

Jungproterozoische Mikrofossilien aus der Habachformation in den mittleren Hohen Tauern und dem nordostbayerischen Grundgebirge

Von ERHARD REITZ & RUDOLF HÖLL*)

Mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln

*Salzburg
Hohe Tauern
Jungproterozoikum
Ältere Schieferhülle
Acritarchen
Cyanobakterien
Stratigraphie*

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 151, 152

Inhalt

Zusammenfassung	329
Abstract	329
1. Einleitung	330
2. Probenaufbereitung	330
3. Palynostratigraphie im Jungpräkambrium	330
4. Fossilführende Gesteinsserien	330
4.1. Die Habachformation in den mittleren Hohen Tauern	330
4.1.1. Fossilbefund	333
4.1.2. Vergleichsbeispiele	334
4.2. Die Prasinit-Phyllit-Serie am Südrand der Münchberger Gneismasse	334
4.2.1. Fossilbefund	334
4.3. Das Moldanubikum bei Rittsteig im Hinteren Bayerischen Wald	334
4.3.1. Fossilbefund	334
5. Systematische Übersicht der Funde	335
6. Schlußbemerkungen	336
Dank	340
Literatur	340

Zusammenfassung

Für Teile der Habachformation in den Hohen Tauern wird erstmals eine biostratigraphische Altersbestimmung vorgelegt. Sie stützt sich auf Mikrofossilvorkommen in Phylliten („Habachphylliten“) des Habachtals und in gebänderten Metasedimenten (Muskovit-Chlorit-Biotit-Albit-Schiefer und Graphit-Quarzite) aus der Basisschieferfolge am Osthang des Felbertals westlich vom Brentling.

Die Habachphyllite enthalten Acritarchen, die für den Zeitraum Oberriphäikum bis Untervendium bezeichnend sind. Die Basisschieferfolge hat nur Reste von coccoïden Cyanobakterien geliefert. Diese erlauben keine genaue stratigraphische Einordnung, denn Cyanobakterien dieses Typs sind im gesamten Proterozoikum weit verbreitet.

Ähnliche Spektren wie in den Habachphylliten haben sich in Phylliten aus der Prasinit-Phyllit-Serie am Südrand der Münchberger Gneismasse gefunden, dort mit Acritarchen des unteren Vendiums.

Florenzgemeinschaften aus Cyanobakterien und Acritarchen sind auch in Biotit-Phylliten aus dem Hinteren Bayerischen Wald entdeckt worden. Diese weisen auf den Grenzbereich Präkambrium/Kambrium hin.

Auf der Basis lithostratigraphischer Vergleiche hat man bisher für die vulkanosedimentäre Habachformation und für die Prasinit-Phyllit-Serie ein altpaläozoisches Alter vermutet. Dem palynologischen Vergleich zufolge dürften beide Serien der jungproterozoischen Spillit-Serie in Böhmen nahestehen.

Abstract

Parts of the Habachformation (Hohe Tauern) are dated for the first time by organic-walled microfossils. The material processed comprises phyllites („Habach phyllites“) from the Habachtal and banded metasediments of the basal schist sequence from the eastern slope of the Felbertal to the west of the Brentling peak. The Habach phyllites have yielded acritarchs, which are characteristic for the time interval from Upper Riphean to Lower Vendian. In contrast the metasediments of the basal schist sequence have yielded only coccoïdal cyanobacteria. Their wide distribution in the Proterozoic era prevents a more precise dating. Microfossil assemblages similar to those from the Habach phyllites are recorded from phyllites of the „Prasinit-Phyllit-Serie“ at the southern margin of the „Münchberg Gneismasse“ in northeastern Bavaria. The latter

*) Anschriften der Verfasser: Dr. ERHARD REITZ, Geologisch-Paläontologisches Institut der Justus Liebig-Universität Gießen, Senckenbergstraße 3, D-6300 Gießen; Univ.-Prof. Dr. RUDOLF HÖLL, Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie, Universität München, Luisenstraße 37, D-8000 München.

includes acritarchs, which are characteristic of the Lower Vendian.

Moreover, microbiotas containing cyanobacteria and acritarchs have been isolated from phyllitic micaschists from the Moldanubian of the Lam-Bodenmais area in eastern Bavaria, which indicate an uppermost Proterozoic to lowermost Cambrian age.

Based on lithostratigraphic comparisons a Lower Palaeozoic age of the Habachformation and the Prasinit-Phyllit-Serie had been assumed formerly. The results of the present investigations reveal that both series can probably correlate with the Late Proterozoic Spltic Group of Bohemia.

1. Einleitung

Neue Untersuchungen haben gezeigt, daß sich pflanzliche Mikrofossilien, wie Sporen und Acritarchen, auch aus metamorphen Gesteinen, selbst aus solchen der tiefen Amphibolit-Fazies gewinnen lassen, wenn man besondere Aufbereitungsverfahren anwendet. Solche Funde liegen aber durchwegs in graphitisierendem und/oder pyritisierendem Zustand vor und erscheinen somit im Durchlicht als strukturlose schwarze Körper. Die Fossilstrukturen werden wieder sichtbar, wenn man die Auflicht-Dunkelfeld-Beleuchtung zum Durchlicht-Hellfeld addiert. In der Regel wird auf diese Weise die Bestimmung des Fundes möglich.

So erlaubt diese Methode die Unterscheidung der opaken organischen Substanz von Pyrit und anderen opaken Mineralen. Die letzteren heben sich deutlich durch ein höheres Reflexionsvermögen und durch Spaltrisse von der graphitisierten organischen Substanz ab.

2. Probenaufbereitung

Die Fossilstrukturen erweisen sich als chemisch widerstandsfähig. Sie wurden selbst durch Einwirkung stärkerer Säuren nicht merklich angegriffen. Es entspricht unserer Erfahrung, daß auch proterozoische Mikrofossilien in guter Erhaltung aus dem Gestein isoliert werden können, wenn man schonende Aufbereitungsverfahren anwendet.

Folgendes Verfahren hat sich bewährt:

Das zerkleinerte Probenmaterial wird mit 30 %-iger Salzsäure kurze Zeit gekocht. Nachdem sich der Gesteinsschlamm abgesetzt hat, wird die verbrauchte Salzsäure dekantiert. Anschließend wird der Probenrückstand mehrmals gewaschen, in einen 600 ml fassenden Polypropylenbecher umgefüllt und mit ca. 150–200 ml 60 %-iger Flußsäure versetzt. Nach 24 Stunden wird überprüft, ob das Silikat-Gestein in Lösung gegangen ist. Ist das nicht der Fall, erneuert man die verbrauchte Flußsäure. Nach Auflösung des Gesteines wird die Flußsäure dekantiert und der Rückstand mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Danach wird mit 30 %-iger Salzsäure gekocht, bis die Fluoride gelöst sind. Anschließend entfernt man durch Waschen mit destilliertem Wasser die Salzsäure und spült den gewonnenen Rückstand durch ein Nylonsieb von 5 µm Maschenweite. Der Siebrückstand wird in Glyzeringelatine als Einbettungsmedium eingetragen und so auf den Objektträger gebracht.

3. Palynostratigraphie im Jungpräkambrum

Jungpräkambrum und frühes Paläozoikum unterscheiden sich deutlich in ihren Acritarchenspektren. Auffallend und charakteristisch ist die einfachere Morphologie der jungpräkambrischen Acritarchen. Während hier fast ausschließlich sphäromorphe Acritarchen vertreten sind, setzt mit Beginn des Kambriums fast explosionsartig die Verbreitung der acanthomorphen Acritarchen ein (Abb. 1). So läßt sich hier eine definierbare Grenze ziehen (KNOLL & SWETT, 1987).

