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

Carinthia II	173./93. Jahrgang	S. 315–337	Klagenfurt 1983

Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1983 Beitrag 5

Von Adolf Fritz und Miente Boersma

Mit 32 Abbildungen

Zusammenfassung: In vorliegender Arbeit wird eine neue Florenliste stefanischer Makrofossilien aus den Karnischen Alpen, Kärnten, vorgelegt. Das Material stammt aus dem Raume des Rudnigsattels, wurde in den Jahren 1981–82 aufgesammelt und gehört den tieferen Teilen der Auernigschichten (untere kalkreiche Schichtgruppe) an:

Annularia stellata
Annularia sphenophylloides
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cruciatus
Calamites suckowii
Calamites (Stylocalamites) spec.
Radicites capillacea
Sphenophyllum incisum
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum aff. *alatifolium*
Lepidodendron aculeatum
Lepidostrobophyllum triangulare
Cyperites bicarinatus
Syringodendron spec.
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris candolleana
Pecopteris unita
Asterotheca cf. *candolleana*
Asterotheca Gruppe *arborescens*
Aphlebia spec.
Callipteridium pteridium
Alethopteris bohemica
Sphenopteris spec.
Cyclopteris spec.
Sproßachse

EINLEITUNG

Der Beitrag 5 der Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten beschreibt ein Material aus dem Oberkarbon des Rudnigsattels, Karnische Alpen.

Die Aufsammlung der Fossilien wurde teils im Rahmen der Studentenexkursion der Universität Graz vom 25. bis 27. August 1982, teils im Zuge der Vorexkursionen (14. und 19. August 1981) vorgenommen. Die Exkursionsleitung lag wie immer in den Händen der beiden Autoren, wobei Herrn Dr. Miente Boersma für die Bereitwilligkeit der Mitwirkung und die bewährte fachliche Beratung herzlichst gedankt sei.

Ein wohlverdienter Dank möge auch der Gemahlin Dr. Boersmas für ihre tatkräftige Mithilfe ausgesprochen werden. Als Gast der Exkursion begleitete uns Dr. Robert A. Gastaldo, Dpt. of Geology, Auburn University, Alabama, USA. Weiters nahmen teil:

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

Mag. Ursula BROSCH, Mag. Gerhard RIEGLER, Frl. Helene HAGER und Frl. Evelyn FRITZ. Für die Besorgung des Quartiers sowie weitere organisatorische Hilfe danke ich Dir. Albert PRIMUS und nicht zuletzt Oberrat Dr. Hans SAMPL, Präsident des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, für die großzügige finanzielle Unterstützung der Exkursion.

Beim Abtransport des Fossilmaterials im Rahmen der Vorexkursionen halfen folgende Personen, denen ebenfalls ein aufrichtiger Dank ausgesprochen sei: Dr. Regine HAKENBECK, Berlin; Dr. Herta FRITZ, Berlin, und Frl. Brigitta WEIGEL, Klagenfurt.

Das abgebildete Fossilmaterial befindet sich in der Privatsammlung von a. o. Univ.-Prof. Dr. Adolf FRITZ. Die Maßstrecke auf den Abbildungen entspricht am Original der Länge von 10 mm.

Die morphologische Kennzeichnung der einzelnen Fossilbelege wurde im vorliegenden Bericht allgemein etwas kürzer gefaßt als in den Berichten der vergangenen Jahre, um unnotwendige Wiederholungen zu vermeiden.

BEITRAG 5:
Beschreibung der Pflanzengroßreste aus dem Stefan des Rudnigsattels, 1900 m NN, Karnische Alpen

Das Oberkarbon des Rudnigsattels ist zwischen den devonischen Riffkalken des Roßkofels und dem Perm der Grenzlandbänke und des Trogkofels eingeklemmt und hebt sich landschaftlich deutlich als Einsattelung im Gebirgszug der Karnischen Alpen ab, Abb. 1.

Der Aufschluß, dessen Material im folgenden beschrieben wird, liegt unmittelbar am Wanderweg von der Rudnigalm (1621 m NN) zum Rudnigsattel in einer Meereshöhe von etwa 1900 m, Abb. 2, und ist von Tröpolach im Gailtal aus über Schlanitzen leicht erreichbar. Der pflanzenfossilführende Horizont gehört nach der geologischen Karte des Naßfeld–Gartnerkofel-Gebietes, aufgenommen von KAHLER, PREY und HERITSCH (1959), dem Gesteinsverband der unteren kalkreichen Schichtgruppe an (Formazione del Pizzul der italienischen Fachkollegen). Die Flora, die hier vorgelegt wird, stammt somit aus den tieferen Teilen der Auernigschichten und unterscheidet sich auffallend von jenen des Schulterkofels (FRITZ und BOERSMA, 1981:387–414 und 1983:20–27) und der Krone (FRITZ und BOERSMA, 1980:222–238). Auf das Vorkommen von Pflanzenfossilien im Raume des Rudnigsattels wurden wir durch Hrn. Univ.-Prof. Hofrat Dr. F. KAHLER aufmerksam gemacht; in der Fachliteratur findet man keine diesbezüglichen Erwähnungen. Unsere Florenliste kann sich daher auf keine Literaturangaben stützen, sämtliche Arten sind Erstfunde.

Eine kurze Nachsuche in der näheren Umgebung des Aufschlusses hat gezeigt, daß noch weitere pflanzenfossilführende Schichten anstehen und daß es sich durchaus lohnen dürfte, im Bereiche des Rudnigsattels weitere Aufsammlungen zu tätigen.

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



Abb. 1: Blick auf das Oberkarbon des Rudnigsattels vom Auernig.



Abb. 2: Aufschluß am Weg zum Rudnigsattel.

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

Annularia stellata (STERNBERG, 1825) WOOD, 1860, Abb. 3.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–78 (Rudnigsattel Nr. 78). Blattwirtel einer Calamitaceae. Annularia stellata kommt im allgemeinen in den oberkarbonen Schichten der Karnischen Alpen ziemlich häufig vor. Hier, im Bereiche des Rudnigsattels, konnten nur spärliche Reste davon festgestellt werden.

Annularia sphenophylloides (ZENKER, 1833) GUTBIER, 1857, Abb. 4.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–20. Blattwirtel einer Calamitaceae in relativ guter fossiler Erhaltung und in typischer Anordnung: Die Blattwirtel liegen mosaikartig nebeneinander und lassen das Vorhandensein einer Achse nicht in Erscheinung treten. Im aufgesammelten Material nur selten vorhanden.

Asterophyllites equisetiformis (STERNBERG, 1825) BRONGNIART, 1828, Abb. 5.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–122. Für die Karnischen Alpen ein selten vollständig erhaltenes Sproßstück mit viermaliger disticher Verzweigung. Einziger Beleg dieser Fossilart unter 122 aufgesammelten Handstücken.

