©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pollenmorphologische Bilddokumentation ausgewählter Sippen der ehemals Kätzchenblütigen

Von Adolf FRITZ unter Mitarbeit von Klaus ALLESCH

Dank

Die vorliegende Studie gründet sich auf Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop (REM). Für das Zustandekommen dieser Arbeit gebührt einer Reihe von Personen aufrichtiger Dank.

Herrn Univ.-Prof. Dr. G. Piccottini, Direktor des Landesmuseums in Klagenfurt, danke ich für die Benützung des Elektronenmikroskopes. Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Sampl, Leiter der Abteilung 15 des Amtes der Kärntner Landesregierung, danke ich ganz besonders für die Aufrüstung des REM mit einem Digitalen Scanning System. Weiters fühle ich mich dem Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Jubiläumsprojektes Nr.6775/4 zu Dank verpflichtet, wodurch es dem Autor möglich war, Frau Mag. G. Zwettler als Laborantin anzustellen. Frau Mag. Zwettler danke ich für die sorgfältige Durchführung der Laborarbeiten. Herrn K. Allesch gebührt besonderer Dank für seine unendliche Geduld am Elektronenmikroskop und seine große technische Fachkenntnis in der Handhabung desselben sowie für die Computerbearbeitung der Abbildungsbelege.

Nicht zuletzt ist es mir ein aufrichtiges Bedürfnis Herrn Univ.-Prof. Dr. W. Larcher, Botanisches Institut Innsbruck, und Herrn Kurator Dr. W. Till, Botanisches Institut Wien, für die Bereitstellung wertvoller Pollenbelege meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Kurzfassung

Es wird der Pollen von 36 Gattungen der ehemaligen Hamamelididae elektronenmikroskopisch dargestellt. Der morphologische Vergleich derselben versucht, die verwandtschaftliche Isolierung bzw. die verwandtschaftliche Nähe der einzelnen Sippen an Hand des Blütenstaubes aufzuzeigen.

Vorbemerkungen

Aufgrund intensiver Analysen homologer DNA-Sequenzen wurden in den letzten Jahren hinsichtlich der Sippenphylogenie der Angiospermae gewisse Durchbrüche erzielt, welche zu einer Neuordnung der wichtigsten Verwandtschaftsgruppen führten (SITTE et al. 1998:748). Im Zuge dieser Neuordnung wurde die Unterklasse der bisherigen Hamamelididae, die sich offenkundig als polyphyletisch erwiesen hat, auf verschiedene Bereiche des Systems aufgeteilt (SITTE et al. 1998:764).
Es dürfte daher von allgemeinem Interesse sein, die ehemaligen Sippen der „Kätzchenblütigen" pollenmorphologisch an Hand von elektronenmikroskopischen Aufnahmen im Hinblick auf deren Polyphylie darzustellen und zu vergleichen. Der Autor beabsichtigt aber nicht, jene Pollenbeispiele, die zur Bilddokumentation ausgewählt wurden, eingehend morphologisch zu beschreiben. Darüber gibt es bereits genügend Spezialliteratur. Der Autor versucht lediglich, die charakteristischen morphologischen Unterschiede der einzelnen Sippen der ehemaligen Hamammelididae bildlich darzustellen.

Eupteleaceae

Die Eupteleaceae sind eine sehr kleine, uralte Sippe von Blütenpflanzen, die heute auf Ostasien beschränkt sind und nur aus einer Gattung bestehen. Sie sind ein Relikt eines einst reich entfalteten Entwicklungszweiges der Angiospermae, deren systematische Stellung früher bei den Trochodendrales (HEYWOOD 1982:55) bzw. in der Nähe der Schisandraceae (Illiciales) und Cercidiphyllaceae gesucht wurde (TAKTHAJAN 1973:119). Im Sinne der DNA-Analysen werden die Eupteleaceae jetzt den Ranales zugeordnet und stehen hier offenbar an der Basis derselben (SITTE et al. 1998:753/754).

Euptelea sp.

Die ziemlich kleinen Pollenkörner von *Euptelea* (Abb. 1) haben annähernd sphäroidale Form mit pantoaperturater Anordnung der Keimstellen. Größe und Form der Aperturen sind offensichtlich sehr variabel. Neben Keimstellen, die einwandfrei als Poren anzusprechen sind, gibt es auch relativ breite, leicht gestreckte Aperturenfelder mit einem Längen-/Breitenverhältnis von knapp unter 2, die

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

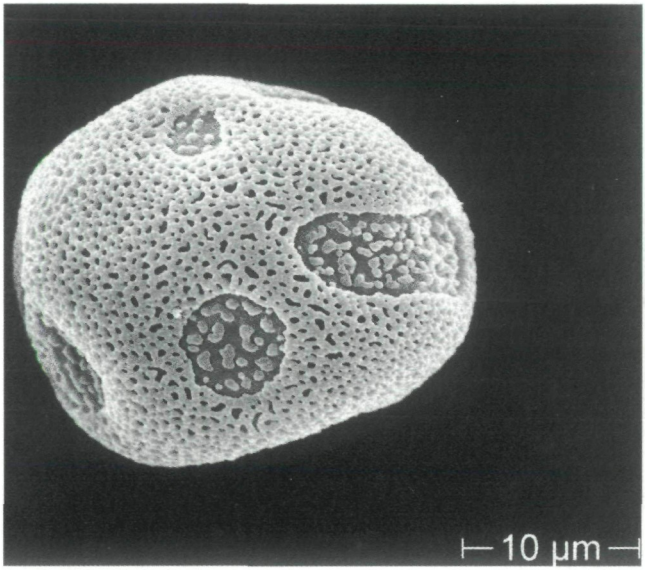


Abb. 1: ***Euptelea* sp. Ganzbild eines Pollenkorns.**

definitionsgemäß noch als Poren angesehen werden müßten, sowie weiters noch faltenartig geformte Keimstellen von zum Teil stattlicher Länge (Abb. 2). Die uneinheitliche Ausbildung der Aperturen von *Euptelea* spricht für deren Urtümlichkeit. Aus der Sicht der Mikrosporen-Evolution könnte man *Euptelea* als ein Übergangsstadium faltenartiger zu porenartigen Keimstellen auffassen. Wie es für primitive Pollenformen typisch ist, sind die Keimstellen von *Euptelea* durch Membranen verschlossen und mit unterschiedlich gestalteten Granula bedeckt.

Wie Abb. 3 und 4 zeigen, ist die Skulptur von *Euptelea* in Form eines unverwechselbaren heterobrochaten Retikulums ausgebildet, deren Muri wenig auffallende 120-140 nm kleine Nanoscabrae tragen. Skulptur und Aperturen in der vorliegenden Art sind für Ranales untypisch, was den Eupteleaceae innerhalb dieser Ordnung eine gewisse isolierte Stellung zuweist.

Platanaceae

Die Platanaceae sind ähnlich wie die Eupteleaceae eine sehr alte Familie mit nur einer Gattung. Die ältesten Fossilreste dürften bereits aus der Kreide stammen (GOTHAN & WEYLAND 1973:477). Bis vor kurzem brachte man die Platanaceae in der Ordnung der Hamamelidales unter, wenn auch die Verwandtschaft mit den Hamamelidaceae von gewissen Autoren nur für wahrscheinlich oder möglich gehalten wurde (HEYWOOD 1982:56). Im Sinne von SITTE et al. (1998:755) werden jetzt die Platanaceae, gemeinsam mit den Trochodendrales, in eine gesonderte Unterklasse der Rosopsida mit sehr isolierter systematischer Stellung eingereiht.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

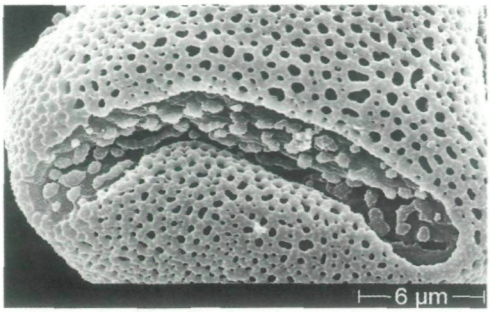


Abb. 2: *Euptelea* sp. Bildausschnitt mit Falte.

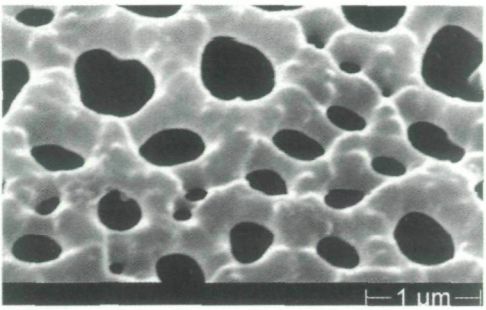


Abb. 3: *Euptelea* sp. Bildauschnitt mit Retikulum und Nanoscabrae.

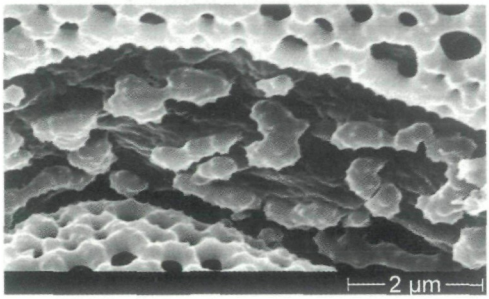


Abb. 4: *Euptelea* sp. Bildausschnit mit Nanoscabrae am Faltenrand.

