©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Jahrb. Geol. B.-A.	ISSN 0016–7800	Band 124, Heft 2	S. 283–323	Wien, Juni 1982

Über eine Autuno-Stephanische Flora aus den Kristbergschichten im Montafon, Vorarlberg (Österreich)

Von H. W. J. VAN AMEROM, H. ANGERER und H. MOSTLER *)

Mit 13 Abbildungen, 4 Tabellen und 7 Fototafeln

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 142

Schlüsselwörter: *Ostalpen*, *Montafon (Vorarlberg)*, *Oberkarbon*, *Kristbergschichten*, *Flora*

INHALT

Zusammenfassung 283
Summary 284
1. Einleitung 284
2. Kristbergschichten 287
2.1 Basiskonglomerate 288
2.2 Sandig-tonige Serie mit Einschaltung von Karbonatbänken 290
2.3 Mittel-grobklastische Hangendserie 293
2.4 Zeitliche Einstufung der Kristbergschichten 294
2.5 Diskussion und Abgrenzung ähnlich entwickelter Schichtfolgen 294
3. Flora 295
3.1 Fundort und Zusammensetzung zur Flora 295
3.2 Beschreibung der Flora 295
3.3 Diskussion zur zeitlichen Einordnung der Flora aus den Kristbergschichten 304
Danksagung 307
Literatur 307

Zusammenfassung

Im Zuge lithostratigraphischer Untersuchungen der spätvariskischen Schichtfolgen des Montafons (Vorarlberg) wurde erstmals eine Flora gefunden, die eine Einordnung in den Zeitraum zwischen hohem Stephan und basalem Autun ermöglichte. Die Flora stammt aus einer, das Altkristallin der Phyllitgneisdecke transgressiv überlagernden, sehr markanten, intern dreigliederbaren Gesteinsfolge, die im Montafon weit verbreitet ist. Die marin beeinflußten

*) Adressen der Verfasser: Dr. H. W. J. VAN AMEROM, Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau, Postbox 126, NL-6400 AC Heerlen; Dr. HANS ANGERER, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung – Sektion Salzburg, Fach 106, Paracelsusstraße 4/1, A-5024 Salzburg; Univ.-Prof. Dr. HELFRIED MOSTLER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

fluviatilen Sedimente wurden infolge ihrer guten Abtrennbarkeit von den übrigen spätvariskischen Ablagerungen als Kristbergschichten nov. nom. ausgewiesen.

Diese in intermontanen Senken abgelagerten, den variskischen Innenmolassen zuzuordnenden Sedimente sind paläogeographisch insofern bemerkenswert, als es sich um erstmals nachgewiesene, marin beeinflußte Sedimente des höheren Stephans bzw. des tieferen Perms auf oberostalpinem Boden handelt.

Summary

During the last ten years the Late Variscic, mostly terrestric sequences with two thin intercalations of marine sediments from the Montafon area (Vorarlberg, Austria) had been studied.

The sequences consist of intermontane sediments, starting with black conglomerates and shales, overlayed by red beds with ignimbritic layers. In the dark basal sediments, named "Kristbergschichten", plant-assemblages were found and determined. They are of Upper Stephanian, possibly Lower Permian (Autunian) age. The Kristbergschichten belong to the Variscic inner part of the molasse-trough. So far this is remarkable, as till now sequences with marine influence in the Upper Stephanian of the Upper Austroalpine Unit were unknown.

1. Einleitung

Das Altkristallin der Phyllitgneisdecke wird im Montafon (Vorarlberg) von hochoberkarbonen bzw. permotriadischen Sedimenten überlagert.

In den letzten Jahren hat sich eine Arbeitsgruppe aus Innsbruck mit diesen bisher wenig beachteten Schichtfolgen auseinandergesetzt, mit dem Ziel, diese nicht nur lithostratigraphisch zu erfassen, sondern auch zeitlich einigermaßen in den Griff zu bekommen, um das spätvariskische bzw. frühalpidische Geschehen in diesem Gebirgsabschnitt besser durchleuchten zu können. Obwohl es im Zuge dieser Arbeiten gelang, eine Reihe von Fossilien sicherzustellen und einer Bearbeitung zuzuführen, war es mit deren Hilfe nicht möglich, zu einer einigermaßen gut abgesicherten biostratigraphischen Gliederung zu gelangen. Nur die im folgenden beschriebene Flora bietet einen ersten guten stratigraphischen Bezugspunkt. Die Florenfundstelle mit einem Teil des bearbeiteten Gebietes ist aus Abb. 1 zu entnehmen.

Im folgenden soll anhand von zwei etwas idealisierten Profilen (Abb. 2) die Position der pflanzenführenden Schichten erörtert bzw. die Einbindung dieser aufgezeigt werden. Die beiden Schichtsäulen vermitteln nicht nur einen Einblick in den lithologischen Aufbau, sondern sollen auch die Vorstellungen hinsichtlich der stratigraphischen Einstufung wiedergeben. Folgende Gesichtspunkte haben zu dem vorliegenden stratigraphischen Gliederungsversuch geführt.

a) Fund einer gut datierbaren Flora in der tiefsten Einheit über dem Altkristallin.
b) Der saure Vulkanismus als zeitlich gut faßbares Ereignis (nicht über das Unterrotliegend hinausgehend).
c) Relativ gute Einstufung der „Topquarzite", die mit den Rauhwacken bzw. dem datierten Alpinen Muschelkalk in sedimentärem Konnex stehen.

Die Schichtfolge beginnt mit hochoberkarbonen „Schwarzsedimenten" (= Kristbergschichten), die transgressiv das Altkristallin auf einer lateralen Erstreckung von über 15 km übergreifen. Obwohl diese ortsweise geringmächtig entwickelt ist, stellt sie dennoch eine sehr gut faßbare Kartierungseinheit dar.

Über den Kristbergschichten folgt mit scharfer Grenze eine Serie aus mächtigen Rotsedimenten, in welcher konkordant saure Vulkanite eingeschaltet sind. Mit Hilfe dieser las-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sen sich die Rotsedimente, die sich lateral stark ändern, bestens gliedern. Die sauren Vulkanite, es handelt sich um Rhyolithe und Rhyodazite, z. T. ignimbritischer Entstehung, sind über das gesamte bearbeitete Gebiet als Leithorizonte auskartierbar. Eine weitere, dieser Serie angehörende, markante Schichtfolge wird von Sedimenten, die reich an Kalkkonkretionen sind, gestellt; ortsweise eingeschaltete dünne Kalkbänke stellen aufgrund der Foraminiferenführung Horizonte mariner Ingression dar. Die gesamte hier vorgestellte Serie wird vor allem wegen der Einschaltung der subsequenten Vulkanite dem Unterrotliegend zugeordnet.

Im Hangenden dieser folgt eine vorwiegend grobklastisch zusammengesetzte Sedimentationseinheit, die ebenso als eigenständiges kartierbares Element ausgehalten werden konnte. Ihre Einstufung in das Oberrotliegend ist recht gut abgesichert. Nimmt man jedoch eine kontinuierliche Sedimentation über das gesamte Perm hinweg an, dann müßte ein Teil dieser Grobklastika dem Oberperm (Zechstein) zugeordnet werden. Die Grobklastika wiederum werden von Quarziten (ein sehr markantes Schichtpaket, das als Leithorizont von Vorarlberg bis in die Umgebung von Innsbruck durchzieht) überlagert, die im wesentlichen dem Skyth zuzuordnen sind. Es wäre daher durchaus denkbar, daß zwischen den Konglomeraten und Quarziten eine Schichtlücke besteht, zumal weiter im Westen (LEICHTFRIED, 1978) zwischen den Konglomeraten und Quarziten sich eine bis 500 m mächtige Serie (Serie der „Mürben Sandsteine") einschaltet.

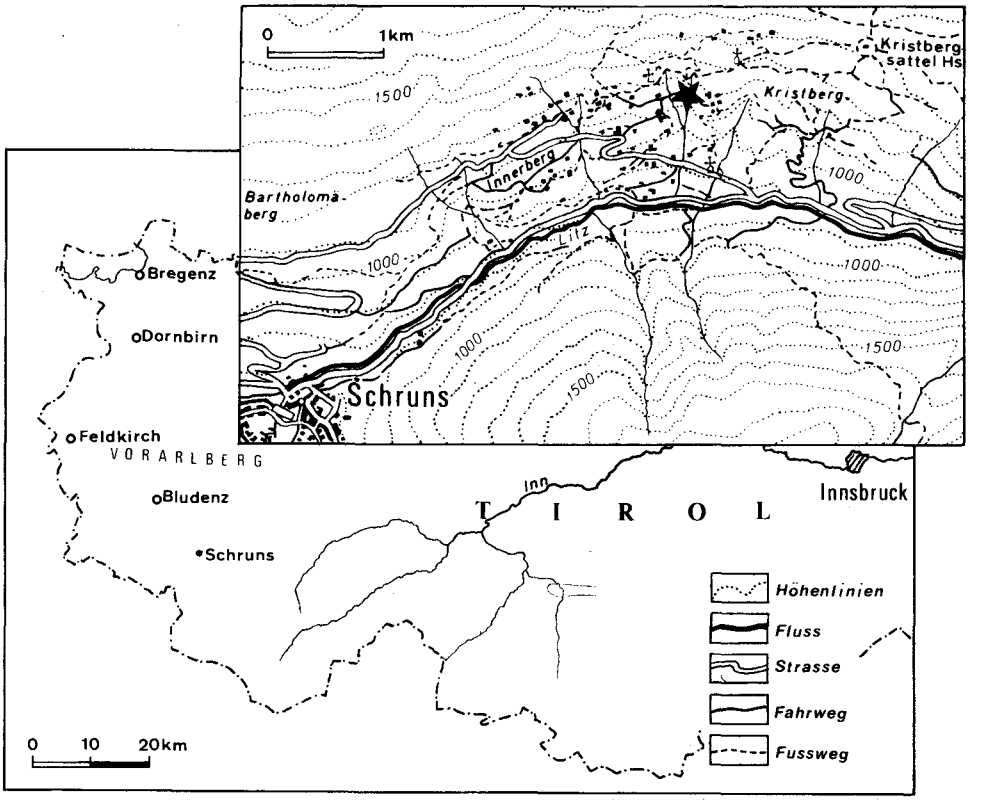


Abb. 1: Lage des Pflanzenfundpunktes; Graben zwischen Bartholomäberg im Westen und Kristberg im Osten (Montafon, Vorarlberg).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Quarzite werden daher, den Abschluß der klastischen Sedimentation bildend, von uns als Topquarzite bezeichnet; sie stellen im Gegensatz zu der zuvor genannten grobklastischen Serie aufgrund der hohen kompositionellen und texturellen Reife marine Küstensedimente skythischen Alters dar und beschließen das variskische Molassestadium. Es handelt sich entwicklungsgeschichtlich um Sedimente, wie sie nur aus völlig konsolidierten Krustenabschnitten bekannt wurden, d. h. mit einem Entwicklungstrend in Richtung Tafelstadium. Erst mit dem Auftreten des höheren Muschelkalks wird jenes Stadium eingeleitet, das wir im Westabschnitt der Ostalpen als frühalpidische Herausgestaltung der alpinen Geosynklinale (BECHSTÄDT et al., 1976) bezeichnen.

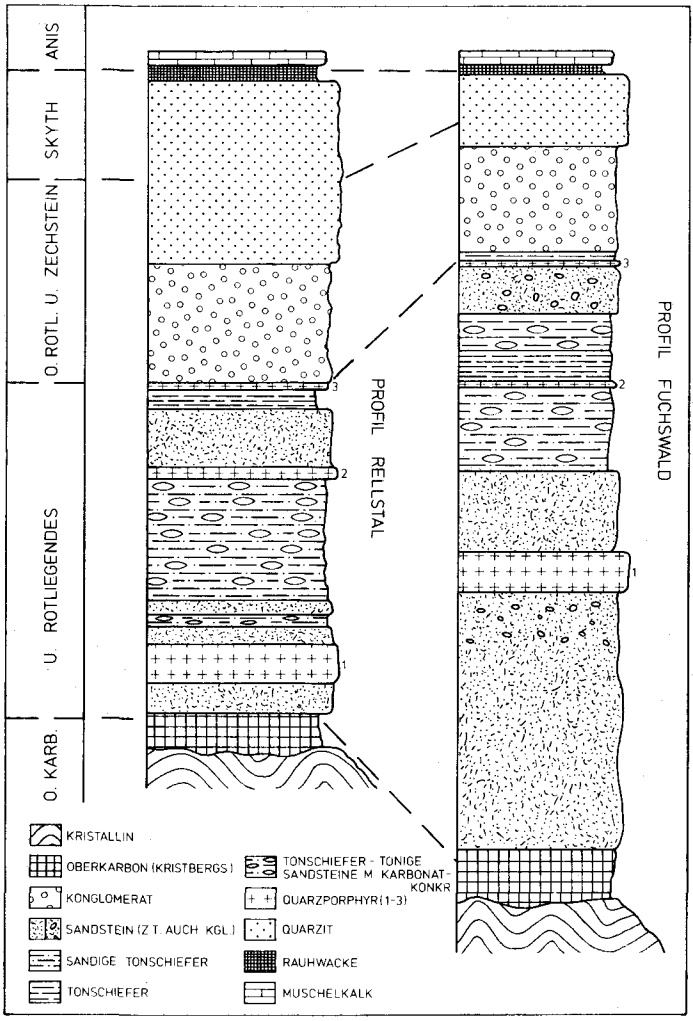


Abb. 2: Etwas idealisierte lithostratigraphische Abfolge, vom hohen Oberkarbon bis in die basale Mitteltrias reichend (ohne Maßstab).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

2. Kristbergschichten

Begriffprägung: nov. nom.

Definition und Differentialdiagnose: Klastische marin-fluviatile, dunkelgraue bis schwarze Sedimente des hohen Oberkarbons (möglicherweise auch Anteile des basalen Unterperms enthaltend), die sich stets in drei markante Schichtfolgen aufgliedern lassen (siehe hiezu Abb. 3).

