

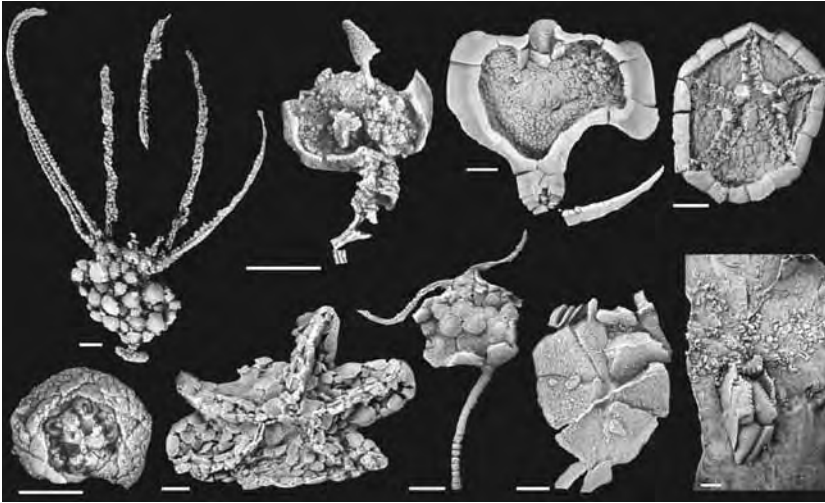


Abb. 1 Verschiedene Stachelhäuter-Gruppen (Echinodermen) aus dem Mittelkambrium Spaniens. Linie jeweils 2 mm. (Aus ZAMORA 2010, Abdruck mit freundlicher Genehmigung)



Abb. 2 Süßwassermoostierchen (Wikimedia commons)

ganzen Werk spricht VALENTINE von der „Explosion“ der kambrischen Vielfalt von Bauplänen. Seit her gab es weitere Funde, die dieses Bild im Wesentlichen bestätigen (vgl. auch *Studium Integrale Journal* 17/2, S. 111 und 113). In der Zeitschrift *Geology* erschienen im vergangenen Jahr zwei Artikel mit weiteren Beispielen für die Fülle der kambrischen Formenvielfalt. Im ersten Beitrag berichtet Samuel ZAMORA über eine Vielzahl von Fossilfunden verschiedenster Taxa von Stachelhäutern (Echinodermen) aus dem untersten Mittelkambrium Spaniens (Abb. 1). Sie erweitern das bekannte Formenspektrum beträchtlich, sowohl was die räumliche als auch die zeitliche Verbreitung betrifft.

ZAMORA (2010, 509) stellt heraus, dass schon im frühesten Mittelkambrium eine Mannigfaltigkeit von neuen Bauplänen und ökologischen Strategien unter den Stachelhäutern existierte. Außerdem seien die mittelkambrischen Stachelhäuter in Spanien die verschiedenartigste bekannte Vergesellschaftung von Stachelhäutern überhaupt. Die acht verschiedenen Arten zeigten ganz verschiedene Baupläne und besetzten sehr unterschiedliche ökologische Nischen.

Da viele dieser Taxa fast am Beginn des Mittelkambriums fossil erscheinen, muss ihr Ursprung wahrscheinlich ins Unterkambrium vorverlegt werden. Dies passt auch zu schon früher entdeckten

isolierten bruchstückhaften Funden in anderen Regionen.

Interessant ist auch die Feststellung, dass die Reihenfolge des fossilen Erscheinens der Stachelhäuter-Gruppen bislang nicht zu derzeit vertretenen cladistischen Verwandtschaften passten (ZAMORA 2010, 507). Mutmaßliche Kronengruppen von Echinodermen tauchten früher als die Stammgruppen auf. Auch Daten von molekularen Uhren deuteten darauf hin, dass es geologisch nicht überlieferte Lebensräume von Echinodermen in älteren Sedimenten gegeben haben muss. Ob mit den neuen Funden eine bessere Passung erreicht wird, diskutiert der Autor nicht; einige Funde werden aber als „primitiv“ eingestuft. Die abrupt erscheinende mittelkambrische Vielfalt erfordert evolutionstheoretisch gesehen jedenfalls eine Vorgeschichte, die fossil weitgehend nicht überliefert ist.