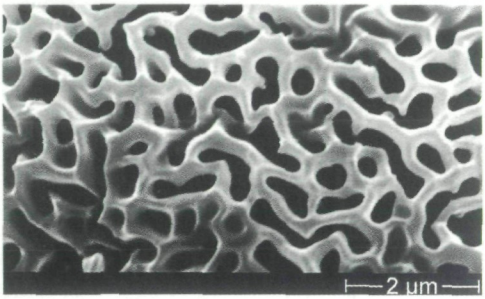


Abb. 6: *Platanus* x *hispanica*. Bildausschnitt mit Retikulum.

Platanus x *hispanica*

Der Blütenstaub von Platanus (Abb. 5) ist knapp 30 µm groß, hat sphäroidale Form und besitzt drei meridional angeordnete Keimfalten (trizonocolpat). Die relativ breiten und kurzen Aperturenfelder, die ähnlich wie bei *Euptelea* in ihrer Ausbildung eher primitiv wirken und keinen scharf begrenzten Faltenrand aufweisen, sind mit einer granulabesetzten Membran verschlossen.

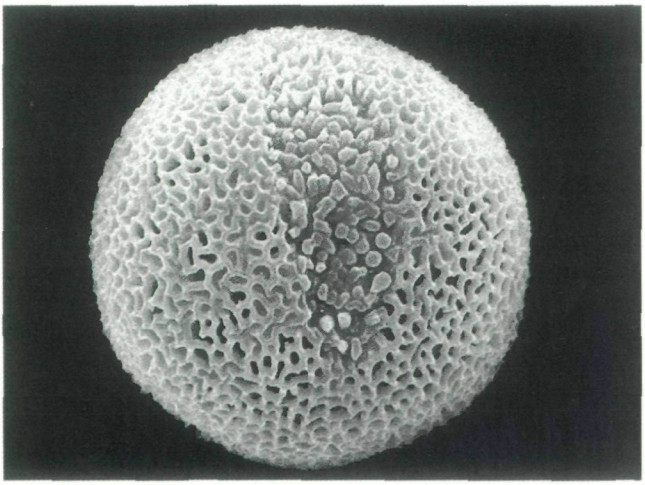


Abb. 5: *Planus* x *hispanica*. Ganzbild eines Pollenkorns.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die heterobrochate (mikro-)retikulate Skulptur (Abb. 6) fällt dadurch etwas aus dem Rahmen, daß die Muri zapfenartige Auswüchse tragen, die den Eindruck nicht zustandegekommener, zusätzlicher Maschenbildungen vermitteln. Ähnliches beobachtet man auch bei den Ranales (*Helleborus*). Skulptur und Apertur lassen keine pollenmorphologische Beziehung zu anderen Sippen der ehemaligen Hamamelididae erkennen, was *Platanus* eine isolierte Stellung einräumt.

TROCHODENDRALES

Die Trochodendrales umfassen zwei sehr kleine Familien ostasiatischer Bäume mit je einer Gattung und einer Art, die schon in der Unteren Kreide, möglicherweise sogar schon im Jura, existierten (FUKAREK 1993:104). Das tracheenlose Holz der Trochodendrales weist die Ordnung als besonders primitiv aus und sichert ihnen eine sehr isolierte Stellung innerhalb der Angiospermae, was in der entsprechenden systematischen Einstufung durch SITTE et al. (1998:755) seinen Ausdruck findet.

Trochodendraceae

Trochodendron aralioides

Die etwa 17 µm kleinen, sphäroidalen bis subprolaten Pollenkörner von *Trochodendron aralioides* sind ebenso wie *Platanus* trizonocolpat (Abb. 7 und 8). Die Falten dagegen sind relativ eng und lang, werden von einem margoartigen Exinenbereich striat verlaufender Skulpturelemente umgeben und wirken damit fortschrittlicher als die Keimstellen von *Platanus* oder *Euptelea*. Auch bei *Trochodendron* sind die Falten mit granulabesetzten Membranen verschlossen.

Die Skulptur von *Trochodendron* erscheint bei lichtoptischer Betrachtung als retikulat. Unter dem REM erweist

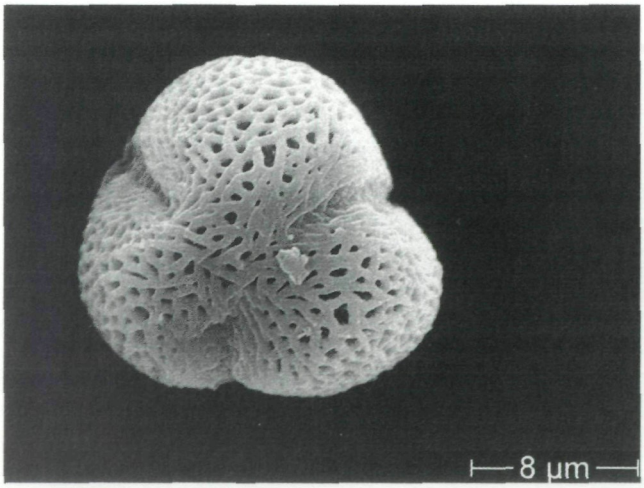


Abb. 7: *Trochodendron aralioides*. Polansicht.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

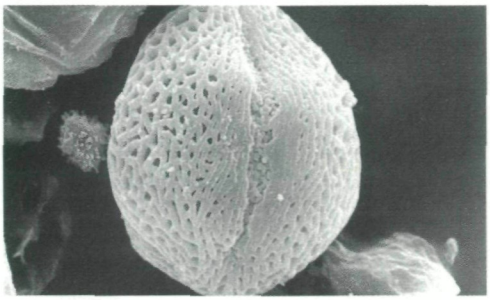


Abb. 8: ***Trochodendron aralioides.*** **Äquatoransicht.**

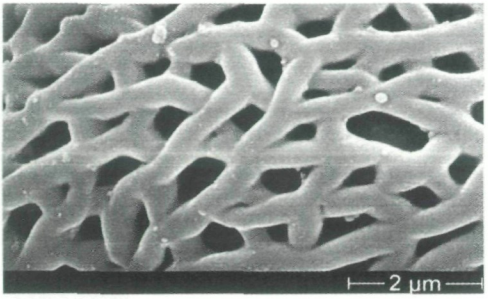


Abb. 9: ***Trochodendron aralioides.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

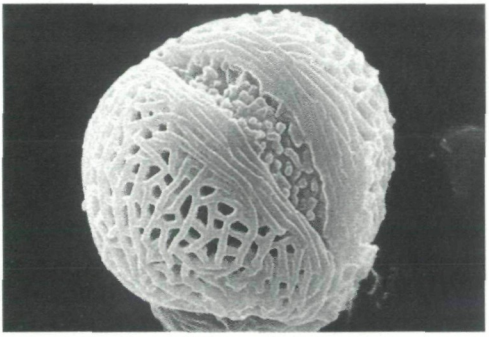


Abb. 10: ***Tetracentron sinense.*** **Ganzbild eines Pollenkorns.**

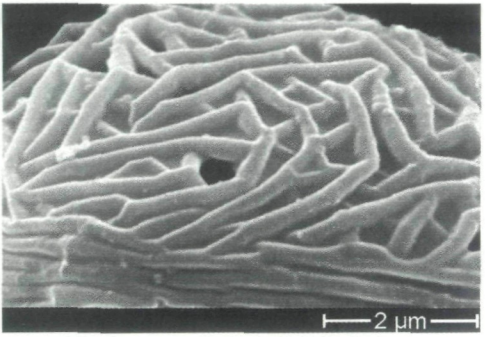


Abb. 11: ***Tetracentron sinense.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

sie sich aber als ein aufgelockertes, rugulates Geflecht von strangartigen, mehr oder weniger stark gewundenen und unregelmäßig verzweigten Skulpturelementen, die miteinander in Verbindung treten und verschmelzen (Abb. 9). Gegen den Faltenrand hin richten sich diese Skulpturelemente (valla) mehr und mehr parallel aus, rücken enger zusammen und gehen in den bereits erwähnten striaten Margobereich über.

Es ist erwähnenswert, daß dieser Typus einer geflechtartigen Exinenskulptur sich bei der ebenfalls sehr alten und wahrscheinlich schon während der Kreide existierenden Familie der Fagaceae, besonders deutlich bei *Castanea*, in einer ähnlichen Form wiederfindet (Abb. 36).

Tetracentraceae

Tetracentron sinense

Der Blütenstaub von *Tetracentron sinense* (Abb. 10) entspricht in allen wesentlichen Einzelheiten dem *Trochodendron*-Typ, gerade auch hinsichtlich der geflechtartigen Skulptur (Abb. 11), vielleicht mit dem Unterschied, daß der striate Margo etwas kräftiger ausgebildet ist. Die pollenmorphologische Ähnlichkeit zwischen *Tetracentron* und *Trochodendron* bedeutet zweifellos eine sehr enge Verwandtschaft der beiden Sippen, wie man sie normalerweise nur bei Pollentypen innerhalb ein und derselben Familie

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

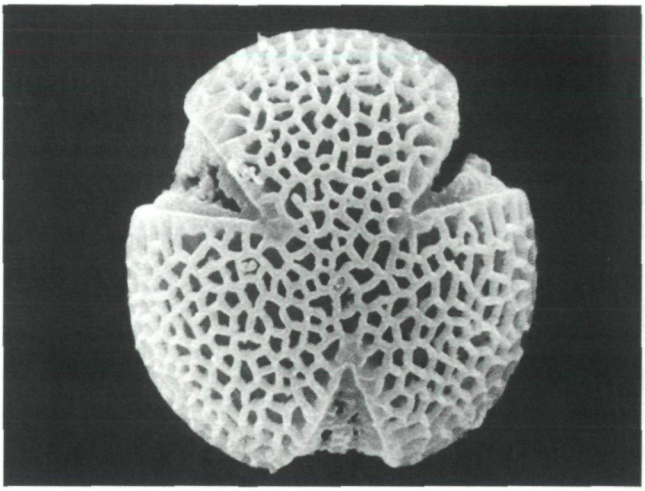


Abb. 12: ***Hamamelis japonica.*** **Polansicht.**

vorfindet. Es ist bemerkenswert, daß die Einordnung von *Tetracentron* in die Familie der Trochodenraceae offenbar zur Diskussion steht (HEYWOOD 1982:55).