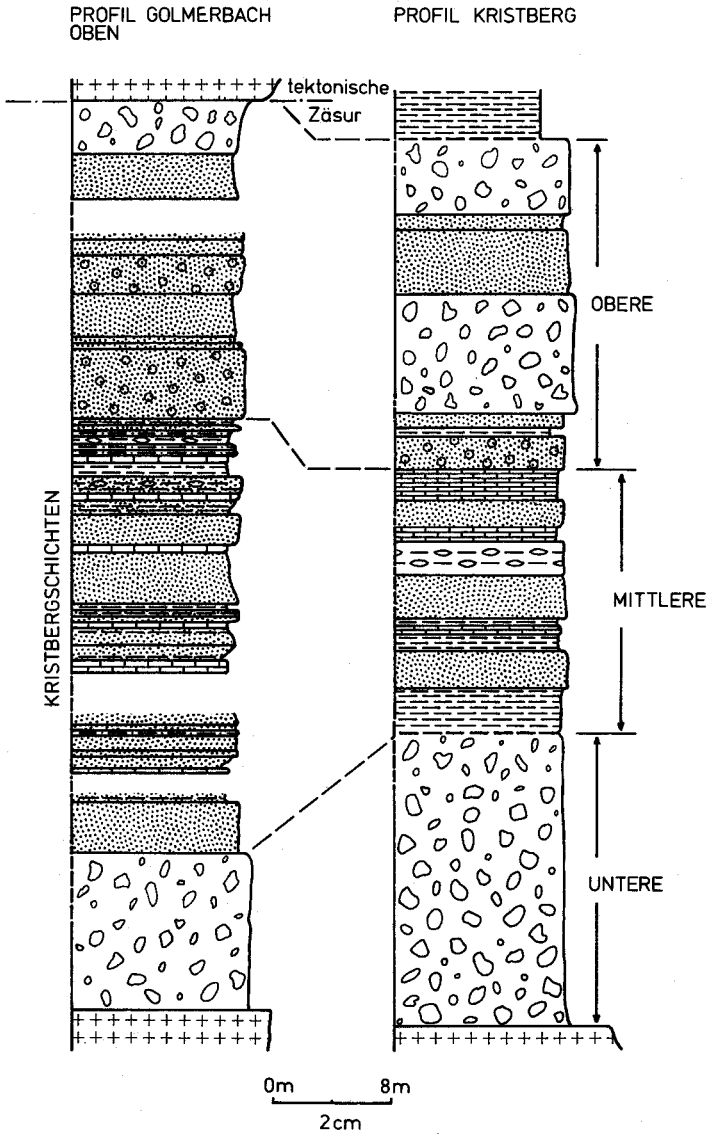


Abb. 3: Die dreigliederbare Sedimentabfolge der Kristbergschichten; das Profil Golmerbach ist nahe der Obergrenze tektonisch amputiert.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

1. Basiskonglomerate (untergeordnet Basisbreccien)
2. Sandig-tonige Serie mit Einschaltung von Karbonatbänken
3. Mittel-grobklastische Hangendserie

Die Kristbergschichten überlagern das zuletzt variskisch gefaltete Altkristallin der Phyllitgneisdecke diskordant und werden von mächtigen Rotschichten des Perms mit scharfer Grenze konkordant überlagert. Sie unterscheiden sich von den etwa zeitgleichen postvariskischen Sedimenten des Gailtales, jüngst von NIEDERMAYR & SCHERIAU, 1980, als „Unterrotliegendserie von Kötschach" bezeichnet, sowie von jenen, die durch RIEHL-HERWIRSCH (1962) vom Christophberg bekanntgemacht wurden, vor allem durch das Auftreten von Karbonatgesteinen mariner Natur. Für die eben aufgezählten permokarbonen Ablagerungen Kärntens wurde leider bisher keine einheitliche Terminologie angewandt, so daß man einmal von postvariskischer Transgressionsserie, zum anderen Mal von Grödener Sandstein bzw. Unterrotliegendserie von Kötschach etc. spricht; es fehlt eine Aufgliederung nach stratigraphisch informellen Einheiten.

Verbreitung: Bisher auf Vorarlberger Raum beschränkt; vom Rellstal im Westen über das Illtal hinweg nach Bartholomäberg, von dort über den Kristberg bis in das Klostertal (östlich von Dalaas) reichend; insgesamt auf eine laterale Erstreckung von über 15 km nachgewiesen.

Lithologie: Die etwa 60 m mächtigen Kristbergschichten lassen sich, wie einleitend erwähnt, in drei markante Schichtfolgen aufgliedern, die im folgenden etwas detaillierter beschrieben werden sollen.

2.1. Basiskonglomerate

Die bis 15 m mächtigen Basiskonglomerate stellen eine das Altkristallin überlagernde Schichtfolge dar, die vom reinen Verwitterungsschutt (in situ-Bildung) bis zu Konglomeraten mit relativ gut gerundeten Komponenten vermitteln. Vorherrschend sind jedoch solche mit schlechter Rundung (ca. 80%).

Die prädepositionelle Verwitterung hat sich dementsprechend verschieden stark ausgewirkt.

Die durchgehend dunkelgrau gefärbten Basisbildungen sind ausnahmslos aus Komponenten des darunter liegenden Altkristallins zusammengesetzt, deren Korngrößen zwischen der Kiesfraktion und Blöcken bis zu 30 cm Durchmesser schwanken, wobei vom Liegenden zum Hangenden hin generell eine Korngrößenabnahme feststellbar ist. Der Hauptteil der Komponenten wird von Granitgneisen (vorwiegend Muskowitgranitgneise), Biotitplagioklasgneisen und Quarzgeröllen (aus Quarzlinsen desselben Altkristallins stammend) zusammengesetzt. Die Sortierung entspricht nach der FOLKschen Klassifikation dem Bereich der als „submature, very poorly sorted" bezeichnet wird. Das Bindemittel setzt sich ebenso wie das der Komponenten aus Aufarbeitungsprodukten des Altkristallins zusammen, weist jedoch häufig einen relativ hohen Anteil an Karbonat auf, was auf eine spätere Karbonatisierung zurückgeht, die partiell auch einzelne Kristallingerölle befallen hat.

Die Schwermineralführung entspricht auch völlig jener des Altkristallins, wodurch belegt werden kann, daß das unterlagernde Basement das einzige Einzugsgebiet der Basalbildungen darstellte; es handelt sich der Häufigkeit nach aufgeführt um Zirkon, Turmalin, Rutil (mit allen Übergängen zu Leukoxen) und Apatit.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

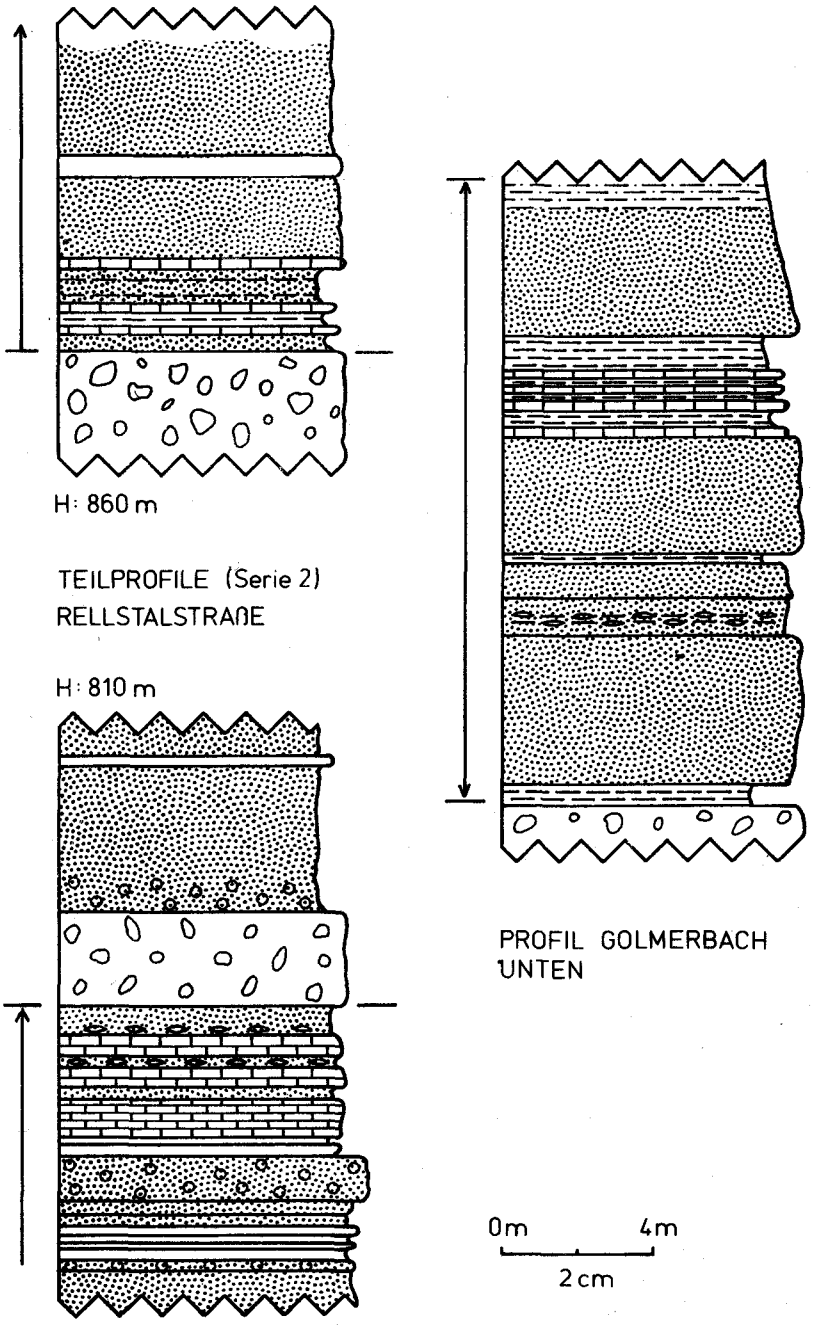


Abb. 4: Sedimentsequenzen der mittleren Kristbergschichten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Wie MOSTLER (1972) bereits nachgewiesen hat, ist ein relativ hoher Anteil der Kristallinkomponenten retrograd metamorph, womit belegt werden konnte, daß das Altkristallin bereits zu variskischer Zeit als ein diaphthoritisches vorlag, und daher die retrograde Metamorphose nicht auf ein alpidisches Ereignis zurückzuführen ist. Nachdem das Geröllspektrum der oberkarbonen Basalkonglomerate aber auch progressiv-metamorphe Komponenten aufweist, die einzelnen Gesteinen des Silvretta-Altkristallins entsprechen, wäre es trotz der sich daraus ergebenden Konsequenz für den alpidischen Deckenbau durchaus denkbar, daß das Altkristallin der Phyllitgneisdecke zur variskischen Zeit mit dem Silvretta-Kristallin eine Einheit darstellte.

Versucht man, die Ablagerungsbedingungen des basalen Abschnitts der Kristbergschichten zu rekonstruieren, so gelangt man etwa zu folgendem Bild: Ein präasturisch zum letzten Mal einer mittelgradigen Metamorphose unterworfener Krustenabschnitt hat durch Heraushebung noch vor Ablagerung der hochoberkarbonen Kristbergschichten eine retrograde Metamorphose erfahren. Die erste Anlage eines intermontanen Beckens hat das der Erosion zum Opfer gefallene Material zunächst in Form von Schuttströmen (Debris flows) aufgenommen, zu dem sich aber auch bereits Komponenten zu einem nur kurzen fluviatilen Transport ausgesetzt, hinzugesellten. Das stark grundgebirgsbezogene Material ist aufgrund einer länger währenden Verwitterungsperiode mehr oder minder stark zersetzt, was örtlich zu einem hohen Matrixanteil führt. Das oberkarbonisch angelegte intermontane Becken muß jedoch im Konnex zu einem marinen Ablagerungsraum gestanden haben, zumal schon in den Basalkonglomeraten neben den reichlich vorkommenden Baumstammfragmenten (Cordaiten), vor allem auch Braunalgen (Prototaxiten; Taf. 5, Fig. 6; Taf. 6, Fig. 3) auftreten. Nach den bisherigen Untersuchungen treten diese nur im östlichen Abschnitt der Kristbergserie auf.

2.2. Sandig-tonige Serie mit Einschaltung von Karbonatbänken

Die fein- bis grobkörnigen dunkelgrauen Sandsteine stellen ohne Ausnahme lithische Arenite mit unterschiedlichen Schichtungsarten dar. Jene mit massigem Habitus lassen im mikroskopischen Bereich mehrere in der Korngröße variierende Schüttungen sowie eine ss-parallele Anlagerung der länglich entwickelten detritischen Körner erkennen. Schüttungen dieser Art variieren auch hinsichtlich der Packungsdichte, wodurch ein ausgeprägtes kleinrhythmisches Anlagerungsmuster abgebildet wird.

Megaskopisch läßt sich neben der vorherrschenden Flaserschichtung eine Horizontalschichtung, aus alternierenden grob- und feinsandigen Lagen bestehend, nachweisen.

Obwohl eine Bioturbation in diesen Sedimenten weit verbreitet ist, fehlt eine solche in den feinkörnigen (Silt) glimmerreichen Lagen. Die Verwühlung ist nur in den Sandlagen festzustellen, was auf eine fast ausschließliche Präsenz von Psammonten hinweist.

Die Rundung der detritischen Körper schwankt zwischen angular und subangular; seltene Ausnahmen stellen stark angulare und subrunde Körner dar. Die Sortierung liegt durchwegs im „submature"-Bereich. Unterschiede ergeben sich allerdings in der W-E-Erstreckung (im W bessere Sortierung, d. h. moderately sorted, im E poorly bis very poorly sorted).

Die Kornkontakte sind vorwiegend konkav-kovex bzw. als Längskontakte entwickelt. Nur selten konnten schwimmende Komponenten (Körner) im Bindemittel festgestellt werden.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Sedimente setzen sich vorwiegend aus Quarz bzw. einem stark schwankenden Prozentsatz aus Feldspäten und Glimmern zusammen. In den grobkörnigen Sandsteinpartien gesellen sich als wichtige Komponenten noch Gesteinsfragmente hinzu (Taf. 5, Fig. 3), die im folgenden kurz charakterisiert werden sollen. Das Vorherrschen von monokristallinen und polykristallinen Quarzkörnern wird unmittelbar von den Korngrößen gesteuert. Erstere sind stark undulös, meist klar, nur untergeordnet durch Einschlüsse von Mikrolithen getrübt. Die polykristallinen Quarze dagegen treten als überwiegend rekristallisierte und gelängte metamorphe Quarze in Erscheinung. Letztere weisen glatte oder suturierte, selten granulierte Korngrenzen auf. Mobilisationsquarze (Gangquarze) spielen innerhalb der polykristallinen Quarzkörner eine eher untergeordnete Rolle.

Bei den Feldspäten herrschen Kalifeldspäte gegenüber den Plagioklasen vor. Mikrokline treten stark zurück. Die Kalifeldspäte sind häufig perthitisiert (Ader- und Flammenperthite). Die Glimmer werden vorwiegen, durch Biotite vertreten, die oft ausgebleicht vorliegen und bei oberflächlicher Betrachtung ein Vorherrschen von Muskowiten vortäuschen. Die Biotite sind aber auch häufig chloritisiert, ein Prozeß, der mit der bereits diskutierten Diaphthorese in Verbindung steht, sie sind aber auch mit detritär nicht chloritisierten Biotiten vergesellschaftet. Hornblenden wurden nur ausnahmsweise festgestellt. Sie sind von Amphiboliten ableitbar und verdanken ihre Enthaltung ganz besonderen Bedingungen, zumal diese bei länger währendem subaerischem Einfluß rasch zersetzt werden.

Die in den Grobsandfraktionen auftretenden Gesteinskomponenten lassen sich auf dasselbe Spektrum, wie es bereits bei den Basiskonglomeraten vorgestellt wurde, zurückführen. Daneben treten jedoch die ersten Resedimente auf (Tonschieferfetzen und Kalkkomponenten).

Die Schwermineralvergesellschaftung entspricht jener der Basiskonglomerate, womit ein weiterer Beleg dafür erbracht werden konnte, daß sich hinsichtlich des Liefergebietes im Hinterland keine Änderung vollzogen hat.

Das Bindemittel wird von stark aufbereiteten Hellglimmern in Verbindung mit Quarz in Siltfraktion sowie von Chlorit und Tonmineralen aufgebaut. Karbonatisierung ist im Vergleich zur Silifizierung relativ häufig. In einer Reihe von Fällen darf die Verkieselung als ein frühdiagenetischer Vorgang gesehen werden, speziell in solchen Sandsteinen, die durch einen geringen Kompaktionsgrad ausgezeichnet sind. Geringe Drucklösung zwischen den einzelnen detritären Körnern führt zu SiO_2-Anwachssäumen, die zur Schließung des Porenraumes beitrugen.

