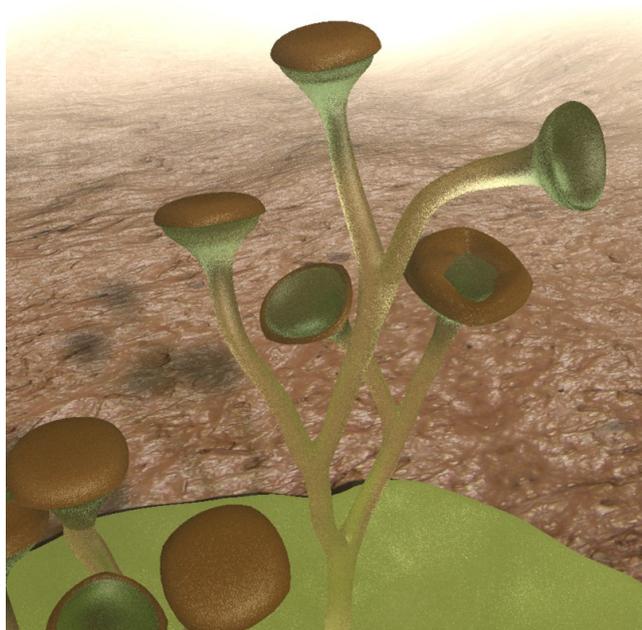


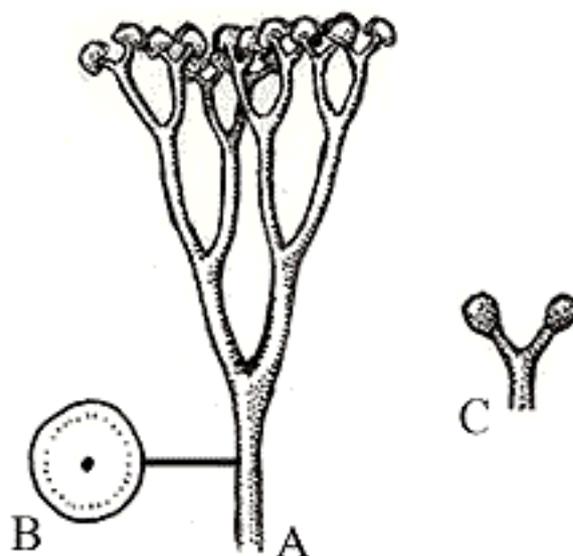
## Cooksonia – Notizen zur Evolution der Landpflanzen

Dr. Elmar Schöllhorn, 2022



Rekonstruktion von *Cooksonia pertoni*

(aus: 888xCooksonia\_pertoni\_)



Dichotome Verzweigung von *Cooksonia* mit endständigen Sporangien

(aus: Lab IV Earlyland Plants)

Während sich die Pflanzen und Tiere im Meer schon lange reich entfaltet hatten, waren die Festländer der Erde immer noch kahl und unbelebt. Warum sich dieser Zustand vor knapp 400 Millionen Jahren änderte, ist in seiner Gesamtheit noch ungeklärt. Aber immerhin kann man die einzelnen Schritte, in denen die Pflanzen aus dem Meer auf das Festland vordrangen, nachvollziehen- anhand von Fossilien in silurischen und devonischen Ablagerungen, wie wir sie in den paläozoischen Sandsteinen in Wales und im Welsch Borderland finden. (leicht verändert aus dem Aufsatz von E. SCHÖLLHORN in FOSSILIEN 2/89)

Es ist mehr als 80 Jahre her, dass W. H. LANG mit *Cooksonia* den Prototyp einer jener Pionierpflanzen beschrieb, die sich aufs Land gewagt und neue Anpassungen zum Überleben entwickelt hatten.

Ein kleiner Steinbruch, in dem er *Cooksonia* entdeckt hatte, war im Frühjahr 1987 Schauplatz einer kleinen Feier- der Verfasser dieses Aufsatzes war damals als junger Gaststudent mit der Universität Cardiff Teilnehmer dieser Feier. Wir feierten damals den Entdecker mit einem Glas Sekt, was das Verständnis der Zusammenhänge damals erleichtert haben mag.

