



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Pollenmorphologische Untersuchungen (LM, REM)
ausgewählter Gattungen aus „Phosphoritkonkretionen“ der
Fundstelle Hinzenbach, Oligozän, Österreich“

verfasst von / submitted by

Thomas Filek MA BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2019 / Vienna 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 502 506

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach Biologie und
Umweltkunde Unterrichtsfach Deutsch

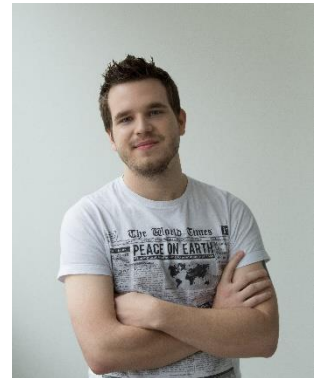
Betreut von / Supervisor:

Ao.Prof.Mag.Dr. Reinhard Zetter

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Thomas Severin Filek
Titel: BEd BA MA
Geburtsdaten: 16.05.1992 in Wien
Anschrift: Anton Freunslaggasse 28,
1230 Wien
Telefon: 06991/ 75057 25
E-Mail: thomas-filek@hotmail.com
Staatsangehörigkeit: Österreich



Bildungsweg

09/1997 – 06/2001	Volksschule in Wien (Albertus Magnus Schule)
09/2001 – 02/2002	Gymnasium in Wien (Wasagasse)
02/2002 – 06/2006	Diff. Kooperationsschule in Wien (Albertus Magnus Schule)
09/2006 – 04/2011	Bundes Oberstufen Realgymnasium in Wien (Hegelgasse 12)
06/2011	Matura
10/2011 – 07/2012	Student der Ostasienwissenschaften / Japanologie
10/2012 – 11/2016	Student der Vergleichenden Literaturwissenschaften Abschlüsse: Bachelor of Arts & Master of Arts
seit 10/2014	(Master-)Student des Lehramts für Deutsch und Biologie und Umweltkunde Abschluss: Bachelor of Education
seit 10/2016	Student der Biologie (Schwerpunkt Paläobiologie)

Relevante Berufspraxis

2010 – 2012	Seminarleiter bei YFU Austria; sowie Betreuung und Koordination von AustauschschülerInnen
10/2015 – 02/2016	Praktikum am ICLTT in der ÖAW
04/2015 – 01/2017	Angestellter im ÖGB Verlag, Abteilung: Büchereiservice.
10/2017 – 06/2019	Mitarbeiter der zoopädagogischen Abteilung im Tiergarten Schönbrunn
seit 02/2017	Tutor an der Universität Wien am Institut für Paläobiologie

DANKSAGUNG

Mit aufrichtigem Herzen möchte ich mich bei jenen Personen bedanken, die mich im Schreibprozess meiner Arbeit mit Informationen, Tatkraft und Humor unterstützt haben.

Reinhard Zetter, meinem Betreuer, der mir Lehrmeister für Inhalte und Methodik war und ist.
Vielen Dank.

Friðgeir Grímsson, der mich layouttechnisch bei den Bildern und Bildtafeln unterstützte.
Vielen Dank.

Doris Nagel, die mir durch Kontaktvermittlungen, Motivation und Energie schenkt.
Vielen Dank.

Björn Berning, der mir half und hilft Auskunft über Fundort und Lage der Probe zu ermitteln.
Vielen Dank.

Matthias Kranner, für seine Freundschaft und Bereitschaft die Arbeit unter die Lupe zu nehmen.
Vielen Dank.

Barbara Filek und Josef Ahorn, meiner Mutter und ihrem Lebensgefährten, die mir Antrieb geben,
im Leben voranzuschreiten.
Vielen Dank.

Severin Filek und Susanne Prinke, meinem Vater und seiner Lebenspartnerin, die mir Zeit und Rat
schenken, wann immer ich sie brauche.
Vielen Dank.

Daria Nagel, meinem Wüstenstern, die immer für mich da ist und mich von Herzen unterstützt.
Besonders vielen Dank.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Fundort und Geologie	1
1.2. Zur Bildung von Phosphoritkonkretionen	2
2. Material und Methoden	4
2.1 Aufbereitung	4
2.2 Bestimmung	5
3. Terminologie	7
4. Systematik - pollenmorphologische Beschreibungen	10
4.1 Pinaceae	10
4.2 Cupressaceae	15
4.3 Typhaceae	17
4.4 Platanaceae	18
4.5 Ulmaceae	20
4.6 Fagaceae	22
4.7 Betulaceae	25
4.8 Juglandaceae	27
4.9 Euphorbiaceae	29
4.10 Styracaceae	31
4.11 Sapotaceae	33
4.12 Symplocaceae	34
4.13 Oleaceae	36
5. Ergebnisse	39
6. Diskussion	41
7. Quellenverzeichnis	42
7.1 Abbildungsverzeichnis	42
7.2 Literaturverzeichnis	43
Bildtafeln	46
Abstract/Zusammenfassung	67

1. EINLEITUNG

Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit war es die Phosphoritkonkretion aus Hinzenbach auf ihren Polleninhalte zu untersuchen. Das Alter des Materials kann durch den Fundort auf das Oligozän geschätzt werden. Die in dieser Arbeit angeführten Gattungen wurden pollenmorphologisch, durch lichtmikroskopische (LM) und rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahmen bestimmt und beschrieben.

Den Anfang dieser Arbeit stellt die Fundortbeschreibung, sowie eine genauere Beschäftigung mit der Entstehung von Phosphoritknollen dar. Anschließend folgt eine deskriptive Dokumentation der erbrachten Arbeitsschritte. Grundlegend wurde für die Analyse der Pollenkörner die Einzelkorn-Technik von ZETTER (1989) und FERGUSON et al (2007) angewandt. Diese beinhaltet eine lichtmikroskopische (LM), als auch eine rasterelektronenmikroskopische (REM) Untersuchung. Im anschließenden Kapitel werden die Pflanzenfamilien der ausgewählten Pollenkörner im Bezug auf die Systematik, allgemeine Merkmale und der Verbreitung beschrieben. Als Vorbild für inhaltliche Elemente, wie Verbreitungskarten und Stammbäume wurde hauptsächlich die Webseite „Angiosperm Phylogeny Website“ von STEVENS (2017) herangezogen. Verbreitungskarten und Stammbäume stammen alle von der genannten Webseite. Durch die pollenmorphologische Analyse von 30 Pollen konnten 13 Pflanzenfamilien beschrieben werden.

Detailliertere Beschreibungen wurden von jenen Pollenkörnern vorgenommen, welche eine Bestimmung auch auf Gattungsniveau erlaubten. Vor diesen detaillierten Beschreibungen wird in Kapitel 3 noch die verwendete Terminologie erläutert, um das Verständnis zu erleichtern.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse der untersuchten Pollenkörner schriftlich und mit Bildtafeln dargestellt. Für die Bearbeitung und Erstellung der Bildtafeln wurden die Programme „Adobe Photoshop (Version CS6)“ und „CoralDraw-CoralPhoto-Paint X8“ verwendet.

1.1. Fundort und Geologie

Die untersuchte Phosphoritkonkretion stammte aus der Umgebung Hinzenbach/Eferding, Österreich und dürfte der Eferding-Formation angehören, womit sie in das Alter des Oligozäns eingestuft werden kann. In Eferding/Hinzenbach befindet sich eine Sandgrube der Firma Quarzsande GmbH (REITER, 2012), welche Unterrudling genannt wird. Die Eferding-Formation wird als siltige und sandige, graue bis dunkelbraun-graue, glimmerige Pelite mit großen Dolomitkonkretionen, Pflanzenfossilien, kleinen Mollusken und Fischresten beschrieben (RUPP, 2015). Da es sich bei der untersuchten Konkretion aber um eine phosphoritische handeln dürfte, werfen die

genannten Dolomitkonkretionen Fragen auf. Nicht weit entfernt liegt die Pleschnig-Formation. Diese wird ins Miozän (Ottangium) eingestuft. Dort lagern über feinkörnige helle Sande, dunklere Phosphoritsande, jedoch sind auch hier keine Phosphoritknollen bekannt.

Der Gehalt an Phosphor ist an eine calciumreiche Phase der Apatitbildung gebunden, wobei die Entstehung der Konkretionen in dieser Umgebung nicht gänzlich geklärt ist. Das Vorkommen der sedimentären, horizontal eingelagerten Knollen dürfte in einem marinen, küstennahen Milieu des Unteren Ottangiums entstanden sein. Umlagerungen aus älteren Formationen (Oligozän) sind dabei allerdings nicht ausgeschlossen (ARTHOFFER, 2013).

ARTHOFFER (2013) nennt aufgrund der Nomenklaturbestimmung der IMA (International Mineralogical Association) und der Zusammensetzung des vorkommenden Carbonat-Hydroxyapatit ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4\text{CO}_3]\text{F}$) mit untergeordneten Quarz- und Kalzitanteilen das vorliegende Mineralgemisch als Phosphatit und nicht Phosphorit.

ARTHOFFER (2013) verweist bei der Entstehung der Konkretionen auf zwei Möglichkeiten: auf die Auffassung von SCHADLER (1945), der die diagenetische Konkretionsbildung der primären Schicht des „Älteren Schlier“ (Oligozän) durch überdüngte Meeresböden definiert und die Ansicht von SPILLMANN (1972), der die Entstehung der Knollen durch fossilen Vogelguano erklärt. ARTHOFFER (2013) tendiert der Auffassung SCHADLERs (1945) zu folgen und beschreibt weiters die Auffindung der Phosphatitsande meist direkt über dem Kristallin der böhmischen Masse oder als Überlagerung der Linzer Sande, wie es bei der Sandgrube in Eferding/Hinzenbach der Fall ist.

1.2 Zur Bildung von Phosphoritkonkretionen

Die Entstehung und Bildungsmechanismen von Phosphoritkonkretionen oder auch Phosphoritknollen ist bis heute nicht eindeutig geklärt. Bei der Bildung von Phosphaten handelt es sich um ein komplexes System, wobei die grundlegende Fragestellungen, ob das Phosphat einem organischen oder anorganischem Ursprung entstammt, welche Umstände zur Phosphoritbildung beitragen und ob es primär oder sekundär entstand, bestehen bleiben (RIGGS, 1979) (SCHMID, 2000). Es wird unter anderem angenommen, dass die Knollen mit den unterschiedlichsten Formen Konkretionen aus dem Meerwasser sind, die womöglich durch die Verwesung organischer Substanzen geformt und gebildet werden (WEINSCHENK, 1905). Jedoch können weitere Ereignisse, die bei der Bildung eine wesentliche Rolle einnehmen, angenommen werden. Beispielsweise ist nicht nur das marine Milieu ein wichtiger Faktor, sondern auch eine bereits vorhandene Konzentration an Phosphor, als auch das Fehlen von hoher Calcium-Karbonatkonzentration oder Magnesiumkonzentration, da diese die Apatitbildung hemmen (PREVOT, 1991). Weitere

Annahmen zur Entstehung von Phosphoritkonkretionen verweisen auch auf die Entstehung durch die Zerstörung von Leben infolge von Katastrophen oder der Bildung von Phosphoritknollen durch die anorganische Apatitausfällung im Zusammenhang mit „Upwelling“ direkt aus dem Meerwasser ([SCHMID, 2000](#)).

2. MATERIAL UND METHODEN

Bei dem zur Verfügung gestelltem Material handelt es sich um eine Phosphoritkonkretion, welche von einer dünnen Oxidationsschicht überzogen ist. Das Stück ist fingernagelgroß und oval. Der innere Kern ist dunkel gefärbt. Die daraus extrahierten Pollenkörner zeigen sowohl innerer Pyritrückstände (Abb. 1), als auch Bakterienfraßspuren an äußeren Skulpturierungen (Abb. 2). Die Pollenwand besteht aus einem widerstandsfähigen Material, einem Biopolymer, dem Sporopollenin (MILNE, 2004), weshalb die Pollenwand gegenüber vielen äußerlichen Einflüssen resistent ist. Feuer (CAMPBELL, 1999), oxidative Einflüsse, Pilze und Bakterien können das Sporopollenin beschädigen (HAVINGA, 1984).

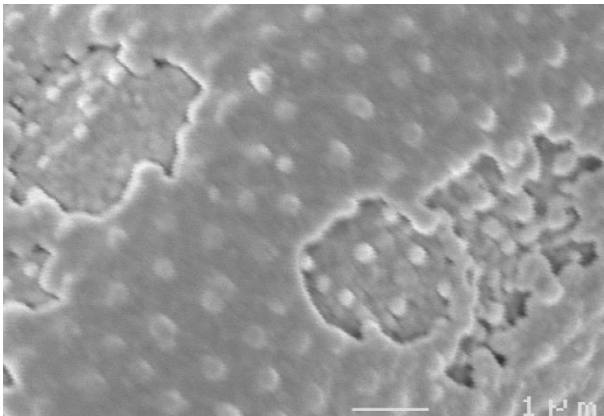


Abbildung 2 Carya mit Bakterienfraßspuren



Abbildung 1 Pollenkorn (Engelhardia sp.) mit Pyriteinlagerungen

2.1 AUFBEREITUNG

Für die Analyse der Pollenkörner wurde die Einzel-Korn-Technik von ZETTER (1989) und FER-GUSON et al (2007) angewandt. Diese beinhaltet eine lichtmikroskopische (LM), als auch eine rasterelektronenmikroskopische (REM) Untersuchung.

Schritt 1 - Technische Aufbereitung

Um die Pollenkörner aus der Phosphoritkonkretion zu extrahieren, wird die Probe zuerst technisch aufbereitet. Hierfür wird mittels eines Mörsers die Konkretion zerstampft, zerkleinert und zermahlen, bis die Probe eine feine Körnung aufweist.

Schritt 2 - Chemische Aufbereitung

Eine chemische Aufbereitung einer Pollenprobe ist durch die hohe Widerstandsfähigkeit des Sporopollenin der Exine möglich und löst dabei sämtliche anorganische Stoffe auf.

Die zermahlene Probe beinhaltet Sedimentkomponenten, Pollenkörner und weiteres organisches Material (Zysten, Bruchstücke von Foraminiferen etc.). Um die anorganischen Sedimentpartikel nun zu verringern, wird die Probe mit konzentrierter Salzsäure (HCl) versetzt und einen Tag ruhen gelassen. Nach der Ruhephase wird die Probe abdekaniert und das übergebliebene Material in einem Kupferbehälter mit Flusssäure (HF) gekocht. In einem größeren Plastikgefäß wird das Gemisch mit Wasser verdünnt, zentrifugiert und abdekaniert. Um Flussspatbildung zu verhindern wird der verbleibende Probenrückstand erneut mit Salzsäure vermengt und gekocht. Setzt sich das Material erneut beim Zentrifugieren ab, kann wieder dekaniert werden und die Probe wird mehrmals mit Wasser ausgewaschen.

Schritt 3- Azetolyse

Die Azetolyse ist Teil der organischen Aufbereitung und bewirkt eine Braunfärbung der Pollenkörner, die für eine genaue lichtmikroskopische Analyse benötigt wird. Der Prozess besteht aus zwei Phasen, der Chlorierung und der Azetylierung.

In einem Zentrifugenglas wird die Probe chloriert. Hierfür wird das Material mit ca. 1 bis 2 cm Eisessig und einer ca. 3 cm Natriumchloratlösung bedeckt. Anschließend werden 3 bis 5 Tropfen Salzsäure beigemischt und mit einem Glasstab untergerührt. Das Zentrifugenglas wird nun 3 Minuten in einem Wasserbad gekocht, anschließend zentrifugiert und danach abdekaniert. Um jegliche chemischen Reste in der Probe zu neutralisieren, muss mindestens 3 Mal mit Wasser nachgewaschen werden. Um die Probe nun wasserfrei zu machen, wird zum Abschluss das Material mit konzentrierter Essigsäure ausgewaschen.

Die danach folgende Azetylierung erfolgt durch das Versetzen der Probe mit einem Gemisch aus 9 Teilen Essigsäureanhydrit und 1 Teil Schwefelsäure. Anschließend wird wieder 3 bis 4 Minuten im Wasserbad erhitzt, zentrifugiert und abdekaniert. Abschließend wird der Probenrückstand wieder mit Essigsäure ausgewaschen und mit Wasser mindestens 3 Mal nachgewaschen.

2.2 BESTIMMUNG

Nach der erfolgreichen Aufbereitung des Materials wurden Ausstrichpräparate auf Objektträgern erstellt. Die Präparate wurden im Anschluss unter einem Lichtmikroskop mit Kreuztisch nach Pollenkörnern durchsucht und auf einen Objektträger mit einem Tropfen Glycerin übertragen. Die ausgewählten Pollenkörner wurden nach der Einzelkorntechnik nach [ZETTER \(1989\)](#) und [FERGUSON \(2007\)](#) bestimmt. Die Schritte der Technik werden im Folgenden erklärt.

Lichtmikroskop (LM)

Für die lichtmikroskopische Untersuchung wurde ein LM Nikon Eclipse verwendet. Ausgewählte Pollenkörner wurden mit der Vergrößerung des 60er-Objektivs fotografiert und dokumentiert. Um eine hohe Qualität der Bilder zu erreichen, ist es wichtig, dass der gesamte Pollenkörper in Glycerin liegt, dabei aber nicht zu tief sinkt. Mit Hilfe eines Mikromanipulators (ein nasales Haar auf einer Präpariernadel befestigt) werden die Pollenkörner richtig platziert. Es wurden sowohl Fotos von Äquatorial- als auch Polansicht angefertigt, wobei dies durch Form und Beschaffenheit der Probe nicht bei allen Pollenkörnern möglich war. Nach erfolgreicher Aufnahme lichtmikroskopischer Bilder, wurde das Material für die bevorstehende REM Analysen vorbereitet.

Rasterelektronenmikroskop (REM)

Die identen Pollenkörner werden für eine rasterelektromikroskopische Untersuchung auf ein REM-Aluminium-Tischchen (Stab) übertragen, welche zuvor beschriftet und mit Ethanol gesäubert wurden. Auf dem Stab befindet sich ein Ethanoltröpfchen, in dem die Pollenkörner transferiert werden, um Glycerinreste zu entfernen.

Vor der Betrachtung unter dem REM wird jedes Tischchen mit einer feinen Goldschicht besputtert. Dies bewirkt, dass genügend Sekundärelektronen aus der Goldschicht ausgeschlagen werden und dass der Elektronenstrahl des REMs nicht zu tief in den Pollenkörper eindringt. Das Besputtern hilft dabei das Objekt zu entladen, um störungsfreie rasterelektronenmikroskopische Bilder anfertigen zu können. Für die Aufnahme der REM-Bilder wurde ein JOEL 6400 verwendet und Übersichts- und Detailbilder angefertigt.

Bearbeitung der Bilder (LM und REM)

Im letzten Schritt wurden die LM- und REM-Fotos, sowohl mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop (Version CS6), als auch mit dem Programm CoralDraw (CoralPhoto-Paint X8) bearbeitet. Dabei wurde bei den LM-Bildern ein Einheitshintergrund in hellgrauem Ton gewählt, für die REM-Bilder in schwarzem. Unreinheiten wurden gelöscht, der Kontrast angepasst. Nach erfolgreicher Bildbearbeitung wurden die Bilder zu Tafeln geordnet, die die ausgewählten Pollenkörner in LM- und REM-Aufnahmen zeigen.

3. TERMINOLOGIE

Die in diesem Kapitel erklärte Terminologie richtet sich an die pollenmorphologischen Beschreibungen im Folgekapitel. Die Begriffe werden aus den Arbeiten von PUNT et al. (1994) und HESSE et al. (2009) entnommen, um eine allgemeingültige Begriffsverwendung zu gewährleisten. Die wichtigsten Begriffe werden im Folgenden angeführt.

