

Zeitschrift: Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee
Herausgeber: Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Band: - (1988)

Artikel: Veränderungen in der Natur im Verlaufe der Erdgeschichte
Autor: Gigon, Walter O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1096776>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.03.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Walter O. Gigon

Veränderungen in der Natur im Verlaufe der Erdgeschichte

Vortrag von Dr. W. O. Gigon, Geologe, Interlaken, gehalten an der Generalversammlung des Uferschutzverbandes Thuner- und Brienzersee am 6. Februar 1988 in Interlaken.

Einleitung

Wenn man sich mit der Erdgeschichte befasst, stellt sich sofort die Frage nach dem Ursprung. Nun, da ist noch Vieles graue Theorie und wird es vielleicht immer bleiben. Die Astrophysiker sehen den Ursprung des heutigen Universums in einem Urknall, der sich vor 18 Milliarden Jahren ereignet haben soll (Fröhlich, 1981). Für alle Nicht-Astrophysiker ist dieser Urknall schwer verständlich. Der Vollständigkeit halber sei hier aber doch die Beschreibung von Prof. Weisskopf (Massachusetts Institute of Technology, USA) gegeben: «Der Urknall ist der Anfang einer Dekompression des unendlichen Universums. Das heisst, zur Zeit «Null» war das ganze Universum mit einer unendlichen Dichte erfüllt, was schwer vorstellbar ist. Gleich danach wurde sie endlich, aber sehr hoch. Sie war aber überall dieselbe; mit der Zeit dehnte sich das Universum aus, und die Dichte nahm überall gleichmässig ab.» Aus diesem homogenen Gemenge von Gas und Staub entstanden vor 4 bis 5 Milliarden Jahren die verschiedenartig zusammengesetzten Objekte, die heute unser Sonnensystem bilden. Durch erneute Kondensation stiegen Druck und Temperatur in diesen Objekten bis es zur energieliefernden Fusion von Wasserstoff und Helium kam. Dies ist die Ursache der Leuchtkraft der Sterne.

Über dem, was in der Urzeit unserer Erde (also vor 4,6 Milliarden Jahren bis vor 600 Millionen Jahren) alles geschehen ist, liegt noch ein tiefer Schleier. Wenige Daten geben freien Spielraum für grosse Theo-

rien. Aber im Erd-Altertum (Beginn vor 600 Millionen Jahren) setzte bei Pflanzen und Tieren eine enorme Entwicklung ein und die in den Gesteinen gefundenen Überreste liefern uns Tatsachen, die wir erforschen und immer besser deuten können.

Beim Durchblättern der Erdgeschichte von dieser Zeit ab stossen wir stets auf Veränderungen. Die um den Feuerball durch Abkühlung entstandene Kruste ist in steter Bewegung. Die Kontinente oder Teile derselben (Platten) verschieben sich wie Eisberge im Ozean und falten Schichtpakete zu Gebirgen auf. Diese werden abgetragen und füllen Meere auf. Durch diese Gewichtsverlagerungen wird Magma in die Erdkruste gepresst, schmelzt Teile derselben auf und erstarrt schliesslich langsam zu Granit. Wo das flüssige Material zur Oberfläche gelangt, entstehen Vulkane.

Die interessantesten Gesteine zum Studium früherer Lebewesen sind die Sedimente, welche in Seen und Meeren abgelagert werden. Sie enthalten Überreste von Pflanzen und Tieren. Auch bei diesen beobachten wir eine ständige Veränderung. Entwicklung zu höheren Formen ist beinahe die Regel. Und meistens gipfelte diese Entwicklung im Aussterben der Art, Gattung oder Familie. Abertausende von Arten (Pflanzen und Tiere) sind aufgetaucht und wieder ausgestorben. Es gibt aber auch Gruppen, die bescheiden geblieben sind und vielleicht gerade deshalb nicht ausgestorben sind.

Auch die Erdachse hat sich gedreht und damit Klimazonen wandern lassen. Klimaveränderungen verursachten grössere und kleinere Eiszeiten. In unserem Gebiet waren es deren vier in den letzten 600 000 Jahren. Die Gletscher zerstörten oder vertrieben die Lebewesen. Nach dem Rückzug der Gletscher bevölkerten Pflanzen und Tiere diese Gegenden wieder, sie wanderten aus den eisfrei gebliebenen Gebieten wieder ein.

In den allerjüngsten Phasen der Erdgeschichte ist ein neuer Faktor aufgetreten, der für bedeutende Veränderungen verantwortlich ist: der Mensch. Vor allem mit der schnellen Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten hat der Mensch gewisse Veränderung beschleunigt, zum Teil sogar ausgelöst. Diese sind aber so kurzfristig, wenn man eine Geschichte von Hunderten von Millionen Jahren betrachtet, dass hier nicht der Ort ist, darauf einzugehen. Stetige Veränderungen

charakterisieren die bisherige Erdgeschichte. So wird es auch in Zukunft bleiben, mit oder ohne Mensch.

In den folgenden Kapiteln wollen wir einige dieser Veränderungen etwas näher betrachten. Es muss natürlich bei einer bescheidenen Auswahl bleiben.

I. Veränderungen in der Erdkruste

1. Verschiebung der Kontinente

Beim Vergleich der Küstenlinien von Afrika (Westküste) und Südamerika (Ostküste) fällt einem eine verblüffende Ähnlichkeit auf. Das Studium der tierischen und pflanzlichen Überreste und der Klimaverhältnisse zeigte schon früh übereinstimmende Tatsachen für die Schichtfolgen des Erd-Altertums. Man dachte zuerst an Landbrücken als Wanderwege für Flora und Fauna, bis A. Wegener 1929 seine Theorie der Kontinentalverschiebung publizierte. Er nahm an, dass die ursprünglich zusammenhängende Kontinentalmasse, Pangaea genannt, in Einzelschollen zerlegt wurde, die als leichtere Sialmassen* auf dem schwereren Sima schwimmend auseinander trieben. In den Trennungszonen entstanden die Ozeane. An der Vorderseite der Kontinentalschollen wurden dabei die grossen Gebirgszüge aufgestaucht. Für das Gebiet der Alpen hat man einen Zusammenschub von etwa 120 km errechnet. Prof. Gansser (ETHZ) schätzt den Zusammenschub für das Himalaya-Gebiet auf 300 bis 500 km. Und alles ist noch in Bewegung. Aus Satellitenaufnahmen der letzten Jahre hat man ermitteln können, dass der Atlantik zwischen Afrika und Südamerika pro Jahr etwa 2 cm breiter wird.

Die Grundideen Wegeners stehen immer noch. Aus neuesten geophysikalischen Untersuchungen wissen wir heute, dass die sich bewegend Einheiten zum Teil viel kleiner sind als die Kontinente. Man nennt

* Sial = oberer Teil der Erdkruste, Dichte 2,7; vor allem Gesteine mit Silicium und Aluminium.

Sima = unterer Teil der Erdkruste, Dichte 2,9–3; vor allem Gesteine mit Silicium und Magnesium.

diese Einheiten Platten. Über die Ursachen der Bewegungen gibt es viele Theorien. Es würde zu weit führen, hier auf diese einzugehen. Vor allem amerikanische Geologen haben in den letzten Jahrzehnten versucht, die Bewegungsgeschichte der Kontinente und Platten zu skizzieren. Weitere Forschungsergebnisse erlauben, diese Karten stets zu verbessern. Einige Geologen um E. J. Barron (1981) haben vor allem nach neuesten palaeomagnetischen Untersuchungen eine Serie von Karten konstruiert, welche die Position der Kontinente zu verschiedenen Zeiten seit 180 Millionen Jahren skizzieren. Fig. 1 zeigt drei dieser Karten, die in der Mercator-Projektion (winkeltreue Darstellung) erstellt worden sind.

Nebst der deutlich grösser werdenden Distanz zwischen Afrika und Südamerika ist vor allem auch die Wanderung des indischen Subkontinents zu beachten. Vor 180 Millionen Jahren lag er noch auf der Höhe Südafrikas. Vor 40 Millionen Jahren hatte er sich Eurasien schon beträchtlich genähert. Dann erfolgte der Zusammenschluss und das Auffahren auf den Kontinent hat die Stauchung mit der Auffaltung des Himalaya-Gebirges verursacht.

Diese Karten stellen den neuesten Stand unserer Erkenntnisse dar. Es ist aber zu beachten, dass diese immer noch mit Unsicherheiten behaftet sind.

2. Gebirgsbildungen

Werfen wir zuerst einen Blick auf Tab. 1, in welcher die Erd-Zeitalter und die wichtigsten Gebirgsbildungen zusammengestellt sind. Wir ersehen daraus, dass seit dem Erd-Altertum stets Bewegungen stattgefunden haben, welche verschiedene Gebirgszüge entstehen liessen. Die älteste Faltung, die Kaledonische, betraf vor allem den nördlichen Teil der Erde. Die Herzynische oder Variskische Faltungsphase schuf vorwiegend die Gebirge in Europa nördlich der Schweiz.