Eine ganz von Wasser umgebene Pflanze entnimmt alles, was sie zum Leben braucht, unmittelbar aus ihrer Umgebung, die sie trägt und aufrecht erhält. Dagegen braucht eine Pflanze an Land zusätzliche Einrichtungen zum Überleben. Zum Beispiel ein Leitungsnetz, um darin in Wasser gelöste Nährstoffe in alle Teile des Pflanzenkörpers zu transportieren. Sie wird so auch folgerichtig als Leitbündel führende (vaskuläre) Pflanze definiert. Ihr Wasserleitungssystem besteht aus Tracheiden und Holzzellen; die Holzzellen (langgestreckte, bündelförmige Zellen), unterstützen das Leitungssystem, damit es auch unter Druck Stabilität besitzt. Die Holzzellen oder Tabulare sind abgestorbene Zellen; sie treten vermehrt in den abgestorbenen, äußeren Pflanzenteilen (bei Bäumen später die Borke) auf.

Weiter muss eine Landpflanze verhindern, dass sie allzu viel Wasser durch die Blattoberfläche an die trockene Umgebung (die Luft- Wasserpflanzen haben diese Problem nicht) verdunstet. Sie tut das, indem sie einen wasserdichten, wachsartigen Überzug ausbildet, die Cuticula. Damit wird die

Verdunstung unterbunden, der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid muß aber weiterhin gewährleistet sein. Für diesen Gasaustausch hat die Cuticula kleine Öffnungen, sogenannte Stomata.

Die Cuticula ist zusätzlich eine wirksame Schutzschicht gegen Pilze, Mikroben und UV-Strahlung. Letzteres war für den Schritt an Land besonders wichtig, außerdem war der UV-Strahlenanteil in der Atmosphäre bis ins mittlere Devon wesentlich höher als heute. Das lag daran, dass die schützende Ozonschicht damals erst im Entstehen war. Von einigen Wissenschaftlern wird der Standpunkt vertreten, der hohe UV-Strahlenanteil habe wesentlich zur verzögerten Entwicklung der Landpflanzen beigetragen (PFLUG, 1984)

Zum Überleben gehört ebenso die Fortpflanzung. Auch hier mußte sich die Landpflanze etwas Neues einfallen lassen: Sie bildete an den oberen Enden Säckchen zur Aufnahme der Sporen aus, die ihrerseits als Schutz einen festen Mantel erhielten. Wehte dann ein günstiger Wind, öffneten sich die Säckchen und entließen ihre Sporen mit der typischen triletten, d.h. y-förmigen Einkerbung. Wo Leitbündel, Cuticula und Sporen zusammen auftreten, liegt eindeutig eine Landpflanze vor. Da dies bei *Cooksonia* der Fall ist, ist sie eine vaskuläre Landpflanze (EDWARDS 1987).

(Sporenübertragung Moose (im feuchten Milieu))

Rund 35 Millionen Jahre brauchten Moose, Bärlappgewächse, Schachtelhalme und Farne, bis sie ihre Evolution abgeschlossen hatten und perfekt an das Leben auf dem Festland angepasst waren. Am Ende des Devons besiedelten sie alle Festländer der Erde. Im Karbon kamen sie zu einer enormen Blüte und bildeten unsere Kohlelagerstätten. Das lag unter anderem daran, dass der Kohlenstoffdioxid Gehalt in der Luft in diesem Zeitabschnitt gewaltig angestiegen sein muss.

Doch kehren wir noch einmal in die Anfangsphase der Evolution der Landpflanzen, an der Wende vom Silur zum Devon, zurück. Inzwischen hatte sich die Zusammensetzung der Atmosphäre so günstig verändert und die höher entwickelten Pflanzen hatten genügend Schutzmechanismen entwickelt, um das Festland besiedeln zu können.

Ausgedehnte Gezeitenflächen und Ästuar boten eine reich gegliederte Landschaft; Süßwässer führten reichlich Nährstoffe heran. Niedrige Strömungsenergie, d.h. geringe Strömungsgeschwindigkeiten und Wellenbewegung, ließen weite Schlammflächen und Sandgebiete entstehen, durchaus heutigen Wattflächen vergleichbar. Der allmähliche Rückzug des Meeres, bedingt durch epirogenetische Bewegungen der Erdkruste, führte zum Trockenfallen weiter Gebiete.