Alveolen (VAN CAMPO, 1971): Elemente der Ectexine/Sexine, infratectale „Röhren“, die wabenartig vernetzt und bei Gymnospermen, zur Aussteifung der Luftsäcke, verlängert sind.

Annulus (JACKSON, 1928): Ringförmige Verdickung der Pollenwand um das Ulcus oder Porus.

Apertur (FAEGERI und IVERSEN, 1950): Region der Pollenwand, die morphologisch Unterschiede zur weiteren Pollenwand aufweist. Keimöffnung bzw. Pollenöffnung.

Äquator (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Linie rund um das Pollenkorn zwischen proximalem und distalem Pol.

Atrium (THOMSON und PFLUG, 1953): Raum zwischen größeren Endoporen und kleineren Ectoporen.

Baculum (POTONIE, 1934): Zylinderförmige Exineelemente, Stäbchen.

Colporat (FAEGERI und IVERSEN, 1950): Pollenkorn hat Colpi, in denen eine Verdünnungsstelle in der Exine liegt.

Colpus (ERDTMAN, 1943): Längliche Apertur, die regelmäßig am Pollenkorn verteilt oder in der Äquatorregion liegt.

Columnellae (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Säulenförmiges Ectexineelement, die Skulpturelemente haben können.

Costae colpi (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Leiste verdickter Endexine, die die Colpen umkreisen.

Costae pori (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Verdickung der Endexine, die die Pore umrandet.

Cristae (POTONIE und KREMP, 1955): Kammähnliches Skulpturierungselement mit spitzem oberem Ende.

Distal (ERDTMAN, 1952): Pollenkornseite , die im Tetradenverband außen liegt.

Echinae (WODEHOUSE, 1935): Spitze Skulpturierungselemente.

Fossula (FAEGERI und IVERSEN, 1950): Unregelmäßige Furchen auf der Oberfläche der Pollenwand.

Heterobrochat (ERDTMAN, 1952): Reticulum mit unterschiedlich dicken Lumina.

Leptoma (ERDTMAN und STRAKA, 1961): Eine Verdünnung in der distalen Region mit Funktion einer Apertur.

Lumen (POTONIE, 1934): Der von Muri umgebene innenliegende Teil eines Brochus.

Murus (POTONIE, 1934): Längliches Skulpturierungselement eines Brochus.

Nexine (ERDTMAN, 1934): Innere nicht skulpturierte Schicht der Exine.

Oblat (ERDTMAN, 1934): Form eines Pollenkorns, dessen Polachse kürzer ist als der äquatoriale Durchmesser.

Perforat (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Löcher in einem Tectum.

Porus (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Bereich der Pollenoberfläche aus der der Pollenschlauch austritt.

Prolat (ERDTMAN, 1934): Form eines Pollenkorns, Polachse länger als äquatoriale Durchmesser.

Proximal (ERDTMAN, 1934): Jener Bereich des Pollenkorns, der im Tetradenverband innen liegt.

Psilat (WODEHOUSE, 1935): Glatte Oberfläche.

Reticulat (WODEHOUSE, 1935): Pollenwand mit Reticulum, einer Netzstruktur aus Exineelementen (Muri).

Rugulae (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Oberfläche mit verlängerten Skulpturierungselementen ohne Größengleichheit.

Scabrae (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Kleine Elemente jeglicher Form.

Sexine (ERDTMAN, 1952): Äußere skulpturierte Schicht der Exine.

Spheroidal (ERDTMAN, 1943): Form eines Pollenkorns dessen Äquatorialdurchmesser und Polachse gleich lang sind.

Spinae (ERDTMAN, 1952): Spitz zulaufende Elemente.

Tectat (IVERSEN und TROELS-SMITH, 1950): Pollenkorn mit Tectum, einer äußeren Schicht der Ektexine, die Löcher aufweisen kann.

Verrucae (POTONIE, 1934): Warzenähnliche Elemente.

4. SYSTEMATIK UND POLLENMORPHOLOGISCHE BESCHREIBUNGEN

In diesem Kapitel werden jene Pflanzenfamilien beschrieben, die durch die pollenmorphologische Analyse, der in der Phosphoritkonkretion enthaltenen Pollenkörner bestimmt werden konnten. Die Familien werden in die zugehörige Ordnung gestellt, um einen systematischen Zusammenhang aufzubauen. Um einen Überblick im Vergleich zu rezenten Vorkommen zu bekommen, werden die Familien, ihr Verbreitungsgebiet und ihre allgemeinen Merkmale beschrieben. Wenn unter den ausgewählten Pollentypen Gattungen zugeordnet werden konnten, so werden neben den Familiencharakteristika auch die Gattungsmerkmale genannt. Schluss eines jeden Unterkapitels bildet die pollenmorphologische Beschreibung der analysierten Pollen und der Verweis auf die im Anhang zur Verfügung gestellten Tafeln.

I. GYMNOSPERMAE

Ordnung Pinales

4.1 Pinaceae – Kieferngewächse

Systematik

Mehrere der untersuchten Pollentypen stammen aus der Familie der Pinaceae innerhalb der Ordnung der Pinales (Abb. 3). Diese Ordnung beinhaltet 6 weitere Familien: Araucariaceae, Podocarpaceae, Cupressaceae, Sciadopityaceae, Cephalotaxaceae, Taxaceae (BRESINSKY, KÖRNER, KADEREIT, NEUHAUS, & SONNWALD, 2008). In die Familie der Pinaceae werden 11 Gattungen: Abies, Cathaya, Cedrus, Keteleeria, Larix, Nothotsuga, Picea, Pinus, Pseudolarix, Pseudotsuga und Tsuga mit ca. 235 Arten gezählt. Die Familie umfasste ursprünglich alle Nadelbäume, ist heute aber zu einer monophyletischen Gruppe reduziert (EARLE, 2019). Erkennungsmerkmale sind an den Zapfen zu

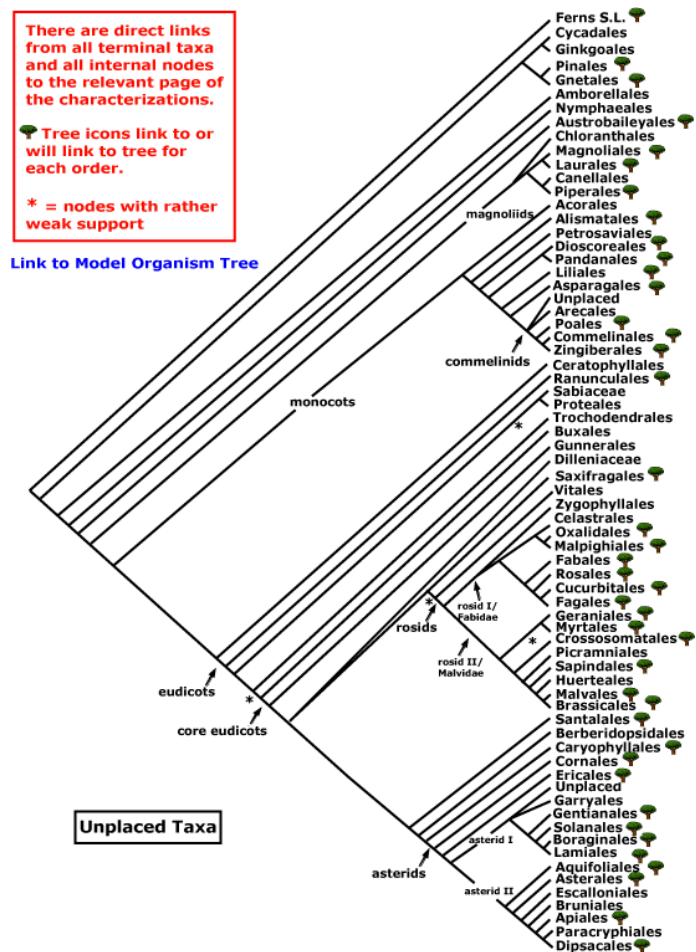


Abbildung 3 Stammbaum der Pflanzen (STEVENS, 2017)

Abbildung 3 Stammbaum der Pflanzen (STEVENS, 2017). Erkennungsmerkmale sind an den Zapfen zu

erkennen, welche komplexe Hochblätter darstellen, die aus Schuppen bestehen und die Samen zum Großteil nicht von den Deckblättern bedeckt sind. Auf der adaxialen Fläche jeder Schuppe liegen invertierte Eizellen und ein beflügelter Samen (THIERET, 1993).

Die Form der Zapfen und der Samen hat zur Auftrennung in vier Subfamilien geführt: Pinoideae mit der Gattung *Pinus*, Piceoideae mit der Gattung *Picea*, Laricoideae mit den Gattungen *Cathaya*, *Larix*, *Pseudotsuga* und Abiteoideae mit den Gattungen *Abies*, *Cedrus*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Pseudolarix*, *Tsuga* (EARLE, 2019).

Allgemeine Merkmale

Arten der Pinaceae-Gattungen sind mit Ausnahme von laubabwerfenden *Larix*-Arten immergrüne Bäume, selten Sträucher. Die Borke ist je nach Art unterschiedlich von glatt, gefurcht oder schuppig. Alle Arten enthalten Harz als Fraßschutz. Die Nadeln sind spiralig oder büschelig an Lang- oder Kurztrieben angeordnet. Auch sind alle Vertreter monözisch. Die männlichen Blüten sind zapfenförmig und enthalten mehrere Staubblätter. An der Unterseite dieser liegen meist zwei Pollensäcke. Pollen bilden oft Luftsäcke aus, um anemochor weiter getragen werden zu können. Die weiblichen Zapfen sind je nach Gattung unterschiedlich in der Form und im Abfallen nach der Entlassung der Samen. Die Samen sind beflügelt.

Fossilfunde sind ab der Kreide nachgewiesen (EARLE, 2019).

Verbreitung

Hauptverbreitungsgebiet ist die Nordhemisphäre, jedoch reicht die Familie in den Süden von den Karibischen Inseln, Zentralamerika, China, Indonesien und bis nach Nordafrika (Abb. 4).



Abbildung 4 Verbreitung der Familie Pinaceae (STEVENS 2017)

Gattung Pinus (LINNÉ)

Vertreter der Gattung Pinus sind fossil als auch rezent wichtige Waldbildner. Die Gattung Pinus ist seit dem Jura bekannt und fossil nachgewiesen. Die Pinus-Arten sind Nadelhölzer, die in den gemäßigten Breiten des Nordens vorkommen, aber auch bis in den Süden Mittelamerikas, Sumatra und Java mit ca. 90 Arten vertreten ist. Charakteristisch ist, dass die meisten Vertreter auf sehr trockenem, kalkreichen bis basenarme Standorte auftritt, oder konträr auch auf sauren, sandigen Böden vorkommt. (Vomela, 2016)

Pollenmorphologische Beschreibung

Pinus sp. 1 und *Pinus* sp 2 (Tafel 1, Abb. 1-4)

Die Pollen gehören dem diploxylon-Typ an und sind in seiner Form bisacat, oblat, in Polansicht elliptisch. Sie besitzen niederförmige Sacci mit kurzen Ansatzstellen am Corpus 25-30 µm (LM). Der Durchmesser der Pollen inkl. Sacci liegt zwischen 60-66 µm. Durchmesser Corpus 45-50 µm. Leptoma; die Sacci weisen eine Alveolen-Struktur und große Nodula (LM) als dunkle Flecken auf. Skulpturierung: verrucater Corpus und rugulate Sacci, auch microverrucat.

Pinus sp. 3 (Tafel 1, Abb. 5-6)

Das Pollenkorn gehört dem haploxylon-Typ an und ist in seiner Form bisacat, oblat, in Pol- und Äquatoransicht ist der Corpus elliptisch. Die Sacci besitzen eine breite Ansatzstelle am Corpus 36-40 µm mit spitzem Winkel zwischen Corpus und Sacci. Durchmesser des Pollenkorns inkl. Sacci liegt bei 46-50 µm. Durchmesser des Corpus 39-44 µm (LM); Leptoma am distalen Pol. Die Sacci zeigen eine Alveolen-Struktur. Skulpturierung: dunkle Flecken in Keimstelle, rugulater Coprus und die Sacci microverrucat, perforat (REM).

Gattung Cathaya (CHUN & KUANG 1962)

Das beschriebene Pollenkorn aus der Familie der Pinaceae stammt von der monotypischen Gattung *Cathaya*. Bei der Gattung handelt es sich um ein Tertiärrelikt, welches bis 1958 als ausgestorben galt. Das Verbreitungsgebiet der heute vorkommenden Art liegt in gebirgigen Lagen Südwest- und Zentralchinas (Guangxi, Longsheng), wo trockene und nährstoffarme Böden zu finden sind. Bei dieser Art handelt es sich um einen immergrünen Baum. Die Borke ist bei älteren Exemplaren grau. Junge Bäume zeigen jedoch gelbbraune Zweige, die anfangs

noch behaart und im Älterwerden glatt sind. Die Nadeln sind bis zu 5 cm lang. Die Verbreitung der Samen erfolgt anemochor. *Cathaya* ist monözisch. Die männlichen Zapfen stehen achselständig einzeln oder in kleinen Gruppen. Die weiblichen Zapfen fallen nach dem Entlassen der Samen ab ([EARLE, 2019](#)). Die Samen sind beflügelt und dunkelgrün mit helleren Flecken gefärbt. Fossile Funde belegen, dass die Gattung auch im Tertiär in Europa aufgetreten ist, jedoch in Asien weiter verbreitet war.

Pollenmorphologische Beschreibung

Cathaya sp. (Tafel 1, Abb. 7-8; Tafel 2, Abb. 1-3)

Das Pollenkorn ist in seiner Form bisacat, oblat, in Polansicht zeigt sich ein elliptischer bis rhombischer Corpus, halbkreisförmige Sacci mit einer breiten Ansatzfläche zum Corpus, 38-51 μm . Der Durchmesser des Pollenkorns inkl. Sacci liegt bei 57-58 μm (LM). Durchmesser des Corpus 19-33 μm (REM). Die Höhe des Pollens inkl. Sacci liegt zwischen 47-50 μm (LM). Leptoma am distalen Pol. Die Sacci haben eine Alveolen-Struktur. Skulpturierung: mikrorugulat, microechinat und perforat an Corpus und Sacci (REM).

Gattung Picea (DIETRICH)

Vertreter der Gattung Picea sind immergrüne Bäume mit kegelförmiger Baumkrone. Alle Vertreter weisen eine monopodiale Verzweigung auf, was zu einem etagenartigen Aufbau mit spitzer Krone führt. Die Nadelblätter stehen vom Zweig ab, wobei das Abstehen ein charakteristisches Merkmal für Picea ist. Die Knospen sind kegelförmig und je nach Art stark oder weniger stark verharzt. Sie sind monözisch und die Blütenstände werden von vorjährigen Seitensprossen gebildet. Die männlichen Blüten sind im Alter gekrümmte Zapfen. Die Verbreitung ist anemochor. ([SCHMIDT, 2004](#))

Pollenmorphologische Beschreibung

Picea sp. (Tafel 2, Abb. 7-9)

Das Pollenkorn ist in seiner Form bisacat. Der Corpus ist ca. 100 μm , die Sacci 45 μm groß. Skulpturierung: Corpus verrucatus bis rugulat und perforat. Die Sacci zeigen feine Alveolen-Strukturen. Die Länge der Sacci ist fast die gesamte Weite des Corpus.

Gattung Tsuga (ENDLICHER 1847 & CARRIÈRE 1855)

Die Gattung Tsuga beinhaltet ca. 10 Arten, die rezent in gemäßigten Gebieten Nordamerikas und Ostasiens vorkommen. Feuchtes Klima mit wenig Trockenstress ist bevorzugt. Es handelt sich bei den 10 Arten um immergrüne Bäume. Die Borke ist braun bis grau und gefurcht. Die Krone ist konisch bis eiförmig. Die Nadeln sind rund um den Zweig, oder zweizeilig angeordnet. Die Basis der Nadeln ist stielartig, in ihrer Form sind sie flach und leicht kantig, am Ende zugespitzt stechend. Stomata befinden sich auf der Nadelunterseite in zwei Reihen. Alle Tsuga-Arten sind monözisch. Die männlichen Blütenzapfen stehen einzeln an einjährigen Zweigen, allerdings befinden sich auch die weiblichen Zapfen, die nach Entlassung der Samen abfallen, an einjährigen Zweigen. Die Samen besitzen dünne Flügel (EARLE, 2019).

Fossilgeschichtlich ist die Gattung im Tertiär und im Quartär auch in Europa bis zum letzten Glazial nachweisbar (EARLE, 2019).

Pollenmorphologische Beschreibung

Tsuga sp. (Tafel 2, Abb. 4-6)

Das Pollenkorn von Tsuga des diversifolia-Typ ist monosaccat und oblat. Polansicht ist circular. Äquatorialer Durchmesser beträgt zwischen 42-54 µm (LM), 38-49 µm (REM), Leptoma. Dicke der Exine 2-3 µm; Monosaccus vorstehend (LM). Skulpturierung verrucatus (LM), verrucatus bis rugulatus, Supraskulptur echinatus bis microechinatus (REM).

4.2 Cupressaceae (Zypressengewächse)

Systematik

Die Familie der Cupressaceae gehört zu der Ordnung der Pinales, die neben dieser Familie noch 6 weitere beinhaltet: Araucariaceae, Cephalotaxaceae, Pinaceae, Podocarpaceae, Sciadopityaceae und Taxaceae (Abb. 5). Die Familie der Cupressaceae besteht aus ca. 29 Gattungen mit etwa 145 Arten (MAO, 2012).

Merkmale

Vertreter der Familie haben schraubige, kreuzgegenständige oder wirtelig angeordnete Nadeln oder Schuppenblätter. Die Pflanzen sind diözisch oder monözisch und die Staubblätter haben 2 bis 6 Pollensäcke. Die bis zu 20 Samenanlagen liegen zwischen den verwachsenen Deck- und Samenschuppen des Zapfens (BRESINSKY, KÖRNER, KADEREIT, NEUHAUS, & SONNWALD, 2008).

Fossile Nachweise von Cupressaceae sind ab dem Jura bekannt und stellen eine sehr alte Pflanzengruppe dar (MAO, 2012).

Verbreitung

Die Familie der Cupressaceae ist auf der ganzen Welt, bis auf die Antarktis, in beiden Hemisphären verbreitet (Abb. 6) (STEVENS, 2017).

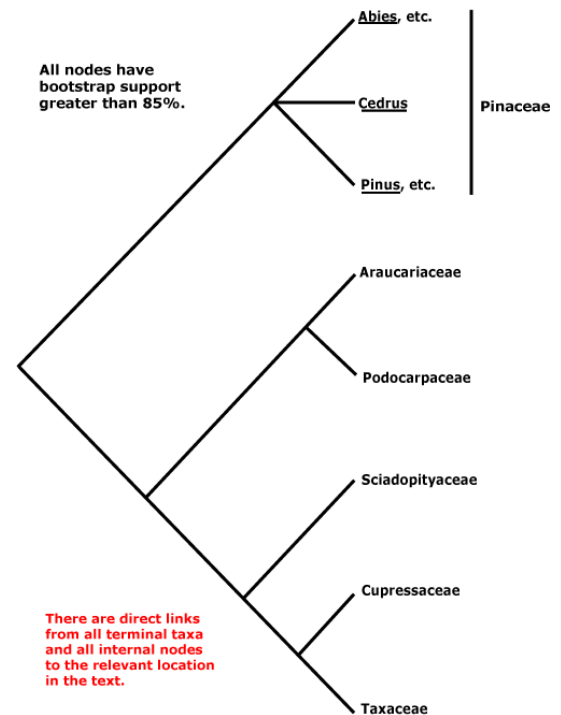


Abbildung 5 Stammbaum der Ordnung der Pinales (STEVENS, 2017)



Abbildung 6 Stammbaum der Familie Cupressaceae (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Taxodioidea gen. et. sp. indet. (Tafel 2, Abb. 10-12)

Inaperturopollenites sp. THOMSON – PFLUG, 1953

Pollenkörner sind papillat, spheroidal, häufig aufgeplatzt oder zusammengefallen. Äquatoransicht circular. Durchmesser 28-34 μm (LM) und 23-30 μm (REM); Leptoma mit 3-4 μm langer Papille (LM). Dicke der Exine 1,5-2 μm , Nexine dünner als Sexine. Skulpturierung: psilat (LM), microverrucat (REM).