Calamites (Stylocalamites) sp., Abb. 6.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–86. Bruchstück eines Calamiten-Steinkerns in der fragmentarischen Breite von 8 cm und mit drei Knotenlinien. Stengelglieder 4 cm lang. Rippen relativ breit und spitz endend. Infranodalnarben ausgebildet. Ohne Astnarben.

Calamites cruciatus STERNBERG, 1825, Abb. 7 und 8.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–19. Fragmentarisch erhaltener, flachgedrückter Calamiten-Steinkern, 16 cm lang und 5 cm breit, mit zwei Knoten (Abb. 7). Stengelglied 8,5 cm lang. Rippen schmal, Ausformung der Rippenenden undeutlich erkennbar. Im Knotenbereich (Abb. 8) sind mehrere dicht nebeneinander liegende kleine Astnarben ausgebildet, weshalb es sich zweifellos um eine stark verzweigte Calamitenart handelt.

Calamites suckowii BRONGNIART, 1828, Abb. 9 und 10.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–107. 4,5 cm kleines Bruchstück eines Calamiten-Steinkerns, das Längen-/Breitenverhältnis der Stengelglieder kann demzufolge nicht beurteilt werden. Rippen breit und flach mit sehr großen Infranodalnarben, Abb. 9. Die Enden der Rippen sind stumpf gerundet, was in Abb. 10 durch entsprechende Ausleuchtung besser zum Ausdruck kommt als in Abb. 9.

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

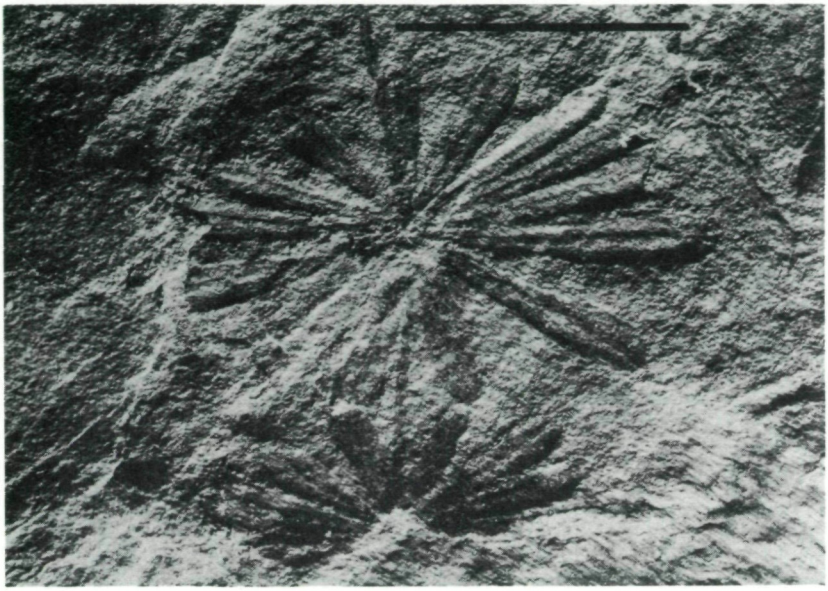


Abb. 3: *Annularia stellata* (STERNBERG, 1825) WOOD, 1860.

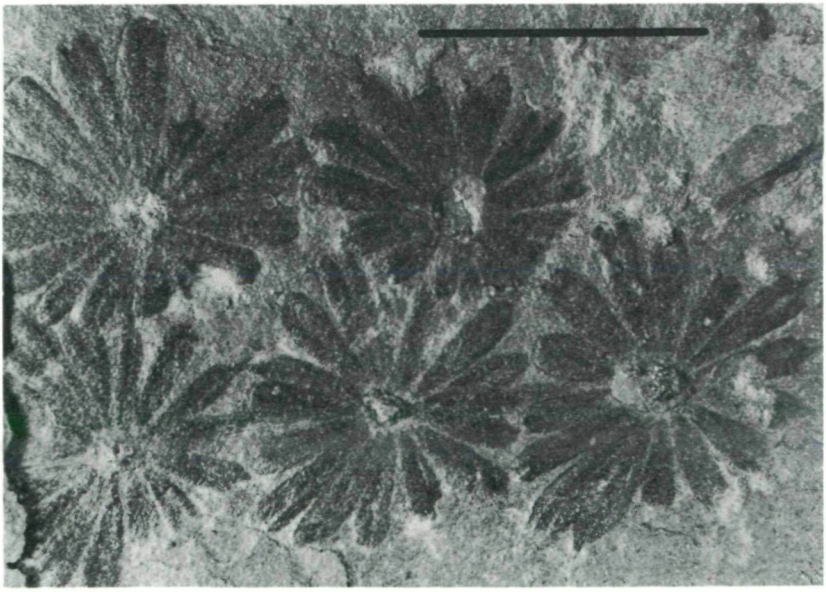


Abb. 4: *Annularia sphenophylloides* (ZENKER, 1833) GUTBIER, 1857.

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

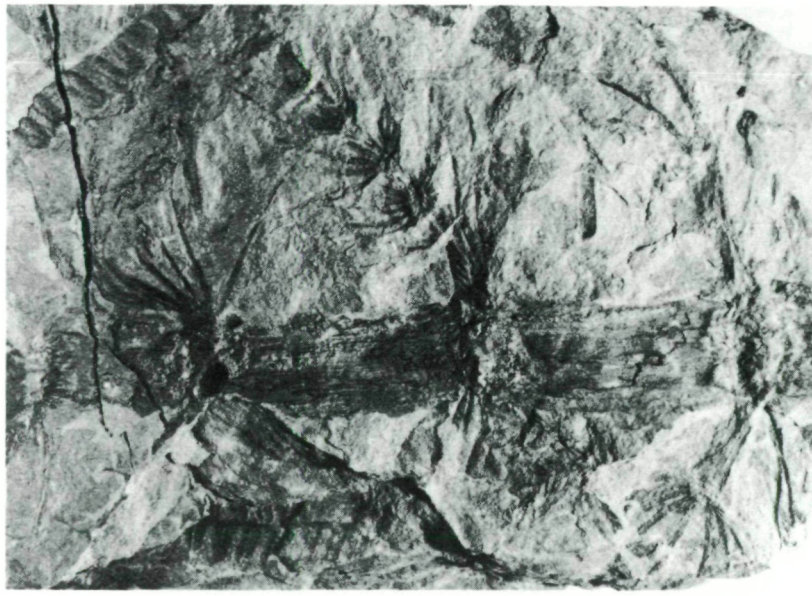


Abb. 5: *Asterophyllites equisetiformis* (STERNBERG, 1825) BRONGNIART, 1828.

