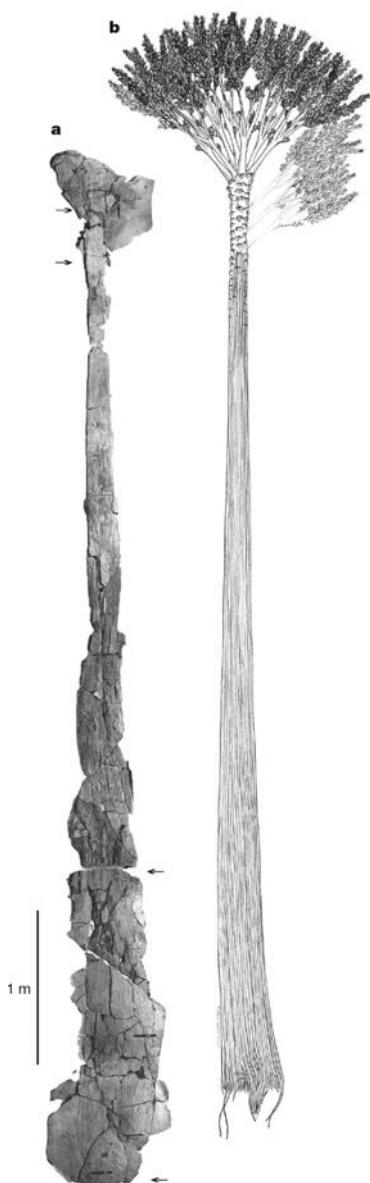


Ältester fossiler Wald ist „überraschend komplex“

Der Weg von kleinen krautigen Pflanzen zu gestandenen Bäumen im Laufe des Devons scheint unter evolutionstheoretischen Voraussetzungen beachtlich schnell verlaufen zu sein. Nun hat sich herausgestellt, dass der älteste Wald sehr viel komplexer war als bisher angenommen. Der bereits 1920 entdeckte Gilboa-Wald aus dem Mitteldevon Nordamerikas konnte neu untersucht werden und bot einige Überraschungen.

Reinhard Junker



Zur Zeit des Devons vor 359–416 Millionen Jahren gemäß Isotopen-Datierungen sollen sich nach evolutionstheoretischen Vorstellungen viele Schritte der Eroberung des Landes durch Pflanzen ereignet haben. Der Weg von niedrigen krautigen Pflanzen bis zu Bäumen, die es der Größe nach mit heutigen Bäumen aufnehmen konnten, wurde dabei erstaunlich schnell zurückgelegt. Bereits ab dem oberen Mitteldevon (ca. 380 Millionen Jahre) sind Überreste der baumförmigen Gattung *Archaeopteris* („alter Farn“) bekannt, die bis 30 m hoch werden konnte und zu den Progymnospermen gerechnet wird. Diese Gruppe zeichnet sich durch eine ungewöhnliche Kombination aus gymnospermenartigem Holz (vergleichbar heutigen Nacktsamern) und dem Besitz von Sporen als Verbreitungsmittel aus (was u. a. für Farne typisch ist; Gymnospermen bilden dagegen Samen). *Archaeopteris* war Hauptbestandteil oberdevonischer Wälder.

Die *Archaeopteris*-Wälder halten aber nicht den Altersrekord. Im Jahr 1920 wurden bei Gilboa in den Catskill Mountains im Bundesstaat New York (USA) bei Bauarbeiten fossile Überreste eines mitteldevonischen Waldes ausgegraben. Es waren hunderte Ausgüsse von Baumstümpfen hohler Bäume entdeckt worden, die auf etwa 8–10 m Wuchshöhe schließen ließen. Sie erhielten den Gattungsnamen *Eospermatopteris* („alter Samenfarn“). Es wurde vermutet, dass der Gilboa-Wald einfach aufgebaut war und nur aus dieser einen Art bestand. Erst im Jahr 2007 konnte eine Verbindung zu den oberen Teilen der Pflanze, also ihrer Baumkrone nachgewiesen werden: es handelte sich um die

