

Das Paläozoikum – ein Überblick

Darius Nau

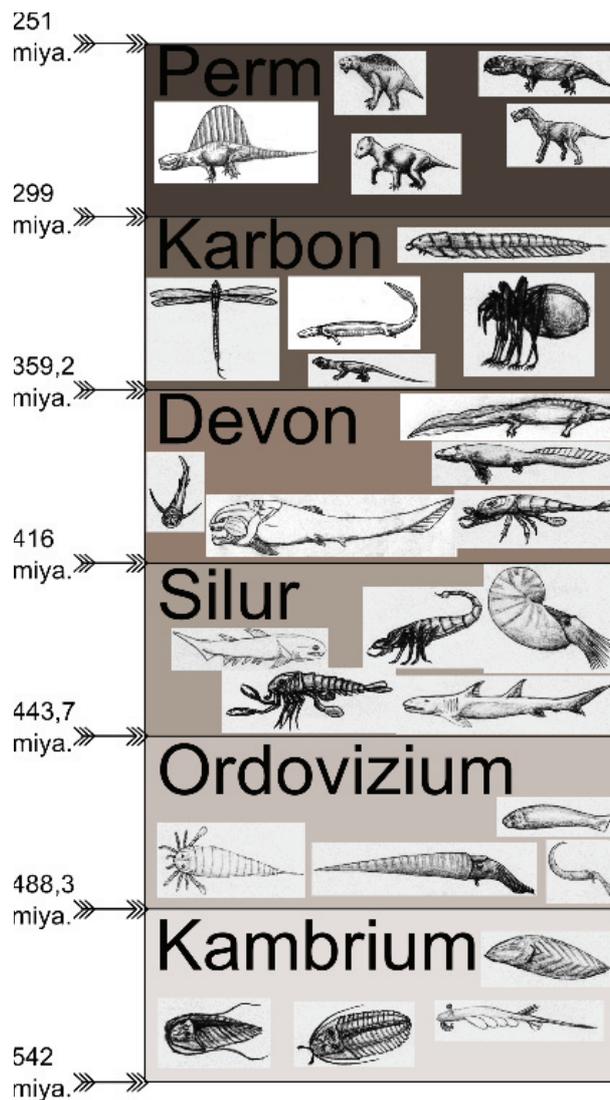
Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	2
1.1 Zeittafel	2
1.2 Stammbaum der Vielzelligen Tiere	3
2 Das Kambrium	4
2.1 Arthropoden	4
2.1.1 Trilobiten	4
2.1.2 Predatoren aus dem Stamm der Arthropoden	5
2.1.3 Systematik der Arthropoden	6
2.2 Frühe Wirbeltiere	6
2.2.1 Systematik der Chordatiere	7
2.3 Weichtiere	7
2.3.1 Cephalopoda	7
2.3.2 Systematik der Kopffüßer	8
2.4 Stachelhäuter	8
3 Das Ordovizium	8
3.1 Weiterentwicklung der Wirbeltiere	9
3.2 Weiterentwicklung der Arthropoden	10
3.3 Weiterentwicklung der Cephalopoden	10
3.4 Neue Gruppen der Wirbellosen	11
3.5 Erste Moose	11
4 Das Silur	12
4.1 Wirbeltiere	12
4.2 Cephalopoden	13
4.3 Arthropoden	13
5 Das Devon	14
5.1 Das Leben im Wasser	15
5.1.1 Wirbellose	15
5.1.2 Wirbeltiere	16
5.2 Das Leben an Land	17
5.2.1 Wirbellose	17
5.2.2 Wirbeltiere	17
5.2.3 Systematik der Tetrapoden	18
6 Das Karbon	18
6.1 Das Leben im Meer	19
6.2 Tetrapoden	19
6.3 Landarthropoden	20
7 Das Perm	20
7.1 Amniota	21
7.2 Andere Lebewesen	23
7.3 Das Ende des Palaeozoikums	23

1 Allgemeines

Nach der vorangegangenen Äone¹ des Präkambriums begann die Ära des Palaeozoikums. Nachdem Erde vor 4,8 mia.J. entstanden war, kühlte die glühende Gaswolke, die später unser blauer Planet werden sollte, Stück für Stück ab und verfestigte sich. Unmengen des im Gestein enthaltenen Wassers bildeten Wolken, die den Planeten für ungefähr 200 000 Jahre mit Regenschauern überschütteten. Dadurch verfestigte sich die Erdoberfläche und kühlte vollends ab. Das Wasser sammelte sich in den Vertiefungen der Erdoberfläche. Vor ca. 3 mia.J. bildeten sich aus organischen Partikeln die ersten DNS-Stränge und schließlich die ersten Einzeller. Diese schlossen sich im Laufe der Evolution zu Zellkolonien zusammen aus denen schließlich die vielzelligen Lebewesen hervorgingen. Vor etwa 1 mia.J. traten diese Lebensformen, die ersten Pflanzen und Tiere, auf. Damals entstanden als erste Tierischen Organismen wie Schwämme und Quallen, etwas später einfache Würmer. Als das Palaeozoikum vor 542 mio. J. begann, lebten im Meer zahlreiche, aber kleine und meist versteckte Lebensformen.

