

Die Unterkarbon-Floren der Ostalpen

Michael Wachtler

P. P. Rainerstrasse 11, 39038 Innichen, Italy; E-mail: michael@wachtler.com

Bei den ostalpinen Floren aus dem Unterkarbon (Viséum) handelt es sich um oft schlecht erhaltene und verschwemmte Pflanzenteile. Sie sind aber interessant, da schon in diesem frühen geologischen Zeitraum die Riesenbärlappe wie *Lepidodendron* und *Sigillaria*, sowie die *Calamites*-Schachtelhalme (*Archaeocalamites radiatus*) vollkommen ausgebildet waren. Darüber hinaus konnten sich verbreitete Farngesellschaften etablieren, welche teilweise Verwandtschaftsverhältnisse aus dem Devon wie *Praecallipteridium* oder *Rhodeopteridium* mit bifurkaten Blattermergenzen erkennen ließen, aber genauso schon moderne Eigenschaften entwickelt hatten, sodass die Neubeschreibung der häufigst vorkommenden Art, *Adiantites flabellifolium* n. sp. sinnvoll erschien. Wenn auch im Unterkarbon später folgende Entwicklungslinien wie bei den Baumfarn-Vorläufern *Cyatheites* oder *Dicksonites*, aber auch Danaea-Vorfahren (*Danaeites*), noch schwer erkennbar sind, formten sich in dieser Zeit eine Fülle von heute die Erde bestimmende Pflanzen, welche im Oberkarbon aufgrund des weit verbreiteten feuchten und tropischen Klimas ihren Höhepunkt erreichte. Wie kaum irgendwo weltweit lassen sich in diesem kleinräumigen Gebiet, welche das erweiterte Welterbe Dolomiten umfasst, eine nun folgende mehr als 100 Millionen Jahre andauernde Periode der lückenlosen Entwicklung der Pflanzen und der damit verbundenen Klimakatastrophen, dokumentiert in vielen Schichtfolgen aus dem Karbon, dem Perm und die Trias dokumentieren, die entscheidend für die Evolution von Farnen, Schachtelhalmen, Bärlappgewächsen und der Nacktsamer wie Nadelbäume, Ginkgos und Cycadeen war.

Jänner 2025

Schlüsselworte: Unterkarbon Floren, Viséum, Alpen, *Archaeocalamites*, *Lepidodendron*, Farne



Eine Flora-Gemeinschaft aus dem Unterkarbon der Alpen (vor etwa 330 Millionen Jahren). Häufig war ein primitiver Calamites-Schachtelhalm, *Archaeocalamites radiatus* (1) mit vielfach gegabelten Blattnadeln. Bei den Farnen dominierten *Adiantites flabellifolium* (2), *Rhodeopteridium leptofoliatum* (3), sowie *Praecallipteridium parvifolium* (4). Mittlerweile erreichten auch verschiedene Bärlappbäume (*Lepidodendron* (5,6), *Sigillaria* (7)) einen nur wenige Millionen Jahre andauernden, später nie mehr erreichten Riesenwuchs.

Die ältesten Vorkommen von fossilen Pflanzen in den Ostalpen lassen sich auf das Unterkarbon und weiter eingegrenzt auf das mittlere Viséum (vor etwa 340 Millionen Jahren) zurückverfolgen (van Amerom et al 1984). Hier ist es eine teilweise tausend Meter mächtige Abfolge von Schichten - die Hochwipfel-Formation - in der sich ab und zu unterschiedliche Flora-Gemeinschaften finden lassen. Nicht nur wegen ihrer Seltenheit und des oft schlechten Erhaltungszustandes sind allerdings genaue Klassifizierungen schwierig. Auch die Nomenklatur, besonders die Vielzahl der vermuteten Pflanzenarten ist revisionsbedürftig.

Eine weitere, etwas jüngere Fundschicht ging als Nötscher Karbon in die Geschichte ein und dürfte dem oberen Viséum bis ins ältere Serpukhovium angehören (Amerom & Schönlaub, 1992). Beide Floren zeigen Pflanzenfossilien, welche sowohl Rückschlüsse auf Vorfahren im Devon ziehen lassen, aber teilweise auch erstaunlich hoch entwickelt waren.

Unterkarbonische (Viséum) Floren

Die Hochwipfel-Formation, benannt nach dem 2.195 m hoch gelegenen Hochwipfel oberhalb der Rattendorfer Alm, erstreckt sich in den Karnischen Alpen an der österreichischen Seite - vom Wolajer-See bis nach Thörl-Maglern -, auf der italienischen Seite von Forni Avoltri bis Paularo. Die interessantesten Pflanzenfundpunkte kommen in der Nähe der Marinelli-Hütte, oberhalb von Forni Avoltri (van Amerom et al 1984), sowie dem Tröpolacher Almweg oberhalb der Gemeinde Rattendorf (Kabon & Schönlaub, 2019) vor. Anzunehmen ist, dass die Floren durch längere Transportwege in Mitleidenschaft gezogen wurden, sodass aussagekräftige Details selten erhalten blieben. Besonders häufig finden sich *Calamites*-Schachtelhalme, Bärlappgewächse in Form von *Lepidodendron* und *Sigillaria*. Nur in den seltensten Fällen lassen sich einigermaßen erkennbare Farnfiedern orten.

Ab dem späten 19. Jahrhundert erregten diese ältesten Floren der Ostalpen das Interesse von Forschern wie Stur, 1868, Frech 1894, Gortani, 1905 und 1906, sowie Vinassa de Regny, 1905 und 1906. Den beiden italienischen Geologen Michele Gortani (1883-1966) und Paolo Emilio Vinassa



Der Rifugio Marinelli in der italienischen Region Friuli Venezia Giulia befindet sich auf 2120 m Meereshöhe. Die Pflanzenhorizonte aus dem Unterkarbon befinden sich auf der Kuppe hinter der Hütte in Richtung Monte Coglians.



Der Tröpolacher Almweg liegt oberhalb von Rattendorf in der Nähe des Nassfeldes. Die aus dem Unterkarbon stammenden Pflanzenschichten treten an den Hängen des Weges oder der Skipisten heraus.

de Regny (1871-1957) verdanken wir die Kenntnis erster Pflanzenfunde in der Nähe der Marinellihütte (*Calamites* sp. oder der Farn *Neurodontopteris auriculata*), wobei sie diese wechselnd dem Unter-, als auch dem Oberkarbon zuwies (Vinassa de Regny & Gortani, 1905, 1906). Nach teilweise erbitterten Streitschriften zwischen Vinassa de Regny, Gortani, Frech und Geyer war es der österreichische Geologe Franz Heritsch (1943), der den Begriff Hochwipfelfazies prägte und diese dem Unterkarbon zuordnete (Kabon & Schönlaub, 2019).

Erst nach dem Zweiten Weltkrieg setzten weitere Forschungen, vor allem von holländischen Paläobotanikern unter der Leitung von Hendrick W. J. van Amerom (1933-2018) ein, welche die Fundstellen rund um die Marinelli-Hütte oberhalb von Collina aufarbeiteten (Amerom et al. 1984).

An verschiedenen Fundpunkten entdeckten sie *Archaeocalamites radiatus*, und beschrieben vermutete Farnvorläufer wie *Rhodeopteridium aphlebotum* und *Rhodeopteridium leptofoliatum*, als auch *Cardiopteridium dijkstrae* neu. Weiters entdeckten sie *Sphenopteridium*-Farne und korrelierten Bärlappe wie *Lepidodendron lossenii* mit anderen Fundgebieten aus Ostdeutschland.

Ein nächster paläobotanischer Meilenstein erfolgte im Jahr 2019 durch Herbert Kabon und Hans Peter Schönlaub mit der Aufarbeitung der Flora der Hochwipfel-Formation rund um die Kärntner Tröpolacher Alm. Die fossilen Pflanzen dieses Fundgebietes dürften leicht später als jene der Marinellihütte, aber früher als das Nötscher Karbon abgelagert worden sein und teilweise dem Oberviséum angehören (Kabon & Schönlaub, 2019).

Allen Lokalitäten gemeinsam ist, dass die Erhaltungszustände der Pflanzen teilweise fragmentiert und schlecht sind. Nur küstennahe und transportresistente Calamitaceen-Stämme sind einigermaßen gut konserviert und häufig. Wahrscheinlich wurden die Pflanzen, in nahe gelegene Gewässer mitgerissen, wobei dort sowohl Zentimeter dicke Lagen von Treibgut in Form größerer Schachtelhalme oder Bärlappe sich ansammelten, äußerst selten eine Einbettung in feinere Schlämme erfolgte, wo sich manchmal filigrane Farne, Samen oder Fruktifikationen in fein laminierten Schichten erhalten konnten.

Unterkarbonische (Serpukhovium) Floren

Etwas jünger, vermutlich zwischen oberem Viséum und älterem Serpukhovium (Oberes Mississippium) abgelagert, dürften die Pflanzen der verschiedenen Fundstellen im Raum Nötsch in Kärnten sein (Amerom & Schönlaub 1992). In den dortigen Sedimenten finden sich höher entwickelte Bärlappgewächse vor allem *Lepidodendron*, seltener *Sigillaria*, *Archaeocalamites*-Schachtelhalme, sowie verschiedene Farne, wobei einige modernere Züge, ähnlich jenen aus dem Oberkarbon aufweisen, andere wiederum den Vorfahren aus dem Devon fast gleichzusetzen sind. Auszuschließen sind auch hier wie in der Hochwipfel-Formation die Präsenz von Nacktsamern, und sei es auch nur als Protogymnospermen.

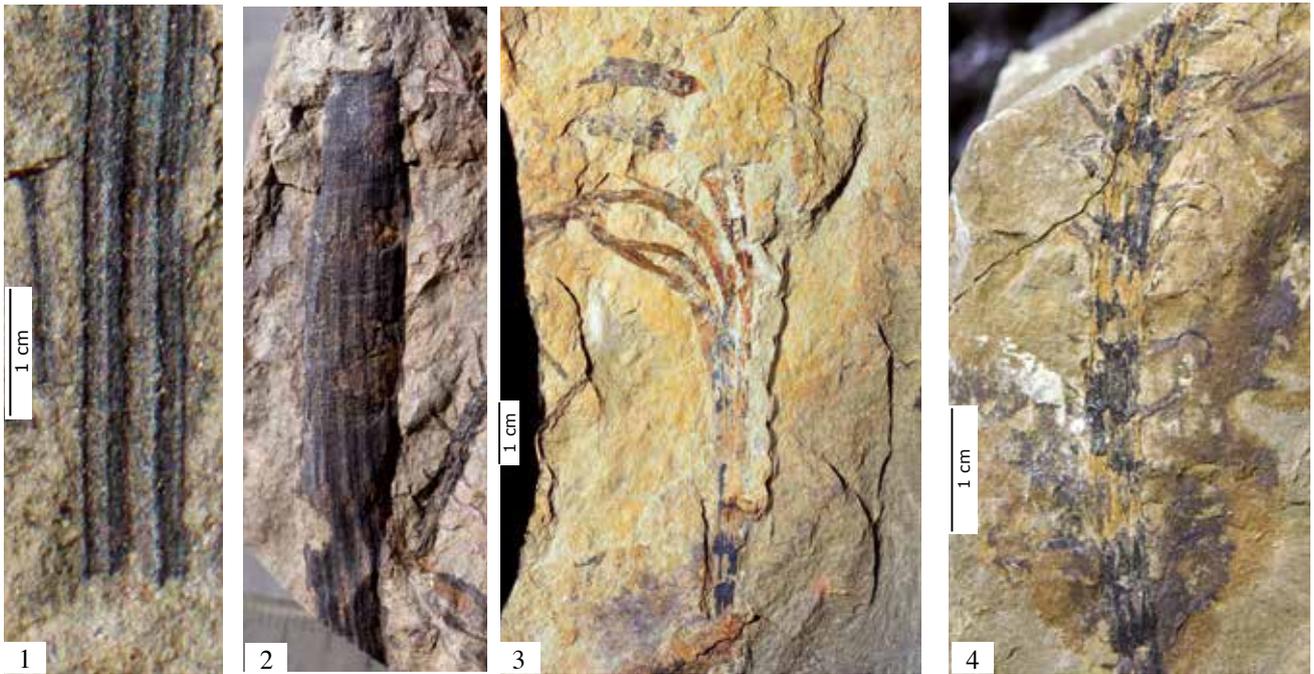


Der Fundpunkt Oberhöher (Fischerhube) bei Nötsch. Es finden sich vor allem Brachiopoden, Trilobiten und Seelilienglieder. Aus Koninck L. G. 1873. Bruchstück eines Calamiten (*Bornia radiata* = *Archeocalamites radiatus*). Oberhöher, Nötsch

Als erster befasste sich der slowakische Geologe und Paläontologe Dionýs Štúr mit dem Nötscher Karbon (1871), wobei er aufgrund des Vorhandenseins von *Archaeo(calamites) transitionis* sowie von *Lepidodendron veltheimianum* auf ein unterkarbonisches Alter schloss. 1873 bildete der belgische Paläontologe und Chemiker Laurent-Guillaume de Koninck erstmals den Stamm eines Calamiten mit dem Namen *Bornia radiata* aus Nötsch ab. F. Frech (1894) und P. G. Krau-



Ein außerordentlich gut erhaltener Farnwedel mit dem Fundort Nötsch (Pb/02/6/13). Altfund in der Geologischen Bundesanstalt Wien (Geosphere Austria). Auch der *Lepidodendron* Ast stammt vom gleichen Fundort.