Rekonstruiert hat man diese meernahe Ablagerungssituation in den Rhynie Chert Beds, die verkieselte Torfe darstellen. Man findet sie nahe der Ortschaft Rhynie, nahe Aberdeen in Schottland. Die spezielle Überlieferung in verkieselter Form überliefert einen detaillierten Einblick in den Entwicklungsstand des Bauplanes dieser devonischen Landpflanzen, sie sind somit aber wesentlich jünger als die vorher beschriebene *Cooksonia*. Sie gehört aber zum Stamm der Rhyniophyta, die ihren Namen von diesem Ort herleiten. Die Kieselsäure für deren besondere Erhaltung stammt aus nahegelegenen Vulkanen oder auch Geysiren, deren Wasser die Kieselsäure enthielten.

Mit der ältesten Beschreibung einer vaskulären Landpflanze auf der nördlichen Hemisphäre erfolgte anhand von Funden aus einem Steinbruch bei Perton, nahe Woolhope bei Hereford. Sie stammt aus Gesteinen des oberen Silurs und W. H. LANG charakterisierte sie folgendermaßen:

„Klein, aufrecht wachsend, mit unbeblätterten, einfach dichotom verzweigenden Achsen und globulären, endständigen Sporangien.“

Vor ihm hatte eine vergleichbare Pflanze ein gewisser Mr. COOKSON (Name, im Internet steht eine Ms. Cookson, habe es damals so aufgeschrieben) aus Sedimenten in Australien, die er ins obere Silur stellte, beschrieben. Die zeitliche Zuordnung dieses Fundortes wurde später mit Hilfe des Leitfossils *Monograptus* ins untere Devon korrigiert.

Als die Forscher dann gezielt Ausschau nach *Cooksonia* hielten, fand OSRHEI (1970) die Pflanze auch im Pridoli (oberes Silur) Böhmens. Sporangien ließen sich aus den Gesteinen des Wenlock (mittleres Silur) Irlands (Grafschaft Tipperary) durch EDWARDS & FEEHAN, 1980 gewinnen. Dazu

kommen Funde in Nordchina (Grenzgebiet zu Kasachstan), den peruanischen Anden, Kanada, sowie aus Nordgrönland (mündl Mitteilung EDWARDS 1987). Somit erweist sich der irische Fund als eines der frühesten Nachweise der weltweit verbreiteten *Cooksonia*, unter anderem auch in Belgien (Mitteilung Y. FISCHER, 2022).

In Deutschland gibt es im Bergischen Land im Wahnbachtal bei Siegburg eine Fundstelle aus dem unteren Devon (Siegenium Stufe). Die dort gefundenen Pflanzenreste und der Ablagerungsraum wurden von SCHWEIZER et al. 1084 beschrieben

Die Zweifel einiger Paläontologen, ob *Cooksonia* wirklich eine Landpflanze war setzen sich bis heute fort. (...) Nicht immer lassen sich die Pflanzenreste eindeutig zuordnen. Breite Wülste an den Sporangien aus Nordchina und bestachelte Achsen deuten auf bärlappartige Gewächse hin. *Cooksonia* wird heute als polyphylletische Art betrachtet. Probleme machen auch Abdrücke *Cooksonia* artiger Pflanzenreste aus Südafrika (Gondwana Kontinent); sie wurden bereits 30 Jahre vor *Cooksonia* unter dem Namen *Dutoitea* beschrieben beschrieben. Der Name ehrt den südafrikanischen Geologen Du Toit. Sie entstammt 400 Millionen Jahren alten Gesteinen der Bookeveld und Witteberg Group. Heute wir sie als eigenständige Gattung aus dem Stamm der Rhyniophytales angesehen.