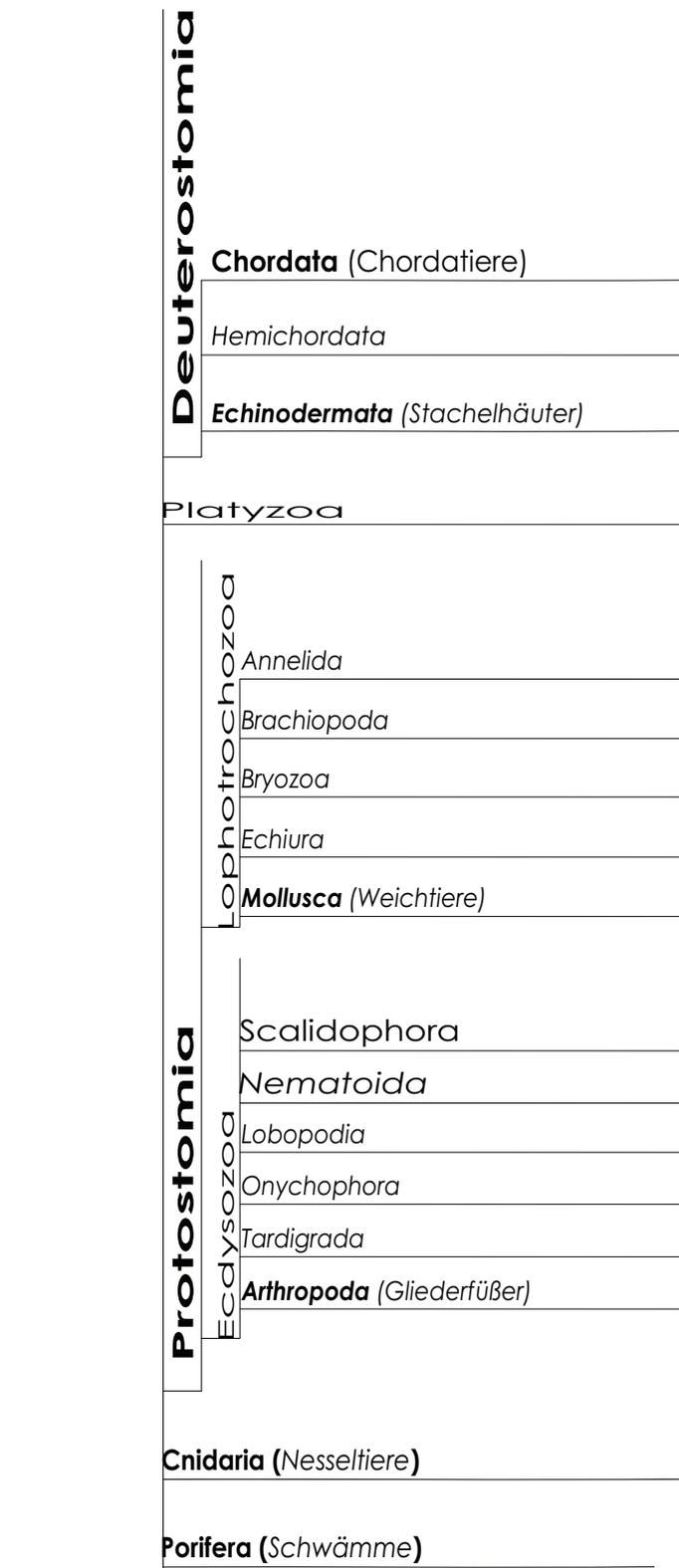
1.1 Zeittafel



Diese Zeittafel zeigt von unten nach oben den chronologischen Verlauf des Palaeozoikums

¹Ein übergeordnetes Zeitalter, in einer Äone können sich mehrere Äras (also z. B. das Palaeozoikum) befinden. Das Palaeozoikum ist zum Beispiel Teil der Äone des Phanerozoikums

1.2 Stammbaum der Vielzelligen Tiere



Dies ist ein Stammbaum der aller vielzelligen Tiere, im weiteren Verlauf wichtige Gruppen sind hervorgehoben

2 Das Kambrium

542-488 mio. J. v. h.

Das Kambrium war eine Periode bemerkenswerter Entwicklungen: Das Leben in den flachen Meeren dieser Zeit explodierte regelrecht. Neben den im Folgenden beschriebenen Kreaturen existierten damals Schwämme, Meereswürmer, Quallen sowie Algen in verschiedenen Formen und Kleinstlebewesen, von denen sich andere Lebewesen ernährten. Das Land war hingegen gänzlich unbesiedelt, lediglich an Felsklippen hingen Algenmatten, welche sich bei Ebbe kurzzeitig außerhalb des Wassers befanden.



Der Meeresrund des Kambriums

2.1 Arthropoden

Die Arthropoden sind ein Stamm von Tieren, die seit dem Kambrium existieren. Sie stammten vermutlich von einem frühen Tier namens Spriggina ab. Alle Arthropoden haben einen mehr oder weniger ausgeprägten Chitinpanzer. Da diese Hülle starr ist, muss sie, um Bewegungen zu ermöglichen gegliedert sein. Arthropoden haben an den Gelenkstellen eine elastische Haut.



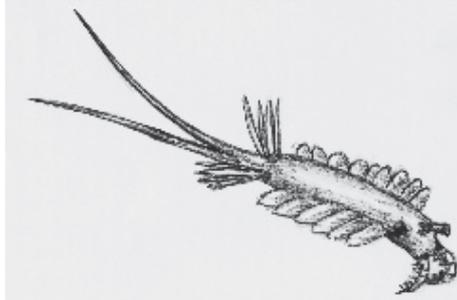
Spriggina

2.1.1 Trilobiten

Die Trilobiten waren eine meist bodenbewohnende Unterklasse der Gliederfüßer (Arthropoden), von denen auch unsere heutigen Insekten und Spinnen abstammen. Trilobiten, was soviel wie Dreilapper bedeutet, waren Asselähnliche, gepanzerte Kreaturen. Sie bestanden aus einem Kopfschild, einem Rückenschild und einem Schwanzschild, daher der Name. Trilobiten ernährten sich vor allem von Kleinstlebewesen und Aas, sie waren ein wichtiger Teil des kambrischen Ökosystems, für größere Predatoren waren sie Beute, kleinere Tiere, auch andere Trilobiten fraßen tote Dreilapper. Diese Arthropoden wurden von wenigen Millimetern bis zu 1m lang. Sie besaßen hervorstehende Augen und Fühler, bewegten sich mit ihren vielen Beinen über den Meeresgrund und waren mit einem gegliederten Panzer geschützt.

2.1.2 Predatoren aus dem Stamm der Arthropoden

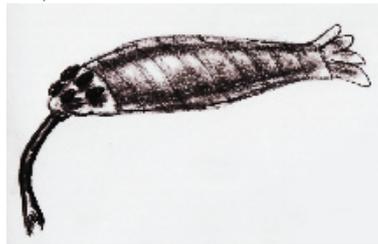
Als Trilobiten den Meeresgrund bevölkerten, begann auch die Ära der Predatoren. Erstmals entwickelten sich aktive Jäger, die ihre Beute selber aufspürten und töteten. Unter den Arthropoden war *Anomalocaris* einer der Größten (Er erreichte eine Länge von bis zu 2m, blieb allerdings meistens kleiner.). Entlang seines Körpers besaß er Reihen von Platten, die er vermutlich zum Schwimmen verwendete. *Anomalocaris* jagte wahrscheinlich im Flachwasser nach Trilobiten, deren Panzerung er mit seinen bizarren Mundwerkzeugen knackte. Seine kladistische Einordnung ist nicht geklärt, er könnte ein Arthropode oder ein primitiverer Verwandter dieser Tiere gewesen sein. Auch möglich ist eine Verwandtschaft mit den Stummelfüßern. Andere Beutegreifer waren garnelenähnliche Tiere von 40cm Länge, vermutlich Vorgänger der Krustentiere.



