

Silur-Conodonten aus einer Phyllonitzone im Muralpen-Kristallin (Lungau/Salzburg)

VON HANS PETER SCHÖNLAUB UND GERHARD ZEZULA *)

Mit 3 Abbildungen und 2 Phototafeln

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blatt 157

Schlüsselwörter

Salzburg
Muralpen-Kristallin
Phyllonit
Eisendolomite
Silur
Conodonten
Metamorphose

Gliederung

Zusammenfassung
Summary
Einleitung
Dank
Geologischer Teil
Paläontologisch-stratigraphischer Teil
Bemerkungen zum Erhaltungszustand und zur Metamorphose
Bedeutung des Silur-Nachweises

Zusammenfassung

Aus einer Phyllonitzone im Salzburger Lungau wird eine Conodontenfauna des Silurs zum ersten Mal bekanntgemacht. Es handelt sich um 15 verschiedene Conodonten-Einzelelemente, die auf Grund des Vorkommens von *Kockelella variabilis*, *Spathognathodus inclinatus inflatus* und *Sp. i. posthamatus* der oberen ploedkensis-Zone (= basales Ober-Ludlow) zugeordnet werden können. Erhaltungszustand, Metamorphosegrad und Bedeutung des Fundes im Rahmen weiterer Funde in metamorphen Gebieten der Ostalpen werden diskutiert.

Summary

Silurian conodonts are described from metamorphic rocks in the „Muralpen-Kristallin“ of Salzburg/Austria for the first time. They are derived from dolomites and comprise about 150 specimens. Regarding form-taxonomy 15 form-taxa have been recognized that can be grouped in at least 3 multi-elements. The form-taxa *Kockelella variabilis*, *Spathognathodus inclinatus inflatus* and *Spathognathodus inclinatus posthamatus* prove an age which can be correlated with the upper part of the ploedkensis-Zone level in the Cellon section of the Carnic Alps, i. e. the lower part of Upper Ludlow.

Conodont metamorphism, stage of preservation, and stratigraphic/tectonic implications within the frame-work of the Eastern Alps are discussed.

*) Adresse der Autoren: DR. HANS PETER SCHÖNLAUB, Geologische Bundesanstalt, Rasumofsky-gasse 23, Postfach 154, A-1031 Wien; GERHARD ZEZULA, Geologisches Institut der Universität, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien.

Einleitung

Im Rahmen einer Dissertation am Geologischen Institut der Universität Wien wurde in den Jahren 1972 bis 1975 unter Betreuung von Herrn Prof. Dr. CH. EXNER die Phyllonitzone zwischen St. Gertrauden und Lessach (Lungau/Salzburg) sowie das Problem ihrer Fortsetzung zum Katschberg von G. ZEZULA untersucht.

Das erwähnte Gebiet wurde im Maßstab 1 : 10.000 kartiert und petrographisch bearbeitet, wobei es gelang, zahlreiche neue, bisher in der Literatur noch nicht aufscheinende Beobachtungen zu sammeln. Es ist geplant, diese Arbeiten im Sommer 1975 abschließen zu können. Ältere Aufnahmen in diesem Gebiet stammen von GEYER, 1893, UHLIG, 1908, HERITSCH & SCHWINNER, 1924, PREY, 1939, 1941 und EXNER, 1944.

Dank

Beihilfen für Gelände- und Laborarbeiten wurden im Rahmen des Geodynamischen Forschungsprojektes der Österreichischen Akademie der Wissenschaften einem der Verfasser (G. ZEZULA) in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Großen Dank schulden wir Herrn Dr. G. FLAJS, Universität Bonn, für die Anfertigung der SEM-Aufnahmen.

Weiters gebührt unser besonderer Dank Herrn Prof. Dr. W. SWEET, The Ohio State University, Columbus/USA, und B. MARKLEY für die Mikrosonden-Untersuchung einzelner Conodonten.

Herrn Dr. P. KLEIN, Geologische Bundesanstalt Wien, möchten wir für die Analyse von Eisendolomiten danken.

Geologischer Teil

Der Lungau, insbesondere der Raum St. Michael am Katschberg—Mautern-dorf—St. Gertrauden, ist durch die unmittelbare Nachbarschaft mehrerer geologischer Einheiten mit teilweise sehr unterschiedlicher tektonischer Stellung gekennzeichnet. Es sind dies das Penninikum des Tauernfensters, seine Schieferhülle und die hochpenninisch-unterostalpine Katschbergzone im Südwesten, die unterostalpinen Radstädter Tauern im Nordwesten, sowie die Schladminger Tauern und das Altkristallin des Nockgebietes im Osten (Oberostalpin bzw. Mittelostalpin, vgl. die kompilatorische Arbeit ROSSNER, 1974).

Die bearbeitete Phyllonitzone erstreckt sich als schmaler Streifen am Südabfall des Kristallins der Schladminger Tauern von der Ortschaft Lessach im Osten quer über das Göriach-, das Lignitz- und das Weißprieachtal nach Westen. Auf das Problem der Fortsetzung von St. Gertrauden in Richtung Südwesten in das Katschberggebiet soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Überlagert wird diese Zone von den einförmigen Granatglimmerschiefern des Lungaus (=Mur-alpen-Kristallin).

Als Gesteinsbestand der Phyllonitzone wird angeführt:

Quarzite und diaphoritische Glimmerschiefer (teilweise Granat- und Chloritoid-führend), Amphibolite und Paragneise. Allen gemeinsam sind Anzeichen von postkristalliner Deformation, die bis zur Mylonitisierung reichen kann. Als besonderes Charakteristikum gelten die stets in liegender Position am Nordrand

