

DIE NAUTILOIDEEN-FAUNA AUS DEM SILUR DER KARNISCHEN ALPEN

Kathleen Histon

Mit 4 Abbildungen und 2 Fototafeln

Zusammenfassung:

Die Taphonomie der Nautiloideen-Fauna aus den silurischen Schichtfolgen des Cellon- und Rauchkofel-Profiles in den zentralen Karnischen Alpen wird hinsichtlich ihrer bathymetrisch-paläoökologischen Bedeutung und Aussagekraft diskutiert. Weiters wird eine Übersicht über frühere Arbeiten, die Nautiloideen-Fauna betreffend, sowie über die aus diesem Gebiet beschriebenen Arten präsentiert.

Die hier vorgestellten Daten sind Teil umfangreicherer Untersuchungen über die Cephalopodenkalk-Fazies, welche dazu beitragen sollen, die paläogeographische Lage der Karnischen Alpen während des Silur zu klären.

Abstract:

The taphonomy of the nautiloid fauna within the Silurian sequences from the Cellon and Rauchkofel sections in the Central Carnic Alps is discussed with regard to its bathymetric implications and its correlation with the paleoecologic data for the fauna. A summary of previous work on the nautiloid fauna and the species described from the area is given. The data presented forms part of a more extensive study of the cephalopod limestone facies with regard to the paleogeographical setting of the Carnic Alps during the Silurian.

1. Einführung

Die Karnischen Alpen sind ein Gebirgszug im kärntnerischen Grenzgebiet zwischen Italien und Österreich (Abb. 1). Die dort erhaltenen Schichtfolgen des Silur repräsentieren 4 große Faziesbereiche, die verschiedene Tiefen und damit verschiedene hydrodynamische Bedingungen im ehemaligen marinen Ablagerungsraum widerspiegeln (FLÜGEL et al., 1977).

Die Cephalopodenkalk-Fazies, welche Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist, ist in der Wolayer- und in der Plöcken-Fazies ausgebildet: Für die Plöcken-Fazies (Cellon-Profil, 1480–1560 m Seehöhe, Abb. 2) wird ein mäßig tiefes Schelf-Environment angenommen, während sich die Sedimente der Wolayer Fazies (Rauchkofel-Boden-Profil, 2175 m Seehöhe, Abb. 3) in einem seichten, küstennahen höherenergetischen Meeresgebiet ablagerten.

Die beiden übrigen Fazies sind die Bischofalm-Fazies mit siliziklastischen Beckensedimenten

und die Findenig-Fazies, die als Übergangsfazies zwischen der Plöcken- und der Bischofalm-Fazies vermittelt.

Die silurische Abfolge, die konkordant und mit einer Schichtlücke von unterschiedlicher Dauer über Sedimenten des Hirnantium (oberstes Ordoviz) lagert, besteht aus der Kok-Formation (oberes Llandovery bis unteres Ludlow), der Cardiola-Formation (Ludlow), dem Alticola-Kalk (oberes Ludlow bis Pridoli) und dem Megaerella-Kalk (Pridoli).

Vom oberen Llandovery bis zum Beginn des Ludlow lassen die Sedimente auf ein beständig absinkendes Becken und eine transgressive Phase mit episodischen Vertiefungen schließen, welche zeitweise zu einer reduzierten Sedimentation führten. Dieser Trend nahm während des Pridoli ab; es etablierten sich stabile Ablagerungsbedingungen mit gleichförmiger Kalkabscheidung (SCHÖNLAUB, 1997).

Zweck der vorliegenden Untersuchung ist die Durchführung von detaillierten taphonomischen,

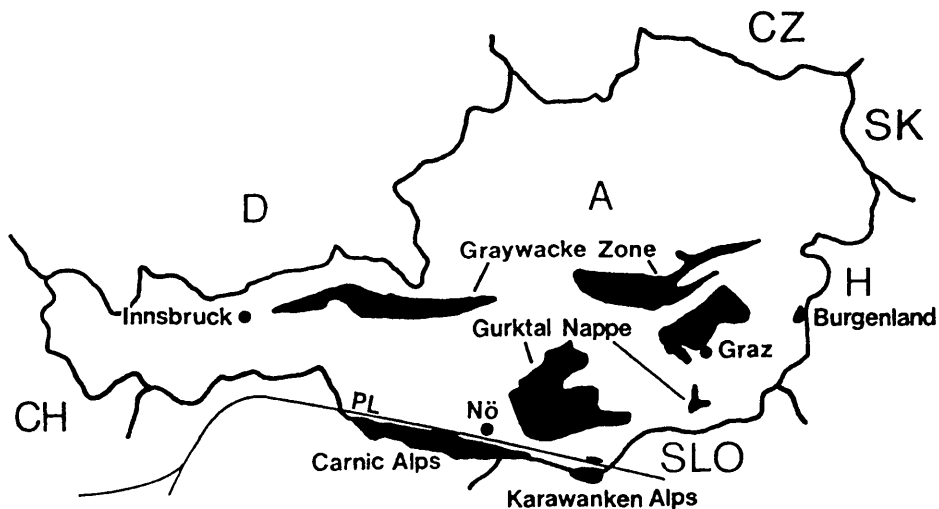


Abb. 1: Geographische Lage der Karnischen Alpen (nach SCHÖNLAUB, 1997).

paläoökologischen/bathymetrischen und biostratigraphischen Studien an der silurischen Nautiloideen-Fauna der Karnischen Alpen in bereits bestehenden Sammlungen, wie auch an neu aufgesammeltem Material, für welches detailliert begleitende Felduntersuchungen vorgenommen wurden.

