

2 Evolution der Samenpflanzen

Samenpflanzen gibt es seit dem Erdaltertum (Oberdevon), also seit mehr als 350 Millionen Jahren. Vorher gab es nur Sporenpflanzen, zu denen die Moose, Farne, Schachtelhalme und Bärlappe gehören, die in der heutigen Flora zwar vorhanden sind, jedoch gegenüber den Blütenpflanzen stark zurücktreten. Die Steinkohlen des Oberkarbons entstanden überwiegend aus fossilen Vertretern dieser Gruppen.

Allerälteste Lebewesen pflanzlicher Natur (im weitesten Sinne) reichen jedoch bis tief in das Präkambrium zurück. In 3,5 Milliarden Jahre alten Sedimenten Australiens fand man beispielsweise Strukturen, die aus Zellverbänden bakterien- oder blualgenartiger Mikroorganismen bestehen. [Noch ältere Reste aus Grönland – *Isuasphaera* – sind weniger eindeutig.] Es folgte eine Zeit pflanzlicher Entwicklung im Wasser. Die Besiedlung des Festlands geschah im Ordovizium und Silur, durch **Blau- und Grünalgen**, als erste Landorganismen gelten eukaryotische Algen (Algen mit echtem Zellkern, z. B. Grünalgen) und vielleicht schon Flechten. Die Grünalgen werden als Vorfahren der ersten Landpflanzen angesehen, die ab dem höheren Silur nachgewiesen sind, in der heutigen Flora aber keine näheren Verwandten mehr haben.

Bereits im Unterdevon begann eine rasche Evolution der Landpflanzen, erste Gefäßpflanzen sind in großer Vielfalt nachgewiesen, die ältesten Wurzeln sind aus mitteldevonischen Schichten, die ersten Bäume aus dem Oberdevon bekannt. In dieser Periode waren die **Psilophyten** (Farnpflanzen im weiteren Sinn) beherrschend. Zu ihnen gehörten die Urfarne sowie große Schachtelhalme, aber auch Siegel- und Schuppenbäume, die nach den Blattnarben auf der Baumrinde benannt sind. Alle zusammen machen die Hauptmasse der Pflanzen im **Erdaltertum** (Paläophytikum (Devon bis Unterperm)) aus. Ihr kohlebildendes Massenvorkommen im Karbon zeigt dies.

Aus einigen Arten dieser nunmehr verschwindenden Pflanzen entwickelten sich die ersten Samenpflanzen im **Erdmittelalter** (Mesophytikum), welches vom Oberperm bis zur Unterkreide dauerte. Zunächst erscheinen die **Nacktsamer** (= Gymnospermae: Pflanzen, deren Samenanlagen sich frei auf den Fruchtblättern befinden, also direkt der Bestäubung zugänglich sind), zu denen insbesondere die Nadelhölzer und die Palmfarne sowie der berühmte Ginkgobaum gehören, der einzige Vertreter einer sonst ausgestorbenen Klasse von Samenpflanzen. Die ältesten Nacktsamer sind aus oberdevonischen Gesteinen belegt. Die ältesten Nadelbäume wurden in Sedimenten des Oberkarbons gefunden, die mehr als 300 Millionen Jahre alt sind. Im letzten Zeitabschnitt des Erdaltertums, dem unteren Perm, nahm die Zahl der Gattungen und Arten von

Nadelbäumen stark zu. Die Hauptentwicklung und -verbreitung der Nadelbäume und anderer Nacktsamer erfolgte jedoch im Erdmittelalter. Gegenwärtig gibt es auf der Erde etwa 73 Gattungen mit rund 760 Arten von Nacktsamern.

Zu Beginn der **Erdneuzeit** (Känophytikum) in der Oberkreide, von vor etwa 100 Millionen Jahren bis zur Gegenwart reichend, erscheinen die **bedecktsamigen Blütenpflanzen** (Angiospermen) bereits in großer Fülle und weit entwickelt. Ihre Samenanlagen sind von Fruchtblättern eingeschlossen, die sie von schädlichen äußeren Einflüssen wie Vogelfraß, Austrocknung und vielem anderem schützen. Zu den Bedecktsamigen gehören die weitaus meisten der heutigen Pflanzen, unter anderem alle im Arboretum vorhandenen Laubgehölze. Jedoch schon in der höheren Unterkreide begann eine beinahe explosionsartige Weiterentwicklung und Ausbreitung der Bedecktsamer, wie unten noch erläutert wird. Im Tertiär und im Quartär bildete sich allmählich die heutige Vielfalt der Familien, Gattungen und Arten heraus; gegenwärtig kennt man etwa 240 000 beschriebene Arten.