Dann setzte vor etwa 200 Millionen Jahren die grosse, weltweite, Alpine Faltung ein. Sie kann in drei Phasen aufgeteilt werden, wobei die dritte besonders aktiv war. Die Alpine Faltung hat die wichtigsten und attraktivsten Gebirge der ganzen Erde entstehen lassen.

Wo der Zusammenschub nur relativ gering war, kam es zur Bildung einfacher Faltengebirge. Ein typisches Beispiel ist unser Jura. Fig. 2

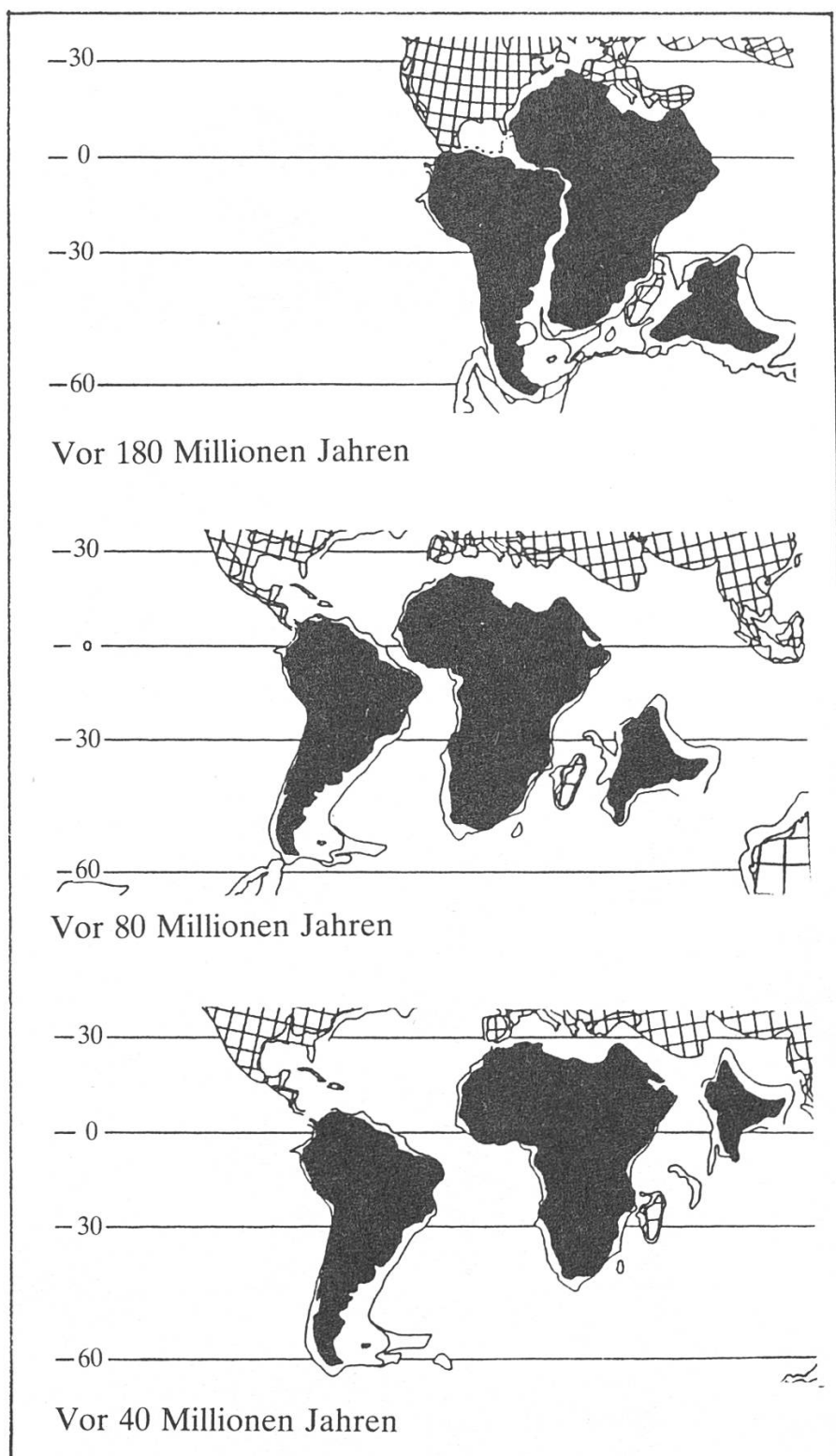


Fig. 1:
Verschiebung der Kontinente (nach Barron, 1981).

Erd-Zeitalter		Beginn vor (in Millionen Jahren)	
Erd-Neuzeit	Quartär	3	ALPINE FALTUNG, späte Phase
	Tertiär	65	
Erd-Mittelalter	Obere Kreide	100	ALPINE FALTUNG, frühe Phase Alpen, Jura, Karpathen, Apennin, Pyrenäen, Dinariden, Heleniden, Atlas, Himalaya, Rocky Mountains, Anden
	Untere Kreide	140	
	Malm	160	
	Dogger	175	
	Lias	200	
	Trias	230	
Erd-Alttertum	Perm	280	HERZYNISCHE oder VARISKISCHE FALTUNG Mitteldeutschland, Zentral-Frankreich, Vogesen, Schwarzwald
	Karbon	350	
	Devon	400	KALEDONISCHE FALTUNG Skandinavien, Kanada
	Silur	500	
	Kambrium	600	
Erd-Urzeit	Algonkium	2000	
	Archaikum	>4000	

Tab. 1:
Erdzeitalter und wichtigste Gebirgsbildungen.

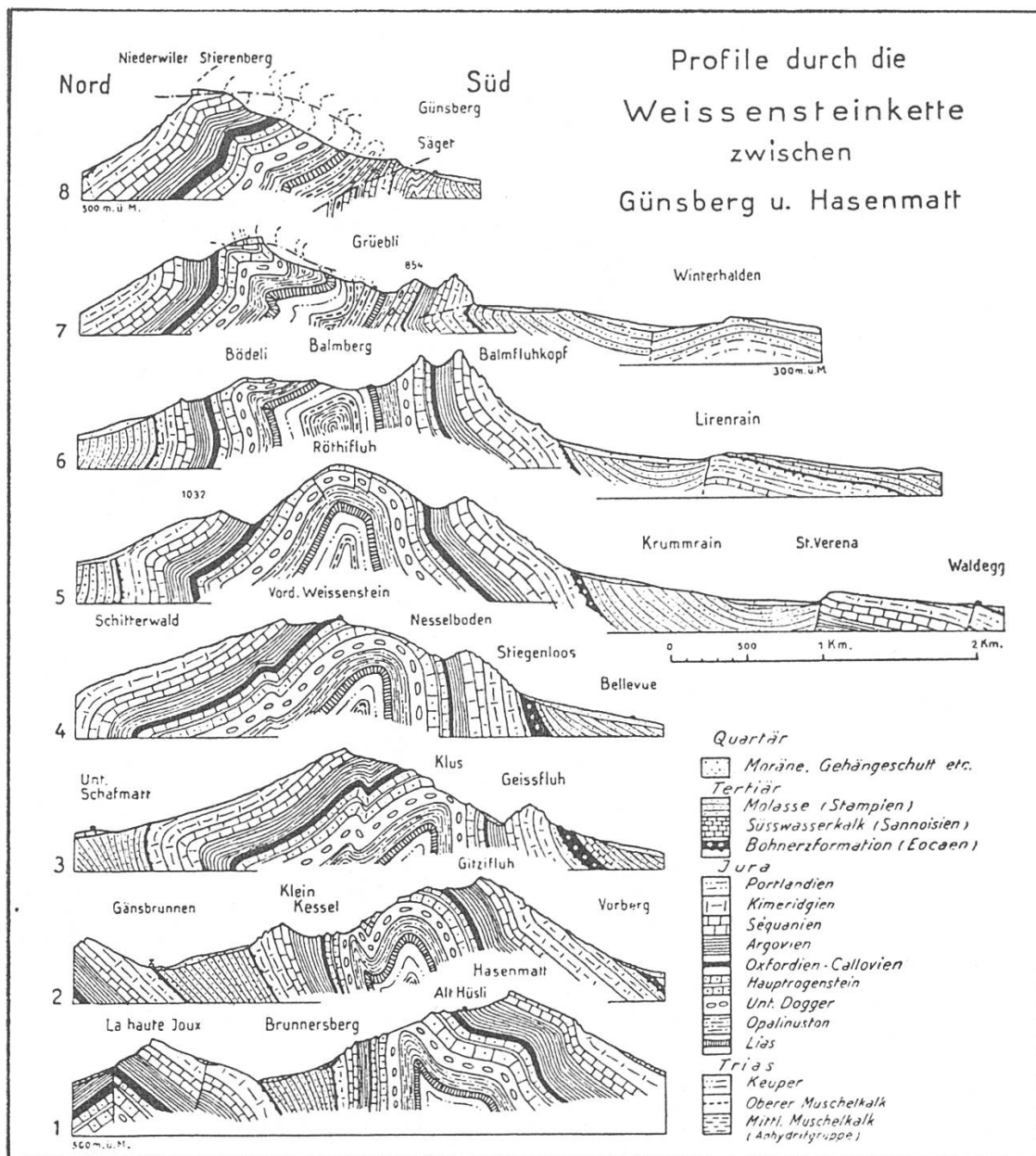


Fig. 2:
Beispiel eines Faltengebirges (A. Buxtorf u. P. Staehelin, Geol. Führer der Schweiz, 1934).

zeigt die schönen Falten der Weissensteinkette in verschiedenen Querschnitten. Auch bei diesen Faltengebirgen kam es teilweise zu Überschiebungen (in den obersten zwei Profilen angedeutet), aber nie in grösserem Ausmass wie bei den Deckengebirgen.