HAMAMELIDALES

Die Hamamelidales umfassen nur eine kleine Zahl von Familien, die man ursprünglich unmittelbar aus den Vorfahren der Trochodenrales abzuleiten zu können glaubte (TAKTHAJAN 1973:119). In ihnen vermutete man ein Bindeglied zwischen den Trochodendrales und den übrigen Ordnungen der ehemaligen Kätzchenblütigen. Nach SITTE et al. (1998:759) werden die Hamamelidales heute in die Saxifraganae eingegliedert. Mögliche verwandtschaftliche Beziehungen in diese Richtung wurden schon früher geäußert (FUKAREK 1993:106).

Hamamelidaceae

Die Hamamelidaceae sind eine mittelgroße Familie von Bäumen und Sträuchern, die in den gemäßigten und subtropischen Zonen beider Hemisphären vorkommen und denen etwa 23 Gattungen mit rund 100 Arten angehören (HEYWOOD 1982:56). Es werden meist fünf Unterfamilien unterschieden, was bereits auf eine gewisse verwandtschaftliche Heterogenität hinweist. Im Rahmen der vorliegenden Publikation kann leider nur eine Auswahl von Gattungen dargestellt werden.

Hamamelis japonica (*Hamamelis*-Typ)

Hamamelis japonica (Abb. 12 und 13) repräsentiert einen Pollentyp, dem mehrere Gattungen der Familie angehören (Abb. 15-18). Der *Hamamelis*-Typ ist von sphäroidaler Form mit drei relativ langen und charakteristisch geformten meridionalen Falten (trizonocolpat), die

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

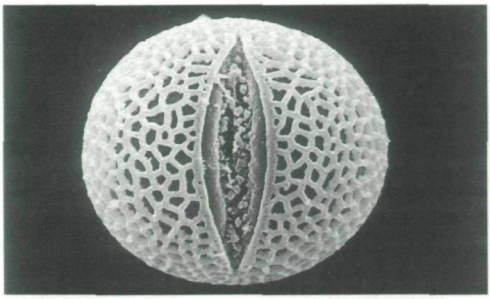


Abb. 13: ***Hamamelis japonica.*** **Äquatoransicht.**

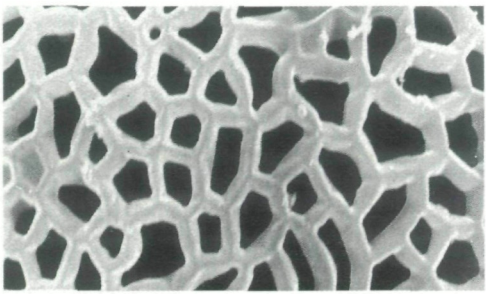


Abb. 14: ***Hamamelis japonica.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

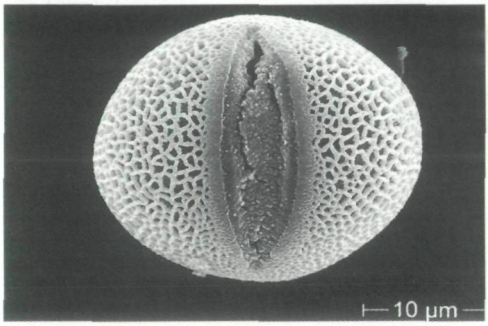


Abb. 15: ***Fothergilla monticola.*** **Äquatoransicht.**

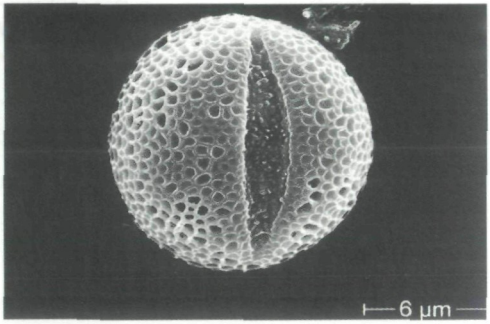


Abb. 16: ***Trichocladus ellipticus.*** **Äquatoransicht.**

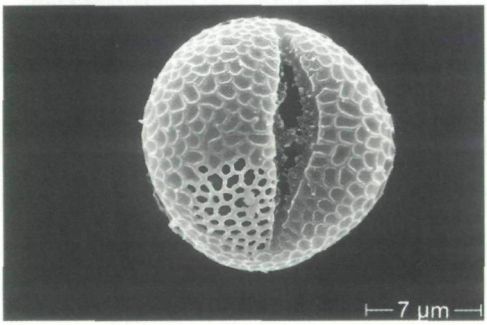


Abb. 17: ***Loropetalum chinense.*** **Äquatoransicht.**

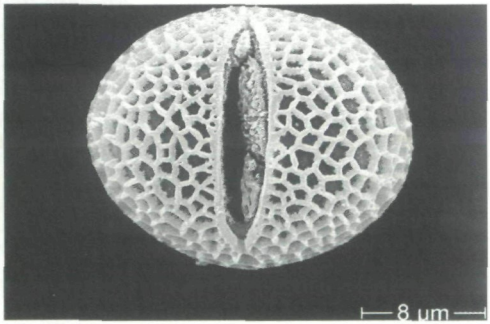


Abb. 18: ***Disanthus cercidifolius.*** **Äquatoransicht.**

einen bogenförmigen Schlitz mit der größten Breite im Äquator und spitz zulaufenden Faltenenden bilden. Das Oberflächenrelief des Pollens besteht in einem kräftig entwickelten heterobrochaten Retikulum (Abb. 14), das in nahezu gleichmäßiger Ausbildung bis an die Falten- bzw. an den Margorand heranreicht.

Altingia excelsa (*Altingia*-Typ)

Die Pollenkörner von *Altingia excelsa* (Abb. 19 und 20) sowie von *Liquidambar styraciflua* (Abb. 21 und 22) gehören pollenmorphologisch der polypantoporaten Pollenklasse an und nehmen damit innerhalb der Hamamelidaceae eine Abseitsstellung ein. Der *Altingia*-Typ verkörpert im Sinne des Evolutionsschemas angiospermer Grundtypen der Mikrosporen das Endstadium einer Entwicklung (TAKTHA-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

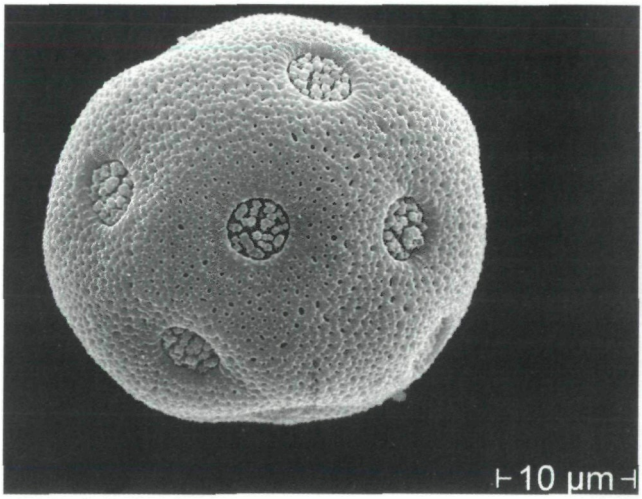


Abb. 19: ***Altingia excelsa.*** **Ganzbild eines Pollenkorns.**

JAN 1959:132), das bereits weit über das trizonocolpate Stadium des *Hamammelis*-Typs hinausführt. Er unterscheidet sich vom *Hamamelis*-Typ zusätzlich noch durch die perforierte (und nicht retikulate!) Sexine, welche außerdem noch mit Nanoscabrae ausgestattet ist. Es ist nicht uninteressant zu erwähnen, daß es bereits den Vorschlag gegeben hat, *Altingia* und *Liquidambar* als Altingiaceae aus den Hamamelidaceae auszugliedern (TAKTHAJAN 1959:190).

Distylium chinense (*Distylium*-Typ)

Der Blütenstaub von *Distylum chinense* (Abb. 23 und 24) sowie von *Parrotia persica* (Abb. 25) ist nach den Aperturen beurteilt primitiv. Die sphäroidalen Pollenkörner besitzen drei meridional angelegte faltenartige Aperturenfelder von ungewöhnlich breiter und relativ kurzer Form. Die membranverschlossenen Falten sind dicht mit Skulpturelementen bedeckt, die offensichtlich durch Zerfall aus der heterobrochat/retikulaten Skulptur der Sexine (Abb. 26) hervorgehen.