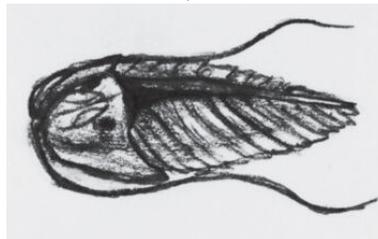
Anomalocaris



Laggania, ein Verwandter von Anomalocaris



Opabinia, ein seltsamer Meeresbewohner, dessen kladistische Stellung ungeklärt ist



Ein typischer Trilobit

2.1.3 Systematik der Arthropoden

↳ Arthropoda

- ↳ Trilobita (Trilobiten)
- ↳ *Anomalocaris (und Verwandte)*²
- ↳ Crustacea (Krustentiere)
- ↳ Eurypterida (Seeskorpione)
- ↳ Arachnida (Spinnentiere)
 - ↳ Aranea (Spinnen)
 - ↳ Scorpionidae (Skorpione)
 - ↳ Milben
 - ↳ Zecken
- ↳ Tracheata (Tracheentiere)
 - ↳ Insecta (Insecten)
 - ↳ Myriopoda (Hundertfüßer)
 - ↳ Diplopoda (Doppelfüßer)

2.2 Frühe Wirbeltiere

Gegen Mitte des Kambriums trat ein Tier namens *Pikaia* auf. Es besaß einen flexiblen Stützstab, Nothochord, den Vorgänger der Wirbelsäule in seinem Körper. Anders als seine Zeitgenossen, von denen die meisten einen spröden Panzer aus Chitin besaßen, war *Pikaia* deshalb sehr beweglich. Noch heute leben ähnliche Tiere. Zur selben Zeit existierte ein Tier namens *Haikouella*, welches *Pikaia* ähnelte, und sicherlich mit diesem gemeinsame Vorfahren teilte, wobei *Pikaia* eine konservative Seitenlinie darstellte deren Nachfahren noch heute in ähnlicher Form leben, aber *Haikouella* war höher entwickelt und besaß schon ein komplexes Gehirn, einen primitiven Schädel und Augen. Aus diesen Anfängen entstand *Haikouichtys*, ein fischartiges, frühes, echtes Wirbeltier (Vertebrata). *Haikouichtys* war lediglich 2,5cm lang und besaß eine Wirbelsäule die nun aus einzelnen miteinander verbundenen Wirbelknochen bestand. Er ist vermutlich der Urahn aller anderen Wirbeltiere. Wahrscheinlich ernährten sich *Haikouichtys* und auch *Haikouella* von Plankton oder toten Meerestieren.



Pikaia



Haikouella



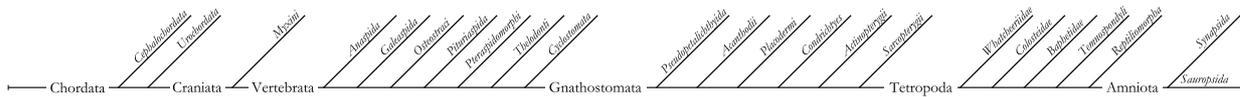
Haikouichtys

²Die systematische Stellung von *Anomalocaris* ist umstritten, diese Darstellung geht von einer Klassifikation als Arthropode aus

2.2.1 Systematik der Chordatiere

↳ Chordata

- ↳ Cephalochordata (z.B. Pikaia, und das heutige Lanzettfischchen, eine primitive Seitenlinie der Chordatiere)
- ↳ Urochordata³
- ↳ Craniata (alle Chordatiere die einen Schädel besitzen)
 - ↳ Myxini (Schleimaale, eine primitive Gruppe der Chordatiere die bis heute überlebten)
 - ↳ Vertebrata (Wirbeltiere, echte Wirbelsäule der früheste bekannte Vertreter ist Haikouichtys)



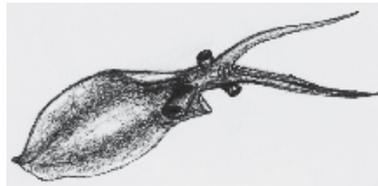
Alternative Darstellung

2.3 Weichtiere

Die Weichtiere (Lat. Mollusca) sind eine Gruppe von Tieren zu der die Kopffüßer, die Muscheln und Schnecken sowie einige unbekanntere Klassen gehören. Weichtiere haben einen weichen Körper, der normalerweise nur wenige Hartteile besitzt. Ausnahmen sind die Gehäuse von Schnecken, Nautiloiden und Muscheln und der Schulp der Tintenfische. Die ersten Weichtiere die entstanden waren Schnecken die vermutlich frei schwammen. Auch die Muscheln entwickelten sich im Kambrium.

2.3.1 Cephalopoda

Im späten Kambrium entstanden auch erstmals Kopffüßer (Cephalopoda). Im mittleren Kambrium traten diese Tiere als nur wenige Zentimeter lange Weichtiere mit nur zwei Fangarmen, die vermutlich von schneckenartigen Vorfahren abstammten auf. Diese sehr frühen Kopffüßer besaßen noch keine Hartteile. Nach ihren Anfängen setzten sich erst einmal die Nautiloiden, Cephalopoden mit einer Schale, durch. Erst bei späteren Gruppen lagerte sich dieses Gehäuse wieder in den Körper ein und wurde zum Schulp⁴.



Nectocaris, der früheste Vorfahre der Cephalopoden

³Seescheiden sind als ausgewachsene Tiere fest im Boden verankert und filtern Nahrung aus dem Wasser, ihre freischwimmenden Larven jedoch besitzen einen Stützstab der der Wirbelsäule ähnelt.

⁴der Schulp ist ein kalkiges Innenskelet der meisten Kopffüßer

2.3.2 Systematik der Kopffüßer

↘ Cephalopoda

- ↘ Nautiloidea (Nautiloiden)
- ↘ Ammonoitoidea (Ammoniten)
- ↘ Bellemnitoidea (Bellemniten)
- ↘ Decabrachia (Zehnarmige Tintenfische)
 - ↘ Theutida (Kalmare)
 - ↘ Sepiidae (Sepien)
 - ↘ Spirulida (Posthörnchen)
 - ↘ Sepiolida (Zwertintenfische)
- ↘ Octopoda (Krakenartige)

2.4 Stachelhäuter

Die Stachelhäuter (Echinodermata) sind der Stamm der Seesterne, Seeigel, Seelilien, Haarsterne und Schlangensterne. Diese Gruppen besitzen alle eine mit größeren oder kleineren Stacheln gespickte Haut und eine sternförmige Körpersymmetrie, ansonsten unterscheiden sich die Tiere im Körperbau enorm. Die Seelilien, pflanzenartig anmutende, festgewachsene Stachelhäuter, sind seit dem frühen Kambrium nachgewiesen. Damit sind sie die ersten Vertreter dieser Gruppe.

3 Das Ordovizium

488,3–443,7 mio. J. v. h.

Das Ordovizium war eine Epoche voller evolutionärer Fortschritte, die sich im späteren Verlauf der Erdgeschichte als wichtig erwiesen, wenn auch nicht so viele neue Gruppen auftauchten wie im Kambrium. Das Ordovizium war die Blütezeit der Nautiloiden sowie der Trilobiten, in den damaligen Meeren waren diese Tieren extrem häufig. Am Ende des Ordoviziums kühlte sich die Erde stark ab, was zu einem Massensterben und starken Umweltveränderungen führte.