Die Evolution des proterozoischen Phytoplanktons zeigt insgesamt einen mehr kontinuierlichen, langsamen Fortschritt. Das betrifft sowohl die Artenzahl als auch die Häufigkeit der Individuen im Sediment (PFLUG & REITZ, 1988; VIDAL & KNOLL, 1983). Einen Höhepunkt erreicht die Entwicklung im Oberriphäikum. Von da an werden die Acritarchenspektren bis zum Ende des Proterozoikums ständig ärmer an Arten und Individuen. Die Ursachen für diesen Niedergang im Vendium sind nicht klar. Paläoklimatische Faktoren, wie z. B. die weltweite untervendische Vereisung, und paläogeographische Veränderung wie die weltweite Regression und der Zusammenschluß des panafrikanischen Kontinents haben möglicherweise eine Rolle gespielt. Von Einfluß ist vielleicht auch das Aufkommen der neuen großkörperlichen Fauna und der megaphytischen Algen.

4. Fossilführende Gesteinsserien

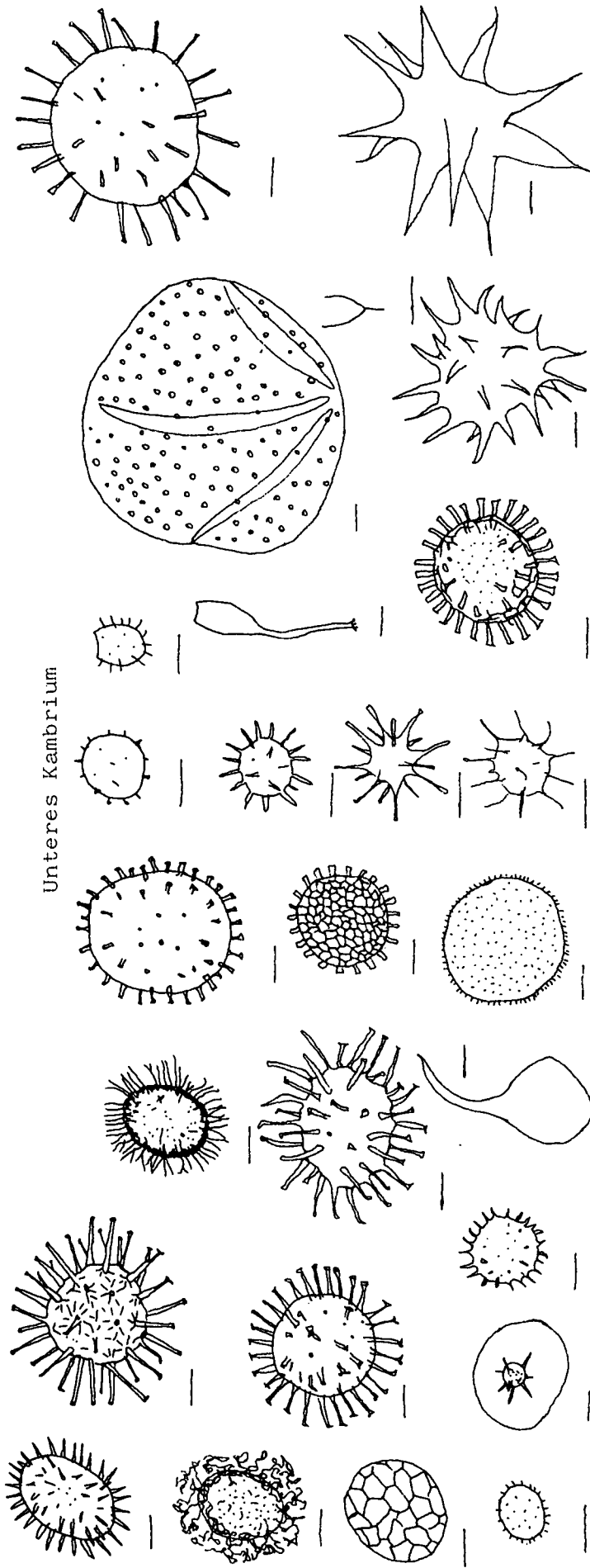
4.1. Die Habachformation in den mittleren Hohen Tauern

Der Begriff „Habachserie“ wurde erstmals von FRASL (1958) definiert und zur Bezeichnung einer als altpaläozoisch erachteten Geosynklinalfüllung verwendet, deren Gesteine aufgrund ihrer räumlichen Verbreitung und Mächtigkeit die wichtigste vormesozoische Serie der mittleren Hohen Tauern repräsentieren.

Das bisher allgemein vermutete altpaläozoische Alter (insbesondere Ordovizium bis Devon) wurde aus dem Vergleich mit fossilbelegten altpaläozoischen Gesteinsserien der Ostalpen abgeleitet. SCHÖNLAUB (1979) hat jedoch auch erwogen, daß die Habachformation möglicherweise dem Jungproterozoikum der Böhmisches Masse nahestehen könnte.

Die von HÖCK et al. (1982) vorgeschlagene Umbenennung in „Habachformation“ zwecks Betonung des bisherigen lithostratigraphischen Gliederungscharakters hat sich im jüngsten Schrifttum durchgesetzt und wird auch in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Die Habachformation erreicht zwischen Krimmler Achenal und dem Kaprunertal eine W–E-Erstreckung von 40 km, in der N–S-Richtung bis 25 km. Die aufgeschlossenen Gesamtmächtigkeiten schwanken zwischen etwa 1500 m (Habachtal) und bis über 4000 m (Hollersbachtal bis Amertal). Die Habachformation wird nach HÖLL (1975) aus drei größeren Gesteinseinheiten aufgebaut: Basisschiefer, Eruptivgesteinsfolge und Habachphyllite. Die Basisschieferfolge repräsentiert den tiefsten Teil der Habachformation. Sie beinhaltet eine im Felbertal bis etwa 400 m mächtige, metasedimentäre Gesteinseinheit mit vorherrschend metapelitischen Muskowit-Chlorit-Biotit-Albit-Schiefern und rhythmisch



Unteres Kambrium

Oberes Proterozoikum

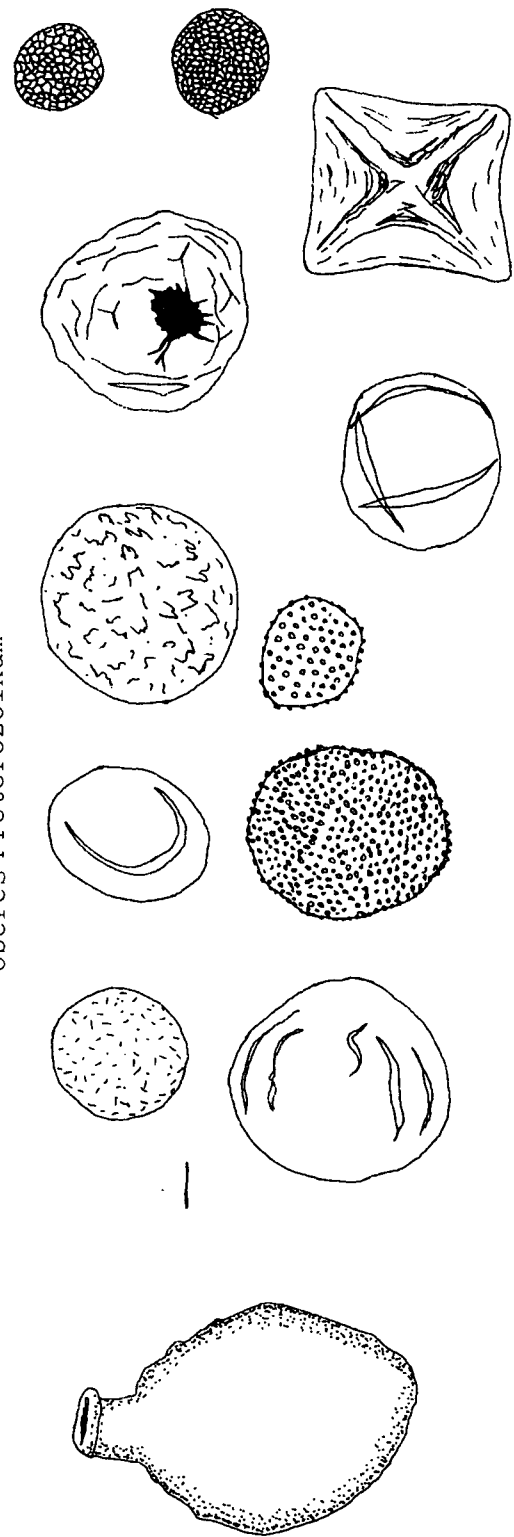


Abb. 1. Acritarchen des oberen Proterozoikums und des unteren Kambriums. Auffallend und charakteristisch ist die einfachere Morphologie der jungpräkambrischen Acritarchen. Verändert nach DOWNIE (1984). Maßstab = 10 µm.

