

Pflanzen und Tiere erobern das Land

Die Entstehung des ersten Lebens

Der blaue Planet ist in vielerlei Hinsicht etwas Besonderes. Er beherbergt in großen Mengen die Grundlage allen Lebens: Das Wasser in flüssiger Form. Anfangs wurde es nur in gasförmigem Zustand, als Dampf, in der Atmosphäre gehalten. Durch die besondere Lage der Erde im Raum konnte es in den flüssigen Aggregatzustand wechseln und zur Oberfläche der Erde gelangen. Die Erde dreht sich nicht nur im richtigen Abstand zur Sonne, sondern nahm letztendlich auch die ideale Achsenneigung für eine gleichmäßige Sonnenbestrahlung ein. Durch all diese Begebenheiten konnte sich die Temperatur sowie das Klima als Ganzes auf die für das Leben geeigneten Maße einpendeln.

Im Laufe der ersten Milliarden Jahre nach deren „Geburt“ kühlt sich die Erde allmählich ab. Die Vulkantätigkeit lässt nach und die Meteoriteneinschläge werden durch die nach und nach entstehende Atmosphäre gebremst. Die Wassermassen kondensieren und heftige Regenfälle bilden über Jahre hinweg die Wiege des Lebens: Den Ozean.

Bis heute ist es ein Rätsel geblieben, wie und warum sich der erste Lebenskeim aus toter, anorganischer Materie in die höhere Ordnung des Lebens erhob; wie sich die ersten Eiweiße aus den Aminosäuren bildeten und wie sich das DNS-Molekül, der sogenannte Bauplan des Lebens, entwickelte. Fest steht jedoch, dass das erste eukaryotische Leben vor etwa 3,5 Milliarden Jahren pflanzlicher Natur war. Der Stammbaum des Lebens geht vermutlich auf eine Alge namens *CYSTODINIUM* zurück, die zur Gruppe der Dinoflagellaten (Panzeralgen) gehört. Sie pflanzte sich mithilfe von Sporen fort, die eine Geißel besaßen. Diese Sporen entwickelten sich in manchen Fällen nicht zur Alge, sondern behielten die Geißel und bildeten keine Zellwand aus. Dieses sogenannte *PERIDINIUM* zeigt eine Art Mund, der jedoch noch keine Funktion erfüllt. Diese Alge ist heute noch existent. Das Chlorophyll der gleichen Spore bildete sich vollständig zurück und sie war nun infolge der Evolution auf Nahrung von außen angewiesen, sodass der vorgebildete Mund erstmals eine Funktion bekam. Dieses neuartige Lebewesen erhielt den Namen *GYMNODINIUM*.

Wenn wir in der Geschichte der Erde noch weiter zurückgehen, finden wir *anaerobe* Bakterien, die durch Gärungsprozesse aus Zucker Kohlendioxid und Alkohol bilden. Heute ist bekannt, dass sich Zucker spontan in der Uratmosphäre gebildet hat. Aus diesen Bakterien gingen chlorophyllnutzende Bakterien hervor, die das entstandene Kohlendioxid verwerten konnten (Chlorophyll: griech. $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$ / *chlorós* grün). Diese auch als „Blaugrüne Algen“ bekannten *Cyanobakterien* besitzen keinen echten Zellkern, gehören also zu den *Prokaryonten*. Die Vorläufer der heutigen Bakterien dominierten die ersten zwei Milliarden Jahre und sind nach wie vor sehr erfolgreich.

Sie stellen auch heute einen großen Teil des marinen Phytoplanktons und sind damit wesentlich an der Sauerstoffproduktion des Planeten beteiligt. Der Sauerstoff – ein Nebenprodukt der Photosynthese – war wiederum als reaktives Gas Gift für die anaeroben Bakterien und es entwickelten sich neue Organismen, die den Sauerstoff nicht nur tolerierten, sondern eine neuartige, effektivere Art der Energiegewinnung mittels Oxidation entwickelten.