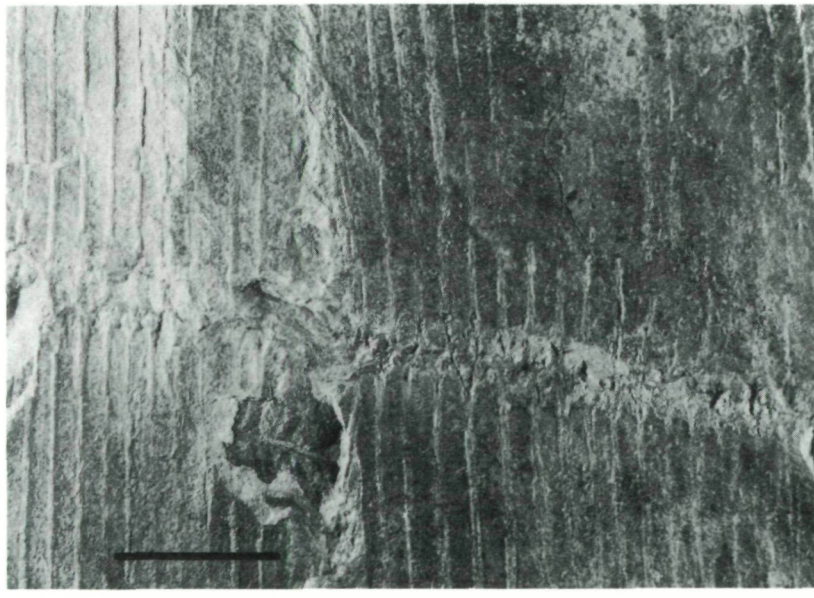


Abb. 6: *Calamites (Stylocalamites)* sp.

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

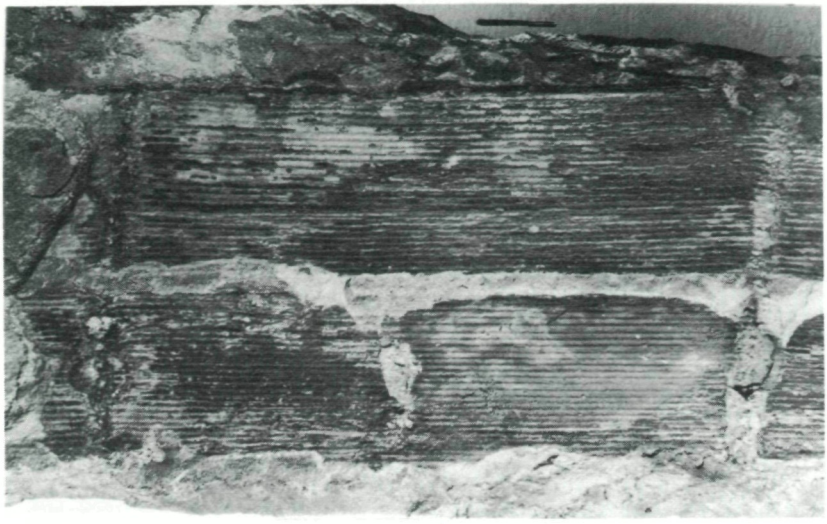


Abb. 7: *Calamites cruciatus* STERNBERG, 1825.

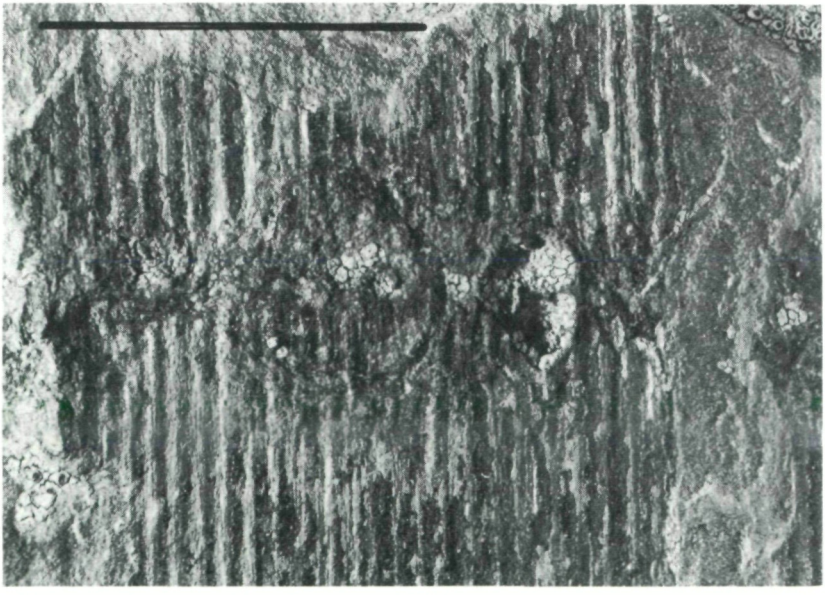


Abb. 8: *Calamites cruciatus* STERNBERG, 1825.

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

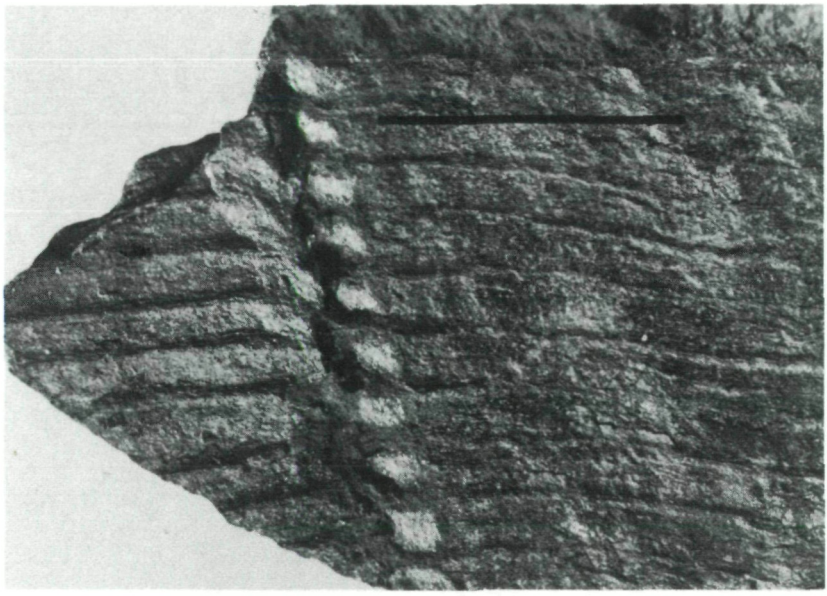


Abb. 9: *Calamites suckowii* BRONGNIART, 1828.

