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

Rasterelektronenmikroskopische Dokumentationen zur Pollen- und Sporenflora ausgewählter Blüten- und Sporenpflanzen

Teil 2: Coniferophytina, Liliopsida, Magnoliopsida

Von Adolf FRITZ und Klaus ALLESCH

Schlagworte:
Rasterelektronenmikroskopische Bilder, Pollen, Blütenpflanzen, Merkmalsträger verwandtschaftlicher Beziehungen

Die Pollenformen der Coniferophytina (Gabel- und Nadelblättrige Nacktsamer)

Nach den gegenwärtigen Kenntnissen ist der Ursprung der Gymnospermen bei den Sporen ausstreuenden „Progymnospermen" des Devons zu suchen. Die Gymnospermen sind demzufolge wesentlich älter als die Angiospermen, deren verlässliche fossile Nachweise erst aus der Unter-Kreide vorliegen. Das hohe Alter der Nacktsamer bringt es zwangsläufig mit sich, dass gewisse Verwandschaftsgruppen heute nicht mehr existieren bzw. nur mehr als „lebende Fossilen" mit wenigen Vertretern bis in die Gegenwart reichen, wie die Ginkgobaum- und die Welwitschiagewächse mit je 1 Art.

Die Bilddokumente über Gymnospermenpollen beschränken sich auf die Gabel- und Nadelblättrigen Nacktsamer (Coniferophytina). Die Pollenformen der heute lebenden Vertreter grenzen sich deutlich von den Farnpflanzen ab. Sie besitzen mit Ausnahme der Ginkgobaumgewächse keine Aperturen, d. h. sie sind inaperurat und die „einarmige" monosulcate Keimstelle der Ginkgobaumgewächse ist anderer Entstehung und hat mit den monoleten Keimstellen der Farne nichts zu tun.

Die Coniferophytina besitzen aller Wahrscheinlichkeit nach (ausgehend von den Progymnospermae) zwei getrennte stammesgeschichtliche Wurzeln, von denen eine unmittelbar zu den Ginkoopsida (Ginkgoähnliche) und die andere über die Cordaitidae (Cordaitenbaumgewächse des Paläozoikums) zu den Coniferae (Pinidae, Föhrenähnliche) führt. Diese getrennt verlaufende Entwicklung der beiden Linien spiegelt sich in der Morphologie des Pollens, in den inaperturaten Pollenkörnern der Föhrenähnlichen einerseits und im monosulcaten Pollentyp des Ginkgobaumes, der eher schon in die Richtung der Cycadophytina (Fiederblättrige Nacktsamer) weist, andererseits, wider.

Das Pollenkorn von *Ginkgo biloba* ist ein Beispiel für einen Pollentyp der Gymnospermen, der in ähnlicher Form auch bei den Fiederblättrigen Nacktsamern (Cycadophytina) auftritt (STEWART 1990:383). Das etwa sphäroidisch geformte und abgeflachte Pollenkorn besitzt auf seiner Oberfläche ein deutlich abgegrenztes Feld abweichender

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

Skulptur, welches der primitiven monosulcaten Keimstelle der Nacktsamer entspricht. Die im Lichtmikroskop so gut wie skulpturlose Pollenkornwand von *Ginkgo biloba* zeigt in der REM-Aufnahme ein rugulates Geflecht strangartiger Skulpturelemente, ein Skulpturmuster, das innerhalb der Coniferophytina (Gabel- und Nadelblättrige Nacktsamer) sonst nicht vorkommt, wohl aber bei gewissen Angiospermen zu beobachten ist.

Die Pollenformen der heute weit verbreiteten Piniden (Coniferen, Zapfenträger) sind uneinheitlich und deuten damit verschiedene Entwicklungstendenzen innerhalb der Unterklasse an. Der weitaus häufigste Pollentyp ist das Pollenkorn mit Luftsäcken (saccater Pollentyp), eine sehr alte Pollenform, die bereits im Jungpaläozoikum noch vor den an der Wende Trias/Jura auftretenden Pinaceae (Föhrengewächse) existierte, heute aber nur mehr in der Familie der Föhrengewächse mit gattungsspezifischen Merkmalen auftritt. Der seltene Blick in das Innere eines abgetrennten Luftsackes der Gattung *Pinus*, der uns einen alveolären Aufbau der Pollenkornwand (Ektexine) vermittelt (Taf. 22, Abb. 1 und 2), macht deutlich, wodurch sich die Pollenkörner der Nacktsamer grundsätzlich strukturell von jenen der Bedecktsamer unterscheiden.

Nichtsaccate Pollenformen der Coniferen, wie z. B. jene der Taxodiaceae, leiten sich nach Stewart (1990:383) von saccaten Pollentypen permisch/jurassischer Voltziales ab. Die Abklärung, wie es in den einzelnen konkreten Fällen, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, Cupressaceae, Taxodiaceae und Taxaceae zum Verlust der Luftsäcke kam, ist Aufgabe der Paläobotanik. Der Pollenmorphologe ist lediglich mit dem Ergebnis einer phylogenetischen Entwicklung konfrontiert und konstatiert pollenmorphologische Fakten. Ein derartiges Faktum ist die Feststellung, dass die Oberfläche der Pollenkörner sowohl von Cupressaceae als auch von Taxodiaceae und Taxaceae trotz individueller pollenmorphologischer Details eine weitgehend einheitlich anmutende und aus sehr kleinen körnchenartigen Skulpturelementen bestehende Bedeckung aufweist. REM-Aufnahmen von *Juniperus sabina* lassen lichtoptisch nicht wahrnehmbare Suturen erkennen, an denen speziell die Pollenkörner der Wacholderarten, aber auch von *Cupressus sempervirens* dazu neigen, aufzuspringen. Ein derartiges Aufreißen der Pollenkörner kann auch bei den Taxodiaceen beobachtet werden (Moore et al. 1991:96), und zwar speziell bei jenen Pollenkörnern, deren Papille fehlt oder nicht voll entwickelt ist. Dieses Verhalten wäre ein Hinweis, dass auch Taxodiaceen solche vorprogrammierte Suturen besitzen und damit verwandtschaftlich den Cupressaceae näher stehen als den Taxaceae, die nach paläobotanischen Befunden (Gothan & Weyland 1973:417) sich schon seit dem späten Paläozoikum von den übrigen Familien der Piniden getrennt haben.

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

Ein Kuriosum der Pflanzenwelt ist die Gymnospermae *Welwitschia mirabilis*, einziger lebender Vertreten der Welwitschiaceae. Ihre Entdeckung in der Wüste Namib geht auf den Kärntner Botaniker F. Welwitsch zurück. Über Fossilreste der Pflanze und damit über ihre Herkunft ist so gut wie nichts Verlässliches bekannt, die Sippe dürfte aber bis in die Unter-Kreide zurückreichen. Die eigenwillig gestalteten, spindelförmig gestreckten Pollenkörner sind jenen der Gattung *Ephedra* nicht unähnlich, was aus pollenmorphologischer Sicht für eine gewisse verwandtschaftliche Nähe spricht, wie es die systematische Einordnung der beiden Familien in die Klasse der Gnetopsida vorsieht. Die Ephedraceen sind im Gegensatz zur *Welwitschia mirabilis* fossil mit Pollen bekannt und zwar aus tertiären Ablagerungen der oberrheinischen Salzlager. Während der würmglazialen Kaltzeiten war *Ephedra* in Mitteleuropa weit verbreitet und besiedelt heute das Mediterrangebiet bis an den Südrand der Alpen.

Die Pollenformen der Bedecktsamer (Angiospermae)

Die Bedecktsamigen Blütenpflanzen (Magnoliophytina) sind mit mindestens 240.000 lebenden Arten, Schätzungen erweitern die Zahl bis auf 350.000, die größte Gruppe des Pflanzenreiches. Diese Fülle an Pflanzenarten ist in mehr als 10.000 Gattungen und über 400 Familien zusammengefasst. Nach der heute vorherrschenden Ansicht (Sitte et al. 1998:745) entwickelten sich die Bedecktsamigen Blütenpflanzen (Angiospermae) monophyletisch aus einer im Umkreis der Cycadophytina (Fiederblättrige Nacktsamer) angesiedelten Ausgangsgruppe der Gymnospermae, ohne deren Ursprung konkret auf eine bestimmte Ahnengruppe beziehen zu können.

Die ältesten sicheren Fossilfunde der Angiospermen stammen aus der Unter-Kreide und zwar in Form von Pollen, Blüten, Früchten und Hölzern, besonders aber in Form von Blättern.

Die Ausbreitung der Blütenpflanzen dürfte sehr rasch vor sich gegangen sein. Nehmen die Fossilfunde der Angiospermen im Barreme und Apt erst 2 % des pflanzlichen Fossilmaterials ein, so erhöht sich der Fossilanteil im Alp (jüngste Stufe der Unter-Kreide) bereits auf 25 bis 30 %, um mit Beginn der Ober-Kreide sprunghaft auf 80 bis 90 % anzusteigen.

Die ältesten akzeptablen Angiospermenpollen stammen aus dem Barreme Englands (131,8 bis 124,5 Millionen Jahre vor heute). Sie entsprechen einem Pollentyp (*Clavatipollenites* sp.), der als primitive Pollenform der Angiospermen angenommen wird und mit jenen der Cycadales, Cycadoidales, Ginkgoales vergleichbar ist. Ähnliche Pollenkörner

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

wurden weiters in nur unbedeutend jüngeren Schichten der Unter-Kreide aufgefunden. Einige davon sind bootförmig-monosulcat und entsprechen einem Typ der entweder den Monocotyledonae (Einkeimblättrige) oder einigen magnolienartigen Formen der Dicotyledonae (Zweikeimblättrige) entsprechen (Clavatipollenites, Retimonocolpites, Liliacidites). Wenn man die Ergebnisse der Fossilforschung und die Studien über lebende Angiospermen akzeptiert, kann geschlossen werden, dass die in der Unter-Kreide (Barreme, Apt) aufgefundenen fossilen Pollenkörner tatsächlich einen primitiven Pollentyp der Angiospermen repräsentieren. Der allgemeine Entwicklungs-Trend der Pollenkörner vom Barreme (Unterkreide) zum Cenoman (Ober-Kreide) verläuft von den monosulcaten Formen über glattwandige Dreifurchenpollen (tricolpat) und weiter über dreieckige Pollentypen mit Apertur-Kombinationen von Falten und Poren (tricolporat) und zu dreiporigen (triporaten) Pollenkörnern.

Sowohl im Sinne der Paläobotanik (STEWART 1990:370) als auch der Rezentbotanik (SITTE 1998:748) werden nach den heutigen Vorstellungen die Angiospermen systematisch-taxonomisch dreigegliedert: Einfurchenpollen-Einkeimblättrige (Liliopsida), Einfurchenpollen-Zweikeimblättrige (Magnoliopsida) und Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige (Rosopsida). Nach den Ausführungen in SITTE et al. (1998:748) sind die Liliopsida als frühe monophyletische Entwicklungslinie aus Magnoliopsidae-artigen basalen Stammsippen entstanden und werden der paraphyletischen Basalgruppe der Magnoliopsida gegenüber gestellt. Auch im Sinne von STERWART (1990:370) wäre es denkbar, dass die Liliopsida (Monocots) eine gegenüber den „Dicots" etwas stärker betonte phylogenetische Abseitsstellung einnehmen.

Die Pollenformen der Liliopsida (Einfurchenpollen-Einkeimblättrige)

Die Liliopsida umfassen etwa 52.000 Arten mit über 100 Familien. Die REM-Bildbelege bringen Pollenbeispiele aus 28 Familien. Pollenmorphologisch sind die Liliopsida gegenüber den Magnoliopsida und Rosopsida dadurch abgegrenzt, dass weder Pollenkörner mit drei Aperturen (triaperturat) noch mit kombinierten Keimstellen (Falten und Poren = colporat) vorkommen. Die auftretenden Aperturen beschränken sich auf monosulcat, monocolpat, dicolpat, monoporat, pantoporat und in nicht wenigen Fällen auf inaperturat. Man gewinnt den Eindruck, dass in den einzelnen Verwandtschaftskreisen der Liliopsida, in den Unterklassen, jeweils ausgehend von monocolpaten (sulcaten) Formen divergierend Entwicklungslinien mit abgeleiteten Pollentypen ausstrahlen. Die nachfolgende Übersicht möge das veranschaulichen:

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

Alismatidae

▲ monosulcat: *Butomus*
● pantoporat: *Alisma plantago-aquatica*
● inaperturat (reticulat): *Scheuchzeria, Triglochin, Potamogeton.*
● inaperturat (echinat): *Stratiotes, Hydrocharis, Vallisneria*

Aridae

● dicolpat: *Calla palustris*
● inaperturat: *Acorus calamus*

Liliidae s. lat.

▲ monocolpat: Trilliaceae, Melanthiaceae, Alstroemeriaceae, Liliaceae, Colchicaceae, Convallariaceae, Iridaceae, Hyacinthaceae, Alliaceae, Amaryllidaceae, Orchidaceae
● dicolpat: *Tamus communis*
● monoporat (reticulat/tetrad): Orchidaceae

Arecidae

▲ monocolpat: *Chamaerops humilis*

Commelinidae

▲ monocolpat: *Pontederia cordata, Tradescantia virginiana*
● monoporat: Typhaceae, Restionaceae, Poaceae
● inaperturat: Juncaceae, Cyperaceae

Überblickt man das Auftreten der Aperturtypen unter Beachtung ihrer Häufigkeit, so zeichnen sich deutliche Schwerpunkte zu Gunsten monoaperturater (monocolpat, monoporat) und inaperturater Pollentypen ab. Weiters vermisst man in der phylogenetischen Ableitungen der Pollentypen jene Tendenz, wie sie aus der Untersuchung kreidezeitlicher Schichten für die Angiospermenpollen bekannt geworden ist und ausgehend von monosulcaten Formen über tricolpate und tricolporate Typen zu triporaten Formen führte. Das bestätigt einen völlig eigenständigen Weg pollenmorphologischer Entwicklung, den die Liliopsida schon sehr früh in der Unter-Kreide (Barreme) noch vor dem Auftreten triaperturater Pollenformen beschritten haben mussten.

