

Biostratigraphischer Nachweis von Arenig in der Nördlichen Grauwackenzone (Ostalpen)

Von ERHARD REITZ & RUDOLF HÖLL*)

Mit 3 Abbildungen und 6 Tafeln

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 121

*Tirol
Kitzbüheler Alpen
Nördliche Grauwackenzone
Acritarchen
Arenig
Stratigraphie*

Inhalt

Zusammenfassung	329
Abstract	329
1. Einleitung und Problemstellung	330
2. Beprobung und Fossilfundpunkte	330
3. Fossilbefund	330
3.1. Liste der identifizierten Genera und Species	331
4. Schlußfolgerungen	331
Dank	332
Literatur	344

Zusammenfassung

Fossilfunde aus der Nördlichen Grauwackenzone waren bis vor kurzem nur aus dem Zeitabschnitt Caradoc bis Karbon bekannt. Der Nachweis von Tremadoc aus den Unteren Wildschönauer Schiefern (REITZ & HÖLL, 1989) ließ den Zeitraum Arenig bis Llandeilo ohne Fossilbeleg. Neue, gut erhaltene und in Einzelproben reichhaltige Acritarchen-Spektren aus den Unteren Wildschönauer Schiefern des Windauer Achantals und des Kelchsauer Achantals ermöglichen nunmehr den ersten biostratigraphischen Nachweis von Arenig in der Nördlichen Grauwackenzone.

Biostratigraphic Evidence of Arenig in the Northern Graywacke Zone (Eastern Alps)

Abstract

Until recently, fossils only of Caradocian to Carboniferous age have been reported from the Northern Graywacke Zone (Eastern Alps). REITZ & HÖLL (1989) described acritarchs of Tremadocian age from the Lower Wildschönau Schists. Here, we present new, well preserved and diversified acritarch assemblages of Arenigian age from the Lower Wildschönau Schists in the Windau and Kelchsau Valleys. These fossil spectra define a well constrained time interval for a lower section of the Northern Graywacke Zone.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. ERHARD REITZ, Prof. Dr. RUDOLF HÖLL, Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München, Luisenstraße 37, D-8000 München 2.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Nördliche Grauwackenzone ist dem Oberostalpin der Ostalpen zugehörig. Ihr Gesteinsinhalt ist regional unterschiedlich variszisch und alpidisch metamorph überprägt. Frühere biostratigraphische Datierungen in der Nördlichen Grauwackenzone reichten vom Caradoc bis in das Karbon. Die Existenz älterer Gesteinseinheiten als Caradoc war umstritten (SCHÖNLAUB, 1979, 1982; OBERHAUSER, 1980; FRISCH et al., 1984; NEUBAUER, 1985; NEUBAUER & FRISCH, 1989; BECKER et al., 1987; SASSI et al., 1987; GIESE, 1988; HEINISCH et al., 1987; HEINISCH, 1986, 1988; HEINISCH & SCHLAEGEL-BLAUT, 1990; SCHLAEGEL-BLAUT, 1990; LOESCHKE, 1989; LOESCHKE et al., 1990; FLÜGEL, 1990).

Schwachgradig metamorphe, klastische Gesteine repräsentieren einen wesentlichen Teil der Nördlichen Grauwackenzone. Im Kitzbüheler Raum werden derartige Gesteine als Wildschönauer Schiefer bezeichnet. Die Unteren Wildschönauer Schiefer wurden ohne Fossilbeleg von SCHÖNLAUB (1979) dem Prä-Caradoc, von MOSTLER (1983, 1984) dem Zeitabschnitt Kambrium bis Caradoc zugerechnet. Tremadoc-Alter indizierende Acritarchen-Spektren aus den Unteren Wildschönauer Schiefen ermöglichten den ersten biostratigraphischen Nachweis von Gesteinen mit höherem Alter als Caradoc in der Nördlichen Grauwackenzone (REITZ & HÖLL, 1989). Bei zwischenzeitlichen Versuchen, durch Verdichtung und Erweiterung der Beprobung im Umkreis der Tremadoc-Fundpunkte nahe Reith (bei Kitzbühel) zusätzliche Datierungen zu erzielen, konnte lediglich das Tremadoc-Alter bestätigt werden. Zur Schließung der in der Nördlichen Grauwackenzone verbliebenen Lücke im Fossilbefund zwischen dem Tremadoc und dem Caradoc wurden die Untersuchungen aus regionalgeologischen Gründen insbesondere auf das Kelchsauer und das Windauer Achental konzentriert. In beiden Tälern sind die Unteren Wildschönauer Schiefer verbreitet.

2. Beprobung und Fossilfundpunkte

Insgesamt 80 Proben – einschließlich Wiederholungsproben – wurden aus dem Verbreitungsgebiet der

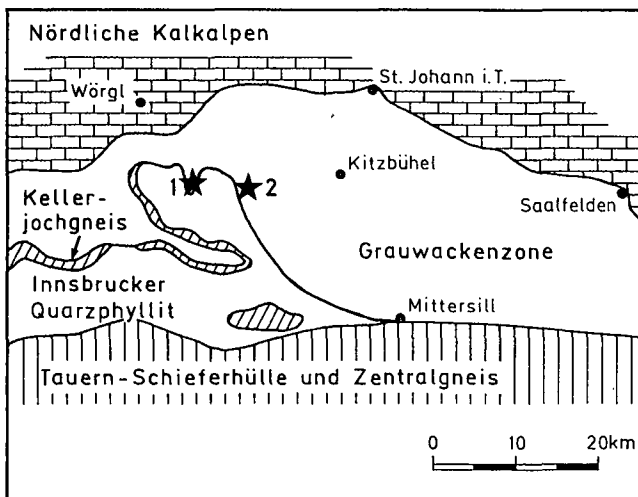


Abb. 1. Geologische Übersichtskarte und Lage der Fossilfundpunkte.

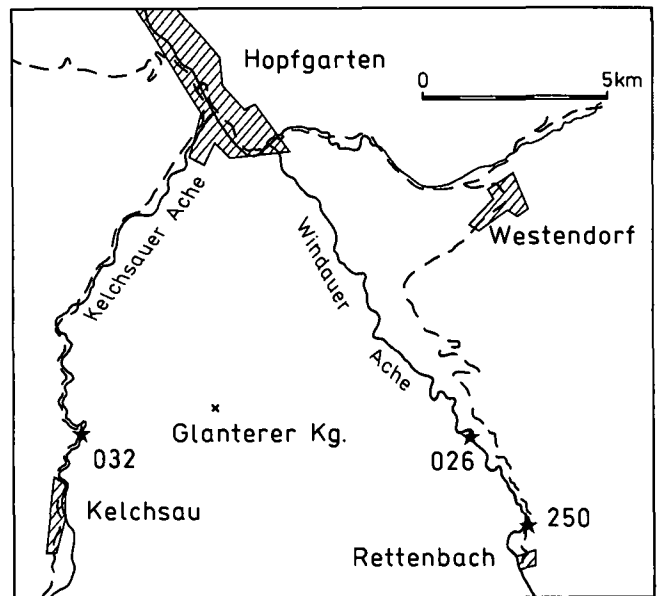


Abb. 2. Detailkarte zur geographischen Lage der Fossilfundpunkte.