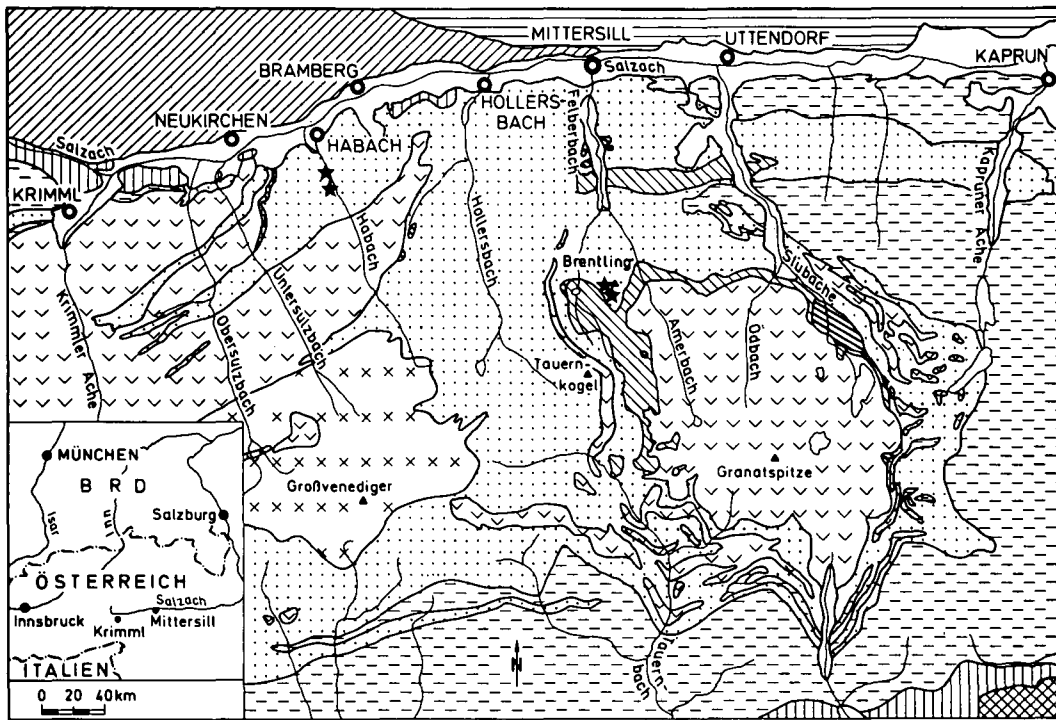


Abb. 2.
Geologische Übersichtskarte der mittleren Hohen Tauern mit der Lage der Fossilvorkommen.

GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE DER MITTLEREN HOHEN TAUERN

L E G E N D E

PENNINIKUM (TAUERNFENSTER)

— JÜNGERE SCHIEFERHÜLLE (PERMOMESOZOIKUM)

▨ HACHELKOPFMARMOR

▧ ZENTRALE GRANITISCHE GNEISE

×× ZENTRALE TONALITISCHE GNEISE

▩ SERPENTINITE

▨ HABACHFORMATION (UND SERIE DER ALTEN GNEISE)

▨ BASISAMPHIBOLIT UND "ZWÖLFERZUG"

OSTALPINE EINHEITEN

▨ GRAUWACKENZEONE

▨ QUARZPHYLLITZONE

▨ UNTEROSTALPIN: MATREIERZONE, KRIMMLER TRIAS, WENNS-VEITLEHENER KALKZUG

▨ ALTKRISTALLIN SÜDLICH DER HOHEN TAUERN

★ FOSSILFUNDPUNKT

0 5 10 Km

R. HÖLL, E. REITZ 1988

gebänderten (Chlorit-)Biotit-Gneisen, ferner untergeordnet Lagengneisen, Graphitquartziten, sehr seltenen Apatitquartziten und Kalksilikatgneisen sowie Metabrekzien und Metakonglomeraten (HÖLL, 1975; GILG, 1987; KUPFERSCHMIED, 1987). Die Metasedimente führen verbreitet organogene Anteile. Einschaltungen von basischen, intermediären und sauren Magmatiten entsprechen aufgrund petrographischer und geochemischer Merkmale den Metavulkaniten der auflagernden Eruptivgesteinsfolge. Als Sedimentationsraum der flyschoiden Ausgangsgesteine mögen Areale mit fächerförmigen Sedimentschüttungen in einem „back-arc-basin“ oder „fore-arc-basin“ anzunehmen sein.

Die in der Habachformation mengenmäßig weitaus dominierende Eruptivgesteinsfolge repräsentiert eine kontinentale Inselbogenentwicklung. Sie besteht vor allem aus basischen, intermediären und sauren sowie lokal auch ultramafischen Metamagmatiten, überwiegend Eruptivgesteinen. Metasediment-Einlagerungen sind offenbar auf wenige stratigraphische Abschnitte beschränkt. Die Eruptivgesteinsfolge enthält in ihrem untersten, einige hundert Meter (in der Lagerstätte Fel-

bertal bis über 300 m) mächtigen Teil die schichtgebundene Scheelitführung („Schellit-führende Serie“) (HÖLL, 1975).

Die Habachphyllite sind vor allem im vorderen Habachtal verbreitet. Sie umfassen vorherrschend dunkelgrau bis schwarzgraue Phyllite. Diesen Metapeliten sind Graphitquartzite sowie vulkanogene (saure und intermediäre) Einschaltungen als Nachphasen zur Eruptivgesteinsfolge zwischengelagert.

Das untersuchte Probenmaterial umfaßt:

- 12 Proben aus der Basisschieferfolge des Felbertals und Amertals, davon 7 Proben am Steig westlich bis südsüdwestlich des Brentling (2070 bis 2120 m SH) (Kartenblatt 152 Matrei in Osttirol: R 686 600, H 52 28 750 bis R 686 750, H 52 28 500).
- 5 Proben aus den Habachphylliten, entlang der Straße im Habachtal mit Aufsammlungen aus dem Anstehenden und aus großen Habachphyllitblöcken zwischen 1090 und 920 m SH (Kartenblatt 151 Krimml: R 674 250, H 52 32 800 bis R 673 800, H 52 34 050).