Die Pollenformen der Magnoliopsida (Einfurchenpollen-Zweikeimblättrige)

Die Magnoliopsida haben mit 8.000 Arten, 300 Gattungen und etwa 30 Familien nur einen kleinen Anteil an den Angiospermen. Die Aperturausstattung der Magnoliopsida umfasst nach dem vorliegenden Bildmaterial aus sieben Familien monosulcat/monocolpate, dicolpate, tricolpate, monoporate, inaperturate und tetrade Pollenformen. Die Einfurchenpollen-Zweikeimblättrigen Angiospermen schließen sich damit einerseits an die Liliopsida und andererseits an die Rosopsida (Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige) an.

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

Mit den Liliopsida gemeinsam besitzen die Magnoliopsida monosulcat/monocolpate, dicolpate und inaperturate Keimstellen. Der tricolpate Pollentyp von *Illicium yunnanense* hingegen verbindet die Magnoliopsida mit den Rosopsida, ohne dass die Magnoliopsida an das gesamte Inventar abgeleiteter Pollenformen der Rosopsida herankommen.

Als primitivste Verwandtschaftsgruppe der Bedecktsamer gilt die Ordnung der Magnoliales. Sie weist die meisten ursprünglichen Merkmale der heute noch lebenden Angiospermen auf, vereinigt daher die relativ primitivsten Familien und steht der hypothetischen Ausgangsgruppe der Bedecktsamer am nächsten. Zu den ursprünglichsten Familien innerhalb der Magnoliales zählt man die Winteraceae und Magnoliaceae, letztere mit besonders einfach gebauten Pollenkörnern. Die Pollen-Beispiele von *Magnolia soulangeana* und *Liriodendron tulipifera* zeigen zudem, dass verwandtschaftliche Verhältnisse nicht nur aufgrund der Aperturen, sondern bei starken Vergrößerungen auch an der Beschaffenheit der Pollenkornwand, im vorliegenden Beispiel an der weitgehend ähnlichen Perforation derselben, ihren Ausdruck finden.

Die Winteraceae weisen zwar ebenfalls zahlreiche ursprüngliche Merkmale auf und reichen wie die Magnoliaceae bis in die Kreide zurück, haben aber wie *Drimys granadensis* zeigt Pollenformen herausgebildet, die zweifellos als abgeleitet (monoporat/tetrad) angesehen werden müssen. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass bereits HUTCHINSON 1964 (in TAKHTAJAN 1973:38) die Winteraceae im Vergleich zu den Magnoliaceae als stärker abgeleitet angesehen hat; eine in Fachkreisen allerdings nicht unwidersprochen gebliebene Meinung.

Zu fortgeschritteneren und stärker spezialisierten Ordnungen der Magnoliopsida gehören die Laurales, die den Magnoliales noch sehr nahe stehen, sowie die Aristolochiales und Illiciales, welche eine etwas isolierte Stellung einzunehmen scheinen.

Die Laurales dürften nach TAKHTAJAN (1973:115) aus archaischen Vertretern der Magnoliales hervorgegangen sein. Die Pollenkörner von *Laurus nobilis* sind glatte aperturlose Kugeln mit einer perforaten Stachel tragenden Hülle und mit zahlreichen sehr kleinen zwischengelagerten kugeligen Skulpturelementen. Die Hülle des Pollenkorns neigt zum Zerfall, wodurch sich die auf einem kreisförmigen Polster sitzenden Stacheln voneinander trennen. Das inaperturate Pollenkorn von *Laurus nobilis* und der dicolpate Blütenstaub von *Calycanthus mollis* können als pollenmorphologische Belege einer phylogentisch fortgeschritteneren Position der Ordnung angesehen werden.

Dem Pollentyp von *Laurus nobilis* ähnlich sind die Pollenkörner von *Asarum europaeum* ssp. *caucasicum*: Inaperturat mit einer zur Auflösung neigenden perforaten

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

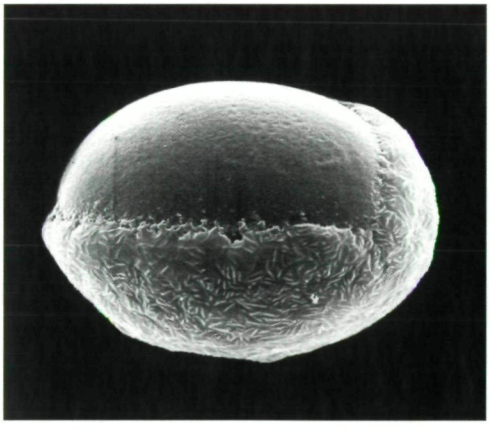
Hülle, besetzt von kugeligen Skulpturelementen in einem Muster, das jenem von *Laurus nobilis* gleicht.

Ganz aus der Reihe dagegen fällt die Ordnung der Illiciales mit Dreifaltpollen (*Illicium yunanenese*) und deren Ableitungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach aus Winteraceae entstanden ist (TAKHTAJAN 1973:117).

Die ausgesprochen urtümlichen Nymphaeaceae näheren sich mit ihren primitiven Pollenformen den Magnoliales, leiten sich wahrscheinlich von unbekannten ausgestorbenen Vertretern dieser Ordnung ab und zeigen mit einigen anderen Ordnungen der Magnoliopsida, besonders mit den Aristolochiales und Piperales, viele Ähnlichkeiten mit den Liliopsida und stehen offenkundig der stammesgeschichtlichen Wurzel der Liliopsida (Einfurchenpollen-Einkeimblättrige) nahe.

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

TAFEL 21



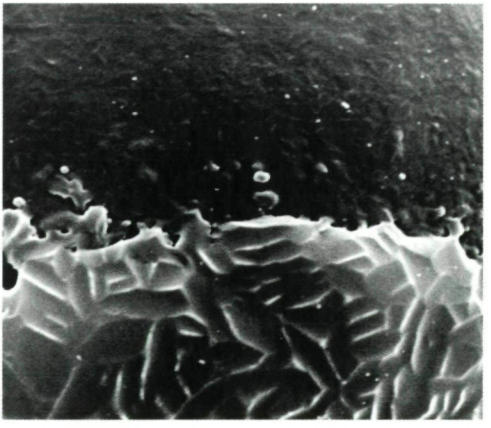
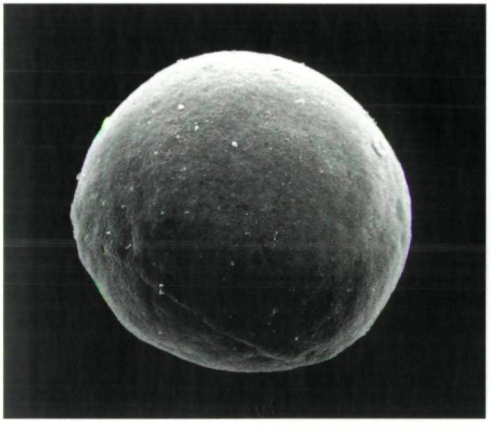


Abb. 1 und 2: *Ginkgo biloba* (Ginkgobaum)



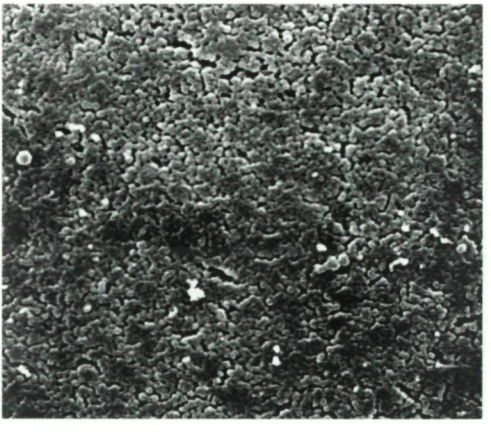


Abb. 3 und 4: *Larix decidua* (Europäische Lärche)

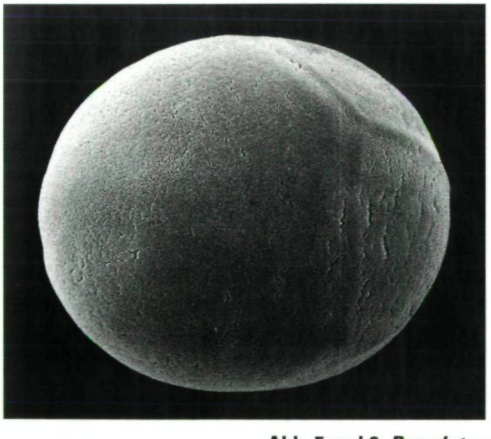
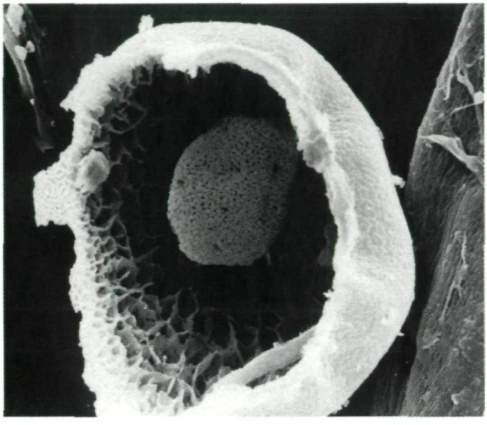


Abb. 5 und 6: *Pseudotsuga menziesii* (Douglastanne)

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

TAFEL 22



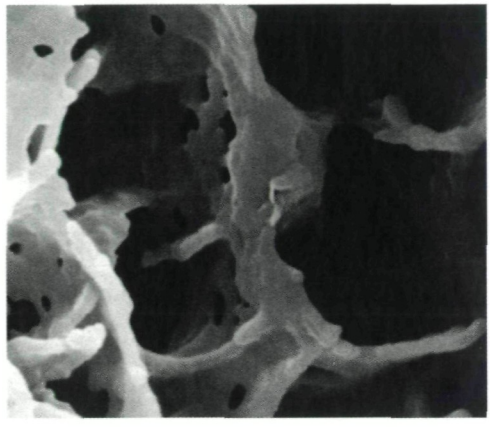
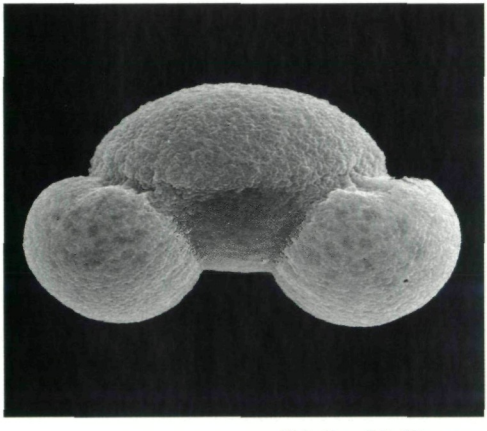


Abb. 1 und 2: *Pinus* sp. (Kiefer), Luftsack, innen



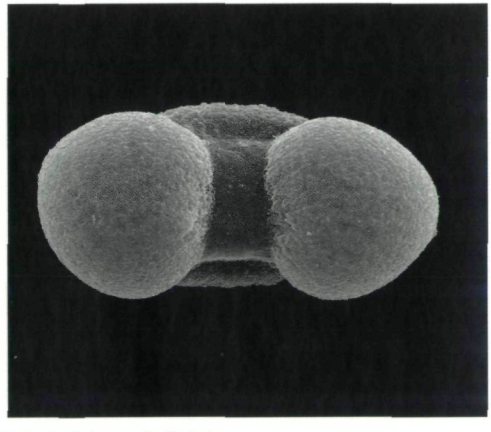
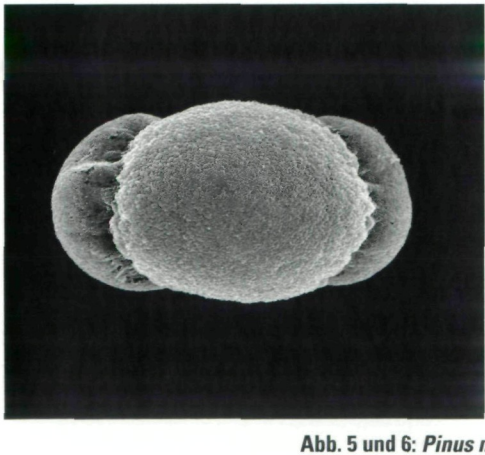


Abb. 3 und 4: *Pinus mugo* (Latsche), lateral, distal



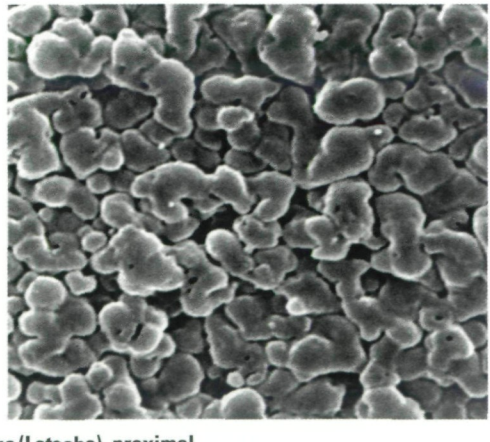
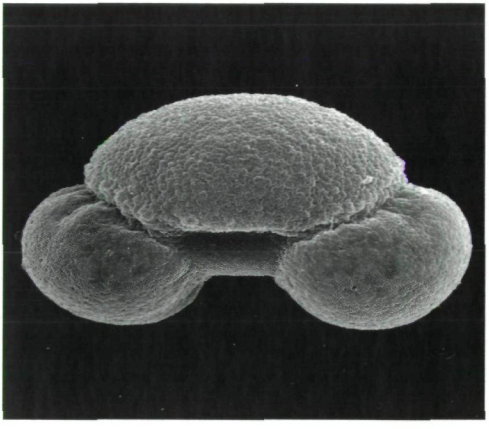