Im zweiten Beitrag werden Funde von Bryozoen („Moostierchen“) vorgestellt (LANDING et al. 2010). Dabei handelt es sich um mikroskopisch kleine, koloniebildende Tiere (vgl. Abb. 2). Bislang war diese Tiergruppe erst aus dem Ordovizium bekannt, fehlte also in der kambrischen Explosion. LANDING et al. (2010, 549) beschreiben die neu entdeckte Art *Pywackia baileyi* als einfach konstruiert, jedoch mit spezialisierten Zooiden. Mit diesem Fund aus dem oberen Kambrium Mexikos kann nun auch diese Tiergruppe in die kambrische

Formenvielfalt aufgenommen werden.

[LANDING E, ENGLISH A & KEPPIE JD (2010) Cambrian origin of all skeletalized metazoan phyla – Discovery of Earth’s oldest bryozoans (Upper Cambrian, southern Mexico). *Geology* 38, 547-550; VALENTINE JW (2004) On the origin of phyla. Chicago; ZAMORA S (2010) Middle Cambrian echinoderms from north Spain show echinoderms diversified earlier in Gondwana. *Geology* 38, 507-510.]

R. Junker

■ Landpflanzen bereits im Kambrium?

Viele Landpflanzen (Moose und Gefäßpflanzen) verbreiten sich mit Sporen. Die Sporen enthalten in ihrer äußeren Zellwand Sporopollenin, ein extrem widerstandsfähiges Polymer. Dadurch sind die Sporen effektiv gegen Verletzung, Austrocknung und Befall durch Mikroorganismen geschützt, können weit verbreitet werden und besitzen ein hohes Fossilisationspotential. Die Produktion von Sporen mit Sporopollenin wird allgemein als eindeutiger Hinweis gewertet, dass es sich bei den betreffenden Pflanzen um Embryophyten handelt, dazu gehören Moose und Landpflanzen mit echten Leitgefäßen (Farnartige, Blütenpflanzen).

Schon länger sind Sporen von Landpflanzen aus Sedimenten bekannt, die bis zu 30 Millionen Jahre älter datiert werden als die ersten Landpflanzen-Makrofossilien wie Sprosse, Blätter oder Sporangien (Sporenbehälter). Die ältesten Sporenfunde, sog. Cryptosporen, stammten bislang aus dem späten Mittel-

ordovizium, während die ältesten Reste von Landpflanzen-Makrofossilien erst im mittleren Silur nachgewiesen wurden (vgl. GENSEL 2008, 461). Die den Moosen zugeordneten Cryptosporen besitzen keine klar abgegrenzte Öffnung und sind relativ dickwandig; sie gelten als primitiver als Sporen mit charakteristischen Öffnungen, die erst ab dem Silur bekannt sind. Die Cryptosporen sind geographisch weit verbreitet und ändern sich in ihrer taxonomischen Vielfalt kaum, so dass eine lange Phase evolutionären Stillstandes im oberen Ordovizium und unteren Silur vermutet wird.

Nun wurde in Argentinien eine Sporen-Vergesellschaftung entdeckt, die mit 472 Millionen Jahren um etwa 10 Millionen Jahre älter datiert wurde als die bisher frühesten bekannten Funde von Landpflanzen-Sporen aus dem unteren Mittelordovizium. Die entdeckten Cryptosporen hat man fünf verschiedenen Gattungen zugeordnet, sie repräsentieren eine beachtliche Vielfalt. Es handelt sich um sog. Monaden (einzelne Sporen) und Tetraden (Viergruppen) (RUBINSTEIN et al. 2010). Die Sedimente stammen aus dem Tidenbereich; eine Bestimmung des genauen Wuchsortes der Pflanzen ist aber nicht möglich.

Damit wird die Zeitspanne zwischen den ersten Mikro- und den frühesten Makrofossilien auf ca. 40 Millionen Jahre ausgedehnt. Aufgrund der Vielfalt der neuen Funde sind RUBINSTEIN et al. der Auffassung, dass der Ursprung der Embryophyten noch weiter in die Vergangenheit gelegt werden muss, möglicherweise sogar ins Kambrium, dem untersten geologischen System des Phanerozoikums (= „Zeitalter des sichtbaren Lebens“). Mit GENSEL (2008) bemerken die Autoren, dass eine „extrem langsame“ Evolution der Embryophyten in den ersten etwa 35–45 Millionen Jahren ihrer Diversifizierung abgelaufen sein müsse.