Archaeocalamites antiquus. Mitteldevon, Mittleres Eifelium. 1-2. Stammteile (LIND 153, LIND 252, Coll. Wachtler, Dolomythos); 3. Seitenäste (LIND 14); 4. Seitenast (LIND 504, beide Coll. Pohl). Fundort Lindlar

se vermuteten aufgrund der Primitivität der Pflanzen ebenfalls eine Ablagerung im Unterkarbon und wiesen auf Ähnlichkeiten mit bekannten Funden aus der „Culm-Flora“ im Rheinischen Schiefergebirge hin (Amerom & Schönlaub 1992). Kurz vorher, zuerst im Jahr 1875 mit der Aufarbeitung des mährisch-schlesischen Dachschiefers und zwei Jahre später, 1877, die Culm-Flora der Ost-rauer und Waldenburger Schichten, arbeitete Dionýs Štúr (1827-1893) diese gleichfalls aus dem Unterkarbon stammenden Pflanzen mustergültig und bis in die Gegenwart kaum übertroffen auf. Es zeigte sich, dass viele Pflanzen, wie die später im Oberkarbon in vielen Unterarten auftretenden Calamitaceae vor allem durch ihre reiche Beblätterung der Seitenäste mit vielfach sich zerteilenden Aufspaltungen der schlanken Blattnadeln auffielen (Stur, 1875). Auch Farne wie die primitive vielfach gegabelte *Rhodea* (später von Zimmermann, 1959, aufgrund Namensgleichheit mit einer Blütenpflanze in *Rhodeopteridium* geändert), oder eine Vielzahl von zarten *Adiantites*-Farnen (Stur, 1877) finden sich sowohl in der Culm-Flora als auch den Ostalpen.

Am intensivsten befassten sich der holländische Paläobotaniker Hendrick W. J. van Amerom, zusammen mit dem österreichischen Privatforscher Herbert Kabon (1999,

2000, 2003) mit den Pflanzenfossilien rund um Nötsch, wobei ihre Funde Eingang in die Paläobotanische Sammlung des Kärntner Landesherbars in Klagenfurt fanden.

Calamitaceae

Am häufigsten finden sich Überreste von Vorläufern der später im Oberkarbon der Ostalpen in vielen Unterarten auftretenden Calamitaceae. Diese Pflanzengruppe, welche nur entfernte Ähnlichkeiten mit der heutigen Schachtelhalmgattung *Equisetum* aufweisen, entwickelten sich ab dem Mitteldevon (Eifelium, vor ca. 390 Mio. Jahren) mit *Archaeocalamites antiquus* (Wachtler 2023b). Es scheint, dass die ursprünglichste Abstammungslinie von *Calamites* bei den homosporen Lycophyten zu suchen ist, während die heute bekannten *Equisetes*-Arten sich von ursprünglichen Farnen abspalteten. Im Unterkarbon, vor allem in der Hochwipfelformation gehören sie aufgrund der harten Stängel zu den beherrschenden fossilen Pflanzen. Allerdings setzt ab diesem Zeitpunkt ein nomenklatorisches Wirrwarr, aufgebaut auf verschiedene Beschreibungen für Stammteile, Seitenäste und Sporenzapfen ein (Taylor et al 2009).

Darauf soll hier nicht eingegangen werden, wobei der Name *Archaeocalamites* für an



Ostalpine Schachtelhalme aus dem Unterkarbon (Viséum), *Archaeocalamites radiatus*

1-2. Stamnteile (MAR 10, MAR 16); 3. Stammteil mit Internodien (MAR 12); 4. Stamm mit Astabzweigungen (MAR 32); 5. Sporangiophore (MAR 09); Alle Marinellihütte; 6. Stammteil (TRÖP 08); 7. Stammteil mit Fruchtstand (TRÖP 06); 8. Stamm (TRÖP 24) Tröpolacher Almweg; Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum



Archaeocalamites radiatus Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium)

a. Pflanze mit Sporangienständen; b. Stammstück; c. Detail der Blätter; d. Wirtel an den Verzweigungsästen; e. Detail eines Seitenastwirtels; f. Aststück mit Sporangienzapfen; g. Einzelner Sporophyllzapfen; h. Detail eines Sporangienträgers

Schachtelhalme erinnernde fossile Pflanzen vom Devon bis in den Unterkarbon beibehalten wird, während *Calamites* für jene aus dem Oberkarbon bis in den Oberperm verwendet wird. Die Calamitaceen gehörten später zu den großen Verlierern der Perm-Trias-Krise und starben ohne Nachfahren zu hinterlassen, aus. Ab diesem Zeitpunkt begann dann erst der Siegeszug der heutigen Schachtelhalme mit der fossilen Gattung *Equisetites* und der heutigen *Equisetum*.

Ihre Einordnung als eigene Gattung *Archaeocalamites* rechtfertigen ihre geradlinig durch die Knoten verlaufenden Längsrillen sowie ihre mehrfach gabelig geteilten Blattnadeln. Bei den später folgenden führten die Rillen an den Internodien gabelig versetzt weiter, während die Laminas an den Seitenästen blattförmig wurden und den Namen *Annularia* erhielten (Amerom & Schönlaub, 1992; Amerom & Kabon 1999, Amerom & Kabon, 2003, Kabon & Schönlaub 2019). Vorherrschende Art im Viséum ist *Archaeocalamites radiatus*. Ursprünglich von Adolphe Brongniart, 1828 als *Calamites radiatus* beschrieben, erkannte der slowakische Paläontologe Dionýz Štúr anhand von Funden (1877) in der gleich-

falls unterkarbonischen Culmflora (Mährisch-Schlesische Region), dass die Unterschiede zu *Calamites* die Begründung einer eigenen Gattung sinnvoll machten.

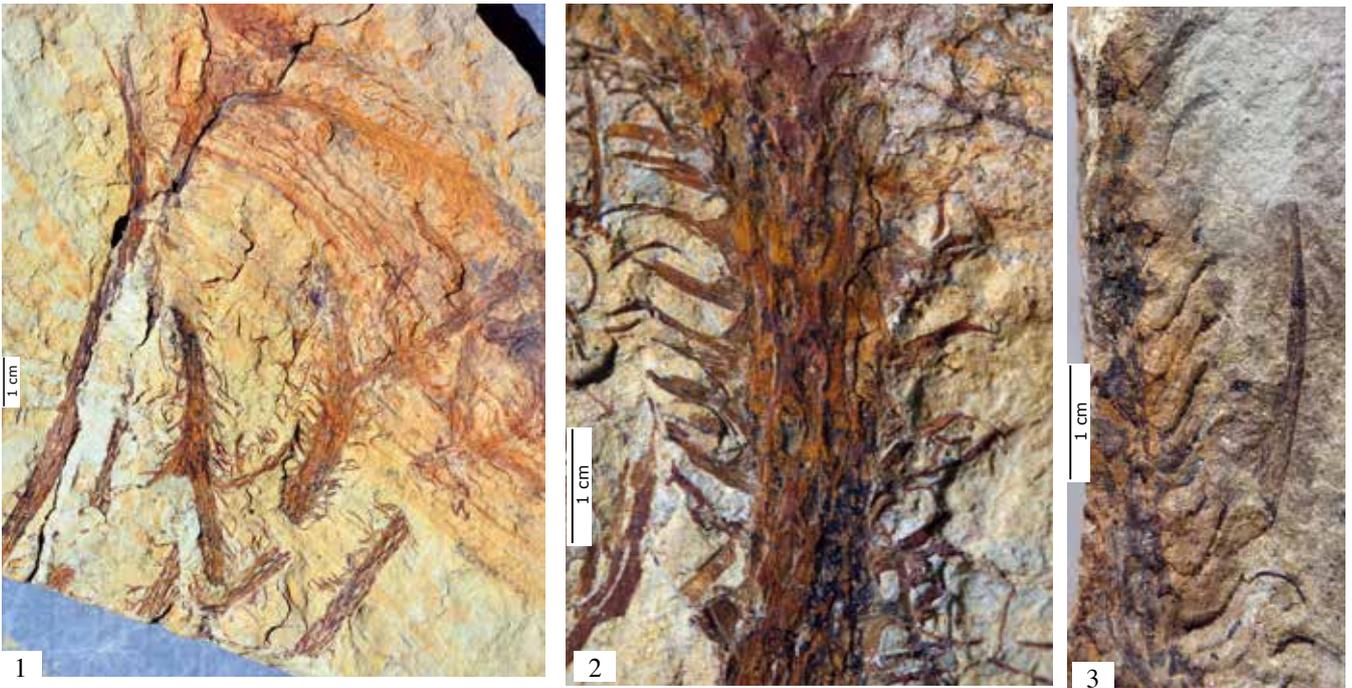
Ob die Belege der Culm-Flora konspezifisch mit jenen aus den Ostalpen sind, ist anhand des fragmentarischen Charakters ungewiss. Bis auf weiteres wird die Bezeichnung *Archaeocalamites radiatus* sowohl für jene aus der Hochwipfel-Formation als auch von Nötsch für an Schachtelhalme erinnernde Stämme sowie gabelig verzweigten Blattnadeln der Sekundäräste verwendet, obwohl es angebracht wäre, die etwas jüngeren als eigene Art zu klassifizieren. Bei den Sporangienständen scheint es Unterschiede zu geben, wobei die meisten eine von gegabelten Blattnadeln ummantelte Sporangie tragen. Es scheint, dass einige zwei miteinander verbundene und invers hängende Sporangien aufweisen, wobei hier wahrscheinlich der Name *Archaeocalamites transitionis* sinnvoll sein könnte.

Alle anderen für einzelne Pflanzenteile verwendeten Bezeichnung stiften nur Verwirrung und führen zu keinen zielführenden Ergebnissen. Die gegabelten Blattwirtel sind



***Archaeocalamites radiatus* Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium)**

1. Stammteil (Nöt 12B); 2. Stammteil (Nö 6/1-BPB 2003); 3. Stamm (Nö 6/2); 4-5. Stämme mit Lateralverzweigungen (P8-1B-BPB 38, Nöp 18/A-BPB 1932); 6-7. Sekundäre Blattverzweigungen (Nöp97A, Nöp 28A-BPB 1947); 8. Seitenästchen (HeG 42A-BPB 1989); 9. Vermutlicher Sporenstand mit zweiteiligen Sporangien (Nöp 15A-BPB 1923); Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt



Protolpidodendron leschii. Mitteldevon, Mittleres Eifelium. 1.-2. Zweige mit teilweise ungegabelten und gegabelten Blattnadeln (LIND 02, LIND 510, beide Coll. Pohl); 3. Sporophyllstand (Holotyp LIND 88, Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum); Fundort Lindlar

der Folge am ehesten noch in der etwas jüngeren Steinacher Flora (Bashkirium-Moskovium) bei *Calamites steinachii* zu erkennen (Wachtler, 2025). Anschließend verschwinden sie in Richtung Oberkarbon und sind bei der Parade-pflanze aus der Kronalpe in Kärnten *Calamites multiramus* (*Annularia stellata*), sowie anderen aus diesen Gebieten (*Calamites carnicus*, *Calamites microphyllus*) nicht mehr wahrzunehmen (Wachtler, 2023b).