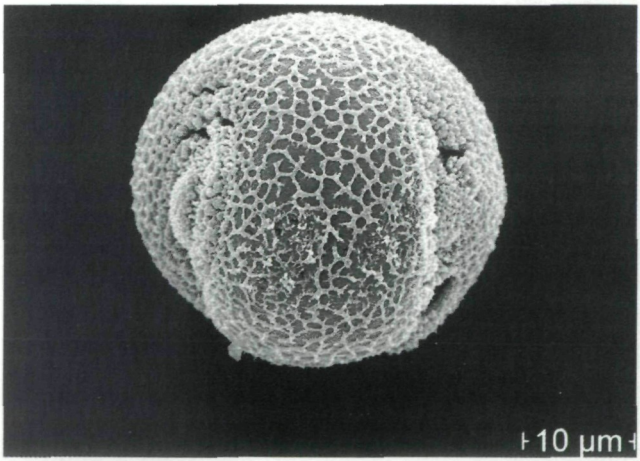


Abb. 25: ***Parrotia persica.*** **Äquatoransicht.**

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

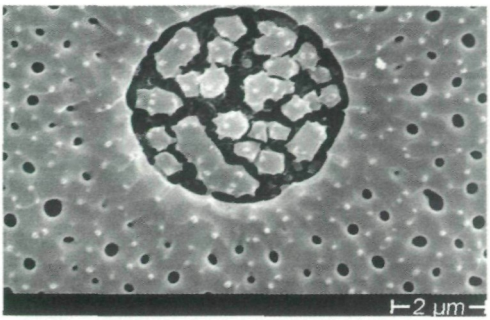


Abb. 20: ***Altingia excelsa.*** **Bildauschnitt, Perforierte Sexine mit Pore.**

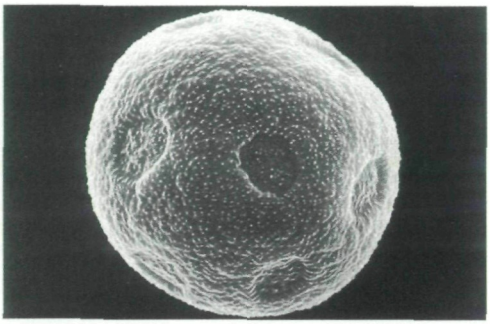


Abb. 21: ***Liquidambar styraciflua.*** **Ganzbild eines Pollenkorns.**

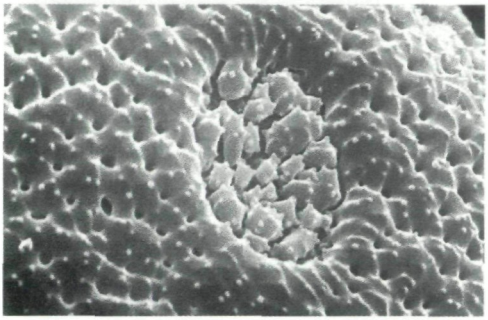


Abb. 22: ***Liquidambar styraciflua.*** **Perforierte Sexine mit Pore.**

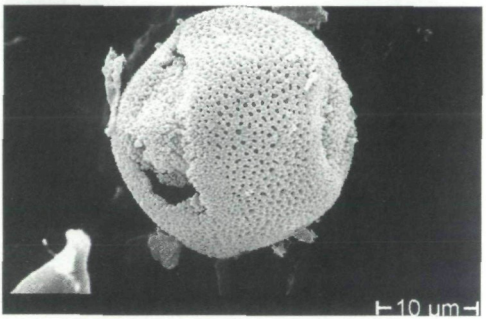


Abb. 23: ***Distylium chinense.*** **Äquatoransicht.**

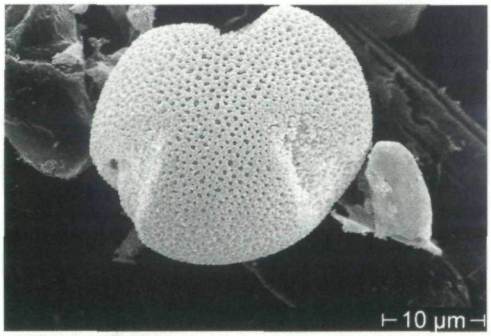


Abb. 24: ***Distylium chinense.*** **Polansicht.**

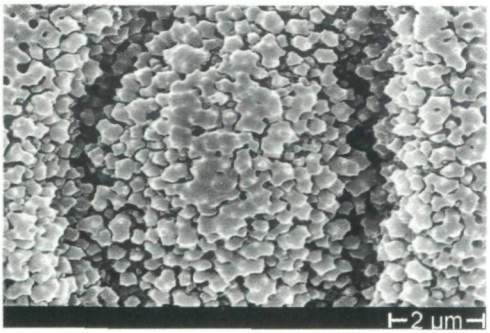


Abb. 26: ***Distylium chinense.*** **Bildausschnitt einer Falte.**

Die Faltenränder sind zwar nicht scharf begrenzt, aber doch deutlich vom Oberflächenrelief des Pollenkorns abgesetzt. Die Muri des Mikroretikulums (Abb. 27 und 28) haben sehr kleine punktartige Skulpturelemente (Nanoscabrae) aufgesetzt, wodurch das Retikulum an *Euptelea* (Abb. 3) erinnert.

Cercidiphyllaceae

Die Cercidiphyllaceae sind eine sehr kleine Familie mit einer Gattung und zwei Arten. Sie umfassen urtümliche Bäume asiatischer Verbreitung, die bereits aus der Oberen Kreide bekannt sind. Wie HEYWOOD (1982:55) ausführt, findet man in der Familie eine Häufung von ungewöhnlichen Merkmalen, die man bei keiner anderen Dikotylen-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

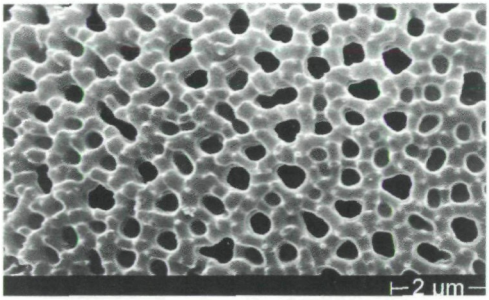


Abb. 27: ***Distylium chinense.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

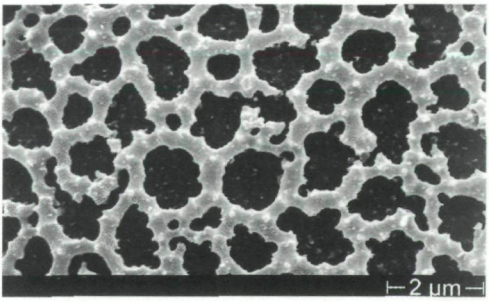


Abb. 28: ***Parrotia persica.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

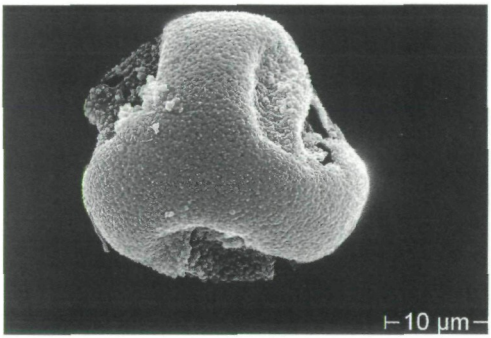


Abb. 30: ***Cercidiphyllum japonicum.*** **Polansicht.**

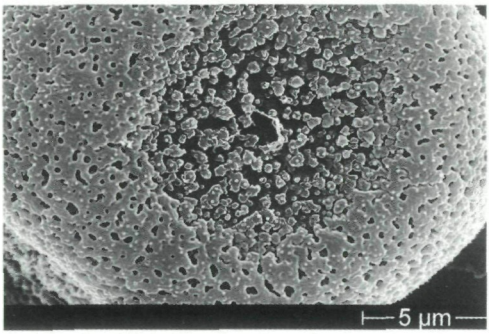


Abb. 31: ***Cercidiphyllum japonicum.*** **Perforierte Sexine mit Pore.**

Familie findet, wodurch sie eine isolierte Stellung einnimmt. DNA-Analysen rücken die Cercidiphyllaceae in die Nähe der Hamamelidaceae (SITTE et al. 1998:764), eine Positionierung, auf die bereits TAKTHAJAN (1973:119) hingewiesen hat.

Cercidiphyllum japonicum

Die kleinen kugeligen Pollenkörner von *Cercidiphyllum japonicum* (Abb. 29 und 30) besitzen drei relativ

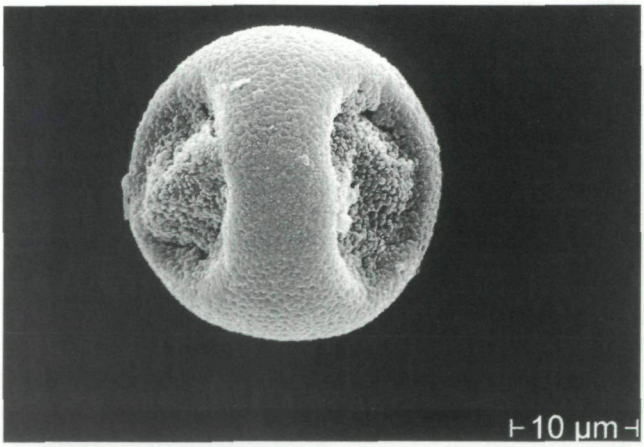


Abb. 29: ***Cercidiphyllum japonicum.*** **Äqutoransicht.**

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

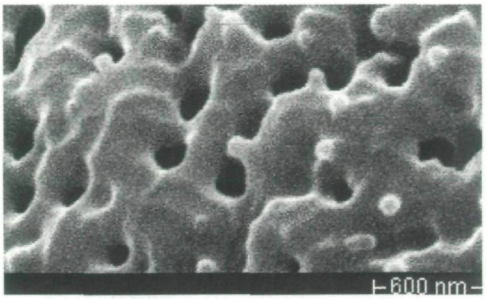


Abb. 32: ***Cercidiphyllum japonicum.*** **Perforierte Sexine mit Nanobacula.**

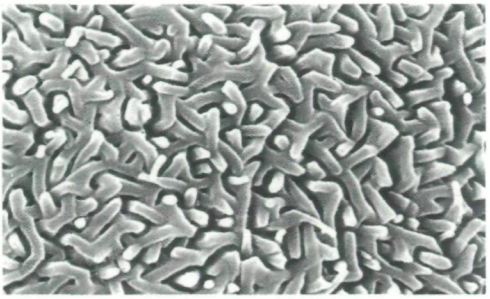


Abb. 34: ***Fagus sylvatica.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