Die Deckengebirge mit ihrem komplizierten Bau sind natürlich ein besonders beliebtes Arbeitsgebiet für Geologen. Tausende haben mit grossem Einsatz Steine zu einem riesigen Mosaik zusammengetragen. Mit jedem Steinchen kann das Bild weiter vervollständigt werden. Im Detail gibt es noch viele offene Fragen. Aber der Bau der Deckengebirge darf nun als bekannt bezeichnet werden. Dies gilt in erster Linie für unsere Alpen. Sie sind relativ leicht zugänglich und viele Forschungsstätten liegen in ihrer Nähe. Fig. 3 zeigt eine Rekonstruktion, eine schematische Darstellung, wie die Decken nach dem Überschieben und vor der grossen Erosion ungefähr gelagert waren. Grosse Teile sind abgetragen worden und das Material liegt nun im Alpenvorland als Molasse. Dank den tiefen Tälern hat uns die Erosion Einblick in die tieferen Gesteinslagen geboten. Unzählige Detailuntersuchungen, über die in kleineren und grösseren Publikationen berichtet wird, haben gestattet, ein konkretes Bild des Deckengebirges zu erstellen.

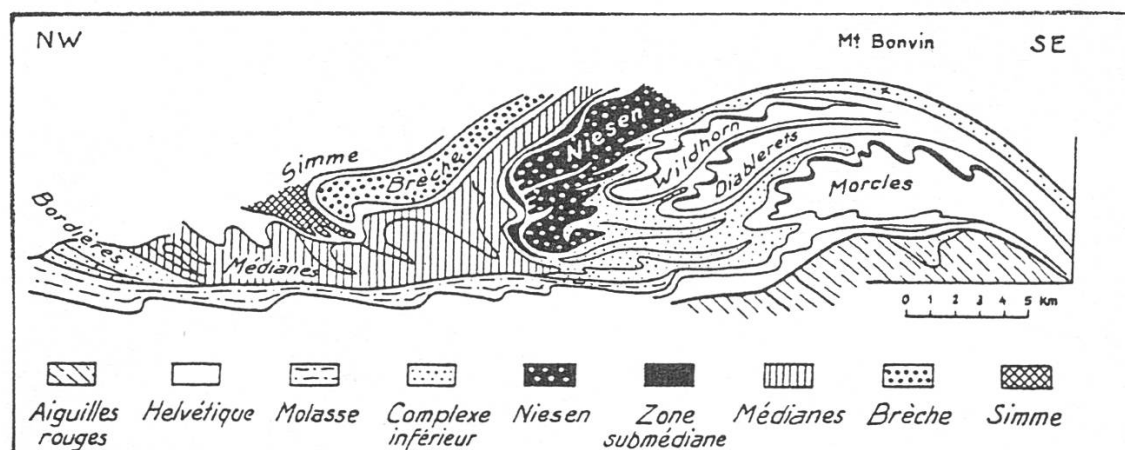


Fig. 3:
Schema eines Deckengebirges (West-Alpen, E. Gagnebin, *Geol. Führer der Schweiz*, 1934).

3. Vulkanismus

Zu den spektakulärsten Veränderungen in der Erdkruste gehören die Vulkane. Hier geht es nicht wie bei der Entstehung der Falten- und Deckengebirge um Veränderungen, die sich über Jahrmillionen erstrecken. Plötzlich bricht ein Vulkan aus, schleudert enorme Gesteinsmassen, Asche und Gase in die Atmosphäre oder überdeckt weite Gebiete mit flüssiger Lava. Vulkaninseln tauchen im Ozean auf, andere versinken. Derartige Ereignisse sind jedermann bekannt, sie geschehen des öftern und die Medien berichten ausführlich darüber. Es ist deshalb nicht nötig, hier weiter darauf einzugehen.

II. Veränderungen bei den Lebewesen

Den ältesten, noch recht undeutlichen Lebensspuren, die bis jetzt entdeckt worden sind, wird ein Alter von etwa 2,5 Milliarden Jahren zugeschrieben. Sicher deutbare Überreste von Lebewesen sind aber erst aus dem Erd-Altertum bekannt. Die in Sedimentgesteinen enthaltenen Überreste von Pflanzen und Tieren geben uns Aufschluss über Vorhandensein und Entwicklungen der verschiedenen Arten. Unzählige Arten sind ausgestorben und neue sind durch Entwicklung aus früheren entstanden. Andere sind aufgetreten, ohne dass wir etwas über eventuelle Vorfahren wissen. Sprunghafte Entwicklung oder sind die entsprechenden Formen nicht (noch nicht?) gefunden worden oder nicht erhalten geblieben? Viele Palaeontologen und Biologen haben sich mit diesen Fragen befasst. Es entstanden auch hier Theorien mit höherem oder niedrigerem Wahrscheinlichkeitsgrad. Schon im letzten Jahrhundert hat Charles Darwin mit seinen Ideen über die natürliche Selektion und dem Kontinuitätsprinzip Aufsehen erregt. Wie hat doch seine Abstammungslehre für den Menschen die Gemüter erhitzt!

Schon Leibniz hatte gesagt: «Die Natur macht keine Sprünge». Auch für Darwin ging die Entwicklung in kleinen und kleinsten Schritten vorwärts. Entwicklungen mit negativen Auswirkungen führen zum Aussterben. Positive Veränderungen werden erhalten und bilden die Grundlage für weitere Evolution. Es werden also gewisse vererbte

Merkmale bevorzugt und an die nächste Generation weitergegeben: kontinuierliche Evolution.

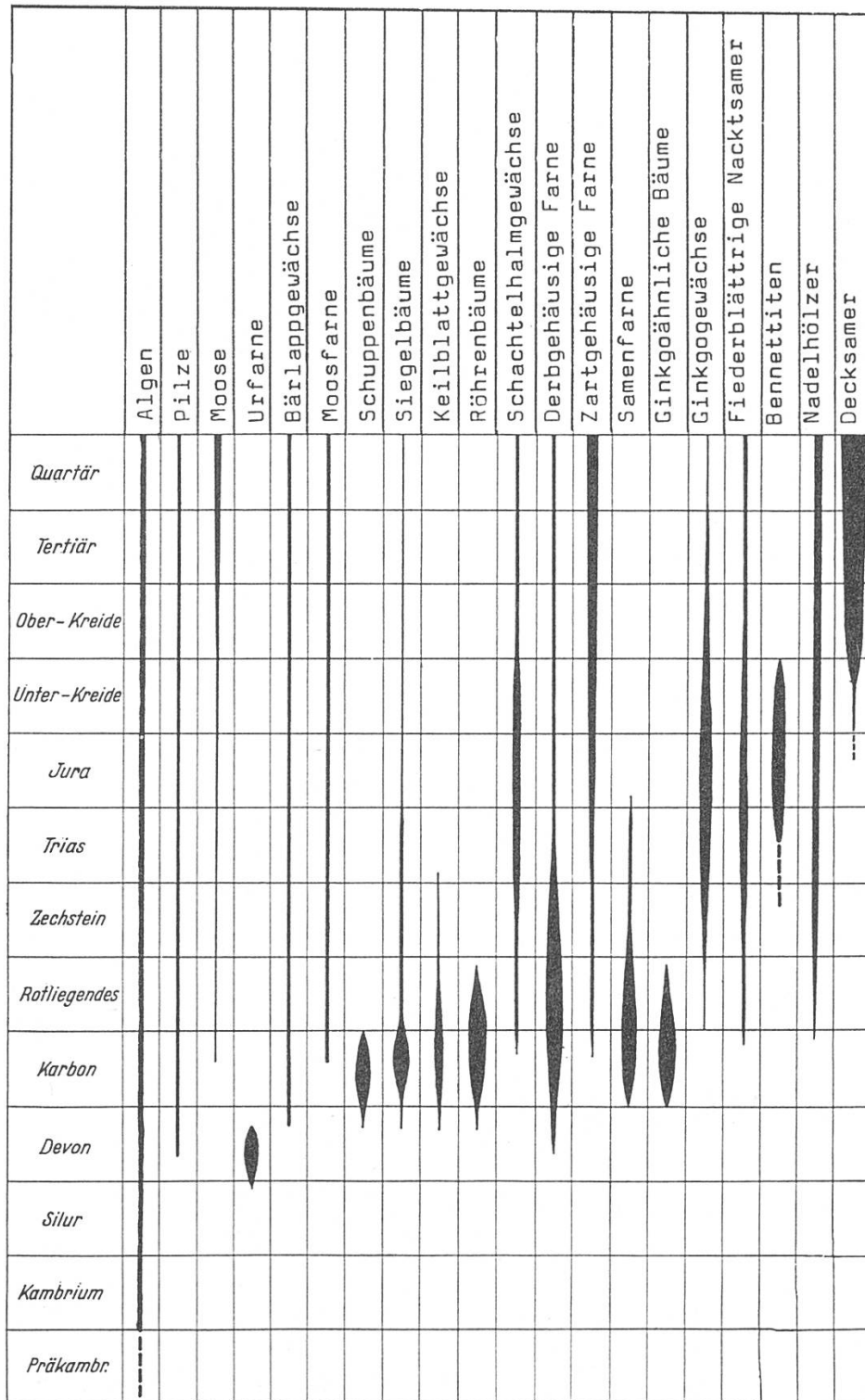
Dem gegenüber steht die Idee der genetischen Revolution. Diese beruht auf der Tatsache, dass nicht überall Zwischenformen vorhanden sind. Man glaubt also nicht, dass diese Zwischenformen noch nicht gefunden oder nicht erhalten geblieben sind. Nach dieser Ansicht entstehen neue Formen innerhalb kurzer Zeit, also sprunghaft. Eine solch sprunghafte Entwicklung kann ebenfalls positive wie negative Folgen haben: Weiterleben oder Aussterben.