II. ANGIOSPERMAE

Ordnung Poales

4.3 Typhaceae (Rohrkolbengewächse)

Systematik

Die Familie der Typhaceae zählt zur Ordnung der Poales, die neben der genannten Familie noch 13 weitere Familien beinhaltet: Bromeliaceae, Cyperaceae, Ecdeiocoleaceae, Eriocaulaceae, Flagellariaceae, Joinvilleaceae, Juncaceae, Mayacaceae, Poaceae, Rapateaceae, Restionaceae, Thurniaceae und Xyridaceae mit ca. 23 780 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016). Die Familie der Typhaceae besteht aus zwei Gattungen (Sparganium und Typha), die früher eigenständige Familien bildeten (Abb. 7) (STEVENS, 2017). Zusammen beinhaltet die Familie der Typhaceae ca 25 bis 35 Arten (SUN, 2019).

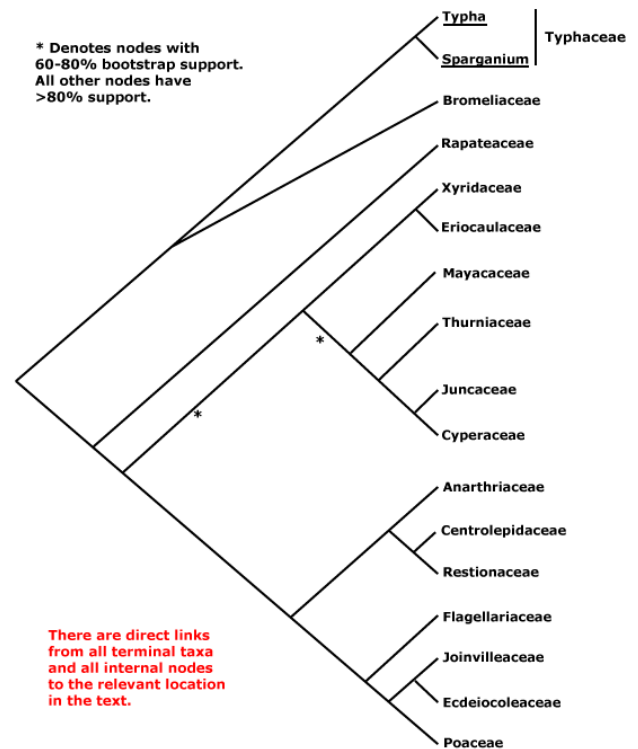


Abbildung 7 Stammbaum der Ordnung Poales (STEVENS, 2017)

Allgemeine Merkmale

Vertreter der Familie sind Wasser- oder Sumpfpflanzen. Durch kriechende Rhizome können sie überdauern und als krautige Pflanzen gedeihen. Die Stängel sind einfach oder verzweigt, die Laubblätter wechselständig oder zweizeilig angeordnet, wobei die Blätter unter oder am Wasser liegen. Die Blattform ist ganzrandig gerundet. Alle Arten sind monözisch. Die Blütenstände je nach Gattung unterschiedlich. Bei der Gattung Typha sind die ährigen Blütenstände als Kolben geformt, bei der Gattung Sparganium sind die getrenntgeschlechtlichen Teilblütenstände in verzweigten, traubigen, rispigen oder ährigen Formen zu einem Gesamtblütenstand gebildet. Die vielen kleinen Blüten sind meist dreizählig und sind meist umgeben von drei oder sechs schuppenförmigen, länglichen Blütenhüllblättern. Vertreter bilden nussartige Schließfrüchte aus (SUN, 2019).

Verbreitung

Typhaceae-Arten kommen auf der Welt in gemäßigten und tropischen Gebieten vor (Abb. 8 und 9). (STEVENS, 2017)



Abbildung 9 Verbreitung der Gattung Sparganium (STEVENS, 2017)

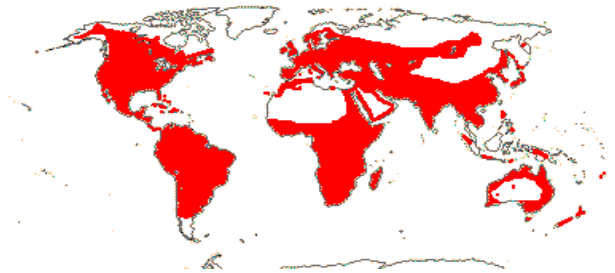


Abbildung 8 Verbreitung der Gattung Typha (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Sparganium sp. (Tafel 3, Abb. 1-3)

Das Pollenkorn ist in der Form oblat - spheroidal; in Polansicht circular (LM); äquatorialer Durchmesser 18-22 μm (LM), 12-17 μm (REM). Exine ca. 0.8 μm dick. Skulpturierung: heterobrachiat, reticulat - microreticulat (REM). Die Muri zeigen eine microechinate Supraskulptur.

Ordnung Proteales

4.4 Platanaceae (Platanengewächse)

Systematik

Die Familie der Platanaceae gehört zu der Ordnung der Proteales, die neben dieser Familie noch folgende drei Familien beinhaltet: Nelumbonaceae, Proteaceae und Sabiaceae (STEVENS, 2017). Die Platanengewächse sind eine monophyletische Familie, die gegenwärtig mit einer Gattung *Platanus* vertreten ist und bis zu 8 Arten beinhaltet (CHRISTENHUSZ, 2016).

Allgemeine Merkmale

Bei allen Vertretern der Platanaceae löst sich die Rinde in charakteristischen Platten ab, die Blütenstände sind kopfförmig und die Früchte sind kleinere Achänen mit basalen Haarbüscheln, die anemochor verbreitet werden (STEVENS, 2017).

Verbreitung

Von der Kreide bis ins Miozän war *Platanus* eine Pflanze, die in gestörten Flusslandschaften auftrat, (ROYER, 2003). Heute sind diese Arten in der Nordhemisphäre vertreten, vom nordöstlichen bis zum südwestlichen Nordamerika, von Südosteuropa bis in den Nord-Iran und im südöstlichen Asien (Abb. 10) (SCHMID, 2000).



Abbildung 10 Verbreitung der Familie der Platanaceae
(STEVENS, 2017)

Gattung *Platanus* (LINNÉ 1753)

Vertreter der Gattung *Platanus* sind halbimmergrüne bis laubabwerfende Bäume. Die Borke blättert in dünnen Schichten ab. Junge Blätter, Rinde von jungen Trieben und die Blütenstände sind mit wolligen Sternhaaren bedeckt. Die Blätter sind gestielt und wechselständig angeordnet. Ihre Form gleicht den Ahorn-Arten, jedoch sind die Blattspreiten von *Platanus*-Arten nur drei bis siebenlappig, manchmal auch nullgelappt. Alle *Platanus*-Arten sind monözisch (KAUL, 1997).

Pollenmorphologische Beschreibung

Platanus sp. (Tafel 3, Abb. 4-6)

Der Pollen ist tricolpat und in seiner Form prolat, an den Polen leicht abgeflacht. Die Größe liegt ca. zwischen 17 – 22 μm (Polachse), 10-12 μm (Äquatorialachse). Die Aperturen sind einfache Colpen, die Exine ist semitectat. Skulpturierung sind bereits in LM zu erkennen und sind mikoretikulat. Die Lumina sind gerundet bis polygonal. Die Muri weisen vereinzelt Nanoechinae auf.

Ordnung Rosales

4.5 Ulmaceae (Ulmengewächse)

Systematik

Pollenkörner der Ulmaceae wurden gefunden und analysiert. Die Familie der Ulmaceae gehört zur Ordnung der Rosales und beinhaltet neben der genannten Familie noch 8 weitere Familien: Barbeyaceae, Cannabaceae, Dirachmaceae, Elaeagnaceae, Moraceae, Rhamnaceae, Rosaceae und Urticaceae (Abb. 11) (STEVENS, 2017). Die Familie der Ulmaceae beinhaltet 7 Gattungen mit ca. 45 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016). Die Gattung *Ulmus* wird in zwei Untergattungen mit insgesamt ca. 40 Arten eingeteilt (USDA, 2019).

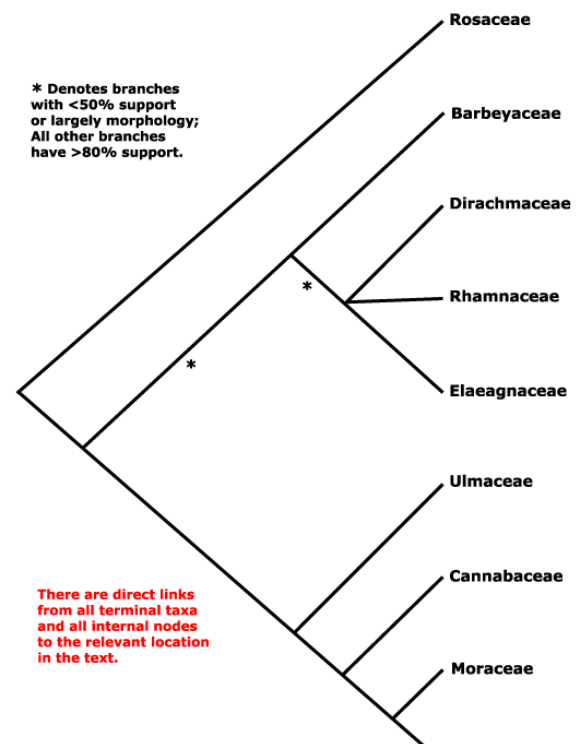


Abbildung 11 Stammbaum der Ordnung Rosales (STEVENS, 2017)

Allgemeine Merkmale

Ulmaceae-Vertreter sind in der Regel Bäume, die zweistufige, stark gezackte und unregelmäßige Blätter besitzen, deren Basis asymmetrisch ist. Die Früchte sind meist abgeflacht und verschieden geflügelt (STEVENS, 2017). Zu der Gattung *Ulmus* zählen laubabwerfende und halbimmergrüne Bäume und Sträucher. Die Verbreitung der Samen ist anemochor. Die Pflanzen sind an nährstoffarme Böden in Auenwäldern gebunden und zeigen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Überflutungen.

Verbreitung

Arten der Ulmaceae sind hauptsächlich in den gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre beheimatet (Abb. 12).

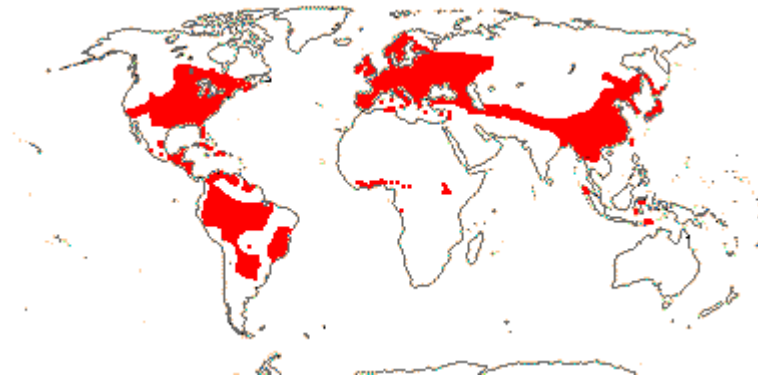


Abbildung 12 Verbreitung der Ulmaceae (STEVENS 2017)

Gattung Ulmus (LINNÉ 1753)

Die Gattung Ulmus ist in der Zone der gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre verbreitet. Arten der Gattung reichen vom Gebirge bis in die Subtropen (SCHMID, 2000). Fossile Ulmusarten sind mit Blättern und Pollen in Europa ab dem Paläozän nachgewiesen und aus dem Miozän wird eine hohe Vielfalt beschrieben, welche jedoch näher mit den nordamerikanischen Arten verwandt sein dürften (MAI, 1995).

Pollenmorphologische Beschreibung

Ulmus sp. (Tafel 3, Abb. 7-9)

Polyporopollenites undulosus - WOLFF, 1934

Das Pollenkorn, stephanoporat, ist in seiner Form oblat, circular und von der Polansicht quinquangular. Die Größe liegt zwischen 18-21 µm (Polachse) und 25-31 µm (Äquatorachse). Die Exine ist tectat, wobei die Sexine dicker um die Poren ist. Skulpturierung: Rugulae, die zum Äquator deutlich erkennbar werden und an den Polflächen abflachen. Die Oberfläche ist dicht mit Microechinae besetzt.

Gattung Zelkova (SPACH 1841)

Zur Gattung Zelkova zählen rezent 6 Arten. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Südwest- (Kaukasus) bis Ost-Asien, auch in vereinzelten Reliktarealen. Es handelt sich um sommergrüne Bäume oder Sträucher. Die bestielten Laubblätter sind wechselseitig oder zweireihig angeordnet. Der Blattrand ist einfach gekerbt oder gesägt und im Unterschied zu den Vertretern der Gattung Ulmus ist die Blattbasis symmetrisch. Als Frucht bilden Zelkova-Arten unbeflügelte Steinfrüchte aus.

Im Tertiär wuchs Zelkova auch in Europa, wo bis heute Reliktorkommen auftreten (FU, 2003).

Pollenmorphologische Beschreibung

Zelkova sp. (Tafel 3, Abb. 10-12)

Polyporopollenites verrucatus – THIELE - PFEIFFER, 1980

Das Pollenkorn, stephanoporat, ist in seiner Form oblat und in Polansicht (LM) quadrangulär. Der äquatoriale Durchmesser liegt zwischen 35-41 µm (LM) und 28-34 µm (REM). Insgesamt sind 4 elliptische Pori erkennbar mit Annulus. Die Exine ist dicker als 1 µm, die Sexine ist dicker als die Nexine. Skulpturierung: rugulat (LM) bzw. rugulat, microechinat (REM), mit dicht aufsitzenden Mikroechinae als Supraskulptur.

Ordnung Fagales

4.6 Fagaceae (Buchengewächse)

Systematik:

Die Ordnung der Fagales beinhaltet 8 Familien: Nothofagaceae, Fagaceae, Myricaceae, Juglandaceae, Rhoipteleaceae, Ticodendraceae, Betulaceae und Casuarinaceae (Abb. 13) (STEVENS, 2017). In der untersuchten Phosphoritkonkretion konnten mehrere Pollenkörner dieser Ordnung zugeschrieben werden.

Die Familie der Fagaceae beinhaltet bis zu 20 Gattungen mit ca. 930 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016).

Allgemeine Merkmale

Die Familie der Fagaceae besteht aus immergrünen, sommergrünen oder wintergrünen Bäumen, selten auch Sträuchern. Die Arten besitzen ungeteilte Blätter, ganzrandig bis tief gezähnt oder gelappt (MAI, 1995). Stipel stehen frei, sind meist abfallend, selten aber auch ausdauernd. Die Blüten sind eingeschlechtlich. Die bestielten oder stiellosen männlichen Blüten stehen in Gruppen oder einzeln mit dichasialer Verzweigung. Das Perianth ist röhren- oder glockenförmig. Ebenfalls einzeln oder in dichasialen Gruppen angeordnet sind die weiblichen Blüten. Die Arten besitzen einsamige Schließfrüchte,

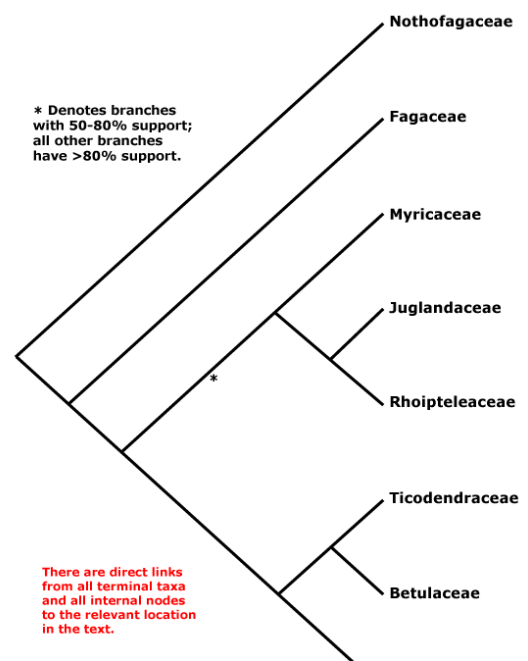


Abbildung 13 Stammbaum der Ordnung Fagales (STEVENS, 2017)

welche entweder einzeln oder in Gruppen von einer Wucherung der Achse umgeben sind (HACKL, 2017).

Verbreitung

Seit der Kreide wurden mehrere Taxa der Fagaceae auf beiden Hemisphären nachgewiesen, was die Familie zu einer Älteren macht (MAI, 1995). An der Basis der Familie stehen mehrere ausgestorbene Gattungen (bspw. *Eotrigonobalanus*), die Rückschlüsse auf die Ausbreitung der Fagaceae in Laurasien zulässt. Pollen von *Fagus* sind seit dem Mitteloligozän nachgewiesen, fagoide Pollen bereits seit dem Paläozän (MAI, 1995).

Die Arten lassen sich rezent nahezu weltweit, außer in den Tropen und Süd-Afrika, finden (Abb. 14).



Abbildung 14 Verbreitung der Familie Fagaceae (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Fagaceae gen. et sp. Indet. (Tafel 4, Abb. 1-3)

Die Form des Pollenkorns ist prolat, Umriss in Äquatorialansicht elliptisch. Die Größe liegt zwischen 13-19 μm (Polachse) und 12-16 μm (Äquatorialachse). Die Skulpturierung ist im LM psilat, im REM jedoch zeigt sich eine rugulate Oberfläche. Charakteristisch ist die kurzstrial Supraskulptur. Die Colpusmembran ist granuliert.

Gattung *Trigonobalanopsis* (KVACEK & WALTHER)

Es konnten Pollenkörner der Gattung *Trigonobalanopsis* zugeschrieben werden. In der Kreide, im Paläogen und im Neogen besitzt die Familie der Fagaceae eine höhere Diversität als rezent. Die Gattung *Trigonobalanopsis* zählt zu den fossilen Gattungen und ist demnach nicht in einer

gegenwärtigen Klassifikation inkludiert (DENK, 2012). Fossile Reste weisen auf ein Erstauftreten in Europa im Eozän hin (MAI, 1995).

Pollenmorphologische Beschreibung

Trigonobalanopsis sp. (Tafel 4, Abb. 4-6)

Tricolporopollenites cingulum POTONIE, 1931; THOMSON – PFLUG, 1953

Das Pollenkorn ist in seiner Form prolat und aus Äquatoransicht elliptisch (LM).

Der äquatoriale Durchmesser liegt bei 9-18 µm (LM), 7-15 µm (REM). Die Länge der Polachse 16-23; 13-20 µm (REM). Es ist tricolporat mit langen Colpi (LM). Dicke der Exine 1-1,3 µm (LM). Die Sexine ist dicker als die Nexine. Skulpturierung: psilat (LM), rugulat, perforat (REM). Die stäbchenförmigen Rugulae kreuzen einander (REM), Breite der Rugulae 0,1-0,3 µm mit Querrippen als Supraskulptur (REM), granulate Colpusmembran.

Gattung Quercus

Quercus-Arten sind laubwerfende oder immergrüne Bäume und selten Sträucher. Fossil sind Reste seit dem Paläozän bekannt. Heute ist die Gattung mit ca. 600 Arten weltweit verbreitet, davon sind rund 27 Arten im Norden der gemäßigten Breiten (Europa), alle anderen befinden sich in der Südhemisphäre bis nach Malaysia. Im Pleistozän wurde Quercus auch in Kolumbien nachgewiesen (SCHMID, 2000).