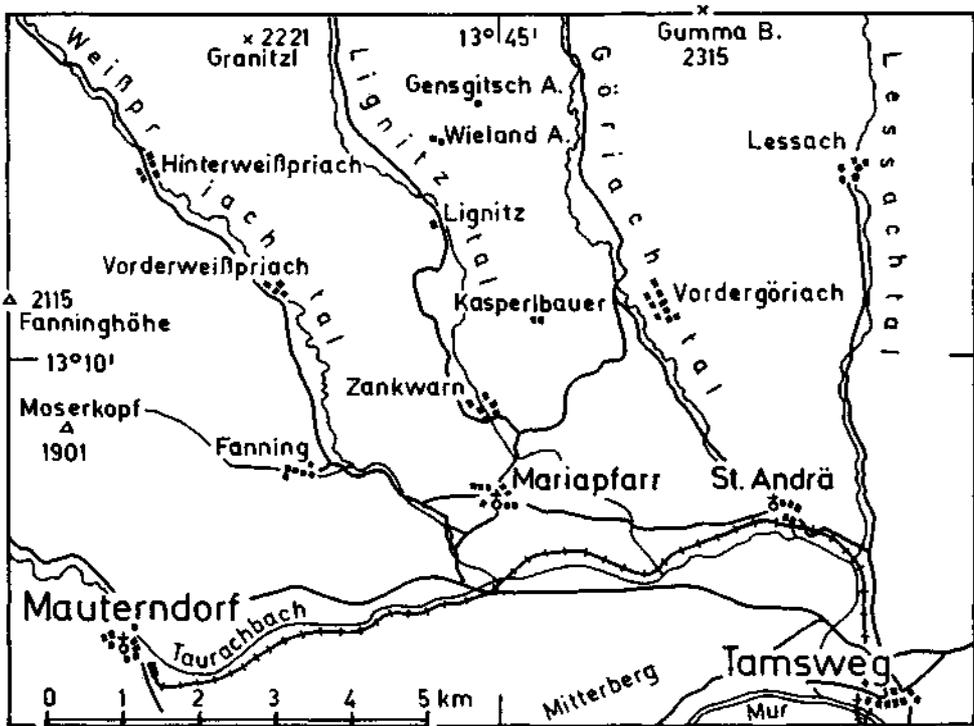


Abb. 1. Lage des untersuchten Vorkommens N Zankwarn im Lungau/Salzburg.

auf tretenden Karbonat-Einschaltungen (Kalkmarmore, am Zankwarner Berg auch „Eisen“-Dolomit), sowie die damit in Zusammenhang stehenden Vorkommen von Serpentin (Bodenmoosgraben bei Lessach und Moargraben nördlich von Hintergöriach).

Die Gesteine passen ihr Streichen der ungefähren Ost-West-Erstreckung des Nordrandes der hangenden Lungauer Granatglimmerschiefer an und zeigen im Detailbereich oftmals nordvergente Verformung. Die an den Abfall der Schladminger Tauern grenzenden Gesteine fallen steil nach Süden ein.

Die heute epizonal metamorphen Gesteine der Phyllonitzone lassen auf Grund petrographischer Befunde an zwischengeschalteten Amphibolitlinsen eine ursprüngliche Metamorphose in der Epidot-Albit-Amphibolitfazies erkennen.

Der Karbonatgesteins-Aufschluß am Zankwarner Berg (Abb. 2, 3)

Ein neuangelegter Güterweg vom Kasperlbauer zum Kobaltsattel am Osthang des Zankwarner Berges schließt einen quer über die Kote 1529 streichenden Karbonatgesteinszug auf. Die im Norden einem quarzreichen Granatglimmerschiefer auflagernden Gesteine zeigen im Detail folgenden Aufbau:

Liegend:
ca. 1,5 m

weißer Kalkmarmor mit hell- bis dunkelgrauer Bänderung, teilweise auch nur dunklen Schlieren. Auf den Schichtflächen manchmal feiner Hellglimmerbelag; Verwitterungsfarbe hellbraun. Das Gestein ist fein- bis mittelkörnig kristallin. Der Grad der Metamorphose ließ eine Fossilführung nicht vermuten, die Conodontenproben erbrachten ein negatives Resultat. Dieses Schichtpaket fällt mittelsteil gegen Süden ein und taucht als Antiklinalkern unter dem darüber lagernden Eisendolomit wenige Meter südlich wieder auf.

Die Mächtigkeit ist hier ca. 3 m; der durchwegs gebänderte Kalkmarmor ist von E-W-streichenden Klüften stark zerlegt und weist brecciöse Partien auf.

ca. 5 m

mittelgrauer, massiger feinkörnig-dichter „Eisen“-Dolomit mit braunen Verwitterungsfarben, der wenig weiter südlich im südfallenden Faltschenkel brecciös wird. Aus einer dichten Lage in der Mitte des aufgeschlossenen Bereiches stammt die Conodonten-führende Probe (vgl. Abb. 3).

ca. 1,5 m

hell- bis dunkelgrau gebänderter, mittelkörnig kristalliner Kalkmarmor, der von nordfallenden Klüften zerlegt wird. Im tieferen Teil fällt ein sehr dunkler und dünnbankiger Kalkmarmor auf, dessen Schichtflächen von einem stark schwarz abfärbenden Gesteinszerreißel bedeckt sind (eine Analyse ergab nur karbonatisch gebundenen Kohlenstoff; die färbende Substanz dürfte daher Erz sein).

Die Analyse eines aus unmittelbarer Nähe stammenden Rollstückes (schwarzer stark abfärbender Quarzit) ließ ebenfalls keinen organisch gebundenen Kohlenstoff erkennen.

Hangend:
ca. 5—6 m

mittel- bis dunkelgrauer, braun verwitternder, massiger „Eisen“-Dolomit, schlecht aufgeschlossen.

Die Grenze zum darüberlagernden phyllonitischen Glimmerschiefer, der bis zur Kote 1464 (vgl. Abb. 2) in vereinzelt Aufschlüssen an der westlichen Hangböschung des Güterweges ansteht, ist verschüttet.

Chemische Analyse der Conodonten-führenden „Eisen“-Dolomitprobe

(Analytiker P. KLEIN, Chemisches Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt):

Sre. unl. Rückstand	1,69 Gew. %
Glühverlust	45,76

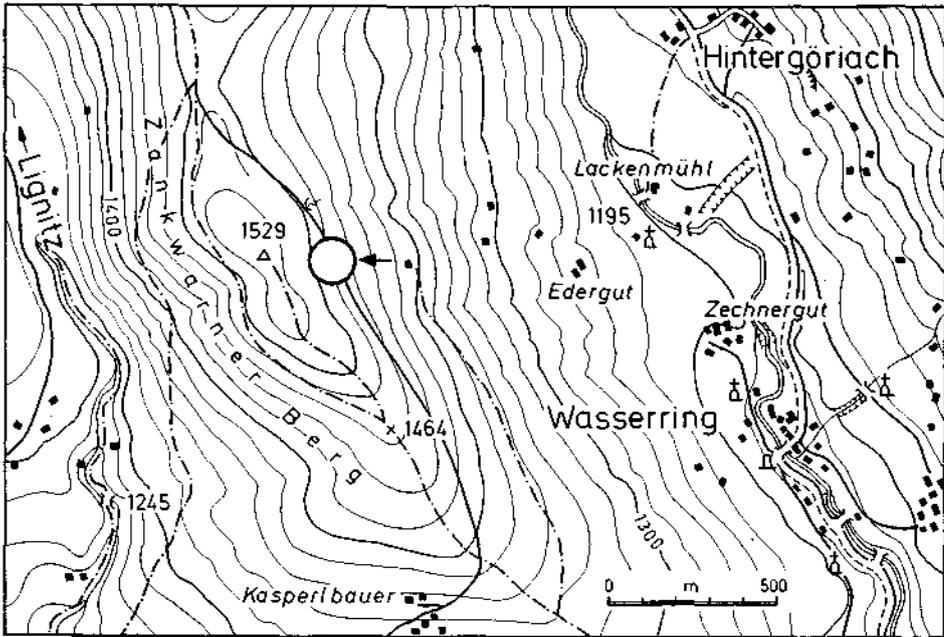


Abb. 2. Das Silur-Vorkommen (Pfeil) am Zankwarner Berg.

