

Das Leben im Erdaltertum (vor 570 bis 251 Millionen Jahren)

von Kirsten I. GRIMM



Abb. 1. Abguss einer "Ur-Seefeder" (*Charniodiscus* sp.), Süd-Australien, South Australian Museum in Adelaide; Länge 30 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Erste Belege von vielzelligen Organismen (= Eukaryoten) sind im allerhöchsten Präkambrium, dem als Ediacarium bezeichneten Abschnitt vor 570–542 Millionen Jahren, zu finden. Hierbei handelt es sich um Abdrücke von im Meer lebenden Weichkörperorganismen. Die wohl berühmtesten Weichkörperlebewesen sind die Ediacara-Organismen aus den Ediacara-Hügeln in Australien. Die Abdrücke in Sandstein stammen von Lebewesen, die früher von einigen Forschern zu den Seefedern (vgl. Abb.1) und Quallen gestellt wurden, also im weiteren Sinne zu den Hohltieren (= Coelenterata) (STANLEY 1994). Andere hielten diese Organismen für nicht vergleichbar mit heute lebenden und ordneten sie als Vendobionten in ein eigenes Reich neben Tieren und Pflanzen ein (ROTHE 2000). Neuere weltweite Funde lassen aber vermuten, dass es sich bei den Fossilien sowohl um pflanzliche als auch um tierische Orga-

nismen handelt, die als Vorfahren der heute lebenden Pflanzen- und Tierstämme zu betrachten sind, aber nicht im engeren Sinne dazugehören (KIESSLING 2007). Sie weisen radiale, bilateral-symmetrische und seriale Baupläne auf und ähneln Schwämmen (= Porifera) oder Nesseltieren (= Cnidaria). Ein typischer Vertreter ist z. B. die an eine gekammerte Luftmatratze erinnernde *Dickinsonia* (Abb. 2). Mikrobiotische, sedimentbindende Matten waren wahrscheinlich daran beteiligt diese ungewöhnliche Art der fossilen Erhaltung zu gewährleisten. Diese Art der Fossilisation blieb auf das Präkambrium und eine Dauer von etwa 100 000 Jahren beschränkt, da sie mit dem Auftreten erster, mikrobefressender Jäger zunehmend unwahrscheinlicher wurde.

Während das Festland unbesiedelt blieb, traten im Meer zu Beginn des Kambriums (542–488 Millionen Jahre) erste Organismen mit Hartteilen auf.



Abb. 2. *Dickinsonia*, Weißes Meer, Russland; Länge 12 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

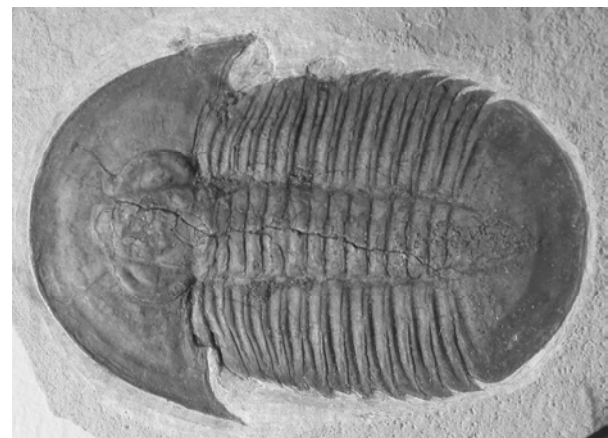


Abb. 3. Trilobit oder Dreilappkrebs (*Stella flabellata*), Mittelkambrium, Tamyr, Sibirien; Länge 3 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.



Abb. 4. Modell von *Opabinia*, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

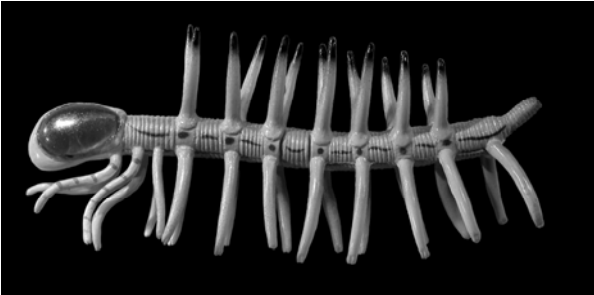


Abb. 5. Modell von *Hallucigenia*, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

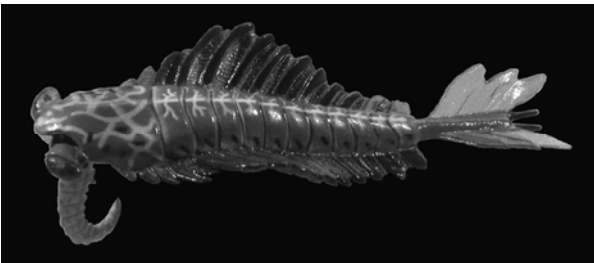


Abb. 6. Modell von *Anomalocaris*, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

