

Dias und Farbabbildungen zur Vorlesung Historische Geologie von Reinhold Leinfelder, LMU

Teil 2: Präkambrium

Quelle: z.T. Abb. Aus: „Brown & Morgan, L, aus dem Englischen von H.-U. Schminke (1989):
Wunderbarer Planet.- Köln (vgs-Verlagsanstalt). Weitere Quellen sind bei den Abb. angegeben.



1509: Dieser erstarrender Lavastrom soll die hohe Konvektionstätigkeit und rasche, kleinräumige plattentektonische Aktivität der Urkruste und des Urmantels veranschaulichen (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



1510: Erst nachdem die Urkruste genügend abgekühlt war (vor ca. 4.1 Mrd a?) kondensierte Wasserdampf zu Wasser, es regnete sauren Regen und die Urozeane bildeten sich. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)

Ergebnisse der Miller-Experimente („Ursuppen-Versuche“)

I. Reaktionen in der Gasphase

Reaktanten	Energie	Produkte	Autoren
CO ₂ , H ₂ O	UV (1470 Å)	Formaldehyd, Glyoxal	GROTH und SUSS (1938)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ , H ₂ O	Elektrische Entladungen	<u>verschiedene Aminosäuren</u>	<u>MILLER (1953, 1955)</u>
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ , CO ₂ , CO, N ₂	Röntgenstrahlen	Aminosäuren	DOSE und RAJEWSKY (1957)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O	UV (1000–2000 Å)	einfache Aminosäuren, <u>Fettsäuren</u>	TERENIN (1959)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, CO	UV (1450–1800 Å)	einfache Aminosäuren, auch Norleucin, Amine, Hydrazin, Formaldehyd, <u>Harnstoff</u>	DODONOVA und SIDEROVA (1961)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O	Protonen	verschiedene Produkte, darunter Harnstoff, Acetamid, Aceton	BERGER (1961)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂	β-Strahlen	<u>einfache aliphatische Verbindungen</u> , einschließlich Aminosäuren	PALM und CALVIN (1962)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O (Silikat-Kontakt)	Hitze (850°C)	Aminosäuren	HARADA und FOX (1964)
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O	Elektrische Entladungen	<u>Porphyrine</u>	HODGSON und PONNAMPERUMA (1968)
CH ₄ , N ₂ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ S (oder CH ₃ SH)		Methionin, Acrolein	VAN TRUMP und MILLER (1972)

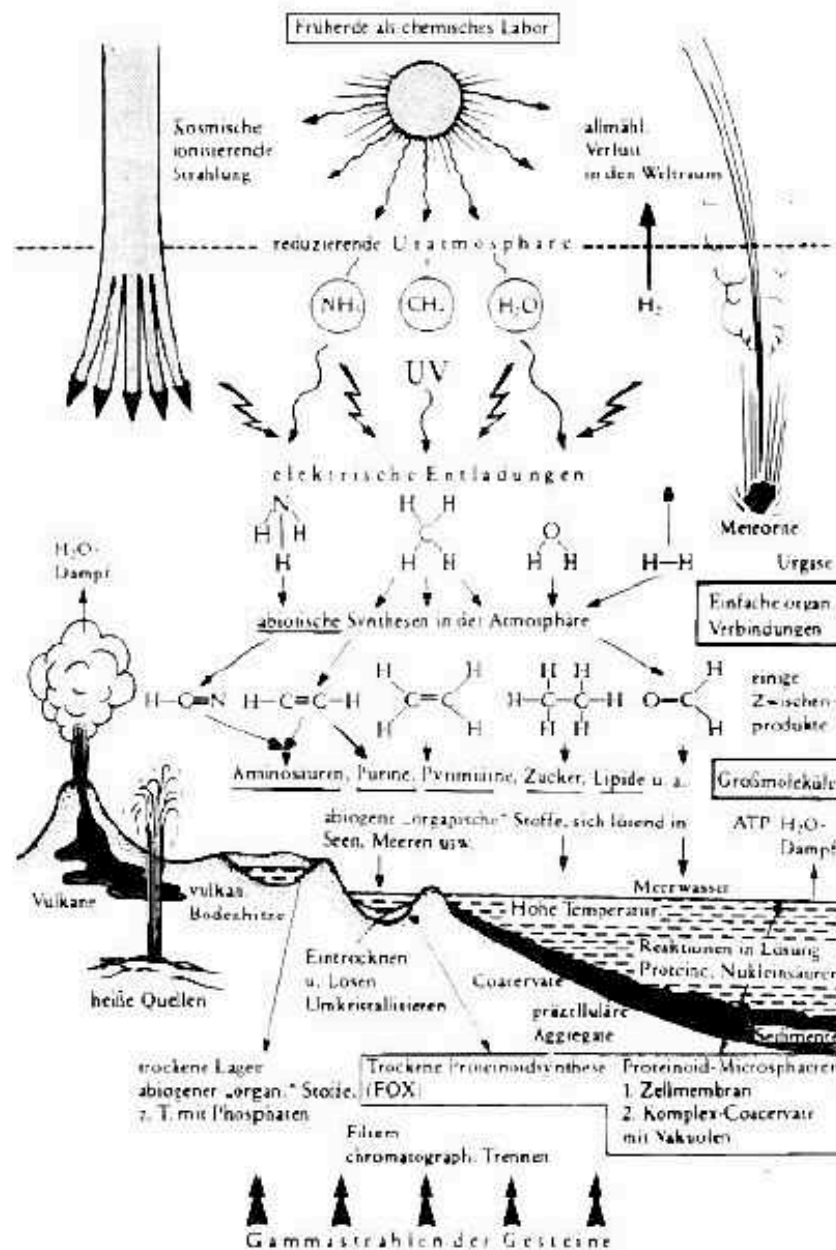
Ergebnisse der Miller-Experimente („Ursuppen-Versuche“)

2. Reaktionen in der flüssigen Phase

Reaktanten in wässriger Lösung	Energie	Produkte	Autoren
KNO ₃ , CO, FeCl ₃	UV-Licht (2537 Å)	Glycin	BAUDISCH (1913)
einfache wässrige Reaktanten, z. B. HCN, NH ₃ oder H ₂ CO, NH ₄ OH	Hitze (Stunden oder Tage) bei 70–100°C	Aminosäuren, mind. 12 – darunter Leucin und Arginin, keine aromatischen	ORO et al. (1959) ORO und KAMAT (1961)
HCN, NH ₃	Hitze (70°C)	Adenin	ORO und KEMPALL (1961, 1962)
Formaldehyd, Acetaldehyd, Glycerinaldehyd (Ca(OH) ₂)	Hitze (50°C)	verschiedene Zucker, einschließlich 2-Desoxyribose, 2-Desoxyxylose	ORO und COX (1962)
Adenin, Ribose, Athylmetaphosphat	UV-Licht	ATP	PONNAMPERUMA et al. (1963b)
Formaldehyd über Kaolin	erhitzt über Rückfluß	Triosen, Tetrosen, Pentosen u. Hexosen	GABEL und PONNAMPERUMA (1967)
Formaldehyd, NH ₃	Hitze (185°C, 8°)	bis zu 10 Aminosäuren nach Hydrolyse identifiziert, darunter: Prolin, Valin, Phenylalanin, Leucin und Isoleucin	FOX und WINDSOR (1970)

3. Reaktionen in der festen Phase

Reaktanten	Energie	Produkte	Autoren
Ammoniumfumarat und -malat	Hitze (3 ^h , 200 °C)	Alanin, Asparaginsäure	FOX et al. (1955)
Glycin	Hitze (einige Stunden bei etwa 200°C)	Alanin, Asparagin, Diglycin	HEYNS und PAVEL (1957)
Nucleoside (Adenosin, Cytidin, Guanosin, Uridin, Thymidin) + Polyphosphorsäure	0–22°C	die entsprechenden Mono-, Di- u. Triphosphate, d.h. Nucleotide	WAEHNELDT und FOX (1967)



