

Schlüsselwörter

Chitinozoen
Oberes Ordovizium
Silur
Lochkovium
Karnische Alpen
Chitinozoen-Biozonen
paläogeographische
Beziehungen

Die stratigraphische Verbreitung der Chitinozoen im Abschnitt Caradoc-Lochkovium des Cellon-Profiles, Karnische Alpen (Kärnten, Österreich) –

Ein vorläufiger Bericht.

HELGA PRIEWALDER¹

2 Abbildungen, 3 Tafeln

Inhalt

Zusammenfassung	17
Abstract	17
1. Einführung	18
2. Die Chitinozoen	18
3. Das Cellon-Profil	19
4. Die Chitinozoen des Cellon-Profiles	19
4.1 Die Chitinozoen des Ashgill	19
4.2 Die Chitinozoen des oberen Llandovery	23
4.3 Die Chitinozoen des Abschnittes Wenlock – unteres Ludlow	23
4.4 Die Chitinozoen des oberen Ludlow	23
4.5 Die Chitinozoen des Abschnittes oberstes Ludlow – unteres Lochkovium	23
5. Schlußfolgerungen	25
6. Dank	28
Literatur	28

Zusammenfassung

Im Cellon-Profil in den zentralen Karnischen Alpen konnten aus dem Bereich Caradoc-Lochkovium aus 51% der 95 aufbereiteten Proben zahlreiche Chitinozoen in unterschiedlicher Erhaltung gewonnen werden. Sie treten an folgenden Horizonten auf: am Top des Uggwa Kalkes (Ashgill), im oberen Teil der Plöcken Formation (oberstes Ashgill), im unteren Teil der Kok Formation (oberes Llandovery), in den Schichten von der obersten Kok Formation bis zum Top der Cardiola Formation (oberes Ludlow) und in der Abfolge vom oberen Alticola Kalk bis zum unteren Rauchkofel Kalk (Ludlow/Pridoli-Grenze – unteres Lochkovium).

Obwohl die Detailstudien der Fossilien noch im Gange sind, können bereits einige Schlußfolgerungen gezogen werden:

- * Die Chitinozoen-Gesellschaften der einzelnen Abschnitte sind den globalen Chitinozoen-Biozonen zuzuordnen.
- * Das Potential der Chitinozoen für die Bestimmung der System- bzw. der Stufengrenzen im Profil ist unterschiedlich.
- * Die verschiedenen Chitinozoen-Gesellschaften lassen eindeutige paläogeographische Beziehungen erkennen.
- * Das Environment im Ablagerungsgebiet des Cellon-Profiles war im untersuchten Zeitraum häufigen Veränderungen unterworfen, was die Erhaltung und Zusammensetzung der Chitinozoen-Gesellschaften beeinflusste.

The stratigraphic distribution of the chitinozoans in the sequence Caradoc-Lochkovian in the Cellon section, Carnic Alps (Carinthia, Austria) – A preliminary report.

Abstract

In the Cellon section (central Carnic Alps, Carinthia, Austria), 51% of the 95 prepared samples of the sequence from the Caradoc to the Lochkovian yielded chitinozoans. These assemblages show great differences in numbers of individuals and state of preservation. The horizons of their occurrences in the section are: the uppermost part of the Uggwa Limestone (Ashgill), the upper part of the Plöcken Formation (uppermost Ashgill), the lower part of the Kok Formation (upper Llandovery), the sequence from the uppermost Kok Formation to the top of the Cardiola Formation (upper Ludlow) and the sequence from the upper Alticola Limestone to the lower Rauchkofel Limestone (Ludlow/Pridoli boundary beds – lower Lochkovian).

Anschrift der Verfasserin

¹ Dr. Helga PRIEWALDER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, 1031 Wien

Although detailed studies of the chitinozoans are still in progress, some conclusions may already be drawn:

- * The chitinozoan assemblages of the different horizons may be related to the global chitinozoan biozones. The following biozones were identified: the *Tanuchitina elongata*-Biozone (Hirnantian; sample number 128-45 in Fig. 1); the *Eisenackitina dolioliformis*-Biozone (upper Aeronian – lower Telychian; sample number 46A-131); the *Angochitina longicollis*-Biozone (upper Telychian; sample number 49-133); the *Angochitina elongata*-Biozone (upper Gorstian – lower Ludfordian; sample number 63-145); the *Urnochitina urna*-Biozone (Pridoli; sample number 73-84) and the *Eisenackitina bohemia*-Biozone (lower Lochkovian; sample number 85-89).
- * The chitinozoans' potential for determining the boundaries between the systems and the stages, respectively, in the section is different: whereas diagnostic taxa indicate the Ordovician/Silurian-, the Ludlow/Pridoli- and the Silurian/Devonian-boundaries, it is impossible to recognize the boundaries between the Llandovery and the Wenlock Series, and the Wenlock and the Ludlow Series, respectively, by means of chitinozoans, because these fossils are missing at the levels under consideration.
- * The chitinozoan assemblages show distinct paleogeographic relationships: while the fossils of Hirnantian-age are dominated by taxa which are closely related to assemblages of the Northern Gondwana cold-water realm, in the Silurian and Lower Devonian a pronounced influence from the warm-water environments of Baltica/Avalonia is obvious.
- * During the period studied, the environment of the depositional area of the Cellon section was affected by numerous changes which influenced also the composition and state of preservation of the chitinozoan assemblages: though as a whole the section is rich in chitinozoans, there are considerable parts in which determinable fossils are missing, most probably due to unfavourable environmental conditions for the chitinozoan preservation. Furthermore, these conditions seem to have improved gradually upwards in the section.

1. Einführung

Die Untersuchung der Chitinozoen aus dem Cellon-Profil (Caradoc-Lochkovium) war Teil eines Forschungs-Projektes, das zum Ziele hatte, die geographische und stratigraphische Verbreitung der Palynomorphen (Acritarchen, Chitinozoen, Sporen) innerhalb der verschiedenen Fazies des Abschnittes oberstes Ordovizium – unterstes Devon in den Karnischen Alpen zu erforschen.

Zu den silurischen Fazies der Karnischen Alpen, zu denen der überwiegende Teil der untersuchten stratigraphischen Abfolgen zu rechnen ist, zählen die Wolayer Fazies mit kalkigen Ablagerungen des sehr seichten, küstennahen Wassers (wurde wegen des ungünstigen Environments nicht beprobt), die Plöcken Fazies mit hauptsächlich kalkigen Ablagerungen des seichten Schelfs, die Bischofalm-Fazies mit siliziklastischen Beckensedimenten und die Findenig-Fazies, die als Übergangs-Fazies zwischen den beiden letzteren vermittelt (SCHÖNLAUB 1997a).

In keiner dieser Fazies konnten Sporen gefunden werden. Auch die Acritarchen scheinen vom lokalen Environment beeinflusst und treten mit reicheren Gesellschaften nur im Abschnitt oberes Llandovery-unterstes Wenlock im Cellon-Profil (Abb. 1), das in der kalkigen Plöcken Fazies ausgebildet ist, auf (PRIEWALDER 1987). Die Chitinozoen dagegen erwiesen sich als die geographisch und stratigraphisch am weitesten verbreitete Palynomorphen-Gruppe. Sie sind mehr oder weniger kontinuierlich in allen untersuchten Fazies vertreten. Aus der Findenig- und Bischofalm-Fazies (Profile Oberbuchach 1-3) wurden bislang 79 Proben stichprobenartig auf ihren Chitinozoengehalt überprüft: rund 60% waren fossilführend. Die Anzahl der im hier beschriebenen Cellon-Profil aufbereiteten Proben beträgt 95; 48 davon, d. h. 51%, lieferten Chitinozoen in unterschiedlicher Erhaltung (Abb. 1).

2. Die Chitinozoen

Benannt und erstmals systematisch beschrieben wurde diese Fossilgruppe 1931 von A. EISENACK im ehemaligen Ost-Preussen aus ordovizischen und silurischen Geschieben, die während der letzten Eiszeit aus Skandinavien und dem nord-östlichen Baltikum an den Ostseestrand verfrachtet worden waren. Vermehrte wissenschaftliche Beachtung fanden die Chitinozoen jedoch erst ab Ende der 50er-Jahre, als ihr Wert für die stratigraphische Datierung vor allem von den in der Sahara tätigen Erdölgesellschaften erkannt wurde. Der routinemäßige Einsatz des Rasterelektronenmikroskopes bei der

morphologischen Untersuchung der Chitinozoen, die nun zunehmend aus gut datierten und eng beprobten Profilen stammten, brachte ab Anfang der 70er-Jahre einen bedeutenden Aufschwung für die Erforschung dieser Fossilien (MILLER 1996, PARIS 1996).

Die Morphologie der Chitinozoen ist mannigfaltig; die Gehäuse sind urnen-, vasen-, flaschen-, keulen- oder röhrenförmige rotationssymmetrische Hohlkörper, deren äußere Oberfläche entweder glatt oder vielfältig ornamentiert sein kann. Ein Ende ist völlig geschlossen, das gegenüberliegende mündet in eine Öffnung, in der ein Deckel oder Pfropf den Gehäusinhalt hermetisch von der Außenwelt abschließt. Dieser Verschluss ist heute bei vielen Individuen nicht mehr vorhanden. Die Wand besteht aus widerstandsfähigem organischen Material, dessen genaue chemische Zusammensetzung noch nicht geklärt werden konnte. In den Aufbereitungsrückständen liegen diese Fossilien entweder als Einzelgehäuse vor, oder sie sind entlang ihrer Längsachsen zu Ketten zusammengefügt. Vermutlich waren ursprünglich alle Chitinozoen in Ketten angeordnet. Die Länge der Einzelindividuen beträgt zwischen 50 und 2000 μm , meist jedoch liegt sie bei 100 bis einigen 100 μm (MILLER 1996; PARIS 1981; SUTHERLAND 1994).