Lycophyten

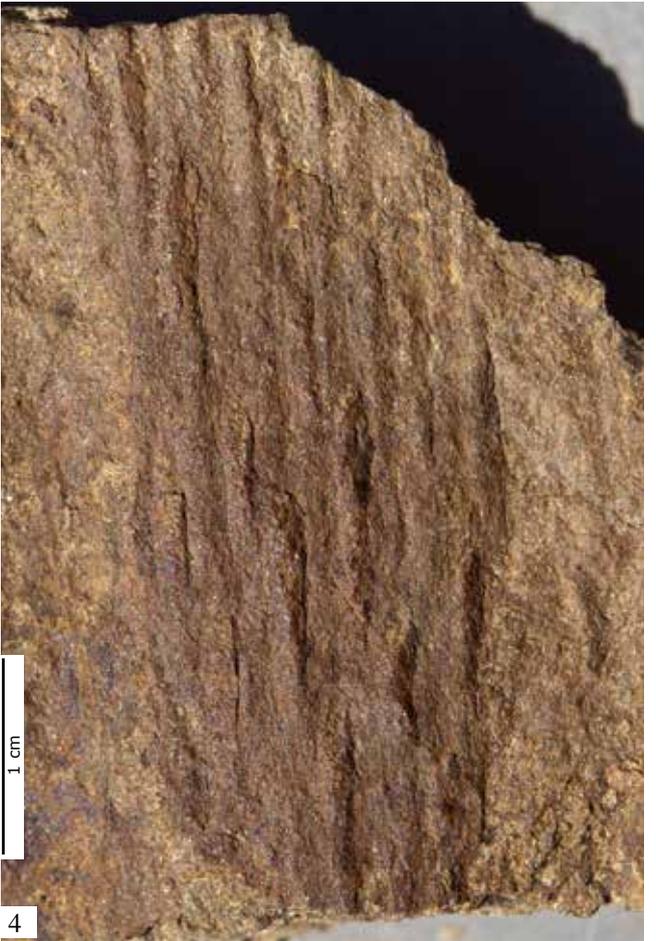
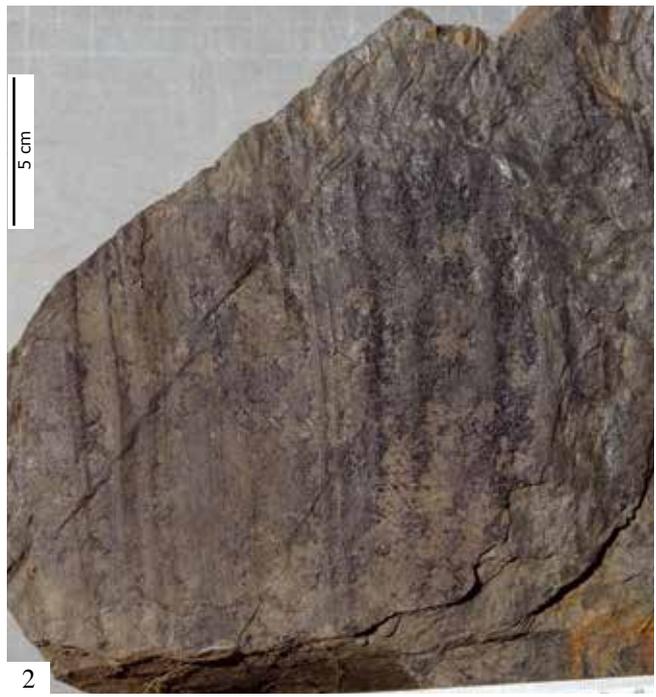
Bei den Bärlappbäumen im Unterkarbon dürften zumindest zwei *Lepidodendron*-Arten und eine *Sigillaria* vorhanden gewesen sein. Dies kann neben den markanten und aussagekräftigen Blattpolstern an den Stämmen von *Lepidodendron* und *Sigillaria*, noch mehr aufgrund zweier unterschiedlicher Lepidodendronzapfen, sowie der Megasporangien von *Sigillaria* nachvollzogen werden. Eine, *Lepidodendron jostenii*, mit Erstbeschreibungsort vom Hermsberg bei Bad Bleiberg, zeichnet sich durch zweifach geteilte Blattfortsätze aus und wurde anstelle von *Eleutherophyllum jostenii* (Amerom & Karon, 2003) neu kombiniert. Die Fruchtzapfen bestehen aus fast senkrecht der Achse angehefteten Brakteen, welche nach Hälfte

sich scharf in die Höhe biegen. Die Fruchtschuppen sind fest an der Achse angeheftet und liegen dicht am Zapfen aneinandergesprengt. Ähnliche Zapfen sind aus dem Oberkarbon als *Lepidodendron fritzii* bekannt (Wachtler 2023).

Eine weitere Art *Lepidodendron lossenii* entwickelte etwa 6 cm lange und über 1 cm breite Fruchtblätter mit einer markanten Mittelader. Die Sporangien sassen nierenfö-



Archaeosigillaria lindlarensis. Fertile und sterile Teile. Mitteldevon, Mittleres Eifelium. 4. Reifer Strobilus mit einem abgeworfenen Sporophyll (LIND 146); 5. Sporophyll mit herausgepressten Sporen (LIND 69); Alle Coll. Wachtler, Dolomythos



Ostalpine Bärlappgewächse aus dem Unterkarbon (Viséum)

1. *Lepidodendron lossenii*. Apikaler Stammteil (MAR 13; 2. *Archaeosigillaria* oder *Lepidodendron* sp. Großes Stammteil (MAR 15) Beide Marinellihütte; 3. *Archaeosigillaria* sp., Makrosporangie (TRÖP 11); 4. *Archaeosigillaria* sp., Apikaler Stammteil (TRÖP 20) Beide Tröpolacher Almweg; Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum



Ostalpine Bärlappe aus dem Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium). *Lepidodendron*, *Sigillaria*

1. Basistamm von *Lepidodendron*, eventuell auch *Sigillaria* (He D 14); 2. Stamm von *Lepidodendron* (Nöt 12A); 3-4. *Lepidodendron jostenii* (Synonyme: *L. lycopodioides*, *L. veltheimianus*). Größerer Verzweigungsast (Nöt 16A); 5-6. Stamm von *Lepidodendron jostenii* mit gegabelten Blattfortsätzen (He G 40); 7. Stamm von *Sigillaria* (Ep 7-1); Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt



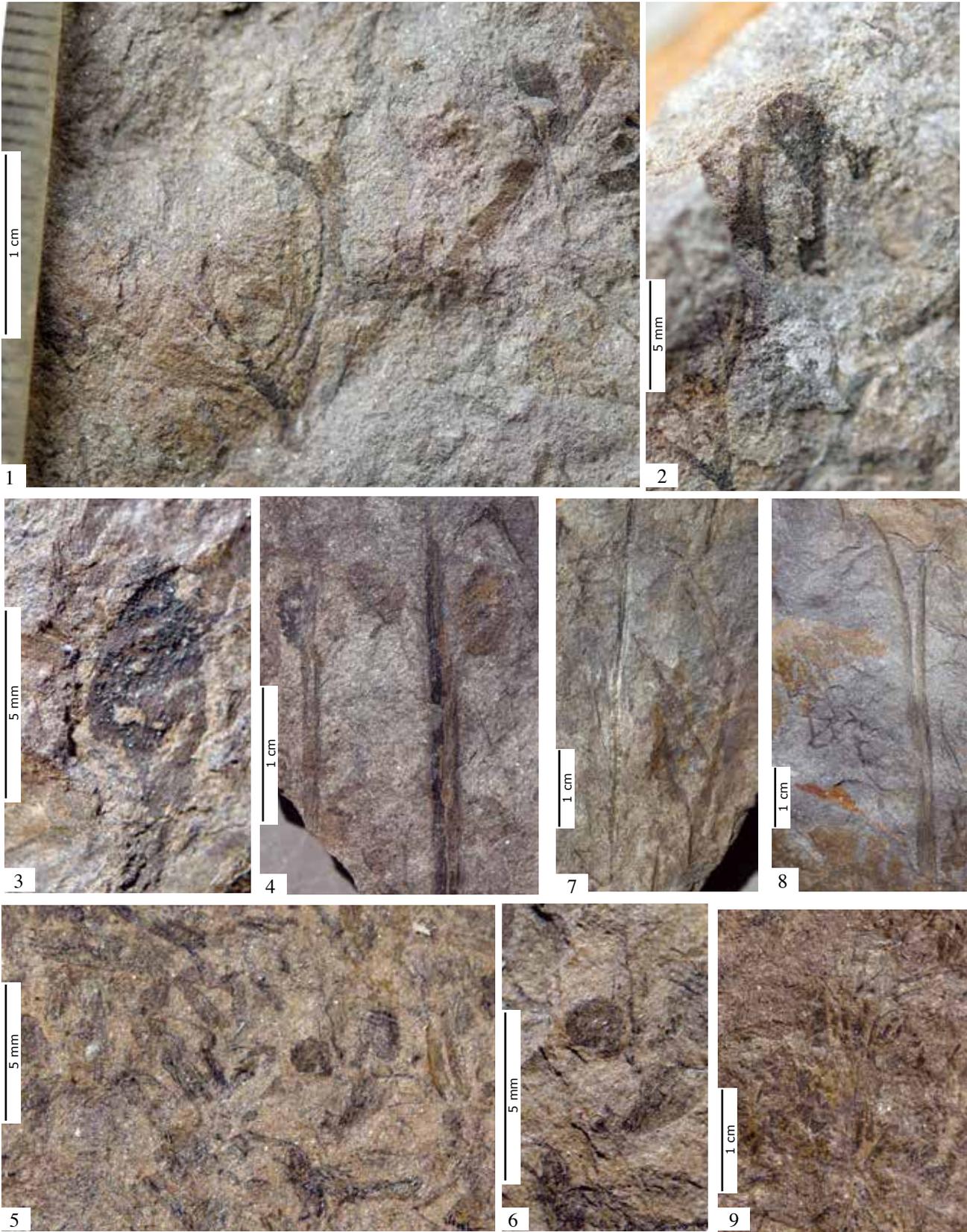
Lepidodendron, Zapfen

1-2. Zapfen, eventuell von *Lepidodendron jostenii* (Nöt 6A-BPB 60); 3. Sporophyll einer weiteren *Lepidodendron*-Art (Nöt 11A-BPB 59), Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt



Riesenbärlappbäume im Unterkarbon

Auch wenn es schwer verständlich scheint gab es trotzdem den ganzen Karbon über beträchtliche Unterschiede bei den Lycophyten der Ostalpen. **Sigillaria parallela**: a. Gesamtbaum; b. Zapfen; c. Sporophylle mit Mikro- und Makrosporangien; **Lepidodendron alpinus**: d. Baum; e. Zapfen, f. Homospores Sporophyll; **Lepidodendron jostenii**: e. Baum; Zapfen, g. Homospore Sporophylle



Ostalpine Farnvorläufer aus dem Unterkarbon (Viséum). *Rhodeopteridium leptofoliatum*

1. Zweige mit Sporangien und Detail (MAR 18); 3. Endständige Sporangie (MAR 33); 4. Zweig mit Sporangien (MAR 20); 5-6. Verschiedene Sporangien (MAR 06); 7-9. Verschiedene Zweige (MAR 18, MAR 17, MAR 03); Alle Marinelli-hütte, Coll. Wachtler, Dolomythos



Rhodeopteridium sp. (Viséum-Serpukhovium). Nötsch

1. Wedel (Nöp 6), 2. Wedelteil (Nöp 10); 2. Wedel (Nöp 41), 3. Wedel (nöp 41) Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt



Von heutigen Farnen bietet sich *Jamesonia* mit den größten Vergleichsmöglichkeiten an.

Jamesonia flexuosa. 4. Wedel. 5. Einzelfieder mit Sporangienhäufchen

mig am unteren Ende an. Nachfahren sind die im früher Oberkarbon auftretenden und vor allem aus der Fossilfundstellen Steinaacher Joch in Nordtirol und Tomritsch in Kärnten gut bekannte *Lepidodendron alpinus* (Wachtler 2025).

Auch zumindest eine *Archaeosigillaria*-Art war entwickelt, was durch rundliche Blattnarben an den Stämmen, sowie typische Sporangienkörper dokumentiert ist. Sie dürfte in Richtung, der im Oberkarbon in diesen Gebieten massenhaft vorkommende *Sigillaria parallela* weisen.