„Chemoevolution“

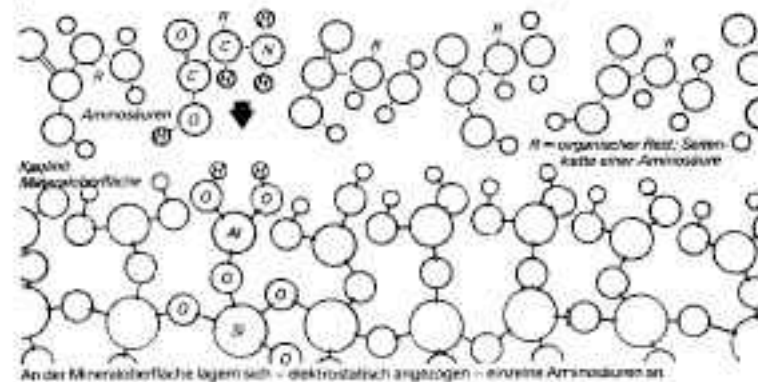
Entnommen aus Vorlesungsskript
Mosbrugger

Abb. 11: Vorstellungen über die Entstehung von Vorläufern des Lebens (Probiotia) (Nach KAPLAN, verändert)

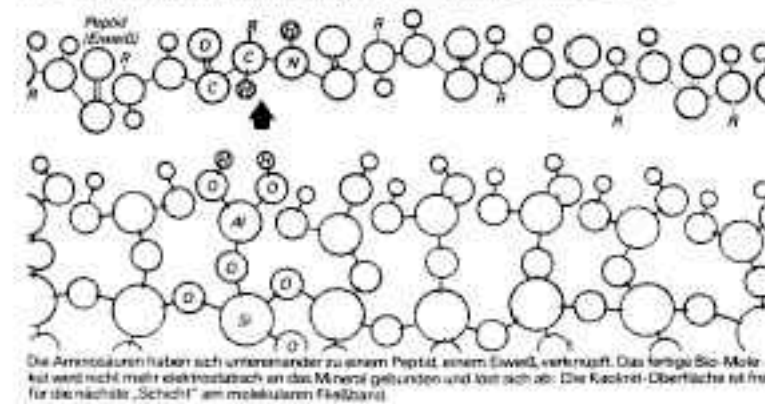
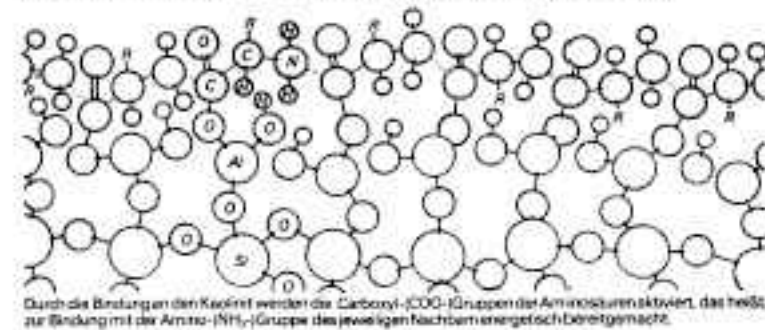
Tonmineral als Eiweißfabrik

E. T. Degens

Laboerstände in den sechziger Jahren an der Woods Hole Oceanographic Institution haben bewiesen, daß das Tonmineral Kaolinit einzelne Aminosäuren zu Eiweißketten verknüpfen kann. Das hat vor vier Milliarden Jahren genauso funktioniert – ein Beispiel dafür, wie in der Frühzeit der Erde Mineralien langkettige Bio-Moleküle produziert haben könnten. Die Mineraloberfläche wirkt als Katalysator.

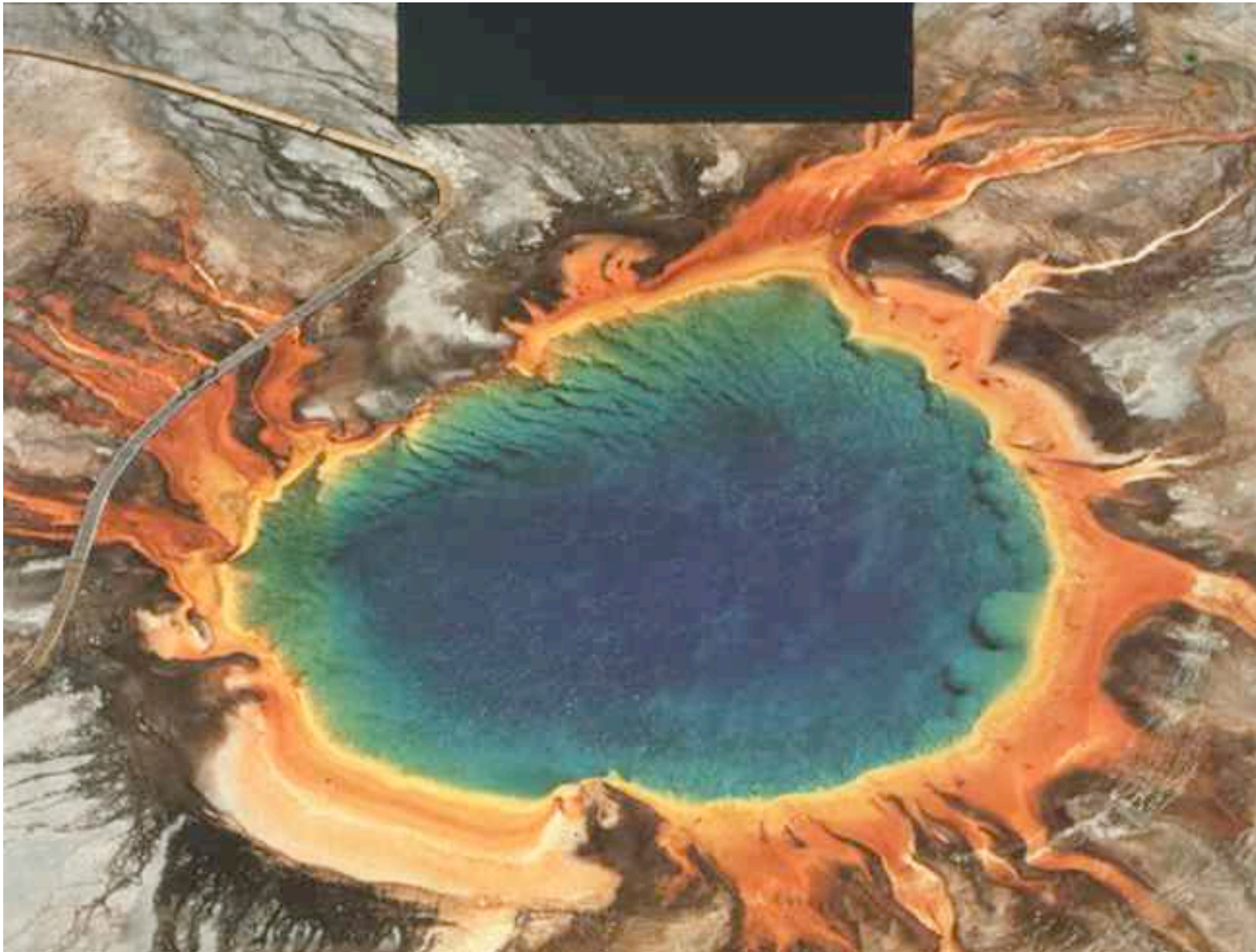


Aminosäuren



Peptide

Entnommen aus Vorlesungsskript
Mosbrugger



1503a: die bunten Farben in diesem heißen Quelltopf vulkanischen Ursprungs rühren von anorganisch und bakteriengefällten Metallverbindungen her. Vergleichbare Bakterien waren im Präkambrium weit verbreitet. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



