm und auf Wasserpflanzen. Aus ihren abgestorbenen Teilen bilden sich im Laufe von Jahrmillionen Felsen und Klippen.“ (ARIENTI 2007, 14)

Im Bereich der Pflanzenphysiologie wären Verknüpfungen zur Fragestellung, „Welche Voraussetzungen benötigten die Pflanzen, um das Festland zu besiedeln?“ vorstellbar. Bei der Durchsicht der entsprechenden Lehrbücher, konnte allerdings kein entsprechendes Zitat für diesen Kontext gefunden werden.

3.3.2 Erdgeschichte und Cytologie

Die Betrachtung der Zelle und ihrer Organellen steht in der fünften Klasse auf dem Programm (vgl. Lehrplan 2004, 2 f.). In diesem Zusammenhang ergibt sich die Möglichkeit, die ersten Schritte in der Entwicklungsgeschichte des Lebens zu besprechen bzw. zu wiederholen. Neben dem Experiment von UREY und MILLER (siehe 1.2.5) könnten während der Besprechung der fotosynthetisch aktiven Chloroplasten der allmähliche Sauerstoffanstieg in der Atmosphäre und die Probleme, die sich dadurch für die Lebewesen ergaben, erörtert sowie Verbindungen zur Endosymbiontentheorie angeführt werden:

„Auch unsere Körperzellen leben in einer Art Dauersymbiose mit Organismen zusammen, die eigentlich gar nicht zu uns gehören: mit bakteriengroßen Partikeln, den Mitochondrien. Sie sind wahrscheinlich Überbleibsel einzelliger Urbakterien, die sich vor einigen Millionen Jahren mit Einzellern zusammentaten und damit jene Symbiose schufen, durch die vielzellige Lebewesen erst möglich waren.“ (DITHFURT 1997; zit. n. SCHIRL 2004, 32)

3.3.3 Erdgeschichte und Evolution

Die Entwicklungsgeschichte des Lebens (Evolution) und die geologischen Vorgänge der unbelebten Natur stehen miteinander in direkter Wechselwirkung. Einerseits liefert die Evolutionstheorie die Erklärungsgrundlage für das Auftreten unterschiedlicher Tier- und Pflanzenformen in den einzelnen Abschnitten der Erdgeschichte, andererseits können Veränderungen in der Lage der Kontinentalplatten zur Artentrennung führen und somit zur Evolution beitragen. Diese kausalen Verbindungen sind im Lehrbuch ‚Natur bewusst 3‘ folgendermaßen dargestellt:

„Durch geologische Vorgänge wie z.B. die Verschiebung von Kontinenten kommt es auch zu Klimaveränderungen. Diese wiederum bewirken eine Veränderung der Umwelt. Jene Lebewesen, die an diese neuen Bedingungen am besten angepasst sind, werden sich durchsetzen. Dieser Vorgang wird als Selektion bezeichnet. [...] Trennen sich Kontinente oder entstehen durch Überflutungen neue Meeresbereiche, dann wird diese Trennung als Isolation bezeichnet.“ (DEMME 2002, 94)

3.3.4 Erdgeschichte, Genetik und Molekularbiologie

Der Einsatz moderner Verfahren der Genetik und der Biotechnologie sowie Untersuchungen des genetischen Materials ermöglichen neue Erkenntnisse im Bereich der Erdgeschichte, auf die im Unterricht eingegangen werden kann. Beispiele aus Lehrbüchern dafür sind:

- *„Der schwedische Wissenschaftler Svante Pääbo untersuchte DNS von ausgestorbenen Lebewesen. Er konnte feststellen, dass der in Europa vor ca. 30 000 Jahren ausgestorbene Neandertaler nicht unser direkter Vorfahre war.“ (ARIENTI 2009, 105)*
- *„Übrigens [...] könnte es in Zukunft möglich sein, jüngst ausgestorbene Tierarten durch Klonen ‚wieder zu beleben‘. Man plant beispielsweise, die Erbanlagen eines Mammuts in die Eizelle eines lebenden Elefanten einzuschleusen. Auf diese Weise könnte eine Elefantenkuh ein Mammutjunges zur Welt bringen. Bei Dinosauriern wird dieses Verfahren wohl nicht zum Ziel führen, da man bislang nur winzige Bruchstücke ihrer Erbanlagen gefunden hat!“ (KUGLER 2005, 79)*

3.3.5 Erdgeschichte und Mikrobiologie

Sowohl Archae- als auch Eubakterien spielen im Laufe der Erdgeschichte eine wesentliche Rolle. So zählten nicht nur die ersten Lebewesen zu diesen Domänen, sie traten mit den Stromatolithen sogar gesteinsbildend auf und sind in den unwirtlichsten Lebensräumen zu finden.

Diese Verbindungspunkte zwischen Erdgeschichte und Mikrobiologie werden in verschiedensten Lehrbüchern aufgezeigt:

- *„Archaeobakterien waren die ersten Lebewesen, die wegen ihrer anaeroben Lebensweise die Uerde besiedeln konnten. Auch heute finden wir diese unterschiedlichst geformten Monera fast überall vor. Selbst in Vulkanseen im Eis und in Salz- und Sodaseen können sie überleben.“* (KADLEC 2006, 69)
- *„Da die Lebensräume, in denen heute die Archaeobakterien leben, jenen ähneln, die vor 2 bis 3 Milliarden Jahren auf der Erde herrschten, nimmt man an, dass die ersten Lebewesen Wärme liebend und den Archaeobakterien ähnlich gewesen sein müssen.“* (SCHIRL 2004, 37)
- *„Schon seit der Frühzeit formen sie [die Bakterien, Anm. der Autorin] ihre Umwelt. Bis heute fangen Bakterienmatten in den Gezeitenzonen tropischer Meere feine Sedimente ein. Durch die Schwankungen des Meeresspiegels stapeln sich so Schichten über Schichten und bilden Formen, die man als Stromatolithen bezeichnet. Diese Bakterien dürften ursprünglich wohl alle geeigneten Lebensräume besiedelt haben.“* (SCHIRL 2004, 36)
- *„Manche Bakterien sind besonders Wärme liebend und können Temperaturen von über 100°C [sic] nicht nur aushalten, sondern in dieser Umgebung sogar noch wachsen. Man findet sie in Schlammvulkanen und an den unterseeischen ‚Schwarzen Rauchern‘.“* (SCHIRL 2004, 37)
- *„Bakterien besiedeln auch Lebensräume, die für andere Lebewesen unbewohnbar sind: heiße Quellen, die eine Temperatur von über 80° C erreichen oder den Meeresboden in 11 km Tiefe. Man findet sie in und auf Lebewesen, im Boden, auf Gletschern und auch in der Atmosphäre in 30 km Höhe.“* (ARIENTI 2007, 12)

3.3.6 Erdgeschichte und Ökologie

Die Ökologie als Wissenschaft der „Wechselbeziehung zwischen den Organismen und ihrer Umwelt“ (CAMPBELL/REECE 2003, 1526) zieht sich als Themenbereich (Unterstufe) bzw. zentraler Bereich (Oberstufe) des Biologie-Unterrichtes von der ersten bis zur siebenten Klasse (vgl. Lehrplan 2000, 3 f. und Lehrplan 2004, 2 ff.). So vielfältig, wie die Themen, die in diesem Zusammenhang behandelt werden, sind die Möglichkeiten zur Verknüpfung der Erdgeschichte.

Im ‚BIO BUCH 2‘ etwa, finden sich während der Beschreibung des Lebensraumes Wald, Einträge über Bernstein und darin eingeschlossene, ausgestorbene Insekten:

- *„Übrigens [...] gibt es Harz von bereits ausgestorbenen Föhren-Arten, das im Laufe der Zeit erhärtet ist. Dieses Harz nennt man Bernstein und ist ein beliebter Schmuckstein.“* (KUGLER 2009, 12)
- *„Übrigens [...] sind in manchen Bernsteinen Insekten eingeschlossen, die vor vielen Millionen Jahren im Harz der Föhren kleben und darin bis heute gut erhalten blieben.“* (KUGLER 2009, 12)

Im Zusammenhang mit dem Lebensraum Meer, welcher in der vierten Klasse als Beispiel für ein Ökosystem einer anderen Region (vgl. Lehrplan 2000, 4) gewählt werden kann, sind Verbindungen zur Kontinentaldrift vorstellbar. Dabei könnte auf die Schließung von Ozeanen und die in den Meeresbecken abgelagerten Gesteine hingewiesen und in diesem Zusammenhang außerdem auf die Veränderung der Lage der Kontinentalplatten im Laufe der Erdgeschichte eingegangen werden.

Im Lehrbuch ‚ganz klar: Biologie 4‘ steht zu dieser Thematik:

- *„Der Boden des Meeres ist ebenso gebirgig wie die Erdoberfläche. Es gibt Gebirge und Täler und durch die Tektonik (Verschiebung der Erdplatten) kann ein Seebeben ausgelöst werden.“* (ARIENTI 2009, 118)

Schadstoffprobleme werden im Lehrbuch ‚Natur bewusst 4‘ im Themenkomplex „Unser Ort als Lebensraum“ gehandelt:

- *„Die Gase Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffdioxid (NO₂) stammen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe. In der Luft bilden sich mit Wasser Säuren (z.B. schweflige Säure, Salpetersäure) – der ‚saure Regen‘ entsteht. Mit dem Niederschlag gelangen die Säuren auf Pflanzen und in den Boden.“* (DEMMER 2003, 15)

Hier könnten die Entstehungsgeschichte und -zeit dieser fossilen Brennstoffe näher betrachtet und Verknüpfungen zur Erdgeschichte hergestellt werden.

3.3.7 Erdgeschichte und Paläontologie

Die Paläobiologie ist die Wissenschaft vom Leben aus vergangenen Erdzeitaltern (vgl. CAMPBELL/REECE 2003, 1527). Verknüpfungen zur Erdgeschichte ergeben sich von selbst, denkt man etwa an Fossilien, die in den verschiedenen Sedimentlagen zu finden sind. Bei der Besprechung einzelner Fossilien, können einige Grundideen der Stratigrafie mittransportiert werden:

„Der Vergleich der fossilen Lebewesen mit den heute auftretenden rezenten Lebewesen ergibt folgende Tatsachen:

- *Fossilien belegen, dass es Lebewesen gab, die in einer bestimmten Zeit der Erdgeschichte gelebt haben und dann ausgestorben sind.*
- *Ältere Fossilien sind häufig einfacher gebaut, als jüngere Fossilien.*
- *Fossilien aus älteren Schichten weichen stärker von den Lebewesen der Gegenwart ab als solche aus jüngeren Schichten.“* (SCHERMAIER 2008, 96)

Werden Vertreter der Fossilien und Urformen näher besprochen, kann darauf hingewiesen werden, in welcher Periode diese das erste Mal aufgetreten sind. In diesem Zusammenhang kann die Gliederung der Erdgeschichte wiederholt werden.

3.3.8 Erdgeschichte und Zoologie

In der Unterstufe bildet die Zoologie gemeinsam mit der Botanik den Themenbereich „Tiere und Pflanzen“, welcher von der ersten bis zur vierten Klasse im Lehrplan aufscheint:

„Tiere und Pflanzen: An Beispielen ausgewählter Vertreter aus dem Tier- und Pflanzenreich sind Bau und Funktion sowie Zusammenhänge zwischen Bau, Lebensweise und Umwelt zu erarbeiten.“ (Lehrplan 2000, 3)

In der ersten Klasse liegt der Schwerpunkt bei den Wirbeltieren, in der zweiten bei den Wirbellosen. Obwohl die „Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens“ erst in der dritten Klasse vorgesehen ist (vgl. Lehrplan 2000, 3), könnten hier altersadäquate und dem Wissen der SchülerInnen entsprechende Hinweise zur Historischen Geologie angeführt werden. So könnten neben der Behandlung von Lebensort, Lebensweise und Lebensraum ausgestorbene Vertreter oder Urformen der jeweiligen Tierklasse erwähnt werden.

Entsprechende Einträge scheinen in unterschiedlichen Biologie-Lehrbüchern auf. Stellvertretend werden einige Passagen aus dem ‚BIO BUCH 1‘ und dem ‚BIO BUCH 2‘ angeführt:

- „Vor mehr als 400 Millionen Jahren haben sich in den Gewässern der Erde die ersten Fische entwickelt. Sie bilden die älteste und ursprünglichste Klasse der Wirbeltiere.“ (KUGLER 2009, 80)
- „Vor etwa 380 Millionen Jahren haben sich die ersten Vertreter der Lurche entwickelt. Diese stammen von den Quastenflossern ab, einer besonderen Fischgruppe, die es z.B. in der Tiefsee vor Madagaskar auch heute noch gibt. (KUGLER 2009, 100)
- „Wie kleine Dinosaurier. Die einheimischen Echsen sehen ihren Verwandten, den Riesenechsen, die vor Millionen von Jahren im Erdmittelalter lebten, zum Verwechseln ähnlich.“ (KUGLER 2003, 99)
- „Wissenschaftler halten die Vögel für Nachkommen der Dinosaurier. Seit dieser Zeit haben sie sich aber sehr stark verändert.“ (KUGLER 2003, 70)
- „Unter den Wirbellosen gibt es neben ursprünglichen, sehr einfach gebauten, auch hochentwickelte Arten. Alle sind außerordentlich interessante Lebewesen, die bereits lange vor den Wirbeltieren entstanden sind. Die ältesten überlieferten Formen (quallenartige und wurmähnliche Tiere) entstanden bereits vor mehr als 700 Millionen Jahren. In der Folge entwickelten sich auch alle weiteren heute bekannten Stämme der Wirbellosen wie etwa Nesseltiere, Schwämme, Stachelhäuter, Weichtiere und Gliederfüßer um nur einige zu nennen. Sie bewohnten unsere Erde bereits etwa 200 Millionen Jahre vor den ersten Wirbeltieren, den Fischen.“ (KUGLER 2009, 42)

Ein wesentlicher Verbindungspunkt zwischen Erdgeschichte und Zoologie sind sicher die Korallen, welchen im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte als Gesteinsbildner große Bedeutung zukommt, worauf bei deren Besprechung hingewiesen werden kann. Der Vorgang der Riffbildung ist in verschiedenen Lehrbüchern dargestellt:

- „Wenn sich ein Korallenpolyp auf einem festen Untergrund ansiedelt, bildet er zuerst um sich herum ein becherförmiges Kalknest [...]. So entsteht im Laufe der Zeit ein großes gebirgsartiges Kalkgebirge; ein Riff. (ARIENTI 2009, 123)

- „Die schönsten Riffe gibt es in den tropischen und subtropischen Meeren (z.B. Karibik, Korallenmeer vor Australien). Dort können Riffe hunderte Meter in die Tiefe reichen, wobei unterhalb von etwa 50 m nur mehr die Skelettreste abgestorbener Korallenstöcke zu finden sind. Sie dienen den jüngeren Korallenkolonien als stabiles Fundament. Im Laufe von Jahrmillionen entstanden auf diese Weise manchmal mehrere Kilometer dicke Kalkschichten, aus denen z.B. [...] große Teile unserer heimischen Kalkalpen aufgebaut sind.“ (KUGLER 2005, 119)

3.3.9 Conclusio

Zahlreiche Themen biologischer Disziplinen bieten Anknüpfungspunkte zu Fragestellungen der Historischen Geologie. Werden diese Verbindungen genutzt, kann erdgeschichtliches Wissen in quasi allen Schulstufen vermittelt werden. Dadurch wird nicht nur eine Präsenz der Historischen Geologie im Biologie-Unterricht erreicht, durch Querverbindungen zwischen den einzelnen Teildisziplinen wird überdies vernetzendes Lernen gefördert.

4. Spielpädagogik

*„Die Wurzel des
Lebens ist Spielen.“*
Alan WATTS

Spielen ist ein Grundbedürfnis von Kindern, welches als so wichtig erachtet wird, dass es sogar in der UN-Konvention über die Rechte des Kindes Beachtung findet. Diese „wurde am 20. November 1989 von der Generalversammlung der Vereinten Nationen einstimmig angenommen und ist nach Ratifizierung durch die ersten 30 Staaten am 3. September 1990 in Kraft getreten.“ (Was Eltern wissen wollen – Die Konvention über die Rechte des Kindes 2000, 3). Artikel 31 dieses Abkommens beschreibt das Recht der Kinder auf Spiel und Freizeit:

„1. Die Vertragsstaaten erkennen das Recht des Kindes auf Ruhe und Freizeit an, auf Spiel und altersgemäße aktive Erholung sowie auf freie Teilnahme am kulturellen und künstlerischen Leben.“ (UN-Konvention über die Rechte des Kindes, 12)

Dass Spielen jedoch nicht reine Freizeiterscheinung ist, sondern darüber hinaus als pädagogisches Mittel zum Wissenserwerb im schulischen Umfeld eingesetzt werden kann, soll in diesem Kapitel aufgezeigt werden.

4.1 Spielpädagogik und Schule – Teil 1

Spielpädagogik ist eine Teildisziplin der Pädagogik, welche sich in den frühen 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts ausgehend vom deutschsprachigen Raum entwickelt hat (vgl. DERGOVICS 2008, Modul 1, 7) und die Antworten auf unterschiedliche Fragestellungen geben soll:

*„Spielpädagogisch arbeiten – was hat man zu tun?
1. Bedingungen für mehr und besseres Spiel herstellen, z.B. durch Beratung, Ausbildung, Fortbildung oder Kulturpolitik.
2. Spiele analysieren und ihre Wirkung einschätzen, insbesondere, um die richtige Auswahl von Spielen treffen zu können.
3. Spiele in Gruppen einsetzen oder anregen, die den äußeren Bedingungen, dem Ziel, dem Inhalt und nicht zuletzt auch der Gruppe angemessen sind.“
(BAER 1995, 12)*

In Punkt drei beschreibt BAER den zielgerichteten Einsatz von Spielen. Im schulischen Umfeld kann dies ein bestimmtes Lernziel sein, etwa die Bezeichnung unterschiedlicher Perioden der Erdgeschichte zu kennen. Wie aber vertragen sich spielen und lernen? Auf den ersten Blick erscheinen diese beiden Prozesse nicht nur sehr unterschiedlich, sondern sogar widersprüchlich zu sein:

„Spielen und Lernen schließen sich gegenseitig aus. Jedenfalls nach allen unseren Vorerfahrungen. Spielen ist zweckfrei, macht Spaß und geschieht freiwillig. Lernen ist notwendig, macht meist keinen Spaß und es gibt die Schulpflicht. So haben wir diese beiden Tätigkeiten jedenfalls als Kinder erlebt und so haben wir sie jetzt noch als Erwachsene in Erinnerung. Aber Erfahrungen können täuschen uns so ist das auch hier!“ (BAER 1995, 75)

Durch den Einsatz spielpädagogischer Mittel im schulischen Bereich, versuchen SpielpädagogInnen den Brückenschlag zwischen Spielen und Lernen zu schaffen und den SchülerInnen dadurch Lernerfahrungen und Wissensaneignung ‚nebenbei‘ zu ermöglichen.