Abb. 35: ***Castanea sativa.*** **Äquatoransicht.**

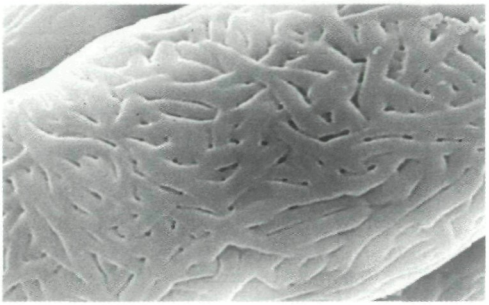


Abb. 36: ***Castanea sativa.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

große und verhältnismäßig tief eingesenkte kreisrunde Aperturenfelder mit granulater Skulptur (Abb. 31). Die Keimstellen sind zwar deutlich, aber nicht scharfrandig von der perforierten Umgebung abgesetzt. Dieser Typ von porenartigen Aperturen entspricht nicht der Vorstellung einer Pore, wie sie bei den Faganae und Urticanae, welche früher mit den Hamamelidales in verwandtschaftliche Verbindung gebracht wurden, auftreten. Doch erweisen sich damit die Cercidiphyllaceae ähnlich urtümlich wie der Distylium-Typ der Hamamelidaceae.

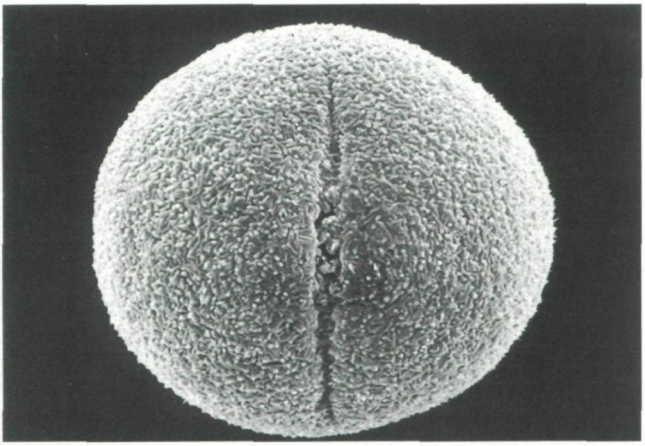


Abb. 33:
Fagus sylvatica. **Äquatoransicht.**

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

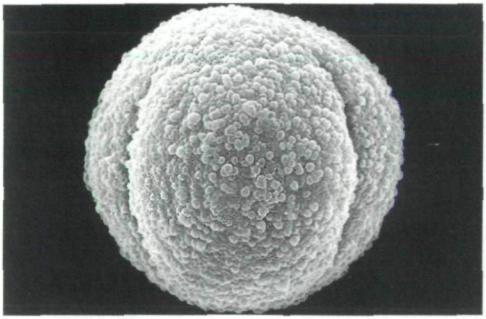


Abb. 37: *Quercus robur.* Äquatoransicht.

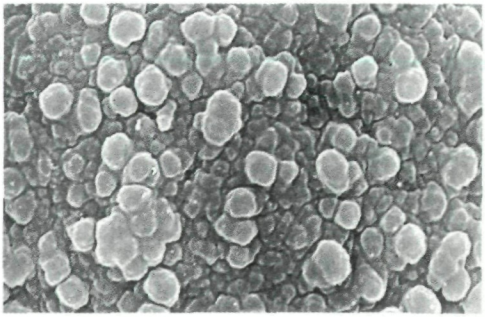


Abb. 38: *Quercus robur.* Bildausschnitt der Skulptur.

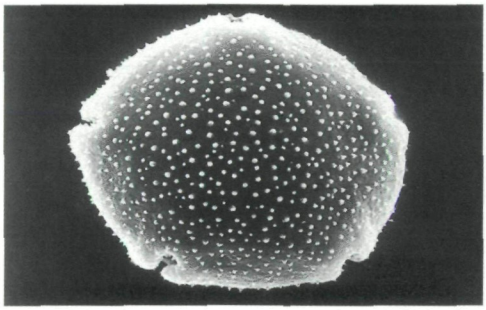


Abb. 39: *Nothofagus dombeyi.* Polansicht.

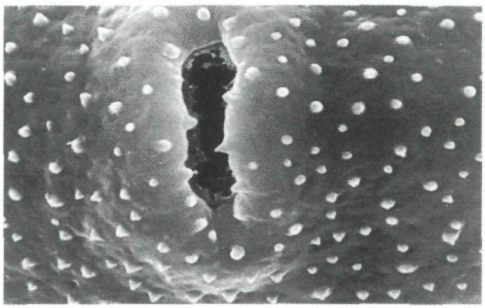


Abb. 40: *Nothofagus dombeyi.* Porenartige Falte.

Die perforierte Sexine von Cercidiphyllum ist mit äußerst kleinen, stäbchenartigen Skulptur-elementen (Nanobacula) ausgestattet (Abb. 32), wie diese in ähnlicher Weise auch beim *Altingia*- und *Distylium*-Typ vorkommen.

Faganae

Die Faganae umfassen von den Sippen der ehemaligen Hamamelididae im Sinne von SITTE et al. (1998:764) die Fagales, Casuarinales, Juglandales und Myricales. Die entsprechenden Pollenformen unterscheiden sich pollenmorphologisch insofern von den bisher abgehandelten Typen, als die Pollenkörner weder Perforationen noch retikulate Skulpturen besitzen.

Fagaceae

Die Fagaceae sind eine Familie mit weltweiter Verbreitung von überwiegend baumförmigen Vertretern, die nach PUNT et al. (1984:87) mit sieben Gattungen und rund 1000 Arten auftreten. Die Pollenkörner sind bereits aus der Kreide bekannt, und es ist wohl ein Ausdruck des hohen Alters, daß die Familie in Unterfamilien aufgegliedert wird.

Fagus sylvatica

Die sphäroidalen Pollenkörner von *Fagus sylvatica* (Abb. 33) sind trizonocolporat mit vermicular-rugulater Skulptur (Abb. 34). Das Raster-Elektronenmikroskop, das

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

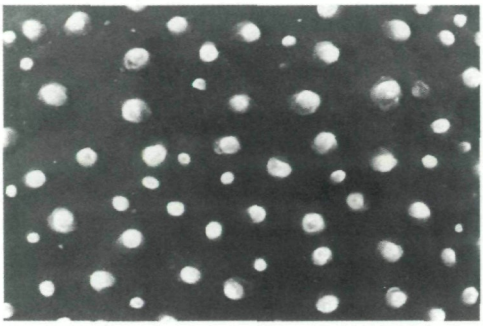


Abb. 41: ***Nothofagus dombeyi.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

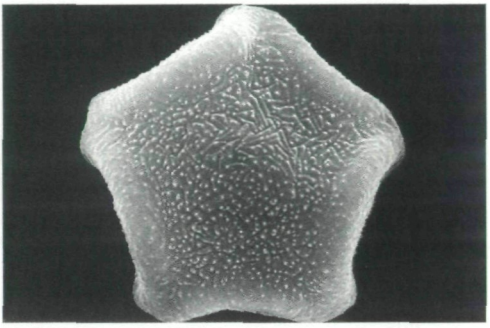


Abb. 42: ***Alnus incana.*** **Polansicht.**

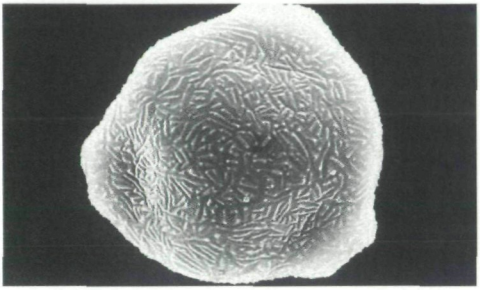


Abb. 43: ***Betula pendula.*** **Polansicht.**

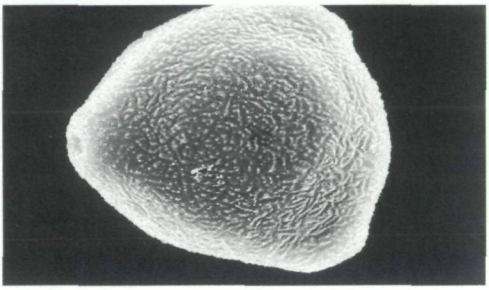


Abb. 44: ***Corylus avellana.*** **Polansicht.**

bekanntlich nur Oberflächen abbildet, läßt naturgemäß den Endoporus der Falte kaum wahrnehmen. Das Auftreten zusammengesetzter Aperturen, d. h. die Kombination von Falten und Poren, stellt gegenüber colpaten Pollentypen ein fortgeschritteneres Stadium der Mikrosporen-Evolution dar. Da trizonocolporate Aperturen einerseits und porate Keimstellen andererseits sich jeweils von trizonocolpaten Keimstellen ableiten, stellen die Fagaceae innerhalb der Faganae offensichtlich eine distanzierte Entwicklungslinie dar, was auch durch die andersartige Skulptur wahrscheinlich gemacht wird.