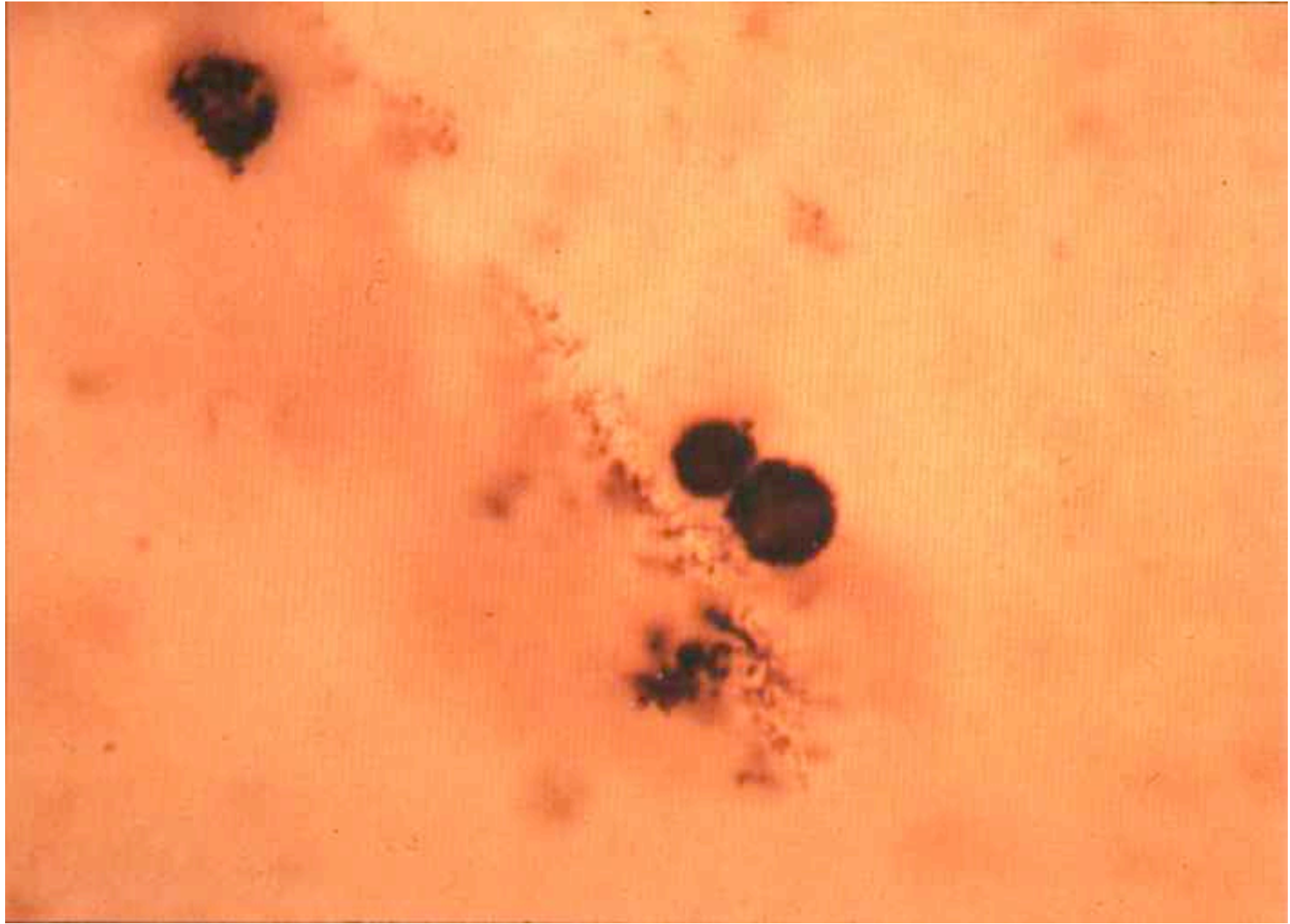
1533: in heißen Quellen wie z.B. im Yellowstone-Nationalpark leben eine Vielzahl sehr ursprünglicher, thermophiler Bakterien, wie sie ähnlich wohl im Urozean der Erde lebten



1572: Es gibt auch kälteliebende Cyanobakterien. Die roten Farben dieses Gletschers wurden nicht etwa durch Saharastaub, sondern durch entsprechenden Mikroorganismen verursacht. Vergleichbare Organismen konnten auch während der ausgedehnten Vereisungsphasen im Proterozoikum weit verbreitet sein. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



1537: Die ältesten Mikroorganismen stammen aus der Lokalität North Pole, Westaustralien (Alter ca. 3,7 Mrd. a). Die roten Farben sind sekundär. (Bild aus: „Wunderbarer Planet“.)



1543: Sich teilende Bakterien in verkieselter Erhaltung aus der altproterozoischen Gunflint-Formation, Kanada. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



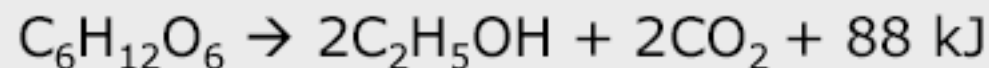
1538: Der älteste Stromatolith, North Pole, Westaustralien, ca. 3,7 Mrd. Jahre alt. Internstrukturen sind leider nicht erhalten, die Wuchsform spricht jedoch für eine biogene Entstehung) (Bild aus „Wunderbarer Planet“)

Typen der Energiegewinnung (vereinfacht!):

Atmung:

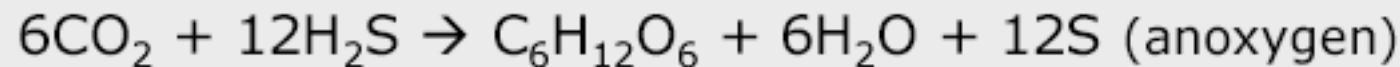
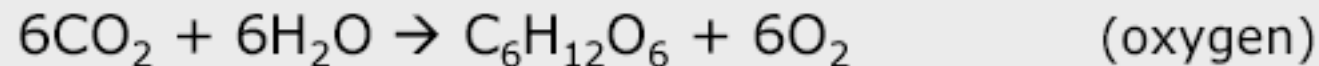


Gärung:

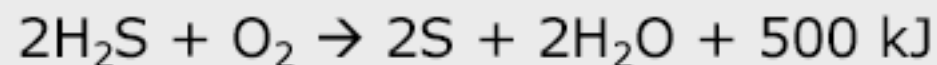


} heterotroph

Photosynthese:



Chemosynthese:



} autotroph



1535: Ein lebendes Stromatolith-Cyanobakterium. Die äußere Schleimhülle verkalkt bei vielen Formen. Die Kügelchen stellen Sedimentkörner dar. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