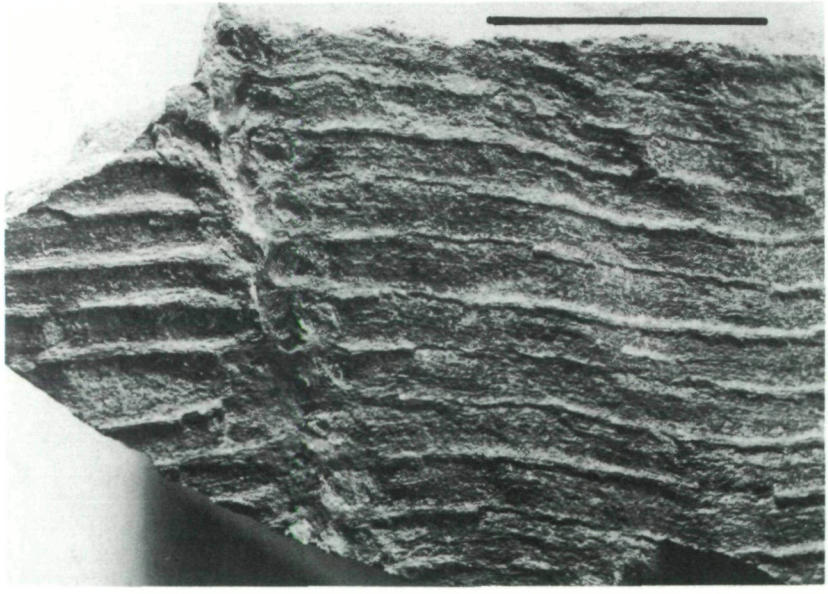


Abb. 10: *Calamites suckowii* BRONGNIART, 1828.

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

Sphenophyllum incisum WAGNER ex WAGNER, 1964, Abb. 11.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–40. Blattwirtel einer Keilblattpflanze. Blättchen ca. 6 mm lang, typisch umgekehrt keilförmig, mit nahezu geraden Blattseitenrändern. Blattvorderrand aufgeschlitzt. Der Abbildungsbeleg stimmt völlig überein mit den Abbildungen von *S. incisum* WAGNER ex WAGNER 1964, ursprünglich beschrieben aus Stefan-B-Sedimenten Spaniens. Einziges Belegstück.

Sphenophyllum oblongifolium (GERMAR et KAULFUSS, 1831) GERMAR, 1845, Abb. 12.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–85. Blattwirtel einer Keilblattpflanze. Blattpaare unterschiedlich lang und bilateral symmetrisch angeordnet (Trizygia-Blattstellung). Das Einzelblättchen ist schmal verkehrt eiförmig, der Blattvorderrand in zwei Loben gespalten. Stratigraphische Charakterart des Stefan und Autun. Vier Fossilbelege unter 122 Handstücken.

Sphenophyllum aff. *alatifolium* RENAULT, 1888–1890, Abb. 13 und 14.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–75. Einzelblättchen einer Keilblattpflanze. Blättchen vollspreitig und verhältnismäßig groß. In wenigen Exemplaren vorhanden. Derartig große Sphenophyllum-Blättchen deuten auf Ober-Stefan im Gegensatz zur Auffassung, daß die tieferen Teile der Auernigschichten ein Unter-Stefan-Alter haben sollen.

Lepidodendron aculeatum STERNBERG, 1820, Abb. 15.

Leg. 14. VIII. 1981, Ru–32. Stammfragment eines Schuppenbaums. Blattpolster länger als breit, oben sowie unten geschwänzt. Die im oberen Teil des Blattpolsters liegenden quer-rhombischen Blattnarben sind deutlich ausgebildet. Die Blattnarben lassen sehr schön die Leitbündelnarbe, in Einzelfällen auch die seitlichen Parichnosmale erkennen. Lepidodendron aculeatum ist im mitteleuropäischen Raum weit verbreitet und ist eigentlich eine Westfal-Form. Am Rudnigsattel keineswegs selten, deutet hier auf Unter-Stefan.

Lepidostrobophyllum triangulare (ZEILLER, 1886–1888) BELL, 1938, Abb. 16 und 17.

Leg. 19. VIII. 1981, R–16 und Ru–22. Schuppe eines Blütenzapfens von einem Schuppenbaum bzw. Querschnitt durch einen derartigen Blütenstand. Gesamtlänge der Schuppe 1,7 cm. Im Sinne der Beschreibung durch CHALONER and COLLINSON (1975:33; Abb. G2 und G9) blattartiger Spitzenteil des Sporophylls dreieckig, Seitenränder gerade bis schwach konvex gekrümmt, ohne Basalloben. Keine weiteren Belege als die abgebildeten.

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

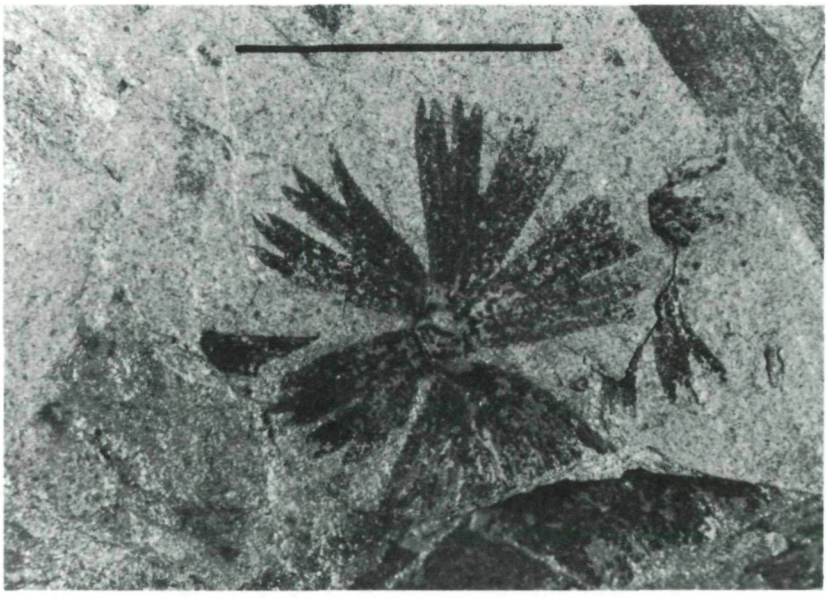


Abb. 11: *Sphenophyllum incisum* WAGNER ex WAGNER 1964.



Abb. 12: *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR et KAULFUSS, 1831).