Da der Sauerstoff an sich ein Zellgift darstellt, mussten neue Schutz- und vor allem Reparaturmechanismen erfunden werden. Zwei Milliarden Jahre hatten nur Prokaryonten existiert, vor eineinhalb Milliarden Jahren traten erstmals Zellen mit einer höheren Organisationsstufe und einem echten Zellkern auf. Diese Stufe der Evolution konnte nur durch effizientere Energiegewinnung erreicht werden. Sei es durch das auf Chlorophyll basierende System der Pflanzen, oder durch das auf Oxydation beruhende System des tierischen Lebens. Einzelne Zellen begannen sich zu organisieren, zu kooperieren. Arbeitsteilung und Spezialisierung ermöglichten die Höherentwicklung zu vielzelligen Organismen. Etwa zur gleichen Zeit entstand auch die Sexualität.

Das Land als neuer Lebensraum

Anfangs war an ein Leben außerhalb des Meeres nicht zu denken. Giftige Gase und der fehlende Strahlenschutz, die Ozonschicht, fehlten. Letztere konnte sich erst bilden, als genügend Sauerstoff in der Atmosphäre vorhanden war. Abgesehen davon stand das Leben vor dem Problem des Wassermangels. Es mussten Mechanismen entwickelt werden, die die Austrocknung an der Luft verhinderten und eine gleichmäßige Wasserversorgung durch alle Zellen hindurch sicherstellten.

Blau-, Grün- und Rotalgen bevölkerten die flachen und küstennahen Meeresgebiete. Bei unruhiger See wurden sie immer wieder an Land geworfen, wo sie ersticken und starben. Sie bildeten den ersten Humus, den Nährboden pflanzlichen Lebens. Im Silur gab es eine Periode der Austrocknung, die das Leben nahe der Küste in kleinen Wasserstellen einschloss. Die Grünalgen konnten sich den neuen Bedingungen anpassen und überlebten. Man nimmt aufgrund von Fossilienfunden an, dass vor 460–420 Millionen Jahren aus diesen Grünalgen – im Speziellen aus *Charophyceen* (Arleuchteralgen)¹ – die ersten Gefäßpflanzen hervorgingen (*Tracheophyten*, auch: *Kormophyten* – Sprosspflanzen). Sporenfunde weisen jedoch auf einen noch früheren Beginn der Gefäßpflanzen hin: Durch das außergewöhnlich stabile Zellwandmaterial (*Sporopollenin*) sind diese Mikrofossilien über die Zeiten erhalten geblieben.

GEMEINSAMKEITEN: LANDPFLANZEN UND CHAROPHYCEEN²

Zellwand Die Zellwand ist bei beiden Organismen ähnlich aufgebaut. Der Zelluloseanteil beträgt 20-36% und es existieren Zellulosesynthesekomplexe aus Rosetten

¹Campbell, Seite 690

²Campbell, Seite 693

von sechs Proteinpartikeln. Diese Kombination kommt nur bei Charophyceen und Landpflanzen vor.

Peroxisomen ... wandeln mithilfe von *Oxidase*n Sauerstoff in Wasserstoffperoxid um, das wiederum mittels des namensgebenden Enzyms *Peroxidase* in ungefährliche Stoffe aufgespalten wird. Diese Entgiftungseinheiten finden sich sowohl in den Charophyceen als auch in Landpflanzen.

Phragmoplasten ... erscheinen nur bei Charophyceen und Landpflanzen während der Zellteilung.

Spermatozoiden Landpflanzen entwickeln häufig Spermatozoiden, die denen der Charophyceen sehr ähnlich sehen.

DNA Die Chloroplasten-DNA der Landpflanzen ist denen der Landpflanzen am ähnlichsten. Auch die charakteristischen Thylakoidmembranstapel, die *Grana*, sind bei beiden Lebensformen gleich gestaltet. Neuere Analysen haben gezeigt, dass auch das Kerngenom und die ribosomale RNA (rRNA) große Ähnlichkeiten aufweisen.