Die Chitinozoen erscheinen erstmals im Tremadoc (unterstes Ordovizium) von Nord-Gondwana. Nach ihrer raschen Entwicklung mit weltweiter Verbreitung und starker Vermehrung der Taxa verschwinden sie im oberen Famennium (oberstes Devon) wieder aus der damaligen Biosphäre. Berichte über ihr Auftreten vor dem Ordovizium bzw. nach dem Devon sind zweifelhaft oder wurden bereits widerlegt (MILLER 1996; PARIS 1996).

Die biologische Zugehörigkeit dieser lange ausgestorbenen Fossilgruppe ist noch nicht bekannt. Ihre Anordnung in Ketten und der hermetische Abschluss ihrer Gehäuse lassen jedoch darauf schließen, dass es sich um Eihüllen handelt, und zwar von Metazoen ohne erhaltungsfähige Hartteile, zumal Vergleiche mit der stratigraphischen Verbreitung der bekannten Fossilgruppen keine exakte Übereinstimmung ergeben (MILLER 1996; PARIS 1981; PARIS & NOLVAK 1999; SUTHERLAND 1994). Nach jüngsten Untersuchungen könnten Beziehungen zwischen den Chitinozoen und den Conodonten (Prioniodontida) bzw. zwischen den Chitinozoen und orthoconen Nautiloideen (v. a. den Endoceratina, Tarphyceratida und Discosorida) bestanden haben (GABBOTT et al. 1998).

Die Chitinozoen sind ausschließlich marine Mikrofossilien. Die paläogeographische Verbreitung der Gruppe über Klimagürtel hinweg und ihr Auftreten in den verschiedensten Fazies weisen darauf hin, dass ihre Lebensweise planktonisch oder

epiplanktonisch war: sie kommen sowohl in proximalen und distalen Schelfsedimenten, wie auch in Beckenablagerungen vor. Ihre maximale Verbreitung erreichten sie in den feinkörnigen Sedimenten landferner Stillwassergebiete, während das Hochenergie-Environment von küstennahen Gewässern, sowie oxydierendes Milieu ihre Erhaltung stark beeinträchtigten (MILLER 1996; PARIS 1996). Auch ihr relativ schwach ausgeprägter Provinzialismus ist ein Indiz für ihre Planktonzugehörigkeit: zahlreiche Chitinozoengattungen und auch einige Arten sind weltweit verbreitet (MILLER 1996; PARIS 1981, 1996).

Durch die kurzen stratigraphischen Reichweiten vieler Taxa, sowie ihr weltweites Vorkommen in fast allen marinen Fazies, eignen sich die Chitinozoen für biostratigraphische Einstufungen und Korrelationen, wie auch für paläoökologische Interpretationen und paläogeographische Rekonstruktionen (MILLER 1996; PARIS 1990, 1992, 1996; PARIS & ROBARDET 1990; SUTHERLAND 1994; VERNIERS et al. 1995).

3. Das Cellon-Profil

Das Cellon-Profil liegt in den zentralen Karnischen Alpen an der Ost-Seite des Cellon, SSW von Kötschach-Mauthen in einer Seehöhe von 1480-1560 m. Der untersuchte Abschnitt (Abb. 1) hat eine Mächtigkeit von ca. 60 m. Er reicht vom Oberen Ordovizium bis ins unterste Devon und ist in der kalkigen Flachwasser-Fazies (im Silur als „Plöcken Fazies“ bezeichnet) eines Schelf-Environments ausgebildet (SCHÖNLAUB 1997b). Das Cellon-Profil ist der Stratotyp für das Silur in den Ost- und Süd-Alpen und weltweit bekannt für seine detaillierte stratigraphische Gliederung, vor allem mit Hilfe von Conodonten (WALLISER 1964), aber auch Graptolithen wurden für die Datierung herangezogen (JAEGER 1975).

Die überlieferte Ablagerung im Cellon-Profil beginnt im Caradoc mit dem Uggwa Schiefer (insgesamt bis ca. 100 m) in einem stabilen küstennahen Environment geringer bis mittlerer Wassertiefe. Der darüber liegende Uggwa Kalk (ca. 7,3 m) des Ashgill bildete sich dagegen auf einem ruhigen Außenschelf. Die darauffolgende, weltweit zu beobachtende Regression setzt bereits im obersten Uggwa Kalk mit Schlamm-einschaltungen ein und erreicht im Hirnantium (oberstes Ordovizium) mit der Ablagerung der in Küstennähe abgesetzten Kalksande der Plöcken Formation (ca. 4,8 m) ihren Höhepunkt (DULLO 1992; KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1988, 1997b).

Nach einer Sedimentationsunterbrechung, die das Rhuddanium und Aeronium (unteres und mittleres Llandovery) umfaßt – Schichten, die dem zeitlichen Umfang von mindestens 6 Graptolithenzonen bzw. 2 Conodontenzonen entsprechen, fehlen hier (SCHÖNLAUB 1997b) –, folgt konkordant die Kok Formation (ca. 13 m). Diese transgressive Abfolge beginnt im Telychium (oberes Llandovery) mit einer Wechsellagerung von grauen Kalken und grauen-schwarzen Schiefern, ist in den höheren Abschnitten überwiegend als bräunlicher eisenhaltiger Cephalopodenkalk ausgebildet (nur an der Basis des Wenlock und an der Wenlock/Ludlow-Grenze sind geringmächtige schwarze Schiefer eingeschaltet) und reicht bis in das untere Ludlow. Die Kok Formation wurde in einem relativ seichten pelagischen Milieu mit episodischen Vertiefungen abgelagert und ist charakterisiert durch Meeresspiegelschwankungen, wechselnde hydrodynamische Energie, wechselnde Sauerstoffgehalte, reduzierte Sedimentation und zahlreiche kondensierte Abschnitte, sowie Schichtlücken (FERRETTI & HISTON 1998; HISTON 1998; HISTON & SCHÖNLAUB 1999; KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1997b).

Die Sedimentation der Cardiola Formation (ca. 3,5 m; oberes Ludlow), die aus einer Wechsellagerung von dunkelgrauen Kalken und schwarzen Schiefern besteht, erfolgte in einem etwas tieferen pelagischen Environment mit periodischen Vertiefungen, wechselnder hydrodynamischer Energie, Sedimentationsunterbrechungen und zeitweisem Anstieg des Sauerstoffgehaltes (FERRETTI & HISTON 1998; HISTON 1998; HISTON & SCHÖNLAUB 1999; KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1997b).

Der Alticola Kalk (ca. 20 m), eine transgressive Serie, die vom oberen Ludlow bis in das untere Pridoli reicht, bildete sich in einem nun deutlich stabileren pelagischen Milieu. Der Ludlow-Abschnitt ist gekennzeichnet durch grau-rosa, dolomitisierte, z. T. kondensierte Mikrite, abgelagert in etwas tieferem Wasser als früher, das häufig von Strömungen unterschiedlicher Energie durchlüftet wurde. Im Pridoli dominieren dunkelgraue, dünnbankige Mikrite mit mehreren Einschaltungen von schwarzen Schieferlagen, die eine Ablagerung in relativ seichtem Wasser mit wiederholten Vertiefungen anzeigen (FERRETTI & HISTON 1998; HISTON 1998; HISTON & SCHÖNLAUB 1999; KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1997b).

In den darüberfolgenden grauen Mikriten des Megaerella Kalkes (ca. 8 m; oberes Pridoli-Basis Lochkovium) setzt sich der transgressive Trend weiter fort; am Top dieser Abfolge gibt es jedoch Anzeichen für eine kurzfristige Verflachung des Meeres. Das stabile pelagische Milieu bleibt erhalten (HISTON & SCHÖNLAUB 1999; KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1997b).

Der dunkelgraue-schwarze, plattige Rauchkofel Kalk (insgesamt ca. 80 m; Lochkovium) wurde in der pelagischen Übergangsfazies eines Vorriff-Bereichs abgelagert (KREUTZER & SCHÖNLAUB 1997; SCHÖNLAUB 1997b).

4. Die Chitinozoen des Cellon-Profiles

Aus dem Cellon-Profil (Abb. 1) wurden 95 Proben nach der in LAUFELD 1974 bzw. PARIS 1981 beschriebenen Präparationsmethode palynologisch aufbereitet und die Rückstände unter dem Binokular bei 20facher Vergrößerung ausgelesen. Da die in dieser Arbeit behandelten Chitinozoen im Durchlicht opak sind, mußten die Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop (CamScan CS24 compact) durchgeführt werden. Insgesamt wurden etwa 4.300 mikropaläontologische Objekte (Chitinozoen, chitinozoenähnliche Objekte, problematische Objekte) in verschiedenen Ansichten fotografiert. An diesem umfangreichen Fossilmaterial konnten vorerst nur Übersichtsbestimmungen vorgenommen werden. Detailstudien, die an vielen Horizonten des Profils zu mannigfaltigeren Chitinozoen-Gesellschaften führen werden, sind noch im Gange, deshalb sind die Fossilnamen in dieser Arbeit z. T. als provisorisch zu betrachten.

Im Cellon-Profil treten die Chitinozoen in folgenden Abschnitten auf (Abb. 1):

- am Top des Uggwa Kalkes (Ashgill);
- im oberen Teil der Plöcken Formation (oberstes Ashgill);
- im unteren Teil der Kok Formation (oberes Llandovery);
- im Abschnitt von der obersten Kok Formation bis zum Top der Cardiola Formation (oberes Ludlow);
- im Abschnitt vom oberen Alticola Kalk bis zum unteren Rauchkofel Kalk (Ludlow/Pridoli-Grenze – unteres Lochkovium).