Gattung *Wattieza* (Abb. 1) aus der Ordnung der Pseudosporochnales (Klasse Cladoxylopsida), die als Farnvorläufer diskutiert werden (STEIN et al. 2007). Bemerkenswert ist die Ähnlichkeit der rekonstruierten Pflanzengestalt (Habitus) mit heutigen Baumfarne und Cycadeen, mit denen die devonischen Pseudosporochnales aber nicht verwandt sind. Der Habitus (die Gestalt) muss als konvergent angesehen werden. Er unterscheidet sich deutlich von *Archaeopteris*. STEIN et al. (2007) vermuten auch eine andere Ökologie: Während *Eospermatopteris* / *Wattieza* zu einer Art Auenlandschaft passen, sei *Archaeopteris* ein Besiedler von Ufergebieten.

Neue Untersuchungen

Vor zwei Jahren bot sich nun die Möglichkeit, den Gilboa-Wald erneut zu untersuchen. Der Steinbruch, aus dem seine Überreste stammten, war nach dem Bau eines Damms verfüllt worden. Im Zuge von Wartungsarbeiten am Damm wurde das Material teilweise wieder abgeräumt, so dass die Fundstelle genauer untersucht werden konnte – insgesamt etwa 1200 Quadratmeter.

Dabei zeigte sich, dass der Gilboa-Wald „sehr viel komplexer aufgebaut war als bislang angenommen“ (MEYER-BERTHAUD & DECOMBEIX 2012, 41). Eine Forschergruppe um den Paläobotaniker Bill STEIN registrierte alle Pflanzenfossilien, die auf der freigelegten Ebene konserviert worden waren (STEIN et al. 2012). Neben den bekannten Baumstümpfen unterschiedlichen Alters und dazugehörigen Wurzelsystemen fanden sie waagrecht verlaufende, etwa 15 cm dicke und bis 4 m lange rhizomartige Holzstämme, die den Stämmen von Progymnospermen aus der Ordnung der Aneurophytales ähneln. Diese Pflanzengruppe ist mit den Pseudosporochnales nicht

Abb. 1 Links: Aus mehreren fossilen Bruchstücken zusammengesetzter Stamm von *Eospermatopteris*, rechts eine Rekonstruktion von Stamm und Krone, die bis zum Jahr 2007 nur als Formgattung *Wattieza* bekannt war. Höhe ca. 8 m, South Mountain, New York. (Aus STEIN et al. 2007)

näher verwandt. An den waagerechten Stämmen befanden sich Adventivwurzeln (sprossbürtige Wurzeln), die einen Durchmesser von etwa 5 mm aufweisen. Darüber hinaus wurde ein Baum mit einer Rinde eines baumförmigen Bärlappgewächses gefunden (vgl. MEYER-BERTHAUD & DECOMBEIX 2012). Solche Bärlappbäume sind vor allem als Bestandsbilder der Karbonwälder bekannt. Damit finden sich Vertreter dreier sehr verschiedener Pflanzengruppen im Gilboa-Wald.

Vertreter dreier sehr verschiedener Pflanzengruppen kommen im Gilboa-Wald vor.

Erstaunlicherweise besaßen die rhizomartigen Stämme der Aneurophyten „modern“ anmutendes bifaziales Kambium. Das Kambium ist eine Wachstumsschicht in den Stämmen und sorgt für das sekundäre Sprosswachstum. „Bifazial“ bedeutet, dass diese Schicht nach innen und außen Gewebe produziert: Wasserleitungs-gewebe nach innen (Holzteil, Xylem) und Nährstoffleit-gewebe (Phloem) nach außen. Eine Reihe von Aneurophyten war aus dem Mitteldevon bereits bekannt, nun aber wurden erstmals als moderne Merkmale sekundäres Holz und ein bifaziales Kambium bei einer ihrer Arten nachgewiesen. Bemerkenswert ist, dass sekundäres Xylem nur in den Rhizomen, also den waagerechten Sprossen gefunden wurde, nicht jedoch in den Luftzweigen. Damit ist – so MEYER-BERTHAUD & DECOMBEIX (2012) – in Frage gestellt, dass Holz zur Verbesserung der Festigkeit evolvierte, da die Luftspore gar nicht in der Lage waren, sich selbst zu stützen. Vermutlich wanden sich diese Pflanzen an den *Eospermatopteris*-Bäumen als Kletterpflanzen hoch. Die Merkmale der Pflanzen des Gilboa-Waldes erklären sich demnach aus ihrer ökologischen Rolle und nicht notwendigerweise aus evolutionstheoretischen Mutmaßungen.