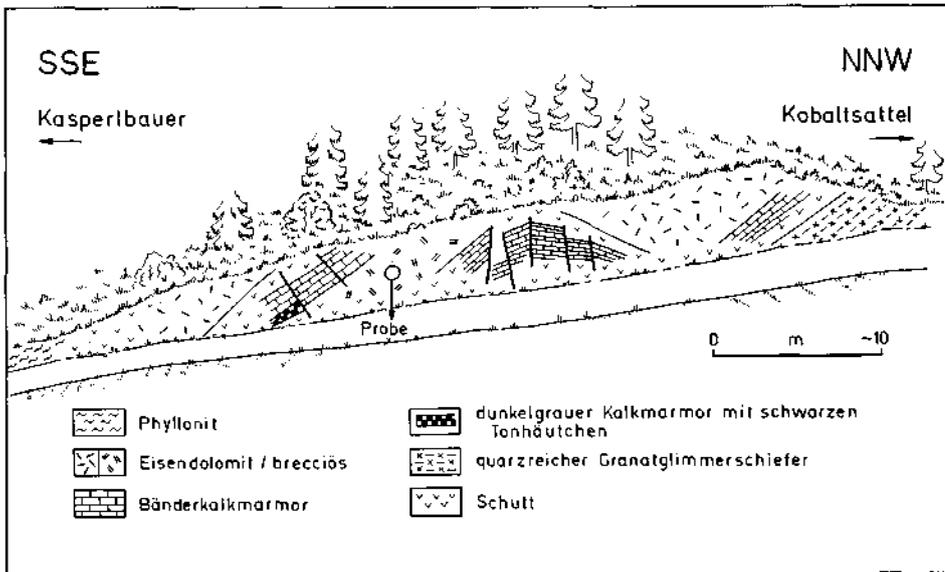


Abb. 3. Detailskizze des Karbonatgesteins-Aufschlusses am Zankwarner Berg.

Fe ₂ O ₃	0,50
CaO	33,00
MgO	17,90

Die Umrechnung auf die Karbonate ergibt folgende Verteilung:

60,7%	CaCO ₃
38,5%	MgCO ₃
0,7%	FeCO ₃

Nimmt man an, daß das MgCO₃ nur im Dolomit gebunden vorliegt, errechnet sich ein Dolomitanteil von 84,3% und ein Calcitgehalt von 15%.

Paläontologisch-stratigraphischer Teil

Die Aufbereitung und Gewinnung der Conodontenproben und -fauna erfolgte in der üblichen Weise. Die Proben wurden mittels 5%iger Essigsäure zur Lösung der Fe-Dolomite und nachträglicher Schwereretrennung mit Tetrabromäthan aufbereitet.

Als Ergebnisse liegen etwa 150 Einzelelemente von Astformen und Einzahn-Typen vor. Diese Angabe schließt Bruchstücke ein. Alle Elemente sind dem Grad der Metamorphose entsprechend, in den Details der Oberfläche, den Zähnen und naturgemäß der Mikromorphologie stark verändert (s. u.) und daher nach der Form-Taxonomie nur etwa zur Hälfte bestimmbar. Etwa ein Drittel der vorliegenden Formen gehört Einzahn-Typen an. Bisher liegen folgende bestimm- bare Form-Taxa vor:

- Hindeodella equidentata* RHODES
- Paltodus* cf. *fragilis* BRANSON & MEHL
- Kockelella variabilis* WALLISER
- Lonchodina detorta* WALLISER
- Neoprioniodus excavatus* (BRANSON & MEHL)
- Ozarkodina* sp.
- Panderodus* sp.
- Plectospathodus extensus* RHODES
- Roundya* sp.
- Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES)
- Spathognathodus inclinatus inflatus* WALLISER
- Spathognathodus inclinatus posthamatus* WALLISER
- Spathognathodus* sp.
- Trichonodella symmetrica* (BRANSON & MEHL)
- Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL)
- Trichonodella inconstans* WALLISER

Alter: Diese Conodonten-Assoziation, die mindestens drei Multi-Elemente in fast vollständiger Zusammensetzung erkennen läßt (*Kockelella variabilis* [WALLISER, 1957], *Oulodus elegans* [WALLISER, 1964] und *Ozarkodina inclinata* [RHODES, 1953]), ist nach der Conodonten-Chronologie WALLISER's (1964) in die obere ploeckensis-Zone einzuordnen. Hinweise für dieses Alter geben die Form-

Taxa *Spathognathodus inclinatus posthamatus*, *Kockeella variabilis* und *Spathognathodus inclinatus inflatus*. Damit kann dieses Vorkommen etwa mit dem Niveau des Auftretens von *Monograptus fritschi linearis* im basalen Ober-Ludlow parallelisiert werden. Nach der böhmischen Gliederung zeigt die angeführte Conodontenfauna eine Einstufung in die höhere Kopanina-Stufe (e-beta 1) an.

Bemerkungen zum Erhaltungszustand und zur Metamorphose

Wie bereits MOSTLER, 1967 nach Conodontenfunden aus anchimetamorphen Gesteinen der Nördlichen Grauwackenzone Österreichs bemerkt, erweisen sich dolomitische Gesteine infolge der Translationsträgheit der Dolomitkristalle bezüglich der Aussichten einer Conodontengewinnung in metamorphen Gebieten erfolversprechender als Kalke. Nach den uns zur Verfügung stehenden Funden, die als relativ produktiv angesehen werden können und etwa aus 1 kg Gestein mit einem Dolomitgehalt von etwa 85% isoliert wurden, kann diese Beobachtung offenbar gestützt werden. Da der Anteil bruchstückhafter Erhaltung im Vergleich zu Conodontenfaunen aus anderen ostalpinen Paläozoikums-Vorkommen kaum wesentlich größer ist, kann weiters der Schluß gezogen werden, daß die Karbonate keine starke Durchbewegung erfaßte, obwohl das Vorkommen in einer Phyllonitzone liegt.