Den Sandsteinen zwischengeschaltet sind siltige Tonschiefer (bedded und laminated siltstone, untergeordnet mudstone bis mudshale), wobei die Gefüge zwischen vorwiegend paralleler Feinschichtung, welliger und lentikularer vermitteln. Nur örtlich ist die Schichtung durch Bioturbation zerstört oder überprägt. Die oben erwähnten feindetritischen Sandsteine (Taf. 5, Fig. 2) werden aus folgenden Mineralen zusammengesetzt: Quarz, Illit, Albit, Orthoklas, Muskowit, Chlorit, Biotit, Calcit und Dolomit.

Die siltigen Tonschiefer bilden entweder mit den feinkörnigen Sandsteinen (Taf. 5, Fig. 1) eine alternierende Wechselfolge (zyklischer Aufbau) oder sind ganz besonders mit den Karbonatgesteinen verbunden, wobei folgende Sequenz aufgebaut wurde (Tonschiefer-Karbonat-Tonschiefer; siehe Abb. 4). Hin und wieder treten in Verbindung damit auch „Kieselschiefer" auf, die sich jedoch als stark verquarzte Siltsteine entpuppten.

Die bereits angesprochenen Karbonatgesteine sind in Form dünnbankiger Abfolgen bis zu 2 m Mächtigkeit den Siltsteinen zwischengeschaltet. Nur untergeordnet wird eine bis 1

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

m mächtige Bankigkeit vorgetäuscht, speziell dort, wo ein flaseriges Gefüge entwickelt ist. Die Karbonatgesteine lassen sich nach dem Gefügeaufbau in vier Typen aufgliedern.

Am stärksten vertreten sind feingeschichtete bis laminierte schwarze Kalke (teilweise dolomitisiert). Sie sind stets etwas silt- und tonführend und meist sehr reich an feinst aufbereitetem Pflanzenhäcksel (Taf. 6, Fig. 1); sie führen lagenweise Ostracodenschälchen (Taf. 5, Fig. 4) und können örtlich schwach bioturbat verwühlt sein. Jene Bereiche, die eine gröbere Schichtung aufweisen, sind reich an Stylolithen (Taf. 6, Fig. 3). Slumpingstrukturen im Kleinbereich treten hin und wieder auf. Recht häufig sind gut aufbereitete Kalkresedimente, die infolge ihrer lagigen Anreicherung eine Feinschichtung abbilden (Taf. 7, Fig. 1). Die durch diagenetische Prozesse ausgelöste, z. T. sehr starke SiO_2-Mobilisation führte in jenen Sequenzen, die eine enge Wechsellagerung von Siltsteinen und dünnbankigen Kalken aufweisen, zur Bildung einer „Kieselschiefer-Dolomit-(örtlich auch Magnesit-)Schichtfolge", die früher (PELTZMANN, 1932) dazu Anlaß gab, in dieser ein Silur-Alter zu vermuten.

Weniger häufig sind detritäre Kalke, denen eine bankinterne Gliederung fehlt, bzw. nur eine schwache Gliederung infolge unterschiedlicher, aber nicht deutlich getrennter Korngrößen anfällt. Die Bankung selber entsteht durch den Wechsel von Grob- und Feinschuttlagen bzw. Pelletlagen. Die pelletführenden schwarzen Kalke enthalten außer den auch in den anderen Kalkgesteinen auftretenden Ostracoden vor allem:
Calcisphaeren
Girvanellen
Kalkalgen vom Typ *Paradoxiella*
Foraminiferen wie ?*Trochammina;* cf. *Pseudoglomospira* sp. und *Glomospira* sp. *)

Ostracodenführende, recht homogene, nicht weiter gegliederte Kalke sind als weiterer, häufig auftretender Typus zu nennen. Örtlich diesen zwischengeschaltet sind undeutlich geschichtete siliziklastikaführende, ebenso schwarze Karbonatgesteine, die durch einen hohen Anteil an Phosphatpellets auffallen (Taf. 5, Fig. 5) und lagenweise Knochenreste von Fischen aufweisen (siehe hiezu Taf. 7, Fig. 5, 6).

Stets getrennt von den hier kurz vorgestellten Karbonatgesteinen sind die geflaserten, manchmal sogar etwas knollig entwickelten Kalke (Taf. 6, Fig. 4), die oft einen völlig chaotischen Aufbau zeigen. Entweder sind sie stark polymikt entwickelt (Taf. 6, Fig. 4), d. h. sie setzen sich aus Sandpartikeln, Pflanzenresten, Glimmern (alle hier genannten Minerale treten in verschiedener Korngröße völlig unsortiert auf) zusammen, oder es handelt sich um mehr geordnete Sedimente, die jedoch durch deutliche pisoidartige Strukturen (Taf. 6, Fig. 2, 6), die an Ort und Stelle gebildet wurden, in Verbindung mit Pflanzenwurzelgeflechten (Taf. 6, Fig. 5) gekennzeichnet sind. Es kann kein Zweifel bestehen, daß es sich um Calichebildungen (Paläoböden) handelt (siehe hiezu Taf. 7, Fig. 4).

Die Karbonatkonkretionen liegen in zweierlei Ausbildung vor. Einmal handelt es sich um echte Konkretionen, die sich um Pflanzenreste bildeten, zum anderen sind es durch Am-Platz-Gefüge charakterisierte Kalkkrustenbildungen (Caliche).

Die Karbonatgesteine entsprechen von den Bildungsbedingungen her gesehen zwei extrem konträren Ablagerungsräumen; auf der einen Seite sind sie mariner Natur (Foramini-

*) Die Bestimmung hat freundlicherweise Herr Doz. Dr. W. RESCH durchgeführt; eine ausführliche Beschreibung der oben angeführten Fossilien wird in einer eigenen Arbeit abgehandelt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

ferenführung), auf der anderen Seite handelt es sich Paläobodenbildungen. Fügt man noch die örtlich auftretende Anreicherung von Pflanzen hinzu, so gelangt man unwillkürlich zu einem Sedimentationsgeschehen, das man nur im paralischen Ablagerungsbereich vorfindet. Sucht man nach einem derartigen Sedimentationsraum zu hochoberkarboner Zeit, so bietet sich nur jener der Auerniggschichten in den Karnischen Alpen an, da paralische Ablagerungen im Norden zu dieser Zeit unbekannt sind. Eine Verbindung mit den südlichen Ablagerungsräumen ist jedoch durchaus möglich, selbst wenn man Silvrettakristallin und Phyllitgneiseinheit als ein zusammenhängendes Bauelement sieht, zumal dieses im Zuge des alpidischen Deckentransports in jedem Fall von Süden nach Norden verfrachtet wurde und somit die Beheimatung der Kristbergschichten im Süden zu suchen ist.

Die marinen Vorstöße sind über eine E-W-streichende Grabenstruktur, die sich zu einem intermontanen Becken ausweitete, und somit die Verbindung mit dem Ablagerungsgebiet der Auerniggschichten herstellte, durchaus denkbar.

2.3. Mittel-grobklastische Hangendserie

Ausgelöst durch neuerliche tektonische Äußerungen wird im Hinterland die Erosion wiederum stärker in Gang gesetzt, wodurch sehr plötzlich über den soeben besprochenen feinklastischen bis karbonatischen Sedimenten Konglomerate und kiesführende Sandsteine, z. T. sogar nur kurz transportierte Grundgebirgsschuttströme einsetzen. Die Sortierung der erstgenannten Sedimente schwankt zwischen poorly sorted und moderately sorted. Die Kornkontakte sind konkav-konvex, selten als Längskontakte entwickelt.

Der Geröllbestand entspricht völlig jenem der Basiskonglomerate mit Ausnahme der Quarzgerölle, deren Anteil in der Hangendserie doch weit höher ist (Restschotter!). Ebenso entsprechen Bindemittel und Schwermineralführung jenen der Basisserie (siehe dort).

Zusammenfassend ergibt sich für die Kristbergschichten ein gut faßbarer dreiteiliger Sedimentationsablauf. Nach längerem Freiliegen des Kristallinuntergrundes bzw. des völlig analog aufgebauten Hinterlandes entwickelt sich, ausgelöst durch die spätvariskische Tektonik, die stufenweise Herausgestaltung eines intermontanen Beckens, das zunächst nur den Verwitterungsschutt, z. T. aktiviert, durch „debris flow" aufnimmt. Das etwas besser gerundete Material wurde, wenn auch nur über kurze Distanz, fluviatil herangeführt; murenartige Schuttströme sind sehr wahrscheinlich die Transportmittel für die häufig auftretenden Coniferenstämme in den Basalkonglomeraten. Die mit ihnen vergesellschafteten Braunalgenfragmente (Prototaxites), die man nur aus randmarinen Ablagerungsgebieten kennt, deuten darauf hin, daß die Sedimentation im Bereich einer Meeresküste abgelaufen sein muß.

Ziemlich abrupt werden die vorwiegend fluviatil gesteuerten Sedimente von feinklastisch-karbonatischen Sedimenten übergriffen. Die Tonschiefer in Verbindung mit den foraminiferenführenden Kalken sind aus den randmarinen Bereichen vorgestoßen und haben die grobklastischen Sedimente zurückgedrängt. Danach hat sich allmählich über den Aufbau eines Brackwasserareals (massenhaftes Auftreten von glattschaligen Ostracoden) ein lakustriner Bereich mit reichen Fischfaunen entwickelt. Die Randgebiete hiezu sind im Lauf der Zeit verlandet, worauf die örtlich nachgewiesenen Paläoböden hinweisen.

Durch tektonische Aktivierung des Hinterlandes kommt es zu neuerlicher Produktion grobklastischer Sedimente, die mit scharfem Schnitt der feinklastisch-karbonatischen Sedi-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

mentation ein Ende setzen. Neben Schuttströmen, die sich aus eckigen Komponenten mit viel Matrix zusammensetzen, sind schlecht gerundete Konglomerate, die völlig analog entwickelt sind, wie sie aus den Basisbildungen bekannt wurden. Das Fehlen von Prototaxiten wird dahingehend gedeutet, daß der marine Ablagerungsraum weit zurückgedrängt wurde. Bedingt durch einen klimatischen Umschwung, der wahrscheinlich mit der Karbon/Perm-Grenze einhergeht, setzt eine andersgeartete, aber doch eindeutige fluviatile Sedimentation fort (Rotsedimente). Daß der marine Ablagerungsraum zur Zeit des Unterperms auch nicht allzuweit vom marinen Sedimentationsraum abseits lag, beweist eine neuerliche marine Ingression im mittleren Abschnitt des unteren Rotliegenden, nachgewiesen im Westabschnitt des Montafons.

2.4. Zeitliche Einstufung der Kristbergschichten

Aufgrund der Florenzusammensetzung kann man den Großteil der Kristbergschichten (Basiskonglomerate und die sandig-tonige Serie) mit hohem Wahrscheinlichkeitsgrad dem oberen Stephan zuordnen; eine ausführliche Diskussion darüber erfolgt im Anschluß an die Florenbeschreibung.

2.5. Diskussion und Abgrenzung ähnlich entwickelter Schichtfolgen

Es wurden, um die Kristbergschichten von ähnlichen gleich alten Schichten abzutrennen, bereits die „postvariskischen" Sedimente von Kärnten, speziell jene von Kötschach und Christophberg, angesprochen. Hiezu sind jedoch noch einige Erläuterungen notwendig. Die jüngst mit dem Terminus „Unterrotliegendserie von Kötschach" ausgewiesenen klastischen Gesteine sind natürlich nicht als Ganzes mit den Kristbergschichten vergleichbar, sondern nur die liegenden 20–30 m, auch dann, wenn dort eine Trennung von jenem Gesteinskomplex nicht möglich ist, der über dem Quarzporphyr liegt. Der zuletzt genannte entspricht der „Rotserie" im Montafon, die einleitend zu dieser Studie kurz besprochen wurde (siehe hiezu auch Abb. 2).

Hinsichtlich der Vorkommen von Christophberg sind nach Auffassung von RIEHL-HERWIRSCH, 1965, nur die geringmächtigen Tonschiefer in das Oberkarbon einzureihen, während die darüber auftretenden tiefroten Sedimente mit sauren Tuffen dem Unterrotliegenden angehören sollen, was ebenso für die in den St. Pauler Bergen durch THIEDIG & CHAIR, 1974, bekanntgemachten Schichtfolgen angenommen wird. Es scheint jedoch, daß diese Schichtfolgen mit den Tuffen auch noch in das Stephan einzustufen sind und erst mit den Breccien über eine Schichtlücke das Unterrotliegende einsetzt. Die hier genannten Schichtfolgen lassen sich nur altersmäßig, nicht aber lithologisch vergleichen, zumal in den Kristbergschichten nicht nur alle Anzeichen vulkanoklastischer Natur, sondern auch jede Spur von Rotsedimentation fehlen.

Wenn schon eine Verbindung zu den Auerniggschichten in Erwägung gezogen wurde, dann sollte ein Vergleich der Kristbergschichten mit ihnen, d. h. mit der „Oberen kalkarmen Schichtgruppe" versucht werden. Obwohl vom lithologischen Aufbau her sich ein Vergleich anbietet, scheitert ein solcher schon allein daran, wenn man die Karbonatgesteine mit ihrem Fossilreichtum innerhalb der Auerniggschichten herausgreift. Während die Auerniggschichten als Ablagerungen einer typischen variskischen Außenmolasse anzusprechen sind, entsprechen die Kristbergschichten einer Sedimentation, wie wir sie nur aus Innenmolassen (intermontanen Becken) kennen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

3. Flora

3.1. Fundort und Zusammensetzung zur Flora

Während geologischer Aufnahmearbeiten im Montafon wurden im Sommer 1976 im Grabeneinschnitt zwischen dem Bartholomäberg und Kristberg (siehe Abb. 1) hinter dem Bauernhof (Kuh-Hof) der Familie Engelbert Ganal (ein Landweg führt vom Kuh-Hof auf der orographisch rechten Seite zum Graben) von Herrn Dr. D. A. DONOFRIO in dunklen, feinschichtigen, siltigen Tonschiefern Pflanzenreste gefunden (Mittlese Serie).

In den Sommermonaten 1978 und 1979 wurde die Fundstelle nochmals aufgesucht. Die Ausbeute war sehr spärlich; neben einigen Blattresten von *Odontopteris* und *Callipteris* sp. wurde eine Schicht mit einer starken Anhäufung von Fischschuppen bloßgelegt und geborgen (siehe Taf. 4, Fig. 6).

Die gesamte, in dem Graben beim Kuh-Hof gefundene Flora setzt sich wie folgt zusammen:

Callipteris sp. Gruppe *conferta* (STERNBERG) BRONGNIART
Callipteris flabellifera (WEISS) ZEILLER
Ernestiodendron filiciforme (SCHLOTHEIM pars) FLORIN
Lebachia piniformis (SCHLOTHEIM) FLORIN
Lebachia parvifolia FLORIN
Odontopteris sp. 1 (cf. *brardii* [BRONGNIART] STERNBERG)
Odontopteris sp. 2 (cf. *lingulata* [GOEPPERT] SCHIMPER)
Odontopteris sp. 3 (cf. *osmundaeformis* [SCHLOTHEIM] ZEILLER)
Cordaicarpus papillosus nov. sp.
Samaropsis parviurceolata nov. sp.

3.2. Beschreibung der Flora

Callipteris sp. Gruppe *conferta* (STERNBERG) BRONGNIART
Taf. 2, Fig. 2; Abb. 5

1826 *Neuropteris conferta* Sternberg, Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt (1826, I, fasc. IV, p. XVII; 1833, II, fasc. V–VI, p. 75, Tafel XXII, Fig. 5).