Aufgrund der neuen Forschungsergebnisse ergibt sich als Gesamtbild, dass es sich um eine ehemalige tropische Auenlandschaft handelte, bestehend aus großen, hohlen *Eospermatopteris*-Bäumen, die schmächtigen, hohlen, bambusartigen Bäumen glichen und Wurzeln besaßen, die in alle Richtungen abgingen und anderen Pflanzen Halt boten. Die basalen, waagrecht verlaufenden Teile der Aneurophyten waren um diese Wurzeln herum angeordnet, die Triebe kletterten lianenartig an den Stämmen hoch, besaßen dreidimensionale Wedel und bildeten eine den heutigen Farnen vergleichbare Schicht. Die Bärlappbäume waren offenbar seltener; ihre Kronen und basalen Teile wurden nicht gefunden. Die Rekonstruktion dieses Waldes brachte es immerhin auf das Cover der *Nature*-Ausgabe vom 1. März 2012.



Eine spezielle ökologische Nische

Darauf, dass der Gilboa-Wald eine spezielle ökologische Nische innehatte, weisen auch die rekonstruierten Lebensbedingungen hin. Schräggeschichtete Sandsteine im Gilboa-Gebiet, die mehrere Lagen mit *Eospermatopteris* enthalten, legen nahe, dass es wiederholt zu möglicherweise katastrophalen Prozessen und häufigen Störungen der Lebewelt kam (STEIN et al. 2012, 81). Der Wurzelhorizont ist ein dunkler, grauer, sandiger Tonstein, in den die Wurzeln nur wenig eindringen (STEIN et al. 2012, 78). Die Forscher

Die frühere Deutung als Besiedler von stabilen, ruhigen Sumpfgebieten muss aufgegeben werden.

vermuten aufgrund der Sedimentationsverhältnisse, dass der Wald an der Küste bei tektonisch instabilen Verhältnissen mit starken Wasserspiegelschwankungen („brutal episodes of sea-level rise“, MEYER-BERTHAUD & DECOMBEIX 2012, 42) wuchs, so dass die Pflanzen immer wieder überschwemmt und mit Sediment bedeckt wurden. Daher konnten die Bäume nicht allzu sehr in die Höhe wachsen, und wahrscheinlich waren sie schnellwüchsig. Unter diesen Umständen konnten sie auch nicht als Kohlebildner fungieren. Die frühere Deutung als Besiedler von stabilen, ruhigen Sumpfgebieten muss daher aufgegeben werden.

Abb. 2 Frühere einfachere Rekonstruktion eines *Wattieza*-Waldes. Mittlerweile ist klar, dass der „erste Wald“ komplexer aufgebaut war. (www.renderosity.com/mod/bcs/wattieza-dr/96120)

Schlussfolgerungen

Im oberen Mitteldevon sind bereits verschiedene Typen von Bäumen und mindestens zwei „Typen“ von Wäldern nachgewiesen. Angesichts der Tatsache, dass im Unterdevon vorwiegend krautige Landpflanzen fossil überliefert sind, erscheint in evolutionstheoretischer Perspektive das Tempo, in dem Wälder mit Arten entstanden, die z. T. modern anmutendes Holz besaßen, erstaunlich. Mitte des 20. Jahrhunderts diskutierte AXELROD (1959) die Möglichkeit, dass es sich bei den devonischen Lebensräumen nicht um Evolutionsstadien, sondern um ökologische Abfolgen und Einwanderungen in Überlieferungsgebiete handelt. Dieser Ansatz wurde kaum weiterver-

folgt. Das insgesamt relativ plötzliche Auftreten eines „überraschend komplexen“ Waldes könnte diese Deutungsmöglichkeit aber neu beleben.