Eine auffallende Veränderung ist auf der Oberfläche aller vorliegenden Conodonten festzustellen: Sie äußert sich in einer Vergröberung und Verwischung der meisten morphologischen Details wie z. B. Streifung, Oberflächen-Ornamentierung usw. So tritt beispielsweise an Stelle der bekannten Ornamentierung, wie sie an Ast- und Plattform-Typen bzw. Einzahn-Vertretern von BARNES et al., 1970, 1973, LINDSTRÖM & ZIEGLER, 1971, LINDSTRÖM et al., 1972, MÜLLER & NOGAMI, 1971, PIERCE & LANGENHEIM, 1969, 1970, PIETZNER et al., 1968, RHODES et al., 1973, SCHWAB, 1965, VAI, 1970, ZIEGLER & LINDSTRÖM, 1971 u. a. an ordovizischen bis karbonen Material beobachtet und in verschiedene Typen unterteilt wurde, eine grobschuppige Mikromorphologie in Form kleiner Apatitkriställchen, die meist Durchmesser um 10 my haben. Diese Kristalle verteilen sich bevorzugt auf das Blatt; die Zähnchen hingegen erscheinen in ihrem oberen Drittel weit weniger verändert, obwohl auch hier alle Merkmale des Feinbaus vernichtet sind. Nur an einem Exemplar von *Paltodus* cf. *fragilis* konnte bisher die ursprüngliche Streifung nachgewiesen werden; doch auch diese ist nur auf kleinen Flächen des Conodonten erhalten. Wenn uns auch zur Zeit noch keine Dünnschliffe von metamorphen Conodonten zur Verfügung stehen, ist doch anzunehmen, daß Internstrukturen und der Lamellenbau ebenso im Zuge der metamorphen Einwirkung verloren gingen wie die Details an der Oberfläche.

Alle Ast- und Einzahn-Typen sind in charakteristischer Weise hellgrau und mehr oder weniger durchsichtig ("translucent — crystal clear"). Weder „Weiße“ Substanz noch Pigmentfärbung durch inkohlte organische Substanz sind im Gegensatz zu den üblicherweise aus Paläozoikums-Vorkommen in den Ostalpen meist bekannten schwarzen Conodonten erhalten. Solche Farbumbwandlungen sind freilich bei Conodonten schon längere Zeit bekannt: Conodonten in nicht-metamorphen, d. h. in nicht verfestigten bis lithifizierten Sedimenten, wie etwa im Balti-

kum oder im amerikanischen Midkontinent, haben honiggelbe bis schwach bräunliche, durchsichtige ("pale yellow") Farben. Ein ähnlicher Erhaltungszustand findet sich mit wenigen Ausnahmen (vgl. BENDER, 1967, KOZUR & MOCK, 1973) auch in triassischen Ablagerungen.

Den im Verlauf von Diagenese und Lithifizierung kaum veränderten Conodonten stehen aber auf der anderen Seite, wie z. B. MOSTLER, 1967, VAI, 1972, STOPPEL & ZSCHEKED, 1971, PHILIP, 1966 u. a. erwähnen, solche Conodonten gegenüber, die einer thermischen Beeinflussung oder, wie aus den Abbildungen bei HAYASHI, 1963 hervorgeht, einer großen mechanischen Durchbewegung ausgesetzt waren.

Parallel mit den Veränderungen des Feinbaus ändert sich nach den derzeit vorliegenden, wenigen Daten auch der Chemismus von Conodonten bei einer metamorphen Überprägung. Dies läßt sich in erster Linie am Ca/P-Verhältnis nachweisen, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß nach PIETZNER et al., 1968 die Element-Verteilung bereits an ein und demselben Exemplar inhomogen ist. Wie RHODES & BLOXAM, 1971 an nicht metamorphen Conodonten aus dem Devon zeigen konnten, ist der Calzitgehalt im Vergleich zu schwarzen „metamorphen“ Conodonten aus dem Ordovizium etwa um 20% erniedrigt. Die CaO/P₂O₅-Verhältnisse sind bei Devon-Conodonten 1,89 und bei Formen aus dem Ordovizium 2,80. Nach nicht publizierten Untersuchungen eines der Verfasser (H. P. SCH.), die freundlicherweise von Dr. CHRISTENHUS/Marburg an metamorphen Einzahn-Typen (*Panderodus* sp.) aus den Radstädter Quarzphylliten durchgeführt und von Herrn Prof. Dr. W. ZIEGLER, Marburg, zur Verfügung gestellt wurden, können die oben mitgeteilten Ergebnisse bestätigt werden: Auch hier sind die Peak-Intensitäten von Ca im Vergleich zu P stärker als nichtmetamorphes Vergleichsmaterial des gleichen Genus.

Durch das freundliche Entgegenkommen der Herren Prof. Dr. W. C. SWEET und B. MARKLEY, beide Dept. of Geology and Mineralogy, The Ohio State University, Columbus/USA, wurden 7 Conodonten aus dem vorliegenden Material mit Hilfe des Röntgendiffraktometer-Zusatzes am SEM Cambridge S4—10 (ORTEC Mod. 6200 Multichannel Analyzer) untersucht. Als Vergleichsmaterial dienten Conodonten aus dem nichtmetamorphen, organodetritischen Columbus Lst., der ein Ems-Alter hat. Die bisherigen Analysendaten unserer 7 Conodonten stehen in auffallendem Gegensatz zu den beiden oben mitgeteilten Daten. Sie zeigen ein durchschnittliches Ca/P-Verhältnis von 1,92, d. h. einen relativ höheren P-Gehalt im Vergleich zu nichtmetamorphen Conodonten aus dem Columbus-Lst. mit einem Ca/P-Verhältnis von 2,55.

Wenn daher die bisher ausgeführten Untersuchungen an metamorphen Conodonten für allgemein gültige Schlußfolgerungen noch nicht ausreichend erscheinen, kann doch mit Sicherheit gesagt werden, daß die Unterschiede im Chemismus zwischen nichtmetamorphen und metamorphen Conodonten nicht mit „mineralogischer Evolution“ (CLARK & MILLER, 1969) erklärbar sind und vermutlich auch nicht auf primär milieubedingte Faktoren zurückgehen.

Die überlieferten Conodonten erlauben wichtige Aussagen über den Grad der Metamorphose. Wie aus Feldbeobachtungen in den Appalachen an verschiedenen alten Conodontenproben in sehr wechselnder tektonischer Position und experi-

mentellen Untersuchungen von EPSTEIN et al., 1974 hervorgeht, ändert sich bei Temperaturzunahme (= Mächtigkeit der Bedeckung) der durchscheinende, gelblich-bräunliche Farbcharakter unbeeinflusster Conodonten in Richtung auf dunkler werdende Farben. Diese graduelle Verfärbung, die im Labor reproduzierbar ist, wurde von EPSTEIN et al., 1974 empirisch in 5 Stadien, die sie mit CAI = "Colour Alteration Index" bezeichneten, festgehalten. Wie die Autoren betonen, ist die Verfärbung temperatur- und zeitabhängig, aber irreversibel und nicht abhängig von Druck. Anwesenheit von Wasser kann diesen Vorgang der Verfärbung freilich stark hemmen.