Abb. 5 und 6: *Pinus mugo* (Latsche), proximal

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

TAFEL 23



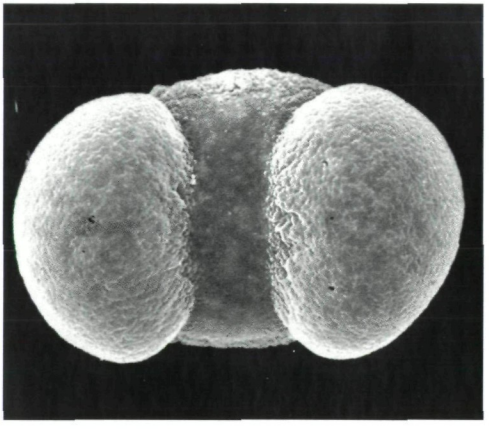
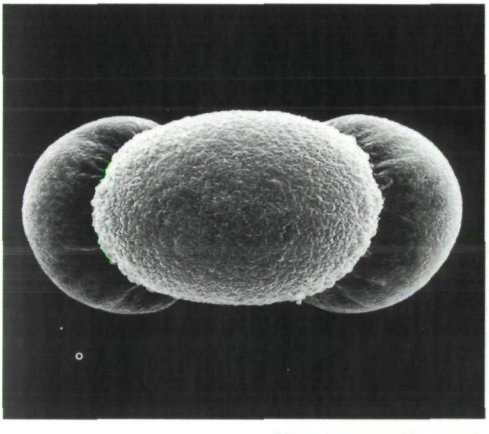


Abb. 1 und 2: *Pinus sylvestris* (Rot-Föhre), lateral, distal



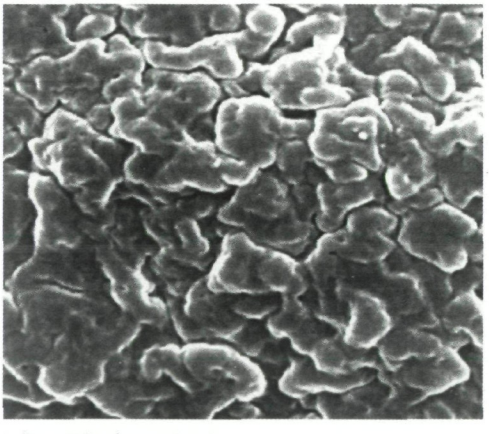
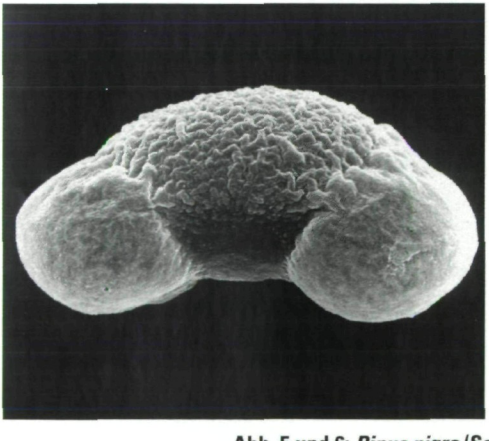


Abb. 3 und 4: *Pinus sylvestris* (Rot-Föhre), proximal



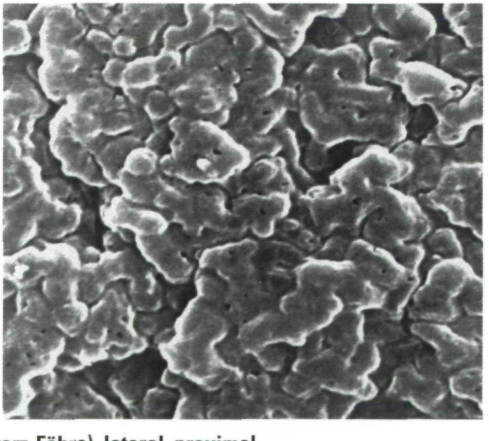


Abb. 5 und 6: *Pinus nigra* (Schwarz-Föhre), lateral, proximal

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

TAFEL 24

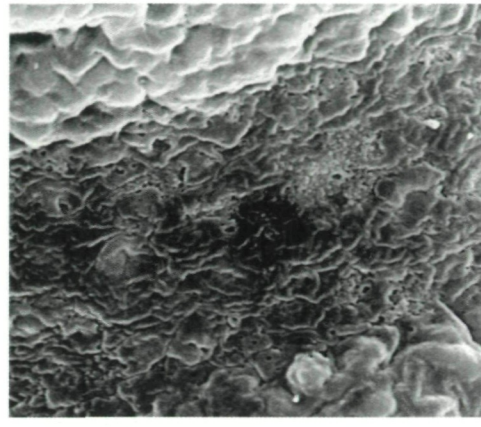
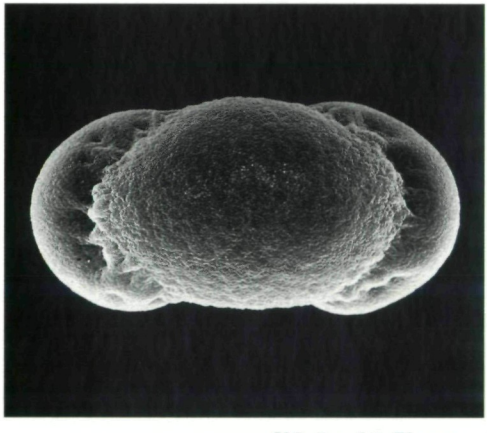


Abb. 1 und 2: *Pinus cembra* (Zirbelkiefer), lateral, distal



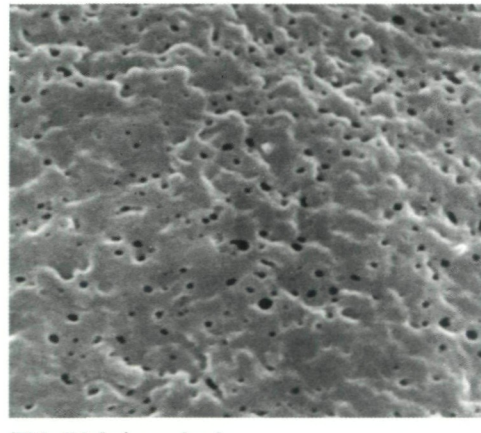


Abb. 3 und 4: *Pinus cembra* (Zirbelkiefer), proximal

Abb. 5: *Juniperus sabina* (Sebenstrauch)

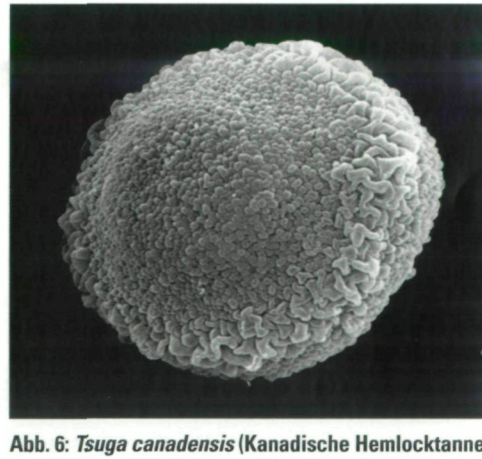


Abb. 6: *Tsuga canadensis* (Kanadische Hemlocktanne)

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

TAFEL 25

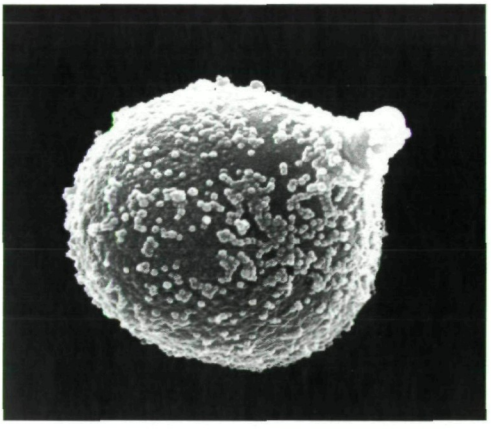


Abb. 1: *Metasequoia glyptostroboides* (Urwelt-Mammutbaum)

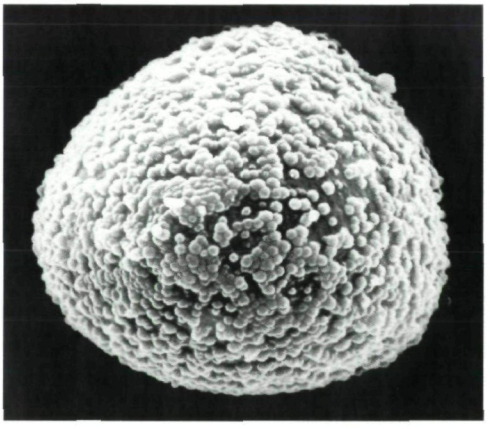
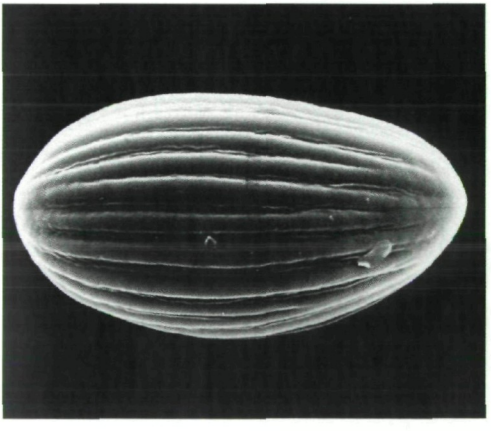


Abb. 2: *Taxus baccata* (Eibe)



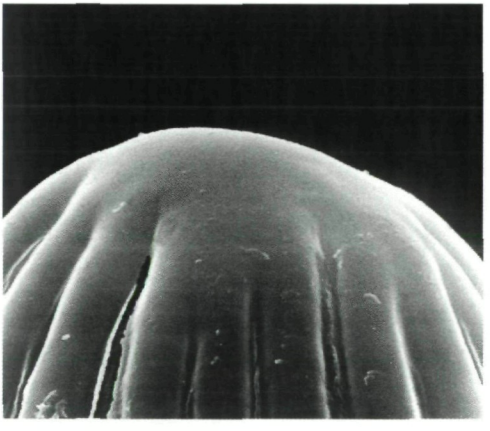
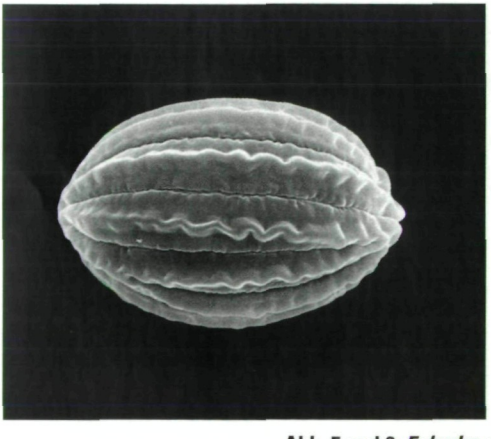


Abb. 3 und 4: *Welwitschia mirabilis* (Welwitschie)



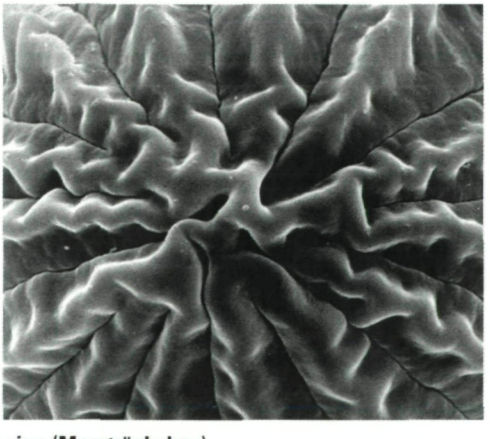
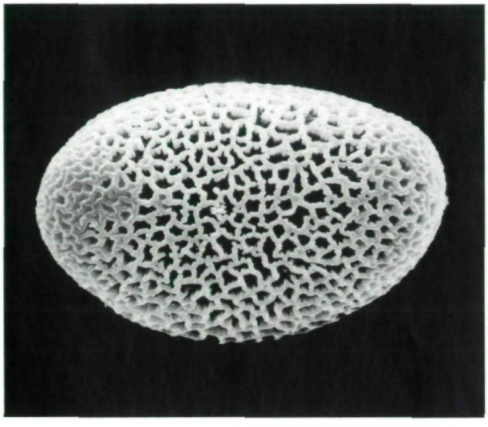


Abb. 5 und 6: *Ephedra altissima* (Meerträubchen)

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

TAFEL 26



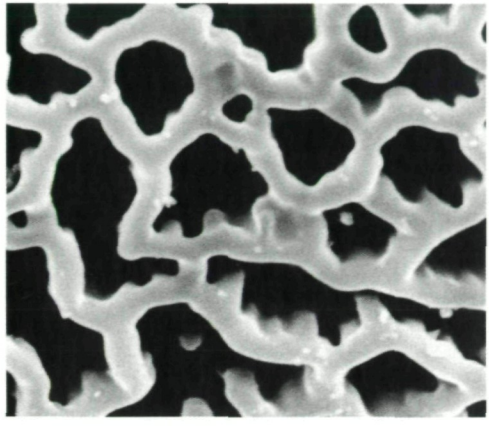
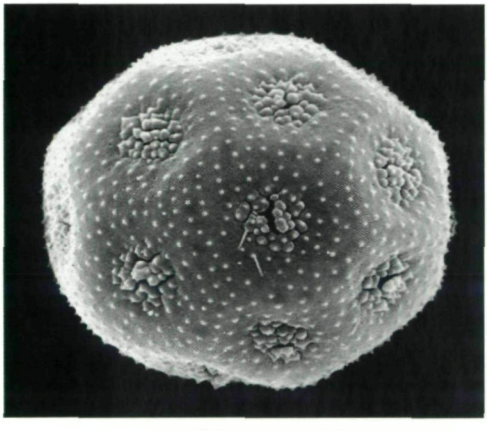