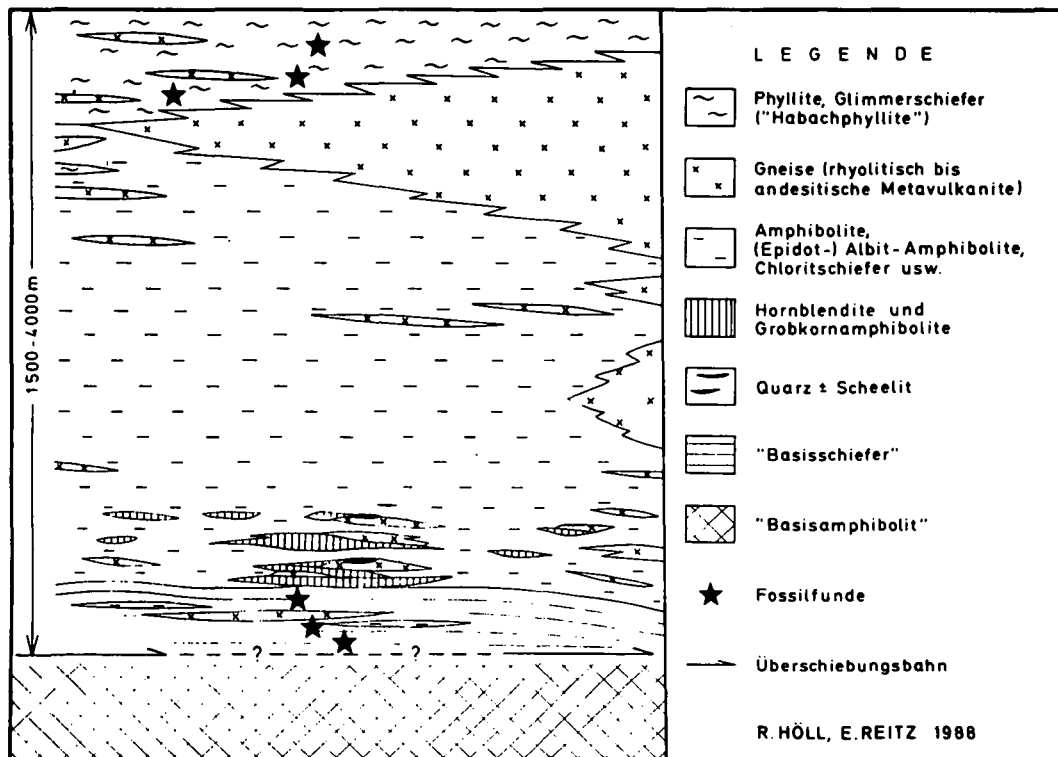


Abb. 3.
Schematisches Profil durch die Habachformation mit der stratigraphischen Position der Fossilfunde.

4.1.1. Fossilbefund

Wie sich in den Mazerationspräparaten zeigte, enthalten alle Habachphyllit-Proben reichlich organische Substanz in hochinkohlem Zustand. Körperlich erhaltene Mikrofossilien fanden sich in zwei Proben. Zahlenmäßig vorherrschend sind kleine, glattwandige, kugelige Hüllen, die ca. 5–15 μm im Durchmesser erreichen. Sie deuten sich als Reste einzelliger Algen oder Cyanobakterien. Wichtiger sind dickwandige Prasinophyceen, die in den Präparaten regelmäßig vorkommen. Am häufigsten sind Zysten des Formengenus *Protosphaeridium* TIMOFEEV. Auf deren Wänden ist oft noch die feingranuläre Oberflächenskulptur gut zu erkennen. Ferner treten die größeren Zysten der Trachysphaeridien regelmäßig auf. Diese beiden dickwandigen Vertreter der Prasinophyceen sind typisch für das Jungpräkambrium und darin weit verbreitet. So stellt VIDAL (1976) fest, daß *Protosphaeridium* und *Trachysphaeridium* TIMOFEEV in den Spektren der Visingsö-Schichten in Südschweden vorherrschen. Von noch größerer Bedeutung sind zwei weitere Fossilgruppen in den Habachphylliten, nämlich das Genus *Octoedryxium* RUDAVSKAYA und die Gruppe der sog. „vasenförmigen Mikrofossilien“. *Octoedryxium* ist ein typischer und verbreiteter Vertreter des unteren Vendiums. Die „vasenförmigen Mikrofossilien“ gelten als leitend für den Abschnitt oberes Riphäikum bis unteres Vendium.

Die sonst in jungpräkambrischen Gesteinen charakteristischen und regelmäßig anzutreffenden Leiosphaeren wurden nicht gefunden. Diese dünnwandigen Formen werden jedoch erfahrungsgemäß durch die Metamorphose leichter zerstört als kleinere, dickwandige Vertreter. Auch in Phylliten des Paläozoikums erhalten sich ausschließlich dickwandige Sporen, während dünnwandige nicht mehr nachgewiesen werden können.

Der Fossilbefund aus den Habachphylliten stimmt sehr gut mit den Mikrofossil-Spektren der weiter unten

genannten Vorkommen überein. Er ist als typisch für den Grenzbereich Riphäikum/Vendium anzusehen.

In den Basisschiefern am Felbertal-Osthang wurden in einigen Proben kleine Zellen in coccoiden Verbänden in großer Zahl gefunden. Die Durchmesser der Zellen liegen unter 10 μm . Die Zellwände sind durchwegs schlecht erhalten und graphitisiert. Besser erhaltene Formen lassen aber erkennen, daß chroococcale Cyanobakterien vorliegen. Diese sind auch sonst in Gesteinen des Proterozoikums weit verbreitet, besonders bei kieseliger und karbonatischer Fazies. In Quarziten-Graphitquarziten der Basischieferfolge ist akzessorisch Calcit zugegen. Dies ist bedeutsam, da in einer derartigen Probe auch chroococcale Cyanobakterien mit einer Hülle aus Pyrit gefunden wurden. Nach der Behandlung dieser mazerierten Probe mit HNO_3 , das den Pyrit weglöste, blieben die kohligen, organischen Bestandteile der Zellen zurück. Jede Zelle scheint von einer glatten, unlaminieren Hülle mit 1–2 μm Stärke umgeben zu sein. Die Morphologie entspricht nach Größe und Gestalt dem Formgenus *Bisacculooides* OEHLER. Solche Formen sind erstmals von LOVE & ZIMMERMAN (1961) im mittelproterozoischen Mount Isa Shale in Nordaustralien gefunden worden. Da auch Probenmaterial vom Mount Isa zur Verfügung stand, konnten die Funde aus der Basisschieferfolge mit den Typusformen direkt verglichen werden. Sie sind nicht unterscheidbar.

Diese Fossilfunde aus den Basisschiefern des Felbertals erlauben jedoch keine genaue stratigraphische Einordnung, da chroococcale Cyanobakterien dieses Typus im gesamten Proterozoikum bekannt sind. In Verbindung mit der faziellen Entwicklung der Basischieferfolge und mit den Fossilfunden in den Habachphylliten erscheint dennoch eine Interpretation möglich. Im mittleren Riphäikum hatten chroococcale Cyanobakterien in den karbonatisch-kieseligen Gesteinsbildungen der Stromatolithe ihre Hauptverbreitung.

Vom oberen Riphäikum bis zum Kambrium verliert dann die Stromatolithen-Fazies mehr und mehr an Bedeutung (WALTER & HAYS, 1985). Diesem derzeitigen Erkenntnisstand zufolge paßt die vorliegende Fazies der schwach karbonatischen, z. T. feinlaminierten Quarzite-Graphitquarzite und Apatitquarzite am besten in den Zeitabschnitt Oberes Riphäikum/Unteres Vendium. In diesem Zeitabschnitt sind weltweit ähnliche Gesteine und Mikrofossilien vertreten.

4.1.2. Vergleichsbeispiele

Mikrofossil-Spektren, die denen aus den Habachphylliten der Habachformation entsprechen, sind unter anderem aus folgenden Vorkommen bekannt:

- 1) Untere Båtsfjord Formation der Oberen Barents-See Gruppe in der östlichen Finnmark, Nordnorwegen (VIDAL & SIEDLECKA, 1983).
- 2) Chuar Gruppe, Grand Canyon, Arizona (VIDAL & FORD, 1985).
- 3) Typlokalität des oberen Riphäikums im südlichen Ural (JANKAUSKAS, 1982)
- 4) Visingsö-Schichten in Südschweden (VIDAL, 1976)
- 5) Ryssö-Formation in Spitzbergen (KNOLL & CALDER, 1983)

Alle diese Vorkommen gehören ins obere Riphäikum oder ins untere Vendium.

Die radiometrischen Altersdaten dieser Fossilvorkommen streuen:

VIDAL (1981) gibt für die obere Visingsö-Formation ein Alter von 707 ± 37 M. J. an. KELLER & KRASNOBAEV (1983) legen die Grenze zwischen Riphäikum und Vendium bei 650 ± 10 M. J. fest, HARLAND et al. (1982) dagegen bei 670 M. J.