Castanea sativa

Der Blütenstaub von *Castanea sativa* (Abb. 35) gehört wie jener von *Fagus* der trizonocolporaten Pollenklasse an. Die Form der Pollenkörner weicht von *Fagus* dadurch ab, daß die Polachse extrem gestreckt (perprolat) ist. Die Skulptur (Abb. 36) erinnert, wie bereits erwähnt, an jene der Trochodendrales.

Quercus robur

Der Pollen von *Quercus* wird allgemein als trizonocolpat (Abb. 37) und hinsichtlich seiner Skulptur als scabratverrucat (Abb. 38) angesprochen. Inzwischen weiß man, daß gewisse Arten, wie *Quercus ilex*, einen Endoporus besitzen, bzw. daß Ansätze zu Porenbildungen („tricolporo-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

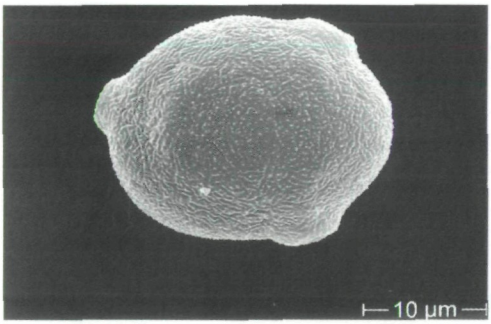


Abb. 45: *Ostrya carpinifolia*. Polansicht.

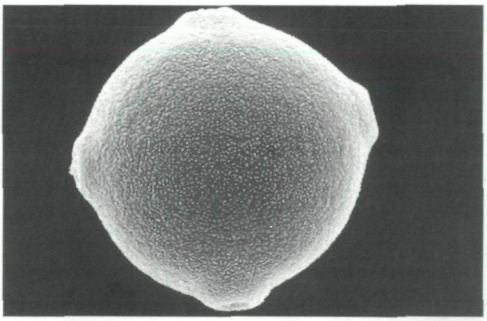


Abb. 46: *Carpinus betulus*. Polansicht.

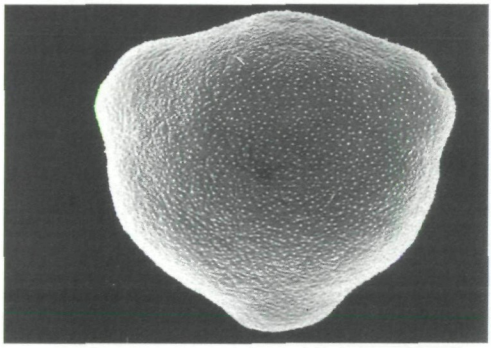


Abb. 47: *Casuarina stricta*. Polansicht.

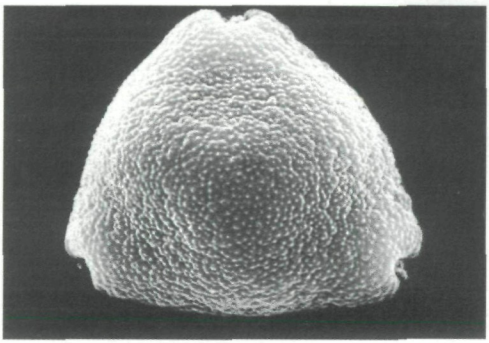


Abb. 48: *Myrica faya*. Polansicht.

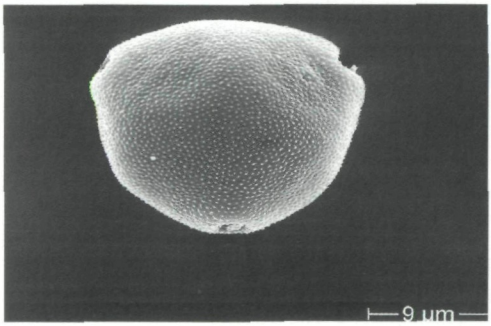


Abb. 49: *Engelhardtia spicata*. Polansicht.

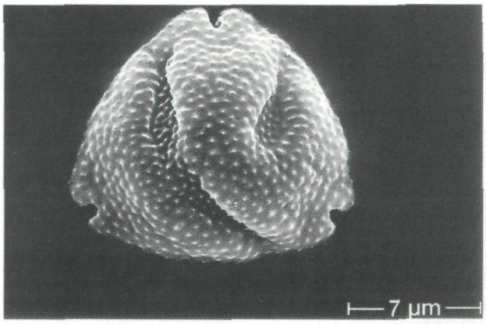


Abb. 50: *Platycaria strobilacea*. Polansicht.

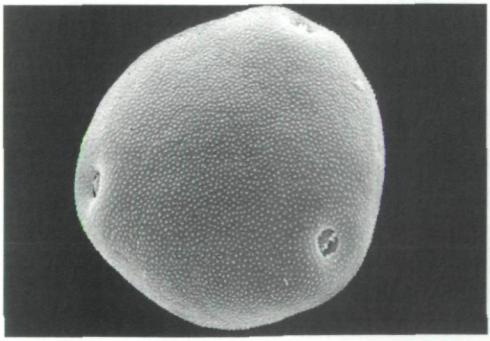


Abb. 51: *Carya cordiformis*. Polansicht.

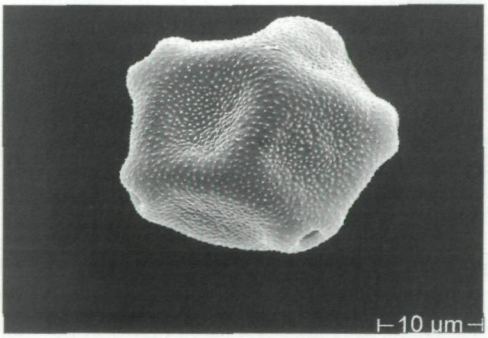


Abb. 52: *Pterocarya fraxinifolia*. Polansicht.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

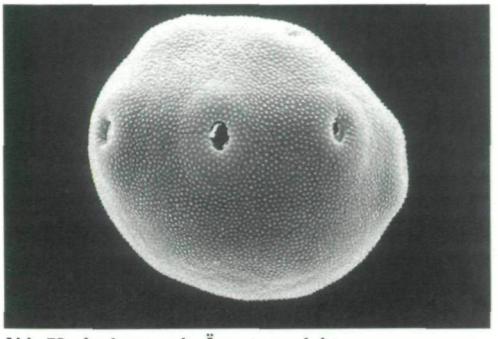


Abb. 53: *Juglans regia.* Äquatoransicht.

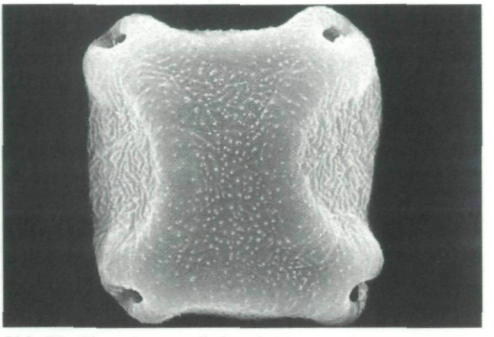


Abb. 54: *Alnus incana.* Polansicht.

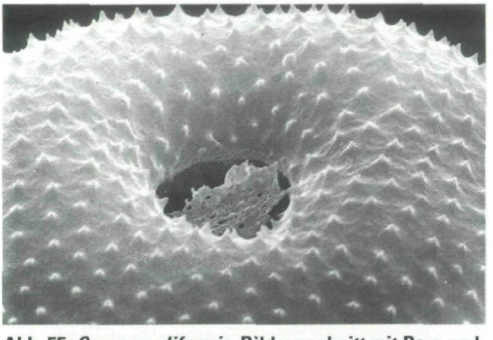


Abb. 55: *Carya cordiformis.* Bildausschnitt mit Pore und Microechinae.

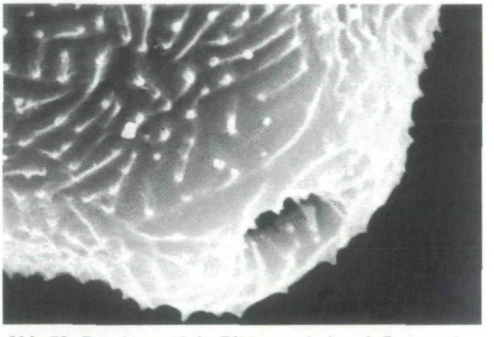


Abb. 56: *Betula pendula.* Bildausschnitt mit Pore und valla mit Microechinae.

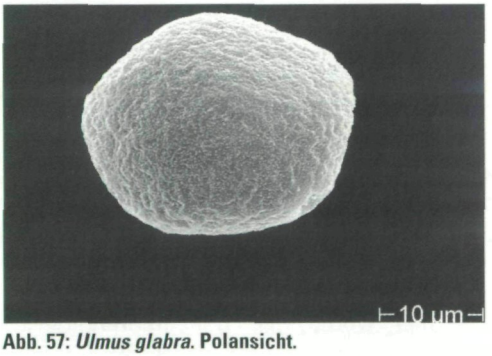


Abb. 57: *Ulmus glabra.* Polansicht.

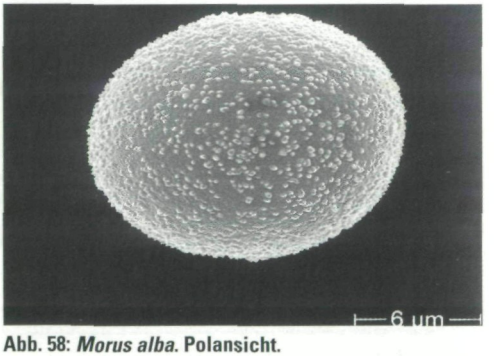


Abb. 58: *Morus alba.* Polansicht.