Abb. 1 und 2: *Butomus umbellatus* (Schwanenblume)



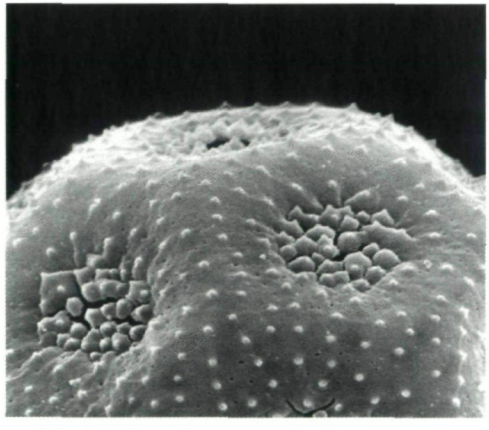


Abb. 3 und 4: *Alisma plantago-aquatica* (Gewöhnlicher Froschlöffel)

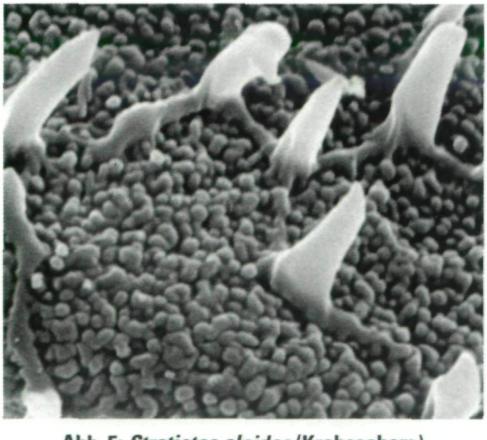


Abb. 5: *Stratiotes aloides* (Krebsschere)

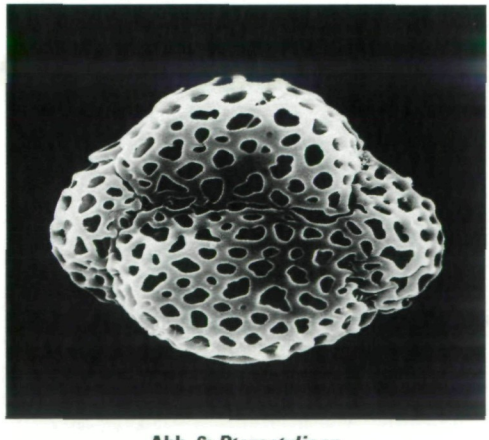
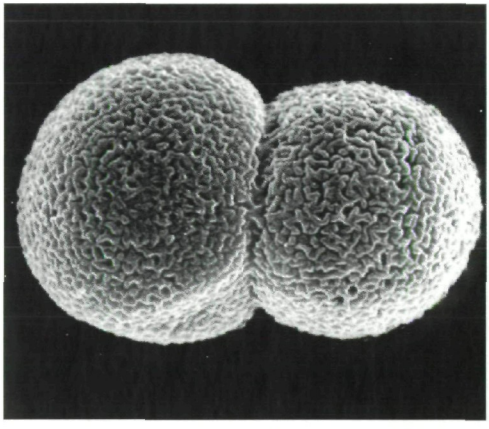


Abb. 6: *Pterostylis* sp.

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

TAFEL 27



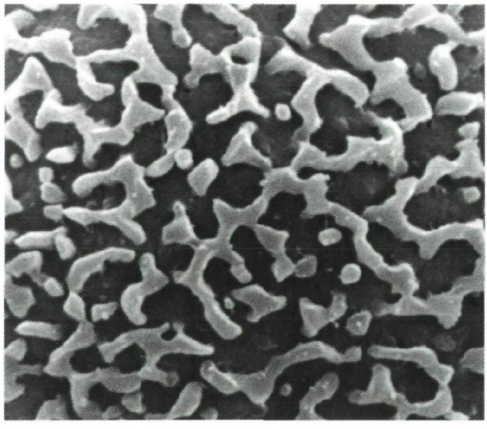
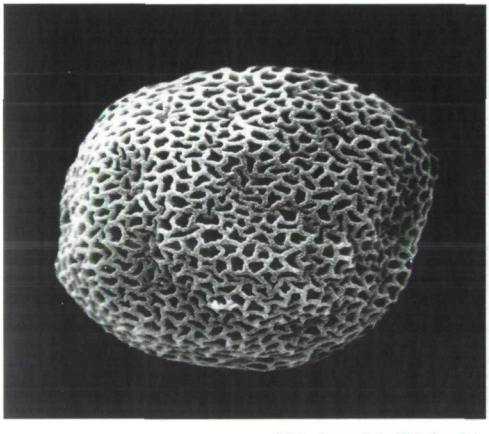


Abb. 1 und 2: *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse)



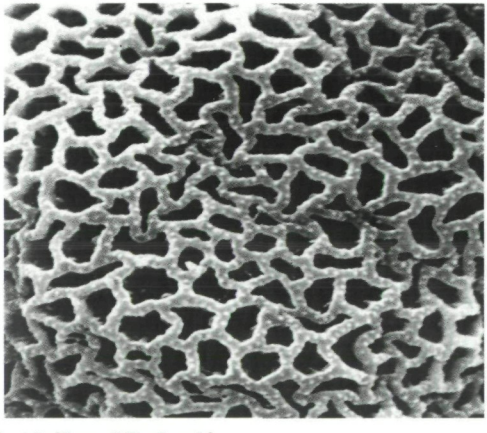
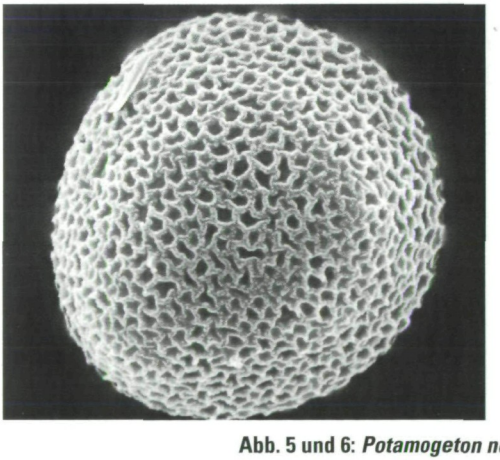


Abb. 3 und 4: *Triglochin palustris* (Sumpf-Dreizack)



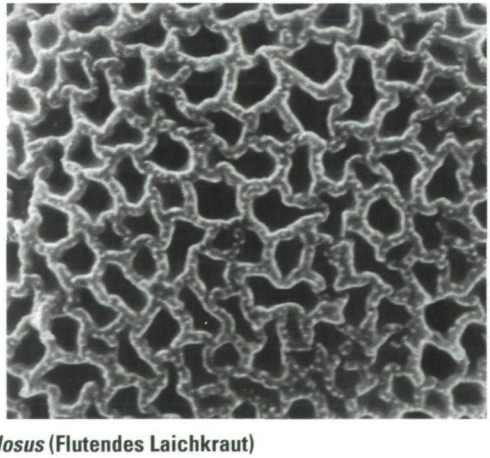
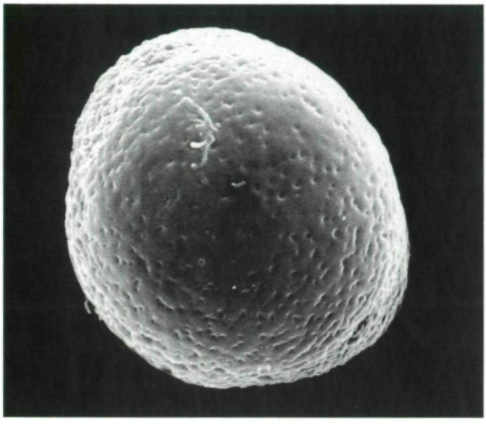


Abb. 5 und 6: *Potamogeton nodosus* (Flutendes Laichkraut)

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

TAFEL 28



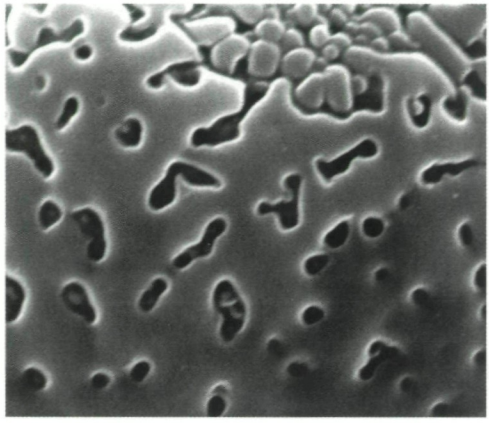
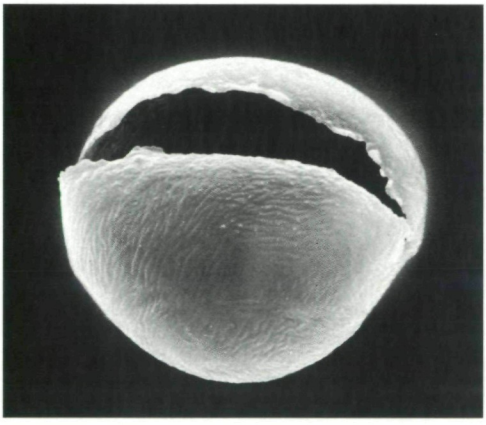


Abb. 1 und 2: *Calla palustris* (Drachenwurz)



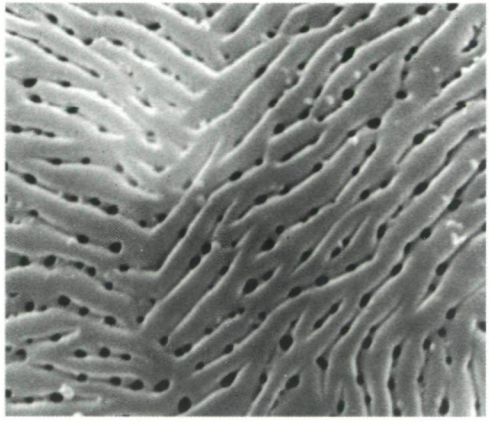
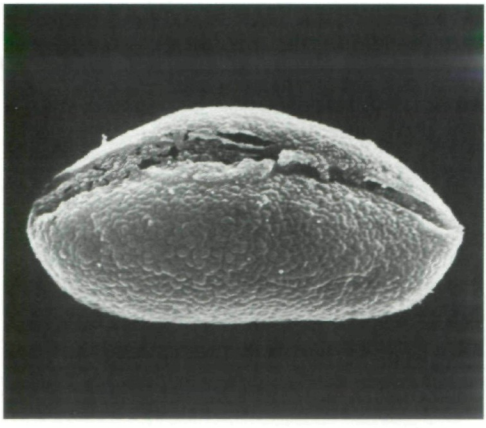


Abb. 3 und 4: *Tamus communis* (Schmerwurz)



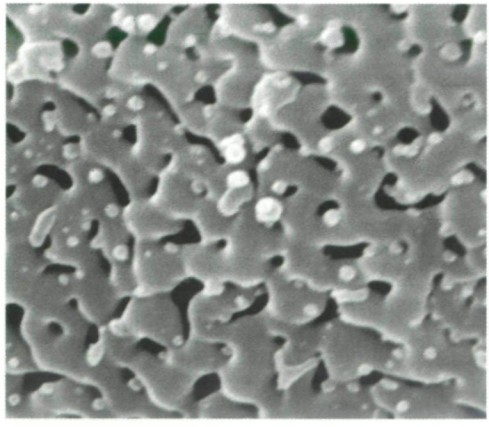
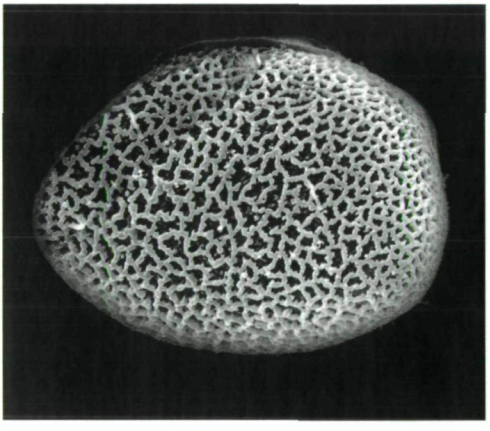


Abb. 5 und 6: *Paris quadrifolia* (Einbeere)

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

TAFEL 29



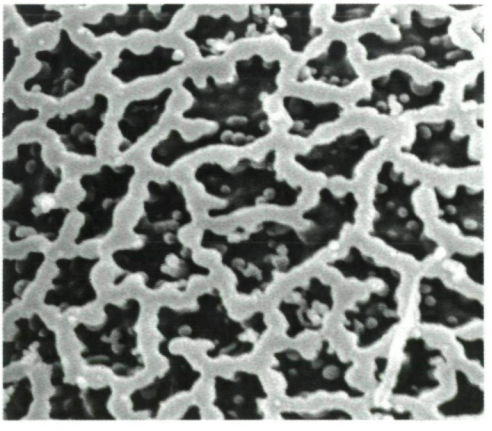


Abb. 1 und 2: *Veratrum album* (Weiß-Germer)