4.1 Die Chitinozoen des Ashgill

Aus dem Uggwa Schiefer und dem überwiegenden Teil des Uggwa Kalkes konnten keine Chitinozoen gewonnen werden. Häufig sind hier jedoch schwarze, glänzende, vermutlich gra-

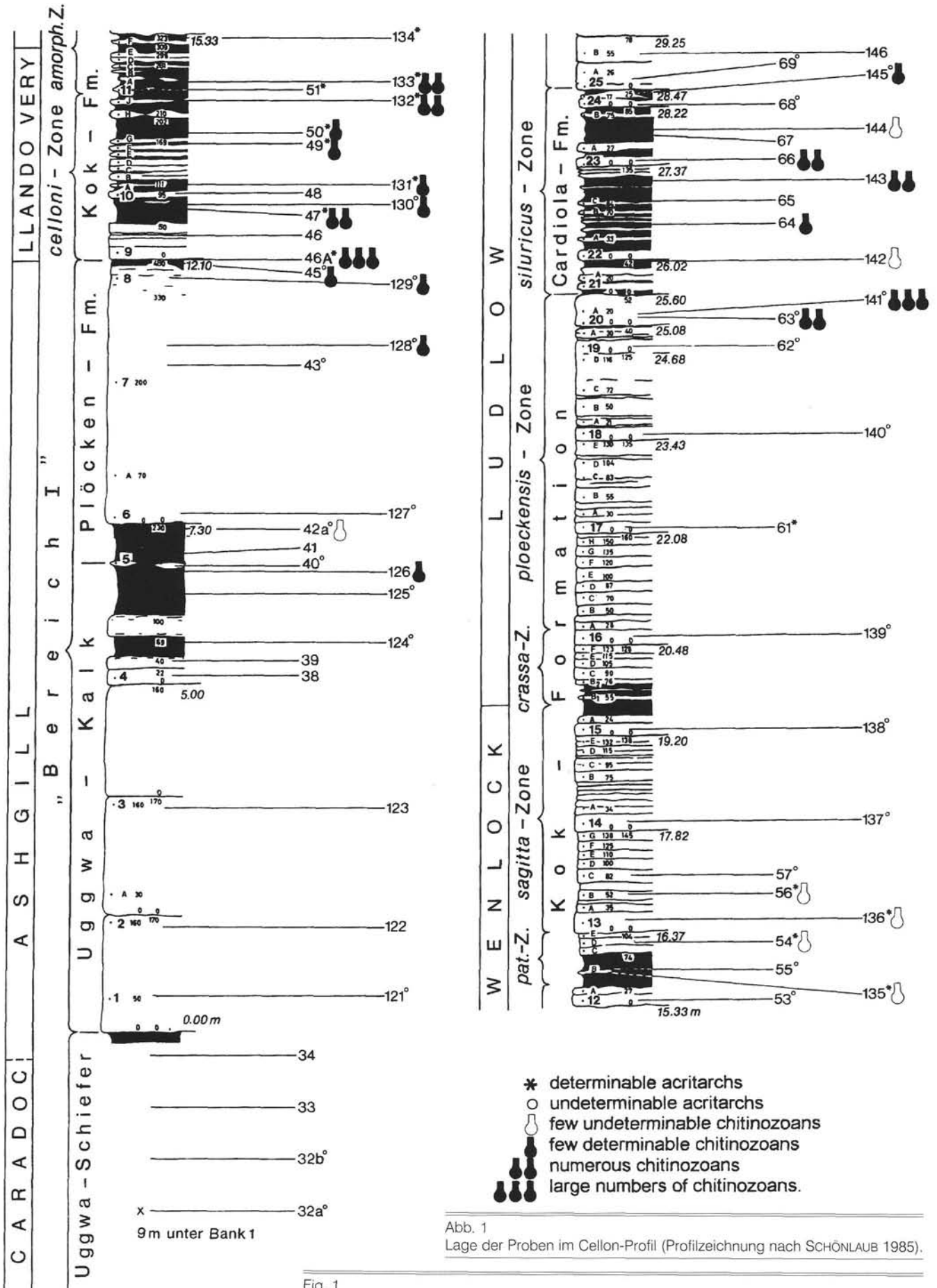


Abb. 1 Lage der Proben im Cellon-Profil (Profilzeichnung nach SCHÖNLAUB 1985).

Fig. 1 The location of the samples in the Cellon-section (drawing of the section after SCHÖNLAUB 1985).

