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

Vegetationsgeschichtliche und florenstratigraphische Untersuchungen im Oberkarbon und Unterperm der Ost- und Südalpen (Teil 2)

Von Adolf FRITZ und Karl KRAINER

A4: DIE FLOREN DER CORONA-FORMATION (Mittlere Kalkarme Schichtgruppe)

A4a: Der Aufschluss auf der Ofenalm

Probenaufsammlungen

21. 07. 1982; 30. 07. 1982; 27. 08. 1982; 07. 08. 1988; 07. 07. 1991; 03. 08. 1991.

Der Fundpunkt Ofenalm liegt ca. 200 m nordwestlich der Ofenalm am Fußweg zum Garnitzensattel in ca. 1650 m Seehöhe. Die fossilen Pflanzenreste stammen aus einem graubraunen, siltigen Tonschiefer, der auffallend kleinstückig zerfällt. Die Feinstrukturen der Pflanzenabdrücke sind in vorzüglicher Qualität erhalten, was dafür spricht, dass die Pflanzenteile sehr rasch ohne nennenswerten Transport in das Sediment eingebettet wurden.

Die geologischen Verhältnisse

Der fossilführende Horizont liegt im tieferen Teil der Corona-Formation. Die Corona-Formation erreicht eine Mächtigkeit von 300 m, ist im tieferen Teil rein klastisch ausgebildet und besteht aus einer Wechselfolge von Siltsteinen mit zwischengeschalteten Tonschiefern, Sandsteinen und quarzreichen Konglomeraten (Details in KRAINER 1992). Ungefähr 250 m nordwestlich der Fundstelle befinden sich noch die Halden eines ehemaligen Bergbaues auf Anthrazitkohle. Abgebaut wurden geringmächtige Anthrazitkohleflöze im tieferen Teil der Corona-Formation.

Die fossile Flora

▲ Ofenalm, 1650 m NN, 128 Einzelstücke

Alethopteris ambigua
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia sp. Gruppe *rutaefolia*
Asterophyllites equisetiformis (Achsen)
Asterotheca sternbergii
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyclopteris fimbriata
Neuropteris ovata fa. *ovata*
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busqueti
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenopteris sp. Gruppe *rutaefolia*

- 42 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 44 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Ofenalm

Die Fossilreste im Fundpunkt Ofenalm bezeugen eine Vegetation, die offensichtlich umfangreiche Bestände von Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen umfasste. Calamiten und Cordaiten waren nur spärlich vertreten, Lepidophyten fehlten vermutlich gänzlich, denn trotz wieder-

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

holt vorgenommener Nachsuche wurden bis jetzt nicht die geringsten Spuren von Siegel- oder Schuppenbäumen festgestellt. Floristisch hebt sich die Vegetation vor allem durch die starke Verbreitung von *Neuropteris ovata* ab und schließt damit an die *Neuropteris ovata*-reichen Ablagerungen der Pizzul-Formation an.

A4b: Die Aufschlüsse auf der Kronalpe

Probenaufsammlungen

Kronalpe-0: 14. 08. 1989

Kronalpe-1: 1973; 1976; 19. 08. 1978; 17. 09. 1978; 25. 08. 1979; 21. 07. 1982; 08. 08. 1983; 09. 08. 1983; 07. 08. 1988; 26. 06. 1990; 29. 07. 1990; 07. 07. 1991; 03. 08. 1991

Kronalpe-2: 14. 08. 1989; 03. 08. 1991; 04. 07. 1992; 18. 07. 1992; 28. 07. 1992; 02. 09. 1992;17. 09. 1992;

Kronalpe-3: 07. 07. 1991

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundpunkte der fossilen Floren Kronalpe-0 bis Kronalpe-3 liegen im obersten Abschnitt der bis zu 300 m mächtigen Corona-Formation (Mittlere Kalkarme Schichtgruppe) der Auernig-Schichtgruppe, und zwar auf der West- und Südseite der Kronalpe (Monte Corona). Die fossilführenden Horizonte liegen in den obersten 60 m der zyklisch aufgebauten Schichtfolge.

Die Corona-Formation besteht fast ausschließlich aus klastischen Sedimenten, nur im obersten Profilabschnitt sind im Bereich der Kronalpe zwei jeweils mehrere Dezimeter mächtige fossilreiche Kalkbänke eingeschaltet. Die klastischen Sedimentgesteine umfassen Konglomerate, Sandsteine, Siltsteine und Tonschiefer. Auf der Südwestseite der Kronalpe ist auch ein ca. 30 cm mächtiges Anthrazitflöz aufgeschlossen. Die Konglomerate sind bis zu über 20 m mächtig, im obersten Profilabschnitt 2 bis 5 m, und bilden im Gelände markante Steilstufen. Es handelt sich dabei um flachmarine Ablagerungen des Strand- und oberen Vorstrandbereiches. Die Sandsteine sind grob- bis feinkörnig, häufig schräggeschichtet und repräsentieren Ablagerungen

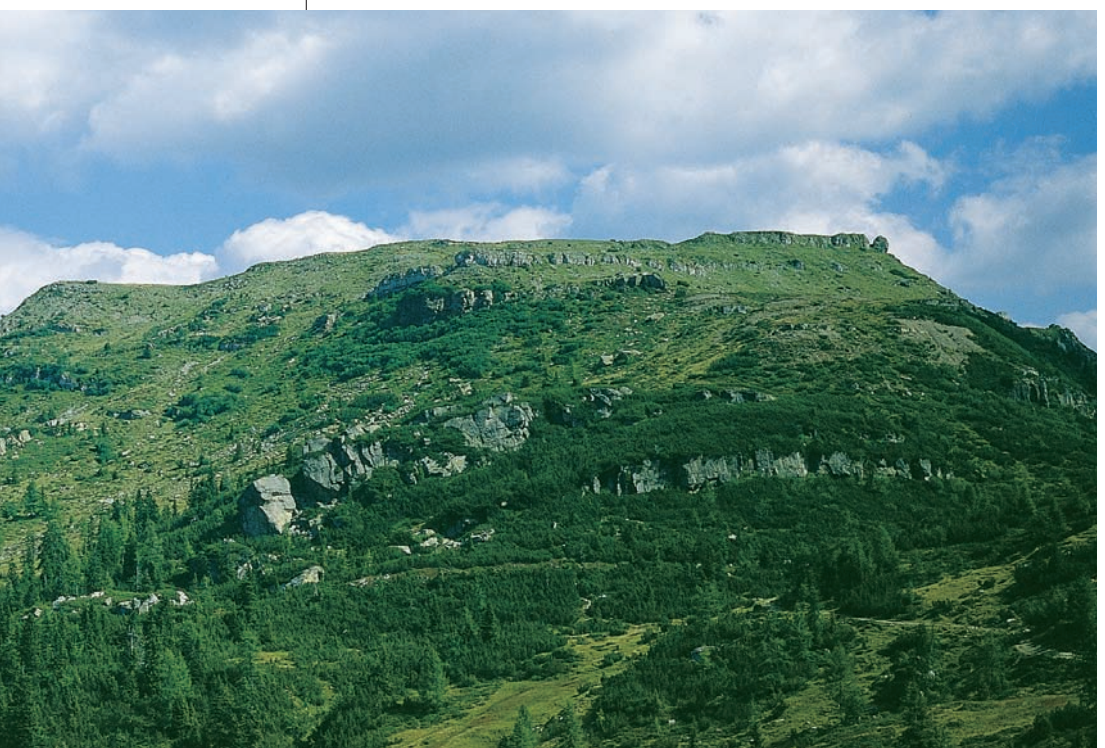

Abb. 13: Blick auf die Kronalpe von der Garnitzenalm aus. Foto: K. Krainer

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

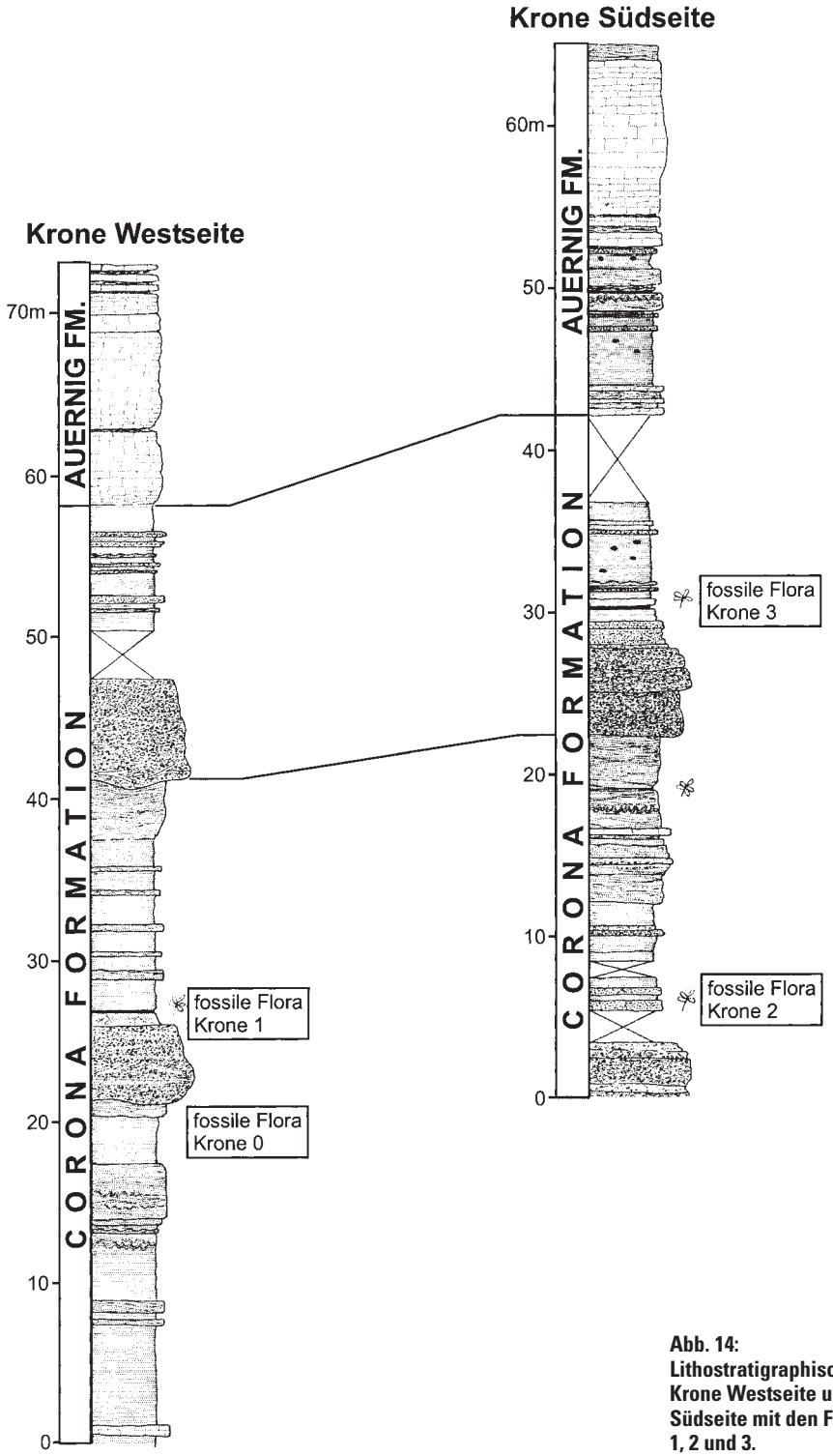

Abb. 14:
Lithostratigraphisches Profil Krone Westseite und Krone Südseite mit den Floren Krone-0, 1, 2 und 3.

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

des oberen und unteren Vorstrandbereiches. Siltsteine und Tonschiefer sind häufig durchwühlt, mitunter fossilführend (Brachiopoden, Crinoidenbruchstücke). Sie werden als Ablagerungen des offenen Schelfs interpretiert. Siltsteine und Tonschiefer, die unmittelbar über oder unter Konglomeratbänken liegen und oft fossile Pflanzenreste enthalten, werden als Ablagerungen kleinräumiger Küstensümpfe interpretiert. Die eingeschalteten Kalkbänke sind sehr fossilreich, enthalten neben zahlreichen Kalkalgen auch Fusuliniden und andere Fossilbruchstücke.

Diese Sedimentgesteinstypen bilden ausgeprägte Zyklen („Auernig-Zyklotheme"), die mit Konglomeraten beginnen und nach oben in Sandsteine, Siltsteine, Tonschiefer und schließlich in fossilreiche Kalke übergehen. Die Entstehung dieser Zyklen wird auf glazioeustatische Meeresspiegelschwankungen im Zusammenhang mit der Gondwana-Vereisung auf der Südhalbkugel zurückgeführt (Details siehe KRAINER 1992). Basierend auf Fusuliniden wird die Corona-Formation in das Gzhelium eingestuft (KRAINER & DAVYDOV 1998).

Die fossilen Floren

▲ Kronalpe-0, 1755 m NN, 80 Einzelstücke

Kronalpe-0 ist der tiefste (älteste) Horizont. Er liegt auf der Westseite der Kronalpe in 1755 m Seehöhe an der Basis einer ca. 2 m mächtigen Konglomeratbank.

Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Asterothea sp. (Achsen)
Asterotheca candolleana
Calamites sp.
Cordaianthus sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Lepidostrobophyllum triangulare
Pecopteris acuta
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris plumosa
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Sphenopteris sp.
Syringodendron sp.

- 88 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 20 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 2,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Kronalpe-1, 1760 m NN, 406 Einzelstücke

Kronalpe-1 liegt ebenfalls auf der Westseite der Kronalpe auf 1760 m Seehöhe, im Profil ca. 5 m höher als Kronalpe-0, unmittelbar über der Konglomeratbank.

Acitheca polymorpcha
Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia elongata
Aphlebia Gruppe *adnascens*
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Calamites cruciatus
Calamostachys tuberculata
Cardiocarpus sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Daubreeia pateraeformis
Knorria sp.
Neuropteris Gruppe *auriculata*
Odontopteris alpina
Odontopteris brardii
Pecopteris acuta
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
cf. *Pseudomariopteris busqueetii*
Ptychocarpus unitus
Sigillaria brardii
Sigillariostrobus sp.
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenopteris Gruppe *rutaefolia*
Sphenopteris sp. div.
Stigmariopsis sp.
Syringodendron sp.
Trigonocarpus sp.

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

• 85 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 29 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordatien

▲ Kronalpe-2, 1790 m NN, 500 Einzelstücke

Kronalpe-2 liegt auf der Südseite der Kronalpe in 1790 m Seehöhe, im Profil ca. 30 m über dem Horizont mit der Flora Kronalpe-1, ebenfalls über einer Konglomeratbank (Schichte 11 nach GEYER 1897, siehe FRITZ & KRAINER 1993, Abb. 43).

Acitheca polymorpha
Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia Gruppe *adnascens*
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Calamites cruciatus
Calamites sp.
Calamites undulatus
Calamostachys tuberculata
Callipteridium gigas
Cordaites principalis
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Lebachia sp.
Odontopteris sp.
Palaeostachya sp.
Pecopteris acuta
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp. div.
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busquetii (Achsen)
Ptychocarpus unitus
Sigillaria (*Rhytidolepis*) sp.
Sigillaria brardii
Sphenophyllum-Achse
Sphenophyllum longifolium
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum verticillatum
Sphenopteris sp.

• 49 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 41 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 5% der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Kronalpe-3, 1915 m NN, 9 Einzelstücke

Kronalpe-3 liegt ebenfalls auf der Südseite der Kronalpe in 1915 m Seehöhe im obersten Abschnitt der Corona-Formation, im Profil ca. 25 m über dem Horizont mit der Flora Kronalpe-2 (in Schichte 17 über der Konglomeratbank 16 nach GEYER 1897, siehe FRITZ & KRAINER 1993, Abb. 43).

Calamites sp., cf.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus

Abb. 15:
***Syringodendron* sp., Kronalpe-2, Corona-Formation.**

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Kronalpe

Mit Ausnahme der wenigen Fossilreste im Fundpunkt Kronalpe-3, die als eingeschwemmt zu betrachten sind und sich wohl kaum für eine nähere Erörterung eignen, enthalten die Fundpunkte Kronalpe-0, Kronalpe-1 und Kronalpe-2 ausreichende Mengen an pflanzlichem Fossilmaterial, das zum Teil noch in größeren Exemplaren erhalten geblieben und als autochthon aufzufassen ist. Der autochthone Charakter des Fundmaterials, insbesondere des Fundpunktes Kronalpe-1, wird durch den Fund eines noch aufrecht im Gestein positionierten basalen Stammabschnittes eines Siegelbaumes bestätigt (Abb. 15). Dieses Stammfossil wurde inzwischen ge-

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

borgen, restauriert und ist im Heimatmuseum zu Möderndorf im Gailtal ausgestellt.

Die besondere paläobotanische Bedeutung der drei Kronalpe-Fundstellen liegt im Umstand, dass die fossilführenden Horizonte in einem ungestörten Sedimentprofil aufeinander folgen und eine Entwicklungstendenz der Vegetation erkennen lassen. Diese Tendenz wird sichtbar im stufenweisen Rückgang der Lepidophyten- (20 % -7 % -5 %) und Baumfarnbestände (88 % -85 % -49 %) bei gleichzeitig entgegengesetzter, schrittweiser Ausweitung der Calamiten (8 % -29 % -41 %). Cordaiten und farnlaubige Samenpflanzen hingegen waren offensichtlich in diesen Entwicklungstrend kaum eingebunden. Man gewinnt aus diesen Vorgängen den Eindruck einer zu Ende gehenden kohlebildenden Sumpfwaldmoorphase, deren Bestände anfangs noch reichlich Lepidophyten aufwiesen, welche nun aber durch Ausweitung eines offenen Wasserbereiches zugunsten des Calamiten-Röhrichts schrittweise zurückgedrängt wurden. Wenn man weiters feststellt, dass im obersten Bereich der Corona-Formation knapp über dem Fundpunkt Kronalpe-2 geringmächtige Kalkbänke zu liegen kommen, so wäre man geneigt, diese Veränderungen in der Vegetation als eine Folge großräumiger Ereignisse (Anstieg des Meeresspiegels infolge Erwärmung im Rahmen der Gondwana-Vereisung auf der Südhalbkugel) zu betrachten.

Floristisch sind die Kronalpe-Floren (gegenüber Ofenalm) dadurch gekennzeichnet, dass sie keine *Neuropteris ovata* mehr enthalten und dass ab jetzt mit dem Auftreten von Koniferen zu rechnen ist.

A4c: Der Aufschluss auf der Garnitzenalm

Probenaufsammlungen

28. 09. 1997; 29. 09. 1997

Der Aufschluss auf der Garnitzenalm wurde durch den Bau einer Zufahrtsstraße, die vom Garnitzensattel zur Garnitzenalm führt, in der hangseitig gelegenen Wegböschung zwischen der ersten und zweiten Kehre aufgeschlossen. Das fossilführende Gestein ist ein grauer rostfarbener Schiefer; der Aufschluss ist reich an gut erhaltenen Fossilien.

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstelle mit der fossilen Flora Garnitzenalm liegt innerhalb der Corona-Formation, vermutlich im mittleren Bereich. Aufgrund der schlechten Aufschlussverhältnisse und der tektonischen Überprägung ist eine genauere lithostratigraphische Einordnung nicht möglich.

Die fossile Flora

▲ Garnitzenalm, 1780 m NN, 65 Einzelstücke

Annularia stellata
Asterotheca sp.
Calamites cruciatus (Stamm)
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Cordaites principalis
Cyperites bicarinatus
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
cf. *Senftenbergia*
Sigillaria sp.
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum sp.
Syringodendron sp.
Walchia sp.

- 37 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 75 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 15 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

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

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Garnitzenalm

Die überdurchschnittlich große Zahl an Fossilfragmenten der Calamiten lassen einen ausgedehnten Bestand an Riesenschachtelhalmen im Bereich eines offenen Wassers erkennen. Die Lepidophyten (wahrscheinlich nur Sigillarien) und die Baumfarne siedelten vermutlich auf geeigneten Moorstandorten im Hinterland der Calamiten. Die farnlaubigen Samenpflanzen hingegen waren offensichtlich zu weit von der Fossillagerstätte entfernt, um Spuren im Fossilmaterial zu hinterlassen. Weitgehend ähnliche Verhältnisse überliefert von den 17 untersuchten fossilen Floren der Corona-Formation die Fundstelle Kronalpe-2. Die Beziehungen zwischen den Fundpunkten Garnitzenalm und Kronalpe-2 werden außerdem noch durch die Koniferenreste, die an beiden Lokalitäten aufgefunden wurden, bekräftigt. Diese paläobotanischen Indizien sprechen für die Einstufung der fossilen Garnitzenalm-Flora in den obersten Abschnitt der Corona-Formation.

A4d: Die Aufschlüsse auf der Gugga

Probenaufsammlungen

Gugga-1: Juli 1988; 08. 09. 1988; Gugga-2: 08. 09. 1988

Die Fundstelle Gugga-1 liegt direkt am Steig, der vom Sattel bei der Bergstation des Gartnerkofel-Liftes zum Garnitzenberg führt, und zwar unmittelbar nördlich der Gugga in ca. 1895 m Seehöhe. Der Fundpunkt Gugga-2 liegt etwas abseits vom Steig auf der Nordwestseite der Gugga in ca. 1890 m Seehöhe. Beide Fundpunkte liegen nur wenige Zehnermeter voneinander entfernt (siehe KRAINER 1992, Profil Abb. 32).