Lange Zeit wurde angenommen, dass Moospflanzen (*Bryophyten* – griech. βρύο/*brýo* Moos) die ersten Pflanzen waren, die sich an Land etablierten. Deren niedrige Wachstumsform lässt auch eine frühe Entwicklungsstufe vermuten (*Thallophyten*) und die Verwandtschaft zu den Algen ist sehr eng³. Moose besitzen weder Gefäße, noch verholzen sie. Tatsächlich gehörten aber die ersten Pflanzen zu den Tracheophyten, genauer zu den *Psilophyten* (Urfarne), Moose treten gemäß der Fossilienfunde erst vor 350 Millionen Jahren auf. Anzumerken ist hier aber, dass es Moosen an festen Bestandteilen mangelte und sie deswegen allgemein schlecht fossilisierten. Die frühen Gefäßpflanzen wuchsen krautig und bildeten erstmals einen Stängel aus (lat. *Kormus*), mit dem sie in die Höhe strebten. Thallophyten hingegen breiten sich nur horizontal aus. Die Evolution der Landpflanzen läuft nun sehr rasch ab, was vermutlich auf die neuen, harten Bedingungen außerhalb des Wassers und eine daraus folgende starke Selektion zurückzuführen ist. Zahlreiche neue Erfindungen begünstigen das Leben an Land, derer ich hier einige auflisten möchte:

ERFINDUNGEN DER LANDPFLANZEN

Lignin (lat. *lignum* Holz) Dieser neuartige, feste und farblose Stoff wird in die pflanzliche Zellwand eingebaut, um der Pflanze Stabilität zu verleihen. Lignin ist heute nach Zellulose der zweithäufigste organische Stoff der Erde.

Wurzel Bei den Vorläufern der Landpflanzen, den Algen und Tangen, hatte die Basis der Pflanze nur die Aufgabe, am Boden Halt zu geben (Haftscheibe). Schließlich war die Pflanze im Wasser bereits mit allen nötigen Nährstoffen umgeben. Die

³Pelt & alii: *Die schönste Geschichte des Lebens*. S. 43

ersten wurzelähnlichen Organe waren haarähnlich-fadenförmig und durchzogen nur sehr oberflächlich den Boden. Deshalb konnte die Pflanze anfangs nur in Feuchtgebieten gedeihen. Bald gingen echte Wurzeln daraus hervor und diese erfüllten nun eine lebenswichtige Aufgabe: Sie versorgten die Pflanze über die feinen Wurzelhaare mit Wasser und Nährsalzen aus tieferen Bodenschichten.

Cuticula (lat. Häutchen) Die Trockenheit war beim Landgang der Pflanzen das größte Hindernis. Jahrmillionen lang fand sich der Organismus Pflanze von Wasser umgeben. Nun war er in einer an sich lebensfeindlichen Umgebung und musste sich folglich davon abgrenzen. Durch eine spezielle, aus Polymeren bestehende und oft mit Wachs versehene Außenhaut konnte sich die Pflanze vor Austrocknung und Angriffen von Mikroorganismen schützen. Gerade bei Sukkulenten, die an heißen, trockenen Orten leben, ist die *Cuticula* überlebenswichtig.

Stoma (griech. στόμα/*stoma* Mund) Der Prozess der Photosynthese benötigt nicht nur Wasser, sondern auch Kohlendioxid, das durch die Umgebungsluft aufgenommen werden muss. Hier bestand das zweite Problem der Pflanzen: Wie kann ein Gasaustausch ohne Austrocknung erfolgen? Auch hier waren die Pflanzen erfindungsreich und bildeten Atemöffnungen in der Epidermis aus, die die Gaszufuhr genau regeln konnten. Dennoch entweicht bei der „Atmung“ eine beträchtliche Menge an Wasser durch Evaporation. Bei nur einem Baum sind es hunderte Liter an Wasser pro Tag, wobei – an der Blattoberfläche gemessen – 2/3 durch die Stomata verdunsten, obwohl diese nur 1–2% der Oberfläche ausmachen. Manche tropischen Pflanzen verschließen zwischen elf und sechzehn Uhr wegen der starken Sonnenbestrahlung die Stomata völlig⁴.

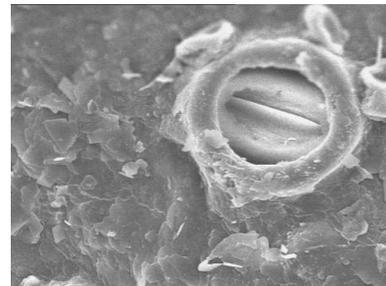


Abb. 1: *Stoma*

Trockene Befruchtung Anders als die Tiere hat sich die Pflanze in der Fortpflanzung unabhängig vom Wasser gemacht. Farne, Bärlappe und Moose sind zwar weiterhin auf Feuchtigkeit angewiesen, da ihre Spermien bei Trockenheit die Eizelle nicht erreichen können, aber die meisten Pflanzen entwickelten eine Befruchtungsart, die kein Wasser mehr benötigt. Mikrosporen, bei Blütenpflanzen der Pollen, gelangen – durch Wind oder später Insekten verbreitet – zu einer Samenanlage. Dort bilden sie einen Pollenschlauch aus, in dem die Samenzelle bis zur Eizelle befördert wird. Diese Art der Befruchtung tritt erstmals im oberen Karbon bei den Koniferen auf (lat. Zapfenträger).