4.2. Die Prasinit-Phyllit-Serie am Südrand der Münchberger Gneismasse

Die Prasinit-Phyllit-Serie am Südrand der Münchberger Gneismasse baut sich aus grünschieferfaziell überprägten basischen Vulkaniten und tonigsandigen Sedimenten auf. Die Serie stellt nach STETTNER (1964) eine verhältnismäßig engbegrenzte stratigraphische Einheit dar. In der näheren oder weiteren Umgebung finden sich lithologisch ähnliche Gesteinsabfolgen, und zwar in Schichten des Ordoviziums und des Kambriums, aber auch im Oberproterozoikum von Böhmen.

Die fossilführende Probe stammt von den Klippen am Steinbühl, 500 m südlich von Sparneck (TK 25, Blatt 5837: Weissenstadt, R 44 88 74, H 55 57 88).

4.2.1. Fossilbefund

Gemessen am Metamorphosegrad des Gesteines ist die Erhaltung der Acritarchen recht gut. Im Spektrum dominieren die sphaeromorphen Acritarchen, wie das bei oberproterozoischen Vorkommen die Regel ist. Da es sich hierbei um mehr oder weniger dünnwandige Zysten handelt, ist die Außenwand meist stark korrodiert und zerrissen. Morphologische Wandstrukturen lassen sich meist nicht mehr erkennen, und eine ge-

naue systematische Zuordnung ist in den meisten Fällen nicht mehr möglich.

Von stratigraphischer Bedeutung ist das Vorkommen von polygonomorphen Acritarchen der Gattung *Octoedryxium truncatum* (RUDAVSKAYA, 1973) VIDAL 1976. *Octoedryxium* ist eine octaedrische Zyste mit einfacher, glatter und z. T. poröser Wand. Insgesamt wurden 3 Exemplare gefunden, die zwischen 20 und 30 μm im Durchmesser schwanken. VIDAL (1976) hat 50 Exemplare vermessen, die von 15 bis 80 μm im Durchmesser rangieren, mit einem Maximum zwischen 30 und 40 μm .

Nach VIDAL & KNOLL (1983) kommt *Octoedryxium* verstreut in flachmarinen Ton- und Siltsteinen des unteren Vendiums vor, jedoch können in einzelnen Horizonten diese Acritarchen auch in Massen auftreten. Das ist z. B. in den oberen Visingsö-Schichten in Südschweden der Fall. Wieviel im vorliegenden Material ursprünglich vorhanden war, kann nicht gesagt werden, da erfahrungsgemäß durch die Metamorphose der weitaus größte Teil des Phytoplanktons zerstört wird.

4.3. Das Moldanubikum bei Rittsteig im Hinteren Bayerischen Wald

Das Lam-Bodenmaier Kristallin setzt sich aus metapelitischen bis -psammitischen Gesteinen zusammen, die den Bereich der oberen Grünschieferfazies im Norden bis hin zur Anatexis im Süden umfassen (BLÜMEL, 1972).

In die grünschieferfaziellen Biotit-Phyllite sind Glimmerquarzite und kristalline Kalke eingeschaltet. Glimmerschiefer, Quarzit und Marmor enthalten vielfach staubfeine Graphitpartikel.

Die fossilführenden Proben stammen aus Biotit-Phylliten nahe der Angl-Mühle, 1000 m östlich Rittsteig (TK 25, Blatt 6744: Rittsteig, R 45 77 55, H 54 57 27 und R 45 77 72, H 54 57 35). Bereits früher haben sich 500 m weiter nördlich dieser Fundpunkte in einem lithologisch ähnlichen Biotit-Phyllit Sporen früher Landpflanzen gefunden. Das Sporenspektrum zeigt oberes Silur der Pridoli-Stufe an (PFLUG & REITZ, 1987).

4.3.1. Fossilbefund

Aus den Proben nahe der Angl-Mühle konnte ein Spektrum mit sphaeromorphen Acritarchen isoliert werden. Die Erhaltungszustände erlauben noch eine Identifizierung. Neben den feingranulaten Hüllen von *Protosphaeridium* tritt regelmäßig die charakteristische Cyanobakterien-Spezies *Bavlinella faveolata* SCHEPELEVA emend. VIDAL 1976 auf.

Bavlinella ist von stratigraphischer Bedeutung, da der Vertreter als häufiges Element der vendischen Spektren, insbesondere solcher des oberen Vendiums bekannt ist (KNOLL & SWETT, 1987; VIDAL, 1976). Die stratigraphische Verbreitung von *Bavlinella faveolata* reicht vom späten Riphäikum bis ins frühe Kambrium mit einem Verbreitungsmaximum im oberen Vendium.

Da sich in den Proben neben *B. faveolata* nur noch Durchläufer fanden, ist eine genaue stratigraphische Einstufung schwierig. Nach dem Stand der Dinge scheint mir der Präkambrium/Kambrium Grenzbereich am wahrscheinlichsten.

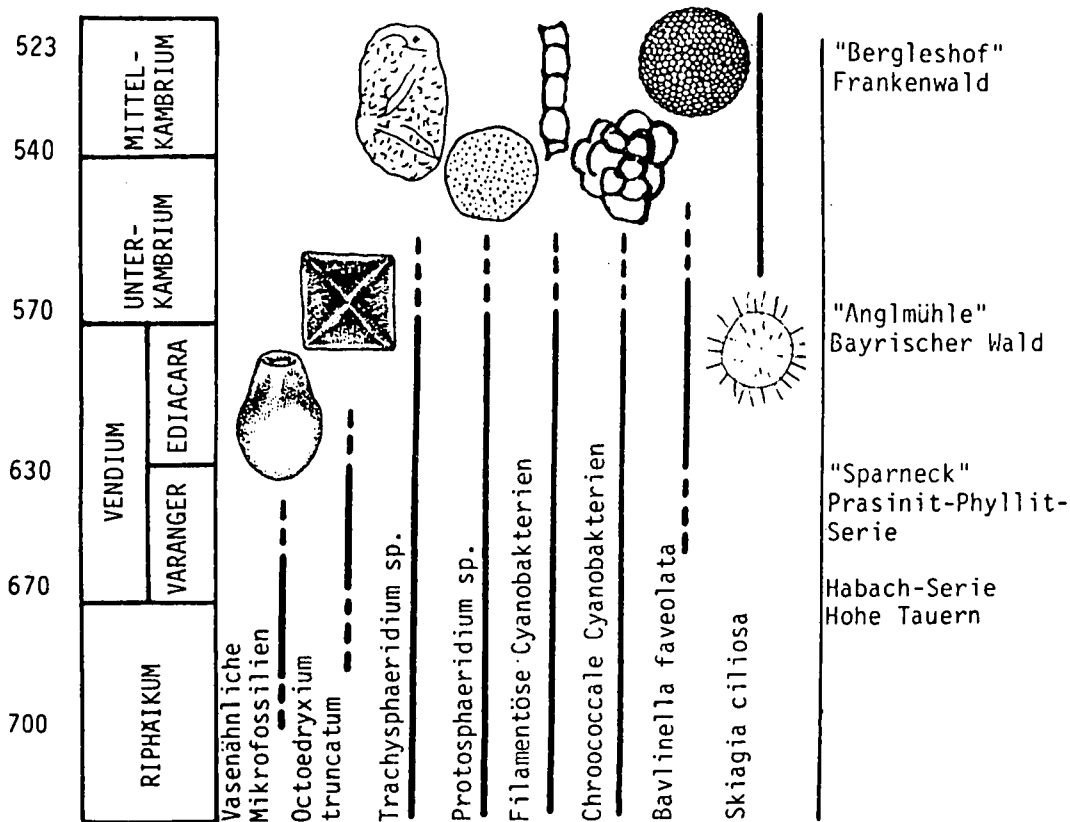


Abb. 4.
Stratigraphische Reichweite der jungpräkambrischen Mikrofossilien aus den untersuchten Lokalitäten. Zonierung nach VIDAL & KNOLL (1983) und KNOLL & SWETT (1987). Linke Spalte = Alter in Millionen Jahren nach HARLAND et al. (1982).