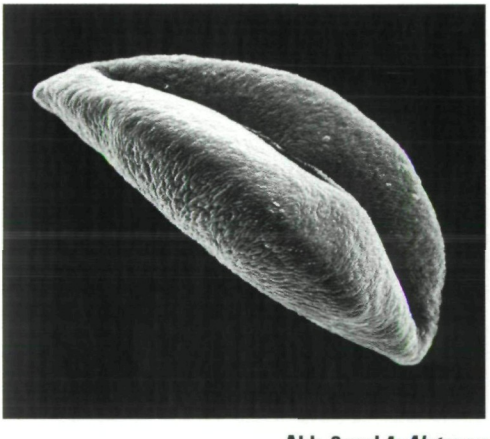
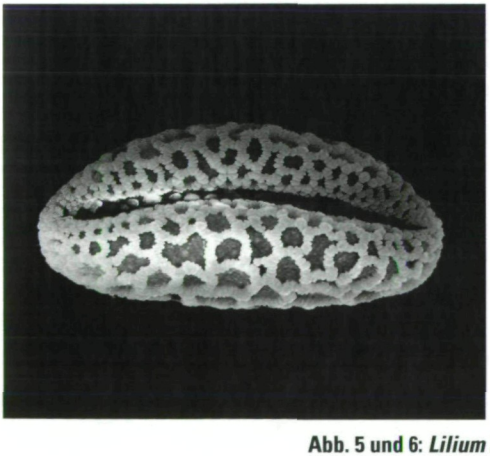


Abb. 3 und 4: *Alstroemeria* x *ligtu* (Alstroemerie)



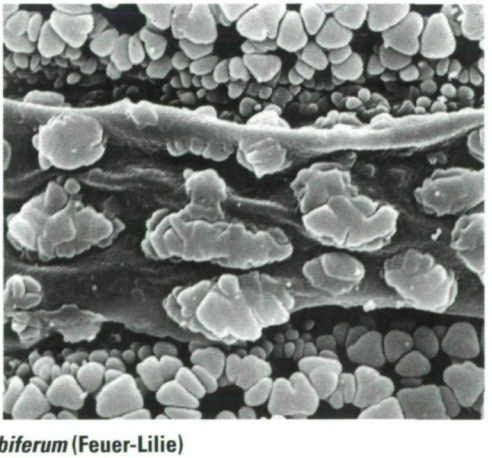
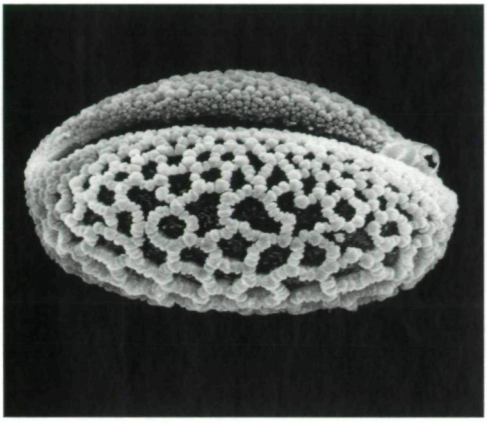


Abb. 5 und 6: *Lilium bulbiferum* (Feuer-Lilie)

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

TAFEL 30



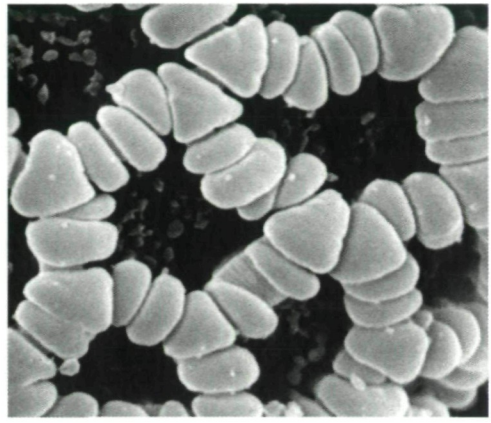
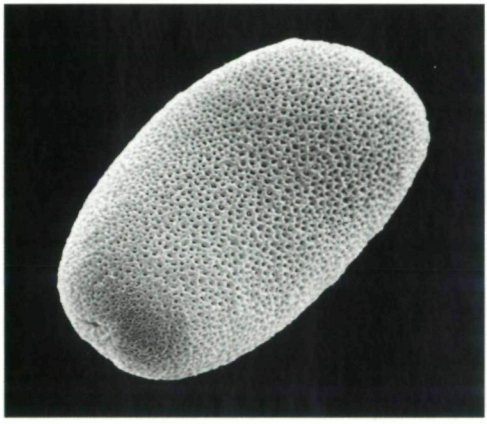


Abb. 1 und 2: *Lilium martagon* (Türkenbund)



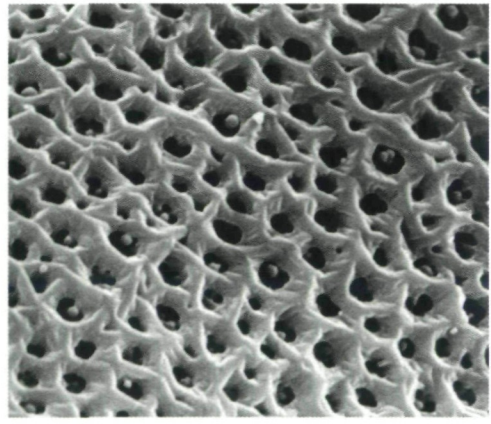
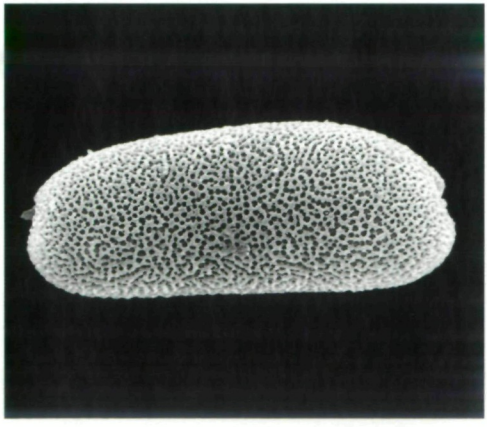


Abb. 3 und 4: *Colchicum autumnale* (Herbstzeitlose)



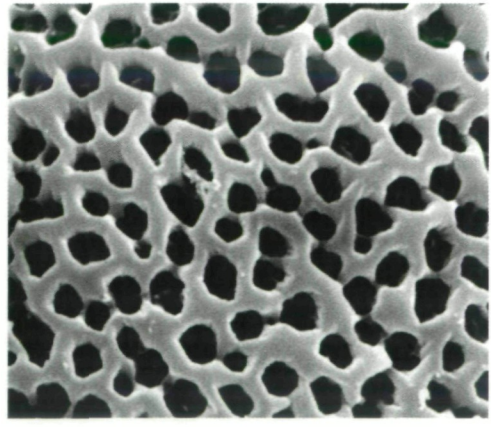
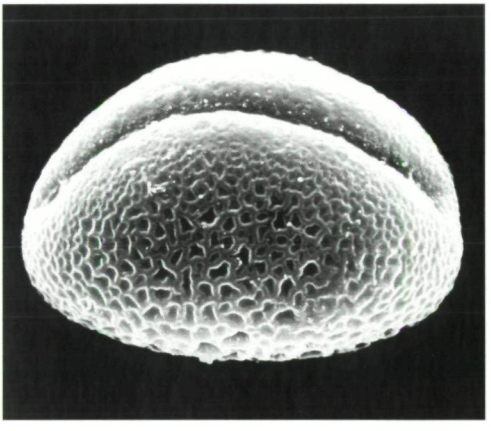


Abb. 5 und 6: *Colchicum vernum* (Frühlings-Lichtblume)

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

TAFEL 31



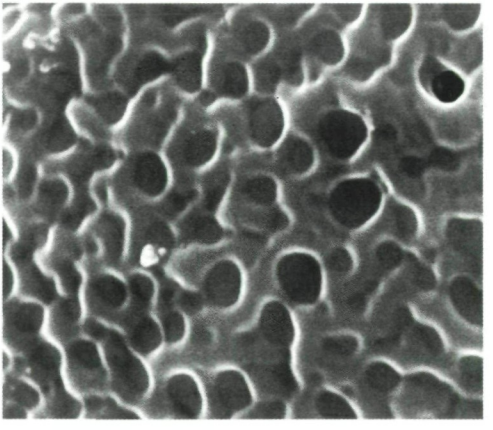
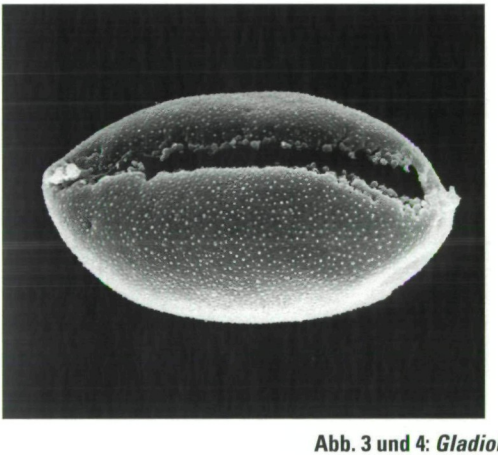


Abb. 1 und 2: *Maijanthemum bifolium* (Schattenblümchen)



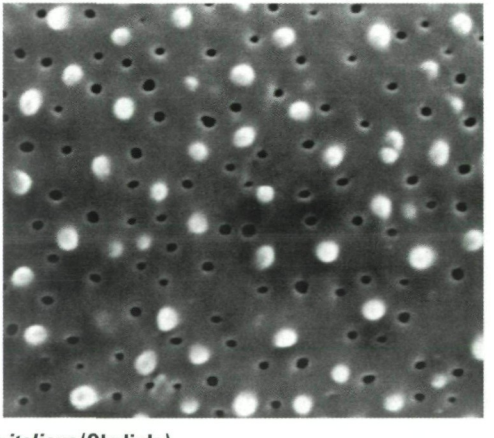
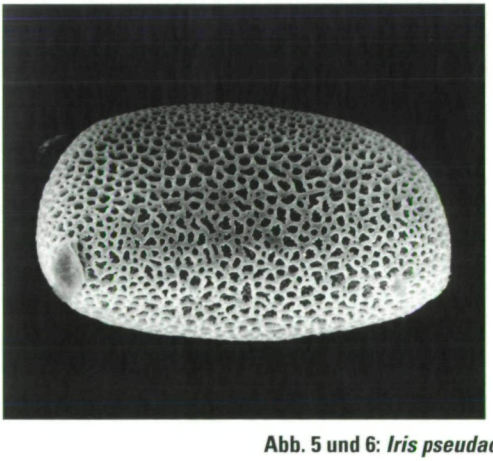


Abb. 3 und 4: *Gladiolus italicus* (Gladiole)



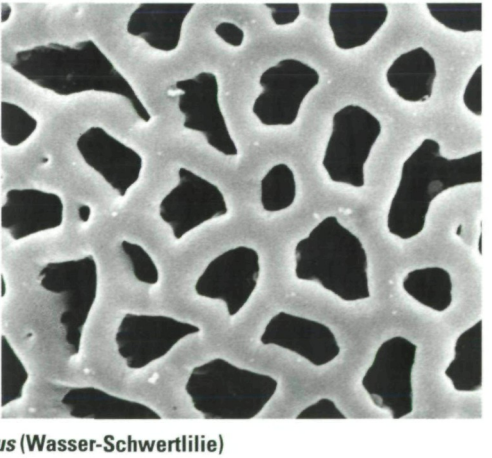


Abb. 5 und 6: *Iris pseudacorus* (Wasser-Schwertlilie)

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

TAFEL 32

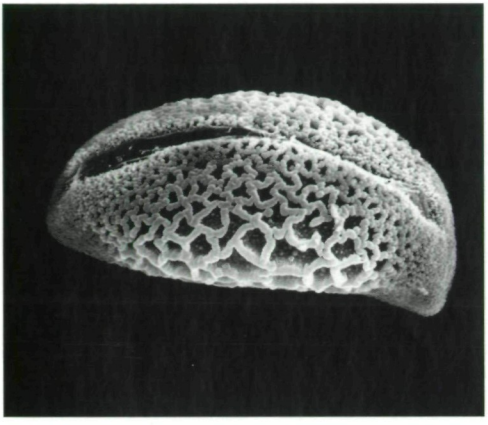
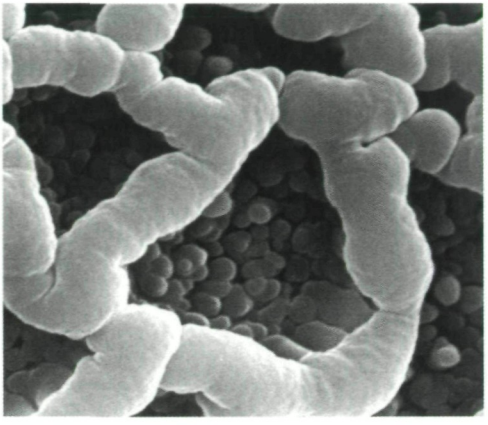



Abb. 1 und 2: *Hemerocallis fulva* (Gelbrote Taglilie)

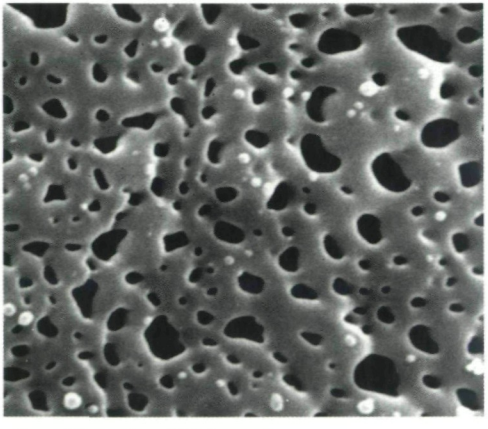


Abb. 3 und 4: *Ornithogallum pyrenaicum* (Pyrenäen-Milchstern)