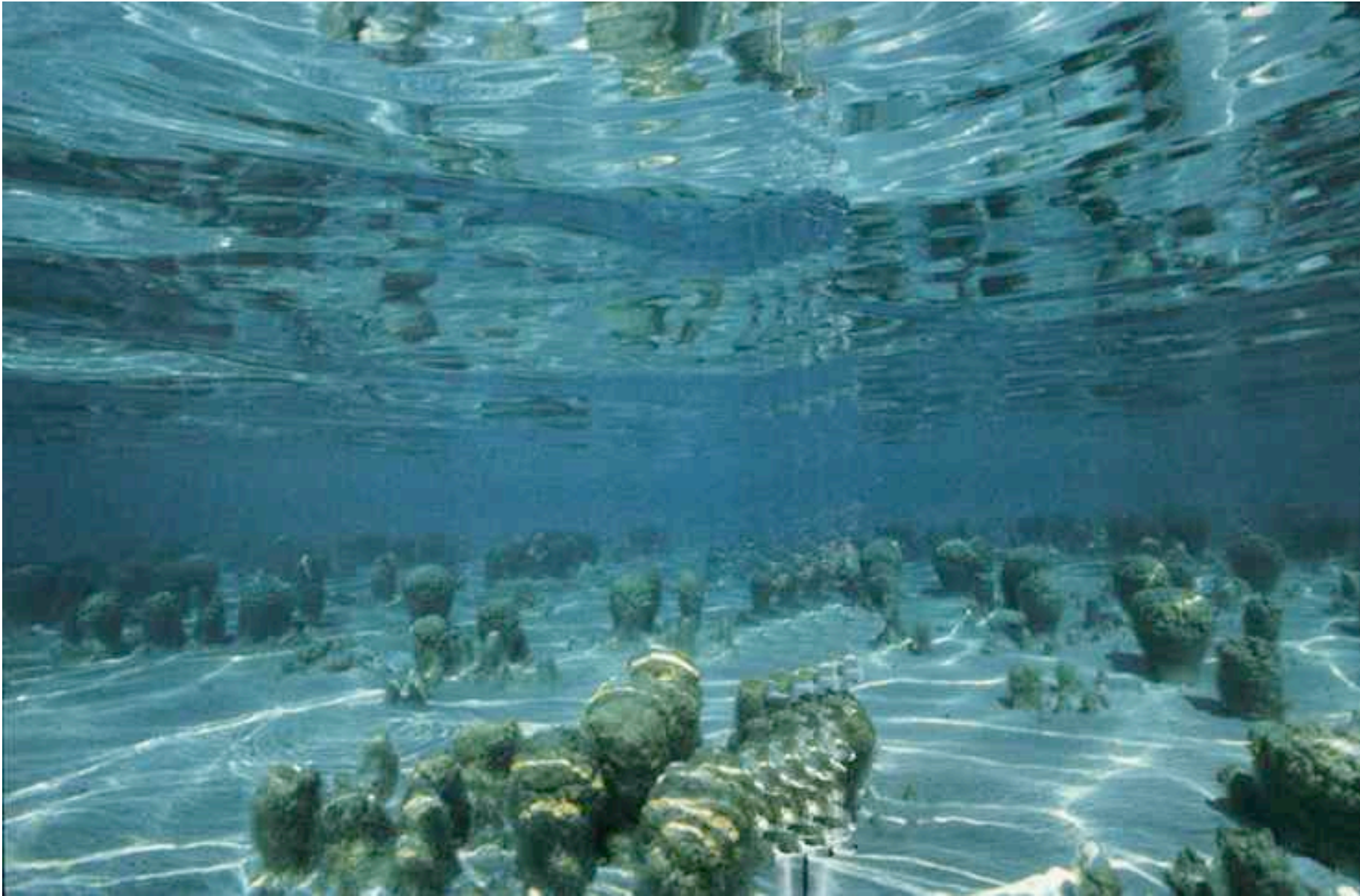
1530: ca. 2 Mrd. Jahre alte Stromatolithe aus der Sklavensee-Region, Kanada (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



1195: Hamelin Pool, Shark Bay, Westaustralien: Moderne Stromatolithe aus einem hypersalinen Tümpel (aus Scholle 1983: Carbonate Depositional Environments, AAPG sp. Publ.



1460: Aufsicht auf die Algenmatte eines modernen Stromatolithen. Höhere Organismen, wie die sichtbare Krabbe waren im Präkambrium natürlich noch nicht vorhanden. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



1528: Hamelin Pool, Australien. Subtidale Stromatolithe. (Bild aus „Wunderbarer Planet“)



1459: Subtidale Tieferwasserstromatolithe vor Lee Stocking Island, Bahamas.

1542: Ein einfacher Versuch zeigt, dass Kalkgesteine Kohlendioxid in gebundener Form enthalten und dieses bei Verwitterung freisetzen.

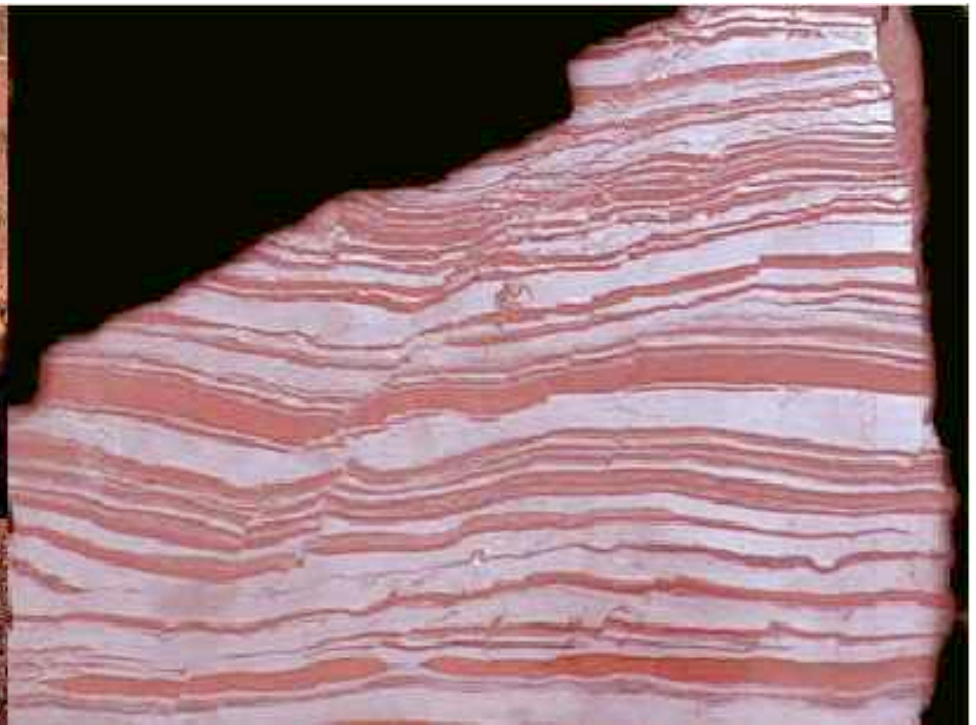
Oben: Kalkbrocken in einer Plastiktüte werden mit Salzsäure oder einer anderen Säure versetzt. Dadurch wird Kohlendioxid freigesetzt.



Unten: Die Kohlendioxidluft in der Plastiktüte kann über brennende Kerzen gekippt werden und löscht die Kerzen.



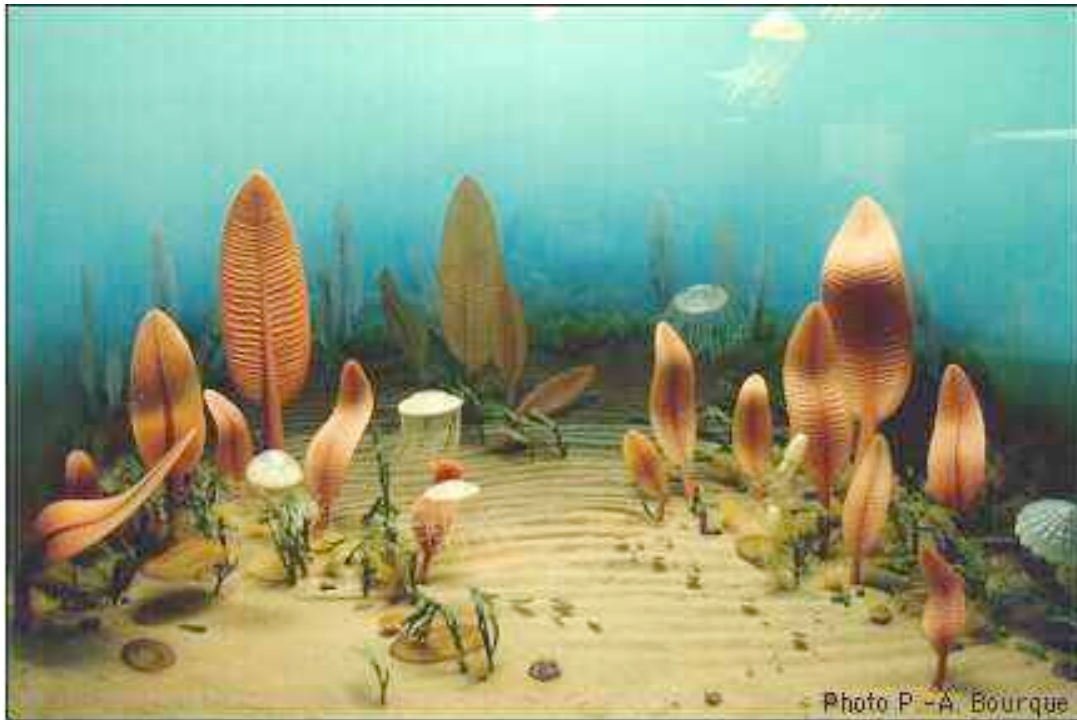
(Bilder aus „Wunderbarer Planet“)