Unteren Wildschönauer Schiefer im Kelchsauer und Windauer Achental entnommen und nach der von REITZ & HÖLL (1988) beschriebenen Methode aufbereitet. Drei nachstehend bezeichnete Proben lieferten gut erhaltene und reiche Acritarchen-Spektren, die eine genaue Altersdatierung (Arenig) ermöglichten:

- **Fundpunkt Probennummer 026**
Windauer Achental: Aufschluß 3,2 km Luftlinie SSW Westendorf, 10–15 m westlich der Brücke über die Windauer Ache. Rechtswert 365150, Hochwert 252175.
- **Fundpunkt Probennummer 250**
Windauer Achental: Südlichster Straßenaufschluß etwa 400 m nördlich des Weilers Rettenbach und 4,5 km Luftlinie südlich Westendorf. Rechtswert 365900, Hochwert 250950.
- **Fundpunkt Probennummer 032**
Kelchsauer Achental: Straßenaufschluß 20–30 m südwestlich der engen Kurve nahe Gehöft Stecklbauer, 1,3 km nördlich von Kelchsau. Rechtswert 359850, Hochwert 252175.

25 weitere Proben vor allem aus der Nachbarschaft dieser drei fossilreichen Proben enthielten ebenfalls Acritarchen. Ihr Erhaltungszustand und/oder spärliches Auftreten sowie das Vorherrschen merkmalsarmer Vertreter ließen zwar noch eine Einstufung in das untere bis mittlere Ordovizium zu, schlossen jedoch eine präzisere Altersangabe bisher aus. Einige Proben führten auch nicht näher bestimmbare organische Reste, die als Bruchstücke von Chitinozoen gedeutet werden können. Die fossilführenden Proben sind als mittel- bis dunkelgraue, selten schwärzlichgraue, vorherrschend dünnplattige, vereinzelt auch feinblättrige Phyllite anzusprechen.

3. Fossilbefund

Die in den drei fossilreichen Proben nachgewiesenen Acritarchen sind gut erhalten. Die Farbe ihrer Hüllen variiert zwischen dunkelgrau und schwarz. Dies entspricht etwa einer organischen Metamorphose des Se-

mianthrazit- bis Anthrazitstadiums. Zur exakten Identifizierung der Acritarchen war deshalb eine Untersuchung im kombinierten Durchlicht-Auflicht-Verfahren erforderlich. In den Acritarchen-Spektren sind neben zahlreichen merkmalsarmen, sphaeromorphen und acanthomorphen Spezies einige anteilmäßig seltene, merkmalspezifische, charakteristische Formen zugegen. Letztere sind erfahrungsgemäß für eine biostratigraphische Aussage besonders wichtig. Dazu gehören in den drei fossilreichen Proben die Vertreter der Gattung *Striatotheca*, die eine deutlich sichtbare, fächerartige Streifung aufweisen. Die Vertreter der Gattungen *Striatotheca* und *Coryphidium* setzen nach MARTIN (1982) zwar schon im höchsten Tremadoc ein, sind aber typisch für das Arenig. Vertreter der Gattungen *Pirea*, *Tetraniveum* und *Frankea* sowie *Stelliferidium striatulum* treten jedoch erstmalig im Verlauf des Arenig auf.

3.1. Liste der identifizierten Genera und Spezies

- Genus *Acanthodiacroidium* (TIMOFEEV) DEFLANDRE & DEFLANDRE-RIGAUD 1962
A. complanatum (DEUNFF) MARTIN 1977
A. uniforme BURMANN 1968
- Genus *Actinotodissus* LOEBLICH & TAPPAN 1978
A. achraasi (MARTIN) YIN LEI MING 1986
- Genus *Asketopalla* LOEBLICH & TAPPAN 1969
A. formosula LOEBLICH & TAPPAN 1969
- Genus *Baltisphaeridium* EISENACK 1958
B. crinitum MARTIN 1978
B. hirsutoides (EISENACK) EISENACK 1958
- Genus *Coryphidium* VAVRDOVÁ 1972
C. baraka CRAMER & DIEZ 1976
C. bohemicum VAVRDOVÁ 1972
C. minutum CRAMER & DIEZ 1976
- Genus *Cymatiosphaera* WETZEL 1933
C. cf. mirabilis DEUNFF 1958
- Genus *Dictyotidium* EISENACK 1955
D. cf. dentatum VAVRDOVÁ 1976
- Genus *Frankea* BURMANN 1970
F. hamulata BURMANN 1970
- Genus *Micrhystridium* DEFLANDRE 1937
M. inconispinum aremoricum PARIS & DEUNFF 1970
- Genus *Orthosphaeridium* EISENACK 1968
O. octospinosum (EISENACK) MARTIN 1983
O. ternatum BURMANN 1970
- Genus *Pirea* VAVRDOVÁ 1972
P. dubia VAVRDOVÁ 1972
- Genus *Polygonium* VAVRDOVÁ 1966
P. gracile VAVRDOVÁ 1966
- Genus *Priscogalea* DEUNFF 1961
P. fimbria RASUL 1974
- Genus *Solisphaeridium* STAPLIN, JANSONIUS & POCKOCK 1965
S. nanum (DEFLANDRE) TURNER 1984
- Genus *Stellechinatum* TURNER 1984
S. uncinatum (DOWNIE) MOLYNEUX 1987
- Genus *Stelliferidium* DEUNFF, GÓRKA & RAUSCHER 1974
S. modestum (GÓRKA) DEUNFF, GÓRKA & RAUSCHER 1974
S. striatulum (VAVRDOVÁ) DEUNFF, GÓRKA & RAUSCHER 1974

- Genus *Striatotheca* BURMANN 1970
S. principalis parva BURMANN 1970
S. mutua BURMANN 1970
- Genus *Tectitheca* BURMANN 1968
T. additionalis BURMANN 1968
- Genus *Tetraniveum* VAVRDOVÁ 1976
T. arenigum arenigum (VAVRDOVÁ) VAVRDOVÁ 1976
T. arenigum cumbriense MOLYNEUX 1988
- Genus *Tylotopalla* LOEBLICH 1970
- Genus *Veryhachium* DEUNFF 1956
V. confecta MARTIN 1968
V. reductum (DEUNFF) JEKHOWSKY 1961
V. trispinosum (EISENACK) DEUNFF 1959
V. trisulcum (DEUNFF) DEUNFF 1956

4. Schlußfolgerungen

- ① Die Acritarchen-Spektren der drei fossilreichen Proben sind sehr gut mit jenen aus dem Arenig von Marokko (CRAMER & DIEZ, 1977), Sardinien (ALBANI, 1989), Belgien (MARTIN, 1977), Frankreich (MARTIN, 1973; RAUSCHER, 1973), England (DOWNIE, 1974; MOLYNEUX, 1987) und des Sächsischen Vogtlands (BURMANN, 1976) korrelierbar. Sie werden daher dem Arenig zugeordnet.