„Der Sinn der Kinder steht eher danach, zu spielen als zu lernen, was Erwachsene als sinnvoll erachtet haben. Deshalb sind Erwachsene auf die Idee gekommen, Kinder durch eben dieses Spiel zum Lernen zu ‚überlisten‘: Den Kindern werden Spiele angeboten, in denen die Lernprozesse möglich werden, die die Erwachsenen im Auge haben.“ (FRITZ 1990, 127)

Diese Verknüpfung zwischen Spielpädagogik und Schule ist genauso spannend wie umfangreich. BAER nennt dazu zwei wichtige Anwendungsgebiete der Spielpädagogik im erzieherischen Kontext:

- „1. Die Erziehung zum Spielen – also die Motivation dazu und die pädagogische Beeinflussung der Spieltätigkeit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen;*
- 2. Die Erziehung mit und durch Spiel – also die Anwendung der Methode Spiel in organisierten Lernprozessen in Schule, Jugendarbeit, Familienerziehung, Weiterbildung.“ (BAER 1995, 9)*

Obwohl es bei Klassen oder SchülerInnengruppen, welche den Einsatz von Spielen nicht gewohnt sind, notwendig erscheint, den Fokus auf den ersten Punkt zu richten und SchülerInnen an die Methode des Spielens heranzuführen, überwiegt in dieser Arbeit die Darstellung des zweiten Aspektes – den didaktischen Einsatz von Spielen zur Wissensvermittlung. Zwei Fragen stehen dabei zur Beantwortung: Wie können und warum sollen Spiele in der Unterrichtssituation eingesetzt werden, um Lehrinhalte zu vermitteln?

Bevor hierauf näher eingegangen werden kann, scheint eine genauere Betrachtung und Eingrenzung der Begriffe Spiel und spielen notwendig, da diese beiden im deutschen Sprachgebrauch in unterschiedlichsten Zusammenhängen verwendet werden.

4.2 Was ist Spiel?

4.2.1 Die Begriffe Spiel und Spielen im deutschen Sprachgebrauch

Spiel und spielen sind zwei Begriffe, zu denen wohl jeder Mensch bestimmte Vorstellungen hat. Beim Betrachten des folgenden Textes wird jedoch schnell klar, wie weitreichend diese Worte sind und in welcher unterschiedlichen Bedeutungen sie benutzt werden (vgl. BAER 1995, 29):

Samstagnachmittag in einem Garten. Die kleineren Kinder spielen in der Sandkiste, die größeren spielen verstecken. Marco spielt Susanne einen Streich und bespritzt sie mit dem Gartenschlauch. Das Mädchen lacht laut und freut sich über das Farbenspiel der Sonne in den Wasserstrahlen. Von Ferne hört man leises Glockenspiel, welches neben der Übertragung des Fußballspieles im Radio und den Gesprächen der Erwachsenen kaum wahrnehmbar scheint. Tamara erzählt ihren Freundinnen über ihren Berufswunsch zur Schauspielerin, die Männer diskutieren über den Spielraum bei technischen Geräteteilen. Während der Halbzeitpause verkündet der Radiomoderator die Glückszahlen des Lotto-Spiels. „Nichts gewonnen“, merkt Martina an und betrachtet weiter gedankenverloren das Spiel des Windes mit den Wolken am Himmel.

Wie schwer greifbar die Bedeutung des Wortes spielen im Deutschen ist, wird im Vergleich mit der Englischen Sprache besonders auffällig. „Dort haben wir kein Wort, das dem deutschen ‚Spiel‘ entspricht. Wir haben jedoch vier Wörter für die vier Spielbegriffe oder Spielformen. Diese sind game – play – gambling – sports.“ beschreibt BULAND (<http://www.spielebox.at/...>) die Situation in seinem Vortrag „Spiel im Sinne von ‚play‘ als effizienter Bildungsprozess. Ergebnisse aus der Gehirn- und Spielforschung.“ auf der Fachtagung „Spiel = Bildung²“, welche am 11.11.2010 in Wien stattgefunden hat:

„Die vier Begriffe unterscheiden sich darin, was der Spieler autonom entscheiden kann. Also Antworten auf die Frage: Was kann der Spieler entscheiden? Worin liegt ihre und seine Entscheidungs-Freiheit [sic]? So kommen wir zu folgenden vier Spielformen:

game = Zug-um Zug-Spiele [sic]: Der Spieler kann ihren und seinen Zug innerhalb der Möglichkeiten der Spielregeln frei entscheiden. Beispiele dafür sind alle klassischen Brettspiele wie Schach, Dame, Halma, und auch alle zeitgenössischen wie ‚Die Siedler von Catan‘ oder ‚Labyrinth der Meister‘, aber auch z.B. alle Kartenspiele.

play = Gestaltungs-Spiele [sic]: Der Spieler hat die Freiheit etwas so oder anders zu gestalten. das kann eine Rolle sein, dann hätten wir das englische ‚acting‘, das kann aber auch eine Zeichnung, ein Klang, oder auch ein Turm aus Bauklötzen sein. Je nachdem weisen die Gestaltungs-Spiele in Richtung bildender Kunst, in Richtung Improvisation und Komposition oder in Richtung Architektur. [...]

gambling = Einsatz-Spiele: Der Spieler entscheidet einen so oder so großen Einsatz auf diese oder jene Wette. Es sind vor allem jene Spiele, die im Deutschen ‚Glücksspiele‘, und im Englischen ‚gambling‘ genannt werden. [...] Beispiele dafür sind Lotto, Finanzspiele an der Börse und Roulette.

sports = Bewegungs-Spiele [sic]: Der Spieler spielt mit der Bewegungsfreiheit. Das sind alle Ball-, Fang-, Kugel- und Tummelspiele. Wird es [das Bewegungsspiel, Anm. der Autorin] professioneller betrieben, sprechen wir von Sport. Wird überwiegend die Feinmotorik oder eine schnelle Reaktionsfähigkeit benötigt, so sprechen wir von Geschicklichkeitsspielen.“ (BULAND, <http://www.spielebox.at/...>)

4.2.2 Der Prozess des Spielens in der Spielpädagogik

Die umfangreiche Bedeutung des Wortes Spiel wirkt sich unzweifelhaft auf die Festlegung des Begriffs spielen in der Spielpädagogik aus und macht eine präzise Definition schier unmöglich.

„Bis heute gelang es jedenfalls nicht, das Spiel des Menschen in einem umfassenden Theoriemodell zu erfassen oder widerspruchsfrei zu definieren.“ (RENNER 2008, 21)

In der Spielpädagogik wird der Prozess des Spielens daher nicht durch eine Definition festgelegt, sondern zeichnet sich durch das Vorhandensein unterschiedlicher Merkmale aus (vgl. BAER 1995, 12 f.; siehe auch RENNER 2008, 20 ff.).

Als Ausgangspunkt für die weitere Auseinandersetzung mit den Merkmalen des Spielprozesses, dient RENNERS Zusammenstellung über die formalen Kennzeichen des Spiels nach dem niederländischen Kulturhistoriker HUIZINGA. Demnach kann der Vorgang des Spielens mit Hilfe sechs formaler Kennzeichen eingegrenzt werden:

- Spiel ist freies Handeln
- Spiel steht außerhalb des gewöhnlichen Lebens
- Spiel findet zeitlich und räumlich begrenzt statt
- Spiel ist wiederholbar
- Spiel enthält Spannung, verbindliche Regeln und Geheimnisse
- Spiel ist anders als das gewöhnliche Leben (es ist Tun-als-ob)

(vgl. RENNER 2008, 33)

Hinter dem Kennzeichen des freien Handelns versteckt sich die Zweckfreiheit des Spielprozesses (vgl. RENNER 2008, 31), welche sich nach BAER folgendermaßen darstellen lässt:

„Spiel ist überwiegend ein Prozeß [sic] und wird um des Prozesses willen gemacht. Nicht das Ergebnis, nicht irgendein Produkt oder Profit, sondern der Ablauf der Handlung, die Tätigkeit selbst ist interessant.“ (BAER 1995, 12)

Durch die räumliche und zeitliche Abgrenzung des Spieles sowie dessen Loslösung vom täglichen Leben, ergeben sich vielfältige Gestaltungs- und Handlungsfreiräume. In der erdachten und erschaffenen Realität des Spieles können Verhaltensweisen ohne Angst vor Fehlern ausprobiert und durch die oftmalige Wiederholung für den Einsatz im wirklichen Leben eingeübt werden (vgl. BAER 1995, 12; siehe auch RENNER 2008, 32).

In der Spielrealität folgen die MitspielerInnen bestimmten Regeln, die den Rahmen der Spielwelt abstecken. Das Verletzen dieser Regeln könnte die erdachte Wirklichkeit sprengen. Demnach werden die MitspielerInnen bestrebt sein, diesen Regeln zu folgen. Das Prinzip der Freiwilligkeit, welches die Grundlage jedes Spieles ist, wird an dieser Stelle besonders deutlich (vgl. DERGOVICS 2008, Modul 1, 3 ff.).

Wie BAER feststellt, sollte neben Spannung und Geheimnissen der Spaßfaktor eine wesentliche Rolle im Spiel einnehmen:

„Zum Spiel gehört unbedingt auch der Spaß, oft der Spaß in der Gruppe – also die Geselligkeit und die individuelle Freude. Manchmal ist es die Freude an überraschenden Entwicklungen, manchmal die Freude am Erfolg, und manchmal die Schadenfreude!“ (BAER 1995, 13)

4.3 Spielpädagogik und Schule – Teil 2

4.3.1 Warum Spielpädagogik?

FRITZ schreibt über den Einsatz eines Lernspieles im Unterricht:

„Das von mir vorgesehene Lernspiel ‚funktionierten‘ die Schüler um: Es wurden für sie zu einem Darstellungsspiel. Sie spielten Sieltore, ‚verwandelten‘ sich in Deich, Flut, Tore, ablaufendes Wasser, bis die Darstellung für sie gelungen war. An Zwecke und Ziele dachten sie nicht; für sie stand der Spaß im Mittelpunkt und das Bemühen, eine gute Darstellung zuwege zu bringen. Und gerade dadurch, daß [sic] Lernen und Lernziele für die Schüler nicht im Mittelpunkt standen, sondern Spaß und Freude am Spiel, lernten sie besonders intensiv und nachhaltig.“ (FRITZ 1990, 131)

In diesem Bericht wird deutlich, dass der Einsatz von Spielen im Schulunterricht neben der reinen Wissensvermittlung zahlreiche weitere Aspekte abdecken kann. Die SchülerInnen passten das Spiel ihren Anforderungen an, sie entwickelten neue Ideen und schulten dabei ihr schöpferisches Potential. Der Austausch mit den MitspielerInnen, welcher für den reibungslosen Ablauf des Spieles notwendig ist, fördert soziale Kompetenzen, das Nachstellen der Bewegungen lässt den Lernstoff fühlbar werden. Frei von Angst und Notendruck kann Lernen Spaß machen und das Gelernte verinnerlicht werden (vgl. BAER 1995, 75 f.).

Je nachdem welche Spiele eingesetzt werden, können somit neue Fertigkeiten erlangt und Fähigkeiten in unterschiedlichen Kompetenzbereichen geschult werden. Die Fachgruppe Spiel führt in der Evaluation ihres Pilotprojektes ‚Spiel fördert Schule‘ sieben Gründe zur Förderung von Spiel in der Schule an:

- Spielen fördert die Entwicklung der Intelligenz
- Spielen fördert die Persönlichkeitsentwicklung
- Spielen fördert die Sozialentwicklung
- Spielen fördert motorische Fähigkeiten
- Spielen fördert die Konzentrationsfähigkeit
- Spielen fördert die Sprachentwicklung
- Spielen fördert die Entwicklung von Kreativität

(vgl. Spiel fördert Schule, <http://www.primarbereich.de/...>)

Vieles spricht also für den Einzug der Spielpädagogik in die Klassenzimmer, allerdings sollten (und dürfen) hierbei die Nachteile und möglichen Probleme nicht vergessen werden. Die notwendigen Bedingungen für den Einsatz des Spieles in der Schule zu schaffen, kann bei festgesetzten Unterrichtseinheiten von 50 Minuten schwierig werden. Darüber hinaus sind die räumlichen Gegebenheiten nicht immer optimal. Die Vorbereitung von Spieleaktionen kann zeitaufwendig werden. Das Gelingen der Spieleaktion hängt in größerem Ausmaß von den SchülerInnen ab, als dies beim Frontalunterricht der Fall ist und vielleicht trauen sich manche LehrerInnen die Durchführung einer Spieleaktion nicht zu, weil sie in der Ausbildung nichts über Spielpädagogik erfahren und gelernt haben und daher nur wenige Spiele kennen (vgl. BAER 1995, 76).

Dennoch wird hier eindeutig für den Einsatz der Spielpädagogik plädiert. Wieso? Weil dieser den SchülerInnen ganzkörperliche Erfahrung ermöglicht und weil's einfach Spaß macht.

4.3.2 Der/die LehrerIn als SpielleiterIn

Zwischen dem Vorgang des Unterrichtens und dem Anleiten von Spielen gibt es wesentliche Parallelen (vgl. Pädagogik des Spiels 1990, 130 ff.). LehrerInnen müssen ihren Unterricht planen, vorbereiten, in der Klasse durchführen, anschließend reflektieren und nacharbeiten. Dazu müssen sie einerseits fachliches Grundwissen haben, andererseits über ein didaktisches Repertoire verfügen, um dieses Wissen den SchülerInnen altersgemäß und verständlich zu vermitteln. Dabei gibt es nicht DIE eine Art des Unterrichtens. Vielmehr sollte ein/e gute/r LehrerIn über verschiedenste Kompetenzen verfügen. Und so verhält es sich auch beim Leiten von Spielen.

RENNER (2008, 157 ff.) beschreibt 4 wesentliche Kompetenzen für SpielleiterInnen:

- **Persönliche Kompetenz**

Hierzu zählen individuelle Charakterzüge des/r SpielleiterIn wie Spielfreude, Spielfähigkeit, Selbstverantwortung sowie Leistungswille und Verantwortungsbereitschaft (vgl. RENNER 2008, 158 ff.).

„Das Auftreten von Spielleiter/innen soll echt und kongruent sein.“ (RENNER 2008, 159)

In den Bereich der persönlichen Kompetenz fallen überdies die persönliche Reflexion und die Analysebereitschaft der Spielleitung:

„Die Fähigkeiten zur Selbstreflexion und zur Analyse von Spielsituationen, Prozessen der Individual- und Gruppenentwicklung sind [...] eine Voraussetzung für Spielleitung.“ (RENNER 2008, 157 f.)

- **Sozialkompetenz**

Diese Kategorie umfasst Kompetenzen im Bereich der zwischenmenschlichen Interaktionen. RENNER (2008, 161) nennt hierbei unter anderem die Fähigkeit, sich in andere Personen einzufühlen, Kooperations- und Teamfähigkeit, Leistungsfähigkeit und Pädagogische Verantwortung.

„Spielleiter/innen brauchen Einfühlungsvermögen in die Situation und die Bedürfnisse der Gruppe und der einzelnen Gruppenmitglieder.“ (RENNER 2008, 159)

Zur Sozialkompetenz zählt darüber hinaus, das Auftreten und Agieren des Spielers/der Spielleiterin während der Durchführung einer Spieleaktion:

„Die Fähigkeit sich verbal und körperlich einfach, verständlich und ohne Widersprüche auszudrücken, fördert die Orientierungs- und Anpassungsfähigkeit. Dies ist notwendig in Bezug auf die Vermittlung von Regeln und die Steuerung der Spieleaktion. Gelassenheit, Wachheit, Momentkonzentriertheit und Geistesgegenwart sind Spielleitereigenschaften, die schnelle und sachbezogene Reaktionen ermöglichen und dafür sorgen, dass der Überblick über Interaktion und Kommunikation der Gruppe nicht verloren geht.“ (RENNER 2008, 159)

- **Sachkompetenz**

Die Sachkompetenz umfasst Wissen und Fertigkeiten, welche zur Durchführung der Spieleaktion notwendig sind. Dazu können z.B. das Spielen eines Instrumentes, die Kenntnis, um sportliche Regeln oder die Fertigkeit des Töpfern zählen (vgl. RENNER 2008, 161). Bei der Anwendung von Spielen im schulischen Umfeld fällt in diesen Kompetenzbereich das Fachwissen des entsprechenden Unterrichtsfaches.

- **Spielkompetenz**

Hinter der Spielkompetenz versteckt sich die fachliche Verantwortung für das Medium Spiel und den Vorgang des Spielens. Didaktisch-methodische Kenntnisse zum Spiel sind hier ebenso angesiedelt, wie die individuellen, sozial-ökologischen und lebensweltlichen Bedingungen des Spiels (vgl. RENNER 2008, 161).

