

Ann. Naturhistor. Mus. Wien	79	47—55	Wien, Dezember 1975
-----------------------------	----	-------	---------------------

Zum Alter der Radstädter Quarzphyllite (Unterostalpin, Salzburg).

VON HANS P. SCHÖNLAUB ¹⁾

(Mit 1 Tabelle und 1 Tafel)

Manuskript eingelangt am 11. März 1975

Zusammenfassung	47
Summary	47
Einleitung	47
Dank	49
Prostratigraphische Ansichten	49
Die Mikrofauna	50
Stratigraphische Ergebnisse	52
Literatur	53

Zusammenfassung

Aus Karbonaten innerhalb der Radstädter Quarzphyllite werden Foraminiferen und Conodonten zum ersten Mal erwähnt. Die Faunula deutet ein Alter um die Wende Silur/Devon für Teile der Quarzphyllite an.

Summary

The paper deals with conodonts and foraminifera newly discovered in the "Radstädter Quarzphyllite" of Salzburg/Austria. The small fauna suggest an age near the boundary Silurian/Devonian.

"A bad fossil is more valuable than a good working hypothesis" (TRÜMPY 1971: 295).

Einleitung

Seit den ersten Fossilfunden in den Radstädter Tauern durch D. STUR 1854 konnte durch die umfangreichen Arbeiten von F. FRECH, W. SCHMIDT, F. TRAUTH und A. TOLLMANN der Kenntnisstand der mesozoischen Schichtfolgen erheblich erweitert werden (vgl. ROSSNER 1974). Gestützt auf gesicherte stratigraphische Daten erfuhr nun auch der Gesamttraum eine befriedigende tektonische Lösung (TOLLMANN 1963b).

Weit weniger Fortschritte brachten hingegen die Untersuchungen in den seit PETERS 1854 als fossilleer geltenden Quarzphyllit-Arealen, die große

¹⁾ Anschrift des Verfassers: Dr. Hans P. SCHÖNLAUB, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, Postfach 154, A-1031 Wien. — Österreich.

Teile des Nordrandes der Radstädter Tauern einnehmen, im W über das Großarlthal hinausreichen und im E unter das mittelostalpine Kristallin abtauchen. In ihnen sieht TOLLMANN 1963b die höchste Decke („Quarzphyllitdecke“) eines nordvergenten, mesozoischen, z. T. mit Kristallin-Schuppen versehenen Deckenstapels, der flach der penninischen Schieferhülle auflagert und mit KOBER als unterostalpine Einheit im tektonischen Bauplan der Ostalpen angesehen wird. Beides, Mesozoikum in der Radstädter Ausbildung und Quarzphyllite bilden in weiterer Folge, allerdings in stark wechselndem Ausmaß und nicht immer geschlossen, den Rahmen des Tauernfensters („Lungauridenring“ nach KOBER 1938).

Im NW der Radstädter Tauern queren die Gesteine dieses unterostalpinen Rahmens das Kleinarlthal südlich Wagrain. Hier treten nach KOBER 1938 die oberen Decken des Radstädter Mesozoikums zurück; an ihre Stelle tritt Quarzphyllit in tektonischen Verband mit Radstädter Mesozoikum der tieferen Decken (TRAUTH 1926, KOBER 1938).

Im Verlaufe einer Neuaufnahme der Berge des vorderen Großarl- und des Kleinarltales konnte MOSTLER 1963a zeigen, daß neben ortsfremdem Mesozoikum auch sedimentäre Kalke innerhalb der Quarzphyllite auftreten und am ehesten als paläozoisch anzusehen seien (MOSTLER 1963b, fide WAGNER 1972: 15), eine Erscheinung, auf die bereits SCHWINNER 1935: 66 aufmerksam machte. Detailaufnahmen der Quarzphyllite durch TRAUTH 1926, MOSTLER 1963a und WAGNER 1972 ergaben weiterhin, daß auch Kieselschiefer (vgl. dazu WAGNER 1972: 7), Diabase, Porphyroide, Glimmerquarzite, Eisendolomite und Bänderkalke sowie Serizit- und Chloritserizitphyllite dieser, ursprünglich als sehr monoton aufgefaßten Schieferfolge zwischengeschaltet sind. Hingegen müssen nach TOLLMANN 1958, 1963a die Quarzit-Serizit-Schiefer der älteren Literatur (UHLIG, SCHMIDT) von den Quarzphylliten abgetrennt werden (vgl. SCHWINNER 1936: 124, EXNER 1956: 57); sie gehören großteils der penninischen Unterlage der Radstädter Tauern an und sind somit nachtriadisch (TOLLMANN 1963a: 88).