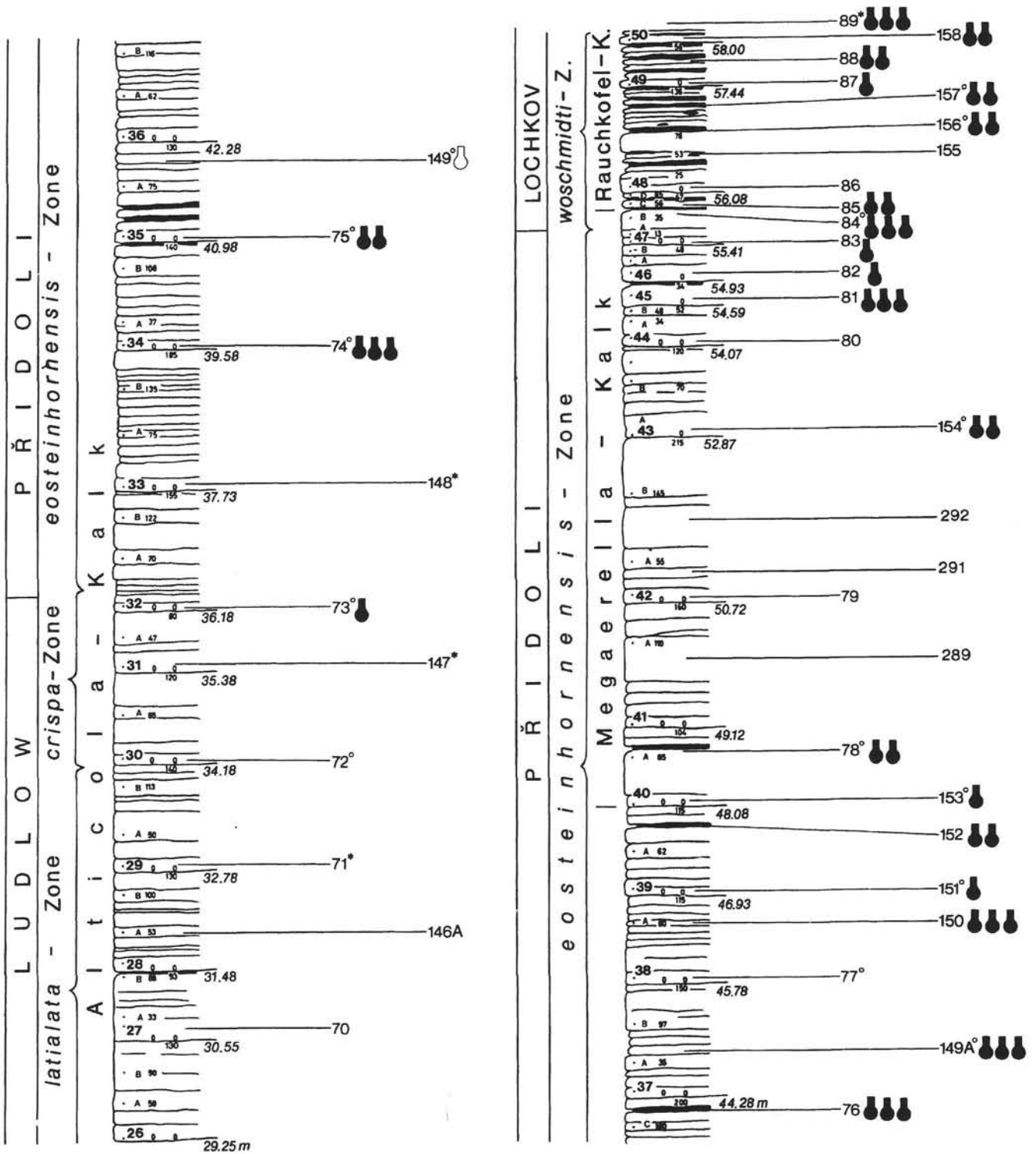


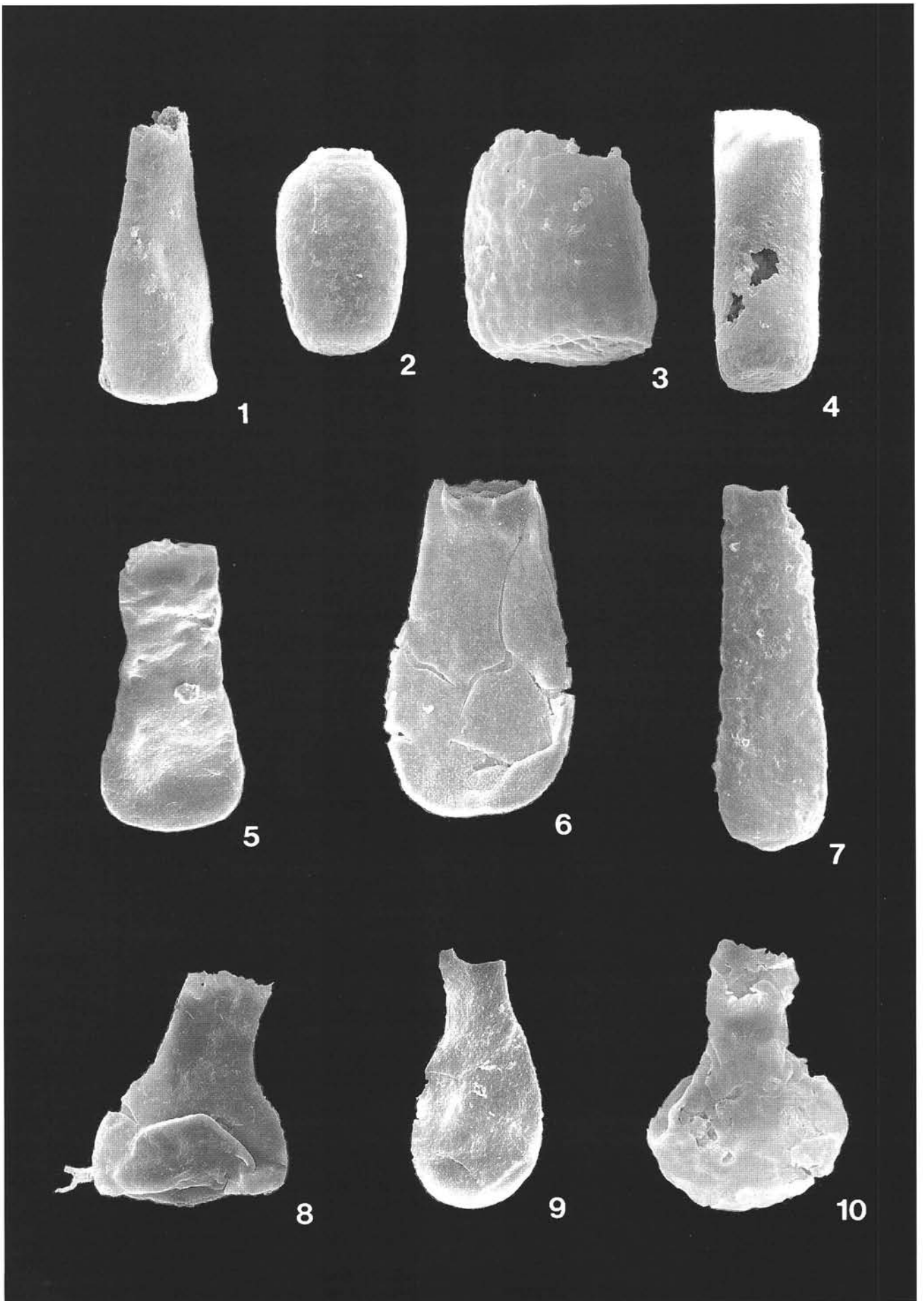
Abb. 1 Fortsetzung Fig. 1 Continuation

phitische Plättchen mit chitinozoenähnlichen Umrissen zu beobachten, die bei ausschließlich im Lichtmikroskop durchgeführten Untersuchungen und ohne Heranziehung des REM mit schlecht erhaltenen Chitinozoen verwechselt werden könnten.

Die Chitinozoen erscheinen erstmals am Top des Uggwa Kalkes (Probe 126) mit einigen Vertretern von *Conochitina* EISENACK 1931 [Taf. 1, Fig. 5] und vermutlich auch von *Tanuchitina* JANSONIUS 1964. Weiters sind zahlreiche Melanosklriten vorhanden. Im obersten Teil der Plöcken Formation enthalten einige Proben (128, 129, 45) Taxa, die diagnostisch für

das Ashgill sind: *Armoricochitina nigerica* (BOUCHÉ 1965) [Taf. 1, Fig. 3] und *Tanuchitina elongata* (BOUCHÉ 1965) [Taf. 1, Fig. 4]. Weiters *Desmochitina minor* EISENACK 1931 [Taf. 1, Fig. 2], die die Ordovizium/Silur-Grenze nicht überschreitet, und Vertreter der Gattungen *Conochitina* [Taf. 1, Fig. 1], *Rhabdochitina* (?) EISENACK 1931 und *Spinachitina* SCHALLREUTER 1963, sowie das erste Exemplar der Ancyrochitinae mit abgebrochenen Fortsätzen. Die Chitinozoen-Gesellschaft dieser Abfolge läßt auf die *Tanuchitina elongata*-Biozone (PARIS 1990) des Hirnantium schließen.

Im Ashgill des Cellon-Profiles sind die Chitinozoen selten; sie sind meist zwar dreidimensional erhalten, aber zerbrochen.



4.2 Die Chitinozoen des oberen Llandovery

Probe **46A** an der Basis der Kok Formation (= oberes Llandovery), die konkordant über der oberordovizischen Plöcken Formation liegt, lieferte eine völlig unterschiedliche Chitinozoen-Fauna mit großer Individuenzahl: zahlreiche Vertreter der Lagenochitinae und Ancyrochitinae, die nicht genauer zu bestimmen sind; *Ancyrochitina* gr. *ancyrea* (EISENACK 1931) [Taf. 1, Fig. 8], *A. cf. diabolus* (EISENACK 1937), *Cyathochitina caputoi* DA COSTA 1971 [Taf. 1, Fig. 10] und *Eisenackitina dolioliformis* UMNova 1976 [Taf. 1, Fig. 6], die charakteristisch für diese Probe ist. Die Proben **47**, **130** und **131** enthalten zahlreiche Exemplare von *Bursachitina* TAUGOURDEAU 1966 und *Conochitina* (z. B. *C. sp. cf. C. emmastensis* NESTOR 1982), weiters *E. dolioliformis*, sowie *Armoricochitina sp. cf. A. nigerica* und *Laufeldochitina?* sp., die beiden letzteren sind aus dem Oberen Ordovizium umgelagert. Dieser Teil des Profils kann der *Eisenackitina dolioliformis*-Biozone (VERNIERS et al. 1995) des oberen Aeronium – unteren Telychium zugeordnet werden.

In Probe **49** erscheint eine *Angochitina*-Art [Taf. 1, Fig. 9], die *A. longicollis* EISENACK 1959 sehr ähnlich ist, der Index-Art der darüber folgenden *Angochitina longicollis*-Biozone (VERNIERS et al. 1995) des oberen Telychium. Der obere Teil des Llandovery-Anteils der Kok Formation (Proben **50**, **132**) ist charakterisiert durch Chitinozoen, die *Conochitina proboscifera* EISENACK 1937 ähneln [Taf. 1, Fig. 7], einer typischen Art für das obere Telychium/untere Sheinwoodium; weniger häufig treten *Conochitina* spp. (z. B. *C. sp. cf. C. armillata* TAUGOURDEAU & DE JEKHOWSKI 1960, *C. sp. cf. C. edjelensis elongata* TAUGOURDEAU 1963), *Eisenackitina* sp. und *Sphaerochitina* sp. auf. Die jüngste Probe im Llandovery (**133**) enthält nur schlecht erhaltene Formen ähnlich *Angochitina longicollis*; daneben *Conochitina* sp., *Cyathochitina* sp., *Eisenackitina* sp. und *Sphaerochitina* sp.

Die Chitinozoen aus diesem Teil des Profils sind ganz oder teilweise geplättet und häufig verfaultet. Bei starker Verfaltung oder unterschiedlich starker Plättung der Gehäuse (wenn z. B. der dünnerwandige Hals stärker, der dickerwandige Bauch weniger stark verformt ist), können ihre Umrisse so stark verändert sein, dass die Identifizierung des ursprünglichen Taxons Probleme bereitet.

4.3 Die Chitinozoen des Abschnittes Wenlock – unteres Ludlow

Im gesamten Wenlock, das mit einer Mächtigkeit von nur 5 m ausgebildet ist, was auf extreme Kondensation hinweist (SCHÖNLAUB 1997b), wie auch im unteren Ludlow fehlen bestimmbare Chitinozoen-Gesellschaften. Nur vereinzelt treten schlecht erhaltene Exemplare auf: Probe **135**: ein Fragment von *Belonechitina* sp.; Probe **54**: Steinkerne von *Conochitina* indet.; Probe **136**: Bruchstücke von *Conochitina* indet. und *Lagenochitina* indet.; Probe **56**: *Bursachitina* sp., *Conochitina* indet., *Lagenochitina* indet.

4.4 Die Chitinozoen des oberen Ludlow

Von der obersten Bank der Kok Formation (Probe **63**) bis zum Top der Cardiola Formation (Probe **145**) konnte eine beträchtliche Zahl von Chitinozoen gewonnen werden.

An der Basis dieser Schichtfolge (Proben **63**, **141**) erscheinen zahlreiche und verschiedenartige *Angochitina* EISENACK 1931 (z. B. *Angochitina echinata* EISENACK 1931, sowie ein Bruchstück ähnlich *Angochitina elongata* EISENACK 1931), *Sphaerochitina* EISENACK 1955 (z. B. *S. sp. cf. S. impia* LAUFELD 1974 [Taf. 2, Fig. 1]), *Conochitina* EISENACK 1931, weiters einige wenige *Bursachitina* sp., *Eisenackitina* sp. und *Ancyrochitina* sp. Darüber tritt in Probe **142** ein Fragment von *Linochitina* EISENACK 1968 auf. *Cingulochitina* sp. cf. *C. convexa* (LAUFELD 1974) [Taf. 2, Fig. 3] und einige *Sphaerochitina* spp. und *Angochitina* spp. (ähnlich jenen in den Proben **63** und **141**), sowie einige *Ancyrochitina* indet. sind in Probe **64** vorhanden.

Der mittlere Teil dieser Sequenz wird dominiert von zahlreichen *Conochitina* [Taf. 2, Fig. 2] und *Belonechitina* JANSONIUS 1964: *C. sp. cf. C. tuba* EISENACK 1932 in Probe **143**, *Belonechitina* sp. cf. *B. latifrons* (EISENACK 1964) [Taf. 2, Fig. 4] und *B. sp. cf. B. lauensensis* (LAUFELD 1974) in Probe **66**, hier weiters seltene *Sphaerochitina* sp.