„Kenntnisse der didaktischen Grundlagen des Spiels, der Spielformen, der Medien und Mittel sowie von Werkzeug und Material und die Fähigkeit, deren praktische Anwendung zu beherrschen sind wesentliche Kompetenzmerkmale.“
(RENNER 2008, 158)

Weitere Punkte, die RENNER in diesem Zusammenhang nennt, sind die Kontrolle der Spielregeln, das Ahnden deren Missachtung, das Adaptieren der Regeln an die Gruppe, die psychische und physische Regulierung von Nähe innerhalb der Gruppe als auch zwischen Gruppe und SpielleiterIn sowie der Rollenwechsel des Spielleiters/der Spielleiterin zwischen LeiterIn und MitspielerIn (vgl. RENNER 2008, 158 f.).

SpielpädagogInnen müssen demnach über eine Vielzahl an Kompetenzen und Eigenschaften verfügen, um eine Spieleaktion erfolgreich leiten zu können. Die Aufgaben des Spielleiters/der Spielleiterin erstrecken sich jedoch nicht nur auf das bloße Durchführen eines Spieles zwischendurch. Wesentliche Punkte sind darüber hinaus Planung, Vorbereitung, Reflexion und Evaluation der Spieleaktion. BAER schreibt in diesem Zusammenhang:

„Spielstunden müssen geplant werden, auch wenn ihr tatsächlicher Ablauf oft von der Planung abweichen wird (kann und darf), weil ohne Planung die Ergebnisse (Spaß und Erfahrungen der Spieler) rein zufällig und die Stunden ohne Zusammenhang mit vorangegangenen und nachfolgenden pädagogischen Ereignissen blieben.“ (BAER 1995, 139).

Vor- und Nachbereitung der Spieleaktion sind mindestens ebenso wichtig, wie die Durchführung der Aktion selbst. Was aber, soll nun wie bei Planung und Vorbereitung berücksichtigt werden und worauf ist bei der Evaluation und der Reflexion zu achten? Hierzu soll der nachfolgende Fragenkatalog Hilfestellungen bieten. Zu den einzelnen Aufgabenbereichen der Spielleitung werden Fragen aufgezählt, die zur Orientierung und Unterstützung bei Vor- und Nacharbeiten herangezogen werden können.

Der Katalog wurde unter Verwendung der Checklisten und Fragesammlungen folgender Literaturquellen erstellt: BAER, 1995, 140 ff., DERGOVICS 2008, Modul 2, 52 ff. und RENNER 2008, 215 ff.

Planung

In der Phase der Planung werden die zeitlichen, räumlichen und inhaltlichen Rahmenbedingungen der Spieleaktion abgeklärt und auf die beteiligte Spielgruppe abgestimmt.

Wer? – Die Zusammensetzung der Spielgruppe.

- Mit wem werden die Spiele durchgeführt?
- Aus wie vielen MitspielerInnen besteht die Gruppe?
- Wie alt sind die TeilnehmerInnen?
- Welches Geschlecht haben die MitspielerInnen?
- Ist die Gruppe heterogener oder homogener Zusammensetzung?
- Lernen sich die Gruppenmitglieder neu kennen oder sind diese bereits miteinander vertraut?
- Kommen die SpielerInnen direkt zu Beginn der Spieleaktion?
- Haben die MitspielerInnen bereits Erfahrung mit spielpädagogischen Lernvorgängen sammeln können?
- Bevorzugt die Gruppe bestimmte Spielformen?
- Hat die Gruppe besondere Interessen, die berücksichtigt werden sollen?

Wozu? – Das Ziel der Spieleaktion.

- Zu welchem Anlass wird die Spieleaktion durchgeführt?
(fachliche, soziale oder persönliche Aspekte)
- Welches Ziel soll durch den Einsatz der Spieleaktion erreicht werden?
(Im schulischen Umfeld könnten Spiele sowohl als Einstieg in einen neuen Themenbereich, zur Erarbeitung eines Themas oder zur Wiederholung bereits gelernten Stoffes eingesetzt werden.)
- Unter welchem Motto steht die Spieleaktion?

Wann? – Die zeitlichen Bedingungen der Spieleaktion.

- Wann wird die Spieleaktion durchgeführt?
- Welcher Zeitraum steht für die Durchführung zur Verfügung?
- Wie lange soll die Spieleaktion dauern?
- Ab wann kann der Raum bzw. die Spielfläche vorbereitet werden?
- Gibt es äußere Faktoren, die auf die zeitlichen Bedingungen einwirken?
(z.B. wenn die Spieleaktion im Rahmen einer Veranstaltung stattfindet)

Wo? – Das räumliche Umfeld der Spieleaktion.

- Wo soll die Spieleaktion stattfinden?
- indoor oder outdoor?
- Welche räumlichen Bedingungen sind notwendig?
- Muss ein besonderer Raum für die Durchführung organisiert werden?
- Gibt es äußere Faktoren, die auf die räumlichen Bedingungen einwirken?
(z.B. wenn die Spieleaktion gemeinsam mit anderen Aktionen durchgeführt wird)

Was? – Der Inhalt der Spieleaktion.

- Welche Spiele sollen eingesetzt werden?
(Spiele zum Kennen lernen, Entspannungsspiele, Kooperative Spiele, Darstellende Spiele, Actionspiele, Bewegungsspiele, Feedback-Spiele)
- Gibt es besondere Aspekte, die berücksichtigt werden müssen?
(im schulischen Umfeld etwa Dokumentation und Sicherung des Unterrichtsertrages)
- Sollen Erinnerungsstücke oder Preise vergeben werden?

Wie? – Die Planung der Umsetzung.

- Welche Spiele erfüllen die Anforderungen?
- Gibt es Spiele, die ich den Anforderungen anpassen kann?
(Änderung der Regeln, zum Motto passender Titel, ...)
- Welche Unterstützung brauche ich bei der Umsetzung?

Wenn es nicht klappt? – Die Alternativplanung

- Wie verändert sich das Vorhaben, wenn sich die Voraussetzungen/Bedingungen ändern?
(weniger oder mehr MitspielerInnen als erwartet, Wetterabhängigkeit, Änderung der Raumes, ...)
- Welche Reservespiele kann ich vorbereiten?
- Welche Probleme können während der Durchführung auftreten?
- Welche Vorbereitung brauche ich als SpielleiterIn, um auf mögliche Problemfälle reagieren zu können?

Vorbereitung

Nachdem die theoretischen Eckpunkte der Planung abgegrenzt sind, erfolgt die praktische Vorbereitung.

Arbeitsschritte im Vorfeld

- Auswahl der Spiele
- Sind mir die Regeln der Spiele klar?
- Kann ich diese Regeln verständlich erklären?
- Welche Materialien sind für die Durchführung notwendig?
- Welche Materialien stehen mir zur Verfügung?
- Wo kann ich fehlende Materialien besorgen?

Vorbereitungen am Aktionsort

- Sind alle Materialien und Unterlagen vorhanden und einsatzbereit?
- Ist der Raum bzw. die Spielfläche vorbereitet?
- Habe ich persönliche Bedürfnisse, die ich vor dem Start der Aktion noch stillen möchte?

Durchführung

Während der Durchführung können äußere Einflüsse auftreten, die eine direkte Adaption der vorbereiteten Spieleaktion erfordern.

- Wie ist das Klima in der Gruppe?
- Gibt es besondere Bedürfnisse, auf die ich umgehend eingehen muss?
- Müssen Spiele während der Aktion geändert werden, damit sie durchführbar sind?
- Werden mir von der Gruppe Ansatzpunkte geliefert, die ich ins Programm aufnehmen kann?

Reflexion und Evaluation

Nach erfolgter Umsetzung sollte die Spieleaktion reflektiert und analysiert werden.

- Konnte die Spieleaktion wie vorbereitet durchgeführt werden?
- Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?
(fachliche, didaktische, konzeptionelle, ...)
- Waren die Spiele angemessen?
- Konnte das vorgegebene Ziel erreicht werden?
- Welche Änderungen des Konzepts sollten vorgenommen werden?
- Gibt es Verbesserungsvorschläge?
- Welche Rückmeldungen im Bezug auf Inhalt und Konzept habe ich von der Spielgruppe bekommen?

Neben dieser fachlichen Evaluation empfiehlt sich stets eine persönliche Reflexion, um den eigenen spielpädagogischen Handlungsspielraum weiterentwickeln zu können. RENNER schreibt hierzu:

„Das Spannungsverhältnis zwischen eigener Spielfreude, Spielbedürfnis, Spielfähigkeit und dem Spielbedürfnis der Kinder muss reflektiert werden, damit Einstellungen und Haltungen im Hinblick auf berufliches Handeln in Spielsituationen möglich werden, die eine Entscheidung für das Spiel ermöglichen.“ (RENNER 2008, 157)

Nachstehende Fragen könnten in diesem Zusammenhang herangezogen werden:

- Habe ich die Bedingungen richtig eingeschätzt?
- Gab es Divergenzen zwischen meinen Anforderungen und den Bedürfnissen der Spielgruppe?
- Hatte ich genug Handlungsspielraum um auf Divergenzen zwischen meinen Anforderungen und den Bedürfnissen der Spielgruppe eingehen zu können?
- Konnte ich flexibel agieren und auf Änderungen reagieren?
- Welche Rückmeldungen im Bezug auf meine Rolle als SpielleiterIn habe ich von der Spielgruppe bekommen?
- Welche Kompetenzen wurden von mir gefordert?
- Konnte ich Defizite in meinen Handlungsspielräumen erkennen?
- In welchen Bereichen sehe ich Potential zur persönlichen Weiterentwicklung?

5. 26 Spiele zur Erdgeschichte

*„Die größte Kunst ist, den Kleinen alles
was sie tun oder lernen sollen, zum Spiel
und Zeitvertreib zu machen.“*

John LOCKE

Nach den allgemeinen Betrachtungen des Lehrstoffes in Kapitel 2 und den vorangegangenen Überlegungen zur Spielpädagogik widmet sich der folgende Abschnitt dem Zusammenspiel dieser beiden Aspekte. So werden didaktische Vorschläge zur Vermittlung der Erdgeschichte im Schulunterricht gegeben, welche unter dem besonderen Blickpunkt der Spielpädagogik stehen. Dabei kann es wahrlich nicht darum gehen, alle Punkte dieses sehr weiten Stoffgebietes abzuhandeln und in eine fixe Form zu pressen. Im Blickpunkt steht vielmehr, die in der Schule oft vernachlässigte und beiseite gelassene Erdgeschichte in spielpädagogischen Blitzlichtern darzustellen und Hilfsmittel anzubieten, mit denen diese Themen den SchülerInnen in spannender und ganzkörperlicher Art und Weise vermittelt werden können.

Die Palette der angegebenen Spiele reicht von einfachen Methoden zur selbstständigen Erarbeitung des Stoffes, welche ohne größeren Materialbedarf direkt während des Unterrichtes eingesetzt werden können, über Actionspiele in der Großgruppe bis hin zu materialaufwendigeren und vorbereitungsintensiveren Spielen für einen Stationenbetrieb.

Zu mehreren Spielen wurden Kopiervorlagen angefertigt. Um die Spielesammlung übersichtlich halten zu können, sind diese im Anhang gesammelt.

5.1 Spieleauswahl

Prinzipiell gilt: Gespielt werden kann immer. Und spielen kann immer ein Erfolg werden. – Vorausgesetzt das ‚richtige‘ Spiel ist gefunden. Die Auswahl des geeigneten Spieles ist eine der wichtigsten Aufgaben des Spielleiters bzw. der Spielleiterin. Wenn noch zehn Minuten der Stunde übrig sind und ein Spiel gewählt wird, dessen Regeln sehr kompliziert zu erklären sind, wird es wohl kaum gelingen eine entspannte Situation zum Spielen schaffen zu können. Spiele für sechs Personen, werden nicht so erfolgreich sein, wenn diese mit 20 SchülerInnen gespielt werden. Ein Laufspiel für die Wiese wird in der Klasse wahrscheinlich nicht durchführbar sein. Wie aber lässt sich nun das ‚richtige‘ Spiel finden? Hierbei gilt es einige Punkte zu beachten. Neben der zur Verfügung stehenden Zeit und den räumlichen Bedingungen, ist die Gruppengröße zu berücksichtigen. Darüber hinaus muss

abgeklärt werden, ob die benötigten Materialien vorhanden sind. Das wesentlichste Kriterium bleibt jedoch, ein Spiel auszuwählen, welches dem Spielleiter/der Spielleiterin selbst Spaß macht. Die Freude des Spielleiters/der Spielleiterin bei der Anleitung trägt viel zum Gelingen des Spiels bei (vgl. RENNER 2008, 157).

Als weitere Hilfestellung zur Auswahl eines Spieles können die Fragen zur Planung von Spielen aus Abschnitt 4.3.3 herangezogen werden.

5.2 Spieleketten

Hinter einer Spielekette steht stets ein bestimmtes Ziel. Darin unterscheiden sich Spieleketten von der bloßen Aneinanderreihung von Spielen. Durch den gezielten Einsatz von Spielen in einer logischen aufeinander aufbauenden Reihenfolge soll ein bestimmtes Thema erarbeitet bzw. ein festgelegtes Ziel erreicht werden. Die einzelnen Spiele folgen einem gemeinsamen Konzept, welches die Glieder der Spielekette vom gemütlichen Anfang über den spannungsgeladenen Höhepunkt bis zum Abkühlen am Ende und dem Wiederzurückfinden in die reale Umgebungswelt miteinander verbindet (vgl. DERGOVICS 2008, Modul 2, 24).

Neben den Hinweisen zur Planung von Spielen (siehe 4.3.3) sind bei der Erstellung von Spieleketten einige wesentliche Aspekte zu beachten. Zunächst wird das Ziel der Spielekette klar festgelegt und eine Spielgeschichte entwickelt, in welche die Spiele eingebettet werden. Bei der Auswahl der Spiele sollte ein Spannungsbogen geschaffen werden: Ankommen, Einsteigen, Neugierde und Spannung aufbauen, Höhepunkt, Abkühlen, Zurückkommen, Verabschieden. Als Hilfestellung bietet sich an, bei jedem Spiel die Frage zu stellen, welches Ziel dieses Spiel in der Spielekette hat und warum es an dieser Stelle eingebaut wird. Um auf Besonderheiten, Änderungen oder Bedürfnisse der Gruppe reagieren zu können, ist es empfehlenswert, immer ein paar ‚Reservespiele‘ in petto zu haben. Für die Umsetzung von Spieleketten in der Schule ist insbesondere der Anspruch auf leistungsdifferenzierten Unterricht zu bedenken. Etwa durch zusätzliche Spiele oder Spiele mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad. Spieleketten eignen sich besonders für Projekttag oder Projektunterricht.

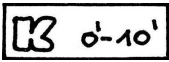
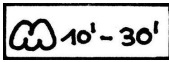
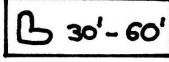
Um den Einstieg ins Thema zu erleichtern wird unter 5.4 die Spielekette ‚Reise durch die Erdgeschichte‘ beschrieben.

5.3 Spielesammlung

Es gibt verschiedenste Methoden, Spielesammlungen zu ordnen und jede einzelne mag unter gewissen Gesichtspunkten ihre Vor- und Nachteile haben. Sucht man etwa gezielt nach einem Spiel für eine Gruppe, scheint eine Gliederung nach der Sozialform günstig. Braucht man hingegen schnell einen Pausenfüller, wird man über eine Anordnung nach der Dauer der Spiele dankbar sein. Und bestimmt hat auch eine thematische Gruppierung entsprechende Vorteile. Es erscheint also schier unmöglich zu sein, eine Gliederung zu finden, welche allen Wünschen entspricht und allen Anforderungen gerecht werden kann. In der folgenden Sammlung wurde der lexikalischen Darstellung nach dem Titel der Vorzug gegeben.

Neben dem Spieltitel werden jeweils die Sozialform, die Spieldauer sowie das Lernziel angegeben. Ein paar Worte zur Thematik des Spieles sollen die Auswahl erleichtern. Darüber hinaus werden jeweils eine Beschreibung des Spielablaufes sowie die benötigten Materialien angeführt. Bei einigen Spielen finden sich Vorschläge für Varianten oder Tipps, die der Autorin als mitteilenswert erschienen. Um die Darstellung kurz halten zu können, werden Spieldauer und Sozialform in Piktogrammen direkt unter dem Namen des Spieles angezeigt. Hierbei wurden folgende Symbole verwendet:

Zeichen für die Spieldauer:

		
kurze Spieldauer	mittlere Spieldauer	lange Spieldauer
bis ca. 10 Minuten	ca. 10 bis 30 Minuten	ca. 30 bis 60 Minuten

Tab. 19: Piktogramme Spieldauer

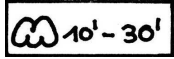
Symbole für Sozialformen:

				
Einzelarbeit	PartnerInnen- arbeit	Kleingruppe	Klassenverband	LehrerInnen- Versuch

Tab. 20: Piktogramme Sozialformen

- A -

Allerlei Getier



Thematik: Modelle ausgestorbener Lebewesen

Ziel: Die SchülerInnen entwickeln Vorstellungen über den Körperbau ausgewählter prähistorischer Pflanzen und Tiere.

Spielbeschreibung: Aus verschiedensten Materialien werden Modelle gebastelt. Als Muster dienen bereits fertige Modelle oder Bilder. Für bestimmte Körperteile, wie etwa Flügel der Libelle oder des *Archaeopteryx*, können Vorlagen angeboten werden.

Vorschläge für Modelle:

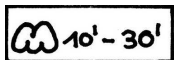
- Libelle aus Holz-Spieß und Flügeln aus Seidenpapier
- Trilobiten aus Blumendraht und Karton
- Graptolithen aus Zahnstochern und Knetmassekugeln
- *Cooksonia* aus Draht und Knetmassekügelchen
- Ammoniten aus Kartonringen
- Foraminiferen aus Knetmasse und Zahnstochern

Variante: Aufwendigere Modelle (etwa einen Korallenstock) aus Pappmaché.

Material: Diverse Bastelmaterialien wie Holz-Spieße, Zahnstocher, Streichhölzer, Seidenpapier, Buntpapier, farbiges Papier, Bastelkarton, Knetmasse, Blumendraht, buntes Garn, Pfeifenputzer, ...