In jüngster Zeit wurde der Bereich des Kleinarltales von WAGNER 1972 neu kartiert, tektonisch gegliedert und in Hinblick auf bereits früher bekannt gemachte Scheelitvorkommen (HÖLL 1970, 1971) lagerstättenkundlich untersucht. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden auch etwa 150 Karbonatproben auf Mikrofossilien getestet, um zu Aussagen über das Alter der Verzerrung bzw. der Phyllite zu gelangen. Da nach WAGNER 1972: 18 die Quarzphyllitserie der Quarz-Albit-Muskowit-Chlorit-Subfazies der Grünschieferfazies des Barrow-Typs zuzuordnen ist, war — vorausgesetzt ein paläozoisches oder triadisches Alter der Quarzphyllite — in Dolomiten unter günstigen Umständen noch eine Conodontenführung zu erwarten. Restproben dieser zu Beginn der Untersuchungen ergebnislosen Testreihe (WAGNER 1972) wurden freundlicherweise dem Verfasser zu einer ausgedehnteren Bearbeitung überlassen. Eine zusätzliche Beprobung durch den Verfasser, vorwiegend von Fe-Dolomiten, erweiterte das Untersuchungsprogramm.

Dank

Diese Untersuchungen wurden teilweise mit Mitteln des Forschungsvorhabens Nr. 1588 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung Österreichs durchgeführt. Sie erforderten große Säuremengen und Chemikalien, für deren Bereitstellung gedankt sei. Dr. R. HÖLL, München, danke ich für die Anregung zu diesen Untersuchungen, Exkursionen ins Kleinarlal sowie für die bereitwillige Überlassung von Probenmaterial.

Den Herren Dr. G. FLAJS, Bonn, Prof. Dr. W. ZIEGLER und Dr. R. CHRISTENHUSZ, Marburg, verdanke ich SEM-Mikroaufnahmen und Analysen von Foraminiferen und Conodonten. Die Herren Prof. Dr. W. C. SWEET und B. MARKLEY, beide The Ohio State University, Columbus/Ohio, USA, weiteten die Mikrosonden-Analysen am abgebildeten Exemplar eines *Panderodus* sp. aus, wofür ich meinen herzlichen Dank sagen möchte. Dr. M. SCHMID, GBA Wien, gab bei der Bestimmung der Foraminiferen wertvolle Hinweise.

Das prostratigraphische Alter der Radstädter Quarzphyllite
 (Tab. 1)

Die Schichtfolgen der Radstädter Tauern und hier besonders die Quarzphyllite spiegeln wie kaum ein anderes Beispiel in den Ostalpen die stratigraphische Methodik in halbmetamorphen Gebieten wider: Solange keine Fossilien bekannt waren, wurde die Stratigraphie in Abhängigkeit von den Fortschritten in den nichtmetamorphen Gebieten den Erfordernissen und Vorstellungen der jeweiligen Bearbeiter und ihrer Konzepte angepaßt, sei es

Tabelle 1.