Gebänderte Eisenerze, oben; Uraninit-Geröll, links
(aus Vorlesungsskript Mosbrugger)



19: Stromatolithischer Bereich aus einem gebänderten Eisenerz, Altproterozoikum. Bay. Staatssl. für Paläontologie und Geologie.



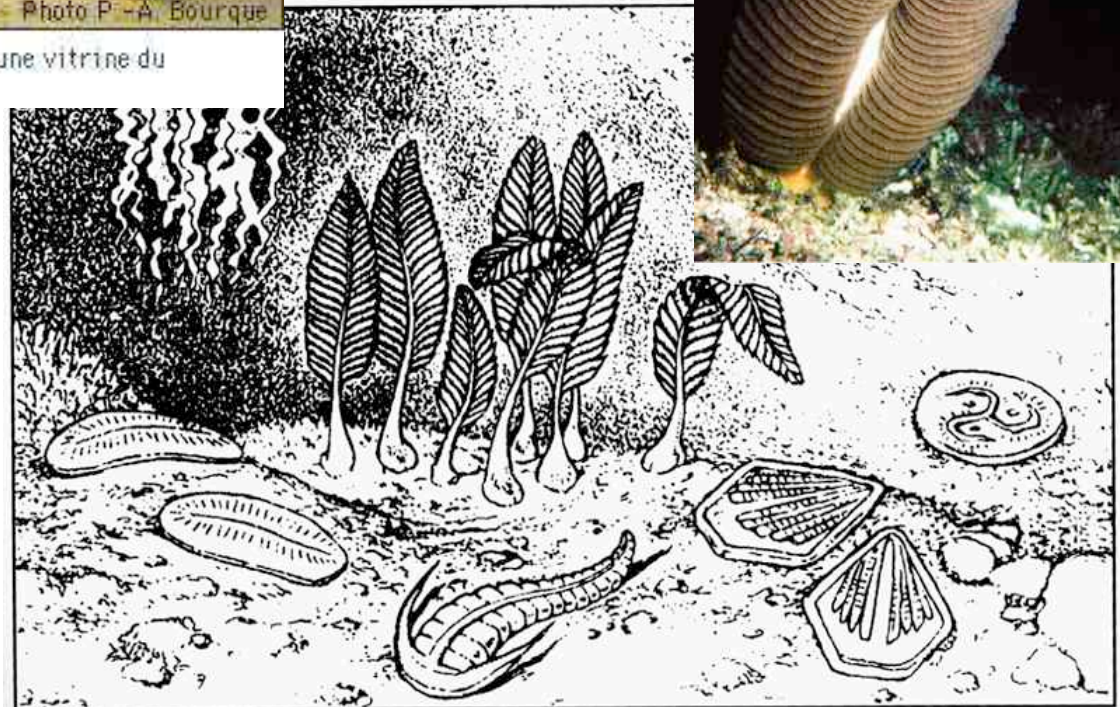
La faune d'Édiacara (les vendobiontes) telle que reconstituée dans une vitrine du Smithsonian Museum à Washington.



Ediacara-Fauna:

Oben: Vendobionten-Interpretation

Recht unten: Interpretation als
Cnidaria (Seefedern, siehe Rezentbild
rechts) und andere, noch heute
bekannte Gruppen.



aus Benton & Harper (1997: Fig. 5.5)

Altproterozoische Vereisung (Snowball Earth 1?)

Gowganda-Tillite: Altproterozoikum, Ontario, Kanada



Foto Leinfelder

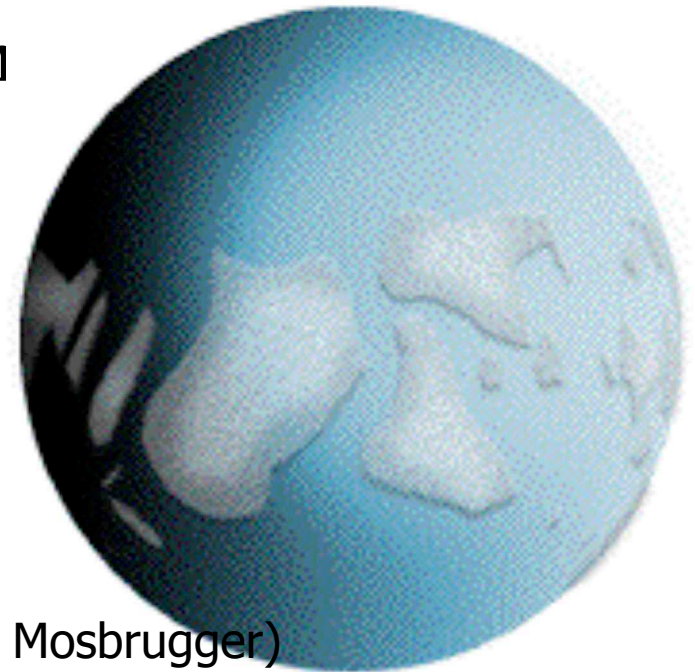
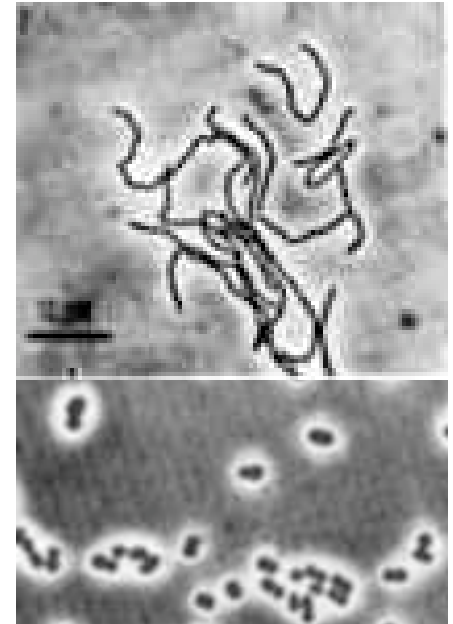
Altproterozoische Vereisung (Snowball Earth 1?)

Gowganda-Tillite: Altproterozoikum, Ontario, Kanada



Entwicklung des Methan-Gehaltes:

- **Methan-Kreislauf heute:**
 - 1.6 (0.8) ppm, Treibhausgas (GWP: 11)
 - Quellen: Methanogene; 535 Tg/a
 - Senken: Photolyse, Reaktionen mit OH-Radikalen, R: 10a
- **Methan-Kreislauf im Präkambrium**
 - Senken:
 - bis 2.4-2.2 Ga: nur Photolyse;
→ R: 10,000a, ~1000 ppm
 - ab 2.4 Ga: Photolyse + Oxidation
→ Abkühlung/Vereisung



(aus Kasting & Siefert, 2002, zusammengestellt durch Mosbrugger)

Neoproterozoische Vereisung (Snowball Earth 2?)