Je nach Interpretation der vorliegenden Funde aus der Erdgeschichte kann man die eine oder die andere Theorie verfechten. Es gibt deutliche Beispiele für beide. Vielleicht haben auch beide Vorgänge nebeneinander zu den beobachteten Entwicklungen geführt. Es bleibt also Palaeontologen, Evolutionsbiologen und Ökologen noch genügend Stoff für weitere Forschungen.

1. Die Pflanzenwelt

Eine einzige Pflanzenabteilung ist von der Erd-Urzeit bis heute ununterbrochen vertreten: die Algen. Tab. 2 zeigt diese Abteilung durchgehend nur mit einem dünnen Strich. Die jeweilige Zahl der Arten und Familien ist jedoch sehr gross und variabel. Wie verschieden die Formen und Entwicklungen sein können, zeigt das Beispiel der Grünalgenfamilie Dasycladaceen in Fig. 4.

Nachdem diese kleinen und winzigen Algen recht lange beinahe allein mit Bakterien gelebt hatten, tauchten vor etwa 400 Millionen Jahren die Vorläufer der höheren Pflanzen auf. Im Karbon herrschten weitverbreitet günstige Bedingungen zur Entwicklung der Flora. Riesige Flächen der Erde waren durch dichten Pflanzenwuchs gekennzeichnet. Die Überreste dieser Pflanzen sind uns in der Steinkohle erhalten. Die wirtschaftliche Ausbeutung der Kohle hat den Wissenschaftlern eine enorme Fülle von Forschungsmaterial zur Verfügung gestellt. Aus diesen Überresten, die zum Teil ausgezeichnet erhalten sind, lassen sich Vegetationsbilder jener Zeit naturgetreu erstellen. Abb. 1 aus dem klassischen Werk von O. Heer (1865) zeigt uns, wie es in unseren Gegenden vor rund 300 Millionen Jahren ausgesehen hat. Schuppen- und Röhrenbäume waren durch viele Arten vertreten, sind aber im



Tab. 2:
Die Entfaltung der wichtigsten Pflanzengruppen während der Erdgeschichte (Strasburger, 1971).

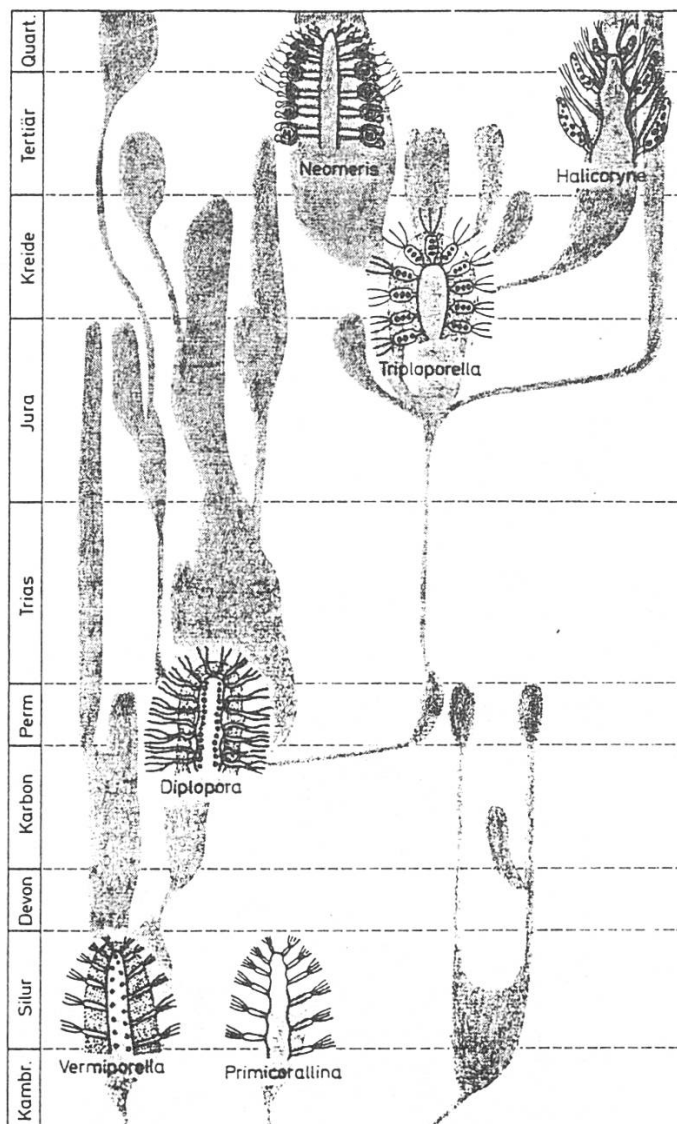


Fig. 4:
 Stammbaum der Grünalgen-Familie Dasycladaceae (Strasburger, 1971).

Perm bereits wieder ausgestorben. Die Siegelbäume haben durch einige Arten bis heute überlebt. Bärlappgewächse, Schachtelhalme und Farne sind die drei grossen Gruppen, die sich bis heute gut zu behaupten wussten. Allerdings sind die Arten nicht mehr dieselben. Recht ansehnliche Veränderungen haben stattgefunden. Abb. 2 zeigt ein Vegetationsbild, das nach Pflanzenfunden aus der oberen Trias der

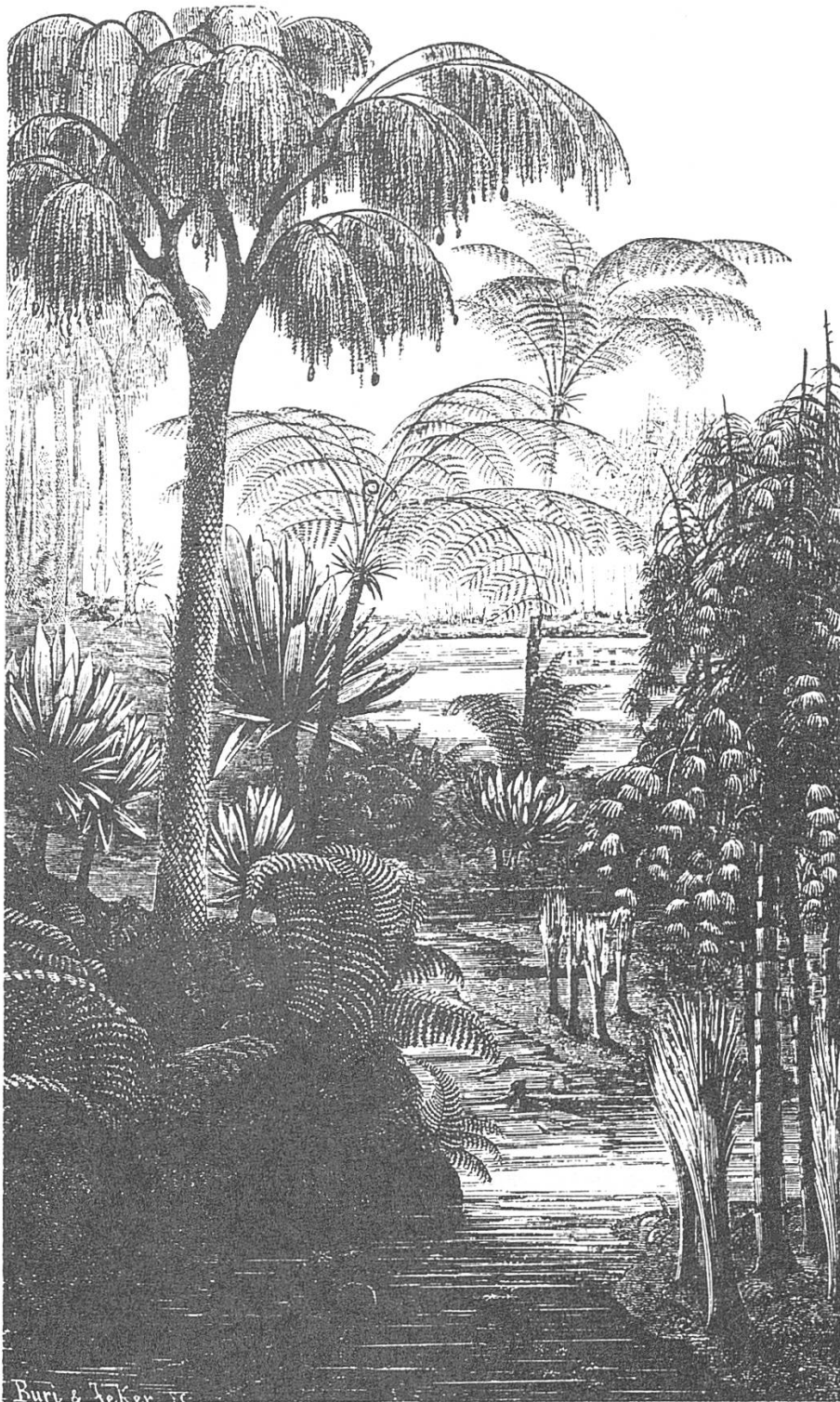


Abb. 1:
Steinkohlenflora der Schweiz (vor 300 Millionen Jahren, O. Heer, 1865).