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

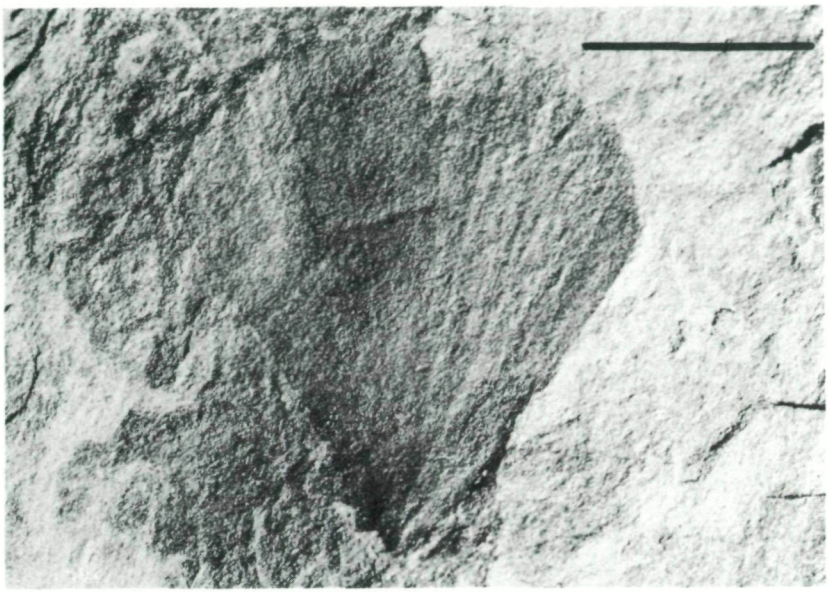


Abb. 13: *Sphenophyllum* aff. *alatifolium* RENAULT, 1888–1890.



Abb. 14: *Sphenophyllum* aff. *alatifolium* RENAULT, 1888–1890.

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



Abb. 15: *Lepidodendron aculeatum* STERNBERG, 1820.

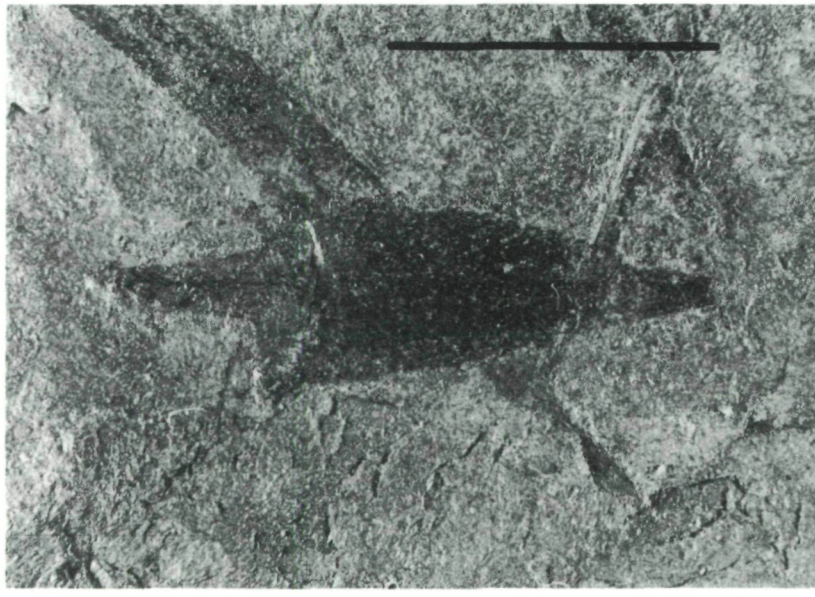


Abb. 16: *Lepidostraobophyllum triangulare* (ZEILLER, 1886–1888) BELL, 1938.

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

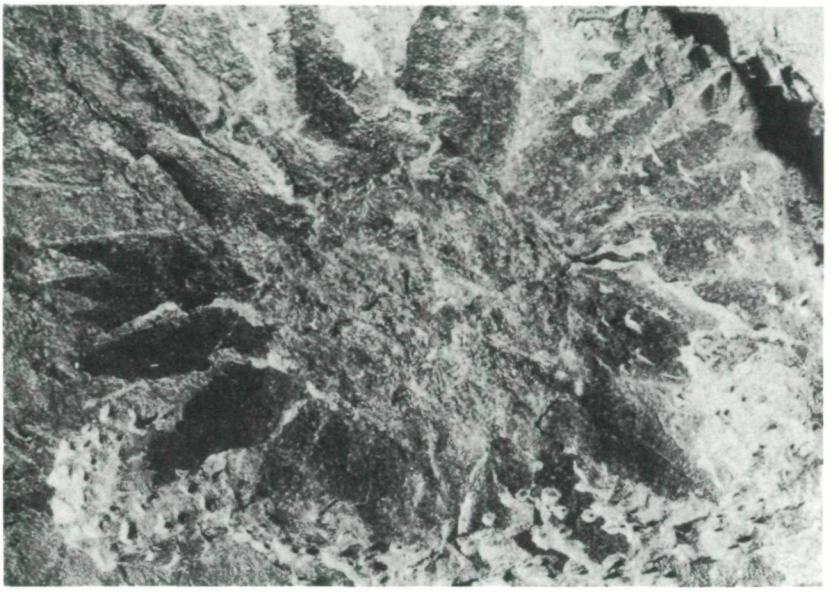


Abb. 17: *Lepidostrobophyllum triangulare* (ZEILLER, 1886–1888) BELL, 1938.

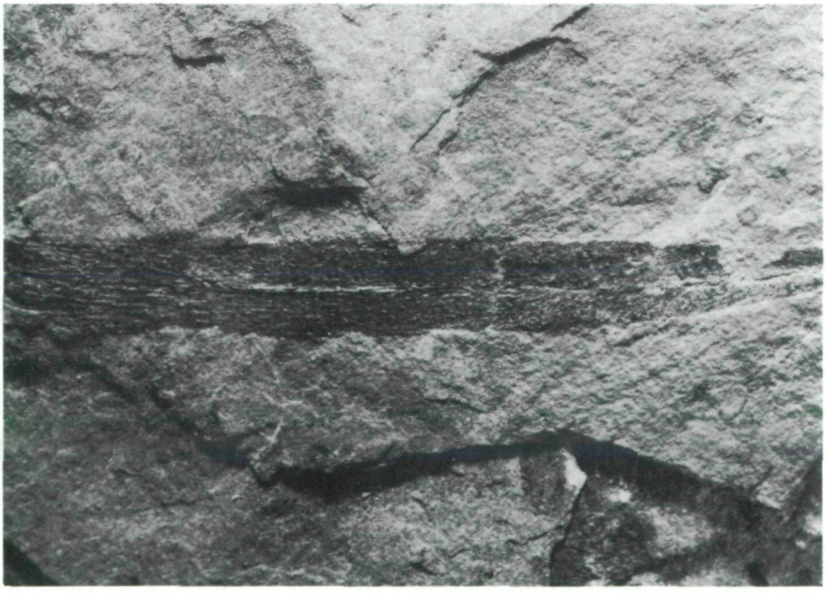


Abb. 18: *Cyperites bicarinatus* LINDLEY et HUTTON, 1832.