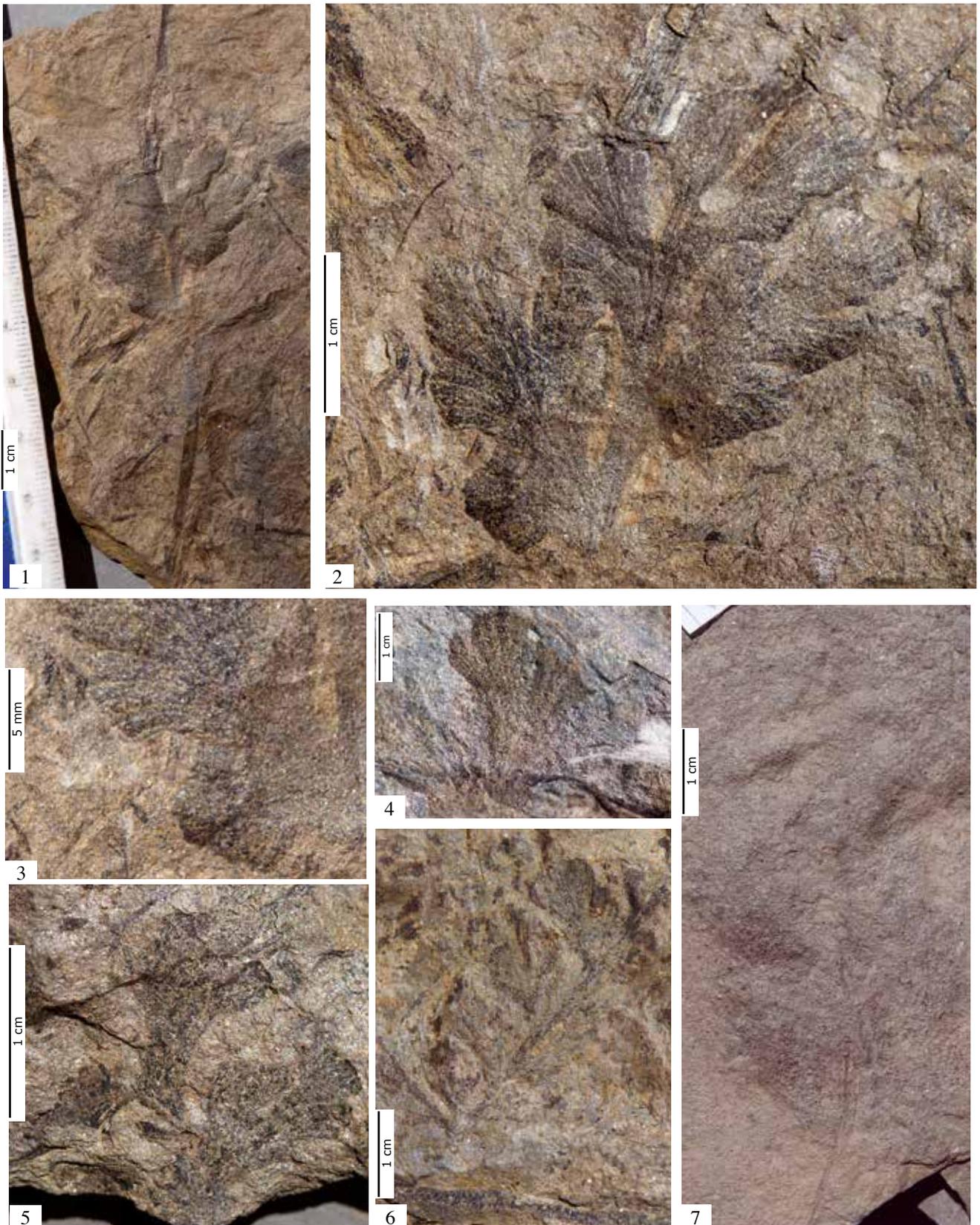
Da in den ältesten Ablagerungen der Ostalpen, in der Nähe der Marinelli-Hütte, teilweise Stämme von 20 cm Durchmesser vorkommen, dürften sich diese innerhalb eines geologisch kurzen Zeitraumes ab dem Oberdevon, bis zum ältestem Unterkarbon zu Riesenbärlapp-Bäumen entwickelt haben, welche im Oberkarbon eine nie für möglich gehaltene wuchtige Wuchsform erreichten

und für einige Millionen Jahre die Landschaften der nördlichen Hemisphäre dominierten.

Aufgrund der bisher gewonnenen Funde, vor allem der fertilen Organe ist gesichert, dass zumindest drei Riesenbärlapps im Unterkarbon der Ostalpen entwickelt waren, doch klaffen rund um das Aussehen oder ihre ökologische Nische beträchtliche Lücken, welche durch vermehrte Funde geschlossen werden sollten.

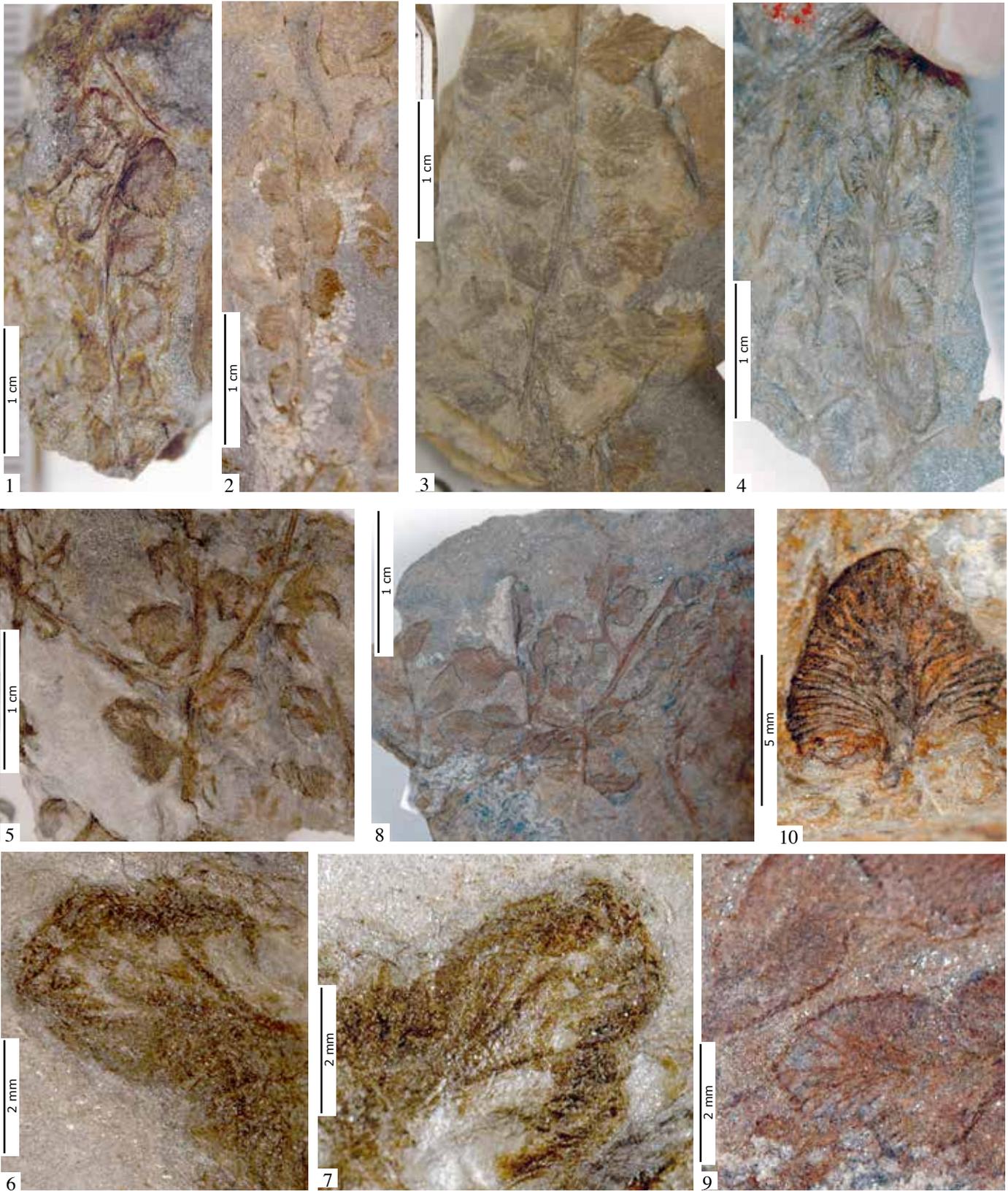
Farne

Neben den Schachtelhalmen und Bärlappgewächsen spielten die Farne im Unterkarbon der Alpen eine bedeutende Rolle. Im Oberkarbon fanden sich schon erkennbare Vorfahren heute weit verbreiteter Gruppen wie *Osmundites*, *Cyatheites*, *Dicksonites*, *Platycerites*, *Danaeites*, in der Paläobotanik eingeführte Endungen für fossile Pflanzen, mit



Ostalpine Farne aus dem Unterkarbon (Viséum). *Adiantites dijkstrae*

1-3. Farnwedel und Detail, sowie Teil eines fertilen Fiederchens (MAR 01); 4-6. Verschiedene Farnwedel mit teilweise segmentierten Fiederchen (MAR 18, MAR 27, MAR 16); 7. Fertiler Wedel (MAR 11); alle Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum



Ostalpine Farne aus dem Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium). *Adiantites flabellifolium*

1-4. Verschiedene Wedelteile und Fiedern (Nöp 37, Nöp 17, BPB 19474, Nöp 38); 5-7. Fertiler Wedel und Details der Sporangien (Nöp 35, designierter Holotyp); 8-9. Fertiler Wedel, Aufsicht (Nöp 52); 10. Einzelnes Fiederchen (Nöt 24)
 Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt

vermuteten Evolutionslinien zu rezenten Farnen wie *Cyathea*, *Osmunda*, *Dicksonia*, *Platyserium* oder *Danaea*. Etwas aus der Rolle fallen im Karbon die *Callipteridium*-Farne, wobei verwandtschaftliche Beziehungen zu den rezenten Schizaeales vermutet werden können und *Cyclopteris* mit eventuellen Naheverhältnissen zu den Dryopteridaceen. Man müsste annehmen, dass die geologisch relativ geringe Zeitspanne vom ältesten Oberkarbon (Bashkirium-Moskovium) mit ihrer Farnvielfalt in den Alpen und den zwischen Serpukhovium bis ins Viséum abgelagerten Pflanzen, einer Zeitdifferenz von ungefähr 20 Millionen Jahren Deutungen über verwandtschaftliche Beziehungen zuließen. Während dies bei *Calamites* und den Bärlapps *Lepidodendron* und *Sigillaria* müheles möglich ist, obwohl sie heute ausgestorben sind, gestalten sich die Einordnungen bei den Farnen schwieriger.

Da anzunehmen ist, dass die Farnvorläufer aus dem Oberkarbon nicht wie aus dem Nichts entstanden oder aus weit entfernten Gebieten migrierten, sondern sich aus Vorläufern aus dem Unterkarbon herausbildeten, sollten in Mimikry-Arbeit und genauen Nachforschungen die Evolutionslinien gesucht werden. Ein Verharren auf im Laufe der Jahrzehnte eingeführter Kunstbegriffe wie *Pecopteris*, *Neuropteris*, *Sphenopteris*, *Alethopteris*, *Mariopteris*, *Alloiopteris*, *Corynepteris* und viele weiterer wäre kontraproduktiv. Grundsätzliche Aufgabe der Paläobotanik sollte die Nachvollziehung von Evolutionslinien aufgrund von Meilensteinen bis in die Jetztzeit sein, was in vielen Fällen möglich ist. Forschungen in der Zukunft haben dann relativ leicht die Möglichkeit, diese Einordnungen zu revidieren und zu vervollständigen.

Anzumerken ist, dass es sich im Unterkarbon noch teilweise um Übergangsfloren zwischen Mitteldevon und Karbon handelt, und zwar Deutungen möglich sind, in manchen Fällen allerdings Schwierigkeiten bereiten.