Die geologischen Verhältnisse

Die fossilen Floren Gugga-1 und Gugga-2 gehören demselben Horizont an. Es ist ein 30 bis 40 cm mächtiger, dunkelgrauer bis schwarzer, siltiger Tonschiefer mit stellenweise einer dünnen, eingeschalteten feinkörnigen Sandsteinlage. Dieser feinkörnige fossilführende Horizont liegt direkt auf einem ca. 7 m mächtigen Quarzkonglomerat im obersten Abschnitt der Corona-Formation, ungefähr 8 m unterhalb der Basis der Auernig-Formation und ist daher jünger als Kronalpe-2. Die feinkörnigen, pflanzenführenden Sedimente werden als Ablagerung kleinräumiger Küstensümpfe gedeutet (KRAINER 1992).

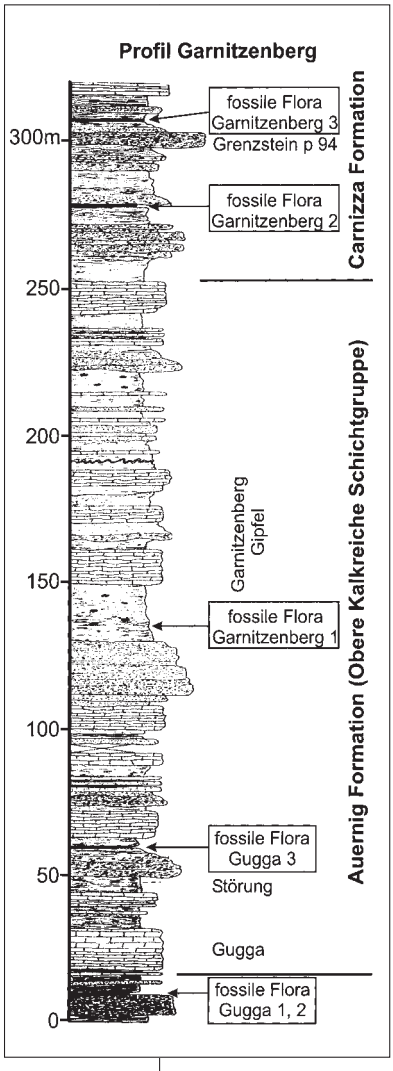

Abb. 16: Lithostratigraphisches Profil Garnitzenberg mit den Floren Gugga-1 bis 3 und Garnitzenberg-1 bis 3.

Die fossilen Floren

▲ Gugga-1, 1895 m NN, 117 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Aphlebia sp. (Achse)
Calamites sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Odontopteris brardii
Odontopteris minor
Pecopteris arborescens
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris oreopteridia
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Sphenophyllum cf. *thonii*
Sphenopteris nummularia

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

• 66 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 72 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridophyten
• 54 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Gugga-2, 1890 m NN, 2 Einzelstücke

Annularia sphenophylloides (Achse) *Calamites* sp.
Asterophyllites equisetiformis

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Gugga

Von den beiden Corona-Fundstellen auf der Gugga ist nur die Aufsammlung Gugga-1 auswertbar. Das Fossilmaterial dokumentiert, dass mit dem Ende der Corona-Formation eine Umgestaltung in der Vegetation stattfand, die durchaus als tiefgreifend bezeichnet werden kann. Die Lepidophyten sind in Fortsetzung des rückläufigen Trends ihrer Verbreitung, der sich bereits in den Floren der Kronalpe ankündigte, im Fossilmaterial überhaupt nicht mehr vertreten, und die Calamiten waren im unmittelbaren Bereich der Fossilüberlieferung auf einen minimalen Bestand geschrumpft. Im Gegenzug dazu erfuhren die farnlaubigen Samenpflanzen nach Langem wieder eine ungewöhnlich starke Verbreitung wie zuletzt an der Fundstelle Ofenalm, und lichte Wälder aus locker stehenden Baumfarnen sowie von Cordaiten bedeckten weite Flächen von mesophilem Charakter. Der Rückgang der hydrophil bis hygrophilen Biotope zugunsten mesophiler Standorte dürfte klimatische Ursachen gehabt haben und kann möglicherweise als Höhepunkt einer relativ niederschlagsarmen Phase gedeutet werden, die in weiterer Folge wieder zur Ausbildung von Sumpfwaldmooren (Garnitzenberg-1) führte. Floristisch waren die Baumfarnbestände der fossilen Flora Gugga-1 vorwiegend durch *Pecopteris polymorpha*, die farnlaubigen Samenpflanzen durch *Alethopteris* (Abb. 17) und *Odontopteris* vertreten. Linopteriden und Neuropteriden, die in der Bombaso-, Meledis- und Pizzul-Formation zum Teil im tieferen Abschnitt der Corona-Formation vorhanden sind, treten in der fossilen Flora Gugga-1 nicht mehr in Erscheinung.

Abb. 17: *Alethopteris* sp., Gugga-1, Corona-Formation.

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

A4e: Die Aufschlüsse am Madritschenkopf

Probenaufsammlungen

Madritschenkopf-1: 11. 09. 1990; 09. 09. 1991
Madritschenkopf-2: 10. 07. 1987; 27. 07. 1990; 11. 09. 1090
Madritschenkopf-3: 09. 09. 1991
Madritschenkopf-4: 09. 09. 1991

Die Aufsammlungen am Madritschenkopf gehen auf einen Hinweis des Diplomanden H. W. Kügel zurück, welcher die von ihm aufgesammelten Pflanzenfossilien in seiner Diplomarbeit beschreibt und dem Erstautor zur Verfügung stellte. Kügel gibt seinen Fundpunkt mit ca.100 m SE des Madritschengipfels an. Der Aufschluss von Kügel ist identisch mit Madritschenkopf-2, der die meisten Pflanzenfossilien lieferte. Die Fundpunkte Madritschenkopf-1, Madritschenkopf-3 und Madritschenkopf-4 befinden sich in der näheren Umgebung. Das fossilführende Gestein ist ein hell- bis dunkelgrauer rostfarbener Schiefer bzw. Sandstein. Das Fundstück Madritschenkopf-4 ist eine Einlagerung in Konglomerat.

Die geologischen Verhältnisse

Die Pflanzenfossilpunkte im Bereich des Madritschenkopfes liegen im obersten Abschnitt der Corona-Formation, also in einer ähnlichen stratigraphischen Position wie die Fundpunkte Gugga-1 und Gugga-2 (siehe auch geologische Karte von Venturini 1990 bzw. geologische Detailkarte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes 1:10.000 von Schönlaub, Fenninger & Venturini).

Die fossilen Floren

▲ Madritschenkopf-1, 1815 m NN, 7 Einzelstücke

Cyperites bicarinatus
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris sp.
Sigillaria sp.

▲ Madritschenkopf-2, 1815 m NN, 164 Einzelstücke

Alethopteris cf. *serlii*
Alethopteris sp.
Annularia stellata
Asterophyllites longifolius
Asteropyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.
Asterotheca sternbergii
Calamites sp.
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron sp.
Pecopteris acuta
Pecopteris arborescens
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris cyathea
Pecopteris cyathea var. *minima*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Radicites capillacea
Sigillaria sp.
Sphenophyllum (Achse)
Syringodendron sp.
Taeniopteris jejunata

- 71 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 29 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 10 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Madritschenkopf-3, 1800 m NN, 6 Einzelstücke

Annularia stellata
Calamites sp.
Cyperites bicarinatus

▲ Madritschenkopf-4, 1790 m, 1 Handstück

Calamites sp.

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

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Madritschenkopf

Eine Auswertung der Pflanzenfossilien vom Madritschenkopf ist nur für die Aufsammlung Madritschenkopf-2 möglich. Die Analyse des Fossilmaterials macht einen Vegetationstyp sichtbar, der wiederholt in der Vegetationsgeschichte des Naßfeld-Beckens zu beobachten ist: Eine an Baumfarnen und an Lepidophyten reiche Sumpfwaldmoorgesellschaft mit kleineren und halbhohen Farngewächsen (*Pecopteris feminaeformis*) und Sphenophyllen im Unterwuchs, in welcher Calamiten, farnlaubige Samenpflanzen und Cordaiten nur eine geringe Bedeutung spielten. Die lithostratigraphische Einstufung der fossilen Flora in die obersten Schichten der Corona-Formation wäre aus paläobotanischer Sicht zu überdenken. Die Vegetation Madritschenkopf-2 gleicht nämlich jener von Garnitzenberg-1 und könnte daher jünger sein als Gugga-1.

A4f: Der Aufschluss am Schlanitzer Almweg

Probenaufsammlungen

20. 7. 1983; 27. 07. 1983; August 1983

Die fossilen Pflanzenreste „Schlanitzer Almweg“ wurden beim Bau der Straße, die von Naßfeld zum Feriendorf bei Schlanitzen führt, aufgeschlossen. Der dunkle etwa 1 m mächtige fossilführende Schiefer befindet sich zwischen zwei Konglomeratbänken.

Die geologischen Verhältnisse

Entlang des Schlanitzer Almweges sind im Südabschnitt durchwegs Sedimentgesteine der Corona-Formation aufgeschlossen, in diesen Gesteinen liegt auch die Fundstelle mit den fossilen Pflanzenresten. Die Aufschlussverhältnisse sind in diesem Bereich jedoch sehr schlecht, große Bereiche sind mit Hangschutt bedeckt. Eine genauere lithostratigraphische Einstufung der fossilen Flora ist daher nicht möglich.

Die fossile Flora

▲ Schlanitzer Almweg, 1360 m NN, 58 Einzelstücke

Annularia sphenophylloides
Annularia spicata
Annularia stellata
Artisia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Calamites sp.
Calamites suckowi
Callipteridum pteridium
Cordaites sp.
Cyclocarpus sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron sp.
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Poa-Cordaites linearis
Sphenophyllum oblongifolium
Syringodendron sp.
Trigonocarpus sp.

- 52 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 36 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 26 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Schlanitzer Almweg

Die fossile Überlieferung in der Wegböschung des Almweges zum Feriendorf bei Schlanitzen lässt deutliche Anklänge an die Vegetationsverhältnisse kohlebildender Sumpfwaldmoorgesellschaften mit Le-

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

pidophyten, Calamiten und Cordaiten (Abb. 18) in der Baumschichte, mit Baumfarnen im Unterwuchs und mit niedrigwachsenden Gehölzen (*Pecopteris feminaeformis*) sowie *Sphenophyllum* in der bodennahen Krautschichte erkennen. Das Fehlen von Linopteriden und Neuropteriden entspricht den floristischen Verhältnissen, wie sie aus den obersten Schichten der Corona-Formation bekannt sind. Die Flora erinnert infolge der relativ hohen Lepidophytenwerte an die Flora Kronalpe-0.

Abb. 18: ***Poa-Cordaites I ineraris*, Schlanitzer Almweg, Corona-Formation.**

A4g: Die Aufschlüsse auf der Treßdorfer Alm

Probenaufsammlungen

Treßdorfer Alm-1: 25. 06. 1984
Treßdorfer Alm-2: 05. 10. 1993; 29. 08. 1994

Das Fossilmaterial von Treßdorfer Alm-1 wurde von Univ.-Prof. Dr. H. P. Schönlaub für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Das Material wurde bei Bauarbeiten zur Errichtung des Doppelsesselliftes von der Schlanitzer Alm auf die Treßdorfer Höhe freigelegt. Der hellgraue Schiefer ist zum Teil rostfarben überlaufen. Die Fossilerhaltung ist zufrieden stellend. Der Aufschluss Treßdorfer Alm-2 befindet sich in der Nähe des Gasthauses auf der Treßdorfer Alm links am Weg Richtung Schlanitzer Alm, unmittelbar vor einem Holzgatter. Die Fossilerhaltung ist mäßig bis schlecht.

Die geologischen Verhältnisse

Südlich der Treßdorfer Alm und auf der Nordseite der Treßdorfer Höhe sind laut geologischer Karte von Venturini (1990) Sedimentgesteine der Corona-Formation aufgeschlossen. Die fossilen Pflanzenreste stammen dann wohl aus der Corona-Formation. Eine genauere Einordnung ist nicht möglich.

Die fossilen Floren

▲ Treßdorfer Alm-1, ca. 1660 m NN, 25 Einzelstücke

Calamostachys tuberculata
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Odontopteris brardii (Achse)
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp. (Same)
Peudomariopteris busquetii
Taeniopteris jejunata

- 40 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 80 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Treßdorfer Alm-2, 1720 m NN, 81 Einzelstücke

Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Callipteridium gigas
Cordaites sp. (Achse)
Pecopteris arborescens
Pecopteris cf. *candolleana*
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenopteris sp.
Syringodendron sp.

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

Abb. 19:
***Odontopteris brardii*,**
Treßdorfer Alm-1,
Corona-Formation.

- 94 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Bemerkungen zu den Vegetationsverhältnissen: Treßdorfer Alm

Die Vegetationsverhältnisse, die sich aus der Fossilüberlieferung der Treßdorfer Alm-1 ableiten lassen, erinnern stark an jene der Gugga-1, mit der Abweichung, dass die Cordaiten im Vegetationsbild der fossilen Flora von der Treßdorfer Alm-1 stark zurücktreten. Das Gemeinsame der beiden Fundstellen kommt dadurch zum Ausdruck, dass offensichtlich weite Flächen von mesophilem Charakter bestanden, welche die Ausbreitung ausgedehnter, aber lichter Wälder aus farnlaubigen Samenpflanzen (Abb. 19) und locker stehenden Baumfarnen ermöglichten. Das Fehlen von Neuropteriden und Linopteriden in den beiden Floren der Treßdorfer Alm stellt diese paläobotanisch in den obersten Abschnitt der Corona-Formation. Die Flora Treßdorfer Alm-2 scheint maßgebend von Baumfarnen dominiert gewesen zu sein.

A4h: Die Aufschlüsse im Raume Naßfeld

Probenaufsammlungen

Naßfeld-Sattel: 21. 07. 1982; 08. 07. 1996
Naßfeld-N:14. 09. 1996

Der Aufschluss Naßfeld-Sattel befindet sich in unmittelbarer Nähe des Hotels Krieber, und zwar in der hangseitigen Wegböschung der Straße auf die Watschiger Alm. Naßfeld-N liegt am Weg zum Madritschenkopf. Die fossilführenden Schichten sind auch dort in der hangseitigen Wegböschung aufgeschlossen.

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

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundpunkte im Bereich des Naßfeldsattels liegen in feinkörnigen Sedimenten der Corona-Formation, die aus einer Wechselfolge von quarzreichen Konglomeraten, Sandsteinen, Siltsteinen und Tonschiefern aufgebaut ist. Die Sedimentgesteine sind allerdings im Bereich des Naßfeldsattels tektonisch gestört, sodass eine genaue lithostratigraphische Einordnung innerhalb der Corona-Formation nicht möglich ist. Vermutlich gehören die fossilführenden Horizonte in den tieferen Abschnitt der Corona-Formation.

Die fossilen Floren

▲ Naßfeld-Sattel, 1530 m NN, 19 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Cordaites sp.
Linopteris neuropteroides
Pecopteris cf. *schlotheimii*
Sphenophyllum sp.
Taeniopteris multinervia

- 15 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 21 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 10 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridophyten
- 15 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Naßfeld-N, 1580 m NN, 79 Einzelstücke

Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Calamites sp.
Calamites undulatus
Cordaites borassifolius
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Linopteris, cf.
Odontopteris brardii
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Sphenophyllum oblongifolium
Syringodendron sp.

- 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 42 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridophyten
- 39 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückblick auf die Vegetationsverhältnisse: Raum Naßfeld

Die fossilen Floren des Raumes Naßfeld legen Vegetationsverhältnisse nahe, die moorferneren Pflanzengesellschaften entsprechen. Das ergibt sich aus dem Fehlen bzw. aus dem geringen Anteil an Lepidophyten, die in den typischen Waldmooren überreich vertreten sind. Die relativ häufigen Calamitenreste verweisen auf mehr oder weniger ausgedehnte Bestände der Riesenschachtelhalme, welche sich nach der Erfahrung aus den Kronalpe-Floren in der regressiven Phase einer vorangegangenen kohlebildenden Sumpfwaldmoorgesellschaft ausbilden konnten. Dem stärker hydrophil bis hygrophilen Charakter der Biotope entsprechen die mäßige Verbreitung der Baumfarne und der farnlaubigen Samenpflanzen, die außerdem nur mit ganz wenigen Taxa vertreten sind. Der Nachweis von *Linopteris* in den Floren des Naßfeldes scheint der Vermutung zu entsprechen, die Floren in den lithostratigraphisch tieferen Bereich der Corona-Formation anzusiedeln.

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

Abb. 20: ***Lebachia*** **sp. Krone-2, Corona-Formation.**

Rückblick auf die Floren der Corona-Formation

Von den 17 Fundstellen der Corona-Formation sind nur 12 für eine paläobotanische Auswertung geeignet. Von besonderem Interesse sind jene Floren, die in einem geschlossenen Sedimentprofil aufeinander folgen, wie jene der Kronalpe (Kronalpe-0, Kronalpe-1, Kronalpe-2). Überblickt man die Fossilüberlieferung dieser Fundpunkte, so scheint im obersten Abschnitt der Corona-Formation eine Entwicklungstendenz der Vegetation erkennbar zu sein, welche, ausgehend von einer lepidophytenreichen Sumpfwaldmoorgesellschaft (Kronalpe-0), zu einer schrittweisen Verarmung der Lepidophyten (Kronalpe-1 und Kronalpe-2) führte. Dieses allmähliche Zurückweichen der Lepidophyten erreichte 8 m unterhalb der Schichtgrenze zur Auernig-Formation (Gugga-1) mit dem völligen Ausbleiben der Lepidophyten offensichtlich ihren Höhepunkt. Typisch für die Floren im obersten Abschnitt der Corona-Formation ist die Feststellung, dass die rund 1.100 untersuchten Fossilproben keine Spuren von *Linopteris neuropteroides* oder von *Neuropteris ovata* enthalten.

Im Gegensatz dazu tritt *Neuropteris ovata* in den tieferen Teilen der Corona-Formation (Ofenalm) häufig auf und im Material des Raumes Naßfeld, welches lithostratigraphisch vermutlich ebenfalls dem tieferen Abschnitt der Corona-Formation zugerechnet wird, findet sich *Linopteris neuropteroides*. Diese Fakten scheinen dazu zu berechtigen die Floren Madritschenkopf, Schlanitzer Almweg, Treßdorfer-Alm, und Garnitzenalm paläobotanisch in den höheren Abschnitt der Corona-Formation einzuordnen sowie Madritschenkopf, Schlanitzer Almweg und Garnitzenalm zeitlich in die Nähe von Kronalpe-0 zu stellen.

Floristisch schließt der tiefere Abschnitt der Corona-Formation mit dem Auftreten „alter“ Typen farnlaubiger Samenpflanzen wie *Linopteris neuropteroides*, *Neuropteris cordata* und *Neuropteris ovata* an die Pizzul-Formation an. Im oberen Teil der Corona-Formation hingegen fehlen diese Formen und werden vornehmlich durch die Alethopteriden und Odontopteriden vertreten. Außerdem ist ab jetzt mit dem Auftreten der ersten Koniferen zu rechnen (Abb. 20).

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

A5: DIE FLOREN DER AUERNIG-FORMATION (Obere Kalkreiche Schichtgruppe)

A5a: Der Aufschluss auf der Gugga

Probenaufsammlungen

Gugga-3: 08.09.1988; 26.08.1990

Die Fundstelle liegt unmittelbar südlich der Gugga im Bereich der Einsattelung wenige Meter westlich des Steiges in einem stark von Latschen bewachsenen Abschnitt in ca. 1900 m Seehöhe (KRAINER 1992, Profil Abb. 32).

Die geologischen Verhältnisse (Abb. 16)

Die fossilen Pflanzenreste der Fundstelle Gugga-3 stammen aus einem schlecht aufgeschlossenen, tonig-siltigen Horizont im tieferen Teil der Auernig-Formation. Dieser fossilführende Horizont liegt innerhalb einer mehrere Meter mächtigen Abfolge von feinkörnigen Sandsteinen mit Hummocky-Schrägschichtung.

Die fossile Flora

▲ Gugga-3, 1900 m NN, 92 Einzelstücke

Acitheca polymorpha (Achse)
Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Aphlebia sp.
Calamites sp.
Cordaites sp.
Odontopteris brardii
Odontopteris minor
Pecopteris arborescens
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris oreopteridia
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Sphenophyllum cf. *thonii*
Sphenopteris nummularia

- 81 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 11 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Gugga-3

Gugga-3 (unterer Teil der Oberen Kalkreichen Schichtgruppe) schließt sich lithostratigraphisch lückenlos an Gugga-1 und Gugga-2 (oberster Teil der Mittleren Kalkarmen Schichtgruppe) an. Die Vegetationsverhältnisse von Gugga-3 unterscheiden sich aber gegenüber der ausklingenden Corona-Formation in einer besonders starken Vorherrschaft der Baumfarne bei gleichzeitigem Rückgang der farnlaubigen Samenpflanzen und der Cordaiten. Das Fehlen von Lepidophyten, Linopteriden und Neuropteriden verbindet die im Grenzbereich der Corona- und Auernig-Formation angesiedelten Floren und bekräftigt sowohl deren enge vegetationsgeschichtlichen als auch florenstratigraphischen Beziehungen.