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

Cyperites bicarinatus LINDLEY et HUTTON, 1832, Abb. 18.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–24. Ein nicht besonders schön erhaltener Blattrest eines Schuppen- oder Siegelbaumgewächses. Einziger Fossilbeleg.

Syringodendron spec., Abb. 19.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–70. Stammfragment eines längsrippigen Siegelbaums (Rhytidiolepis-Gruppe der Sigillarien). Besondere Erhaltungsform eines Siegelbaumstammes, welche als Folge der Borkenbildung vor allem an den basalen Teilen des Stammes auftrat. Die äußere Rinde mit den Blattnarben wurde dabei abgeworfen, und nur in günstigen Fällen (in Abb. 19 nicht sichtbar) sind wenigstens die Aerenchymstränge als zwei Längsmale vorhanden. Deutet auf Unter-Stefan.

Pecopteris polymorpha fa. *minor* CORSIN, 1951, Abb. 20.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–55. Wedelfragment eines Baumfarns aus der Familie der Marattiaceae. Bisher vollständigster Blattrest dieser Fossilart, den wir in den Karnischen Alpen aufgefunden haben. *Pecopteris polymorpha* fa. *minor* konnten wir auch im Material der HÖFERschen Aufsammlung von 1869 feststellen, FRITZ und BOERSMA (1982:109–152).

Pecopteris polymorpha BRONGNIART, 1828, Abb. 21.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–47. Blattfiedern letzter Ordnung eines Baumfarns. Im Material vom Rudnigsattel relativ selten.

Pecopteris candolleana BRONGNIART, 1828. Abb. 22.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–92. Fiederfragmente eines Baumfarns aus der Familie der Marattiaceae. Typische Stefan-Art, nur mit wenigen Exemplaren im aufgesammelten Material vorhanden.

Asterotheca cf. *candolleana* (BRONGNIART, 1828) KIDSTON, 1924, Abb. 23.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–87. Sporangientragende Blattfieder, vermutlich von Pecopteris candolleana. Im Gegensatz zur Schulter in den stefanischen Schichten des Rudnigsattels selten.

Asterotheca Gruppe *arborescens* STERNBERG, 1825, Abb. 24.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–111. Wedelfragment eines Baumfarns aus der Familie der Marattiaceae, einer Farnfamilie, die noch heute in den Tropen mit baumartigen Vertretern vorkommt. Die Zuordnung des Beleges zu einer bestimmten Fossilart ist ohne Kenntnis des Adernverlaufes unmöglich. Die Arten der Pecopteris-arborescens-Gruppe sind typische Stefan-Vertreter. Im Aufschluß „Rudnigsattel" selten.

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

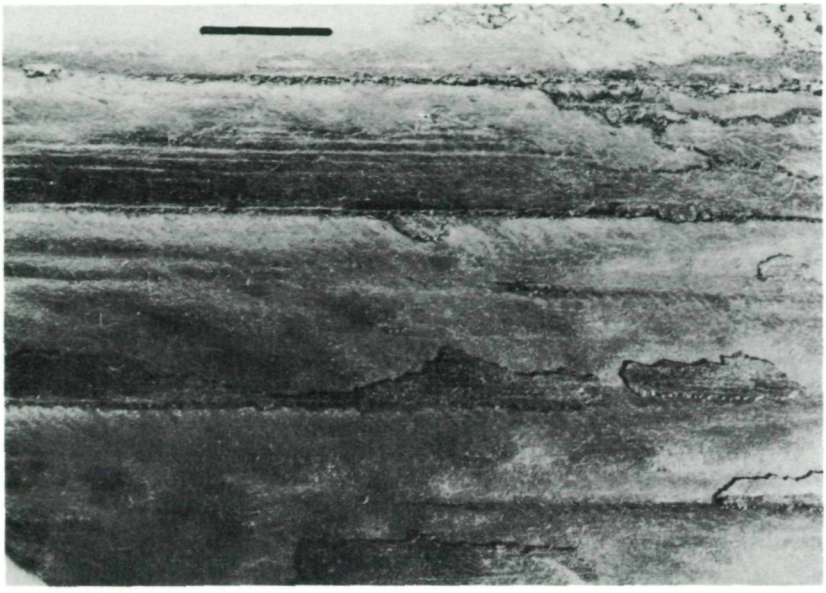


Abb. 19: *Syringodendron* spec.



Abb. 20: *Pecopteris polymorpha* fa. *minor* CORSIN, 1951.

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



Abb. 21: *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART, 1828.



Abb. 22: *Pecopteris candolleana* BRONGNIART, 1828.

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

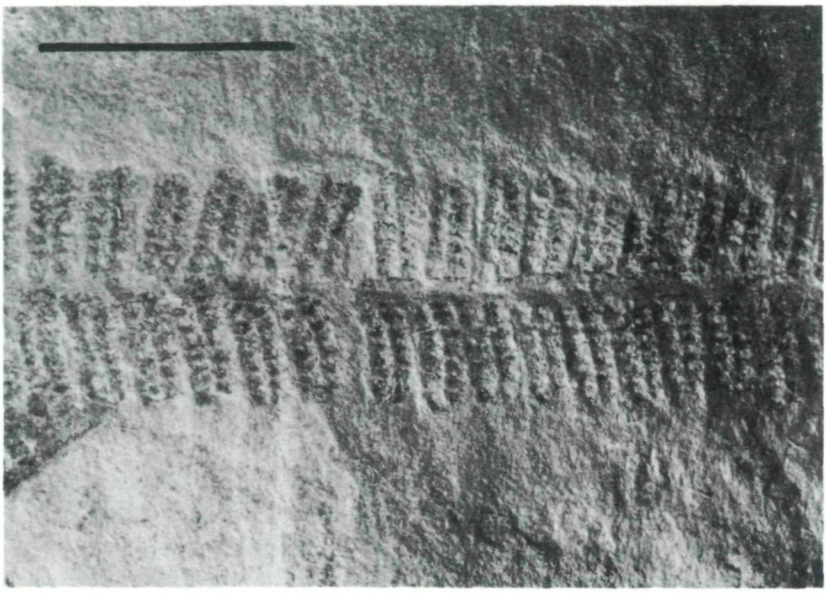


Abb. 23: *Asterotheca* cf. *candolleana* (BRONGNIART, 1828) KIDSTON, 1924.



Abb. 24: *Asterotheca* Gruppe *arborescens* STERNBERG, 1825.

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

Pecopteris unita BRONGNIART, 1828.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–101. Sehr schlecht erhaltener Fossilbeleg. Zur fotografischen Dokumentation ungeeignet. Einziger Beleg.