Aus der obersten Probe (**145**) konnten einige *Cingulochitina* sp. und *Ancyrochitina* indet. gewonnen werden.

Die Chitinozoen dieses Abschnittes scheinen der *Angochitina elongata*-Biozone (VERNIERS et al. 1995) des oberen Gorstim – unteren Ludfordium zugerechnet werden zu können.

Der Erhaltungszustand der Chitinozoen dieser Abfolge ist ungewöhnlich: die Gehäuse dünnwandiger Taxa aus den Kalken sind kollabiert wie ein evakuierter Gummiball [Taf. 2, Fig. 1, 2, 4]. Diese Erscheinung dürfte sich in einem frühen Diagenesestadium entwickelt haben, als das Wasser aus den inneren Hohlräumen der Chitinozoen abgesaugt wurde, noch bevor sich die in Kalken üblichen Mineralfüllungen bilden konnten.

Die Schichten des Ludlow-Anteiles des Alticola Kalkes enthalten keine Chitinozoen.

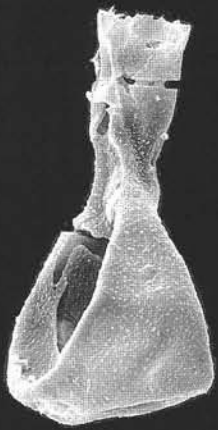
4.5 Die Chitinozoen des Abschnittes oberstes Ludlow bis unteres Lochkovium

Von den Ludlow/Pridoli-Grenzschichten (Probe **73**) über das gesamte Pridoli bis ins untere Lochkovium (Probe **89**) ist eine reiche Chitinozoenentwicklung dokumentiert. Sie umfaßt den oberen Teil des Alticola Kalkes, den Megaerella Kalk und den unteren Teil des Rauchkofel Kalkes.

Drei Proben an der Basis dieser Abfolge [**73** = oberstes Ludfordium (= oberstes Ludlow); **74**, **75** = unteres Pridoli] enthalten zahlreiche *Eisenackitina barrandei* PARIS & KRIZ 1984 [Taf. 2, Fig. 5], *E. granulata* (CRAMER 1964), *E. intermedia* (EISENACK 1955) [Taf. 2, Fig. 6] und *Urnochitina* gr. *urna* (EISENACK 1934), sowie einige *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala* (EISENACK 1932) [Taf. 2, Fig. 9], *Ancyrochitina* gr. *ancy-*

← Tafel 1
Chitinozoen des Ashgill und oberen Llandovery.

- Fig. 1: *Conochitina* sp.; Probe **128**, Plöcken Formation, Ashgill; 300x.
 Fig. 2: *Desmochitina minor* EISENACK 1931; Probe **129**, Plöcken Formation, Ashgill; 400x.
 Fig. 3: *Armoricochitina nigerica* (BOUCHÉ 1965); Probe **45**, Plöcken Formation; oberstes Ashgill; 350x.
 Fig. 4: *Tanuchitina elongata* (BOUCHÉ 1965); Probe **128**, Plöcken Formation, Ashgill; 250x.
 Fig. 5: *Conochitina* sp.; Probe **126**, Plöcken Formation, Ashgill; 250x.
 Fig. 6: *Eisenackitina dolioliformis* UMNova 1976; Probe **46A**, basale Kok Formation, oberes Llandovery; 250x.
 Fig. 7: *Conochitina* sp. cf. *C. proboscifera* EISENACK 1937; Probe **50**, untere Kok Formation, oberes Llandovery; 200x.
 Fig. 8: *Ancyrochitina* gr. *ancyrea* (EISENACK 1931); Probe **46A**, basale Kok Formation, oberes Llandovery; 350x.
 Fig. 9: *Angochitina* sp. cf. *A. longicollis* EISENACK 1959; Probe **49**, untere Kok Formation, oberes Llandovery; 300x.
 Fig. 10: *Cyathochitina caputoi* DA COSTA 1971; Probe **46A**, basale Kok Formation, oberes Llandovery; 350x.



1



2



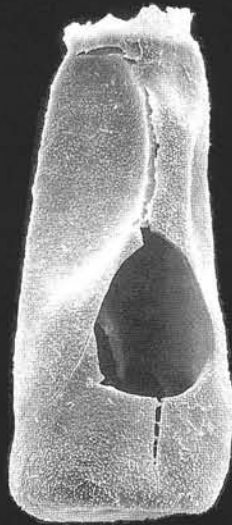
3



4



5



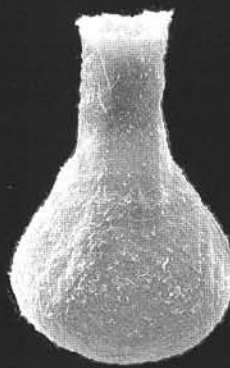
6



7



8



9



10

rea (EISENACK 1931), *Angochitina* sp., *Bursachitina* sp. und *Gotlandochitina* sp.

E. barrandei ist das Index-Fossil der *Eisenackitina barrandei*-Biozone (VERNIERS et al. 1995), die auf das oberste Ludlow beschränkt ist. Im globalen Stratotypus für die Ludlow/Pridoli-Grenze in Pozáří Steinbruch, Prager Becken (Böhmen), reicht *E. barrandei* einige Dezimeter ins Pridoli, wo sie über sehr kurze Distanz zusammen mit atypischen Vertretern von *Urnochitina urna* vorkommt (typische Exemplare letzterer Art sind in den höheren Anteilen des Pridoli vorhanden). *U. urna*, die diagnostisch für das Pridoli ist, hat ihr Erstauftreten im Prager Becken innerhalb eines Intervalls von wenigen Zentimetern unterhalb bis wenige Zentimeter über der Ludlow/Pridoli-Grenze (KRIZ et al. 1986). Vergleicht man obige Reichweiten mit jenen im Cellon-Profil, werden Unterschiede deutlich: an der österreichischen Lokalität reicht *E. barrandei* wesentlich höher ins Pridoli (fast 5 m) als in den böhmischen Profilen. Da die Schichten unterhalb der Probe **73** keine Chitinozoen lieferten, kann die *Eisenackitina barrandei*-Biozone im Cellon-Profil nicht direkt nachgewiesen werden.

Die nächste Probe (**149**) enthält nur wenige Fossilien: einige *Eisenackitina* sp., *Angochitina* sp. und *Ancyrochitina?* sp. Die Entwicklung der typischen *Urnochitina urna* [Taf. 2, Fig. 8] beginnt unvermittelt und mit großer Individuenzahl in Probe **76**. Wie bereits von anderen Lokalitäten bekannt, zeigt die Fauna auch hier fast monospezifische Zusammensetzung: neben *U. urna* sind nur noch einige Exemplare von Desmochitinidae indet. vertreten. In der folgenden Probe **149A** ist eine ungewöhnliche Erscheinung zu beobachten: *U. urna* tritt zahlenmäßig völlig zurück, während große Mengen von *Eisenackitina krizi* (PARIS & LAUFELD 1981) [Taf. 2, Fig. 10] vorhanden sind. Der Aufbereitungsrückstand bestand fast ausschließlich aus Vertretern dieser Art. Probe **150** wird wieder von *U. urna* dominiert; außerdem sind noch einige Exemplare von *E. krizi* und Desmochitinidae indet. vorhanden.

Die nächsten drei Proben (**151, 152, 153**) lieferten nur unbedeutende Gesellschaften mit diversen Lagenochitinidae indet., einem Bruchstück von *E. krizi* (?), einigen *Angochitina* ähnlich *A. chlupaci* PARIS & LAUFELD 1981 und *Sphaerochitina* sp. Das einzige Taxon in der folgenden Probe **78** ist *E. granulata* [Taf. 2, Fig. 7] mit einigen gut erhaltenen Individuen. Es ist auch noch in Probe **154** vertreten, hier jedoch vergesellschaftet mit seltenen *E. krizi*, *Linochitina klonkensis* PARIS & LAUFELD 1981 und *Ancyrochitina* sp.

Die Sequenz zwischen den Proben **78** und **154** im unteren Teil des Megaerella Kalkes erwies sich als fossilleer.

In den darüber folgenden Schichten beginnt sich die Chitinozoen-Fauna umzustellen: *U. urna* nimmt zahlenmäßig mehr und mehr ab, während *Angochitina* EISENACK 1931, *Cingulochitina* PARIS 1981, *Gotlandochitina* LAUFELD 1974, *Linochitina* EISENACK 1968, *Sphaerochitina* EISENACK 1955 und besonders *Ancyrochitina* EISENACK 1955 an Bedeutung gewinnen.

Die häufigste Art in Probe **81**, die große Mengen von Chitinozoen lieferte, ist *Ancyrochitina* sp. A [Taf. 3, Fig. 1]. Andere Taxa in dieser Probe sind *L. klonkensis*, *Calpichitina corinnae* JAGLIN 1986 [Taf. 3, Fig. 4], *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala*, *Gotlandochitina?* sp. und *U. urna* mit einigen wenigen Exemplaren. Die jüngsten Proben des Pridoli (**82** und **83**) enthalten nur verarmte Gesellschaften: sehr wenige *U. urna*, *Ancyrochitina* sp. A und *S. sp. cf. S. sphaerocephala*.

Das Pridoli ist definiert durch die Gesamtreichweite von *Urnochitina urna*, welche im globalen Stratotypus für die Silur/Devon-Grenze in Klonk, Prager Becken, genau an der Grenze verschwindet, während sie im Profil Karlstejn einige Dezimeter über die Basis des Lochkoviums reicht (PARIS et al. 1981).