- B -

Bingo



oder



Thematik: Bezeichnungen der Erdzeitalter

Ziel: Die SchülerInnen sind mit den Namen der Erdzeitalter vertraut.

Spielbeschreibung: Vier SchülerInnen finden sich zu einer Kleingruppe zusammen. Jede/r bekommt eine Spielplatte mit einem Bingo-Feld. Dieses besteht aus 16 kleinen Feldern, in denen jeweils einer der folgenden Begriffe steht: Devon, Erdurzeit, Erdaltertum, Erdmittelalter, Erdneuzeit, Jura, Karbon, Kambrium, Kreide, Neogen, Ordovizium, Paläogen, Perm, Präkambrium, Quartär, Silur, Trias. Die SpielerInnen legen die Spielplatte vor sich ab. Die runden Chips werden verdeckt auf den Tisch gelegt. Einer dieser Chips wird umgedreht. Jede/r MitspielerIn, welche diesen Begriff auf der eigenen Spielplatte entdeckt, darf dieses Feld ankreuzen. Nun ist die/der linke SitznachbarIn an der Reihe und darf den nächsten Chip umdrehen. Sind alle vier Felder einer Zeile, Spalte oder Diagonale angekreuzt, ruft der/die SpielerIn ‚Bingo‘. Gewonnen hat, wer als Erste/r ‚Bingo‘ gerufen hat. Haben zwei SpielerInnen gleichzeitig ‚Bingo‘, gewinnen beide.



Abb. 2: Bingo – Variante mit Markierungschips

Varianten:

- **Spiel mit Markierungschips**

Die betreffenden Felder werden nicht angekreuzt, sondern mit Markierungschips belegt.

- **Spiel im Klassenverband**

Jede/r SchülerIn bekommt eine Spielplatte. Der/die LehrerIn zieht die Chips und liest die Begriffe für die gesamte Klasse vor.

- **Selbst befüllen der Vorlage**

Die SchülerInnen bekommen eine Liste mit den zur Verfügung stehenden Begriffen. Diese werden nun von den SchülerInnen selbst in die freien Felder der Blanko-Spielplatte eingetragen, wobei jeder Begriff nur einmal verwendet werden darf. In welches Feld, welcher Begriff kommt, darf frei gewählt werden. Diese Variante erfordert etwas mehr Zeit, fördert allerdings das Kennen lernen der Begriffe.

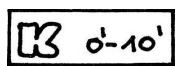
Tipp: Die Liste der verwendeten Begriffe kann nach Belieben erweitert oder abgeändert werden. Dabei darf nicht vergessen werden, Chips für diese Begriffe anzufertigen.

Material: Spielplatten und Spielchips



Eine Kopiervorlage für Spielplatten und Spielchips mit den Namen der Erdzeitalter befindet sich im Anhang.

Black Smoker



Thematik: Experiment zu Black Smoker

Ziel: Die SchülerInnen können sich den Wärmeaustritt an Black Smokers vorstellen.

Versuchsbeschreibung: Das Becherglas wird mit kaltem Wasser gefüllt. Mit dem Wasserkocher bzw. dem Bunsenbrenner werden ca. 250 ml Wasser erhitzt. Ein Stück Blumendraht wird so um den Kolben gewickelt, dass eine Art Henkel entsteht, mit welchem man den Kolben in das Becherglas heben kann. Die Lebensmittelfarbe wird in den Erlenmeyerkolben gegeben und mit dem erhitzten Wasser aufgegossen.

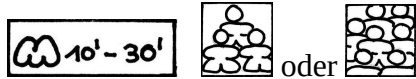
Anschließend wird der Kolben in das Becherglas gestellt. Durch molekulare Teilchenbewegungen tritt die schwarz gefärbte Flüssigkeit aus dem Kolben in das umgebende Wasser aus.



Abb. 3: Modell eines Black Smokers

Material: Becherglas oder ähnliches Gefäß (1 l), Erlenmeyerkolben (200 oder 250 ml), schwarze Lebensmittelfarbe, Blumendraht, Wasserkocher oder Bunsenbrenner

Blitzlicht- Standbilder ausgestorbener Lebewesen



Thematik: Lebewesen vergangener Erdzeitalter darstellen

Ziel: Kennen lernen ausgewählter Lebewesen

Spielbeschreibung: Die SchülerInnen werden in Kleingruppen von 4 bis 5 Personen aufgeteilt. Der/die SpielleiterIn zeigt alle Bilder, die zum Einsatz kommen. Jede Kleingruppe erhält ein Bild und eine kurze Beschreibung des abgebildeten Lebewesens. In der Kleingruppe überlegen sich die SchülerInnen, wie sie dieses gemeinsam in einem Standbild darstellen können. In der nächsten Phase präsentieren die einzelnen Kleingruppen ihre Blitzlichter. Die anderen Gruppen versuchen zu erraten, um welches Lebewesen es sich handelt.

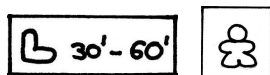
Varianten: Um das Erraten zu erleichtern, können Bewegungen und/oder Geräusche zugelassen werden.

Tipp: Empfehlenswert ist, Lebewesen zu verwenden, die sich sehr deutlich voneinander unterscheiden. Der Rate-Erfolg wird dadurch erhöht.

Material: Bilder und Beschreibungen verschiedener Lebewesen

- D -

Daumenkino ,Wanderung der Erdplatten‘



Thematik: Lage der Kontinentalplatten in der Erdgeschichte

Ziel: Wissen um Wanderung und Lage der Kontinentalplatten

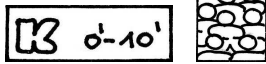
Beschreibung: Die Vorlagen zeigen die Lage der Kontinentalplatten in den unterschiedlichen Perioden der Erdgeschichte. Diese können zunächst von den SchülerInnen bemalt werden. Die einzelnen Kärtchen werden ausgeschnitten und in zeitlich richtiger Reihenfolge aufeinander gelegt. Die Darstellung der präkambrischen Plattenlage kommt hierbei als unterste Karte zu liegen, jene aus dem Quartär als oberste. Der so erhaltene Stapel kann mit Heftklammern fixiert werden. Beim Abspielen des Daumenkinos wird die Wanderung der Erdplatten erkennbar.

Material: Kopien Daumenkino ,Wanderung der Erdplatten‘



Diese Kopiervorlage befindet sich im Anhang.

Erstaunliche Lebewesen



Thematik: Humorvolles zeichnerisches Darstellen ausgestorbener Lebewesen

Ziel: Vorstellungen zum Aussehen ausgestorbener Lebewesen entwickeln

Spielbeschreibung: Der/die SpielleiterIn liest einen nicht ganz so ernst gemeinten Text über das Aussehen eines Lebewesens vor. Während dieser Schilderung zeichnen die SchülerInnen dieses auf ein Blatt Papier.

Vorschläge für erstaunliche Lebewesen:

- Strahlentierchen: Mein Lebewesen hat einen Körper, wie ein Ei, von dem gehen lauter Zahnstocher weg, die in alle Richtungen zeigen.
- Ammonit: Mein Lebewesen hat einen Kopf wie ein Ball, Haare, wie ein Besen und einen Körper, wie ein aufgerolltes Schneckenhaus.
- Trilobit: Mein Lebewesen hat einen Kopf, wie ein liegender Halbmond, einen Hut, wie ein Kleiderhaken, einen Körper, wie ein dünner Regenwurm und Arme und Beine, wie schlagende Fischflossen.
- Knorpelfisch: Mein Lebewesen hat einen Körper, wie ein Würstel, ein Auge, wie ein Golfball, einen Schwanz, wie ein Bogen, eine Rückenflosse, wie ein Berg und Bauchflossen, wie Zähne.

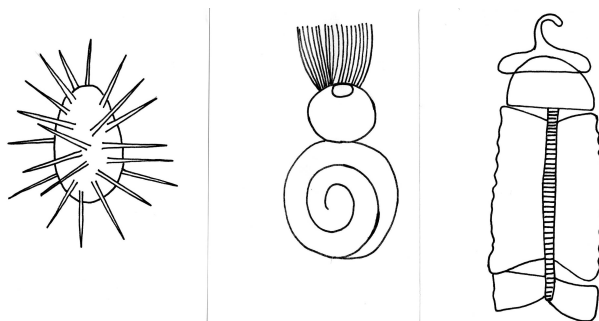


Abb. 4: Beispiele für erstaunliche Lebewesen

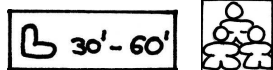
Variante: Tiere und Pflanzen der Zukunft darstellen. Wie sehen die Lebewesen der Zukunft aus?

Tipp: Die Kunstwerke anschließend mit Bildern der Lebewesen vergleichen.

Material: Beschreibungen der Lebewesen, Papier, Stifte

- F -

Fossiliensammlung



Thematik: Fossilien aus Gips gießen

Ziel: eigene kleine Fossiliensammlung herstellen

Versuchsbeschreibung:

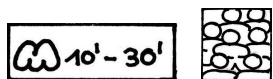
„ ‚Fossilabdrücke‘ können mit geeignetem Material (rezente oder fossile Muscheln und/oder Schnecken) auf folgendem Weg hergestellt werden: Man bereitet ein etwa 2 bis 3cm [sic] dickes Stück Plastilin oder Ton vor und drückt in dieses vorsichtig ein vorher angefeuchtetes oder mit Öl (Fett, Vaseline, Handcreme) oberflächlich präpariertes Muschel- oder Schneckengehäuse hinein. Dann löst man vorsichtig dieses wieder heraus, prüft den Abdruck und kann diese Hohlform mit (angefärbtem) Gips ausgießen. Den Gips läßt man abbinden und leicht antrocknen und kann dann sein selbst hergestelltes ‚Fossil‘ aus der Form lösen. Je nach Dicke des Abgusses und Umgebungswärme trocknet der Gips in wenigen Stunden durch. Nachträgliches Einfärben (mit Wasserfarben) ergibt dann ganz ‚individuelle‘ Stücke.“ (GÖTZINGER/LIBOWITZKY 2004)

Variante Herstellen von Spurenfossilien: Hand- oder Fußabdrücke herstellen oder mit den Fingern die nachgestellte Spur eines Tieres in den Ton drücken.

Material: Ton, Gips, Muschelschalen, Schneckengehäuse, eventuell Wasserfarben zum Bemalen der Fossilien

- G -

Gefährliche Welt



Thematik: Moving Story mit erdgeschichtlichen Lebewesen in der Gegenwart

Ziel: Bewegter Umgang mit einigen prähistorischen Lebewesen

Spielbeschreibung: Zunächst werden die einzelnen Figuren und Rollen an die SpielerInnen verteilt und die zugehörigen Bewegungen erklärt. Der/die SpielleiterIn erzählt nun die Geschichte. Immer wenn eine Figur oder Rolle genannt wird, muss die passende Bewegung durchgeführt werden.

Textvorschlag: Dies ist die Geschichte von Quendolin, Rino und Lilli. Quendolin ist ein Quastenflosser aus dem Devon, Lilli eine Libelle aus dem Karbon und Rino ein T-Rex aus der Kreidezeit. Mit einer Zeitmaschine können die drei Freunde durch die Erdgeschichte reisen. Durch eine Fehlschaltung der technischen Anlage sind sie nun allerdings in der Gegenwart gelandet. Eine gefährliche Umgebung für die Tiere aus der Urzeit. Mitten im Berufsverkehr der Großstadt stehen Lilli Libelle, Rino der Dinosaurier und Quendolin der Quastenflosser auf der Fahrbahn. „Hilfe!“ ruft Lilli, als sie in die weißen Lichter eines Lastwagens blickt, „Was hat der denn für Riesenaugen?“ und mit einem heftigen Flügelschlag steigt die Libelle senkrecht in die Luft. Rino kann sie gerade noch mit seinem riesigen Dinosaurier-Maul erfassen, bevor Lilli in den Leitungen der Straßenbahn hängen bleibt. „Wo bin ich hier und wo ist Wasser?“ ertönt es nun von Quendolin. Mit hektischen Flossenschlägen versucht der Quastenflosser, auf den schmutzigen Pflastersteinen voran zu kommen. Als er eine dünne Wasserstraße sieht, die in einen Gully läuft, sucht Quendolin Schutz in diesem Gewässer und robbt direkt auf die Öffnung des Kanalschachtes zu. „Hilfee!“ ertönt es nun auch zu den Füßen des Dinosauriers, als Quendolin den Halt verliert und kopfüber in den Gully rutscht. Mit der linken Vorderpranke greift Rino nach Quendolin und kann den rutschenden Quastenflosser gerade noch retten, als plötzlich Panik unter den Menschen ausbricht. Während seines Rettungsversuches hat Rino mit seinem riesigen Dinosaurier-Schwanz einige Autos umgeworfen. Hektische Hilferufe und schreckliche Schreie sind in der Straße zu hören. Nur der kleine Timmy ist ganz verzückt. Freudestrahlend fragt er seine Mutter, die Timmy auf dem Arm hält. Als plötzlich die Straßenbeleuchtung angeht und gleichzeitig die Glocken des nahe gelegenen Kirchturms zu schlagen beginnen, bekommt es selbst Rino T-Rex mit der Angst zu tun. Erinnern ihn die vielen Lichter doch an den heftigen Meteoritenhagel, den er einst miterleben musste. Die Libelle Lilli noch immer in seinem Dinosaurier-Maul und Quendolin, den Quastenflosser, in der linken Pranke greift Rino mit der rechten nach der Zeitmaschine und stellt alles in einen dunklen Hinterhof. Blitzschnell steigen Lilli die Libelle, Quendolin der Quastenflosser und Rino der T-Rex wieder in die Zeitmaschine ein und reisen weiter durch die Erdgeschichte.

Mögliche Rollen:

- Rino T-Rex: die Arme heben und das Brüllen eines Dinos nachmachen
Codewörter: Rino, T-Rex, Dinosaurier
- Quendolin Quastenflosser: bäuchlings auf den Boden legen, die Handflächen auf den Brustkorb auflegen, die Ellenbogen zeigen dabei nach außen, so dass kleine Flossen nachgebildet werden, mit diesen auf- und abschlagen

Codewörter: Quendolin, Quastenflosser

- Lilli Libelle: Arme zur Seite strecken und auf- und abschwingen, dabei einmal um die eigene Achse drehen

Codewörter: Lilli, Libelle

- Zeitmaschine: aufstehen, mit den Händen an imaginären Knöpfen drehen und passende Geräusche machen

Codewort: Zeitmaschine

- Timmy: grinsen und mit freudiger Stimme „Mami, darf ich den mit nach Hause nehmen?“ rufen

Codewort: Timmy

- 2 Sanitäter: aufstehen und gemeinsam das Tragen einer Rettungsbahre nachahmen

Codewort: Hilfe

Varianten: Moving Storys können zu den unterschiedlichsten Themenbereichen erstellt werden. Etwa Wanderung der Kontinente, Gebirgsbildung, Vulkanausbrüche.

Tipp: Als Auflockerungsübung in einer Spielekette oder bewegte Abwechslung zum Frontalunterricht einsetzen.

Material: Text zur Moving Story, Übersicht der Rollen und deren Aufgaben

- H -

Hilf dem Assistenten!



Thematik: Wichtige Ereignisse in der Erdgeschichte

Ziel: Die SchülerInnen kennen einige wichtige Ereignisse der Erdgeschichte und deren zeitliche Abfolge.

Spielbeschreibung: Auf vorgefertigten Kärtchen stehen einige wichtige Ereignisse der Erdgeschichte. Diese sollen von den SchülerInnen in die zeitlich richtige Abfolge gebracht werden.

Spielgeschichte: Oje, der schusselige Assistent hat nicht aufgepasst und die Notizzettel seines Professors auf den Boden fallen lassen. Nun muss er diese schnell wieder in die richtige Reihenfolge bringen, bevor der Professor zurückkommt. Zum Glück hat dieser seine Übersichtstabelle auf dem Tisch liegen lassen und zahlreiche Bilder aus den verschiedenen Erdzeitaltern an den Wänden des Forschungslabors hängen. Helft dem Assistenten beim

Ordnen der Notizen. Ihr könnt dazu die Übersichtstabelle verwenden oder euch in den Büchern schlau machen.

Tipp: Die Aufzeichnungen des Professors können beliebig erweitert werden.

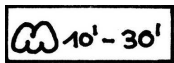
Material: Kärtchen mit Notizen des Professors, Tabelle der Erdzeitalter, nach Belieben Lehrbücher und Wandtabellen



Eine Kopiervorlage für einige Kärtchen des Professors befindet sich im Anhang.

- I -

In Flügelschlägen durch die Zeit



Thematik: Variante des Kinderspieles „Mutter wie weit darf ich reisen?“

Ziel: Wissen über unterschiedliche Fortbewegungsarten verschiedener Tierarten

Spielbeschreibung: Die MitspielerInnen bilden eine Kette am Ende des Saales. Ein/e MitspielerIn wird als ReiseleiterIn ausgewählt und darf in dieser Runde die Bewegungen ansagen. Die einzelnen Bewegungen werden genannt und vorgezeigt. Der/die ReiseleiterIn stellt sich an die gegenüberliegende Wand mit Blickrichtung zur Wand. Die MitspielerInnen fragen nun nacheinander „Wie weit darf ich reisen?“, der/die Reiseleiterin antwortet mit einer möglichen Bewegung aus der Liste und sagt, wie oft diese durchgeführt werden darf. Wer als Erste/r die Strecke zurücklegen konnte und dem/r ReiseleiterIn vorsichtig auf die Schultern klopft, hat gewonnen.

Mögliche Bewegungen:

- *Archaeopteryx*-Flügelschlag:
Hüpfenden Schritt machen, dabei wie ein Vogel mit den Flügeln schlagen.
- Ammoniten-Umrundung:
Vorwärtsgerichtete Körperumdrehung ausführen.
- Dinosaurier-Schwanzschlag:
Zunächst wird ein Schwanz nachgestellt. Dazu umdrehen, die Arme ausstrecken dabei die Handflächen aufeinander legen und in die Knie gehen. Körperdrehung um 180° ausführen. Die Stelle, an der die Fingerspitzen den Boden berühren, merken oder markieren lassen und dort wieder aufrichten.