5. Systematische Übersicht der Funde

Gruppe ACRITARCHA DOWNIE, EVITT & SARJEANT 1963

Genus *Trachysphaeridium* TIMOFEEV 1966

Trachysphaeridium sp. (Tafel 1, Fig. 7-10)

Kennzeichnung: Linsenförmige Hüllen von kreisrundem bis ovalem Umriß, Größe im Durchmesser zwischen 40 bis 80 µm. Die Außenwand ist meist dick und kompakt ausgebildet. Das stratigraphische Auftreten von *Trachysphaeridium* reicht vom mittleren Proterozoikum bis ins untere Kambrium.

Genus *Protosphaeridium* TIMOFEEV 1966

Protosphaeridium sp. (Tafel 1, Fig. 4, 11-20; Tafel 2, Fig. 11, 14)

Kennzeichnung: Dickwandige, kreisrunde Hüllen mit psilater bis fein granulater Oberflächenskulptur, Größe im Durchmesser 20-25 µm.

VIDAL (1976) beschreibt mehrere Arten von *Protosphaeridium* aus jungproterozoischen Gesteinen. Nach KNOLL & SWETT (1987) ist die Speziesdifferenzierung bei diesem Genus schwierig. Dies gilt umso mehr für die vorliegenden metamorph veränderten Exemplare.

Die stratigraphische Verbreitung von *Protosphaeridium* reicht vom mittleren Proterozoikum bis ins Kambrium.

Genus *Octoedryxium* RUDAVSKAYA 1973

Octoedryxium truncatum (RUDAVSKAYA 1973) VIDAL 1976 (Tafel 2, Fig. 15-16)

Octoedryxium sp. (Tafel 1, Fig. 21-27)

Kennzeichnung: Octaedrische Zyste mit einfacher, glatter und z. T. poröser Wand. Der Körper besitzt ein schwammiges Gewebe. Größe: 15-80 µm. Die gefundenen Exemplare aus der Prasinit-Phyllit-Serie weisen Größen zwischen 20-30 µm auf, während diejenigen aus dem Habachphyllit zwischen 15 und 20 µm liegen.

Nach VIDAL & KNOLL (1983) kommt *Octoedryxium* verstreut in flachmarinen Ton- und Siltsteinen des Vendiums vor. Jedoch könne in einzelnen Horizonten diese polygonalen Acritarchen auch in hohen Konzentrationen auftreten.

Die stratigraphische Reichweite von *Octoedryxium* scheint auf das tiefere Vendium beschränkt zu sein (VIDAL & SIEDLECKA, 1983).

Phylum CYANOPHYTA
Klasse CYANOPHYCEAE

Familie PLEUROCAPSACEAE GEITLER 1925

Genus *Bavlinella faveolata* SCHEPELEVA 1963,
emend VIDAL 1976

Bavlinella faveolata

(Tafel 2, Fig. 9–10)

Kennzeichnung: Kugelige Zellhaufen aus winzigen Zellen zusammengesetzt. Größe der Zellkugel ca. 6–16 µm im Durchmesser. Die Zellen sind dichtgepackt und haben daher diametrische bis subpolyedrische Form. Größe der Einzelzelle ca. 0,3–1 µm im Durchmesser.

Die meisten Palynologen deuten *Bavlinella* als endosporulate, planktonische Form eines Cyanobakteriums. Es ist ein charakteristischer Vertreter in den oberverdischen Spektren der nördlichen Halbkugel. Allerdings kommen Vertreter auch sporadisch im Oberriphäikum und sogar noch gelegentlich im Unterkambrium vor (KNOLL & SWETT, 1985).

Familie CHROOCOCCACEAE

Genus *Bisacculoides* sp. OEHLER

***Bisacculoides* sp.**

(Tafel 2, Fig. 1–6)

Kennzeichnung: Kugelige Zellen, meist in Gruppen von 2–16 Individuen vereinigt. Größe der Zellen ca. 2–12 µm im Durchmesser. Jedes Einzelindividuum ist außen von einer glatten, unlaminierten Hülle von ca. 1–2 µm umgeben.

Das Genus ist bisher nur aus dem mittleren Proterozoikum von Nord-Australien bekannt (LOVE & ZIMMERMAN, 1961; OEHLER, 1977).

PROTISTA, incertae sedis

„Vasenförmige Mikrofossilien“

(Tafel 1, Fig. 1–3)

Kennzeichnung: Flaschen- oder vasenförmige organische Hüllen, die sich über einer rundlichen Basisfläche bauchig ausweiten und zum Apex hin allmählich wieder verjüngen. Am Apex ist eine Öffnung vorhanden. Bei einigen Exemplaren ist dort ein krennenförmiger Kragen, bei anderen ein Flaschenhals entwickelt. Länge der Körper ca. 34–206 µm, maximale Breite ca. 16–119 µm. Die biologische Zugehörigkeit dieser Mikrofossilien ist strittig. BLOESER et al. (1977) deuten solche Funde der Chuar Group (Grand Canyon, Arizona) als Chitinozoa. FAIRCHILD et al. (1978) vergleichen Fundstücke aus dem Präkambrium von Brasilien mit Tintiniden.

Wie dem auch sei, diese präkambrischen vasenförmigen Mikrofossilien gelten als zuverlässige Leitfossilien für den Zeitabschnitt Oberriphäikum–Untervendium.

6. Schlußbemerkungen

Sämtliche Aufbereitungsarbeiten, Fossil- und Altersbestimmungen sowie alle Untersuchungen über die nordostbayerischen Fundgebiete wurden vom erstgenannten Autor allein durchgeführt und sind Teil des DFG-Projektes Fr 668/1–2.

Die Beprobung der Habachformation wurde auf Anregung und unter Führung durch den zweiten Autor vorgenommen, der auch für die geologischen Daten über die Habachformation verantwortlich ist.

Tafel 1

Fig. 1– 3: Vasenförmige Mikrofossilien (vase-shaped microfossils).

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 1000x.

Fig. 4: *Protosphaeridium* sp. TIMOFEEV.

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 2000x.

Fig. 5– 6: Korrodierter sphaeromorpher Acritarch.

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 2000x.

Fig. 7– 8: *Trachysphaeridium* sp. TIMOFEEV.

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 1000x.

Fig. 9–10: *Trachysphaeridium* sp. TIMOFEEV.

Striped Peak Formation (ca. 1100 Ma), Belt Supergroup (Montana).

Fig. 9 = nur Durchlicht; Fig. 10 = kombiniertes Auflicht und Durchlicht.

Vergr. 1000x.

Fig. 11–20: *Protosphaeridium* sp. TIMOFEEV.

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 2000x.

Fig. 21–23: *Octoedryxium* sp. (RUDAVSKAYA) VIDAL.

Båtsfjord Formation (ca. 670 Ma), Nord-Norwegen (aus VIDAL & SIEDLECKA, 1983).

Vergr. 2000x.

