

Streiflichter

■ Moostierchen – willkommen im „explosiven“ Kambrium-Club

Manche von ihnen sehen aus wie kleine Moospolster, sind aber in Kolonien lebende winzig kleine Tiere – Moostierchen (Bryozoa). Die einzelnen Tiere werden als Zooiden bezeichnet und sind meist nur etwa 1 mm groß, auch ihre Kolonien aus einigen Hundert bis einigen Tausend Individuen werden meist nicht größer als einige Zentimeter. Die Kolonien leben meist festsitzend auf hartem Substrat – unterschiedliche Formen bildend (Abb. 1) – im Süßwasser oder im Meer und wurden dort schon in über 8.000 m Tiefe gefunden. Ca. 6.500 heute lebende und ca. 15.000 fossile Arten sind bekannt.

Die Zooiden bestehen aus einem Weichkörper (Mund mit Tentakeln zum Filtrieren von Nahrung, Mitteldarm, Enddarm und After) und meist einer schützenden Schale (Abb. 2); es gibt aber auch schalenlose Arten. Innerhalb der Kolonien gibt es durch unterschiedlich ausgeprägte Zooiden eine Arbeitsteilung: Spezialisierte Individuen sind verantwort-

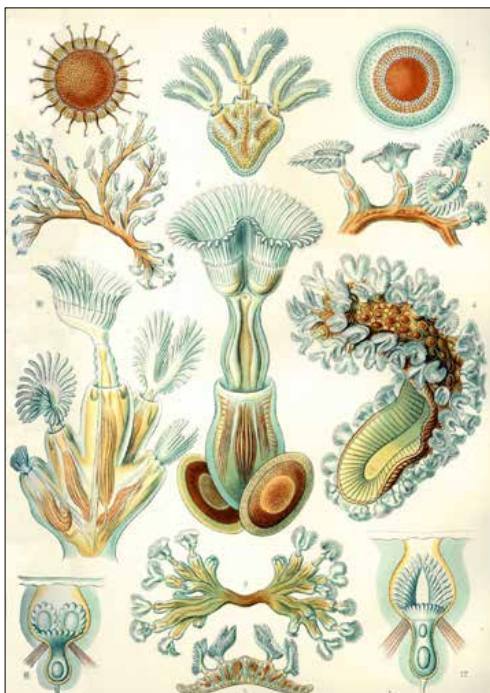


Abb. 1 Moostierchen, aus Ernst HAECKEL, Kunstformen der Natur. (Bild gemeinfrei)

lich für Tätigkeiten wie Reinigung, Verteidigung und Fortpflanzung. Zusammen mit den Armfüßern (Brachiopoda) und Hufeisenwürmern (Phoronida) wurden sie früher dem Tierstamm der Kranzföhler (Tentaculata) zugeordnet, doch sind ihre verwandtschaftlichen Beziehungen nicht geklärt.

Moostierchen waren bisher fossil ab dem unteren Ordovizium bekannt, und zwar mit sechs größeren Ordnungen in unterschiedlichsten Ausprägungen (ZHANG et al. 2021). Das Ordovizium ist die zweitälteste geologische Formation des Paläozoikums. Darunter liegt das Kambrium – besonders bekannt durch die „kambrische Explosion“ – ein mutmaßliches Ereignis, durch das fast alle Tierstämme plötzlich fossil in Erscheinung treten (vgl. ERWIN & VALENTINE 2013; ZHANG et al. 2021). Die kambrische Explosion widerspricht evolutionären Entstehungshypothesen, da Evolution nach üblichen Vorstellungen kleinschrittig verläuft.

Die Moostierchen waren bisher unter den Fossilien der kambrischen Explosion nicht entdeckt worden. Angesichts der fossilen Überlieferung vielfältiger komplexer Formen im unteren Ordovizium und aufgrund von molekularen Daten (molekulare Uhr) wurde jedoch angenommen, dass die Moostierchen auch im Kambrium existiert haben sollten. Das wurde nun durch neue Fossilfunde tatsächlich nachgewiesen (ZHANG et al. 2021). Die Forscher entdeckten eine Reihe von Fossilien aus frühkambrischen Ablagerungen in China und Australien, bei denen es sich eindeutig um Moostierchen handelt. Die Fossilien der neu entdeckten Art *Protomelission gatehousei* bestehen aus millimetergroßen Überresten eines modularen Tieres, dessen Merkmale typisch für Moostierchen sind. Die Einzeltierchen sind alle gleich gestaltet; Schalenelemente wurden nicht entdeckt.