Aphelbia spec.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–53. Blattorgan einer Farnpflanze, das von der üblichen Form der Blattfiederchen abweicht und meist isoliert im Sediment aufgefunden wird. Wenig strukturiert und relativ schlecht erhalten. Zur fotografischen Dokumentation ungeeignet. Vorläufig einziger Beleg.

Callipteridium pteridium ZEILLER, 1888, Abb. 25.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–52. Wedelbruchstück einer farnlaubigen Samenpflanze. Fiederachse vorletzter Ordnung, mit Zwischenfiederchen besetzt. Mehrere Belegstücke. Typisches Florenelement des Stefans.

Alethopteris bohemica FRANKE, 1912, Abb. 26–28.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–9 und Ru–65. Fiederbruchstücke von farnlaubigen Samenpflanzen. Fiederchen typisch alethopteridisch angeheftet, in Abb. 26 besonders schlank und etwas über 2 cm lang. Mittelader der Fiederchen tief eingesenkt, bis zur Spitze verlaufend. Seitenadern dicht stehend und nur schwach ausgeprägt. Die Abbildungen geben einen Eindruck von der Variationsbreite der Fiederchenform.

Sphenopteris spec., Abb. 29.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–61. Wedelbruchstück einer farnlaubigen Samenpflanze. Erhaltungszustand nicht besonders gut. Insgesamt zwei Belegstücke.

Cyclopteris spec., Abb. 30.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–36. Radialstrahlig geadertes Blatt, welches am Wedelfußstück gewisser farnlaubiger Samenpflanzen angeheftet war. Selten. Cyclopteris-Blätter treten in den Auernigschichten der Karnischen Alpen zwar niemals häufig auf, können aber immer wieder nachgewiesen werden.

Sproßachse, Abb. 31.

Leg. 19. VIII. 1981, Ru–51. Unbestimmbarer Stammrest, vermutlich einer farnlaubigen Samenpflanze. Die unregelmäßige Längsstreifung im Abdruck kann als Folge dicht stehender Sklerenchymstränge der Außenrinde aufgefaßt werden (*Aulacopteris-/Sparganum*-Struktur? – man vergleiche dazu Abb. 33a in REMY et REMY, 1977:116). Zu diesen Achsen gehört unter anderem die Fiederchenform vom *Alethopteris*-Typ, die im Material vom Rudnigsattel vertreten ist.

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



Abb. 25: *Callipteridium pteridium* ZEILLER, 1888.

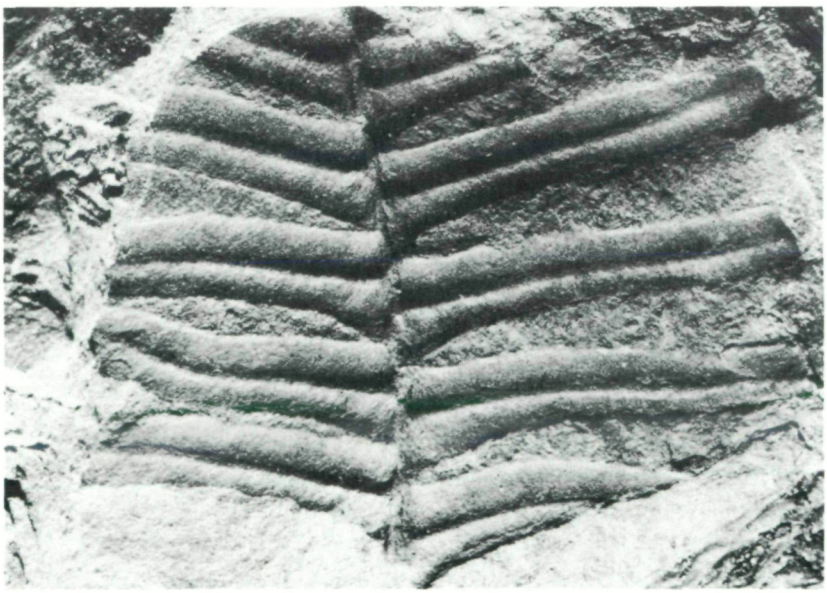


Abb. 26: *Alethopteris bohemica* FRANKE, 1912.

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



Abb. 27: *Alethopteris bohemica* FRANKE, 1912.



Abb. 28: *Alethopteris bohemica* FRANKE, 1912.

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

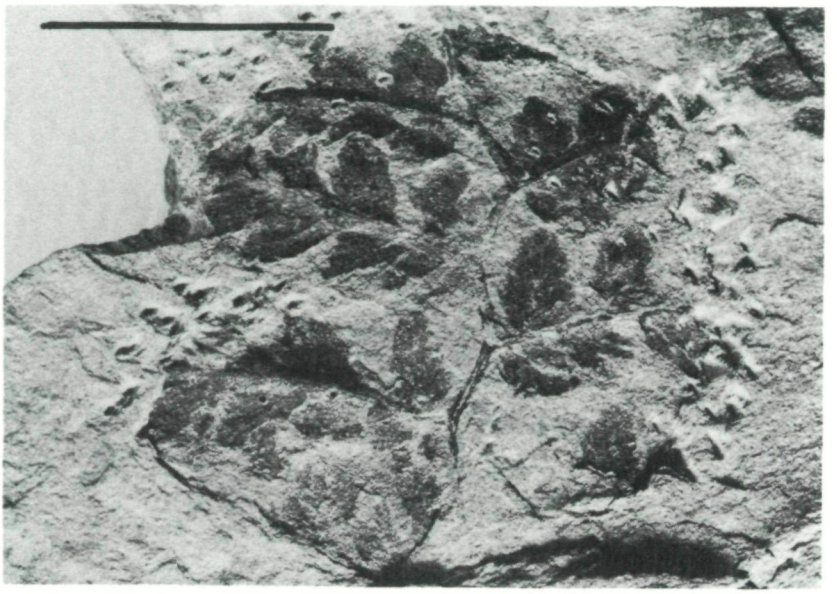


Abb. 29: *Sphenopteris* spec.