A5b: Der Aufschluss am Garnitzenberg (Gipfel)

Probenaufsammlungen

Garnitzenberg-1: 28. 07. 1984; 08. 09. 1988; 26. 08. 1990

Die Fundstelle Garnitzenberg-1 liegt unmittelbar NNW des Gipfels in ca. 1950 m Seehöhe. Die Schichten des grauen z. T. rostfarbenen Schiefers stehen sehr steil. Der Erhaltungszustand der Pflanzenabdrücke ist schlecht. Es ist anzunehmen, dass die Pflanzenreste ehemals aus einiger Entfernung eingeschwemmt wurden.

Die geologischen Verhältnisse (Abb. 16)

Die fossilen Pflanzenreste wurden im mittleren Abschnitt einer ungefähr 17 m mächtigen Abfolge aus bräunlich bis dunkelgrau gefärbten siltig-tonigen Sedimenten mit dünnen feinkörnigen Sandeinschaltungen gefunden. Dieser fossilführende Horizont liegt ungefähr in der Mitte der Auernig-Formation (siehe KRAINER 1992, Profil Abb. 32).

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

Die fossile Flora

▲ Garnitzenberg-1, 1950 m NN, 40 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris sp.
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.(Achsen)
Calamites sp.
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris unita

- 77 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 2,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 2,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 2,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Garnitzenberg-1

Das Vegetationsbild von Garnitzenberg-1 dürfte nach der Fossilüberlieferung zu schließen mit jenem der Kronalpe-0 weitgehend ähnlich gewesen sein: Ausgedehnte Bestände der Baumfarne, vergesellschaftet mit ziemlich umfangreichen Schuppenbaumgewächsen bei nur geringer Verbreitung der Calamiten, Cordaiten und farnlaubigen Samenpflanzen. Nach einer Periode rückläufiger Lepidophyten-Bestände, ausgehend von der Flora Kronalpe-0 über Kronalpe-1 und Kronalpe-2 bis zu einem gänzlichen Ausbleiben der Schuppenbaumgewächse in Gugga-1 und Gugga-3, kam es in Garnitzenberg-1 erneut zur Ausbildung einer an Lepidophyten reichen Sumpfwaldmoorgesellschaft. Dieser Vegetationsablauf scheint einem gesetzmäßigen natürlichen Zyklus zu entsprechen, welcher im Falle der Sedimentabfolge Kronalpe-Gugga-Garnitzenberg besonders augenfällig ausgeprägt ist und von den Autoren als Kronalpe/Garnitzenberg-Zyklus bezeichnet wird.

Rückblick auf die Floren der Auernig-Formation

Die Auernig-Formation ist nur mit zwei fossilen Floren vertreten. Am Vegetationsbild dieses Zeitabschnittes waren wesentlich die Baumfarne beteilig, es erfuhr aber durch die nach längerer Zeit sich wieder ausbreitenden Schuppenbaumgewächse eine markante Veränderung. Die Bedeutung der farnlaubigen Samenpflanzen blieb unverändert gering, jene der Cordaiten und Calamiten scheint abgenommen zu haben. Es können keine floristischen Besonderheiten aufgefunden werden, die es ermöglichen würden, die Auernig-Formation gegenüber der Corona-Formation bzw. gegenüber der Carnizza-Formation abzugrenzen.

A6: DIE FLOREN DER CARNIZZA-FORMATION (Obere Kalkarme Schichtgruppe)

A6a: Die Aufschlüsse am Garnitzenberg (SO-Kamm)

Probenaufsammlungen

Garnitzenberg-2: 08.08.1983; 28.07.1984
Garnitzenberg-3: 08.08.1983; 28.07.1984; 08.09.1988; 1989

Die geologischen Verhältnisse (Abb. 16)

Die Lokalität mit der fossilen Flora Garnitzenberg-2 liegt in einem ca. 1 m mächtigen Horizont aus dunkelgrauen bis schwarzen Tonschiefern und Siltsteinen. Dieser Horizont wird von Sandsteinen mit Hummoky-Schrägschichtung unterlagert und von

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

einem geringmächtigen, feinkörnigen Quarzkonglomerat überlagert. Die Fundstelle liegt im tieferen Teil der Carnizza-Formation, ca. 27 m über der Basis, und zwar unmittelbar neben dem Steig, der vom Garnitzenberg Richtung Osten den Kamm entlang in ca. 1900 m Seehöhe führt (siehe KRAINER 1992, Abb. 33).

Die Fundstelle mit der fossilen Flora Garnitzenberg-3 liegt in bräunlich anwitternden siltigen Tonschiefern im mittleren Abschnitt der Carnizza-Formation.

Die fossilen Floren

▲ Garnitzenberg-2, 1900 m, 65 Einzelstücke

Die Pflanzenfossilien des Aufschlusses Garnitzenberg-2 sind in einer schmalen Rinne aufgeschlossen, die unmittelbar vom SO verlaufenden Scheitel des Garnitzenberges in nordöstlicher Richtung abfällt. Die teilweise gut erhaltenen Pflanzenabdrücke befinden sich auf einem hellgrauen, z. T. rostfarbenen Schiefer.

Annularia stellata
Aphlebia elongata
Aphlebia sp. (Achsen)
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum thonii var. *minor*
Sphenopteris sp.

- 55 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 1,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 17 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Garnitzenberg-3, 1860 m, 72 Einzelstücke

Fundpunkt Garnitzenberg-3 liegt direkt neben dem Steig, der vom Garnitzenberg den Kamm entlang nach Osten in die Einsattelung führt, direkt neben dem Grenzstein P 94 in ca. 1860 m Seehöhe (siehe KRAINER 1992, Abb. 33). Der hellgraue, auf der Oberfläche des Gesteins stark rostfarbene Schiefer enthält gut bestimmbare Pflanzenabdrücke. Gemessen an der Typenvielfalt und der teilweise etwas größerflächig erhaltenen Fossilien dürfte das Material bis zur Einbettung in das Sediment keinen allzu weiten Transportweg zurückgelegt haben.

Alethopteris sp.
Annularia sp.
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Callipteris conferta
Carpolithes sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckentii
Lepidostrobophyllum triangulare
Palaeostachya sp.
Pecopteris cf. *acuta*
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Sphenophyllum angustifolium
Strobilus (Achse)

- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 50 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 18 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 18 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 8% der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

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

Abb. 21:
***Callipteris conferta*, Garnitzenberg-3, Carnizza-Formation.**

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Garnitzenberg (SO-Kamm)

Die Fossilüberlieferung am SO-Kamm des Garnitzenberges spiegelt Vegetationsverhältnisse wider, die anfangs noch ziemlich stark von Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen mit nur spärlicher Beteiligung an Lepidophyten im Hinterland eines Calamitenbestandes beherrscht waren. In weiterer Folge war es offensichtlich sowohl zur Ausweitung des Calamitengürtels als auch zur Ausbildung eines neuerlichen mit Lepidophyten stärker bestockten Sumpfwaldmoores als Endphase eines Vegetationszyklus gekommen, welcher die Florenfolge Garnitzenberg-1 bis Garnitzenberg-3 (Garnitzenberg-Zyklus) umschließt. Von besonderer floristischer Bedeutung ist das gegen Ende der Carnizza-Formation erfolgte Erscheinen von *Callipteris conferta* (Abb. 21).

A6b: Die Aufschlüsse auf der Schulter

Probenaufsammlungen

Schulter-1: 30. 07. 1980; 24. 08. 1980; 04. 08. 1981; 14. 09. 1986; 01. 08. 1987; 29. 07. 1989
Schulter-2: 29. 07. 1989

Abb. 22:
Die Aufschlüsse auf der Schulter.

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

Die Aufschlüsse auf der Schulter erreicht man von Dellach im Gailtal aus, indem man zunächst die Straniger Alm und von dort die Cordinalm ansteuert, um von hier zur Schulter aufzusteigen. Die Fundstellen liegen in einem kleinen Graben auf der Westseite der Schulter in ca. 1915 m Seehöhe. Schulter-1 ist der höhere, stratigraphisch jüngere Horizont, der massenhaft sehr gut erhaltene fossile Pflanzenreste enthält. Der Horizont mit der Flora Schulter-2 liegt im Profil ungefähr 5 m tiefer. Die beiden fossilführenden Horizonte werden durch Sandsteine und eine geringmächtige, feinkörnige Konglomeratlage getrennt.

Die geologischen Verhältnisse (Abb. 23)

Die Fundpunkte der fossilen Floren Schulter-1 und Schulter-2 liegen in feinkörnigen, siltig-tonigen, grauen Sedimenten im höheren Teil der Carnizza-Formation, ca. 50 m unterhalb der Grenze zum überlagernden Unteren Pseudoschwagerinenkalk (siehe KRAINER 1992, Abb. 34).

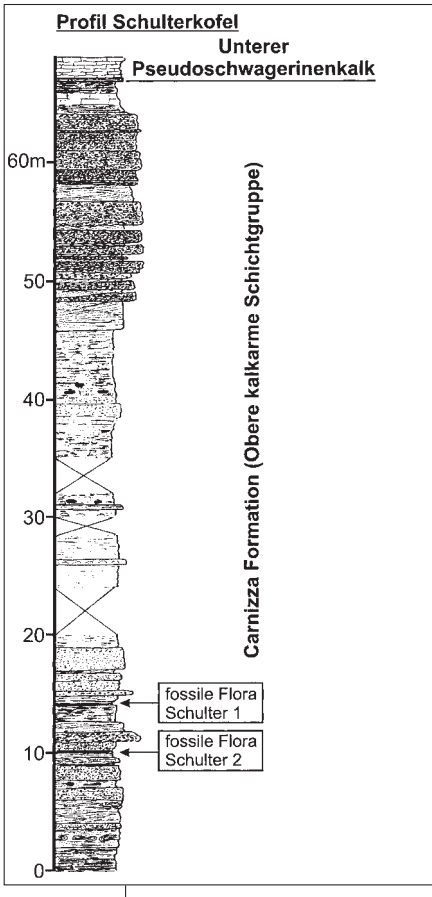

Abb. 23: Lithostratigraphisches Profil Schulterkofel mit den Floren Schulter-1 und 2.

Die fossilen Floren

▲ Schulter-1, 1915 m NN, 311 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Alethopteris serlii
Alethopteris sp.
Alethopteris subelegans
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia elongata
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Asterophyllites longifolius
Asterotheca arborescens
Asterotheca candolleana
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cordaites sp., (Stamm)
Cyclocarpus sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Macrostachya infundibuliformis
Neuropteris sp.
Odontopteris alpina
Odontopteris brardii
Odontopteris sp.
Palaeostachya sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busquetii
Ptychocarpus unitus
Radicites capillacea
Sphenophyllum alatifolium
Sphenophyllum sp.
Sphenophyllum thonii
Sphenopteris aff. *pecopteroides*
Sphenopteris nummularia
Sphenopteris sp.
Stigmaria ficoides
Trigonocarpus sp.

- 83 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 29 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 44 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 5% der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Schulter-2, 1911 m NN, 29 Einzelstücke

Annularia sphenophylloides
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Odontopteris sp.
Pecopteris candolleana
Pecopteris acuta
Pecopteris cf. *micromiltoni*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Trigonocarpus sp.

- 72 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 34 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

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

Abb. 24: ***Pecopteris candolleana*****, Schulter-1, Carnizza-Formation.**

Rückschlüsse auf die ehemaligen Vegetationsverhältnisse: Schulter

Die Vegetationsverhältnisse, wie sie sich aus den fossilen Pflanzenresten der beiden Aufschlüsse ableiten lassen, waren einander weitgehend ähnlich. Das Vegetationsbild dürfte weitgehend von Baumfarnen und in einem etwas geringeren Umfang von farnlaubigen Samenpflanzen beherrscht gewesen sein. Im Uferbereich eines offenen Wassers stockten Calamiten. Cordaiten und Lepidophyten traten in der Vegetation völlig zurück. Diese Vegetationsverhältnisse erinnern sehr stark an Garnitzenberg-2, vor allem auch durch die gemeinsame Untervertretung der Schuppenbaumgewächse. Die umfangreichen Bestände der Baumfarne (Abb. 24) wie auch die Bestände der farnlaubigen Samenpflanzen treten in der Fossilüberlieferung der Schulter in einer besonders großen floristischen Vielfalt auf.

A6c: Der Aufschluss im Hüttengraben

Probenaufsammlungen

Hüttengraben: 31. 07. 1984; 26. 07. 1985; 03. 08. 1986

Der Aufschluss Hüttengraben liegt direkt am orographisch rechten Ufer des Bachbettes im gleichnamigen Bachgraben unweit der Almhütte der Rattendorfer Alm. Das fossilführende Gestein ist ein grauschwarzer bis rostfarbener Schiefer mit z. T. glatten, glänzenden Flächen. Die Erhaltung des Fossilmaterials ist sehr gut.

Die geologischen Verhältnisse

Die Lokalität mit der fossilen Flora Hüttengraben liegt in einem dunklen Tonschieferhorizont, der im Hüttengraben westlich der Rattendorfer Alm in ca. 1580 m Seehöhe aufgeschlossen ist. Nach der geologischen Karte von Venturini (1990) befindet sich der fossilführende Horizont innerhalb der Carnizza-Formation, damit in einer ähnlichen stratigraphischen Position wie die fossilen Floren der Schulter-1 und Schulter-2.

Die fossile Flora

▲ Hüttengraben, 1580 m NN, 92 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia spenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia elongata
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Carpolithes
Cordaianthus sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Diplocalamites sp. (Achse)
Odontopteris alpina
Odontopteris brardii
Odontopteris minor
Pachytesta gigantea
Pecoperis feminaeformis
Pecopteris acuta
Pecopteris arborescens
Pecopteris miltoni
Pecopteris oreopteridia
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. minor
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busquetii
Sigillaria sp.

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

Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum sp.
Sphenopteris-Gruppe *rutaefolia*
Taeniopteris jejunata

- 54 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 22 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 50 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Abb. 25: ***Pecopteris arborescens,*** **Hüttengraben, Carnizza-Formation.**

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Hüttengraben

Nach den Mengenverhältnissen, mit denen die einzelnen Hauptgruppen des Pflanzenreiches im Fossilmaterial auftreten, bestehen große Ähnlichkeiten mit den Vegetationsverhältnissen der Schulter und des Garnitzenberges-2, insbesondere was das spärliche Vorkommen von Lepidophyten und Cordaiten sowie die reiche Typenvielfalt der Baumfarne (Abb. 25) und der farnlaubigen Samenpflanzen betrifft. Hüttengraben, Schulter und Garnitzenberg-2 können vermutlich als gleich alt aufgefasst werden.

Rückblick auf die Floren der Carnizza-Formation

Aus den Ablagerungen der Carnizza-Formation liegen fünf fossile Floren vor. Die Vegetationsverhältnisse lassen eine Entwicklungstendenz erkennen, die von umfangreichen Beständen an Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen bei anfänglich sehr geringer Beteiligung an Lepidophyten ihren Ausgang nahm und zu einer Ausweitung der Schuppenbaum- und Calamitenbestände führte. Die Cordaiten hingegen scheinen in der Carnizza-Formation keine bedeutende Rolle gespielt zu haben. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass gegen Ende der Carnizza-Formation, das bedeutet gegen Ende des Oberkarbons, bereits *Callipteris conferta* als Leitspezies des Autun in Erscheinung tritt.

A7: FLOREN UNSICHERER LITHOSTRATIGRAPHISCHER EINSTUFUNG

A7a: Aufsammlung Garnitzenberg-Süd

Probenaufsammlungen

1973; 21. 07. 1982; 1982/1983; 07. 07. 1991; 03. 08. 1991; 29. 08. 1994; 2001

Das Fossilmaterial „Garnitzenberg-S“ besteht aus Lesesteinen, die etwa in der Hälfte des Weges zwischen Auernigalm und Ofenalm in der Nähe eines am Almweg liegenden Felsblockes aufgesammelt wurden. Die Herkunft der Lesesteine mit den fossilen Pflanzenresten ist unklar. Vermutlich handelt es sich um Hangschutt aus der darüber aufgeschlossenen Pizzul-Formation. Die Lesesteine könnten aber auch im Zuge der Errichtung des Almweges an diese Stelle gebracht worden sein.

Die geologischen Verhältnisse

Oberhalb des Almweges, der von der Auernigalm zur Ofenalm führt, sind vor allem Sedimentgesteine der Pizzul-Formation aufgeschlossen, die im Bereich Auernig-Garnitzenberg von Sedimentgesteinen der Auernig- und Carnizza-Formation tektonisch überlagert werden. Weiter östlich liegen über den Schichten der Pizzul-Formation Gesteine der Corona-Formation. Unterhalb des Almweges sind in den kleinen Gräben Sedimentgesteine der Meledis- und Bombaso-Formation aufgeschlossen.

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

Die fossile Flora

▲ Garnitzenberg-S, 1580 m NN, 41 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Calamostachys tuberculata
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyclocarpus sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Neuropteris cordata (8 x)
Neuropteris ovata
Odontopteris minor
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris sp.
Sphenophyllum oblongifolium

- 29 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 46 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 54 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 17 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Garnitzenberg-S

Der Fiederchennachweis von *Neuropteris cordata* sowie von *Neuropteris ovata* spricht dafür, dass die Lesestücke aus Schichten stammen, die sowohl der Pizzul- als auch der Meledis-Formation angehören könnten. Bombaso-Schichten unterhalb des Almweges kommen wegen des Fehlens von *Neuropteris scheuchzeri* kaum in Frage. Es möge in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, dass die Höfersche Sammlung (Höfer 1871) 11 Exemplare von *Neuropteris cordata* aufweist, die nach der Etikettierung sämtlich aus einem flöznahen Horizont auf der Ofenalm stammen (Fritz & Boersma 1982:120). Den Autoren ist die Fundstelle unbekannt. Das Fundmaterial von Höfer bezeugt jedenfalls, dass es fossilführende Schichten mit *Neuropteris cordata* oberhalb des Almweges gibt, auch wenn die Lesestücke kaum vom Höferschen Aufschluss auf der Ofenalm stammen werden.

A7b: Die Aufschlüsse auf der Roßalm

Probenaufsammlungen

Roßalm-1: 21.06.1997; 11.08.1997
Roßalm-2: 11.08.1997

Die Aufschlüsse auf der Roßalm liegen am Weg vom Naßfeldsattel zur Treßdorfer Alm. Das fossilführende Gestein ist ein grauer Schiefer mit z. T. rostfarbenen Belägen. Die Fossilerhaltung ist zufriedenstellend.

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstellen mit den fossilen Floren liegen lithostratigraphisch im Grenzbereich der Corona-Formation zur Auernig-Formation. Aufgrund fehlender Untersuchungen ist eine genauere lithostratigraphische Einstufung nicht möglich.

Die fossilen Floren

▲ Roßalm-1, 1690 m NN, 166 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia sphenophyllioides
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckeneti (Stamm)
Pecopteris arborescens

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

Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Sphenopteris nummularia
Syringodendron sp.

- 58 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 44 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 22 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Roßalm-2, 1770 m NN, 23 Einzelstücke

Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Calamites sp.
Callipteridium pteridium
Cordaites principalis
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Neuropteris sp.
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Sphenopteris sp.

- 34 % der Handstücke enthalten Abrücke von Pecopteriden
- 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 22 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 26 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Roßalm

Die Floren von der Roßalm vermitteln ein von Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen geprägtes Vegetationsbild. Das relativ häufige Vorkommen von *Sphenopteris nummularia*, einem Taxon, das nach den gegenwärtigen Kenntnissen in den obersten Teilen der Corona-Formation offenbar eine stärkere Verbreitung aufweist (Gugga-1), sowie die spärlichen Fiederfragmente einer großblättrigen *Neuropteris*-Art, die im höheren Teil der Corona-Formation noch auftreten können (Kronalpe-1), sprechen eher für ein Corona-Alter der Floren als für eine Einstufung in die Auernig-Formation.

A8: DIE FLOREN DER GRENZLAND-BÄNKE

A8a: Die fossile Flora am Rudnigsattel

Probenaufsammlungen

Rudnigsattel-1: 13. 08. 1983; 29. 07. 1984; 09. 08. 1992; 20. 07. 1996

Die Fundstelle liegt im Bereich des Rudnigsattels, südöstlich der Kote 2017, knapp unterhalb (nordöstlich) des Kammes.

Die geologischen Verhältnisse

Die fossilen Pflanzenreste stammen aus einem grauen, feinkörnigen Horizont innerhalb einer Abfolge aus grünlichgrauen Siltsteinen, Sandsteinen und quarzreichen Konglomeraten der Grenzland-Formation.

Die fossile Flora

▲ Rudnigsattel-1, 2000 m NN, 227 Einzelstücke

Annularia cf. *spicata*
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia sp.
Artisia sp.
Asterotheca sp. (Same)
Callipteris conferta
Cardiocarpus sp.
Carpolithes sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.

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

Cyperites bicarinatus
Odontopteris brardii
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Samaropsis sp.
Sphenophyllum (Achse)
Sphenophyllum angustifolium
Trigonocarpus sp.