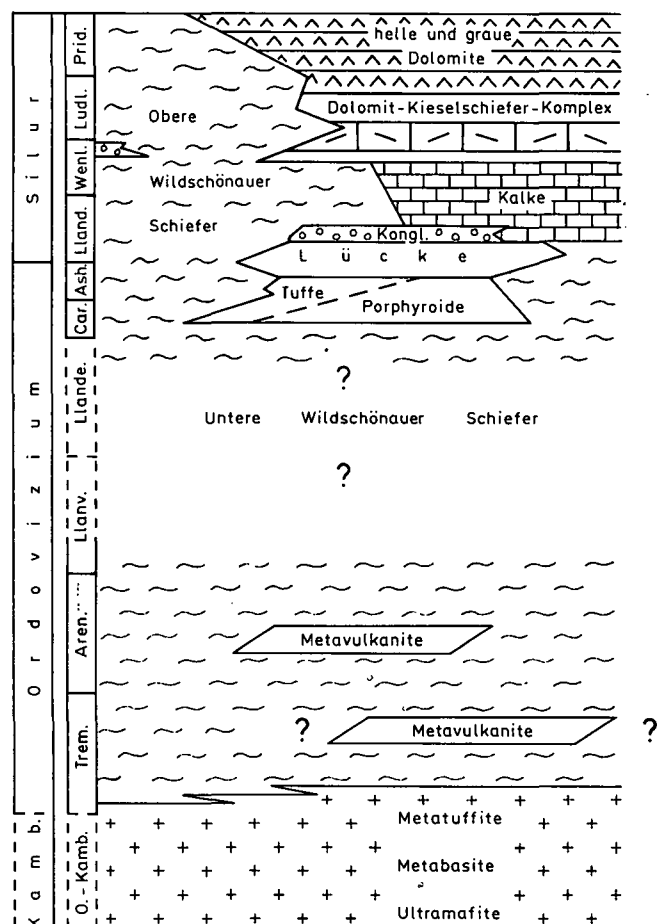


Abb. 3. Faziesschema des prädevonischen Gesteinsinhalts der Nördlichen Grauwackenzone in den Kitzbüheler Alpen. Nach MOSTLER (1983) und mit eigenen Ergänzungen. Prid. = Pridoli; Ludl. = Ludlow; Wenl. = Wenlock; Lland. = Llandovery; Ash. = Ashgill; Car. = Caradoc; Lland. = Llandeilo; Llanv. = Llanvirn; Aren. = Arenig; Trem. = Tremadoc; Kamb. = Kambrium.

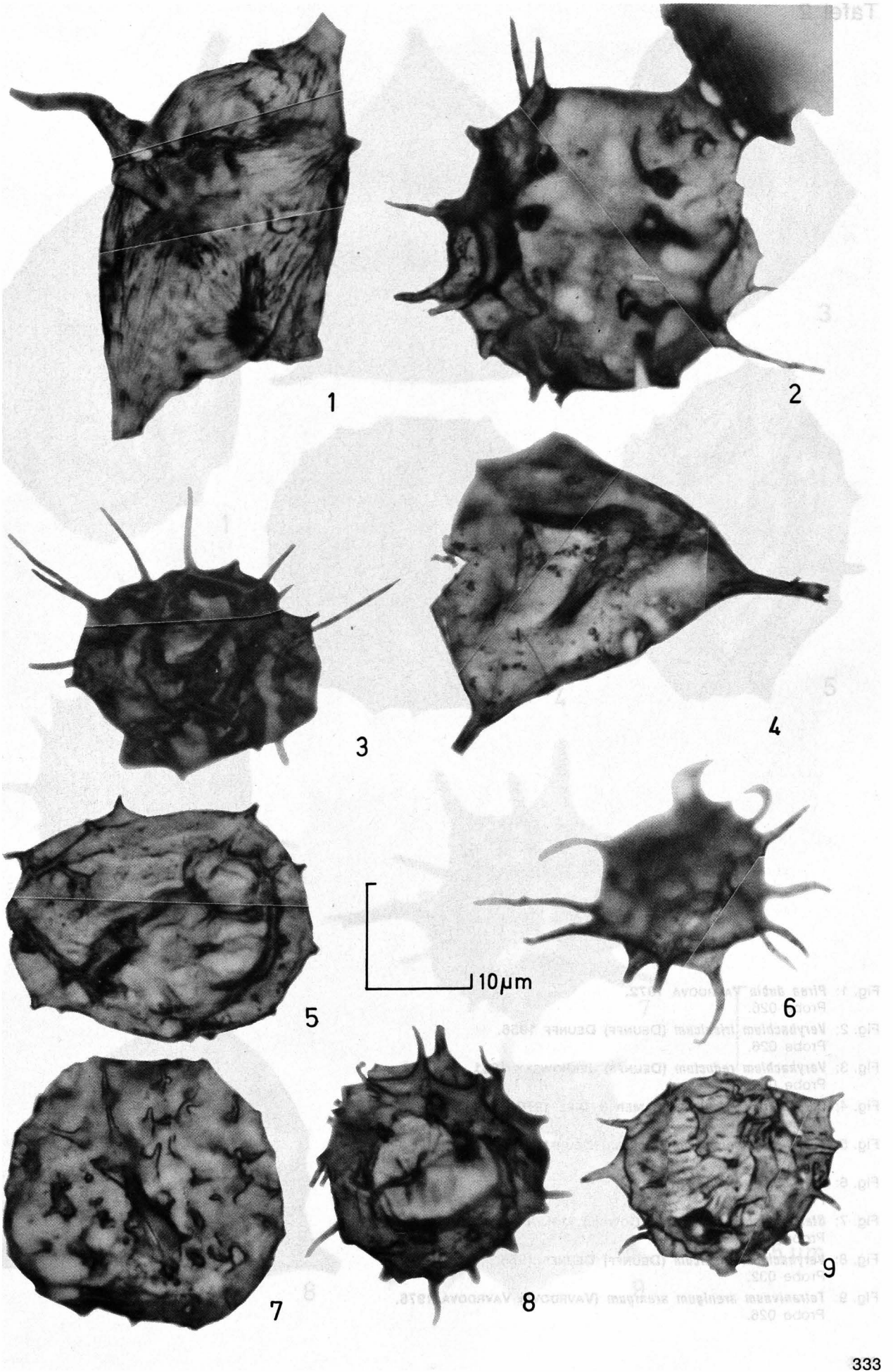
- ② Sie weisen nach der Definition von VAVRDOVÁ (1974) eine eindeutige Zugehörigkeit zur "Mediterranen Provinz" auf. Diese Zugehörigkeit wird vor allem durch das Auftreten der Genera *Acanthodiacrodium*, *Coryphidium* und *Striatotheca* indiziert. Die polar beeinflusste Mediterrane Provinz umfaßte im Arenig die Bereiche Nordafrika, Mittel- und Südeuropa, Südengland und Ostneufundland.
- ③ Die drei fossilreichen Proben stammen nach dem feldgeologischen Befund aus mittleren Teilen der Unteren Wildschönauer Schiefer. Im Windauer Achantal sind neben den dominierenden Phylliten auch Metasilite, Quarzite und Metavulkanite vertreten. Die um den Fossilfundpunkt im Kelchsauer Achantal aufgeschlossene Gesteinsfolge wird durch einförmige Phyllite (Metapelite) repräsentiert.
- ④ Unter Berücksichtigung der bisherigen biostratigraphischen Altersdatierungen aus dem Zeitraum Caradoc bis Karbon, ferner des Tremadoc (REITZ & HÖLL, 1989) und nunmehr des Arenig, bleibt die Zeitspanne Llanvirn-Llandeilo in der Nördlichen Grauwackenzone noch ohne Fossilbeleg. Wir vermuten, daß ein Teil der Unteren Wildschönauer Schiefer dieser Zeitspanne zugehörig ist. Wir sind bemüht, diese Lücke zu schließen.

