

Allgemeine Paläontologie

30 Versteinerungen

A. Biostratonomie:

Das Schicksal organischer Körper vom Tode bis zur Einbettung.

I. Die organische Substanz

1. Insektenrest in Bernstein
Alttertiär, Mitteloligozän;
San Cristobal, Dominikanische Republik
2. *Neritina prevostiana*
Quartär, Pleistozän;
Püspökfürdo, Ungarn
Erhaltung von Resten organischer Substanz in Gestalt des Farbmusters unter Sauerstoffabschluss in dichtem Ton.

II. Die Hartteile

3. Strandsand mit Schalenbruchstücken von Muscheln
Holozän;
Domburg, Nordsee, Niederlande
4. Kalkstein mit Seelilienstielgliedern
Mitteltrias, Muschelkalk;
Satteldorf, Württemberg
Zerfall eines gegliederten Skeletts, Sortierung der Einzelteile nach Gestalt und Größe.
5. Bone bed
Obertrias, Rhätium;
Crailsheim, Württemberg
Stark abgerollte Zähne und Knochen von Fischen und Sauriern.
6. *Belemnitella mucronata* SCHLOTH
Oberkreide;
Insel Rügen, Ostsee
Ehemals in der Schreibkreide eingebettetes Fossil wurde durch Aufarbeitung in der Brandung sekundär abgerollt.

**B. Fossildiagenese:
Das Schicksal eines organischen Körpers nach seiner Einbettung.**

I. Umkristallisation

7. Seeigelstachel
Oberjura, Portlandium;
Nattheim, Württemberg
Glatter, später Bruch als Zeichen der Umkristallisation

II. Stoffaustausch

8. Kieselschwamm
Oberjura;
Hossingen, Württemberg
Verkalkter Kieselschwamm
9. Verkieseltes Koniferenholz
Obertrias;
Madagaskar
10. Ammonit
Mitteljura, Callovium;
Ützing, Oberfranken, Bayern
Zunächst in Pyrit – FeS_2 -, dann in Limonit – FeO(OH) -
umgewandelter Steinkern eines Ammonitengehäuses.
11. *Taxodioxylon gypsaceum* GÖPP.;
Jungtertiär, Untermiozän;
Brühl, Rheinland
Beginnende Inkohlung von Koniferenholz.
12. Pflanzenrest (Samenfarn)
Oberkarbon;
Grube Friedrichstal, Saarland
Vollständig verkohlter schwarz-glänzender Pflanzenrest in grauem Tonschiefer.

III. Steinkern und Abdruck

13. *Rhynchonella (Lacunosella) lacunosa* BUCH
Oberjura, Kimmeridgium;
Hausen, Fils, Württemberg
Brachiopodengehäuse, das unter der teils weggebrochenen Schale den inneren Steinkern zeigt.
14. Seelilienstielglieder
Oberes Unterdevon;
Ferques, Frankreich
Erhaltung der Skelettsubstanz.

15. Seelilienstielglieder in Grauwacke
Mitteldevon;
Lindlar, Bergisches Land
Erhaltung des Abdrucks. Hohlraumerhaltung.
16. *Turritella* sp.
Jungtertiär, Untermiozän;
Wiener Becken, Österreich
Äußere Gehäusemerkmale sichtbar. Schalenerhaltung.
17. *Turritella* sp.
Neogen, Mittelmiozän;
Bordeaux, Gironde, Frankreich
Innere Gehäusemerkmale sichtbar. Steinkernerhaltung.

IV. Konkretionen

18. Trilobitenrest in Tonschiefer-Konkretion
Unterordovizium, Llanvirnium;
Sharka, Böhmen, CSSR (heutiges Tschechien)

V. Deformation organischer Reste nach der Einbettung

19. *Gastropoda*
Alttertiär, Mitteleozän;
Ronca bei Verona, Italien
Deformation durch Bruch
20. *Orthosphinctes* sp.
Oberjura, Oxfordium;
Gräfenberg, Oberfranken
Durch Gebirgsdruck ausgewalztes und deformiertes Ammonitengehäuse.