Ein Riff des Ordoviziums

3.1 Weiterentwicklung der Wirbeltiere

Die Fischartigen Wirbeltiere, deren Entwicklung bis ins im Kambrium zurückgeht, wurden etwas größer. Ein typischer Fisch dieser Zeit war *Astraspis*. Zwar hatten diese Tiere noch immer keine Kiefer, doch ihr Schädelknochen waren bereits stärker ausgeprägt als die hauptsächlich aus verknöcherten Kiemenbögen bestehenden Schädel der ersten Fische. Der Schwanz dieser Tiere lief flossenartig aus, Brust-, Rücken- oder Bauchflossen entstanden jedoch erst später, etwa zeitgleich mit den ersten Kiefern.



Astraspis



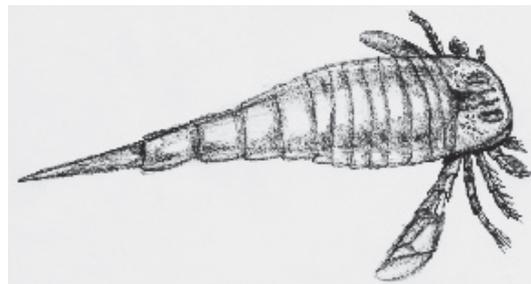
Sacambaspis



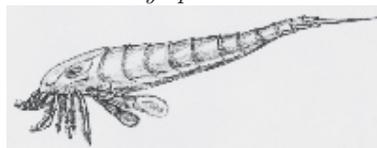
Arandaspis

3.2 Weiterentwicklung der Arthropoden

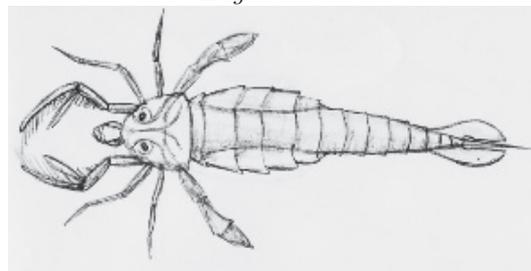
Im Ordovizium entwickelten sich neue Formen von Arthropoden, von denen einige das Palaeozoikum entscheidend prägen sollten. Zu den dominanten Predatoren dieser Epoche gehörten die Seeskorpione (Eurypteriden). Sie hatten 6-7 Gliedmaßenpaare, von denen die Vorderen mit scherenartigen Anhängseln bestückt waren. Mit diesen Waffen konnten sie Beute zerstückeln. Der Körper war in einen Kopfschild, das Prosoma, and dem die Gliedmaßen ansetzten, und einen gegliederten Schwanz, das Opistosoma, aufgeteilt. Frühe Formen besaßen am Ende des Opistosomas einen langen, geraden Stachel, das Telson, bei späteren und spezialisierteren Spezies war dieses meist in ein ein abgeflachtes Paddel umgewandelt. Die meisten dieser Arthropoden hatten ein zu Ruderfüßen umgebildetes letztes Gliedmaßenpaar, bei einigen wenigen jedoch waren diese Gliedmaßen zu langen Laufbeinen umgebildet. Während die frühen Formen der Eurypteriden noch recht schlank gebaute, schnelle, und wendige Schwimmer waren, waren die späteren Vertreter der Gruppe sehr massig und krabbelten wohl eher über den Meeresgrund. Man geht bei den Eurypteriden von Maximalgrößen bis zu 3m aus. Sie waren noch das gesamte restliche Palaeozoikum über vertreten. Als Fleischfresser waren sie höchst wahrscheinlich Fressfeinde der frühen Fische. Sie zählten zu den Toppredatoren ihrer Zeit, nur von den Riesenautiloiden wurden sie noch übertroffen. Am Ende des Ordoviziums lösten sie diese als Topjäger ab.



Tylopterella



Hughmilleria



Megalographus, ein über 1m langer Eurypteride des Ordoviziums

3.3 Weiterentwicklung der Cephalopoden

Im Ordovizium waren die Cephalopoden sehr erfolgreich. Aus dieser Gruppe stammen die Topräuber des Ordoviziums: die zu den Nautiloiden zählenden Orthoceriden. Die größten Vertreter dieser Gruppe waren bis zu 11m lang. Sie besaßen ein langes, kegelförmiges Außenskelett mit verschiedenen getrennten Kammern die mit Gas gefüllt waren. Über dem Kopf, der an der offenen Seite des Gehäuses ansetzte, befand sich eine Kappe die aus dem selben Material wie das Gehäuse bestand. Der Kopf lief in eine nicht belegte Anzahl von Tentakeln aus mit denen die räuberischen Nautiloiden ihre Beute packten und zur Mundöffnung, die zwischen den Tentakeln lag führten. Auf der unteren Seite des Kopfes, nahe dem Ansatz, befand sich eine kleine Röhre, aus der das Tier zuvor eingesaugtes Wasser ausstieß, um sich fortzubewegen. Die lange, gerade, Struktur des Gehäuses eignete sich nicht um in großen Tiefen zu leben, sie wäre von dem dort herrschenden Druck gesprengt worden. Im Ordovizium begannen einige der geraden Nautiloiden damit sich einzurollen, am Ende der Epoche existierten schon zahlreiche Formen von vollständig gerollten Nautiloiden die die geraden Species langsam verdrängten.

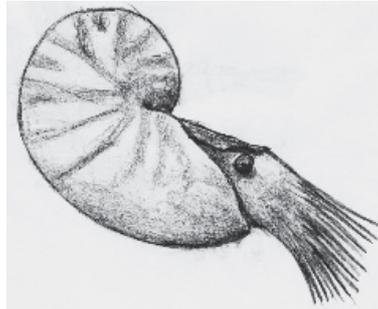
Als sich einige Arten mit geraden Schalen einzurollen begannen, lagerte auch eine Schwestergruppe die Schale in den Körper ein und bildete einen Schulp. Die ersten dieser neuen Gruppe von Kopffüßern, der *Tintenfische*⁵ waren die Bellemniten, wenig später entstanden auch die Kalmare. Kraken gibt es erst seit relativ kurzer Zeit. All diese Tiere waren zu Anfang noch sehr selten, die Nautiloiden dominierten. Am Ende des Ordoviziums wurden die Nautiloiden kleiner, da sich ihre Körperform nicht das kältere Klima eignete, die Eurypteriden entwickelten sich im nachfolgenden Silur zu den Topjägern.



Ein gerader Nautiloide, auch bekannt als Orthoceride



Ein halb eingerollter Nautiloide



Ein eingerollter Nautiloide

3.4 Neue Gruppen der Wirbellosen

Im Ordovizium traten die Korallen sowie die Graptolithen, eine Polypengruppe, auf. Erstmals entstanden Korallenriffe, die von zahlreichen marinen Lebewesen bevölkert wurden. Man geht davon aus, dass sowohl die Seeskorpione als auch die geraden Nautiloiden hauptsächlich im flachen Wasser der Riffe lebten und die zahlreichen anderen Tiere, die dort ebenfalls lebten, fraßen. Seit dem Ordovizium gibt es auch Seesterne und Seeigel.