Nach schriftlicher Mitteilung von A. EPSTEIN (November 1974) konnten solche Erscheinungen, wie in unserem Material, im Labor noch nicht reproduziert werden. Um diesen Zustand zu erreichen, müßten nach den Erfahrungen eines der Autoren (H. P. SCH.) an diversem metamorphen Material aus den Ostalpen mindestens drei weitere Stadien durchlaufen werden. Es sind dies nach dem Stadium (= CAI) 5 solche Conodonten, deren Blatt sich matt-hellgrau aufhellt und an denen nur mehr die Spitzen der Zähne schwarz gefärbt sind. Als nächster Schritt folgen Conodonten, die im Feinbau grobschuppig sind, aber undurchsichtig und gleichmäßig hellgrau bis weiß sind. Ein Großteil der aus der Nördlichen Grauwackenzone bekannten Conodonten ist in dieses Stadium einzureihen. Als letztes Stadium schließlich können die hier behandelten Formen angesehen werden, die fast alle durchsichtig und besonders an den Zähneenden kristallklar sind.

Wie EPSTEIN et al. 1974 meinen, können nach der Zuordnung zu einem der genannten CAI nach Kenntnis und Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse (Alter der Proben, Dauer der maximalen Bedeckung) direkte Rückschlüsse auf einen möglichen thermischen Effekt gewonnen werden. Es bedeutet dies im Falle unserer Proben, daß Temperatur-Bedingungen, die weit über 300 Grad liegen, zur Erzeugung der an unserem Material beobachteten Erscheinungen gefordert werden müssen.

Die Bedeutung des Silur-Nachweises im Lungau

Der Fund von biostratigraphisch belegtem Silur in Eisendolomiten, die kristallinen Schiefen mit Amphiboliten und Serpentinitten eingelagert sind, fügt sich anderen, aus den Ostalpen in den letzten Jahren bekannt gewordenen Vorkommen gut ein. Fassen wir diese Berichte zusammen, so ergibt sich für die Kristallin- und schwach metamorphen Gebiete der Ostalpen folgendes Bild:

1. Etwa 20 km südöstlich des oben erwähnten Vorkommens beschrieb HÖLL, 1970 mehrere Conodontenfaunen aus Eisendolomiten innerhalb der anchimeta-morphen Eisenhutschiefer aus dem Raum um die Turracher Höhe. Sie sind z. T. gleichfalls ins Silur zu stellen und sind mit basischen und sauren Vulkaniten verknüpft. Eine im Zuge der Parkplatz-Erweiterung hinter dem Hotel Zirbenhof (Fdpkt. 5 bei HÖLL, 1970) freigelegte, konkordant den Schiefen zwischengeschaltete Lage von geschiefertem Porphyroid ist neu; die Conodonten in den unmittelbar benachbarten Dolomiten machen hier ein Obersilur-Alter für den Porphyroid wahrscheinlich.

2. Hinweise auf silurisches Alter ergeben sich nach SCHÖNLAUB, 1973 b aus Mikrofaunen (Conodonten, Foraminiferen), die westlich des oben angeführten Vorkommens aus Eisendolomiten in den Radstädter Quarzphylliten stammen.
3. Als weiterer stratigraphischer Fixpunkt gelten die Magnesite der Lagerstätte Tux, die nach MOSTLER, 1973 höheren Partien im Innsbrucker Quarzphyllit angehören. HÖLL & MAUCHER, 1967 sowie MOSTLER, 1973 geben von diesem Vorkommen Conodonten an, die besonders nach letzterem Autor eine sehr präzise Einstufung einzelner Proben in den Zeitraum Ludlow bis Unterdevon für Teile der Lagerstätte beweisen.
4. Die Funde im Westen können im Osten durch Fossilnachweise im Ennstaler Quarzphyllit in bisher einem Profil ergänzt werden. Nach PRIEWALDER, 1974 ist für Teile dieser Quarzphyllite ein ordovizisch-silurisches Alter anzunehmen.
5. Im Mittelkärntner Raum entsprechen diesen Funden besonders die Fossilbelege in den metamorphen Gesteinen vom Südrand der Saualpe, die nach NEUGEBAUER & KLEINSCHMIDT, 1970, 1971 und GROSCHOFF, 1970 Hinweise für eine Vertretung des Zeitabschnittes Ordovizium bis Devon sind.
6. Aus den phyllitischen Anteilen im Gailtal-Kristallin sind bisher zwei Fossilfunde bekannt geworden. Es handelt sich um ein Vorkommen im Nötschgraben (SCHÖNLAUB, 1973 a) mit unterdevonischen Conodonten und ein weiteres aus dem Steinbruch Kühweg bei Hermagor (SCHÖNLAUB, 1975) mit Conodonten des Zeitabschnittes Obersilur bis Unterdevon.

Eine Beurteilung der hier genannten Fossilbelege in schwach metamorphen Gesteinen muß von der Tatsache ausgehen, daß alle Vorkommen Einzelpunkte sind und mit wenigen Ausnahmen (Saualpe) kaum sicher in einen Profilverband einzugliedern sind. Tektonische Komplikation führt somit zu einer \pm isolierten Stellung der Vorkommen in der Zeitskala und macht die Rekonstruktion einer stratigraphischen Abfolge in den meisten Fällen unmöglich. Damit sind aber auch nur in sehr beschränkter Weise Aussagen über den zeitlichen Umfang der Schieferfolgen in den jeweils behandelten Gebieten möglich. Eine Gliederung phyllitischer Serien in den Ostalpen, die über den Stand von CORNELIUS, 1935 und SCHWINNER, 1936, hinausgeht, stößt daher noch immer auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn auch durch die oben gebrachten Daten kambrisches und unterordovizisches Alter für die Basis der Phyllite in den Ostalpen mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Das nun nachgewiesene Alter vieler Karbonate bestätigt auch die mehrfach geäußerte Ansicht, daß Karbonatabsatz in den Ostalpen, wie auch regionale Vergleiche und die ordovizische Pollage vermuten lassen, nicht vor dem Oberordovizium stattfand. Diese mit Fossilien gestützte Folgerung könnte nach unserer Meinung bei einer Vermehrung der Daten in Zukunft eine wichtige Ergänzung in der biostratigraphischen Erfassung weiterer, bisher noch lithostratigraphischer Einheiten, wie basische und saure Vulkanite, Ultrabasite, graphitische Schiefer usw. im Zuge interdisziplinärer Zusammenarbeit finden, um phyllitische Serien im Gesamtumfang zeitlich besser erfassen zu können. Dies müßte zweifellos eine Abgrenzung vom teilweise zeitgleichen Altkristallin in der ursprünglichen Fassung STUR's (1854) ermöglichen.