Die Forscher werten die Abwesenheit von Schalenelementen als

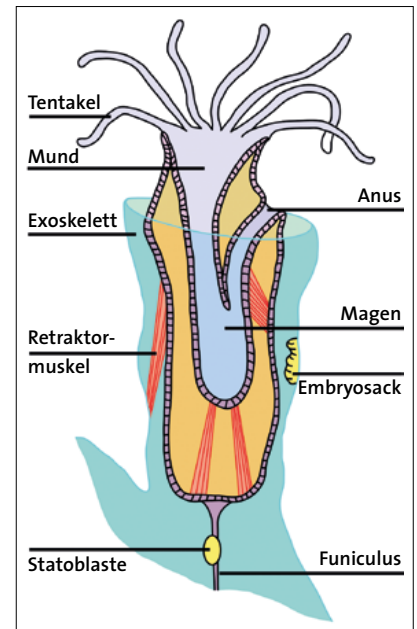


Abb. 2 Anatomie eines Moostierchens. (Bild gemeinfrei)

Grund dafür, dass Moostierchen bisher nicht in kambrischen Schichten nachgewiesen wurden. Heutige Moostierchen-Gruppen ohne Schalen sind ebenfalls fossil nur selten dokumentiert. Entsprechend wird der Besitz von Schalenelementen als Voraussetzung für die Existenz der großen Vielfalt ordovizischer Formen angesehen (ERNST & WILSON 2021).

Protomelission gatehousei kombiniert Merkmale zweier Moostierchen-Gruppen, der Ctenostomatida und Stenolaemata, und wird daher als geeigneter Kandidat für eine Vorfahrenform der anderen Moostierchen angesehen (ERNST & WILSON 2021); allerdings widerspricht eine Merkmalskombination verschiedener Gruppen einer durchgehenden „Primitivität“. Der Moostierchen-Bauplan taucht fossil plötzlich auf, so wie die Baupläne der meisten anderen Tierstämme.

Ähnlich rätselhaft ist die ausgeprägte Diversifizierung im Ordovizium. Sie fällt wahrscheinlich zusammen mit der Existenz von Kalzitmeeren (Kalziumcarbonat, CaCO_3), der zunehmenden Entwicklung von Hartböden und einer robusteren Biomineralisation (so ZHANG et al. 2021). Das sind möglicherweise Bedingungen für die Existenz von beschalteten Formen, aber Randbedingungen sind (generell) keine Ursachen für die Entstehung.

[ERNST A & WILSON MA (2021) Bryozoan fossils found at last in Cambrian deposits. *Nature*, doi: 10.1038/d41586-021-02874-z • ERWIN DH & VALENTINE JW (2013) The Cambrian Explosion. The construction of animal biodiversity. Greenwood Village, Colorado • ZHANG Z, ZHANG Z, MA J et al. (2021) Fossil evidence unveils an early Cambrian origin for Bryozoa. *Nature*, doi: 10.1038/s41586-021-04033-w] R. Junker

■ Ausgefeilte flugtaugliche Konstruktion eines Flugsauriers

Zu den besonders beeindruckenden Geschöpfen gehören zweifellos die nur fossil bekannten Flugsaurier (Pterosaurier). Manche waren nur spatzengroß; die größten unter ihnen besaßen eine Flügelspannweite von mehr als zehn Metern. Man fragt sich unwillkürlich, besonders bei den großen Arten, wie sie fliegen konnten, und diese Frage ist bei Weitem nicht geklärt. Bekannt ist, dass die Flugsaurier besonders leichte und dennoch stabile Knochen hatten. Sie besaßen einzigartige Membranflügel, die von einem überlangen vierten Finger gespannt wurden.

In der Fossilüberlieferung tauchen Flugsaurier als fertige Flieger in Schichten der oberen Trias auf und sind fossil bis zum Ende der Kreide überliefert. Bereits die frühesten Flugsaurier waren geografisch weit verbreitet und ökologisch vielfältig (BRITT et al. 2018). Ganz anders als bei den Vögeln, bei denen das gestaltliche Feld zwischen Theropoden-Dinosauriern und Vögeln mit verschiedenen Mosaikformen gut gefüllt ist, ist die Lücke zwischen Flugsauriern und anderen Echsen seit ihrer Entdeckung vor über 200 Jahren bis heute markant. Ihr Ursprung ist ein „ungelöstes Rätsel“ (EZCURRA et al. 2020). Vom Körperbau her am nächsten heran kommen die Lagerpetidae aus der Obertrias, die sich als wahrscheinlich zweibeinige Läufer fortbewegten. Sie waren jedoch flügellos. Lediglich einige der neuroanatomischen Merkmale, die mit den sensorischen Fähigkeiten zusammenhängen und damit zu den Voraussetzungen der Flugfähigkeit

gehören, waren bei ihnen ausgebildet (EZCURRA et al. 2020), und im Wesentlichen sind es nur diese Merkmale, die sie derzeit als mögliche nächste Verwandte von Flugsauriern qualifizieren.