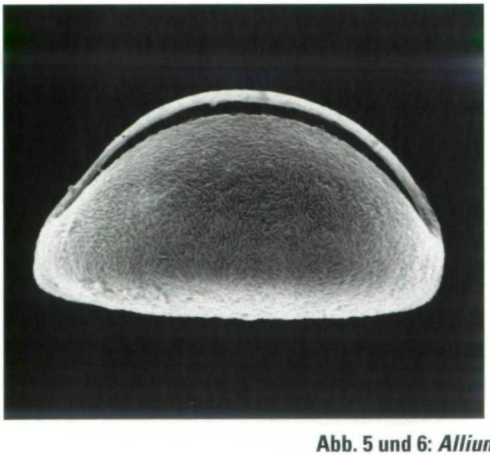
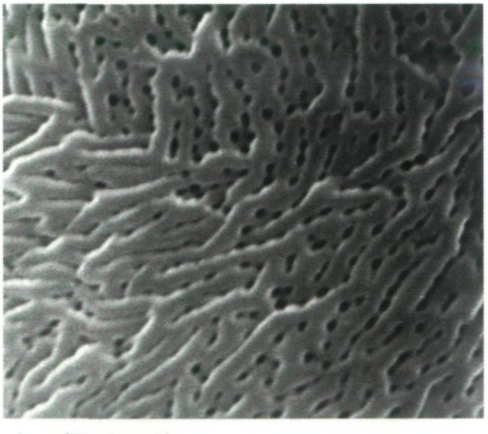
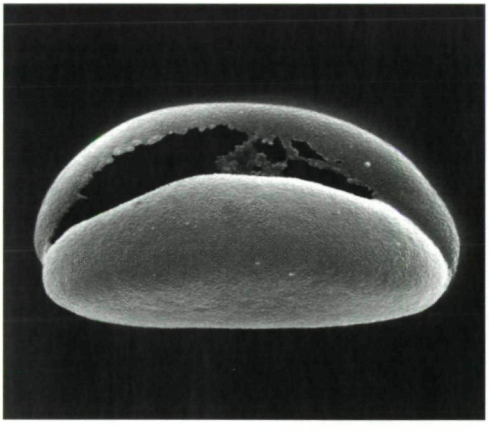



Abb. 5 und 6: *Allium ursinum* (Bär-Lauch)

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

TAFEL 33



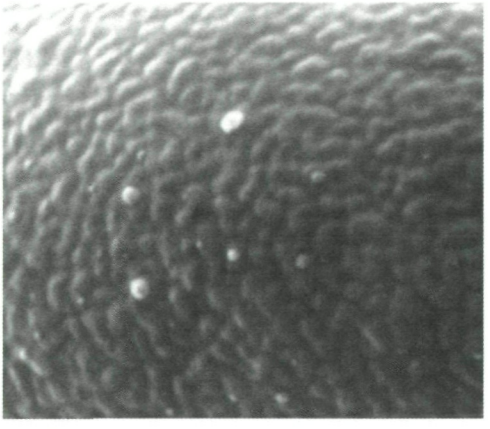
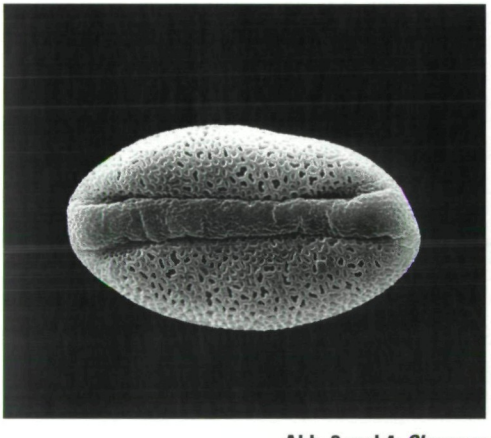


Abb. 1 und 2: *Galanthus nivalis* (Schneeglöckchen)



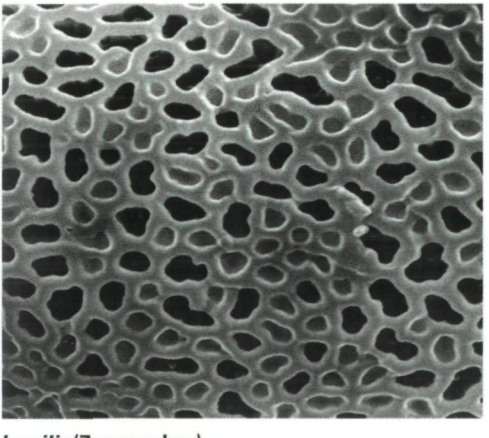
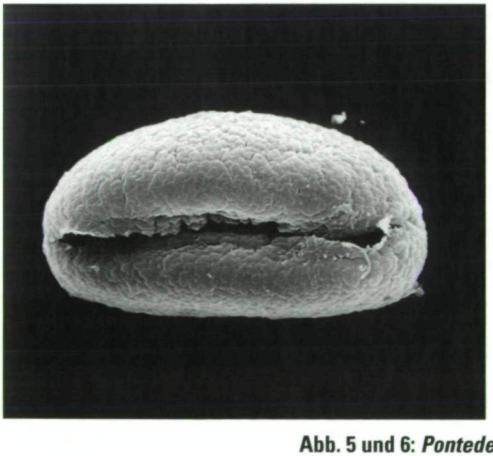


Abb. 3 und 4: *Chamaerops humilis* (Zwergpalme)



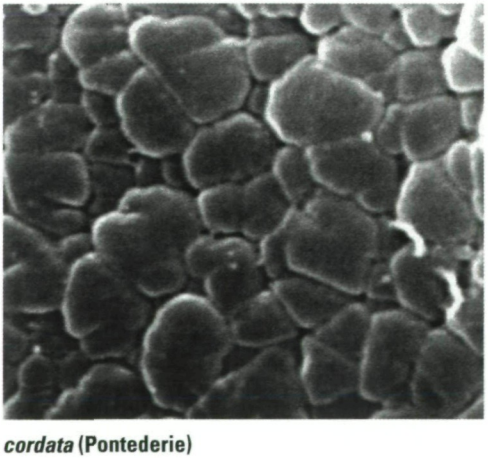
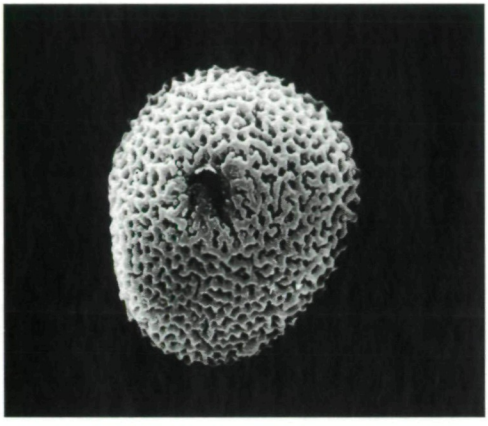


Abb. 5 und 6: *Pontederia cordata* (Pontederie)

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

TAFEL 34



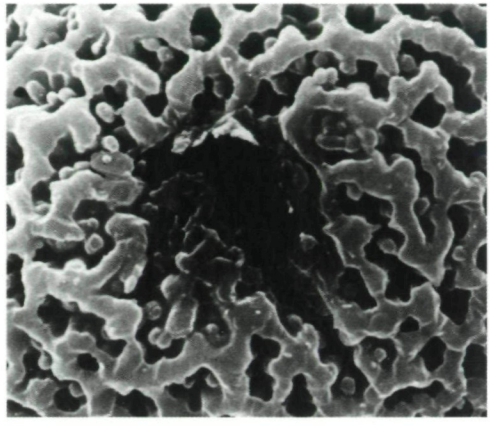
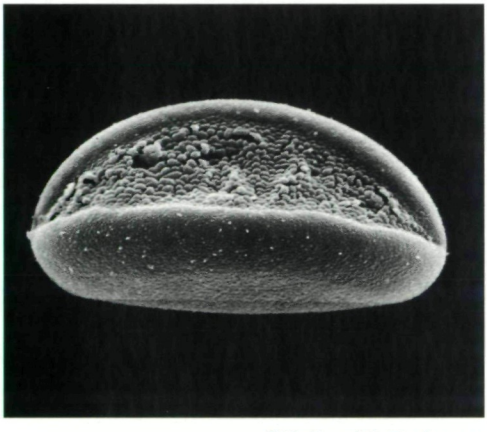


Abb. 1 und 2: *Typha angustifolia* (Schmalblatt-Rohrkolben)



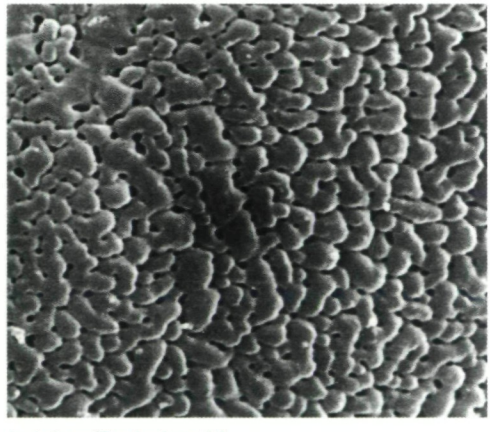
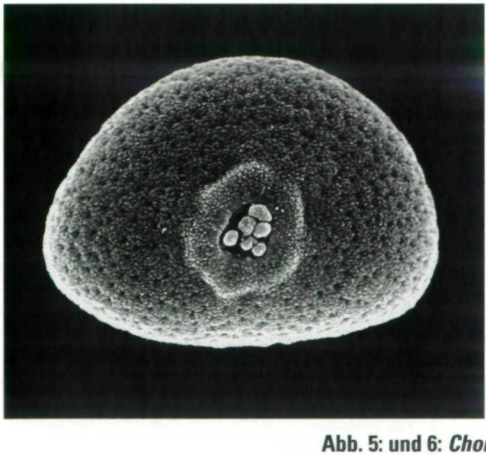


Abb. 3 und 4: *Tradescantia virginiana* (Tradeskantie)



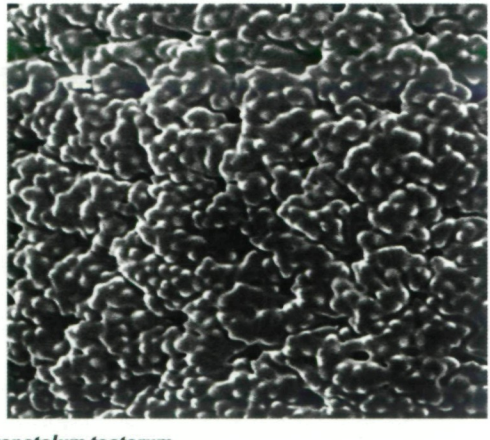
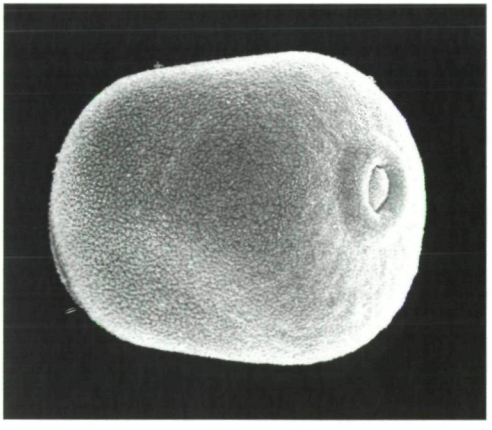


Abb. 5: und 6: *Chondropetalum tectorum*

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

TAFEL 35



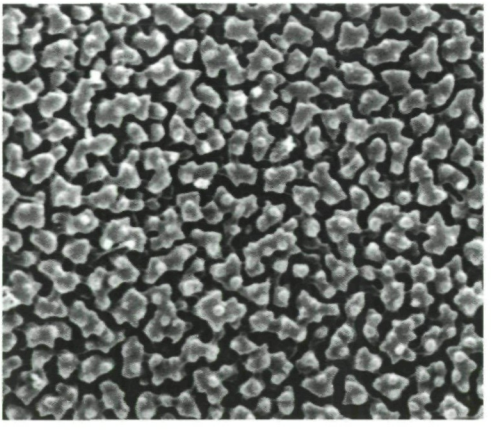
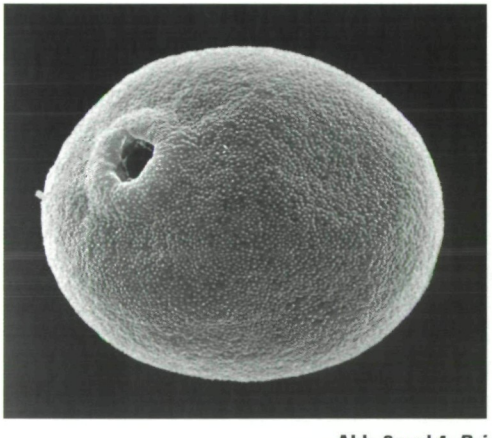


Abb. 1 und 2: *Avena sativa* (Saat-Hafer)



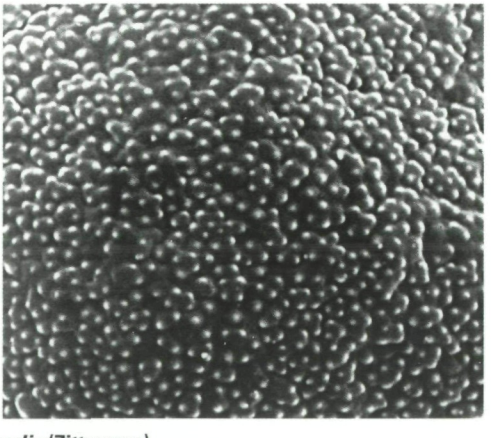


Abb. 3 und 4: *Briza media* (Zittergras)