***Rhodeopteridium* Zimmermann 1959**

Die primitivsten Züge aller Farnartigen weist eine sowohl im Viséum der Marinellihütte als auch in den etwas jüngeren Ablagerungen des Nötscher Karbon relativ häufig vorkommende Pflanze auf, welche als *Rhodeopteridium* Eingang in die Wissenschaft fand. Sie wurde ursprünglich von Walter Zimmermann

(1892-1980), in seinem 1959 erschienenen Werk „*Phylogenie der Pflanzen*“ als ein Musterbeispiel seiner Übergipfelungstheorie beschrieben. Diese erläutert, dass ursprünglich gleichwertige Triebe sich in Hauptachsen und seitliche Nebenachsen aufteilen, wobei die ersteren durch größere Wachstumsimpulse die zweiten überwachsen. In einer nächsten Phase, Planation genannt, richten sich die Seitenachsen durch verbindendes Blattmaterial in einer Ebene aus.

Schon aus der Culm-Flora Deutschlands beschrieb Stur (1877) eine Fülle von *Rhodea*-Arten, welche sich allesamt durch ihre dichotomisierenden Blattnadeln auszeichneten. Walter Zimmermann änderte den ursprünglichen Namen für die fossile Pflanze *Rhodea* (p. 274-28, p. 727, Abb. 139 B) in *Rhodeopteridium*, da im Jahre 1806 der deutschen Botaniker Albrecht Wilhelm Roth eine rezente Blütenpflanze namens *Rohdea* erstbeschrieben hatte und ihm der Unterschied in der Aussprache zu gering erschien. Aus Respekt vor dem großen deutschen Paläobotaniker soll dies akzeptiert werden. Obwohl die Formgattung *Sphenopteris* aus dem Karbon-Perm teilweise Ähnlichkeiten hat, kann diese nur als Bottich vieler Farnähnlicher ohne Kenntnis ihrer fertilen Organe gelten.

Aus dem Unterkarbon der Marinellihütte wurden drei Arten beschrieben (Amerom et al, 1984), wobei zwei (*Rhodeopteridium aphlebotum*, *Rhodeopteridium leptofoliatum*) als neu eingestuft wurden. Hier wird die etwas häufigere Art *Rhodeopteridium leptofoliatum* (*leptus* = dünn, *foliatus* beblättert, also *Rhodeopteridium*-Art mit dünnen Blättern bevorzugt), und die zweite als Synonym betrachtet.

Charakteristisch ist ihr einfaches Achsensystem, wobei die schmalen langen Blattnadeln sich im Gipfelbereich entweder gabeln oder einfach spitz enden. Interessanterweise sitzen am Ende breitflächig Sporangien auf. Diese zeigen sich, wo ersichtlich als ringförmige Gebilde mit verdickten Radial- und Basalwänden, einem Anulus, welcher im Inneren die Sporen enthält, was durchaus auf moderne Züge innerhalb der Farne hinweist. Man könnte einwenden, dass sich im frühen Oberkarbon besonders reichlich am Steinaacher Joch in der Nähe des Brenners mit *Platyserites haeckeli* eine kleinwüchsige Form (Wachtler, 2025) als vermutlich ältester Vorahre heutiger Geweihfarne (*Platyserium*)



***Adiantites flabellifolium*. Unterkarbon**

a. Gesamtpflanze; b. Wedelteil; c. Einzelfieder; d. Fertiles Wedelteil; e. Fertiles Fiederchen mit Sporangien; f. Sporangie



***Rhodopteridium leptofoliatum*. Unterkarbon**

a. Gesamtpflanze; b. Verschiedene Einzelfiedern; c. Fertile Fieder; d. Apikales Teil einer Fieder mit Sporangienüberkrustungen; e. Sporangie

verbreitet ist. Dieser folgt im Oberkarbon *Platycerites boersmai* (Wachtler, 2023) mit größeren und flächigen Blättern. Allen sind breitflächige Sporangienverkrustungen, bevorzugt am oberen Abschnitt der Laminas eigen. In der Mitteltrias (Erfurt-Formation, Ilfeld, Baden Württemberg) zeigen sich mit *Platycerites (Rhacophyllum) crispatum*, oder *Platycerites (Rhacophyllum) phachyrrhachis* (Wachtler, 2016) weiter entwickelte Formen, welche Anspruch als Vorläufer der *Platycterium*-FarnGattung erheben können.

Bei intensiver Analyse zeigen sich allerdings beträchtliche Unterschiede, welche eine Linie der *Rhodeopteridium*-Farne mit den Geweihfarnen ausschließen. Dies sind ihre ausladenden Wedel sowie ihre relativ zarten Blattspreiten. Allerdings bieten sich unter den heutigen Farnen mit *Jamesonia* ein in den Neotropen Amerikas in etwa 50 Unterarten verbreiteter Farn weitgehenden Ähnlichkeiten. Ihre dichotomisierenden primitiven Fiedern und die Sporangien würden dafür sprechen.

***Adiantites* Göppert 1836**

Forschungsgeschichte

1836 *Adiantites oblongifolius* Göppert p. 227, Taf. XXI Fig. 4-5

1865 *Adiantum antiquum* Ettinghausen p. 22, Fig. 1, Taf. VII Fig. 1

1877 *Cycadopteris antiqua* Stur Taf XIII fig. 2-4

1877 *Adiantides antiquus* Stur Taf XVI, fig. 4-6; Taf XVII, Fig. 3-4

Ein häufiger und darüber hinaus modern anmutender Farn aus dem Unterkarbon ist *Adiantites*. Er wurde von einem der großen Paläobotaniker des 19. Jahrhunderts, Heinrich Robert Göppert (1800-1884) in seiner 1836 erschienen Monographie über die „*Fossilen Farnkräuter*“ erstmals erwähnt und illustriert (p. 172, p. 216, *Adiantites oblongifolius* Taf. XXI Fig. 4-5). Göppert benannte mehr als 20 verschiedene Arten, welche vom Karbon bis in den Jura reichten, und ursprünglich auch fossile Ginkgos aus dem Jura beinhaltete. Allerdings erwies sich eine Einordnung aufgrund des weitgehenden Fehlens von Abbildungen fertiler Fiederchen vielfach als problematisch. 1865 bildete Carl von Ettinghausen Farne aus dem mährisch-schlesischen Dachschiefer als *Adiantidum antiquum* ab, während wiederum D. Stur einen Meilenstein setzte (1877), in dem er eine Vielzahl

von gut erhaltenen *Adiantites*-Wedeln aus den gleichen Schichten publizierte. Stur benannte eine weitere Gattung, *Cycadopteris antiqua*, wobei er auf Tafel XIII, Fig. 3, auf „den vertieften Abdruck des umgeschlagenen Blattrandes“ hinwies, ein charakteristisches Kennzeichen heutiger *Adiantum*-farne. Eine weitere ähnliche Gattung wurde vom schwedischen Botaniker Alfred Gabriel Nathorst (1850-1921) im Jahr 1914 vom Karbon von Spitzbergen als *Cardiopteridium spetsbergense* beschrieben, und darüber hinaus in der gleichen Abhandlung *Adiantites*-Farne erwähnt. An diese Gattung lehnten sich Amerom et al, 1984 an, als sie die Unterkarbon-Flora der Marinelli-Hütte in den italienischen Ostalpen publizierten. Sie fügten den bisherigen noch die neue Art *Cardiopteridium dijkstrae* hinzu.

Da heutige *Adiantum*-Farne randständige Sori und Sporangien unter einem umgebogenen Rand aufweisen, genauso wie jene im Unterkarbon der Alpen gefundenen, und selbst die kreis- bis fächerförmigen Fiedern Ähnlichkeiten haben, ist der von Göppert 1836 geprägte Name *Adiantites* vorzuziehen. Deshalb werden jene von der Marinelli-Hütte als *Adiantites dijkstrae* neu kombiniert. Dagegen neu benannt als *Adiantites flabellifolium* werden dagegen jene relativ zahlreich vom etwas jüngeren Nötscher Karbon gefundenen Farne.

Order FILICALES Bower, 1899

***Adiantites dijkstrae* (van Amerom, Flajs, Hunger 1984) comb. nov.**

Forschungsgeschichte

1984 *Cardiopteridium dijkstrae*, van Amerom, Flajs, Hunger, p. 19, Abb. 17. pl. VIII, Fig. 1-9, 13, 14, 17

Fiedern letzter Ordnung bis zu zwei Zentimeter lang, mehrmals segmentiert und so kleinere Fiedern vortäuschend. Rundlich bis leicht langgezogen, Nervatur der Fiedern erkennbar, sich ein bis zweimal dichotomisierend. Fertile Fiedern randständig umgeschlagen. Sporangien am Rand angesiedelt mit Anulus.

***Adiantites flabellifolium* n. sp. Wachtler 2025**

Forschungsgeschichte

2003 *Cardiopteridium dijkstrae*, van Amerom & Kabon p. 545. pl. VI, Fig. 3, 3a



Rezente *Adiantum*-Frauenhaarfarn. *Adiantum raddianum* (Mittelamerika, Karibik) 1. Wedel; *Adiantum polypylum*, (Guatemala, Kolumbien, Venezuela, Trinidad und Tobago), 2. Fertiler Wedel 3. Detail der Fiedern mit den randständigen Sporangien

Namensgebung

Vom Latein «flabellum» für Fächer und «folium» «Blatt». Fächerförmige Blättchen

Holotyp

Nöp 35 (fertiler Wedelteil); Ex. Coll. Herbert. Kabon, Coll. Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt

Diagnose

Wedel mit fiederförmigen Blättchen. Sori randständig den umgeschlagenen Fiedern ansitzend.

Beschreibung

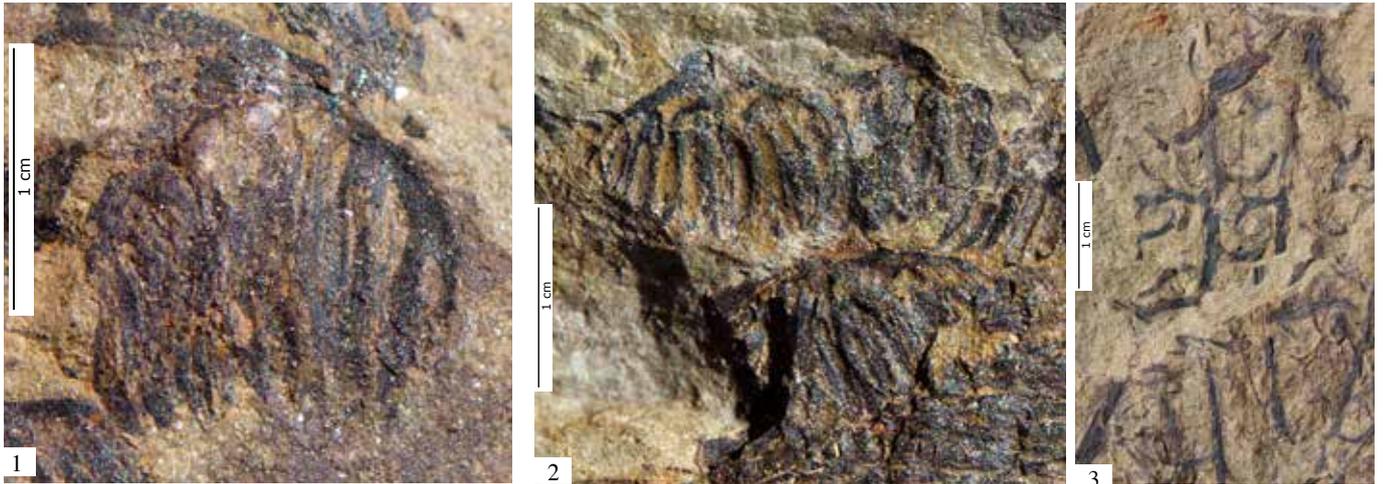
Gesamtpflanze: Wedel dreifach gefiedert, Blattstiele letzter Ordnung mittig gekerbt und sich mehrfach teilend (NÖP 52). Fiederchen, ungefähr 5 mm lang, etwas weniger breit, rundlich bis eiförmig, teilweise kegelförmig bauchig (Nöp 37, Nöp 17, BPB 19474, Nöp 38). Äderchen einer Pseudo-Mittelrippe entspringend und sich ein- bis zweimal teilend.

Fertile Fiedern: Gleich wie die sterilen, Sporangien am umgebogenen Spreitenrand angesiedelt (Nöp 35). Sporen sich innerhalb eines geschlossenen, beziehungsweise bei Reife sich öffnenden Anulus befindend.