⁴Pelt & alii: *Die schönste Geschichte des Lebens*. S. 37

Gefäßbündel Anfangs richteten sich Pflanzen mithilfe eines hohen hydrostatischen Drucks auf, dem *Turgor*. Dies eignete sich aber nur für kleinwüchsige Pflanzen, da mit zunehmender Höhe eine ungünstige Relation zwischen Gewicht und Festigkeit entsteht (doppelter Sprossquerschnitt \Rightarrow vierfache Festigkeit, jedoch achtfaches Gewicht). Die frühen Landpflanzen entwickelten schon längliche, spindelförmige *Tracheiden*, die Festigkeit boten und Wasser über die Zellwände durch *Hoftüpfel* weiterleiteten. Im Verlaufe der Evolution gab es eine weitere Spezialisierung der Zellen und es gingen zwei Zelltypen aus den Tracheiden hervor: Fasern und

Gefäßelemente. Fasern spezialisierten sich auf Festigkeit, indem sie die Zellwände weiter verstärkten und sehr längliche Formen annahmen. Die Gefäßelemente werden nun von den Fasern gestützt und übernehmen als die am höchsten entwickelten Leitungszellen die Funktion des Wassertransports. Sie kommen fast ausschließlich in Blütenpflanzen vor. Es sind nun nicht mehr lediglich einzelne Hoftüpfel, durch die das Wasser diffundieren kann; vielmehr haben sich mehrere Zellen nacheinander angereiht und zu einer einzigen Leitung verbunden. In der **Grafik**⁵ ist der Aufbau eines modernen Sprosses zu sehen (*Helianthus annuus*). Die Fasern sind statisch günstig am äußeren Ende des Gefäßbündels angebracht, das *Kambium* bildet nach außen das nährstofftransportierende *Phloëm* (Siebteil) aus und nach innen hin das Wasser- und Mineralsalz-transportierende *Xylem* (Holzteil). Trotz der spezialisierten Zellen kommen Tracheiden noch heute in vielen Blütenpflanzen vor.

Blatt Neben Sprossachse und Wurzel gehört das Blatt zu den drei Grundorganen höherer Pflanzen und sorgt mittels Photosynthese und Gasaustausch für die Energiegewinnung der Pflanze; nur bei Kormophyten zu finden.

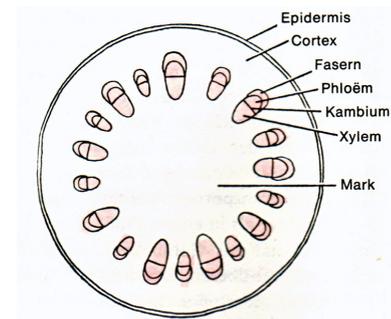


Abb. 2.4
Schnitt quer durch
einen jungen
Sonnenblumensproß.