1956 *Callipteris conferta* DOUBINGER, Contribution à l'étude des flores Autuno-Stéphaniennes, Mém. Soc. Géol. de France, N. S., XXXV, 1–2, Mém. no. 75, p. 101, Taf. III, Fig. 2, 3; Taf. IV, Fig. 1, 3; Taf. VII, Fig. 2; Textfig. 6.

Bemerkungen:

Das einzige Stück mit einem Abdruck einer Fieder letzter Ordnung ist, wie aus der Abbildung auf Taf. 5 schon hervorgeht, nicht gerade schön erhalten. Nur mit Sicherheit ist das Relief der Blättchen noch ersichtlich. Jedoch kann an der Bestimmung des Fossils als *Callipteris* sp. Gruppe *conferta* kaum gezweifelt werden. Die charakteristischen Umrisse und die zwar fragmentarisch erhaltene Nervatur der Blättchen genügen dazu. Dieses Stück wurde mit Prof. REMY (Münster) eingehend diskutiert, der die Bestimmung völlig unterstützte.

Nach REMY & REMY (1977) gehört *Callipteris conferta* zum hygrophilen bis mesophilen Biotop.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 5: *Callipteris* sp. Gruppe *conferta* (STERNBERG) BRONGNIART.

Callipteris flabellifera (WEISS) ZEILLER
Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 2, Fig. 1; Abb. 6, 7

1879 *Schizopteris flabellifera* WEISS, Die Flora des Rotliegenden von Wünschendorf bei Lauben in Schlesien, p. 19, t. II, Fig. 1.

1898 *Callipteris hymenophylloides* ZEILLER, Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève, Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, p. 50, Taf. IV, Fig. 6.

1907 *Callipteris flabellifera* WEISS, GOTHAN, in: POTONIÉ, Abb. und Beschreibungen foss. Pflanzenreste, Berlin, Lief. V, no. 94, Fig. 1, 2.

1956 *Callipteris flabellifera* WEISS, DOUBINGER, Contribution à l'étude des flores Autuno-Stéphaniennes, Mém. Soc. Géol. de France, N. S., XXXV, 1–2, Mém. no. 75, p. 108, Taf. X, Fig. 2, 2 a; Textfig. 11 B.

1977 *Callipteris flabellifera* WEISS, REMY & REMY, Die Floren des Erdaltertums, Essen, p. 286–288, Bild 162.

1979 *Callipteris flabellifera* WEISS, DOUBINGER, Présence de *Callipteris flabellifera* WEISS dans le Stéphanien de Blanzy-Montceau (Massif Central, France), Rév. per. „La Phisiophile", Soc. ét des Sc. Nat. et Hist., Montceau-les-Mines, 91, p. 72, Taf. 1, Fig. 4, 4 a.

Beschreibung:

Fragment eines Wedels. Einmal gegabelt. Achsen verhältnismäßig breit, längsgestreift. Unterhalb der Gabelung ansetzende Fieder. Gabelungsöffnung 35°. Fiederchen schief angeheftet und in längere bandförmige und vorn abgerundete Loben zerschlitzt. Loben längsgestreift, Aderung nicht sichtbar.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Bemerkungen:

Es liegen das oben beschriebene Wedelfragment und ein isoliertes Fiederchen vor. Das Stück läßt sich einwandfrei als *Callipteris flabellifera* identifizieren, wie auch aus einer Diskussion mit Prof. DOUBINGER und Prof. REMY, die das Stück gesehen haben, hervorging.

Die ziemlich weit aufgeteilten Fiederchen, welche in lockerer Stellung an den breiten Achsen des größeren Fragments angeheftet sind, und das mehr geschlossene isolierte Fiederchen sind gut vergleichbar mit den in der Synonymliste erwähnten Abbildungen. Besonders stimmt die Abb. 162 a in REMY & REMY (1977), die eine *Callipteris flabellifera* von Elgersburg zeigt, mit unserem Fragment überein. Auch die Gabelöffnung von 35° und die Größenordnung ist die gleiche.

Callipteris flabellifera gehört zu einer Gruppe von Callipteriden mit mehr oder weniger in parallelrandige Loben aufgeteilten Blättchen. DOUBINGER (1956) stellte sie

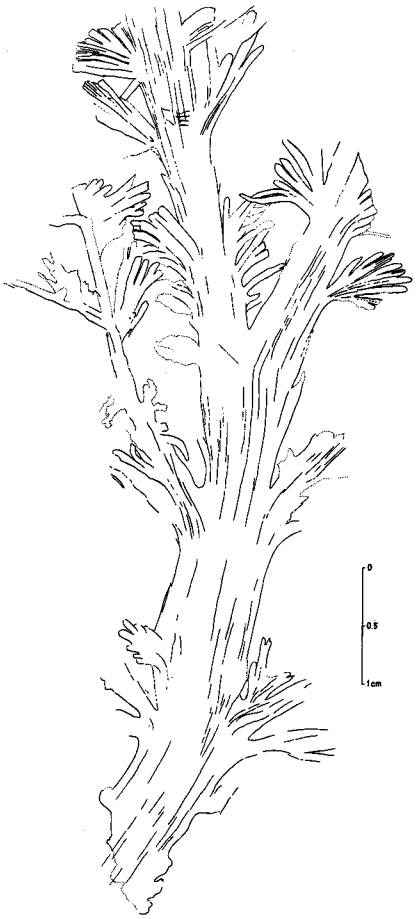


Abb. 6: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER.

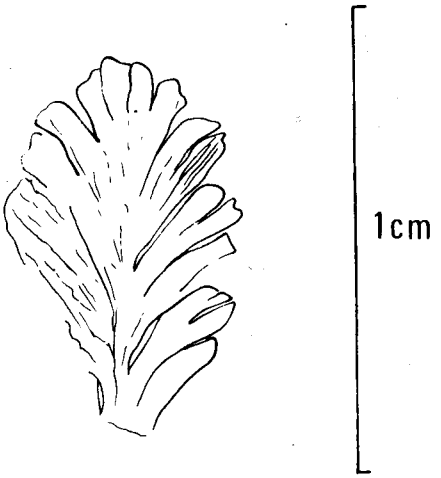


Abb. 7: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

deshalb mit *C. polymorpha* und *C. nicklesii* zusammen in eine Gruppe um *Callipteris lyratifolia*. Tatsächlich ist *Callipteris flabellifera* der *C. nicklesii* ähnlich. *Callipteris nicklesii* hat aber weniger tief eingeschlitzte Loben, während diese auch nicht so weit auseinander stehen.

Nach GOTHAN (1907) sollte *C. flabellifera* aus der Form *Callipteris nicklesii* hervorgegangen sein. Diese Auffassung ist aber von DOUBINGER (1979) anläßlich der neuen Funderergebnisse in der Loirer Gegend, wo die Art schon im Stephan vorkommt, in Frage gestellt.

Verbreitung:

Callipteris flabellifera ist bekannt aus Schlesien, Thüringen, Harz, Tschechoslowakei, Frankreich und kürzlich auch aus den USA.

Ernestiodendron filiciforme (SCHLOTHEIM pars) FLORIN
Taf. 3, Fig. 4

1939 *Ernestiodendron filiciforme* (SCHLOTHEIM pars) FLORIN, FLORIN, Die Koniferen des Oberkarbons und des Unteren Perms, Palaeontographica, LXXXV, Abt. B, p. 177, Taf. CXI/CXII–CXXIII/CXXIV; Taf. CXXV/CXXVI, Abb. 1–6.

1977 *Walchia filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG, REMY & REMY, Die Floren des Erdaltertums, Verlag Glückauf, Essen, p. 136, Bild 41.

Beschreibung:

Achsen letzter Ordnung mit kurzen, breiten, starren, weit nach außen stehenden Blättern besetzt. Winkel zwischen Achse und Blättern etwa 70–80°. Blätter an der Basis nicht an der Achse herunterlaufend, etwa 3 mm lang; Spitze ziemlich stumpf, etwas bis stark nach vorne gebogen.

Bemerkungen:

Einige oben beschriebene Fiedern letzter Ordnung und ein kleines Fragment eines Wedelstückes wurden aus dem Kristberger Fundort geborgen. Diese Koniferenart gehört mit zu den weitest verbreiteten Arten im euramerischen Raum. Stratigraphisch gehört sie zu den Durchläufern.

Nach REMY & REMY (1977) ist *Ernestiodendron filiciforme* im mesophilen Biotop zuhause.

Lebachia piniformis (SCHLOTHEIM pars) FLORIN
Taf. 1, Fig. 3 bei a, 4; Taf. 2 bei a; Taf. 3, Fig. 2 a, b, 5; Abb. 8

1938 *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM pars) FLORIN, Die Koniferen des Oberkarbons und des Unteren Perms, Palaeontographica, LXXXV, Abt. B, p. 25, Taf. I/II–XXV/XXVI; Taf. XVII/XXVIII, Fig. 1; Taf. XXXIX/XL, Fig. 8.

1977 *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN, REMY & REMY, Die Floren des Erdaltertums, Verlag Glückauf, Essen, p. 138, Bild 43 a, b.

Beschreibung:

Fragmente von Zweigen letzter Ordnung, besetzt mit schwach S-förmig gebogenen Blättern, an der Basis herablaufend, spiralig angeheftet.

Bemerkungen:

Relativ häufig treten beblätterte Koniferenzweige auf, welche zusammen mit den anderen Pflanzenfossilien zerstreut im Gestein herumliegen und schwach S-förmige Nadeln

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zeigen, die mit heruntergezogener Basis an der Achse angeheftet sind und somit der Gattung *Lebachia* zugerechnet werden können.

Daß es sich hier um die bekannte langläufige Art *piniformis* handelt, geht besonders deutlich hervor, wenn man z. B. die Abbildungen von REMY & REMY (1977), FLORIN (1938) u. a. zum Vergleich heranzieht.

Einige Zweige haben sehr locker stehendes Laub, welche dann sehr nahe *L. laxifolia* FLORIN kommen. Andere zeigen größere Nadeln ohne umgebogene Spitze, angeheftet an einer starken Achse, die mit der var. *magnifica* FLORIN verglichen werden können (siehe Textabb. 8). Nach REMY & REMY (1977) wird *L. piniformis* dem mesophilen Biotop zugerechnet.

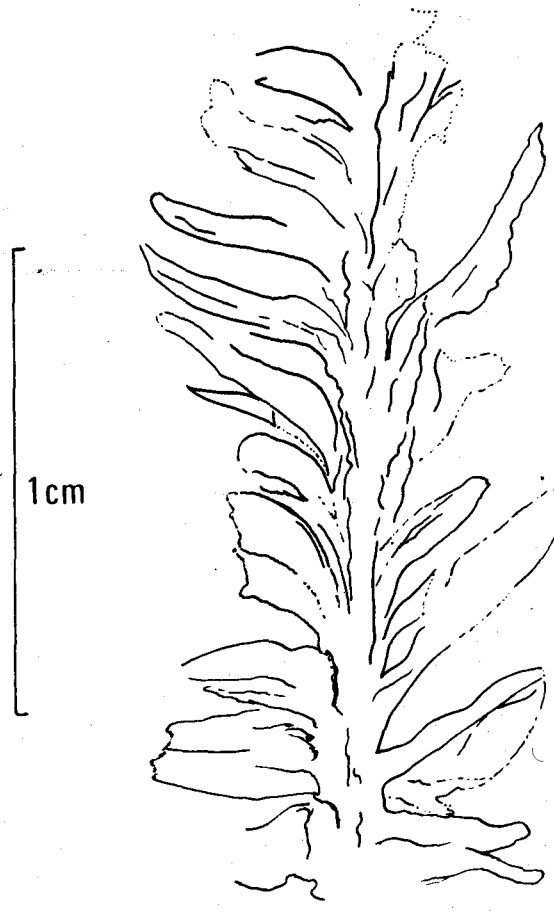


Abb. 8: *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM pars) FLORIN.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Lebachia parvifolia FLORIN
Taf. 3, Fig. 1 a, b, 3, 6; Abb. 9

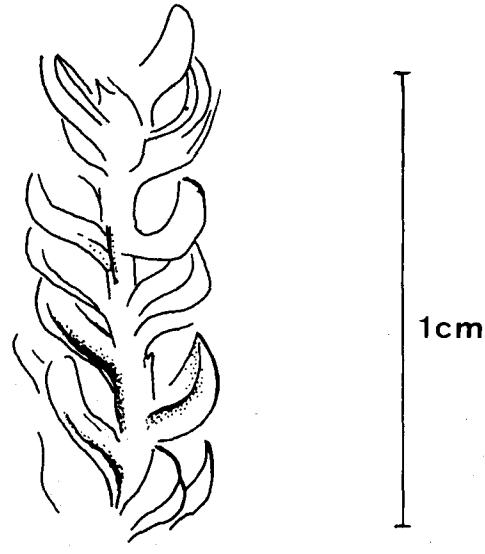


Abb. 9: *Lebachia parvifolia* FLORIN.

1939 *Lebachia parvifolia* FLORIN, Die Koniferen des Oberkarbons und des Unteren Perms, Palaeontographica, LXXXV, Abt. B, p. 64, Taf. XXXI/XXXII–XXXVII/XXXVIII; Taf. XXXIX/XL, Abb. 1–7; Taf. LXXIII/LXXIV, Abb. 8–13.

Beschreibung:

Fragmente kleiner Achsen letzter Ordnung, besetzt mit nach vorne gebogenen, ziemlich dicken und starren Blättern. Die kurze Spitze ist nach innen gebogen. Die Basis der Blätter manchmal an der Achse etwas herablaufend. Blätter gekielt. Der Winkel zwischen Blättern und Achse ist etwa 30–40°.

Ein Fragment eines Sproßsystems mit einer beblätterten Achse vorletzter Ordnung und einigen kurzen Seitenzweigen letzter Ordnung zeigt anliegende, zur Achse hingebogene kurze Blätter. Winkel zwischen den Seitenzweigen und der Achse vorletzter Ordnung etwa 30°.

Bemerkungen:

Von dieser kleinen Koniferenart wurden einige Fragmente, mitunter eine Spitze eines Sproßsystems, aus dem Kristberger Fundpunkt geborgen. Nach FLORIN (1939) hat die Art Ähnlichkeit mit *Lebachia piniformis*, „von der sie sich aber durch kleinere, etwas lockerer angeordnete Blätter sowie durch kleinere Dimensionen der Sprosse überhaupt unterscheidet".

Aus der Ikonographie geht hervor, daß die Blätter etwas mehr zur Achse hingebogen erscheinen.

Nach REMY & REMY (1977) gehört diese Art zum mesophilen Biotop.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Odontopteris species 1 (cf. *brardii* [BRONGNIART] STERNBERG)
Taf. 1, Fig. 1 a, b; Abb. 10

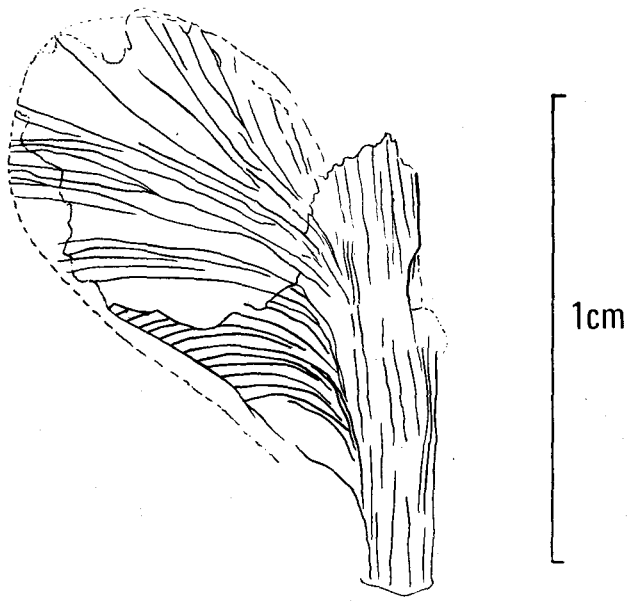


Abb. 10: *Odontopteris* sp. 1.