Es ist angezeigt, die Verbreitung der Nautiloideen-Fauna innerhalb gut definierter stratigraphischer Horizonte zu dokumentieren, um die Karnischen Alpen mit Gebieten wie Böhmen und Sardinien korrelieren zu können. Eine multidisziplinäre Studie der Cephalopodenkalk-Fazies durch eine internationale Arbeitsgruppe ist zur Zeit im Gange, um die paläogeographische Lage der Karnischen Alpen während des Silur zu rekonstruieren.

2. Frühere Arbeiten

Das Auftreten der Nautiloideen im Silur des österreichischen Anteils der Karnischen Alpen wurde von verschiedenen Bearbeitern gut dokumentiert: TIETZE (1870), STACHE (1879), FRECH (1887, 1894), GEYER (1894, 1903), GAERTNER (1931), HERITSCH (1929, 1943), RISTEDT (1968, 1969, 1971).

Die einzige systematische Untersuchung stammte von HERITSCH (1929), der einen Teil des früher in

diesem Gebiet aufgesammelten Materials zusammen mit seinen eigenen Funden von Dienten (Bundesland Salzburg), dem Kokberg (Mt. Cocco), Rauchkofel und Cellon beschrieb und genaue stratigraphische Daten für die verschiedenen Arten präsentierte. Insgesamt wurden von diesen frühen Bearbeitern 52 Arten beschrieben.

Sie wurden von HERITSCH (1943) aufgelistet und ihre stratigraphische Verbreitung dokumentiert.

RISTEDT (1968, 1969, 1971) beschrieb in seiner Studie über die Orthoceratidae 12 neue Arten aus dem Cellon- und Rauchkofel-Boden-Profil.

TARAMELLI (1870, 1881, 1895), GORTANI & VINASSA DE REGNY (1909), VINASSA DE REGNY & GORTANI (1910), VINASSA DE REGNY (1908, 1913) sind die wichtigsten italienischen Bearbeiter in diesem Gebiet, in dem insgesamt 18 Nautiloideen-Arten beobachtet wurden. GNOLI & HISTON (1998) beschrieben 18 Nautiloideen-Arten aus dem jüngst aufgesammelten Material des Museo Friulano di Storia Naturale (Udine, Italien). Die meisten Exemplare in dieser Sammlung stammen vom Mt. Cocco, Mt. Zermula, Mt. Cuestalta/Hoher Trieb (Paularo), aus dem Ugovizza-Tal, dem Volaia-Paß und dem Oisternig.

Bis jetzt wurden insgesamt 75 Nautiloideen-Arten aus dem Silur der Karnischen Alpen beschrieben. Die vollständige Liste der Arten mit

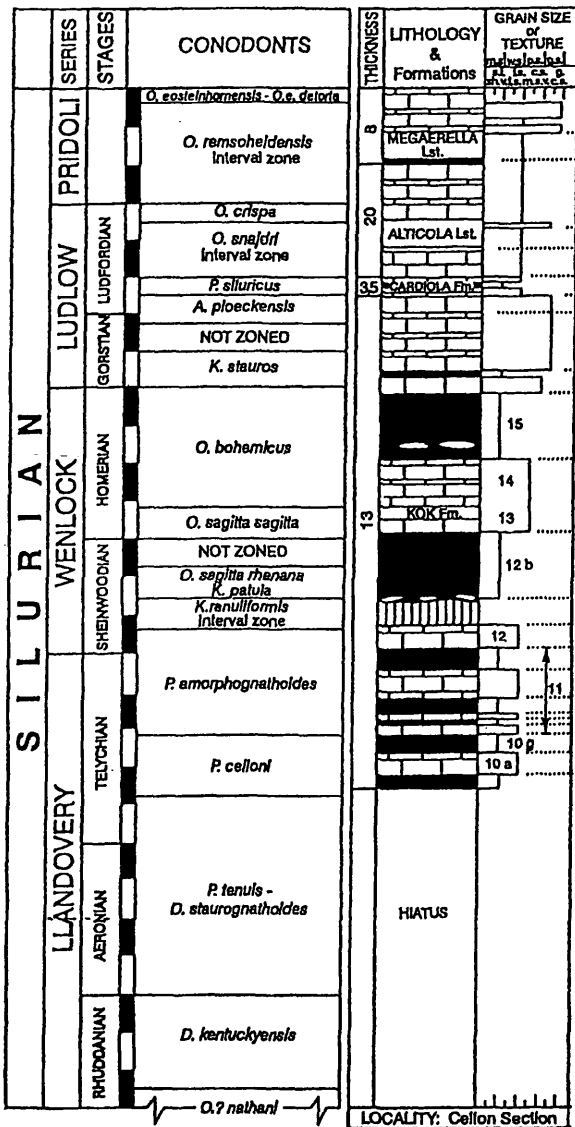


Abb. 2: Stratigraphie des Cellon-Profiles (nach SCHÖNLAUB, 1997)