Noch einmal zurück zum Sedimentationsgeschehen an der Wende Silur zum Devon. Die Ablagerungsbedingungen begannen sich im betrachteten Gebiet in Wales zu verändern. So zeigt sich im Pridoli (oberes Silur) in Wales und im Welsch Borderland als Aufarbeitungshorizont. Kamen vorher die Sedimente des Iapetus Ozeans zur Ablagerung, findet man für die Zeit danach kontinentale Sandsteine und Tone. Zu Beginn des Devons hatte sich das Meer aus dem heutigen Süd- und Mitteleuropa ganz zurückgezogen. Der Iapetus Ozean war verschwunden und im Norden der Old Red Kontinent entstanden. Wir finden heute die verdrifteten Teile diese Kontinentes in einer Ost-West Ausdehnung über die Norddeutsche Tiefebene und Großbritannien bis nach Kanada. Im Norden liegen Teile des Kontinentes in Skandinavien und Grönland. Die auf dem Old Red Kontinent abgelagerten Festlandsedimente tragen im englischsprachigen Raum eigene Stufennamen: Downton, Ditton und Brecon. Die marinen Ablagerungen des Silurs und Devons in Zentraleuropa haben u.a. die Namen Pridoli, Gedinne, Siegen, und Ems.

Die Situation der Ablagerungsbedingungen im Bereich der Brecon Beacons in Wales:  
Die Sedimente die Pflanzenreste führen, wurden von EDWARDS et al. 1970 beschrieben. Die Brecon Beacons waren im unteren Devon (Ditton) küstennahes Festland, an das im Süden an den Rheia Ozean grenzte. Die Küstenlinie verlief etwa parallel zum Bristol Channel nach Südirland. Sie wich wiederholt vor und zurück, ausgelöst durch die Meeresspiegelschwankungen, die auf gebirgsbildende Prozesse zurückzuführen sind. Sie führten am Ende zur Schließung des Iapetus Ozeans. So entstand der reich gegliederte Übergangsbereich der den Pflanzen günstige Bedingungen für den Schritt an Land bot.

Flüsse beförderten große Mengen von Kies und Sand an die Küste und ins Meer. Es war der Abtragungsschutt des seit der Schließung des Iapetus Ozeanes im Norden aufragenden Kaledonischen Gebirges. Wir finden in den Gesteinen die für einem limnisch-fluviatilen Ablagerungsraum charakteristischen Sedimentstrukturen wie Schrägschichtung, Rippelmarken und Trockenrisse, somit typische Sedimentstrukturen, wie wir sie im Ablagerungsraum eines Wattes finden. Zunehmende Aridität, der Ablagerungsraum befand sich in der Nähe des Äquators, und damit geänderte Verwitterungsbedingungen, ließen den Anteil von Eisen- und Aluminiumoxiden in den Sedimenten steigen, was die kennzeichnende Rotfärbung beweist. Nach der vorherrschenden roten Farbe wurde das sich bildende Festland Old Red Kontinent genannt. Viele Schichten, vor allem die älteren, zeigen auch braune und grüne Färbungen. Neben den pflanzlichen Fossilien überliefern die Sedimente auch Eurypteriden (Krebse) und Panzerfische.

Im Nachfolgenden einige charakteristische Aufschlüsse im Westen Großbritanniens:  
Der Fundpunkt Perton bei Woolhope/Hereford ist die Typlokalität der Downton Beds im oberen Silur. Von hier beschrieb W. H. LANG die Typspezies *Cooksonia pertonai*. Die Pflanzenreste finden

sich zusammen mit Eurypteriden Resten und Algenmatten in einem sehr feinkörnigen, bräunlich bis olivgrünen Sandstein, mit hohem Glimmer und Tonanteil. Dieser bildet eine ca. 50 Zentimeter dicke Bank in einer grobklastischen Sedimentabfolge. Das feinkörnige Sediment gelangte in einem Stillwasserbereich im Seitenarm eines Stromes zur Ablagerung. Die organischen Reste blieben in der feinkörnigen Matrix als bräunliche, Eisenhydroxid gefärbte und schwarze, kohlige Abdrücke erhalten. *Cooksonia* zeigt sich als kleine, einfach verzweigte, nur wenige Zentimeter große Pflanze mit endständigen Sporangien, die etwas breitgedrückt und nierenförmig sind. Die Achsen sind glatt; blattähnliche Anhänge fehlen.

Stratigraphisch wird die am Alt Ddu südlich von Brecon/Powys in das untere Devon gestellt (Senny Beds). Es sind lichtgraue, gleichmäßige feinkörnige Sandsteine, die in zentimeterdicke, gewellte Platten spalten. Was sie so wertvoll macht ist ihre Pyriterhaltung, zum Teil in Eisenhydroxide umgewandelt. Die Verkiesung überliefert feinste Einzelheiten der Pflanzenanatomie, die sich unter dem Elektronenmikroskop erkennen und untersuchen lassen.