- 32 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 42 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen (vorwiegend *Callipteris*)
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Rudnigsattel-1

Die Vegetationsverhältnisse von Rudnigsattel-1 schließen sich durch das Fortbestehen der oberkarbonen Pflanzengruppen noch gänzlich dem Zeitalter der Gefäßkryptogamen an. Das ungewöhnlich starke Vorkommen von *Callipteris conferta*, eine Leitspezies des Autun, entspricht und bestätigt das Unterperm-Alter der Flora. Die Anwesenheit von Blattorganen der Schuppenbaumgewächse, vermutlich Subsigillarien, steht mit dem Autun-Alter der fossilführenden Schichten im Einklang.

A8b: Der Aufschluss westlich des Zottachkopfes

Probenaufsammlung

27. 09. 1981

Der beprobte Aufschluss ist von der Rattendorfer Alm aus erreichbar und liegt unmittelbar am Sattel westlich des Zottachkopfes.

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstelle liegt innerhalb der Grenzland-Formation, vermutlich im höheren Teil derselben.

Die fossile Flora

▲ Zottachkopf, 1900 m NN, 9 Einzelstücke

Pecopteris polymorpha
Pecopteris cf. *arborescens*

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Zottachkopf

Die äußerst geringe Zahl pflanzlicher Fossilien erlaubt keine Interpretation. Die Pflanzenabdrücke sind außerdem sehr schlecht erhalten. Das Auftreten von *Pecopteris*-Fiederchen in Autun-Schichten ist nichts Ungewöhnliches.

A8c: Der Aufschluss auf der Rattendorfer Alm

Probenaufsammlung

01.08.1995

Der fossilführende Aufschluss befindet sich im westlichen Abschnitt einer horizontal streichenden Schieferbank unterhalb der Sattelhöhe. Im Zuge der Probenaufsammlung wurden 26 fossilführende Handstücke geborgen. Der Erhaltungszustand der Fossilien ist, abgesehen von der üblicherweise fragmentarischen Zerstückelung des Materials, durchaus zufrieden stellend.

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

Die geologischen Verhältnisse

Der Fundpunkt der Pflanzenfossilien liegt in einer siltig-tonigen Lage innerhalb der Grenzland-Formation (Grenzlandbänke), die zur Rattendorfer Gruppe gehört. Das Typusprofil der Grenzland-Formation bildet der Grenzkamm („Rattendorfer Schneid") oberhalb (südlich) der Rattendorfer Alm (KAHLER 1932, FELSER & KAHLER 1963, KAHLER & PREY 1963), der Fundpunkt befindet sich im Typusprofil.

Die Grenzland-Formation wird bis zu 125 m mächtig und besteht aus einer zyklischen Wechsellagerung von quarzreichen Konglomeraten, Sandsteinen, Siltsteinen, Tonschiefern und fossilreichen Kalken (BUGGISCH et al. 1976, TIETZ 1974). Die klastischen Sedimente sind überwiegend grünlich gefärbt, im höheren Abschnitt auch rot. Es handelt sich um flachmarine Ablagerungen, wobei die Konglomerate im oberen Vorstrand- bis Strandbereich sedimentiert wurden, die feinkörnigeren Sedimente dagegen in etwas größerer Wassertiefe am Schelf, teilweise unter der Sturmwellenbasis. Lokal sind im höheren Abschnitt geringmächtige rote Siltsteine und Tonschiefer mit bauxitähnlichen Lagen eingeschaltet, die als terrestrische Ablagerungen interpretiert werden.

Die zwischengeschalteten Kalke sind meist nur wenige Dezimeter, selten auch mehrere Meter mächtig. Die Kalke sind sehr fossilreich, enthalten Kleinforaminiferen, Fusulinen, Bryozoen, Echinodermenbruchstücke, Brachiopoden, Gastropoden, Bivalven und Korallen. Einzelne Kalke enthalten massenhaft bis zu mehrere cm große Onkoide (FLÜGEL 1974, KRAINER 1993). Auch die Kalke entstanden in einem flachmarinen, teilweise höherenergetischen Ablagerungsmilieu (siehe FLÜGEL 1974, BUGGISCH et al. 1976).

Der zyklische Aufbau der Grenzland-Formation ist vermutlich auf Meeresspiegelschwankungen zurückzuführen, wobei die Konglomerate relative Meeresspiegeltiefstände mit starker terrigener Einschüttung repräsentieren, während die Kalke während relativer Meeresspiegelhochstände und stark reduzierter bis fehlender terrigener Einschüttung abgelagert wurden.

Die Pflanzenfossilstelle liegt im höheren Abschnitt der Grenzland-Formation, innerhalb einer über 10 m mächtigen Abfolge aus grünlich gefärbten Konglomeraten und Sandsteinen mit eingeschalteten dünnen Lagen von Siltsteinen und Tonschiefern. Die Pflanzen sind vermutlich im Küstenbereich gewachsen und nach dem Absterben in den küstennahen, flachmarinen Ablagerungen eingebettet worden.

Aufgrund der in den Kalken enthaltenen Fusuliniden kann die Grenzland-Formation in das mittlere bis höhere Asselium (unteres Autun) eingestuft werden (KAHLER 1985, 1986, KAHLER & KAHLER 1937, FORKE 1995, KRAINER & DAVYDOV 1998).

Die fossile Flora

▲ Rattendorfer Alm, 1789 m NN, 26 Einzelstücke

Aphlebia sp.
Cordaites sp.
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polypodioides
Pecopteris sp.
Sphenobaiera cf. *digitata*
Taeniopteris jejunata

- 88 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von *Sphenobaiera*
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 11 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Rattendorfer Alm

Die geringe Zahl der Fossilproben erlaubt nur bedingt eine Aussage über die Vegetationsverhältnisse. Das gänzliche Fehlen von Lepidophyten und Calamiten, aber auch der sehr geringe Fossilanteil der farnlaubigen Samenpflanzen lässt eine besonders starke Verbreitung der Baumfarne vermuten. Die Anwesenheit von Cordaitenbäumen im Rotliegenden entspricht durchaus deren zeitlicher Verbreitung. Das Auftreten einer *Sphenobaiera*-Form, eines typisch mesophytischen Florenelementes, deutet bereits auf die im Perm zu erwartenden tiefgreifenden floristischen Veränderungen in der Vegetation hin.

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

Zusammenfassung: Grenzlandbänke

Die Grenzlandbänke wurden bisher an drei verschiedenen Lokalitäten beprobt. Doch nur die Fundstelle Rudnigsattel-1 hat ausreichende Mengen fossiler Pflanzenreste geliefert. Die noch bestehenden floristischen Beziehungen zum Zeitalter der Gefäßkryptogamen gehen daraus unverkennbar hervor. Im Gegensatz zu den Autun-Floren des Drauzuges und der Gurktaler Decke konnten in den Grenzlandbänken bisher keine Andeutungen von Koniferen aufgefunden werden, wohl aber gelang es in den Grenzlandbänken ein reichhaltiges Vorkommen von *Callipteris conferta* aufzudecken und mit *Sphenobaiera* cf. *digitata* den ersten Fossilrest eines mesophytischen Florenelementes in Kärnten sicherzustellen.

A9: ZUSAMMENFASSUNG: Die Jungpaläozoischen Floren der Karnischen Alpen

Die Überlieferung fossiler pflanzlicher Großreste aus dem Jungpaläozoikum der Karnischen Alpen umfasst die Zeitabschnitte Stefan und Autun. Dieser Zeitabschnitt umfasst etwa 30 Millionen Jahre und entspricht entwicklungsgeschichtlich dem ausklingenden Zeitalter der Gefäßkryptogamen.

Die Pflanzengesellschaften dieses Zeitabschnittes waren von den Schuppen- und Siegelbäumen, den Riesenschachtelhalmen, den Baumfarnen, den farnlaubigen Samenpflanzen und den Cordaiten geprägt. Die fossilen Pflanzenreste lassen erkennen, dass sich die damalige Pflanzenwelt in unterschiedlich zusammengesetzten Waldgesellschaften repräsentierte, und dass sich im zeitlichen Ablauf der Vegetationsentwicklung ähnliche Vegetationsformen wiederholten. Eine gleichsam zentrale Stellung unter den Pflanzengesellschaften der damaligen Zeit nahm die an Lepidophyten reiche Sumpfwaldmoorgesellschaft ein, welche in den Karnischen Alpen wiederholt zur Bildung von mehr oder weniger mächtigen Anthrazitlagern führte. Dieser Vegetationstyp, dessen Entstehung einen hohen Gundwasserstand voraussetzt (Josten 1991:370) und in gewissen zeitlichen Abständen immer wieder zur Ausbildung kam, erweckt den Eindruck eines zyklisch ablaufenden, klimatisch bedingten Ereignisses, welches von den Meeresspiegelschwankungen, ausgelöst von der Gondwana-Vereisung auf der Südhalbkugel, gesteuert wurde.

Diese Vegetationszyklen eignen sich allerdings nicht um die einzelnen Formationen des Auernig-Schichtkomplexes biostratigraphisch zu charakterisieren und zu unterscheiden. Hingegen werden gerichtete floristische Veränderungen im fortschreitenden Vegetationsablauf erkennbar, die in einem gewissen Rahmen zielführender als die konventionellen Leitfossilien sich zur paläobotanischen Kennzeichnung der Formationen eignen. Nach den bisherigen Erfahrungen erkennt man die Schichten der Bombaso-Formation an *Neuropteris scheuchzeri*, welche auf diese Formation beschränkt bleibt, sowie am gehäuften Auftreten der normalblättrigen *Linopteris neuropteroides*. *Neuropteris*-Arten hingegen, wie *Neuropteris ovata* und die großblättrige *Neuropteris*, welche in der lokalen Literatur allgemein als *cordata* bezeichnet wird, werden erst ab der Meledis-Formation häufiger um in der ausklingenden Corona-Formation aus dem Auernig-Schichtkomplex zu verschwinden. Eine stattliche Reihe von Taxa wie *Taeniopteris, Callipteridium gigas, Sphenopteris nummularia, Sphenophyllum longifolium*, *Sphenophyllum thonii* und *Odontopteris alpina* wurden von den Autoren bisher in Bombaso-Ablagerungen überhaupt nicht aufgefunden. Diese Formen erscheinen nach der Erfahrung der Autoren erst ab den Meledis-Schichten

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

(*Taeniopters*, *Callipteridium gigas*, *Sphenopteris nummularia*) und zum Teil überhaupt erst ab der Pizzul-Formation (*Sphenophyllum longifolium*, *Sphenophyllum thonii*). Eine floristische Sonderstellung scheint *Linopteris neuropteroides* fa. *major* einzunehmen, die in den Karnischen Alpen bisher nur im Raume des Zollnersees angetroffen wurde, dort aber in großen Mengen. Ob *Linopteris neuropteroides* fa. *major* als eine Art angesehen werden darf, welche auf die Meledis-Formation beschränkt ist, wird sich erst bei weiteren Untersuchungen herausstellen. An der Grenze zwischen dem oberen und dem obersten Teil der Corona-Formation scheint eine bedeutende floristische Zäsur zu verlaufen. Ab diesem Zeitpunkt sind in den oberkarbonen Schichten weder *Neuropteris ovata* noch *Neuropteris cordata* bzw. *Linopteris neuropteroides* aufzufinden. Dafür ist ab der obersten Corona-Formation (Kronalpe-2, Garnitzenalm) mit dem Auftreten der ersten Koniferenreste in Form von Zweigfragmenten zu rechnen. Keine weiteren floristischen Besonderheiten sind für die Auernig- und für die Carnizza-Formation zu erkennen, mit Ausnahme dessen, dass in den jüngsten Carnizza-Schichten mit dem ersten, sehr spärlichen Vorkommen von *Callipteris conferta* zu rechnen ist.

Hinsichtlich der Florenüberlieferung aus dem Autun ist der erstmalige Nachweis eines mesophytischen Florenelementes (*Sphenobaiera* cf. *digitata*) sowie ein Massenvorkommen von *Callipteris conferta* bemerkenswert.

B: DIE FOSSILEN FLOREN DES OBERKARBON IN DEN NOCKBERGEN

Die fossilen Floren der Nockberge sind in einer über 400 m mächtigen Abfolge aus klastischen Sedimenten eingebettet. Diese Abfolge wird als Stangnock-Formation bezeichnet und ist am besten an der Nordseite des Stangnocks und des Königstuhls aufgeschlossen.

Die Stangnock-Formation besteht aus grau gefärbten Konglomeraten, Sandsteinen, Siltsteinen und Tonschiefern, lokal sind auch dünne Anthra-

Abb. 26: Nordseite des Stangnocks. Foto: K. Krainer

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

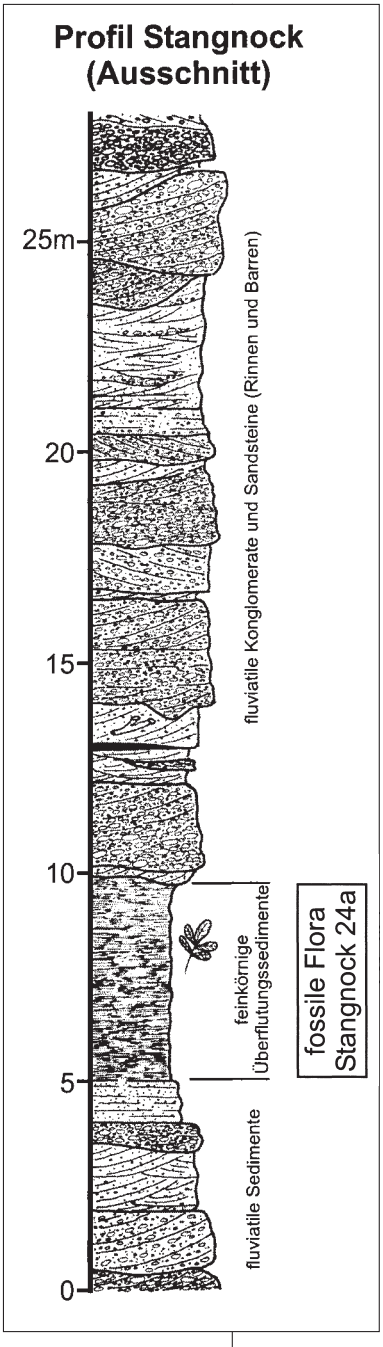

Abb. 27: Lithostratigraphisches Profil Stangnock mit der fossilen Flora 24a.

zitlagen eingeschaltet, die in der Vergangenheit im Bereich Turracher Höhe und westlich von Turrach abgebaut wurden.

Die Sedimente entstanden im obersten Karbon unter humiden, subtropischen bis tropischen klimatischen Bedingungen. Die überwiegend konglomeratischen Sedimente im tieferen Teil der Abfolge wurden in einem verzweigten Flusssystem abgelagert, der mittlere und höhere Teil der Abfolge besteht aus einzelnen jeweils bis zu mehreren Zehnermetern mächtigen Sequenzen mit Konglomeraten an der Basis, die nach oben in sandige und schließlich siltig-tonige Sedimente übergehen. Diese bis zu mehrere Meter mächtigen siltigen Tonschieferhorizonte mit den fossilen Pflanzenresten, die sich auch lateral oft über mehrere 100 m verfolgen lassen, wurden ursprünglich im Bereich der Überflutungsebene und in ehemaligen Totarmen eines mäandrierenden Flusssystems abseits der Hauptrinne abgelagert (KRAINER 1989 a, b, c).

B1: Die fossilen Floren des Stangnocks

Probenaufsammlungen

Stangnock-Gipfel: 29. 08. 1978
Stangnock-SO 1: 23. 07. 1988; 09. 08. 1988; 09. 09. 1988; 15. 08. 1995
Stangnock-SO 2: 15. 08. 1985; 1986; 23. 07. 1988; 09. 08. 1988; 09. 09. 1988
Stangnock-SO 3: 09. 09. 1988; 20. 08. 1989; 15. 08. 1995
Stangnock-SO 4: 09. 09. 1988; 19. 08. 19889; 09. 07. 1900; 15. 08. 1995
Stangnock-5a: 16. 08. 1991
Stangnock-19a: 16. 08. 1991
Standnock-24a: 1986; 02. 08. 1987; 20. 08. 1989; 16. 08. 1991; 08. 08. 1994; 15. 08. 1995
Stangnock-γ: 02. 08. 1987; 03. 10. 1987; 23. 07. 1988

Die geologischen Verhältnisse

Am Stangnock, insbesondere auf der Nord- und Südostseite, ist die Stangnock-Formation am besten aufgeschlossen. Das Profil an der Nordseite ist ca. 320 m mächtig und stellt das Typusprofil der Stangnock-Formation dar (KRAINER 1989 a). Fossile Pflanzenreste treten in mehreren siltig-tonigen Horizonten innerhalb der Abfolge auf. Die Fundstellen Stangnock-5a, Stangnock-19a und Stangnock-24a liegen alle an der Nordseite, wobei Stangnock-5a der stratigraphisch tiefste und damit auch älteste Horizont ist und ca. 70 m über der Profilbasis liegt. Die Fundstelle Stangnock-19a befindet sich im Profil ca. 60 m höher. Am reichhaltigsten an fossilen Pflanzenresten ist der bis zu mehrere Meter mächtige feinkörnige Horizont mit der fossilen Flora Stangnock-24a, ungefähr in der Mitte des Profils. Dieser Horizont lässt sich nach Westen bis in die Einsattelung zwischen Stangnock und Karlnock verfolgen. Im Bereich dieser Einsattelung liegt die Fundstelle Stangnock-γ, die somit demselben Horizont angehört wie Stangnock-24a. Auch die Fundstelle Stangnock-SO 4 ist diesem Horizont zuzuordnen. Einige Zehnermeter darüber liegt die Fundstelle Stangnock-SO 3, noch höher liegt Stangnock-SO 2, am höchsten, knapp unter dem Gipfel befindet sich Stangnock-SO 1. Die stratigraphisch höchste und somit jüngste Flora ist jene im Gipfelbereich (Stangnock-Gipfel).

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

Die fossilen Floren

▲ Stangnock-Gipfel, 2.316 m NN, 27 Einzelstücke

Annularia stellata
Calamites sp.
Cordaites cf. *principalis*
Cordaites sp.
Pecopteris cf. *schlotheimii*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.

• 63 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 47 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-SO 1, 2.290 m NN, 136 Einzelstücke

Annularia sp.
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Calamites sp.
Calamites undulatus
Callipteris cf. *conferta*
Cordaites sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenophyllum angustifolium
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum sp.

• 76 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 31 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-SO 2, 2.280 m NN, 152 Einzelstücke

Annularia sp.
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca candolleana
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Callipteris conferta
Cyperites bicarinatus
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Sigillaria brardii (*Clathraria*-Zustand)
Sigillaria brardii (*Leiodermaria*-Zustand)
Sigillaria sp. (*Rhytidolepis*)
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum longifolium
Strobilus sp.
Syringodendron sp.

• 60 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 1% der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen

▲ Stangnock-SO 3, 2.200 m NN, 136 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia sphenophylloides
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Calamites sp. (Oberhaut)
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Dicranophyllum gallicum
Lepidodendron sp.
Macrostachya infundibuliformis (Achsen)
Pecopteris acuta

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

Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *oreopteridia*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Sphenophyllum alatifolium
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum thonii
Sphenophylum longifolium
Sphenopteris sp.
Stigmaria ficoides

- 46 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 14 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 56 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-SO 4, 2.140 m NN, 85 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia stellata
Asterotheca candolleana
Calamites sp.
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Linopteris sp., cf.
Neuropteris cordata
Odontopteris sp.
Pecopteris arborescens
PecopterYis hemitelioides
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum sp.
Syringodendron sp.

- 37 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 33 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-24 a, 2.200 m NN, 244 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris bohemica
Alethopteris leonensis
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Aphlebia elongata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca candolleana
Asterotheca sp.
Calamites cisti
Calamites cruciatus
Calamites sp. (Außenhaut)
Calamites suckowi
Calamostachys tuberculata
Callipteridium gigas
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Dicranophyllum gallicum, Stamm, Wedelachsen
Lepidodendron dissitum
Lepidodendron sp.
Lepidophloyos laricinus
Lepidostrobophyllum lanceolatum
Lepidostrobophyllum triangulare
Macrostachya infundibuliformis
Neuropteris cordata
Odontopteris alpina
Odontopteris reichiana
Odontopteris sp.
Oligocarpia gutbieri
Pachytesta gigantea
Pecopteris arborescens
Pecopteris candollena
Pecopteris hemiteliodes
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Poa-Cordaites linearis
Radicites capillacea
Sigillaria brardii (Clathraria-Zustand*)*
Sigillaria brardii (Leiodermaria-Zustand*)*
Sigillaria sp. *(Rhytidolepis)*
Sphenophyllum fimbriatum
Stigmaria ficoides
Syringodendron sp.
Trigonocarpus sp.

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

• 22 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 40 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 59 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-γ, 2250 m NN, 59 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Asterotheca sp.
Callipteridium pteridium
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron dissitum
Lepidostrobophyllum triangulare (Achsen)
Neuropteris cf. *cordata*
Pecopteris arborescens
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Sphenophyllum cf. oblongifolium
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenopteris sp.
Strobilus sp.
Syringodendron sp.

• 42 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 47 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Stangnock-19 a, 2130 m NN, 10 Einzelstücke

Asterophyllites equisetiformis
Cyperites bicarinatus
Pecopteris arborescens
Pecopteris cf. *schlotheimii*
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum sp.
Strobilus sp.
Syringodendron sp.