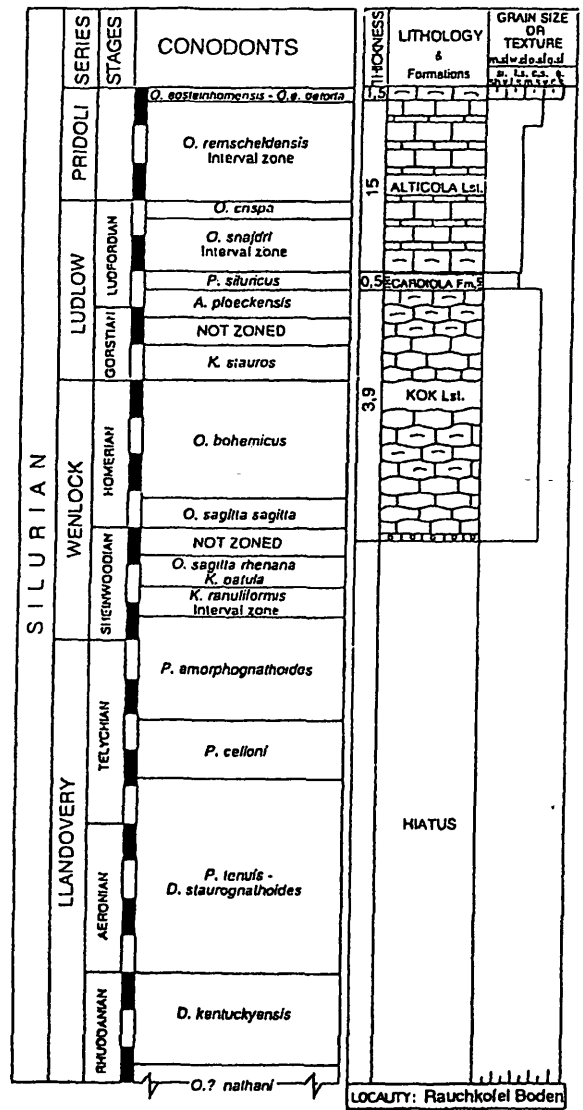


Abb. 3: Stratigraphie des Rauchkofel-Boden-Profiles (nach SCHÖNLAUB, 1997).

deren stratigraphischen Reichweiten ist in Abb. 4 dokumentiert.

3. Biostratigraphie

Der Großteil der bis jetzt beschriebenen Nautiloideen tritt in Kalken der folgenden Formationen auf (Abb. 2, 3): Kok-Formation (oberes Llandovery – unteres Ludlow), Cardiola-Formation (Ludlow), Alticola-Kalk (oberes Ludlow – Pridoli), Megaeerella-Kalk (Pridoli).

Der biostratigraphische Wert der Nautiloideen-Fauna wurde bereits 1894 von FRECH erkannt, der *Orthoceras potens* BARRANDE, 1866, als Index-Fossil für die unteren, *Orthoceras alticola* FRECH, 1894, für die oberen roten „Orthoceren“-Kalke vorschlug.

1943 präsentierte HERITSCH die folgende Zonierung:

Orthoceras apollo BARRANDE, 1868

Kok-Kalk

Orthoceras electum BARRANDE, 1867,

Kok-Kalk und Alticola-Kalk

Species	Kok Fm.	Cardiola Fm.	Alticola Lst.	Megaerella Lst.
<i>Orthoceras apollo</i> Barr.	*			
<i>O. argus</i> Barr.		*	*	*
<i>O. currens</i> Barr. (<i>Michelinoceras</i> ?)	*			
<i>O. extenuatum</i> Barr.	*			
<i>O. firmum</i> Barr.	*	*	*	
<i>O. germanum</i> Barr.	*			
<i>O. gruenewaldti</i> Barr. (<i>Plagiostomoceras</i> ?)	*			
<i>O. littorale</i> Barr.	*		*	
<i>O. lineare</i> Barr.			*	
<i>O. michelini</i> Barr. (<i>Michelinoceras</i> ?)	*		*	
<i>O. migrans</i> Barr.	*			
<i>O. potens</i> Barr.	*	*		
<i>O. praevalens</i> Barr.	*			
<i>O. truncatum</i> (<i>Sphooceras</i> ?)	*			
<i>Geisonoceras alticola</i> Frech (non Barr.)	*		*	
<i>G. amoenum</i> (Barr.)	*	*	*	*
<i>G. arion</i> (Barr.)		*		
<i>G. carinatum</i> (Münster)			*	
<i>G. cavum</i> (Barr.)		*		
<i>G. transiens</i> (Barr.) (<i>Pseudocycloceras</i> ?)	*			
<i>G. reductum</i> (Barr.)			*	
<i>G. pelagium</i> (Barr.)	*		*	
<i>G. placens</i> (Barr.)			*	
<i>G. nobile</i> (Barr.)			*	
<i>Kionoceras cf. bacchus</i> (Barr.)	*			
<i>K. dorulites</i> (Barr.)			*	*
<i>K. aff. electum</i> (Barr.)	*		*	
<i>K. neptunium</i> (Barr.)			*	
<i>K. pulchrum</i> (Barr)			*	
<i>K. striatopunctatum</i> (Münster)			*	
<i>K. tiro</i> (Barr.)	*		*	*
<i>K. cf. carminatum</i> (Barr.)		*		
<i>Protobactrites acuarium</i> (Münster)			*	
<i>P. acus</i> (Barr.)			*	
<i>P. perlongum</i> (Barr.)	*			
<i>P. pleurotomum</i> (Barr.)	*	*	*	
<i>Dawsonoceras aff. agassizi</i> (Barr.)	*			
<i>D. dulce</i> (Barr)	*	*	*	
<i>D. aff. inchoatum</i> (Barr.)	*			
<i>D. lunaticum</i> (Barr.)	*			
<i>D. lynx</i> (Barr.) (<i>Orthocycloceras</i> ?)			*	
<i>D. cf. pauper</i> (Barr.)		*		
<i>D. praecox</i> (Barr.)		*		
<i>D. subannulare</i> (Münster)	*	*	*	*
<i>D. venustum</i> (Barr.)	*			
<i>Paractinoceras cf. severum</i> (Barr.)			*	
<i>Cyrtoceras circumflexum</i> Barr.			*	
<i>C. cycloideum</i> Barr.			*	
<i>C. imbelles</i> Barr.	*			
<i>C. sp.</i>	*	*	*	*
<i>Trochoceras carinthiacum</i> (Stache)	*			
<i>Barrandeoceras sacheri</i> Barr.	*			
<i>Merocycloceras declivis</i> Ristedt	*			
<i>Sphaerorthoceras carnicum</i> Ristedt		*		*
<i>Sphaerorthoceras sp. A sensu</i> Ristedt	*			
<i>Sphaerorthoceras sp. D sensu</i> Ristedt	*			
<i>Sphaerorthoceras sp. F sensu</i> Ristedt	*			
<i>Parasphaerorthoceras accuratum</i> Ristedt				*
<i>Parasphaerorthoceras sp. A sensu</i> Ristedt	*			
<i>Parasphaerorthoceras sp. C sensu</i> Ristedt	*			
<i>Parasphaerorthoceras sp. D sensu</i> Ristedt	*			
<i>Parasphaerorthoceras sp. E sensu</i> Ristedt	*			
<i>Parasphaerorthoceras sp. L sensu</i> Ristedt	*			
<i>Hemicosmothoceras laterculum</i> Ristedt				*
<i>Hemicosmothoceras celloni</i> Ristedt		*		
<i>Kopaninoceras ? jucundum</i> (Barr)			*	
<i>Akrosphaerorthoceras gregale</i> Ristedt			*	
<i>Anaspyroceras cf. pseudocalamiteum</i> (Barr)	*			
<i>Arionoceras affine</i> (Meneghini)	*			
<i>Columenoceras grande</i> (Meneghini)	*			
<i>Columenoceras sp. 1</i> (Gnoli & Histon)			*	
<i>Oocerina cf. nuntius</i> (Barr.)			*	
<i>Rutoceras ? mulus</i> (Barr)			*	
Total - 75 species	43	15	31	9

Abb. 4: Faunenliste der Nautiloideen aus den Karnischen Alpen (modifiziert nach GNOLI & HISTON, 1998, RISTEDT, 1968, und HERITSCH, 1943. Bei letzterem Autor wird für die Arten, falls bekannt, provisorisch eine modernere Gattungszuordnung angegeben).

Orthoceras neptunium BARRANDE, 1868,
Alticola-Kalk

RISTEDT (1969) fand, daß die folgenden Arten als Leitfossilien nützlich sein könnten, da sie in Massenvorkommen in diesen Abschnitten der Karnischen Alpen auftreten:

Merocycloceras declivis RISTEDT, 1968,
oberes Wenlock/unteres Ludlow

Hemicosmothoceras celloni RISTEDT, 1968,
Basis Cardiola-Formation

Hemicosmothoceras laterculum RISTEDT, 1968,
Basis Megaerella-Kalk.

Eine taxonomische Revision der älteren Nautiloideen-Sammlungen ist im Gange. Diese Daten werden zusammen mit jenen über das neu gesammelte Material das biostratigraphische Potential der Nautiloideen aus dem Silur der Karnischen Alpen prüfen und so einen präziseren Vergleich mit den Faunen von Böhmen und Sardinien ermöglichen.