Standorte der Eichenvorkommen sind nährstoffarm, trocken oder feucht, daher ist ein Anstieg an Individuenzahlen in einem Wald nachweisbar, wenn der Standort in den genannten Faktoren steigt. Oft ist Quercus mit der Gattung Pinus vergesellschaftet (MAI, 1995).

Pollenmorphologische Beschreibung

Quercus sp. (Tafel 4, Abb. 7-9)

Quercoidites sp. – PFLUG – THOMSON, 1953; SLODKOWSKA, 1994

Das Pollenkorn ist in seiner Form prolat, aus Äquatoransicht elliptisch (LM), in Polansicht trilobat. Der äquatoriale Durchmesser liegt zwischen 14-21 µm (LM), 11-18 µm (REM); Länge der Polachse 17-27 µm (LM), 14-23 µm (REM). Tricolporat mit langen Colpi mit kleinen Pori (LM). Die Dicke der Exine 1,2-1,5 µm (LM), die Sexine ist dicker als die Nexine. Skulpturierung: scabrat (LM), microverrucat, fossulat (REM).

4.7 Betulaceae (Birkengewächse)

Systematik

Die Familie der Birkengewächse (Betulaceae) zählt wie die Familie der Buchengewächse (Fagaceae) zur Ordnung der Fagales. Die Familie beinhaltet 6 Gattung und ca. 170 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016). Es wurden Pollenkörner der Gattung *Betula* und *Carpinus* gefunden und beschrieben.

Allgemeine Merkmale

Vertreter der Betulaceae sind laubwerfende, holzige Bäume und Sträucher. Die gestielten Laubblätter sind meist gezähnt, gesägt und nur selten glatt. Die Blätter sind wechselständig, zwei- oder dreireihig bzw. spiralig an den Ästen und Zweigen angeordnet. Alle Betulaceae sind monözisch. Männliche Blüten sind als hängende Kätzchen ausgebildet, die weiblichen Blüten unterscheiden sich in Form und Aufbau je nach Gattung. Die Verbreitung ist meist anemochor durch geflügelte Nussfrüchte (STEVENS, 2017).

Verbreitung

Vertreter der Betulaceae sind in gemäßigten Gebieten der Nordhemisphäre und in Bergregionen der Tropen beheimatet (Abb. 15).



Abbildung 15 Verbreitung der Familie Betulaceae (STEVENS, 2017)

Gattung *Betula* (LINNÉ 1753)

Vertreter der Gattung *Betula* sind sommergrüne, laubabwerfende Bäume oder Sträucher mit einer meist auffallenden Borke. Diese kann von Schwarz, Braun bis Weiß in Farbe sein und ist anfangs glatt und reißt im Alter horizontal auf, sodass sich papierartige Stücke lösen. Die

Laubblätter sind wechselständig angeordnet. Die Blattspreite ist kahl oder behaart, manchmal drüsig. Die Blattränder sind gesägt oder doppeltgesägt, selten gewellt oder gelappt. Bei allen Arten liegt eine Fiedernervatur vor. Auch sind alle *Betula*-Arten monözisch und bilden als Blütenstände Kätzchen aus. Als Frucht bilden Vertreter der Gattung *Betula* Nussfrüchte aus. Die Verbreitung ist anemochor.

Die ca. 100 Arten der Gattung kommen alle in der Nordhemisphäre von Nordamerika bis Ostasien vor ([ASHBURNER, 2013](#)).

Pollenmorphologische Beschreibung

Betula sp. (Tafel 4, Abb. 10-12)

Das Pollenkorn ist in seiner Form oblat. In Polansicht convex, triangular. Der äquatoriale Durchmesser liegt zwischen 30-35 µm. Triporate Keimstellen, die einen Porenkanal aufweisen, der sich nach innen weitet (Atrium). Sexine dicker als Nexine. Skulpturierung: scabrat (LM), rugulat, microechinat (REM).

Gattung Carpinus

Die Gattung *Carpinus* beinhaltet ca. 35 Arten. Verbreitungsgebiet dieser Arten ist vorwiegend Ostasien, jedoch können sie auch in anderen temperierten Bereichen der Nordhemisphäre auftreten. *Carpinus*-Arten sind sommergrüne Bäume, die auf nährstoffreichen Böden zu finden sind und dabei wichtige Vertreter in sommergrünen Laubwäldern sind ([SCHMID, 2000](#)).

Pollenmorphologische Beschreibung

Carpinus sp. (Tafel 5, Abb. 1-3)

Carpinipites carpinoides PFLUG, 1953; NAGY, 1985

Das Pollenkorn ist in seiner Form oblat und quandrangular. Die Größe liegt ca. bei 20-27 µm. Keimstellen: tetraporat. Apertur im Bereich der Poren-Sexine leicht aufgewölbt. Die Exine ist tectat. Skulpturierung: Microrugulae besetzt mit Nanoechinae.

4.8 Juglandaceae (Nussbaumgewächse)

Systematik

Die Familie der Juglandaceae zählt wie die Familie der Betulaceae und Fagaceae zur Ordnung der Fagales. Die Familie der Juglandaceae wird in zwei Unterfamilien (Engelhardioideae und Juglandaeae) unterteilt, wobei insgesamt 9 Gattungen mit rund 50 Arten beschrieben sind (CHRISTENHUSZ, 2016).

Allgemeine Merkmale

Vertreter der Familie sind meist Bäume, selten auch Sträucher. Die Blätter sind sommer- oder immergrün mit einem gezähnten oder ganzen Blattrand. Nebenblätter treten bei den paarig oder unpaarig gefiederten Blättern nicht auf. Blätter, Knospen, Blüten und Früchte besitzen Harzdrüsen mit schildförmigen Drüsenschuppen.

Selten sind die Bäume oder Sträucher diözisch. Die Blüten sind als Kätzchen oder Ähren vorhanden und sind stehend oder hängend. Zwei Arten von Früchten sind aus der Familie bekannt, die Nussfrucht und die Tryma, ein Typ Nuss mit zwei bis drei Flügeln (STEVENS, 2017).

Verbreitung

Der Verbreitungsschwerpunkt der Juglandaceae liegt in der Nordhemisphäre, in Eurasien und Amerika (Abb. 16). Viele Gattungen sind auf eine Seite des Pazifiks beschränkt. Das fossile Ausbreitungszentrum stellt Nordamerika dar. Rezent zeigt sich eine Vielfalt an Vorkommen allerdings in Ostasien (MANOS, 2001).



Abbildung 16 Verbreitung der Unterfamilie Engelhardtioidae (STEVENS, 2017)

Gattung *Carya* (NUTTALL)

Vertreter der Gattung *Carya* kommen in Nordamerika und Mittelamerika als auch in Ostasien vor. Die Arten sind laubwerfend. *Carya* ist fossil seit der Oberkreide im Ural, der Turgaisenke und dem Fernen Osten nachgewiesen. In Europa sind Pollen seit dem Oberpaläozän

dokumentiert und bis ins Altpleistozän in Mitteleuropa verfolgbar (SCHMID, 2000). Rezent sind 25 Arten bekannt (MAI, 1995).

Pollenmorphologische Beschreibung

Carya sp.1,2,3 (Tafel 5, Abb. 4-12)

Caryapollenites simplex POTONIE, 1931; RAATZ, 1937

Das Pollenkorn ist in seiner Form oblat, in der Polansicht convex triangular - circular. Äquatorialer Durchmesser liegt zwischen 32-36 µm (LM), 27-32 µm (REM). Es ist triporat mit runden Pori. Pollenklasse tectat. Die Dicke der Exine liegt bei 1,5-2 µm. Die Sexine ist dicker als die Nexine. Skulpturierung: psilat (LM), microechinat (REM). Die Oberfläche ist regelmäßig mit Microechinae besetzt (REM).

Gattung Engelhardia (LESCENAULT)

Die Gattung Engelhardia besteht rezent aus 4 bis 6 immergrüner oder laubabwerfender Arten. Die Verbreitung dieser Arten erstreckt sich von Himalaya bis nach Malaysia (HEYWOOD, 1982). Erste fossile Nachweise lassen sich in Nordamerika ab dem Paläozän nachweisen. In Europa und in Asien tritt die Gattung erst im Eozän bis zum Pliozän auf (MAI, 1995). Die Verbreitung der Samen erfolgt anemochor.

Pollenmorphologische Beschreibung

Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 1,2 (Tafel 6, Abb. 1-6)

Engelhardtioipollenites quietus POTONIE, 1931; POTONIE, 1951

Das Pollenkorn ist in seiner Form oblat, in Polansicht konvex triangular bis circular. Der äquatoriale Durchmesser liegt zwischen 20-27 µm (LM), 18-24 µm (REM). Es ist triporat mit eingesenkten runden Pori und zählt zur tectaten Pollenklasse. Die Dicke der Exine ist ca. 1-2 µm. Skulpturierung: psilat bis scabrat (LM), microechinat. Oberfläche dicht mit Microechinae besetzt (REM).

Ordnung Malpighiales

4.9 Euphorbiaceae (Wolfsmilchgewächse)

Systematik

Die Familie der Euphorbiaceae zählt zur Ordnung der Malpighiales, welche neben der genannten Familie noch 36 - 39 Familien beinhaltet: Achariaceae, Balanopaceae, Bonnetiaceae, Calophyllaceae, Caryocaraceae, Centroplacaceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Ctenolophonaceae, Dichapetalaceae, Elatinaceae, Erythroxylaceae, Euphroniaceae, Goupiaceae, Humiriaceae, Hypericaceae, Irvingiaceae, Ixonanthaceae, Lacistemataceae, Linaceae, Lophopyxidaceae, Malpighiaceae, Malesherbiaceae (= Passifloraceae-Malesherboideae), Medusagynaceae (= Ochnaceae-Medusagynoideae), Ochnaceae, Pandaceae, Passifloraceae, Peraceae, Phyllanthaceae, Picrodendraceae, Podostemaceae, Putranjivaceae, Quiinaceae (= Ochnaceae-Quinoideae), Rafflesiaceae, Rhizophoraceae, Salicaceae, Trigonaceae, Turneraceae (= Passifloraceae-Turneroideae) und Violaceae (STEVENS, 2017).

Die Ordnung der Malpighiales beinhaltet ca. 17 700 Arten, wobei die Familie der Wolfsmilchgewächse rund 209 Gattungen mit insgesamt 252 Arten beschreibt (CHRISTENHUSZ, 2016).

Allgemeine Merkmale

Die heterogene Ordnung der Malpighiales zeigt meist Nebenblätter und drei Fruchtblätter, die zu einem Fruchtknoten verwachsen sind. Auch die Familie der Euphorbiaceae ist in ihrer Artenfülle vielseitig. Die Familie beinhaltet krautig als auch holzige Pflanzen. Diese können in einjährige, zweijährige, mehrjährige Pflanzen und Bäume, Sträucher und Halbsträucher unterteilt werden. Die Pflanzen können behaart oder kahl sein, manche von ihnen besitzen gelben oder weißen Milchsaft. Achsen und Äste können sukkulent, holzig, weich oder krautig sein. Die Blätter ordnen sich meist wechselständig, selten wirtelig und manchmal gegenständig an. Sie

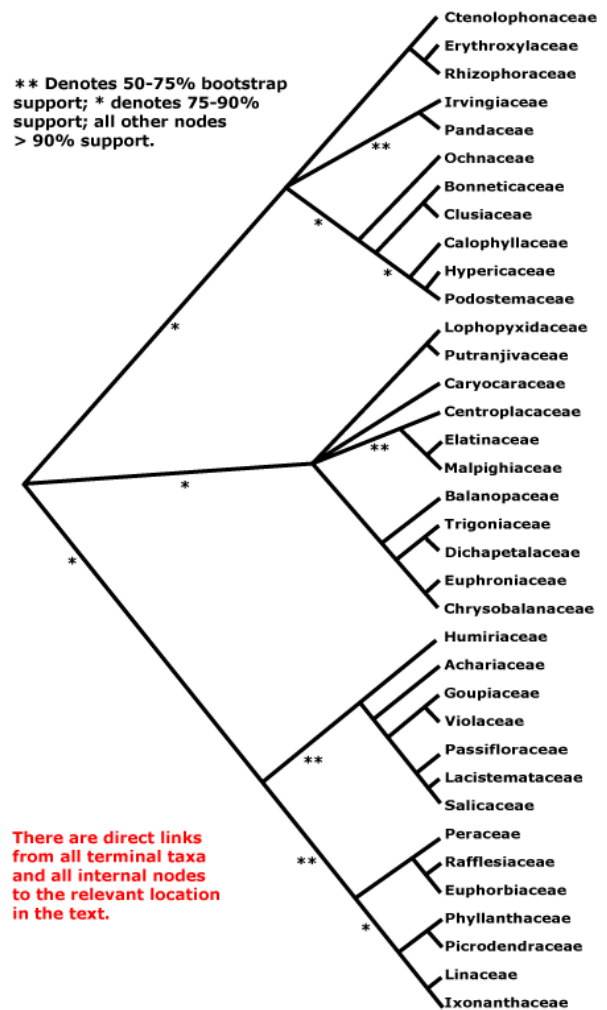


Abbildung 17 Stammbaum der Ordnung der Malpighiales (STEVEN, 2017)

können schildförmig, gestielt, ganzrandig, gelappt, einfach- oder zweifach zusammengesetzt oder gezähnt sein. Die Nebenblätter sind auffallend, drüsig, dornig oder reduziert. Die Blüten der Euphorbiaceae sind getrenntgeschlechtlich und meist radiärsymmetrisch. Die Blütenstände sind achsen- oder endständig, rispig, traubig, zymös, ährenförmig oder stark reduzierte Blüten in involukralen Scheinblüten. Meist sind die Früchte dreilappige Kapselfrüchte, die aufreißen oder steinfruchtartige Früchte mit fleischigem Exokarp oder holzigem Endokarp (LI, 2008).

Verbreitung

Die holzigen Halbsträucher, Sträucher und Bäume der Euphorbiaceae sind in den Subtropen und Tropen zu finden, während die krautigen Pflanzen weltweit in gemäßigten bis tropischen Zonen auftreten (Abb. 18)(STEVENS, 2017).



Abbildung 18 Verbreitung der Familie Euphorbiaceae (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Euphorbiaceae gen. et. sp. Indet. (Tafel 7, Abb. 1-3)

Das Pollenkorn ist in seiner Form spheroidal bis prolat, in Äquatoransicht circular bis elliptisch und in Polansicht circular, trilobate. Der äquatoriale Durchmesser liegt zwischen 15 -21 μm (LM), 12 – 18 μm (REM). Die Länge der Polachse ist ca. 14 - 18 μm (LM), 11 - 15 μm (REM). Keimstellen: tricolporat mit kleinen Pori. Die Dicke der Exine liegt zwischen 1,4 -1,5 μm . Semitectat. Skulpturierung: reticulat (LM); microreticulat bis perforat (REM). Brochi sind trichterförmig und polygonal und zu den Colpi hin kleiner werdend (REM). Breite psilate, tectate Margo um Keimstellen. Colpimembran granulat (REM).

Ordnung Ericales

4.10 Styracaceae (Storaxgewächse)

Systematik

Die Familie der Styracaceae gehört zur Ordnung der Ericales, welche folgende Familien, neben der genannten, umfasst: Actinidiaceae, Balsaminaceae, Cyrtillaceae, Clethraceae, Diapensiaceae, Ebenaceae, Ericaceae, Fouquieriaceae, Lecythidaceae, Marcgraviaceae, Mitrastemonaceae, Pentaphyllacaceae, Polemoniaceae, Primulaceae, Roridulaceae, Sapotaceae, Sarraceniaceae, Sladeniaceae, Symplocaceae, Tetrameristaceae und Theaceae (Abb. 19) (STEVENS, 2017). Die 22 Familien bestehen aus 346 Gattungen mit ca. 11 540 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016). Die Familie der Styracaceae selbst besteht aus nur 11 Gattungen mit ca. 150 bis 180 Arten (USDA, 2019).



Abbildung 19 Stammbaum der Ordnung Ericales (STEVENS, 2017)

Allgemeine Merkmale

Vertreter der Familie der Styracaceae sind holzige, immergrüne, selten laubabwerfende Bäume und Sträucher. Die jungen Blätter besitzen meist einen silbrigen oder bräunlichen Glanz, der ihnen durch die sternförmigen Trichome verliehen wird. Die bestielten Blätter besitzen meist Nebenblätter und sind wechselständig oder spiralig an den Zweigen angeordnet. Der Blattrand ist meist gesägt, selten gelappt oder ganzrandig. Die rispen- oder traubenartigen Blütenstände stehen endständig oder seitenständig und sind meist zu Büscheln geformt. Styracaceae-Arten bilden Steinfrüchte, Kapselfrüchte oder manchmal geflügelte Nussfrüchte aus (STEVENS, 2017).

Verbreitung

Die Familie besitzt heute zwei größere Ausbreitungsgebiete. Einerseits beheimatet ist eine Vielzahl an Vertretern in Ostasien und Südostasien und andererseits in den Tropen Südamerikas bis in den Norden Mexikos (Abb. 20).

Den Ursprung dürfte die Familie in Eurasien haben, da Fossilien in dem Gebiet schon dem Eozän zugeordnet werden konnten. Die Verbreitung in Amerika dürfte demnach erst später erfolgen. Vertreter im europäischen Raum dürften Reliktarten tertiärer Mischwälder sein (FRITSCH, 2001).



Abbildung 20 Verbreitung der Familie Styracaceae (STEVENS, 2017)

Gattung Rhederodendron (HU)

Es konnten Pollenkörner der Gattung Rhederodendron zugewiesen werden. Die Gattung beinhaltet 5 Arten, die alle in Südost-Asien vorkommen. Fossilfunde (Samen) aus dem Miozän in Europa, Tschechien, konnten der ausgestorbenen Gattung *Rehderodendron custodum* zugeschrieben werden (HOLÝ, 2012).

Pollenmorphologische Beschreibung

Rhederodendron 1, 2, 3 (Tafel 7, Abb. 4-12)

Die Pollenkörner sind in ihrer Form prolat, in Äquatoransicht elliptisch und in Polansicht trilob. Der äquatoriale Durchmesser liegt ca. bei 26-30 μm (LM), 22-26 (REM). Die Länge der Polachse zwischen 31-35 μm (LM), 28-32 μm (REM). Keimstellen: tricolporat, stark ausgeprägte Colpen. Die Dicke der Exine 1-1,5 μm (LM). Die Sexine ist dicker als die Nexine. Im Bereich der Pori ist die Sexine aufgewölbt (Bridge) (REM). Tectat. Skulpturierung: scabrat (LM), perforat, rugulat (REM). Rugulae mit kurzstriater Supraskultur (REM).

4.11 Sapotaceae (Sapotengewächse)

Systematik

Die Familie der Sapotaceae gehört wie die oben genannte Familie der Styracaceae zur Ordnung der Ericales. Die Familie wird in drei Unterfamilien gegliedert: Sarcospermatoideae, Chrysophylloideae und Sapotoideae (SWENSON, 2005). Rezent beinhaltet die Familie 54 Gattungen mit ca. 1 300 Arten (HACKL, 2017).

Allgemeine Merkmale

Holzige Bäume und Sträucher finden sich innerhalb der Familie der Sapotaceae. Die Blätter stehen wechselständig, spiralig oder distich angeordnet, selten wirtelig oder gegenständig. Die bestielten Blätter haben manchmal Stipel und sind meist ganzrandig, manchmal gezähnt. Blüten der Sapotaceae sind zwittrig oder eingeschlechtlich und können in zwei unterschiedlichen Kelchtypen auftreten, uniserat und biserat. Anzahl der Sepalen ist gattungsabhängig. Die Frucht der meisten Sapotaceae ist eine Beere, manchmal jedoch eine Kapsel oder eine Streufrucht. Bestäubung der Sapotaceae-Arten erfolgt meist durch Insekten, manchmal aber auch durch Fledermäuse. Die wichtigsten Ausbreiter sind Primaten, aber auch Vögel zählen dazu. Somit ist die Ausbreitungsform der Sapotaceae zoochor (PENNINGTON, 2004).