C. Evolutionslehre und Biostratigraphie

21. *Cleoniceras* sp.
Mittlere Kreide;
Mahajanga, Madagaskar
Ammonitensteinkern mit Lobenlinie.

D. Gesteinsbildende Fossilien

22. Schreibkreide
Oberkreide, Campanium;
Aus Mikrofossilien zusammengesetztes Gestein.

23. *Potamides sp.*
Mittelmiozän;
Castrillo del Val, Burgos, Spanien
Kalksandstein, der zum größten Teil aus Schneckengehäusen besteht.

E. Lebensweise

I. Lebensspuren

1. Wohnbauten und Bohrlöcher von Räufern

24. Kalkgeröll mit Bohrlöchern von Cirripediern
rezent;
Atlantikküste, Normandie, Frankreich
U-förmige Röhren, im Querschnitt hantelförmiger Umriss.
25. *Turritella incerta* mit Bohrloch der Schnecke *Natica*
Paläogen, Mittleres Eozän, Lutium;
Hermonville, Frankreich

2. Weidespuren

26. *Chondrites bollensis*
Oberkreide;
Muntigl, Austria
Verzweigte Grabspuren von Würmern, die das Sediment wurzelartig durchdringen.

3. Koproolithen (Kotspuren)

27. Koproolith
Kreide;
Madagaskar

II. Das einbettende Sediment

28. *Posidonia becheri*:
Unterkarbon, Kulm;
Lautenthal, Harz

F. Ökologie

29. Riffkoralle
Paleogen, Mittleres Oligozän;
Vicenza, Norditalien

G. Scheinfossilien

30. Dendriten
Oberjura;
Solnhofen, Bayern
Pflanzenähnliche Eisen-Manganausfällungen aus Plattenkalk.

Allgemeine Paläontologie

A. Biostratonomie:

Das Schicksal organischer Körper vom Tode bis zur Einbettung.

I. Die organische Substanz

Nach dem Tode beginnt die Zersetzung des Weichkörpers durch:

- a) Verwesung: Abbau organischer Substanzen bis auf einfachste organische Verbindungen in Gegenwart von Wasser und Sauerstoff.
- b) Fäulnis: Umwandlung organischer Substanz durch anaerobe Bakterien in Gegenwart von Wasser und bei Fehlen von Sauerstoff. Es kann Faulschlamm entstehen und daraus unter Druck und erhöhter Temperatur Bitumen, Erdöl und Erdgas.

Nur die Fäulnis ist ein Fossilisationsprozess, da hier fossil erhaltungsfähige, organische Stoffe entstehen können.

Echte Weichteilerhaltung kann nur zustande kommen bei:

- Entziehung jeglicher Feuchtigkeit in aridem Klima (Mumien)
- Gefrieren (Mammut in Dauerfrostboden Sibiriens)
- Einbettung in abdichtenden, Wasser und Sauerstoff fernhaltenden Medien (z.B. in Harzen wie Bernstein) (1.)

Auch die Erhaltung anderer organischer Reste wie z.B. das Farbmuster in Molluskenschalen (2.) ist überaus selten. Wesentliche Voraussetzung dafür ist ein dichtes, also feinkörniges Einbettungssediment wie Ton oder Mergel, in dem eine nur geringe oder gar keine Zirkulation des enthaltenen Porenwassers stattfindet.

Häufiger ist die Erhaltung organischer Substanz in bituminösen Tonen, die in einem sauerstofffreien Milieu ohne Bodenleben angelagert wurden, wo die Verwesung weitgehend ausgeschlossen war. Eine Reihe berühmter Fossilfundstellen ging aus solchen Ablagerungen hervor, z.B. die "Posidonienschiefer" von Holzmaden (Württemberg), wo die vollständig erhaltenen Fischsaurierskelette noch von ihrer Haut umgeben sind, die den ursprünglichen Umriss des Tieres wiedergibt. Bei Ammonitenleichen, die in diesen lebensfeindlichen Bereich absanken, wurden durch die sauren Porenwässer die kalkigen Schichten der Schale aufgelöst, während das papierdünne Periostrakum (=die äußere organische Schicht aller Molluskenschalen) erhalten blieb und flachgedrückt wurde.

