

Evolution oder Revolution?

600 Millionen Jahre umfaßt der Zeitraum des »Phanerozoikums« vom Beginn des Kambriums bis in die Gegenwart, der die Dokumentation der organischen Entwicklung und damit den Beleg für die Deszendenztheorie Darwins bietet.

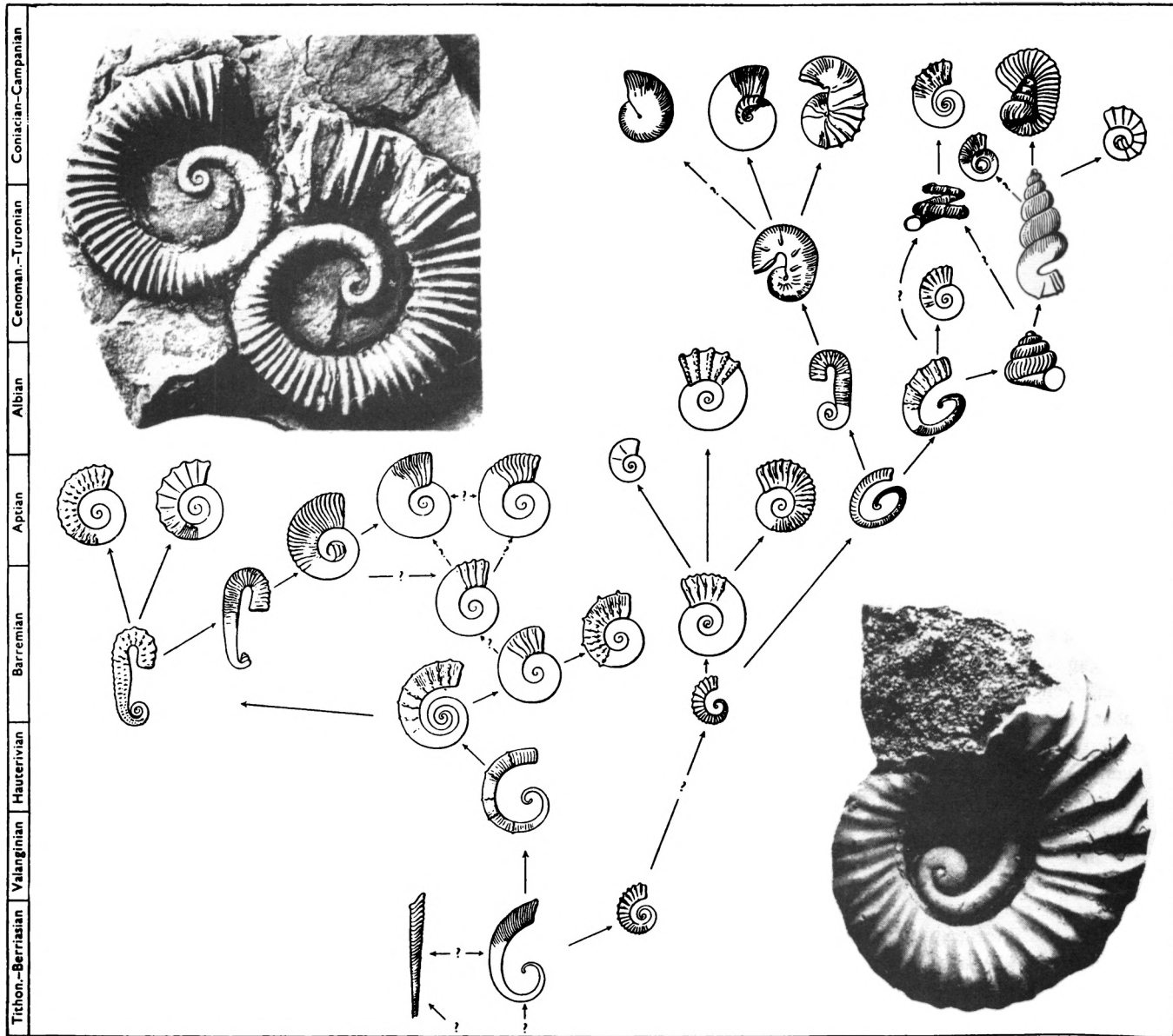
Gleichzeitig dient die Geschichte der Organismen in diesem Abschnitt der Erdgeschichte als geologischer Zeitmaßstab. Eine »Maßeinheit« stellt dabei der Artenwandel einiger bevorzugter, daß heißt rasch abwandelter und vor allem kosmopolitischer Organismengruppen — zum Beispiel Ammoniten — dar. Dieser relativen Zeitrechnung steht eine absolute Datierung gegenüber, die sich radiometrischer Daten bedient und ein grobes Zeitgerüst liefert. Aus dem Vergleich beider läßt sich das Tempo des Artenwandels ungefähr ermitteln: 500 000 Jahre haben sich als Durchschnittswert ergeben. Bedenkt man, daß dieser Wert durch die Berücksichtigung ganzer Artenspektren noch unterschritten werden kann, so wird deutlich, daß die biostratigraphische Methode allen anderen Verfahren geologischer Zeitrechnung an Trennschärfe überlegen ist.