Verbreitung

Vertreter der Familie der Sapotaceae sind in den feuchten Tropen von Asien östlich des Pazifiks bis hin zu Südamerika, Afrika und Madagaskar verbreitet (Abb. 21). In Afrika und Asien ist die Diversität am höchsten, in Malaysia und im Amazonasgebiet liegt die höchste Artenvielfalt vor (HACKL, 2017).



Abbildung 21 Verbreitung der Familie Sapotaceae (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Sapotaceae gen. et sp. indet. (Tafel 8, Abb. 1-3)

Sapotaceoidapollenites oblongus PFLUG – THOMSON 1953, GRABOWSKA 1994

Das Pollenkorn ist in seiner Form prolat bis spheroidal, in Äquatorialansicht elliptisch und an den Polen leicht abgeflacht. Der äquatoriale Durchmesser liegt bei 22-29 µm (LM), 18-25 µm (REM). Die Länge der Polachse ist 29-35 µm (LM). Keimstellen: tetra-colporat mit langen geraden Colpen, ovaler elliptischer Pori (LM). Die Dicke der Exine ist 1-1,4 µm (LM). Die Sexine ist dicker als die Nexine, wobei die Nexine im Bereich der Endopori verdickt ist. Skulpturierung: psilat (LM), microechinat, perforat (REM).

4.12 Symplocaceae (Rechenblumengewächse)

Systematik

Ein untersuchtes Pollenkorn stammt aus der Familie der Symplocaceae, innerhalb der Ordnung der Ericales. Die Familie der Symplocaceae beinhaltet eine monotypische Gattung (*Symplocus*) mit ca. 250 – 320 Arten ([USDA, 2019](#)).

Allgemeine Merkmale

Arten der Gattung *Symplocus* sind meist immergrüne, selten auch laubabwerfende Bäume und Sträucher. Die Blätter sind wechselständig, spiralig oder zweireihig an den Zweigen angeordnet und bestielt. Der Blattrand kann drüsig, gezähnt oder glatt sein. Die radiärsymmetrischen kleinen Blüten sind oft einfach oder verzweigt in rispigen, ährigen oder traubigen Blütenständen zusammen. *Symplocus*-Arten bilden meist Steinfrüchte, bei wenigen Vertretern aber auch Beeren aus ([STEVENS, 2017](#)). Die Verbreitung der Samen erfolgt endozoochor ([SCHMID, 2000](#)).

Verbreitung

Vertreter der Familie der Symplocaceae sind heute in tropischen und subtropischen Zonen mit Ausnahme Afrikas zu finden (Abb. 22).



Abbildung 22 Verbreitung der Familie Symplocaceae (STEVENS, 2017)

Gattung Symplocos (JACQ)

Der älteste fossile Nachweis stammt aus der Oberkreide von Amerika. Die Verbreitung dürfte von Amerika über Japan und Ostasien bis nach Europa stattgefunden haben, denn die Gattung konnte im Eozän häufig in Europa nachgewiesen werden. Die Mehrheit an Symplocos-Arten bevorzugt Berglagen, aber auch in Niederungswäldern, Auen- und Moorwälder sind Arten vertreten. Die Waldareale, in denen Symplocos vertreten war, dürften ab dem Miozän zerfallen sein, denn ab dem Pleistozän kennt man keine Vertreter in Europa mehr (MAI, 1995).

Pollenmorphologische Beschreibung

Symplocos sp. (Tafel 8, Abb. 3-6)

Porocolpopollenites vestibulum (form a) PONTONIE, 1931

Das Pollenkorn ist in seiner Form oblat, in Polansicht konkav triangular. Der äquatoriale Durchmesser ist zwischen 20-33 µm (LM), 17-30 µm (REM). Keimstellen: tricolporat, brevitricolporat mit circularer elliptischer Pori. Die Dicke der Exine ist 1-1,3 µm (LM). Die Sexine ist dicker als die Nexine. Skulpturierung: verrucate (LM), rugulate, verrucate, perforate, fossulate (REM).

Ordnung Lamiales

4.13 Oleaceae (Ölbaumgewächse)

Systematik

Die Familie der Oleaceae gehört zur Ordnung der Lamiales, die mit der genannten Familie noch 24 weitere beinhaltet: Acanthaceae, Bignoniaceae, Byblidaceae, Calceolariaceae, Carlemanniaceae, Gesneriaceae, Lamiaceae, Lentibulariaceae, Linderniaceae, Martyniaceae, Mazaceae, Orobanchaceae, Paulowniaceae, Pedaliaceae, Peltantheraceae, Phrymaceae, Plantaginaceae, Plocospermataceae, Schlegeliaceae, Scrophulariaceae, Stilbaceae, Tetrachondraceae, Thomandersiaceae und Verbenaceae (Abb. 23) (STEVENS, 2017).

Die Familie der Oleaceae beinhaltet 26 Gattungen mit ca. 790 Arten (CHRISTENHUSZ, 2016).

Allgemeine Merkmale

Die Oleaceae Vertreter sind alle eine Familie aus laubwerfenden oder immergrünen Bäumen und Sträuchern, aber auch kletternden Pflanzen sind möglich. Die Verbreitung der Samen erfolgt zoochor und anemochor.

Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet der Oleaceae liegt in den gemäßigten Breiten und den Tropen und sie sind weltweit verbreitet (Abb. 24). Ein Mannigfaltigkeitsvorkommen liegt dennoch in Asien vor (STEVENS, 2017). Die ältesten fossilen Funde stammen aus der Kreide Grönlands. Erst im Oligozän ist die Familie in Europa nachgewiesen (SCHMID, 2000).

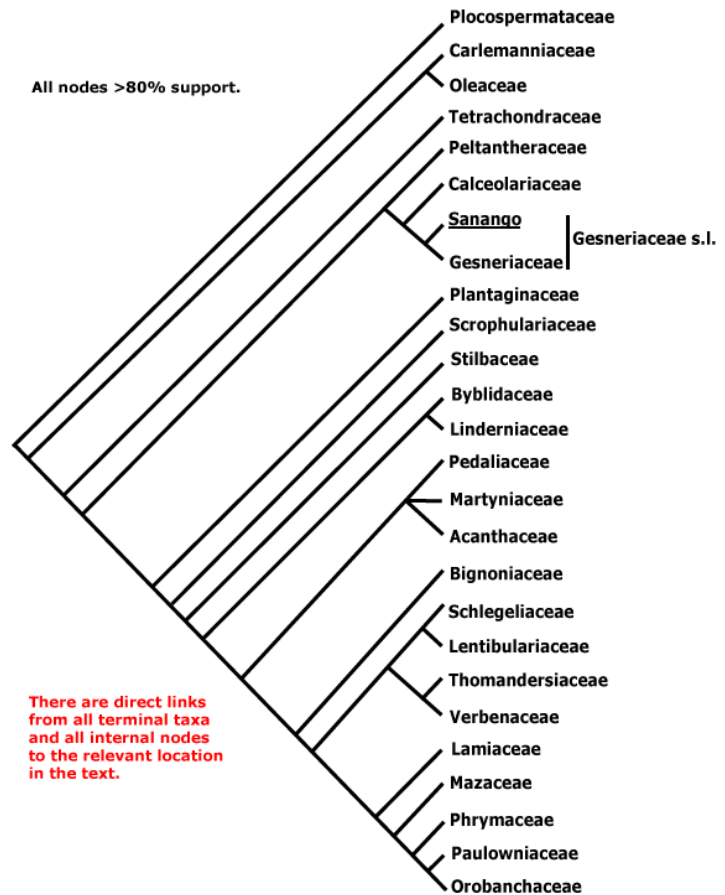


Abbildung 23 Stammbaum der Ordnung Lamiales (STEVENS, 2017)

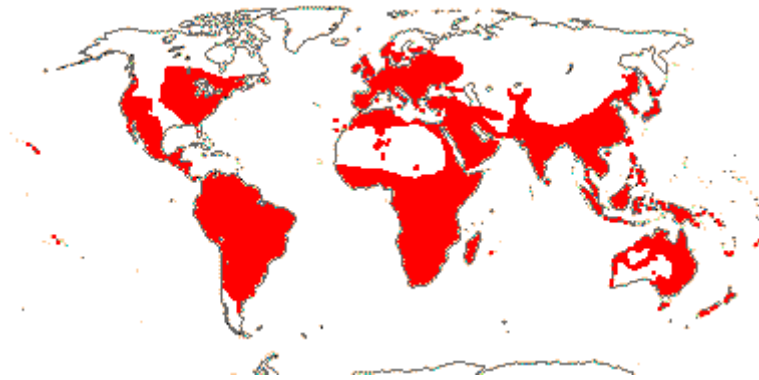


Abbildung 24 Verbreitung der Familie Oleaceae (STEVENS, 2017)

Pollenmorphologische Beschreibung

Oleaceae gen. et sp. indet. 1,2,3 (Tafel 8, Abb. 7-12)

Tricolporopollenites microreticulatus THOMSON - PFLUG, 1953

Die Pollenkörner sind in ihrer Form spheroidal, in Äquatoransicht elliptisch bis circular und in Polansicht trilobat. Die äquatorialen Durchmesser liegen zwischen 16-20 μm (LM) und 13-19 μm (REM). Die Länge der Polachse ist 15-19 μm (LM), 12-17 μm (REM). Die Pollenkörner sind tricolporat. Die Dicke der Exine liegt zwischen 1,6-2 μm . Die Sexine ist dicker als die Nexine. Semitectat. Skulpturierung: reticulat (LM), heterobrochat, reticulat (REM), Muri mit microrugulater Supraskulptur, hohe Columnellae. Die Form der Lumina ist irregular, Lumina mit freistehenden kurzen Columellae, Lumina gegen die Colpen kleiner werdend (REM).

Gattung Fraxinus (LINNÉ 1753)

Die Gattung Fraxinus kommt mit ihren ca. 58 Arten in gemäßigten und subtropischen Gebieten der Nordhemisphäre vor ([GOVAERTS, 2010](#)). Südlich erreichen Fraxinusarten Nordafrika, Südasien, Java, Mexiko und Kuba. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in Ostasien und Nordamerika. Vertreter der Gattung Fraxinus sind meist laubabwerfende, selten immergrüne Bäume oder Sträucher. Die Blätter sind gegenständig, selten wirtelig angeordnet. Die Blattbasis oft verbreitert und die Blattspreiten sind selten einfach, meist unpaarig gefiedert. Die kleinen Blüten sind zwittrig oder eingeschlechtlich, wobei zu betonen ist, dass die Verbreitung über Wind erfolgt, wodurch die Gattung Fraxinus eine Ausnahme in der Familie der Oleaceae darstellt. Die Frucht der Fraxinus-Vertreter ist ein einsamiges geflügeltes Nüsschen, deren Keimung oberirdisch stattfindet ([HEß, 1990](#)).

Fraxinus sp. (Tafel 8, Abb. 1-6)

Tricolporopollenites microreticulatus THOMSON - PFLUG, 1953

Das Pollenkorn ist in seiner Form spheroidal und circular in Pol- und Äquatorialansicht (LM). Der Durchmesser liegt zwischen 19-23 μm (LM) und 16-20 μm (REM). Das tricolporate Pollenkorn hat kurze Colpen mit kleinen circularen Endopori. Die Exine ist ca. 1 μm dick. Die Nexine ist gleich dick wie die Sexine. Skulpturierung: reticulat (LM), heterobrochat, reticulat (REM). Die Lumina ist im Durchmesser ca. 0,5-1 μm dick. Muri sind regelmäßig fein gekerbt.

UNBESTIMMTE GATTUNGEN

Pollenmorphologische Beschreibungen

Gen. et sp. indet. 1 (Tafel 10, Abb. 1-3)s

Gen. et sp. indet. 2 (Tafel 10, Abb. 4)

Die Pollenkörner konnten keiner genauen Gattung zugeschrieben werden, dennoch ist erkennbar, dass die Form der beiden Pollen prolat und in Äquatorialansicht elliptisch ist (LM, REM). Tricolporat mit langen Colpi. Skulpturierung: scabrat, microverrucat, fossulat.

5. ERGEBNISSE

Die aus der „Phosphoritkonkretion“ gewonnenen Taxa wurden im vorigen Kapitel pollenmorphologisch beschrieben und sind in diesem Kapitel tabellarisch dargestellt. Die ausgewählten Taxa wurden sowohl lichtmikroskopisch als auch rasterelektronenmikroskopisch untersucht, wodurch eine Zuordnung erst möglich wurde. Neben der Einschulung in palynologischen Methoden und pollenmorphologischen Beschreibungen als Lernprozess und Ergebnis, ist im Folgenden eine erste fossile Florenliste zu der Umgebung Hinzenbach/Eferding in Oberösterreich tabellarisch aufgestellt. Manche Familien wurden ökologisch-klimatischen bewertet. Die Bewertung ist MAI (2000a) entnommen und schenkt dadurch erste Einblicke in eine paläoökologische Rekonstruktion der Gegend Hinzenbach/Eferding des Oligozäns.

Systematisch geordnet		Taxa-Beschreibungen	Ökologische-klimatologische Bewertung
Gymnospermen			
Pinaceae		<i>Pinus</i> sp. (haploxylon) <i>Pinus</i> sp. (diploxylon) <i>Picea</i> sp. <i>Cathaya</i> sp. <i>Tsuga</i> sp.	
Cupressaceae		Taxodioidea gen. et sp. indet	
Angiospermen			
Typhaceae		<i>Sparganium</i> sp.	
Platanaceae		<i>Platanus</i> sp.	
Ulmaceae		<i>Ulmus</i> sp.	MMF
		<i>Zelkova</i> sp.	
Fagaceae		Fagaceae gen. et sp. indet.	
		<i>Trigonobalanopsis</i> sp.	
		<i>Quercus</i> sp.	
Betulaceae		<i>Betula</i> sp.	
		<i>Carpinus</i> sp.	
Juglandaceae		<i>Engelhardia</i> sp.1,2	MMF
		<i>Carya</i> sp.1,2,3	
Euphorbicaceae		Euphorpicaceae gen. et sp. indet.	Temperat bis tropisch
		<i>Rhederodendron</i> sp. 1,2, 3	
Styricaceae			
Sapotaceae		Sapotaceae gen. et sp. indet.	Tropisch
Symplocaceae		<i>Symplocos</i> sp.	
		<i>Fraxinus</i> sp.	
Oleaceae		<i>Oleaceae</i> gen. et sp. indet.1,2,3	Temperat bis tropisch
Anzahl der Familien 13 – Anzahl der beschriebenen Taxa 30			

6. DISKUSSION

Die 30 untersuchten Pollen, die 13 Pflanzenfamilien zugeordnet werden konnten, verweisen auf eine ehemalige Flora der oberösterreichischen Gegend aus dem Oligozän. So wurden Vertreter der Gymnospermen (bspw. *Pinus* sp.) als auch Angiospermen (bspw. *Ulmus* sp.) beschrieben, welche vermuten lassen, dass es sich in Hinzenbach/Eferding im Oligozän um ein mischwaldähnliches Gebiet handeln dürfte. Dabei darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass die Pollen in einer „Phosphoritkonkretion“ aufgefunden wurden, deren Entstehung ungeklärt ist. Da bestimmte Taxa als Anzeiger für ein wärmeres Klima gedeutet werden, bspw. Vertreter der Sapotaceae oder auch Oleaceae, die rezent in temperaten bis tropischen Zonen ihre Hauptverbreitung haben, kann angenommen werden, dass auch im Oligozän ein wärmeres Klima herrschte.

Die lichtmikroskopischen und rasterelektromikroskopischen Bilder können für zukünftige Projekte und für weitere Untersuchungen aus der Umgebung hilfreich sein. Eine weitere palynologische und geologische Untersuchungen dieser Gegend sind anzustreben, um eine paläoökologische Umweltrekonstruktion der Gegend Hinzenbach/Eferding zu ermöglichen. Weitere Analysen der gefundenen Pollenkörner sowie Korrelationen könnten noch mehr Aufschlüsse über das damalige Klima und die ökologischen Zusammensetzungen geben.

Besonders die Konkretion selbst würde einer genaueren geologischen Untersuchen bedürfen, da die Zuordnung unschlüssig ist. Bis heute wurden keinerlei Pollen in Dolomitkonkretionen gefunden und Phosphoritknollen aus der genannten Umgebung sind nicht bekannt, wodurch diese Analyse von besonderer Bedeutung wäre, um mögliche Implikationen auszuschließen.