Abb. 2: Gefäßbündel

⁵entnommen aus dem Buch Duddington: *Baupläne der Pflanzen* S. 32

In Feuchtgebieten können sich nun um 420 MA⁶ Farnpflanzen (*Pteridophyten* – griech. πτερίς/*pteris* Farn) wie *COOKSONIA* und *RHYNIA* halten. Sie beherrschen noch keine trockene Befruchtung und sind daher auf Wasser angewiesen. Die aus dem Silur stammende *Cooksonia* wurde in Irland entdeckt, Fossilien der größeren *Rhynia* (ca. 50 cm) wurden in der schottischen Stadt Rhynie in rotem Sandstein („Old Red“, Devon, 390 MA) gefunden. Beide Pflanzen hatten bereits Lignin eingelagert und besaßen Sprossachsen, Blätter hingegen waren noch nicht ausgebildet. Aufgrund dieser Blattlosigkeit gehören sie zu den *Psilophyten* (griech. ψιλός/*psilós* dünn, fein). Heute kommen Pteridophyten wegen ihrer Wasserabhängigkeit nur in tropischen Gebieten vor. Erst die *Spermatophyten* machten sich in Sachen Fortpflanzung unabhängig vom Wasser (siehe Seite 4) und eroberten rasch die noch unbewohnten Trockengebiete der Erde. Anfangs waren die *Gymnospermen* (Nacktsamer) mit den Koniferen als Hauptvertreter die am weitesten verbreitete höhere Pflanzengruppe, später drängte sie der Erfolg der *Angiospermen* (Bedecktsamer) soweit zurück, dass sie heute nur mehr einen geringen Teil der Samenpflanzen darstellen und vermutlich über kurz oder lang vollständig verdrängt werden. Während die Bedecktsamer einen heutigen Bestand von 200 000 bis 400 000 Arten haben, umfassen Nacktsamer nur etwa 350 Arten.

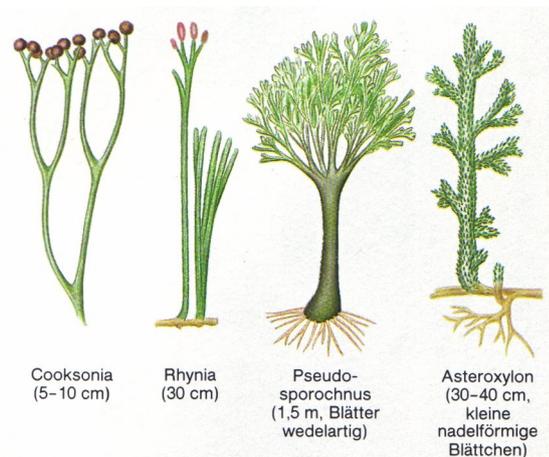


Abb. 3: Nacktfarne (*Psilophyta*) aus dem Devon – 370 MA; im Uferbereich wachsende Ur-Landpflanzen

Tiere folgen den Pflanzen

Nachdem die Pflanzen die unwirtliche, trockene Oberfläche des Erdballs erschlossen hatten, dauerte es nicht lange, bis die ersten Tiere folgten und im Schutz der Pflanzen überlebten und sich auch von ihnen ernährten. Die Pflanzen des Meeres waren es, die durch die Produktion von **Sauerstoff** eine Atmosphäre schufen, in der ein Überleben überhaupt möglich war. Die O₂-Moleküle verwandelten sich in der höheren Atmosphäre unter Einwirkung des Sonnenlichts zu O₃-Molekülen und bildeten somit die vor ultravioletten Strahlen schützende Ozonschicht. Die Pflanzen waren es auch, die aus der unwirtlichen, kargen Steinwüste der Erdoberfläche „bewohnbares“ Land schufen. Der sich nun in der Atmosphäre befindliche Sauerstoff ermöglichte die Landbesiedelung durch Tiere. Dies deshalb, weil ein Leben an Land aufgrund des höheren Kraftaufwandes zur Fortbewegung nur durch eine effektive Energiegewinnung mittels

⁶MA: lat. *Mega annus* bzw. engl. *mya* million years ago: Millionen Jahre vor der Gegenwart