• 40 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 10 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 50 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten

▲ Stangnock-5 a, 2085 m NN, Anthrazit-Horizont ohne Fossilien

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Stangnock

Die Auswertung der fossilen Pflanzenüberlieferung im Stangnock-Massiv geht von der Voraussetzung aus, dass sich die fossilführenden Horizonte auf der Nord- und Südostseite jeweils in einer ungestörten Ablagerungsfolge befinden. Es besteht daher die Möglichkeit, ähnlich wie auf der Kronalpe, dass die Florenfolgen auch hier zueinander in Beziehung stehen.

Die Fossilaufschlüsse auf der Nordseite des Stangnocks (19 a, 24 a) zeigen Vegetationsverhältnisse einer an Lepidophyten zunehmenden Sumpfwaldmoorgesellschaft mit Siegel- und Schuppenbäumen in der obersten Baumschichte, mit Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen in einer niedrigeren Etage, sowie mit niedrigwachsenden Pflanzenformen (Sphenophyllen) in der bodennahen Krautschichte. Die zahlreichen Funde von *Neuropteris cordata* am Fundpunkt Stangnock-24 a ermöglichen eine Parallelisierung der fossilen Flora mit jener von Stangnock-γ, vor allem aber mit Stangnock-SO 4, wodurch es möglich ist, die fossile Florenfolge im Südosten (Stangnock-SO 1, Stangnock-SO 2, Stangnock-SO 3, Stangnock-SO 4) an jene der Nordenseite anzuschließen. Die Gleichsetzung der Flora Stangnock-SO 4 mit der Flora Stangnock-24 a ergibt sich nicht nur aus dem gemeinsamen

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

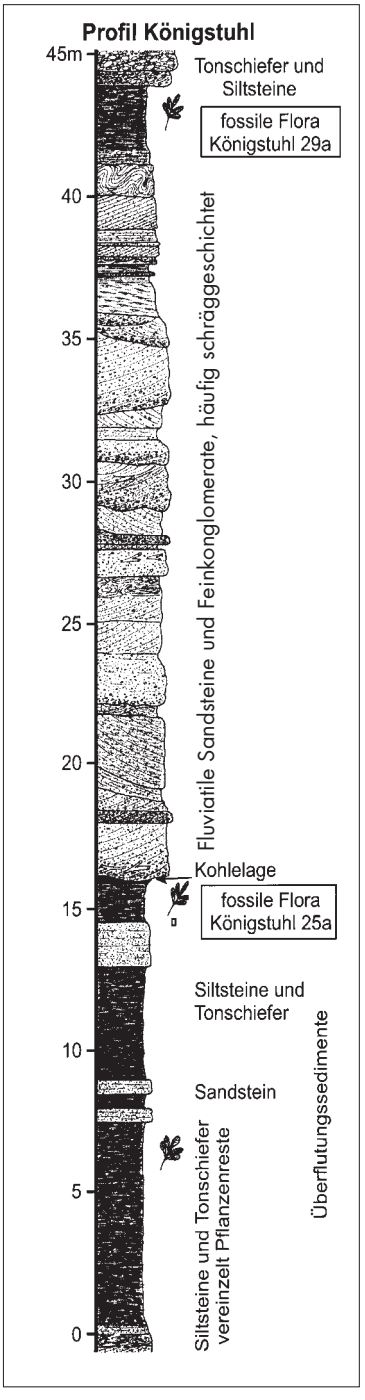

Abb. 28: Lithostratigraphisches Profil Königstuhl mit den fossilen Floren Königstuhl-25a und 29a.

Vorkommen von *Neuropteris cordata*, die in den jüngeren Florenfolgen des Südostens (SO 3, SO 2, SO 1) nicht mehr auftritt, sondern auch aus den zahlreich vorhandenen Lepidophytenresten, wobei sich Fundpunkt SO 4 unmittelbar im Bereich des dort anstehenden und ehemals beschürften Anthrazitflözes befindet. Auf die kohlebildende Waldmoorgesellschaft von Stangnock-SO 4 folgen im Südosten mit der Flora Stangnock-SO 3 Vegetationsverhältnisse, in denen vorwiegend farnlaubige Samenpflanzen und Baumfarne eine Rolle spielten. Das ab jetzt und in weiterer Folge der Vegetationsentwicklung gänzliche Ausbleiben von *Neuropteris cordata* bedeutet eine floristische Zäsur, vergleichbar mit jener in den obersten Schichten der Corona-Formation des oberkarbonen Naßfeld-Beckens.

Die Fossilüberlieferung im Fundpunkt Stangnock-SO 2 enthüllt eine neuerlich stark von Lepidophyten geprägte Vegetationsform, wie sie für kohlebildende Pflanzengesellschaften in Sumpfwaldmooren typisch ist. Die Fossilfunde von *Callipteris conferta* in Stangnock-SO 2 und in Stangnock-SO 1 signalisieren allerdings, dass der Sumpfwaldmoorbestand zeitlich bereits als relativ jung einzustufen ist. Eine zeitliche Gleichstellung der Flora Stangnock-SO 2 mit der ebenfalls *Callipteris conferta* enthaltenden Flora Garnitzenberg-3 in den Karnischen Alpen wäre denkbar.

Das Vegetationsbild von Stangnock-SO 1 zeigt ein neuerliches Zurücktreten der Lepidophyten, vor allem zugunsten der Baumfarne. Damit wird im Stangnock-Massiv, ähnlich wie in den Karnischen Alpen, ein wiederholter Wechsel von Lepidophyten reichen und Lepidophyten armen Pflanzengesellschaften dokumentiert. Die eher spärlichen Fossilfunde im Gipfelbereich des Stangnocks sind nur mit gewissen Einschränkungen zu bewerten, lassen aber eine von Baumfarnen und von Cordaiten dominierte Vegetation vermuten, die nach dem Gestein, einem rötlich gefärbten Tonschiefer, bereits eine große Nähe zum Unterperm vermuten lässt.

B2: Die fossilen Floren des Königstuhls

Probenaufsammlungen

Königstuhl-W / 1: 19. 07. 1988; 01. 08. 1992
Königstuhl-W / 2: 11. 08. 1979; 20. 07. 1990
Königstuhl-O / 1: 03. 08. 1979
Königstuhl-O / 2: 20. 07. 1990
Königstuhl-25a: 12. 08. 1987; 20. 07. 1990; 01. 08. 1992; 07. 08. 1993
Königstuhl-29a: 12. 08. 1987; 19. 07. 1988; 07. 09. 1988; 11. 07. 1990; 20. 07. 1990; 01. 08. 1992; 07. 08. 1993
Königstuhl-31a: 1986; 12. 08. 1987; 20. 07. 1990
Königstuhl-33a: 14. 08. 1990;
Königstuhl-N: 12. 08. 1983
Königstuhl-ε: 1985

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

Die geologischen Verhältnisse

Auf der Nord- und Nordostseite des Königstuhls ist die Stangnock-Formation mit einer Mächtigkeit von über 200 m sehr gut aufgeschlossen. Auch hier sind mehrere feinkörnige, pflanzenfossilführende Horizonte in die konglomeratisch-sandige Sedimentabfolge eingeschaltet. Die stratigraphisch tiefste und damit älteste Flora liefert die Fundstelle Königstuhl-N (ca. 500 m NE des Königstuhl-Gipfels in etwa 2.180 m Seehöhe), einige Zehnermeter darüber liegt Königstuhl-25a und weitere 25 m darüber liegt die reichhaltige Fundstelle Königstuhl-29a (Abb. 28). Der feinkörnige Horizont der Fundstelle 29a lässt sich über eine laterale Erstreckung von über 200 m verfolgen und enthält auch die Fundstellen Königstuhl-ε und Königstuhl-O / 1. Königstuhl-O / 2 dagegen gehört demselben Horizont an wie Königstuhl 25a.

Die Fundstellen Königstuhl 31a (Abb. 29) und Königstuhl-33 a liegen in der Nordwand des Königstuhls auf ca. 2.230 m Seehöhe bzw. 2.260 m Seehöhe. Eine stratigraphische Zuordnung der Fundstellen Königstuhl-W / 1 und W / 2, beide liegen westlich des Königstuhl-Gipfels in der Einsattelung auf 2.170 und 2.190 m Seehöhe, ist schwierig, da die Gesteine in diesem Bereich tektonisch gestört und keine zusammenhängenden Profile aufgeschlossen sind. Beide Fundstellen sind aber in den tieferen Teil der Stangnock-Formation zu stellen.

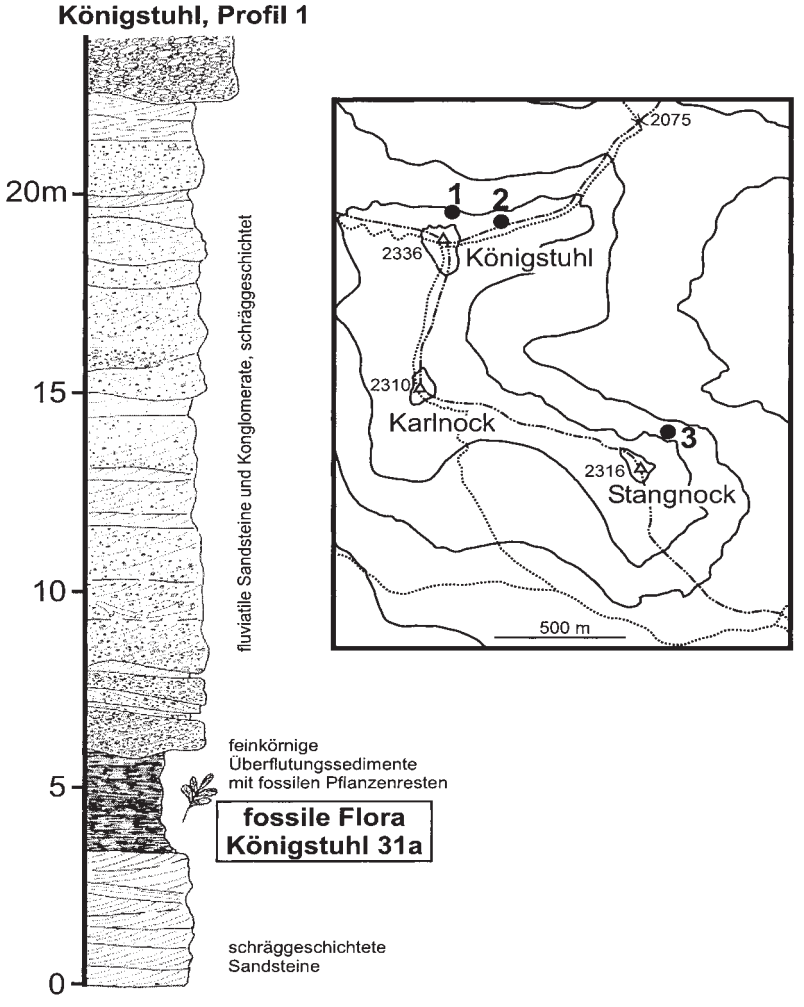

Abb. 29: Lithostratigraphisches Profil Königstuhl mit der fossilen Flora-31a.

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

Die fossilen Floren

▲ Königstuhl-N, 2.180 m NN, 51 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris sp.
Annularia stellata (Achse)
Aphlebia erdmanii
Asterotheca sp.
Calamites cisti
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron dissitum
Linopteris neuropteroides
Pecopteris candolleana
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Sphenophyllum oblongifolium
Syringodendron sp.
Trigonocarpus sp.
Sphenophyllum fimbriatum

- 33 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 37 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 10 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 35 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-31a, 2.230 m NN, 186 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia stellata
Appendices sp.
Asterotheca sp.
Calamites cruciatus
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Cyperites bicarinatus, Stamm-Fragment
Lepidodendron dissitum
Lepidostrobophyllum lanceolatum
Lepidostrobophyllum triangulare
Linopteris neuropteroides
Macrostachya infundibuliformis
Neuropteris sp.
Pecopteris acuta
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *schlotheimii*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Sigillaria (Rhytidolepis) sp.
Sigillaria brardii
Sigillariostrobus – Achse, cf.
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenopteris sp.
Stigmaria ficoides
Strobilus sp.
Syringodendron sp.

- 24 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 45 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 18 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-W / 2, 2.190 m NN, 63 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia stellata
Calamostachys tuberculata
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Linopteris neuropteroides
Odontopteris minor
Pecopteris cf. *candolleana*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Sphenopteris nummularia

- 16 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 1,5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 87 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 19 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

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

▲ Königstuhl-W / 1, 2.170 m NN, 15 Einzelstücke

Annularia stellata
Calamites sp.
Cordaites principalis
Neuropteris ovata
Neuropteris cordata
Neuropteris sp.
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris sp.
Syringodendron sp.

• 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 46 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 33 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-25a, 2.225 m NN, 141 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia sp.
Annularia stellata
Aphlebia adnascens
Aphlebia elongata
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Cordaites principalis
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron dissitum
Lepidostrobophyllum triangulare
Pachytesta gigantea
Pecopteris acuta
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris unita
Ptychocarpus unitus
Sigillaria brardii
Sphenophyllum – Achse
Sphenophyllum angustifolium
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum sp.
Sphenopteris sp.
Strobilus sp.
Syringodendron sp.

• 61 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 54 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 35 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen

▲ Königstuhl-O / 2, 2.230 m NN, 8 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia stellata
Cordaites principalis
Cyperites bicarinatus
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Sigillaria brardii
Sphenophyllum fimbriatum

• 50 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 62 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 37 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-29a, 2.250 m NN, 166 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Alethopteris subelegans
Annularia sp.
Aphlebia sp.
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Carpolithes sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Lepidodendron dissitum
Lepidostrobophyllum triangulare
Odontopteris brardii
Palaeostachya sp.
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris lamuriana
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*

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

Ptychocarpus unitus
Sigillaria brardii
Sphenophyllum fimbriatum
Sphenophyllum sp. (Achsen)
Sphenopteris sp.
Stigmaria ficoides
Strobilus sp.
Syringodendron sp.
Walchia sp.

• 56 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 42 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-ε, 2.330 m NN, 18 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Alethopteris subelegans
Annularia stellata
Aphlebia elongata
Calamites cisti
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Pecopteris acuta
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris polymorpha
Sigillaria (Rhytidolepis) sp.
Sphenophyllum sp.

• 61 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 11 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 44 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 16 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Königstuhl-0 /1, 2.230 m NN, 32 Einzelstücke

Annularia sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidostrobophyllum triangulare
Odontopteris sp.
Pecopteris acuta
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Sphenophyllum angustifolium
Sphenopteris sp.
Strobilus sp.

▲ Königstuhl-33 a, 2.260 m NN, 113 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia stellata
Asolanus camptotaenia
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca sp.
Calamites (Außenhaut)
Calamites (Diplocalamites)
Calamites cisti
Calamites cruciatus
Calamites sp.
Calamitina goepperti
Calamostachys tuberculata
Cordaites principalis
Cyperites bicarinatus
Odontopteris subcrenulata
Pecopteris sp.
Sphenophyllum fimbriatum
Trigonocarpus sp.

• 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 44 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 2 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 64 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Königstuhl

Die Fossilüberlieferung im Königstuhl-Massiv umfasst ähnlich wie am Stangnock zwei Serien von Florenfolgen, die aber am Königstuhl durch eine vertikal verlaufende Störung knapp östlich des Gipfels von-

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

einander getrennt sind. Beide Serien beginnen zutiefst mit Floren, die *Linopteris neuro-pteroides* enthalten.

Im westlichen Teil des Königstuhls, an den Fundpunkten Königstuhl-31 a und Königstuhl-W / 2, sind die Reste dieser farnlaubigen Samenpflanzen besonders häufig. Diese beiden Floren unterscheiden sich aber wesentlich im floristischen Aufbau. Wenn die Florengemeinschaft Königstuhl-31a in typischer Weise den Vegetationsverhältnissen kohlebildender Sumpfwaldmoorgesellschaften entspricht, so ist die fossile Flora Königstuhl-W / 2 extrem arm an Lepidophyten und weist eine überwältigende Dominanz farnlaubiger Samenpflanzen auf. Da die lithostratigraphische Position der beiden fossilen Floren zueinander unbekannt ist, kann nicht gesagt werden, welche der beiden Floren die ältere ist. Die hohen *Linopteris*-Werte jedoch deuten an, dass jedenfalls beide Floren dem tieferen Teil des Stangnock-Beckens angehören. Die fossile Flora Königstuhl-W / 1 kann der geringen Probenstücke wegen botanisch schwer beurteilt werden. Das Auftreten von *Linopteris neuropteroides*, *Neuropteris cordata* und *Neuropteris ovata* weisen in Anlehnung an die Erfahrungen im Naßfed-Becken darauf hin, dass auch diese Vegetationsphase als relativ alt einzustufen ist. Die im Westteil des Königstuhls lithostratigraphisch zu höchst gelegene fossile Flora Königstuhl-33 a enthält keine der älteren Florenelemente (*Linopteris*, *Neuropteris*) mehr. Dieses Faktum einerseits und die überwältigende Dominanz an *Alethopteris* andererseits erinnert an die Verhältnisse von Gugga-1 (oberster Teil der Corona-Formation) im Naßfeld-Becken. Mit dieser fossilen Flora bricht die Florenüberlieferung im Westteil des Königstuhls ab.

Die fossilen Floren östlich der Vertikalstörung beginnen zutiefst mit der fossilen Flora Königstuhl-N. Sie enthält *Linopteris neuropteroides*, die Lepidophyten aber nehmen keinen so bedeutenden Anteil in der Vegetation ein wie vergleichsweise in der ebenfalls *Linopteris* enthaltenden fossilen Flora Königstuhl-31a. Die fossilen Floren Königstuhl-25a und Königstuhl-29a bzw. deren Äquivalenten zeigen ausgeprägte Vegetationsverhältnisse kohlebildender Sumpfwaldmoorgesellschaften, enthalten aber keine Linopteriden oder Neuropteriden mehr, womit die Überlieferung dieser florenstratigraphisch alten Typen auch im östlichen Abschnitt des Königstuhl-Massivs abbricht. Die Auffindung eines wenn auch schlecht erhaltenen Koniferenzweiges in Königstuhl-29 a findet eine Parallele in den stratigraphisch ähnlich gelagerten Fundumständen eines Koniferenzweiges im höheren Abschnitt der Corona-Formation.

B3: Die fossilen Floren des Karlnocks

Probenaufsammlungen

Karlnock-1: 23. 07. 1988; 01. 08. 1992
Karlnock-2: 15. 08. 1995

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstelle Karlnock-2 liegt südlich des Gipfels innerhalb eines Tonschieferhorizontes, der in ca. 2.020 m Seehöhe im Bereich eines Bergkiefern-Gestrüpps aufgeschlossen ist. Aufschluss Karlnock-1 liegt einige Zehnermeter darüber, innerhalb des höchsten Tonschieferhorizontes. Beide Fundpunkte zählen zu den stratigraphisch jüngsten der Stangnock-Formation und entsprechen jener im Gipfelbereich des Stangnocks.

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

Die fossilen Floren

▲ Karlnock-1, 2.280 m NN, 30 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Asterophyllites equisetiformis
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Radicites capillacea
Sphenophyllum fimbriatum

- 60 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Karlnock-2, 2.020 m NN, 4 Einzelstücke

Alethopteris sp.

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Karlnock

Das Fossilmaterial am Karlnock lässt auf Vegetationsverhältnisse schließen, die auf ausgedehnte Bestände von Baumfarnen im Hinterland eines gewässerbegleitenden Calamiten-Gürtels hinweisen. Die Flora lässt signifikante (altertümliche) Typen wie *Linopteris neuropteroides*, *Neuropteris cordata* oder *Neuropteris ovata* vermissen, woraus geschlossen werden kann, dass die Flora entsprechend der lithostratigraphischen Einstufung tatsächlich eine junge Phase der Waldgeschichte repräsentiert ohne genauere paläobotanische Festlegungen machen zu können.

B4: Die fossilen Floren des Mühlbacher Nocks

Probenaufsammlungen

Mühlbacher Nock-1: 01. 08. 1993
Mühlbacher Nock-2: 01. 08. 1993
Mühlbacher Nock-3: 01. 08. 1993
Mühlbacher Nock-4: 01. 08. 1993
Mühlbacher Nock-5: 01. 08. 1993
Mühlbacher Nock-6: 01. 08. 1993

Die Fundpunkte Mühlbacher Nock-1, Mühlbacher Nock-2, und Mühlbacher Nock-6, identisch mit den fossilführenden Doppelschichten in der geologischen Karte von Schwinner (1938), liegen im Bereich des vom Mühlbacher Nock nach NNW streichenden Höhenzuges. Mühlbacher Nock-3 und Mühlbacher Nock-5 (Schichte µ von Schwinner 1938) befinden sich in der Einsattelung vor dem Höhenrücken. Mühlbacher Nock-4 bezieht sich auf eine Rinne knapp unter dem Gipfel des Mühlbacher Nocks.

Die geologischen Verhältnisse

Die fossilen Floren des Mühlbacher Nocks sind lithostratigraphisch schwer einzuordnen, da in diesem Bereich keine mächtigeren zusammenhängenden Profile aufgeschlossen sind und die Sedimentabfolge außerdem tektonisch gestört ist. Vermutlich sind die Fundstellen in den mittleren Bereich der Stangnock-Formation einzustufen.