7. QUELLENVERZEICHNIS

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Pollenkorn (<i>Engelhardia</i> sp.) mit Pyriteinlagerungen	4
Abb. 2 <i>Carya</i> mit Bakterienfraßspuren	4
Abb. 3 Stammbaum der Pflanzen (STEVENS, 2017)	10
Abb. 4 Verbreitung der Familie Pinaceae (STEVENS, 2017)	11
Abb. 5 Stammbaum der Pinales (STEVENS, 2017)	15
Abb. 6 Verbreitung der Familie Cupressaceae (STEVENS, 2017)	15
Abb. 7 Stammbaum der Ordnung Poales (STEVENS, 2017)	17
Abb. 8 Verbreitung der Gattung <i>Thypa</i> (STEVENS, 2017)	18
Abb. 9 Verbreitung der Gattung <i>Sparganium</i> (STEVENS, 2017)	18
Abb. 10 Verbreitung der Familie Platanaceae (STEVENS, 2017)	19
Abb. 11 Stammbaum der Ordnung Rosales (STEVENS, 2017)	20
Abb. 12 Verbreitung der Familie Ulmaceae (STEVENS, 2017)	21
Abb.13 Stammbaum der Ordnung Fagales (STEVENS, 2017)	22
Abb. 14 Verbreitung der Familie Fagaceae (STEVENS, 2017)	23
Abb. 15 Verbreitung der Familie Betulaceae (STEVENS, 2017)	25
Abb. 16 Verbreitung der Unterfamilie Engelhardioideae (STEVENS, 2017)	27
Abb. 17 Stammbaum der Ordnung der Mapighiales (STEVENS, 2017)	29
Abb. 18 Verbreitung der Familie Euphorbiaceae (STEVENS, 2017)	30
Abb. 19 Stammbaum der Ericales (STEVENS, 2017)	31
Abb. 20 Verbreitung der Familie Styracaceae (STEVENS, 2017)	32
Abb. 21 Verbreitung der Familie Sapotaceae (STEVENS, 2017)	33
Abb. 22Verbreitung der Familie der Symplocaceae (STEVENS, 2017)	35
Abb. 23 Stammbaum der Ordnung Laminales (STEVENS, 2017)	36
Abb.24 Verbreitung der Familie Oleaceae (STEVENS, 2017)	37

7.2. Literaturverzeichnis

- ARTHOFER, P. (2013). Phosphatitlagerstätten in der Molassezone Oberösterreichs. *OÖ. Geonachrichten Jg. 28*, S. 8 - 14. Von www.zobodat.at:
https://www.zobodat.at/pdf/OOE-GEO_28_0008-0014.pdf abgerufen am 11.6.2019.
- ASHBURNER, K. & McALLISTER, H. (2013). The genus *Betula*: a taxonomic revision of birches. Kew: Royal Botanic Gardens.
- BRESINSKY, A., KÖRNER, C., KADEREIT, J., NEUHAUS, G., & SONNWALD, U. (2008). Strasburger. Lehrbuch der Botanik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag-Springer.
- CAMPBELL ID. (1999). Quaternary pollen taphonomy: examples of differential redeposition and differential preservation. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 149, S. 245-256.
- CHRISTENHUSZ, M. & BYNG, J. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa* 261 (3), S. 201-2017.
- DENK, T. G. et al (2012). Fagaceae from the early Oligocene of Central Europe: Persisting new world and emerging old world biogeographic links. *Review of Palaeobotany and Palynology* 169, S. 7-20.
- EARLE, C. J. (16. 05 2019). *The Gymnosperm Database*. Von <https://www.conifers.org/> abgerufen am 11-6.2019.
- FERGUSON, D. K. et al (2007). The need for the SEM in palaeopaynology. *Comptes rendus - Palevol* 6 (6), S. 423-430.
- FRITSCH, P. M. et al (2001). Phylogeny and Biogeography of the Styracaceae. *International Journal of Plant Sciences, Volume 162, Supplement 6*, S. 95–116.
- FU, L. X. & WHITTEMORE, A. (2003). *Zelkova*. Von <http://flora.huh.harvard.edu/china>:
<http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF05/Zelkova.pdf> abgerufen am 11.6.2019.
- GOVAERTS, R. & GREEN, J. (2010). World Checklist of Oleaceae. In R. G. (Hrsg.), *Fraxinus*. Kew: World Checklist of Selected Plant Families (WCSP) – The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens.
- HACKL, H. (2017). Pollenmorphologische Untersuchung (LM, REM) an ausgewählten Gattungen der Fundstelle Brandon Lignite, Vermont, USA. Diplomarbeit: Universität Wien.
- HAVINGA A. (1984). A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen Spores* 26, S. 541-558.
- HEß, D. (1990). Die Blüte. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- HEYWOOD, V. H. (1982). Blütenpflanzen der Welt. Basel - Boston - Stuttgart: Birkhäuser Verlag.
- HOLÝ, Z. K. et al (January 2012). A review of the early Miocene Mastixioid flora of the Kristina Mine at Hrádek nad Nisou in North Bohemia, The Czech Republic. *ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE Series B – Historia Naturalis • vol. 68*, S. 53-118.
- KAUL, R. B. (1997). Platanaceae - Flora of North America. *Volume 3 - Magnoliidae and Hamamelidae*. New York und Oxford: Oxford University Press.
- LI, B. Q. et al (2008). Euphorbiaceae. In W. R. Wu ZHENG-YI, *Flora of China, Volume 11 – Oxalidaceae through Aceraceae 2008* (S. 163). Beijing und St. Louis: Science Press und Missouri Botanical Garden Press.
- MAI, D. (1995). Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena - Stuttgart - New York: Gustav Fischer Verlag.
- MANOS, P. & STONE, E. (2001). Evolution, Phylogeny, and Systematics of the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden. Band 88, Nr. 2*, S. S.231-269.
- MAO, K. M. et al (2012). Distribution of living Cupressaceae reflects the breakup of Pangea. *Proceedings of the National Academy of Sciences. Band 109 Nr. 20*, S. 7793–7798.
- MILNE, L. et al (2004). Forensic Palynology. In C. MILLER, *Forensic Botany: principles and applications to criminal casework*. (S. 217-252). Washington DC: CRC Press.

- PENNINGTON, T. (2004). Sapodaceae. In K. KUBITZKI, *The families and genera of vascular plants*. (S. 390-421). Berlin - Heidelberg: Springer Verlag.
- PREVOT, L. (1991). Phosphates and Fossil Preservation. *Topics of Geobiologie*. 9: 389 -409. New York.
- REITER, E. & BERNING, B. (2012). Kleiner Exkursionsführer zu ausgewählten Aufschlüssen in der Molassezone Oberösterreichs. . Linz: *Berichte Geol.B.-A.*, 94 (ISSN 1017-8880) - 18. Jahrestagung ÖPG Linz.
- RIGGS, S. (1979). Phosphorite Sedimentation in Florida - A Model Phosphogenic System. *Economic. Geol.* 74, S. 285 - 314.
- ROYER, D. et al (2003). Ecological conservatism in the "living fossil" Ginkgo. *Paleobiol.* 29, S. 84-104.
- RUPP, C. & ČORIĆ, S.(2015). Zur Eferding-Formation. *Jb. Geol. B.-A.* ISSN 0016–7800 Band 155 Heft 1–4, S. 33-95.
- SCHADLER, J. (1945). Das Phosphoritvorkommen Plesching bei Linz a.d. Donau, Zusammenfassender Bericht. Wien: - Verh, GeolB.-A.,H.I-3, S. 70-77.
- SCHMID, E. (2000). Palynologische Untersuchungen an Phosphoritknollen (Mitteloligozän) aus dem Tagebau Cospuden (Leipziger Bucht). Wien: Universität Wien.
- SCHMIDT, P. A. (2004). Picea. In W. S. SCHÜTT, *Lexikon der Nadelbäume*. (S. 265-278). Hamburg: Nikol.
- SPILLMANN, F. (1972). Ein Versuch die Entstehung der Phosphorite aus dem Raum Linz zu klären. *Jb.OÖ.Mus.-Ver.*, Bd.117,1.Abh, S. 251 - 280.
- STEVENS, P. F. (2017). *Angiosperm Phylogeny Website. Version 14*. Von <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> abgerufen am 11.06.2019.
- SUN, K. & SIMPSON, D. (2010). Typhaceae. . In W. R. ZHENG-YI, *Flora of China. Volume 23: Acoraceae through Cyperaceae*. (S. 158-62). Missouri : Botanical Garden Press.
- SWENSON, U.& ANDERBERG, A. (2005). Phylogeny, character evolution an classification of Sapotaceae (Ericales). *Cladistics* 21, S. 101-130.
- THIERET, J. W. (1993). Sections on Pinaceae and Calocedrus. *Flora of North America North of Mexico, Vol. 2*. Oxford : University Press.
- USDA, A. R. (17. 05 2019). Germplasm Resources Information Network (GRIN-Taxonomy). Von National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomyfamily.aspx?id=1084> abgerufen am 11.6.2019.
- VOMELA, S. (2016). Die Mikroflora der untermiozänen Fundstelle Wiesa bei Kamenz, Deutschland. Wien: Universität Wien.
- WEINSCHENK, E. (1905). Grundzüge der Gesteinskunde. *Teil 2: Spezielle Gesteinskunde*. Freiburg im Breisgau: Herdersche Verlagshandlung.
- ZETTER, R. (1989). Methodik und Bedeutung einer routinemäßig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung fossiler Mikroflora. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 109, S. 41-50.

*

BILDTAFELN

1-10

TAFEL 1

Pinaceae, Ordnung Pinales

Abb. 1: *Pinus* sp. LM; Äquatorial

Abb. 2: *Pinus* sp. LM; Polansicht

Abb. 3: *Pinus* sp. LM; Äquatorial

Abb. 4: *Pinus* sp. LM; Polansicht

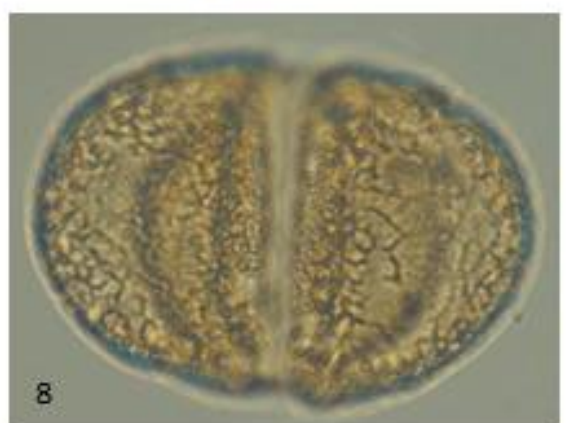
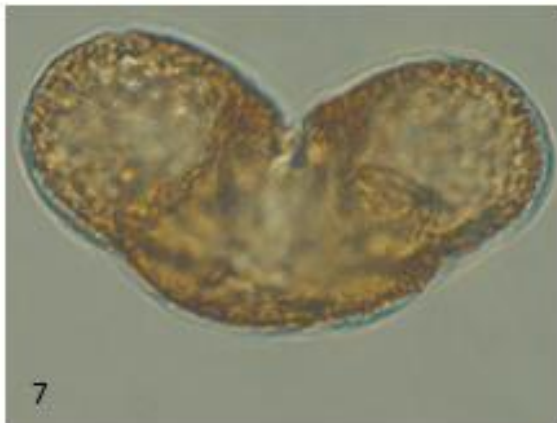
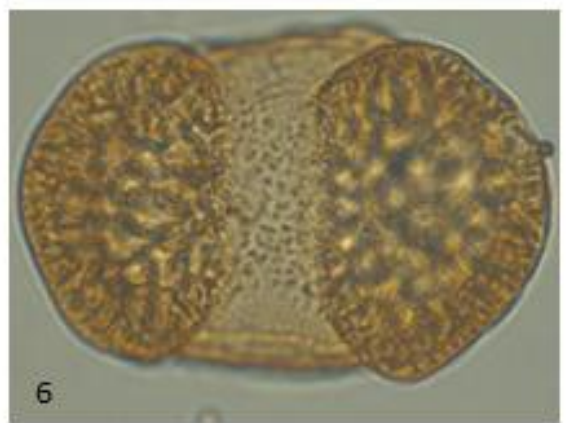
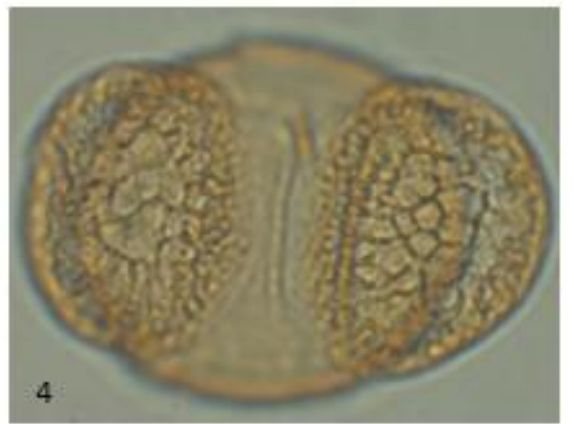
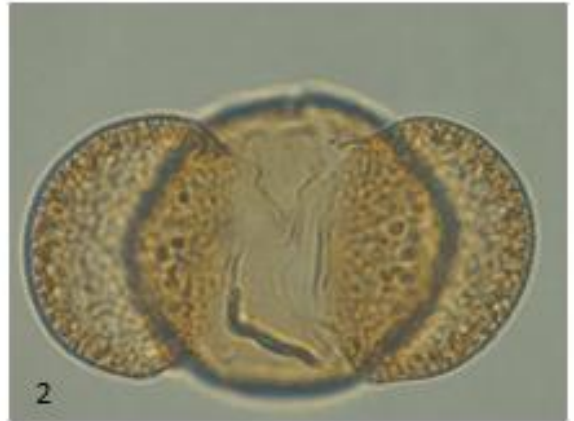
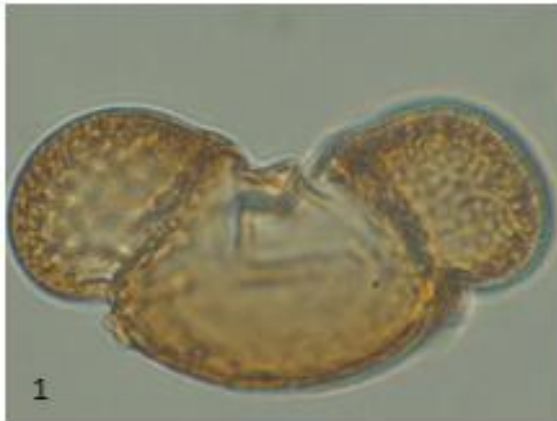
Abb. 5: *Pinus* sp. LM; Äquatorial

Abb. 6: *Pinus* sp. LM; Polansicht

Abb. 7: *Cathaya* LM; Äquatorialansicht

Abb. 8: *Cathaya* LM; Polansicht

TAFEL 1



TAFEL 2

Pinaceae, Ordnung Pinales

Abb. 1: *Cathaya* LM; Polansicht
Abb. 2: *Cathaya* REM; Polansicht
Abb. 3: *Cathaya* REM; Detail

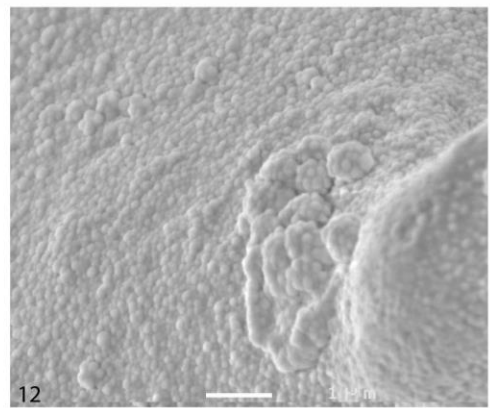
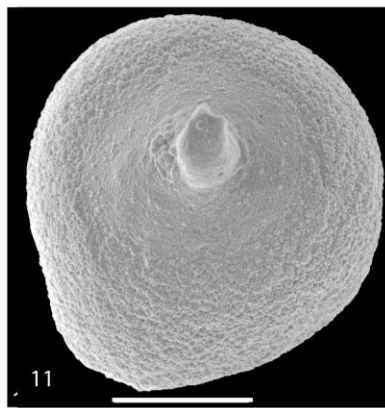
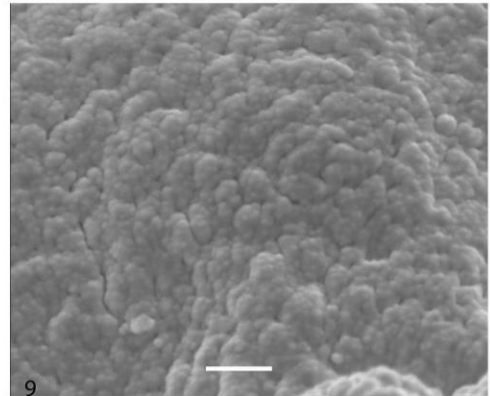
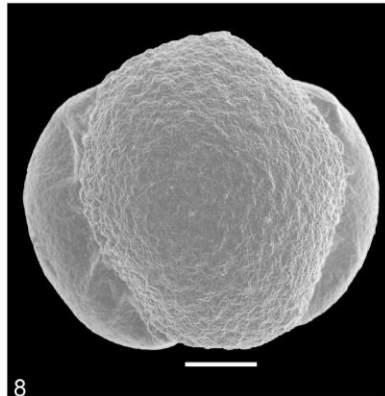
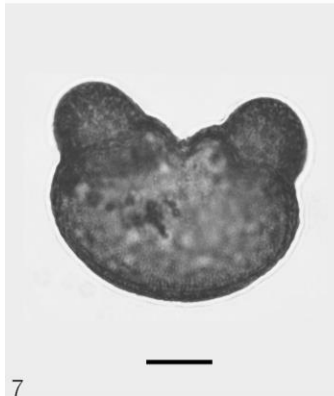
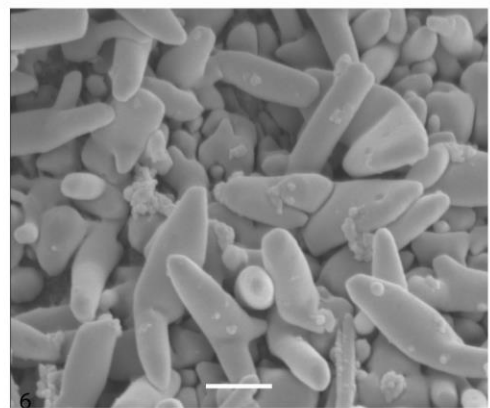
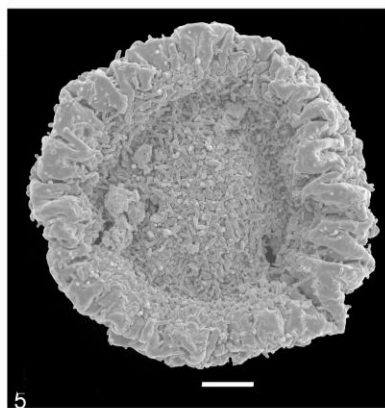
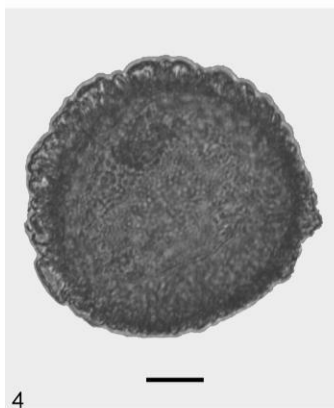
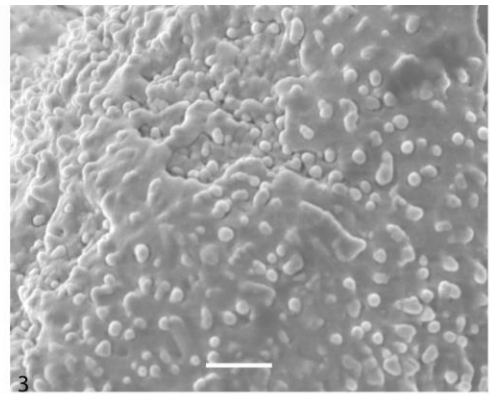
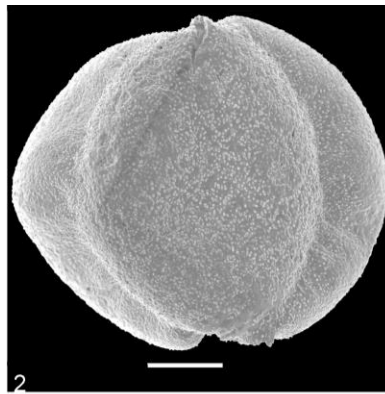
Abb. 4: *Tsuga* LM; Polansicht
Abb. 5: *Tsuga* REM; Polansicht
Abb. 6: *Tsuga* REM; Detail

Abb. 7: *Picea* sp. LM; Polansicht
Abb. 8: *Picea* sp. REM; Polansicht
Abb. 9: *Picea* sp. REM; Detail

Cupressaceae, Ordnung Pinales

Abb. 10: *Taxodioidea* gen. et sp. indet. LM; Polansicht
Abb. 11: *Taxodioidea* gen. et sp. indet. REM; Polansicht
Abb. 12: *Taxodioidea* gen. et sp. indet. REM; Detail

TAFEL 2



TAFEL 3

Thypaceae, Ordnung Poales

- Abb. 1: *Sparganium* sp. LM; Polansicht
Abb. 2: *Sparganium* sp. REM; Polansicht
Abb. 3: *Sparganium* sp. REM; Detail