Dank

Vorliegende Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) (Az.: Ho 488/18-1) finanziell gefördert. Wir danken für diese Unterstützung.

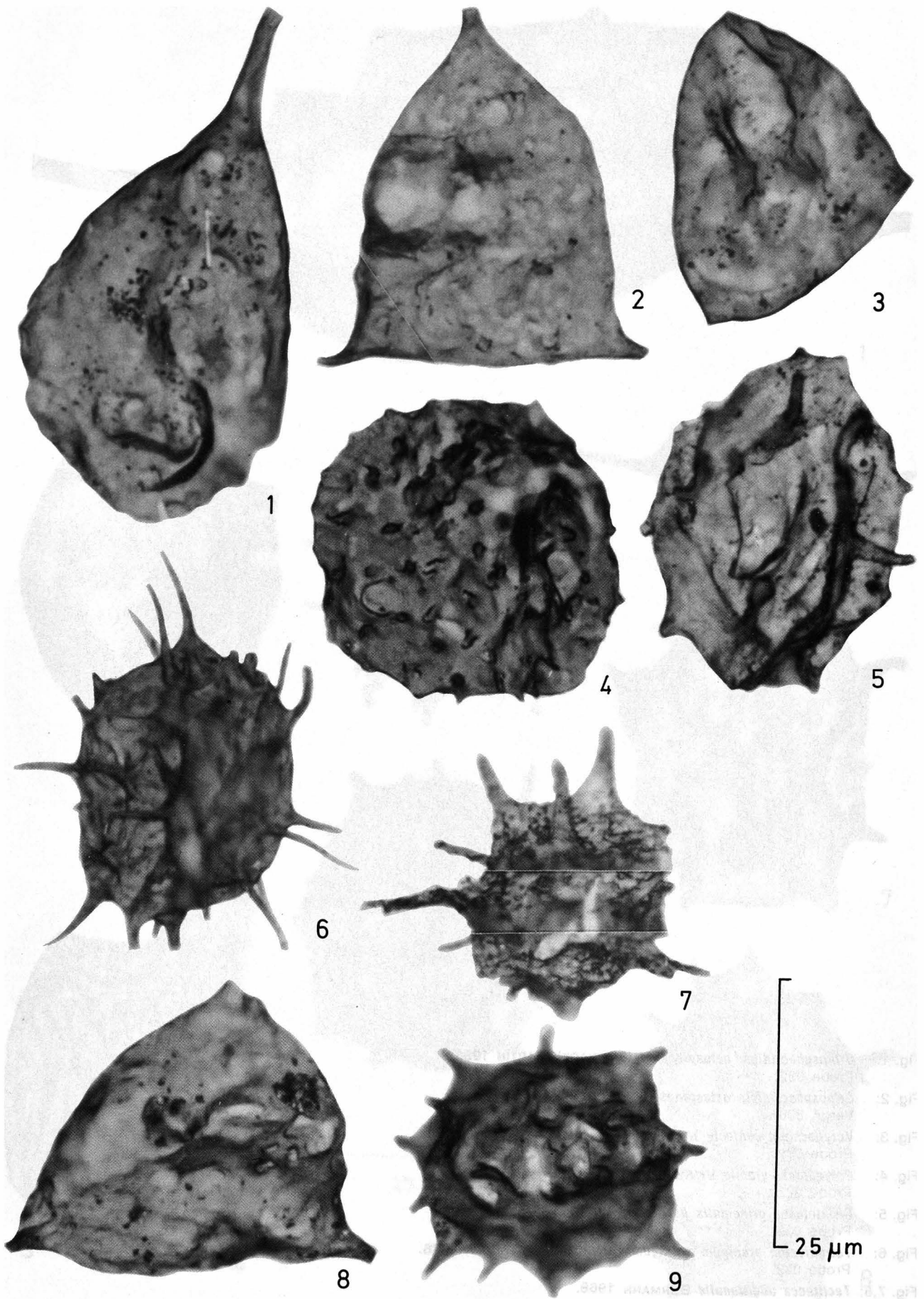
Tafel 1

- Fig. 1: *Striatotheca mutua* BURMANN 1970.
Probe 250.
- Fig. 2: *Tetraniveum arenigum cumbriense* MOLYNEUX in MOLYNEUX & RUSHTON 1988.
Probe 026.
- Fig. 3: *Baltisphaeridium hirsutoides* (EISENACK) EISENACK 1958.
Probe 026.
- Fig. 4: *Frankea hamulata* BURMANN 1970.
Probe 026.
- Fig. 5: *Acanthodiacrodium complanatum* (DEUNFF) MARTIN 1977.
Probe 026.
- Fig. 6: *Tetraniveum arenigum arenigum* (VAVRDOVÁ) VAVRDOVÁ 1976.
Probe 032.
- Fig. 7: *Coryphidium baraka* CRAMER & DIEZ 1976, Probe 026.
- Fig. 8: *Coryphidium bohemicum* VAVRDOVÁ 1972.
Probe 026.
- Fig. 9: *Coryphidium bohemicum* VAVRDOVÁ 1972.
Probe 032.