4. Taphonomie, Paläoökologie und Bathymetrie

Im Rauchkofel-Boden- und im Cellon-Profil wurden detaillierte Geländeaufnahmen im cm-Bereich in der Kok-Formation, der Cardiola-Formation und im Alticola-Kalk (Gesamtalter dieser Formationen: oberes Llandovery – oberes Ludlow) durchgeführt (HISTON, 1997; FERRETTI & HISTON, 1997). Die Untersuchungen des Megaeerella-Kalkes sind zur Zeit im Gange.

Die Analyse der Geländedaten zur Bestimmung der Taphofazies und des Ablagerungsmilieus wurde bereits abgeschlossen und die beiden untersuchten Profile miteinander verglichen (HISTON, 1998a, b).

Folgende Parameter wurden für die Untersuchung der Taphonomie der Nautiloideen-Fauna herangezogen: Häufigkeit, Größe, Morphologie, Orientierung zu den Schichtflächen, „Teleskop“-Erhaltung (mehrere Orthoceren-Gehäuse sind ineinandergeschoben), Fragmentierung, Geopetalgefüge, Schalenerhaltung.

Die Morphologie wurde, basierend auf dem Schalentyp, als Hinweis auf das spezielle Environment der Nautiloideen-Fauna verwendet: orthoconische, cyrtoconische usw. Gehäuse zeigen eher pelagische Formen an, während einige oncoceride Schalen für ein benthonisches Environment sprechen (HEWITT & WESTERMANN, 1996). Das Verhältnis des Septenabstandes zum Gehäusedurchmesser wurde zur Unterscheidung von Seicht- und Tiefwasser-Faunen herangezogen (FREY, 1987). „Teleskop“-Erhaltung und Fragmentierung dienen der Bestimmung der Wasserenergie; Geopetalgefüge dem Nachweis von Umlagerungen (FERRETTI & KRIZ, 1995). Andere Erscheinungen, wie Anlösungen und Eisenfüllungen bzw. Eisenüberzüge an den Nautiloideen-Schalen, wurden ebenfalls beobachtet und in Beziehung zum sich verändernden Sauerstoffgehalt des Ablagerungsmilieus gebracht (SPEYER & BRETT, 1991).

4.1 Kok-Formation

Die gesamte Kok-Formation besteht aus einer transgressiven Folge von dunkelgrau-roten, mikritischen Kalken in zyklischer Entwicklung. Diese Zyklen stellen untergeordnete Veränderungen in der Wasserenergie des Ablagerungsraumes dar, wobei zahlreiche Sedimentationslücken beobachtet werden konnten.

Innerhalb der Kok-Formation treten einzelne auffallende Horizonte mit mittelgroßen bis sehr großen Nautiloideen auf, die parallel zu den Schichtflächen orientiert sind und auf tieferes Wasser und auf veränderte Strömungsenergie hinweisen. Diesen Lagen folgen Bänke mit Nautiloideen in „Teleskop“-Erhaltung: kleine Nautiloideen, die in größeren Gehäusen abgelagert wurden und die für ein hochenergetisches Environment sprechen. Die oberste Lage dieser Zyklen enthält meist kleine Nautiloideen-Schalen mit ungerichteter Orientierung, was auf ein ruhigeres Ablagerungsmilieu hinweist.

Die Basis der Formation ist, verglichen mit den höheren Anteilen, in denen der berühmte „Orthoceras“-Kalk auftritt (Taf. 1, Abb. 1), relativ arm an Nautiloideen. Letztere Schichten sind

durch Stylolithen voneinander getrennt, was auf reduzierte Sedimentation bzw. kondensierte Abfolgen schließen läßt. Innerhalb der Stylolithen sind Nautiloideen-Fragmente zu beobachten (Taf. 1, Abb. 2). Eine rote, oxydierte Umhüllung der Nautiloideen-Gehäuse, die wahrscheinlich von Algen stammt, ist in der gesamten Kok-Formation häufig.

Die paläoökologischen Daten der Nautiloideen zeigen eine gemischte Seicht- und Tiefwasser-Fauna in den unteren Schichten der Formation an, während die oberen Anteile von einer Fauna des tieferen Wassers dominiert werden. Nahe dem Top der Kok-Formation treten Horizonte mit deutlicher Konzentration einer juvenilen Nautiloideen- und einer kleinwüchsigen Brachiopoden-Fauna auf, die auf Änderungen im Sauerstoffgehalt des Meeres zu dieser Zeit hinweisen könnten.

4.2 *Cardiola*-Formation

Die darüber folgende *Cardiola*-Formation, die aus einer Wechsellagerung von dünnbankigen, dunkelgrauen Kalken und schwarzen Schiefen besteht, führt eine reiche Nautiloideen-Fauna, die fragmentiert und meist parallel zu den Schichtflächen orientiert ist. Diese Fauna stellt höchstwahrscheinlich eine Ansammlung in einem küstenfernen Environment mit relativ geringer Wasserenergie dar, das häufig von Strömungen belüftet wurde. In einigen Schichten ist Bioturbation zu beobachten, verursacht durch Veränderungen im Sauerstoffgehalt. Die Fauna besteht ausschließlich aus orthoconischen Gehäusen und ist damit ein Hinweis auf ein pelagisches Seichtwasser-Environment.