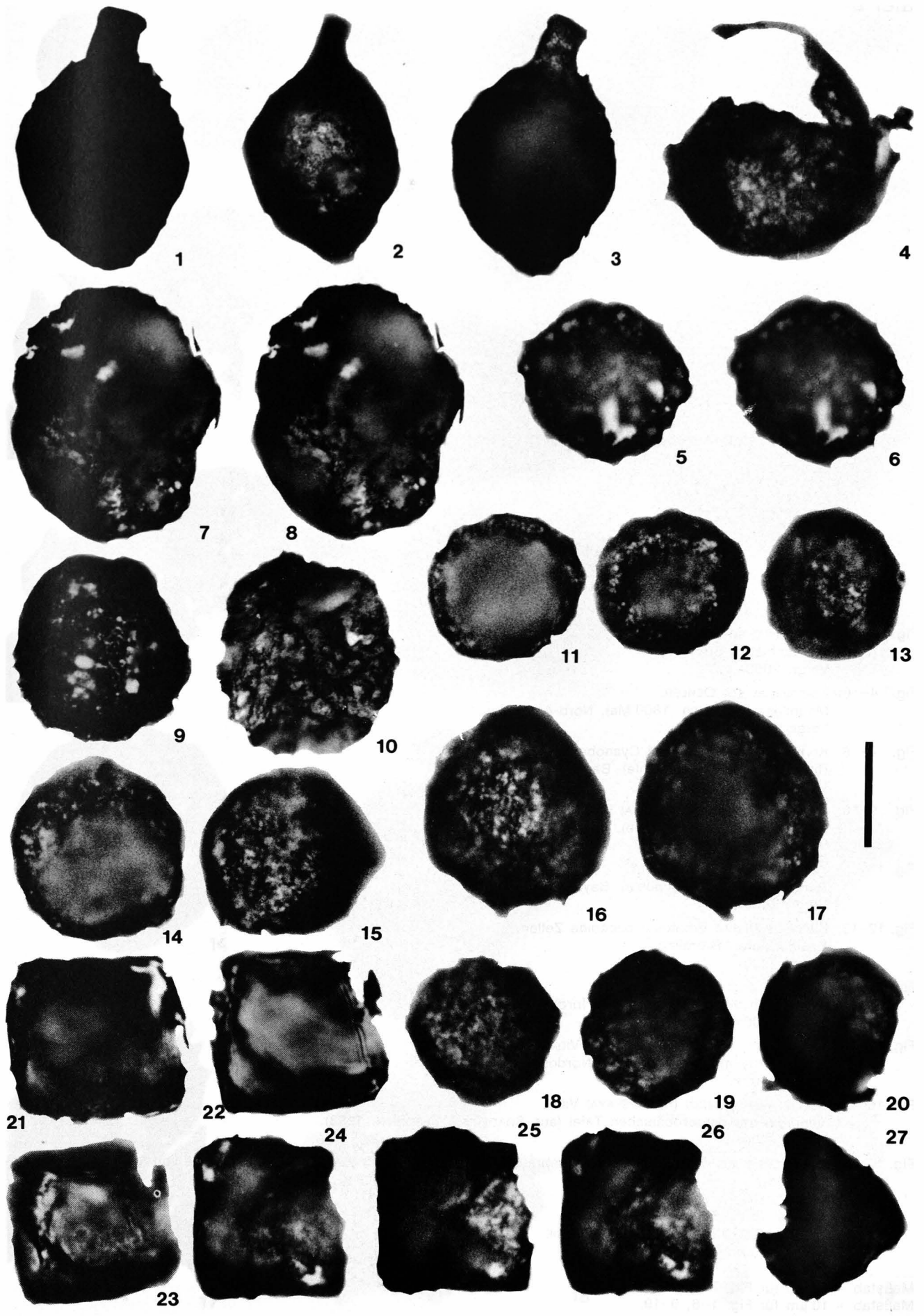
Fig. 24–27: *Octoedryxium* sp. (RUDAVSKAYA) VIDAL.

Habachphyllit, Habachtal.

Vergr. 2000x.

Maßstab = 20 µm für Fig. 1–3, 7–10.

Maßstab = 10 µm für Fig. 4–6, 11–27.

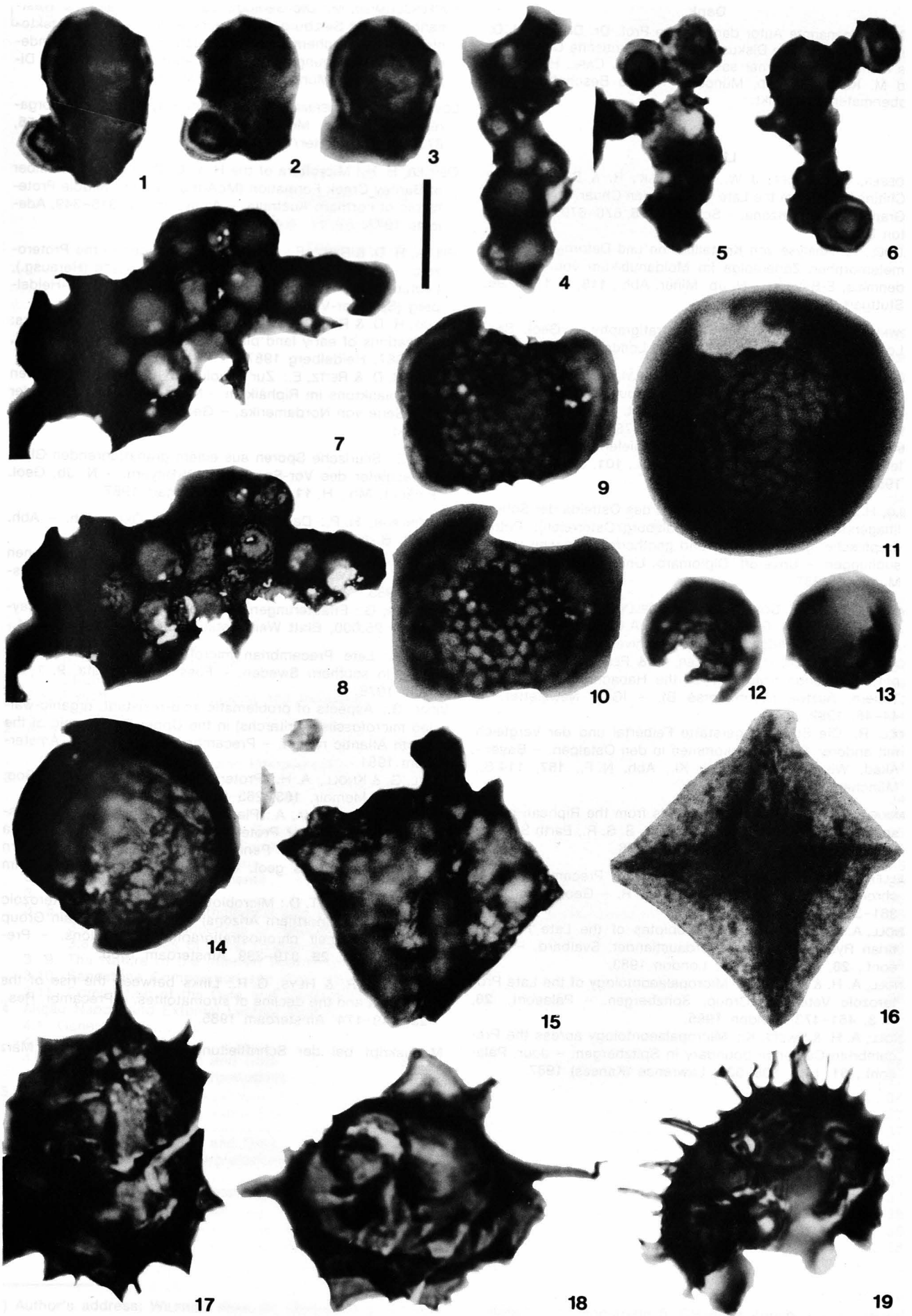


Tafel 2

- Fig. 1– 3: *Bisacculoides* sp. OEHLER.
Basisschiefer, Brentling.
Vergr. 2000×.
- Fig. 4– 6: *Bisacculoides* sp. OEHLER.
Mount Isa Shale (ca. 1800 Ma), Nord-Australien.
Vergr. 2000×.
- Fig. 7– 8: Korrodierte chroococcale Cyanobakterien.
Rittsteig (südlich Anglmühle), Bayerischer Wald.
Vergr. 1000×.
- Fig. 9–10: *Bavlinella faveolata* (SCHEPELEVA) VIDAL.
Rittsteig (südlich Anglmühle), Bayerischer Wald.
Vergr. 2000×.
- Fig. 11: *Protosphaeridium* sp. TIMOFEEV.
Rittsteig (südlich Anglmühle), Bayerischer Wald.
Vergr. 2000×.
- Fig. 12–13: Kleine, schlecht erhaltene coccoide Zellen.
Basisschiefer, Brentling.
Vergr. 2000×.
- Fig. 14: *Protosphaeridium* sp. TIMOFEEV.
Prasinit-Phyllit-Serie, Sparneck (Nordost-Bayern).
Vergr. 2000×.
- Fig. 15: *Octoedryxium truncatum* (RUDAVSKAYA) VIDAL.
Prasinit-Phyllit-Serie, Sparneck (Nordost-Byern).
Vergr. 2000×.
- Fig. 16: *Octoedryxium truncatum* (RUDAVSKAYA) VIDAL.
Vendium der osteuropäischen Tafel (aus SOKOLOV & FEDONKIN, 1983).
Vergr. 2000×.
- Fig. 17–19: Acritarchen aus dem oberen Mittelkambrium (*Timofeevia pentagonalis*-*Vulcanisphaera turbata*-Zone von Stadtsteinach (Frankenwald)).
Fig. 17: Diacromorpher Acritarch.
Fig. 18: *Polygonium gracilis* VAVDROVA.
Fig. 19: *Skiagia ciliosa* (VOLKOVA) DOWNIE.
Vergr. 2000×.