Die fossilen Floren

▲ Mühlbacher Nock-1, 2.230 m NN, 8 Einzelstücke

Cyperites bicarinatus
Lepidophytenrest
Pecopteris sp.

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

▲ Mühlbacher Nock-2, 2.230 m NN, 6 Einzelstücke

Linopteris sp.
Pecopteris sp.

▲ Mühlbacher Nock-3, 2.170 m NN, 3 Einzelstücke

Lepidodendron dissitum
Sphenophyllum fimbriatum

▲ Mühlbacher Nock-4, 2230 m NN, 16 Einzelstücke

Annularia stellata
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron dissitum
Pecopteris sp.
Sphenophyllum fimbriatum

▲ Mühlbacher Nock-5, 2.170 m NN, 5 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Calamites sp.
Cordaites sp.
Neuropteris sp.
Pecopteris sp.

▲ Mühlbacher Nock-6, 2.230 m NN, 6 Einzelstücke

Alethopteris sp.

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Mühlbacher Nock

Die wenigen Fossilproben, welche von den einzelnen fossilführenden Horizonten jeweils vorliegen, erlauben keine konkreten Angaben über die ehemaligen Vegetationsverhältnisse. Die Anwesenheit von *Linopteris* lässt vermuten, dass im Raume des Mühlbacher Nocks Schichten vorkommen, die stratigraphisch als alt einzustufen sind.

B5: Die fossilen Floren im Verborgenen Tal

Probenaufsammlungen

Verborgenes Tal-1: 08. 09. 1992
Verborgenes Tal-2: 06. 08. 1993

Die geologischenVerhältnisse

Die Fundstellen liegen in isolierten Aufschlüssen, daher ist eine lithostratigraphische Zuordnung nicht möglich.

Die fossilen Floren

▲ Verborgenes Tal-1, 2.050 m NN, 54 Einzelstücke

Annularia sp.
Annularia stellata
Aphlebia sp.
Calamites cisti
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Neuropteris sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Poa-Cordaites linearis

- 28 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 59 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Verborgenes Tal-2, 2.000 m NN, 100 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Aphlebia sp.
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron sp.
Lepidostrobophyllum lanceolatum
Linopteris sp.
Neuropteris sp.
Odontopteris sp.

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

Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris feminaeformis
Pecopteris hemitelioides
Pecopteris oreopteridia
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Poa-Cordaites linearis
Sphenopteris sp.

- 57 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 26 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 14 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Verborgenes Tal

Die Vegetation im Verborgenen Tal zeigt Verhältnisse, die teilweise stärker von Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen, teilweise aber auch von Calamiten beherrscht war. Der Nachweis von *Linopteris neuropteroides* und *Neuropteris* cf. *ovata* lassen stratigraphisch ältere Schichten vermuten.

B6: Die fossile Flora auf dem Reißeck

Probenaufsammlungen

Reißeck: 22. 07. 1988; 31. 07. 1992

Die geologischen Verhältnisse

Die fossile Flora vom Reißeck ist in den tieferen Teil der Stangnock-Formation einzuordnen, auch in diesem Bereich sind mächtigere Profile nicht aufgeschlossen.

Die fossile Flora

▲ Reißeck, 2.250 m NN, 70 Einzelstücke

Alethopteris bohemica
Alethopteris sp.
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Asterotheca arborescens
Asterotheca sp.
Calamites goepperti
Calamites schuetzei
Calamites sp.
Calamites sp. (Außenhaut-Erhaltung)
Lepidodendron sp.
Lepidostrobophyllum tiangulare
Linopteris neuropteroides
Neuropteris ovata
Pecopteris arborescens
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenophyllum angustifolium
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum sp.
Taeniopteris jejunata
Trigonocarpus sp.

- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 64 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Reißeck

Nach den zahlreichen Fossilfragmenten der Calamiten spiegelt die Fossilüberlieferung eine Einbettung der Pflanzenteile im näheren Bereich eines Calamitenbestandes wider. Auf den weniger durchnässten und mesophilen Böden breiteten sich hingegen farnlaubige Samenpflanzen und eine Vielzahl von Baumfarn-Arten aus. Unter den Fossilresten

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

der farnlaubigen Samenpflanzen dominieren Fiederreste von *Alethopteris*. Abdrücke von *Linopteris* und *Neuropteris* wurden zwar nur auf zwei Fossilproben aufgefunden, eines dieser Handstücke enthält jedoch sieben Fiederchenfragmente von *Linopteris neuropteroides* und ein Fiederfragment von *Neuropteris ovata*. Das bestätigt die Vermutung, dass die Flora vom Reißeck lithostratigraphisch tatsächlich in tiefere Schichten einzuordnen ist.

B7: Die fossile Flora auf der Brunnachhöhe

Probenaufsammlungen

Brunnachhöhe: 27. 07. 1980; 28. 06. 1981; 05. 08. 1981; 12. 09. 1981; 15. 08. 1984; 30. 08. 1985; 13. 08. 1986

Die geologischen Verhältnisse

Im Bereich der Brunnachhöhe ist die Stangnock-Formation sehr schlecht aufgeschlossen. Aufgrund der lithologischen Ausbildung der Sedimentgesteine sind die Pflanzenfossilfunde in den tieferen Teil der Abfolge einzuordnen.

Die fossile Flora

▲ Brunnachhöhe, 1940 m bzw. 1990 m, 245 Einzelstücke

Alethopteris ambigua
Alethopteris serlii
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Dicksonites pluckenetii
Lepidodendron aculeatum
Lepidodendron sp.
Lepidofloyos laricinus
Linopteris neuropteroides
Neuropteris scheuchzeri
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris cf. *miltoni*
Pecopteris sp.
Radicites capillacea
Sphenophyllum cf. *emarginatum*
Sphenophyllum oblongifolium
Stigmaria ficoides
Trigonocarpus sp.

- 35 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 11 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 8 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 48 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Brunnachhöhe

Die Fossilvergesellschaftungen der beiden Fundpunkte, an denen aufgesammelt wurde, sind nicht wesentlich verschieden; sie wurden daher zusammengefasst, um die Prozentberechnung auf eine breitere Basis zu stellen. Die Physiognomie des Vegetationsbildes entsprach ausgedehnten Beständen von Baumfarnen und farnlaubigen Samenpflanzen mit nur geringer Beteiligung hochaufragender Baumindividuen der Calamiten, Lepidophyten und Cordaiten.

Floristisch ist die fossile Flora auf der Brunnachhöhe durch ein häufiges Auftreten von *Linopteris neuropteroides* und *Neuropteris scheuchzeri* gekennzeichnet, eine Taxa-Kombination, die zu den ältesten Fossilüberlieferungen im oberkarbonen Stangnock-Becken zählt. Das hohe Alter findet durch das Vorkommen eines *Lepidodendron*-Fragmentes vom *aculeatum*-Typ (Westfal-Form!) seine Ergänzung.

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

B8: Die fossilen Floren auf der Turracher Höhe

Probenaufsammlungen

Turracher Höhe-1: 24. 09. 1985; 19. 06. 1990; 08. 06. 1997
Turracher Höhe-2: 24. 09. 1985
Turracher Höhe-5: 24. 09. 1985; 19. 06. 1990

Die stratigraphischen Verhältnisse

Im Bereich der Turracher Höhe ist die Stangnock-Formation schlecht aufgeschlossen und außerdem tektonisch stark gestört und zerlegt, sodass eine lithostratigraphische Einordnung der einzelnen Fossilfundpunkte in das Gesamtprofil der Stangnock-Formation nicht möglich ist.

Die fossilen Floren

▲ Turracher Höhe-1, 1795 m, 31 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Aphlebia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Calamites sp.
Cordaites sp.
Neuropteris scheuchzeri
Neuropteris sp.
Palaeostachya sp.
Sphenophyllum sp.
Taeniopteris jejunata

• 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 16 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 61 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 6 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Turracher Höhe -2, 1894 m, 10 Einzelstücke

Asterophyllites equisetiformis
Calamites sp.
Cyperites bicarinatus
Pecopteris sp.
Sphenophyllum sp.

▲ Turracher Höhe-5, 1880 m, 84 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Annularia sp.
Asterophyllites equisetiformis
Calamites cisti
Calamites suckowi
Calamites undulatus
cf. *Calamostachys tuberculata*
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Lepidodendron sp.
Linopteris sp.
Neuropteris scheuchzeri
Neuropteris sp.
Pecopteris polymorpha
Pecopteris sp.
Sphenophyllum longifolium
Sphenophyllum oblongifolium (Achsen)
Sphenophyllum sp.
Sphenophyllum thonii va. *minor*

• 33 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 14 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
• 21 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Turracher Höhe

Soweit das relativ wenige Material aus dem Raume der Turracher Höhe erkennen lässt, dürften vor allem die Baumfarne und die farnlaubigen Farnsamer die Vegetation beherrscht haben. Floristisch ist das häufige Auftreten von *Linopteris neuropteroides* und *Neuropteris scheuchzeri* von Bedeutung. Auf den 31 Handstücken des Fundpunktes Turracher Höhe-1 kommt *Neuropteris scheuchzeri* 17-mal vor. Das bedeutet zweifellos ein sehr hohes Alter.

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

B9: Zusammenfassung: Die oberkarbonen Floren in den Nockbergen

Überblickt man die fossil überlieferten Floren des oberkarbonen Stangnock-Beckens, so heben sich hinsichtlich der auftretenden Pflanzengesellschaften und deren floristischer Charakteristik ähnliche Grundzüge ab wie im oberkarbonen Naßfeld-Becken. Diese Grundzüge werden in erster Linie durch jene Floren deutlich gemacht, die in einen ungestörten Profilverband eingebunden sind, wie im Stangnock- und Königstuhl-Massiv.

Bezüglich der Abfolge von Pflanzengesellschaften ist ein typischer Wechsel von Vergesellschaftungen des Sumpfwaldmoores und deren Folge-Gesellschaften zu beobachten. Diese Waldgesellschaften werfen zwar ein Licht auf die ökologischen Veränderungen, eignen sich aber nicht für eine zeitliche Einstufung der aufeinander folgenden Vegetationsphasen. Eine (grobe) biostratigraphische Gliederung der Floren bietet dagegen der floristische Befund an. So enthalten die älteren und ältesten Schichtfolgen stets eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Vorherrschaft von *Linopteris neuropteroides*, entweder allein oder in Kombination mit *Neuropteris* sch*euchzeri*. Altersmäßig etwas jünger einzustufen sind jene Floren, die neben *Linopteris neuropteroides* auch *Neuropteris cordata* und *Neuropteris ovata* enthalten. Diese *Linopteris-Neuropteris*-Horizonte werden schließlich von fossilführenden Schichten überlagert, in denen diese beiden Gattungen als Ausdruck eines tiefgreifenden Florensprunges fehlen. Erst jetzt treten die ersten Reste von Koniferenzweigen und in den allerjüngsten Schichten Nachweise von *Callipteris conferta* auf.

C: DIE FOSSILEN FLOREN IM UNTERPERM DES DRAUZUGES (LAAS-FORMATION)

C1: Die fossilen Floren von Kötschach

Probenaufsammlungen

Kötschach-2: 13 .08. 1975; 01. 08. 1986
Kötschach-4: 13. 08. 1975

Die Florenfundpunkte von Kötschach wurden von Dr. Niedermayr entdeckt (Van Amerom & Boesma 1975:12). Es sind insgesamt vier Aufschlüsse bekannt geworden. Der Erstautor hat nur am Aufschluss Kötschach-2 aufgesammelt, das Material von Kötschach-4 wurde freundlicherweise von Dr. Niedermayr zur Verfügung gestellt.

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstelle der fossilen Flora Kötschach-2 liegt innerhalb der nördlich von Kötschach bis zu 150 m mächtigen Laas-Formation, ca. 30 m über der Basis. Die Fundstelle befindet sich an einem Forstweg SE der Stelzinger Jagdhütte auf ca. 1400 m Seehöhe (siehe Niedermayr & Scheriau-Niedermayr 1982).

Die Laas-Formation besteht aus intensiv rot gefärbten Konglomeraten und Sandsteinen, eingeschaltet sind bis zu mehrere Meter mächtige, stellenweise intensiv durchwühlte Siltsteine und Tonsteine. Vereinzelt enthalten diese feinkörnigen Sedimente auch Kalzitkonkretionen, Fischzähne und -schuppen sowie dünne Kalklagen mit Ostracoden und Spirorben. An einer Stelle wurden Tetrapodenfährten gefunden. Die Pflanzenabdrücke befinden sich in einer geringmächtigen Lage aus grau gefärbten Silt- und Tonsteinen.

Im obersten Abschnitt der Laas-Formation sind nördlich von Kötschach auch bis zu 9 m mächtige saure Vulkanite (Tuffe und Ignimbrite) aufgeschlossen. Bei den Sedimenten der Laas-Formation handelt es sich um Ablagerungen alluvialer Schuttfächer,

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

die lateral in eine Playa-Fazies übergehen. Die Sedimente wurden unter semiariden bis ariden klimatischen Bedingungen abgelagert (siehe NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR 1982, KRAINER 1990, 1993).

Die fossilen Floren

▲ Kötschach-2, etwa 1400 m NN, 127 Einzelstücke

Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Asterophyllites equisetiformis
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata
Callipteris conferta
Carpolithes sp.
Cordaicladus sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Cyclopteris sp.
Dicksonites pluckenetii
Ernestiodendron filiciformis
Odontopteris Gruppe *osmundaeformis*
Pecopteris cf. *arborescens*
Pecopteris cf. *monyi*
Pecopteris monyi fa. *minor*
Pecopteris sp.
Poa-Cordaites linearis
Sphenophyllum angustifolium
Trigonocarpus sp.

- 45 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 38 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 13 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Kötschach-4, etwa 1400 m NN, 26 Einzelstücke

Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Callipteridium gigas
Cordaites sp.
Pecopteris candolleana
Pecopteris cf. *monyi*
Pecopteris sp.
Poa-Cordaites linearis
Sphenopteris sp.

- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 15 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Kötschach

Das Vegetationsbild von Kötschach besaß noch einen typischen Stefan-Charakter, der von den relativ niedrigwüchsigen Pflanzenbeständen der Baumfarne und farnlaubigen Samenpflanzen mit vereinzelt auftretenden Koniferen geprägt war. Die Calamiten besiedelten randliche Bereiche offener Wasserstellen. Bemerkenswert ist das im Perm zu erwartende Zurücktreten der Lepidophyten, die in den vorliegenden Florengemeinschaften von Kötschach-2 und Kötschach-4 offenbar bereits fehlen. Stratigraphische Leitformen wie *Callipteris conferta*, *Ernestiodendron filiciformis* und Fragmente von *Odontopteris* Gruppe *osmundaeformis* bestätigen ein Unterperm-Alter. Mesophytische Florenelemente sind bisher nicht bekannt geworden.

D: DIE FOSSILEN FLOREN IM UNTERPERM DER GURKTALER DECKE (WERCHZIRM-FORMATION)

D1: Die fossile Flora vom Ulrichsberg

Probenaufsammlungen

Ulrichsberg: 28. 09. 1985; 25. 07. 1986

Der Aufschluss am Ulrichsberg geht auf einen Hinweis von Univ.-Prof. Dr. F. Kahler zurück. Er befindet sich in der hangseitigen Wegböschung des Forstweges im

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

Waldbesitz von Dr. Leopold Goess. Das fossilführende Gestein ist ein dickbankiger rötlicher Schiefer. Die Fossilerhaltung ist mäßig bis schlecht.

Die geologischen Verhältnisse

Die Fundstelle Ulrichsberg liegt in feinkörnigen Sedimenten des tieferen Teiles der Werchzirm-Formation. Aufgrund der schlechten Aufschlussverhältnisse liegen keine Profilaufnahmen vor; genaue Angaben über die stratigraphische Position der Fundstelle sind daher nicht möglich. Die stratigraphische Situation ist aber ähnlich wie am Christofberg.

Die fossile Flora

▲ Ulrichsberg, ca. 780 m NN, 106 Einzelstücke

Alethopteris sp.
Alethopteris subelegans
Annularia sphenophylloides
Annularia stellata
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Callipteris cf. *conferta*
Cordaites sp.
Cyclocarpus sp.
Dicksonites pluckenetii
Ernestiodendron sp.
Lebachia sp.
Neuropteris sp.
Odontopteris sp.
Pecopteris arborscens
Pecopteris candolleana
Pecopteris oreopteridia
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris polymorpha
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busquetii
Sphenophyllum sp.
Sphenopteris sp.
Taenopteris multinervia
Walchia sp.

- 57 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 17 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 18 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 5 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Ulrichsberg

Die fossile Flora Ulrichsberg zeigt Verhältnisse einer ausklingenden Karbonvegetation. Das Auftreten eines Blattfragmentes von *Callipteris conferta*, vor allem aber die relativ zahlreichen Zweigfragmente (sechs Exemplare) von Koniferen (Walchiaceae) weisen eindeutig auf ein Autun-Alter hin. Physiognomisch dürfte die Vegetation vorwiegend durch die Baumfarne bei eher geringer Beteiligung der farnlaubigen Samenpflanzen, Koniferen und Cordaiten geprägt gewesen sein.

D2: Die fossilen Floren vom Christofberg

Probenaufsammlungen

Christofberg-1: 15. 08. 1975; 17. 09. 1986; 14. 12. 1994
Christofberg-2: 17. 09. 1986
Christofberg-3: 17. 09. 1986; 31. 08. 1990; 03. 08. 1998

Die Aufschlüsse vom Christofberg befinden sich in unmittelbarer Nähe der Waldwirtschaftsstraße des Gutes Freudenberg, etwa 250 m SW des Gasthauses Karlbauer. Das fossilführende Gestein ist ein rötlicher Tonschiefer. Die Fossilerhaltung ist mit wenigen Ausnahmen meist schlecht.

Die geologischen Verhältnisse (Abb. 30)

Die Fundstellen Christofberg-1, Christofberg-2 und Christofberg-3 liegen im tieferen Abschnitt der Werchzirm-Formation. Christofberg-1 entspricht der von Riehl-Herwisch (1962) entdeckten Fundstelle in einem alten Hohlweg in ca. 720 m Seehöhe im Bereich der Kehre des Forstweges. Fundstelle Christofberg-2 gehört vermutlich demselben fossilführenden Horizont an. Christofberg-3 liegt etwas höher im Profil, ca. 30 m über der Basis, in der bergseitigen Böschung des Forstweges auf ca. 770 m Seehöhe.

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

Die Werchzirm-Schichten sind ein Äquivalent der Laas-Formation des Drauzuges, gleich alt und auch faziell ganz ähnlich ausgebildet. Die Abfolge besteht aus roten Konglomeraten, Sandsteinen, Siltsteinen und Tonschiefern. Im tieferen Teil sind die Sandsteine und Tonschiefer häufig grünlichgrau gefärbt. Lokal sind mächtigere Abfolgen aus feinkörnigen Sedimenten, vereinzelt mit eingeschalteten Kalklagen sowie mit Kalkkonkretionen. Die fossilen Pflanzenreste sind an dünne, grünlichgraue feinkörnige Lagen gebunden.

Die Ablagerungen der Werchzirm-Formation werden ebenfalls als alluviale Schuttfächersedimente gedeutet, die lateral in feinkörnige Playa-Komplexe (zeitweise trockenfallende flache Seen) übergehen. Das Klima war semiarid bis arid (wüstenhaft).

Die fossilen Floren

▲ Christofberg-1, 720 m NN, 47 Einzelstücke

Cordaites sp.
Ernestiodendron sp.
Neuropteris sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.

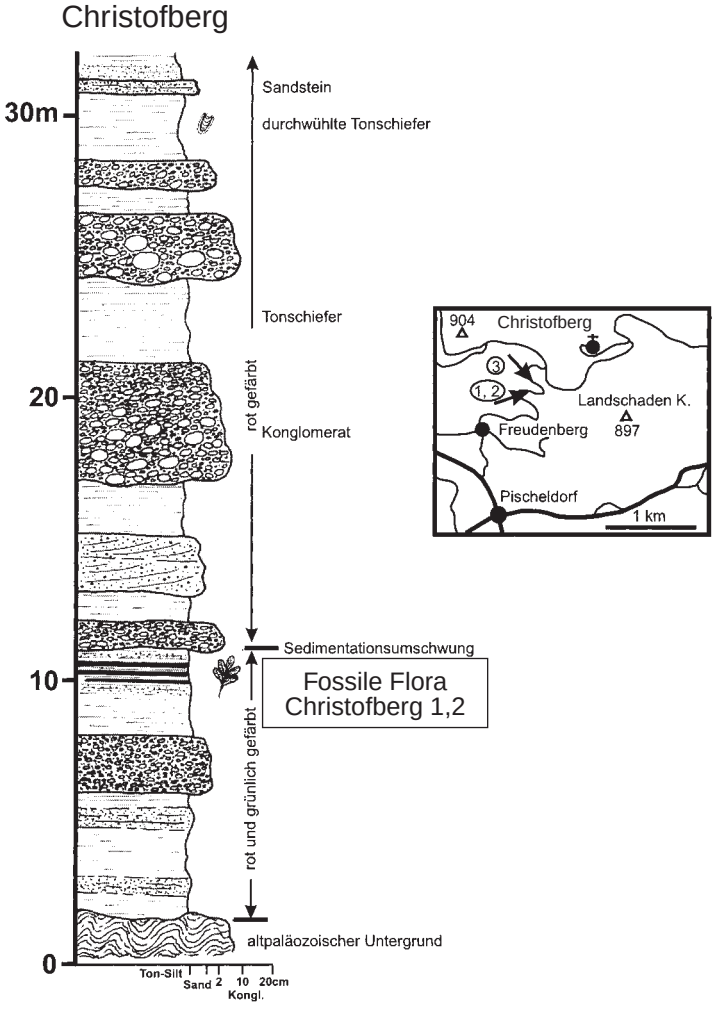

Abb. 30: Lithostratigraphisches Profil Christofberg mit den fossilen Floren Christofberg-1 und 2.