Bemerkungen

Adiantites flabellifolium gehört zu den interessantesten Pflanzen des gesamten alpinen Karbons, wobei sich erstaunlicherweise die Vorkommen auf den Unterkarbon beschränken, während sie in den reichhaltigen Fundstellen des Oberkarbons der Ostalpen bis jetzt noch nie aufgelesen werden konnten. Erstaunlich ist, dass sich ihre filigranen Fiedern und Wedelchen in größerer Zahl erhalten konnten (Amerom & Kabon 2000, 2003), während weit robustere Farne in viel geringeren Mengen vorkommen. Schon Amerom et al. (1984) merkten an, dass sie an der Marinellihütte nach *Calamites* am häufigsten vorkommen, wobei anzumerken ist, dass vermutlich *Sphenopteridium* cf. *silesiacum* aufgrund seiner Ähnlichkeit ein Synonym darstellt. Dies kann auch für die Fundstellen rund um Nötsch bestätigt werden.

Bei anderen Vorkommen (Nathorst, 1914, Zhao & Wu, 1982), welche unter den unterschiedlichsten Namen wie *Cardiopteridium*, *Cardiopteris*, *Sphenopteridium* beschrieben wurden, gilt es festzustellen, ob die fertilen Fiedern randständig angesiedelte Sporangien aufweisen oder anderweitig eingeordnet werden müssen. Erste Ähnlichkeiten mit *Adiantites* finden sich erst in der frühen Mitteltrias mit *Wachtleria nobilis* (Kandutsch, 2011), welche genauso randständige Sporen entwickelte, möglicherweise aber in Richtung der Lindsaea-Farne zu stellen ist.



Protopteridium philippae. Mitteldevon, Mittleres Eifelium. 1-2. Aggregation einzelner Sporangien (LIND 115, LIND 111); Typische bifurkate Blattfortsätze der ersten Farnartigen (LIND 153); Alle Coll. Wachtler, Dolomythos); Gesamtmelt von Manfred Fuchs und Alice Philipp im BGS-Steinbruch, Lindlar

***Praecallipteridium* Wagner 1963**

Forschungsgeschichte

1963 *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *armasi* (Zeiller) Wagner p. 721

1966 *Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *armasi* (Zeiller) Wagner p. 7103-106, pl. 17, fig. 37, pl. 18 figs. 38-39, pl. 21 fig. 46

1999 *Praepecopteridium parvifolium* Van Amerom & Kabon, p. 656-661, Taf. 8, f. 1, la; Textf. 12

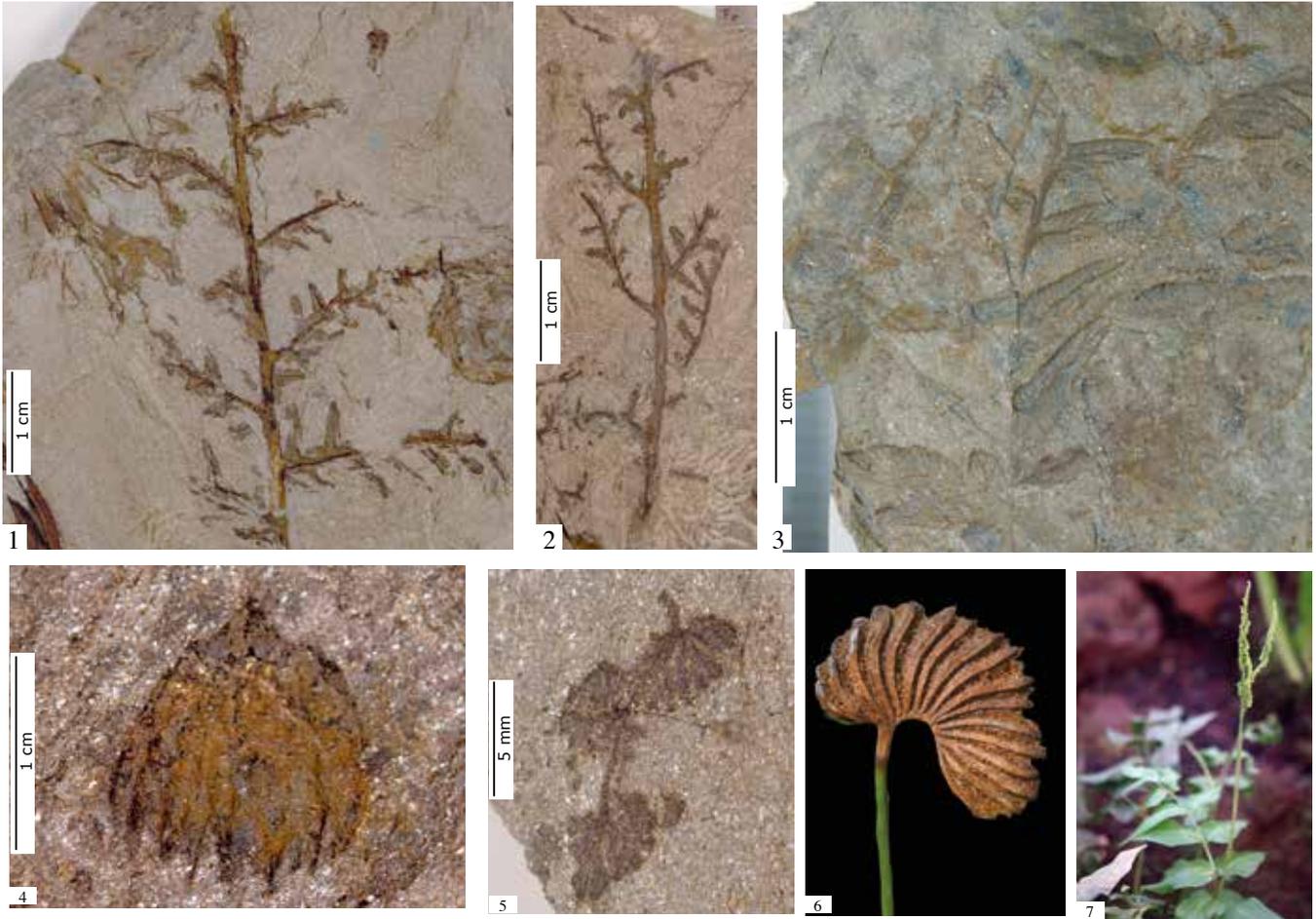
2000 *Praepecopteridium parvifolium* Van Amerom & Kabon Taf. 11, Fig. 1, la; Textf. E 1

Eine weitere höchst interessante Farnartige ist *Praecallipteridium parvifolium*, wobei auch hier näher auf die Erforschungsgeschichte eingegangen werden muss. Ihre Familie stellt eine der eigenartigsten und langlebigsten Farngattungen dar, welche vom Karbon über den Perm, die Trias bis in den Jura die Landschaften dominierte und oft zu den so genannten Samenfarne gestellt wurde. Am bekanntesten wurde dabei die Bezeichnung *Peltaspermales*. Es handelt sich um glocken- bis schirmförmige fertile Aggregate, mit separaten sterilen Fiedern, welche im Laufe der Jahrtausende und selbst noch innerhalb derselben Pflanzenwedel von zungenartig bis kleinfiederartig sein konnten. Schlussendlich setzte sich für die Vertreter aus dem Oberkarbon die Bezeichnung *Callipteridium* (Weiss, 1870), für jene aus dem Perm *Lepidopteris* (Schimper, 1869), auch *Peltaspermum* (Harris, 1937), in der Trias *Scytophyllum* (Bornemann, 1856) und im Jura *Thinnfeldia* (Ettingshausen, 1852) durch (Wachtler, 2024h). Allesamt zeichneten sie

sich durch getrennte sterile Belaubung, sowie völlig andersartig gestaltete Sporophyllstände aus.

Einen Meilenstein bedeuteten die in die tausende gehenden Funde aus dem Oberjura, vor allem aus der Fossilagerstätte Pechgraben in Oberbayern, wo im Zusammenhang alle wesentlichen Teile aufgefunden wurden und damit das Aussehen dieser Farne rekonstruiert und entmystifiziert werden konnte (Wachtler, 2024h).

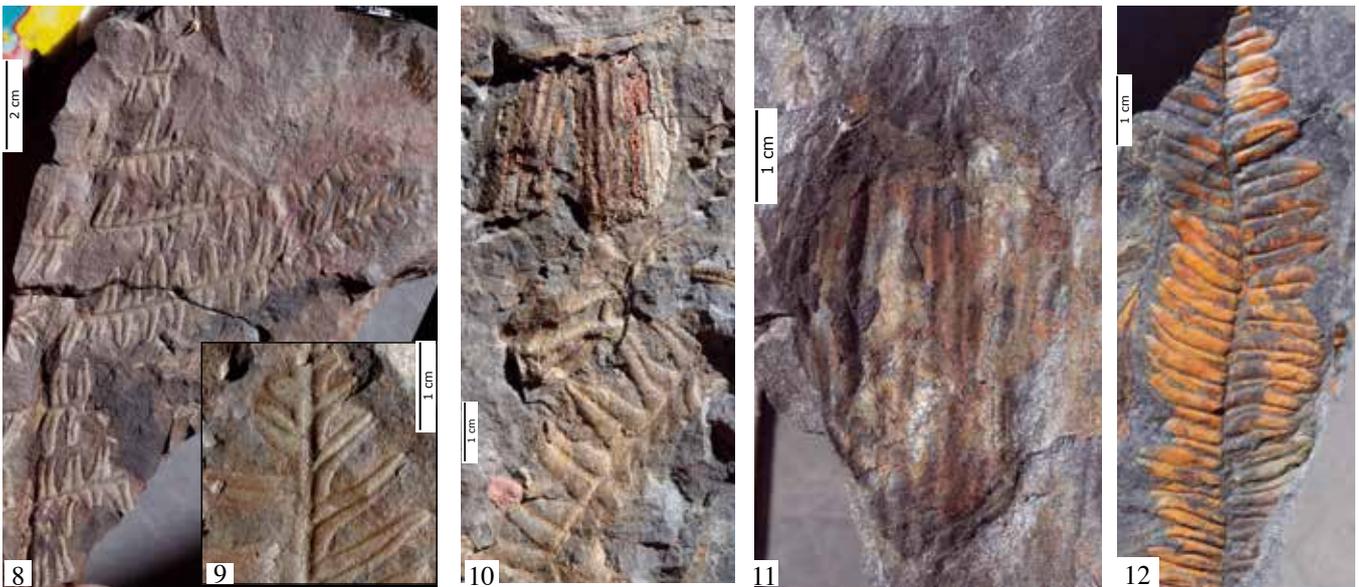
In den Ostalpen kommt diese Farnart im späten Oberkarbon (Kasimovium-Gzhelium) als *Callipteridium ameromi* reichlich in den Nockbergen, sowie auf der Kronalpe vor. Im frühem Oberkarbon (Bashkirium-Moskovium) findet sie sich in der Steinacher Flora am Brenner als *Callipteridium wachtlerae* (Wachtler, 2025). Nun gilt es noch frühere Entwicklungslinien aus dem Unterkarbon herauszufinden. Hier bietet sich eine Art an, welche im Nötscher Karbon als *Praepecopteridium parvifolium* (van Amerom & Kabon, 1999) erstbeschrieben wurde. Da allerdings die karbonische Farngattung *Pecopteris* ein Sammelbottich ohne jegliche Aussagekraft über ihre fertilen Organe für eine Unzahl kleiner sich dichotomisierender Fiedern ist, wäre es angebrachter, jene von R. H. Wagner (1963) eingeführte Gattung *Praecallipteridium* zu bevorzugen und somit den Namen in *Praecallipteridium parvifolium* abzuändern. In der Culm-Flora kommen Blätter und sogar Wedel ähnlicher Ausprägung als *Neuropteris antecedens* (Stur, 1877) vor. Alle zeigen gegenüber jenen aus den Oberkarbon etwas kleinere aber trotzdem ähnliche Wedel.