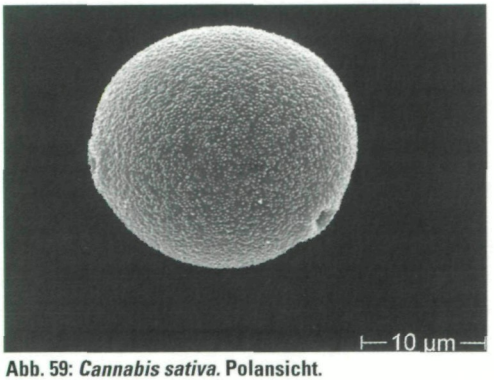


Abb. 59: *Cannabis sativa.* Polansicht.

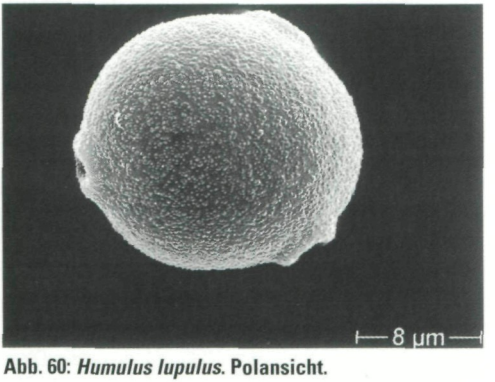


Abb. 60: *Humulus lupulus.* Polansicht.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

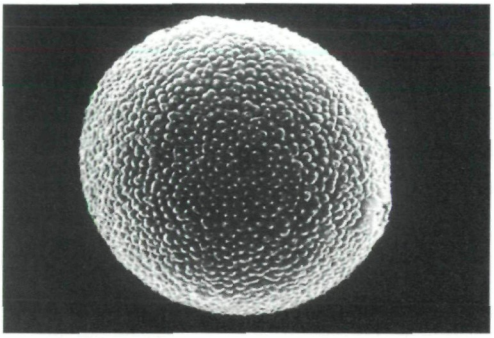


Abb. 61: ***Urtica dioica.*** **Polansicht.**

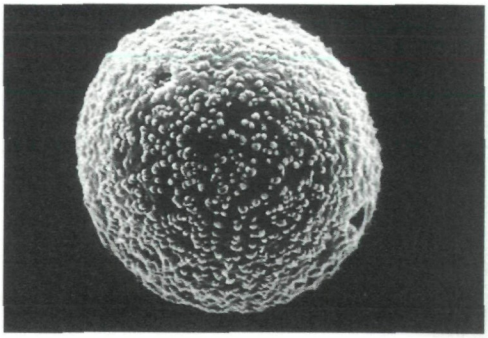


Abb. 62: ***Parieataria officinalis.*** **Äqutoransicht.**

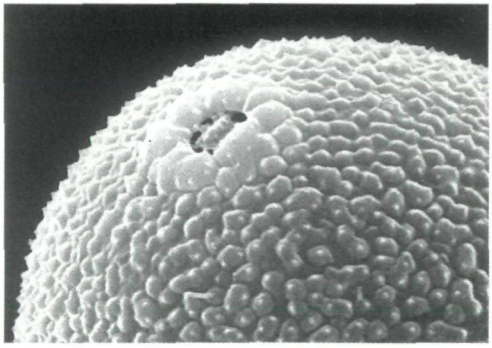


Abb. 63: ***Urtica dioica.*** **Bildausschnitt mit Pore und scabrater Skulptur.**

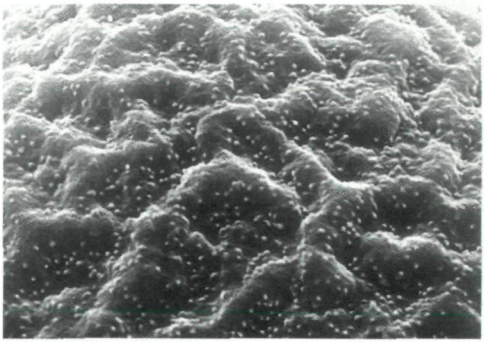


Abb. 64: ***Ulmus glabra.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

id", PUNT 1984:88) vorhanden sind, wodurch sich *Quercus* in die trizonocolporate Entwicklingslinie der Fagaceae einfügt.

Nothofagaceae

Nothofagus dombeyi

Die Südbuche, die mit etwa 45 Arten den Verwandtschaftskreis der Buchengewächse in den gemäßigten Zonen der Südhalbkugel vertritt und noch vor kurzem den Fagaceae zugerechnet wurde, hat pollenmorphologisch keine unmittelbare Beziehung zu dem Blütenstaub der Fagaceae. Die Pollenkörner von *Nothofagus* (Abb. 39) sind in Richtung der Polachse gestaucht (oblat), haben eine ausgeprägt polygonale Form mit mehreren meridional angeordneten porenartigen Falten (Abb. 40) und eine aus unterschiedlich großen und locker angeordneten Microechinae bestehende Skulptur (Abb. 41). Alles das sind pollenmorphologische Merkmale, die in Richtung des Verwandtschaftskreises rund um die Betulaceae verweisen. In diesem Zusammenhang ist es nicht uninteressant, festzustellen, daß ähnliche faltenartig gestreckte Keimsstellen, die nach dem Längen-/Breitenverhältnis bereits als Falten angesprochen werden sollten, auch in der Gattung *Alnus* anzutreffen sind.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

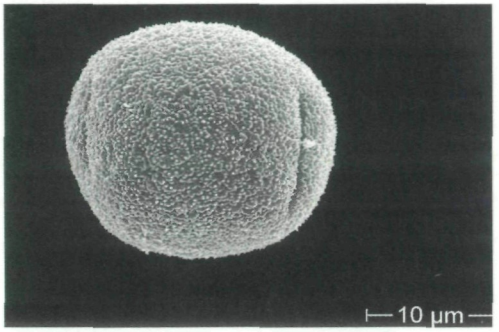


Abb. 65: ***Leitneria floridana.*** **Äquatoransicht.**

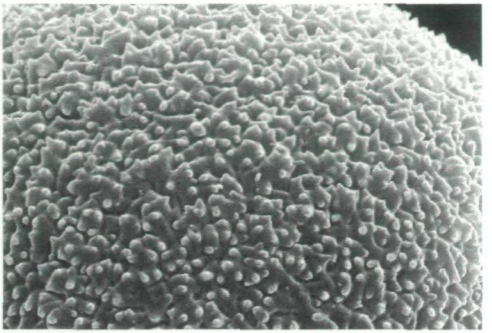


Abb. 66: ***Leitneria floridana.*** **Bildausschnitt mit Skulptur.**

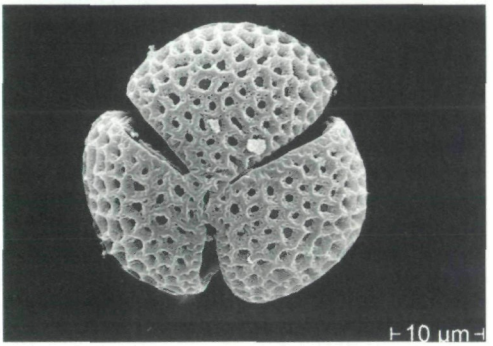


Abb. 67: ***Illicium yunnanense.*** **Polansicht.**

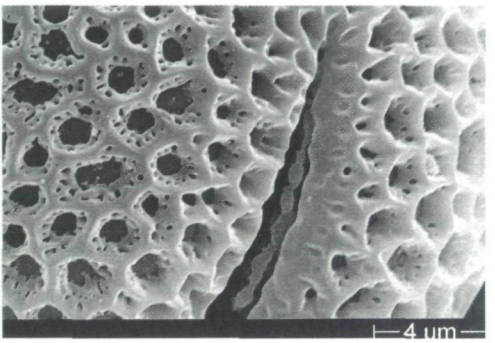


Abb. 68: ***Illicium yunnanense.*** **Bildausschnitt der Skulptur.**

Betulaceae, Casuarinaceae, Myricaceae, Juglandaceae

Betulaceae (Abb. 42 bis 46), Casuarinaceae (Abb. 47), Myricaceae (Abb. 48) und Juglandaceae (Abb. 49-53), deren engere verwandtschaftliche Beziehungen bereits seit langem vermutet werden (TAKTHAJAN 1973:120), haben eine Reihe grundlegender pollenmorphologischer Merkmale gemeinsam. Sie unterscheiden sich dadurch immer schon von den übrigen Familien der ehemaligen Hamamelididae und weisen sich als einheitliche pollenmorphologische Gruppe aus.