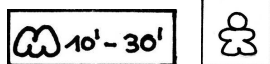
- **Froschsprung:**
In die Hocke gehen, die Knie nach außen richten, Hände auf den Boden und springen wie ein Frosch.
- **Mammut-Schritt:**
Die Hände auf den Boden legen und auf allen vieren einen Schritt fortbewegen.
- **Quastenflosser-Flossenschlag**
Bäuchlings auf den Boden legen. Dann die Handflächen auf den Brustkorb auflegen, so dass die Arme wie Flossen vom Körper abstehen. In dieser Position vorwärts robben.

Variante: Die Liste der möglichen Bewegungen kann beliebig erweitert werden.

Material: Liste mit möglichen Bewegungen

- J -

Jupiter, Saturn und Co.



Thematik: Bastelstation zum Aufbau des Sonnensystems

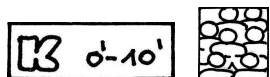
Ziel: Die SchülerInnen fertigen ein Modell des Sonnensystems an und entwickeln Vorstellungen über dessen Aufbau und die Größenverhältnisse der Planeten

Spielbeschreibung: Aus Knetmasse werden die Sonne und die acht Planeten geformt und mit Draht zu einem Sonnensystem zusammengesteckt.

Material: Knetmasse in verschiedenen Farben, Schablone mit unterschiedlich großen Kreisen, Messer, Brett zum Kneten, Blumendraht

- K -

Kontinentwanderung



Thematik: Bewegungsspiel zur Theorie der Kontinentaldrift.

Ziel: Wissen über die Bewegung der Kontinentalplatten im Laufe der Erdgeschichte. Kennen der Namen erdgeschichtlich wichtiger Kontinente und Ozeane.

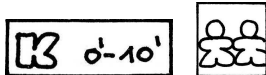
Spielbeschreibung: Aus Karton werden große Modelle der heutigen Kontinente ausgeschnitten. Die SchülerInnen stellen sich um die Kontinente, heben diese auf und bewegen sich nun als Kontinente im Raum. Der/die Spielleiterin lässt nun einzelne Platten miteinander kollidieren oder auseinanderdriften.

Tipp: Eignet sich gut als Ausgangsspiel für die Behandlung der Plattentektonik. Begriffe wie MOR, Gebirgsbildung und Subduktion können veranschaulicht werden.

Material: Kontinente aus Karton

- L -

Lebewesen unter dem Mikroskop



Thematik: Bildausschnitte mit vergrößerten Detailaufnahmen einzelnen Lebewesen zuordnen

Ziel: Kennen lernen ausgewählter Lebewesen

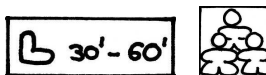
Spielbeschreibung: Auf Bildausschnitten sind Großaufnahmen charakteristischer Teile ausgewählter Lebewesen abgebildet, z.B. Hautschuppe, Muschelschale, Blütenblatt, Stoßzahn eines Mammuts. Neben den Bildern wird eine Liste mit den vorkommenden Tieren und Pflanzen aufgelegt. Die SchülerInnen versuchen nun, die Großaufnahmen den entsprechenden Lebewesen zuzuordnen. Im zweiten Schritt werden die Bildausschnitte mit Abbildungen der Lebewesen verglichen. So kann festgestellt werden, welcher Teil des Pflanzen- bzw. Tierkörpers auf dem vergrößerten Ausschnitt dargestellt wurde.

Variante: Im dritten Schritt können die SchülerInnen selbst ein Mikroskopbild eines bestimmten Körper- bzw. Pflanzenteils zeichnen und den/die PartnerIn raten lassen, was hier abgebildet ist.

Material: Bilder mit vergrößerten Details, Liste der vorkommenden Lebewesen, Bilder dieser Lebewesen

- M -

Memory



Thematik: Klassisches Memory mit Abbildungen der Lage der Kontinentalplatten in verschiedenen Perioden der Erdgeschichte

Ziel: Wissen um Wanderung und Lage der Kontinentalplatten; Namen erdgeschichtlich wichtiger Kontinente und Ozeane kennen lernen

Spielbeschreibung: Ziel bei Memory ist das Auffinden passender Pärchen. Die Plättchen werden gemischt und mit der Rückseite nach oben auf dem Tisch aufgelegt. Ein/e SpielerIn dreht nun zwei Kärtchen um. Zeigen diese dieselbe Abbildung, darf man sie behalten und ist nochmals an der Reihe. Werden Kärtchen mit unterschiedlichen Motiven aufgedeckt, werden diese wieder umgedreht und der/die Nächste ist an der Reihe. GewinnerIn ist, wer am Ende des Spieles die meisten Memory-Pärchen sammeln konnte. Haben mehrere SpielerInnen dieselbe Anzahl an Paaren gesammelt, teilen sich diese den Gewinn.



Abb. 5: Memory-Plättchen



Abb. 6: SchülerInnen beim Ordnen der Plättchen

Tippt: Am Ende des Spieles, die Plättchen in zeitlich richtiger Abfolge auflegen und die Wanderung der Kontinentalplatten in Laufe der Erdgeschichte besprechen.

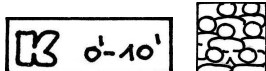
Material: Memory-Plättchen



Eine Vorlage für Memory-Plättchen findet sich im Anhang.

- P -

Planeten auf Bahnen



Thematik: Bewegungsspiel zum Bau des Sonnensystems

Ziel: Wissen über Planeten und deren Anordnung im Sonnensystem

Spielbeschreibung: Mit Malerkrepp werden im Vorfeld 8 Planetenbahnen auf den Boden geklebt. Die SchülerInnen bewegen sich frei im Raum. Nach einem Zeichen des

Spielleiters/der Spielleiterin dürfen sich die SchülerInnen nur mehr auf der entsprechenden Bahn bewegen. Alle Personen, welche sich in derselben Bahn befinden, sollen sich zusammenfinden und einen Planeten bilden. Die so entstandenen Kleingruppen bekommen ein Kärtchen mit Informationen zum jeweiligen Planeten (z.B. Name, innerer/äußerer Planet, gasförmig/fest, Monde, besonderes Highlight des Planeten). Nacheinander stellen sich die Planeten einander vor.

Varianten:

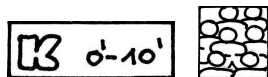
- Aus Karton werden maßstabgetreue Planetenmodelle angefertigt. Statt auf Kärtchen werden die Informationen zu den Planeten auf diese Modelle geschrieben. Dabei kann auf Größenunterschiede eingegangen werden.
- Sonne als gelbe Scheibe auf den Boden aufkleben oder passend zu den Modellen der Planeten aus Karton zuschneiden.
- Wildes Ende: Nach der Vorstellung dürfen die Planeten um die Sonne rotieren.

Tipp: Eignet sich gut im Anschluss an das Urknall-Spiel.

Material: Malerkrepp zum Aufkleben der Bahnen, Kärtchen mit Beschreibung der einzelnen Planeten

- Q -

Quastenflosserrennen



Thematik: Bewegungsspiel zur Entwicklung von Extremitäten

Ziel: Vorstellung zur Evolution am Beispiel der Bildung von Vorderextremitäten entwickeln

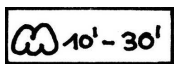
Spielbeschreibung: Auf dem Boden wird eine Strecke von ca. 3 m abgesteckt und mit Start- und Ziellinie festgelegt. Das Spiel läuft in zwei Runden ab. Zunächst wird diese Strecke als Quastenflosser zurückgelegt. Um einen Quastenflosser nachzuahmen, werden die Handflächen auf den Brustkorb gelegt, wobei die Ellenbogen nach außen zeigen, dadurch entstehen kleine ‚Flossen‘, die vom Körper abstehen. Bäuchlings kann nun vorwärts gerobbt werden. In der zweiten Runde wird ein Vierfüßer mit bereits gut entwickelten Vorderextremitäten nachgestellt. Die SchülerInnen knien sich hin und stützen sich mit den Handflächen seitlich des Körpers auf den Boden ab. Nun wird die vorgegebene Strecke in dieser Körperposition überwunden. Anschließend können Vergleiche angestellt werden.

Variante Quastenflosser-Wettrennen: Die SchülerInnen werden in zwei Gruppen geteilt, die gegeneinander antreten.

Material: Malerkrepp zum Abkleben der Start- und Ziellinie, sauberer Boden von Vorteil

- R -

Rekorde in der Erdgeschichte



Thematik: Kartenspiel mit Merkmalen ausgestorbener Lebewesen

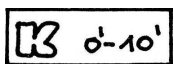
Ziel: Kennen lernen ausgewählter Lebewesen der Erdgeschichte

Spielbeschreibung: Die Karten werden unter den MitspielerInnen gleichmäßig verteilt. Der/die StartspielerIn sucht sich ein Merkmal aus und liest die dort angegebene Zahl laut vor. Der/ die GegenspielerIn nennt nun ebenfalls jene Zahl, welche bei diesem Merkmal auf seiner/ihrer Karte aufscheint. Die beiden Zahlen werden verglichen. Wer die höhere Zahl hat gewinnt das Duell und darf beide Karten behalten und das nächste Merkmal nennen.

Material: Karten mit Merkmalen der Lebewesen

- S -

Schnipselbilder



Thematik: Spiel zur Aufteilung in Kleingruppen

Ziel: Aufteilung in Kleingruppen, kennen lernen ausgewählter Lebewesen

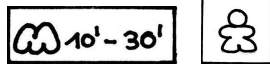
Spielbeschreibung: Die Bilder werden je nach Größe der Kleingruppe in Stücke geteilt. Die Teile aller Bilder werden vermischt, jede/r SchülerIn zieht ein Bildschnipsel. Die SchülerInnen versuchen sich nun in Kleingruppen zusammenzufinden und das Bild vollständig zusammenzulegen.

Tipps:

- Werden Bilder aus unterschiedlichen Ären der Erdgeschichte verwendet, können diese als Ausgangspunkte für die weitere Besprechung dieser Abschnitte dienen.
- Ist das Spiel innerhalb einer Spielekette angesiedelt, empfiehlt es sich Bilder von Lebewesen zu verwenden, welche im weiteren Ablauf wieder vorkommen.

Material: Bilder von Lebewesen (in Stücke geteilt)

Skelette im Sand



Thematik: Fossiliensuche im Sand

Ziel: Vorstellungen über das Finden von Fossilien bekommen

Spielbeschreibung: Die SchülerInnen suchen im Sand vergrabene Fossilien.

Tipp: Werden unterschiedliche Sande verwendet, können Grundideen der Stratigrafie (z.B. das Ablagerungsgesetz) besprochen werden.

Material: Fossilien wie Muschelschalen, Schneckengehäuse, Nachbildungen von Skeletten oder Skelett-Teilen, Behälter für Sand (am besten aus Glas, damit die einzelnen Schichten von außen sichtbar sind), Sand

- T -

Termine, Termine, Termine



Thematik: Die Geschichte der Erde dargestellt in einem Jahr

Ziel: Kennen wichtiger Ereignisse in der Erdgeschichte, Gefühl für geologische Zeiträume entwickeln

Beschreibung: Die Geschichte der Erde wird in einem Kalender dargestellt. Dazu werden die Zeiträume auf ein Jahr umgerechnet. Die SchülerInnen können diesen Kalender nun durchsehen und so ein Gefühl für die Zeiträume der Erdgeschichte entwickeln.

Varianten:

- Die SchülerInnen erhalten einen Fragebogen und müssen die Antworten mit Hilfe des Kalenders finden.
- Notizzettel mit besonderen Terminen vorbereiten, die SchülerInnen tragen diese Termine selbst in einen Kalender ein.

Tipps:

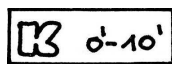
- Gut geeignet bei einem Stationenbetrieb, um dem Anspruch nach differenziertem Unterricht gerecht zu werden.

- Fächerverbindend mit Mathematik einsetzen und die SchülerInnen selbst einige Ereignisse umrechnen lassen.

Material: Kalender der Erdgeschichte, Fragebogen

- U -

Urknallspiel



Thematik: Bewegungsspiel zur Entstehung des Weltalls

Ziel: Die SchülerInnen können sich den Vorgang des Urknalls vorstellen.

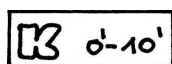
Spielbeschreibung: Die SchülerInnen bewegen sich zu Musik frei im Raum. Wenn die Musik stoppt, sammeln sie sich alle an einem Punkt, um von dort zu ‚explodieren‘ und sich im Raum zu verteilen.

Tipps: Überleiten zum Spiel Planeten auf Bahnen.

Material: Musik

- V -

Verzerrte Welt



oder



Thematik: Erkennungsspiel mit Bildern ausgestorbener Lebewesen

Ziel: Kennen lernen ausgewählter Lebewesen

Spielbeschreibung: Im Vorfeld wurden Bilder ausgestorbener Lebewesen elektronisch bearbeitet, so dass die Abbildungen verschwommen/verzerrt sind. Eine Liste mit den vorhandenen Lebewesen wird aufgelegt. Die SchülerInnen versuchen nun die verzerrten Bilder den entsprechenden Lebewesen zuzuordnen. Anschließend können die Originalbilder betrachtet werden.

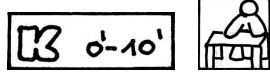
Varianten: Die Liste der Bilder kann beliebig erweitert werden.

Tipps:

- Etwa sechs bis acht Bilder verwenden.
- Gut unterscheidbare Lebewesen wählen, damit die Lösung nicht zu schwer fällt.

Material: Originalabbildungen und verzerrte Bilder ausgewählter Lebewesen, Liste mit den vorhandenen Lebewesen

Vulkan



Thematik: Modellversuch zu einem Vulkanausbruch

Ziel: SchülerInnen entwickeln Vorstellungen über einen Vulkanausbruch

Versuchsbeschreibung:

„In ein Glasfläschchen (8 bis 10cm [sic] hoch) wird handelsübliches Backpulver (NaHCO_3) oder Waschsoda etwa bis zur Hälfte eingefüllt, dazu rote Lebensmittelfarbe gegeben. Dann stülpt man den vorgeformten Vulkan aus Ton darüber, sodass die Fläschchenöffnung knapp unter dem Vulkanrand zu liegen kommt und abschließt. Dann füllt man verdünnte Salzsäure oder Essig ein, rührt kurz um und der Vulkan bricht mit „flüssiger Lava“ als roter Schaum aus. Die ‚Lava‘ ergießt sich die Flanke hinunter (und hinterlässt auf der Unterlage rote Flecken).“ (GÖTZINGER/LIBOWITZKY 2004)



Abb. 7: Versuchsaufbau Vulkan

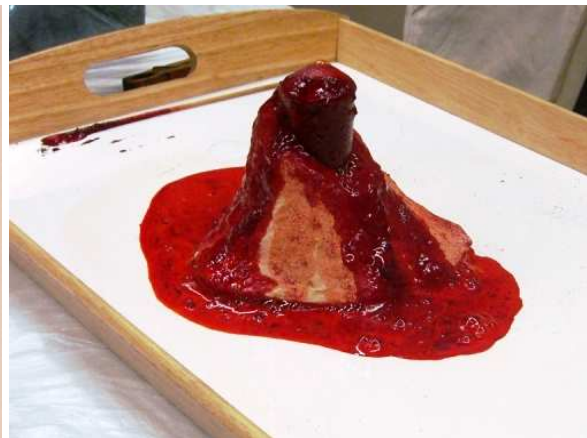


Abb. 8: ‚Ausbruch‘ des Vulkans

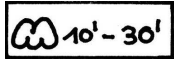
Tipps:

- Etwas Geschirrspülmittel (ca. 1 cm hoch) zugeben, dadurch wird die ‚Lava‘ zähflüssiger – der Vulkan schäumt mehr und bricht länger aus.
- Für besondere Farbeffekte in der ‚Lava‘ orange oder etwas schwarze Lebensmittelfarbe mit der roten Farbe mischen.

Material: Kleines Glas oder Glasfläschchen, Stab zum Umrühren, Backpulver oder Waschsoda, Essig, Lebensmittelfarbe (rot, orange, schwarz), Geschirrspülmittel, Vulkan aus Ton

- W -

Wer bin ich?



Thematik: Fragespiel zu ausgestorbenen Lebewesen

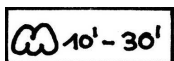
Ziel: Kennen lernen ausgestorbener Lebewesen

Spielbeschreibung: Jede/r SpielerIn bekommt einen Klebezettel, auf dem der Name eines Lebewesens geschrieben steht, so am Körper befestigt, dass alle anderen diesen sehen können, nur der/die Spielerin selbst nicht (z.B. auf die Stirn oder auf den Kragen geklebt). Der/die StartspielerIn stellt eine Frage, welche mit Ja oder Nein zu beantworten ist. Wird mit Ja geantwortet, darf er/sie eine weitere Frage stellen. Bei Nein kommt der/die nächste SpielerIn dran. So wird reihum gespielt, bis jede/r durch gezieltes Fragen herausgefunden hat, welches Lebewesen er/sie ist.

Tipp: Vor Beginn des Spieles die vorkommenden Lebewesen vorstellen und kurz besprechen, damit sichergestellt ist, dass diese den SchülerInnen bekannt sind.

Material: Klebezettel mit den Namen der Lebewesen, Liste mit den im Spiel vorkommenden Lebewesen

Wortsuchrätsel Erdzeitalter



Thematik: Bezeichnungen der Ären und Perioden der Erdgeschichte in einem Buchstabenraster finden.

Ziel: Die SchülerInnen sind mit den Namen der Erdzeitalter vertraut.

Spielbeschreibung: Jede/r SchülerIn bekommt ein Wortsuchrätsel in welchem die gesuchten Begriffe markiert werden. Diese gefunden Begriffe werden in zeitlich richtiger Abfolge neben dem Buchstabenraster notiert.

Variante: Die gesuchten Begriffe sind bereits neben dem Raster vorgegeben.