Ein Problem, das Stratigraphen und Phylogenetiker gleichermaßen beschäftigt, ist die Tatsache, daß die Zeiten ruhiger, kontinuierlicher Evolution in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen von vergleichsweise kurzen Phasen revolutionärer Umwälzungen im gesamten Faunenspektrum unterbrochen werden. Sie liegen der Großgliederung der Erdgeschichte in Systeme — zum Beispiel Trias, Jura, Kreide, Tertiär — und in Ären — Paläo-, Meso- und Känozoikum — zugrunde.

An diesen Faunenwenden oder Faunenschnitten präsentieren sich explosiv neue, »moderne« Baupläne mit oft großer Formenmannigfaltigkeit, während die vorangehenden »altertümlichen« Formen synchron und ebenso plötzlich zu erlöschen scheinen. Ein Beispiel einer solchen Faunen»revolution« ist vor den Toren Tübingens belegt in der Ammonitenfauna der Basis unseres Jura, die mit einer Vielzahl neuer und hochentwickelter Formen die altertümliche Fauna der Triasmeere abgelöst hat, ohne daß verbindende oder auch nur beiden Systemen gemeinsame Formen gefunden werden konnten. Noch krasser ist der Wandel an den Ärengrenzen, also an den Grenzen zwi-

schen Perm und Trias und zwischen Kreide und Tertiär, wo ganze Baupläne des Tierreichs erloschen und von »modernen« Formen abgelöst wurden. Ein besonderes Kennzeichen dieser Faunenschnitte scheint dabei zu sein, daß sie die verschiedensten Lebensbereiche — marin, lagunär, limnisch, kontinental — gleichermaßen erfaßt haben. Das führte zu der Annahme, daß kosmische Katastrophen — periodische Zunahme harter Strahlung, möglicherweise im Zusammenhang mit Umkehrungen des Erdmagnetfeldes; Supernovae; Meteoriteneinschläge — diese weltweiten biologischen Revolutionen verursacht hätten.

Organische Mißbildungen, wie sie neuerdings mit dem Aussterben der Saurier in der höchsten Kreide in Zusammenhang gebracht werden, scheinen für eine solche Deutung zu sprechen, stellen aber bisher einen Sonderfall dar. Vor allem aber zeigen sorgfältige Untersuchungen, daß von einem plötzlichen »Massensterben« nicht die Rede sein kann. Vielmehr handelt es sich bei den meisten betroffenen Organismengruppen um einen über längere Zeit andauernden Prozeß, der meist mit regressiven Meeresbewegungen und damit oft mit einer drastischen Reduktion der Schelfmeere Hand in Hand geht. Wenn wir berücksichtigten, daß gerade diese Bereiche — teilweise schon aus der Gunst der Überlieferungsbedingungen — den Hauptanteil fossiler Faunen geliefert haben, so ist kaum verwunderlich, daß sich physikalische Veränderungen in diesen optimalen Lebensbereichen deutlich in den Faunenassoziationen niederschlagen. Es wäre sogar zu erwarten, daß überwiegend die bodenbezogene Fauna der Schelfmeere von Meeresbewegungen dieser Art betroffen ist. Dies ist tatsächlich der Fall: Provinzialismus und Endemismen zeichnen sich bei vielen und selbst hochmarinen Organismengruppen wie den Ammoniten — etwa im Oberen Perm, in der Oberen Trias oder der Oberen Kreide — im Verlauf weltweiter Meeresregressionen



Das Stammbaumschema zeigt einige Entwicklungslinien der entrollten »heteromorphen« Kreideammoniten, die als degenerierte phylogenetische Endformen gedeutet wurden. Dieser Deutung widersprechen jedoch der stammesgeschichtliche Erfolg dieser Formengruppen ebenso wie der in der Abbildung erkennbare Trend zahlreicher paralleler Linien, zur normalen planspiralen Gehäuseaufrollung zurückzukehren. Links oben die Innenwindungen einer solchen Form, die diesen Trend insofern widerspiegeln, als die Anfangsspirale noch die Entrollung der heteromorphen Vorfahren (rech. unten links oben) rekapituliert (Biogenetische Grundregel).