Die Pollenkörner dieser Sippen sind in Richtung der Polachse gestaucht (oblat) und besitzen in der Polansicht eine ausgeprägt polygonale Form mit den Keimstellen in den Ecken. Die Polarität des Pollens reicht von isopolar über paraisopolar (Abb. 51 und 54) zu heteropolar (Abb. 53). Die Aperturen sind als Poren entwickelt und haben normalerweise zonoporate, in wenigen Fällen (*Juglans*, Abb. 53) bzw. als Abnormität auch pantoporate Anordnung. Das Oberflächenrelief besteht aus relativ dicht angeordneten Microechinae (Abb. 55), die zum Teil auf rugulaten Skulpturelementen positioniert sind (Abb. 56).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

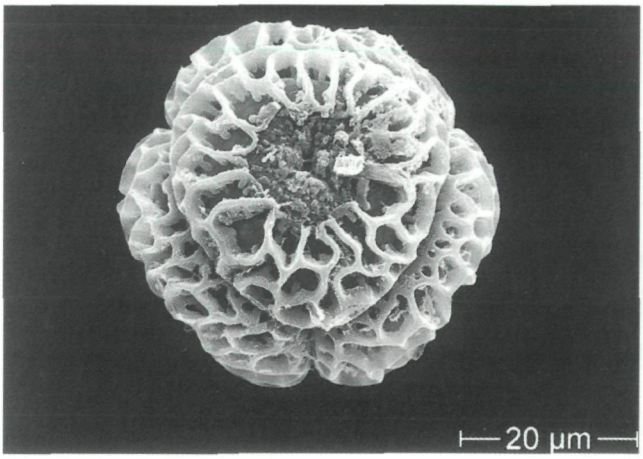


Abb. 69:
***Drimys granadensis.* Pollentetrade.**

Urticanae

Die Urticanae umfassen eine einzige Ordnung mit vier z. T. sehr gattungs- und artenreichen Familien. Es ist daher dem Autor kaum möglich, an Hand einer geringen Zahl von Beispielen eine zufriedenstellende pollenmorphologische Charakteristik dieses Verwandtschaftskreises zu geben. Die wenigen Pollenbelege (Abb. 57-62) lassen eine Tendenz zur Ausbildung mehr oder weniger sphäroidaler Formen mit kreisförmigem Umriß in der Polansicht (mit Ausnahme von *Ulmus*) erkennen, wodurch sich die Urticanae offensichtlich von den Faganae unterscheiden, mit denen sie den Besitz von Poren gemeinsam haben.

Die ziemlich dicht angeordneten mikroscabraten Skulpuren sind den Faganae nicht unähnlich, treten aber in unterschiedlichen individuellen Formen auf (Abb. 63 und 64).

Leitneriaceae

Die Leitneriaceae sind laubabwerfende Sträucher mit einer Gattung und einer Art, die auf die sumpfigen Gebiete im SO der USA beschränkt sind. Die Abklärung der Stellung im System der Angiospermae war schon immer durch die weitgehende Reduktion der Blüten und Blütenstände sowie durch die Spezialisation der gesamten Pflanze sehr erschwert (TAKTHAJAN 1959:194). Dennoch wurden sie von verschiedenen Autoren immer wieder mit den Hamamelidacae bzw. mit den Myricaceae (HEYWOOD 1982:57/58) in Verbindung gebracht. Aufgrund von DNA-Unteruchungen wird die Familie in die Ordnung der Rutales gestellt (SITTE et al. 1998:775).

Leitneria floridana

Die sphäroidalen, knapp 30 µm großen Pollenkörner von *Leitneria floridana* (Abb. 65) besitzen drei relativ kurze meridional angeordnete zusammengesezte Aperturen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

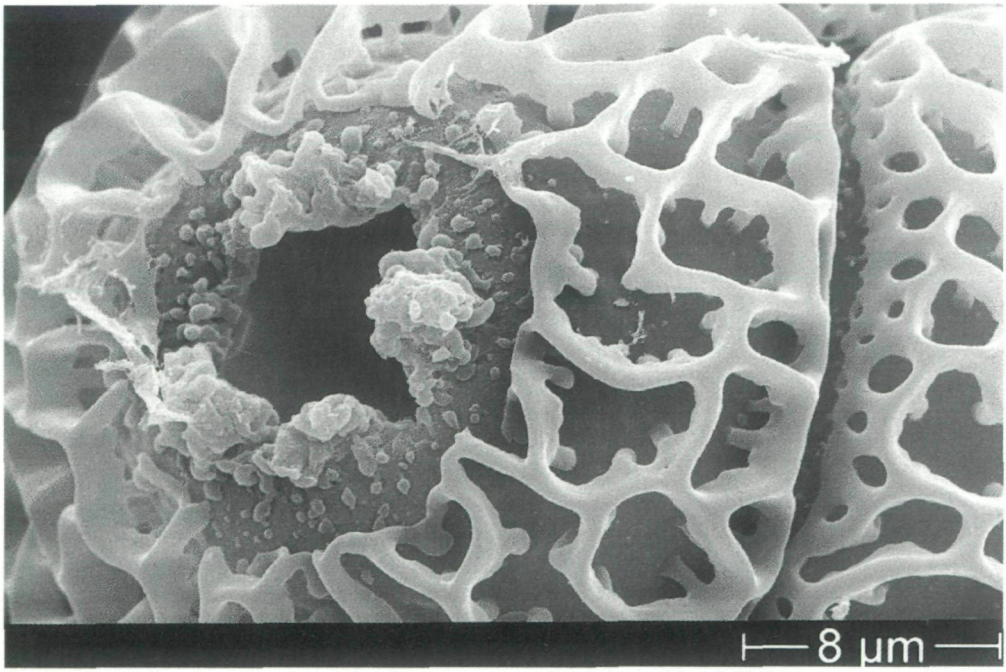
in Form von Falten mit Endocolpus. Dieses Evolutionsstadium der Keimstellen, das etwa jenem der Fagaceae gleichzusetzen ist, entspricht durchaus der hohen Entwicklungsstufe, welche für *Leitneria* angenommen wird (TAKHTAJAN 1959:195). Das scabrat/verrucate (echinate) Oberflächenrelief des Pollens (Abb. 66) ist sehr dicht angelegt.

Rückblick

Die im Sinne der DNA-Analysen erkannte Polyphylie der ehemaligen Kätzchenblütigen findet pollenmorphologisch darin ihren Ausdruck, daß eine Reihe von Sippen nach der Morphologie der Pollenkörner gut gegeneinander abgegrenzt und in keine unmittelbare verwandtschaftliche Beziehung gebracht werden kann. Am ehesten noch bilden Faganae und Urticanae insofern eine Ausnahme, als die Gleichartigkeit der Aperturen (Poren) auf eine, wenn auch distanzierte, gemeinsame Herkunft schließen läßt.

Alle übrigen Sippen der ehemaligen Hamamelididae, die sich pollenmorphologisch deutlich gegeneinander abgrenzen, wie Eupteleaceae, Platanaceae, Trochodendraceae, Tetracentraceae, Hamamelidaceae und Cercidiphyllaceae, stimmen jedoch trotz allem, mit Ausnahme der Leitneriaceae, darin überein, daß sie perforat/retikulate, bzw. retikulumähnliche Skulpturen und z. T. auch ausgesprochen urtümliche Keimstellen besitzen. Retikulate Skulpturen gehören offenbar zu den urtümlichsten Skulpturmustern der Angiospermae, wie Illiciaceae (Abb. 67 und 68) und Winteraceae (Abb. 69 und 70) das zu bestätigen scheinen. Die

Abb. 70:
Drimys granadensis.
Bildausschnitt, Pore mit Retikulum.



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

genannten Familien sind daher gegenüber den Faganae und Urticanae als besonders alte Entwicklungslinien einzustufen. Die Leitneriaceae dagegen sind bereits abgeleitet und erinnern in der Gestalt des Pollens, in den relativ kurzen und engen Falten mit ihren Endoaperturen sowie mit ihrer scabrat (verrucaten (echinaten) Skulptur stark an *Quercus*.

Die pollenmorphologische Durchleuchtung der ehemaligen Kätzchenblütigen kann aber nicht nur Abgrenzungen, sondern auch Gemeinsamkeiten, d. h. besondere verwandtschaftliche Nähe von Sippen aufzeigen, wie im Falle der Myricaeae, Betulaceae, Casuarinaceae und Juglandaceae, die sich, unter Ausgrenzung der Fagaceae, in den Pollenformen besonders nahe stehen. Das Faktum, daß die Fagaceae pollenmorphologisch gänzlich aus dem allgemeinen Schema der Faganae ausscheren, ist ein Problem, das offensichtlich durch die DNA-Analyse nicht erklärt wird, aber gerade deshalb nicht ignoriert werden soll. Ähnlich verhält es sich mit den Gattungen *Ulmus* innerhalb der Urticanae, bzw. *Altingia* und *Liquidambar* in der Familie der Hamamelidaceae.

Es ist vielleicht erwähnenswert, daß speziell die Hamamelidaceae sowohl Skulptur- als auch Aperturmuster besitzen, die in nahezu identischer Form auch bei den Ranunculidae auftreten.

LITERATUR

FUKAREK, F. (1993): Urania Pflanzenreich, Blütenpflanzen 1.- Urania-Verlag, 590 S.

GOTHAN, W. & H. WEYLAND (1973): Lehrbuch der Paläobotanik.- BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien, 677 S.

HEYWOOD, V. H. (1982): Blütenpflanzen der Welt.-Birkhäuser Verlag, 336 S.

PUNT, W. & S. BLACKMORE (1991): The Northwest European Pollen Flora.- Elsevier, 275 S.

TAKTHAJAN, A. (1959): Die Evolution der Angiospermen.- VEB Gustav Fischer Verlag Hena, 344 S.

TAKTHAJAN, A. (1973): Evolution und Ausbreitung der Blütenpflanzen.- SEMPER BONIS ARTIBUS, 189. S.

SITTE, P., H. ZIEGLER, F. EHRENDORFER & A. BRESINSKY (1998): Strasburger Lehrbuch der Botanik, 34. Auflage.- Gustav Fischer, 1007 S.

Anschrift des Verfassers:
Tit. a. o. Univ.-Prof. Dr. Adolf Fritz,
Koschatstraße 99,
A-9020 Klagenfurt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 189_109

Autor(en)/Author(s): Fritz Adolf, Allesch Klaus

Artikel/Article: Pollenmorphologische Bilddokumentation ausgewählter Sippen der ehemals Kätzchenblütigen. 471-490