STUR 1854	Trias	„Radstädter Schiefer“
STACHE 1874	Silur—Devon vorsilurisch	„Ältere Grauwackengesteine“ „Quarzphyllite“
FRECH 1901	präkambrisch	„Thonglimmerschfr.“, Quarzphyllite“
VACEK 1882—1901	präkambrisch	
UHLIG 1906—1908	permisch—skythisch	„Quarzitgesteine der Radstädter Tauern“
KOBER 1912—1955	Oberkarbon—Perm	„Flysch-Quarzphyllitfazies“ bzw. „Oberkarboner Wildflysch“
SCHMIDT 1924	höheres Paläozoikum bis unterste Trias	
TRAUTH 1926	Präkambrium—Kambrium oder Karbon—Perm	„Kleinarter Quarzphyllit-Quarzit- gruppe“
SCHWINNER 1935	vorvariszisch	„Radstädter Quarzit- und Serizit- schieferserie“
SCHWINNER 1936	Kambrium	„Quarzphyllite der Serie III b“
BLATTMANN 1936	paläozoisch	„Quarzphyllite“
BLATTMANN 1937	wahrscheinlich Ober- karbon	
TOLLMANN ab 1958	(Alt-)Paläozoikum	„Radstädter Quarzphyllite“
MOSTLER 1963	Paläozoikum	
WAGNER 1972	Silur-Devon	„Quarzphyllitserie“

in tektonischer oder in lithologischer Hinsicht. So überbewertete STUR 1854 die ersten Fossilfunde in den „Radstädter Kalken“ und dehnte das triassische Alter auf das gesamte „Radstädter Tauerngebilde“, also auch auf die liegenden „Glimmerschiefer-“ und „Grauwacken ähnlichen Schiefer“ (= z. T. Quarzphyllite) aus. Später vertraten STACHE 1874, VACEK (ab 1882) und FRECH 1901 die Ansicht eines präkambrischen, zumindest aber vorsilurischen Alters (STACHE) der Quarzphyllite und stellten sie zu den Hüllgesteinen des „centralen Gneisgebietes“ (= heutiges Altkristallin). Seit UHLIG und besonders KOBER (ab 1912) werden die Radstädter Quarzphyllite dem Jungpaläozoikum zugerechnet und einerseits als (inverse) Basis der mesozoischen Schichtfolge in den Radstädter Tauern angesehen, andererseits aus tektonischen Überlegungen als eine „Art von Grauwackenzone“ (KOBER 1923) aufgefaßt. Für die Zuweisung ins Oberkarbon waren freilich nur lithologische Vergleiche einzelner Schichtglieder (Quarzkonglomerate, graphitische Kalke) maßgebend.

SCHWINNER 1935, 1936 vergleicht die Quarzphyllite mit ähnlichen Gesteinen der Steirischen Grauwackenzone und der Karnischen Alpen und schließt auf ein vorvariszisches Alter. Bei Annahme einer Vertretung seiner Serie III b (SCHWINNER 1936) würden sie dem Kambrium zuzurechnen sein.

In neuerer Zeit werden die Quarzphyllite allgemein als paläozoisch aufgefaßt. Zuletzt vergleicht sie WAGNER 1972 mit gesichertem Altpaläozoikum in den Eisenhutschiefern der Gurktaler Decke (HÖLL 1970) und der unterostalpinen Magnesit-Lagerstätte Tux (HÖLL & MAUCHER 1967) und schließt auf ein silurisches bis devonisches Alter für Teile der Quarzphyllitserie.

In einer kompilatorischen Gesamtschau behandelt ROSSNER 1974 auch die Quarzphyllite in den Radstädter Tauern.

Die Mikrofauna

Vorbemerkungen: Im Zuge der Präparierung für Scanning-Aufnahmen ging ein Teil der Mikrofauna verloren. Es betrifft dies bei den Foraminiferen die vollständig erhaltene Art *Sorosphaera tricella* MOREMAN 1930 sowie bei den Conodonten ein bruchstückhaftes Exemplar des Genus *Ligonodina* vel *Hindeodella*.