Bemerkungen:

Im vorliegenden Material befinden sich einige isolierte Fiederchen und einige kleine Fragmente einer Fieder letzter Ordnung, die ohne Zweifel zur Gattung *Odontopteris* gehören. Eines davon (Taf. 1, Abb. 1 a, b) setzt breit an und zeigt die für diese Gattung charakteristische herablaufende Nervatur. Der Gipfel des Fiederchens ist abgerundet und die Länge des Blättchens ist nur weniger lang als dessen Breite. Obwohl es kaum möglich ist, die Art dieser *Odontopteris* zu bestimmen, würde dieses Fiederchen am besten mit *Odontopteris brardii* (BRONGNIART) STERNBERG zu vergleichen sein. Die Nervatur des vorliegenden Exemplars zeichnet sich aus durch eine relative Feinheit, wodurch einige andere Odontopteriden zum Vergleich ausscheiden. Auch kommt ein Vergleich mit *Odontopteris subcrenulata* (ROST) ZEILLER oder *O. lingulata* (GOEPPERT) SCHIMPER in Frage. Unser Blättchen hat aber in Vergleich zu diesen eine relativ gröbere Nervatur; auch würde der Blattumriß mehr dem von *O. brardii* ähneln. Wie gesagt, ist aber eine genaue spezifische Bestimmung nicht möglich.

Odontopteris species 2 (cf. *lingulata* [GOEPPERT] SCHIMPER)
Taf. 1, Fig. 3 bei b; Taf. 2, Fig. 1 b

Bemerkungen:

Einige Fiederchenreste mit undeutlichem Umriß befinden sich mit *Callipteris flabellifera* und mehreren Koniferenresten auf einer Gesteinsplatte beisammen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Auch hier ist nur die Gattung mit Sicherheit zu bestimmen, eine Bestimmung der Species ist an diesen Resten wohl ausgeschlossen. Trotzdem können sie verglichen werden mit Blättchen von *Odontopteris lingulata* (ROST) ZEILLER.

Auf Seite 14 und 15 von STERZELs Studie über die Flora vom Plauenschen Grund (1893) plädiert der Autor für eine Vereinigung der *Odontopteris subcrenulata* (ROST) ZEILLER mit *O. lingulata* (GOEPPERT) SCHIMPER, *O. obtusiloba* NAUMANN und *O. obtusa* (BRONGNIART) WEISS unter Verwendung des Namens *O. obtusa* (BRONGNIART) WEISS. Auch acht Jahre später vertritt er diese Meinung, wie aus einer handschriftlichen Notiz des Autors (1901, S. 129) hervorgeht, in der er *O. obtusiloba* NAUMANN und *Mixoneura obtusa* BRONGNIART der *O. subcrenulata* (ROST) ZEILLER gleichstellt.

BARTHEL (1976) nennt den gleichen Komplex von Synonymen *O. lingulata* (GOEPPERT) SCHIMPER.

DOUBINGER (1956) dagegen trennt *O. obtusa* von *O. lingulata* und *O. subcrenulata.*

Diese drei Arten sind mehrmals miteinander verwechselt worden (cf. DOUBINGER, 1956, S. 120). Benutzt man die Charakterisierung der *O. lingulata* und *O. subcrenulata* nach REMY & REMY (1977), so unterscheidet sich *O. subcrenulata* durch ihre rundlichen, fast viereckigen Fiederchen, die sich manchmal überschneiden können. *Odontopteris lingulata* hat dagegen trapezförmige, abgerundete, locker stehende Fiederchen.

Die Art *O. lingulata* kommt nach BARTHEL (1976) nur in beschränktem Maß in Sachsen vor. Dies erklärt BARTHEL dadurch, daß er *O. lingulata* zu den xerophilen Koniferen-Poacordaiten-Gesellschaften rechnet und diese deshalb eine beschränktere Möglichkeit haben, sich fossil zu erhalten.

DOUBINGER & HEYLER (1959) und DOUBINGER & REMY (1958) unterscheiden eine *O. subcrenulata* var. *gallica*, die bis in das höchste Autun vorkommt.

DOUBINGER & HEYLER nennen die Art in ihrer Tafelerklärung aber einfach *O. subcrenulata.*

REMY & REMY (1977) rechnen *O. subcrenulata* zum hygrophilen bis mesophilen und *O. lingulata* zum mesophilen Biotop gehörig.

Odontopteris species 3 (cf. *osmundaeformis* [SCHLOTHEIM])
Taf. 4, Fig. 2, 3; Abb. 11

Bemerkungen:

Ein isoliertes Stück und einige Fragmente einer Fieder letzter Ordnung mit drei ansitzenden Blättchen sind u. E. von den vorherigen Odontopteridenresten zu unterscheiden. Sie haben bedeutend kleinere Dimensionen.

Auch hier gilt, daß eine Artbestimmung an diesen kleinen Fragmenten wohl kaum möglich ist. Ein Vergleich mit *Odontopteris osmundaeformis* ist durchaus möglich, da diese kleine Fiederchen besitzt. Dem Blattumriß nach kommt, wegen der abgerundeten Form ein Vergleich mit *O. brardii* nicht in Frage.

Cordaicarpus papillosus nov. sp.
Taf. 4, Fig. 1 a, b; Abb. 12

Diagnose:

Runde bis etwas ovale Samen, mit einer mehr oder weniger warzigen Oberfläche. Etwa 6 (7) 8 mm hoch und etwa 5,5 (6) 8 mm breit, umgeben von einem schmalen zusammengedrückten Rand.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

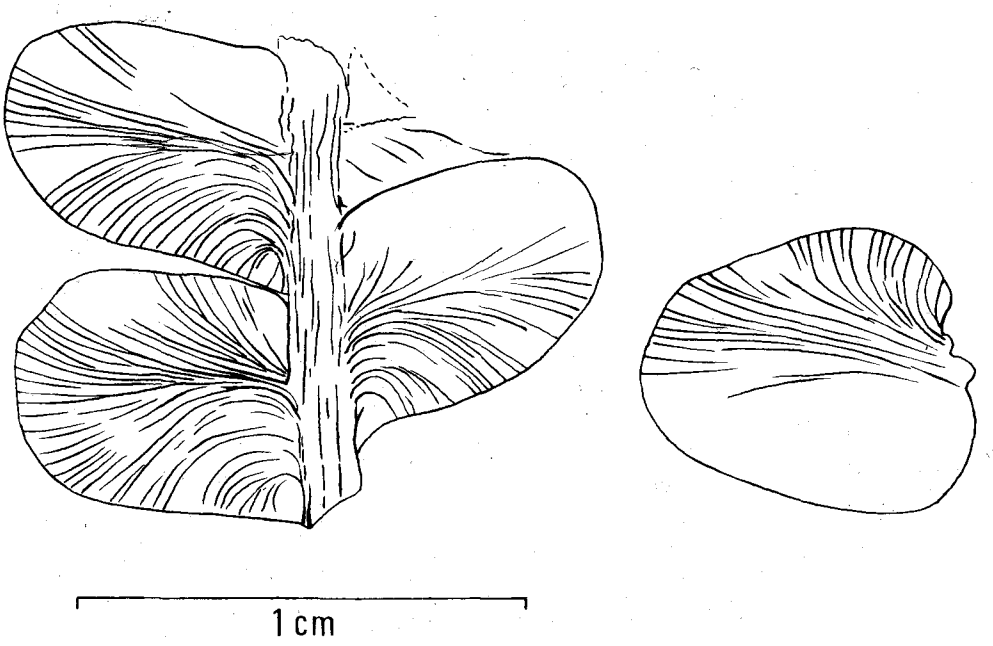


Abb. 11: *Odontopteris* sp. 3.

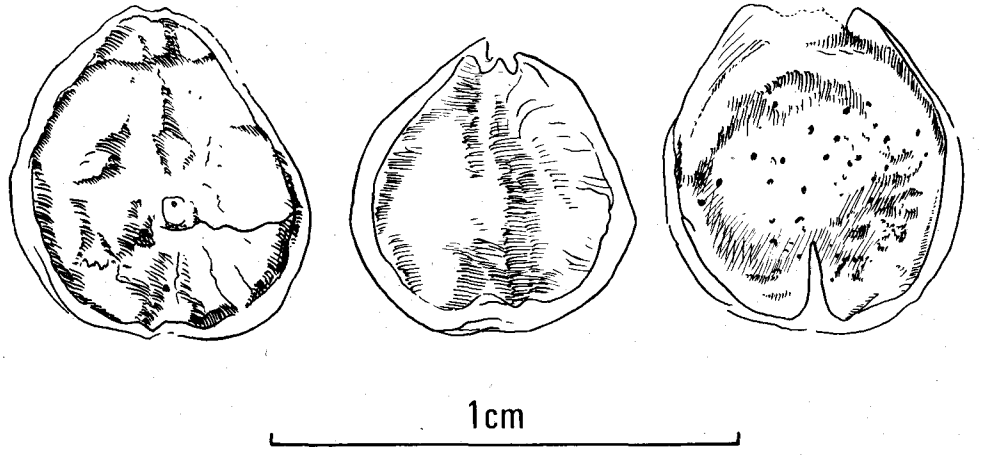


Abb. 12: *Cordaicarpus papillosus* nov. sp.

Bemerkungen:

Diese kleinen, runden, etwa ovalen bis eiförmigen Samen zeigen eine warzige Oberfläche, die sofort ins Auge fällt. Nach einer Seite scheinen sie eine Öffnung zu haben; diese ist jedoch nicht genau zu sehen, da eine gewisse Verdrückung der Samen mitgespielt hat.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Mehrere Samen sind aus dem Kristberger Fundpunkt bekannt. Ihre Abmessungen schwanken etwas, wie aus der folgenden Tabelle 1 zu erkennen ist.

Tab. 1

Exemplar	hoch	breit
20.257 A	6	5,5
20.259	6	6
20.254	7	6 (Holotypus)
20.255 (a)	7	5,5
20.255 (b)	7,5	6,5
20.260	8	7
20.263 A	?	8

Die stärkste Ähnlichkeit besitzt dieser Samen mit jenen Arten der Gattung *Cordaicarpus* GEINITZ, 1862, die aber alle bedeutend größere Dimensionen haben. Solche warzigen Samen sind in der paläobotanischen Literatur selten beschrieben. Entfernt ähnlich sind *Cardiocarpus punctulatum* GOEPPERT & BERGER (in BERGER, 1848) oder *Cardiocarpus punctulatum* sensu HEER von der Bäreninsel. Aber auch diese sind viel größer.

Samaropsis parviurceolata nov. sp.
Taf. 4, Fig. 5 a, b; Abb. 13

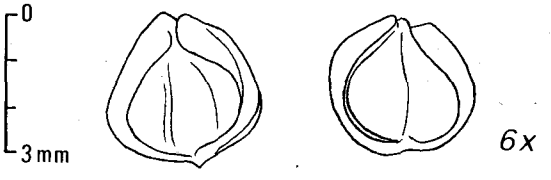


Abb. 13: *Samaropsis parviurceolata* nov. sp.

Diagnose:

Fast runder, etwas eiförmiger, flacher Samen; etwa 3 mm hoch und 3,3 mm breit, mit einem etwas rundlichen bis herzförmigen Nucellus, umgeben von einem schmalen Rand oder Flügelchen, an der Vorderseite etwa 1/3 mm bis 2/3 mm breit.

Bemerkungen:

Dieser Samen, der sich durch seine kleinen Dimensionen besonders auszeichnet, erinnert an die in größeren Mengen im Westphal auftretende *Samaropsis parvefluitans* STOCKMANS & WILLIERE, 1961. Er unterscheidet sich jedoch durch seine Abmessungen und seine Form (viel größer, länger und ovaler).

Der Samen wurde nur zweimal gefunden.

Alle fossilen Pflanzenabdrücke und die fossilen Fischschuppen befinden sich in der Sammlung des Geologischen Bureaus (Rijks Geologische Dienst) in Heerlen (Niederlande). Die Katalognummern sind jeweils in der Tafelerklärung angegeben.

3.3. Diskussion zur zeitlichen Einordnung der Flora aus den Kristbergschichten

Die Pflanzen sind aufgrund der oft starken Zerstückelung sowie aufgrund des hohen Anfalls von fein verstreutem Pflanzenhäcksel als ein zusammengeschwemmtes Material und somit als allochthon abgelagert zu bezeichnen. Sie haben aber keinen weiteren Trans-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

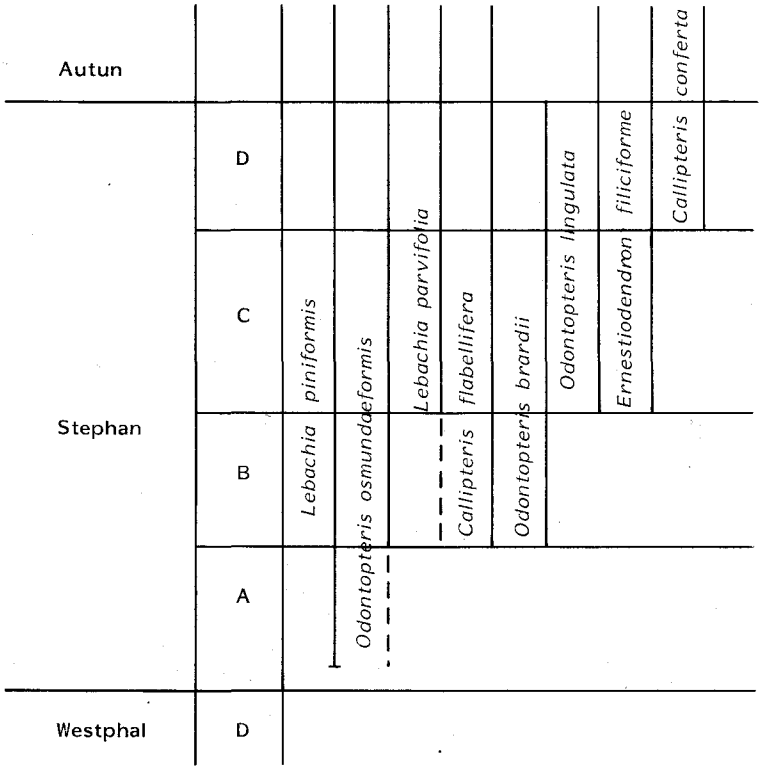
port mitgemacht, da sonst die Fiedern, z. B. von *Callipteris flabellifera* nicht in einem so guten Zusammenhang geblieben wären. Wie die nachfolgende Zusammenstellung (Tabelle 2) zeigt, handelt es sich um eine eingeschwemmte, vorwiegend mesophile Flora.

Tab. 2

	Biotop	
	hygrophil bis mesophil	mesophil
Callipteris sp. Gruppe *conferta*	x	
Callipteris flabellifera		x
Ernestiodendron filiciforme		x
Lebachia piniformis		x
Lebachia parvifolia		x
Odontopteris sp. 1 (cf. *brardii*)	x	
Odontopteris sp. 2 (cf. *lingulata*)		x
Odontopteris sp. 3 (cf. *osmundaeformis*)	x	

Von der hier vorgestellten Flora tritt eine Reihe von Arten erstmals im basalen Stephan C auf. Es handelt sich um *Callipteris flabellifera, Ernestiodendron filiciforme* und *Odontopteris lingulata*. Noch älter sind *O. brardii* (Erstauftreten an der Basis von Stephan B) und *Lebachia piniformis*, die schon ab Stephan A nachgewiesen ist. Dasselbe dürfte auch für *O. osmundaeformis* zutreffen (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Die stratigraphische Reichweite der in den Kristbergschichten nachgewiesenen Floren.