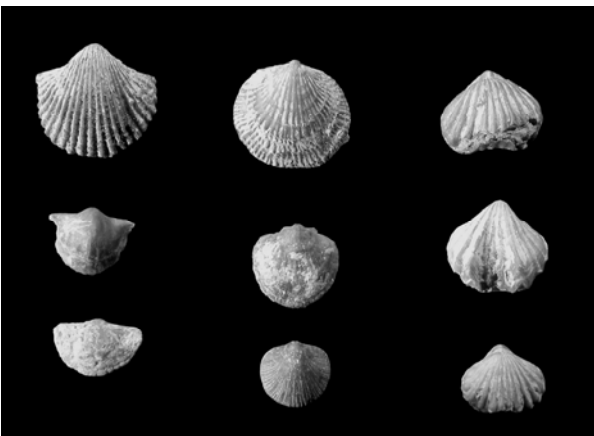


Abb. 7. Brachiopoden (= Armfüßer), Gotland, Schweden; Breite 0,5–1 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

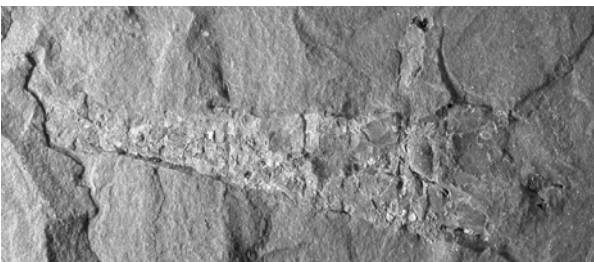


Abb. 8. Cephalopode oder Kopffüßer (*Allumitoceras oneratum*), Wales, Großbritannien; Länge 4 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Die Entwicklung von Hartteilen war ein wichtiger Schritt, so bieten Hartteile nicht nur Schutz gegen Feinde, sie stützen auch das weiche Gewebe und erleichtern die Fortbewegung. Bei dieser als Tommotium-Fauna bezeichneten ersten Hartteil-Fauna handelt es sich vor allem um nur wenige Millimeter große Mollusken (STANLEY 1994). Zudem sind Tiere mit Panzern, Schalen oder Skeletten fossil besser überlieferbar. In der Anlage sind sämtliche Baupläne aller heutigen Tiergruppen bereits zu dieser Zeit vorhanden, auch wenn sicherlich nicht alle Gruppen überliefert sind. So wurden in China erste kieferlose Fische (= Agnatha) gefunden. Den Meeresboden besiedelten erste Gliedertiere aus der Gruppe der Arthropoden, zu denen auch die heutigen Krebse und Spinnen gehören. Diese Lebewesen werden als Trilobiten bezeichnet und stellten 60 % der Fauna (Abb. 3). Der Name Trilobit oder auf Deutsch Dreilappkrebs geht auf den dreigeteilten Körper zurück, der sich sowohl in Kopf- (= Cephalon), Rumpf- und Schwanzschild (= Pygidium) dreiteilen lässt, aber ebenso ist auch eine Dreiteilung in Längsrichtung möglich. Trilobiten hatten bereits hoch entwickelte Augen, die den Facettenaugen unserer heutigen Insekten ähneln. Häufig sind auch nur die als *Cruziana* bezeichneten Spuren, die die Trilobiten beim Durchflügen des Sedimentes nach Nahrung hinterlassen haben, fossil überliefert. Die Formenvielfalt der Organismen in den kambrischen Meeren ist heute besonders an zwei bedeutenden Fundstellen überliefert. Zum einen im kanadischen Burgess-Shale, in dem eine marine benthische Lebensgemeinschaft im Schlamm am Fuße eines untermeerischen Riffs dokumentiert ist (SELDEN & NUDDS 2007). Diese über 500 Millionen Jahre alten Fossilien sind selten größer als 2 cm, zeigen eine außergewöhnliche Formenvielfalt und gehören zu polychaeten Würmern (= Vielborster), Arthropoden oder zu einer primitiven Mittelstellung zwischen beiden. Die Fremdartigkeit der Fossilien im Vergleich zu heutigen Organismen drückt sich auch in Namen wie *Hallucigenia*, *Anomalocaris* und *Opabinia* aus. Die etwa 7 cm lange *Opabinia* hatte z. B. fünf Augen und einen biegsamen, beweglichen Rüssel mit einer Art Zange am Ende (Abb. 4). *Hallucigenia* (Abb. 5) hat sich mit sieben Paar Stelzbeinen über den Meeresboden bewegt und *Anomalocaris* war mit etwa 60 cm Körperlänge sicherlich ein Raubtier, darauf weist auch die kreisförmige, an eine Säge erinnernde Mundöffnung hin (Abb. 6). Eine weitere Fundstelle dieser kambrischen Organismen liegt in China bei Chengjiang (SELDEN & NUDDS 2007).

Weitere typische Lebewesen des Kambriums sind Brachiopoden (= Armfüßer), muschelähnliche, auf dem Meeresboden mit einem fleischigen Stiel befestigte, kalkige Zweiklapper, die sich aus der Suspension ernähren (Abb. 7). Die Archaeocyathiden lebten ebenfalls im Meer des Kambriums und bauten erste Riffe. Diese sessilen Tiere strudelten die Suspension durch die Wandung

ihres becher- bis schüsselförmigen Körpers. Die Verwandtschaft zu heutigen Organismen ist nicht geklärt. Aber auch richtige Schwämme (= Porifera), primitive Käferschnecken (= Polyplacophora) und Ringelwürmer (= Annelida), Krebstiere (= Crustacea), sowie einfache Stachelhäuter (= Echinodermata) und Nesseltiere (= Cnidaria) sind schon zu finden. Die Muschelkrebse (= Ostrakoden), kleine schalentragende Arthropoden, haben auch bis heute überlebt.