3.5 Erste Moose

Im Gegensatz zum Meer war das Land bis zu dieser Zeit öde und leer, doch im Ordovizium wurde der wichtigste Schritt in der Evolution der Landlebewesen getan: Zum ersten Mal kamen einfache Moose, die aus Algen, die an Felsklippen wuchsen entstanden, an Land. Daher bildete sich nun eine Erdschicht, die immer dicker wurde und nach einiger Zeit auch anderen Pflanzen den Schritt auf das Land ermöglichte.

⁵Tintenfische nennt man alle Arten von Cephalopoden die keine äußere Schale haben, zu ihnen gehören die Zehnamigen Tintenfische (Kalmare, Sepien, usw.), die Bellemniten und die Octopoda (achtarmige Tintenfische: Kraken und ihre Verwandten)

4 Das Silur

443,7-416 mio. J. v. h.



Das Meer des Silurs

Nach dem end-ordovizischen Massensterben hatte sich das Leben im Silur wieder erholt. Aufgrund der Klimaveränderungen waren die Nautiloiden kleiner und seltener geworden, die Eurypteriden hingegen hatten sich zu den Spitzenpredatoren aufgeschwungen. Im Meer und an Land begannen nun tiefgreifende Veränderungen, die die Welt ein weiter auf dem Weg zu unserer heutigen brachten.

4.1 Wirbeltiere

Im Silur machten die Wirbeltiere den wohl wichtigsten Schritt in ihrer gesamten Evolution: Erstmals entwickelten sich Kiefer. Die Kiefer entstanden aus modifizierten Kiemenbögen, aus denen auch schon der Schädelknochen entstand, und erlaubten es erstmals, sich von größerer Nahrung zu ernähren. Mussten sie früher warten bis etwas in der richtigen Größe vorbeitrieb um es einzusaugen, so konnten sie nun auch Tiere und Pflanzen verzehren, die nicht in einem Stück in ihr Maul passten. Dadurch brachten die Wirbeltiere im Silur erstmals Beutegreifer hervor. Eine der ersten Gruppen von kiefertragenden Vertebrata waren die Acanthodii, zu denen auch *Climatius* gehört. Alle Wirbeltiere mit Kiefern bezeichnet man als Kiefernmäuler (Gnathostomata). Am Ende des Silurs entstanden noch andere Gruppen dieser Fische. Die Placodermen (Panzerfische) waren die ersten Topräuber unter den Wirbeltieren. Sie dominierten im auf das Silur folgende Devon die Meere. Am Ende des Silurs bildeten einige Fische⁶ ein Skellet aus Knorpel aus, das sie beweglicher machte; die sogenannten Knorpelfische sind die übergeordnete Gruppe der Haie und Rochen. Einer der am besten bekannten frühen Knorpelfische war *Cladoselepe* aus dem Devon. Von den allerersten Knorpelfischen ist nicht mehr bekannt als ein paar Schuppen und Zähne. Möglicherweise hatten einige kieferlose Fische bereits im Ordovizium, unabhängig von den späteren

⁶Die Fische sind inzwischen ein nur noch umgangssprachlich verwendeter Begriff, sie setzen sich aus verschiedenen Gruppen zusammen, die miteinander nicht denselben Vorfahren teilen sondern sich im Laufe der Evolution abspalteten. Der Einfachheit halber verwendete dieser Artikel den Begriff für die Aquatischen, noch nicht zu den Tetrapoden Zählenden Wirbeltiere

Gruppen, ein Knorpelskelet entwickelt. Trotz der raschen Evolution der Kiefermäuler waren nach wie vor viele Kieferlose in den Meeren zu finden.

— siehe auch: *Systematik der Chordatiere auf Seite 7*



Climatius, ein früher, kiefertragender Fisch



Brindabellaspis, einer der ersten Placodermi



Dolidus, der älteste Hai von dem ein komplettes Exemplar gefunden wurde



So sahen vermutlich die ersten Haie aus



Cepherlaspis, ein kieferloser Fisch des Silur

4.2 Cephalopoden

Nach dem end-ordovizischen Massensterben wurden die Nautiloiden kleiner und es dominierten nun eingerollte Arten, da die Tiere mit dieser Form deutlich wendiger schwimmen konnten als mit einem langen und geraden Gehäuse. Diese gerollten Nautiloiden waren sehr erfolgreich, während ihre geraden Verwandten immer seltener wurden, und existieren heute noch. Cephalopoden ohne Schale waren noch immer selten.

4.3 Arthropoden

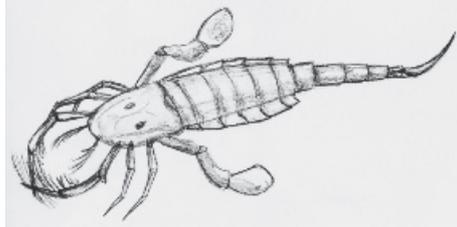
Im Silur wurden die Seeskorpione die Toppredatoren, denn sie hatten das Massensterben am Ende des Ordoviziums im Gegensatz zu den großen Cephalopoden gut überstanden und konnten die freigewordene evolutionäre Nische der Nautiloiden einnehmen. Die Seeskorpione bildeten nun eine große Vielfalt an Arten aus, von nur 20cm langen Spezies bis hin zu 3m langen Riesen. Einigen Arten wurden massiger und lebten wohl eher am Meeresgrund als im freien Masser, andere behielten die stromlinienförmige Körperform ihrer Vorfahren und waren gute Schwimmer die ihrer Beute nachjagten. Als im Silur erstmals eine dichtere Vegetation an Land existierte kamen auch Tiere auf das Trockene. Die ersten Landtiere waren Tausendfüßer, Skorpione⁷ und

⁷In diesem Falle sind echte Skorpione gemeint, sie gehören zu den Spinnentieren und nicht zu den Eurypteriden (einer Schwestergruppe der Spinnentiere).

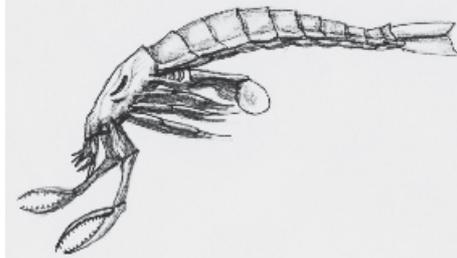
Spinnen, mit dem ausgehenden Silur entstanden auch die ersten, noch flügellosen, Insekten.