Diese Befunde zeigen, dass es über große Zeiträume geologisch nicht überlieferte Lebensräume von Landpflanzen (wahrscheinlich Moosen) gibt. GENSEL (2008, 463) erwähnt u. a. die Idee, dass frühe

Pflanzen in Gegenden gelebt haben könnten, aus denen sie nicht in Ablagerungsräume transportiert wurden. Diese Idee ist schon alt und wurde bereits von AXELROD (1959) ins Spiel gebracht. Danach können in kontinentalen Sedimenten eingebettete Pflanzenreste eher durch nachfolgende Erosion zerstört worden sein als eine unweit des Wuchsortes eingebettete Küstenvegetation. Dieser Autor hält es für möglich, dass die Phasenabfolgen der ältesten Landpflanzen lediglich Abfolgen ökologischer Einheiten widerspiegeln, die von höheren in tiefere Wuchsgebiete gewandert sein könnten. Damit würden sie keine evolutionären Änderungen belegen, sondern nur eine Ablösung verschiedener ökologischer Einheiten (AXELROD 1959, 270; weiter auch anhand jüngerer Autoren diskutiert in JUNKER 1996, 76ff.).

Der enorme zeitliche Abstand zwischen dem Nachweis erster Mikrofossilien und erster Makrofossilien erscheint problematisch: Wie kann es sein, dass über etwa 40 Millionen Jahre hinweg keine Spuren einer geographisch verbreiteten Landpflanzenwelt nachweisbar sind? Möglicherweise kann dieser Befund als indirekter Hinweis auf viel kürzere Zeitdimensionen gewertet werden. Denn je größer der Zeitraum ist, in dem nicht überlieferte Organismen sich in unbekannten Refugien verbargen, umso weniger verständlich ist das *komplette* Aussetzen ihrer Fossilisation. Zwar ist aufgrund ihrer sehr viel größeren Anzahl zu erwarten, dass die Fossilüberlieferung von Sporen früher einsetzt als die von Makrofossilien, doch gilt das nicht für Zeitspannen von vielen Millionen Jahren. Auch der von den Autoren angenommene evolutionäre Stillstand ist irritierend und lässt ein evolutionäres Szenario fraglich erscheinen.

[AXELROD DI (1959) Evolution of the psilophyte paleoflora. *Evolution* 13, 264–275; JUNKER R (1996) Evolution früher Landpflanzen. *Neuhausen*; GENSEL P (2008) The earliest land plants. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39, 459–477; RUBINSTEIN CV, GERRIENNE P, DE LA PUENTE GS, ASTINI RA & STEEMANS P (2010) Early Middle Ordovician evidence for land plants in Argentina (eastern Gondwana). *New Phytol.* 188, 365–369.] R. Junker

■ Neues von den Dinos

Jeder kennt *Tyrannosaurus rex*, den „König der Herrscherechsen“ und Inbegriff von „Dinosauriern“, den „schrecklichen Echsen“ (obwohl nicht sicher ist, ob er überhaupt ein *jagender* Räuber war). Sein gefährlicher Eindruck lässt leicht übersehen, dass seine Arme klein und nur zwei Finger ausgebildet waren. Aus der Verwandtschaft von *T. rex* wurde nun erstmals eine Art beschrieben, die nur einen einzigen Finger besaß – *Linhenykus monodactylus*. Sie gehört zur Gruppe der Alvarezsaurier, einem Zweig der fleischfressenden Theropoden, zu denen auch die Tyrannosauriden gehören. Die Forscher sind mehrheitlich der Auffassung, dass unter den Theropoden die Vorfahren der Vögel zu suchen sind.

Entdeckt wurde ein Teilskelett von *Linhenykus* in der zur Oberkreide gehörenden Wulansuhai-Formation nahe der Grenze zwischen Mongolei und China; die Formation wird auf 84–75 Millionen Jahre datiert. Erhalten sind Hals-, Rücken-, Sakral- und Schwanzwirbel, Vorder- und Hinterextremitäten sowie das Becken. Der kleine Dinosaurier war nur so groß wie ein Papagei – also nicht unbedingt zu fürchten – und benutzte seinen einzigen Finger wahrscheinlich zum Graben.

Die meisten Theropoden besitzen drei Finger; bei den Alvarezsauriden sind die beiden äußeren Finger reduziert. So gesehen müsste die einfingerige Gattung *Linhenykus* als abgeleitet bzw. spezialisiert angesehen werden; dafür würde auch das relativ geringe Alter sprechen. Dennoch gilt diese Gattung aufgrund cladistischer Analysen als ursprünglich (XU et al. 2011), z. B. wegen der schlanken Form des Fingers, während die Finger nah verwandter Formen sehr robust gebaut sind. XU et al. (2011) werten die „unerwartete Merkmalskombination“ als Hinweis auf ein komplexes Muster der Hand-Evolution bei den Alvarezsauriden; dabei sei der Verlust der äußeren Finger unabhängig von der Änderung der Form von Finger II verlaufen. Ein-