Literatur

A. Geologischer Teil:

- CORNELIUS, H. P.: Zur Seriengliederung der vorsilurischen Schichten der Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., 1935, 74—80, Wien 1935.
- EXNER, CH.: Geologische Beobachtungen in der Katschbergzone. (Das Ostende der Hohen Tauern zwischen Mur- und Maltatal, III. Teil.) — Mitt. Alpenländ. geol. Ver., 35, 1942, 49—106, 6 Abb., 8 Fig., 1 Tab., 1 Karte, Wien 1944.
- GEYER, G.: Vorlage des Blattes „St. Michael“, Zone 17, Col. IX. — Verh. Geol. R.-A., 1893, 49—60, Wien 1893.
- GROSCHOPF, R.: Zur Petrographie und Tektonik des schwachmetamorphen Altpaläozoikums im nordöstlichen Klagenfurter Becken (Ostalpen). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 215—278, 20 Abb., 3 Taf., Wien 1970.
- HERITSCH, F., & SCHWINNER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Steiermark XV. Das geologische Profil des Prebers. — Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 60, 25—34, 1 Taf., Graz 1924.
- HÖLL, R.: Die Zinnober-Vorkommen im Gebiet der Turracher Höhe (Nock-Gebiet/Osterreich) und das Alter der Eisenhut-Schieferserie. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1970, 201—224, 4 Abb., Stuttgart 1970.
- HÖLL, R., & MAUCHER, A.: Genese und Alter der Scheelit-Magnetit-Lagerstätte Tux. — Sitzungsber. bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., 1967/1, 11 S., 1 Abb., München 1967.
- MOSTLER, H.: Alter und Genese ostalpiner Spatmagnetit unter besonderer Berücksichtigung der Magnetitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). — Veröffentlichungen der Universität Innsbruck, Bd. 86, Festschrift Heißel, 237—266, 11 Abb., Innsbruck 1973.
- NEUGEBUER, J.: Alt-paläozoische Schichtfolge, Deckenbau und Metamorphose-Ablauf im südwestlichen Saualpen-Kristallin (Ostalpen). — Geotekt. Forsch., 35, 23—93, 18 Abb., 3 Taf., Stuttgart 1970.
- NEUGEBAUER J., & KLEINSCHMIDT, G.: Stratigraphie im metamorphen Altpaläozoikum der Ostalpen. — Nachr. Deutsch. Geol. Ges., 2, 35—38, Hannover 1970.
- NEUGEBAUER, J., & KLEINSCHMIDT, G.: Ansatz zu einer echten Stratigraphie im metamorphen Altpaläozoikum der Ostalpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 122, 113—122, 3 Abb., 1 Taf., Hannover 1971.
- PREY, S.: Aufnahmebericht für 1938 von Dr. SIEGMUND PREY über geologische Aufnahmen für eine Entwässerung des oberen Murtales im Lungau auf Blatt 5151. — Verh. Reichst. f. Bodenforsch., 59—61, Wien 1939.
- PREY, S.: Über die Katschbergschiefer. — Ber. Reichst. f. Bodenforsch., 115—119, Wien 1941.
- FRIEWALDER, H.: Palynologische Untersuchungen in den Ennstaler Quarzphylliten. — Referat anl. Arbeitssitzung „Tiefbau der Ostalpen“, Universität Wien, Wien Nov. 1974.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Zur Kenntnis des Nord-Süd-Profiles im Nötschgraben westlich Villach. In: Neue Beobachtungen an der Periadriatischen Narbe im Gailtal und im Karbon von Nötsch (CH. EXNER & H. P. SCHÖNLAUB). — Verh. Geol. B.-A., 1973, 357—365, 1 Abb., Wien 1973 (1973 a).
- SCHÖNLAUB, H. P.: Conodontenstratigraphische Arbeiten im Altpaläozoikum. — Verh. Geol. B.-A., 1973, A 81—A 83, Wien 1973 (1973 b).
- SCHÖNLAUB, H. P.: Stratigraphische Untersuchungen in metamorphen Karbonatgesteinen. — Verh. Geol. B.-A., 1974, A 123, Wien 1975.
- SCHWINNER, R.: Zur Gliederung der phyllitischen Serien der Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., 1936, 117—124, Wien 1936.
- UHLIG, V.: Zweiter Bericht über geotektonische Forschungen in den Radstädter Tauern. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., 117, 2 Taf., 1 Karte, Wien 1908.