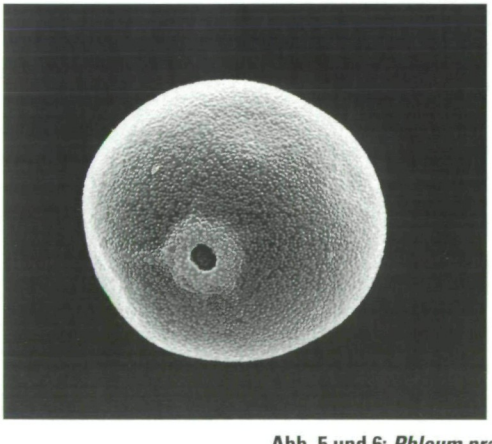
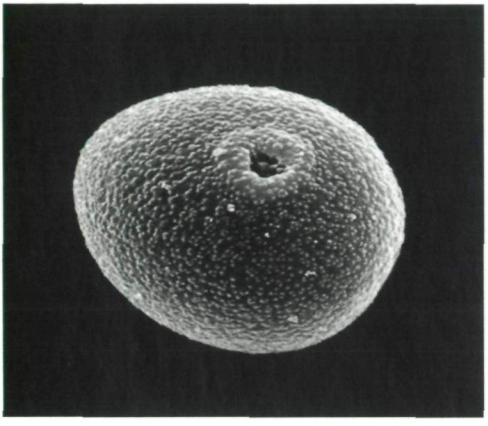


Abb. 5 und 6: *Phleum pratense* (Wiesen-Lieschgras)

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

TAFEL 36



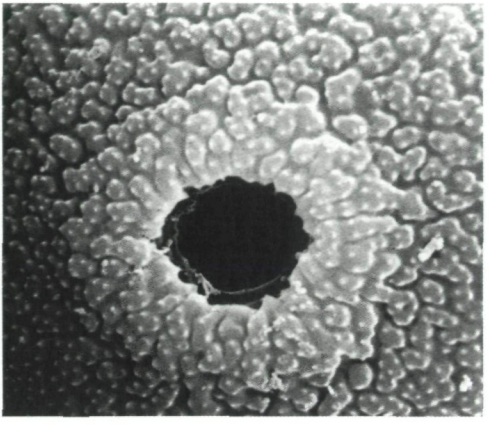
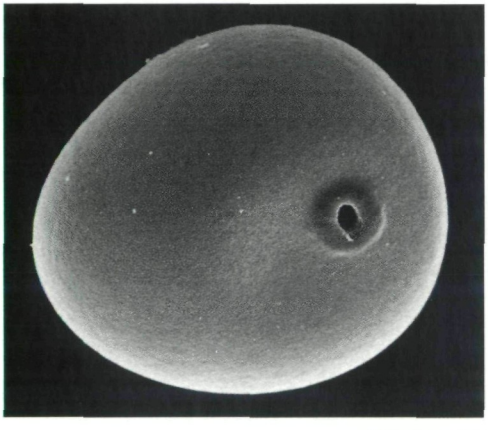


Abb. 1 und 2: *Phragmites australis* (Schilf)



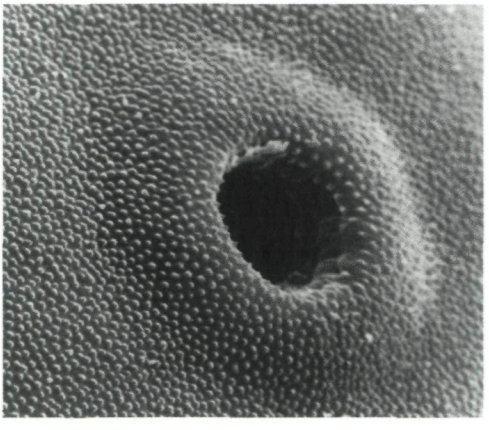
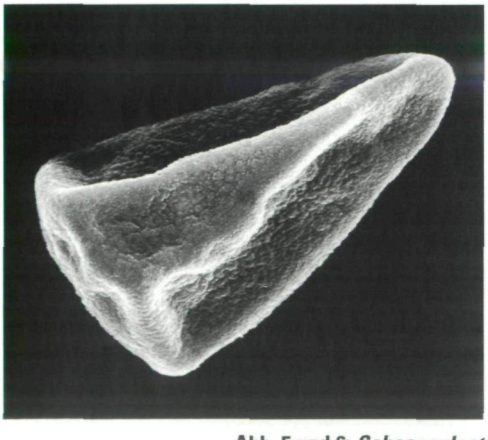


Abb. 3 und 4: *Zea mays* (Mais)



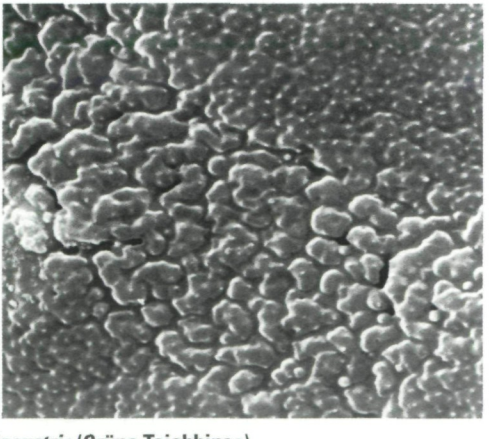
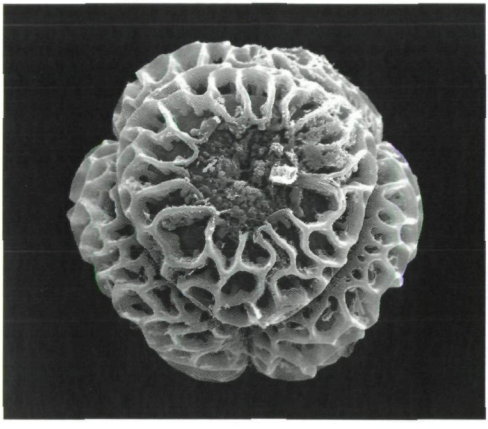


Abb. 5 und 6: *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)

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

TAFEL 37



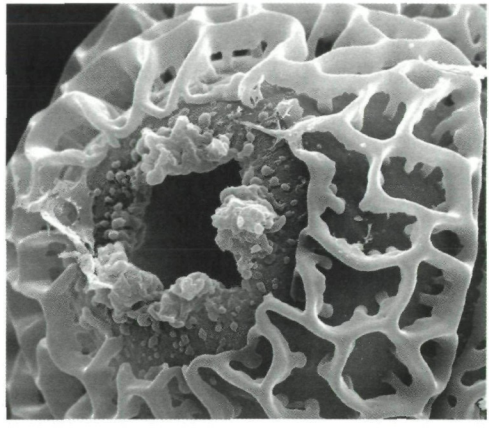


Abb. 1 und 2: *Drimys granadensis*

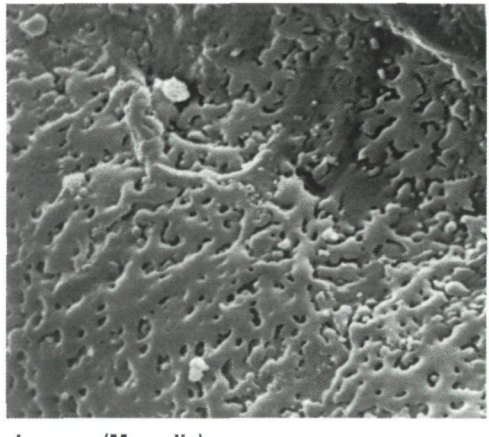
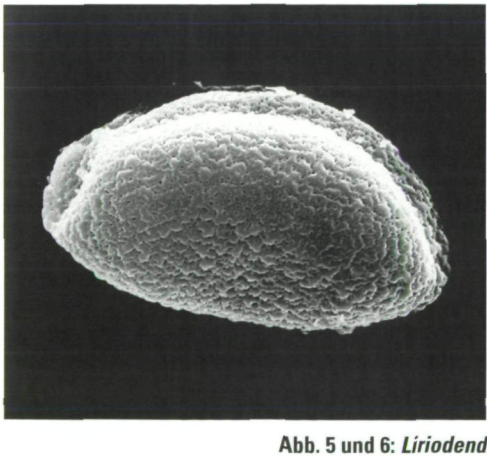


Abb. 3 und 4: *Magnolia soulangeana* (Magnolie)



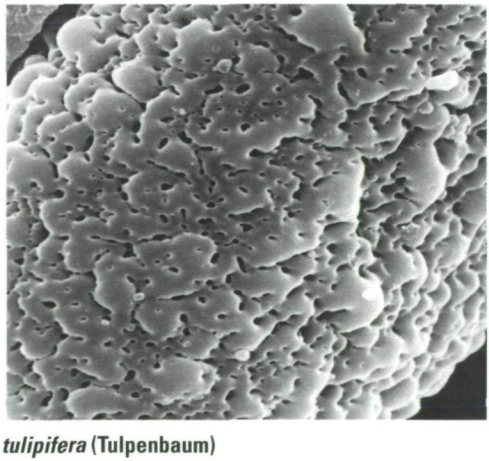
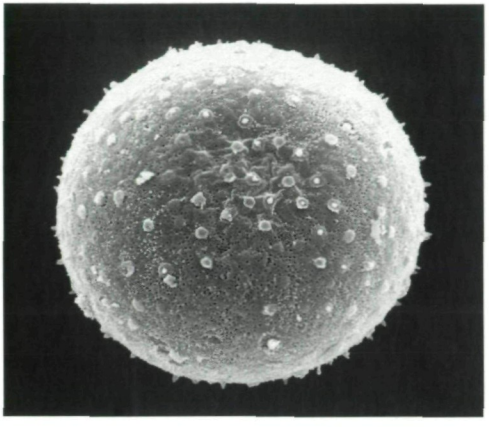


Abb. 5 und 6: *Liriodendron tulipifera* (Tulpenbaum)

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

TAFEL 38



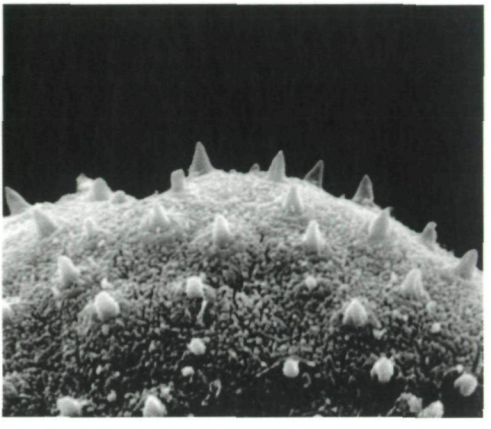
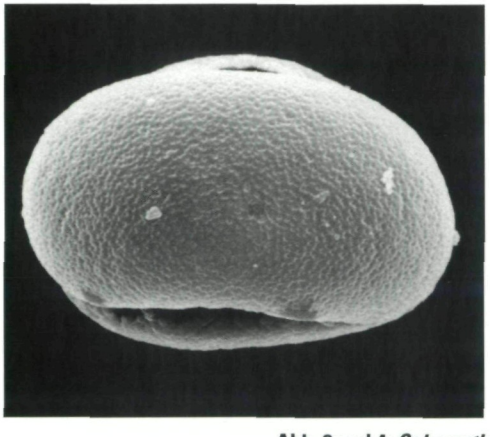


Abb. 1 und 2: *Laurus nobilis* (Lorbeerbaum)



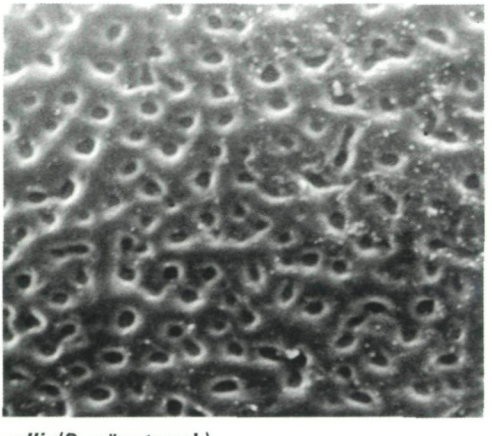
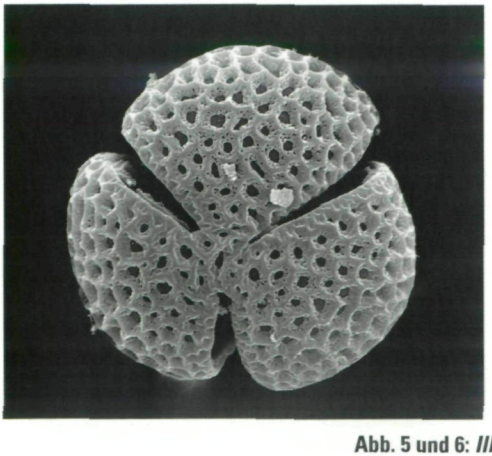


Abb. 3 und 4: *Calycanthus mollis* (Gewürzstrauch)



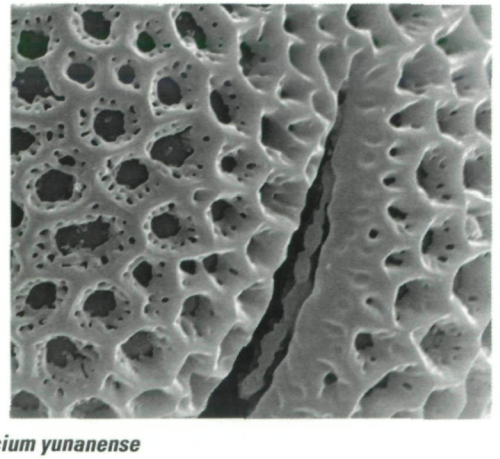
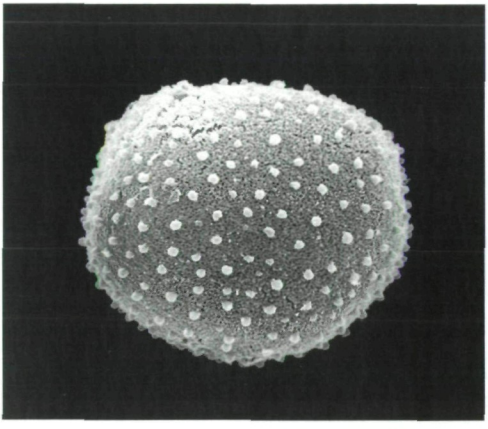