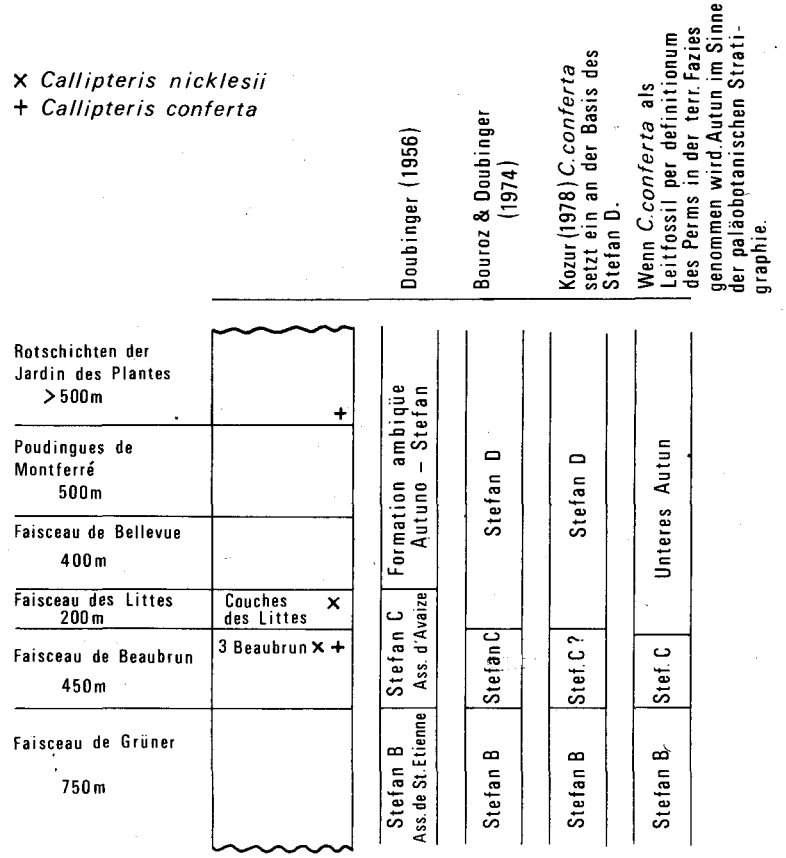
©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sis von Stephan B) und *Lebachia piniformis*, die schon ab Stephan A nachgewiesen ist. Dasselbe dürfte auch für *O. osmundaeformis* zutreffen (siehe Tabelle 3).

C. conferta, mit der man bisher das Perm vom Oberkarbon abtrennte (siehe hiezu KOZUR, 1978, 1980), tritt gesichert ab dem basalen Stephan D auf und ist somit das jüngste Florenelement innerhalb der Kristbergschichten. Ohne *C. conferta* würde der Flora ein Stephan-C-Alter zukommen. Da auf der einen Seite *O. brardii* bereits mit dem Stephan B erlischt, auf der anderen Seite *C. conferta* erst mit dem Stephan D einsetzt, müßte die Flora aus den Kristbergschichten ein hochoberkarbonisches Alter (Stephan D) aufweisen. Warum auch das basale Autun-Alter in unsere Betrachtungen miteinbezogen wurde, ist damit zu begründen, daß eine sichere Zuordnung zu *O. brardii* (cf. Bestimmung) nicht möglich ist.

Die beiliegende Tabelle 4 soll die zur Zeit herrschende Problematik, die sich hinsichtlich der Karbon/Perm-Grenzziehung ergibt, widerspiegeln. Sie ist untrennbar mit dem Auftreten der Gattung *Callipteris* verbunden, die man bislang als Leitgattung des Perms betrachtet hat, und leider auch, trotz Klarstellung, daß eine Reihe von *Callipteris*-Arten bereits an der Basis des Stephan C auftritt (nach KOZUR, 1980 *), ist es durchaus wahrscheinlich, daß

Tab. 4: Die Verbreitung der Callipteriden an der Typlokalität des Stephans (St. Etienne) sowie deren unterschiedliche stratigraphische Ausdeutung.



*) Inzwischen wurde *C. flabellifera* im Stephan B nachgewiesen (DOUBINGER et al., 1979).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Vorläufer hiezu bereits im Stephan B auftreten), heute noch von vielen Stratigraphen an der alten Auffassung festgehalten wird. Wesentlich für unsere Betrachtungen ist die Typlokalität des Stephans (Stratotyp St. Etienne), an welchem bereits im Dach des dritten Flözes von Beaubrunn *Callipteris nicklesii* zusammen mit *C. conferta* auftritt.

Wie einleitend festgehalten, wurde die postvariskische Schichtfolge von Kötschach und Christophberg als eine zeitgleiche, lithologisch von den Kristbergschichten jedoch stark abweichende ausgewiesen. Obwohl KOZUR,1978, bereits auf die Unhaltbarkeit des Permalters der Vorkommen von Kötschach und Christophberg hingewiesen hat, blieb diese Arbeit in der Zusammenschau über die paläozoische Megaflora von Österreich (Y. G. TENCHOV, 1980) unberücksichtigt. Interessant ist die Vorgangsweise TENCHOVs bei der stratigraphischen Einstufung der beiden genannten Vorkommen. Für Kötschach nimmt er an, daß die Flora einen Zeitabschnitt wiedergibt, der vom oberen Stephan bis in das Unterperm reicht, obwohl es nicht abgeklärt ist, ob die Florenfundpunkte auch tatsächlich verschiedenen Horizonten angehören. Für die Flora vom Christophberg wird dasselbe gefordert; obwohl es dort nur einen Florenhorizont gibt, spricht TENCHOV von einem unteren Teil, der dem oberen Stephan zuordenbar sei, während er einen solchen permischen Alters im höheren Teil vermutet. Getragen von der Vorstellung, daß *Callipteris* eine permische Leitgattung sei, sieht sich TECHNOV gezwungen, aus einem Florenhorizont mindestens zwei zu machen, um aus einer an sich eindeutigen oberstephanischen Flora einen Teil in das Oberkarbon, den anderen in das Unterperm stellen zu können.

Danksagung

Den Professoren Dr. J. DOUBINGER (Laboratoire Paléontologique, Université Louis Pasteur, Strasbourg) und Dr. W. REMY (Forschungsstelle für Paläobotanik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster) sei herzlichst für die mehrmaligen schriftlichen und mündlichen Diskussionen hinsichtlich der Bestimmung einzelner Florenelemente gedankt.

Weiters möchten wir Herrn Dr. sc. Heinz KOZUR (Staatliche Museen Meiningen) sowie den Herren Dr. D. A. DONOFRIO und Dr. G. HEISSEL (Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck) für Diskussionen als auch für die Anfertigung von Dünnschliff-Fotos danken.

Literatur

ANDREAS, D., HAUBOLD, H. & KATZUNG, G.: Zur Grenze Stefan/Autun (Karbon/Perm). – Z. geol. Wiss., **3**, 6, 699 bis 716, Berlin 1975.

ANGERER, H.: Postvariszische Sedimente im Montafon (Vorarlberg). – Unveröff. Dissertation, Unversität Innsbruck, 1978.

BARTHEL, M.: Die Rotliegendflora Sachsens. Mit Beiträgen von Volker Götzelt und Gerald Urban. – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol., **24**, 1–190, 48 Taf., Dresden 1976.

BECHSTÄDT, Th., BRANDNER, R. & MOSTLER, H.: Das Frühstadium der alpinen Geosynklinalentwicklung im westlichen Drauzug. – Geol. Rdsch., **65**, 2, 616–648, Stuttgart 1976.

BERGER, R.: De Fructibus et Seminibus ex Formatione Lithathracum. – Dissertation, 30 S., 3 Taf., Vratislaviae 1848.

BOUROZ, A. & DOUBINGER, J.: Les relations entre le Stéphanien supérieur et l'Autunien d'après le contenu de leur stratotype. – C. R. Acad. Sc., **279**, série D, 1745–1748, Paris 1974.

DOUBINGER, J.: Contribution à l'étude des flores Autuno-Stéphaniennes. – Mém. S. G. F., **35**, 1–2, 180 S., 20 Fig., 17 Taf., Paris 1956.

DOUBINGER, J. & ALVAREZ-RAMIS, C.: Note sur la flore Autuno-Stéphanienne d'Albé (Vosges moyennes, France). – C. R. 104^{e} Congr. Nat. Soc. Savantes (Bordeaux, 1979), **I**, Sciences, 133-139, Paris 1979.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

DOUBINGER, J., BRANCHET, M. & LANGIAUX, J.: Présence de *Callipteris flabellifera* WEISS dans le Stéphanien de Blanzy-Montceau (Massif Central, France). – Rev. pér. „La Physiophile", Soc. ét. des Sc. nat. et hist., **91**, 67–72, 1 Taf., Montceaux-les-Mines 1979.

DOUBINGER, J. & HEYLER, D.: Note paléontologique sur le Permien de Lodève et de Bourbon-l'Archambault. – Bull. Soc. Geol. France, (7) **1**, 304–311, 3 Taf., Paris 1959.

ésence de végétaux fossiles du genre *Callipteris* BRONG. dans le terrain de Loire. – C. R. Acad. Sc., **282**, série D, 2151–2153, Paris 1976.

DOUBINGER, J. & REMY, W.: Bemerkungen über *Odontopteris subcrenulata* ROST und *O. lingulata* GOEPPERT. – Abh. dt. Akad. Wiss., **5**, 7–14, 4 Taf., Berlin 1958.

FLORIN, F.: Die Koniferen des Oberkarbons und des Unteren Perms. – Palaeontographica, **65**, Abt. B, 1–729, 65 Fig., 186 Taf., Stuttgart 1938–1945.

GOTHAN, W.: Siehe POTONIÉ, 1907.

GUTBIER, A. von: Die Versteinerungen des Rothliegenden in Sachsen. – 1–31, 12 Taf., Dresden und Leipzig 1849.

HAVLENA, V.: Das Grundproblem der Grenze Karbon-Perm in der Tschechoslowakei. – C. R. 4^{e} Congr. Strat. Géol. Carb. (1958), **1**, 277–285, Heerlen 1960.

JONGMANS, W. J. & DIJKSTRA, S. J.: Fossilium Catalogus. – Pars **48**, Junk, 's Gravenhage 1961.

JONGMANS, W. J. & DIJKSTRA, S. J.: Fossilium Catalogus. – Pars **68**, Junk, 's Gravenhage 1968.

KOZUR, H.: Bemerkungen zum Vorkommen der Gattung *Callipteris* BRONGN. im Karbon. – Verh. Geol. B.-A **1972**, H. 2, 11–22, Wien 1978.

KOZUR, H.: Beiträge zur Stratigraphie des Perm. Teil II. – Freiberger Fosch.-H., C 321, 79–121, Leipzig 1980.

LEICHTFRIED, W.: Feinstratigraphische Untersuchungen im Permoskyth des Montafon (Vorarlberg). – Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck, 1978.

MOSTLER, H.: Postvariszische Sedimente im Montafon (Vorarlberg). – Verh. Geol. B.-A., **1972,** 171–174, Wien 1972.

NIEDERMAYR, G. & SCHERIAU-NIEDERMAYR, E.: Eine Tetrapodenfährte aus dem Unter-Rotliegend von Kötschach in den westlichen Gailtaleralpen, Kärnten – Österreich. – Ann. nathist. Mus. Wien, **83**, 259–264, Wien 1980.

PELTZMANN, I.: Silurnachweis durch einen Graptolithenfund in der Grauwackenzone Vorarlbergs. – Verh. Geol. B.-A., **1932,** 160–161, Wien 1932.

POTONIÉ, H.: Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste. – Lief. II, V, VII. – K. Preuss. Geol. Landes-Anstalt, Berlin, 1904, 1907, 1910.

REMY, W.: Die *Sphenopteris-germanica*-Gruppe in den „Süplinger-Schichten" (Flechtinger Höhenzug) – ein Beleg für das Autun-Alter. – Argumenta Palaeobotanica, **5,** 161–165, Abb. 1, Münster 1978.

REMY, W. & HAVLENA, V.: Prinzipien der stratigraphischen Gliederung im terrestrisch-limnisch entwickelten Raum des euramerikanischen Florenbereiches im Jungpaläozoikum Europas. – Monber. dt. Akad. Wiss., **2**, 3–4, 230–235, Berlin 1960.

REMY, W. & REMY, R.: Die Floren des Erdaltertums. – Verlag Glückauf, Essen 1977.

REMY, W. & REMY, R.: *Callipteris conferta* (STBG.) BERGT als Standort- und Klimabeleg für die Zeit des Autun. – Argumenta Palaeobotanica, **5**, 133–147, Münster 1978.

RIEHL-HERWIRSCH, G.: Die postvariscische Transgressionsserie im Bergland östlich von Magdalensberg (Umgebung des Christophberges), Kärnten – Österreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **14 – 15** (1963–64), 229 bis 266, Wien 1965.

SETLIK, J.: Recherches paléontologiques et stratigraphiques sur le Stéphanien de la Bohème centrale et de la Moravie. – Sbornik Ústred. ústavu geol. R. Kettnera, **18**, 437–448, 1951 (französ. Zusammenfassung auf S. 445 bis 448).

STERNBERG, K. von: Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Leipzig-Prag 1820–1838.

STERZEL, J. T.: Über die fossile Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde. – Z. dt. Geol. Ges., **443**, 3, 778 bis 788, Stuttgart 1891.

STERZEL, J. T.: Die Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden. – Abh. k. sächs. Ges. Wiss., math.-phys. Classe, **19**, 1–172, 13 Taf., Leipzig 1893.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

STERZEL, J. T.: Paläontologischer Charakter der Steinkohlenformation und des Rothliegenden von Zwickau. – Erläut. Geol. Spezialkarte K. Sachsen, Section Zwickau, 87–139, 1901.

STOCKMANS, F. & WILLIÈRE, Y.: Végétaux du Westphalien A de la Belgique; Graines, inflorescences et synanges. – Centr. nat. Géol. houill., **4**, 1–118, 11 Taf., Bruxelles 1961.

TENCHOV, Y. G.: Die paläozoische Megaflora von Österreich – Eine Übersicht. – Verh. Geol. B.-A., **1980**, H. 2, 161–174, Wien 1980.

THIEDIG, F. & CHAJR, M.: Ausbildung und Verbreitung des Perms in den St. Pauler und Griffener Bergen Ostkärntens (Österreich). – Carinthia II, **164/84**, 105–113, Klagenfurt 1974.

VETTER, P.: Revision de la flora fossile du Bassin Houiller de St. Pierre-la-Cour (Magenne). – Ann. Soc. geol. du Nord, **77**, 105–120, Taf. 12–13, Lille 1957.

WEISS, Ch. E.: Die Flora des Rothliegenden von Wünschendorf bei Lauben in Schlesien. – Abh. geol. Spezialkarte Preussen u. Thüringische Staaten, **3**, 1, 1–39, 3 Taf., Berlin 1879.