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

• 76 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 6 % der Handsstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Christofberg-2, 720 m NN, 10 Einzelstücke

Alethopteris subelegenas
Pecopteris polymorpha
Pecopteris cf. *schlotheimii*

• 90 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden

▲ Christofberg-3, 770 m NN, 97 Einzelstücke

Alethopteris subelegans
Annularia sphenophylloides
Asterotheca candolleana
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Cordaites principalis
Cordaites sp.
Ernestiodendron sp.
Lebachia piniformis
Neuropteris sp.
Pecopteris candolleana
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Taenopteris multinervia

• 82 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
• 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
• 7 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
• 4 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Koniferen

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Christofberg

Die Vegetation vom Christofberg scheint maßgebend von Baumfarnen beherrscht gewesen zu sein. Die farnlaubigen Samenpflanzen sowie die hochstämmigen Baumarten des Oberkarbons spielten eine völlig untergeordnete Rolle. Hingegen kündigt sich das Zeitalter der Gymnospermen durch relativ zahlreiche Zweigfragmente der Walchiaceen an. Flora und Vegetation vom Christofberg ist aus paläobotanischer Sicht dem Unter-Autun zuzuordnen.

D3: Die fossilen Floren von Wunderstätten

Probenaufsammlung

Wunderstätten Nr. 40: 31. 07. 1984
Wunderstätten-0 : 06. 08. 1985
Wunderstätten-1: 13. 08. 1989
Wunderstätten-2: Ostern 1986; 17. 09. 1986; 01. 07. 1989; 29. 07. 1996

Auf die fossilführenden Schichten in Wunderstätten wurde der Erstautor durch Fr. Dr. Hoffmann-Klever in Wunderstätten Nr. 40 aufmerksam gemacht. Die Fossilien sind bei Erdarbeiten auf dem Grundstück zu Tage gekommen. Bei einer ersten Nachsuchung gelang es in der Böschung eines nahe gelegenen Weges weiteres Material aufzufinden (Wunderstätten-0). Die ergiebigen Aufschlüsse Wunderstätten-1 und Wunderstätten-2 wurden vom Zweitautor entdeckt. Das fossilführende Gestein ist ein rötlich gefärbter Tonschiefer. Die Fossilerhaltung ist unterschiedlich, ermöglicht aber eindeutige Bestimmungen.

Die geologischen Verhältnisse

Die Pflanzenreste der Fundstelle Wunderstätten-0 und Wunderstätten Nr. 40 stammen aus Felsblöcken, die in einer Wegböschung bzw. beim Hausbau (Haus Wunderstätten Nr. 40) freigelegt wurden. Die Fundstellen Wunderstätten-1 und Wunderstätten- 2, die das meiste Material lieferten, liegen im tieferen Abschnitt der Werchzirm-Formation, ca. 25 m über der Basis, innerhalb einer aus überwiegend grünlich-

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

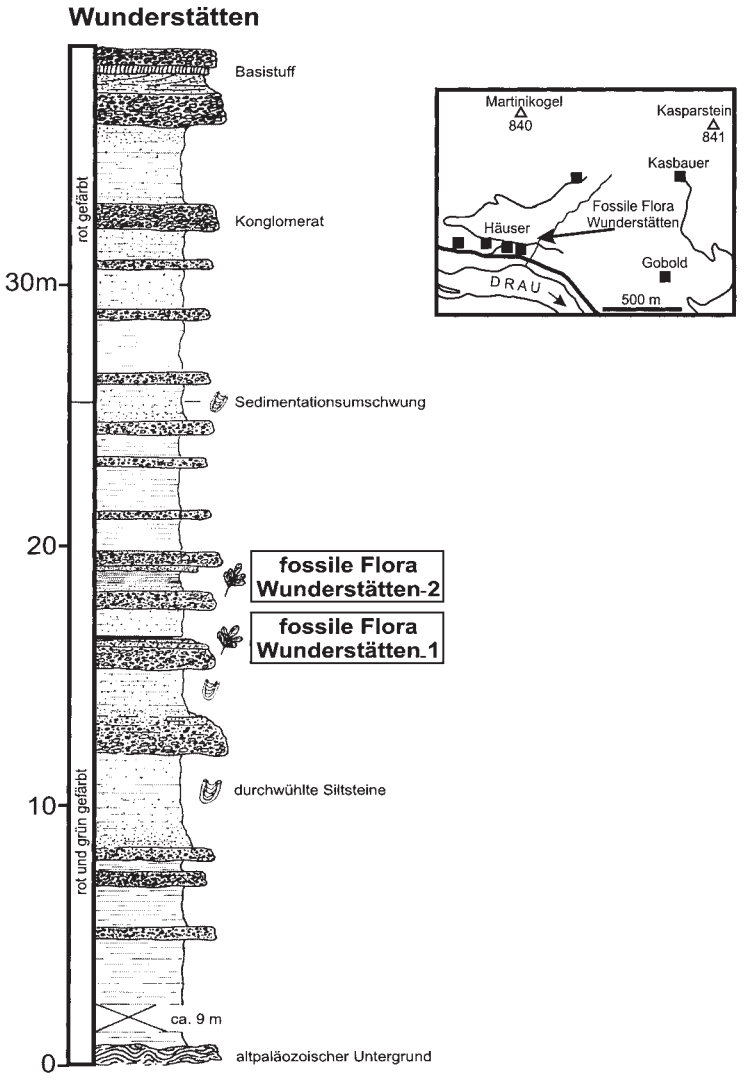

Abb. 31: Lithostratigraphisches Profil Wunderstätten mit den fossilen Floren Wunderstätten-1 und -2.

grau gefärbten Tonschiefern und Siltsteinen mit eingeschalteten Konglomeraten und Sandsteinen. Die Pflanzenfossilien entstammen zwei verschiedenen Horizonten aus grünlichgrauen bis schwarzen Tonschiefern. Der vertikale Abstand der beiden Horizonte beträgt ca. 2 m (siehe Profil in KRAINER 1987 b). Der höhere Horizont besteht aus einer ca. 1 m mächtigen Lage aus grünlichgrauen, siltigen Tonschiefern mit dünnen, stärker tonigen, stellenweise auch feinsandigen Lagen mit vereinzelt Rippelschichtung. Diese feinkörnigen Sedimente mit den Pflanzenresten wurden vermutlich in kleinen, flachen Tümpeln unter reduzierenden Bedingungen abgelagert (siehe KRAINER 1987 b).

Die fossilen Floren

▲ Wunderstätten Nr. 40, 408 m NN, 2 Einzelstücke

Asterotheca schlotheimii
Cyperites bicarinatus
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Sphenophyllum angustifolium

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

▲ Wunderstätten-0, 410 m NN, 17 Einzelstücke

Annularia stellata
Cyperites bicarinatus (Achsen)
Lepidophytenrest
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*

- 76 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 12 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 23 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten

▲ Wunderstätten-1, 400 m NN, 62 Einzelstücke

Annularia stellata
Calamites sp.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Pecopteris polymorpha
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Sphenophyllum sp.

- 84 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 30 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 9 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

▲ Wunderstätten-2, 420 m NN, 211 Einzelstücke

Acitheca polymorpha
Annularia stellata
Asterotheca candolleana
Asterotheca sp.
Calamites sp.
Calamostachys tuberculata (Achsen)
Callipteris conferta, cf.
Cordaites sp.
Cyperites bicarinatus
Diplocalamites sp.
Ernstiodendron sp.
Lepidostrobophyllum lanceolatum
Lepidostrobophyllum triangulare
Neuropteris sp.
Palaeostachya sp.
Pecopteris arborescens
Pecopteris candolleana
Pecopteris polymorpha
Pecopteris polymorpha fa. *minor*
Pecopteris schlotheimii
Pecopteris sp.
Pecopteris unita
Pseudomariopteris busquetii
Sphenophyllum (Achse)
Sphenophyllum angustifolium
Sphenophyllum oblongifolium
Sphenophyllum thonii
Taeniopteris sp.

- 66 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pecopteriden
- 27 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Calamiten
- 17 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Lepidophyten
- 3 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Pteridospermen
- 1 % der Handstücke enthalten Abdrücke von Cordaiten

Rückschlüsse auf die Vegetationsverhältnisse: Wunderstätten

Die Vegetationsverhältnisse von Wunderstätten wurden offensichtlich von Pflanzenbeständen geprägt, die den kohlebildenden Sumpfwaldmoorgesellschaften (Lepidophyten!) noch nahe standen, jedoch eine überdurchschnittliche Dominanz an Baumfarnen aufwiesen. In Bezug auf die noch ziemlich starke Beteiligung der Lepidophyten nimmt Wunderstätten innerhalb der Unterperm Floren Kärntens eine Sonderstellung ein.

Auf die Existenz offener Wasserbereiche weisen die verhältnismäßig zahlreichen Fossilbruchstücke der Calamiten hin. Cordaiten und farnlaubige Samenpflanzen hingegen scheinen lokal keine nennenswerte Rolle

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

mehr gespielt zu haben. Zweigbruchstücke der Gattung *Ernestiodendron* belegen das Vorkommen von Koniferen, was in Schichten des Unterperm (Autun) zu erwarten ist.

D4: Zusammenfassung: Die unterpermischen Floren der Gurktaler Decke

Die fossilen Floren, die aus dem Unterperm der Gurktaler Decke bekannt sind, erweisen sich noch stark von den Vegetationsverhältnissen des Stefan beeinflusst. Doch treten mit Regelmäßigkeit Zweigreste von Koniferen und immer wieder auch Fragmente von *Callipteris conferta* auf. Danach sind paläobotanisch gesehen die Floren in das (untere) Autun einzustufen.

E: FLORENSTRATIGRAPHISCHE ANMERKUNGEN ZUM OBERKARBON DER SÜD- UND OSTALPEN

Die fossilen Florenvergesellschaftungen im oberkarbonen Naßfeld- und Stangnock-Becken konfrontieren uns mit einer Vielzahl unterschiedlicher Pflanzengesellschaften, die sich in der Waldgeschichte mehrmals wiederholten und damit keine Entwicklungstendenz vermitteln, die sich für eine stratigraphische Gliederung eignen würde. Die stratigraphische Unzulänglichkeit dieser Vegetationseinheiten mag verschiedene Ursachen haben. Zum einen ist die Ursache vielleicht darin zu suchen, dass die fossil vorliegenden Floren stets nur lokal begrenzte Vegetationsausschnitte aus einem weit größeren Verbreitungsraum der Pflanzen überliefern. Zum anderen haben sich offensichtlich gleichartige ökologische Bedingungen mehrmals wiederholt und so immer wieder die Entstehung gleichartiger Pflanzengesellschaften ermöglicht.

Wenn man dagegen gezielt die floristische Zusammensetzung der Waldgesellschaften analysiert, die in einem ungestörten Sedimentprofil aufeinander folgen, so kann man gerichtete, zeitgebundene und damit stratigraphisch brauchbare Veränderungen der fossilen Florenbestände feststellen.

***Neuropteris scheuchzeri:* Bombaso-Formation**

Neuropteris scheuchzeri ist im Naßfeld-Becken nach der bisherigen Erfahrung streng an die Bombaso-Formation gebunden, und zwar mit einem gleichzeitig gehäuften Auftreten von *Linopteris neuropteroides*. Diese Kombination von *Neuropteris scheuchzeri* mit zahlreich auftretender *Linopteris neuropteroides* ist auch in den tieferen Schichten des Stangnock-Beckens (Brunnachhöhe, Turracher Höhe) festzustellen. Es darf angenommen werden, dass *Neuropteris scheuchzeri* bzw. die entsprechende Kombination mit *Linopteris neuropteroides* eine für beide Karbon-Becken gleichwertige stratigraphische Bedeutung besitzt.

***Linopteris neuropteroides*: Bombaso-(bis tieferer Abschnitt der Corona-)Formation**

Linopteris neuropteroides tritt im Naßfeld-Becken in den Schichten der Bombaso- bis in den tieferen Abschnitt der Corona-Formation auf.

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

Eine massive Konzentration der entsprechenden Fossilreste ist nur in der Bombaso-Formation zu beobachten, in den jüngeren Formationen bleibt es allgemein bei vereinzelten Funden.

Im Bereich des Stangnock-Beckens liegen die Verhältnisse ähnlich. Das heißt, eine ausgesprochen starke Verbreitung von *Linopteris neuropteroides* gibt es auch dort nur in den tiefen Schichten. Es wäre denkbar, dass die zeitliche Verbreitungsgrenze von *Linopteris neuropteroides* in beiden Becken des Oberkarbons als snychron anzunehmen ist.

***Linopteris neuropteroides* fa. *major*: Meledis-Formation**

Das Vorkommen von *Linopteris neuropteroides* fa. *major* stellt für das Naßfeld-Becken eine Seltenheit dar und bleibt nach den bisherigen Erkenntnissen auf das Gebiet im Zollnersee und damit auf die Meledis-Formation beschränkt. Der bis jetzt einzige Nachweis dieser Form in den als lithostratigraphisch alt angenommenen Schichten am Mühlbacher Nock durch Moser (1998) könnte stratigraphisch dem Vorkommen im Naßfeld-Becken entsprechen.

***Neuropteris cordata:* Bombaso-(bis tieferer Teil der Corona)Formation**

Neuropteris cordata (oder was in der lokalen Literatur allgemein dafür gehalten wird) verhält sich in der stratigraphischen Verbreitung gegengleich zur *Neuropteris scheuchzeri* und *Linopteris neuropteroides*. Die Art kommt in Bombaso-Schichten bereits vor, doch eher selten, und wird erst in jüngeren Ablagerungen häufiger, um ab den obersten Schichten der Corona-Formation nach den bisherigen Kenntnissen nicht mehr in Erscheinung zu treten.

Im Stangnock-Königstuhl-Massiv tritt *Neuropteris cordata* ebenfalls schon in den tieferen Lagen auf. Zu einer markanten Anhäufung der Art kommt es aber erst im mittleren Abschnitt des Stangnock-Profils. Am Fundpunkt Stangnock-24a konnte *Neuropteris cordata* auf 18 % der dort 244 aufgesammelten Handstücke festgestellt werden. In den jüngeren Horizonten des Stangnock-Beckens kommt, ähnlich wie in den Karnischen Alpen, *Neuropteris cordata* nicht mehr vor und lässt damit eine zeitliche Verbreitung erkennen, die mit großer Wahrscheinlichkeit jener im Naßfeldbecken entspricht.

***Neuropteris ovata*: Bombaso-(bis tieferer Teil der Corona) Formation**

Neuropteris ovata gibt es vereinzelt im Naßfeld-Becken bereits ab der Bombaso-Formation. In den Meledis-, Pizzul- und den tieferen Corona-Schichten werden stellenweise größere Mengen dieser Art angetroffen. Ab dem höheren Teil der Corona-Formation tritt *Neuropteris ovata* im Naßfeld-Becken nicht mehr auf.

Im Stangnock-Becken scheint *Neuropteris ovata* sehr selten zu sein. Die Autoren haben diese Art am Königstuhl lediglich in den lithostratigraphisch tieferen Schichten in Kombination mit *Linopteris neuropteroides* angetroffen. Die jüngeren Schichten am Stangnock enthalten keine *Neuropteris ovata*. Auf ein reichhaltiges Vorkommen hat Tenchov (1978:107) aufmerksam gemacht. Diese Fundstelle liegt an der Straße von der Turracher Höhe nach Turrach. Die lithostratigraphische Stellung

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

dieses Fundpunktes in der Schichtenfolge des Stangnock-Beckens ist den Autoren unbekannt. Inzwischen hat Dr. Herbert Kabon (Villach) ein weiteres reichhaltiges Vorkommen von *Neuropteris ovata,* und zwar auf der Nordseite des Mühlbacher Nocks aufgefunden (mündliche Mitteilung). Die stratigraphische Position dieses an *Neuropteris ovata* reichen Fundpunktes entspricht durchaus jener, welche auch im Naßfeld-Becken angetroffen wird.

Ab den obersten Schichten der Corona-Formation findet man im Naßfeld-Becken weder Linopteriden noch Neuropteriden. Das gänzliche Verschwinden dieser farnlaubigen Samenpflanzen kann im Naßfeld-Becken an 11 Floren des Kronalpe/Garnitzen-Profils anhand von insgesamt 1.378 untersuchten Handproben festgestellt werden. Das bedeutet eine markante Zäsur in der Florenentwicklung des Oberkarbons, welche, wie die Erfahrung zeigt, sich nicht nur im Naßfeld-, sondern auch im Stangnock-Becken manifestiert.

Koniferen: ab höherer Teil der Corona-Formation

Das erste Auftreten von fossilen Zweigresten der Koniferen im Naßfeld-Becken wurde in den höheren Schichten der Corona-Formation, also nach dem Aussetzen der Linopteriden und Neuropteriden, angetroffen. Der bis jetzt einzige Fund eines fossilen Koniferenzweiges im Stangnock-Becken stammt aus der florenstratigraphisch vergleichbaren Position.

***Callipteris conferta:* Carnizza-Formation**

Obwohl *Callipteris conferta* als stratigraphische Leitart des Autun angesehen wird (Remy & Remy 1977:282), kann in beiden Karbon-Becken das Auftreten dieser Art bereits im Grenzbereich Stefan-Autun registriert werden. Im Naßfeld-Becken gehört die entsprechende Fundstelle der Carnizza-Formation an. Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass bereits Frech (1894) die mit Fragezeichen versehene Angabe von *Callipteris conferta* im Schuttkar des Südabhanges des Garnitzenbergs erwähnt. Die Funde von *Callipteris conferta* am Stangnock sind stratigraphisch vermutlich mit jenem im Naßfeld-Becken gleichzusetzen.

SCHLUSSWORT

Die paläobotanischen Untersuchungen im Jungpaläozoikum der Süd- und Ostalpen unterstreichen die besondere Bedeutung des Naßfeld-Beckens in den Karnischen Alpen, welchem eine stratigraphische Schlüsselposition zukommt. Die mächtige, jungpaläozoische Sedimentabfolge der Karnischen Alpen enthält zahlreiche Horizonte aus feinkörnigen Sedimenten mit gut erhaltenen fossilen Pflanzenresten. Die ältesten Pflanzenfossilien stammen aus der Bombaso-, die jüngsten aus der Grenzland-Formation.

Die fossile Pflanzenvergesellschaftung in diesen Ablagerungen von mehr als 100 Arten ist von großer biostratigraphischer Bedeutung, da die fossilen Pflanzenreste in einer flachmarinen Sedimentabfolge eingebettet sind. Diese Sedimentabfolge enthält auch zahlreiche fossilführende Kalke, die oft massenhaft Fusuliniden enthalten, mit deren Hilfe eine detaillierte biostratigraphische Einstufung der gesamten Schichtabfolge durchgeführt werden konnte (siehe Kahler 1983, 1985, 1986, Kahler &

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

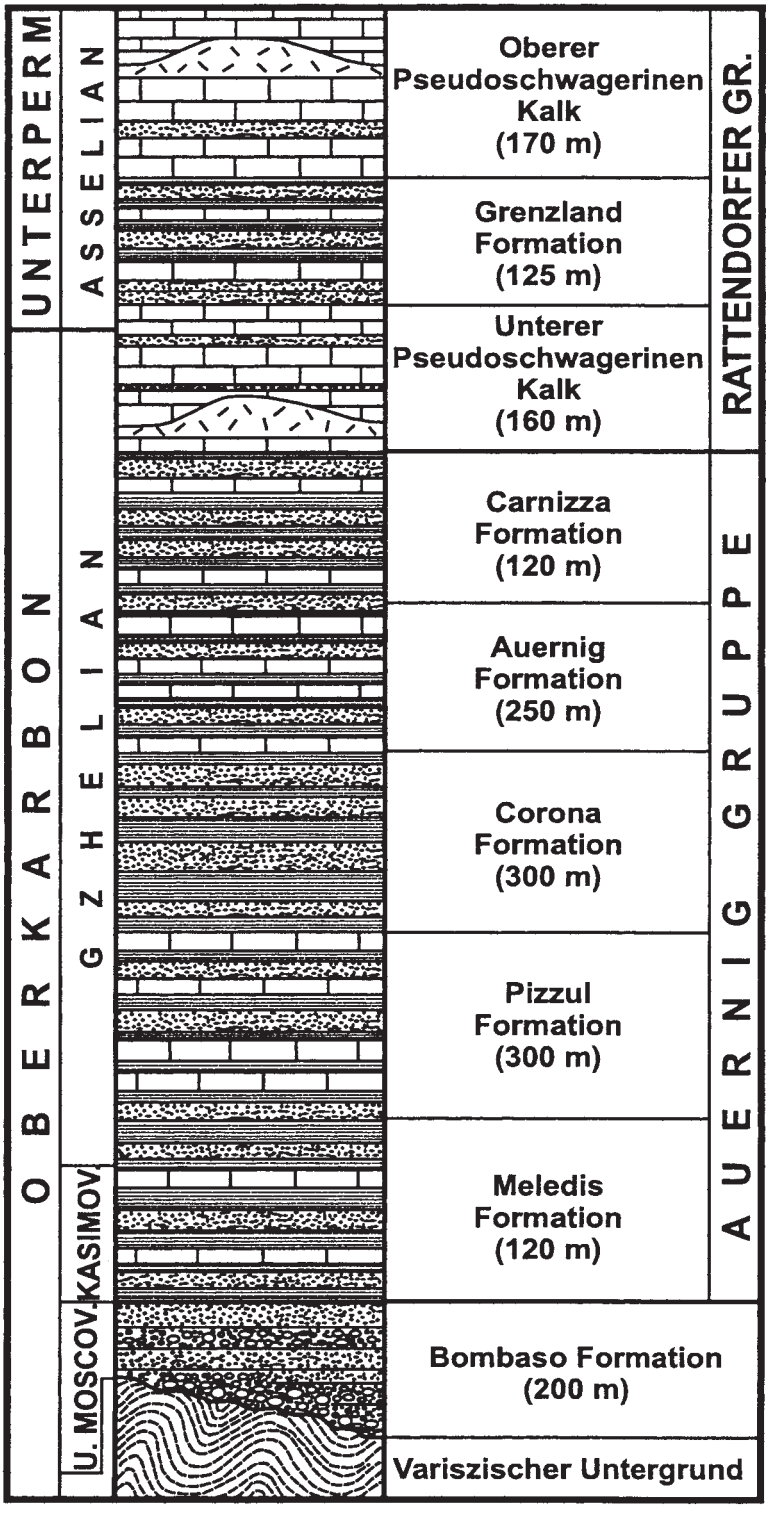

Abb. 32:
Eingliederung der jungpaläozoischen Schichtfolge in den Karnischen Alpen bzw. der einzelnen Schichtglieder der Auernig-Gruppe in die Marinstratigraphie.