Abb. 5 und 6: *Illicium yunanense*

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

TAFEL 39



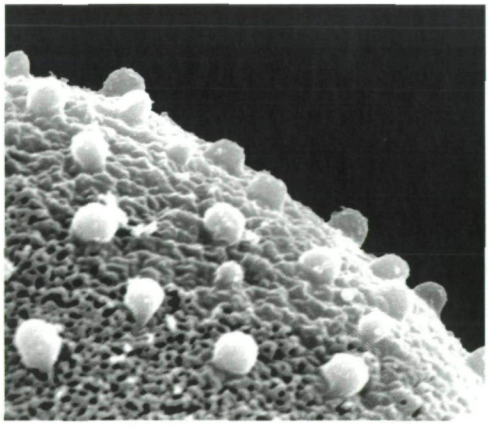
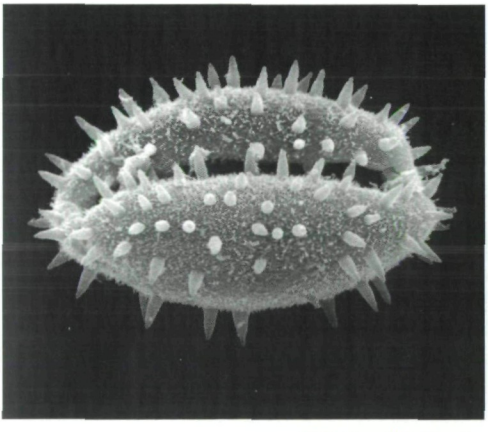


Abb. 1 und 2: *Asarum europaeum* (Haselwurz)



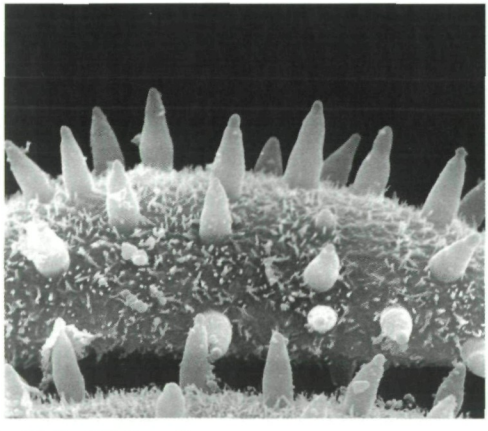


Abb. 3 und 4: *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose)

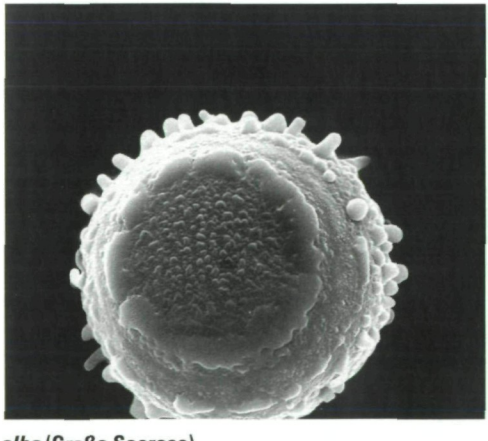


Abb. 5 und 6: *Nymphaea alba* (Große Seerose)

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

Alphabetisches Verzeichnis der Bilddokumente (Lateinische Namen)

Alisma plantago-aquatica (Gewöhnlicher Froschlöffel) Taf. 26, Abb. 3, 4
Allium ursinum (Bär-Lauch) Taf. 32, Abb.5, 6
Alstroemeria × ligtu (Alstroemerie) Taf. 29, Abb. 3, 4
Asarum europaeum (Haselwurz) Taf. 39, Abb. 1, 2
Avena sativa (Saat-Hafer) Taf. 35, Abb. 1, 2
Briza media (Zittergras) Taf. 35, Abb. 3, 4
Butomus umbellatus (Schwanenblume) Taf. 26, Abb. 1, 2
Calla palustris (Drachenwurz) Taf. 28, Abb. 1, 2
Calycanthus mollis (Gewürzstrauch) Taf: 38, Abb. 3, 4
Chamerops humilis (Zwergpalme) Taf. 33, Abb. 3, 4
Chondropetalum tectorum Taf. 34, Abb. 5, 6
Colchicum autumnale (Herbstzeitlose) Taf. 30, Abb. 3, 4
Colchicum vernum (Frühlings-Lichtblume) Taf. 30, Abb. 5, 6
Drimys granadensis Taf. 37, Abb. 1, 2
Ephedra altissima (Meerträubchen) Taf. 25, Abb. 5, 6
Galanthus nivalis (Schneeglöckchen) Taf. 33, Abb. 1, 2
Ginkgo biloba (Ginkgobaum) Taf. 21, Abb. 1, 2
Gladiolus italicus (Gladiole) Taf. 31, Abb. 3, 4
Hemerocallis fulva (Gelbrote Taglilie) Taf. 32, Abb. 1, 2
Illicium yunanense Taf. 38, Abb. 5, 6
Iris pseudacorus (Wasser-Schwertlilie) Taf. 31, Abb. 5, 6
Juniperus sabina (Sebenstrauch) Taf. 24, Abb. 5
Larix decidua (Europäische Lärche) Taf. 21, Abb. 3, 4
Laurus nobilis (Lorbeerbaum) Taf. 38, Abb. 1, 2
Lilium bulbiferum (Feuer-Lilie) Taf. 29, Abb. 5, 6
Lilium martagon (Türkenbund) Taf. 30, Abb. 1, 2
Liriodendron tulipifera (Tulpenbaum) Taf. 37, Abb. 5, 6
Magnolia soulangeana (Magnolie) Taf. 37, Abb. 3, 4
Maianthemum bifolium (Schattenblümchen) Taf. 31, Abb. 1, 2
Metasequoia glyptostroboides (Urwelt-Mammutbaum) Taf. 25, Abb. 1
Nuphar lutea (Gelbe Teichrose) Taf. 39, Abb. 3, 4
Nymphaea alba (Große Seerose) Taf. 39, Abb. 5, 6
Ornithogallum pyrenaicum (Pyrenäen-Milchstern) Taf. 32, Abb. 3, 4
Paris quadrifolia (Einbeere) Taf. 28, Abb. 5, 6
Phleum pratense (Wiesen-Lieschgras) Taf. 35, Abb. 5, 6
Phragmites australis (Schilf) Taf. 36, Abb. 1, 2
Pinus cembra (Zirbel-Kiefer) Taf. 24, Abb. 1, 2, 3, 4
Pinus mugo (Latsche) Taf. 22, Abb. 3, 4, 5, 6
Pinus nigra (Schwarz-Föhre) Taf. 23, Abb. 5, 6
Pinus sp. (Kiefer) Taf. 22, Abb. 1, 2
Pinus sylvestris (Rot-Föhre) Taf. 23, Abb. 1, 2, 3, 4
Pontederia cordata (Herzförmige Pontederie) Taf. 33, Abb. 5, 6
Potamogeton nodosus (Flutendes Laichkraut) Taf. 27, Abb. 5, 6
Pseudotsuga menziesii (Douglastanne) Taf. 21, Abb. 5, 6
Pterostylis sp. Taf. 26, Abb. 6
Scheuchzeria palustris (Blumebinse) Taf. 27, Abb. 1, 2
Schoenoplectus lacustris (Grüne Teichbinse) Taf. 36, Abb. 5, 6
Stratiotes aloides (Krebsschere) Taf. 26, Abb. 5
Tamus communis (Schmerwurz) Taf. 28, Abb. 3, 4
Taxus baccata (Eibe) Taf. 25, Abb. 2
Tradescantia virginianum (Tradeskantie) Taf. 34, Abb. 3, 4
Triglochin palustre (Sumpf-Dreizack) Taf. 27, Abb. 3, 4
Tsuga canadensis (Kanadische Hemlockstanne) Taf. 24, Abb. 6
Typha angustifolia (Schmalblatt-Rohrkolben) Taf. 34, Abb. 1, 2
Veratrum album (Weiß-Germer) Taf. 29, Abb. 1, 2
Welwitschia mirabilis (Welwitschie) Taf. 25, Abb. 3, 4
Zea mays (Mais) Taf. 36, Abb. 3, 4

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

Alphabetisches Verzeichnis der Bilddokumente (Deutsche Namen)

Alstroemerie (*Alstroemeria* x *ligtu*) Taf. 29, Abb. 3, 4
Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*) Taf. 27, Abb. 1, 2
Chondropetalum tectorum Taf. 34, Abb. 5, 6
Douglastanne (*Pseudotsuga menziesii*) Taf. 21. Abb. 5, 6
Drachenwurz (*Calla palustris*) Taf. 28, Abb. 1, 2
Dreizack, Sumpf- (*Triglochin palustre*) Taf. 27, Abb. 3, 4
Eibe (*Taxus baccata*) Taf. 25, Abb. 2
Einbeere (*Paris quadrifolia*) Taf. 28, Abb. 5, 6
Föhre, Rot- (*Pinus sylvestris*) Taf. 23, Abb. 1, 2, 3, 4
Föhre, Schwarz- (*Pinus nigra*) Taf. 23, Abb. 5, 6
Froschlöffel, Gewöhnlicher (*Alisma plantago-aquatica*) Taf. 26, Abb. 3, 4
Germer, Weiß- (*Veratrum album*) Taf. 29, Abb. 1, 2
Gewürzstrauch (*Calycanthus mollis*) Taf. 38, Abb. 3, 4
Ginkgobaum (*Ginkgo biloba*) Taf. 21, Abb. 1, 2
Gladiole (*Gladiolus italicus*) Taf. 31, Abb. 3, 4
Hafer, Saat- (*Avena sativa*) Taf. 35, Abb. 1, 2
Haselwurz (*Asarum europaeum*) Taf. 39, Abb. 1, 2
Hemlockstanne, Kanadische (*Tsuga canadensis*) Taf. 24, Abb. 6
Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) Taf. 30, Abb. 3, 4
Kiefer, Taf. 22, Abb. 1, 2
Kiefer, Zirbel- (*Pinus cembra*) Taf. 24, Abb. 1, 2, 3, 4
Krebsschere (*Stratiotes aloides*) Taf. 26, Abb. 5,
Laichkraut, Flutendes (*Potamogeton nodosus*) Taf. 27, Abb. 5, 6
Lärche, Europäische (*Larix decidua*) Taf. 21, Abb. 3, 4
Latsche (*Pinus mugo*) Taf. 22, Abb. 3, 4, 5, 6
Lauch, Bär- (*Allium ursinum*) Taf. 32, Abb. 5, 6
Lichtblume, Frühlings- (*Colchicum vernum*) Taf. 30, Abb. 5, 6
Lieschgras, Wiesen- (*Phleum pratense*) Taf. 35, Abb. 5, 6
Lilie, Feuer- (*Lilium bulbiferum*) Taf. 29, Abb. 5, 6
Lorbeerbaum (*Laurus nobilis*) Taf. 38, Abb. 1, 2
Magnolie (*Magnolia soulangeana*) Taf. 37, Abb. 3, 4
Mais (*Zea mays*) Taf. 36, Abb. 3, 4
Mammutbaum, Urwelt- (*Metasequoia glyptostroboides*) Taf. 25, Abb. 1
Meerträubchen (*Ephedra altissima*) Taf. 25, Abb. 5, 6
Milchstern, Pyrenäen- (*Ornithogallum pyrenaicum*) Taf. 32, Abb. 3, 4
Pontederie, Herzförmige (*Pontederia cordata*) Taf. 33, Abb. 5, 6
Rohrkolben, Schmalblatt- (*Typha angustifolia*) Taf. 34, Abb. 1, 2
Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*) Taf. 31, Abb. 1, 2
Schilf (*Phragmites australis*) Taf. 36, Abb. 1, 2
Schmerwurz (*Tamus communis*) Taf. 28, Abb. 3, 4
Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*) Taf. 33, Abb. 1, 2
Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) Taf. 26, Abb. 1, 2
Schwertlilie, Wasser- (*Iris pseudacorus*) Taf. 31, Abb. 5, 6
Sebenstrauch (*Juniperus sabina*) Taf. Abb. 24, Abb. 5
Seerose, Große (*Nymphaea alba*) Taf. 39, Abb. 5, 6
Sternanis (*Illicium yunanense*) Taf. 38, Abb. 5, 6
Taglilie, Gelbrote (*Hemerocallis fulva*) Taf. 32, Abb. 1, 2
Teichbinse, Grüne (*Schoenoplectus lacustris*) Taf. 36, Abb. 5, 6
Teichrose, Gelbe (*Nuphar lutea*) Taf. 39, Abb. 3, 4
Tradeskantie (*Tradescantia virginianum*) Taf. 34, Abb. 3, 4
Türkenbund (*Lilium martagon*) Taf. 30, Abb. 1, 2
Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*) Taf. 37, Abb. 5, 6
Mammutbaum, Urwelt- (*Metasequoia glyptostroboides*) Taf. 25, Abb. 1
Welwitschie (*Welwitschia mirabilis*) Taf. 25, Abb. 3, 4
Zittergras (*Briza media*) Taf. 35, Abb. 3, 4
Zwergpalme (*Chamerops humilis*) Taf. 33, Abb. 3, 4

Anschrift der Verfasser:
Univ.-Prof. Dr. Adolf Fritz,
Koschatstraße 99,
A-9020 Klagenfurt
Klaus Allesch,
Landesmuseum Kärnten,
Museumgasse 2,
A-9021 Klagenfurt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 196_116

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

Artikel/Article: Rasterelektronenmikroskopische Dokumentationen zur Pollen- und Sporenflora ausgewählter Blüten- und Sporenpflanzen (Teil 2: Coniferophytina, Liliopsida, Magnoliopsida 171-198