4.3 *Alticola*-Kalk

Die grau-roten, mikritischen Schichten des *Alticola*-Kalkes variieren in Mächtigkeit und Farbe, sie werden gegen das Top zu dunkler und dünnbankiger. Die gesamte Formation ist reich an Nautiloideen. Die Erhaltung der Fauna ist ähnlich jener in

den oberen Abschnitten der Kok-Formation mit häufigen Stylolithen. Basis und Top des *Alticola*-Kalkes sind gekennzeichnet durch das Auftreten von großen Orthoceren, die sowohl parallel als auch senkrecht zu den Schichtflächen orientiert sind und damit ein Environment des tieferen Wassers vermuten lassen. Die Nautiloideen-Gehäuse sind im allgemeinen gut erhalten und weisen eine rote, oxydierte Umhüllung auf (durch Algen verursacht?), das heißt, die Wasserenergie des Ablagerungsraumes war gering. Lösungserscheinungen an den Schalen kommen vereinzelt vor, was auf lange Lagerungszeiten am Meeresboden und geringe Sedimentationsraten schließen läßt. Die paläoökologischen Daten zeigen über die gesamte Abfolge eine gemischte Seicht- und Tiefwasser-Fauna. Am Top der Formation ist jedoch eine Zunahme der Seichtwasser-Fauna zu beobachten, was bedeutet, daß in diesem Abschnitt ein Seichtwasser-Environment mit geringer Wasserenergie ausgebildet war.

5. **Schlußfolgerungen**

Die Untersuchung der speziellen Art der Erhaltung der Nautiloideen-Fauna aus den Silur-Abfolgen des Cellon- und Rauchkofel-Profiles im österreichischen Bereich der Karnischen Alpen – als Teil von ausgedehnteren Studien der Cephalopodenkalk-Fazies zwecks Klärung der paläogeographischen Lage der Karnischen Alpen während des Silur – erbrachte bemerkenswerte Ergebnisse:

- a – Mehrere Schichtlücken konnten in den Profilen beobachtet werden, die eustatische Meeresspiegelschwankungen in einem insgesamt seichten Ablagerungsraum widerspiegeln könnten.
- b – Einzelne Schichten sind durch dünne, laminierte Stylolithen voneinander getrennt, in denen die Nautiloideen manchmal offensichtlich erhalten geblieben sind, und die kondensierten Abschnitte zwischen den Karbonathorizonten darstellen könnten.

- c– Die eisenreichen Umhüllungen und Füllungen der Nautiloideen-Gehäuse in bestimmten Lagen deuten zusammen mit der beobachteten Anlösung von Schalenmaterial auf Änderungen im Sauerstoffgehalt der Environments hin.
- d– Anhäufungen von offensichtlich juvenilen Brachiopoden und Nautiloideen, alternierend mit Nautiloideen-Bänken, wie auch Horizonte mit Spurenfossilien sind signifikant für die Ermittlung von Schwankungen im Sauerstoffgehalt innerhalb der Abfolge.
- e– Die Styrolithen zwischen den Bänken der diversen Formationen konnten auch in kondensierten Schichten des Devons von Marokko beobachtet werden (WENDT, 1988) und wurden dort als Hardgrounds oder Sedimentationslücken gedeutet. BRETT (1995) untersuchte die Bedeutung dieser kondensierten Schichten und Sedimentationsunterbrechungen für die Sequenzstratigraphie, und wie die Großzyklen für Korrelationszwecke verwendet werden können. Die Korrelation verschiedener Silur-Profile aus den Karnischen Alpen auf der Basis solcher Horizonte wurde nachgewiesen (HISTON, 1998b).
- f– Die Verwendung von Nautiloideen für die Identifizierung der Taphofazies (SPEYER & BRETT, 1991) in der silurischen Cephalopodenkalk-Biofazies der Karnischen Alpen in Verbindung mit bathymetrischen Daten aus der paläoökologischen Anpassung der Fauna wird helfen, die Erscheinungsformen dieser besonderen und weit verbreiteten Biofazies zu erklären (HISTON 1998 a, b; FERRETTI & HISTON, in Vorbereitung).

Dank

Ich danke Herrn Univ.-Prof. Dr. Hans Peter SCHÖNLAUB für seine Hilfe und Unterstützung während dieses Projektes. Herzlichen Dank auch an Frau Dr. Helga PRIEWALDER für die Übersetzung der Arbeit aus dem Englischen.

Das vorliegende Forschungsprojekt wird vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert.