II. Die Hartteile

Das Organismenreich verwendet nur wenige Grundbausteine für schützende und stützende Hartgebilde.

Calcit (oder Aragonit): bei Schwämmen, Korallen, Bryozoen, Brachiopoden, Mollusken, einigen Crustaceen und Echinodermen.

Calciumphosphat: besonders in Wirbeltierknochen

Kieselsäure: bei Radiolarien

Chitin: vor allem bei Insekten, Trilobiten und Crustaceen

Zellulose: in den Zellwänden der Pflanzen

Gegliederte Skelette, deren Elemente durch organische Substanz zusammengehalten werden, zerfallen nach dem Tode der Organismen in ihre Einzelteile, es sei denn, sie werden an Ort und Stelle und unmittelbar nach dem Tode oder noch lebend eingebettet (autochthone Einbettung).

Mechanische Zerstörung der Hartteile vor der endgültigen Einbettung:

Meist fallen Lebens- bzw. Todesort und Ort der Einbettung nicht zusammen. Zwischen beiden liegt ein Transport. Dabei können Organismen und ihre Reste beschädigt (3.) sortiert und eingeregelt werden (allochthone Einbettung). Gegliederte Skelette, ehemals von organischem Gewebe zusammengehalten, zerfallen in ihre Einzelteile, die dann wiederum durch die Strömung je nach Größe verschieden weit transportiert und abgelagert werden (4.).

Eine Fossilienfundstelle bietet daher in der Regel nur ein äußerst unvollständiges Bild der ehemaligen Lebensgemeinschaft. Die Reste ganzer Organismengruppen können aufgrund ihrer Zerbrechlichkeit oder ihrer leichteren Löslichkeit, oder weil sie keine fossil erhaltungsfähigen Hartteile besitzen, an Ort und Stelle oder auf dem Transport vollkommen zerstört werden, während andere in der Lebensgemeinschaft wohlmöglich selteneren Organismen in der Fossilfundstelle aufgrund ihrer besonders widerstandsfähigen Hartteile vorherrschen können. Ein extremes Beispiel hierfür sind die sogenannten 'bone beds' (Knochenschichten) (5.). In ihnen sind Zähne und Knochen von Wirbeltieren (Sauriern und Fischen) als die widerstandsfähigsten Hartteile angereichert. Ihre z.T. deutliche Abrollung lässt auf einen langen Transport und wiederholte Aufarbeitung in der Brandungszone schließen, wobei alle anderen Hartteile zerstört wurden.

Auch können fossile Schichten und die enthaltenen Fossilien zu einem späteren Zeitpunkt nochmals aufgearbeitet werden: die Kreidefelsen von Rügen, die vor ca. 85 Millionen Jahren abgelagert wurden, sind heute wieder den zerstörerischen Kräften der Meeresbrandung ausgesetzt. Dabei werden die in der Kreide häufig eingebetteten Belemniten in der Brandung fast bis zur Unkenntlichkeit abgerollt (6.).

B. Fossildiagenese:

Das Schicksal eines organischen Körpers nach seiner Einbettung.

Träger der Fossildiagenese ist vor allem das im Sediment enthaltene Porenwasser. Erhaltung der ursprünglichen Substanz ist nur möglich bei minimaler Zirkulation des Porenwassers und wird mit zunehmendem Alter der Sedimente seltener.

I. Umkristallisation:

Instabile Modifikationen werden in stabile überführt (z.B. Aragonit → Calcit). Große Kristalle wachsen auf Kosten der kleineren. Dadurch werden die ursprünglichen Strukturen zerstört: die kalkigen Hartteile von Seeigeln und anderen Echinodermen (=Stachelhäuter) sind ein poröses schwammartiges Gewebe winziger Calcitkristalle. Während der Fossilisation werden die einzelnen Skelettelemente wie Stacheln und Platten der Seeigel, oder die Stielglieder der Seelilien in große Kalkspatkristalle umgewandelt. Dies erkennt man an Bruchstellen der Echinodermen-Reste, die immer glatt entlang der bevorzugten Spaltbarkeit des Einkristalls verlaufen (7.).

II. Stoffaustausch:

Die ursprüngliche Substanz wird durch eine andere ersetzt. Verbreitet sind Verkieselung, Verkalkung und Verkiesung.