Die Beprobung der Karbonate innerhalb der Quarzphyllite — in der älteren Literatur isoliert betrachtet und zum Mesozoikum gestellt — mußte sich auf die u. a. Dolomitvorkommen beschränken, da die Kalke zu stark umkristallisiert sind und durchwegs als Bänderkalke vorliegen. Nach MOSTLER 1963b (fide WAGNER 1972: 16) unterscheiden sich die bis zu 100 m mächtigen, ungeschichteten, makrofossilleeren, grauen Eisendolomite nur in ihren Korngrößen (Dolosparit bzw. feilutitischer Dolomit). Dem spätigen Typ werden die Vorkommen in einem Seitengraben des Fürbach und nördlich der Alm Schneeleitn (nördlich des Seyfriedgraben) zugerechnet, während die kleineren Vorkommen ca. 1,5 km nördlich Mitterkleinarl (Brandstattgraben) den feinkörnigen Typus repräsentieren. Bis 1 m mächtige Karbonatlinsen mit Fe-

dolomitischen und kalkigen Partien finden sich hingegen im oberen Stuhlgraben den Chlorit-Serizit-Schiefern zwischengeschaltet.

Folgende Probenpunkte erbrachten bisher positive Ergebnisse:

1. Eisendolomite des Eisenspatlagers Fürbach; 3,8 km SE Wagrain;
2. Eisendolomit ca. 100 m N Alm Schneeleitens (Höhe 1520 m);
3. kieseliges Dolomit 1 km SSE Roßfeldeck (Österr. Karte, Blatt 155/2, „Hüttschlag“).

Die Beprobung der Karbonateinschlusung im oberen Stuhlgraben (Höhe 1500 m ESE Pkt. 1467), im Brandstattgraben sowie von diversen Bänderkalken verlief negativ.

A. Schwamm-Spicula

In den Rückständen der kieseligen Dolomite des Vorkommens „1 km SSE Roßfeldeck“ fand sich ein pyritisierter Skelettrest eines monactinen Nadeltyps.

B. Conodonten

Von den nahezu 200 Proben im gesamten Untersuchungsgebiet lieferten nur die Eisendolomite „Nördlich der Alm Schneeleitens“ und „Fürbach“ zwei Exemplare:

Panderodus sp.

Ligonodina sp. vel *Hindeodella* sp.

Die Erhaltung der beiden Exemplare ist im Fall des einzähnigen Conodonten fast vollständig (bei der Präparation wurde die Spitze zerstört), die Astform ist hingegen bruchstückhaft und daher artlich nicht näher bestimmbar. Beide Conodonten haben die für eine stärkere metamorphe Überprägung charakteristische hellgraue Färbung und sind undurchsichtig (vgl. SCHÖNLAUB & ZEZULA 1975). Mikrosonden-Analysen mittels ORTEC-Multichannel Analyzer am Stereoscan zeigen (Dr. R. CHRISTENHUSZ, Prof. Dr. W. C. SWEET, B. MARKLEY), daß das ursprüngliche Ca/P-Verhältnis durch die Metamorphose leicht verändert wurde und im Vergleich zu nichtmetamorphen Vertretern derselben Gattung erhöht ist. SWEET und MARKLEY erhielten die folgenden Werte bei 20 kV, 2.000facher Vergrößerung und einer Counter-Einstellung für 200 Sekunden bei der Analyse der Gesamtfläche (full spectrum):

Metamorpher <i>Panderodus</i>	Ca/P = 2,946
Kontroll-Exemplar 1, nichtmetamorph.	Ca/P = 2,236
Kontroll-Exemplar 2, nichtmetamorph.	Ca/P = 2,122

Wie dazu Dr. R. CHRISTENHUSZ im Zusammenhang mit der Frage einer möglichen Beeinflussung durch den Scheelit im Nebengestein ergänzend mitteilt, liegt W an oder unter der Nachweisgrenze in der Analyse des einzähnigen Conodonten. Auch Dolomit baut das Gefüge nicht auf, mag allerdings lokal in kleineren Anteilen vorhanden sein.