Wegen des Fehlens der Index-Fossilien können die Chitinozoen-Biozonen des Pridoli [*Fungochitina kosovensis*-, *Margachitina elegans*- und *Anthochitina superba*-Biozone (VERNIERS et al. 1995)] im Cellon-Profil nicht identifiziert werden.

Probe **84** an der Basis des Lochkoviums führt eine reiche Chitinozoen-Fauna: relativ zahlreiche *U. urna* [Taf. 3, Fig. 3] (das letzte dokumentierte Auftreten der Art in diesem Profil); weiters zahlreiche gut erhaltene, mannigfaltige Vertreter der Gattungen *Angochitina* [Taf. 3, Fig. 8], *Gotlandochitina* und *Sphaerochitina* (z. B. *S. sphaerocephala*), sowie einige *Ancyrochitina* mit ungewöhnlichen Fortsätzen.

Die Chitinozoen-Gesellschaft der Probe **85**, deren Individuenzahl relativ gering ist, wird dominiert von *Eisenackitina bohémica* (EISENACK 1934) [Taf. 3, Fig. 6], einer typischen Art des Lochkovium, welche im Prager Becken einige Dezimeter über der Basis des Devon erscheint, d. h., in Bank 21 im Profil von Klonk (PARIS 1981). Daneben treten einige *Angochitina* aff. *A. chlupaci*, *Cingulochitina* sp., Desmochitinidae indet. und Lagenochitinidae indet. auf. In Probe **156** ist *A. chlupaci* [Taf. 3, Fig. 5] nun mit einigen unzweifelhaften Formen vertreten, zusammen mit einigen *Angochitina* sp. und Desmochitinidae indet. Die restlichen Proben des Profils (**157, 87, 88, 158** und **89**, letztere mit beträchtlicher Menge an Chitinozoen) werden dominiert von zahlreichen *Ancyrochitina* (mindestens 5 Arten) [Taf. 3, Fig. 2, 9, 10]. Daneben sind noch zahlreiche und mannigfaltige Vertreter von *Angochitina*, *Cingulochitina* [z. B. *C. ervensis* (PARIS 1979)] [Taf. 3, Fig. 7], *Gotlandochitina*, *Linochitina* und *Sphaerochitina* vorhanden.

Die Chitinozoen des Pridoli/Lochkovium-Abschnittes sind meist vollkörperlich erhalten, besonders dickerwandige Taxa. Dünnerwandige Arten sind oft mehr oder weniger stark kollabiert.

5. Schlußfolgerungen

* Im Cellon-Profil, das vom Oberen Ordovizium bis ins Unterdevon reicht, treten im Gegensatz zu den Acritarchen, die hauptsächlich auf den Abschnitt oberes Llandovery – unterstes Wenlock beschränkt sind, die Chitinozoen in fast allen Formationen auf. Einige Proben (**46A, 141, 74, 76, 149A, 150, 81, 84, 89**) enthalten Gesellschaften mit sehr großen Individuenzahlen und meist auch großer Mannigfaltigkeit.

* Die Chitinozoen-Gesellschaften aus den Schichten des oberen Ashgill und des oberen Llandovery, die konkordant

← Tafel 2

Chitinozoen des Ludlow und Pridoli

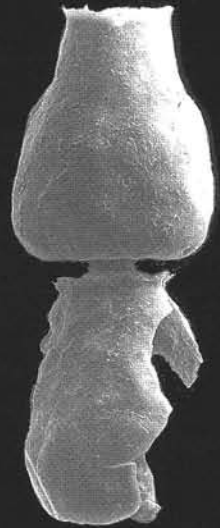
- Fig. 1: *Sphaerochitina* sp. cf. *S. impia* LAUFELD 1974; Probe **63**, oberste Kok Formation, Ludlow; 350x.
 Fig. 2: *Conochitina* sp.; Probe **66**, Cardiola Formation, Ludlow; 250x.
 Fig. 3: *Cingulochitina* sp. cf. *C. convexa*. (LAUFELD 1974); Probe **64**, Cardiola Formation, Ludlow; 300x.
 Fig. 4: *Belonechitina* sp. cf. *B. latifrons* (EISENACK 1964); Probe **66**, Cardiola Formation, Ludlow; 250x.
 Fig. 5: *Eisenackitina barrandei* PARIS & KRIZ 1984; Probe **75**, Alticola Kalk, Pridoli; 250x.
 Fig. 6: *Eisenackitina intermedia* (EISENACK 1955); Probe **75**, Alticola Kalk, Pridoli; 250x.
 Fig. 7: *Eisenackitina granulata* (CRAMER 1964); Probe **78**, Megaerella Kalk, Pridoli; 300x.
 Fig. 8: *Urnochitina urna* (EISENACK 1934); Probe **76**, Alticola Kalk, Pridoli; 250x.
 Fig. 9: *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala* (EISENACK 1932); Probe **74**, Alticola Kalk, Pridoli; 350x.
 Fig. 10: *Eisenackitina krizi* (PARIS & LAUFELD 1981); Probe **149A**, Alticola Kalk, Pridoli; 500x.



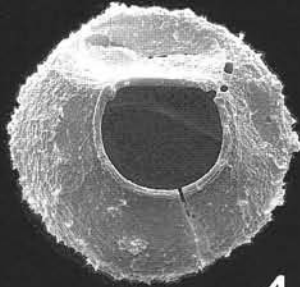
1



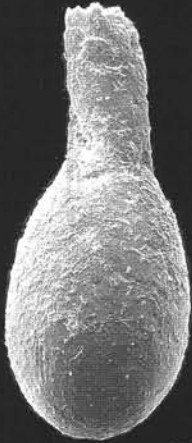
2



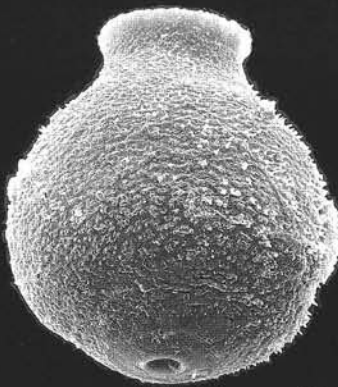
3



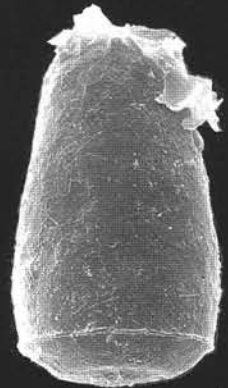
4



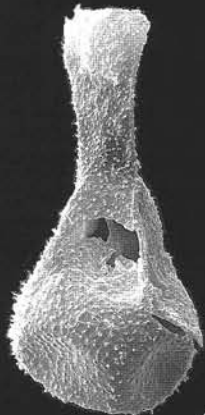
5



6



7



8



9



10

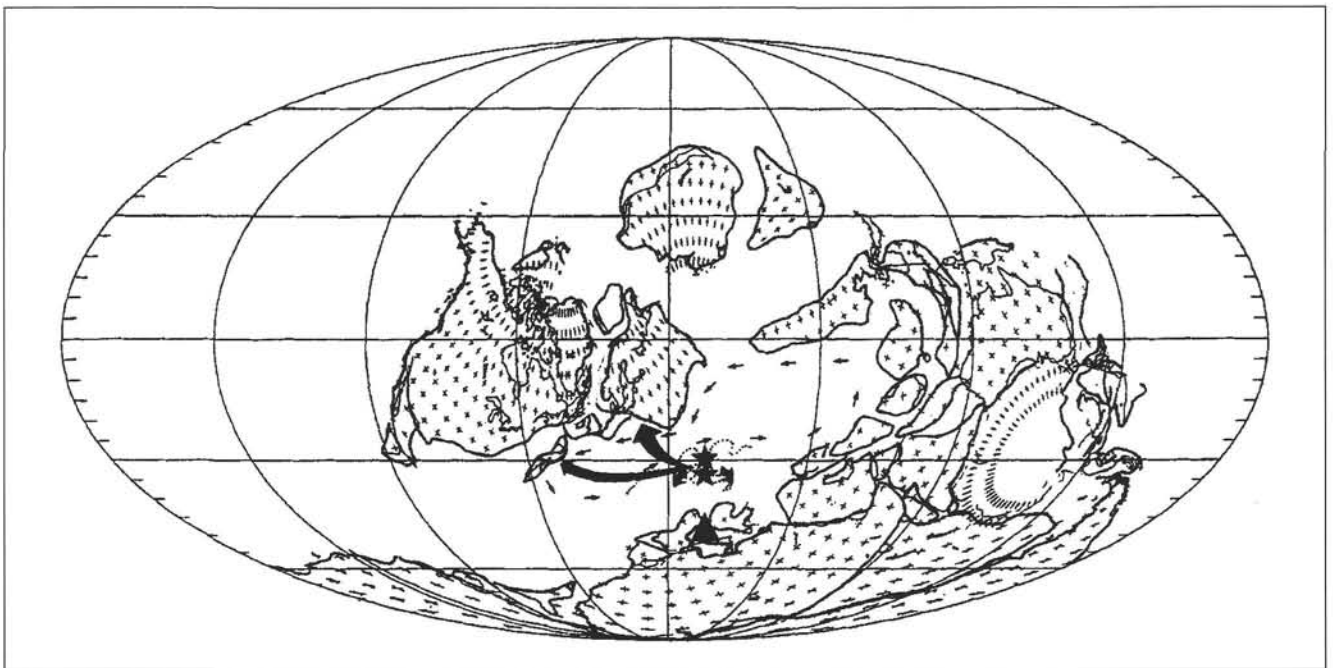


Abb. 2
Die Paläogeographie im mittleren Silur (Wenlock).
Die beiden Sterne bezeichnen die Lage der silurischen Gesteine der Alpen auf der südlichen paläogeographischen Breite von ca. 30 Grad. Die dicken Pfeile zeigen die Faunenbeziehungen an, die kleinen Pfeile die Meeresströmungen im Mitteleuropäischen Ozean. Das Dreieck markiert die Position der Alpen nach SCOTSE & MCKERROW (1990) [nach SCHÖNLAUB 1997b].