Literatur

- BRETT, C.E. (1995): Sequence stratigraphy, biostratigraphy and taphonomy in shallow marine environments. – *Palaios*, **10**, 597–616, Tulsa.
- FERRETTI, A. & HISTON, K. (1997): Cephalopod Limestones. Rauchkofel Boden Section. – In: SCHÖNLAUB, H.P. (ed.) IGCP-421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – *Ber. Geol. B.-A.*, **40**, 112–116, fig. 11, Wien.
- FERRETTI, A. & HISTON, K. (in Vorbereitung): Silurian Cephalopod Limestone Biofacies, Carnic Alps, Austria.
- FERRETTI, A., & KRIZ, J. (1995): Cephalopod limestone biofacies in the Silurian of the Prague Basin, Bohemia. – *Palaios*, **10**, 240–253, Tulsa.
- FLÜGEL, H. W., JAEGER, H., SCHÖNLAUB, H.P. & VAI, G.B. (1977): Carnic Alps. – In: MARTINSSON, A. (ed.): The Silurian-Devonian Boundary – IUGS Series A, No. **5**, 126–142, Stuttgart.
- FRECH, F. (1887): Über das Devon der Ostalpen nebst Bemerkungen über das Silur und einem paläontologischen Anhang. – *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* (1887), 659–737, 2 pls., 1 tab., Berlin.
- FRECH, F. (1894): Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. – *Estr. d. Abh. Naturf. Ges. Halle*, 514 pp., 86 figs., 24 tabs., Halle.
- FREY, R.C. (1989): Paleocology of a well-preserved nautiloid assemblage from a late Ordovician shale unit, Southwestern Ohio. – *J. Paleont.*, **63** (5), 604–620, Tulsa.
- GEYER, G. (1894): Zur Stratigraphie der paläozoischen Schichtserie in den Karnischen Alpen. – *Verh. Geol. R.-A.*, (1894), 102–119, Wien.
- GEYER, G. (1903): Exkursion in die Karnischen Alpen. – IX. Intern. Geol. Kongreß, Führer, **11**, 4–51, Wien.
- GAERTNER, H.R. VON (1931): Geologie der Zentralkarnischen Alpen. – *Denkschr. Österr. Akad. Wissensch., math.-naturw. Kl.*, **102**, 113–199, Wien.
- GNOLI, M., PAREA, G.C., RUSSO, F. & SERPAGLI, E. (1980): Paleocological remarks on the 'Orthoceras limestone' of Southwestern Sardinia (Middle-Upper Silurian). – *Mem. Soc. Geol. It.* (1979), **20**, 405–423, Roma.

- GNOLI, M. & HISTON, K. (1998): Silurian Nautiloid Cephalopods from the Carnic Alps: a Preliminary Investigation. – *Boll. Soc. Paleont. Ital.* (1997), **36** (3), Modena (in press).
- GORTANI, M. & VINASSA DE REGNY, P. (1909): Fossili Neosilurici del Pizzo di Timau e dei Pal nell'Alta Carnia. – *Mem. R. Accad. Sc. Ist. Bologna*, 183–217, 1 pl., 1 tab., Bologna.
- HERITSCH, F. (1929): Faunen aus dem Silur der Ostalpen. – *Abh. Geol. B.-A.*, **23**, 2, 1–183. Wien.
- HERITSCH, F. (1943): Das Paläozoikum. – In: *Die Stratigraphie der geologischen Formationen der Ostalpen*, Bd. 1, 1–681, Berlin (Verl. Gebr. Borntraeger).
- HEWITT, R.A. & WESTERMANN, G.E.G. (1996): Post-mortem behaviour of early Paleozoic nautiloids and paleobathymetry. – *Paläont. Z.*, **70**, 3/4, 405–425, Stuttgart.
- HISTON, K. (1997): Cephalopod Limestones. Cellon Section. – In: SCHÖNLAUB, H.P. (ed.): IGCP-421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – *Ber. Geol. B.-A.*, **40**, 92–99, figs. 2, 3. Wien.
- HISTON, K. (1998a): Silurian cephalopod limestone facies in the Carnic Alps, Austria (Rauchkofel Boden section): Taphonomy of the nautiloid fauna. – In: OLÓRIZ, F. & RODRIGUEZ-TOVAR, J.F. (eds): *Advancing Research in Living and Fossil Cephalopods: Proceedings of the IVth International Symposium Cephalopods Present and Past*, Granada, New York (Plenum Press) (in press).
- HISTON, K. (1998b): 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.* (in prep. – submitted for review).
- KRIZ, J. (1998): Bivalvia dominated communities of Bohemian type from the Silurian and Lowermost Devonian of the Carnic Alps. – *Abh. Geol. B.-A.* (in prep.).
- RISTEDT, H. (1968): Zur Revision der Orthoceratidae. – *Abh. Akad. Wiss. Mainz, math. naturw. Kl., Nr. 4*, 213–287, Mainz.
- RISTEDT, H. (1969): Orthoceren als Leitfossilien des Silurs. – *Carinthia II*, **27**, 25–28, Klagenfurt.
- RISTEDT, H. (1971): Zum Bau der Orthoceriden Cephalopoden. – *Palaeontographica*, Abt. A, **137**, 155–195, pls. 28–42, 5 tabs., 7 text-figs., Stuttgart.
- SCHÖNLAUB, H.P. (ed.) (1997): IGCP-421 Inaugural Meeting Vienna, Guidebook. – *Ber. Geol. B.-A.*, **40**, 1–134, Wien.
- SPEYER, S.E. & BRETT, C.E. (1991): Taphofacies controls. – In: ALLISON, P.A. & BRIGGS, D.E.G. (eds.): *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. – *Topics in Geobiology*, **9**, 501–545, New York (Plenum Press).
- STACHE, G. (1879): Über die Verbreitung der silurischen Schichten in den Ostalpen. – *Verh. Geol. R.-A.*, **1879**, 216–223, Wien.
- TARAMELLI, T. (1870): Osservazioni stratigrafiche sulle valli del But e del Chiarsò in Carnia. – *Ann. Scient. R. Ist. tecn. Udine*, IV, p. 38, Udine.
- TARAMELLI, T. (1881): Sulla recente scoperta di fossili siluriani nella provincia di Udine. – *Rend. R. Ist. Lomb.*, XIV, p. 590, Udine.
- TARAMELLI, T. (1895): Osservazioni sul Paleozoico delle Alpi Carniche. – *Boll. Soc. Geol. It.*, **14**, 277–280, Bologna.
- TIETZE, E. (1870): Ein Beitrag zur Kenntnis der älteren Schichtgebilde Kärntens. – *Jahrb. Geol. R.-A.*, p. 22, Wien.
- VINASSA DE REGNY, P. (1908): Nuove osservazioni geologiche sul nucleo centrale delle Alpi Carniche. – *Proc. Verb. Soc. toscana Sc. nat.* XVII, p. 40. VINASSA DE REGNY, P. (1913): Ordoviciano e Neosilurico nei gruppi del Germula e di Lodin. – *Boll. Soc. Geol. It.*, 445–450, Bologna.
- VINASSA DE REGNY, P. & GORTANI, M. (1910): Le paléozoïque des Alpes Carniques. – *Compte Rendu du XI^e Congrès Géologique International*, 1005–1012, 1 tab., 1 geol. map. WENDT, J. (1988): Condensed carbonate sedimentation in the Late Devonian of the eastern Anti-Atlas (Morocco). – *Eclogae geol. Helv.*, **81**, 155–173, Basel.