Eine neue Untersuchung hat nun interessante Erkenntnisse zur Flugfähigkeit der Flugsaurier erbracht. Seit einigen Jahren steht zur Untersuchung von Fossilien die laserinduzierte Fluoreszenz zur Verfügung, ein spektroskopisches Messverfahren auf der Basis von Fluoreszenzanregung durch einen Laser, mit dem auch ehemalige Weichteile von Fossilien zumindest teilweise sichtbar gemacht werden können. Durch Bestrahlung mit einer speziellen Art von Laserlicht können die versteinerten Gewebe dazu angeregt werden, in verschiedenen Farben zu fluoreszieren. Diese Untersuchungsmethode hat auch bei fossilen Vögeln bemerkenswerte Einsichten ermöglicht.

Mithilfe dieser Methode konnte ein Forscherteam um Michael PITTMAN von der Universität Hong Kong Muskeln am Hals und im Bereich des Flügelansatzes eines kleinen Flugsauriers aus der Pterodactylus-Verwandtschaft aus den Solnhofener Plattenkalken nachweisen. Diese Muskeln scheinen die Schultern und den Flügelansatz wie einen kurzen Umhang zu umhüllen. Dadurch wird die Körperform aerodynamischer und Turbulenzen und der Luftwiderstand werden verringert (PITTMAN et al. 2021). Dies erfolgt auf ähnliche Weise, wie das bei Vögeln und Fledermäusen mithilfe von Federn bzw. Haaren geschieht. Die Muskeln wirken somit ähnlich wie Verkleidungen bei einigen Flugzeugen an der Basis der Flügel und sorgen für einen fließenden Übergang vom langen schmalen Hals zu den kräftigen Brustmuskeln und dem Flügelansatz. Die Forscher vermuten, dass sie zugleich den Flügelschlag zudem kräftiger und besser justierbar gemacht haben. Dies dürfte schnelle Flugmanöver ermöglicht haben, wodurch der Flugsaurier wahrscheinlich sogar Insekten jagen konnte. Die Muskelpartie könnte dreifach zweckmäßig gewesen sein: Sie ermöglicht weni-



Abb. 1 Der untersuchte pterodactyloide Flugsaurier zeigt Weichteile an der Basis des Halses, den Schultern und dem Oberarm. (Foto: Michael PITTMAN, CC BY-NC-ND).

ger Luftwiderstand, eine bessere Kontrolle der Flügelposition und einen kräftigeren Flügelschlag.

Je mehr man weiß, desto ausgeklügelter und durchdachter erscheinen die Konstruktionen des Lebens. Die Untersuchungen von PITTMAN et al. bestätigen diese Erkenntnis.

[PITTMAN M, BARLOWA LA, KAYE TG & HABIB MB (2021) Pterosaurs evolved a muscular wing-body junction providing multifaceted flight performance benefits: Advanced aerodynamic smoothing, sophisticated wing root control, and wing force generation. *PNAS* 118, No. 44, e2107631118 • BRITT BB, VECCHIA FMD et al. (2018) *Caelestiventus hansenii* gen. et sp. nov. extends the desert-dwelling pterosaur record back 65 million years. *Nat. Ecol. Evol.* 2, 1386–1392 • EZCURRA MD & NESBITT SJ (2020) Enigmatic dinosaur precursors bridge the gap to the origin of Pterosauria. *Nature* 588, 445–449.] R. Junker

■ Bienen-Nahrung – es darf auch Fleisch und Aas sein

Die uns vertrauten Bienen ernähren sich von Pollen und Nektar. Dagegen verzehren Wespen auch Fleisch, wie man z.B. beim Picknick im Spätsommer beobachten kann, wenn sie aus einem Stückchen Wurst etwas herausbeißen und damit wegfliegen.

Während die bei uns heimischen Bienen als wehrhafte Insekten sich mit einem Giftstachel gegen Störenfriede verteidigen können, kennen