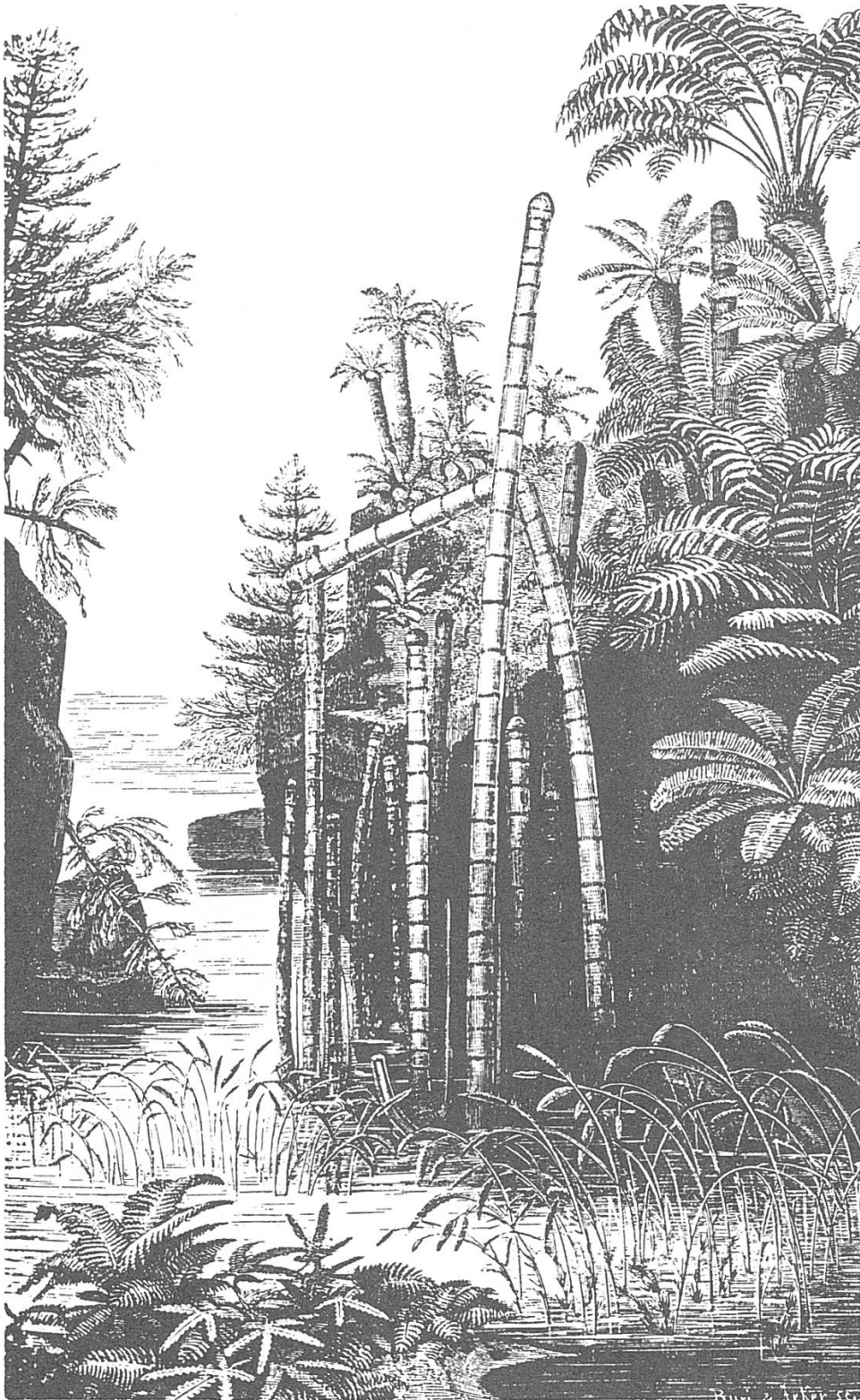


Abb. 2:
Basel zur Keuperzeit (vor 210 Millionen Jahren, O. Heer, 1865).

Gegend von Basel erstellt worden ist. Wie erscheinen da unsere heutigen Schachtelhalme als Zwerge, wenn wir sie mit ihren stattlichen Vorfahren, die vor 210 Millionen Jahren gelebt haben, vergleichen. Die heutigen Farne dagegen brauchen den Grössenvergleich mit ihren Vorfahren nicht zu scheuen. Nebst der grossen Zahl von kleineren Farnen leben in Tropenwäldern, vor allem in tropischen Gebirgswäldern, noch recht stattliche Baumfarne.

Die Strichdicke auf der Verbreitungstabelle (Tab. 2) verkörpert ungefähr die Grösse der Zahl der Arten und Familien. Da sehen wir, wie die Unter-Abteilung der Decksamer als bescheidene Gruppe im obersten Jura aufgetaucht, seit der mittleren Kreide als artenreichste Gruppe die Landfloren der Erde beherrscht.

2. Die Tierwelt

Die besten Grundlagen über tierisches Leben und seine Entwicklungen liefern uns Meerestiere. Vor allem ihre Schalen, aber auch Knochen, Zähne und Schuppen sind uns in den Meeresablagerungen gut erhalten geblieben. Aus dem Erd-Alttertum und den jüngeren Ablagerungen sind Überreste von unzähligen Krebsen, Fischen, Muscheln, Schnecken, Tintenfischen (die berühmten Ammoniten, der Nautilus), Seeigeln, Seesternen, Foraminiferen (etwa 120 000 Arten und Unterarten!), etc. bekannt. Seit dem Erd-Mittelalter führen die Gesteinschichten aber auch Überreste von höheren Tieren, die zum Teil auf dem Land lebten.

Es handelt sich um Knochen, Zähne und Skelette von Vögeln, Echsen, Sauriern und Säugetieren bis hinauf zum Menschen. Enorm ist ebenfalls die Zahl der bekannten Insekten, wobei besonders die im Bernstein eingeschlossenen Formen sehr attraktiv sind.

Wir müssen uns hier im begrenzten Rahmen eines Vortrages sehr beschränken. Drei Gruppen sind ausgewählt, vor allem, weil zwei derselben in unserer Gegend recht häufig vorkommen (Ammoniten und Foraminiferen) und die Saurier, die wegen ihren enormen Körpermassen allgemein bekannt sind.

Die Ammoniten oder Ammonshörner. Diese dem Nautilus verwandten Tintenfische mit spiralig gewundener Schale bevölkerten die tieferen Meere im Erd-Alttertum und Erd-Mittelalter. Am Ende der Kreide

sind sie ausgestorben, während der Nautilus in manchen Arten heute noch weiterlebt. Die Ammoniten finden wir in grosser Zahl in verschiedenen Gesteinslagen der Jurakette. In unserer Gegend sind sie ebenfalls stark vertreten: in den Kalken und Mergeln des Hardergrates, im Gebiet der Schynigen Platte, Oberberghorn bis Faulhorn, aber auch in der Umgebung von Grindelwald und Lauterbrunnen, etc. Die zeitliche Verbreitung der wichtigsten Familien ist in Tab. 3 gegeben. Die Schalen sind äusserlich zum Teil recht stark verziert. Ihre Grösse variiert von wenigen Millimetern bis selten über 2 m Durchmesser. Über 5000 Arten sind beschrieben. Der spiralige Hohlraum der Schale ist in kleinere Kammern unterteilt. Die Berührungslinie zwischen Kammerwänden und der Aussenwand nennt man Suturlinie. Sie ist ein Artmerkmal. Beim Nautilus ist die Form der Suturlinien vom Kambrium bis heute praktisch gleich geblieben (Fig. 5). Dieselbe Figur zeigt drei verschiedenaltre Ammoniten mit ihren Suturlinien. Beim ältesten sind sie denjenigen des Nautilus noch recht ähnlich. Beim mittleren sind sie bereits sehr dekorativ und beim letzten sehr kompliziert. Es hat eine deutliche Entwicklung zu komplizierteren Linien stattgefunden. Der Crioceras (zuoberst in Fig. 5) zeigt, wie viele andere Arten der oberen Kreide, eine nicht mehr geschlossene Spirale. Eine Degenerationserscheinung? Hat diese zusammen mit der Entwicklung zu «verrückten» Suturlinien zum Aussterben geführt? Oder liegen andere Gründe (siehe Kapitel III) vor? Die bescheiden gebliebenen Nautiliden leben heute noch!