Literatur

- AXELROD DI (1959) Evolution of the psilophyte paleoflora. *Evolution* 13, 264–275.
- MEYER-BERTHAUD B & DECOMBEIX AL (2012) In the shade of the oldest forest. *Nature* 483, 41–42.
- STEIN WE, MANNOLINI F, VAN ALLER HERNICK L, LANDING E & BERRY CM (2007) Giant cladoxylopsis trees resolve the enigma of the Earth's earliest forest stumps at Gilboa. *Nature* 446, 904–907.
- STEIN WE, BERRY CM, VAN ALLER HERNICK L & MANNOLINI F (2012) Surprisingly complex community discovered in the mid-Devonian fossil forest at Gilboa. *Nature* 483, 78–81.

„Vormensch“ verliert seinen Status

Australopithecus erweist sich als guter Kletterer

Die Australopithecinen werden trotz ihrer im allgemeinen recht großaffenähnlichen Schädel- und Zahnstruktur als „Vormenschen“ gedeutet, denn Körperstamm und Extremitätenskelett seien schon deutlich zum Menschen hin evolviert. Diese behauptete Menschenähnlichkeit wird durch neue Untersuchungen in Frage gestellt, die frühere Forschungsergebnisse unterstützen, nach denen die Australopithecinen keine Ahnen des Menschen sind.

Michael Brandt

Einleitung

Die beiden Forscher David J. GREEN und Zeresenay ALEMSEGED haben 2012 in *Science* eine bemerkenswerte Untersuchung zum Schulterblatt von *Australopithecus afarensis* publiziert. Mit dieser Analyse wurde eine seit Jahrzehnten kontrovers diskutierte Frage zur Fortbewegung der Australopithecinen vermutlich entschieden: Haben diese Tiere einen wesentlichen Teil ihres Lebens in Bäumen verbracht?

Unbestritten war, dass *Australopithecus afarensis* im Schulterbereich großaffenähnliche Merkmale besitzt. Aber wie sicher sind diese Merkmale und wie sind sie zu interpretieren?

Einige Forscher sahen in den großaffenähnlichen Merkmalen der oberen Extremitäten von *Australopithecus afarensis* eine Anpassung an eine Fortbewegung in Bäumen (STERN & SUSMAN 1983, SUSMAN et al. 1984, SUSMAN & STERN 1991, STERN 2000). Andere Forscher behaupteten einfach, dass die Klettermerkmale

funktionslose Überbleibsel von Lebewesen seien, von denen sie abstammen (LOVEJOY 1988, LATIMER 1991, WARD 2002). Dies ist eine recht willkürliche, kaum falsifizierbare Interpretation. Die Selektion müsste solche funktionslosen Merkmale eigentlich ausgemerzt haben. Und es wurde behauptet, dass bei *Australopithecus afarensis* („Lucy“) die mehr nach oben ausgerichtete Schultergelenkspfanne ein allometrischer Effekt sei, d. h. durch die geringe Körpergröße hervorgerufen. Mit anderen Worten: Menschenähnliche Formen mit einer geringen Größe wie „Lucy“ besäßen auch eine mehr nach oben ausgerichtete Schultergelenkspfanne (MENSFORTH et al. 1990, INOUE & SHEA 1997).

Das Schulterblatt (Scapula) ist ein Schlüsselknochen in der Beurteilung der Fortbewegungsweise von Primaten. Aber dieses Knochenelement ist fossil sehr selten und wenn, dann nur bruchstückhaft erhalten. Mit der Entdeckung des *Australopithecus afarensis*-Teilskelettes von Dikika (DIK-1-1), Äthiopien, veränderte sich die Datenlage grundlegend. Man besitzt nun ein