Im weiteren Verlauf der Erdgeschichte vor 488–444 Millionen Jahren, im Ordovizium, entwickelten Trilobiten eine große Formenvielfalt. Neben auf dem Meeresboden lebende Formen gab es in den Flachmeeren, die im Ordovizium weiter verbreitet waren als zuvor im Kambrium, schwimmende Trilobiten (ROTHE 2000). Die größten Tiere wurden bis zu 75 cm lang, auch wenn die meisten Formen unter 10 cm groß waren. Da Cephalon (= Kopfschild) und Pygidium (= Schwanzschild) in ihrer Form ähnlicher wurden, konnten diese aufeinander geklappt werden, so dass sich die Trilobiten wie Kellersasseln bei Gefahr einrollen konnten. Die ordovizischen Meere sind zudem von Brachiopoden, Kopffüßern (= Cephalopoda) und frühen Stachelhäutern (= Echinodermata wie Seeigeln, Seesternen und Seelilien) bevölkert, die sich weiter entfalteten. Die Cephalopoden besaßen noch meist langgestreckte Gehäuse (Abb. 8). Diese bis mehrere Meter langen Kopffüßer werden als Orthoceren bezeichnet und schwammen freischwebend in der Wassersäule (ROTHE 2000). Zunehmend häufiger wurden auch Graptolithen. Heute findet man von diesen kleinen, koloniebildenden, in der Wassersäule frei schwebenden Tieren nur noch die Abdrücke von teils länglichen, teils spiralig aufgerollten gezähnten Wohnröhren (Abb. 9). Rugose Korallen (= Runzelkorallen) lebten meist als Einzelkorallen sessil am Meeresboden. Die ebenfalls zu den Korallen gestellten koloniebildenden Tabulaten haben im Skelett der Einzelorganismen Böden eingezogen und werden daher auch als Bödenkorallen bezeichnet. Zusammen mit den ebenfalls koloniebildenden Stromatoporen begannen sie Riffe zu bilden (STANLEY 1994). Stromatoporen bauten feinmaschige kalkige Skelette und werden heute den Schwämmen zugeordnet.

Die ebenfalls koloniebildenden Moostierchen (= Bryozoen) waren auch schon in den ordovizischen Meeren vertreten.

Während sich die kieferlose Fische (= Agnathen) weiter ausbreiteten, traten aber auch erste Fische mit Kiefern auf. Erste Landpflanzen existierten ab dem mittleren Ordovizium. Die Besiedlung des Festlandes wurde vermutlich erst in Verbindung mit Mykorrhizapilzen möglich, mit deren Hilfe die noch spärlich bewurzelten ersten Landpflanzen Nährstoffe erschließen konnten (REDECKER et al. 2000). Ein gravierender Einschnitt in der Faunenentwicklung lag am Ende des Ordoviziums, be-

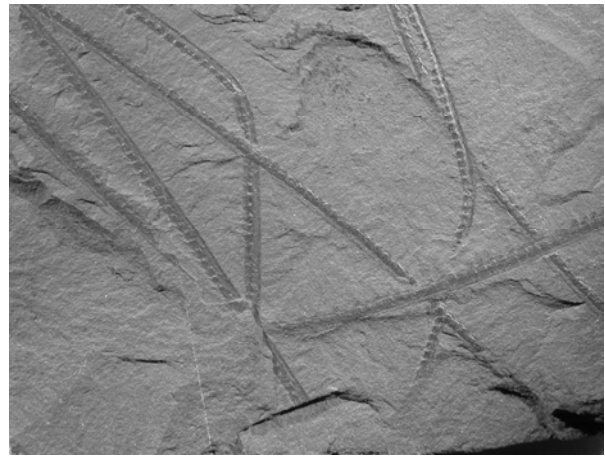


Abb. 9. Graptolith oder Schriftstein (*Monograptus radotinesis*), Tschechische Republik; Platte 10 x 7,5 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

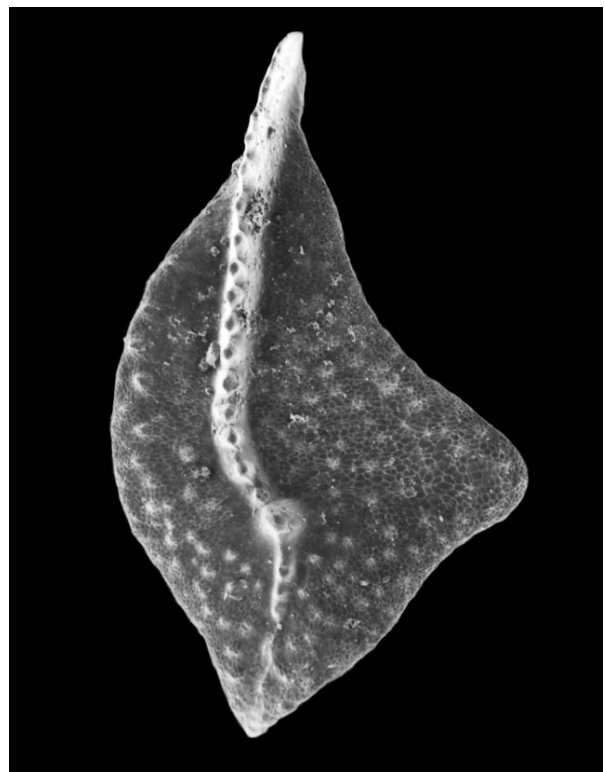


Abb. 10. Conodont (*Palmatolepis hassi*), Oos, Eifel, Deutschland; Länge 800 µm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

dingt durch ein Massensterben, das wahrscheinlich durch eine Abkühlung des Klimas hervorgerufen wurde und bei dem etwa 50–60 % der Lebewesen ausstarben.