Die Foraminiferen sind einzellige Lebewesen, deren Schalen aus verschiedenem Material (Chitin, Sand, Kalk, etc.) einen enormen Formenreichtum aufweisen. Sie leben am Meeresgrund (benthonische Foraminiferen) oder schweben nahe der Wasseroberfläche (pelagische Formen). Meist sind sie kleiner als 1 mm, einige Arten erreichen Durchmesser von mehreren Zentimetern (Grossforaminiferen). Dank der Erdölindustrie gehören sie zu den am besten bekannten Fossilien. Der winzigen Ausmasse wegen können in kleinen Gesteinssplittern (Bohrproben!) reichlich Foraminiferen gefunden werden. Sie helfen beim Datieren der Bohrproben. Aber auch dem Feldgeologen sind sie sehr nützlich, finden wir sie doch auch in unseren Gegenden in Gesteinen der Kreide und des Tertiärs in grossen Mengen.

Erd-Zeitalter	
Jetztzeit	Goniatitidae
Tertiär	Noritidae
Kreide	Medlicottiidae
Jura	Ceratitidae
Trias	Ptychitidae
Perm	Pinoceratidae
Karbon	Tropitidae
Devon	Cyclolobidae
Silur	Arcestidae
430 Mill. J.	Cladiscitidae
	Phylloceratidae
	Lytoceratidae
	Aegoceratidae
	Amaltheidae
	Harpoceratidae
	Haploceratidae
	Stephanoceratidae
	Aspidoceratidae
	Desmoceratidae
	Cosmoceratidae
	Engenoceratidae
	Pulchelliidae
	Prionotropidae

Tab. 3:
Verbreitung der wichtigsten Familien der Ammoniten (nach Zittel, 1915).

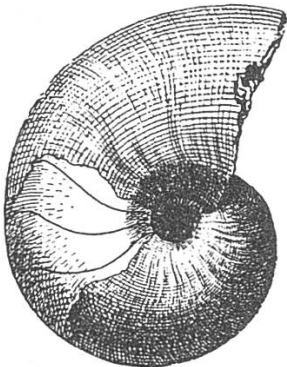
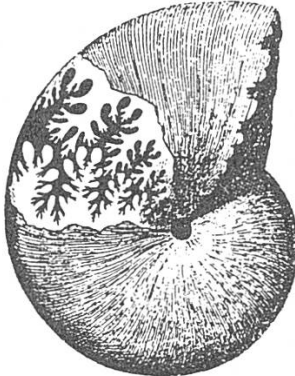
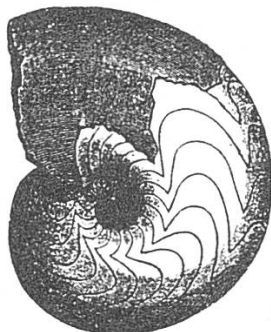
65 M. J.	II		
Kreide	Kambrium bis heute		Crioceras, 120 M. J.
Jura	====		
Trias Perm Karbon	=====		Phylloceras, 180 M. J.
Devon	Nautilus		
400 M. J.	=====		Goniatites, 190 M. J.

Fig. 5:
Nautilus und verschiedenaltige Ammoniten mit ihren Suturlinien (Bilder aus Zittel, 1915).

Im Zusammenhang mit den Veränderungen beim Übergang vom Erd-Mittelalter zur Erd-Neuzeit (Kapitel III) ist als Vertreter der Foraminiferen die Familie der Globigeriniden gewählt. Sie enthält unter andern drei wichtige Gattungen: Globotruncana, Globotruncana und Globorotalia. Ein Bild dieser drei Formen vermittelt Fig. 6. Die Globigeriniden sind seit dem Kambrium bekannt. Zu Datierungs- und Korrelationszwecken sind vor allem kurzlebige Formen von grosser Wichtigkeit. So hat die Gattung Globotruncana mit ihren charakteristischen Arten sehr zur Unterteilung der Oberen Kreide beigetragen (Tab. 4). Es gibt noch weitere Arten und Unterarten, die vor allem geholfen haben, etliche der Flyschprobleme im Habkernthal zu lösen (Gigon, 1952). Tab. 4 verdeutlicht die Kurzlebigkeit dieser Arten. Am Ende des Erd-Mittelalters ist diese Gattung aber restlos verschwunden. Die Gattung Globotruncana hingegen hat jene Zeitspanne überlebt und ist heute in allen Meeren noch stark vertreten. Kurz nach dem Aussterben der Globotruncanen sind zu Beginn der Erd-Neuzeit die Globorotalien aufgetaucht. Zum Teil waren das auch sehr kurzlebige Arten, aber die Gattung ist in den heutigen Meeren immer noch weit verbreitet.

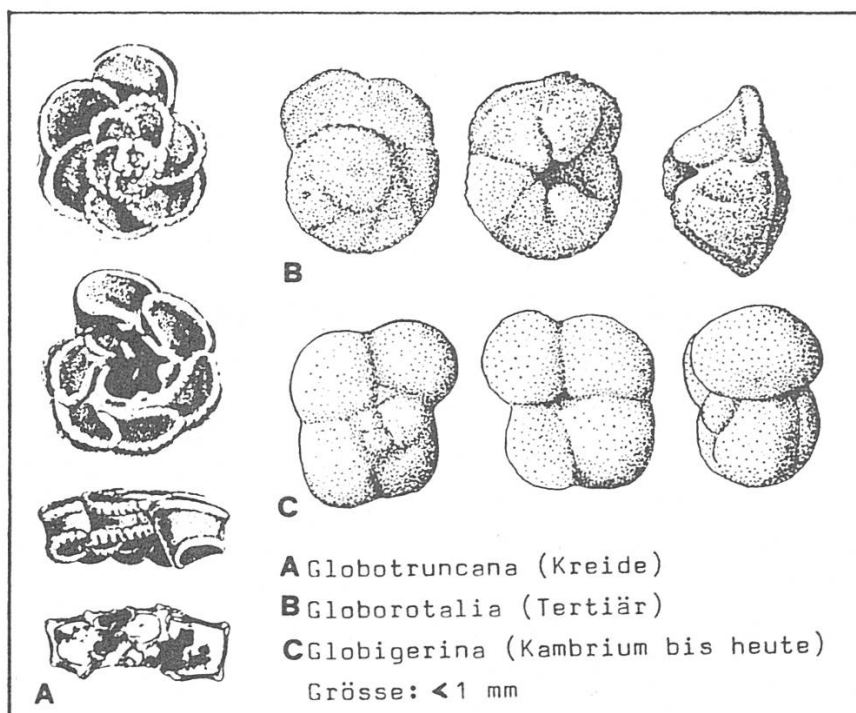


Fig. 6:
Wichtige pelagische (im Meer frei schwebend) Foraminiferen.

Die Saurier gehören wegen ihren enormen Körpergrössen zu den allgemein bekanntesten Fossilien. In verschiedenen Gebieten der Erde hat man richtige Saurier-Friedhöfe gefunden. Skelett- und Knochenfunde erlauben recht gute Rekonstruktionen dieser Riesentiere. Eine solche Nachbildung bildete das Wahrzeichen der Grün 80 in Basel. Im Hamburger Zoo steht eine ganze Gruppe derselben in natürlicher Grösse (aus Zement) zwischen Bäumen. Im letzten Jahr wurde in der Wüste Gobi das Skelett eines vorher unbekannten Sauriers gefunden. Das Tier war rund dreissig Meter lang und hat sich ausschliesslich aus Pflanzen ernährt. Die Saurier lebten nur während der Jura- und Kreidezeit. Am Ende der Kreide sind sie ausgestorben. Weshalb? Mögliche Gründe für das Aussterben verschiedener Tiergruppen am Ende des Erd-Mittelalters werden im folgenden Kapitel besprochen.

III. Der Übergang vom Erd-Mittelalter zur Erd-Neuzeit

Dieser Übergang vollzog sich vor etwa 65 Millionen Jahren. Gleichzeitig fand ein Massensterben, nicht das erste, aber vielleicht das spektakulärste, bei einigen Tiergruppen und Pflanzen statt. Andere sind neu aufgetaucht. Das Aussterben der Saurier hat die Wissenschaftler am meisten beschäftigt. Lange Zeit glaubte man, sie seien zu gross geworden und damit zu unbeweglich, um ihrem Futter nachzugehen. Sie sollen nur noch im seichten Wasser gelebt haben, da der Auftrieb das Riesengewicht mittragen half. Die ganz grossen Saurier ernährten sich ausschliesslich von Pflanzen. Sie mussten also nicht jagen. Die Idee der reduzierten Bewegungsmöglichkeiten als Ursache des Aussterbens hat deshalb nie voll befriedigt.