ZEILLER, R.: Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève. – Ann. Musée d'Hist. nat. Marseille, **2**, 1, fasc. 1, 9–96, Taf. 2–4, Marseille 1898.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 21. Juli 1981.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 1

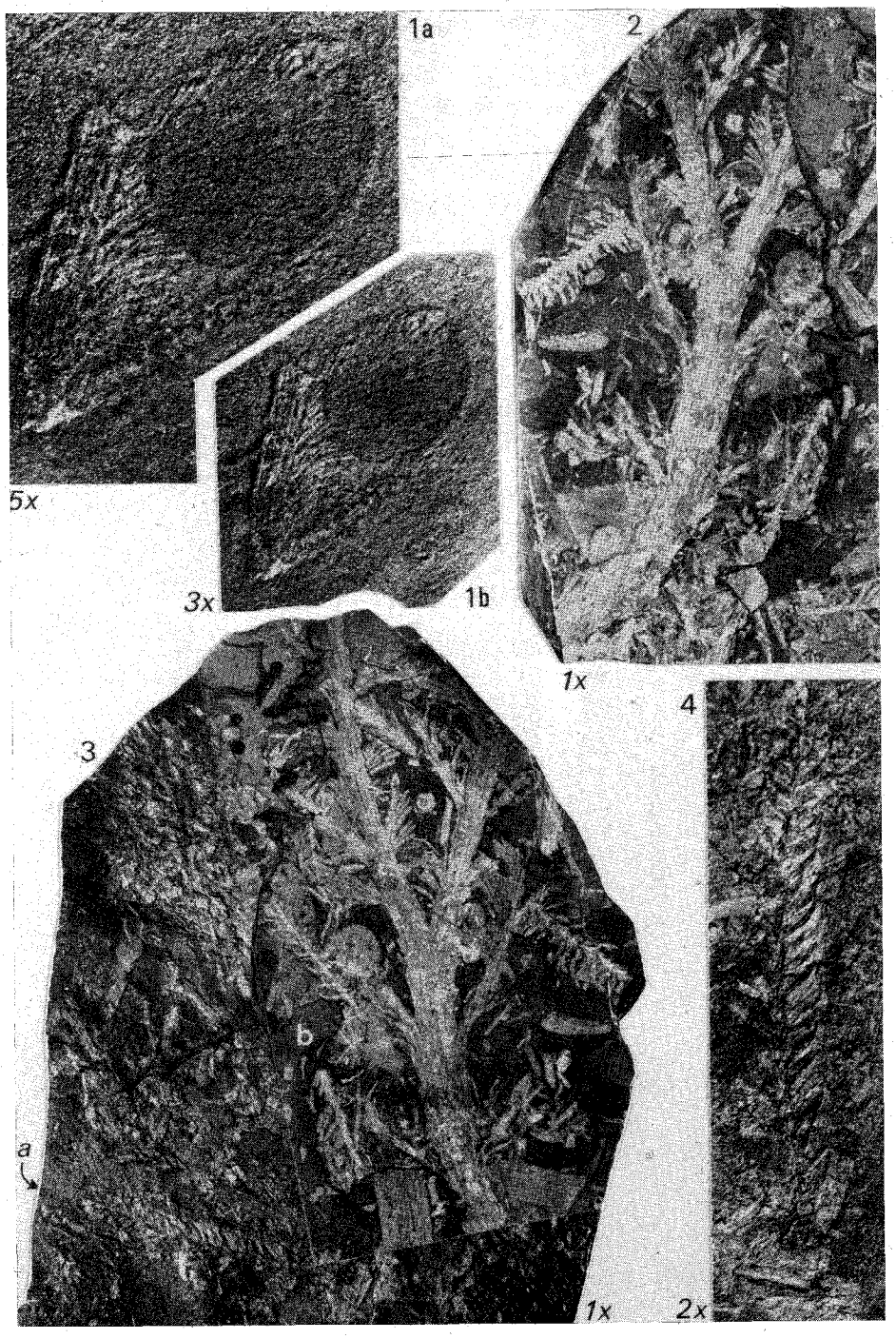
Fig. 1 a, 1 b: *Odontopteris* species 1 (cf. *brardii* [BRONGNIART] STERNBERG). Foto WILLEMSEN: Objekt 1280; 66.344/6; Katalognr. 20256 A.

Fig. 2: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER. Foto Dipl.-Geol. St. SCHULTKA (Forschungsstelle für Paläobotanik, Westfälische Wilhelms-Univ., Münster); Katalognr. 20244 A.

Fig. 3: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER. Gegenstück zu Fig. 2. Bei a Zweig der Konifere *Lebachia piniformis*. Bei b einzelne Fiederchen von *Odontopteris* species 2 (cf. *lingulata* [GOEPPERT] SCHIMPER). Foto Dipl.-Geol. St. SCHULTKA; Katalognr. 20244 B.

Fig. 4: *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN. Vergrößerung nach Fig. 3 bei b. Foto WILLEMSEN: Obj. 1278; 66.344/3; Katalognr. 20244 B.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 2

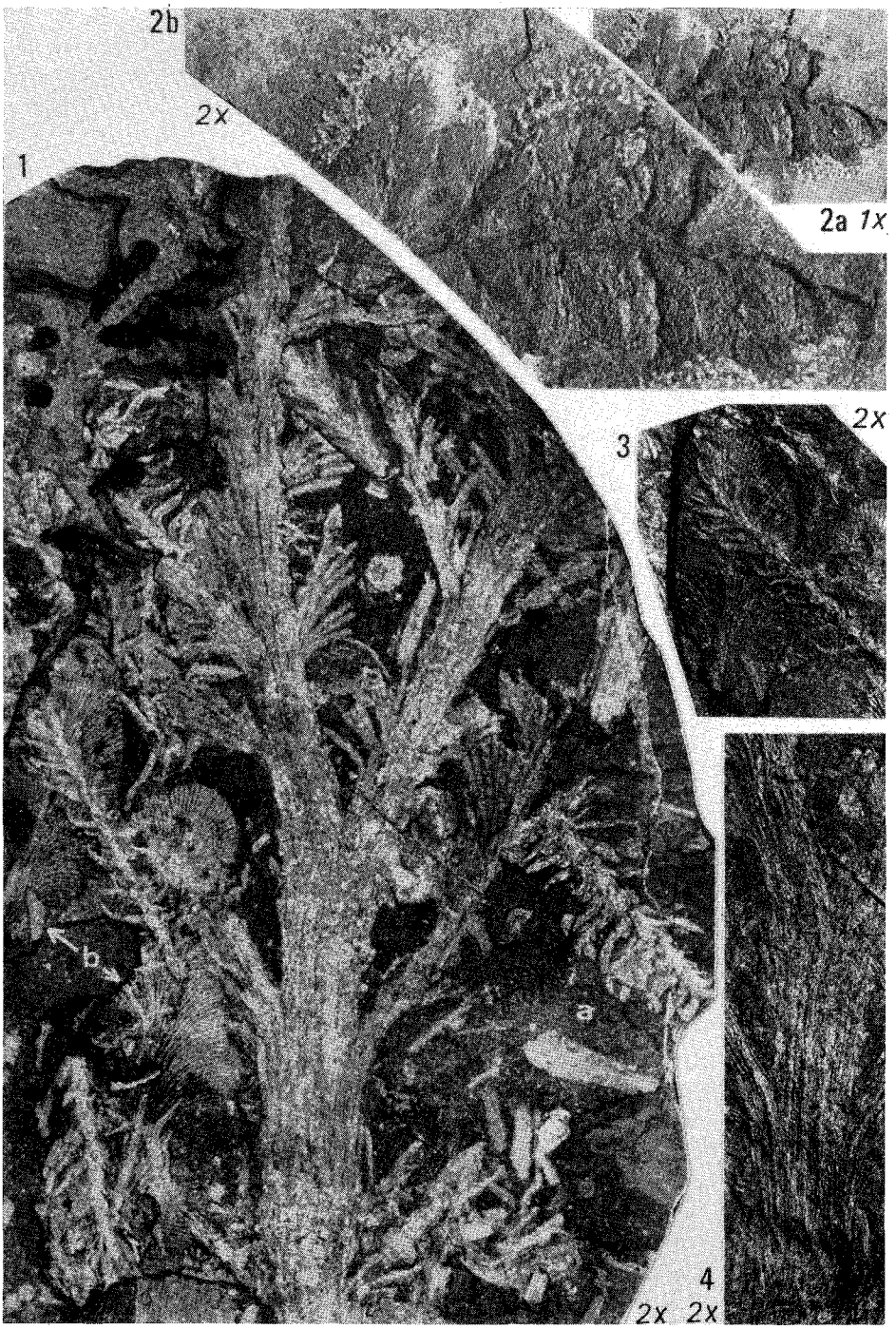
Fig. 1: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER. Vergrößerung nach Fig. 3, Taf. 1 (2 ×): Bei a *Lebachia piniformis*; bei b *Odontopteris* species 2 (cf. *lingulata* [GOEPPERT] SCHIMPER). Foto Dipl.-Geol. St. SCHULTKA; Katalognr. 20244 B.

Fig. 2 a, 2 b: *Callipteris* species Gruppe *conferta* (STERNBERG) BRONGNIART. Fieder letzter Ordnung. Foto Dipl.-Geol. St. SCHULTKA; Katalognr. 20261.

Fig. 3: *Odontopteris* species 2 (cf. *lingulata* [GOEPPERT] SCHIMPER) und *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN. Dasselbe wie Fig. 1 bei b Das *Odontopteris*-Blättchen zeigt eine relativ feine Nervatur.

Fig. 4: *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER. Detailaufnahme nach Fig. 1, Taf. 2. Achse mit feiner Streifung. Foto WILLEMSEN: Objekt 1278; 66.344/3.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 3

Fig. 1 a, 1 b: *Lebachia parvifolia* FLORIN. Stück und Gegenstück. Foto FUNCKEN: 13822 A, B; Katalognr. 20247 A, B.

Fig. 2 a, 2 b: *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN. Foto WILLEMSEN: Objekt 1279; 66.344/4; Katalognr. 20257 A.

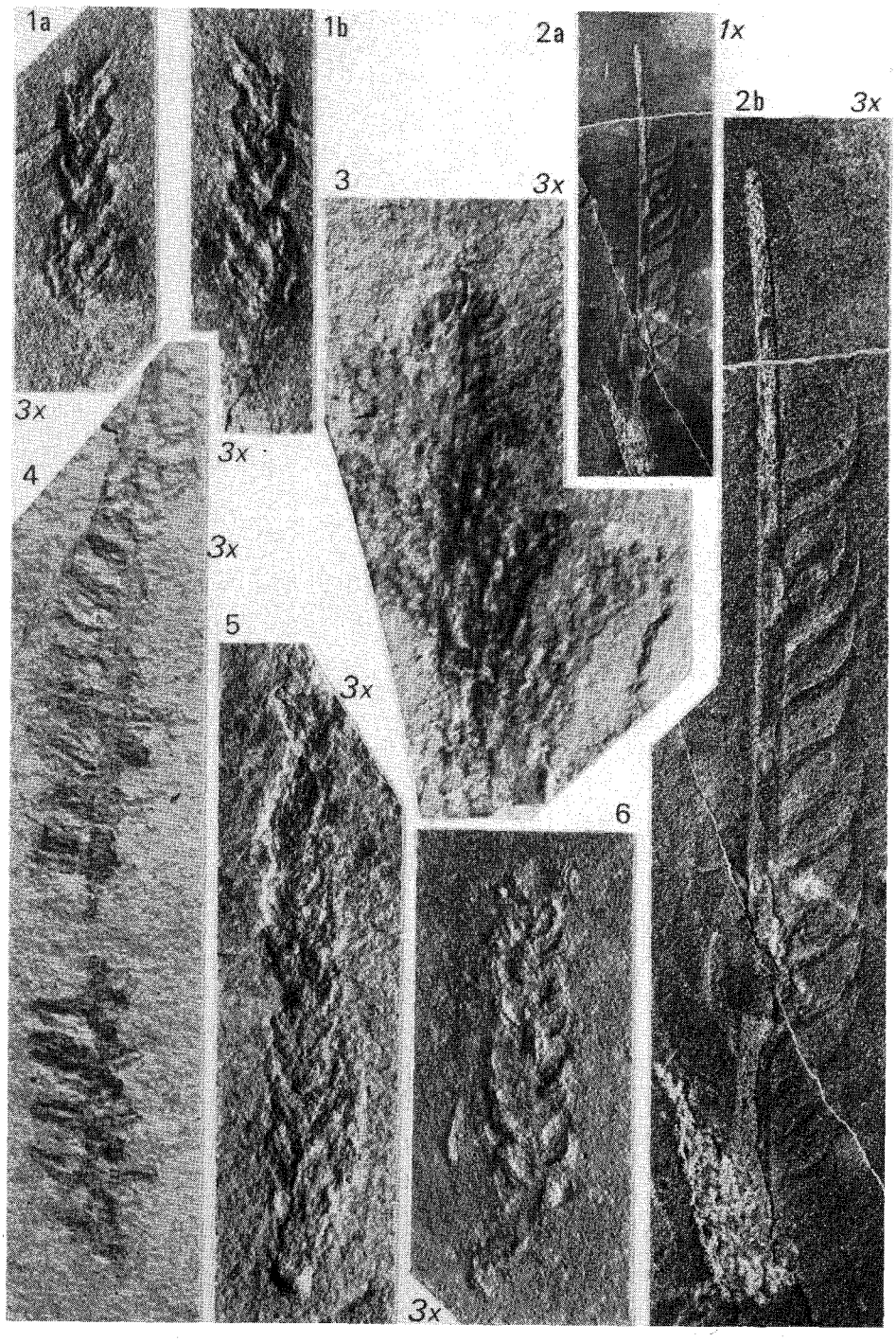
Fig. 3: *Lebachia parvifolia* FLORIN. Gipfel eines verzweigten Achsensystems. Foto FUNCKEN: 13816; Katalognr. 2048.

Fig. 4: *Ernestiodendron (Walchia) filiciforme* (SCHLOTHEIM pars) FLORIN. Foto FUNCKEN: 13819; Katalognr. 20245.

Fig. 5: *Lebachia piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN. Foto FUNCKEN: 13818; Katalognr. 20249.

Fig. 6: *Lebachia parvifolia* FLORIN. Foto FUNCKEN: 13824; Katalognr. 20246.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 4

a, 1 b: *Cordaicarpus papillosus* nov. sp. Foto WILLEMSEN: Objekt 1281; 66.344/7; Katalognr. 20254.

Odontopteris species 3 (cf. *osmundaeformis* [SCHLOTHEIM] ZEILLER). Foto FUNCKEN: 13823 B; Katalognr. 20253 B.