Carbonate Cap above glaciomarine dropstones, Namibia



Aus: Hoffman & Schrag (1999): The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html

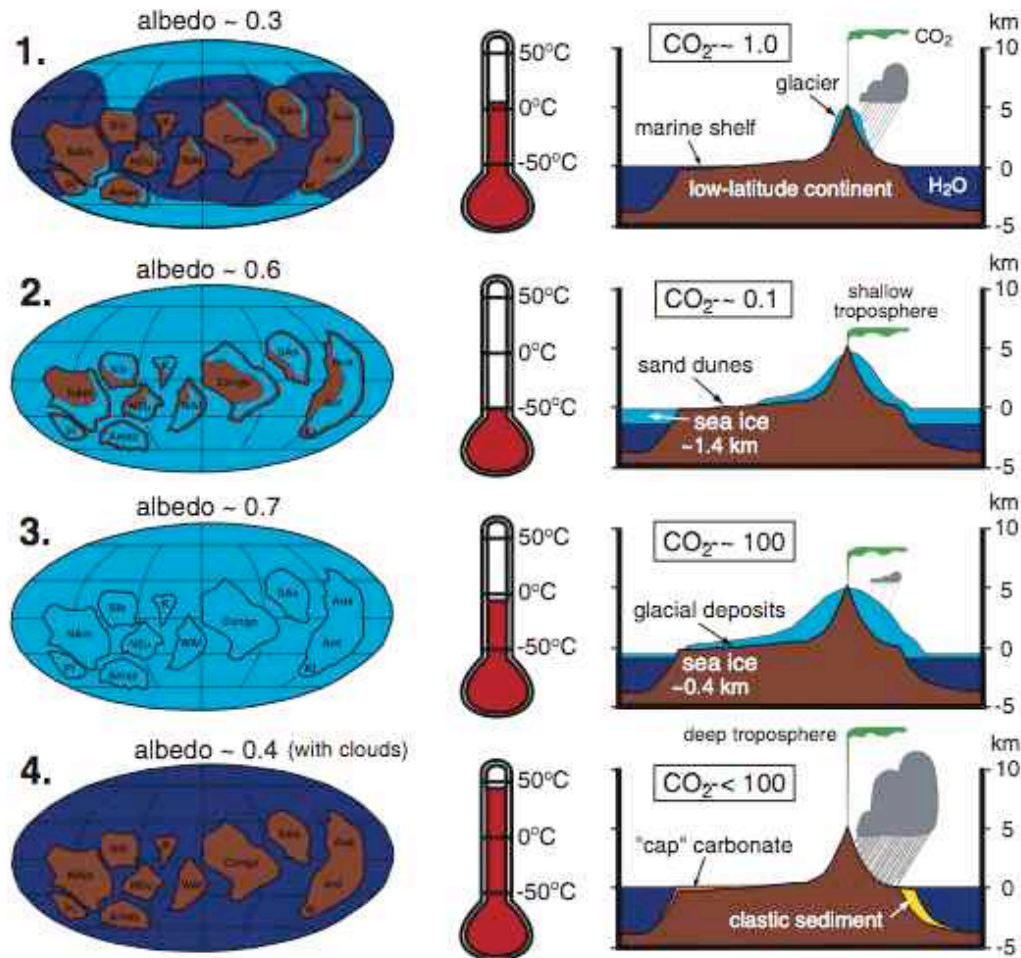
Neoproterozoische Vereisung (Snowball Earth 2?)

BIFs mit Dropstone, MacKenzie-Mountains, Kanada



Aus: Hoffmann & Schrag (1999): The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html

SNOWBALL FREEZE-FRY SCENARIO



Aus: Hoffmann & Schrag (1999):
 The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html

Cartoon of one complete 'snowball' episode, showing variations in planetary albedo, atmospheric carbon dioxide, surface temperature, tropospheric depth, precipitation, glacial extent, and sea ice thickness. Stage 1. incipient glaciation; 2. runaway ice-albedo (onset of 'snowball'); 3. end of 'snowball'; 4. transient 'hothouse' aftermath.

Verbrauch atmosphärischen CO₂ durch Verwitterung und Kalksedimentation

CARBONATE WEATHERING

weathering:



transport:

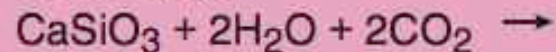


sedimentation:

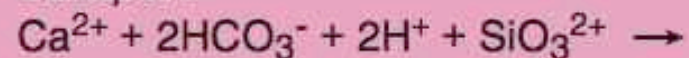


SILICATE WEATHERING

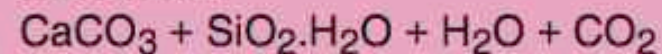
weathering:



transport:

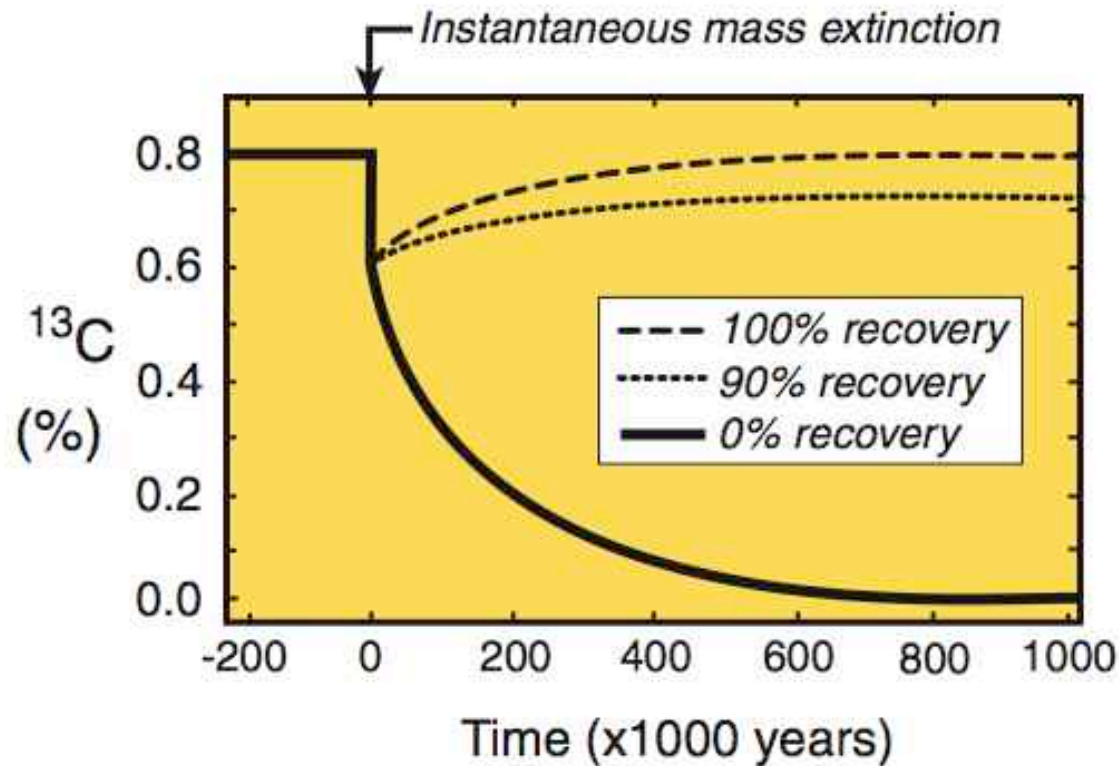


deposition:



Aus: Hoffmann & Schrag (1999):
The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html