Anschrift der Verfasserin:
 Dr. Kathleen Histon, Abt. Paläontologie, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien, Austria

Tafel 1

Fig. 1: „Orthoceras“-Kalk aus der Kok-Formation, Rauchkofel-Boden-Profil.

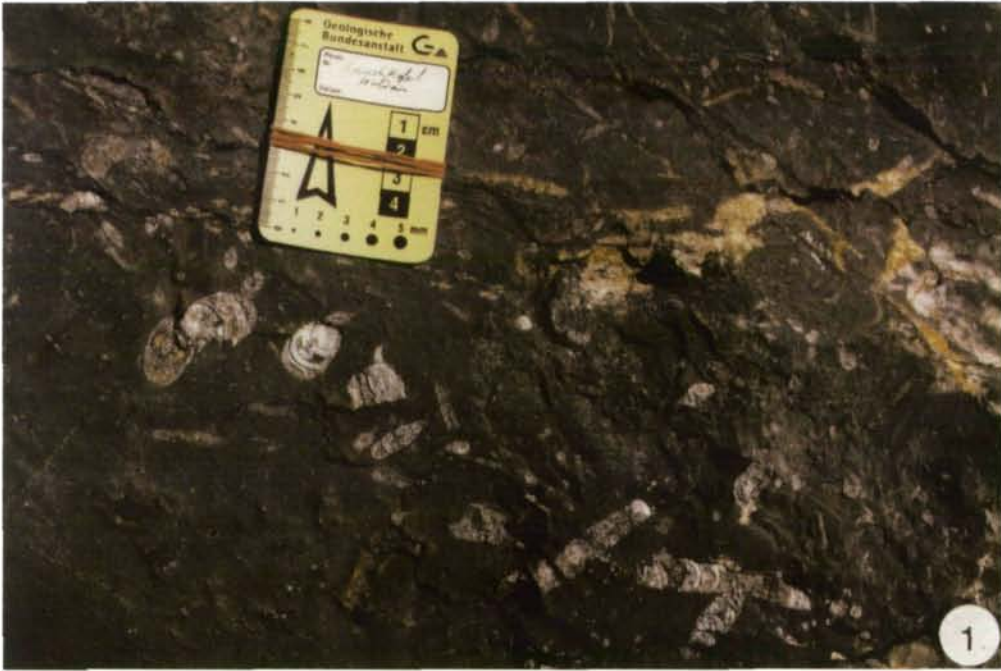
Fig. 2: Styloolithen mit Nautiloideen aus der Kok-Formation, Rauchkofel-Boden-Profil.

Tafel 2

Fig.1: Cardiola-Formation, Cellon-Profil.

Fig.2: Alticola-Kalk, Rauchkofel-Profil.

Tafel 1



Tafel 2