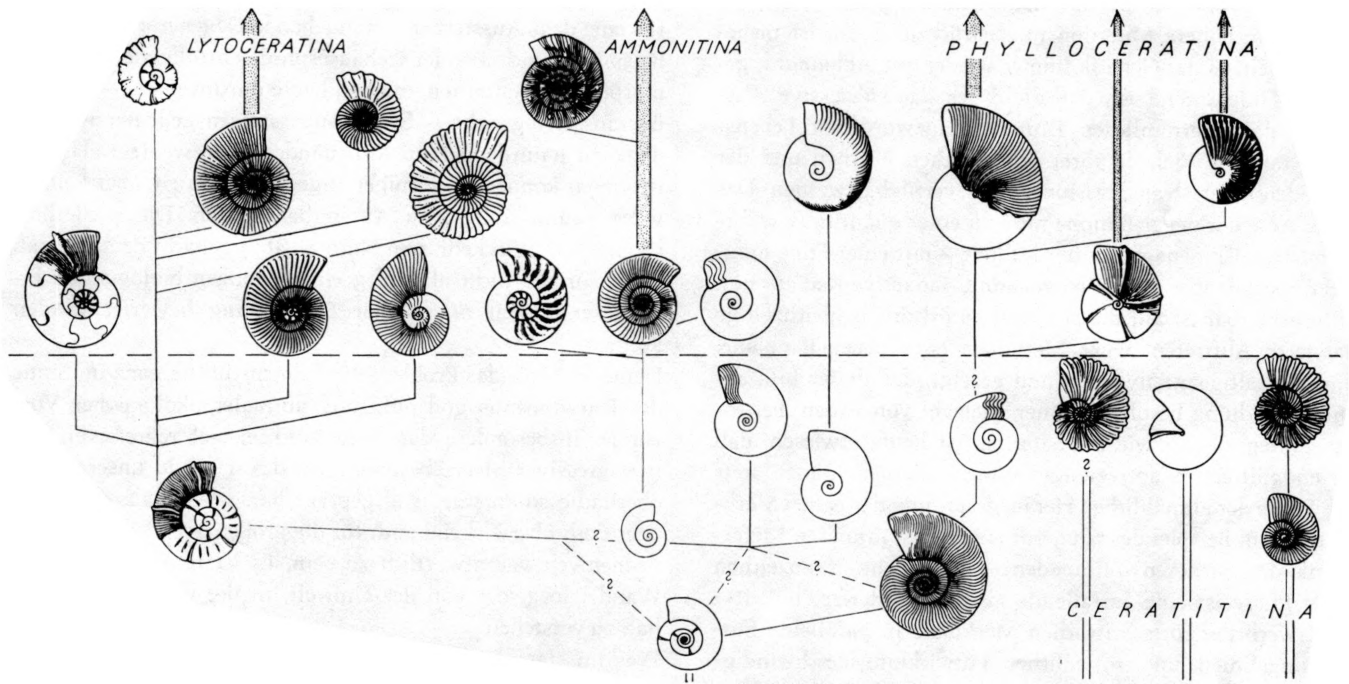


Bild eines der schärfsten Faunenschnitte in der Entwicklung der Ammoniten an der Grenze zwischen Trias und Jura (gestrichelte Linie). An die Stelle eines revolutionären Umbruchs an dieser scharfen Zeitgrenze (totales Erlöschen der alttümlichen Ceratitina und spontanes Einsetzen der modernen Stämme der Phylloceratina, Lytoceratina und Ammonitina) tritt heute (a) ein allmähliches Erlöschen der alttümlichen Ceratitina (rechts unten), begleitet (b) vom gleichzeitigen ersten Einsetzen der qualitativ neuen, »modernen« Fauna (links unten), während (c) die quantitativ deutliche und damit »explosive« adaptive Radiation der Juraammoniten (oben) erst nach dem endgültigen Erlöschen der triadischen Ceratitina und mit der Transgression des Jura-Meeres erfolgt.

ab. Es ist daher nicht verwunderlich, daß das Maximum der Regression schließlich auch den Zeitpunkt des definitiven Erlöschens der betroffenen Organismengruppen markiert.