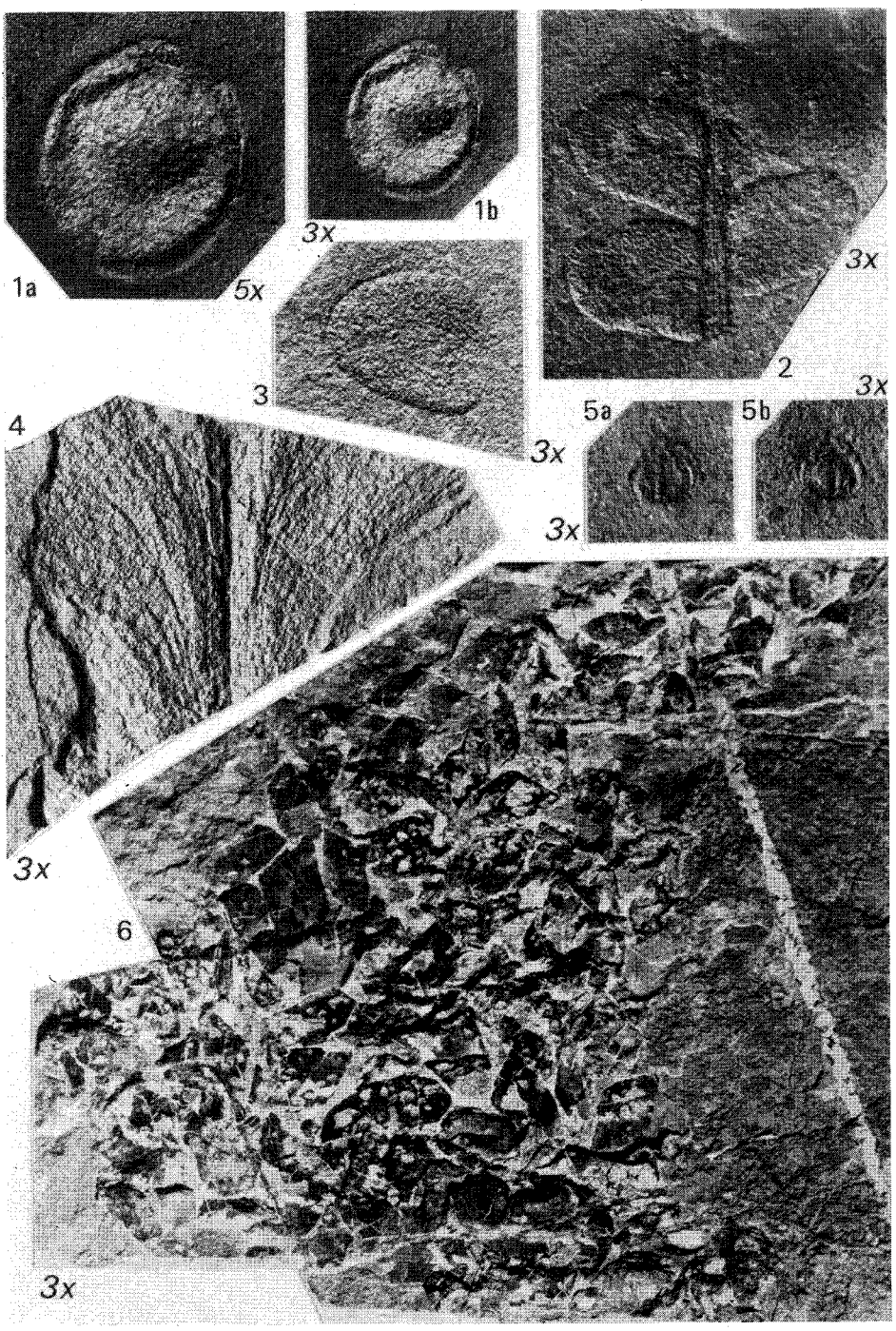
Odontopteris species 3 (cf. *osmundaeformis* [SCHLOTHEIM] ZEILLER). Foto FUNCKEN: 13820 B; Katalognr. 20251 A.

cf. *Odontopteris* sp. Foto FUNCKEN: 13825; Katalognr. 20252.

a, 5 b: *Samaropsis parviurceolata* nov. sp. Stück und Gegenstück. Foto FUNCKEN: 13821 A; 13821 B.

Fischschuppen. Foto FUNCKEN: 13825; Katalognr. 10428 (3 ×).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 5

Fig. 1: Wechsellagerung von siltigen Tonschiefern und feinkörnigen Sandsteinen (28 ×).

Fig. 2: Feinkörniger Sandstein mit hohem Matrixanteil, schwach bioturbat (35 ×).

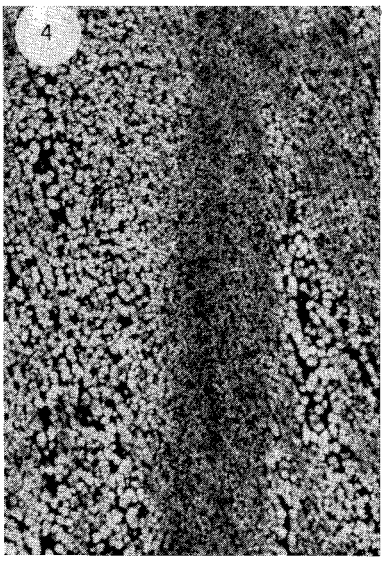
Fig. 3: Grobkörniger Sandstein, völlig unsortiert, z. T. verursacht durch Bioturbation. Charakteristisch sind die eckigen bis nur schwach gerundeten Komponenten in Sandkorngröße, wobei es sich z. T. um Gesteinsbruckstücke handelt (20 ×).

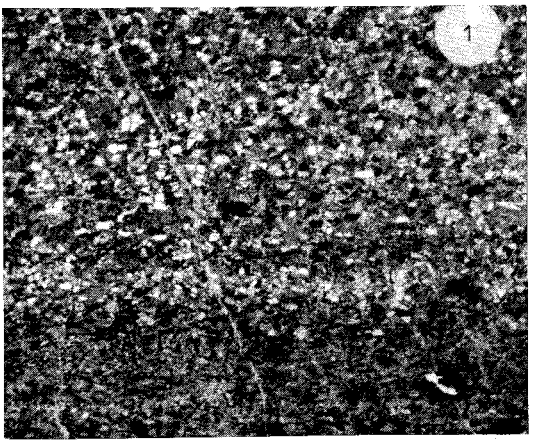
Fig. 4: Tangenitalschnitt durch einen verkieselten Prototaxiten-„Stamm" (16×).

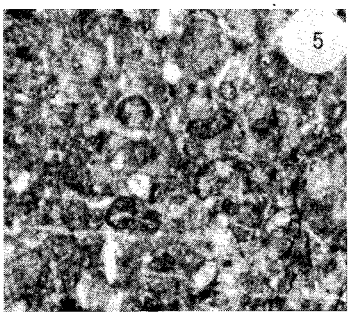
Fig. 5: Ausschnitt aus einem siliziklastisch beeinflußten Detrituskalk mit Phosphatpellets (32 ×).

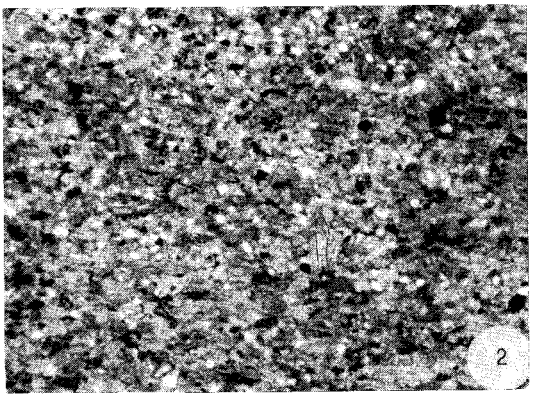
Fig. 6: Etwas verwühlter Ostracodenmikrit aus dem Übergangsbereich Salzwasser-Brackwasser.

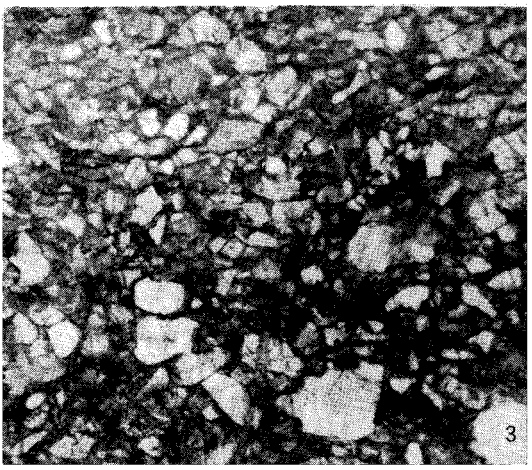
©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at











©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 6

Fig. 1: Feingeschichteter, dunkelgrauer, siliziklastika-führender Kalk (10 ×).

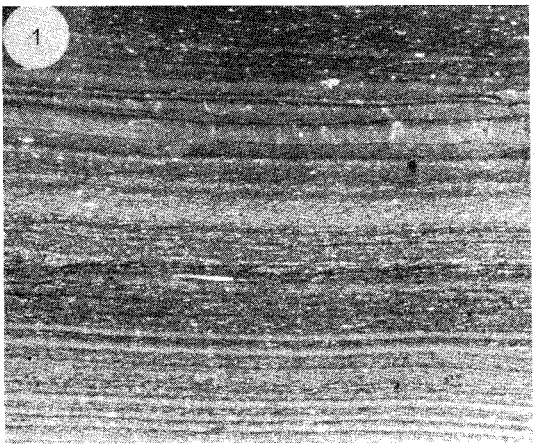
Fig. 2, 6: Die aus den geflaserten dunkelgrauen bis schwarzen Kalken nachgewiesenen Pisoidstrukturen zeigen eindeutig die In-situ-Entstehung der als Calichebildungen gedeuteten Karbonatgesteine (40 ×).

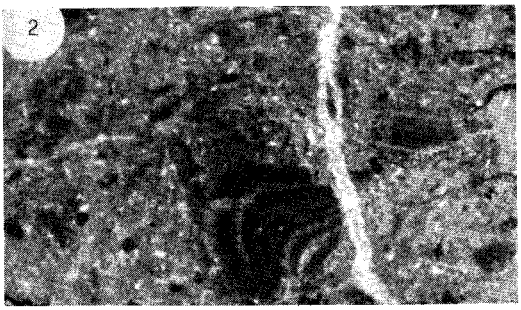
Fig. 3: Querschnitt durch ein verkieseltes Prototaxitenbruchstück (40 ×).

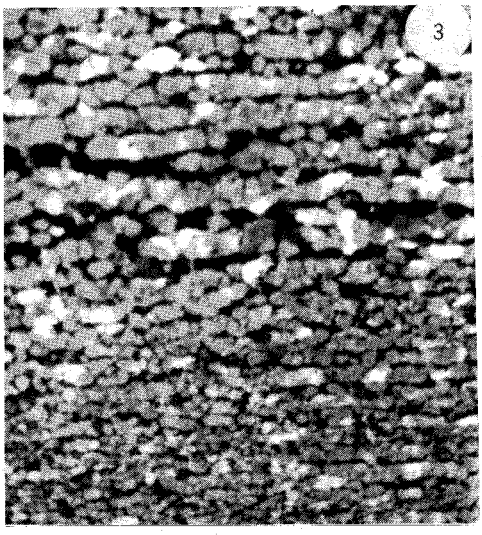
Fig. 4: Calichebildung: Kalkfragment schwimmt in einer Matrix, bestehend aus Sandpartikeln stark unterschiedlicher Korngröße, Pflanzenresten (schwarz) und Glimmern; z. T. durchwühlt (20 ×).

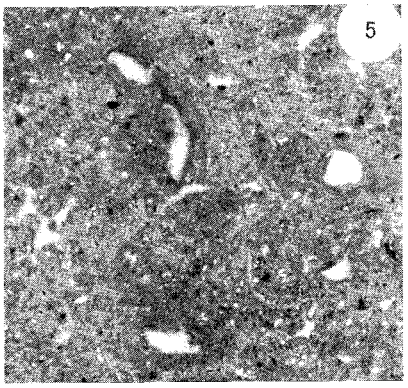
Fig. 5: An Wühlspuren erinnernde, aber von den Wurzeln produzierte Gefüge (weiß = ehemalige Wurzelsubstanz; dunkelgrau der von den Wurzeln umschlossene Randbereich) (25 ×).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at









©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

TAFEL 7

Fig. 1: Schwarzer laminierter Kalk, wobei ein Teil der intermittierenden Lagen auf Kalkresedimente zurückgeht; örtliche Verwühlung (siehe Mitte oben) (20 ×).

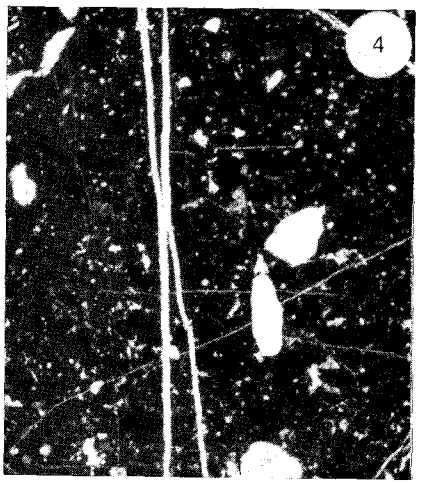
Fig. 2: Spätdiagenetische Umkristallisation innerhalb einer Kalkkruste (35 ×).

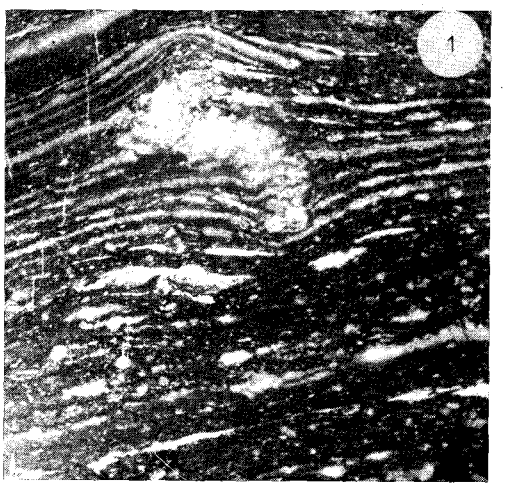
Fig. 3: Grobgeschichtete Dolomite mit intensiver Stylolithenbildung; im Hinblick auf Biogene völlig steril (15 ×).

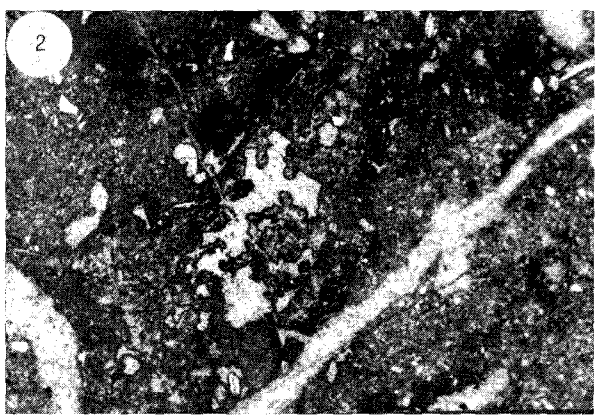
Fig. 4: Teilausschnitt aus einer Calichebildung, in der verschiedene Korngrößen von Siliziklastika vorliegen, wie sie aus Paläoböden bekannt sind (32 ×).

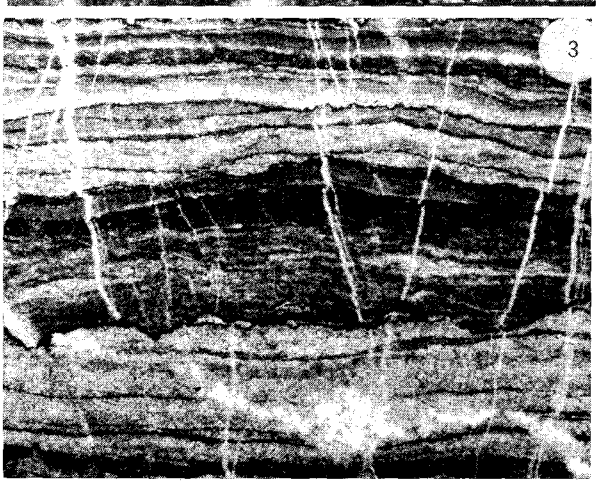
Fig. 5, 6: Querschnitte durch Knochenreste von Fischen (30 ×).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: 124

Autor(en)/Author(s): Angerer Hans, Mostler Helfried, Amerom Hendrik W.J. van

Artikel/Article: Über eine Autuno-Stephanische Flora aus den Kristbergschichten im Montafon, Vorarlberg (Österreich) 283-323