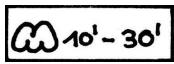
Tipp: Das Suchrätsel kann zur Wiederholung und Festigung der Begriffe eingesetzt werden, die Variante mit den bereits vorgegebenen Begriffen eignet sich gut zum Einstieg ins Thema.

Material: Kopien Wortsuchrätsel Erdzeitalter, Lösungsraster



Eine Kopiervorlage für diese Wortsuchrätsel (inklusive Lösungsblatt für den/die LehrerIn) befindet sich im Anhang.

Zeitstreifen



Thematik: Bewegungsspiel zur Entwicklungsgeschichte des Lebens

Ziel: Die SchülerInnen erkennen, dass es in der Geschichte des Lebens zahlreiche Entwicklungsschritte und Einschnitte gegeben hat, welche die Formenvielfalt, wie wir sie heute kennen erst ermöglicht hat.

Spielbeschreibung: Die SchülerInnen stellen sich in einer Reihe auf. Jede/r bekommt ein Kärtchen mit dem Namen eines Lebewesens. Der/die SpielleiterIn liest nun Merkmale vor. Trifft das Merkmal, auf das Lebewesen zu, darf der/die SchülerIn einen Schritt nach vorne machen. Das Spiel endet mit einer chronologischen Darstellung der Entstehung der Lebewesen in der Erdgeschichte. Anhand dieser Aufstellung kann auf die Entwicklung verschiedener Lebewesen eingegangen werden. Weiters können markanten Faunen- und Floreneinschnitte in der Erdgeschichte aufgezeigt und bei Belieben mit Malerkrepp oder Schnur optisch hervorgehoben werden.

Varianten: Je nach Schwerpunktsetzung können verschieden Tiere und Pflanzen eingesetzt werden.

Tipps:

- Neben den vorzulesenden Merkmalen notieren, wie viele SchülerInnen davon betroffen sind und vorgehen dürfen.
- Ist das Spiel innerhalb einer Spielekette angesiedelt, empfiehlt es sich Lebewesen zu verwenden, welche im weiteren Ablauf wieder vorkommen.

Material: Kärtchen mit Namen der Lebewesen, Liste mit Merkmalen, Zielaufstellung



Eine Übersicht über mögliche Lebewesen, eine Liste mit Merkmalen und zugehörige Zielaufstellung finden sich im Anhang.

5.4 Spielekette ‚Reise durch die Erdgeschichte‘

Um den Einstieg ins spielpädagogische Unterrichten zu erleichtern und die mögliche Scheu vor dem Erstellen einer Spielekette zu nehmen, soll hier die ‚Reise durch die Erdgeschichte‘ beschrieben werden.

Ziel dieser Spielekette ist der Erstkontakt mit der Geschichte der Erde, wobei auf unterschiedliche Aspekte der Historischen Geologie eingegangen wird. Die ‚Reise durch die Erdgeschichte‘ ist für ca. 25 SchülerInnen der fünften Schulstufe konzipiert. Für die Durchführung sollten zwei Unterrichtseinheiten eingeplant werden, praktischerweise wird dabei eine Doppelstunde gewählt.

5.4.1 Ablauf und Zeitplan

Programmpunkt	Dauer	Ziel
Begrüßung	5 Minuten	Vorstellung und kennen lernen
Urknallspiel	5 Minuten	Einstieg in die Spielekette, Neugier wecken, Spannung aufbauen
Spiel „Planeten auf Bahnen“	15 Minuten	Gemeinsame Auseinandersetzung mit dem Thema
Spiel „Zeitstreifen“	15 Minuten	Gemeinsame Auseinandersetzung mit dem Thema
Spiel „Schnipselbilder“	5 Minuten	Kleingruppeneinteilung für Stationenbetrieb
Stationenbetrieb	40 Minuten	Raum zum selbstständigen Erarbeiten und zur individuellen Auseinandersetzung mit der Materie; leistungsdifferenzierten Unterricht ermöglichen
Experimente	10 Minuten	Zusammenholen der TeilnehmerInnen, Zurückfinden in die Gruppe, Abrunden des Themas, Abschluss der Spielekette
Smiley-Feedback-Bögen	5 Minuten	Möglichkeit zur Rückmeldung geben, verabschieden

5.4.2 Inhaltliche Konzeption

Die Beschreibungen der vorkommenden Spiele und Experimente sind in der Spielesammlung (siehe 5.3) zu finden. Um Wiederholung zu ersparen, wird hier nur auf den Stationenbetrieb sowie die abschließenden Smiley-Feedback-Bögen näher eingegangen.

Stationenbetrieb

Im Rahmen des Stationenbetriebes setzen sich die SchülerInnen eigenständig mit unterschiedlichen Bereichen der Historischen Geologie auseinander. Die Bündelung einzelner Spiele zu Themenblöcken gibt ihnen Freiraum zur eigenen Unterrichtsgestaltung und wird darüber hinaus dem Anspruch nach differenziertem Unterricht gerecht.

Eingeleitet wird der Stationenbetrieb mit dem Verteilen der Reisepässe. Diese dienen einerseits den SchülerInnen als Orientierung, andererseits ergeben sich durch deren Verwendung Steuerungsmöglichkeiten durch die Lehrperson. So kann festgelegt werden, wie viele Stationen oder welche Blöcke gemacht werden müssen. Anschließend verteilen sich die SchülerInnen auf die einzelnen Stationen. Optional kann eine Einteilung in Kleingruppen etwa mit dem Spiel Schnipselbilder durchgeführt werden.

Stationen-Übersicht

	Thema	Spiele	Ziel
Block 1	Lage der Kontinentalplatten im Laufe der Erdgeschichte	• Memory • Daumenkino ‚Wanderung der Erdplatten‘	Die SchülerInnen entwickeln Grundvorstellungen über die Kontinentaldrift und lernen die Namen erdgeschichtlicher Kontinente und Ozeane kennen
Block 2	Namen der Erdzeitalter	• Bingo • Wortsuchrätsel ‚Erdzeitalter‘	Die SchülerInnen üben die Namen der Erdzeitalter ein.
Block 3	Wichtige Ereignisse	Hilf dem Assistenten!	Die SchülerInnen erlangen Wissen über ausgewählte Merkmale in der Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens.

Block 4	Mach' dich schlau!	• Fossilien-sammlung • Ein Blick in Bücher und Tabellen • Fotoalbum	Zusatzstationen für differenzierten Unterricht. Die SchülerInnen können Fossilien sowie Bilder ausgestorbener Lebewesen betrachten oder sich zusätzliche Informationen aus Büchern aneignen.
---------	--------------------	---	---

Smiley-Feedback-Bögen

Die abschließenden Feedback-Bögen dienen den SchülerInnen zum Abrunden der Stunde. Gleichzeitig gestattet deren Einsatz der Lehrperson gezielte Rückmeldungen einzuholen.

5.4.3 Materialien

Die Materialien für die einzelnen Spiele sind bei den jeweiligen Spielbeschreibungen angeführt. Zusätzlich werden folgende Materialien benötigt:

- Kopien Reisepass (1 Exemplar pro SchülerIn)
- Stationenbeschriftungen
- Spielanleitungen bzw. Kurzbeschreibungen für die einzelnen Stationen
- Kopie Smiley-Feedback-Bögen (1 Exemplar pro SchülerIn)
- Tabellen der Erdzeitalter zum Auflegen bei den Stationen



Kopiervorlagen für diese Materialien befinden sich im Anhang.

Epilog

*„Die Praxis sollte das
Ergebnis des Nachdenkens
sein, nicht umgekehrt.“*
Hermann HESSE

Am Ende der Arbeit angekommen, sollen ein paar Bemerkungen in eigener Sache gestattet sein.

Warum Spielpädagogik? – meine persönliche Sichtweise

In 4.3.1 wurden Pro- und Contra-Argumente für den Einsatz der Spielpädagogik in der Schule angeführt. Dieser Abschnitt soll nun mit ein paar persönlichen Gedanken Ergänzung finden.

Ja, warum Spielpädagogik? Schwer zu sagen, wann meine Begeisterung für diesen Zugang begonnen hat, die Absolvierung des Lehrgang zur Spielpädagogik am wienXtra-institut für freizeitpädagogik hat diesen Weg jedoch bestätigt.

Gerade das Spannungsfeld zwischen dem institutionalisierten Fachunterricht in der Schule und spielpädagogischen Handlungsräumen ist für mich von großem Interesse. Ich bin der Überzeugung, dass vorne an der Tafel zu stehen und den zu bearbeiteten Stoff als ‚Solo-Stück‘ vorzutragen, nicht mein Weg des Unterrichtens sein kann. Viel spannender finde ich die Herausforderung, den zu vermittelnden Stoff so aufzubereiten, dass Kindern und Jugendlichen ganzkörperliche Erfahrungen ermöglicht werden und das Lernen Spaß bereitet. Vielleicht können sich das nur wenige vorstellen, aber ich glaube, dass sich selbst Mathematik und Spaß „unter einen Hut“ bringen lassen. Gerade das Unterrichtsfach Biologie, welches sich in der Natur wohl am einfachsten und am praxisnächsten unterrichten lässt, eignet sich im Freien bestens für den spielpädagogischen Zugang.

Ich möchte nicht abstreiten, dass Unterrichten mit spielpädagogischen Methoden anstrengend sein kann. Die Vorbereitungsarbeiten sind meist zeitintensiv und das Gelingen der Umsetzung hängt – auch – vom Mitmachen der Gruppe ab. Als Spielpädagogin/Spielpädagoge weiß man im Vorfeld nie so genau, wie die Umsetzung klappt und was auf eine/n selbst zukommt. Die beste Vorbereitung kann scheitern, wenn die Rahmenbedingungen nicht passen. Dann braucht es einiges an Sensibilität und Feingefühl, um sich auf die Gruppe und die neue Situation einzustellen, Flexibilität und Spontaneität, um das Programm zu modifizieren sowie Begeisterung und Motivation, um die Gruppe mitreißen zu können. Trotz

aller Schwierigkeiten, die auftreten können und trotz der hohen Anforderungen, kann ich nur empfehlen, den spielpädagogischen Weg auszuprobieren. Die praktische Übung hilft, Sicherheit in der SpielleiterInnen-Rolle zu entwickeln – und hat man sich erst einmal ein gewisses Repertoire an Spielen zusammengestellt, wird auch die Vorbereitung immer leichter und weniger intensiv.

Während meines Studiums hatte ich einige Praktika und Übungen zu absolvieren, bei denen ich SchülerInnen unterrichten durfte. Meist habe ich den spielpädagogischen Zugang gewählt und die Begeisterung der Kids gab diesem Weg Recht. Es war ein tolles Gefühl, als ein Schüler der ersten Klasse AHS nach einer computerunterstützten Mathematikstunde mit spielpädagogischem Zugang sagte: „Das war gar nicht Mathe, das war viel cooler als Mathematik.“

Reflexion des Arbeitsprozesses

Das Erstellen dieser Arbeit war ein zeitintensiver und arbeitsaufwendiger Prozess, der mit einigen Problemen versehen war. Die Idee hinter dem Konzept hat sich dennoch bestätigt: Es ist möglich, Themen aus dem Lehrstoff in Spielen aufzubereiten. Ich freue mich schon darauf, diese in der Praxis auszuprobieren und bin mir sicher, zukünftig weiter in diese Richtung arbeiten zu wollen und Spiele zu mathematischen und biologischen Themen zu entwickeln.

Am Ende möchte ich all jenen, die einleitend genannt wurden, nochmals ein herzliches Dankeschön sagen.

Bibliografie

*„Ein Haus ohne Bücher ist arm,
auch wenn schöne Teppiche seinen
Boden und kostbare Tapeten und
Bilder die Wände bedecken.“*
Hermann HESSE

Literatur

- ARIENTI, H., GRIDLING, H., KATZENSTEINER, K., 2007: ganz klar: Biologie 2, Wien (Jugend&Volk).
- ARIENTI, H., GRIDLING, H., KATZENSTEINER, K., u.a., 2008: ganz klar: Biologie 3, Wien (Jugend&Volk).
- ARIENTI, H., HEUBACHER, S., WULZ, I., 2009: ganz klar: Biologie 4, Wien (Jugend&Volk).
- BAAL, Ch., u.a., 2009: Skriptum zur Vorlesung System Erde. Universität Wien, Wintersemester 2009.
- BAER, U., 1995: Spielpraxis – Eine Einführung in die Spielpädagogik. Seelze-Velber (Kallmeyer).
- Brockhaus 2003: Brockhaus Universal Lexikon. Hg. von der Brockhaus Lexikonredaktion unter der Leitung von A. ZWAHR. Band 1 bis Band 26. Leipzig (Brockhaus).
- CAMPBELL, N. A. und REECE, J. B., 2003: Biologie – 6. Auflage, Hg. von J. MARKL. Heidelberg (Spektrum).
- DEMMER, G., GARTZEN, C., GEITNER, E., u.a., 2001: Natur bewusst 2, Hg. von R. HAUSFELD und W. SCHULENBERG. Wien (Westermann).
- DEMMER, G., GARTZEN, C., GEITNER, E., u.a., 2002: Natur bewusst 3, Hg. von R. HAUSFELD und W. SCHULENBERG. Wien (Westermann).
- DEMMER, G., GARTZEN, C., GEITNER, E., u.a., 2003: Natur bewusst 4, Hg. von R. HAUSFELD und W. SCHULENBERG. Wien (Westermann).
- DERGOVICS, E., GRUBER, M., WAIGLEIN, M., u.a. 2008: Arbeitsunterlage zum Lehrgang für Spielpädagogik. Wien (Hg. vom wienXtra-institut für freizeitpädagogik).
- FAUPL, P., 2003: Historische Geologie. – 2. Auflage. Wien (Facultas).
- FRITZ, J., 1990: Theorie und Pädagogik des Spiels – Eine praxisorientierte Einführung. Weinheim und München (Juventa).
- GÖTZINGER, M. A. und LIBOWITZKY, E. 2004: Arbeitsunterlage für die Lehrveranstaltung Experimente in LA-BU Mineralogie und Rohstoffkunde. Universität Wien, Wintersemester 2004.
- KADLEC, V. und DÖRDELMANN, K., 2006: Natura 5. – 1. Auflage, Wien (öbvht).
- KRENMAYR, H., HOFMANN, T., MANDL, G. W., u.a., 2002: Rocky Austria – Eine bunte Erdgeschichte von Österreich. – 2. verbesserte Auflage. Hg. von der Geologischen Bundesanstalt. Wien (GBA).
- KUGLER, R., 2003: BIO BUCH 1, Wien (Ed. Hölzel).
- KUGLER, R., 2004: BIO BUCH 3, Wien (Ed. Hölzel).
- KUGLER, R., 2005: BIO BUCH 4, Wien (Ed. Hölzel).
- KUGLER, R., 2009: BIO BUCH 2, Wien (Ed. Hölzel).
- Pädagogik des Spiels – eine Zukunft der Pädagogik?, 1990. Hg. von G. WEGENER-SPÖHRING und W. ZACHARIAS. München (Pädagogische Aktion/Spielkultur).

- PRESS, F., SIEVER, R., GROTZINGER, J., u.a., 2008: Allgemeine Geologie – 5. Auflage. Berlin und Heidelberg (Springer).
- RENNER, M., 2008: Spieltheorie und Spielpraxis – Ein Lehrbuch für pädagogische Berufe. – 3. neu bearbeitete Auflage. Freiburg im Breisgau (Lambertus).
- ROTHER, P., 2000: Erdgeschichte – Spurensuche im Gestein. Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- SCHERMAIER, A. und WEISL, H., 2008: bio@school 8. – 2. Auflage. Linz (Veritas Verlag).
- SCHIRL, K. und RUTTNER, B., 2004: Über die Natur 1 Oberstufe. – 1. Auflage. Wien (E. Dörner).
- SEDLAG, U., 2000: Urania Tierreich – Tiergeographie. Berlin (Urania). [Reihe Urania Tierreich]
- STANLEY, St. M., 2001: Historische Geologie. – 2. deutsche Auflage, Hg. von V. SCHWEIZER. Berlin und Heidelberg (Spektrum).
- STÖCKER, F. W. und DIETRICH, G. (Hg.), 1986: Brockhaus abc Biologie. Band 1 und 2. Leipzig (BrockhausVerlag).
- UN-Konvention über die Rechte des Kindes. Hg. von UNICEF Österreich. Wien (UNICEF Österreich Info-Center).
- Uni-Broschüre „Lehramtsstudium“, 2010. – 6. Auflage. Hg. von Universität Wien – Student Point. Wien (Universität Wien).
- WAGREICH, M., 2010: Arbeitsunterlage für die Lehrveranstaltung Erdgeschichte mit besonderer Berücksichtigung der Geologie von Österreich (LA). Universität Wien, Wintersemester 2010 [E-Learning].
- Was Eltern wissen wollen – Die Konvention über die Rechte des Kindes, 2000. Hg. von UNICEF Österreich. Wien (UNICEF Österreich Info-Center).