Die Pflanzenwelt zeigt eine, im Vergleich zum Aufschluss in Perton, weit fortgeschrittene Diversität. Neben *Cooksonia* treten *Zosterophyllopsida* (STEWART 1983, 84ff.) auf, sie werden zu den Vorläufern der Lycopsiden (Bärlappgewächse) gezählt. *Zosterophyllum* ist eine bis 15 Zentimeter groß werdende, teilweise submers, wachsende Pflanze. Ihre Achsen sind an den dichotomen Verzweigungen etwas abgeflacht. Die über die Wasseroberfläche ragenden Pflanzenteile zeigen typische Eigenschaften von Landpflanzen: Cuticula, Blattöffnungen und epidermale Zellen. Die Sporophylle von *Zosterophyllum* tragen ährenförmige angeordnete, abgeflachte Sporangien. Die Trimerophytales Gruppe steht vermittelnd zwischen Rhynia- Bärlapp- und Farngewächsen (STEWART 1983, 130 ff.). Hierzu zählt die formenreiche Pflanzengruppe *Psilophyton cf. princeps*. Sie wird 20 Zentimeter groß und zeigt mehrfach verzweigte Achsen, die in regelmäßigen Abständen kurze Stacheln tragen. Die Sporangien hängen terminal an den Achsenenden. Weiter findet sich, als Vorläufer der Bärlappgewächse, *Drepanophycus*, eine mit bis zu 50 Zentimeter Höhe, recht stattliche Pflanze. Auch sie trägt wiederum kurze Stacheln. Die Sporangien sitzen unregelmäßig verteilt in den Blattachsen.

Gegen Ende des Devons erreichen die Bärlappgewächse dann schon Baumgröße.

Für die Fundstellen im unteren bis mittleren Devon sei ein Aufschluss am Brecon Beacons Paß beschrieben. Der dunkelgraue, splittrig brechende Sandstein, teilweise im Übergang zum Quarzit, wurde früher im Storry Arms Quarry abgebaut. Stratigraphisch erfolgt die Eingliederung in die upper Senni Beds des Ditton und, nicht gesichert, in das Brecon (unteres bis mittleres Devon). Zum mittleren Devon hin veränderten sich hier die Ablagerungsbedingungen, die Pflanzenfossilien werden spärlicher. Das die Küstenlinie nicht allzu weit entfernt lag, zeigt der Fund der Alge *Prototaxites*.

*Cooksonia* hat seit dem Silur vor allem die Form der Sporangien verändert. Sie sind größer geworden und nicht mehr typisch nierenförmig. Großen Anteil am Pflanzenhäcksel hat *Gosslingia breconensis*, nahe verwandt mit *Zosterophyllum*. Relativ weitständige, dichotom bis pseudo-monopodial verzweigte Achsenabschnitte charakterisieren diese Pflanze. Die nierenförmigen Sporangien sitzen unregelmäßig verteilt an den Achsen.

#### Literatur:

BASSET, M. G. & EDWARDS, D. (1982): Fossil Plants from Wales, Amgueddfa Genedlaethol Cymru, Geological Series N0. 2, Cardiff

*Cooksonia*; [biologie-seite.de/Biologie/Cooksonia](http://biologie-seite.de/Biologie/Cooksonia), abgerufen am 30.12.2021

Dutoitea; [en.wikipedia.org/wiki/dutoitea](http://en.wikipedia.org/wiki/dutoitea), abgerufen am 30.12.2021

JUNG, W. (1986): Versteinerte Wälder, Ausstellungskatalog Mineralientage München

KLAUS, W. (1986-67): Einführung in die Paläobotanik Band I und II; Franz Deutike, Wien

LEHMANN, U. (1977): Paläontologisches Wörterbuch, Enke, Stuttgart

Mc ALESTER, A. L. (1981): Die Geschichte des Lebens, GeowissenKompact, Enke, Stuttgart