direkter Sauerstoffatmung möglich wurde. Die Fortbewegung erforderte zum einen mehr Energie, weil ein unebener Untergrund eine differenziertere Bewegungsstrategie notwendig machte: Landtiere müssen sich geschickt über Wurzeln oder Steine, durch Höhlen oder Rinnen bewegen. Zum anderen wurde die **Gravitation** nicht mehr durch die Verdrängung eines dichten Mediums (*Archimedisches Prinzip*⁷) ausgeglichen und der Körper des Tieres konnte sich nicht mehr – wie im Meer – gleitend fortbewegen, sondern mehr oder weniger ruckartig oder kriechend. Dies erfordert grundsätzlich mehr Energie, da die Trägheit durch Muskelkraft kompensiert werden muss. Es kommt hinzu, dass das gesamte Gewicht des Körpers dabei durch die Gliedmaßen oder die Körperunterseite getragen werden muss. Das erforderte einen massiveren Körperbau, eine spezialisierte Muskulatur sowie einen bestimmten Knochenbau. Wenn heutzutage Wale stranden und somit gezwungenermaßen als typische Meerestiere an Land gehen, sieht man die verheerende Wirkung der Schwerkraft. Die Wale werden von ihrer eigenen Körpermasse regelrecht zerdrückt und ersticken. Das archimedische Prinzip ist auch der Grund dafür, dass die größten Tiere im Wasser leben, da Größe mit einem hohen Gewicht einhergeht.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass die ersten Landtiere von kleiner Gestalt waren. Es handelte sich um **Gliederfüßer**. Sie hatten mit ihrem Außenskelett aus *Chitin* eine ausreichende Stütze für ihr ohnehin geringes Körpergewicht und gleichzeitig einen Schild für die rauen Bedingungen an Land (Wind, Gestein, Trockenheit, Hitze). Die ersten Vertreter dieses auch heute mit Abstand artenreichsten Tierstammes⁸ waren Tausendfüßer und Spinnentiere wie Skorpione.

Zu Beginn des Karbon (ca. 360 MA) erschienen die **Amphibien** (griech. $\alpha\mu\phi\iota + \beta\iota\omicron\varsigma$ / *amphi + bios* „auf beiden Seiten“ + Leben). Zu den ersten Vertretern dieser neuen Klasse gehörte der in Grönland gefundene, salamanderähnliche *Ichtyostega*, der mit seinen Merkmalen schon zwischen Amphibien und Fischen steht. Einerseits zeigt er mit Rücken- und Schwanzflosse und einem fischähnlichen Gebiss typische Eigenschaften eines Fisches. Andererseits besitzt er Extremitäten mit fünf Zehen und einen Schulter- und Beckengürtel, was wiederum auf eine Verwandtschaft mit Landwirbeltieren hindeutet.

⁷Archimedisches Prinzip: *Die Auftriebskraft eines Körpers in einem Medium ist genau so groß wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums.* Es hat den Anschein, dass ein Gegenstand in Wasser „leichter“ ist. Die Masse des Körpers bleibt jedoch unverändert. Dieser Eindruck entsteht, da die resultierende Kraft um die Auftriebskraft, die der Gewichtskraft entgegenwirkt, verringert wird.

⁸Heute sind rund 80achzig Prozent aller bekannten Tierarten Gliederfüßer, die meisten davon Insekten. Klassen: Insekten, Tausendfüßer, Krebstiere, Trilobiten, Spinnentiere (Spinnen, Skorpione, Milben, Krebse)

Den Ursprung der Landwirbeltiere⁹ (*Tetrapoda*) führt man heute auf den **Quastenflosser** (*Crossopterigier*) zurück. Von diesem schon vor über 360 MA lebende frühe Vorfahr der Wirbeltiere nahm man an, er sei schon Ende der Kreidezeit (70 MA) ausgestorben. Im Jahre 1938¹⁰ geriet ein Exemplar, das man bisher nur von Fossilien her kannte, an der Küste von Südafrika in ein Fischernetz. 1987 wurde das „lebende Fossil“ erstmals in seinem natürlichen Lebensraum in etwa 200 Metern Tiefe beobachtet. Durch die beinarartigen Brust- und Bauchflossen kann sich der Fisch in einer Art *Kreuzgang* fortbewegen. Nach der Ansicht des deutschen Meeresbiologen Hans Fricke könnten diese durch neuromuskuläre Koordinationen gesteuerten Bewegungen den Verwandten des Quastenflossers den Schritt an Land erleichtert haben. Die heutigen Quastenflosser benutzen die höchst beweglichen Flossen jedoch nicht für eine gehende Fortbewegung. Das Skelett weist wie jenes der Wirbeltiere einen knöchernen Schädel, Zähne und Schultergürtel auf. Die Schwimmblase konnte für Luftatmung benutzt werden¹¹.