Pterygotus war ein etwa 3m langer, am Boden lebender Seeskorpion



Mixopterus hingegen war ein guter Schwimmer

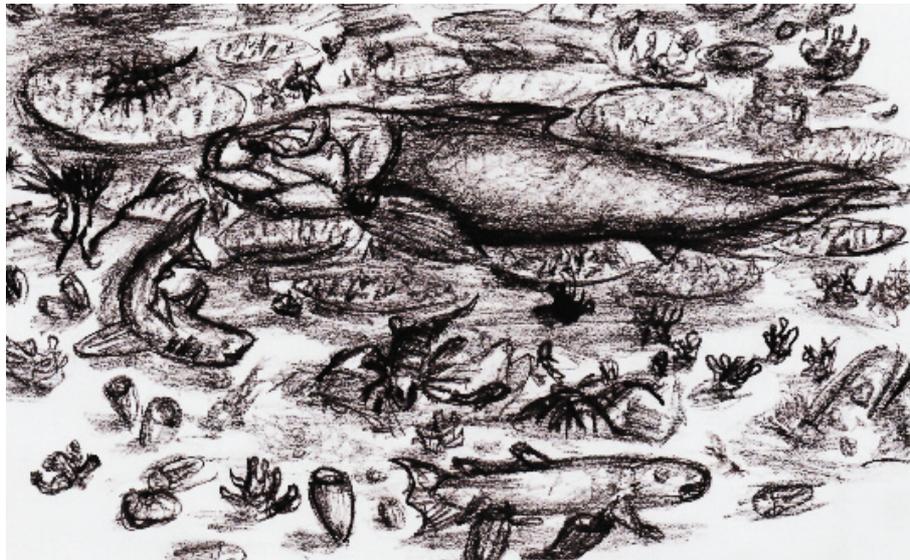


Slimonia ähnelte *Pterygotus*, war allerdings schlanker und schneller

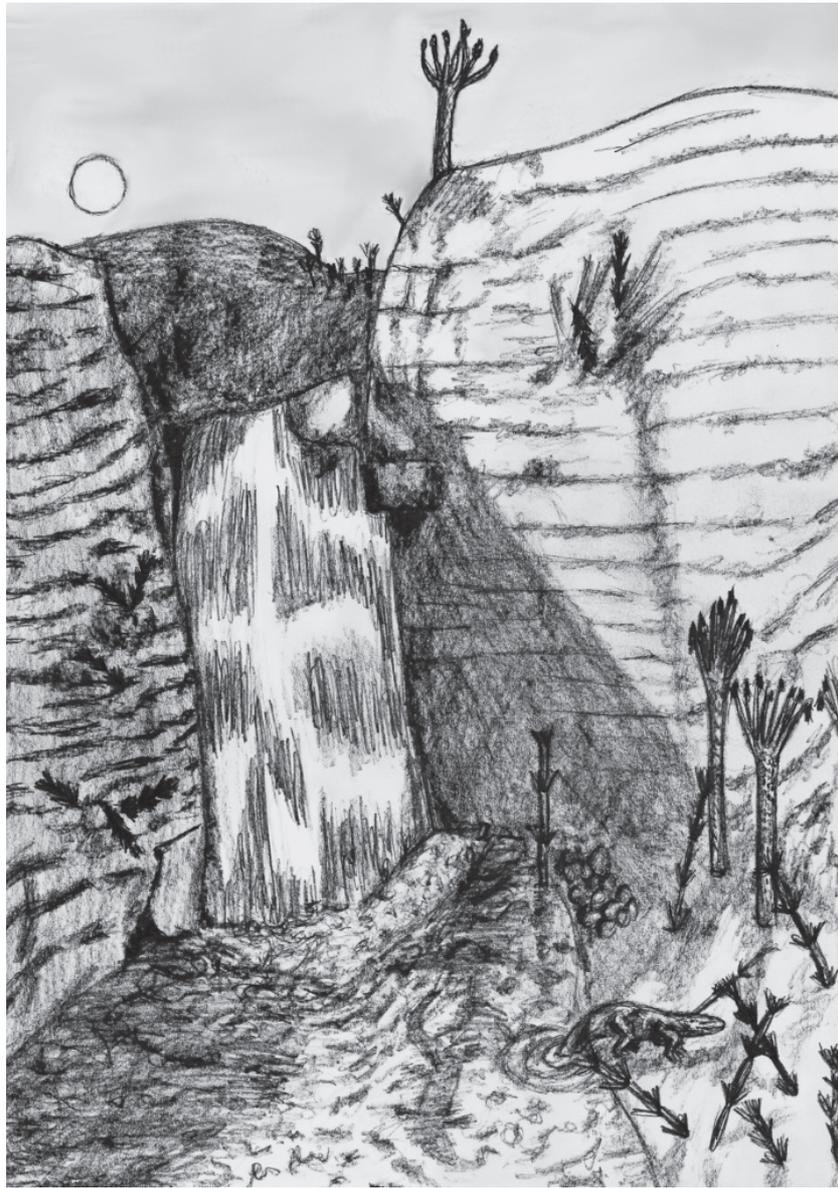
5 Das Devon

416-359,2 mio. J.v. h.

Das Devon war ein Zeitalter voller bedeutender Entwicklungen und evolutionärer Fortschritte. Das Land war erstmals großflächig von Pflanzen bedeckt. Das Wasser wurde nun von zahlreichen Fischarten dominiert. Am Ende des Devon kam es zu Klimaveränderungen die erneut Umwälzungen von Flora und Fauna bedeuteten.



Das Meer im Devon



Das Land im Devon

5.1 Das Leben im Wasser

In dieser Periode großer Vielfalt gab es in den Meeren viele verschiedene Fische und Wirbellosen, auch das Süßwasser war besiedelt.

5.1.1 Wirbellose

Nach dem Silur wurden die bisher dominanten Seeskorpione von großen Raubfischen verdrängt. Sie passten sich an und wurden kleiner und füllten die Nische von kleineren, bodenbewohnenden Predatoren. Die gerollten Nautiloiden waren noch immer häufig, während gerade Formen nur eine Nebenrolle spielten. Noch immer gab es kaum schalenlose Cephalopoden. Die bisher sehr erfolgreichen Trilobiten sollten am Ende des Devon größtenteils verschwinden und ihre Bedeutung verlieren.