Internet

- BULAND, R.: Spiel im Sinne von „play“ als effizienter Bildungsprozess. Ergebnisse aus der Gehirn- und Spielforschung. Essay zum Vortrag am 11.11.2010 bei der Fachtagung spiel=bildung² in Wien. – http://www.spielbox.at/fileadmin/daten/spielbox/PDF/pdfs_2010/Spielbox-Artikel.pdf – [6.4.2011 um 10:24]
- KERN, A.: Lehrplan AHS-Oberstufe neu. – <http://www.gemeinsamlernen.at/> – [24.8.2010 um 21:29]
- Lehrplan 2000: Lehrplan Unterstufe – Biologie und Umweltkunde. Hg. vom bmukk. – <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/779/ahs5.pdf> – [1.12.2009 um 14:19]
- Lehrplan 2004: Lehrplan Oberstufe – Biologie und Umweltkunde. Hg. vom bmukk. – http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf – [24.8.2010 um 20:29]
- SchUG: Bundesgesetz über die Ordnung von Unterricht und Erziehung in den im Schulorganisationsgesetz geregelten Schulen (Schulunterrichtsgesetz 1986 - SchUG) Hg. vom bmukk. – http://www.bmukk.gv.at/schulen/recht/gvo/schug_teil1.xml – [28.2.2011 um 23:58] und http://www.bmukk.gv.at/schulen/recht/gvo/schug_teil2.xml – [28.2.2011 um 23:59]
- Schulbuchaktion 2009/10 – Schulbuchliste. Hg. von bmgfj und bmukk. – http://www.bmukk.gv.at/medienpool/17549/0910_sbl_1000_1100.pdf – [10.12.2009 um 20:36]
- SCOTese, C.R.: Paleomap Project. – <http://www.scotese.com>. [29.3.2011 um 9:15]
- Spiegel online, 2010: Ausnahmezustand Gletscher-Vulkan auf Island ausgebrochen. – <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,684817,00.html> – [3.2.2011 um 18:10]

Spiel fördert Schule, 2006. Evaluation des Pilotprojektes der Fachgruppe Spiel. Hg. von der Fachgruppe Spiel. – http://www.primarbereich.de/pdf/Studie_Spiel_foerdert_Schule.pdf – [8.4.2011 um 10:48]

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Skizze zum Versuchsaufbau des Urey-Miller Experiments.....	16
illustriert von B.A.GOLDMUND	
Abb. 2: Bingo – Variante mit Markierungschips	107
illustriert und fotografiert von B.A.GOLDMUND	
Abb. 3: Modell eines Black Smokers.....	108
Fotografin: Mag ^a J. TSCHENETT-EBERWEIN	
Abb. 4: Beispiele für erstaunliche Lebewesen	110
illustriert von B.A.GOLDMUND	
Abb. 5: Memory-Plättchen	117
illustriert und fotografiert von B.A.GOLDMUND	
Abb. 6: SchülerInnen beim Ordnen der Plättchen.....	117
Fotografin: Mag ^a J. TSCHENETT-EBERWEIN	
Abb. 7: Versuchsaufbau Vulkan	122
Fotografin: Mag ^a J. TSCHENETT-EBERWEIN	
Abb. 8: ‚Ausbruch‘ des Vulkans	122
Fotografin: Mag ^a J. TSCHENETT-EBERWEIN	

Ich habe mich bemüht, sämtliche InhaberInnen 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.

Anhang

„Sag es mir, und ich werde es vergessen
Zeig es mir, und ich werde mich daran erinnern.
Lass es mich selber tun, und ich werde es verstehen.“
Konfuzius

A1. Beilagen zur Spielesammlung

Bingo

Spielchips:

Erdurzeit	Erdaltertum	Erdmittelalter
Erdneuzeit	Präkambrium	Kambrium
Ordovizium	Silur	Devon
Karbon	Perm	Trias
Jura	Kreide	Paläogen
Neogen	Quartär	JOKER

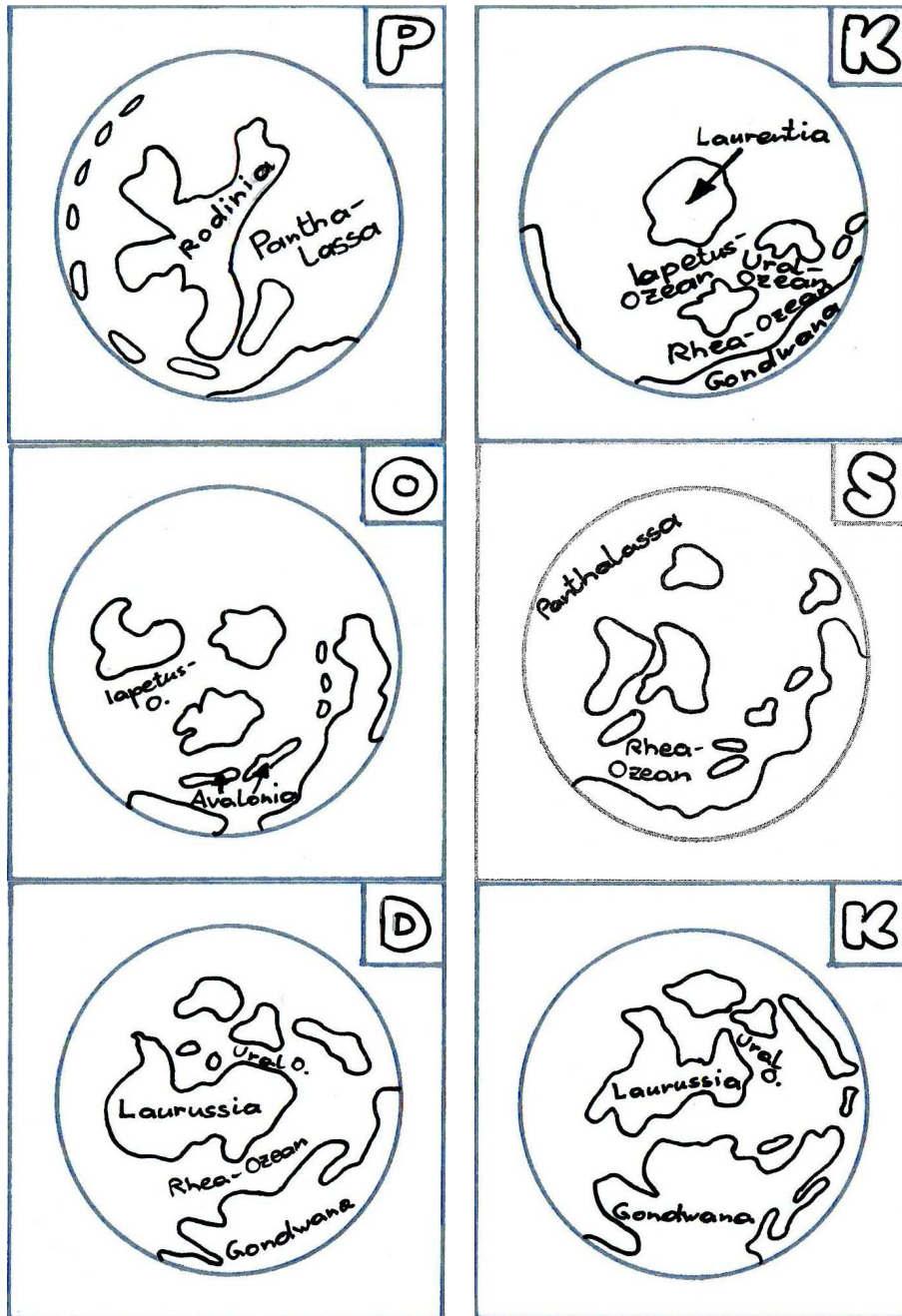
Spielplatten:

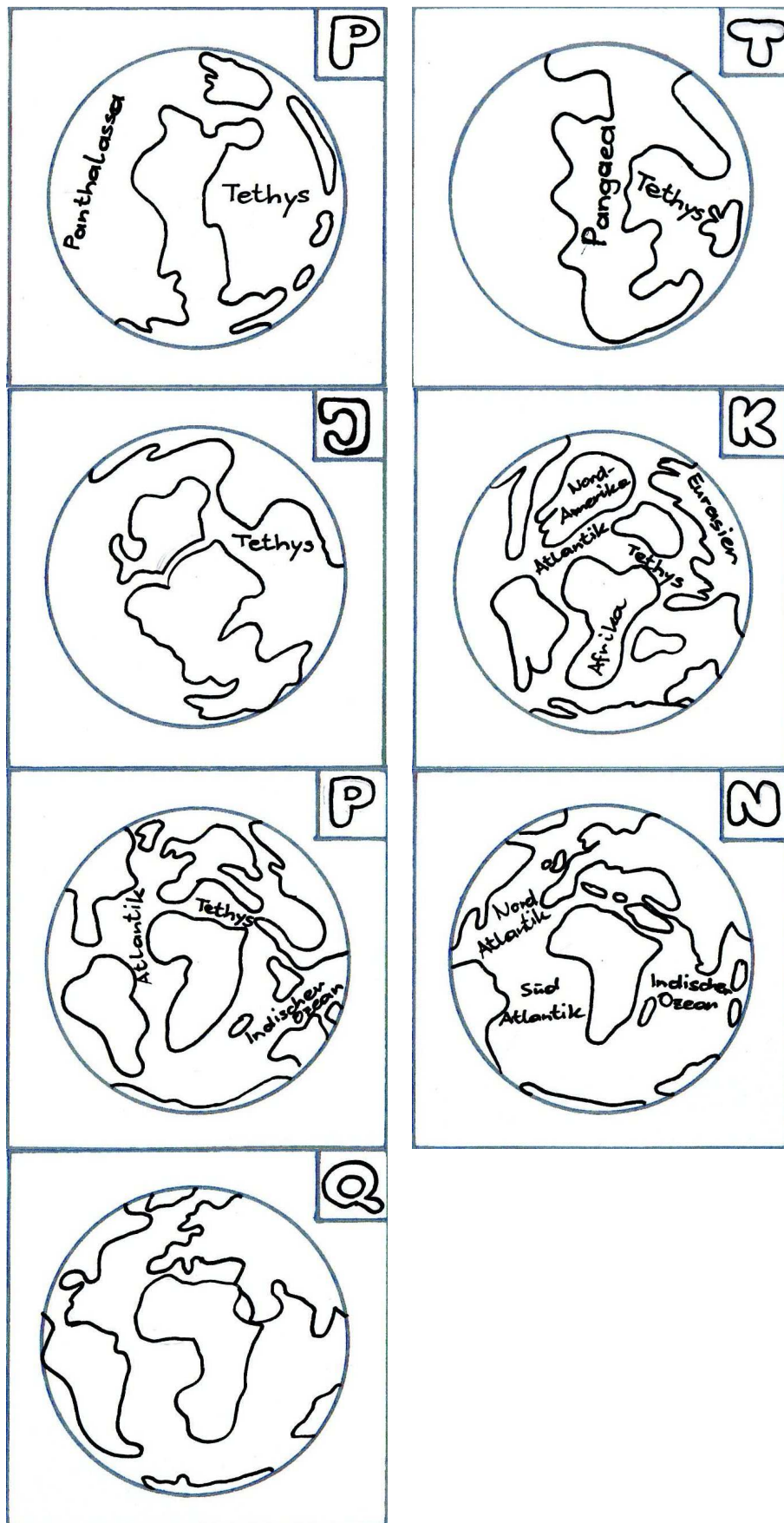
Quartär	Ordovizium	Brdurzeit	Weogen
Präkambrium	Brdmittel- alter	Perm	Bambrium
Jura	Devon	Silur	Breide
Brdneuzeit A	Paläogen	Barbon	Trias
Ordovizium	Brdneuzeit	Quartär	Paläogen
Breide	Bambrium	Präkambrium	Barbon
Silur	Perm	Weogen	Brdaltertum
Brdmittel- alter B	Brdurzeit	Devon	Trias

Erdezeit	Erdezeit	Erde	Präkambrium
Trias	Silur	Erdezeit	Neogen
Erdezeit- alter	Jura	Quartär	Devon
Paläogen C	Perm	Kambrium	Ordovizium
Kambrium	Neogen	Jura	Paläogen
Perm	Erdezeit	Erdezeit	Carbon
Erde	Silur	Präkambrium	Ordovizium
Erdezeit- alter D	Trias	Erdezeit	Quartär

Idee: Britta PLATT. Grafische Umsetzung: B.A.GOLDMUND (b.a.goldmund@chello.at)

 Plättchen für Daumenkino ,Wanderung der Erdplatten‘ und Memory



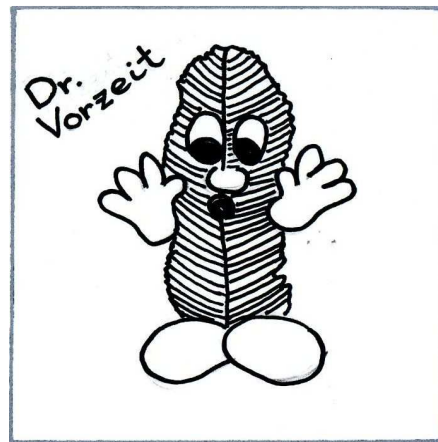
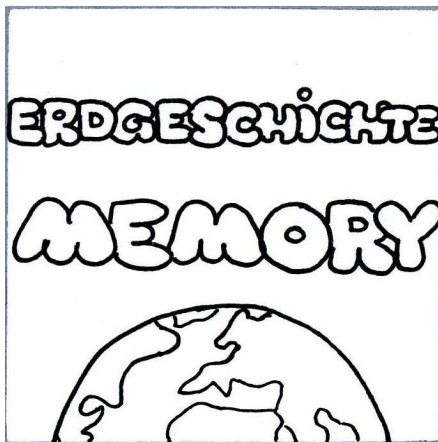


Idee: Britta PLATT. Grafische Umsetzung: nach SCOTese (<http://www.scotese.com>) verändert, umgezeichnet und vereinfacht von B.A.GOLDMUND (b.a.goldmund@chello.at)

zusätzliches Plättchen für das Daumenkino ‚Wanderung der Erdplatten‘:



zusätzliche Plättchen für Memory:





Hilf dem Assistenten!

Heute ist es also soweit, wir brechen zur Reise in die Erdgeschichte auf, um spannende Abenteuer zu erleben.	Angekommen im Hotel. Ich bewohne ein großes Zimmer mit weichem Bett. Allerdings weiß ich jetzt schon, dass ich auf dieser Reise nicht viel zum Schlafen kommen werde. Jeden Tag wird unsere Reisegruppe ein Erdzeitalter bereisen.
Ein aufregender Tag geht zu Ende. Es war kurz nach halb fünf, als wir aus dem Hotel aufbrachen. Ein Hubschrauberflug führte uns über die Ursuppe. Gespannt voll Neugierde beobachteten wir die ersten zarten Bewegungen. Aus diesen ersten Lebewesen sollen alle Tiere und Pflanzen und sogar wir Menschen entstanden sein? – Unglaublich.	Kaum gelandet, merkten wir sofort, dass in diesem Erdzeitalter zahlreiche Insekten vorherrschend waren. Beim Anblick der Spinnen und Skorpione kann man wahrlich Angst verspüren. Weitere Wirbellose, die wir heute gesehen haben: Seesterne, Schnecken, ...
„Die Entstehung der Wirbeltiere“ war das Motto des heutigen Forschungstages. Als Vertreter der urtümlichen Wirbeltiere haben wir Quastenflosser beobachtet. Quastenflosser sehen ähnlich aus wie Fische und konnten sich mit ihren Flossen von Pfütze zu Pfütze fortbewegen.	Als sich das Wasser zurückzog, konnten wir sie endlich erblicken: Diese kleinen zarten aufrechten Pflänzchen, die das Land besiedelten, wirkten sehr zerbrechlich.

Eine Schiffsfahrt stand heute auf dem Terminplan. Im Ozean tummelten sich tausende Fische.	Unser heutiger Aufenthalt führte uns zu den Anfängen der Lurche (Amphibien).
Forschungsarbeit kann wirklich erschöpfend und mühsam sein. Der heutige Tag führte uns in die Steinkohlewälder. Wir kämpften uns durch dichte Farne und Bärlappgewächse immer tiefer in den Wald. Die einzelnen Pflanzen waren so groß, dass wir wie Zwerge wirkten, als wir daneben standen.	Ich habe heute eine Libelle gesehen, die über 70 cm groß war. Eigentlich kaum vorstellbar, dass Insekten einmal so groß gewesen sind.
Unser Reiseleiter erzählte uns, dass die ersten Säugetiere noch sehr klein waren. „nur so groß, wie eine Ratte“ hat er gesagt und dass diese hauptsächlich in der Nacht aktiv waren.	Nachdem wir bereits die ersten Vertreter der Lurche und der Kriechtiere betrachtet hatten, lernten wir heute eine neue Tiergruppe kennen: Die Vögel. Diese stammen von einem Urvogel, dem Archaeopteryx ab, welcher Merkmale von Vögeln und Kriechtieren hat.

Die Kriechtiere hatten nicht nur als Dinosaurier das Land erobert, sondern zischten als Flugsaurier durch die Luft und schwammen als riesige Echsen in den Ozeanen.	Dass ein Meteoriteneinschlag mitschuld am Untergang der Dinosaurier ist, wissen Wissenschaftler schon lange. Die schwarze dünne Schicht in den Gesteinslagen ist wirklich beeindruckend.
Die Erinnerung an unsere heutige Route, lässt mir immer noch die Gänsehaut über den Rücken laufen. Der Aufenthalt in der Eiszeit war wirklich extrem kalt, aber auch genauso spannend. Wir haben Säbelzähntiger und Wollnashörner gesehen und konnten sogar ein Mammut erblicken.	Der nächste Stopp der faszinierenden Zeitreise führte uns heute zu den Anfängen der Menschen in Afrika.