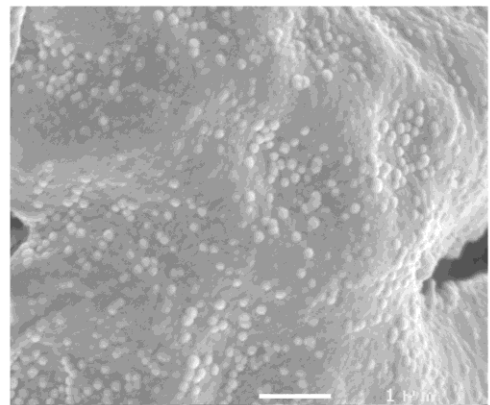
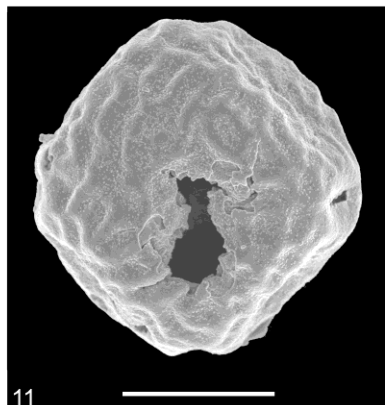
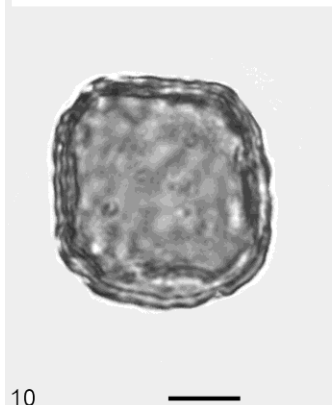
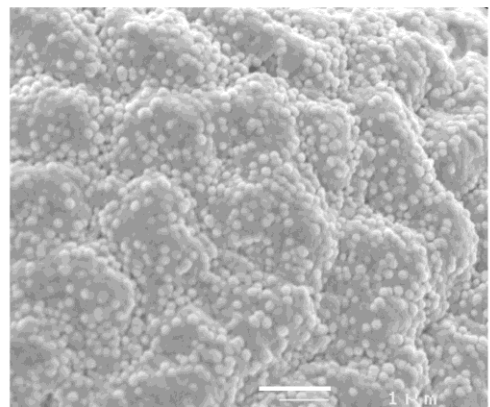
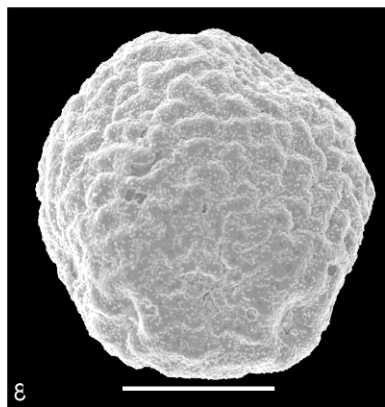
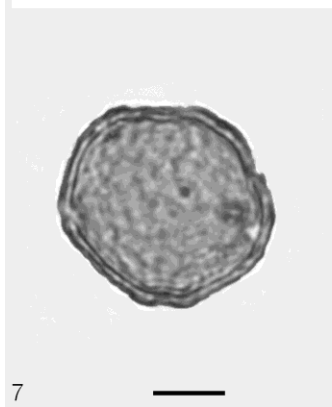
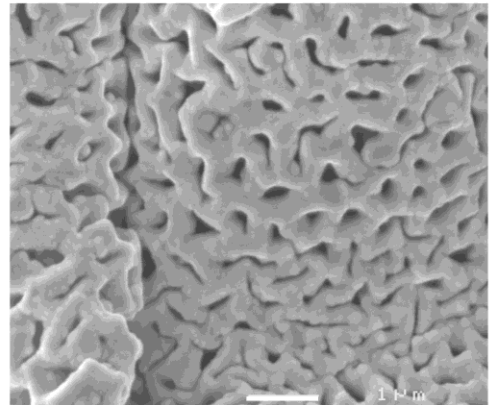
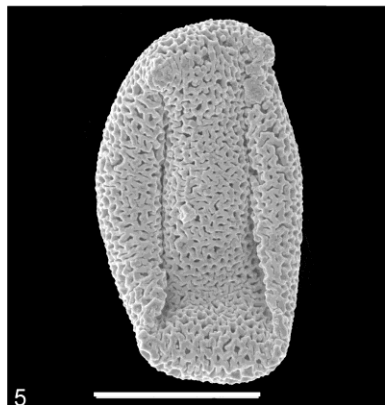
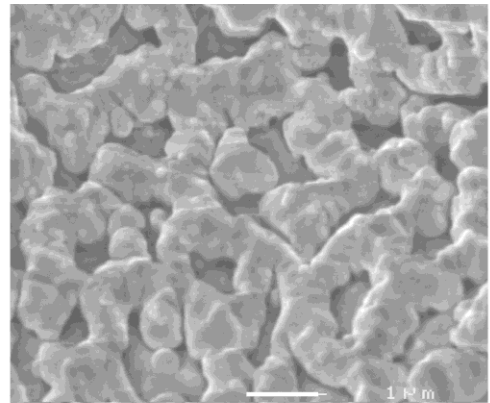
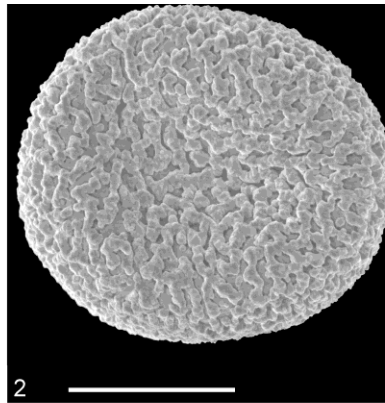
Platanaceae, Ordnung Proteales

- Abb. 4: *Platanus* sp. LM; Äquatorialansicht
Abb. 5: *Platanus* sp. REM; Äquatorialansicht
Abb. 6: *Platanus* sp. REM; Detail

Ulmaceae, Ordnung Rosales

- Abb. 7: *Ulmus* sp. LM; Polansicht
Abb. 8: *Ulmus* sp. REM; Polansicht
Abb. 9: *Ulmus* sp. REM; Detail
- Abb. 10: *Zelkova* sp. LM; Polansicht
Abb. 11: *Zelkova* sp. REM; Polansicht
Abb. 12: *Zelkova* sp. REM; Detail

TAFEL 3



TAFEL 4

Fagaceae, Ordnung Fagales

Abb. 1: Fagaceae gen. et sp. indet. LM; Äquatorialansicht

Abb. 2: Fagaceae gen. et sp. indet. REM; Äquatorialansicht

Abb. 3: Fagaceae gen. et sp. indet. REM; Detail

Abb. 4: *Trigonobalanopsis* sp. LM; Äquatorialansicht

Abb. 5: *Trigonobalanopsis* sp. REM; Äquatorialansicht

Abb. 6: *Trigonobalanopsis* sp. REM; Detail

Abb. 7: *Quercus* sp. LM; Äquatorialansicht

Abb. 8: *Quercus* sp. REM; Äquatorialansicht

Abb. 9: *Quercus* sp. REM; Detail

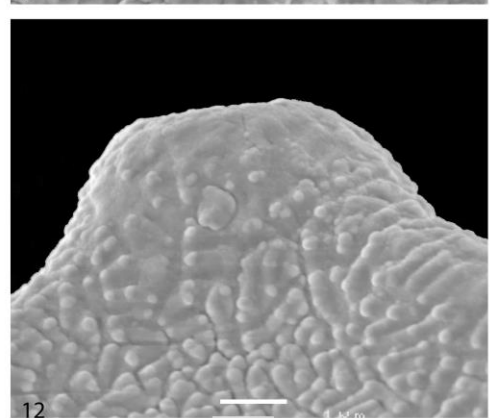
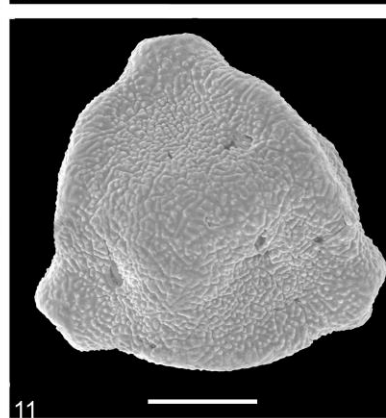
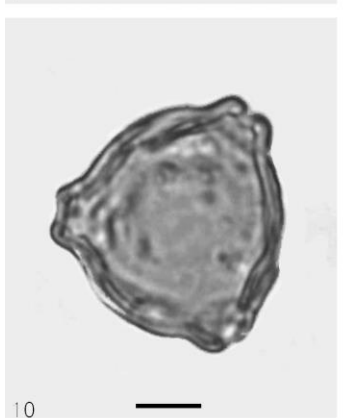
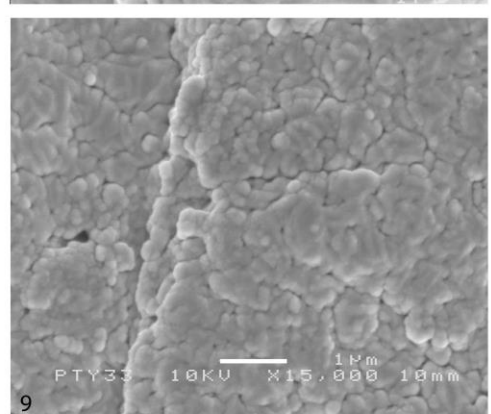
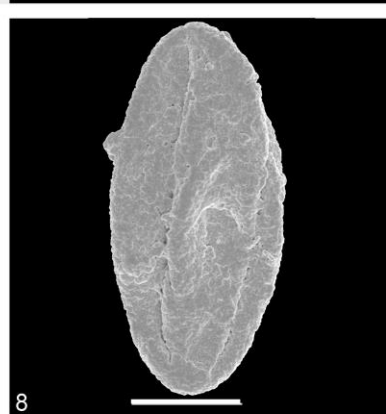
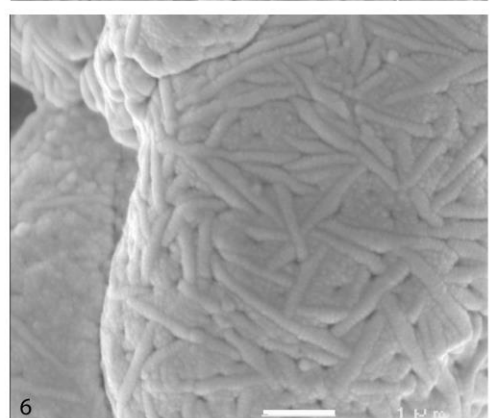
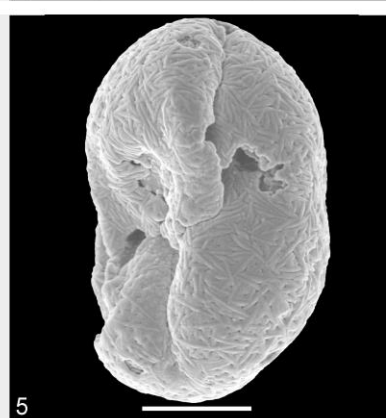
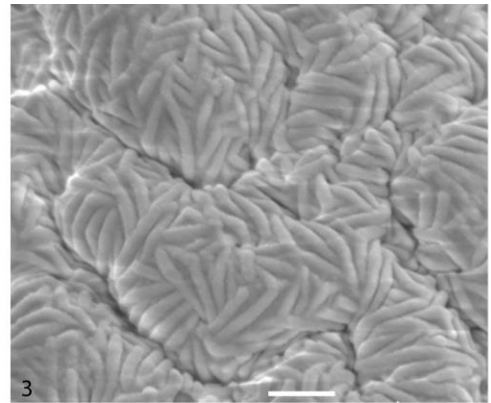
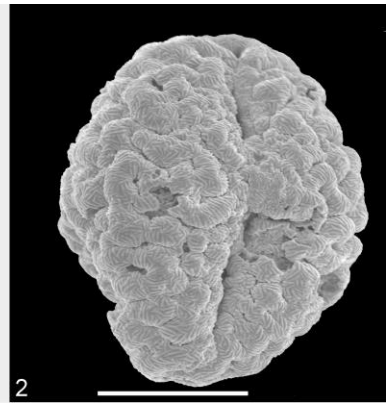
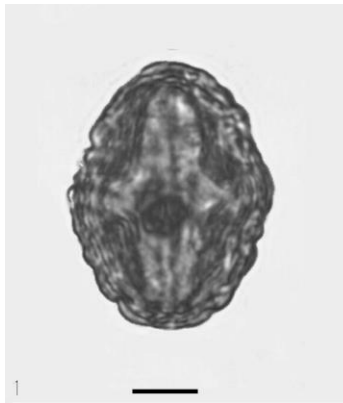
Betulaceae, Ordnung Fagales

Abb. 10: *Betula* sp. LM; Polansicht

Abb. 11: *Betula* sp. REM; Polansicht

Abb. 12: *Betula* sp. REM; Detail

TAFEL 4



TAFEL 5

Betulaceae, Ordnung Fagales

Abb. 1: *Carpinus* sp. LM; Polansicht

Abb. 2: *Carpinus* sp. REM; Polansicht

Abb. 3: *Carpinus* sp. REM; Detail

Juglandaceae, Ordnung Fagales

Abb. 4: *Carya* sp.1 LM; Polansicht

Abb.5: *Carya* sp. 1 REM; Polansicht

Abb. 6: *Carya* sp. 1 REM; Detail

Abb. 7: *Carya* sp. 2 LM; Polansicht

Abb. 8: *Carya* sp. 2 REM; Polansicht

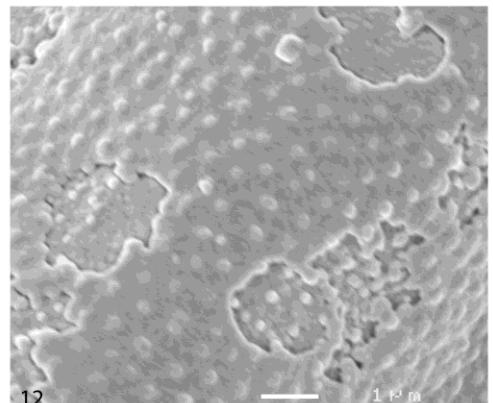
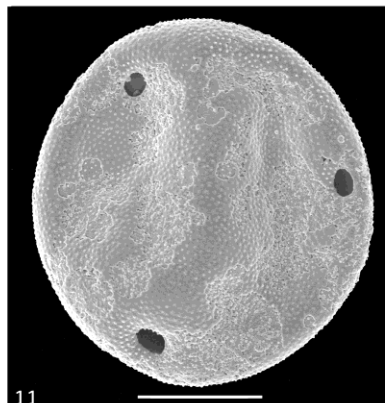
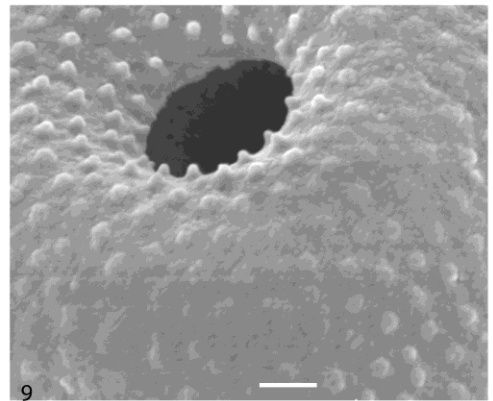
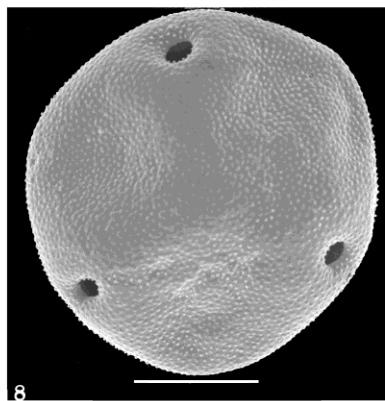
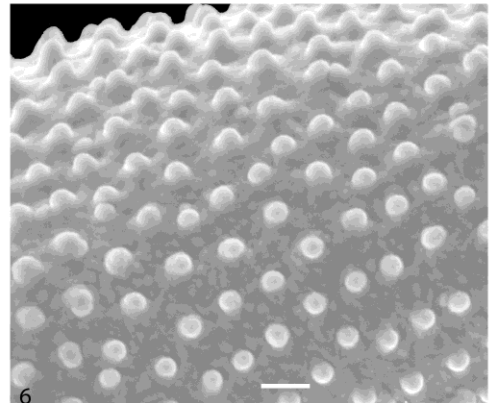
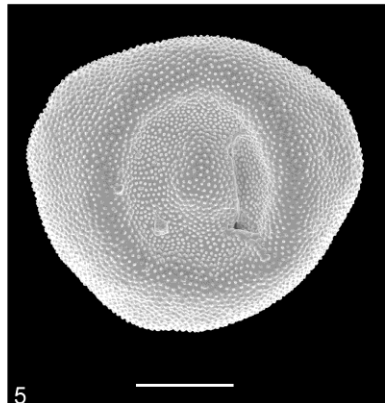
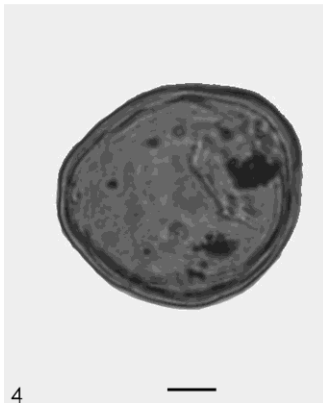
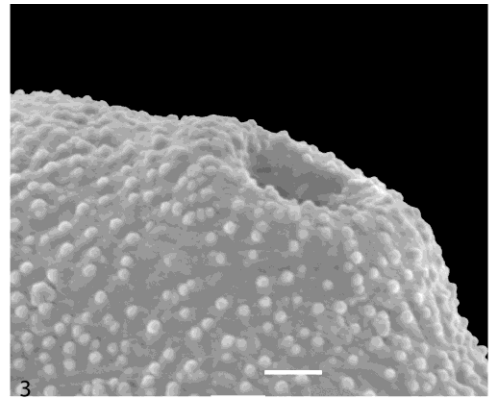
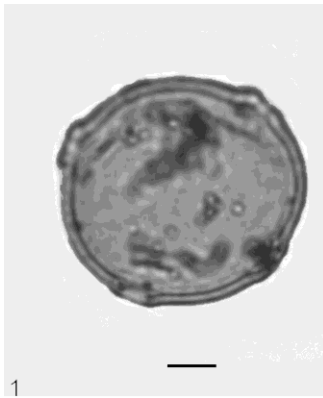
Abb. 9: *Carya* sp. 2 REM; Detail

Abb. 10: *Carya* sp. 3 LM; Polansicht

Abb. 11: *Carya* sp. 3 REM; Polansicht

Abb. 12: *Carya* sp. 3. REM; Detail

TAFEL 5



TAFEL 6

Juglandaceae, Ordnung Fagales

Abb. 1: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 1 LM; Polansicht

Abb. 2: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 1 REM; Polansicht

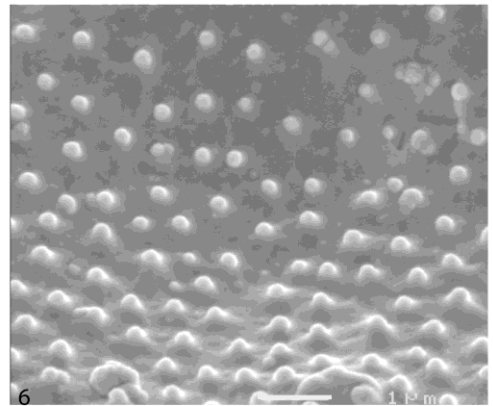
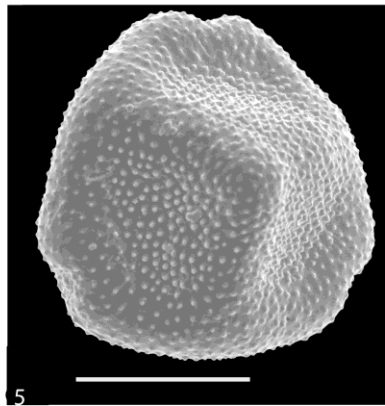
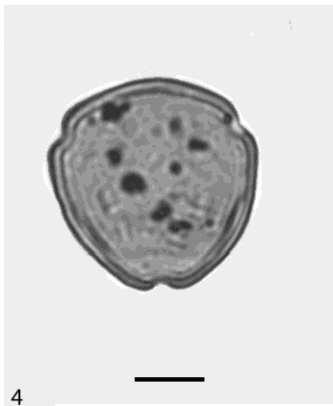
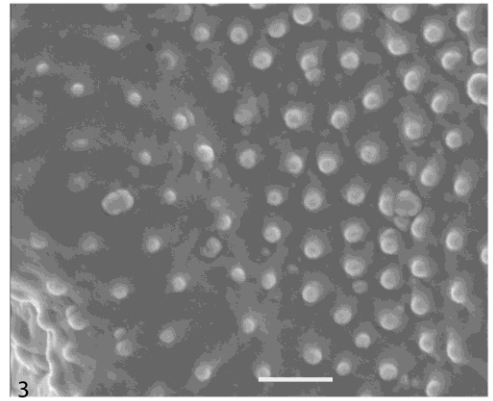
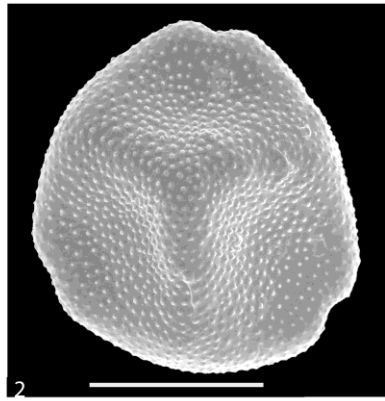
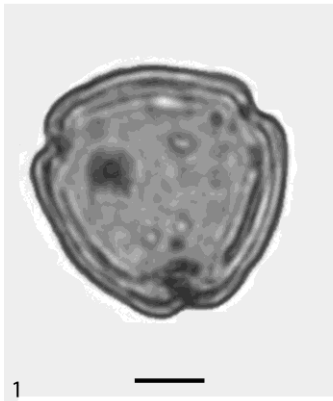
Abb. 3: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 1 REM; Detail