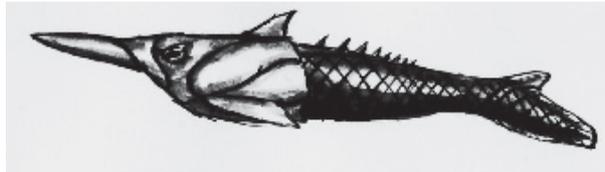
Jaekelopterus, einer der letzten großen, Seeskorpione



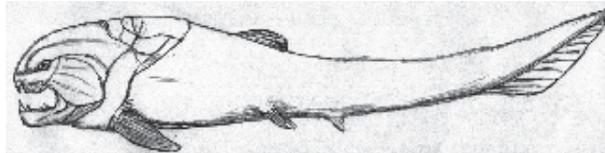
Stylonurus, ein an das Leben am Meeresgrund angepasster Eurypteride, der sich möglicherweise auch an Land fortbewegen konnte

5.1.2 Wirbeltiere

Im Devon wurde das Meer von einer Gruppe von Fischen, den Placodermen, die sich bereits im Silur entwickelt hatten, beherrscht. Diese kamen mit zahlreichen Spezies in den verschiedensten Habitaten vor. Im Meer wie im Süß- und Brackwasser waren sie weit verbreitet. Einigen Arten waren Planktonfresser, andere ernährten sich von Muscheln und Korallen, wieder andere waren riesige Predatoren die große Meeresorganismen fraßen. Auch Haie waren in devonischen Meeren bereits sehr häufig, erreichten aber nur etwa 2m Länge. Den wichtigsten evolutionären Schritt des Devon stellte jedoch die Entwicklung der Sarcopterygier (Fleischflosser), und insbesondere ihrer Schwestergruppe, der Tetrapoden, dar. Noch lebende Fleischflosser sind zum Beispiel Quastenflosser und Lungenfische, sie stellen jedoch eine Seitenlinie dar. Das wichtigste evolutionäre Merkmal der Fleischflosser waren ihre Flossen, die ein stabiles Skelett und kräftige Muskeln aufwiesen. Die Sarcopterygia teilen sich mit den vor etwa 370 mio. J. auftretenden Tetrapoden höchst wahrscheinlich einen Vorfahren. Nach dem Devon übernahmen die Strahlenflosser (Actinopterygii), die Gruppe von Fischen die noch heute am weitesten verbreitet ist, die aquatischen Ökosysteme. Die Panzerfische wurden zunehmend von ihnen verdrängt.



Pteraspis war ein Kieferloser Fisch des Devon, seine Gruppe verschwand am Ende dieser Periode



Dunkleosteus, ein 10m langer, räuberischer, Placoderme



Bothriolepis, ein kleiner Panzerfisch



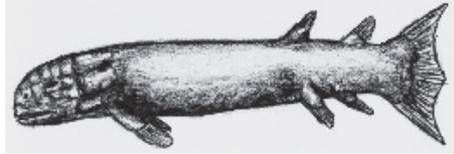
Titanichtys, ein gigantischer, planktonfressender, Placoderme



Materpiscis war ein kleiner Panzerfisch der sich von Muscheln ernährte



Cladoselache war ein Hai des Devon



Als einer der ersten Fleischflosser oder möglicherweise der Vorfahre dieser Tiere lebte Eusthenopteron noch im Meer, manche seiner Nachfahren sollten jedoch im Süßwasser leben



Panderichthys war den Amphibien schon sehr ähnlich



Tiktaalik war möglicherweise der direkte Vorfahre der Tetrapoden

5.2 Das Leben an Land

Im Devon waren bereits weite Teile des Festlandes mit Vegetation bedeckt. In der Nähe des Wassers gab es Wälder aus Farnen, Schachtelhalmen und Bärlappen. In diesen Habitaten lebten kleine Arthropoden, zum Beispiel Spinnen, Skorpione, Insekten und Tausendfüßer.

5.2.1 Wirbellose

Die Gliederfüßer waren die ersten Tiere die das Land besiedelten, daher existierte im Devon bereits eine reiche Arthropoden-Fauna an Land. Heute sind die Insekten die Tiergruppe mit den meisten Arten, es gibt mehr Insektenarten als alle anderen Tiere zusammen. Die Insekten entstanden am Ende des Silur.

5.2.2 Wirbeltiere

Aus den bereits genannten Knochenfischen entstanden also die Amphibien⁸, die erste Klasse der Tetrapoden⁹. Als Tetrapoden bezeichnet man alle Wirbeltiere, die von den frühen Vierfüßern oder deren Nachfahren abstammen, also auch aus Landwirbeltieren hervorgegangene Wasserbewohner. Alle Amphibien legen ihre Eier im Wasser ab und haben eine Haut die bei längerem Aufenthalt auf dem Trockenen rasch austrocknet, daher entfernen sie sich nie weit von Wasser.



Elginerpeton ist das älteste bekannte Amphibium



⁸Das Taxon der Amphibien ist kladistisch nicht ganz einheitlich, es umfasst alle Tetrapoden die keine Amnioten sind

⁹Sowohl Kiefermäuler als auch Tetrapoden (und die noch auftretenden Amnioten) sind Klassengruppen, also gehören verschiedene Klassen zu den Wirbeltieren, davon gehören einige zu den Kiefermäulern, davon wiederum einige zu den Tetrapoden usw.

5.2.3 Systematik der Tetrapoden

- ↘ *Tetrapoda* (Vierfüßer)
 - ↘ Amphibia (Amphibien)
 - ↘ Colosteidae
 - ↘ Whatcheeriidae
 - ↘ Baphetidae
 - ↘ Temnospondyli
 - ↘ Reptiliomorpha
 - ↘ *Amniota* (vom Wasser unabhängige Landwirbeltiere¹⁰)
 - ↘ Sauropsida (Reptilien und Vögel)
 - ↘ Anapsida
 - ↘ Diapsida
 - ↘ Synapsida
 - ↘ Pelycosauria
 - ↘ Therapsida
 - ↘ Dinocephalia
 - ↘ Dicynodontia
 - ↘ Therocephalia
 - ↘ Cynodontia (einschließlich Säugetiere)

—siehe auch Seite 7

6 Das Karbon

359,2–299 mio. J. v. h.

Im Karbon war das Weltklima feucht und warm, das Land war zu großen Teilen mit Farn- und Schachtelhalmwäldern bedeckt. Der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre lag bei 32,5%, im Gegensatz zu den heutigen 20,95%.

¹⁰Siehe nächstes Kapitel



Ein karbonischer Sumpfwald

6.1 Das Leben im Meer

Im Meer dominierten nun die Strahlenflosser und die Haie. Die Trilobiten waren seltener geworden. Erstmals gab es viele Tintenfische (Kopffüßer ohne Schale = höhere Kopffüßer).

6.2 Tetrapoden

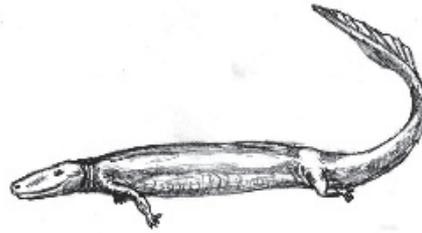
In den Sumpfwäldern des Karbon lebten gigantische Amphibien aus der Gruppe der Temnospondylen. Sie waren die größten Predatoren ihres Lebensraumes. Erstmals entwickelten sich im Karbon Amniota, also Tetrapoden die:

- Eier mit fester Schale an Land ablegen bzw. lebendgebärend sind und eine innere Befruchtung aufweisen
- eine wasserundurchlässige Haut haben und an Land deshalb nicht austrocknen
- oder von Tieren mit diesem Merkmal abstammen

Zu den Amniota gehören die Sauropsida und die Synapsida. Am Ende des Karbon traten zwei neue Unterklassen der Sauropsida auf:

- Die Anapsida waren ursprüngliche Sauropsida und stellen eine Seitenlinie dar, zu denen als einzige rezente Vertreter die Schildkröten gehören.
- Die Diapsiden sind die heute am häufigsten vorkommende Unterklasse der Reptilien, sie sollten sich in die bedeutenden Unterordnungen der Archosauromorpha und der Lepidosauromorpha sowie einzelne Gruppen wie die Ichthyopterygia aufspalten.