Unter Verkieselung versteht man die Verdrängung der ursprünglichen Skelett-Substanz und ihren Ersatz durch Kieselsäure. Sie beginnt oft punktförmig und breitet sich dann konzentrisch aus (Silifikationsringe). Eine fröhdiagenetisch einsetzende Verkieselung begünstigt die Erhaltung von Fossilien, sie werden dadurch praktisch unlöslich und man kann sie aus dem umgebenden oft kalkigen Gestein mit Hilfe von Salzsäure herauslösen (8).

Besonders in Folge vulkanischer Ergüsse werden häufig Hölzer verkieselt. Dabei bleibt die Feinstruktur des Holzes oft in allen Einzelheiten erhalten (9.).

Die Verkiesung ist der Ersatz des primären Skelettes oder Gehäuses durch Pyrit oder Markasit. Sie ist besonders in Tonen bei sauren (also reduzierendem) Milieu mit stagnierendem Porenwasser anzutreffen.

Die pflanzliche Substanz (11.) geht bei der Fossildiagenese eigene Wege. Unter Sauerstoffabschluss setzt die Inkohlung ein, d.h. eine relative Zunahme von Kohlenstoff und Verarmung an Sauerstoff und Wasserstoff. Unter erhöhten Drucken und Temperaturen geht dieser Abbau bis auf fast reinen Kohlenstoff weiter (12.).

III. Steinkern und Abdruck:

Wird ein Gehäuse mit dem umgebenden Sediment verfüllt eingebettet, so entsteht nach Auflösung der Schale ein Steinkern, das heißt der innere Ausguss des Gehäuses (13), an dem die morphologischen Züge der inneren Schalenoberfläche kenntlich sind sowie ein Abdruck der äußeren Schalenoberfläche.

Wird ein Gehäuse unverfüllt eingebettet, entsteht zunächst ein Hohlraum, der nach Auflösung der Schale leer bleiben oder verfüllt werden kann und dann die morphologischen Züge der äußeren Schalenoberfläche entweder im reinen Abdruck (15) oder als Steinkern (17) trägt. Bei dünnchaligen Formen sind äußerer und innerer Steinkern oft fast identisch.

Ein sogenannter Skulptursteinkern trägt sowohl die Merkmale der inneren als auch die der äußeren Schalenoberfläche. Er kann z.B. dann entstehen, wenn die Schale eines vor der Einbettung verfüllten Gehäuses aufgelöst wird, solange das Sediment noch plastisch ist. Dann prägt sich der äußere Abdruck auf den inneren (13. – 17.).

IV. Konkretionen

Konkretionen sind lokale Zusammenballungen ursprünglich gleichmäßig verteilter Stoffe. Ihre Bildung kann z.B. durch verwesende organische Substanz ausgelöst werden, die eine lokale Änderung des chemischen Milieus bewirkt. Vielfach umschließen deshalb Konkretionen organische Reste und bewahren diese vor Zerstörung. (18.)

V. Deformation organischer Reste nach der Einbettung

Wenn ein Sediment belastet und entwässert wird, sackt es. Dabei werden die eingeschlossenen Fossilien deformiert. Sie können zerscheren oder brechen. (19., 20.)

Bei bruchloser Deformation von Hartteilen wird ihr inneres Gefüge durch Lösung so gelockert, dass die einzelnen Kristalle frei gegeneinander beweglich sind.

C. Evolutionslehre und Biostratigraphie

Wenn auch der ‚Fossile Bericht‘ ein sehr lückenhaftes und stark verzerrtes Bild ehemaliger Lebensgemeinschaften überliefert, so bietet er doch andererseits die atemberaubende Möglichkeit, die Entwicklung des Lebens auf unserem Planeten über 600 Millionen Jahre (und früher) zu überschauen. Man kann das Aussterben ganzer Pflanzen- und Tiergruppen und die Eroberung ihres Lebensraumes durch neue Gruppen nachvollziehen, ebenso wie die Entwicklung einzelner Gattungen und Arten. Da die einzelnen Veränderungsschritte im Laufe der Evolution eines Organismus gerichtet sind und zu keinem späteren Zeitpunkt wiederholt werden können, eignen sich Organismen mit einer raschen Evolution als ‚Leitfossilien‘. Ihr Vorkommen ist auf eine kurze Zeitspanne, d.h. auf eine oder wenige Schichten beschränkt, und durch Vergleiche mit darunter und darüber vorkommenden anderen Tierarten kann man das relative Alter der Schichten bestimmen.