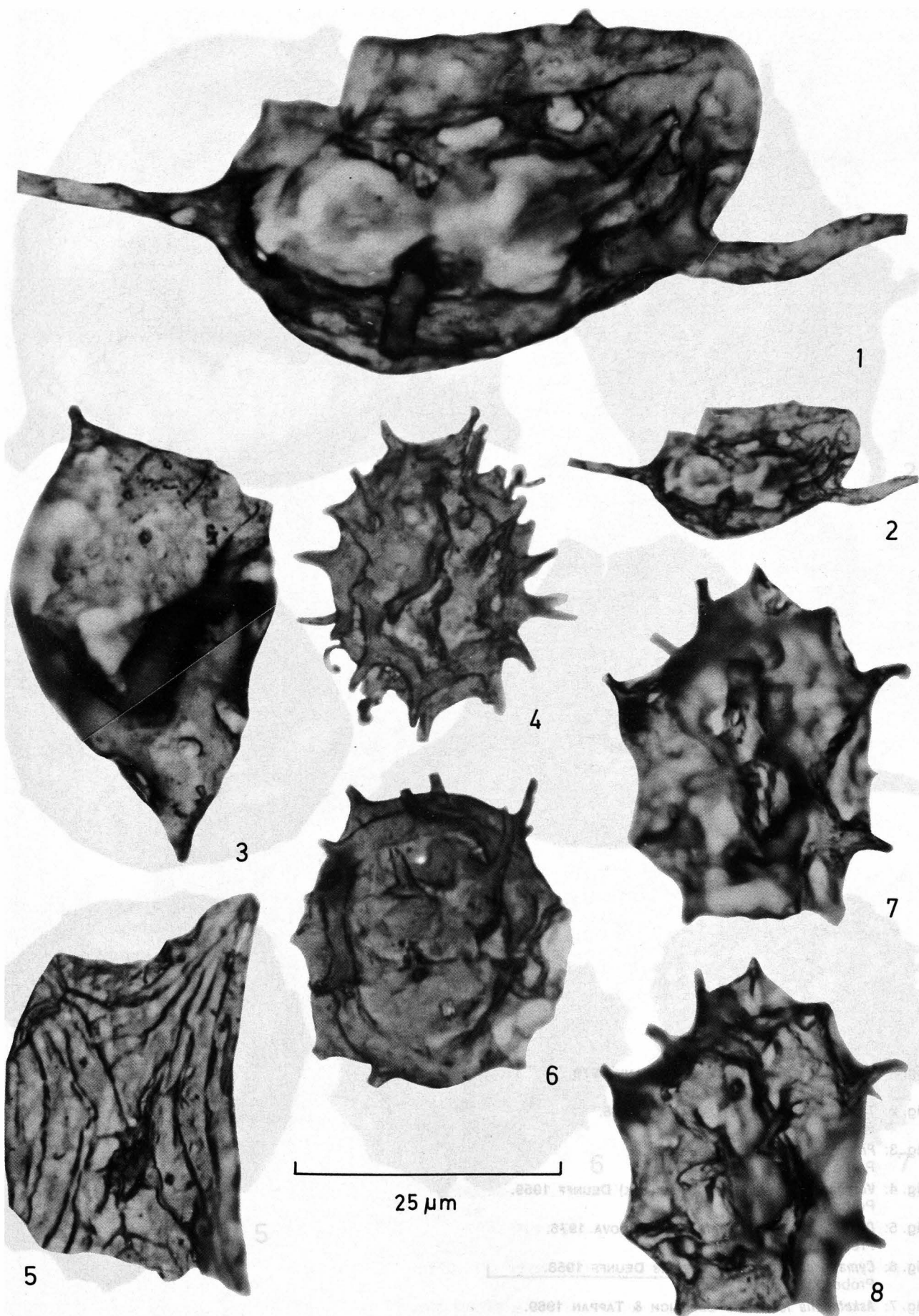
Tafel 2

- Fig. 1: *Pirea dubia* VAVRDOVÁ 1972.
Probe 026.
- Fig. 2: *Veryhachium trisulcum* (DEUNFF) DEUNFF 1956.
Probe 026.
- Fig. 3: *Veryhachium reductum* (DEUNFF) JEKHOWSKY 1961.
Probe 026.
- Fig. 4: *Coryphidium minutum* CRAMER & DIEZ 1976.
Probe 032.
- Fig. 5: *Acanthodiacrodium complanatum* (DEUNFF) MARTIN 1977.
Probe 032.
- Fig. 6: *Polygonium gracile* VAVRDOVÁ.
Probe 026.
- Fig. 7: *Stellechinatum uncinatum* (DOWNIE) MOLYNEUX 1987.
Probe 026.
- Fig. 8: *Veryhachium trisulcum* (DEUNFF) DEUNFF 1956.
Probe 032.
- Fig. 9: *Tetraniveum arenigum arenigum* (VAVRDOVÁ) VAVRDOVÁ 1976.
Probe 026.



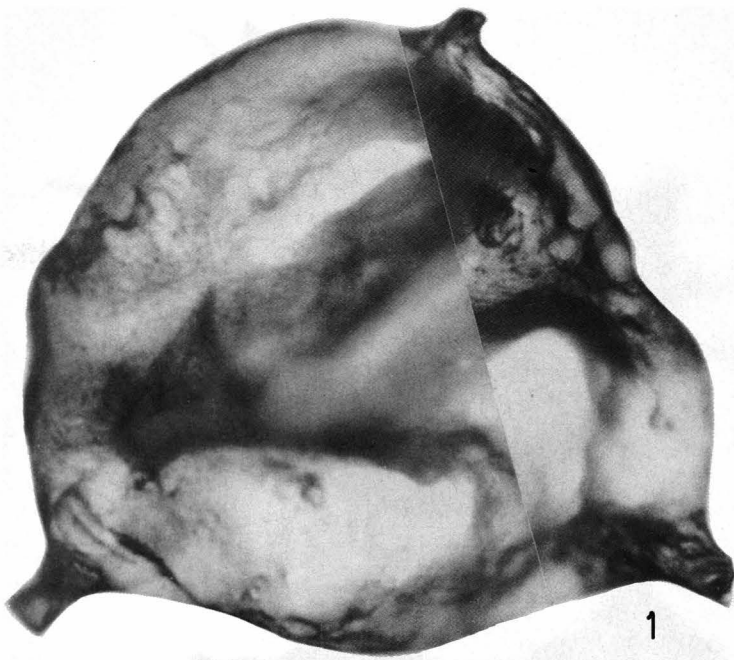
Tafel 3

- Fig. 1: *Orthosphaeridium octospinosum* (EISENACK) MARTIN 1983.
Probe 032.
- Fig. 2: *Orthosphaeridium octospinosum*.
Vergr. 800x.
- Fig. 3: *Veryhachium confecta* MARTIN 1968.
Probe 032.
- Fig. 4: *Polygonium gracile* VAVRDOVA 1966.
Probe 032.
- Fig. 5: *Striatotheca principalis parva* BURMANN 1970.
Probe 032.
- Fig. 6: *Tetraniveum arenigum arenigum* (VAVRDOVA) VAVRDOVA 1976.
Probe 032.
- Fig. 7,8: *Tectitheca additionalis* BURMANN 1968.
Probe 032.



Tafel 4

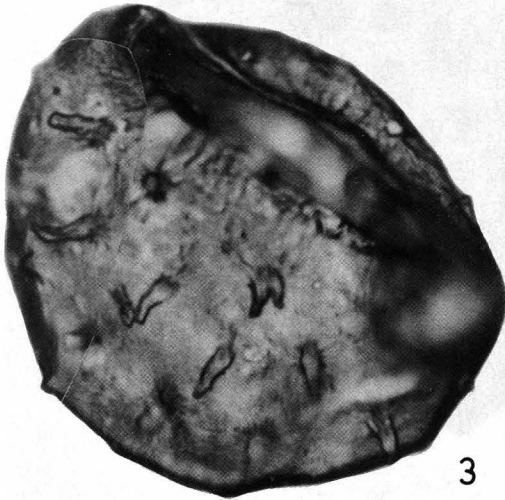
- Fig. 1: *Orthosphaeridium ternatum* BURMANN 1979.
Probe 032.
- Fig. 2: *Tectitheca additionalis* BURMANN 1968.
Probe 032.
- Fig. 3: *Priscogalea fimbria* RASUL 1974.
Probe 032.
- Fig. 4: *Veryhachium trispinosum* (EISENACK) DEUNFF 1959.
Probe 032.
- Fig. 5: *Dictyotidium* cf. *D. dentatum* VAVRDOVÁ 1976.
Probe 032.
- Fig. 6: *Cymatiosphaera* cf. *C. mirabilis* DEUNFF 1958.
Probe 032.
- Fig. 7: *Asketopalla formosula* LOEBLICH & TAPPAN 1969.
Probe 032.