B. Paläontologischer Teil:

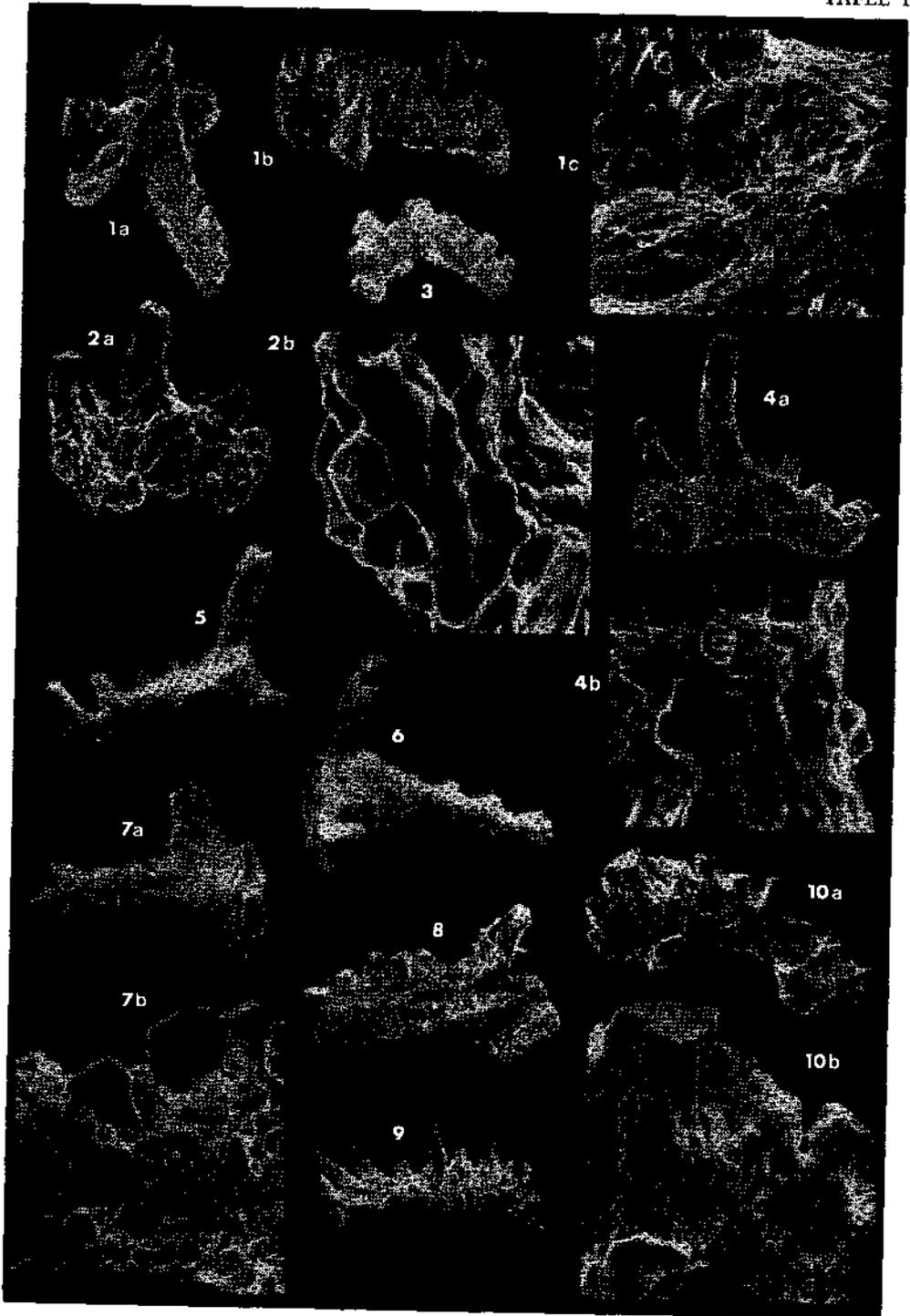
- BARNES C. R., SASS, D. B., & MONROE, E. A.: Preliminary studies on the ultrastructure of selected Ordovician conodonts. — Royal Ontario Mus. Life Sci. Contr., 76, 24 S., 10 Taf., Toronto 1970.
- BARNES, C. R., SASS, D. B., & MONROE, E. A.: Ultrastructure of Some Ordovician Conodonts. — Geol. Soc. Amer., Spec. Pap. 141, 1—30, 1 Tab., 8 Taf., Boulder 1973.

- BENDER, H.: Zur Gliederung der Mediterranen Trias II. Die Conodontenchronologie der Mediterranen Trias. — Ann. Geol. Pays Helleniques, 19, 1967, 465—540, 9 Abb., 4 Taf., Athen 1967.
- EPSTEIN, A. G., EPSTEIN, J. B., & HARRIS, L. D.: Incipient metamorphism, structural anomalies, and oil gas potential in the Appalachian Basin determined from Conodont color. — Geol. Soc. Amer., Abstracts with programs, 6, no. 7, 723—724, Boulder 1974.
- HAYASHI, S.: On the conodonts newly discovered from the Ashio Mountains, Central Japan. — Earth Science, 68, 9—12, 1 Abb., 2 Taf., Tokio 1963.
- KOZUR, H., & MOCK, R.: Die Bedeutung der Trias-Conodonten für die Stratigraphie und Tektonik der Trias in den Westkarpaten. — Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 3, 1—14, 1 Abb., 1 Taf., Innsbruck 1973.
- LINDSTRÖM, M., & ZIEGLER, W.: Feinstrukturelle Untersuchungen an Conodonten. I. Die Überfamilie Panderodontacea. — Geologica et Palaeontologica, 5, 9—33, 6 Abb., 8 Taf., Marburg 1971.
- LINDSTRÖM, M., McTAVISH, R. A., & ZIEGLER, W.: Feinstrukturelle Untersuchungen an Conodonten. II. Einige Prioniodontidae aus dem Ordoviciun Australiens. — Geologica et Palaeontologica, 6, 33—43, 3 Taf., Marburg 1972.
- MOSTLER, H.: Conodonten aus dem tieferen Silur der Kitzbühler Alpen. — Ann. naturhist. Mus. Wien, 71, 295—303, 5 Abb., 1 Taf., Wien 1967.
- MÜLLER, K. J., & NOGAMI, Y.: Über den Feinbau der Conodonten. — Mem. Fac. Sc. Kyoto Univ., Ser. Geol. u. Min., 38, 1—87, 21 Abb., 22 Taf., Kyoto 1971.
- PHILIP, G. M.: The Occurrence and Palaeogeographic Significance of Ordovician Strata in Northern New South Wales. — Austr. J. Sc., 29, 112—113, 1 Taf., Sydney 1966.
- PIERCE, R., & LANGENHEIM, R. L.: Ultrastructure in *Palmatolepis* sp. and *Polygnathus* sp. — Bull. Geol. Soc. Amer., 80, 1397—1400, 4 Taf., Boulder 1969.
- PIERCE, R. W., & LANGENHEIM, R. L.: Surface Pattern on Selected Mississippian Conodonts. — Bull. Geol. Soc. Amer., 81, 3225—3236, 5 Abb., Boulder 1970.
- PIETZNER, H., VAHL, J., WERNER, H., & ZIEGLER, W.: Zur chemischen Zusammensetzung und Mikromorphologie der Conodonten. — Palaeontographica, A, 128, 115—152, 10 Abb., 8 Tab., 10 Taf., Stuttgart 1968.
- RHODES, F. H. T., ROBINSON, J., & WILLIAMS, J. A.: Micromorphologic Studies of Platform Conodonts. — Geol. Soc. Amer., Spec. Pap. 141, 117—142, 17 Abb., 14 Tab., Boulder 1973.
- RHODES, F. H. T., & BLOXAM, T. W.: Phosphatic Organisms in the Paleozoic and Their Evolutionary Significance. — Proc. North Amer. Paleont. Conv., 1969, Part K, 1485—1513, 7 Tab., 1971.
- SCHWAB, K. W.: Microstructure of some Middle Ordovician Conodonts. — J. Paleont., 39, 590—595, 2 Taf., Tulsa 1965.
- STOPPEL, D., & ZSCHEKED, J. G.: Zur Biostratigraphie und Fazies des höheren Mitteldevons und Oberdevons im Westharz mit Hilfe der Conodonten- und Ostracodenchronologie. — Beih. Geol. Jb., 108, 84 S., 13 Abb., 8 Taf., Hannover 1971.
- VAI, G. B. in MANARA, C., & VAI, G. B.: La Sezione e i Conodonti del Costone Sud del M. Raichkofel (Paleozoico Alpi Carniche). — Giorn. Geol., 36 (1968), 441—514, 3 Abb., 5 Taf., Bologna 1970.
- VAI, G. B.: Evidence of Silurian in the Apuane Alps (Tuscany, Italy). — Giorn. Geol., 38 (1970), 349—372, 3 Taf., Bologna 1972.
- WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. — Abh. hess. L. Amt Bodenforsch., 41, 106 S., 10 Abb., 2 Tab., 32 Taf., Wiesbaden 1964.
- ZIEGLER, W., & LINDSTRÖM, M.: Über *Panderodus* ETHINGTON 1959, und *Neopanderodus* n. g. (Conodontia) aus dem Devon. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1971, 628—640, 3 Abb., Stuttgart 1971.