Vor 444–416 Millionen Jahren, im Silur, beherrschten neben den Graptolithen, Brachiopoden und kieferlosen Fischen, die Conodontophorida (= Conodontentiere) die Meere. Man nimmt an, dass diese wenige Zentimeter großen aalähnlichen Organismen, die schon im Kambrium erstmals auftraten, erste Vorläufer der Wirbeltiere sind. Sie verfügten über einen komplizierten Apparat zur Nahrungsaufnahme, der im vorderen Teil des Kopfes gelegen hat. Die zahnähnlichen Einzelteile

dieses Apparates werden als Conodontenelemente bezeichnet und sind nur wenige Millimeter groß (Abb. 10). Diese Elemente finden wir heute häufig fossil und sie ermöglichen eine genaue biostratigraphische Einstufung (= Alterseinstufung) der Gesteinsschichten. Bei den Fischen entwickeln sich die Stachelhaie (= Acanthodii) und Strahlenflosser (= Actinopterygii). Zu dieser Gruppe gehören die heutigen Fische wie Forellen, Seebarsche und Thunfische (ROTHE 2000). Die langgestreckten dünnen Acanthodier mit ihren zahlreichen dornenbesetzten Flossen schwammen sowohl im Süßwasser als auch im Meer.

Erste Panzerfische (= Placodermi), also Fische mit einem panzerartigen Außenskelett, entwickelten sich gegen Ende des Silurs. Im Süß- und Brackwasser schwammen auch Quastenflosser (= Crossopterygii) und Lungenfische (= Dipnoi). Korallen, Schwämme, Kalkalgen und Bryozoen bevölkerten das Meer nach dem Aussterbeereignis am Ende des Ordoviziums. Im Süßwasser traten erstmals Muscheln (= Bivalvia) auf. Tabulata und Stromatoporen dominierten ab dem mittleren Ordovizium den Riffbau, die Riffe erreichten im Silur bis 10 m Höhe und im Devon riesige Ausmaße (STANLEY 1994).

In den Flachmeerbereichen lebten als Topräuber riesige Seeskorpione (= Eurypteriden), die zu den Chelicerata (= Kieferklauenträger) gehören (Abb.

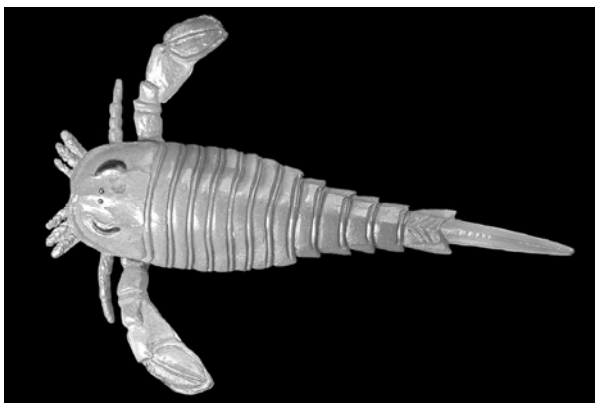


Abb. 11 a,b. Seeskorpion (*Eurypterus remipes*), Herkimer County, New York, USA; Länge 8 cm und Modell, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

11a & b). Seelilien, als Vertreter der Echinodermaten mit einer typischen fünfstrahligen Symmetrie, traten mit langen Stielen zum Teil häufig auf. Während des Silurs wurde der heutige Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erreicht. Damit war eine Vorrassetzung für den Landgang der Pflanzen und Tiere vorgegeben. So sind erste aufrecht wachsende Gefäßpflanzen zum Ende des Silurs an Land zu finden und auch erste Tausendfüßer und Skorpione besiedelten das Land. Der Übergang der Pflanzen vom Wasser ans Land gestaltete sich jedoch schwierig und langsam, da eine Reihe von Adaptionen, wie Wurzelbildung und Stützfasern notwendig wurde. Auch wenn die schützende Wachsschicht (Cuticula) schon Ende des Ordoviziums entwickelt wurde, so mussten nun für die Photosynthese Spaltöffnungen entwickelt werden. Diese Spaltöffnungen können sich je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit öffnen und schließen. Das Wasser muss in den Leitkanälen in der Pflanze von unten nach oben gepumpt werden. Das Wachstum dem Licht entgegen ist also an Land schwieriger als unter Wasser (WELTER-SCHULTES & KRÄTZNER 2006).

Im Devon vor 416–359 Millionen Jahren waren die Meere von Conodontophoriden, Trilobiten und Brachiopoden bevölkert. Ab dem Unterdevon traten auch erste Goniatiten auf. Diese Kopffüßer hatten ein spiralg aufgerolltes Gehäuse mit einer glatten Oberfläche. Die Kammerscheidewände waren einfach gefaltet, so dass das Muster, das durch das Angrenzen der Kammerscheidewände an die Außenwand gebildet und als Lobenlinie bezeichnet wird, recht einfach gewinkelt war. Neben dick- und dünnschaligen Muscheln im Meer traten in der Gruppe der Weichtiere (= Mollusca) auch erste Süßwassermuscheln auf. Ebenfalls zu den Mollusken zählen die heute ausgestorbenen kleinen, nur wenige Millimeter großen, tütenförmigen Styliolinen und Tentakuliten.