Die extreme Conodontenarmut kann mehrere Gründe haben: Einmal kann vermutet werden, daß die Metamorphose ehemals vorhanden gewesene Makro- und Mikrofossilien weitgehend vernichtet hat ²⁾, zum anderen wurden die Gesteine von einer intensiven Tektonik betroffen (WAGNER 1972 wies in den Quarzphylliten eine mindestens zweimalige tektonische Überprägung nach), die sich in den Karbonaten in Kalzit-verheilten Klüften, Bänderung und Rekristallisation äußert. Nicht bekannt sind die sekundären Veränderungen des Ca-Phosphats der Conodonten-Substanz, hervorgerufen durch diagenetische oder postdiagenetische Erzlösungen (Bildung der Eisendolomite bzw. des Erzlagers am Fürbach). Schließlich mag auch das seltene Vorkommen in einem primären Fehlen oder starken Zurücktreten von Conodonten begründet sein.

C. Foraminiferen

Agglutinierende Foraminiferen finden sich in den Leichtfraktionen der Proben „Fürbach“, „Nördlich der Alm Schneeleiten“ und in den kieseligen Dolomiten „1 km SEE des Roßfeldeck“. Die Gesamtfauuna umfaßt folgende Sandschaler:

Sorosphaera tricella MOREMAN

Sorosphaera bicella DUNN

Psammosphaera cava MOREMAN

Stegnammina ? sp.

Der überwiegende Teil dieser kleinen Fauna stammt aus den Eisendolomiten vom Fürbach und den scheelitführenden Dolomiten SSE des Roßfeldeck. Der Erhaltungszustand ist als relativ gut zu bezeichnen: Während die gewöhnlich sphärisch bis subsphärischen zarten Schalen von *Psammosphaera cava* leicht verdrückt und deformiert sind, zeigen die Aggregate von *Sorosphaera tricella* kaum Spuren mechanischer Einwirkung. Auch die dieser Art angehörenden und vereinzelt isoliert im Rückstand gefundenen Kammern sind kaum beansprucht, da die Einzelkammern in der Regel schon ursprünglich sehr lose zu einem Aggregat verbunden waren (vgl. E. KRISTAN-TOLLMANN 1971).

Die bestimmten Arten entsprechen den ausführlichen Beschreibungen bei E. KRISTAN-TOLLMANN 1971a, b (cum lit.), weshalb hier auf eine Wiederholung verzichtet werden kann.

Stratigraphische Ergebnisse

Der stratigraphische Aussagewert der o. a. Mikrofauna (Conodonta, Foraminifera) ist nach dem Überwiegen primitiver, langlebiger Formen als gering anzusehen. In rezenten Biotopen finden sich beispielsweise Arten von

²⁾ TRAUTH 1926 und MOSTLER 1963 (nach WAGNER 1972) erwähnen das seltene Auftreten von Biotit im Quarzphyllit.

Psammosphaera (*Psammosphaera cava* reicht bis ins Jungpaläozoikum), die kaum von altpaläozoischen Vertretern zu differenzieren sind. *Stegnammina* bleibt hingegen auf das Altpaläozoikum beschränkt.

Einige Bedeutung kann dem Auftreten der Arten *Sorosphaera tricella* und *S. bicella* beigemessen werden, die bisher fast ausschließlich aus dem Silur bekannt wurden (vgl. E. KRISTAN-TOLLMANN 1971b). Hinweise auf Silur finden sich ebenfalls in dem *Sorosphaera tricella* begleitenden Conodonten für das Vorkommen „Fürbach“. Zwar reicht die Gattung *Panderodus* vom Mittelordovozium bis ins Unterdevon; sie dominiert in den Ostalpen aber erfahrungsgemäß im Silur. *Hindeodella* vel *Ligonodina* aus derselben Probe gelten gleichfalls als charakteristische „Durchläufer“ des höheren Silurs und Unterdevons.