Tafeln 1 und 2

Tafel 1

- Fig. 1 a—c: *Kockelella variabilis* WALLISER 1957; Pr. Nr. 3/6.
 1 a: Gesamtansicht; $\times 45$.
 1 b: Seitenansicht; $\times 45$.
 1 c: Detail der Zähnchen auf den äußeren Seitenästen mit neugebildetem Apatit auf der Oberfläche; Vergrößerung von 1 a; $\times 215$.
- Fig. 2 a—b: *Trichonodella* cf. *symmetrica* (BRANSON & MEHL, 1933); Pr. Nr. 3/3.
 2 a: Exemplar mit verschieden großen Apatitblättchen, besonders im Basisbereich; $\times 135$.
 2 b: Vergrößerter Ausschnitt von 2 a an der Außenseite der Zähnchen eines Seitenastes; $\times 675$.
- Fig. 3: *Plectospathodus* cf. *extensus* RHODES 1953; Pr. Nr. 2/7; $\times 64$.
- Fig. 4 a—b: *Lonchodina detorta* WALLISER 1964; Pr. Nr. 3/2.
 4 a: Stark beschädigtes Exemplar mit grobkörniger Oberfläche, besonders im Bereich der Äste; $\times 51$.
 4 b: Vergrößerter Ausschnitt der Hinterseite des Hauptzahnes; $\times 425$.
- Fig. 5: *Trichonodella* ? sp., Pr. Nr. 2/8; $\times 64$.
- Fig. 6: *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL 1933; Pr. Nr. 2/6; $\times 64$.
- Fig. 7 a—b: *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL 1933; Pr. Nr. 2/5.
 7 a: Stark beschädigtes Exemplar mit grober Oberfläche; $\times 64$.
 7 b: Vergrößerung von 7 a am Übergang des Hauptzahnes in den Hinterast mit neu gebildeten Apatitprismen; $\times 315$.
- Fig. 8: *Plectospathodus extensus* RHODES 1953; Pr. Nr. 2/4; $\times 85$.
- Fig. 9: *Ozarkodina* sp., Pr. Nr. 2/3; $\times 64$.
- Fig. 10 a—b: *Neoprioniodus excavatus* (BRANSON & MEHL 1933); Pr. Nr. 1/5.
 10 a: Gesamtübersicht; neu gebildete Apatitprismen bedecken die Oberfläche des Conodonten; $\times 43$.
 10 b: Vergrößerter Ausschnitt von 10 a im Bereich des Hauptzahnes mit neu gebildeten Apatitkristalliten, die in der Größe variieren; $\times 210$.



Tafel 2

- Fig. 1 a—d: *Paltodus* cf. *fragilis* BRANSON & MEHL 1933, Pr. Nr. 3/1.
 1 a: Gesamtansicht mit der für die Panderodontacea charakteristischen Streifung, die hier offenbar nur den basalen Bereich erfaßt (vgl. LINDSTÖM & ZIEGLER, 1971); $\times 114$.
 1 b: Detail vom Übergang der Streifung in den „glatten“ Teil des Apikalteils des Conodonten; $\times 396$.
 1 c: Vergrößerter Ausschnitt von 1 b mit in Reihen angeordneten Apatitkriställchen; $\times 1313$.
 1 d: Vergrößerter Ausschnitt vom Mittelteil der Fig. 1 c; sehr unterschiedlich große Apatitblättchen bilden eine lose Reihe; $\times 4500$.
- Fig. 2 a—b: *Panderodus* sp.; Pr. Nr. 1/2.
 2 a: Lateralansicht; $\times 55$.
 2 b: Detail nahe der Basis von 2 a; Apatitkristallite vergrößern die primär glatte Oberfläche des Conodonten; $\times 425$.
- Fig. 3: *Panderodus* sp., Pr. Nr. 1/1.
 Die primär glatte Oberfläche ist durch Neubildung von Apatit in Form prismatischer Täfelchen stark vergrößert; auch im Detail sind Streifung und Costae vernichtet; $\times 85$.
- Fig. 4 a—b: *Hindeodella equidentata* RHODES 1953; Pr. Nr. 3/5.
 4 a: Laterale Gesamtansicht des stark beschädigten Exemplars; $\times 68$.
 4 b: Ausschnitt im Bereich der Zahnsitzen des Vorderastes mit neugebildeten Apatitblättchen; $\times 338$.
- Fig. 5: *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES 1953); Pr. Nr. 1/10; neu gebildeter Apatit übersät das Blatt; $\times 102$.
- Fig. 6, 9: *Spathognathodus inclinatus posthamatus* WALLISER 1964.
 6: Pr. Nr. 2/9; Lateralansicht; $\times 64$.
 9: Pr. Nr. 2/1; Aufsicht; $\times 43$.
- Fig. 7: *Spathognathus inclinatus inflatus* WALLISER 1964; Pr. Nr. 2/9; $\times 64$.
- Fig. 8: *Ozarkodina* sp.; Pr. Nr. 2/2; $\times 43$.
- Fig. 10 a—b: *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES 1953); Pr. Nr. 1/4.
 10 a: Gesamtansicht mit Vergrößerung des Blattes und der Zähnen; $\times 55$.
 10 b: Vergrößerter Ausschnitt von 10 a mit Neuwachstum von Apatitprismen an den Zähnsitzen; $\times 294$.
- Fig. 11 a—b: *Spathognathodus inclinatus inflatus* WALLISER 1964; Pr. Nr. 1/9.
 11 a: Gesamtansicht mit gleichmäßig grober Oberfläche; $\times 102$.
 11 b: Vergrößerter Ausschnitt über der Basalhöhle mit neugesprossenen Apatitblättchen an den Zähnen bzw. am Blatt; $\times 425$.