***Praecallipteridium parvifolium* (Viséum-Serpukhovium)**

1. Wedel (He G7, Holotyp, Amerom & Kabon, 1999), 2. Wedel (He G 18), 3. Wedelteil (Nöp 10); 4-5. Sporangien (HeG 35, He G3); Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten)

Rezente *Schizaea*-Farne. *Schizaea pectinata* (Ostseite USA, Chile, Pazifik) 6. Fertiler Wedel, Außenseite; *Anemia mexicana* 7. Sporo- und Tropophyll



Callipteridium wachtlerae. (Bashkirium-Moskovium) 8. Wedel (STEIN 221); 9. Apikaler Teil eines Fiederchens (STEIN 217); 10. Sporophylle und Tropophyll (STEIN 207, Eggerberg, Steinach, Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum

Callipteridium ameromii (Kasimovium-Gzhelium). 11. Sporophyll (STANG 20); 12. Sterile Fiedern (STANG 22); Stangnock, Coll. Wachtler, Dolomythos-Museum



Praecallipteridium parvifolium (Viséum-Serpukhovium)

1. Steriler Wedel; b. Fertiler Wedel; c. Sterile Fiedern; d. Einzelblätter; e. Fertile Aggregate; f. Adultes Sporophyll; g. Juveniles Sporophyll

Hauptmerkmal sind ihre glattrandigen, lang gezogenen, zumeist leicht bis extrem spitz in die Höhe gebogenen Fiedern. Ihre zarten Nervaturen zweigen in grosser Zahl und eng anliegend von der Fiedermittle ab, um sich ein- bis höchstens zweimal bis zur Mitte zu gabeln. Ihre Sporophyllträger bestehen aus einer Vielzahl von eng verwachsenen spitz zulaufenden Sporangenschläuchen. Die darin gebildeten Sporangien setzten sich aus einem Anulus zusammen, wobei die Sporen im Innern bei der Reife herausgeschleudert werden. Hier ergeben sich interessante Verbindungen zu ähnlichen glockenartigen Sporangiengebilden aus dem Mitteldevon, benannt *Protopteridium philippae* (Wachtler, 2023), wobei jene aus dem Unterkarbon mehr mit jenen aus dem Devon in Verbindung gebracht werden können, als mit jenen aus dem Oberkarbon. Damit zählt *Praecallipteridium parvifolium* zu den äußerst interessanten Verbindungspflanzen zwischen Devon-Unterkarbon, sowie Oberkarbon bis in den Jura.

Ähnliche Farne mit unterschiedlichen Sporo- und sterilen Tropophyllen finden sich bei heutigen Osmundaceen (Königsfarne)

sowie besonders bei den Schizaeaceen, in denen die Gattungen *Anemia* und *Schizaea* zusammenfasst werden und welche durchaus als Nachfahren der Callipteriden gelten können.

Corynepteris Bailey 1860

Ein weiterer primitiver Farn aus dem späten Unterkarbon ist *Corynepteris (similis)*, wobei vom Fundpunkt Nötsch (Nöp) eine relativ große Platte vorliegt. Ein Großteil der Fiedern ist fertil mit zu Synangien gruppierten Sporangien. Die Fiedern sind nur teilweise mit einer Blattlamina untereinander verbunden und wirken gezähnt (Amerom & Kabon, 2003). Die relativ starken Adern dichotomisieren ein- bis zweimal. Wahrscheinlich sollte auch die sterile Farnart *Alloiopteris* in Verbindung gebracht werden. Unmittelbare Nachfahren sind unbekannt, selbst im Oberkarbon findet sich kein ähnlicher Farn, möglicherweise erfüllt der triassische Farn *Anomopteris* einige verwandtschaftliche Voraussetzungen (Wachtler, 2016). Auch die Klassifizierung als Zygopteridales bringt kaum einen Erkenntnisgewinn (Taylor et al., 2009).



Ostalpine Farnvorläufer aus dem Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium)

Corynepteris similis. 1-4. Größerer Wedel, sowie Details der Fiedern und der Sporangien (Nöp 90); Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt

Weitere Farne

Da schon im frühen Oberkarbon hoch entwickelte und bis in die Gegenwart verfolgbare Farne wie Vorläufer der Baumfarne (*Cyatheetes*), *Dicksonia* (*Dicksonites*), *Danaea* (*Danaeites*) in großer Anzahl und voll ausgebildet vorhanden waren, müssten diese zumindest in einfacher Form im Unter- bis Mittelkarbon vorhanden gewesen sein.

Dicksonites: Einige Fiedern aus dem Fundpunkt Hermsberg (He), beschrieben als *Mariopteris (mosana)* (van Amerom & Kabon, 2000) dürften zu *Dicksonites* gestellt werden können, wobei die Unzulänglichkeit der aufgefundenen Belege eine genauere Einordnung erschweren. *Dicksonites steinachii* vom frühen Oberkarbon, zahlreich und mit größeren Wedeln von der Fundstelle Eggerberg am Brenner bekannt (Wachtler, 2025) wies schon Merkmale und Eigenschaften dieser als Taschenfarne bekannten Pflanzen auf. Weitere gut erhaltene Wedel stammen aus jüngeren Schichten des Oberkarbons,

besonders aus der Fundstelle Kronalpe (*Dicksonites pennaeformis*) (Wachtler, 2023).

Cyatheetes: Fiedern und Wedelteile beschrieben als *Pecopteris aspera* und *Neuropteris obliqua* (van Amerom & Kabon, 1999, 2000, 2003) dürften fertile und sterile Wedel des Baumfarns *Cyatheetes* darstellen, welcher im frühen Oberkarbon von Steinach in Nordtirol oder von Tomritsch in Kärnten mit *Cyatheetes rummeri* vorgefunden wurde. In der Frühzeit paläobotanischer Forschung (Sternberg 1828) wurden aus den Nockbergen und der Kronalpe mit *Cyatheetes alpinus* und *Cyatheetes unitus* beschrieben. Allerdings reichen die Belegstücke des Nötscher Unterkarbons nicht aus, um weiterführende Einordnungen zu machen.

Danaeites: Vereinzelt Fiedern aus dem Unterkarbon von Nötsch erinnern an *Danaeites*. Häufig kommt dieser vermutete Vorläufer der *Danaea*-Farne im Oberkarbon mit *Danaeites kernerii* in der Steinacher Flora und mit *Danaeites pernerii* auf der Kronalpe



***Dicksonites* sp. aus dem Unterkarbon**

1-2. (He G 16, (He G 22) Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt)

vor (Wachtler, 2025, Wachtler, 2023). In der Untertrias der Dolomiten ist dieser Farn mit *Danaeopsis dolomitica*, sowie in der Mitteltrias mit *Danaeopsis marantacea* in prachtvollen Wedeln bekannt (Wachtler, 2016).

Zusammenfassung

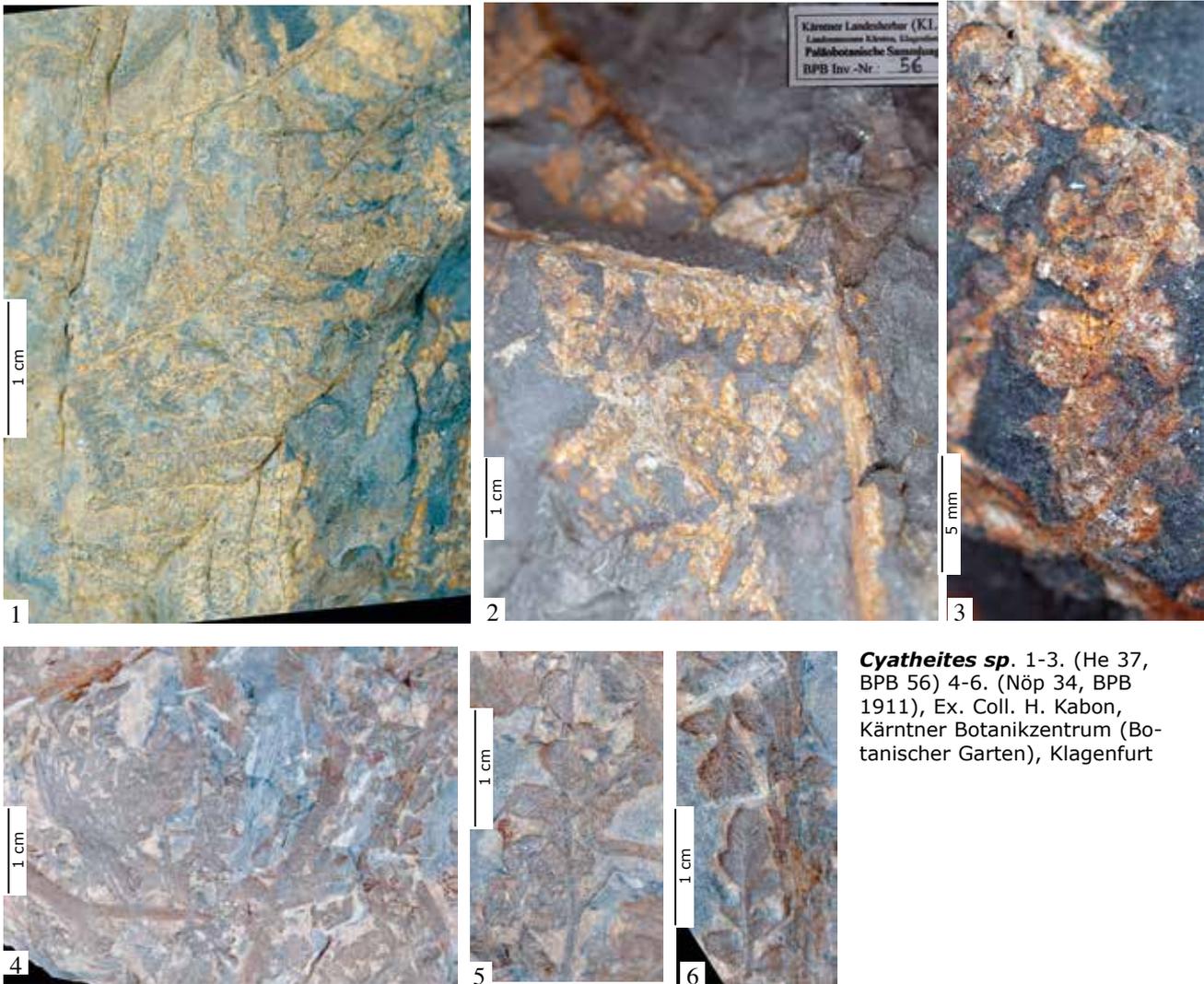
Obwohl die Unterkarbonfloren der Ostalpen lückenhaft sind, was viele Pflanzenwelten in diesem Zeitraum auszeichnet, lassen sich trotzdem wertvolle Schlüsse ziehen, wobei einige überraschend sind. Vorfahren der Nacktsamer fehlen zur Gänze und kommen erst an der Karbon-Perm-Grenze wie aus dem Nichts in reichhaltiger Anzahl und aufgeteilt auf alle heute wichtigen Gruppen wie Nadelbäume, Cycadeen und Ginkgos vor. Nachdem es sich bei den Bärlappgewächsen im Devon noch um kleinwüchsige Pflanzen handelte, treten diese ab dem Unterkarbon mit *Lepidodendron* und *Sigillaria* mit Riesenzwuchs und unterteilt in Arten mit verschiedenen Sporophyllzapfen auf. Das gleiche gilt für die *Calamites*-Schachtelhalme. Erstaunlicherweise zeigt *Archaeocalamites radiatus* aus dem Unterkarbon mit ihren unregelmäßig dichotomisierenden Blattnadeln noch

einen Entwicklungsstand, welcher mehr mit devonischen Pflanzen in Verbindung gebracht werden kann und in den Oberkarbonfloren nicht mehr vorkommt. Dort dominieren dann die flächig verwachsenen Wirtel mit den *Annularia*-Fiedern.

Die größte Diversifizierung und Aufspaltung erleben wir allerdings bei den Farnen, wobei einige wie *Rhodeopteridium* starke Ähnlichkeiten mit Vorläufern aus dem Devon haben, andere wiederum wie *Adiantites* höchst moderne und an heutige Farne erinnernde Merkmale ausbildeten. Es finden sich gleichfalls Farne mit unterschiedlichen Sporo- und Tropophyllen wie *Praecallipteridium*, andere wiederum dürften Vorläufer heutiger Farne wie *Cyatheites*, *Dicksonites* oder *Danaeites* sein. Ihre volle Entwicklung und Ausprägung erreichten sie wenige Millionen Jahre später im Oberkarbon.