COLLAPSE IN ORGANIC PRODUCTIVITY

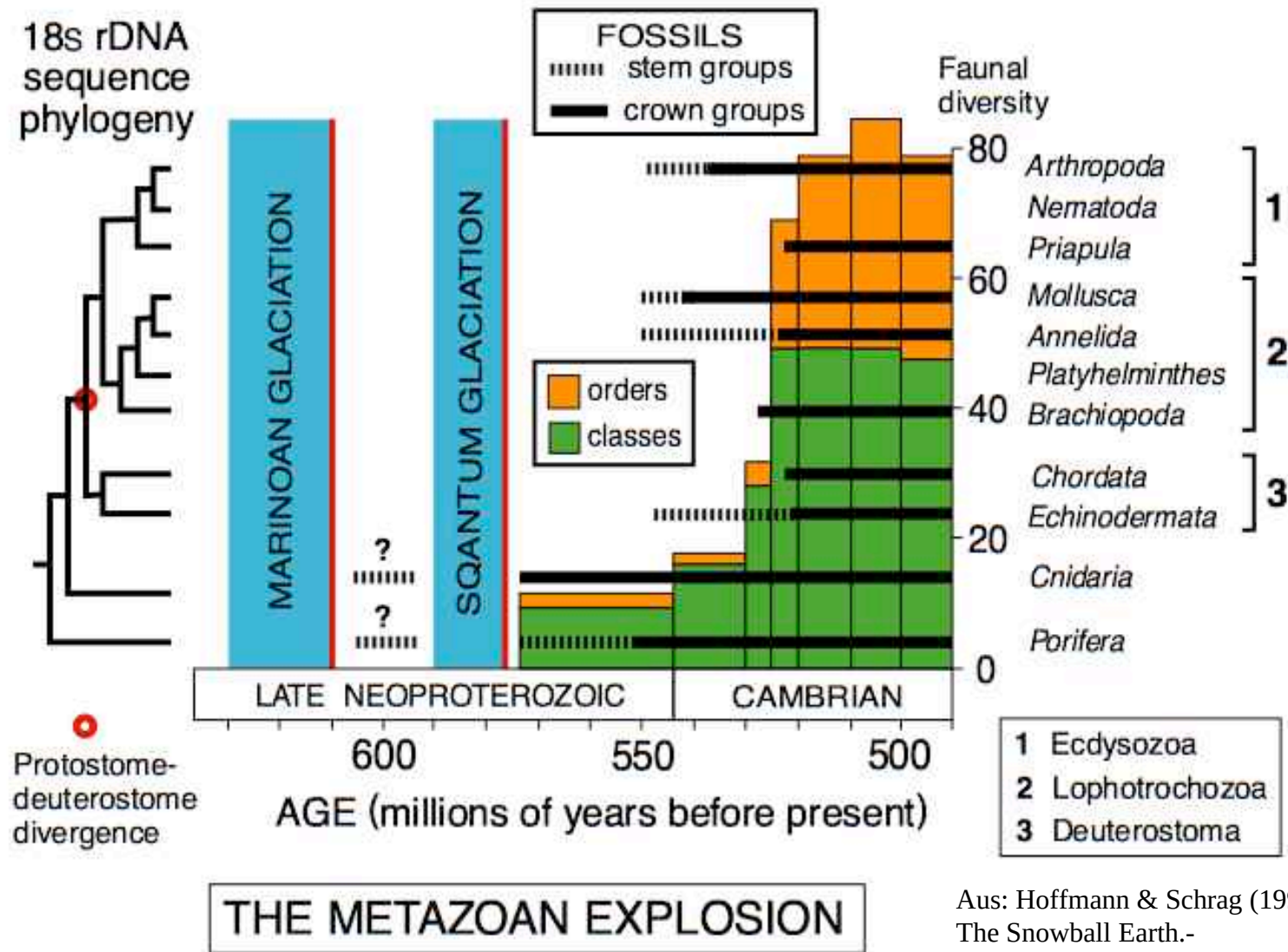


Changes in carbon isotopic composition of shallow marine carbonates following an instantaneous collapse in organic production. Loss of the dynamically maintained biological "pump" causes an immediate drop of 0.2‰ due to ocean mixing. Longer term trends depend on biological recovery. The "90% recovery" trend approximates the record of the K-T boundary mass extinction. Values approach 0‰ if no recovery occurs in 0.5 million years (e.g. "snowball" earth).

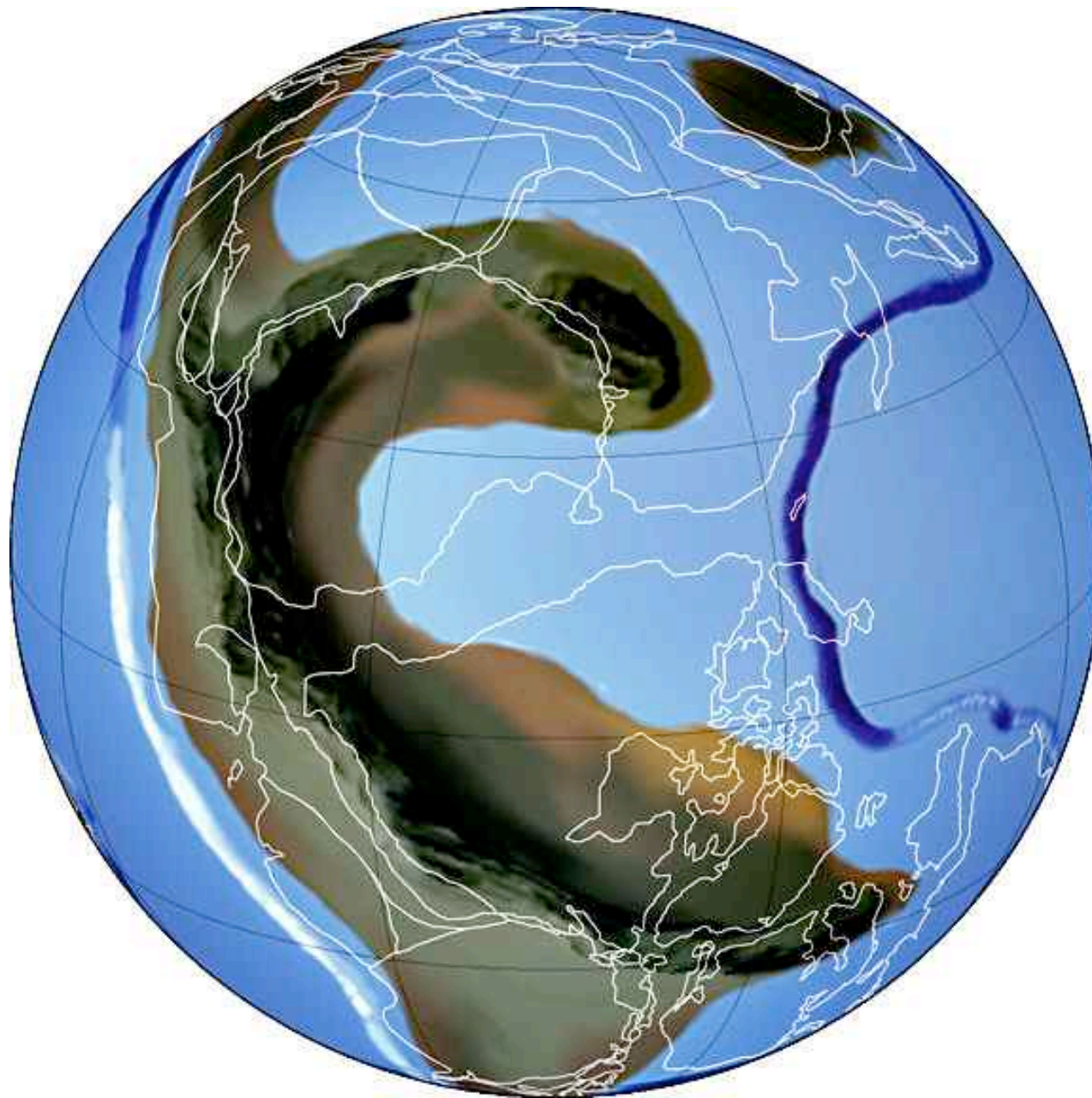
Abfall der C13-Werte
nach Aussterbe-Events