Die Fischfauna besteht aus ursprünglichen Formen wie Stachelhaien (= Acanthodii) und Strahlenflossern (= Actinopterygii). Knochenfische (= Teleostei) erschienen zu Beginn des Devons, Knorpelfische (= Chondrychthii), wie z. B. Haie und Rochen, entstanden aber erst im späten Mitteldevon. Typisch sind in den Devonmeeren die stark gepanzerten Panzerfische (=Placodermi). Ein Vertreter dieser kiefertragenden Panzerfische ist *Duncleosteus*, der bis 10 m groß wurde und sicherlich ein Topräuber im Devonmeer war (Abb. 12) (STANLEY 1994). Quastenflosser (= Crossopterygii) und Lungenfische (= Dipnoi) wanderten vom Süß- und Brackwasser zurück in das Meer. Seeskorpione im Flachwasserbereich wurden bis zu 2,50 m groß, wie Funde einer Kieferklaue (Chelicere) aus Willwerath in der Eifel belegen (BRADY et al. 2007). Erste Nachweise von Insekten ohne Flügel sind an Land zu finden. So durchstreiften Tausendfüßer, Spinnen und Skorpione wie bereits im Silur das Land. Als erste Wirbeltiere lebten noch eng an das Wasser gebun-



Abb. 12. Panzerfisch (*Dunkleosteus terrelli*), Abguss des Kopfes und Brustpanzers, Cleveland, Ohio, USA; Naturkunde-Museum Bamberg; Länge des Fisches 3,5 m, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

dene Tetrapoden (= Vierfüßer und ursprüngliche Amphibien) an Land. Diese Amphibien entwickelten sich im Oberdevon als Übergang von Fischen zu Landwirbeltieren. Hierfür mussten parallel zur Kiemenatmung Luftsäcke entwickelt werden. Als Übergangsform zwischen Fisch und Landwirbeltier, wird der in Ostgrönland gefundene *Ichthyostega* angesehen, der einen Fischschwanz und noch flossenähnliche Extremitäten wie Amphibien, aber eine dem Quastenflosser sehr ähnliche Schädelstruktur hatte (Abb. 13).

Kalkalgen und tangartige Pflanzen herrschten im Meer vor. Samen- und Sporenpflanzen besiedelten nicht nur die Küstenregionen, sondern auch feuchte Niederungen an Land. Teilweise bildeten sie schon hohe Bäume und auch Wälder aus, die aber noch sehr licht waren. Die pflanzliche Eroberung des Landes im Unterdevon ist durch die schottische Fundstelle Rhynie mit verkieselten Pflanzenresten aus einem Süßwassermoor belegt (SELDEN & NUDDS 2007).

Der unterdevonische Hunsrückschiefer repräsentiert einen Lebensraum des Devonmeeres mit den typischen Fossilien, die im Schlamm abgelagert wurden (SELDEN & NUDDS 2007). Zu nennen sind

hier Placodermen wie *Gemuendina* (Abb. 14), Echinodermaten mit Seelilien, Seesternen (Abb. 15) und Schlangesternen, die teilweise gehäuft vorkamen, und Trilobiten wie z. B. *Chotecops* sowie weitere Arthropoden (BARTELS et al. 1998).

In der Eifel sind aus dem Oberdevon besonders die Riffkomplexe bekannt, die sehr fossilreich sind.

Bei einem Massensterben am Ende des Devons wurden viele marine Gruppen stark dezimiert, so starben 70–80 % der Tierarten aus, wie z. B. die Graptolithen und Tentakuliten.



Abb. 13. *Ichthyostega* (Rekonstruktion des ersten Vierfüßers), Grönland; Royal Tyrrell Museum of Palaeontology, Drumheller, Alberta, Kanada; Länge 100 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

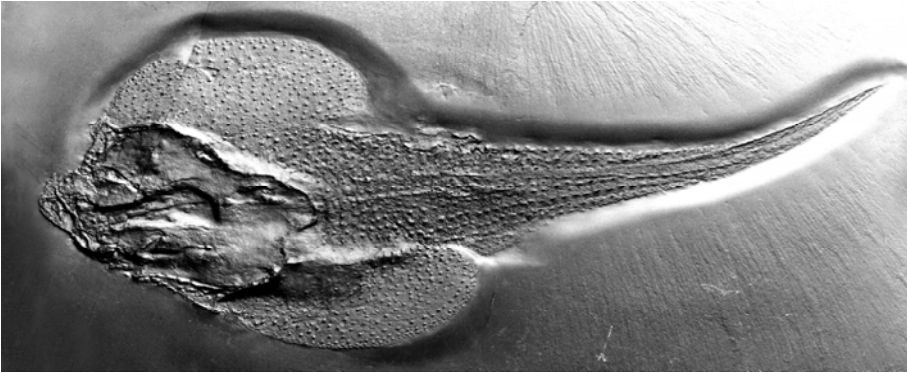


Abb. 14. Panzerfisch (*Gemündina stuetzi*), Bundenbach, Hunsrück, Deutschland; Länge 45 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