Es deutet sich daher für die Eisendolomite und Bänderkalke im Fürbachgraben nach den wenigen Conodonten und Foraminiferen, besonders nach *Sorosphaera tricella*, eine Altersdatierung um die Wende Silur/Devon an. Für das Vorkommen „Roßfeldeck“ fehlen genauere Altershinweise. Nach den Geländebeobachtungen sind die Karbonate des Fürbachgrabens wesentlich mächtigere Eisendolomite und Bänderkalke in einem ursprünglich pelitisch-sandigen Sediment, wogegen das Vorkommen „Roßfeldeck“ einer Metavulkanitserie (WAGNER 1972) einlagert. Diese Unterschiede führen zur Vorstellung, daß eine Altersgleichheit beider Vorkommen weitgehend auszuschließen sei und beide Karbonathorizonte zeitlich verschieden zur Ablagerung gelangten. Wir schließen dabei auf analoge Verhältnisse zu den von HÖLL 1970 in den Eisenhutschiefern der Turracher Höhe vom älteren Silur bis Unterdevon datierten Karbonatlinsen.

Literatur

- BLATTMANN, S. (1936): Überblick über die Tektonik der Radstädter Tauern. — Zbl. Geol. Paläont. Min., 1936, Abt. B, 47—53. — Stuttgart.
- (1937): Deformationstypus der Radstädter Tauern. — Jb. Geol. B.-A., 87, 207—233. — Wien.
- EXNER, C. (1957): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein. — Geol. B.-A., 168 S., Wien (Geol. Karte: Wien 1956.)
- FRECH, F. (1901): Geologie der Radstädter Tauern. — Geol. u. Paläontol. Abh., N. F. 5, 1—66. — Jena.
- HÖLL, R. (1970): Die Zinnober-Vorkommen im Gebiet der Turracher Höhe (Nock-Gebiet/Österreich) und das Alter der Eisenhut-Schieferserie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1970, 201—224. — Stuttgart.
- (1971): Scheelitvorkommen in Österreich. — Erzmetall, 24, 273—282. — Stuttgart.
- HÖLL, R. & MAUCHER, A. (1967): Genese und Alter der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux. — Sitzungsber. bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., 1967/1, 11 S. — München.
- KOBER, L. (1912): Bericht über die geotektonischen Untersuchungen im östlichen Tauernfenster und seiner weiteren Umräumung. — Sitz. Ber. Akad. Wiss., mathem. naturw. Kl., 121, Wien.
- (1923): Bau und Entstehung der Alpen. — 1. Auflage, 283 S. — Borntraeger, Berlin.