Seit drei Jahren suchen nun amerikanische Wissenschaftler die Ursache des Massensterbens bei ausserirdischen Objekten. Geologen haben weltweit in den Grenzsichten Kreide/Tertiär recht hohe Konzentrationen von Iridium gefunden. Dieses radioaktive Element ist sonst in der Erdkruste selten. Astronomen und Astrophysiker haben nun zwei Theorien entwickelt, die das Vorkommen des Iridiums, nicht aber alle Fragen über das Massensterben erklären.

Die erste Theorie besagt, dass der Schwesterstern der Sonne, Nemesis, eine Bahn durchläuft, die ihn alle 26 Millionen Jahre in Erdnähe bringt. Sein Schweif streut das Iridium in rauhen Mengen über die Erde und bringt damit vielen Lebewesen den Tod. Im Moment ist er in grösster Entfernung von der Erde. Es dauert also noch 13 Millionen Jahre, bis er wieder kommt!

Nach der andern Theorie ergiesst sich alle 26 Millionen Jahre ein Regen von Meteoriten über die Erde. Durch den Aufschlag der grösseren Körper werden Bruchteile derselben und enorm viel Staub in die Atmosphäre geschleudert. Dies verdunkelt die Sonne während längerer Zeit, die Temperatur sinkt. Da nicht mehr genügend Licht durchdringt, geht die Photosynthese nicht weiter, Futtermangel entsteht und das Kohlendioxid wird nicht mehr abgebaut. Dessen erhöhte Konzentration in der Atmosphäre verursacht wieder eine starke Erhöhung der Temperatur (Treibhauseffekt!). Auch mit dieser Theorie liesse sich das Aussterben der Saurier erklären. Das Massensterben am Ende der Kreide betraf aber auch andere Lebewesen und da gibt es doch noch etliche offene Fragen. Diese sollen anhand der vorgehend behandelten Tiergruppen erörtert werden. Tab. 5 zeigt in der Mitte die Saurier, die vor 65 Millionen Jahren ausgestorben sind. Links ist die zeitliche Verbreitung von Bewohnern tieferer Meere, Nautilus und Ammoniten, dargestellt. Der Nautilus hat unbekümmert diese Zeitspanne überlebt, die Ammoniten sind ausgestorben. Die beiden neuen Theorien können dieses unterschiedliche Verhalten nebeneinander lebender Formen nicht erklären. Hatten sich die Ammoniten zu weit entwickelt und wurde Degeneration zum Grund des Aussterbens?

Noch problematischer ist der Fall bei den Globigeriniden, rechts auf der Tabelle. Alle drei Gattungen lebten (zwei derselben immer noch) in den obersten Wasserschichten, also auch dicht beisammen. Man könnte argumentieren, dass die Radioaktivität des Iridiums durch sprunghafte Veränderung von den Globotruncanen zu den Globorotalien geführt habe. Weshalb blieb aber die Gattung Globigerina unbeeinflusst?

Auch hier geben die beiden Theorien noch keine Antwort. Es verbleiben der Forschung also noch viele offene Fragen.

IV. Veränderungen in unserer Gegend in der jüngsten Erd-Neuzeit

Der Haupt-Endschub der alpinen Gebirgsbildung vollzog sich vom Mittleren Oligozän bis zum Mittleren Miozän, also 30 bis 15 Millionen Jahre vor heute. Grosse Massen Gestein der obern Decken wurden abgetragen und durch die Flüsse ins heutige Mittelland verfrachtet, das grösstenteils noch vom Molassemeer bedeckt war. Dann begann die grosse Hebung und die Erosion der Täler. Die Aare floss noch über den Brünig.

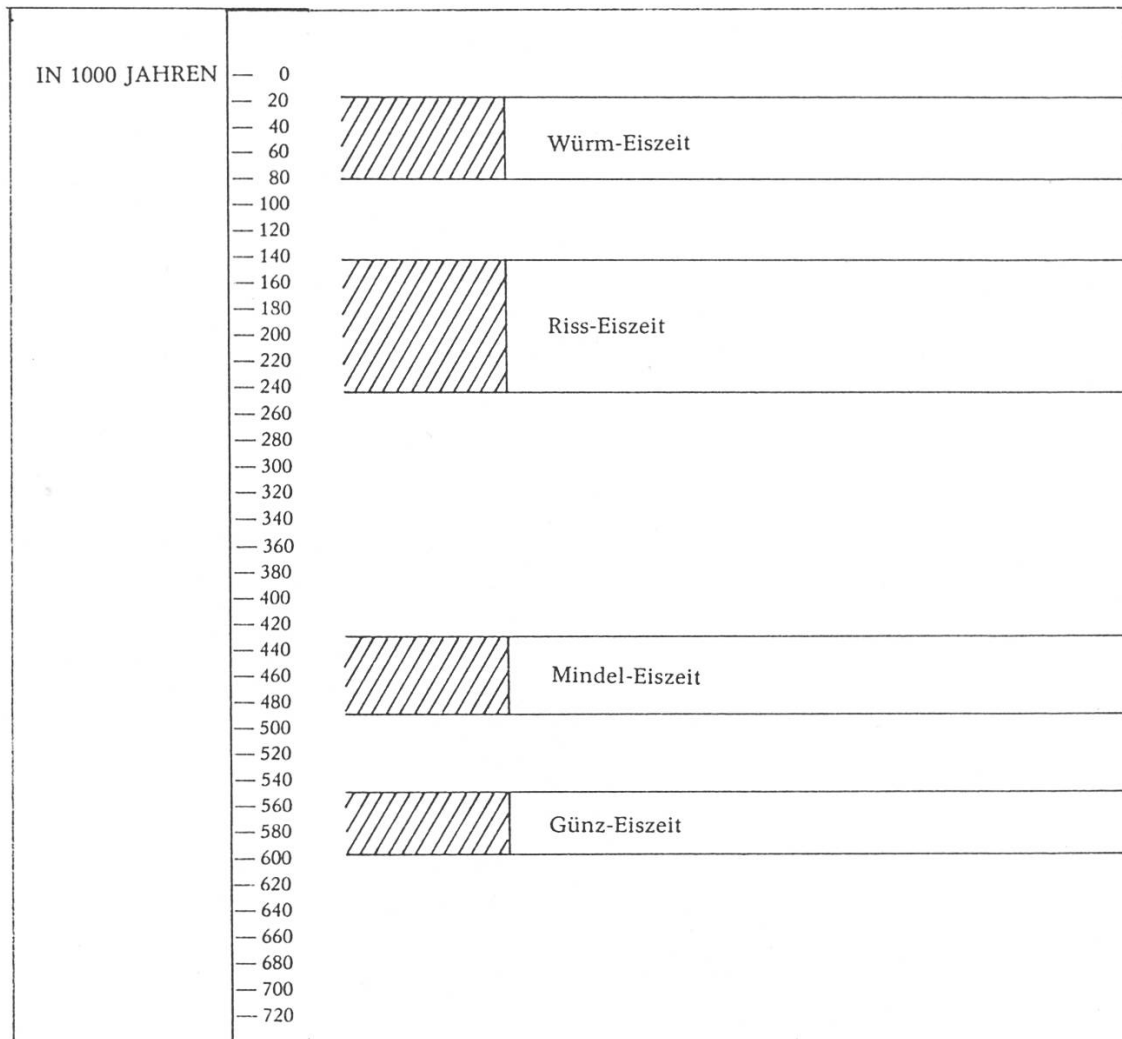
Hebung und der Schub gegen Norden gehen auch heute noch verlangsamt weiter, wie neueste Messergebnisse bestätigen. Verdeutlicht wird die Bewegung auch durch die aufgetretenen Risse in den grossen Aussichtsfenstern bei der Station Eigerwand der Jungfrau-Bahn.

In den letzten 600 000 Jahren sorgten die vorstossenden und sich wieder zurückziehenden Gletscher für beträchtliche Veränderungen in unserem Landschaftsbild. Vier deutlich nachgewiesene Eiszeiten (Tab. 6) haben ihre Spuren hinterlassen. Schon in der Günz-Eiszeit hat der Aare-Gletscher die Wasserscheide gegen die Lütschine beseitigt. Seither fliesst die Aare nicht mehr über den Brünig, sondern westwärts ins Gebiet des Brienzer- und Thunersees.

Während der zweitletzten Eiszeit war die Vereisung am verbreitetsten. Der Rhone-Gletscher stiess bis gegen Rheinfelden vor und drückte den Aare-Gletscher zeitweise über den Schallenberg. Das ganze Mittelland war ein einziger Eissee. Beim Höchststand des Aare-Gletschers reichte das Eis in der Gegend von Beatenberg bis gegen 1400 m. Findlinge aus dieser Höhe belegen dies eindeutig.