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

Krainer 1993, Forke 1995, Forke et al. 1998, Krainer & Davydov 1998, Davydov & Krainer 1999). Damit ist es nicht nur möglich, die fossilen Pflanzenreste in die marine Biostratigraphie einzubinden, sondern auch die im Wesentlichen auf fossilen Pflanzenresten basierende nichtmarine Stratigraphie des Oberkarbons und Unterperms (Cantabrium, Barruelium, Stefanium, Autunium) mit der marinen Standardgliederung (Moscovium, Kasimovium, Gzhelium, Asselium) zu korrelieren. Entsprechend kann die jungpaläozoische Schichtfolge in den Karnischen Alpen, bzw. es können die einzelnen Schichtglieder der Auernig-Gruppe biostratigraphisch folgendermaßen eingestuft werden (Abb. 32):

- Bombaso-Formation: oberes Moscovium bis unterstes Kasimovium (Cantabrium)
- Meledis-Formation: Kasimovium bis unteres Gzehlium (Barruelium)
- Pizzul-, Corona-, Auernig- und Carnizza-Formation: Gzhelium (Stefanium B-C)
- Unterer Pseudoschwagerinenkalk: Gzhelium, oberster Teil unterstes Asselium (Stefanium C, unterstes Autunium)
- Grenzland-Formation: Asselium (Autunium).

Die fossile Pflanzenüberlieferung des Oberkarbons und zwar sowohl im Naßfeld- als auch im Stangnock-Becken zeigt bisher unbeachtet gebliebene Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung der Florenfolgen (siehe Abschnitt E). Nach der bisherigen Erfahrung ist zu erwarten, dass es auf Basis der skizzierten Florenstratigraphie möglich ist, eine gewisse zeitliche Parallelisierung der Schichtfolgen in den beiden oberkarbonen Becken zu erreichen. Besonders markant ist die Tatsache, dass in beiden Abfolgen *Linopteris*- und *Neuropteris*-Arten jeweils auf den tieferen Teil des Ablagerungskomplexes beschränkt bleiben und dementsprechend als gleich alt angesehen werden können. In den Karnischen Alpen umfasst dieser Zeitabschnitt die Bombaso-Formation und den tieferen Teil der Auernig-Gruppe: Meledis-, Pizzul- und untere Corona-Formation. Zeitlich ist dieser Abschnitt in das obere Moscovium, Kasimovium und untere Gzhelium (Cantabrium, Barruelium und tieferes Stefanium) zu stellen. Besonders hervorzuheben wäre weiters die Erfahrung, dass in Anlehnung an die Verhältnisse im Naßfeld-Becken *Neuropteris scheuchzeri* offensichtlich auf die Bombaso-Formation beschränkt bleibt.

Fossile Koniferenreste sowie Fragmente von *Callipteris conferta* wurden bisher nur in den jüngeren *Neuropteris* und *Linopteris* freien Schichten beider Karbonbecken aufgefunden. Nach den Fundumständen in den Karnischen Alpen ist mit dem Auftreten von Koniferenresten bereits im höheren Teil der Corona-Formation (mittleres Gzhelium bzw. mittleres Stefanium), mit den ersten *Callipteris conferta*-Fragmenten (eine Leitform des Autuniums) in der Carnizza-Formation (oberes Gzhelium) zu rechnen. Man wird auch diese Zeiteinstufung auf die *Neuropteris* und *Linopteris* freien Schichten des Stangnock-Beckens übertragen dürfen.

Die ähnliche Entwicklung der fossilen Pflanzengesellschaften im Naßfeld- und Stangnock-Becken weist darauf hin, dass die Sedimentabfolgen beider Becken gleich alt sind und mit den Pflanzenfossilvergesellschaftungen eine Korrelation der beiden Abfolgen möglich ist.

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

DANK

Es ist ein großes Verdienst meines ehemaligen Mitarbeiters Univ.-Prof. Dr. Miente Boersma, dass die Sammlung fossiler Pflanzen im vorliegenden Umfang zustandekam. Dr. Boersma hat durch viele Jahre die gemeinsam durchgeführten Studentenexkursionen in die Karnischen Alpen und in das Nockgebiet in bewährter Weise paläobotanisch betreut. Der Erstautor fühlt sich in besonderer Weise dafür zu Dank verpflichtet.

Nicht weniger verdienstvoll war die Mitarbeit des Zweitautors, Univ.-Prof. Dr. Karl Krainer, ohne dessen profunde stratigraphische Kenntnisse es kaum möglich gewesen wäre, eine so große Zahl völlig neuer fossilführender Fundpunkte aufzufinden. Auch ihm sei herzlichst dafür gedankt.

Ein herzliches Dankeschön gebührt auch den vielen Studenten der Universität Graz für die Mithilfe an der Bergung des umfangreichen und zum Teil sehr gewichtigen Fossilmaterials.

Nicht zuletzt sei noch dem Naturwissenschaftlichen Verein für Kärnten aufrichtig für die mehrmalige finanzielle Unterstützung der Sammelexkursionen gedankt, wodurch es möglich war, insbesondere den teilnehmenden Studenten Zuschüsse zu gewähren.

LITERATUR

Amerom, H. W. J. v. & M. Boersma (1974): Vorläufige Untersuchungsergebnisse an älteren und neu aufgesammelten jungpaläozoischen Pflanzenfunden der Ostalpen (Österreich). – Carinthia II, 164/84.: 9–15, Klagenfurt.

Amerom, H. W. J. v. & A. Fritz (2001): Ein interessanter fossiler Pflanzenfund vom Tomritsch-3. – Carinthia II, 191./111.: 461–461, Klagenfurt.

Berger, W. (1960): Neue Funde von Oberkarbonpflanzen in den Auernigschichten (Kärnten). – Verh. Geol. BA, S. 253–261, Klagenfurt.

Boersma, M. & A. Fritz (1984): *Kahleria carinthiaca* nov. gen., nov. spec. (Incertae sedis) aus Stefan-Schichten der Kronalpe (Kärnten, Österreich). – Carinthia II, 174./94.: 177–188, Klagenfurt.

Boersma, M. & A. Fritz (1986): Makropaläobotanische Ergebnisse zur Stratigraphie jungpaläozoischer Ablagerungen in den Karnischen Alpen, Österreich. – Carinthia II, 176./96.: 19–37, Klagenfurt.

Buggisch, W., E. Flügel, F. Leitz & G. F. Tietz (1976): Die fazielle und paläogeographische Entwicklung im Perm der Karnischen Alpen und in den Randgebieten. – Geol. Rundsch; 65: 649–690, Stuttgart.

Davydov, V. & K. Krainer, (1999): Fusulinid Assemblages and Facies of the Bombaso Fm. and basal Meledis Fm. (Moscovian – Kasimovian) in the Central Carnic Alps (Austria/Italy). – Facies 40: 157–196, Klagenfurt.

Felser, K. O. & F. Kahler (1963): Die Geologie der Rattendorfer Alm (Karnische Alpen). – Carinthia II, 153./73.: 72–90, Klagenfurt.

Flügel, E. (1974): Fazies-Interpretation der unterpermischen Sedimente in den Karnischen Alpen. – Carinthia II, 164./84.: 43–62, Klagenfurt.

Forke, H. (1995): Biostratigraphie (Fusuliniden; Conodonten) und Mikrofazies im Unterperm (Sakmar) der Karnischen Alpen (Naßfeldgebiet, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., 138: 207–297, Klagenfurt.

Forke, H. F., Kahler, & K. Krainer, (1998): Sedimentology, microfacies and stratigraphic distribution of foraminifers of the Lower „Pseudoschwagerina" Limestone (Rattendorf Group, Late Carboniferous), Carnic Alps (Austria/Italy). – Senckenbergiana lethaea, 78(1/2): 1–39, Klagenfurt.

Frech, F. (1894): Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. Halle.

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

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

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

Fritz, A. & M. Boersma (1982): Revision pflanzlicher Großreste aus dem Oberkarbon der Karnischen Alpen: Sammlung Höfer 1869. – Carinthia II, 172./92.: 109–152, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1983 a): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten, Beitrag 3: Pflanzengroßreste aus dem Stefan (Oberkarbon) der Schulter, Karnische Alpen (Nachtrag 1981). Carinthia II, 173./93.: 19–27, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1983 b): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten, Beitrag 4: Pflanzengroßreste aus dem Westfal (Oberkarbon) der Brunnachhöhe, Gurktaler Alpen (Nockgebiet). – Carinthia II, 173./93.: 27–41, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1983 c): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1983, Beitrag 5: Beschreibung der Pflanzengroßreste aus dem Stefan des Rudnigsattels, 1900 m NN, Karnische Alpen. – Carinthia II, 173./93.: 315–337, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1984 a): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1994, Beitrag 6 :Ofenalm (Stefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 174./94.: 9–20, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1984 b): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1984, Beitrag 7: Schlanitzer Almweg (Stefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 174./94.: 21–35, Klagenfurt.

Fritz, A. & M Boersma (1984 c): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1984, Beitrag 8: Grenzlandbänke (Rudnigsattel, Unterperm), Karnische Alpen. – Carinthia II, 174./94.: 59–60, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1984 d): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1984, Beitrag 9: Krone (Stefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 1974./94.: 145–175, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1984 e): Beitrag zur Oberkarbonflora der Königstuhl-Nordwand, Aufsammlung Dr. E. Ebermann. – Carinthia II, 174./94.: 267–286, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1985): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1984, Beitrag 10: Watschiger Alm (Stefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 175./95.: 311–334, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1986 a): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1986, Beitrage 11: Tomritschrücken (Unterstefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 176./96.: 69–85, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1986 b): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1986, Beitrag 12: Eine Oberstefan-Flora aus den „Grenzlandbänken" der Treßdorfer Alm (Karnische Alpen, Naßfeld). – Carinthia II, 1976./96.: 125–133, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1986 c): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1986, Beitrag 13: Zollnersee (Unterstefan), Karnische Alpen. – Carinthia II, 1976./96.: 147–165, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1986 d): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1986, Beitrag 14: Hüttengraben (Oberstefan), Rattendorfer Alm, Karnische Alpen. – Carinthia II, 176./96.: 241–262, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1987 a): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1987, Beitrag 15: Wunderstätten (Unterperm), St. Pauler Berge. – Carinthia II, 177./97.: 381–394, Klagenfurt.

Fritz, A. & M. Boersma (1987 b): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1987, Beitrag 16: Kötschach, Gailtaler Alpen (Unterperm). – Carinthia II, 177./97.: 395–407, Klagenfurt.

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

FRITZ, A. & M. BOERSMA (1988 a): Fundberichte über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1988, Beitrag 17: Ulrichsberg (Unterperm), Kärnten. Carinthia II, 178./98.: 437–446, Klagenfurt.

FRITZ, A. & M. BOERSMA (1988 b): Beitrag zur Flora des Königstuhl-Karbons Aufsammlung Dr. E. Ebermann, Nachtrag 1988. – Carinthia II, 178./98.: 495–502, Klagenfurt.

FRITZ, A. &. M. BOERSMA, K. KRAINER (1990): Steinkohlenzeitliche Pflanzenfossilien aus Kärnten. – Carinthia II, Klagenfurt, 49. Sonderheft.

FRITZ, A. & K. KRAINER (1993): Eine neue Megaflora aus dem Stefan der Kronalpe. – Carinthia II, 183./103.: 485–517, Klagenfurt.

FRITZ, A. & K. KRAINER (1994): Die Megaflora „Garnitzenberg-Südost alpha" aus der Auernig-Schichtgruppe der Karnischen Alpen. – Carinthia II, 184./104.: 441–465, Klagenfurt.

FRITZ, A. & K. KRAINER (1995): Die Megafloren Tomritsch-3 und Tomritsch-6 aus den oberkarbonen Auernigschichten der Karnischen Alpen. – Carinthia II, 185./105.: 553–583, Klagenfurt.

FRITZ, A. & K. KRAINER (1997): Eine oberkarbone Megaflora von der Nordseite des Stangnocks, Gurktaler Alpen. Carinthia II, 187./107.: 325–356, Klagenfurt.

FRITZ, A. & K. KRAINER (2004): Pflanzenfossilien aus den Grenzlandbänken der Rattendorfer Alm (Kärnten, Karnische Alpen). – Carinthia II, 194./114.: 445–454, Klagenfurt.

HÖFER, H. (1871): Vorläufige Notiz über das Anthrazit-Vorkommen in der Nähe der Ofenalpe bei Pontafel. – Jb. naturh. Landesmus. Kärnten, 10: 182–189, Klagenfurt.

JONGMANS, W. J. (1938): Die Flora des „Stangalpe"-Gebietes in Steiermark. – C. R. 2e Congr. Pour l'avancement des études de Stratigraphie Carbonifere, Heerlen 1935, Tome III: 1259–1298, Maestricht.

JOSTEN, K.-H. (1991): Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. – Fortschr. Geol. Rheinld u. Westf., Band 36, Textband, Krefeld.

KAHLER, F. (1932): Das Karbon der Rattendorfer Alm und des Naßfeldes. – Anz. Akad. Wiss. Wien, Abt. I, 69: 241–243, Wien.

KAHLER, F. & G. KAHLER (1937): Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen: Die Pseudoschwagerinen der Grenzlandbänke und des oberen Schwagerinenkalkes. – Palaeontographica, Abt. A, 87: 1–44, Stuttgart.

KAHLER, F. (1983): Fusuliniden aus Karbon und Perm der Karnischen Alpen und der Karawanken. – Carinthia II, Sonderheft 41: 1–107, Klagenfurt.

KAHLER, F. (1985): Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen. Ihre Biostratigraphie mit Hilfe der Fusuliniden. – Carinthia II, Sonderheft 42: 1–93, Klagenfurt.

KAHLER, F. (1986): Ein Normalprofil der Fusuliniden-Stratigraphie im Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen. – Carinthia II, 176./96.: 1–17, Klagenfurt.

KAHLER, F. & KRAINER, K. (1993): The Schulterkofel Section in the Carnic Alps, Austria: implications for the Carboniferous-Permian boundary. – Facies 28: 257–276.

KAHLER , F. & S. PREY (1963): Erläuterungen zur geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. – Geol. Bundesanstalt, Wien.

KRAINER, K. (1982): Zur Sedimentologie und Vererzung der „Hangendquarzite" im Stanzer Tal/Arlberggebiet (Tirol). – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12: 81–94, Innsbruck.

KRAINER, K. (1987a): Das Perm der Gurktaler Decke. – Carinthia II, 177./97.:49–92, Klagenfurt.

KRAINER, K. (1987b): Der geologische Rahmen zu einem jungpaläozoischen Pflanzenvorkommen im Raum Wunderstätten (St. Pauler Berge, Kärnten). – Carinthia II, 177./97.: 275–281, Klagenfurt.

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

Krainer, K. (1989a): Die fazielle Entwicklung der Oberkarbonsedimente (Stangnock-Formation) am NW-Rand der Gurktaler Decke. – Carinthia II, 179./99.: 563–601, Klagenfurt.

Krainer, K. (1989b): Molassesedimentation im Oberkarbon der Ostalpen am Beispiel der Stangnock-Formation am NW-Rand der Gurktaler Decke (Österreich). – Zbl. Geol. Paläont,Teil I, Heft 7/8: 807–820, Klagenfurt.

Krainer, K. (1989c): Das Karbon in Kärnten. – Carinthia II, 179./99.: 59–109, Klagenfurt.

Krainer, K. (1990a): Ein Beitrag zum Oberkarbon der Steinacher Decke („Karbon des Nößlacher Joches"), Tirol. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 36: 87–99, Wien.

Krainer, K. (1990b): Die basalen Auernigschichten am Tomritsch-Rücken südlich von Tröpolach (Oberkarbon, Karnische Alpen, Kärnten). – Jb. Geol. B.-A. 133: 567–574, Wien.

Krainer, K. (1990c): Fazielle und sedimentpetrographische Untersuchungen im Perm des Drauzuges. – Mit. Österr. Geol. Ges., 82 (1989): 49–78, Wien.

Krainer, K. (1992): Fazies, Sedimentationsprozesse und Paläogeographie im Karbon der Ost- und Südalpen. – Jb. Geol. B.-A., 135(1): 99–193, Wien.

Krainer, K. (1993): Das Perm in Kärnten. – Carinthia II, 183./103.: 133–180, Klagenfurt.

Krainer, K. & V. Daydov (1998): Facies and biostratigraphy of the Late Carboniferous/Early Permian sedimentary sequence in the Carnic alps (Austria/Italy). – Geodiversitas, 20 (4): 643–662, Klagenfurt.

Moser, B. (1998): Die Jungpaläozoische Flora in der Umrahmung des Rosanintales (Nockberge, Österreich). – Diplomarbeit, Naturwissenschaftliche Fakultät der Karl Franzens Universität, Graz.

Niedermayr, G. & E. Scheriau-Niedermayr (1982): Zur Nomenklatur, Seriengliederung und Lithofazies der permo-skytischen Basisschichten des westlichen Drauzuges. – Verh. Geol. B.-A., Heft 2: 33–51, Wien.

Reichardt, W. (1937): Die ostalpinen Naßfeldschichten – eine Brücke zwischen Mitteleuropa und Russland. – C. R. 2e Congr. pour avancement des études de Stratigraphie Carbonifere, Heerlen 1935, Tome II: 919–1055, Maestricht.

Remy, W. & R. Remy (1977): Die Floren des Erdaltertums. – Verlag Glück Auf Gmbh, Essen.

Riehl-Herwisch, G. (1962): Vorläufige Mitteilung über einen Fund von pflanzenführendem Oberkarbon im Bereich des Christofberges (Mittelkärnten). – Der Karinthin, 45/46: 244–246, Hüttenberg.

Schönlaub, H. P., A. Fenninger & C. Venturini (1987): Geologische Detailkarte des Naßfeld – Gartnerkofel – Gebietes 1:10.000. – Geologische Bundesanstalt, Wien.

Schwinner, R. (1938): Das Karbon-Gebiet der Stangalpe. – C. R. 2e Congr. pour l'avancement des etudes de Stratigraphie Carbonifere, Heerlen 1935, Tome III: 1171–1257, Maestricht.

Tenchov, Y. (1978): Stratigraphy of the Carboniferous from Stangalps, Austria. – Geologica Balcanica, 8.1, Sofia, Mart.

Tenchov, Y. (1980): Die paläozoische Megaflora von Österreich. – Verh. Geol. B.-A., Heft 2: 161–174, Wien.

Tietz, G. F. (1974): Die Schwermineralgehalte in den Grenzlandbänken. – Carinthia II, 164./84.: 115–124, Klagenfurt.

Unger, F. (1870): Anthrazit-Lager in Kärnten. – Sitzungsber. Österr. Akad. d. Wiss., Bd. 60, Jg. 1869, Heft 6–10: 777–794, Wien.

Venturini, C. (1990): Carta Geologica delle Alpi Carniche Centro-Orientali, 1:20.000, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.

Anschriften der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Adolf Fritz,
Koschatstraße 99,
A-9020 Klagenfurt

Univ.-Prof. Dr. Karl Krainer,
Institut für Geologie und Paläontologie,
Universität Innsbruck,
Innrain 52,
A-6020 Innsbruck
E-Mail:
karl.krainer@uibk.ac.at