- KOBER, L. (1938): Der geologische Aufbau Österreichs. — 204 S. — Springer, Wien.
- (1955): Bau und Entstehung der Alpen. — 2. Auflage, 379 S. — Deuticke, Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1971): Sandschalige Foraminiferen aus dem Silur der Nördlichen und Südlichen Grauwackenzone Österreichs. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **137**, 249–283. — Stuttgart. (1971 a)
- (1971): Revision der altpaläozoischen Sorosphaeren (Foram.). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1971**, 171–180, 3 Abb. — Stuttgart. (1971 b)
- MOSTLER, H. (1963): Geologie der Berge des vorderen Großarl- und des Kleinarltales (Salzburg). Vorbericht. — Verh. Geol. B.-A., 1963, 132–135. — Wien. (1963 a)
- (1963): Geologie der Berge des vorderen Großarl- und des Kleinarltales. — Diss. Phil. Fak., Univ. Innsbruck, 96 S. — Innsbruck. (1963 b)
- PETERS, V. (1854): Die geologischen Verhältnisse an der Nordseite der Radstädter Tauern. — Jb. Geol. R. A., **5**, 808–818. — Wien.
- ROSSNER, R. (1974): Neuere Vorstellungen und Probleme über den Bau der Radstädter Tauern (Salzburg, Österreich). (Literaturbericht 1949–1972). — Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1973, 708–756, 2 Abb. — Stuttgart.
- SCHMIDT, W. (1924): Der Bau der westlichen Radstädter Tauern. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **99**, 309–339. — Wien.
- SCHWINNER, R. (1935): Zur Stratigraphie der Tarntaler und der Radstädter Berge. — Jb. Geol. B.-A., **85**, 51–80. — Wien.
- (1936): Zur Gliederung der phyllitischen Serien der Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., 1936, 117–124. — Wien.
- STACHE, G. (1874): Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. — Jb. Geol. R. A., **24**, 135–272. — Wien.
- STUR, D. (1854): Die geologische Beschaffenheit der Centralalpen zwischen dem Hoch-Golling und dem Venediger. — Jb. Geol. R. A., **5**, 818–852. — Wien.
- TOLLMANN, A. (1958): Geologie der Mosermannl-Gruppe. — Jb. Geol. B.-A., **101**, 79–115. — Wien.
- (1963): Das Westende der Radstädter Tauern (Tappenkarberge). — Mitt. Geol. Ges. Wien, **55**, 1962, 85–125. — Wien. (1963 a)
- (1963): Ostalpensynthese. — 256 S. — Deuticke, Wien. (1963 b)
- TRAUTH, F. (1926): Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. I. — Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **100**, 101–212. — Wien.
- UHLIG, V. & BECKE, F. (1906): Erster Bericht über petrographische und tektonische Untersuchungen im Hochalpmassiv und in den Radstädter Tauern. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **115**, 1698–1737. — Wien.
- VACEK, M. (1884): Beitrag zur Geologie der Radstädter Tauern. — Jb. Geol. R. A., **34**, 609–634. — Wien.
- WAGNER, H. (1972): Geologisch lagerstättenkundliche Untersuchungen im Bereich des Kleinarltales, Salzburg, Österreich. — Diss. Ludwig-Maximilians Univ. München, 59 S. — München.

Tafelerläuterung

Tafel 1

Fig. 1: *Psammosphaera cava* MOREMAN. a) Gesamtansicht des ovalen Exemplars aus dem Vorkommen „Fürbach“; $\times 240$. b) Detail der Oberfläche mit Rekrystallisationserscheinungen (?) an den Korngrenzen; $\times 1600$.

Fig. 2: *Sorosphaera bicella* DUNN. a) Gesamtansicht mit enger Verwachsung beider Kammern; Vorkommen „Fürbach“; $\times 208$. b) Detail der in ein Netzwerk aufgelösten sandigen Schalen-Oberfläche. Die Entstehung dieses Musters kann möglicherweise mit dem Lösen der Karbonate in Monochloressigsäure zusammenhängen und daher nicht primären Ursprungs sein. $\times 1600$.

Fig. 3: *Stegnammina* ? sp. a) Gesamtansicht des in der Mitte eingeschnürten, länglichen Exemplars aus dem Fürbachgraben; $\times 208$. b) Detail der lose gepackten sandigen Schalen-Oberfläche mit sekundärem Quarz-Wachstum; $\times 850$.

Fig. 4: *Psammosphaera cava* MOREMAN. a) Gesamtansicht eines rundlich-ovalen Exemplars aus den Dolomiten „SSE des Roßfeldeck“; $\times 306$. b) Detail der Oberfläche zeigt den Einbau und die Verkittung meist kantengerundeter „Sand“-Körner; $\times 756$.

Fig. 5: *Psammosphaera cava* MOREMAN. Gesamtansicht eines Exemplars vom Fürbachgraben; $\times 272$.

Fig. 6: *Panderodus* sp. a) Lateralansicht. Deutlich sind die nahe der Basis ausgebildete Costa und die grobe Oberfläche zu erkennen (die Spitze brach bei der Präparation ab); $\times 65$. b) Detail aus dem oberen Drittel mit Andeutung der primären Oberflächen-Streifung; $\times 150$. c) Oberflächen-Vergrößerung im Bereich der Costa. Deutlich ist die Auflösung der ehemals glatten Oberfläche in flache Apatitblättchen zu erkennen; $\times 350$.