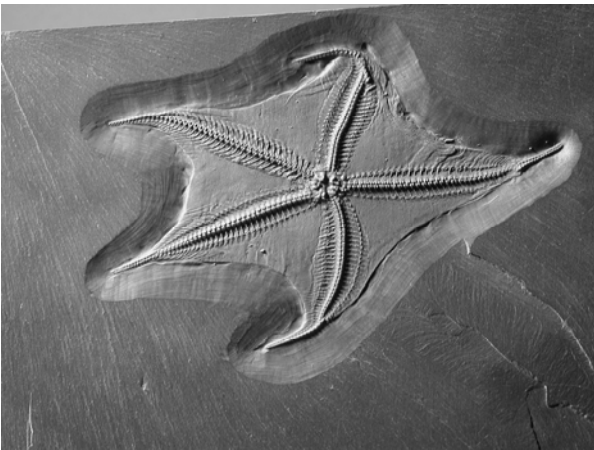


Abb. 15. Schlangensterne (*Loriolaster* sp.), Bundenbach, Hunsrück, Deutschland; Durchmesser 14 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz



Abb. 16. Urnetzflügler (*Homioptera vorhallensis*), Hagen-Vorhalle, Nordrhein-Westfalen, Deutschland; Westfälisches Museum für Naturkunde Münster; Länge 12 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Im Karbon vor 359–299 Millionen Jahren kam es zu einer weiteren Entfaltung der Amphibien. Echenartige Wirbeltiere (= Sauropsida) traten erstmalig auf. Reptilien kamen dagegen erst im späten Karbon erstmals vor und damit auch die ersten eierlegenden Organismen (= Amniota). Geflügelte Insekten (= Pterygota) eroberten im Karbon den Luftraum (Abb. 16). Im Laufe des Karbon erreichten die Insekten riesige Ausmaße,

wie die Urlibelle *Meganeura* mit bis zu 75 cm Flügelspannweite.

Aber auch die Foraminiferen oder Kammerlinge (= marine Einzeller) bildeten erstmals in der Erdgeschichte Großformen mit bis zu einigen Zentimeter langen Arten aus (ROTHE 2000).

Die Goniatiten breiteten sich weiter aus und es entstanden auch erste Belemniten (= tintenfischähnliche Kopffüßer), die ein längliches, spitz zulaufendes Innenskelett hatten. Sie bewegten sich so wie heutige Tintenfische nach dem Rückstoßprinzip in den Meeren fort. Die meisten Panzerfische (= Placodermen) starben aus.

In den Sumpflandschaften waren Lungenschnecken (= Pulmonata) und Hundertfüßer zu Hause. Die Festlandflora wuchs üppig mit großen Bäumen, die teils höher als 30 m wurden und mehr als 2 m Stammdurchmesser hatten. Insbesondere Bärlappgewächse, Baumfarne und Schachtelhalme (Abb. 17), Farnsamer und Cordaiten waren vertreten. Bei den Bärlappgewächsen waren *Lepidodendron* und *Sigillaria* zumeist auf die Sumpfgelände beschränkt (STANELY 1994). Der Samenfarne *Glossopteris* war weit verbreitet. Im Oberkarbon traten erste Samenpflanzen aus der Gruppe der Nacktsamer (= Gymnospermen) auf. Dokumen-



Abb. 17. Schachtelhalmgewächs (*Calamites*), Sulzbach, Saarland, Deutschland; Länge 21 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