Zu den Synapsida zählen auch die Säugetiere, sie entwickelten sich aber erst im Mesozoikum.



Eogyrinus war ein an das Leben im Wasser angepasstes Amphibium



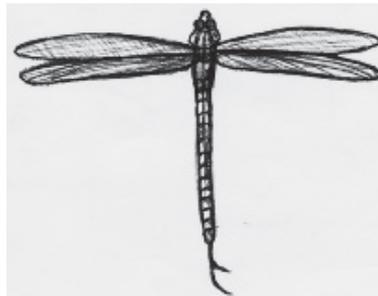
Hylonomus ist das älteste bekannte Reptil



Archaeothyris aus dem späten Karbon war der erste Vertreter der Synapsiden

6.3 Landarthropoden

Der hohe Sauerstoffgehalt der Luft kam den Arthropoden, die an Land mit wenig effizienten Mechanismen atmen, zugute. Daher gab es teils sehr große Gliederfüßer an Land, zum Beispiel den Riesendoppelfüßer Arthropleura und die Riesenlibelle Meganeura. Einige Arthropoden zählten zu den Toppredatoren der Sumpfwälder, andere waren Pflanzenfresser.



Meganeura, eine Riesenlibelle mit 70 cm Flügelspannweite



Arthropleura, ein 2,5m langer, pflanzenfressender, Doppelfüßer



Eine riesige Gliederspinne

7 Das Perm

299-251 mio. J. v. h.

Im Perm begünstigte das trockenere Klima die Synapsida und Sauropsida, die sich nun zu den dominanten

Landtieren aufschwangen. Alle Kontinente drifteten aufeinander zu und bildeten den Superkontinent Pangäa, in dessen Zentrum es extrem trocken war. Nur an Wasserlöchern existierte Vegetation.



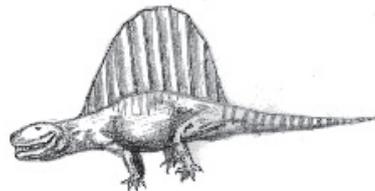
Ein permisches Wasserloch

7.1 Amniota

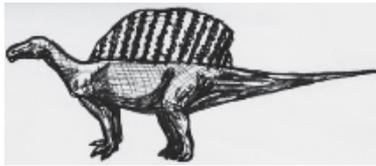
Die beherrschende Gruppe waren die Synapsiden. Die erste Gruppe dieser Tiere waren die Pelycosaurier. Sie ähnelten den Eidechsen noch mehr als den Säugetieren, hatten aber bereits einen einzigartigen Schädelbau und verschiedene Zahntypen. Viele dieser Tiere trugen ein Segel auf dem Rücken, welches aus an verlängerten Wirbelfortsätzen gespannter Haut bestand. Man vermutet das diese Struktur der Wärmeregulierung diene, indem sie in die Sonne gehalten wurde und sich das durch die Haut strömende Blut erwärmte. Die Pelycosaurier entstanden bereits am Ende des Karbon und waren am Anfang des Perm erfolgreich. Es gab Herbivoren und Carnivoren unter ihnen. Ihre Schwestergruppe, die Therapsiden waren bereits wesentlich höher entwickelt. Zu diesen gehören die Dinocephalier, die vor allem im mittleren Perm weit verbreitet waren, die Dicynodontier, mittelgroße Pflanzenfresser, und die fleischfressenden Gorgonopsiden und Therocephalier sowie die Cynodontier (Hundezähner), die am höchsten entwickelten Synapsiden zu denen man auch die Säugetiere selbst (Mammalia) zählt. Obwohl die Synapsiden die erfolgreichsten Tetrapoden des Perm waren, gab es noch andere letzterer Tiere. Große Anapsida, die Pareisaurier, waren im späten Perm weit verbreitete Pflanzenfresser. Auch Sauropsida der Diapsidengruppe waren bereits weit verbreitet, zum Beispiel die ersten Archosaurier, eine später sehr wichtige Familie, zu der auch die Dinosaurier gehören, frühe Squamata und die Mesosaurier, eine Gruppe von Reptilien die aquatisch lebte.



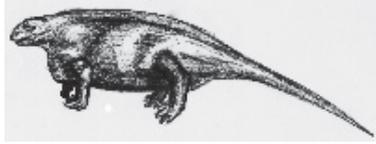
Ophiacodon, ein früher Pelycosaurier von 4m Länge



Dimetrodon, ein 3,5m langer, fleischfressender Pelycosaurier



Edaphosaurus, ein Pflanzenfressender Verwandter des Dimetrodon



Cothylorhynchus, ein 6m langer, pflanzenfressender Pelycosaurier



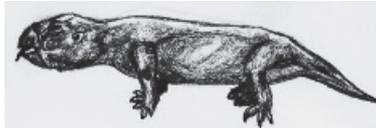
Anteosaurus, ein 5m langer, fleischfressender Dinocephalier



Moschops, ein 5m langer, pflanzenfressender Dinocephalier



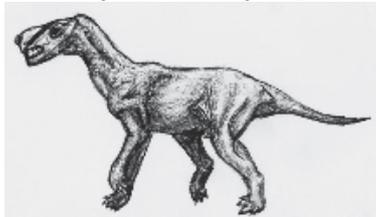
Titanosuchus, ein fleischfressender Dinocephalier



Diictodon, ein kleiner Dicynodontier



Rubidgea, ein Gorgonopside



Lycaenops, ein kleiner Gorgonopside



Inostrancevia, ein riesiger Gorgonopside



Archosaurus, ein früher Vertreter der Archosaurier

7.2 Andere Lebewesen

In den wenigen Wasserstellen schwammen riesige Amphibien. Die ersten Nadelbäume entstanden.



Prionosuchus, mit 10m Länge das größte Amphibium aller Zeiten

7.3 Das Ende des Palaeozoikums

Am Ende des Perm kam es durch Überhitzung unseres Planeten zum größten Massensterben der Erdgeschichte: 98% allen Lebens wurde ausgelöscht unter anderem:

- die Eurypteriden
- die Placodermen
- die Orthoceriden
- die Trilobiten

Wir betrachten die Klimaerwärmung des 21. Jahrhunderts als dramatisch–tatsächlich enthielt die Luft des Perm das Dreifache der Treibhausgase unserer Zeit. Das durch diesen Treibhauseffekt ausgelöste Massensterben, das gewaltigste aller Zeiten, ebnete den Weg für eine neue Ära, die der Dinosaurier, der erfolgreichsten Tiere aller Zeiten.