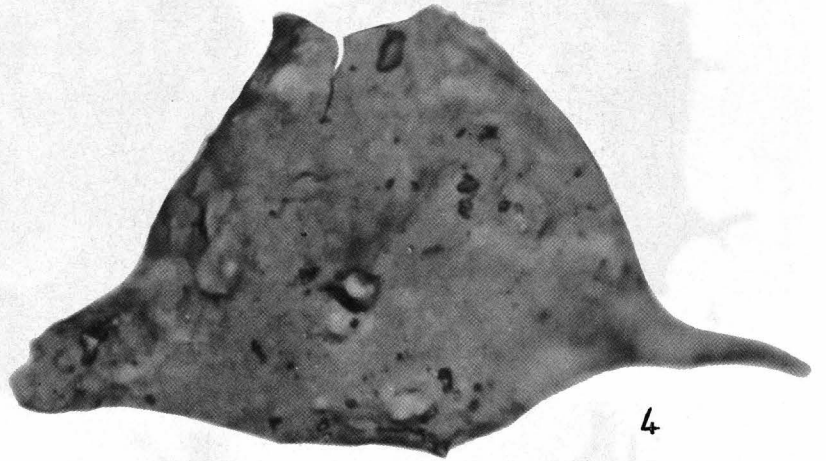
1



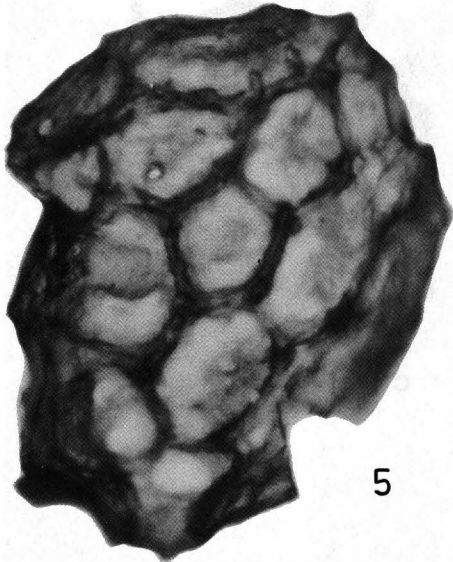
2



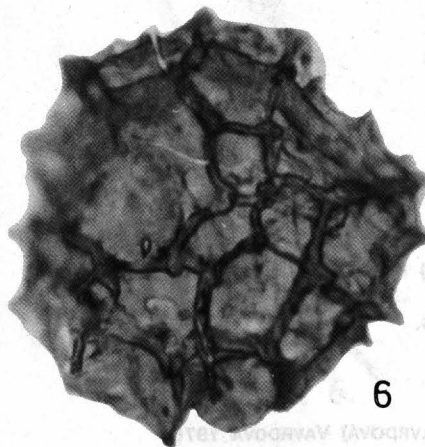
3



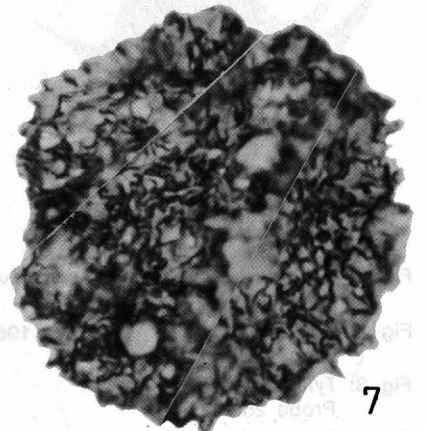
4



5



6

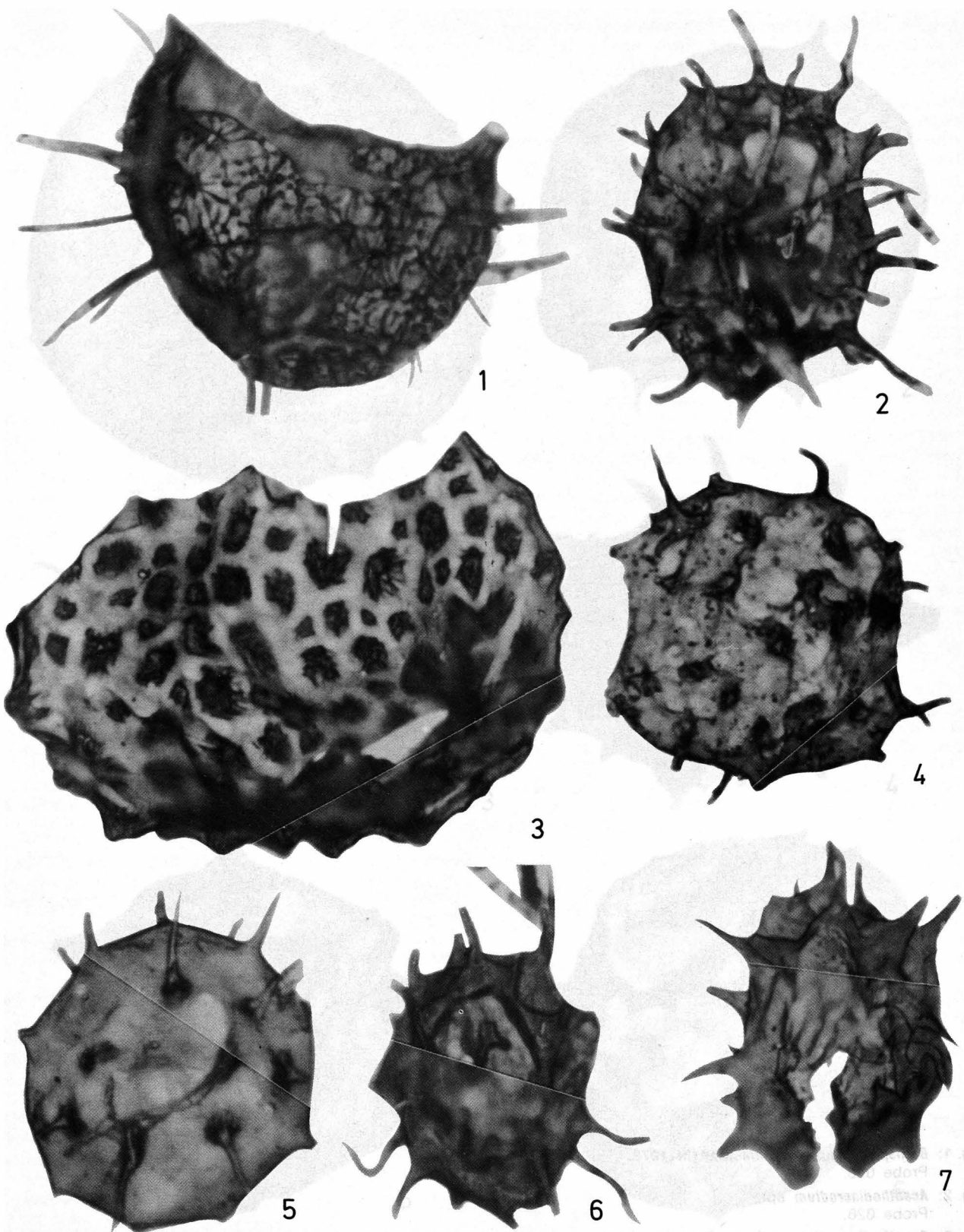


7

25µm

Tafel 5

- Fig. 1: *Stelliferidium striatulum* (VAVRDOVA) DEUNFF, GÓRKA & RAUSCHER 1974.
Probe 026.
- Fig. 2: *Polygonium gracile* VAVRDOVA 1966.
Probe 026.
- Fig. 3: *Tylotopalla* sp..
Probe 250.
- Fig. 4: *Tetraniveum arenigum arenigum* (VAVRDOVA) VAVRDOVA 1976.
Probe 250.
- Fig. 5: *Solisphaeridium nanum* (DEFLANDRE) TURNER 1984.
Probe 026.
- Fig. 6: *Actinotodissus achraisi* (MARTIN) YIN LEIMING 1986.
Probe 026.
- Fig. 7: *Micrhystridium inconispinum aremoricatum* PARIS & DEUNFF 1970.
Probe 026.