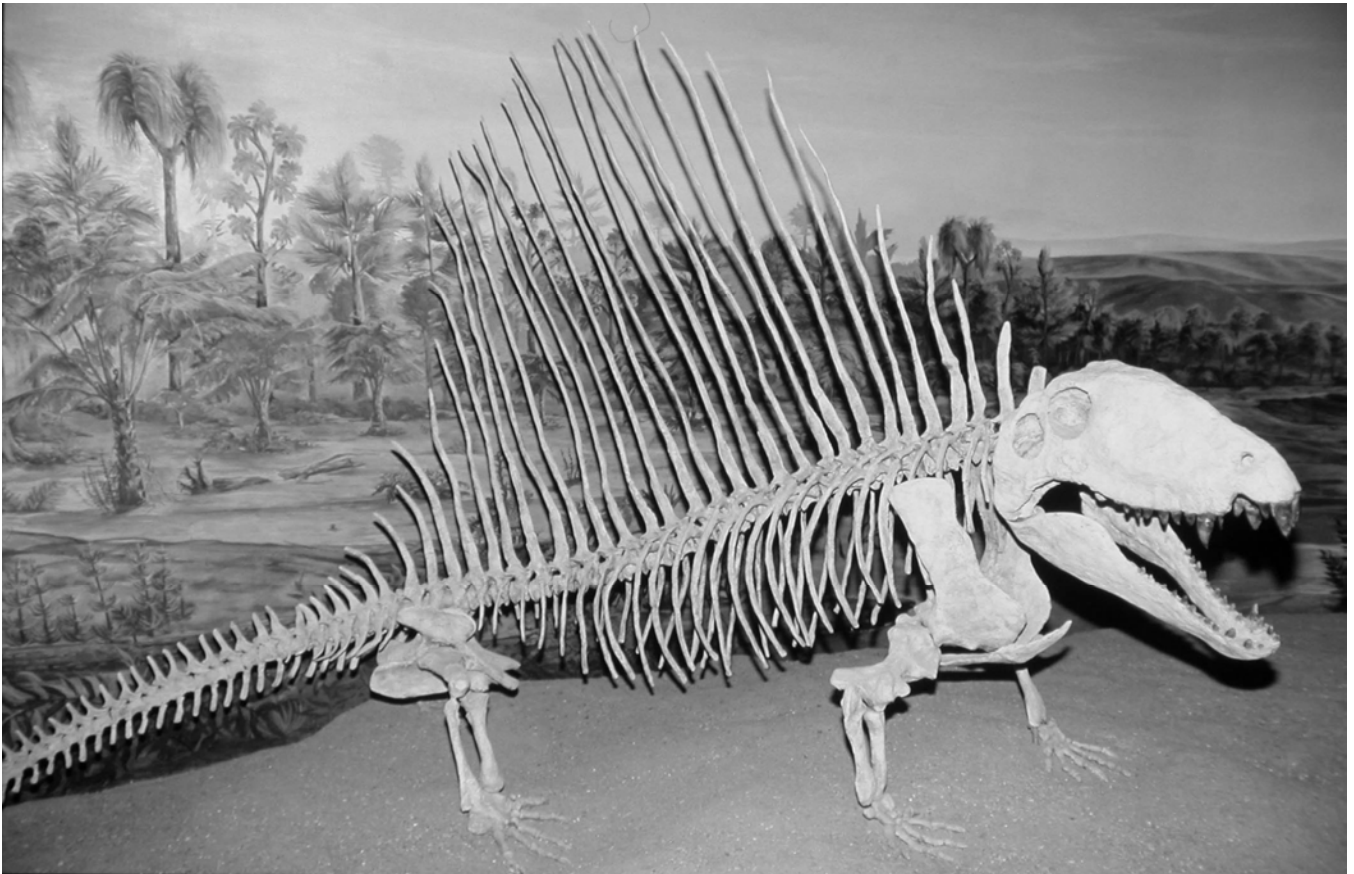


Abb. 18. *Dimetrodon*, Nordamerika; Royal Tyrrell Museum of Palaeontology, Drumheller, Alberta, Kanada; Länge 3,5 m, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

tiert sind diese pflanzlichen Funde besonders in den Steinkohleschichten der Ruhrkohle.

Im Perm vor 299–251 Millionen Jahren entfalteten sich Reptilien und Amphibien weiter, letztere erreichten zudem große Körperausmaße. Die Sauropsiden dominierten auf dem Festland. *Dimetrodon*, ein säugetierähnliches Reptil, wurde ca. 2 m groß (Abb. 18). Ab dem mittleren Perm entwickelten sich die Therapsiden als Vorfahren der Säugetiere, die die Beine senkrecht unter dem Körper angeordnet hatten (STANLEY 1994). Das Saar-Nahe-Gebiet war ein großer Seen-Lebensraum mit einem wüstenhaften Klima. In diesen Süßwasserseen schwammen zahlreiche Fische. Im Uferbereich lebten Dachschildlurche, die Vorfahren unserer heutigen Amphibien sind (Abb. 19).

Im Meer aber dominierten Brachiopoden und Kochenfische (Abb. 20). Bei den Insekten entwickelten sich Käfer (= Coleoptera), Hautflügler (= Hymenoptera) und Schmetterlinge (= Lepidoptera).

In den Wäldern wurden Nadelhölzer als Vertreter der Gymnospermen häufiger und die Samenpflanzen setzten sich gegen die Sporenpflanzen durch.

Beim größten Massenaussterben der Erdgeschichte am Ende des Perms verschwanden 90 % aller vorhandenen Lebewesen, fast alle Meeresorganismen, sowie die Mehrheit der Landtiere starben aus. Die Trilobiten, Goniatiten, Eurypoteriden und Tetrakorallen starben aus, viele andere Gruppen überleben nur mit wenigen Arten.



Abb. 19. *Urlurch (Sclerocephalus (Rehbornia) weissmanni)*, Rehborn, Rheinland-Pfalz, Deutschland; Länge 90 cm.

Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Literatur:

- BARTELS, C., BRIGGS, D.E.G. & BRASSEL, G. (1998): The fossils of the Hunsrück Slate.– 309 S.; Cambridge (University Press).
- BRADDY, S.J., POSCHMANN, M., TETLIE, O.G. (2008): Giant claw reveals the largest ever arthropod.– *Biology letters* 4, 1: 106–109.
- KIESSLING, W. (2007): Vom Werden und Vergehen des Lebens.– in: GLAUBRECHT, M., KINITZ, A. & MOLDRZYK, U.: *Als das Leben laufen lernte*. S. 100–116; München, Berlin, London, New York (Prestel).

REDECKER, D., KODNER, R. & GRAHAM, L.E. (2000): Glomalean fungi from the Ordovician.– Science 289: 1920–1921.

ROTHER, P. (2000): Erdgeschichte – Spurensuche im Gestein.– 240 S., Darmstadt (WBG).

SELDEN, A. & NUDDS, J. (2007): Fenster zur Evolution.– 160 S., München (Spektrum, Elsevier).

STANLEY, S.M. (1994): Historische Geologie.– 632 S., Heidelberg, Berlin, Oxford (Spektrum).

WELTER-SCHULTES, F.W. & KRÄTZNER, R. (2006): Lebendiger Planet – 4600 Millionen Jahre auf einen Blick. 3. Auflage, 1–36, Planet Poster Edition, Göttingen.