Fig. 2
Middle Silurian (Wenlockian) paleogeography with indication of latitudinal settings (approx. 30° south) of Silurian rocks in the Alps shown as stars. Faunal relationships are shown by heavy arrows, the oceanic current system in the mid-European ocean by small arrows. Triangle represents position of the Alps as suggested by SCOTSE & W. MCKERROW (1990) [from SCHÖNLAUB 1997b].

übereinander folgen, aber durch eine Schichtlücke von zwei Stufen getrennt sind, sind deutlich voneinander zu unterscheiden.

Die Grenzen zwischen Llandovery und Wenlock bzw. zwischen Wenlock und Ludlow können nicht mit Hilfe von Chitinozoen bestimmt werden, da diese Fossilien hier im gesamten Wenlock und im unteren Ludlow fehlen.

Hinsichtlich der Ludlow/Pridoli-Grenze besteht eine gute Korrelation zwischen der Conodonten- und der Chitinozoeneinstufung.

Auch die Basis des Lochkovium ist gut durch diagnostische Chitinozoen-Gesellschaften dokumentiert.

Folgende Chitinozoen-Biozonen sind im Cellon-Profil (Abb. 1) vertreten:

- die *Tanuchitina elongata*-Biozone (Hirnantium; Probennummer 128-45);
- die *Eisenackitina dolioliformis*-Biozone (oberes Aeronium – unteres Telychium; Probennummer 46A-131);
- die *Angochitina longicollis*-Biozone (oberes Telychium; Probennummer 49-133);
- die *Angochitina elongata*-Biozone (oberes Gorstium – unteres Ludfordium; Probennummer 63-145);
- die *Urnochitina urna*-Biozone (Pridoli; Probennummer 73-84);
- die *Eisenackitina bohémica*-Biozone (unteres Lochkovium; Probennummer 85-89).

* Die Environmentbedingungen für die Erhaltung der Chitinozoen scheinen im oberen Teil des Profils günstiger gewesen zu sein: beginnend mit der höchsten Bank der Kok Formation (oberes Ludlow) bis zum Ende des Profils im unteren Lochkovium sind sie mit größeren Individuenzahlen, größerer Vielfalt und besserer Erhaltung vertreten als in den unteren Abschnitten. Warum allerdings im ungünstigen Hochenergieenvironment der oberordovizischen Plöcken Formation zumindest einige Chitinozoen vorhanden sind, während sie in der küstenfernen Stillwasserfazies des darunter liegenden Uggwa Kalkes und im Uggwa Schiefer fehlen, kann zur Zeit nicht erklärt werden.

* Die Chitinozoen aus dem Hirnantium des Cellon-Profiles zeigen deutliche Beziehungen zu den Gesellschaften aus den

← Tafel 3
Chitinozoen des Pridoli und Lochkovium

- Fig. 1: *Ancyrochitina* sp. A; Probe 81, Megaerella Kalk, Pridoli; 300x.
- Fig. 2: *Ancyrochitina* sp.; Probe 89, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 350x.
- Fig. 3: *Urnochitina urna* (EISENACK 1934); Probe 84, Rauchkofel Kalk, basales Lochkovium; 250x.
- Fig. 4: *Calpichitina corinnae* JAGLIN 1986; Probe 81, Megaerella Kalk, Pridoli; 450x.
- Fig. 5: *Angochitina chlupaci* PARIS & LAUFELD 1981; Probe 156, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 350x.
- Fig. 6: *Eisenackitina bohémica* (EISENACK 1934); Probe 85, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 250x.
- Fig. 7: *Cingulochitina* sp.; Probe 158, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 500x.
- Fig. 8: *Angochitina* sp.; Probe 84, Rauchkofel Kalk, basales Lochkovium; 350x.
- Fig. 9: *Ancyrochitina* sp.; Probe 89, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 400x.
- Fig. 10: *Ancyrochitina* sp.; Probe 89, Rauchkofel Kalk, Lochkovium; 350x.

Kaltwasserarealen von Nord-Gondwana, während im Silur und Lochkovium der Einfluß aus den Warmwassergebieten von Baltica/Avalonia offenkundig ist (ELAOUAD-DEBBAJ 1984; GRAHN 1995, 1996; MOLYNEUX & PARIS 1985; NESTOR 1990, 1994; PARIS 1990; PARIS & GRAHN 1996; SUTHERLAND 1994).

Vermutlich aufgrund der paläogeographischen Nähe der beiden Ablagerungsräume sind die Chitinozoen aus dem Silur und Unterdevon des untersuchten Profils sehr ähnlich jenen von Böhmen, was besonders für den Abschnitt oberes Ludlow – unteres Lochkovium gilt (DUFKA 1992; KRIZ 1992; KRIZ et al. 1986; PARIS & KRIZ 1984; PARIS et al. 1981). Die oberordovizischen Chitinozoen der beiden Gebiete können dagegen nicht miteinander verglichen werden, da aus den böhmischen Abfolgen dieses Alters bisher nur wenige, nicht signifikante Gesellschaften beschrieben wurden (DUFKA & FATKA 1993). Im Cellon-Profil wiederum fehlen bestimmbar Chitinozoen von der Basis des Wenlock bis ins untere Ludlow, während in Böhmen gleich alte Schichten Faunen von großer Mannigfaltigkeit führen (KRIZ 1992; KRIZ et al. 1993). Letztere Erscheinung könnte verursacht sein durch ungünstige Bedingungen für die Erhaltung der Chitinozoen im Ablagerungsgebiet des Cellon-Profiles (z. B. Oxydation; Hochenergieenvironment in einem seichten Meer, zumindest zeitweise).

6. Dank

Herrn Dr. Florentin PARIS, Universität Rennes, Frankreich, möchte ich für seine wertvolle und engagierte Diskussion meines umfangreichen Belegmaterials aus dem Cellon-Profil sehr herzlich danken. Mein Dank gilt auch den beiden Reviewern, Frau Dr. Viiv NESTOR, Geologisches Institut der Estnischen Akademie der Wissenschaften in Tallinn, Estland, und Herrn Dr. Jacques VERNIERS, Universität Gent, Belgien, deren konstruktive Kritik sehr zur Verbesserung des Manuskripts beitrug. Die Untersuchungen wurden unterstützt vom Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Literatur