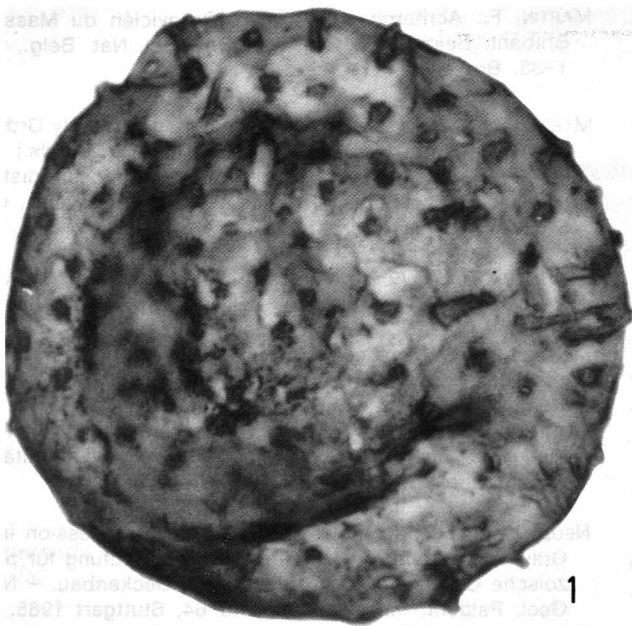


25 μm

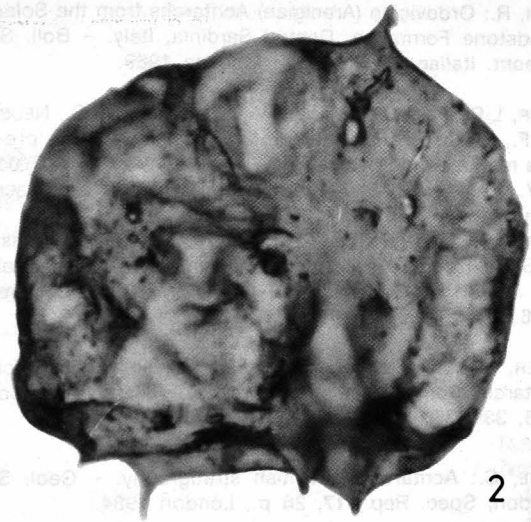
Fig. 7: *Acetabularia* sp. (Burmann 1958)
 Probe 030
 Fig. 6: *Acetabularia* sp. (Burmann 1958)
 Probe 250
 Fig. 5: *Tectaria* sp. (Burmann 1958)
 Probe 032
 Fig. 4: *Tectaria* sp. (Burmann 1958)
 Probe 250
 Fig. 3: *Stelliferium modestum* (Gorka) Deuser, Gorka & Pausschen 1974
 Probe 033

Tafel 6

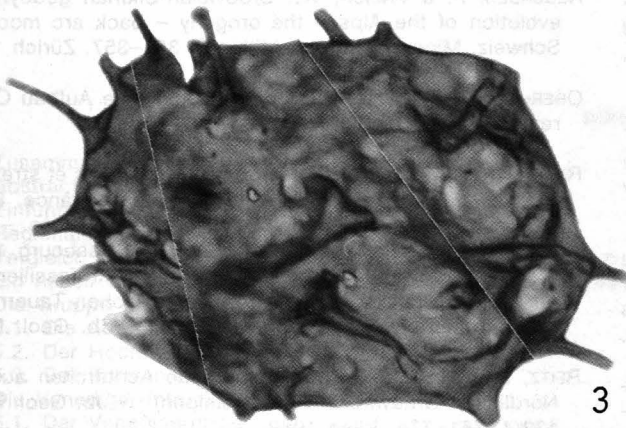
- Fig. 1: *Baltisphaeridium crinitum* MARTIN 1978.
Probe 026.
- Fig. 2: *Acanthodiacrodium* sp..
Probe 026.
- Fig. 3: *Acanthodiacrodium uniforme* BURMANN 1968..
Probe 250.
- Fig. 4: *Tectitheca additionalis* BURMANN 1968.
Probe 032.
- Fig. 5: *Tectitheca additionalis* BURMANN 1968.
Probe 250.
- Fig. 6: *Stelliferidium modestum* (GÓRKA) DEUNFF, GÓRKA & RAUSCHER 1974.
Probe 032.