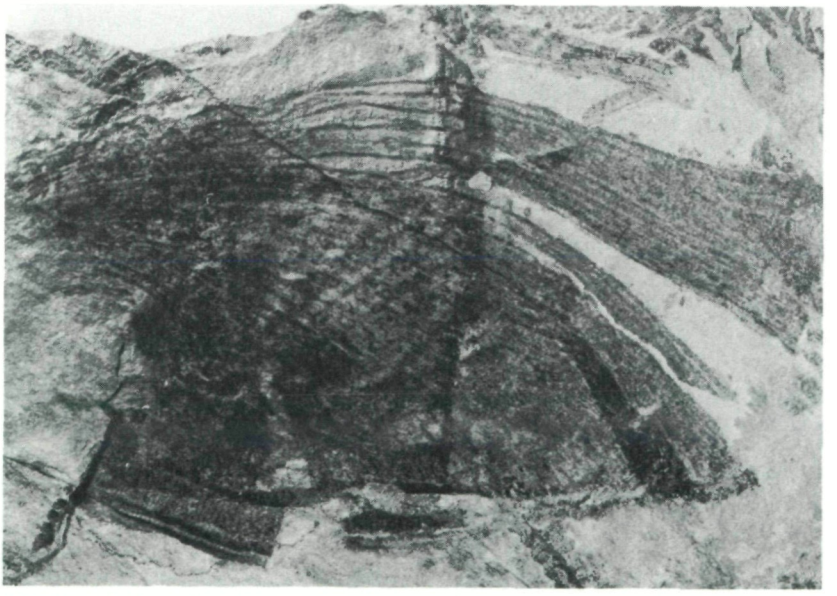


Abb. 30: *Cyclopteris* spec.

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

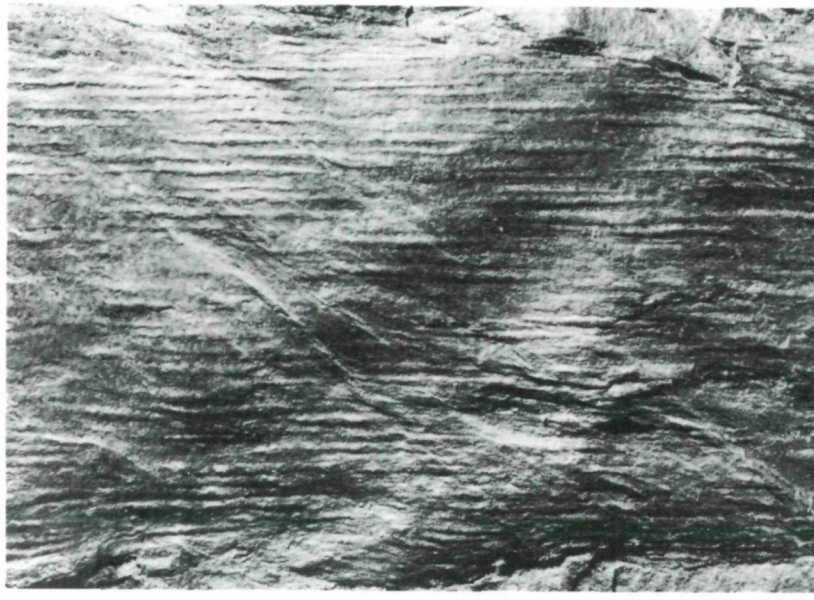


Abb. 31: Sproßachse.

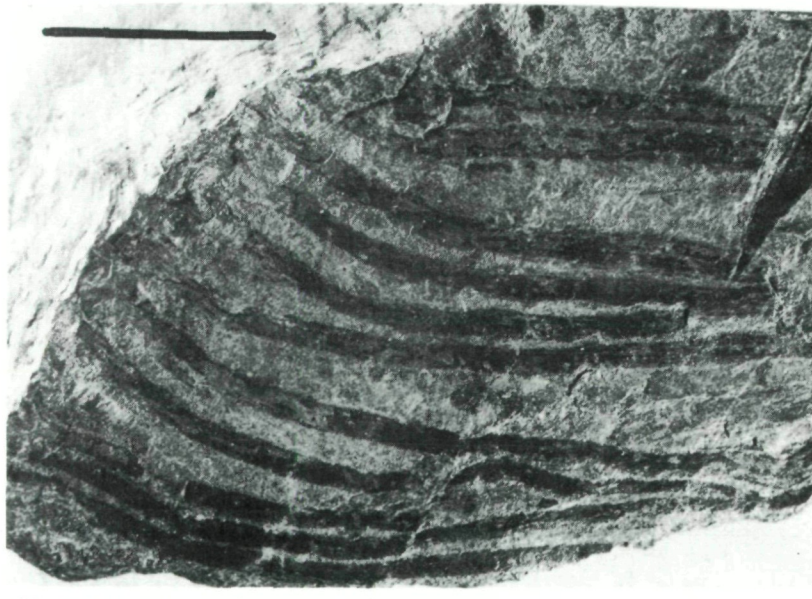


Abb. 32: *Radicites capillacea.*

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

Radicites capillacea, Abb. 32.

Leg. 26. VIII. 1982, Ru–80. Schlauchförmige Wurzelorgane, die meist mit Schachtelhalmen in Verbindung gebracht werden.

Stratigraphische Bemerkungen: Die „Rudnigsattel-Flora" enthält eine Reihe typisch stefanischer Florenelemente, sodaß die Einordnung in das Stefan gesichert erscheint. Nach den bisherigen Erfahrungen über das Alter der Auernigschichten war dies zu erwarten. Das Auftreten von *Lepidodendron aculeatum* und *Sigillaria* Gruppe *Rhytidiolepis* läßt eher auf ein unterstefanisches Alter schließen, obwohl *Sphenophyllum* aff. *alatifolium* auch eine jüngere zeitliche Einstufung zulassen könnte.

LITERATUR

CHALONER, W. G., and M. E. COLLINSON (1975): An illustrated key to the commoner British Upper Carboniferous plant compression fossils. – Proceedings of the Geologist's Association, Vol. 86, Part 1:1–44.

FRITZ, A., und M. BOERSMA (1980): Fundberichte aus Pflanzenfossilien aus Kärnten 1980. Beitrag 1: Pflanzliche Großreste aus dem Oberkarbon der Krone, Karnische Alpen. – Carinthia II, Klagenfurt, 170./90.:221–238.

– (1981): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten. Beitrag 2: Pflanzengroßreste aus dem Stefan (Oberkarbon) der Schulter, Karnische Alpen. – Carinthia II, Klagenfurt, 171./91.:387–414.

– (1982): Revision pflanzlicher Großreste aus dem Oberkarbon der Karnischen Alpen: Sammlung HÖFER 1869. – Carinthia II, Klagenfurt, 172./92.:109–152.

KAHLER, F., S. PREY und H. HERITSCH (1959): Geologische Karte des Naßfeld–Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. – Geologische Bundesanstalt, Wien.

REMY, W., und R. REMY (1977): Die Floren des Erdaltertums. – Verlag Glückauf GMBH, Essen.

Anschriften der Verfasser: Dr. M. BOERSMA, Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie van de Rijksuniversiteit Utrecht, Heidelberglaan 2, Utrecht, Niederlande; a. o. Univ.-Prof. Dr. A. FRITZ, A-9020 Klagenfurt, Koschatstraße 99.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 173_93

Autor(en)/Author(s): Fritz Adolf Johann, Boersma Miente

Artikel/Article: Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1983 (Beitrag 5) mit 32 Abbildungen 315-337