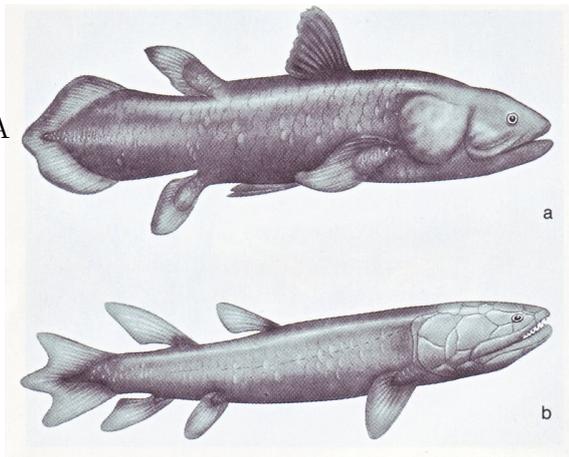


Abb. 4: Quastenflosser: (a) *Latimeria*, ein noch heute lebender Quastenflosser (b) *Eusthenopteron*, aus dem Devon

Zusammenfassend kann man bei der Besiedelung des Landes einen sehr engen Zusammenhang zwischen Pflanzen und Tieren erkennen. Die Pflanzen bereiteten durch ihre Pioniereigenschaften und enormen Anpassungsfähigkeiten den Tieren den Weg aufs Land und stellten ihnen nicht nur einen akzeptablen Lebensraum zur Verfügung, sondern bieten bis heute die Grundlage jeder Nahrungskette. Pflanzenfressern folgten Räuber, Räuber ernährten sich wiederum von den Jägern der Pflanzenfresser. Die Erkenntnis, dass Pflanzen eine derartige Schlüsselrolle in der Entstehung des Lebens auf dem Planeten Erde – insbesondere in der Entstehung des Landlebens – gespielt haben und spielen, sollte in uns Menschen hohe Achtung und Respekt vor den stillen Pionieren hervorrufen. Sie waren nicht nur die ersten, die das Leben in einer höher organisierten Form erfanden, sondern werden nach wissenschaftlichen Prognosen auch die letzten Lebewesen sein, die in ferner Zukunft den alternden Planeten wieder als einfache Einzeller¹² besiedeln werden.

⁹Die Wirbeltiere, zu denen auch der Mensch gehört, sind ein Unterstamm der Chordatiere und machen weniger 5% der gesamten, rezenten Artenvielfalt der Tiere aus (siehe Campbell p. 767). Heute sind ca. 1,5 Mio. Tierarten bekannt.

¹⁰Quelle: WIKIPEDIA

¹¹Linder Biologie S. 111

¹²Cyanobakterien, *Die schönste Geschichte des Lebens*

Bis dahin liegt es aber an der Vernunft und Weitsicht der einzelnen Menschen, einen lebenswerten Planeten zu bewahren und eine Lebensweise anzustreben, die einer Symbiose gleicht. Die Natur beherbergt nach wie vor viele Geheimnisse, die es sich zu entdecken lohnt. Gute Beobachter erhalten vielerlei Anregungen und Erkenntnisse aus den Errungenschaften der Natur, die einer verbesserten Technik und Medizin sowie einem allgemein besseren Verständnis unserer Welt dienen.

23. Oktober 2006
ca. 3000 Wörter

Quellen

- Brosse, Jacques: *Magie der Pflanzen*. Patmos Verlag, Düsseldorf 2004
- Campbell, Neil & Jane B. Reece: *Biologie* (6. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag, Berlin 2003
- Duddington, C. L.: *Baupläne der Pflanzen* (1. Aufl.). Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1972
- Genaust, Helmut: *Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen* (3. Aufl.). Nikol Verlagsgesellschaft, Hamburg 2005 / ehem. Birkhäuser Verlag, Basel 1996
- Knodel, Hans & Horst Bayerhuber (Hrsg.): *Linder Biologie, Teil 3* (20. Aufl.). Verlag Gustav Swoboda & Bruder, Wien 1992, Seiten 109 ff.
- Kuballa, Stefan (Projektleitung): *Die große LAROUSSE Naturenzyklopädie*. Gondrom Verlag, Bindlach 2002 / ehem. Verlag Das Beste, Stuttgart, Seite 414 ff., 426, 460
- Pelt, Jean-Marie & Théodore Monod & Marcel Mazoyer & Jacques Girardon: *Die schönste Geschichte des Lebens*. Verlagsgruppe Lübbe, Bergisch Gladbach 2000
- Unterstützend: WIKIPEDIA, DIE FREIE ENZYKLOPÄDIE, verfügbar: <http://de.wikipedia.org>