Besonders wertvolle Leitfossilien sind die Ammoniten, und zwar, weil sie

- weit verbreitet und relativ häufig vorkommen
- eine rasche vielfältige Entwicklung durchlaufen
- ihre Gehäuse reich an kennzeichnenden Merkmalen sind.

Das planspiral aufgerollte Gehäuse der Ammoniten ist in regelmäßigen Abständen durch Kammerscheidewände unterteilt, deren Berührungslinie mit der Außenschale als Lobenlinie bezeichnet wird und im Laufe der Evolution eine charakteristische Entwicklung von anfangs leicht gewellten zu zunehmend kompliziert verfalteten Linien durchläuft.

Die Lobenlinie wird erst nach Entfernen der Schale sichtbar, es sind also hierfür die Exemplare in Steinkern-Erhaltung von besonderer Bedeutung. (21.)

Nicht alle Veränderungen einer Gattung sind irreversibel und damit Evolutionsschritte, viele werden auch durch äußere Einflüsse veranlasst: Die Schnecke *Gyraulus* ist sehr anpassungsfähig an die verschiedenen ökologischen Bedingungen und neigt dementsprechend zur Ausbildung von Reaktionsformen. In Anpassung an äußere Faktoren, wie z.B. Salinität, ändert sich die Gehäusegestalt und kehrt mit dem Aufhören der Beeinflussung zum ursprünglichen Aussehen zurück.

D. Gesteinsbildende Fossilien

Organismen können entweder aktiv gesteinsbildend sein, so z.B. alle riffbildenden Organismen wie Algen, Schwämme, Korallen etc., oder passiv durch massenhafte Anhäufung ihrer Hartteile.

Stielglieder von Seelilien sind der überwiegende Bestandteil der Trochitenkalke (4., 14., 15.), aus den Schalen winziger Mikroorganismen (Coccolithen und Foraminiferen) sind die mächtigen Schichten der Schreibkreide zusammengesetzt (22.), aus den fein gekammerten Nummulitenschalen bestehen die Nummulitenkalke, die in Ägypten beim Bau der Pyramiden Verwendung fanden.

E. Die Lebensweise der Fossilien

Die Vielzahl der Faktoren, die Rückschlüsse auf die Lebensweise der Fossilien zulassen, kann hier nur ansatzweise diskutiert werden. Wichtige Hinweise ergeben sich zum einen aus dem Vergleich mit heute lebenden verwandten Formen, zum anderen aus der Gesamtheit der vorgefundenen Faunen- und Florengemeinschaft, sowie aus dem einbettenden Sediment und aus der Gehäuseform. Unmittelbar fossil belebte Lebensäußerungen sind die Spurenfossilien oder Lebensspuren.

I. Lebensspuren

1. Wohnbauten und Bohrlöcher von Räubern

Wohnbauten werden in hartem Substrat mechanisch durch Raspeln oder chemisch durch Ätzen angelegt. In weichem Substrat werden Wohnröhren, -gänge oder -wannen meist senkrecht zur Sedimentoberfläche gegraben. Wohnbauten schützen ihre Erbauer vor Feinden und Austrocknung und kommen daher vor allem im durchlichteten Flachwasser- und Gezeitenbereich vor. Sie treten meist massenhaft auf (24.), z.B. an größeren Molluskenschalen, einzelne Bohrlöcher dagegen deuten auf Raubbefall: Durch die Perforation des Gehäuses wird das darin sitzende Tier zum Öffnen der Schale gezwungen (25.).

2. Weidespuren

Beim Abweiden von Algenfilmen auf der Sedimentoberfläche haben die Tiere (vor allem Mollusken, Anneliden und Arthropoden) das Bestreben, auf kleinstem Raum, also bei geringster Wegstrecke, möglichst viel Futter aufzunehmen. Deshalb sind Weidespuren flächige Muster (26.).