- BOUCHÉ, P. M., 1965: Chitinozoaires du Silurien s. l. du Djado (Sahara nigérien). – *Rev. Micropaléont.*, **8**, 151-164.
- CRAMER, F. H., 1964: Microplankton from three Paleozoic formations in the province of León (NW Spain). – *Leidse Geol. Meded.*, **30**, 255-361.
- DA COSTA, N. M., 1971: Quitinozoários Silurianos do Igarapé da Rainha, Estado do Pará. – *An. Acad. brasil. Ciênc.*, **255**, 101 S.
- DUFKA, P., 1992: Lower Silurian Chitinozoans of the Prague Basin (Barrandian, Czechoslovakia). Preliminary Results. – *Rev. Micropaléont.*, **35**, 117-126.
- DUFKA, P. & FATKA, O., 1993: Chitinozoans and acritarchs from the Ordovician-Silurian boundary of the Prague Basin (Barrandian area, Czechoslovakia). – In: S. G. MOLYNEUX & K. J. DORNING (eds.): Contributions to acritarchs and chitinozoan research. – *Special Papers in Palaeontology*, **48**, 17-28.
- DULLO, W. C., 1992: Mikrofazies und Diagenese der oberordovizischen Cystoideen-Kalke (Wolayer Kalk) und ihrer Schuttfazies (Uggwa Kalk) in den Karnischen Alpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135**, 317-333.
- EISENACK, A., 1931: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. I. – *Paläont. Z.*, **13**, 74-118.
- EISENACK, A., 1932: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. II. – *Paläont. Z.*, **14**, 257-277.
- EISENACK, A., 1934: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs, III. und Neue Mikrofossilien des böhmischen Silurs, I. – *Palaeont. Z.*, **16**, 52-76.
- EISENACK, A., 1937: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. IV. – *Paläont. Z.*, **19**, 217-243.
- EISENACK, A., 1955: Chitinozoen, Hystrichosphaeren und andere Mikrofossilien aus dem Beyrichia-Kalk. – *Senck. Leth.*, **36**, 157-188.
- EISENACK, A., 1959: Neotypen baltischer Silur-Chitinozoen und neue Arten. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **108**, 1-20.
- EISENACK, A., 1964: Mikrofossilien aus dem Silur Gotlands, Chitinozoen. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **120**, 308-342.
- EISENACK, A., 1968: Über Chitinozoen des baltischen Gebietes. – *Paläontographica A*, **131**, 137-198.
- ELAOUAD-DEBBAJ, Z., 1984: Chitinozoaires Ashgilliens de l'Anti-Atlas (Maroc). – *Géobios*, **17**, 45-48.
- FERRETTI, A. & HISTON, K., 1998: Cephalopod Limestone Biofacies, Carnic Alps, Austria. – In: GUTIÉRREZ-MARCO, J. C. & RÁBANO, I. (eds): Proc. 6th Int. Grapt. Conf. & 1998 Field Meeting, IUGS Subcomm. Sil. Strat. – *Temas Geol. Miner. ITGE*, **23**, 76-79.
- GABBOTT, S. E., ALDRIDGE, R. J. & THERON, J. N., 1998: Chitinozoan chains and cocoons from the Upper Ordovician Soom Shale Lagerstätte, South Africa: implications for affinity. – *J. Geol. Soc. London*, **155**, 447-452.
- GRAHN, Y., 1995: Lower Silurian chitinozoa and biostratigraphy of subsurface Gotland. – *GFF*, **117**, 57-65.
- GRAHN, Y., 1996: Upper Silurian (Upper Wenlock – Lower Pridoli) chitinozoa and biostratigraphy of Skane, southern Sweden. – *GFF*, **118**, 237-250.
- HISTON, K., 1998: Die Nautiloideen-Fauna aus dem Silur der Karnischen Alpen. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **23**, 105-115.
- HISTON, K. & SCHÖNLAUB, 1999: Taphonomy, Paleoecology and Bathymetric Implications of the Nautiloid Fauna from the Silurian of the Cellon Section (Carnic Alps, Austria). – *Proceedings of the First International Conference on North Gondwanan Mid-Palaeozoic Biodynamics (IGCP Project 421)*, *Abh. Geol. B.-A.*, **54**, 259-274.
- JAEGER, H., 1975: Die Graptolithenführung im Silur/Devon des Cellon-Profiles (Karnische Alpen). Ein Beitrag zur Gleichsetzung der Conodonten- und Graptolithenzonen des Silurs. – *Carinthia II*, **85**, 111-126.
- JAGLIN, J. C., 1986: Nouvelles espèces de chitinozoaires du Pridoli de Libye. – *Rev. Micropaléont.*, **29**, 44-54.
- JAGLIN, J. C., 1987: Chitinozoa from the late Ordovician glacio-marine deposits from North Africa. – *Chitinozoan Newsletter*, **8**, 5-6.
- JANSONIUS, J., 1964: Morphology and Classification of some Chitinozoa. – *Bull. Can. Petrol. Geol.*, **12**, 901-918.
- KREUTZER, L. H. & SCHÖNLAUB, H. P., 1997: Cellon Section. The depositional environment. – In: SCHÖNLAUB, H. P. (ed.): IGCP – 421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – *Ber. Geol. B.-A.*, **40**, 99-106.
- KRIZ, J., 1992: Silurian Field Excursions. Prague Basin (Barrandian), Bohemia. – *Geol. Ser. Nation. Mus. Wales*, **13**, 111 S.
- KRIZ, J., DUFKA, P., JAEGER, H. & SCHÖNLAUB, H. P., 1993: The Wenlock/Ludlow Boundary in the Prague Basin (Bohemia). – *Jb. Geol. B.-A.*, **136**, 809-839.
- KRIZ, J., JAEGER, H., PARIS, F. & SCHÖNLAUB, H. P., 1986: Pridoli – the Fourth Subdivision of the Silurian. – *Jb. Geol. B. – A.*, **129**, 291-360.
- LAUFELD, S., 1974: Silurian Chitinozoa from Gotland. – *Fossils and Strata*, **5**, 130 S.
- MILLER, M. A., 1996: Chitinozoa. – In: JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D. C. (eds.): *Palynology: principles and applications*. – AASP Foundation, **1**, 307-336, Salt Lake City (Publishers Press).
- MOLYNEUX, S. G. & PARIS, F., 1985: Late Ordovician Palynomorphs. – In: THUSU, B. T. & OWENS, B. (eds.): *The Palynostratigraphy of Northeast Libya*. – *J. Micropalaeont.*, **4**, 11-26.
- NESTOR, V., 1982: New Wenlockian species of *Conochitina* from Estonia. – *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, **31/3**, 105-110 (in Russian with English Summary).
- NESTOR, V., 1990: Silurian Chitinozoans. – In: KALJO, D. & NESTOR, H. N. (eds.): *Field Meeting Estonia 1990*. – An excursion guidebook, 80-83.
- NESTOR, V., 1994: Early Silurian Chitinozoans of Estonia and North Latvia. – *Academia*, **4**, 163 S.

- PARIS, F., 1979: Chitinozoaires. 59-62. In: BABIN, C., DEUNFF, J., MELOU, M., PARIS, F., PELHATE, A., PLUSQUELLEC, Y. & RACHEBOEUF, P. R.: La coupe de Pors-ar-Vouden (Pridoli de la Presqu'île de Crozon), Massif armoricain, France. Lithologie et Biostratigraphie. – Palaeontographica, Abt. A, **164**, 52-84.
- PARIS, F., 1981: Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du sud-ouest de l'Europe. – Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne, **26**, 412 S.
- PARIS, F., 1990: The Ordovician chitinozoan biozones of the Northern Gondwana Domain. – Rev. Palaeobot. Palynol., **66**, 181-209.
- PARIS, F., 1992: Application of chitinozoans in long-distance Ordovician correlations. – In: WEBBY, B. D. & LAURIE, J. R. (eds.): Global Perspectives on Ordovician Geology. – Proc. 6th Intern. Symp. Ordov. Syst., Sidney/Australia, 15-19 July 1991, 23-33, Rotterdam (Balkema).
- PARIS, F., 1996: Chitinozoan Biostratigraphy and Palaeoecology. – In: JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D. C. (eds.): Palynology: Principles and Applications. – AASP Foundation, **2**, 531-552, Salt Lake City (Publishers Press).
- PARIS, F. & GRAHN, Y., 1996: Chitinozoa of the Silurian-Devonian boundary sections in Podolia, Ukraine. – Palaeontology, **39**, 629-649.
- PARIS, F. & KRIZ, J., 1984: Nouvelles espèces de chitinozoaires à la limite Ludlow/Pridoli en Tchécoslovaquie. – Rev. Palaeobot. Palynol., **43**, 155-177.
- PARIS, F. & LAUFELD, S., 1981: Systematic part. 13-22. – In: PARIS, F., LAUFELD, S. & CHLUPÁČ, I.: Chitinozoa of the Silurian-Devonian boundary stratotypes in Bohemia. – S. G. U., Avh., Ser. Ca., **51**, 1-28.
- PARIS, F., LAUFELD, S. & CHLUPÁČ, I., 1981: Chitinozoa of the Silurian-Devonian boundary stratotypes in Bohemia. – S. G. U., Avh., Ser. Ca., **51**, 1-28.
- PARIS, F. & NOLVAK, J., 1999: Biological interpretation and paleobiodiversity of a cryptic fossil group: the „chitinozoan animal“. – Géobios, **32**, 315-324.
- PARIS, F. & ROBARDET, M., 1990: Early Palaeozoic palaeobiogeography of the Variscian regions. – Tectonophysics, **177**, 193-213.
- PRIEWALDER, H., 1987: Acritarchen aus dem Silur des Cellon-Profiles, Karnische Alpen, Österreich. – Abh. Geol. B.-A., **40**, 121 S.
- SCHALLREUTER, R., 1963: Neue Chitinozoen aus ordovizischen Gesteinen und Bemerkungen zur Gattung Illichitina. – Paläont. Abh., **1/4**, 392-405.
- SCHÖNLAUB, H. P., 1985: Das Paläozoikum der Karnischen Alpen. – In: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt, **1985**, 34-52.
- SCHÖNLAUB, H. P., 1988: The Ordovician – Silurian boundary in the Carnic Alps of Austria. – In: COCKS, L. R. M. & RICKARDS, R. B. (eds.): A Global Analyses of the Ordovician-Silurian boundary. – Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), **43**, 107-115.
- SCHÖNLAUB, H. P., 1997a: The Silurian of Austria. – In: SCHÖNLAUB, H. P. (ed.): IGCP – 421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – Ber. Geol. B.-A., **40**, 20-41.
- SCHÖNLAUB, H. P., 1997b: Cellon Section. Lithology, Paleontology and Stratigraphy. – In: SCHÖNLAUB, H. P. (ed.): IGCP – 421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – Ber. Geol. B.-A., **40**, 87-92.
- SCOTESE, C. R. & MCKERROW, W. S., 1990: Revised world maps and introduction. – In: MCKERROW, W. S. & SCOTESE, C. R. (eds.): Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. – Geol. Soc. Mem., **12**, 1-21.
- SUTHERLAND, S. J. E., 1994: Ludlow Chitinozoans from the Type Area and Adjacent Regions. – Monogr. Palaeontogr. Soc., Publ. **594**, 104 S.
- TAUGOURDEAU, P., 1963: Étude de quelques espèces critiques de Chitinozoaires de la Région d'Edjelé et compléments à la faune locale. – Rev. Micropaléont., **6**, 130-144.
- TAUGOURDEAU, P., 1966: Les chitinozoaires. Techniques d'études, morphologie et classification. – Mém. Soc. Géol. France, **45**, Mém. 104, 62 S.
- TAUGOURDEAU, P. & DE JEKHOWSKY, B., 1960: Répartition et description des Chitinozoaires Siluro-dévonien de quelques sondages de la C. R. E. P. S., de la C. F. P. A. et de la S. N. REPAL au Sahara. – Rév. Inst. Franc. Pétrol., **15**, 1199-1260.
- UMNOVA, N. I., 1976: Structural types of the prosome and operculum in the chitinozoa and their association with genera and species. – (Translated from Paleont. Zhur., 1976/4, 17-32). Paleont. Journ., **4**, 393-406.
- VERNIERS, J., NESTOR, V., PARIS, F., DUFKA, P., SUTHERLAND, S. & VAN GROOTEL, G., 1995: A global Chitinozoa biozonation for the Silurian. – Geol. Mag., **132**, 651-666.
- WALLISER, O. H., 1964: Conodonten des Silurs. – Abh. Hess. L. – Amt Bodenforsch., **41**, 106 S.

Manuskript eingegangen am: 28. 09. 1998 ●

Revidierte Fassung eingegangen am: 14. 10. 1999 ●

Manuskript akzeptiert am: 28. 12. 1999 ●