Adresse der Autorin: Dr. habil. Kirsten I. GRIMM, Naturhistorisches Museum/Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Mainz, Reichklarastr. 10, 55116 Mainz

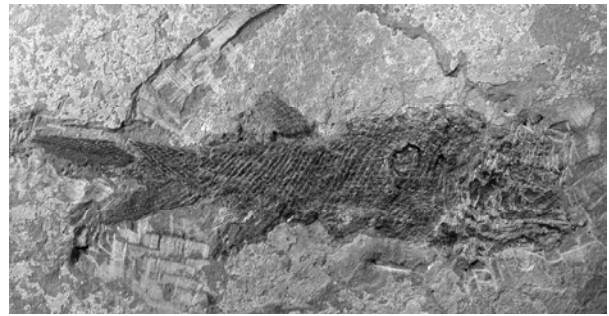


Abb. 20. *Fisch (Paramblypterus duvernoi), Niedernhausen/Appel, Rheinland-Pfalz, Deutschland; Länge 12 cm.*

Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Was ist eigentlich ...

...Leben?

-sps- Diese Frage kann man sicherlich vielen Fachleuten aus den unterschiedlichsten Richtungen, von der Philosophie über die Theologie bis hin zur Psychologie und von der Ökonomie bis zur Juristerei stellen. Diese Frage hat aber auch und vor allem eine naturwissenschaftliche Antwort. Um diese soll es in den folgenden Zeilen gehen.

Ganz einfach erscheint zunächst die Antwort, was Lebewesen sind: Tiere zum Beispiel, aber auch Pflanzen. Es gibt einzellige Lebewesen, beispielsweise die Bakterien, und es gibt sehr komplexe Lebewesen, der Mensch ist hier nur ein Beispiel. Ihnen allen gemeinsam ist, dass sie einen Stoffwechsel haben. Sie nehmen Substanzen auf, verarbeiten sie in ihren Zellen und scheiden die Abfallprodukte dieses Vorganges wieder aus. Darüber hinaus reagieren Lebewesen auf Reize aus der Umwelt: Bäume verfärben und verlieren ihre Blätter, wenn es im Herbst kalt wird, die Katze zieht sich an den Ofen zurück und der Mensch eine warme Jacke an. Jeder weiß aus Erfahrung, dass gesunde Lebewesen – zumindest über eine gewisse Zeitspanne ihres Lebens – wachsen.

Im Detail wird es jedoch komplizierter: Jede Zelle, die eines Einzellers ebenso wie die eines komplexen Lebewesens, enthält einen komplizierten Bauplan und ist in der Lage, sich selbst zu reproduzieren, indem sie sich teilt. Solche Zellen sind dabei erstaunlich ähnlich, auch wenn sie sich in verschiedenen Lebewesen befinden. Pflanzenzellen bestehen grundsätzlich aus einer Zellwand und Tierzellen wie auch menschliche Zellen aus einer Zellmembran, die die Zelle von ihrer Außenwelt trennt. Im Inneren der Zelle ist der Zellkern der wichtigste Träger der DNA, der Erbinformation. In Ribosomen werden Proteine hergestellt und im Golgi-Apparat weiter verarbeitet. Die Mitochon-

drien sind die Energielieferanten der Zelle. Jede Zelle enthält in ihrem Zellkern die so genannte DNA und RNA. Das ist eine Abkürzung für Desoxyribonucleinsäure und Ribonucleinsäure. Die DNA wird durch spezielle Enzymsysteme verdoppelt. Gene können abgelesen und die Information über die RNA zu den Ribosomen weitergegeben werden. RNA-basierte Zellen finden sich heute noch in einigen Viren. Ansonsten hat sich die Weitergabe der Erbinformation über DNA durchgesetzt. DNA besteht aus einer Doppelspirale, die man sich vorstellen kann wie zwei umeinander geschlungene Bänder, die jedoch aufeinander zu zeigende „Zacken“ haben. Diese „Zacken“ sind die Basen Adenin, Guanin, Thymin und Cytosin. Jede der Basen kann dabei genau einer anderen gegenüberliegen, nämlich Thymin und Adenin sowie Cytosin und Guanin. Wenn die Information der Zelle verdoppelt wird, löst sich die Spirale und an jede frei gewordene Hälfte wird ein neues Gegenstück angebaut. Dadurch, dass die Basen nur an jeweils eine andere Base passen, entstehen so aus den beiden Hälften zwei genau gleiche, neue Doppelspiralen. Teilt sich nun die Zelle, gelangt in jede neue Zelle eine der Doppelspiralen.

Die Zelle enthält somit nicht nur die Erbinformation, sondern die Natur der DNA bestimmt auch, welche Funktion die Zelle hat. Je komplizierter ein Lebewesen gebaut ist, desto mehr Informationen enthält eine DNA. Das menschliche Erbgut beispielsweise besteht aus drei Milliarden Basen. Als Gen bezeichnet man dabei einen sehr kleinen Teil einer DNA-Spirale, die eine bestimmte Information enthält. Es gibt jedoch auch DNA, die keine Informationen über Zellfunktionen enthält. Die gesamte Erbinformation eines Organismus besteht aus DNA-Sequenzen, solche, die Informationen über Zellfunktionen enthalten und solche, die das nicht tun. Zusammen bezeichnet man sie als Genom.