Nach KLAUS (1986) sind die ältesten Bedecktsamer in Gesteinen der Unterkreide (Barremium) nachgewiesen: Diese Pflanzen sind bereits hoch entwickelt. Zu den allerältesten Angiospermen gehören die Funde aus dem Neokomium Sibiriens; nur wenig jünger sind die aus der Potomac-Gruppe der östlichen USA (Barremium–Albium): sechs zweikeimblättrige (= dicotyle) und zwei einkeimblättrige (= monocotyle) Arten. In den basalen Schichten der Potomac-Gruppe kommen nur 2 % Angiospermen vor, in den höheren Bereichen (Albium) sind es bereits 25 %. Die Entwicklung geht von einfachen zu differenzierten Formen, sowohl bei den Blättern als auch bei den Blüten und Früchten. Primitive Merkmale sind:

1. Zapfenähnliche Fruchtsände (besonders deutlich an den Magnoliengewächsen zu sehen): Samenanlagen stehen in großer Zahl auf einer langgestreckten Achse.
2. Ungeteilte ganzrandige Blätter: Die ganze Vielfalt der heutigen Blattformen (rund, länglich, gelappt, fingerförmig, fiedrig) entstand erst später.
3. Unregelmäßige Blattnervatur: Die regelmäßige Netznervatur (bei den Einkeimblättrigen die regelmäßige Parallelnervatur) entwickelte sich erst allmählich.
4. Existenz von Blütenkätzchen und Fehlen einer in Kelch und Krone gegliederten Blütenhülle.

Viele der mesophytischen Nacktsamer gehen in der Kreidezeit zurück oder sterben aus: Die Bennettiteen sterben aus, Palmfarne (Cycadeen) und Ginkgoge-

wächse gehen zurück. Die Pinaceen, eine Familie der Nadelbäume, entwickeln sich in zahlreichen Evolutions-schritten deutlich weiter.

Die Tatsache, daß die Angiospermen scheinbar schlagartig in der Unterkreide mit bereits großer Formenvielfalt auftreten, weist darauf hin, daß ihre Entwicklung schon längere Zeit zuvor begonnen haben muß. Eventuell hat diese zunächst in Abtragungsräumen stattgefunden, etwa in ausgedehnten Gebirgslandschaften, wo keine Sedimentationsräume mit der Möglichkeit der Fossilerhaltung vorhanden waren. Erst später sind die Pflanzen im Zuge der Eroberung neuer Lebensräume in Biotope eingewandert, die Sedimentationsräume waren, in denen pflanzliche Reste erhalten bleiben konnten. Eine gewisse Ausnahme hiervon sind Pollenkörner, die weit verfrachtet und somit außerhalb ihres Lebensraums abgelagert werden können. Sie besitzen – ebenso wie die Sporen – eine sehr große Widerstandsfähigkeit und können daher über viele Jahrmillionen erhalten bleiben.

Es ist auch möglich, daß sich die Frühzeit der Angiospermen-Evolution in tropischen Gebirgen abgespielt hat. Hier sind heute viele Formen mit primitiven Merkmalen heimisch. Ferner kommen warm-aride Bereiche als Entstehungszentrum in Frage. Hier könnte die Bedecktsamigkeit (Angiospermie) als Schutz vor dem drohenden Austrocknen der Makrosporen (= Samenanlagen) entstanden sein.

Seit dem Erscheinen des Buches von KLAUS (1986) ist die Suche nach frühen Bedecktsamern weltweit intensiviert worden. Aus der Unterkreide z. B. von Europa, Nordamerika, Australien und China sind viele neue Fossilien bekannt geworden, die unsere Kenntnis beträchtlich erweitert haben. Allein aus Portugal sind über 100 Arten von Bedecktsamern aus der Unterkreide bestimmt worden. Zu den ältesten Resten (mindestens 125 Mill. Jahre) gehört die Gattung *Archaeofructus*, die mit zwei Arten in China nachgewiesen ist. Für diese Gattung wurde inzwischen (SUN et. al. 2002) eine eigene Familie Archaeofructaceae geschaffen, deren systematische Stellung noch nicht völlig geklärt ist. Es handelt sich wahrscheinlich um Wasserpflanzen. Auf jeden Fall waren es kleine, krautige Pflanzen, die außerhalb der Tropen lebten.

Mit diesen neuen Befunden vergrößert sich die Zahl der krautigen Pflanzen und der Wasserpflanzen unter den ältesten Bedecktsamern, es sind nach wie vor aber nur sichere Funde aus Unterkreide-Sedimenten bekannt.

Die zeitliche Differenz von über 60 Millionen Jahren von den ältesten Bedecktsamern bis zu den Braunkohlenwäldern des Tertiärs reichte zur Entwicklung einer sehr großen Vielfalt in dieser Pflanzengruppe aus. Einige der im Tertiär bereits nachgewiesenen Gattungen werden nachfolgend vorgestellt.