Über die genauen Ursachen der Eiszeiten, die von der Nord- wie von der Süd-Halbkugel (Neu Seeland) etwa gleichzeitig bekannt sind, haben die Fachleute recht unterschiedliche Ansichten. Es gibt viele Theorien. Am wahrscheinlichsten erscheint die Ursache in Zusammenhang mit Schwankungen in der Sonnenstrahlung, die entweder mehr im Bereich der unmittelbaren Wärmestrahlung oder im Bereich der ultravioletten Strahlung liegen können.

Der Aare-Gletscher hat das obere Aaretal tief ausgeschliffen. Nach seinem letzten Rückzug aus unserer Gegend vor gut 13 000 Jahren füllte der Wendelsee diese Vertiefung (Fig. 7). Lütschine und Lom-



Tab. 6:
Die Eiszeiten in unsern Alpen.

bach begannen, ihre Deltas in den See auszubauen. Es dürfte etwa 2000 Jahre gedauert haben, bis sich die beiden Deltas so genähert hatten, dass der ursprüngliche Wendelsee in zwei Teile getrennt war. Dies also die Geburtsstunde von Briener- und Thunersee.

Nach dem Rückzug der Gletscher war das eisfrei gewordene Gebiet zuerst kahl. Aber bald begannen Pflanzen und Tiere aus den während der Vergletscherung eisfrei gebliebenen Gebieten wieder einzuwandern. Ein gutes Beispiel, wie sich in einem solchen Gebiet die Vegeta-

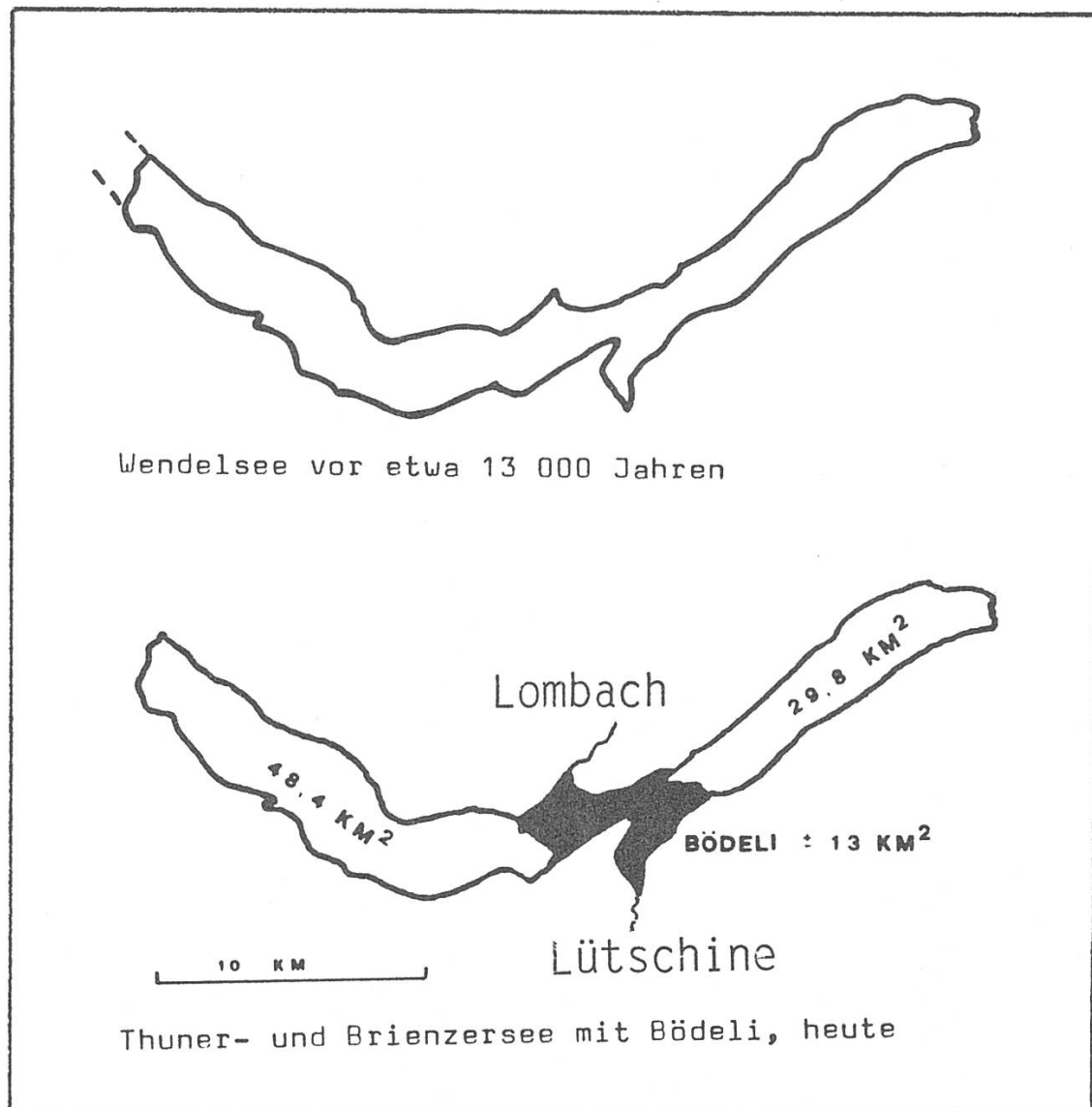


Fig. 7:
Das Bödeli.

tion wieder entwickelte, lieferten die Pollen und Sporen aus Gesteinsproben von Sondierbohrungen im Areal des Regionalspitals in Unterseen. A. Bodmer hat die Resultate 1976 publiziert. Tab. 7 gibt eine Zusammenfassung. Diese zeigt, dass eine Entwicklung Richtung Waldbestände in verschiedenen Zusammensetzungen stattgefunden hat. Die offenen Flächen sind wohl in erster Linie auf Rodungen durch den Menschen zurückzuführen.

Alter	Floristische Daten (Pollen und Sporen)
600 —	FICHTENZEIT Fichte, Buche, Hasel Gräser und Scheingräser weisen auf offene Flächen
4 000 —	TANNENZEIT Weisstanne, Hasel, Fichte, Birke, Buche, Erle
5 500 —	EICHENMISCHWALDZEIT Weisstanne, Eichen, Erlen, etc. Farnsporen weisen auf warm-feuchtes Klima
6 800 —	HASELZEIT Hasel dominiert, Ulme, Linde, Eiche, Ahorn; Kräuter verschwinden
8 200 —	KIEFER-HASELZEIT Hasel, Kiefer, Ulme, Linde, Eiche
8 800 —	KIEFERNZEIT mit EDELRAUTE Weniger Wacholder, Sanddorn, Gräser
8 800 —	KIEFERNZEIT Kiefer wahrscheinlich waldbildend
9 800 —	KIEFERN-BIRKENZEIT Kiefern, Birken, Wacholder, Edelraute, Sonnenröschen, Wiesenraute
11 300 —	WACHOLDERZEIT Mehr Wacholder und Kiefern, Gräser
In Jahren vor Christus	WALDLOSE ZEIT Wacholder, Birke, Föhre, Ampfer, Sonnenröschen

Tab. 7:
Die Entwicklung unserer Flora seit der letzten Eiszeit (nach Bodmer, 1976).

Und die Zukunft?

Die Veränderungen in der Erdkruste, die Weiterentwicklungen bei Pflanzen und Tieren werden weiter gehen. Dies sind aber alles Veränderungen und Entwicklungen (bei den Lebewesen zum Teil Anpassungen an Veränderungen in ihrer Umwelt), die sich über lange Zeiträume erstrecken.

Wie eingangs erwähnt, hat der Mensch in der allerjüngsten Zeit bei vielen Veränderungen und Entwicklungen ein horrendes Tempo eingeführt, zum Teil nur zu eigenem Nutzen und gleichzeitig zum Verderben vieler Mit-Lebewesen. Wie lange wird dies so weitergehen? Kommt auch für ihn einmal (eventuell schon bald?) das Aus wie bei den Sauriern, Ammoniten, etc.? Eventuell selbst verschuldet (Atomkatastrophe)?

Hoffen wir, dass er sich dank seiner Intelligenz, bald einmal für eine langsamere Gangart entscheiden wird.

Benützte Literatur

Barron, E. J. et al.: Paleogeography. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Vol. 74/2, 1981.

Bodmer, A.: Pollenanalytische Untersuchungen im Brienzersee und im Bördeli bei Interlaken. *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, NF. 33, 1976.

Fröhlich, C. (Herausgeber): Vom Ursprung der Dinge. Symposium der Schweiz. Naturf. Ges., 1981.

Geologischer Führer der Schweiz, 1934.

Gigon, W.: Geologie des Habkernales und des Quellgebietes der Grossen Emme, *Verh. Naturf. Ges. Basel*, 1952.

Gigon, W. O.: Skizzen aus der Geologie des Berner Oberlandes, Schläfli Interlaken, 1981.

Heer, O.: *Urwelt der Schweiz*, 1865.

Strasburger, E. et al.: *Lehrbuch der Botanik*, 30. Aufl., 1971.

Wegener, A.: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Braunschweig, 1929.

Zittel, Karl A. von: *Grundzüge der Paläontologie*, 1915.