Abb. 4: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 2 LM; Polansicht

Abb. 5: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 2 REM; Polansicht

Abb. 6: Engelhardioidea gen. et. sp. indet. 2 REM; Detail

TAFEL 6



TAFEL 7

Euphorbiceae, Ordnung Malpighiales

Abb. 1: *Euphorbica* sp. LM; Polansicht

Abb. 2: *Euphorbica* sp. REM; Äquatorialansicht

Abb. 3: *Euphorbica* sp. REM; Detail

Styricaceae, Ordnung Ericales

Abb. 4: *Rhederodendron* sp.1 LM; Äquatorialansicht

Abb. 5: *Rhederodendron* sp.1 REM; Äquatorialansicht

Abb. 6: *Rhederodendron* sp.1 REM; Detail

Abb. 7: *Rhederodendron* sp.2 LM; Äquatorialansicht

Abb. 8: *Rhederodendron* sp.2 REM; Äquatorialansicht

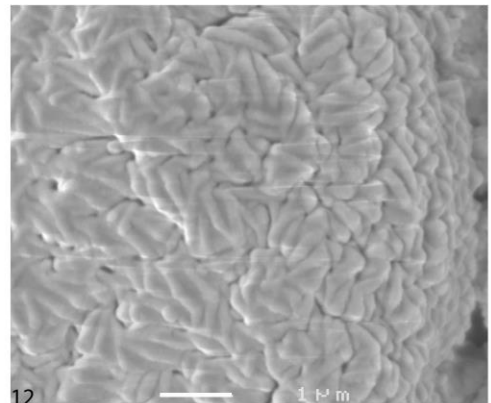
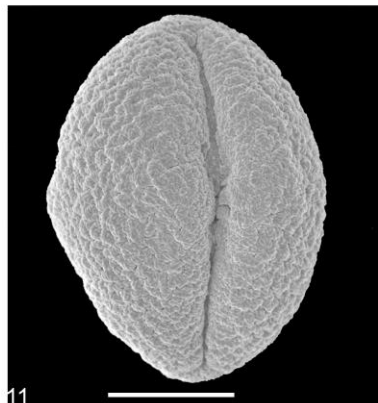
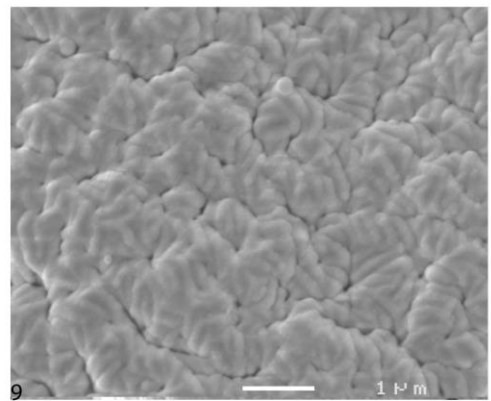
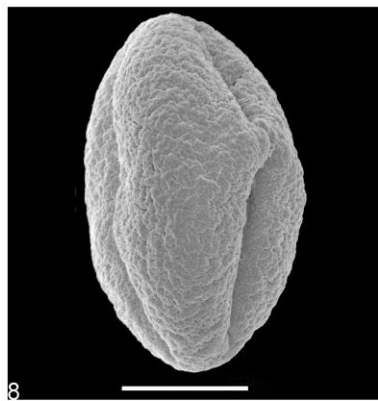
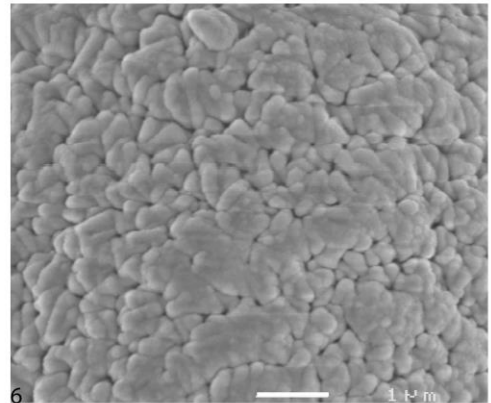
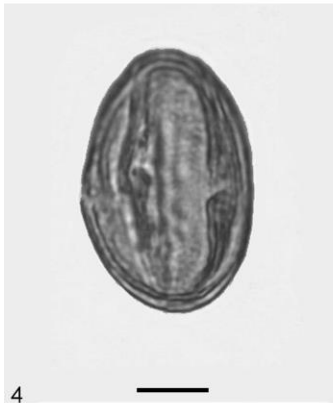
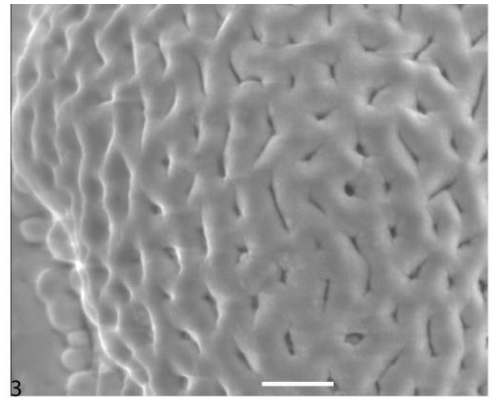
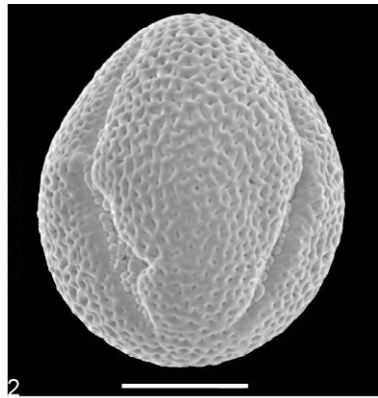
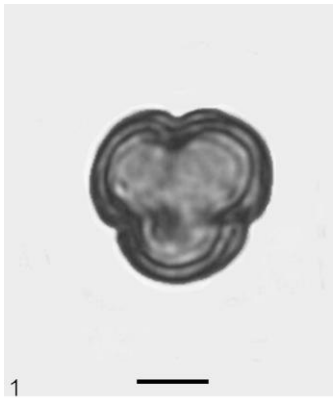
Abb. 9: *Rhederodendron* sp.2 REM; Detail

Abb. 10: *Rhederodendron* sp.3 LM; Äquatorialansicht

Abb. 11: *Rhederodendron* sp.3 REM; Äquatorialansicht

Abb. 12: *Rhederodendron* sp.3 REM; Detail

TAFEL 7



TAFEL 8

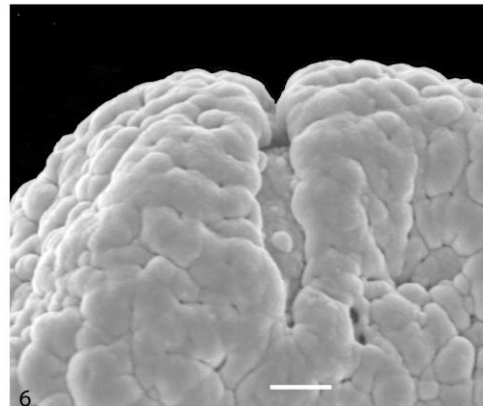
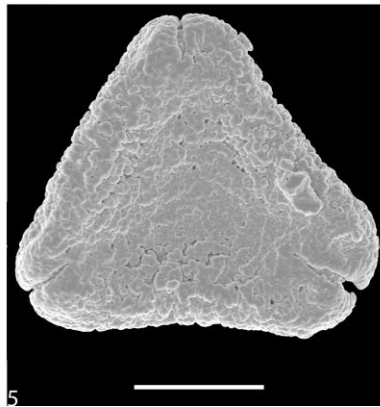
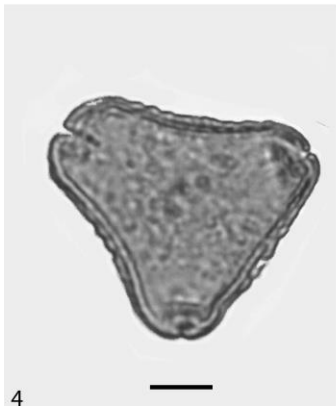
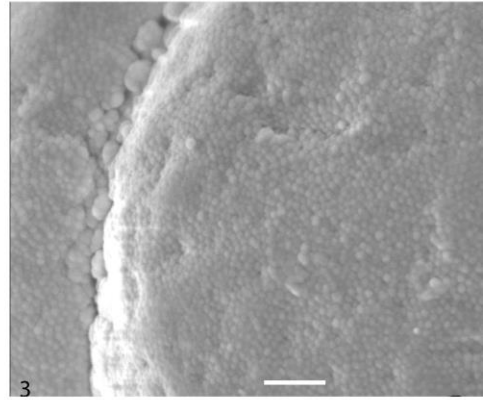
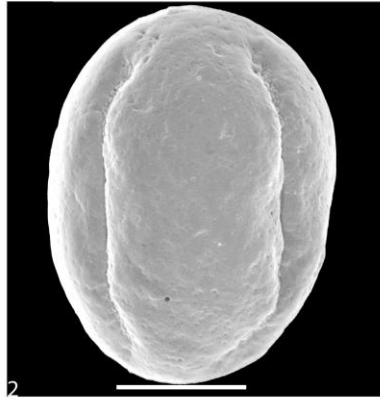
Sapotaceae, Ordnung Ericales

- Abb. 1: Sapotaceae gen. et sp. indet.1 LM; Äquatorialansicht
Abb. 2: Sapotaceae gen. et sp. indet.1 REM; Äquatorialansicht
Abb. 3: Sapotaceae gen. et sp. indet.1 REM; Detail

Symplocaceae, Ordnung Ericales

- Abb. 4: *Symplocos* sp. LM; Polansicht
Abb. 5: *Symplocos* sp. REM; Polansicht
Abb. 6: *Symplocos* sp. REM; Detail

TAFEL 8



TAFEL 9

Oleaceae, Ordnung Laminales

Abb. 1: Oleaceae gen. et sp. indet.1 LM; Polansicht

Abb. 2: Oleaceae gen. et sp. indet.1 REM; Polansicht

Abb. 3: Oleaceae gen. et sp. indet.1 REM; Detail

Abb. 4: *Fraxinus* sp. LM; Polansicht

Abb. 5: *Fraxinus* sp. REM; Polansicht

Abb. 6: *Fraxinus* sp. REM; Detail

Abb. 7: Oleaceae gen. et sp. indet.2 LM; Polansicht

Abb. 8: Oleaceae gen. et sp. indet.2 LM; Polansicht

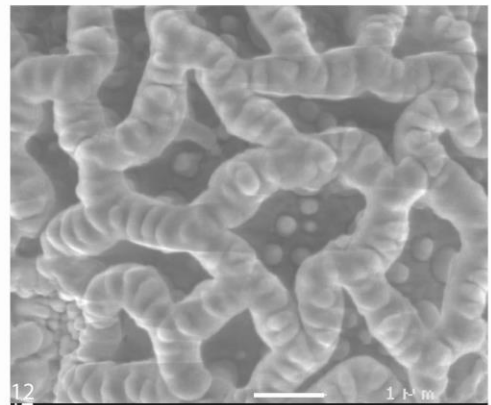
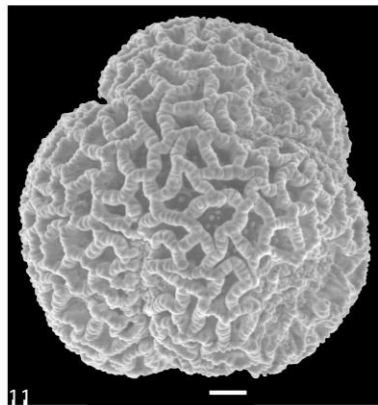
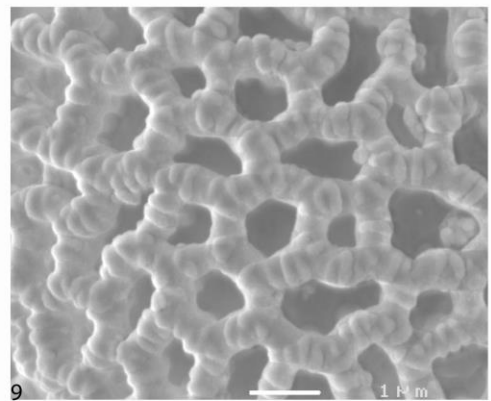
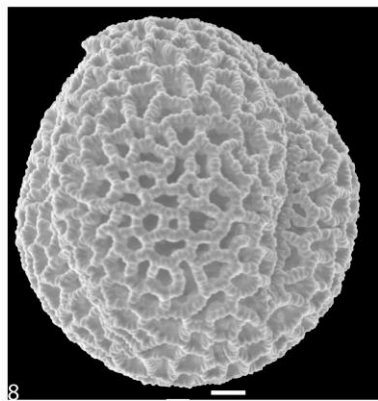
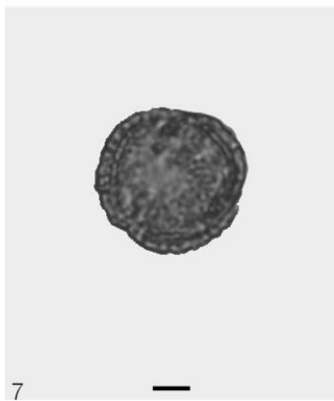
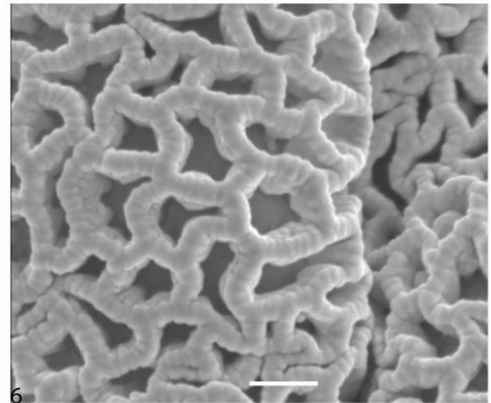
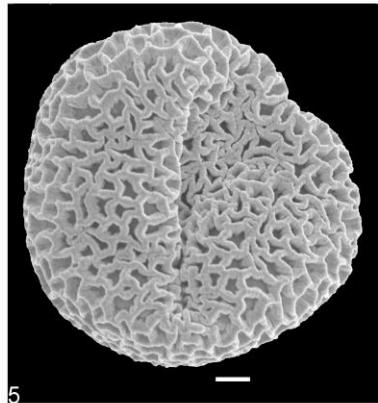
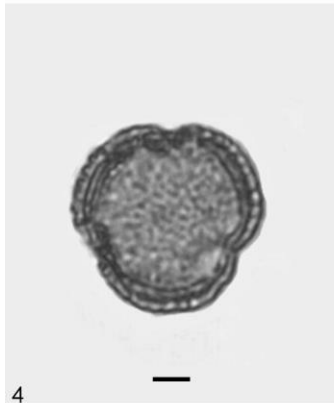
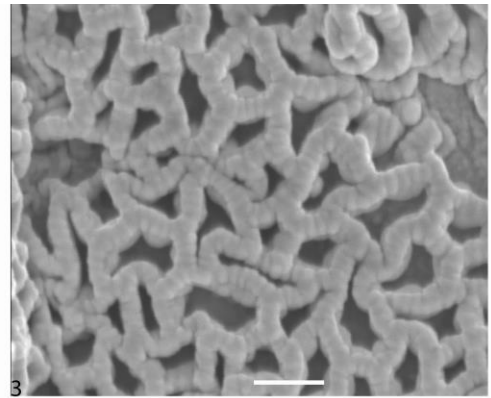
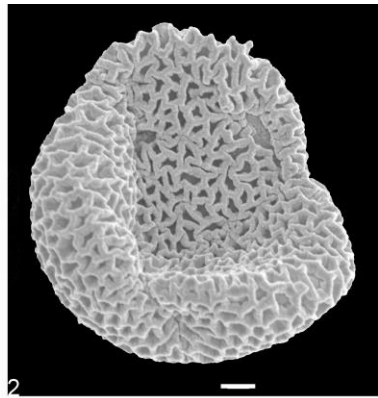
Abb. 9: Oleaceae gen. et sp. indet.2 LM; Detail

Abb. 10: Oleaceae gen. et sp. indet.3 LM; Polansicht

Abb. 11: Oleaceae gen. et sp. indet.3 REM; Polansicht

Abb. 12: Oleaceae gen. et sp. indet.3 REM; Detail

TAFEL 9



TAFEL 10

Unbestimmt

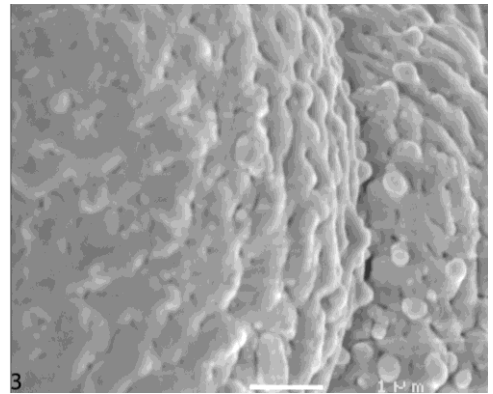
Abb. 1: Gen. et sp. indet 1 LM; Äquatorialansicht

Abb. 2: Gen. et sp. indet 1 REM; Äquatorialansicht

Abb. 3: Gen. et sp. indet 1 REM; Äquatorialansicht

Abb. 4: Gen. et sp. indet 1 REM; Äquatorialansicht

TAFEL 10



ZUSAMMENFASSUNG

Palynologische Analysen stellen eine Möglichkeit dar, paläoökologische Faktoren zu eruieren. Die in dieser Arbeit erstmalig untersuchte „Phosphoritkonkretion“ stammt aus Hinzenbach/Eferding Oberösterreich und wird ins Oligozän datiert. Durch eine mechanische und chemische Aufbereitung der Probe wurden lichtmikroskopische (LM) und rasterelektronenmikroskopische (REM) Bilder aufgenommen. Diese wurden pollenmorphologisch beschrieben. Die darin enthaltenen Pollen geben Aufschluss über die damalige Flora.

ABSTRACT

Palyonological analysis offers an opportunity to reconstruct paleoecological facts of a specific time. In this work a “phosporite-concretion” from Hinzenbach/Eferding Upper-Austria dated for Oligocene was analysed for the first time. Through mechanical and chemical preparations light microscopic (LM) and scanning electron microscopic (SEM) pictures were made. Afterwards, these pictures where described by their pollen-morphological features. The pollen within provide information about the flora of that time.