3. Andere Spuren

Besonders in festländischen Ablagerungen sind Spuren oft der einzige Hinweis auf die ehemalige Lebewelt. So findet man im Buntsandstein die handförmigen Laufspuren eines Sauriers relativ häufig, in Abwesenheit anderer fossil erhaltener Reste wurde die Rekonstruktion des Tieres allein anhand seiner Spuren vorgenommen.

Andere im marinen wie im festländischen Bereich mitunter häufige Lebensspuren sind Kotspuren oder Koproolithen (27.)

II. Das einbettende Sediment

Mit den Bildungsbedingungen der verschiedenen Sedimente und den allgemeinen Rückschlüssen auf den Ablagerungsraum, die diese zulassen, beschäftigt sich die Sedimentologie. Ganz allgemein kann gesagt werden, dass mit abnehmender Körpergröße die Turbulenz im Ablagerungsraum abnimmt:

Tone und andere feinkörnige Sedimente können nur in strömungsarmen, ruhigen Beckenteilen zu Boden sinken, grobe Sande und Kiese werden dagegen bereits im stark bewegten Wasser des Küstenbereichs zu Boden gehen. Die Ausfällung von Kalk ist an warme Wassertemperaturen gebunden und Kalksteine deuten daher auf ein warmes Klima im Ablagerungsraum.

Bituminöse, dichte Tongesteine lassen auf einen sauerstoffarmen oder -freien Ablagerungsraum ohne Bodenleben schließen, wo die absinkende organische Substanz durch Fäulnisprozesse in Bitumen umgewandelt wird. Die in bituminösen Schiefen eingebetteten Fossilien können also nicht an Ort und Stelle gelebt haben, sondern müssen eingeschwemmt worden sein (28.). *Posidonia*, eine Muschel die in den unterjurassischen Ölschiefen ganze Schichtflächen bedeckt, kann also nicht wie die meisten Muscheln ein Bodenbewohner gewesen sein, sondern muss aktiv schwimmend oder angeheftet an Treibhölzern und schwimmenden Tieren in den Ablagerungsbereich gelangt sein.

Dass von Zeit zu Zeit trotzdem eine Frischwasserzufuhr und damit auch eine Zufuhr von Sauerstoff stattgefunden haben muss, belegen innerhalb des Ölschiefers die Schichten mit Grabspuren von Chondrites. Das an organischen Strukturen reiche Sediment bot genügend Nahrung (26.)

F. Ökologie

Die Ökologie handelt von den Beziehungen der Organismen zu ihrer Umwelt. Für die Geologie und Paläontologie von besonderer Wichtigkeit sind Organismen, die durch ihre Abhängigkeit von bestimmten Umweltfaktoren (z.B. Temperatur, Salinität, Licht) Rückschlüsse auf die allgemeinen Lebensbedingungen im Bereich ihres Vorkommens zulassen. So sind z.B. Rifff Korallen an die warmen Wassertemperaturen in Äquatornähe gebunden, wo sie im durchlichteten Flachmeerbereich leben. Man kann mit Hilfe fossiler Korallen die Äquatorlage zu verschiedenen geologischen Zeiten rekonstruieren. Ebenfalls lässt die laterale Ausbreitung von Korallenriffen beiderseits des Äquators Rückschlüsse auf die allgemeinen Klimaverhältnisse, also auf Warm- und Kaltzeiten, zu.

Im Laufe des Tertiärs näherten sich die Pol- und Kontinentlagen ihren heutigen Positionen. Das Alttertiär ist weltweit als eine Warmzeit anzusehen und entsprechend weit waren die Rifff Korallen verbreitet (29.). Mit Ausgang der Oligozänzeit fielen die Temperaturen und die nördliche Verbreitungsgrenze der Rifff Korallen wich gegen den Äquator zurück.

G. Scheinfossilien

Scheinfossilien können auf mancherlei Art entstehen. Vor allem im Bereich der Diagenese kommt es durch Stoffausfällung und Konkretionsbildung zur Bildung tier- oder pflanzenähnlicher Formen (30.)