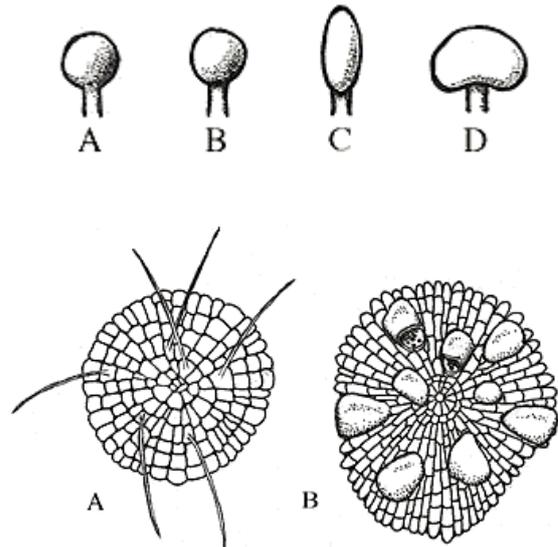
Mc KERROW (1982): Paläoökologie, Kosmos, Stuttgart

MURAWSKI, H. (1983) Gologisches Wörterbuch, Enke, Stuttgart

NULTSCH, W. (1982): Allgemeine Botanik, Thieme, Stuttgart

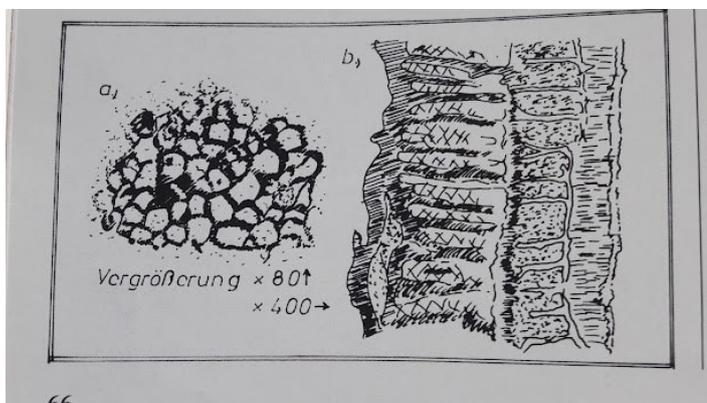
PFLUG, H. D. (1984): Die Spur des Lebens, Springer, Berlin

SCHÖLLORN, E. (!989) (Cooksonia- Notizen zur Evolution der Landpflanzen, Fossilien 6 Jahrgang, Goldschneckeverlag, Korb  
 SCHWEIZER, W. J. (1987) Introduction to the plant bearing Beds and the Flora of the lower Devonian of the Rhineland, Bonner paläontologische Mitteilungen 13, Bonn  
 STEWARD, W. N. (1983): Paläobotany and the evolution of plants, Cambridge university Press, Cambridge  
 Taxonomie; paleobiob.org/calassic/basic/TaxonInfo?a=basic/Taxoninfo.; abgerufen am 30.12.2021



Rekonstruktion von *Cooksonia* sp.<sup>^^</sup>  
 (aus: *Cooksonia*\_sp.\_MUSE)

Entwicklung der endständigen Sporangien bei *Cooksonia*: *hemisphärica*, *cambreensis*, *pertoni*, *caledonica* (ob., von li. nach re.)  
 Entwicklung eines vaskulären Zellen Systems bei Landpflanzen (unten) (aus: Lab IV Early land Plants)



Schnitt durch einen Stamm von *Gosslingia breconensis*. Senni Beds Brecon Beacons, (Dünnschliff, Nat Museum Cardiff); a) Querschnitt durch das wasserleitende System, d.h. Xylem, aus Tracheiden; b) Längsschnitt; verholzte Verstärkungsringe gewährleisten Stabilität; Hohlräume durch Pyritbildung zusätzlich verstärkt (oben).

Stoory Arms Quarry, Brecon Beacon Pass, obere Senni beds, unteres bis mittleres Devon (rechts).



Zeichnung, Foto E. Schöllhorn, 1988

Stratigraphie	marin	Old Red Kontinent	
	Ems		
unteres Devon	Siegen	Brecon	Beginn 40,6 Millionen Jahre
	Gedinne	Ditton	
oberes Silur:	Pridoli	Downton	Cooksonia
			Beginn 41,4 Millionen Jahre