Maßstab = 20 µm für Fig. 7–8.

Maßstab = 10 µm für Fig. 1–6, 9–19.



Dank

Der erstgenannte Autor dankt Herrn Prof. Dr. Dr. Ing. H. D. PFLUG für eingehende Diskussion und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Ferner sei den Herren R. CARL, H. A. GILG und M. KUPFERSCHMIED, München, für die Beschaffung von Probenmaterial gedankt.

Literatur

- BLOESER, B., SCHOPF, J. W., HORODYSKI, R. & BREED, W. J.: Chitinozoans from the Late Precambrian Chuar Group of the Grand Canyon, Arizona. – *Science*, **195**, 676–679, Washington DC 1977.
- BLÜMEL, P.: Analyse von Kristallisation und Deformation einer metamorphen Zonenfolge im Moldanubikum von Lam-Bodenmais, E-Bayern. – *N. Jb. Miner. Abh.*, **118**, H. 1, 74–96, Stuttgart 1972.
- DOWNIE, C.: Acritarchs in British stratigraphy. – *Geol. Soc. London. Special Report*, **17**, 26 S., London 1984.
- FAIRCHILD, T. R., BARBOUR, A. P. & HARALYI, N. L. E.: Microfossils in the „Eopaleozoic“ Jacadigo Group at Urucum, Mato Grosso, Southwest Brazil. – *Bol. Inst. Geol., Instituto de Geociências*, **9**, 74–79, São Paulo 1978.
- FRASL, G.: Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. – *Jb. Geol. B.-A.*, **101**, 323–471, Wien 1958.
- GILG, H. A.: Der geologische Rahmen des Ostfelds der Scheelitlagerstätte Felbertal (Land Salzburg/Österreich): Petrographische, geochemische und geothermometrische Untersuchungen. – Unveröff. Diplomarb. Univ. München, 206 S., München 1987.
- HARLAND, W. B., COX, A. V., LLEWELLYN, P. G., PICKTON, C. A. G., SMITH, A. G. & WALTERS, R.: A Geologic time Scale. – 131 S., Cambridge (Cambridge University Press) 1982.
- HÖCK, V., STEYRER, H. P., KOLLER, F. & PESTAL, G.: Stratigraphic correlation from SCF of the Habachformation, Hohe Tauern, Austria (Geotraverse B). – *IGCP Newsletter*, **4**, 44–46, 1982.
- HÖLL, R.: Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. – *Bayer.-Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abh. N. F.*, **157**, 114 S., München 1975.
- JANKAUSKAS, T. V.: Plant-microfossils from the Riphean of the southern Urals. – *Dok. Acad. Sci. U. S. S. R., Earth Science Sections*, **242**, 913–915, Moskau 1978.
- KELLER, B. M. & KRASNOBAEV, A. A.: Late Precambrian geochronology of the European U. S. S. R. – *Geol. Mag.*, **120**, 381–389, London 1983.
- KNOLL, A. H. & CALDER, S.: Microbiotas of the Late Precambrian Ryssö Formation, Nordaustlandet, Svalbard. – *Palaeont.*, **26**, H. 3, 476–496, London 1983.
- KNOLL, A. H. & SWETT, K.: Micropalaeontology of the Late Proterozoic Veteranen Group, Spitzbergen. – *Palaeont.*, **28**, H. 3, 451–473, London 1985.
- KNOLL, A. H. & SWETT, K.: Micropalaeontology across the Precambrian-Cambrian boundary in Spitzbergen. – *Jour. Palaeont.*, **61**, H. 5, 898–926, Lawrence (Kansas) 1987.
- KUPFERSCHMIED, M.: Die Geologie des hinteren Felbertal-Westhanges (Land Salzburg/Österreich). Petrographische, tektonische und geochemische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Basisschieferfolge. – Unveröff. Diplomarb. Univ. München, 187 S., München 1987.
- LOVE, L. G. & ZIMMERMAN, D. O.: Bedded pyrite and microorganisms from the Mount Isa Shale. – *Econ. Geol.*, **56**, 873–896, Lancaster/Pa. 1961.
- OEHLER, H. H.: Microflora of the H. Y. C. Pyritic shale Member of Barney Creek Formation (McArthur Group), middle Proterozoic of northern Australia. – *Alcheringa*, **1**, 315–349, Adelaide 1977.
- PFLUG, H. D. & REITZ, E.: Evolutionary changes in the Proterozoic. – In: „Global Bio Events“, O. H. WALLISER (Herausg.), *Lecture Notes in Earth Sciences*, **8**, 95–103, Berlin-Heidelberg (Springer-Verlag) 1986.
- PFLUG, H. D. & REITZ, E.: Palynology in metamorphic rocks: Indications of early land plants. – *Naturwissenschaften*, **74**, 386–387, Heidelberg 1987.
- PFLUG, H. D. & REITZ, E.: Zur Evolution des eukaryotischen Phytoplanktons im Riphäikum – Neue Erkenntnisse aus der Belt Serie von Nordamerika. – *Geol. Rundsch.*, **77**, H. 2 (im Druck).
- REITZ, E.: Silurische Sporen aus einem granatführenden Glimmerschiefer des Vor-Spessart, NW-Bayern. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **H. 11**, 699–704, Stuttgart 1987.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Das Paläozoikum von Österreich. – *Abh. Geol. B.-A.*, **33**, 124 S., Wien 1979.
- SOKOLOV, B. V. & FEDONKIN, M. A.: Und weitere 100 Millionen Jahre ... – *Wissenschaft in der UdSSR*, H. 5, 10–19, Moskau 1983.
- STETTNER, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Weißenstadt, 194 S., München 1964.
- VIDAL, G.: Late Precambrian microfossils from the Visingsö Beds in southern Sweden. – *Fossils and Strata*, **9**, 1–58, Oslo 1976.
- VIDAL, G.: Aspects of problematic acid-resistant, organic-walled microfossils (acritarchs) in the Upper Proterozoic of the North Atlantic region. – *Precamb. Res.*, **15**, 9–23, Amsterdam 1981.
- VIDAL, G. & KNOLL, A. H.: Proterozoic Plankton. – *Geol. Soc. America Memoir*, **163**, 265–277, Boulder/Col. 1983.
- VIDAL, G. & SIEDLECKA, A.: Planktonic, acid-resistant microfossils from the Upper Proterozoic strata of the Barents Sea Region of Varanger Peninsula, East Finnmark, Northern Norway. – *Norges geol. Unders.*, **382**, 45–79, Trondheim 1983.
- VIDAL, G. & FORD, T. D.: Microbiotas from the Late Proterozoic Chuar Group (northern Arizona) and Uinta Mountain Group (Utah) and their chronostratigraphic implications. – *Precamb. Res.*, **28**, 319–389, Amsterdam 1986.
- WALTER, M. R. & HEYS, G. R.: Links between the rise of the Metazoa and the decline of stromatolites. – *Precamb. Res.*, **29**, 149–174, Amsterdam 1985.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. März 1988.