Aus: Hoffmann & Schrag (1999):
 The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html

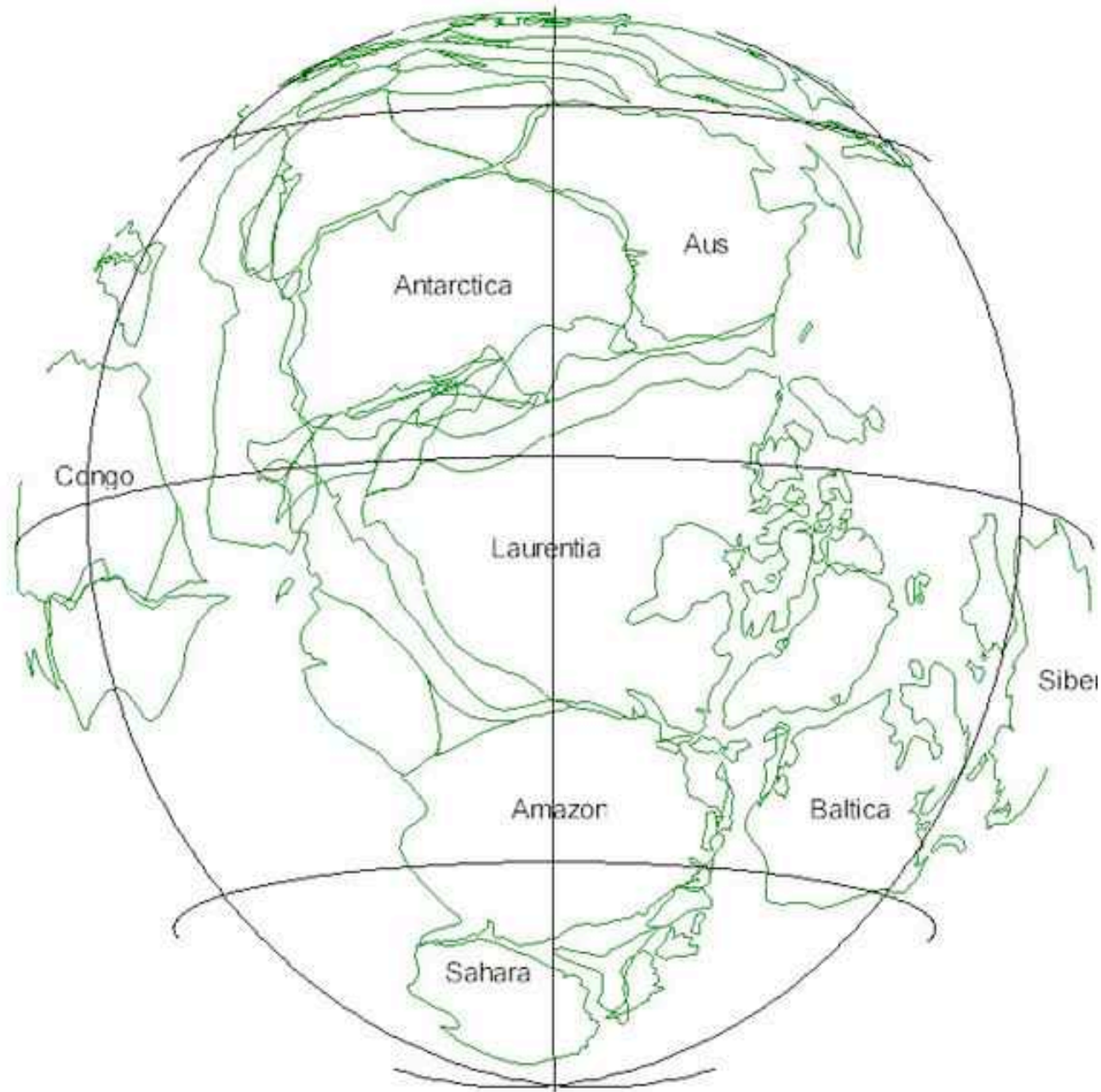
Explosionsartige Evolution ab Wende PK/ Kambrium



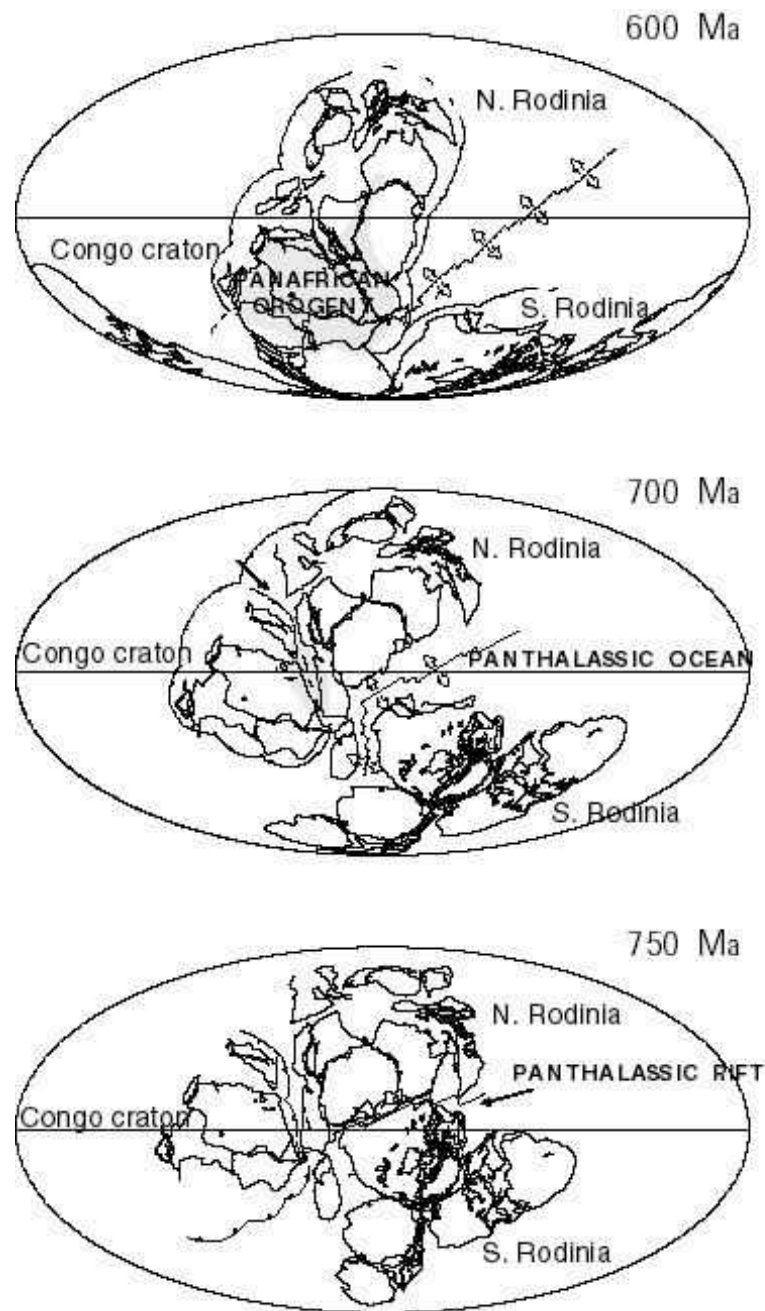
Aus: Hoffmann & Schrag (1999):
 The Snowball Earth.-
www-eps.harvard.edu/people/faculty/hoffman/snowball_paper.html



Rodinia, der proterozoische Superkontinent vor 1.1 Mrd. Jahren
(aus www.scotese.com)



Nochmals Rodinia, (proterozoischer Superkontinent vor 1.1 Mrd. Jahren), hier mit Bezeichnung der Teilkontinente (aus www.scotese.com)



Der Zerfall von Rodinia zwischen 750 und 600 Mio Jahren, (aus www.scotese.com)

FIGURE 1