R	M	W	Q	P	A	U	B	K	S	V	O	F	Z	E	K	C	A
R	C	P	A	D	Q	R	E	G	A	W	I	P	B	L	V	D	H
E	E	R	D	A	L	T	E	R	T	U	M	X	P	A	M	I	T
B	A	E	R	F	E	F	D	Z	O	K	P	T	E	I	K	U	E
N	K	W	T	J	M	A	N	U	M	N	E	R	L	D	N	A	M
K	A	O	A	Y	I	D	E	R	D	U	R	Z	E	I	T	N	U
C	M	S	R	O	D	J	U	C	A	S	M	O	W	S	Y	D	A
P	B	S	L	R	N	O	Z	T	S	K	A	Z	O	B	D	E	L
E	R	D	M	I	T	T	E	L	A	L	T	E	R	U	C	V	O
U	I	R	A	E	R	X	I	C	U	R	G	K	D	F	E	O	U
K	U	Z	S	T	I	Q	T	O	P	A	L	A	O	G	E	N	I
T	M	I	B	R	F	S	T	A	B	F	U	K	V	Y	Z	X	E
L	U	G	L	I	P	H	C	K	A	M	B	R	I	U	M	T	S
A	J	U	R	A	G	F	Q	A	X	B	I	U	Z	G	V	U	L
B	A	H	O	S	I	L	U	R	F	K	R	E	I	D	E	H	P
I	N	R	A	C	A	L	S	B	U	I	V	J	U	H	D	E	Y
Y	E	I	Q	G	A	N	E	O	G	E	N	K	M	O	P	I	A
A	G	M	H	E	I	O	U	N	J	M	H	F	I	R	W	J	V

Notiere die gefundenen Begriffe in zeitlich richtiger Abfolge:

[illegible]

Variante mit vorgegebenen Begriffen:

Wortsuchspiel – Erdzeitalter

R	M	W	Q	P	A	U	B	K	S	V	O	F	Z	E	K	C	A
C	P	A	U	D	Q	R	E	G	A	W	I	P	B	L	V	D	H
E	R	D	A	L	T	E	R	T	U	M	X	N	A	A	M	I	T
B	A	E	R	F	E	F	D	Z	O	K	P	T	E	I	K	U	E
N	K	W	T	J	M	A	N	U	M	N	E	L	D	N	A	M	Q
K	A	O	A	Y	I	D	E	R	D	U	R	Z	E	I	T	N	U
C	M	S	R	O	D	J	U	C	A	S	M	O	W	S	Y	D	A
P	B	S	L	R	N	O	Z	T	S	K	A	Z	O	B	D	E	L
E	R	D	M	I	T	T	E	L	A	L	T	E	R	U	C	V	O
U	I	R	A	E	R	X	I	C	U	R	G	K	D	F	E	O	U
K	U	Z	S	T	I	Q	T	O	P	A	L	A	O	G	E	N	I
T	M	I	B	R	F	S	T	A	B	F	U	K	V	Y	Z	X	E
L	U	G	L	I	P	H	C	K	A	M	B	R	I	U	M	T	S
A	J	U	R	A	G	F	Q	A	X	B	I	U	Z	G	V	U	L
B	A	H	O	S	I	L	U	R	F	K	R	E	I	D	E	H	P
I	N	R	A	C	A	L	S	B	U	I	V	J	U	H	D	E	Y
Y	E	I	Q	G	A	N	E	O	G	E	N	K	M	O	P	I	Ä
A	G	M	H	E	I	O	U	N	J	M	H	F	I	R	W	J	V

Finde die versteckten Begriffe:

Erdneuzeit

Quartär
Neogen
Paläogen

Erdmittelalter

Kreide
Jura
Trias

Erdaltertum

Perm
Karbon
Devon
Silur

Ordovizium
Kambrium

Erdurzeit

Präkambrium

Lösungsblatt:

Wortsuchspiel – Erdzeitalter (Lösung)

R	M	W	Q	P	A	U	B	K	S	V	O	F	Z	E	K	C	A
C	P	A	U	D	Q	R	E	G	A	W	I	P	B	L	V	D	H
E	R	D	A	L	T	E	R	T	U	M	X	N	A	Ä	M	I	T
B	Ä	E	R	F	E	D	Z	O	K	P	T	E	I	K	U	E	
N	K	W	T	J	M	Ä	N	U	M	N	E	L	D	N	A	M	Q
K	A	O	Ä	Y	I	D	E	R	D	U	R	Z	E	I	T	N	U
C	M	S	R	O	D	J	U	C	A	S	M	O	W	S	Y	D	A
P	B	S	L	R	N	O	Z	T	S	K	Ä	Z	O	B	D	E	L
E	R	D	M	I	T	T	E	L	A	L	T	E	R	U	C	V	O
U	I	R	A	E	R	X	I	C	U	R	G	K	D	F	E	O	U
K	U	Z	S	T	I	Q	T	O	P	A	L	A	O	G	E	N	I
T	M	I	B	R	F	S	T	A	B	F	U	K	V	Y	Z	X	E
L	U	G	L	I	P	H	C	K	A	M	B	R	I	U	M	T	S
A	J	U	R	A	G	F	Q	A	X	B	I	U	Z	G	V	U	L
B	Ä	H	O	S	I	L	U	R	F	K	R	E	I	D	E	H	P
I	N	R	A	C	A	L	S	B	U	I	V	J	U	H	D	E	Y
Y	E	I	Q	G	A	N	E	O	G	E	N	K	M	O	P	I	Ä
Ä	G	M	H	E	I	O	U	N	J	M	H	F	I	R	W	J	V

Finde die versteckten Begriffe:

Erdneuzeit

Quartär
Neogen
Paläogen

Erdmittelalter

Kreide
Jura
Trias

Erdaltertum

Perm
Karbon
Devon
Silur

Ordovizium

Kambrium

Erdurzeit

Präkambrium

Übersicht über mögliche Lebewesen:

Alge / Apfelbaum / Bär / Biene / Birke / Dinosaurier / Farn / Fisch / Frosch / Fuchs / Hai /
Kanarienvogel / Libelle / Mammut / Mensch / Muschel / Ratte / Schildkröte / Schimpanse /
Schnecke / Schneeglöckchen / Seestern / Tanne / T-Rex / Wellensittich

Liste mit Merkmalen:

Ich atme mit Lungen.	Ich habe einen weißen Stamm.*
Ich bin ein Obstbaum.	Ich habe Flügel.
Ich bin ein Säugetier.	Ich habe Fühler.
Ich bin ein Tier.	Ich habe Haare am Kopf.
Ich bin eine Pflanze.	Ich habe Tatzen.
Ich bin kein Tier.	Ich habe weiße Blüten.*
Ich bin mit Wurzeln im Boden festgewachsen.	Ich habe Zähne.
Ich bin schon ausgestorben.	Ich habe zwei Arme.
Ich bin sternförmig.	Ich halte Haustiere.
Ich bringe lebende Junge zur Welt.	Ich halte Winterruhe.
Ich gehe aufrecht.	Ich kann fliegen.
Ich habe 2 Beine.	Ich klettere in Bäumen.
Ich habe 4 Beine.	Ich lege Eier.
Ich habe 6 Beine.	Ich trage Blätter.
Ich habe Augen.	Ich wachse im Wald.
Ich habe Blüten.	Ich werde auch Riesenechse genannt.
Ich habe ein Fell.	Meine Blätter haben die Form von Wedeln.
Ich habe eine Wirbelsäule.	Meine Blätter sind zu Nadeln geformt.
Ich habe einen Rüssel.	Meine Blüten sind glockenförmig.
Ich habe einen Schwanz.	Meine Schale besteht aus 2 Klappen.
Ich habe einen Stamm aus Holz.	

* Kärtchen 2 x anfertigen.

Zielaufstellung:

Anzahl der Schritte	Lebewesen
2	Alge
Grenze Präkambrium / Paläozoikum	
3	Muschel / Schnecke / Seestern
4	Hai
5	Fisch / Frosch
6	Farn / Schildkröte
7	Biene / Libelle
Grenze Paläozoikum / Mesozoikum	
8	Tanne
9	Wellensittich / Kanarienvogel
10	Apfelbaum / Birke / Dinosaurier / Schneeglöckchen / T-Rex
Grenze Mesozoikum / Känozoikum	
11	Fuchs / Ratte
12	Schimpanse
13	Bär / Mammut
14	Mensch

A2. Beilagen zur Spielekette ‚Reise durch die Erdgeschichte‘



Spielbeschreibungen

Spielanleitung Memory

Ziel bei Memory ist das Auffinden passender Pärchen. Mischt die Plättchen gut durch und legt diese mit der Rückseite nach oben auf dem Tisch aus. Wer zuletzt Geburtstag hatte, darf beginnen und dreht nun zwei Plättchen um. Sind die beiden aufgedeckten Plättchen aus demselben Erdzeitalter, darf der/die SpielerIn dieses Pärchen behalten und ist nochmals an der Reihe. Werden Kärtchen mit unterschiedlichen Motiven aufgedeckt, werden diese wieder umgedreht und der/die Nächste kommt dran. GewinnerIn ist, wer am Ende des Spieles die meisten Memory-Pärchen sammeln konnte. Haben mehrere SpielerInnen dieselbe Anzahl an Paaren gesammelt, teilen sich diese den Gewinn.

Spielanleitung Daumenkino ‚Wanderung der Erdplatten‘

Die Vorlagen zeigen euch die Lage der Kontinentalplatten in den unterschiedlichen Perioden der Erdgeschichte.

Schneidet die einzelnen Kärtchen aus und ordnet diese mit Hilfe der Erdzeit-Tabelle. Oben auf kommt noch das Deckblatt (Wanderung der Erdplatten). Jetzt könnt ihr den Stapel mit einer Heftklammer zusammentackern und das Daumenkino abspielen.

Wenn ihr möchtet, könnt ihr die Plättchen bemalen. Nehmt dazu die Erdzeitaltertabelle und findet heraus, mit welcher Farbe ihr die Buchstaben in der rechten oberen Ecke bemalen müsst.

Spielanleitung Bingo

Jede/r SpielerIn nimmt sich eine Bingo-Spielplatte und eine Bingo-Vorlage. Achtet bei der Auswahl der Vorlage darauf, dass sich die Buchstaben links unten voneinander unterscheiden. Legt die Spielplatte mit der Vorlage vor euch auf den Tisch. Die runden Bingo-Chips werden gemischt und verdeckt auf den Tisch gelegt. Beginnen darf, wessen Vorname als erstes im Alphabet vorkommt. Er/sie dreht einen Chip um und liest das Erdzeitalter laut vor.

Jede/r von euch vergleicht nun, ob dieses Erdzeitalter auf der eigenen Bingo-Vorlage aufscheint und kreuzt dieses Feld an. Dann ist der/die linke SitznachbarIn an der Reihe und darf den nächsten Chip umdrehen. Sind alle 4 Felder einer Zeile, Spalte oder Diagonale angekreuzt, ruft der/die SpielerIn ‚Bingo‘. Gewonnen hat, wer als Erste/r ‚Bingo‘ gerufen hat. Haben zwei SpielerInnen gleichzeitig ‚Bingo‘, gewinnen beide.

Spielanleitung Wortsuchrätsel Erdzeitalter

Versuche alle versteckten Begriffe im Wortsuchrätsel zu finden.

Spielanleitung Hilf dem Assistenten!

Oje, der schusselige Assistent hat nicht aufgepasst und die Notizzettel seines Professors auf den Boden fallen lassen. Nehmt euch die Erdzeitalter-Tabelle und helft dem Assistenten die Zettel in die richtige Reihenfolge zu bringen, bevor der Professor zurückkommt.

Fossiliensammlung

Als Fossilien bezeichnet man Reste von Lebewesen aus früheren Zeitabschnitten der Erdgeschichte, die bis heute erhalten geblieben sind. Wissenschaftler können beim Untersuchen von Fossilien viel über die damalige Zeit erfahren. Etwa, welche Temperaturen es damals hatte oder ob es schon Sauerstoff gegeben hat.

Auch die Spuren, die Lebewesen hinterlassen haben, können wichtige Fossilien sein. Zum Beispiel Fußabdrücke, gebohrte Gänge oder Kriechspuren. Manchmal sind von den Lebewesen nur Abdrücke erhalten geblieben.

Bei dieser Station kannst du einige Fossilien genauer betrachten.

Ein Blick in Bücher und Tabellen

Wenn du noch mehr über Erdgeschichte erfahren möchtest, kannst du bei dieser Station in verschiedenen Büchern nachschlagen oder dich mit Hilfe der Tabellen schlau machen.



Name:

Reisepass

Stationen-Übersicht			
Erdplatten	Memory	Ⓟ/☺	☐
	Daumenkino ‚Wanderung der Erdplatten‘	Ⓟ/☺	☐
Erdzeitalter	Bingo	Ⓟ/☺	☐
	Wortsuchrätsel ‚Erdzeitalter‘	Ⓟ/☺	☐
Wichtige Ereignisse	Hilf dem Assistenten!	Ⓟ	☐
Mach’ dich schlau!	Fossiliensammlung	☺	☐
	Ein Blick in Bücher und Tabellen	☺	☐

Legende:

Ⓟ/☺ : Such dir eine der Aufgaben aus.

Ⓟ : Diese Aufgabe musst du machen.

☺ : Zusatzaufgaben. Diese kannst du machen, wenn noch Zeit bleibt.



Die Erdzeitalter

Ära	Periode		Lebewesen
Känozoikum		Quartär	Entstehung des Menschens
			Eiszeitalter
		Neogen	Entstehung der Menschenaffen
		Paläogen	Ausbreitung der Säugetiere
65,5 Millionen Jahre			
Mesozoikum		Kreide	Aussterben der Dinosaurier
			Ausbreitung der Blütenpflanzen
		Jura	größte Entfaltung der Dinosaurier
			Entstehung der Vögel
		Trias	Entstehung einfacher Säugetiere
251 Millionen Jahre			
Paläozoikum		Perm	Entstehung der Kriechtiere (Reptilien)
			weite Verbreitung der Nadelbäume
		Karbon	Ausbreitung der Insekten
			Steinkohlewälder
		Devon	Entstehung der Lurche (Amphibien)
			weite Verbreitung der Fische
		Silur	Ausbreitung der Glieder- und Spinnentiere
			Entstehung der Landpflanzen
		Ordovizium	Entstehung der Wirbeltiere
Präkambrium			Ausbreitung einfacher Lebewesen
			Entstehung des Lebens

Zusammengestellt von Britta PLATT, unter Verwendung von:
 FAUPL, P., 2003: Historische Geologie. – 2. Auflage. Wien (Facultas) und
 CAMPBELL, N. A. und REECE, J. B., 2003: Biologie – 6. Auflage, Hg. von J. MARKL. Heidelberg (Spektrum).
 Illustration: B.A.GOLDMUND (b.a.goldmund@chello.at)



Kreuze bitte bei den einzelnen Spielen an, wie sie dir gefallen haben:

☺... fand ich gut

☹... war okay

☹... fand ich nicht so toll

Urknallspiel			
Planeten auf Bahnen			
Zeitstreifen			
Memory			
Daumenkino			
Bingo			
Wortsuchrätsel			
Hilf dem Assistenten!			
vorgeführte Experimente (Vulkan und Black Smoker)			

Zusatzstationen:

☐ Ja, ich habe Zusatzstationen besucht. Bitte kreuze auch hier an:

Urknallspiel			
Planeten auf Bahnen			

☐ Ich habe keine Zusatzstationen besucht.

[illegible]

Hier ist Platz für Sachen, die du noch sagen möchtest:

[illegible]

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Datum

Unterschrift

Lebenslauf



Persönliche Daten:

Name: Britta Platt
Geburtsdatum: 24.08.1979
Geburtsort: Wien
Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung:

1985/86	Vorschule	Vorgartenstraße 210	1020 Wien
1986-90	Volksschule	Vorgartenstraße 210	1020 Wien
1990-94	Hauptschule mit naturkundlich technischem Schwerpunkt	Kleine Sperlgasse 2a	1020 Wien
1994-98	BORG mit vertiefendem Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern Reifeprüfung im Juni 1998	Hegelgasse 12	1010 Wien

seit Oktober 1998

Lehramtsstudium an der Universität Wien

Studienfächer:

1998-2001	Biologie und Erdwissenschaften (LA), Erweiterungsstudium Mathematik (LA)
seit 2002	Biologie und Umweltkunde (LA), Mathematik (LA) Erste Diplomprüfung im Jänner 2007

Berufliche Erfahrung und studienbegleitende Tätigkeiten:

Juli 1996

Ferialtätigkeit bei BILLA AG

August 1998

Ferialtätigkeit bei C&A Mode

Juli 1998 – März 2008

Freie Mitarbeiterin, Karenzvertretung und Aushilfe beim Verein wienXtra – ein junges Stadtprogramm (vormals Verein Wiener Jugendkreis)

August 1999 – November 2005

ehrenamtliche Mitarbeit beim Theater HEUSCHRECK – Theater für Klein und Groß

Oktober 1999 – Februar 2000

Büroaushilfe bei Kraft & Wärme

Herbst 2001

Au-pair-Aufenthalt in den USA (Rochester, Michigan)

Februar, März 2002

Kassatätigkeit bei Merkur AG

Juli 2002 – September 2006

Produktionsbetreuung kultureller Festivals in Wien:

„Voice Mania – Internationales A Cappella Festival“

„Wien im Rosenstolz – Eine Konzertreihe des Wiener Liedes und der Wiener Musik“

„Multikids – multikulturelles Theaterfestival für Kinder“

„Sommerbühne am Spittelberg“
März 2003 – April 2008
Lehrerin im IMF Nachhilfeinstitut (Nachhilfeunterricht in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie)

seit April 2008
Angestellte beim Verein wienXtra – ein junges Stadtprogramm

Tutorien an der Universität Wien:

WS 09/10 und WS 10/11
Erdgeschichte mit besonderer Berücksichtigung der Geologie von Österreich (LA)
am Institut für Geodynamik und Sedimentologie
SS 10 Computerpraktikum für LAK
am Institut für Mathematik

Zusätzliche Kurse und Seminare:

September 2005
Seminar ‚Sexualpädagogik in der Jugendarbeit‘
wienXtra-institut für freizeitpädagogik
Juni 2006
Einschulung ‚Schulkoffer Genetik‘
dialog <>gentechink
Februar – September 2008
Lehrgang zur Spielpädagogik – Leiten und entwickeln
wienXtra-institut für freizeitpädagogik
Mai – Juni 2010
Seminar ‚Gender- und Diversitätsmanagement in Schule und Unterricht‘
Institut für Bildungswissenschaften der Universität Wien
September 2010
TrainerInnenausbildung ‚Argumentation gegen Stammtischparolen‘
Österreichische Gesellschaft für Politische Bildung

seit 2005
diverse Seminare zur Spielpädagogik
wienXtra-institut für freizeitpädagogik und wienXtra-spielebox

Wissenschaftliche Interessensschwerpunkte:

Verbindung zwischen fachspezifischem Unterricht und Spielpädagogik
Erstellen fachdidaktischer Unterrichtsmittel unter dem Blickpunkt der Spielpädagogik
Computerunterstützter Mathematikunterricht
Diversitätsmanagement im Mathematikunterricht

Zusätzliche Qualifikationen:

Fremdsprachen: Englisch, Französisch
PC-Kenntnisse: MS Office, Internet, GeoGebra, HotPotatoes