Während so das Problem des »Massensterbens« in den stratigraphischen Zäsuren eine plausible Erklärung gefunden haben dürfte, bereitet das Phänomen der unmittelbar nachfolgenden Faunenrevolution weiterhin Interpretationsschwierigkeiten. Der Versuch, auch sie auf kosmische Strahlung und eine damit verbundene höhere Mutationsrate zurückzuführen, ist insbesondere seitens der Genetik immer wieder auf Ablehnung gestoßen. Einleuchtend ist, daß die durch das sukzessive Aussterben der altertümlichen Faunen freigewordenen Lebensräume mit der Vielzahl ihrer ökologischen Nischen und der folgenden Meerestransgression wieder verfügbar werden. Das reiche Angebot neuer Biotope muß zu einer quantitativ wahrnehmbaren Faunen»explosion« führen — mit einer Fülle möglicher Spezialanpassungen (sogenannte »adaptive Radiation«). Nicht erklärbar ist auf diesem Weg natürlich das gleichzeitige massierte Auftreten neuer Merkmale oder neuer Baupläne. Eine sorgfältige Analyse hat nun gezeigt, daß dieses Bild auf einer Täuschung beruht; in einer Vielzahl von Fällen, bei Invertebraten ebenso wie bei Säugern, ist heute erwiesen, daß der endgültigen adaptiven Radiation moderner Faunen stets eine Phase der allmählichen Herausgestaltung der neuen Merkmale — zum Beispiel des Säugerohrs aus dem primären Kiefergelenk der Niederen Tetrapoden — vorangeht. Kennzeichen dieser Phase ist eine auffallende »Experimentierfreudigkeit«: der Erwerb der fortschrittlichen Merkmale in parallelen Entwicklungslinien unterschiedlicher Entwicklungsgeschwindigkeit, woraus sich ein gewisses Mosaikmuster dieser frühen Entwicklungsphase ergibt. Ein weiteres Kennzeichen dieser Frühphase, die man auch als Phase der Vorausanpassung, als »präadaptive Phase«, bezeichnen könnte, ist, daß dieses Experimentierfeld stets nur von kleinen Populationen der einzelnen Entwicklungslinien eingenommen wird, die naturgemäß leicht der Beobachtung entgehen konnten.

Damit hat zugleich ein weiterer Deutungsversuch stammesgeschichtlicher Großabläufe seine Berechtigung eingebüßt, der — wohl in Anlehnung an die Gedankenwelt Oswald Speng-

lers — auch im stammesgeschichtlichen Ablauf eine immanente Gesetzmäßigkeit vermutet, mit einer revolutionären Frühphase, einer kontinuierlichen Hauptphase fortschreitender Spezialisierung und schließlich einer Altersphase verbunden mit Erscheinungen der Degeneration und Überspezialisierung, die schließlich zum endgültigen Erlöschen führen muß — dies alles in Analogie zur Entwicklung menschlicher Kulturen oder sogar zum menschlichen Lebensprozeß. Die zahlreichen Beispiele für eine dem Aussterben vorangehende Degeneration, so zum Beispiel die sich aus der Gehäusespirale entrollenden »heteromorphen« Ammoniten, müssen heute durchweg als — zumeist überaus erfolgreiche — Spezialanpassungen gedeutet werden, die zwar naturgemäß auf Milieuänderungen weniger elastisch reagieren können als weniger angepaßte Formen, aber keineswegs zwangsläufig zum Aussterben führen. Die wiederholt beobachtete Rückkehr zum Normalhabitus macht deutlich, daß diese Formen nicht als Beleg einer endogen-biologischen Eigengesetzlichkeit organischer Entwicklung bewertet werden können.

Damit löst sich das Problem der Faunenschnitte ganz im Sinne des Darwinismus und aufgrund normaler ökologischer Vorgänge. Insbesondere das stete Wechselspiel regressiver und transgressiver Meeresbewegungen, das das Bild unserer Erdoberfläche so entscheidend geprägt hat, scheint ausschließlich oder doch überwiegend auch für die großen Wenden der Organismenwelt verantwortlich zu sein. Es ist unmöglich, diesen Wandel losgelöst von der Umwelt, in der er sich vollzogen hat, zu verstehen.

Was im stammesgeschichtlichen Ablauf als Perioden revolutionären Umbruchs in Erscheinung tritt und immer wieder zu lebhaften Diskussionen Anlaß gibt, ist lediglich die durch den Zeitraffereffekt der Erdgeschichte und unter der Gunst besonderer Umweltbedingungen quantitativ wahrnehmbare Endphase eines kontinuierlichen Evolutionsprozesses. Dieser Prozeß hat sich auch über die kritischen Zäsuren hinweg stets bei normalen Mutationsraten, aber unter einem fluktuierenden Selektionsdruck als Oktroi der Umwelt vollzogen, dessen Einzelkomponenten für den Erdgeschichtler heute noch schwer zu erfassen sind.