1



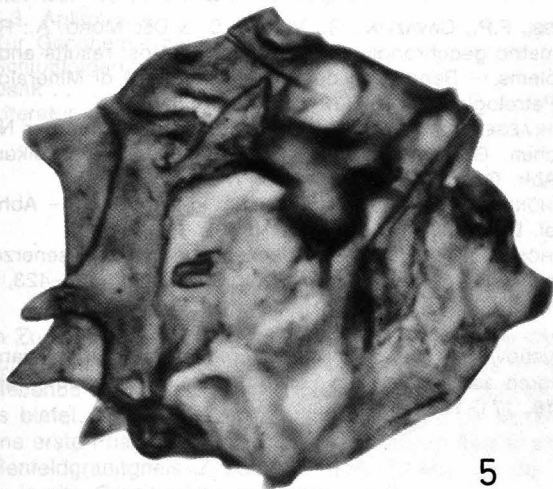
2



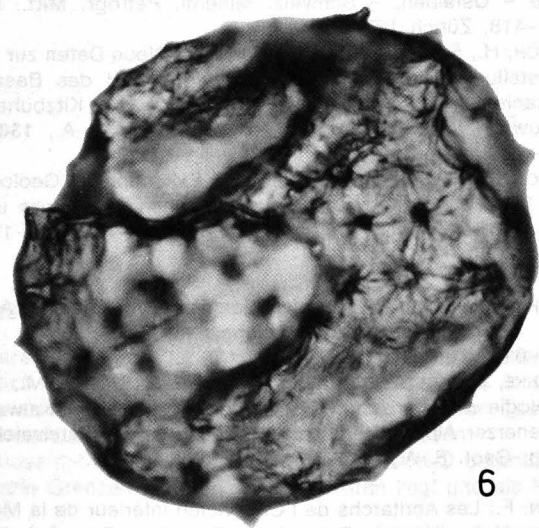
3



4



5



6

25 µm

Literatur

- ALBANI, R.: Ordovician (Arenigian) Acritarchs from the Solanas Sandstone Formation, Central Sardinia, Italy. – *Boll. Soc. Paleont. Italiana*, **28/1**, 3–37, Modena 1989.
- BECKER, L.P., FRANK, W., HÖCK, V., KLEINSCHMIDT, G., NEUBAUER, F., SASSI, F.P. & SCHRAMM, J.M.: Outlines of the pre-Alpine metamorphic events in the Austrian Alps. – In: FLÜGEL, H.W., SASSI, F.P. & GRECUŁA, (eds.): *Mineralia slovacica – Monograph*, 1987, 69–106, Bratislava 1987.
- BURMANN, G.: Übersicht über das ordovizische Mikroplankton im Südtteil der DDR (Vogtland, Wildenfelser Zwischengebirge). – *Jb. f. Geologie*, **7/8** (1971/1972), 47–62, Berlin 1976.
- CRAMER, H.F. & DIEZ, M.d.C.R.: Late Arenigian (Ordovician) acritarchs from Cis-Saharan Morocco. – *Micropaleontology*, **23/3**, 339–360, New York 1977.
- DOWNIE, C.: Acritarchs in British stratigraphy. – *Geol. Soc. London, Spec. Rep.*, **17**, 26 p., London 1984.
- FLÜGEL, H.W.: Das voralpine Basement im Alpin-Mediterranen Belt. Übersicht und Problematik. – *Jb. Geol. B.-A.*, **133/2**, 181–221, Wien 1990.
- FRISCH, W., NEUBAUER, F. & SATIR, M.: Concepts of the evolution of the Austroalpine basement complex (Eastern Alps) during the Caledonian – Variscan Cycle. – *Geol. Rdsch.*, **73/1**, 47–68, Stuttgart 1984.
- GIESE, U.: Lower Paleozoic volcanic evolution at the northwestern border of the Gurktal nappe, Upper Austroalpine, Eastern Alps. – *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, **68/3**, 381–396, Zürich 1988.
- HEINISCH, H.: Die Geologie der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Zell am See und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der altpaläozoischen Geodynamik des Ostalpenraumes. – 291 S., Unveröff. Habilitationsschrift, Univ. München 1986.
- HEINISCH, H.: Hinweise auf die Existenz eines passiven Kontinentalrandes im Altpaläozoikum der Nördlichen Grauwackenzone – Ostalpen. – *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, **68**, 407–418, Zürich 1988.
- HEINISCH, H., SPRENGER, W. & WEDDIGE, K.: Neue Daten zur Altersstellung der Wildschönauer Schiefer und des Basaltvulkanismus im ostalpinen Paläozoikum der Kitzbüheler Grauwackenzone (Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **130/2**, 163–173, Wien 1987.
- HEINISCH, H. & SCHLAEGEL-BLAUT, P.: Exkursion 7: Geologie der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Paß Thurn und Zell am See. – *Mitt. Österr. Mineral. Ges.*, **135**, 167–184, Wien 1990.
- LOESCHKE, J.: Lower Palaeozoic volcanism of the Eastern Alps and its geodynamic implications. – *Geol. Rdsch.*, **78**, 599–616, Stuttgart 1989.
- LOESCHKE, J., KRETSCHMAR, T., LANGER, V. & STRECK, M.: Zur Geologie der Norischen Decke nordwestlich von Kalwang (Eisenerzer Alpen, Steirische Grauwackenzone/Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **133/2**, 345–363, Wien 1990.
- MARTIN, F.: Les Acritarchs de l'Ordovicién inférieur de la Montagne Noire (Hérault, France). – *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.*, **48/10**, 1–61, Bruxelles 1973.
- MARTIN, F.: Acritarchs du Cambro-Ordovicién du Massif de Brabant, Belgique. – *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.*, **51/1**, 1–33, Bruxelles 1977.
- MARTIN, F.: Some aspects of late Cambrian and early Ordovician acritarchs. – In: BASSET, M.G. & DEAN, W.T. (eds.): *The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions and correlations.* – National Museum of Wales, Geol. Series, **3**, 29–40, Cardiff 1982.
- MOLYNEUX, S.G.: Acritarchs and Chitinozoa from the Arenig Series of South-west Wales. – *Bull. Brit. Museum Nat. Hist. (Geol.)*, **41/3**, 309–364, London 1987.
- MOSTLER, H.: Magmatisch kontrollierte Vererzungen im Ordovizium der Grauwackenzone (Salzburg – Tirol). – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbr.*, **12**, 341–359, Innsbruck 1983.
- MOSTLER, H.: Erfassung basischer Massengesteine im Raum Mittersill – Zell am See – Salzburg. – *Arch. f. Lagerstättenforsch. Geol. B.-A.*, **5**, 105–115, Wien 1984.
- NEUBAUER, F.: Eine präoberordovizische Transgression in der Grauwackenzone (Ostalpen) und ihre Bedeutung für paläozoische Geodynamik und alpidischen Deckenbau. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, Jg. **1985**, 46–64, Stuttgart 1985.
- NEUBAUER, F. & FRISCH, W.: Ordovician-Silurian geodynamic evolution of the Alps – the orogeny – back arc model. – *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, **68**, 351–357, Zürich 1989.
- OBERHAUSER, R. (Wiss. Red.): *Der geologische Aufbau Österreichs.* – 699 S., Berlin (Springer) 1980.
- RAUSCHER, R.: Recherches micropaléontologiques et stratigraphiques dans l'Ordovicién et le Silurién en France. Etude des Acritarches, des Chitinozoaires et des Spores. – *Bull. Serv. Géol. Alsace-Lorraine*, **33**, 224 p., Strasbourg 1973.
- REITZ, E. & HÖLL, R.: Jungproterozoische Mikrofossilien aus der Habach-Formation in den mittleren Hohen Tauern und dem nordostbayerischen Grundgebirge. – *Jb. Geol. B.-A.*, **131/2**, 229–240, Wien 1988.
- REITZ, E. & HÖLL, R.: Unterordovizische Acritarchen aus der Nördlichen Grauwackenzone (Ostalpen). – *Jb. Geol. B.-A.*, **132/4**, 761–774, Wien 1989.
- SASSI, F.P., CAVAZZINI, G., VISONA, D. & DEL MORO, A.: Radiometric geochronology in the Eastern Alps: results and problems. – *Rendiconti della Societa Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **40**, 187–224, Roma 1985.
- SCHLAEGEL-BLAUT, P.: Der basische Magmatismus der Nördlichen Grauwackenzone, Oberostalpinen Paläozoikum. – *Abh. Geol. B.-A.*, **43**, 1–149, Wien 1990.
- SCHÖNLAUB, H.P.: Das Paläozoikum in Österreich. – *Abh. Geol. B.-A.*, **33**, 124 S., Wien 1979.
- SCHÖNLAUB, H.P.: Die Grauwackenzone in den Eisenerzer Alpen (Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **124**, 361–423, Wien 1982.
- VAVRDOVÁ, M.: Geographical differentiation of Ordovician acritarch assemblages in Europe. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **18**, 171–175, Amsterdam 1974.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 4. März 1991.