Dank

Zu allererst gedankt werden soll dem unermüdlichen Privatforscher Herbert Kabon aus Villach. Sein Leben verschrieb er der Paläobotanik Kärntens, wobei ihm außerordentliche Funde gelangen, welche er mit dem holländischen Paläobotaniker Hendrik Wil-



Cyatheites sp. 1-3. (He 37, BPB 56) 4-6. (Nöp 34, BPB 1911), Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt

dem Josef van Van Amerom (1933-2018), als auch mit dem früheren Direktor der Geologischen Bundesanstalt Wien (Heute Geosphäre Austria) Hans Peter Schönlaub beschrieb. Gedankt sei auch dem Abteilungsleiter Botanik am Landesmuseum für Kärnten in Klagenfurt Roland K. Eberwein. Hilfsbereit machte er sämtliche Sammlungen zugänglich und sparte nicht mit wertvollen Informationen. Ein besonderer Dank gilt Daniela Festi und Davide Di Franco von Geosphere Austria, Wien (ex Geologische Bundesanstalt) für die Zurverfügungstellung des Materials aus Altbeständen der Geologischen Bundesanstalt (GBA).

Literatur

Amerom, van, H.W.J., Flajs G., Hunger, G. 1984. Die „Flora der Marinelli-Hütte“ (Mittleres Visé) aus dem Hochwipfelflysch der Karnischen Alpen (Italien). Mede-

delingen Rijks Geologische Dienst, Heerlen, Niederlande, p. 1-41

Amerom, H. W. J. Van & H. Schönlaub (1992): Pflanzenfossilien aus dem Karbon von Nötsch und der Hochwipfel-Formation der Karnischen Alpen (Österreich). - Jb. Geol. B.-A., 135 (1), 195-216, Wien.

Amerom, H. W. J. Van & H. Kabon (1999): Neue fossile Floren aus dem Nötscher Karbon (1. Teil). - Carinthia II, 189./109. 637-672, Klagenfurt.

Amerom, H. W. J. Van & H. Kabon (2000): Neue fossile Floren aus dem Nötscher Karbon (2. Teil) Carinthia II, 190./110.:483-516, Klagenfurt

Amerom, H. W. J. Van & H. Kabon (2003): Neue fossile Floren aus dem Nötscher Karbon (3. Teil) Carinthia II, 193/113, 527-560 Klagenfurt.

Brongniart, A., 1828. Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles, F. G. Levrault, Paris

Brongniart, A. 1828-1837. Histoire des végétaux fossiles, ou recherches botanique et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe. 1- 488 pp., 2 - 72 pp. Fortin, Masson et Cie & Crochard et Cie, Paris

Ettingshausen C. Die fossile Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers, Besonders abgedruckt aus XXV



Ostalpine Farne aus dem Unterkarbon (Viséum-Serpukhovium).

1. *Mariopteris acuta* (VöB 6A, BPB 55);
2. *Alloiopteris similis* (Nöp 54B, BPB 47);
- 3-5. *Archaeopteridium tschermakii* (E1-6B, BPB 1998; E 1-9A, BPB 1991; Ev 1, BPB 34)
4. *Mariopteris mosana* (Nöp 23A, BPB 1941);

Ex. Coll. H. Kabon, Kärntner Botanikzentrum (Botanischer Garten), Klagenfurt

Bände der Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei, Wien

Ettingshausen, C. 1865. Die Farnkräuter der Jetztwelt. Zur Untersuchung und Bestimmung der in den Formationen der Erdrinde eingeschlossenen Überreste von vorweltlichen Arten dieser Ordnung; nach dem Flächen-Skelet bearbeiteter Verlag von Carl Gerold's Sohn, Wien

Stur D. 1877. Die Culm-Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. Abhandlung der königliche geologische Reichsanstalt 4: 5.

Frech, F. 1894. Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. Abhand. Naturforsch. Gesellschaft 18: 1-514

Gortani, M. 1905. Relazione sommaria delle escursioni fatte in Carnia dalla Società Geologica Italiana nei giorni 21-26 agosto 1905. Boll. Soc. Geol. It. 24 (1): 64-75

Gortani, M. 1906. Sopra alcuni fossili neocarboniferi delle Alpi Carniche. Boll. Soc. Geol. It. 25: 257-76

Franz Heritsch (1928): Tektonische Fragen im Karbon der Karnischen Alpen – Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaft-

liche Klasse – 137: 303 - 338

Kabon, H., Schönlaub, H.P. 2019. Das geologische Geheimnis der Hochwipfel Formation der Karnischen Alpen (Österreich/Italien). Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, 1-161

Kandutsch, G., 2011. Other ferns from the Early-Middle Triassic (Anisian) Piz da Peres (Dolomites - Northern Italy), Dolomythos, 80-87, Innichen

Kustatscher, E., Nowak, H., Opluštil, S., Pšenička, J., Muscio, M. & Simonetto, L., 2019. The Carboniferous flora of the Carnic Alps: state of the art. Gortania, 30: 33-47

Nathorst, A. G., 1914. Zur Fossilen Flora der Polarländer, Teil I, Stockholm. Google Scholar

Stur, D.J.R. 1868. Fossile Pflanzenreste aus dem Schiefergebirge von Tergove in Croatien. Jahrb. Geol. Bundesanst. 18: 131-8

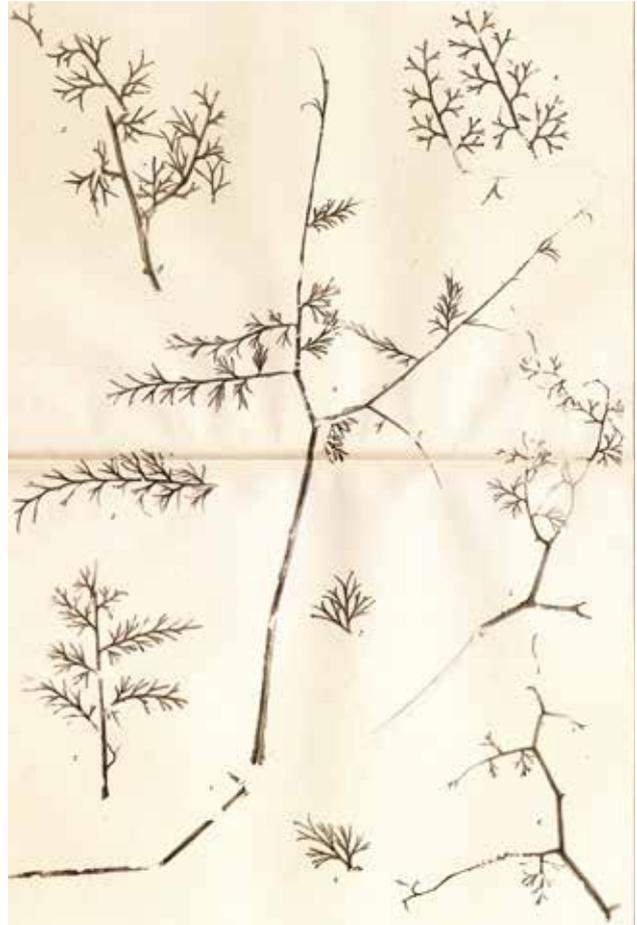
Taylor E, Taylor T, Krings M. 2009. Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants. Authors, Edition, 2. Publisher, Academic Press,

Vinassa de Regny, P. 1905. Rinvenimento della *Neurodontopteris auriculata* presso il Ricovero Marinelli. Boll.

Einige Pflanzen aus der gleichaltrigen Culm-Flora Deutschlands zum Vergleich (Aus Stur
1875-1877)



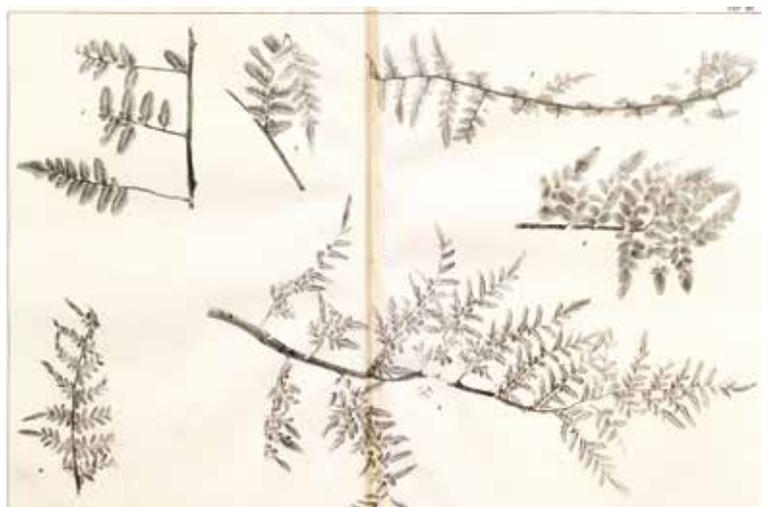
Archaeocalamites radiatus. Tafel IV + V



Rhodea (Rhodeopteridium) patentissima. Tafel IX



Adiantides antiquus. Tafel XVI



Neuropteris (Praecallipteridium) antecessens. Tafel XV

Soc. Geol. It. 24: 56-57

Vinassa De Regny P., Gortani, M. 1905. Osservazioni geologiche sui dintorni di Paularo, Boll. Soc. Geol. It., XXIV: 1-15

Vinassa de Regny P. Gortani M. 1905: Nuove ricerche geologiche sui terreni compresi nella Tavolleta „Paluzza“. Boll. S. geol. it., XXIV, 2, pag. 720-723, Roma

Vinassa de Regny, P. 1906a. Zur Kulmfrage in den Karnischen Alpen. Verhandl. Geolog. Reichsanst. 7: 238-40

Wachtler, M. 2016g. Die mitteltriasische Flora von Ilsfeld (Ladin, Erfurt-Formation) S. 3-13; in Wachtler M., 2016. The Middle Triassic Flora of Ilsfeld (Germany) Ladinian, Erfurt Formation - Die mitteltriasische Flora von Ilsfeld (Deutschland) Ladin, Erfurt-Formation, Published by Dolomythos Museum, Innichen, South Tyrol, Italy

Wachtler M. 2016. The development of horsetails in the Mesozoic. In: Wachtler M., Perner T., Fossil Triassic Plants from Europe and their Evolution, Volume 2: Lycopods, horsetails, ferns, Dolomythos Museum, Innichen, South Tyrol, Italy, p. 3-16

Wachtler M. 2016. Early-Middle Triassic (Anisian) ferns from the Dolomites (Northern Italy). In: Wachtler M., Perner T., Fossil Triassic Plants from Europe and their Evolution, Volume 2: Lycopods, horsetails, ferns, Dolomythos Museum, Innichen, South Tyrol, Italy, p. 3-16

Wachtler M. 2023b. The Middle Devonian Flora Explosion; in Wachtler M., Wachtler N. 2023: The Middle Devonian Flora Explosion. ISSN 2974-7376, Dolomythos, Innichen (Italy), pp. 17-72

Wachtler M. 2023a. Fossil plants from the Upper Carboniferous of the Eastern Alps; in Wachtler M., Wachtler N. (eds.), ISSN 2974-7376, Dolomythos, Innichen (Italy); pp. 1-8

Wachtler M. 2023b. *Calamites* horsetails of the Alps in the Carboniferous; in Wachtler M., Wachtler N. (eds.), ISSN 2974-7376, Dolomythos, Innichen (Italy), pp. 9-46

Wachtler M. 2023e. *Lepidodendron* clubmoss of the Carboniferous in the Alps; in Wachtler M., Wachtler N. (eds.), ISSN 2974-7376, Dolomythos, Innichen (Italy); pp. 95-104

Wachtler M. 2023f. Ferns from the Alpine Late Carboniferous; in Wachtler M., Wachtler N. (eds.), ISSN 2974-7376, Dolomythos, Innichen (Italy); pp. 105-154

Wagner R.H. 1963. Sur les Callipteridium du Westphalien supérieur et du Stéphanien. C. R. Ac. Sc. Paris, t. 257 pp. 719-721

Wagner, 1966. R.H. Wagner. Palaeobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain. Meets Inst. geol. min. Esp., 66 (for 1965) (1966)

Wagner, R.h., Álvarez-Vázquez, C. 2010. The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: a synthesis with geological connotations. – Review of Palaeobotany and Palynology, 162/3, 239–324, Amsterdam.

Zhao Xiuhu, Wu Xiuyuan 1982. Early Carboniferous flora and coal-bearing deposits of Hunan and Guangdong. Bull. Nanjing Inst. Geol. Palaeont. Acad. Sin., 6

Zimmermann, W. 1959. Die Phylogenie der Pflanzen. Ein Überblick über Tatsachen und Probleme, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart