



**Beschreibung und Stratigraphie  
der Ammoniten eines fossilreichen Hartgrunds  
im unteren Toarc am Vorderskopf  
(westliches Karwendelgebirge, Nördliche Kalkalpen)**

KURT KMENT\*)

24 Abbildungen, 15 Tabellen und 6 Tafeln

Osterreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 118

Tirol  
Nördliche Kalkalpen  
Lias  
Ammoniten  
Biostratigraphie  
Kondensation

**Inhalt**

Zusammenfassung .....	180
Abstract .....	180
1. Einleitung .....	180
2. Geographischer und geologischer Überblick .....	180
3. Aufschlussverhältnisse .....	182
3.1. Beschreibung der Aufschlüsse .....	182
3.2. Lithologie und Stratigraphie .....	183
4. Materialumfang .....	184
5. Erhaltung .....	184
5.1. Allgemeine Erhaltung .....	184
5.2. Schalenerhaltung .....	184
6. Systematischer Teil .....	184
Unterfamilie Dactyloceratinae (HYATT 1867) .....	184
Gattung <i>Dactyloceras</i> (HYATT 1867) .....	184
Gattung <i>Nodicoeloceras</i> (BUCKMAN 1926) .....	185
Dactyloceratinae gen. indet. ....	185
Unterfamilie Hildoceratinae (HYATT 1867) .....	186
Gattung <i>Hildaites</i> (BUCKMAN 1921) .....	186
Unterfamilie Harpoceratinae (NEUMAYR 1875) .....	189
Gattung <i>Harpoceras</i> (WAAGEN 1869) .....	189
Gattung <i>Polyplectus</i> (BUCKMAN 1890) .....	191
Familie Phylloceratidae (ZITTEL 1884) .....	192
Gattung <i>Calliphylloceras</i> .....	192
Familie Lytoceratidae (NEUMAYR 1875) .....	193
Gattung <i>Lytoceras</i> .....	193
7. Genese .....	193
7.1. Erklärung über „strömungsinduzierte Sedimentation“ .....	193
7.2. Gründe für veränderte Sedimentationsbedingungen .....	194
8. Diskussion der Stratigraphie .....	194
8.1. Hardground .....	194
8.2. Rote Mergel .....	194
9. Vergleich mit anderen Faunen .....	195
9.1. Regional .....	195
9.1.1. Sonnwendgebirge .....	195
9.1.2. Tierseemulde .....	195
9.2. Überregional .....	195
9.2.1. Europäischer Tethysanteil .....	195
9.2.2. Mitteleuropa .....	196
9.3. Global .....	196
10. Ergebnis .....	196
Tafeln 1-6 .....	196
Literatur .....	208

\*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. KURT KMENT, Institut für Paläontologie und historische Geologie, Universität München, Richard-Wagner-Str.-Be 10, D-80333 München.

## Zusammenfassung

Im westlichen Karwendelgebirge (Nördliche Kalkalpen, Tirol) wurde in Adneter Schichten im unteren Toarc ein ungewöhnlich fossilreicher Kondensationshorizont mit Fe-/Mn-Krusten entdeckt. Er tritt nur lokal in steilstehenden Sedimenten der westlichen Karwendelmulde (Lechtaldecke/Hochbajuvarikum) auf und lieferte zahlreiche, gut erhaltene Ammoniten aus einem sehr engen stratigraphischen Bereich. Die Fauna wird beschrieben und biostratigraphisch ausgewertet. Sie weist eindeutig auf die unterste *falciferum*-Subzone hin.

Die Profile zeigen ebenso wie viele andere in Europa aus diesem Zeitabschnitt einen Wechsel der Sedimentationsbedingungen und einen Hiatus der *tenuicostatum*-Zone.

Folgende Gattungen treten auf: *Dactylioceras*, *Nodicoeloceras*, *Hildaites*, *Harpoceras*, *Polyplectus*, *Lytoceras*, *Calliphylloceras*.

Mit den meisten Belegen wird eine *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform beschrieben.

## Description and Stratigraphy of the Ammonites from a Fossil-Enriched Hardground in the Lower Toarcian at the Vorderskopf (Western Karwendelgebirge, Northern Calcareous Alps)

### Abstract

In the western Karwendelgebirge (Northern Calcareous Alps, Tyrol), in the Adnet Formation an unusual fossil-enriched Lower Toarcian condensation horizon has been discovered. It is only a local occurrence in steep falling sediments of the western Karwendelmulde (Lechtal unit, Hochbajuvarikum) and has yielded a lot of well-preserved ammonites out of a very small stratigraphic range. The fauna is described and evaluated biostratigraphically. It definitely points to the lowest *falciferum* subzone.

The profiles show just as many others of this time range in Europe a change of sedimentation conditions and a hiatus of the *tenuicostatum* zone.

Following genera occur: *Dactylioceras*, *Nodicoeloceras*, *Hildaites*, *Harpoceras*, *Polyplectus*, *Lytoceras*, *Calliphylloceras*.

With the most examples a *Harpoceras serpentinum/falciferum* transition form is described.

## 1. Einleitung

Die liassischen Rotkalken der Nördlichen Kalkalpen zogen wegen ihres Fossilreichtums schon früh die Aufmerksamkeit der Paläontologen auf sich und waren Gegenstand diverser Monographien. Das Gebiet um Salzburg in der Umgebung der Typlokalität der Adneter Schichten z.B. wird seit 1853 paläontologisch bearbeitet (MEISTER & BÖHM, 1993). Weiter westlich, im Karwendelgebirge, arbeiteten WAHNER (1882), ROTHPLETZ (1888), TRUSHEIM (1930), LANGE (1952), ULRICH (1960), BLIND (1963) und andere. Viele bemerkten den Reichtum und die gute Erhaltung der hettangischen Faunen (WAHNER, 1882–98; LANGE, 1952). Der obere Lias entzog sich meist weitgehend der Bearbeitung wegen der spärlichen Funde und der für die Knollenkalken typischen groben Erhaltung der Cephalopoden.

Teile der Jura-Kreide-Mulde im Karwendel (= Karwendelmulde) waren oft Ziel von Diplom-Kartierungen oder Dissertationen (z.B. TRUSHEIM, 1930; ULRICH, 1960; SCHÜTZ, 1979), das Gebiet zwischen Vorderskopf und Ronberg aber wurde zuletzt von ROTHPLETZ (1888) bearbeitet. Im Zuge einer Neukartierung 1996 wurde dort in einem Kondensationshorizont mit Fe-/Mn-Krusten im unteren Toarc eine reiche und gut erhaltene Ammonitenfauna gefunden, mit deren Hilfe das Alter des Horizonts genau festgelegt und die Entstehung von *Harpoceras falciferum* Sow. aus *Harpoceras serpentinum* SCHLOTHEIM gezeigt werden kann.

Außerdem liegen Gattungen wie *Nodicoeloceras* oder *Polyplectus* aus dem Bereich nahe ihrem stratigraphischen Erstauftreten im alpinen Raum vor.

## 2. Geographischer und geologischer Überblick

Das Arbeitsgebiet liegt unmittelbar nordwestlich Hinterriß, ca. 15 km nordöstlich von Mittenwald (Abb. 1). Es ist begrenzt von Vorderskopf im Norden, Ronberg im Süd-

den, Hochalplgraben und Fermersbach im Westen und Rißbach im Osten. Die kartierte Fläche beträgt ca. 8,8 km<sup>2</sup>. Als Kartengrundlage diente die topographische Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Nr. 8534 Östliche Karwendelspitze.

Die kartierte Einheit befindet sich in einer großen Muldenstruktur, die von Mittenwald bis zum Achensee ausstreicht, der sogenannten Karwendelmulde. Diese gehört tektonisch zur Lechtaldecke, dem Hochbajuvarikum. Ihre Basis bilden Gesteine des Nor (Hauptdolomit und Plattenkalk). Darauf liegen steil eingefaltet die stratigraphischen Einheiten Rhät, Jura und Unterkreide. Der Südflügel der Mulde ist wesentlich stärker tektonisch beansprucht, es herrschen Überschiebungen und eine starke kleinräumige Bruchtektonik vor. Hier können oft einzelne Schichtglieder an der Oberfläche völlig fehlen. Der Nordflügel dagegen ist am Vorderskopf in seiner ganzen Schichtfolge vollständig aufgeschlossen. Vergleichbar jungmesozoische Schichten südlich von Hinterriß (Abb. 1) gehören bereits zur Inntaldecke (Tirolikum).

Geologische Karten des Arbeitsgebiets erwiesen sich als unbrauchbar, weil sie entweder zu großmaßstäblich oder falsch waren. Dies konnte anhand der vielen Aufschlüsse an den in den 70ern gebauten Forstwegen nachgewiesen werden.

Im gesamten untersuchten Gebiet konnte ein kontinuierlicher Übergang von Kössener Schichten über Kendlbachschichten (GOLEBIOWSKI & BRAUNSTEIN, 1988) zu den liassischen Rotkalken beobachtet werden; der Rhät/Lias-Übergang erfolgt also in Beckenfazies.

Die Lias-Sedimente liegen im unteren Bereich in verschiedenen Fazies vor: als Kendlbachschichten (u-He), Enzesfelder Kalke (He bis u-Si), Hierlatzkalke (Nordflügel der Mulde, Si) oder Scheibelbergkalke (Südflügel, Si). Ab dem Toarc sind einheitlich Adneter Schichten ausgebildet, die mindestens bis zum obersten Toarc reichen.

Im nördlichen Arbeitsgebiet ist darin über ca. 1 km ein Kondensationshorizont mit Fe-/Mn-Krusten zu verfolgen (Abb. 2). Daraus konnte aus insgesamt 9 Aufschlüssen

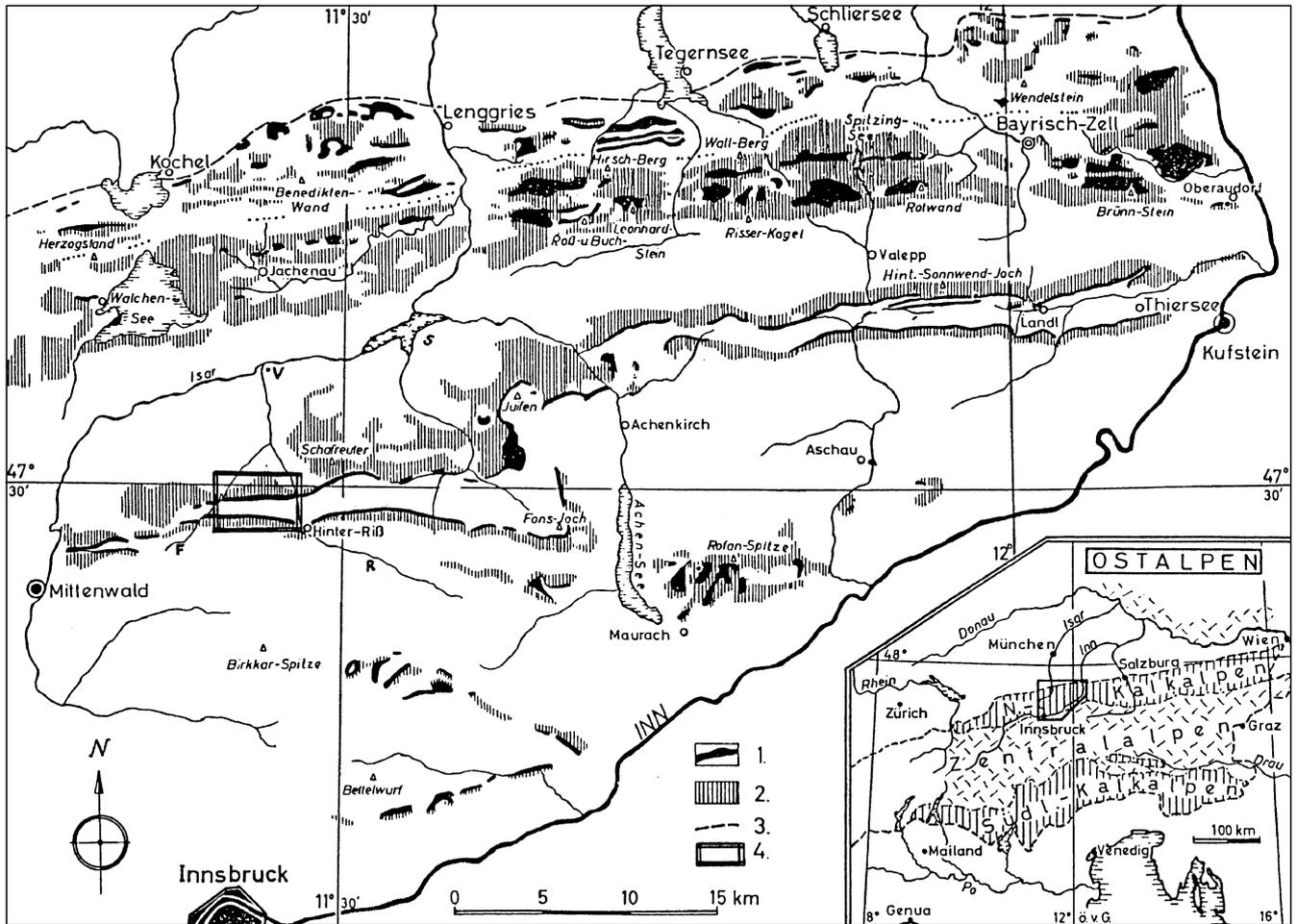


Abb. 1. Übersicht über die Kalkalpen südlich von München (verändert nach FABRICIUS, 1966).  
 1 = Lias; 2 = Plattenkalk und Rhät; 3 = Nordrand der Kalkalpen; 4 = Arbeitsgebiet; V = Vorderriß; S = Sylvensteinsee; F = Fermersbach; R = Rißbach.

eine reiche Molluskenfauna gewonnen werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird nun das Material beschrieben, bestimmt und stratigraphisch ausgewertet. Anschließend wird

kurz auf die Genese eingegangen und die Fauna mit der anderer Fundstellen verglichen.

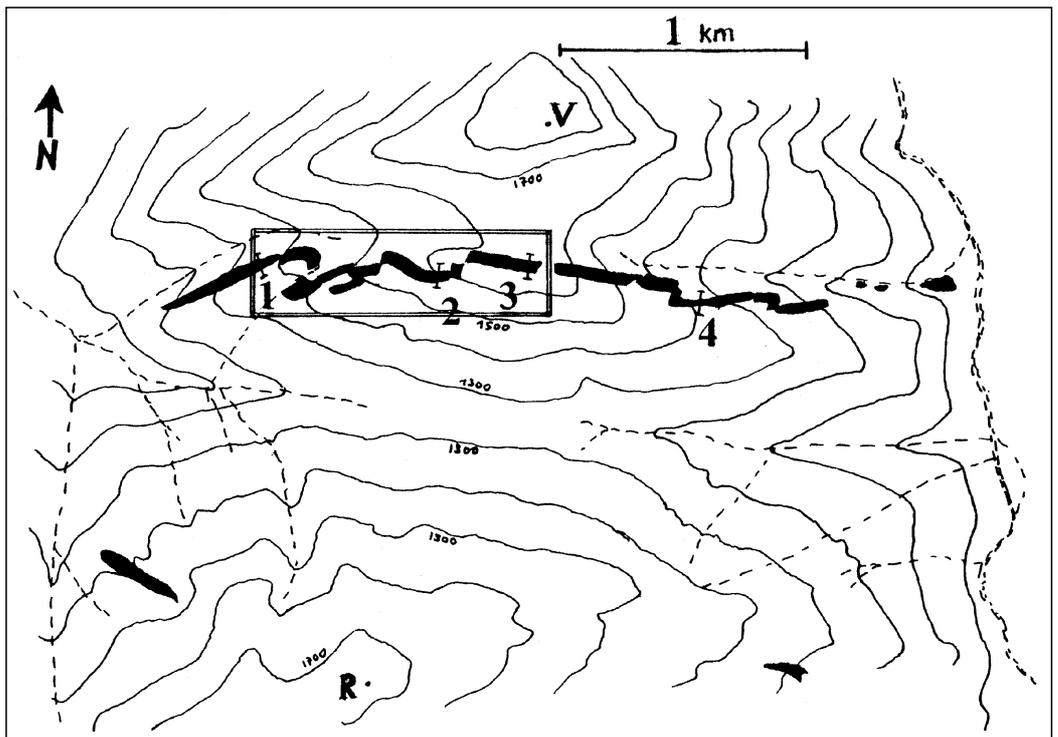


Abb. 2. Übersicht der Liasausbisse (dunkel) im Gebiet zwischen Vorderskopf (V) und Ronberg (R). Eingerahmt ist das Gebiet, in dem Fe/Mn-Krusten im unteren Toarc nachzuweisen sind. 1-4 = Lage der Säulenprofile (Abb. 3); gestrichelt = Bachläufe.

### 3. Aufschlussverhältnisse

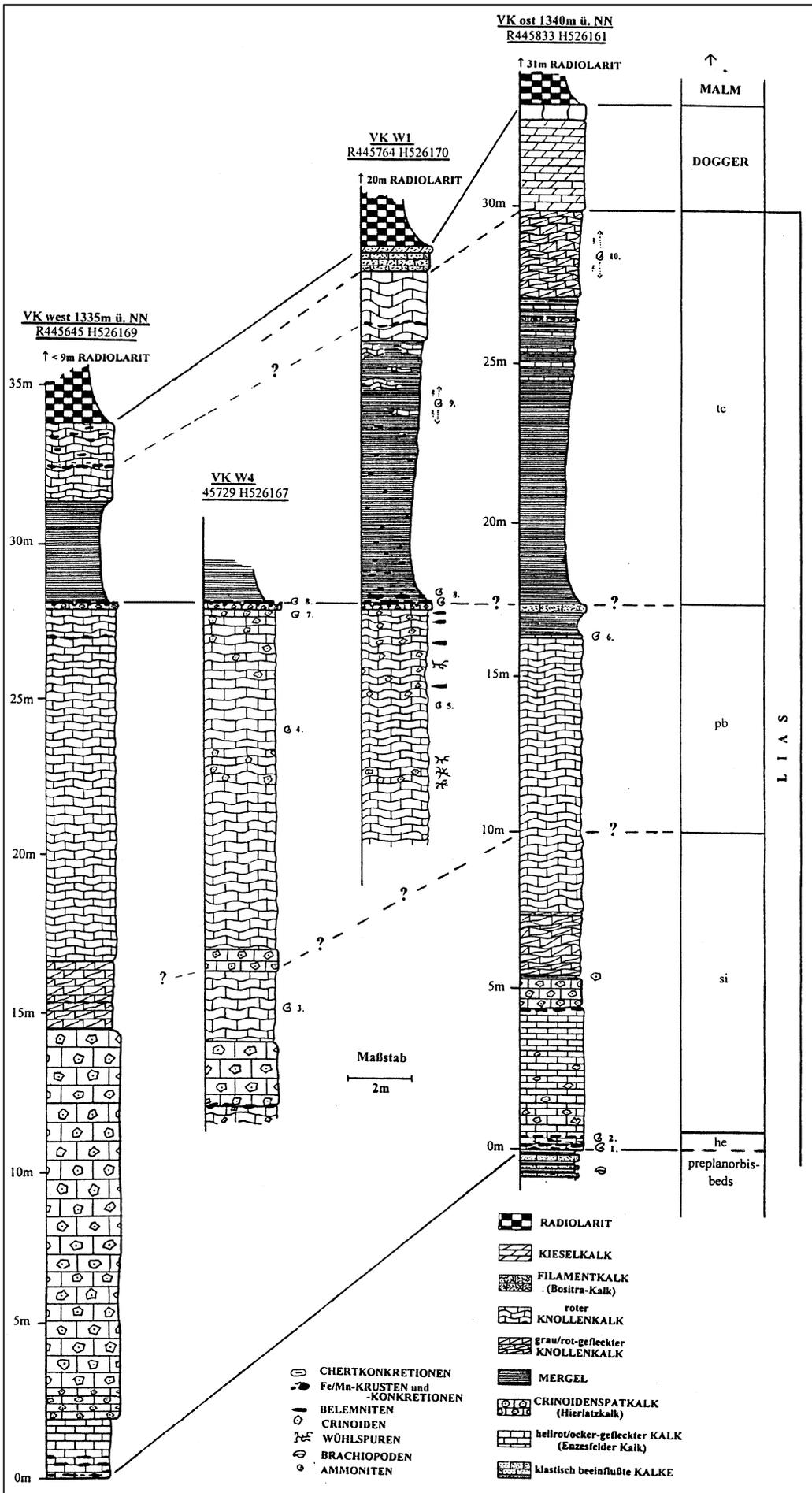
#### 3.1. Beschreibung der Aufschlüsse

Der fossilreiche Kondensationshorizont mit schwarzen Fe/Mn-Krusten ist an neun Stellen südlich bis südwestlich des Vorderskopf-Gipfelplateaus aufgeschlossen (Fundstellen W1 bis W9, Tab. 1). Zu den sechs natürlichen Aufschlüssen, die zum Teil erst in jüngerer Zeit durch Sturmschäden entstanden sind (W2, W6-W9), kommen noch drei an der Forststraße hinzu: W1, W4, W5. Die laterale Verbreitung beträgt ca. 1 km, sowohl im W als auch im E ist diese charakteristische Bank in den Profilen nicht mehr nachzuweisen.

Am Vorderskopf ost auf 1340 m (Abb. 3) kann möglicherweise eine Filamentkalkbank (= Bositrakalk, [TOLLMANN, 1976]) mit dem Horizont korreliert werden, da

- 1) *Bositra* im unteren Toarc besonders häufig auftritt (RIEGRAF et al., 1984),
- 2) ein Filamentkalk im Lias nicht üblich ist und somit besondere Ablagerungsbedingungen herrschen mussten,
- 3) 80 cm darunter ein Ammonit aus dem oberen Pliensbach gefunden wurde (*Leptaeloceras* sp., WIEDENMAYER 1980, S. 162) und
- 4) die Lithologie in diesem Bereich von Kalk zu Mergel wechselt.

Abb. 3. Säulenprofile des unteren und mittleren Jura im nördlichen Arbeitsgebiet. Übersicht in Abb. 2.



Erst im Sonnwendgebirge am Rofan lässt sich ein vergleichbarer Horizont finden (Kap. 9: Vergleich mit anderen Faunen).

Die Bank mit dem Kondensationshorizont fällt meist steil nach S ein. Die überlagernden Mergel (Mächtigkeit > 4 m) sind erodiert, so dass sie im Gelände am Top der Adneter Kalke durch einen Reliefwechsel oft leicht zu finden sind.

Tabelle 1.  
Abkürzungen und Lage der Fundstellen.

Fundstelle	R	H	Einfallen	m ü. NN
W1	445764	526170	183/65	1635
W2	445693	526165	192/85	1470
W3	445710	526172	194/83	1535
W4	445729	526167	215/80	1585
W5	445715	526171	192/70	1577
W6	445680	526168	111/35	1450
W7	445694	526168	?150/20	1505
W8	445693	526170	200/55	1505
W9	445685	526168	192/47	1490

### 3.2. Lithologie und Stratigraphie

Der Kondensationshorizont tritt innerhalb der Adneter Schichten auf, zwischen Adneter Kalken und Adneter Mergeln. TOLLMANN (1976) erwähnt, dass im Toarc in den Adneter Schichten häufig Mn-Anreicherungen in Form von Krusten und Konkretionen auftreten.

Die Adneter Kalke werden im Pliensbach immer crinoidenreicher bis zu einem grünlichen Echinodermen-Wackestone (mindestens *spinatum*-Zone, Abb. 3). Dieser ist 30 cm mächtig, am Top erodiert und weist Besiedelungsspuren auf (Abb. 4 und 5): Spuren von infaunalen Muscheln (Durchmesser der Grabgänge ca. 1 cm) und Bohralgen (Durchmesser der Bohrgänge ca. 0,007–0,02 mm). Auf diesem Wackestone abgelagert sind schwarze Krusten (hardground) und ein roter Floatstone. Der erreicht Mächtigkeiten von 0–15 cm.

Darüber folgen 4 bis 10 m mächtige rote Mergel, die in den unteren Dezimetern Ammoniten in Form von schwarz verkrusteten Kalkkonkretionen enthalten können. Eine

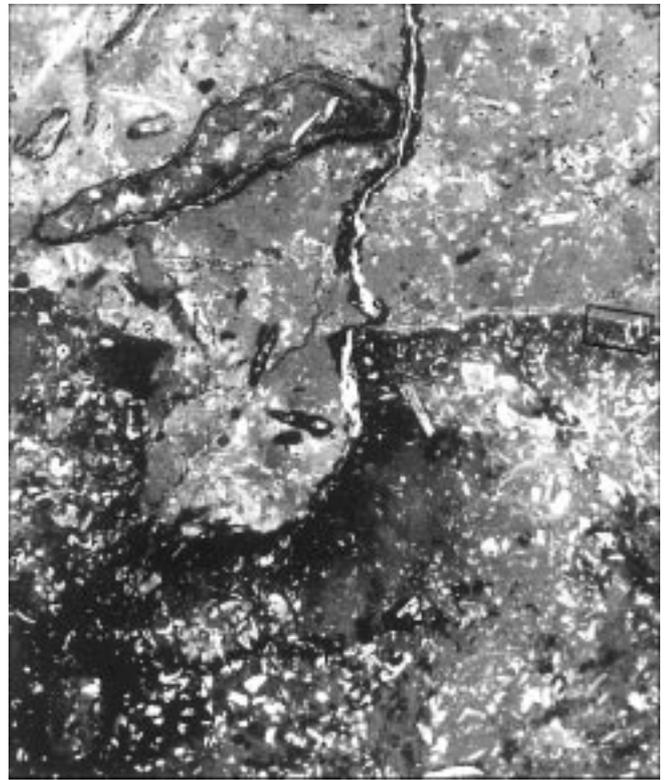


Abb. 4.  
Echinodermen-Wackestone (unten) mit kollabierten Grablöchern von Bivalven (= hardground), darüber Floatstone mit Lithoklasten in 4-facher Vergrößerung.  
Eingerahmter Ausschnitt = Abb. 5.

Schlammprobe lieferte vor allem Echinodermenreste, gelegentlich Ostracoden und Fischzähnnchen. Foraminiferen konnten nicht nachgewiesen werden. Diese Mergel enthalten erst wieder im oberen Bereich (obere *falciferum*-Zone) zunehmend mehr Kalkbänkchen (Abb. 3).

Die hier beschriebenen Makrofossilien stammen alle aus den schwarzen Fe/Mn-Krusten (incl. roter Floatstone) und den unteren 30 cm der roten Mergel. Fossilien in den unteren 30 cm der roten Mergel können jedoch nur an der Fundstelle W1 an der Forststraße nachgewiesen werden. Der Fossilhorizont beschränkt sich sonst auf wenige Zentimeter.

Die Fossilien sind in die untere *falciferum*-Subzone einzustufen (Kapitel 8: Diskussion der Stratigraphie).

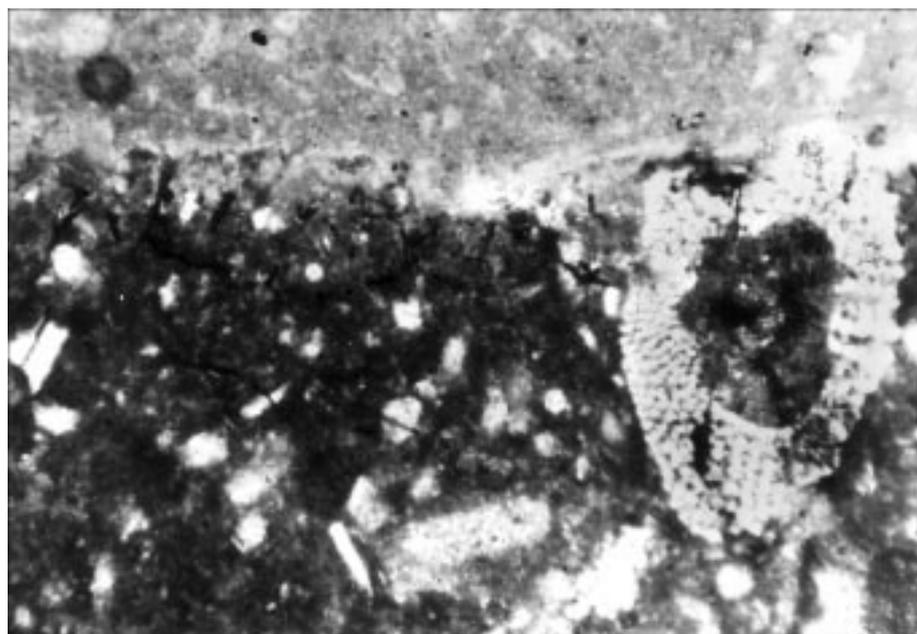


Abb. 5.  
Algengrabgänge (schwarz) in die Hardground-Oberfläche in 70-facher Vergrößerung (vgl. WENDT, 1970, Abb 4). Rechts im Bild: teilweise erodierter Echinodermenrest.

## 4. Materialumfang

Wie aus Tab. 2 zu entnehmen ist, besteht die Fauna zu mehr als 85 % aus Ammoniten und Bivalven, was in derartigen Horizonten häufig zu beobachten ist (vgl. JURGAN, 1969, S. 435). Die Muscheln sind jedoch nicht immer verkrustet, unvollständig erhalten bzw. sehr klein, so dass sie zweifellos unterrepräsentiert sind (Arten: *Bositra*, *Plagiostoma*, *Modiolus*). Bemerkenswert ist, dass v.a. kleine Bivalven (*Bositra*) meist doppelklappig geschlossen überliefert sind, was auf eine rasche Einbettung (oder Verkrustung) schließen lässt.

Noch dazu ist der rote mikritische Kalk reich an Bruchstücken von diversen Schalen, was das Identifizieren von Bivalvenresten zusätzlich erschwert.

Ammoniten	ca. 100
Bivalven	> 10
Nautiliden	> 4
Belemniten	> 3
Brachiopoden	1 (?)
Gastropoden	1

Tabelle 2.  
Zahl der Faunenelemente (einschließlich Bruchstücke) der Fundstellen W1–W9.

## 5. Erhaltung

### 5.1. Allgemeine Erhaltung

Ungefähr 60 % der untersuchten und bestimmten Ammoniten liegen ohne, mindestens drei Stück mit vollständiger Wohnkammer vor (Mündung erkennbar). Meistens sind erhaltungsbedingt durch Oxidkrusten keine klaren Aussagen möglich. Die Wohnkammer und Teile des Phragmokons sind meist bei bzw. kurz nach der Ablagerung abgebrochen und/oder weggelöst worden.

Diese teilweise Erosion der Gehäuse während der Ablagerung fand jedoch vor allem an den Oberseiten statt. Beidseitig erodierte Ammoniten sind selten. Wo die Verkrustung mächtig genug (schnell genug?) war, können Windungen beidseitig körperlich überliefert sein, die Regel sind aber halbseitig erhaltene Gehäuse.

Wegen dieser frühen Zerstörung sind die Phragmokone innen meist mikritisch verfüllt, auskristallisierte Kammern sind selten.

Erreicht die Mächtigkeit des roten Floatstones 10–15 cm, sind gelegentlich verkrustete Ammoniten übereinander abgelagert bzw. Exemplare schräg zur Schichtung eingebettet zu finden.

Die Gehäuse sind meist nur in geringem Maße deformiert, die Fehler in den Messwerten also gering zu halten.

Die Ammonitendichte schwankt, liegt aber bei guten Aufschlüssen bei 1–3 Individuen pro m<sup>2</sup>. Besonders zu erwähnen ist die gute Größensortierung: Die meisten Gehäuse liegen im Bereich zwischen 80 mm und 200 mm Durchmesser. Kleine Gehäuse, z.B. von kleinwüchsigen Gattungen (Dactylioceratiden) sind extrem selten (7. Genese). Ob sie primär nicht sedimentiert oder weggelöst wurden, konnte nicht entschieden werden.

### 5.2. Schalenerhaltung

Durch die frühe Verkrustung (syndementär) mit Mn-Hämatit (JURGAN, 1969, S. 436) sind häufig Schale und Ornamentierung hervorragend überliefert. Deswegen soll an dieser Stelle näher auf einzelne Bildungen eingegangen werden.

Bei allen in dieser Arbeit beschriebenen Ammoniten ist die Außenseite der Schale feiner ornamentiert als die Innenseite (Steinkern).

Besonders deutlich ausgebildet sind:

- abgeflachte Rippen, so dass mehr der Eindruck von Furchen entsteht (*Polyplectus*, *Harpoceras*, Dactylioceratiden) (Taf. 1, Fig. 3; Taf. 3, Fig. 3).
- Strukturierung des Kiels durch Ausläufer der Rippen bzw. deren Zwischenräume (*Polyplectus*, *Hildaites*, *Harpoceras*) (Taf. 4, Fig. 1).
- Schalendifferenzierung (Anwachsstreifen) zwischen den Rippen (*Hildaites*, *Harpoceras*) (Taf. 1, Fig. 1; Taf. 4, Fig. 1).
- Anwachsstreifen statt Rippen (*Phylloceras*, erwachsene *Hildaites* & *Harpoceras*) (Taf. 4, Fig. 1; Taf. 5).
- die Windungsnaht (*Hildaites*, *Harpoceras*) (Taf. 4, Fig. 1; Taf. 5).

## 6. Systematischer Teil

### Abkürzungen:

Dm:	Durchmesser (mit Kiel)
Nw:	Nabelweite
Wh:	Windungshöhe
Wb:	Windungsbreite (mit Rippen)
():	vorangegangene Werte in % zum Durchmesser
UR:	Umbilikalrippen (pro Umgang des angegebenen Dm)
SR:	Sekundärrippen (pro Umgang des angegebenen Dm)
(1/2 U):	Rippen pro halbem Umgang (des angegebenen Dm)
WQ:	Windungsquerschnitt
WK:	Wohnkammer
MT:	Morphotyp
*	keine Messwerte möglich
1997 VI...	Inventarnummer der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München

Unterfamilie: **Dactylioceratinae**  
(HYATT 1867)

Gattung: ***Dactylioceras*** (HYATT 1867)

### *Dactylioceras* aff. *crassiusculosum* SIMPSON

(Taf. 1, Fig. 5)

1966 *Dactylioceras crassiusculosum* SIMPSON; FISCHER: S. 29, Taf. 1, Fig. 11; Taf. 3, Fig. 11.

Material: 1 unvollständiges Exemplar (W2).

Beschreibung: Das Exemplar ist weitgenabelt und gedrunken; seine Innenwindungen besitzen einen breit-ovalen WQ. Die Externseite ist gleichmäßig gerundet, die Flanken fallen steil zum Nabel hin ein. Die UR stehen radial, die Spaltpunkte liegen auf halber Flankenhöhe, sind selten erhalten und scheinen nicht beknotet zu sein. Ebenso können keine Schaltrippen nachgewiesen werden. Der erhaltene Teil der letzten Windung (= WK) zeigt einen herzförmigen WQ. Die UR sind dort stark abgeschwächt, die Spaltpunkte liegen weit außen und die SR sind auf dem Steinkern kaum mehr zu sehen.

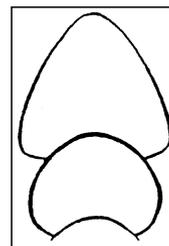


Abb. 6.  
Windungsquerschnitt von *Dactylioceras* aff. *crassiusculosum* (nat. Größe).

Bemerkungen: Da die Wohnkammer mit ihrem herzförmigen Querschnitt bei *D. crassiusculosum* nie beschrieben wurde und das Stück fragmentär vorliegt, kann die Bestimmung nicht hundertprozentig erfolgen. Den herzförmigen WQ beschreibt FISCHER (1966) bei *D. pseudocrassulosum* FUCINI, doch ist diese Art bei weitem

Tabelle 3.  
Merkmalswerte von *Dactyloceras* aff. *crassiusculosum*

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 6	35,3	16,3 (46)	10,7 (30)	ca. 16 (45)	*

nicht so breitoval wie vorliegendes Stück (Wh : Wb = ca. 0,67).

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

## Gattung: *Nodicoeloceras* (BUCKMAN 1926)

### *Nodicoeloceras acanthus* D'ORBIGNY

(Taf. 4, Fig. 2)

1850 *Amm. Acanthus*; D'ORBIGNY: S. 225, Nr. 41.

1966 *Nodicoeloceras* aff. *acanthus* D'ORBIGNY; FISCHER: S. 33, Taf. 1, Fig. 12; Taf. 5, Fig. 1.

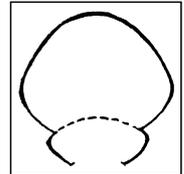
Material: 1 Exemplar mit unvollständiger Wohnkammer (W2).

Beschreibung: Nr. 1997 VI 7 ist weit genabelt, gedrunken und der WQ ist queroval. Am Nabelrand beginnen radiale Rippen, die sich paarweise am Punkt der größten Wb zu einem Knoten vereinigen (= fibulat). Einzelne Schaltrippen treten auf.

Von den Knoten gehen je zwei SR aus. Dieses Stadium ist nur bis zu einem Dm von 33 mm zu beobachten. Auf

Abb. 7.

Windungsquerschnitt von *Nodicoeloceras acanthus* (nat. Größe).



der letzten Windung wird der WQ flacher, die Spaltpunkte verlagern sich in Richtung Externseite und nur noch jede zweite UR spaltet in zwei SR. Der Nabelrand ist immer breit gerundet.

Bemerkungen: Das Exemplar vom Vorderskopf entspricht weitgehend der Beschreibung von *Nodicoeloceras* aff. *acanthus* in FISCHER (1966). Abweichend von diesem ist es nicht so dicht berippt und kann deshalb als *N. acanthus* eindeutig identifiziert werden.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

Tabelle 4.

Merkmalswerte von *Nodicoeloceras acanthus*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR	SR
1997 VI 7	46,5	21 (45)	15,8 (34)	20 (43)	25 (1/2 U)	43 (1/2 U)

### *Nodicoeloceras* aff. *choffati* RENZ

(Taf. 2, Fig. 1)

1912 *Coeloceras choffati*; RENZ: S. 86, Taf. VI, Fig. 5.

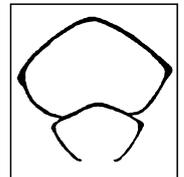
1971 *Nodicoeloceras choffati* RENZ; PINNA & LEVI-SETTI: S. 100, Taf. IV, Fig. 3-7, 10, 13.

Material: 1 Exemplar mit unvollständig erhaltener Wohnkammer und fehlenden Innenwindungen (W2).

Beschreibung: Das Exemplar zeigt bis zum erhaltenen Enddurchmesser deutlich fibulantes Berippungsmuster, wobei ab einem Dm von ca. 33 mm auch Schaltrippen vorkommen. Die Knoten liegen am höchsten Punkt der größten Wb. Die Windung fällt von dort steil zum Nabel und zur Externseite hin ab. Diese weist bis zu einem Dm von ca. 33 mm einen leichten Knick auf (rautenförmiger WQ).

Abb. 8.

Windungsquerschnitt von *Nodicoeloceras* aff. *choffati* (nat. Größe).



Bemerkungen: Von der Ornamentierung könnte Nr. 1997 VI 8 leicht mit einem Exemplar der Gattung *Peronoceras* verwechselt werden, doch besitzt diese einen anderen WQ. Von den beschriebenen *Nodicoeloceras* stimmt es ganz gut mit *N. choffati* überein. Da es aber enger genabelt und nur unvollständig erhalten ist, kann es nicht hundertprozentig zugeordnet werden. Bemerkenswert ist das ontogenetisch lang durchhaltende fibulante Berippungsmuster, was bei dieser Gattung eher untergeordnet auftritt (FISCHER, 1966).

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

Tabelle 5.

Merkmalswerte von *Nodicoeloceras* aff. *choffati*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR	SR
1997 VI 8	43,2	18,8 (43,5)	13,6 (31,3)	*	29 (1/2 U)	45 (1/2 U)

## Dactyloceratinae gen. indet.

(Taf. 1, Fig. 3, 4)

Material: 3 Windungsreste, davon 2 Wohnkammerbruchstücke und ein Phragmokonstrast (W2).

Beschreibung:

1997 VI 3: Der WQ (Abb. 9a) ist hochoval, die Externseite breit gerundet. Nur jede 2. bis 3. Rippe spaltet in je zwei Sekundärrippen auf, dazwischen treten Einzelrippen

auf. Der Nabelabfall ist flach gerundet. Bemerkenswert ist die hervorragende Schalenhaltung (Taf. 1, Fig. 3).

1997 VI 5: Der WQ (Abb. 9b) ist annähernd gerundet trapezförmig, die Rippen spalten in je zwei SR, die Spaltpunkte liegen auf der Flankenmitte, die größte Windungsbreite nahe der Nabelkante (Taf. 1, Fig. 4).

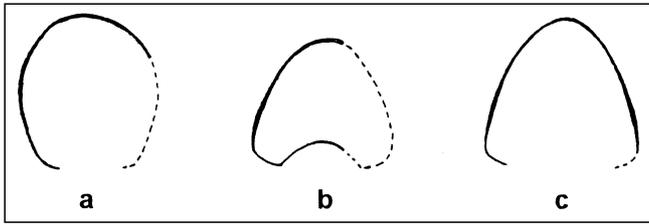


Abb. 9.  
Windungsquerschnitte von Dactyloceratinae gen. indet (nat. Größe).

1997 VI 4: Der WQ (Abb. 9c) ist gerundet trapezförmig, die größte Windungsbreite nahe der Nabelkante. Das

Verhältnis Wh : Wb ist ungefähr 1 : 1. Die Rippenspalt-punkte liegen zuerst auf der Flankenmitte, dann nahe der Externseite.

Bemerkungen: Exemplar 1997 VI 3 unterscheidet sich von den anderen beiden durch den hochovalen WQ, die dichtere und feinere Berippung und die breitgerundete Externseite. Es könnte Ex. 1997 VI 3 zur Gattung *Dactyloceras*, Ex. 1997 VI 4 und 1997 VI 5 zu *Nodicoeloceras* gehören.

Da aber ein beknotetes Jugendstadium nicht nachzuweisen ist, sind nähere Aussagen nicht möglich.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

## Unterfamilie Hildoceratinae (HYATT 1867)

Gattung: *Hildaites* (BUCKMAN 1921)

### *Hildaites murleyi* MOXON

1992 *Hildaites murleyi* MOXON; HOWARTH: S. 168, Taf. 30, Fig. 9, 10; Taf. 31, Fig. 1-8; Taf. 32, Fig. 4.

Material: 20 bestimmbar Exemplare von den Fundstellen W1 und W2.

Beschreibung: Die Formen sind evolut mit quadratischem Windungsquerschnitt, flachen Flanken und geneigter Nabelwand. Der Nabelrand ist meist ein wenig erhöht durch eine flache Rinne in dem inneren Flankendrittel (HOWARTH, 1992). Der Kiel ist kräftig ausgebildet und begrenzt von Furchen oder im Alter von flachen Bereichen. *H. murleyi* besitzt Sichelrippen, die zwar an den Externenden erhaben, aber nicht beknotet sind. Dazwischen sind deutlich Anwachsstreifen zu erkennen. Auf dem inneren Drittel der Windung ist die Berippung schwächer, meist treten stattdessen nur Anwachsstreifen auf. Überwiegend handelt es sich um Einzelrippen, gelegentlich am Nabelrand spaltende oder auf der Flankenmitte eingeschaltete Rippen.

Nach der Art der Berippung werden hier 3 Morphotypen (MT) unterschieden:

- MT A: kräftig und vergleichsweise wenig berippte Formen (ca. 45 SR bei einem DM von 70 mm). Diese stehen dem Holotyp von *H. murleyi* (= *levisoni* = *propeserpentinum*) am nächsten.

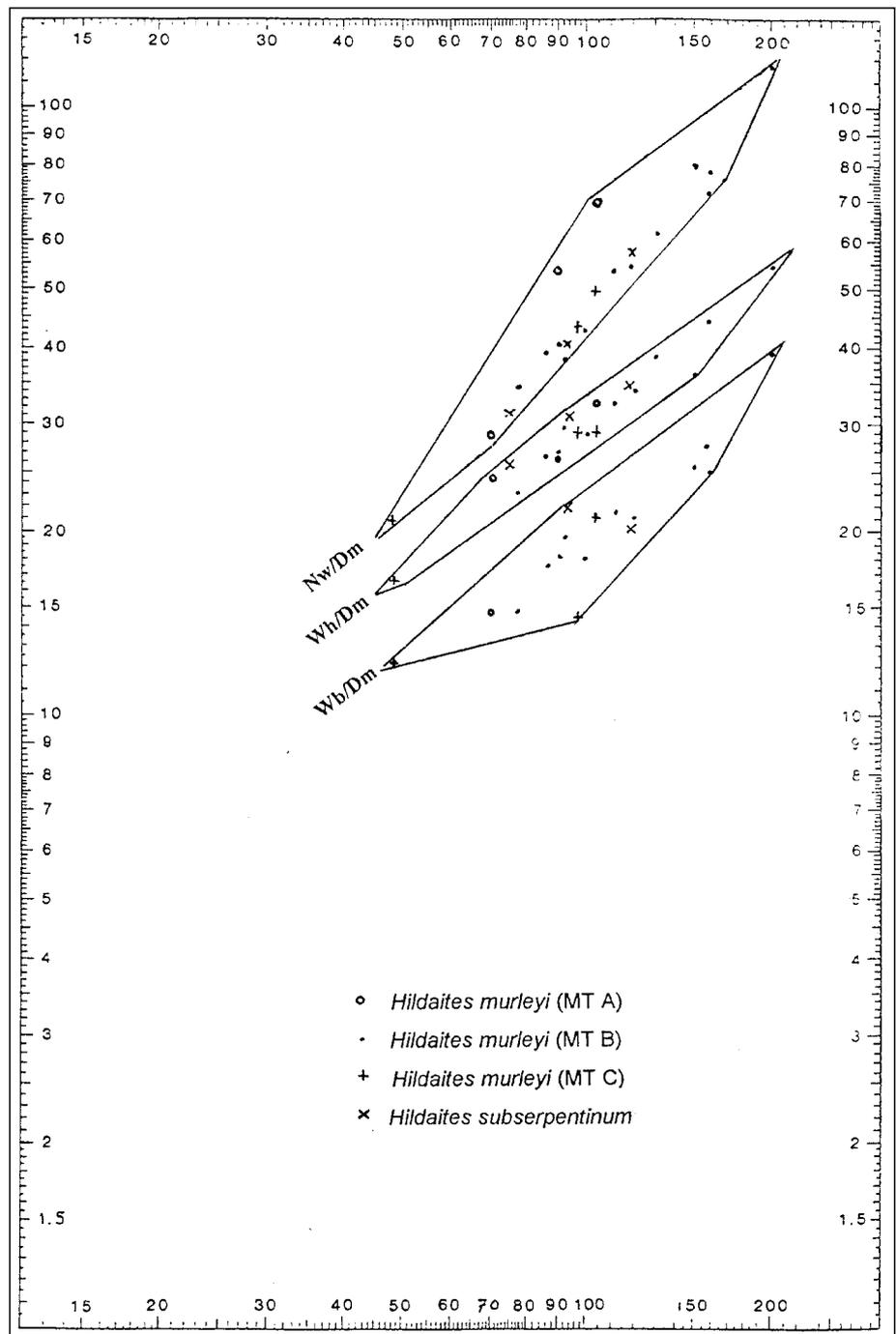


Abb. 10.  
Nw/Dm-, Wh/Dm-, Wb/Dm-Diagramm für die Gattung *Hildaites* (Abszisse: Durchmesser; Ordinate: Nw bzw. Wh bzw. Wb).

- MT B: die Rippen sind feiner und zahlreicher (ca. 60 SR bei einem Dm von 70 mm).

- MT C: schon die Jugendwindungen sind sehr dicht berippt (ca. 75 SR bei einem Dm von 60 mm). Die Nabelkante ist kaum erhöht.

### *Hildaites murleyi* (MT A)

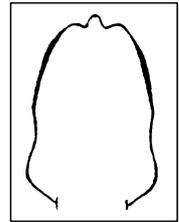
(Taf. 1, Fig. 2, 6)

Material: 2 Exemplare mit z.T. erhaltener Wohnkammer (W 2).

Beschreibung: Exemplar Nr. 1997 VI 10 zeigt wenig gebogene Sichelrippen und deutliche Kielfurchen. Schaltrippen sind häufig, die Wohnkammer leider unvollständig. Wegen der starken seitlichen Deformation sind die Messwerte sicher mit Fehlern behaftet.

Bei Exemplar 1997 VI 9 ist die Wohnkammer zwar in ihrer ganzen Länge erhalten, jedoch die rechte Seite des Gehäuses und der Kiel syndesmentär vollkommen zerstört

Abb. 11.  
Windungsquerschnitt von *Hildaites murleyi* (MT A).  
Exemplar Nr. 1997 VI 10 (nat. Größe).



und verkrustet, sodass es nicht genau vermessen werden konnte.

Bemerkungen: Durch die äußerst unruhige, kräftige und wenig geschwungene Berippung und die große Nabelweite unterscheidet sich 1997 VI 10 von allen anderen gefundenen *Hildaites*. Es kommt damit dem Holotyp von *H. murleyi* (HOWARTH 1992 Taf. 30, Fig. 10) am nächsten. Nr. 1997 VI 9 wird wegen seiner groben Berippung und der vermuteten großen Nabelweite ebenfalls dazugestellt (Abb. 10).

Vorkommen: unterste *falciferum*-Subzone.

Tabelle 6.  
Merkmalswerte von *Hildaites murleyi* (MT A).

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 9	ca. 104	69 (66)	32 (31)	*	53
	ca. 90	53,5 (60)	26,5 (29)	*	*
1997 VI 10	70,6	28,9 (41)	24 (34)	14,6 (21)	45

### *Hildaites murleyi* (MT B)

(Taf. 4, Fig. 1)

Material: 15 Exemplare mit z.T. erhaltener Wohnkammer (4 Ex: W1; 11 Ex: W2).

Beschreibung: 60 % der Exemplare sind sicher mit Wohnkammer, Nr. 1997 VI 12 ist besonders groß und gut (Schale) erhalten. Mundränder konnten nie nachgewiesen werden. Die Rippen sind sichelförmig gebogen und erreichen ihre größte Höhe nahe der Externseite. Sie können im fortgeschrittenen ontogenetischen Stadium

Tabelle 7.  
Merkmalswerte von *Hildaites murleyi* (MT B).

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 12	200	117 (58,5)	54 (27)	39 (19,5)	75 bei 100
1997 VI 25	148,5	79,7(54)	36(24)	25,5 (17)	75 bei 100
1997 VI 26	89,3	40,2 (45)	26,7 (30)	ca. 20 (22)	63 bei 63
1997 VI 27	119	54,5 (46)	34 (29)	21 (17)	70 bei 90
1997 VI 28	130,2	61,3 (47)	38,6 (30)	*	64 bei 100
1997 VI 29	99	42,9 (43)	29 (29)	18 (18)	*
1997 VI 30	86	39,1 (45,5)	26,1 (30)	17,3 (20)	42 bei 75
1997 VI 31	*	*	*	*	*
1997 VI 32	77,9	34 (44)	23 (29,5)	14,8 (19)	60 bei 78
1997 VI 33	92	38,6	30	19,5	78 bei 92
1997 VI 34	155	78 (50)	71,5 (27)	25 (16)	75 bei 100
1997 VI 35	*	*	*	*	*
1997 VI 36	111	53,8 (48,5)	32,9 (30)	21,3 (19)	*
1997 VI 79	153	72 (47)	44 (29)	27,5 (18)	42 bei 130

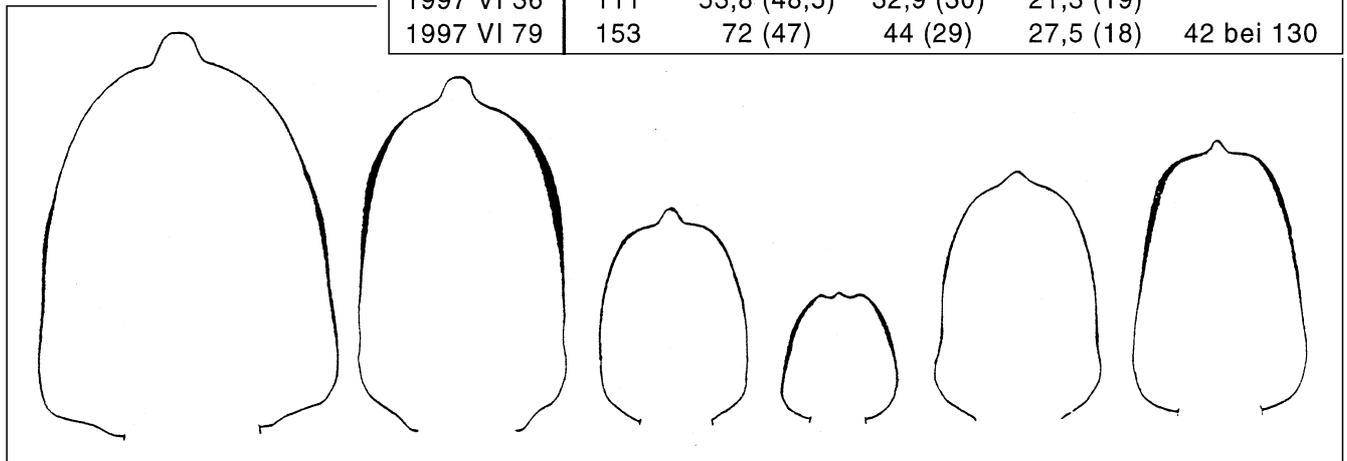


Abb. 12.  
Windungsquerschnitte von *Hildaites murleyi* (MT B) – (nat. Größe).  
Von links nach rechts: 1997 VI 12 – 1997 VI 12 – 1997 VI 26 – 1997 VI 30 – 1997 VI 36 – 1997 VI 79 .

(Dm > 100 mm) abflachen und nur noch als Anwachsstreifen vorhanden sein. Der Steinkern ist in diesem Fall glatt. Der Nabelrand ist ein wenig erhöht durch eine mehr oder weniger stark ausgebildete Furche auf dem inneren Flankendrittel. Der Kiel ist kräftig und auf der Schale durch Rippenausläufer schwach skulpturiert.

### *Hildaites murleyi* (MT C)

**Material:** Ein unvollständiges Exemplar und zwei mit erhaltener Wohnkammer (W2).

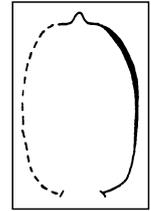
**Beschreibung:** Die Berippung auf diesen Exemplaren ist schon im ontogenetisch frühen Stadium sehr fein. Die für *H. murleyi* typische Furche auf dem inneren Flankendrittel ist hier kaum bis gar nicht ausgebildet, wodurch der Nabelrand mehr gleichmäßig gerundet erscheint. Der Kiel ist kräftig und erhaben und wird begleitet von abgeflachten Bereichen (Abb. 13), Kiefurchen wurden nicht beobachtet.

**Bemerkungen:** Wegen des mehr gerundeten Nabelrandes scheint diese Form von allen 3 Morphotypen

**Bemerkungen:** Die Formen stimmen gut mit den Abbildungen in HOWARTH (1992: Taf. 30, Fig. 9; Taf. 31, Fig. 1–5, 8; Taf. 32, Fig. 4) überein und scheinen auch dort den „Durchschnittstyp“ von *H. murleyi* zu repräsentieren.

**Vorkommen:** unterste *falciferum*-Subzone.

Abb. 13.  
Windungsquerschnitt von *Hildaites murleyi* (MT C).  
Exemplar 1997 VI 39 (nat. Größe).



mit *H. subserpentinum* am nächsten verwandt zu sein. Somit könnte man *H. murleyi* (MT C) als Übergangsform von *H. murleyi* zu *H. subserpentinum* bezeichnen. Das würde sich gut mit der postulierten Entwicklung von *H. subserpentinum* aus *H. murleyi* (HOWARTH 1992, S. 191) decken und den Beginn der *falciferum*-Subzone anzeigen. Da sich *Hildaites murleyi* (MT C) von *Hildaites murleyi* (MT B) in erster Linie in der Anzahl der Rippen unterscheidet, wurde auf eine eigene Abbildung verzichtet. Sieht man

Tabelle 8.  
Merkmalswerte von *Hildaites murleyi* (MT C).

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 37	95,5	43,2 (45)	29 (30)	ca.8 (19)	75 bei 60
1997 VI 38	48	20,3 (42)	16,4 (34)	12 (25)	40 bei 33
1997 VI 39	102,5	49,5 (48,3)	28,6 (28)	21 (20,5)	68 bei 60

jedoch von der Verkleinerung ab, kommt Fig. 1 auf Taf. 4 (= *Hildaites murleyi* (MT B) × 0,5) von der Rippendichte *Hildaites murleyi* (MT C) sehr nahe.

**Vorkommen:** unterste *falciferum*-Subzone.

### *Hildaites subserpentinum* BUCKMAN

((Taf. 1, Fig. 1; Taf. 3, Fig. 1)

1976 *Hildoceras* (*Hildaites*) *subserpentinum* BUCKMAN; SCHLEGELMILCH: S. 97, Taf. 45, Fig. 2.

**Material:** 4 Exemplare mit zum Teil erhaltener Wohnkammer (W2).

**Beschreibung:** Als arttypische Merkmale sind der gleichmäßig gerundete Nabelabfall, das Fehlen der Flankenfurche und die weniger abgeflachten Flanken zu nennen. Die Berippung ist an den 4 Exemplaren sehr variabel. Besonders zu erwähnen ist Nr. 1997 VI 14, das keine Kiefurchen besitzt, dessen Berippung besonders schwach und dessen Nabelwand nicht gerundet ist (Taf. 3, Fig. 1; Abb. 14). Die von HOWARTH (1992) beschriebene größere Involution und geringere Wb im Vergleich zu *H. murleyi* kann an den vorliegenden Stücken nicht beobachtet werden.

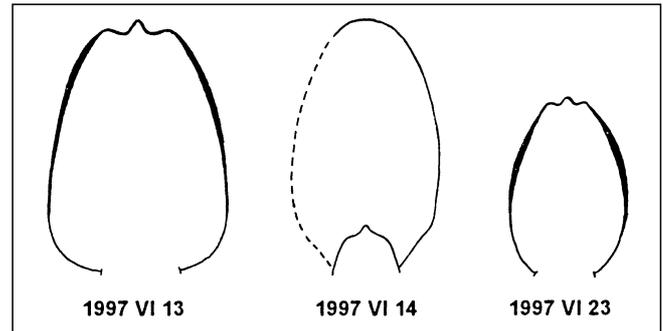


Abb. 14.  
Windungsquerschnitte von *Hildaites subserpentinum* (nat. Größe).

**Bemerkungen:** Da die Merkmalswerte von *H. subserpentinum* und *H. murleyi* im Diagramm (Abb. 10) nicht zu trennen sind, liegen möglicherweise phylogenetisch frühe Formen von *H. subserpentinum* vor.

**Vorkommen:** unterste *falciferum*-Subzone.

Tabelle 9.  
Merkmalswerte von *Hildaites subserpentinum*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 13	92,7	40,5 (43,7)	30,7 (33)	21,8 (23,5)	*
1997 VI 14	*	*	*	*	*
1997 VI 22	117,9	57,9 (49)	34,8 (29,5)	20,3 (17)	*
1997 VI 23	74,5	30,8 (41)	25,5 (34)	*	28

### *Hildaites* sp.

**Material:** Ein sehr schlecht erhaltenes Exemplar (W6): 1997 VI 24.

**Beschreibung:** Nur die letzte Windung ist erhalten und noch dazu stark tektonisch beansprucht. Nach dem

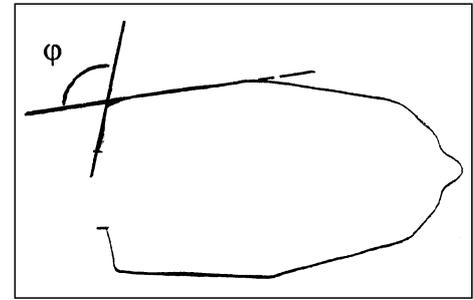
WQ und der geringen Involution ist das Exemplar jedoch eindeutig der Gattung *Hildaites* zuzuordnen.

**Vorkommen:** unterste *falciferum*-Subzone.

### Bemerkungen zur Gattung *Hildaites*

Anhand der Berippung und der Windungsquerschnitte des vorliegenden Materials kann nach HOWARTH (1992) eine Entwicklung von *H. murleyi* (MT B) über *H. murleyi* (MT C) zu *H. subserpentinum* gefolgert werden. Da aber von einzelnen Formen oft nur wenige Exemplare vorhanden sind, ist diese Entwicklungsreihe sehr unsicher. Möglich ist ja, dass einzelne Extrema einer variationsreichen Art vorliegen. Mit Hilfe der Merkmalswerte kann diese Entwicklung jedenfalls nicht bestätigt werden: im Diagramm in Abb. 10 ist kein Entwicklungstrend zu beobachten.

Abb. 15.  
Messung von  $\varphi$ .  
Bei  $\varphi = 95^\circ$  ist die  
Nabelwand vertikal.



### Unterfamilie: Harpoceratinae (NEUMAYR 1875) Gattung: *Harpoceras* (WAAGEN 1869)

Da die Ausbildung der Nabelwand von HOWARTH (1992) und auch anderen Autoren neben den Merkmalswerten als artcharakteristisches Merkmal bei den weit genabelten Harpoceratiden, zu denen die Stücke gestellt werden müssen, angesehen wird, muss hier näher darauf eingegangen werden:

HOWARTH (1992) fordert für *Harpoceras serpentinum* SCHLOTHEIM nämlich, dass die Nabelwand „abgeschrägt“, nie vertikal oder gar überkippt ist. Eine gleichmäßige Abschrägung der Nabelwand wie beim Holotyp kann aber an fast keinem der in dieser Arbeit beschriebenen Stücke nachgewiesen werden. Stattdessen fällt beim Nabelrand die Wand steil bis vertikal (selten auch überhängend) ab, um dann zur Windungsnäht hin stark abzuflachen (= konkave Nabelwand).

Die ontogenetische Entwicklung läuft von durchgehend vertikal bzw. sehr steil in der Jugend bis konkav in älteren Stadien. Auch Individuen mit durchgehend senkrechter bis überhängender Wand können beobachtet werden, was ein untrügliches Merkmal für *Harpoceras falciferum* SOWERBY ist. Um das Ganze quantitativ zu erfassen und eine Artcharakterisierung zu ermöglichen, wurde der Winkel  $\varphi$  dorsalseitige Flanke – Nabelkante – Windungsnäht gemessen (Abb. 15).

Diese Größe wurde zusammen mit dem Durchmesser, der Nabelweite, der Windungshöhe und der Windungsbreite im Computer ausgewertet und eine multivariate Analyse durchgeführt. Als Ergebnis können folgende Aussagen gemacht werden:

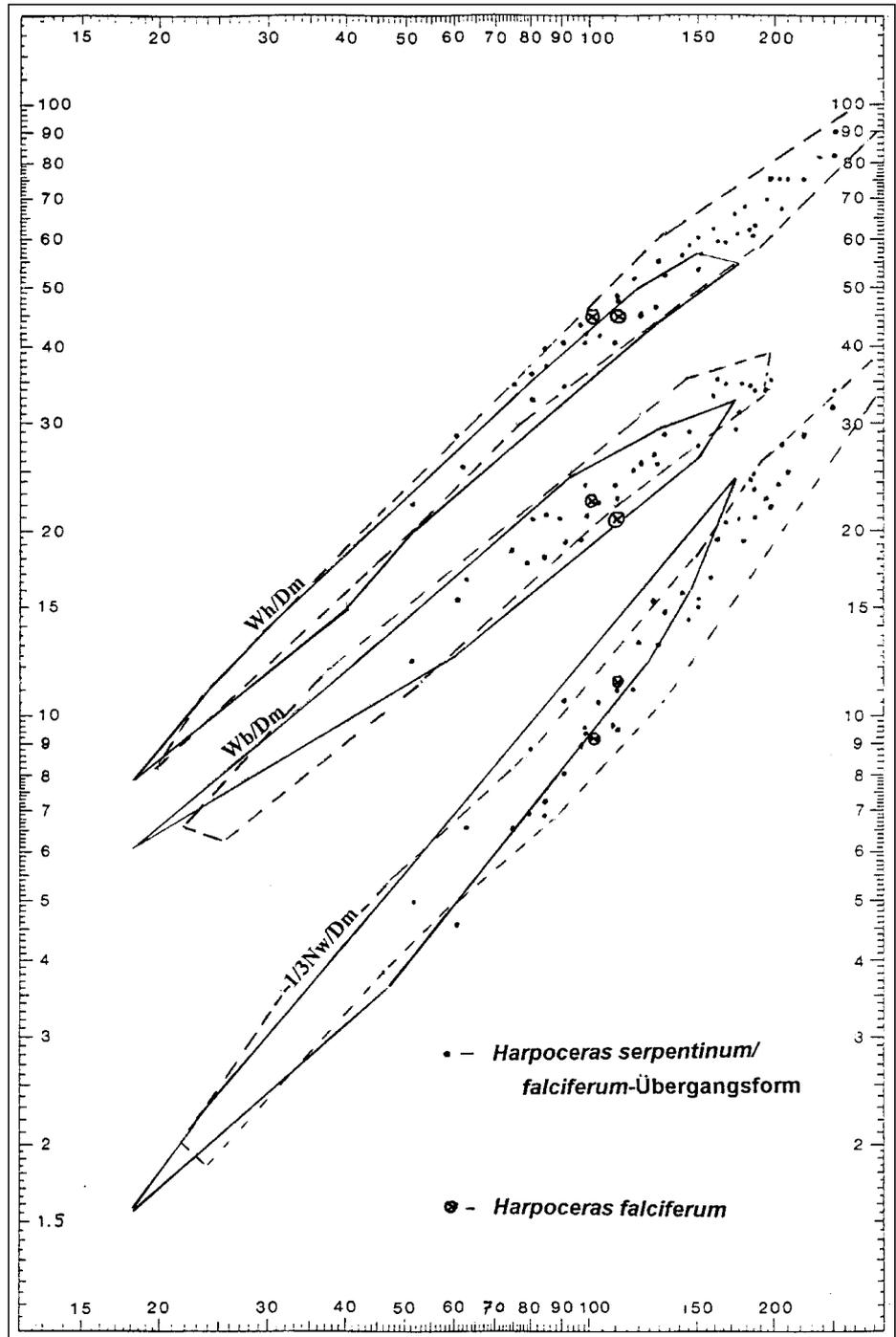


Abb. 16.  
Nw/Dm-, Wh/Dm-, Wb/Dm-Diagramm für die Gattung *Harpoceras*.  
Zum Vergleich eingetragen sind die Felder für *Harpoceras serpentinum* (durchgezogene Linien) und *Harpoceras falciferum* (unterbrochene Linien) aus HOWARTH (1992).  
Abszisse = Durchmesser; Ordinate = 1/3 Nw bzw. Wh bzw. Wb.

- 1) Die meisten Größen hängen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit voneinander ab (nicht abhängig Wh und Wb, Wb und  $\varphi$ ).
- 2) Alle Werte sind normalverteilt, d.h. eine Abtrennung von zwei Arten nach den Merkmalswerten und der Ausbildung der Nabelwand ist nicht zulässig.
- 3) Der Computer dividierte bei einer Clusteranalyse die Messreihen nach dem Dm als Hauptkriterium auseinander, der aber ausschließlich vom Ort der Messung abhängt. Da die Stücke in einem bestimmten Maß nach der Größe sortiert vorliegen (7. Genese), häufen sich die Werte, die am größtmöglichen Dm angesetzt wurden und sagen nichts über biologische Trends aus.
- 4) Allgemeiner Trend: mit steigendem Dm wird auch der Winkel  $\varphi$  größer.

Also gehören mit großer Wahrscheinlichkeit alle Individuen zu einer Population. Da die Merkmalswerte (Abb. 16) und einzelne Exemplare auf *Harpoceras falciferum* SOWERBY, die (konkav) geneigte Nabelwand dagegen auf *Harpoceras serpentinum* SCHLOTHEIM hinweisen, scheinen Übergangsformen zwischen beiden Arten vorzuliegen. Sie werden als „*Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform“ beschrieben. Um deutlich zu machen, dass durchaus einzelne Individuen als „echte“ *Harpoceras falciferum* bestimmt werden könnten, werden diese gesondert beschrieben. Dass es sich tatsächlich um zwei verschiedene Populationen (= Arten) handelt, ist statistisch gesehen unwahrscheinlich (s.o.).

### *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform

(Taf. 2, Fig. 2; Taf. 5; Taf. 6, Fig. 1)

Material: 36 Individuen der Fundstellen W1, W2, W6.

Beschreibung: *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsformen sind ca. halb involut, besitzen einen ovalen WQ, flache Flanken, einen starken Kiel und geneigte Nabelwände. Die Rippen sind sichelförmig, stehen meist einzeln, Schalt- und Spaltrippen treten auf. Ihre Zahl ist sehr variabel, die Sichelstiele sind gerade oder leicht gebogen. Häufig zu beobachten (v.a. auf dem Steinkern) ist eine unterbrochene Lateralfurche (= Flankenwellung). Die Rippen sind auf der Schale flach und breiter als ihre Zwischenräume. Diese setzen sich als schmale Furchen bis über den Kiel fort. Die von mehreren Autoren (z.B. SCHLEGELMILCH, 1976) beschriebenen „glatten Kielbänder“ sind nur auf dem Steinkern zu beobachten.

Bemerkungen: Bemerkenswert ist die sehr variabel ausgebildete Art der Berippung: Exemplare mit durchgehend einzeln stehenden Sichelrippen stehen solchen mit halb verlöschenden Rippen und auch Spaltrippen gegenüber. Dazu gleichlaufende Trends in den Merkmalswerten konnten nicht beobachtet werden.

Vorkommen: Nach HOWARTH (1992) tritt *H. serpentinum* in der mittleren bis oberen *exaratum*-Subzone auf. Vorliegende Exemplare der *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform sind nahe dem stratigraphischen Ende von *H. serpentinum* bzw. dem stratigraphischen Erstauftreten von *H. falciferum* anzusetzen; also am Beginn der *falciferum*-Subzone.

N r.	D m	N w	W h	W b	p h i
1997 V I 15	190	63 (33)	74 (39)	*	125°
	144	42,7 (30)	58,2 (40)	29,4 (20)	121°
1997 V I 16	80,2	26,1 (32,5)	33 (41)	21,2 (26)	90°
1997 V I 19	127	45,8 (36)	46,4 (36,5)	26,5 (21)	115°
1997 V I 41	172	57,3 (33)	66,7 (39)	*	127°
1997 V I 42	250,7	101 (40)	82,2 (33)	*	120°
	191,6	67 (35)	69,4 (36)	34 (18)	130°
1997 V I 43	181,8	72,2 (40)	63,1 (35)	34,3 (19)	117°
1997 V I 44	89,8	30,9 (34)	34,6 (38,5)	19 (21)	116°
1997 V I 45	83,8	20,3 (24)	39,3 (47)	18 (21,5)	117°
1997 V I 46	96,8	26,7 (28)	42,8 (44)	19,3 (20)	100°
1997 V I 47	211	74,4 (35)	74,7 (35)	*	120°
	129	38,7 (30)	54,5 (42)	25,5 (20)	118°
1997 V I 48	110,7	33 (30)	48 (43)	ca. 23,5 (21)	117°
1997 V I 49	110	27,8 (25)	48 (44)	22,4 (20)	115°
1997 V I 50	60,4	13,7 (23)	28,6 (47)	15,2 (25)	109°
1997 V I 51	103	30,9 (30)	41,7 (40,5)	22 (21)	118°
1997 V I 52	204	83 (41)	67,5 (33)	*	125°
	166,6	61,4 (37)	59,2 (35,5)	*	125°
1997 V I 53	150,5	54,6 (36)	53 (35)	*	124°
1997 V I 54	185	74,4 (40)	63 (34)	*	122°
1997 V I 55	98,6	28,9 (29)	40,1 (41)	23,5 (24)	109°
1997 V I 56	203	71 (35)	75,7 (37)	*	118°
	150,9	46,5 (31)	60,6 (40)	27,6 (18)	113°
1997 V I 57	131,5	44 (33,5)	52 (39,5)	28,2 (21)	105°
1997 V I 58	118,7	32,8 (28)	51,5 (43)	25 (21)	104°
1997 V I 59	159,4	57,6 (36)	59,1 (37)	35 (22)	107°
1997 V I 60	141	47,1 (33)	56 (40)	*	103°
1997 V I 61	98	28 (29)	41,9 (43)	21 (21)	107°
1997 V I 62	182,8	69,4 (38)	60,4 (33)	33,8 (18,5)	117°
	173,6	62,6 (36)	61 (35)	30,8 (18)	115°
1997 V I 63	221,6	85,7 (39)	74,9 (34)	*	118°
1997 V I 64	51,3	14,8 (29)	22 (43)	12 (23)	98°
1997 V I 65	74,6	19,5 (26)	34,2 (46)	18,6 (25)	100°
1997 V I 66	119,8	39,5 (33)	44,7 (37)	25,3 (21)	109°
1997 V I 67	176,5	58 (33)	68 (38,5)	34,6 (19,5)	118°
	158	49,7 (31,5)	62 (39)	33 (21)	118°
1997 V I 68	84,4	21,7 (26)	36,8 (44)	21 (29)	91°
1997 V I 69	254,1	94 (37)	89,2 (35)	*	100°

Tabelle 10.  
Merkmalswerte (vermessbare Exemplare) der *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform.

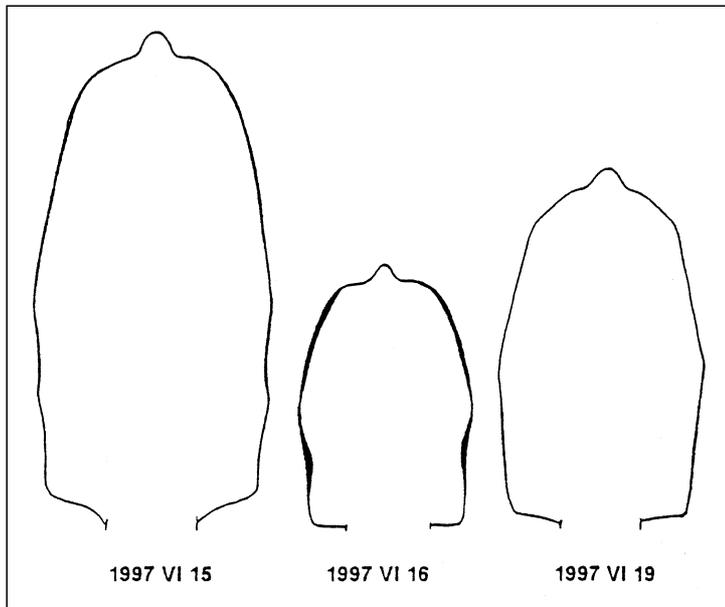


Abb. 17.  
Windungsquerschnitte von *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform.  
Natürliche Größe.

***Harpoceras falciferum* SOWERBY**

(Taf. 4, Fig. 3; Taf. 6, Fig. 3)

- 1973 *Harpoceras (Harpoceras) falciferum* SOW.; WEITSCHAT: S. 60, Taf. 5, Abb. 2, 3.
- 1976 *Harpoceras (Harpoceras) pseudoserpentinum*; GABILLY: S. 90, Taf. 6, Abb. 1, 2; Taf. 7, Abb. 1, 4-5; Taf. 8, Abb. 1; Taf. 9, Abb. 1, 2.
- 1976 *Harpoceras (Harpoceras) falciferum* SOW.; GABILLY: S. 94, Taf. 5, Abb. 3, 4; Taf. 9, Abb. 3-5; Taf. 10, Abb. 1, 2; Taf. 11, Abb. 1-3; Taf. 12, Abb. 1, 2; Taf. 14, Abb. 1, 2; Taf. 15; Taf. 16, Abb. 1, 2.
- 1976 *Harpoceras (Harpoceras) falciferoides* BUCKMAN; GABILLY: S. 100, Taf. 13, Abb. 1, 2.
- 1976 *Harpoceras (Harpoceras) falciferum* J. SOW.; SCHLEGELMILCH: S. 86, Taf. 45, Abb. 4.

Material: 3 Individuen und ein Windungsrest von der Fundstelle W2.

Beschreibung: Es handelt sich um mäßig involute Formen mit einem ovalen WQ, einem starken Kiel und durchgehend vertikalen bis deutlich überhängenden Nabelwänden ( $\phi \leq 95^\circ$ ). Die Sichelrippen stehen meist einzeln, gelegentlich kommen Schalt- und Spaltrippen vor.

Bemerkungen: Eine mehr oder weniger deutliche Lateralfurche, ein für *H. falciferum* typisches Merkmal, konnte an den Stücken nicht beobachtet werden. Die Sichelstiele sind auch selten in der für *H. falciferum* charakteristischen Weise ausgebildet (lang und gerade), was manchmal als Artkriterium angeführt wird (RIEGRAF et al., 1984).

HOWARTH (1992) stellt Exemplare mit vertikalen Nabelwänden eindeutig zu *Harpoceras falciferum*, doch zeigen die Harpoceraten vom Vorderskopf deutlich die Tendenz zur Abflachung im unteren Teil der Nabelwand (= konkav), was von keinem der Autoren erwähnt wird. Wie bei den allgemeinen Bemerkungen schon

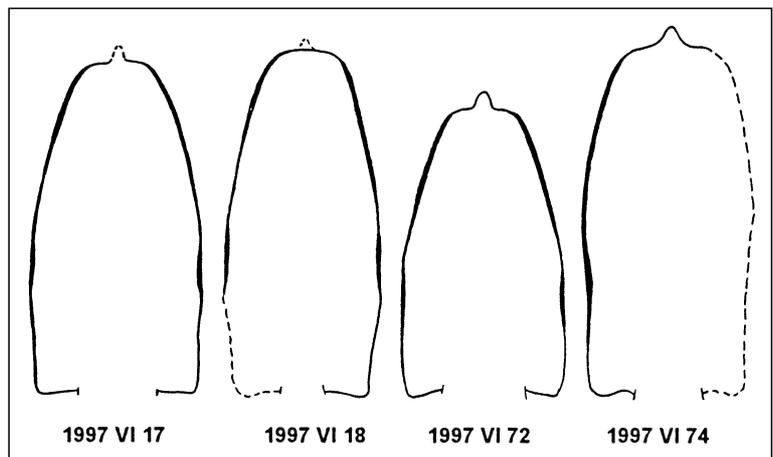


Abb. 18.  
Windungsquerschnitte von *Harpoceras falciferum*.  
Natürliche Größe.

Tabelle 11.  
Merkmalswerte von *Harpoceras falciferum*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	phi
1997 VI 17	100,8	27,5 (27)	44,3 (44)	22 (22)	87°
1997 VI 18	110,7	33,8 (30,5)	44,5 (40)	ca.20,2 (18)	<80°
1997 VI 72	*	*	*	*	87°
1997 VI 74	*	*	*	*	<80°

angesprochen, dürfen beschriebene *H. falciferum* nur zusammen mit der *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform betrachtet werden und sind nur als Extremformen von diesen getrennt.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

**Gattung: *Polyplectus* (BUCKMAN 1890)**

***Polyplectus discoides appenninicus* HAAS**

(Taf. 3, Fig. 2)

- 1906 *Harpoceras discoides* ZIETEN; PARISCH & VIALE: S. 149, Taf. VIII, Fig. 1-3.
- 1907 *Harpoceras (Polyplectus) discoides* ZIETEN variet. *appenninicus*; HAAS: S. 118.
- 1963 *Polyplectus discoides appenninicus* HAAS; KOTTEK: S. 107, Taf. XI, Fig. 4.

Material: Ein Exemplar, dessen Schale stark verkrustet und in sich ein wenig verschoben ist (W2).

Beschreibung: Das Exemplar besitzt feine, dichtstehende, einfache Sichelrippen, deren Sichelstiele geradlinig und proradiat verlaufen. Die Rippen sind auf der Schale abgeflacht, wodurch mehr der Eindruck von scharfkantigen Furchen entsteht (5.2), wohingegen sie auf dem Steinkern gerundet sind.

Der Windungsquerschnitt ist trapezförmig, an der Exterenseite zugespitzt und erreicht seine größte Breite auf dem inneren Drittel der Windung. Der Kiel ist hohl und nicht abgesetzt. Der Nabelabfall ist eng gerundet, die Nabelwand deutlich überhängend. Aussagen über die Endwohnkammer und eine eventuelle Wellung der Flankenregion sind erhaltungsbedingt nicht möglich.

Bemerkungen: HOWARTH (1992) beschreibt *P. discoides appenninicus* als ein Synonym zu *P. discoides*.

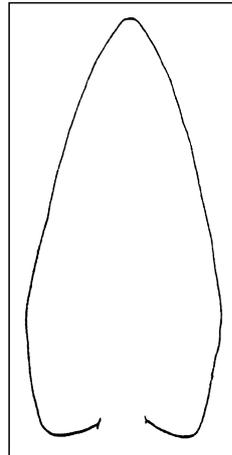
Tabelle 12.  
Merkmalswerte von *Polyplectus discoides appenninicus*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 1	87	10,7 (12)	48 (55)	23,6 (24)	60 (1/2 U)

Abb. 19.  
Windungsquerschnitt von *Polyplectus discoides appenninicus* (nat. Größe).

des mit der stratigraphischen Verbreitung *fallaciosum*- bis *levesquei*-Zone. Da oben beschriebener *Polyplectus* jedoch eindeutig aus der *falciferum*-Subzone stammt und die Berippung wesentlich dichter als beim ZIETENSchen Holotyp ist, erfolgt die Benennung nach der Beschreibung von KOTTEK (1963).

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.



### *Polyplectus discoides* cf. *pluricostatus* HAAS

(Taf. 3, Fig. 3)

- 1906 *Harpoceras discoides* ZIETEN; PARISCH & VIALE: S. 149, Taf. VIII, Fig. 4.  
 1913 *Harpoceras (Polyplectus) discoides* ZIETEN variet. *pluricostatus*; HAAS: S. 117, Taf. VI, Fig. 3.  
 1963 *Polyplectus discoides pluricostatus* HAAS; KOTTEK: S. 108, Taf. XI, Fig. 5.  
 1992 *Polyplectus discoides pluricostatus* HAAS; HOWARTH: S. 154, Taf. 28, Fig. 9–10.

Material: Ein unvollständiges Exemplar von der Fundstelle W2.

Beschreibung: Bei Exemplar 1997 VI 2 ist die Wohnkammer teilweise erhalten, ein Teil des Phragmokons ist herausgebrochen. Die Rippen sind einfach sichelförmig, die Sichelstiele leicht gewellt und proradiat. Die bei *P. discoides appenninicus* genannte Feinstruktur der Rippen auf der Schale ist bei 1997 VI 2 besonders gut zu beobachten.

Der WQ ist trapezförmig und extern zugespitzt, er weist seine größte Breite in der Nähe des Nabelrandes auf. Andeutungsweise ist ein abgesetzter Kiel zu erkennen. Die Flanken sind deutlich flachwellig gefaltet mit Erhebungen im Abstand von je 5 Rippen. Der Nabelrand ist scharf gerundet, die Nabelwand überhängend.

Bemerkungen: 1997 VI 2 weicht von *P. discoides pluricostatus* durch größere Nw und Flankenwellung ab. Letzteres ist aber nach KOTTEK

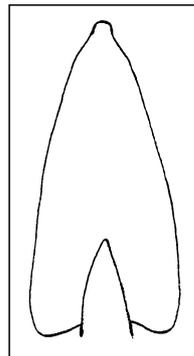


Abb. 20.  
Windungsquerschnitt von *Polyplectus discoides* cf. *pluricostatus* (nat. Größe).

Tabelle 13.  
Merkmalswerte von *Polyplectus discoides* cf. *pluricostatus*.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	UR
1997 VI 2	111,5	15,1 (14)	59,2 (53)	21,7 (19,5)	*
	79	11,8 (15)	41 (52)	17 (21,5)	45 (1/2 U)

(1963) ein charakteristisches Merkmal der Unterart *appenninicus*. Nach der Anzahl der Rippen und in Übereinstimmung mit Taf. VIII Fig. 4 in PARISCH & VIALE (1906) wird Exemplar

1997 VI 2 hier in die Nähe von *P. discoides pluricostatus* gestellt. Wenn jedoch die von KOTTEK (1963) postulierte Entwicklungsreihe von *appenninicus* über *pluricostatus* nach *discoides* richtig ist, könnte es sich hier also um eine Übergangsform zwischen *appenninicus* und *pluricostatus* handeln.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

### Bemerkungen zur Gattung *Polyplectus*

Im Gegensatz zu 1997 VI 1 besitzt 1997 VI 2 weniger Rippen, leicht gewellte Sichelstiele, einen anderen WQ und einen angedeutet abgesetzten Kiel. Die Wellung der Flanke kann bei *P. discoides appenninicus* erhaltungsbedingt nicht beobachtet werden, ist aber nach KOTTEK (1963) und HAAS (1913) für diese Unterart typisch.

Die Unterteilung in zwei Unterarten bzw. „Variationen“ (HAAS, 1913) anhand von nur zwei Exemplaren ist jedoch gefährlich, noch dazu weil der Übergang fließend sein soll (KOTTEK, 1963).

Um die o.g. Unterschiede zwischen beiden Exemplaren und die deutliche Abweichung vom ZIETENSchen Holotyp von *P. discoides* zu unterstreichen, wird hier der Beschreibung als zwei Unterarten gegenüber einer Zusammenfassung Vorrang gewährt.

Familie: Phylloceratidae (ZITTEL 1884)

Gattung: *Calliphylloceras*

### *Calliphylloceras* sp.

(Taf. 3, Fig. 4)

Material: Ein Phragmokon und mehrere Windungsreste von den Fundstellen W1, W2.

Beschreibung: *Calliphylloceras* sp. ist sehr eng genabelt, besitzt einen hochovalen WQ und auf der äußersten erhaltenen Windung 10 Einschnürungen auf dem Steinkern, die proradiat über die Flanken verlaufen, nahe der Externseite nach vorne umbiegen und diese überqueren. An der Schalenoberfläche sind die Einschnürungen nur undeutlich als Wellung zu erkennen. Auf der Schale dominieren Anwachsstreifen, die wie die Einschnürungen proradiat mit Biegung über die Flanken verlaufen. Sie stehen immer einzeln und dicht in regelmäßigen Abständen.

Bemerkungen: *Calliphylloceras* sp. tritt als einziger Vertreter der Phylloceratiden ebenso häufig wie die Hildo-

Tabelle 14.  
Merkmalswerte von *Calliphylloceras* sp.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb
1997 VI 20	99,4	ca. 6 (6)	56,1 (56)	39,2 (39)

ceratinae und Harpoceratinae im unteren Toarc am Vorderkopf auf.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

Familie: *Lytoceratidae* (NEUMAYR 1875)  
 Gattung: *Lytoceras*

*Lytoceras* sp.  
 (Taf. 6, Fig. 2)

Material: Ein vollständig gekammertes Exemplar und wenige Windungsreste von den Fundstellen W2, W9.

Beschreibung: *Lytoceras* sp. ist sehr weit genabelt und weist einen breitovalen WQ auf. Auf der Schale ist deutlich die unregelmäßige, schwache fimbrierte Berippung zu erkennen.

Der WQ und die Merkmalswerte zeigen, dass ein typischer Vertreter der Gattung *Lytoceras* vorliegt. Er ist sicher in die Verwandtschaft von *Lytoceras fimbriatum* einzuordnen und somit ohne stratigraphische Aussagekraft.

Tabelle 15.  
 Merkmalswerte von *Lytoceras* sp.

Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb
1997 VI 21	87,3	30 (34)	36 (41)	*

Bemerkungen: Da keine Werte für die Wb vorliegen und deshalb eine genaue Bestimmung in dieser ohnehin merkmalsarmen Gattung nicht möglich sein wird, reicht es in diesem Fall aus, die wenigen Exemplare als *Lytoceras* sp. zu bestimmen. *Lytoceras* sp. tritt ebenso selten wie die *Dactylioceratinae* im unteren Toarc am Vorderskopf auf.

Vorkommen: untere *falciferum*-Subzone.

## 7. Genese

### 7.1. Erklärung

#### über „strömungsinduzierte Sedimentation“

WENDT (1969, S. 486) nimmt für Kondensationshorizonte mit Fe/Mn-Krusten oxidierendes Milieu und Sedimentationsunterbrechung an. Dies trifft auch hier zu:

Durch das Fehlen von organischer Substanz im Sediment (z.B. in Form von Schwarzschiefern) und die Anwesenheit von oxidischen Krusten lassen sich reduzierende Bedingungen ausschließen. Die Ausbildung eines hardgrounds weist deutlich auf Sedimentationsstillstand hin.

Nach Abb. 21 wird die Genese in vier Schritte unterteilt. Die sich verändernden Sedimentationsbedingungen werden mit wechselnder Strömungsintensität (= Pfeildicke) erklärt (EBLI, 1997) und als „strömungsinduzierte Sedimentation“ beschrieben.

- 1) Die Sedimentation stoppt, Erosion findet statt und ein hardground bildet sich, der von Bohrorganismen (infaunale Bivalven, Grabgang-Durchmesser ca. 1 cm und Algen, Grabgangdurchmesser 0,007–0,02 mm) besiedelt ist (Abb. 4 und 5). Die Basis bildet ein echinodermenreicher, verfestigter Schlamm (Echinodermen-wackestone in Abb. 4) aus dem oberen Pliensbach. Ob die gesamte *tenuicostatum*-Zone erodiert oder nicht sedimentiert wurde, konnte nicht geklärt werden.
- 2) Die Strömungsintensität ist verringert und Molluskenschalen werden sedimentiert. V.a. große Ammonitengehäuse (Dm > 100 mm), aber auch kleine Bivalven lagern sich in morphologischen Vertiefungen ab. Die Bohrlöcher der Bivalven stürzen zum Teil in sich zusammen. Der hardground wird nun besiedelt von epifaunalen Bivalven (*Plagiostoma*, *Bositra*, *Modiolus*). Die Bildung von Fe/Mn-Krusten beginnt.

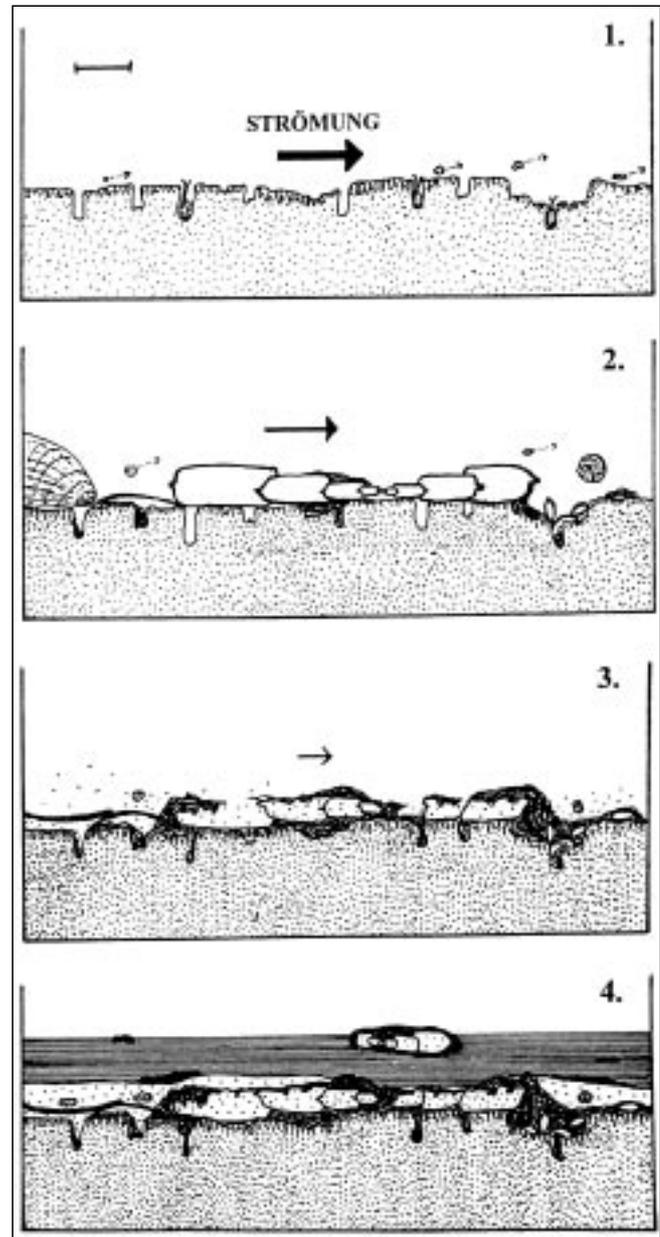
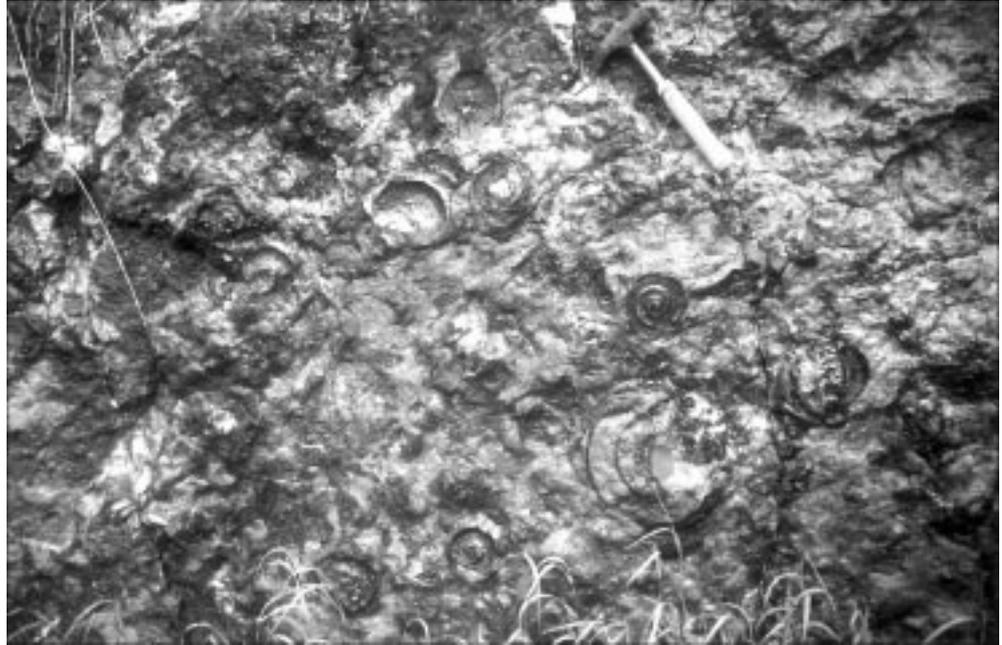


Abb. 21.  
 Genesemodell für den fossilreichen hardground am Vorderskopf.  
 Maßstab = 2 cm.  
 Erklärung im Text.

- 3) Die abgelagerten Gehäuse werden chemisch angelöst und die Ablagerung der Oxidkrusten erreicht ihren Höhepunkt (auf die Herkunft der Metallelemente wird in dieser Arbeit nicht eingegangen, weil das über die thematische Zielsetzung hinausgeht). In den angelösten Gehäusen, zwischen und selten auch auf den entstandenen Konkretionen beginnt sich ein roter Kalkschlamm abzulagern (Floatstone in Abb. 4).
- 4) Danach änderte sich das Ablagerungsmilieu, es folgen mächtige Mergel mit verkalkten und verkrusteten Großammoniten (Dm > 100 mm) als Konkretionen in den unteren 30 Zentimetern. Ob diese Ammoniten bedingt durch z.B. großräumiges Relief oder Strömung umgelagert oder autochthon eingebettet sind, konnte nicht entschieden werden. Höher in den Mergeln sind verkalkte Ammoniten sehr viel seltener, viel weniger verkrustet und wesentlich stärker korrodiert (Abb. 23 und 24).

Abb. 22.  
Fundstelle W2 mit Abdrücken von  
*Hildaites* und *Harpoceras*.



Die Gehäuse lagen also solange exponiert, bis zumindest ein Teil der Schale oberseitig weggelöst war (= chemische Erosion). Die Lithoklasten aus der Erosionsbasis in dem roten Mikrit lassen auf ständig fortschreitende mechanische Erosion (Strömung) während der Ablagerung des fossilreichen Horizonts schließen. Ein umkrusteter Lithoklast (Größe: 0,5 x 2 x 3 cm) wurde als Glimmer-Quarzit bestimmt und wurde wahrscheinlich durch Treibholz antransportiert, da er nicht gerundet ist.

Möglicherweise wurde das schon leicht verfestigte Sediment von Bohrorganismen aufgelockert und dann durch eine Strömung weggeführt, die zwar nicht so stark war, um viele Gehäuse umzulagern, doch weitere Mikritsedimentation unterband. Vielleicht ist das auch die Erklärung für die ausgesprochen geringe Größendiversität, dass also kleinere Individuen wegtransportiert wurden.

Einige Gehäuse liegen allerdings beidseitig anerodiert vor.

WENDT (1969) beschreibt überwiegend stark durchbewegte und beidseitig angelöste Ammonitengehäuse aus dem Sonnwendgebirge, was auf ein höherenergetisches Milieu als am Vorderskopf schließen lässt (9. Vergleich mit anderen Faunen). Warum am Vorderskopf der Horizont an einzelnen Aufschlüssen besonders fossilreich (W2), an anderen fossilfrei (W4, W5) ist und nach E und W keine deutlich Fortsetzung besitzt (3.1), ist wegen der meist kleinen Aufschlüsse nicht zu entscheiden.

Auffallend ist, dass unverkrustete Ammoniten in dem roten Mikrit nicht auftreten.

## 7.2. Gründe

### für veränderte Sedimentationsbedingungen

In der Literatur finden sich viele Hinweise auf ein verändertes Sedimentationsgeschehen an der Basis des Toarc bzw. in der *falciferum*-Zone: FISCHER (1966) beschreibt einen beginnenden Faunenaustausch zwischen Tethys und mitteleuropäischer Provinz, BÖHM et al. (1995) nennen große Erosionsvorgänge in roten Adneter Knollenkalken mit anschließender Sedimentation von roten Mergeln, EBELI (1997) und RIEGRAF et al. (1984) Schwarzschieferbildungen, JENKYN (1985) und SCHMIDT (1994)  $\delta^{13}\text{C}$ -Anomalien.

Gründe für die anscheinend in ganz Europa geänderten Sedimentationsbedingungen können sein:

- Meeresspiegelschwankungen (FISCHER, 1966).
- geänderte Strömungsverhältnisse (EBELI, 1997; FISCHER, 1966).
- erhöhter Gehalt an organischer Substanz (oceanic anoxic event) (SCHMIDT, 1994), bzw. allgemein: geänderter Meerwasserchemismus (FISCHER, 1966).
- Tektonische Vorgänge (BÖHM et al., 1995).

JENKYN (1985) führt alle oben genannten Gründe (ausgenommen: Tektonik) überzeugend als Folgen eines upwelling-Szenarios an.

Im Zusammenhang mit der an vielen Stellen beobachteten besonderen Ausbildung der Sedimente der *falciferum*- bzw. *tenuicostatum*-Zone stellt sich die Frage, ob nicht in allen europäischen Profilen lithologisch dieser Horizont erkannt werden kann.

## 8. Diskussion der Stratigraphie

### 8.1. Hardground

Die in dieser Arbeit beschriebenen Gattungen und Arten weisen auf den ersten Blick auf die *falciferum*-Zone im unteren Toarc hin. Durch das im Vergleich mit anderen Fundstellen reichhaltige und gut erhaltene Material können aber noch genauere Aussagen gemacht werden.

- 1) Die Gattung *Polyplectus* tritt zum ersten Mal am Beginn der *falciferum*-Subzone auf (HOWARTH, 1992). Daraus folgt als Mindestalter für die Fundschicht *falciferum*-Subzone.
- 2) *Harpoceras falciferum* entwickelt sich aus *Harpoceras serpentinum* am Ende der *exaratum*-Subzone. Da Übergangsformen vorhanden sind, lässt sich das Alter der Fauna auf die Grenze *exaratum/falciferum*-Subzone einengen.
- 3) *Hildaites murleyi* endet in der unteren *falciferum*-Subzone; *Hildaites subserpentinum* entwickelt sich zu Beginn der *falciferum*-Subzone (HOWARTH, 1992). Die *Hildaites* weisen also auch auf den Beginn der *falciferum*-Subzone.

Frühe *Hildaites* (*Hildaites wrighti* z.B.), weit genabelte *Harpoceras* (*H. serpentinum*) und *Cleviceraten*, also alles typische Vertreter der *exaratum*-Subzone, wurden in dem beschriebenen Horizont nicht gefunden. *exaratum*-Subzone könnte trotzdem enthalten sein, wenn diese Formen mediterran nicht vorkämen, was FISCHER (1966) für *Cleviceras* postuliert. Die Ammoniten der alpinen *falciferum*-Zone sind in FISCHER (1966) aufgelistet.

### 8.2. Rote Mergel

In den roten Mergeln über dem beschriebenen fossilreichen Horizont konnte in den unteren 30 cm mit Ammoniten noch untere *falciferum*-Subzone nachgewiesen wer-

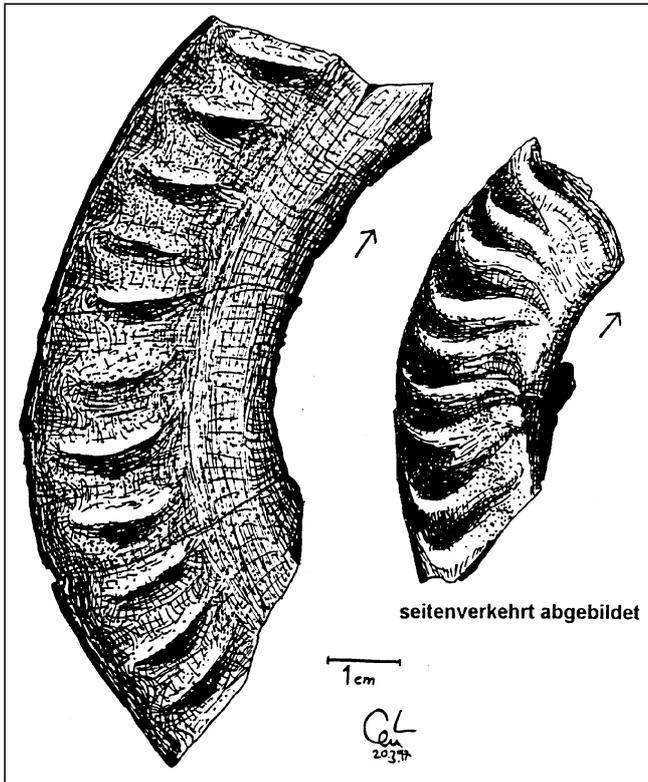


Abb. 23.  
Zwei Windungsreste eines Individuums von *Hildoceras lusitanicum* vom Profil W1.  
Die Pfeile geben die Richtung der Aufrollung an.

den (7.1.). Im oberen Bereich wurden unhorizontiert (Abb. 3) zwei stark korrodierte Reste von *Hildoceras lusitanicum* MEISTER gefunden (Abb. 23, 24). Sie zeigen nach HOWARTH (1992) mittlere *falciferum*-Zone bis *commune*-Zone an.

## 9. Vergleich mit anderen Faunen

### 9.1. Regional

#### 9.1.1. Sonnwendgebirge

WENDT (1969) beschreibt im Sonnwendgebirge einen schon durch sein Relief sehr auffallenden "Emersionshorizont" im Toarcium:

Über z.T. massigen Crinoidenkalken folgt ein hardground mit Fe/Mn-Krusten, darüber ein dunkel-ziegelroter, weicherer Kalk. Darin tritt der Anteil an Crinoiden und Mikrofauna etwas zurück. Die reiche, wenn auch schlecht erhaltene Ammonitenfauna belegt für die dunkel-ziegelroten Kalke Alter ab der *falciferum*-Zone. Von der Unterkante der Mn-Kruste dringen feine Bohrgänge (Dm = 0,01–0,02 mm) bis zu 0,5 mm weit in die liegende Bank ein.

Die fast vollkommene Übereinstimmung in Lithologie und Stratigraphie zeigt, dass die Fundstellen vom Vorderskopf zumindest regionale Bedeutung haben können. Als Unterschiede sind im Sonnwendgebirge die sehr schlechte Erhaltung (beidseitige Korrosion) der Cephalopoden, die auf hochenergetisches Ablagerungsmilieu zurückzuführen ist, und der kalkige Charakter der hangenden Schichten zu nennen. Die z.T. massigen Crinoidenkalken müssen nicht zwingend gleich alt mit dem Crinoiden-Wackestone sein, der die Basis des hardgrounds am Vorderskopf bildet.

#### 9.1.2. Tierseemulde

Nach einem Fund eines Dactyloceraten in einer schwarzen Fe/Mn-Kruste nahe der Blauberg-Alm (freundl. Mitt. Herr O. MORAWETZ) scheint dort im Nordflügel der Tierseemulde der oben beschriebene Horizont in vergleichbarer stratigraphischer Stellung ebenfalls vertreten zu sein.

### 9.2. Überregional

#### 9.2.1. Europäischer Tethysanteil

Im Gebiet Kammerkehr (FISCHER, 1966) in Salzburg sind Gemeinsamkeiten mit der Fauna vom Vorderskopf zu erkennen: Die *tenuicostatum*-Zone ist kaum vorhanden, und hardgrounds (Schichtlücken) sind häufig im unteren Toarcium. Außerdem tritt z.B. am Profil „Scheibelberg“ *Harpoceras exaratum* nicht auf, die *exaratum*- und die *falciferum*-Subzonen sind also nicht voneinander abzutrennen. Fe/Mn-Krusten werden jedoch ebensowenig wie ein deutlicher Wechsel der Lithologie beschrieben.

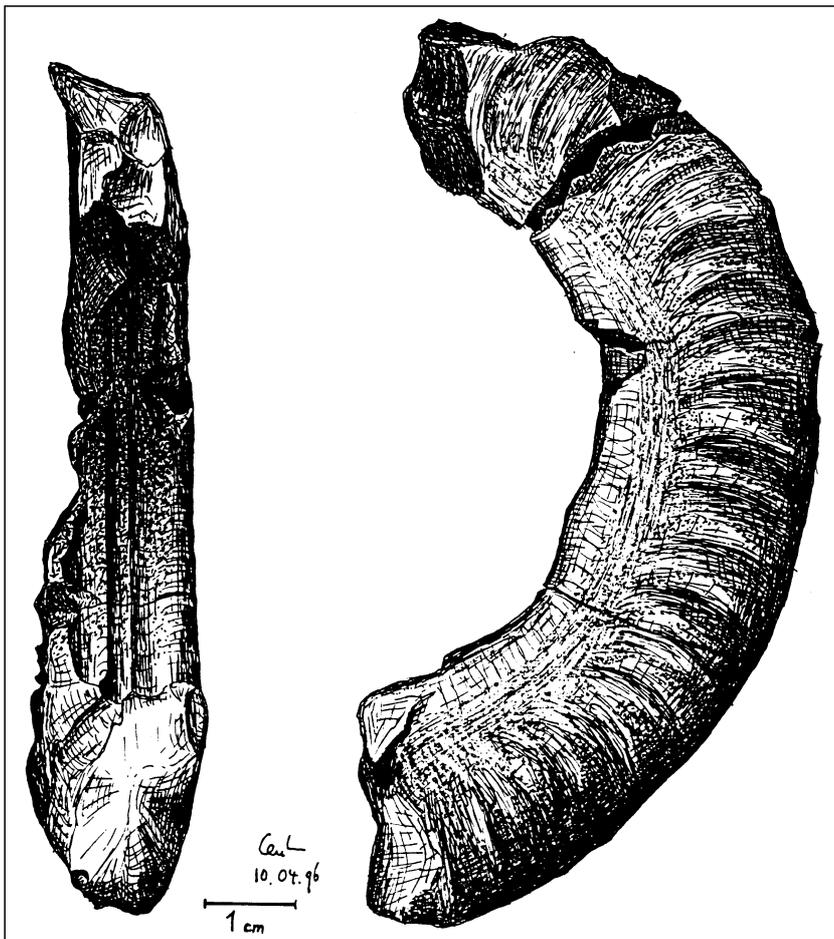


Abb. 24.  
Innen- und Flankenansicht von *Hildoceras lusitanicum* vom Profil W1.

KRAINER et al. (1994) beschreiben Mn-Erz-Ablagerungen im unteren Toarc in einem Lokalbecken bei Lofer. Die Datierung erfolgte mit Holothurien und zeigte, dass die Vererzung im unteren Toarc einsetzte. Für die Herkunft des Mangans werden exhalative Prozesse verantwortlich gemacht.

Eine ebenfalls fehlende *tenuicostatum*-Zone nennt WIEDENMAYER (1980) in den Lombardischen Alpen. Hier zeigt sich auch wieder ein deutlicher Wechsel in der Lithologie von Kalk zu Mergel. Auch in Westfrankreich fehlt partiell die *tenuicostatum*-Zone (GABILLY, 1976).

In den Südalpen wird an der Grenze Pliensbach/Toarc eine tektonisch bedingte abrupte Veränderung der Sedimentationsraten (Verlangsamung/Erhöhung) mit z.T. Bildung von Fe/Mn-Krusten beschrieben (WINTERER & BOSELLINI, 1981).

Somit scheint im Einflussbereich der Tethys in Europa an der Wende Pliensbach/Toarc ein Wechsel der Sedimentationsbedingungen stattgefunden zu haben, der in vielen Profilen als Hiatus und/oder Kondensationshorizont ausgebildet ist. Mögliche Ursachen wurden bereits diskutiert (7.2.).

### 9.2.2. Mitteleuropa

In Mitteleuropa treten kaum Schichtlücken im unteren Toarc auf; stattdessen sind Schwarzschieferbildungen weit verbreitet (RIEGRAF et al., 1984).

Durch die ausführliche Überarbeitung der horizontiert gesammelten Hildoceratidae in Großbritannien (HOWARTH, 1992) konnten deutliche Aussagen über Phylogenie und Stratigraphie gemacht werden. Mit Hilfe dieser Arbeit konnte die Fauna vom Vorderskopf stratigraphisch eingeordnet werden.

JENKYN (1985) fasst den Übergang Pliensbach/Toarc in Europa (einschließlich Tethys) zusammen und beschreibt einen Faunenwechsel, submarine Erosion, geänderte  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte, Schwarzschiefer und Ozeanbodenrelief (7.2.). Er interpretiert alle Erscheinungen mit einer durch Meeresspiegelschwankungen ausgelösten upwelling-Zone an einem riftenden Kontinentalrand.

### 9.3. Global

In NW-Kanada fehlen Ammoniten des späten oberen Pliensbach, die *falciferum*-Zone ist vorhanden, die Fauna aber schlecht erhalten (FREBOLD, 1964).

Dagegen beschreiben JAKOBS et al. (1994), dass alle Zonen in Nordamerika durchgehend belegt werden können und im Gegensatz zum alpinen Bereich *Hildaites murleyi*, *Harpoceras serpentinum* und *Harpoceras cf. exaratum* zusammen vorkommen.

## 10. Ergebnis

Innerhalb der Adneter Schichten wurde am Südwesthang des Vorderskopf (bei Hinterriß) ein äußerst fossilreicher Kondensationshorizont (hardground) mit Fe/Mn-Krusten im unteren Toarc entdeckt, dessen laterale Verbreitung nur ca. 1 km beträgt. Die Fauna daraus wurde beschrieben und bestimmt. Sie weist mehrere Besonderheiten auf:

- Sie besteht zum überwiegenden Teil aus Ammoniten.
- Die Kondensation und somit Fossilanreicherung fand genau an der Grenze *exaratum*-/*falciferum*-Subzone statt, wie anhand der Ammoniten nachgewiesen werden konnte.
- Eine vergleichbar reiche Ammonitenfauna aus den Adneter Schichten war in diesem Zeitabschnitt bis jetzt nicht bekannt.
- Mehrere Übergangsformen zwischen einzelnen Arten konnten beobachtet werden. Mit den meisten Belegen wurde eine *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform beschrieben.
- Die Erhaltung der Schalenmorphologie ist – bedingt durch Fe/Mn-Verkrustung – meist außerordentlich gut. Die Gehäuse liegen dagegen in der für hardgrounds üblichen Weise sehr selten vollständig vor.
- Die Durchmesser der meisten Individuen liegen im Bereich zwischen 80 mm und 200 mm, was auf eine Sortierung zurückgeführt werden muss.

Die Genese dieses hardgrounds innerhalb der Adneter Schichten wird als ein Wechsel der Strömungsintensität interpretiert (strömungsinduzierte Sedimentation, Abb. 21).

Im Vergleich mit anderen Fundstellen wird deutlich, dass sich in ganz Europa die Ablagerungsbedingungen im unteren Toarc (in der *falciferum*-Subzone) änderten und somit der Horizont am Vorderskopf im europäischen Zusammenhang gesehen werden muss. JENKYN (1985) liefert mit seiner Beschreibung eines upwelling Szenarios ein einleuchtendes Modell für diesen Event im unteren Toarc. Als Ergebnis dieser Arbeit wird erwartet, dass auch in anderen europäischen Profilen dieses event in irgendeiner Weise lithologisch erkannt werden kann.

## Tafel 1

Fig. 1: *Hildaites subserpentinum* BUCKMAN.  
Nr. 1997 VI 13.  
Natürliche Größe.

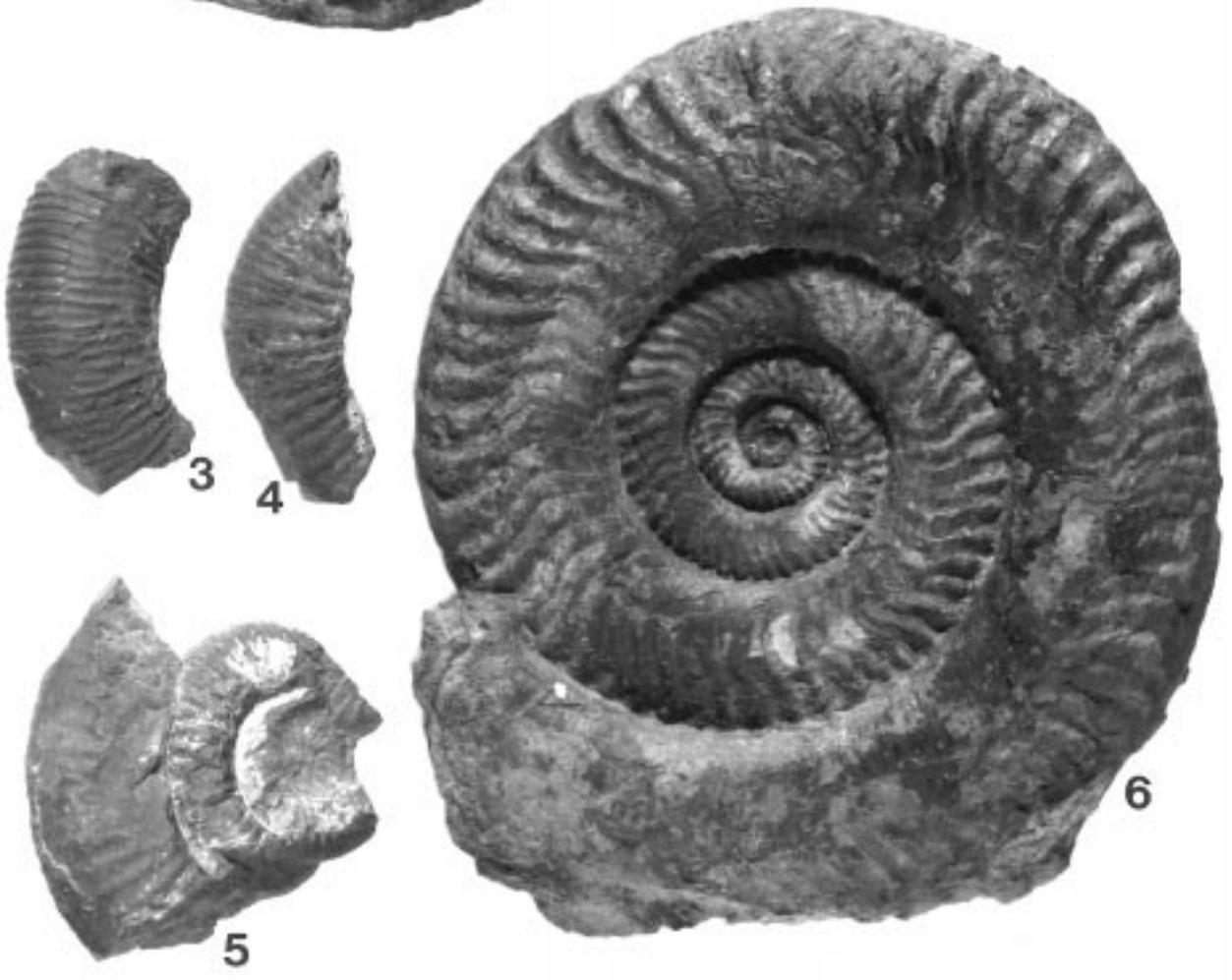
Fig. 2: *Hildaites murleyi* Moxon (MT A).  
Nr. 1997 VI 10.  
Natürliche Größe.

Fig. 3: *Dactylioceratinae* gen. indet.  
Windungsrest.  
Nr. 1997 VI 3.  
Natürliche Größe.

Fig. 4: *Dactylioceratinae* gen. indet.  
Windungsrest.  
Natürliche Größe.

Fig. 5: *Dactylioceras* aff. *crassiusculosum* SIMPSON.  
Nr. 1997 VI 6.  
Natürliche Größe.

Fig. 6: *Hildaites murleyi* Moxon (MT A).  
Nr. 1997 VI 9.  
Natürliche Größe.



---

## Tafel 2

Fig. 1: *Nodicoeloceras* aff. *choffati* RENZ.  
Nr. 1997 VI 8.  
Natürliche Größe.

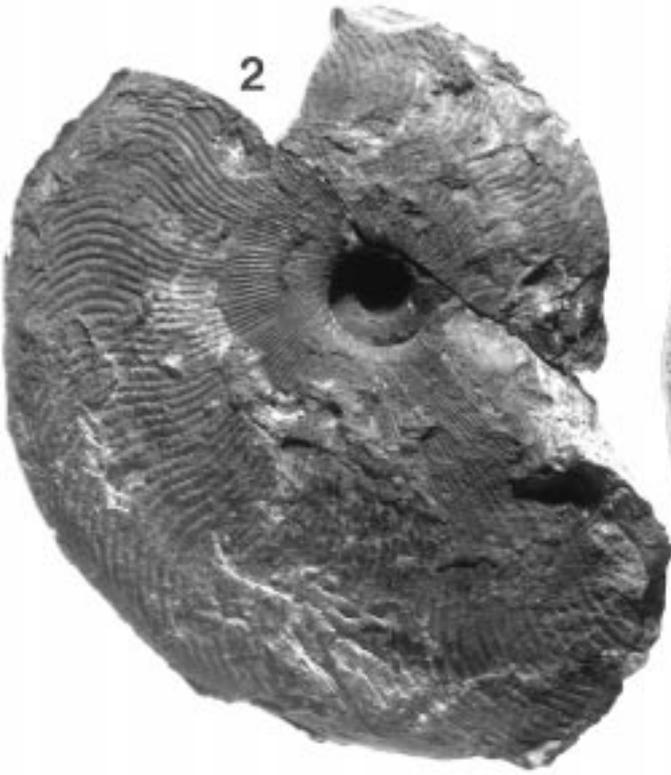
Fig. 2: *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform.  
Exemplar mit flacher Nabelwand ( $\varphi > 120^\circ$ ).  
Nr. 1997 VI 15.  
Natürliche Größe.



---

## Tafel 3

- Fig. 1: *Hildaites subserpentinum* BUCKMAN.  
Nr. 1997 VI 14.  
Natürliche Größe.
- Fig. 2: *Polyplectus discoides appenninicus* HAAS.  
Nr. 1997 VI 1.  
Natürliche Größe.
- Fig. 3: *Polyplectus discoides* cf. *pluricostatus* HAAS.  
Nr. 1997 VI 2.  
Natürliche Größe.
- Fig. 4: *Calliphylloceras* sp.  
Nr. 1997 VI 20.  
Natürliche Größe.
-



---

## Tafel 4

Fig. 1: *Hildaites murleyi* MOXON (MT B).  
Nr. 1997 VI 12.  
× 0,5.

Fig. 2: *Nodicoeloceras acanthus* D'ORBIGNY.  
Nr. 1997 VI 7.  
Natürliche Größe.

Fig. 3: *Harpoceras falciferum* SOWERBY ( $\varphi = 87^\circ$ ).  
Nr. 1997 VI 17.  
Natürliche Größe.



---

## Tafel 5

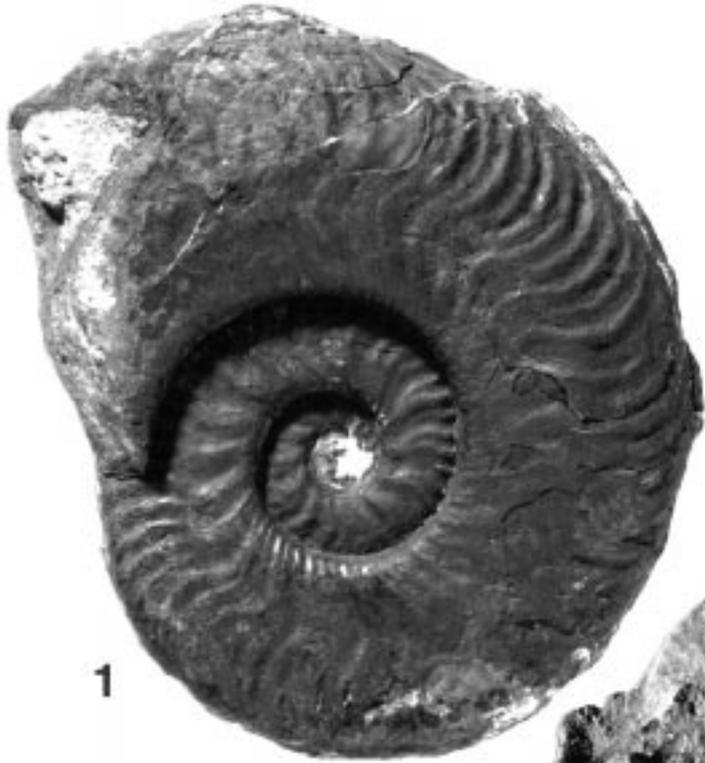
Fig. 1: *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform.  
Exemplar mit mittelsteiler Nabelwand ( $\varphi = 115^\circ$ ).  
Nr. 1997 VI 19.  
Natürliche Größe.



---

## Tafel 6

- Fig. 1: *Harpoceras serpentinum/falciferum*-Übergangsform.  
Exemplar mit steiler Nabelwand ( $\varphi = 90^\circ$ ).  
Nr. 1997 VI 16.  
Natürliche Größe.
- Fig. 2: *Lytoceras* sp.  
Nr. 1997 VI 21.  
Natürliche Größe.
- Fig. 3: *Harpoceras falciferum* SOWERBY ( $\varphi < 80^\circ$ ).  
Nr. 1997 VI 18.  
Natürliche Größe.
-



1



2



3

## Literatur

- BLIND, W.: Die Ammoniten des Lias alpha aus Schwaben, vom Fonsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung. – *Paläontographica*, A, **121**, 38–131, Stuttgart 1963.
- BÖHM, F. & DOMMERMUES, J.-L. & MEISTER, C.: Breccias of the Adnet Formation: indicators of a Mid-Liassic tectonic event in the Northern Calcareous Alps (Salzburg/Austria). – *Geol. Rdsch.*, **84**, 272–286, Stuttgart 1995.
- EBLI, O.: Sedimentation und Biofazies an passiven Kontinentalrändern: Lias und Dogger des Mittelabschnitts der Nördlichen Kalkalpen und des frühen Atlantik (DSDP site 547B, offshore Marokko). – *Münchn. Geowiss. Abh.*, A, **32**, 1–255, München 1997.
- FABRICIUS, F.: Beckensedimentation und Riffformung an der Trias/Jura-Wende in den Bayerisch Tiroler Kalkalpen. – 143 S., Leiden (E.J. Brill Verlag) 1966.
- FISCHER, R.: Die Dactyloceratidae (Ammonoidea) der Kammerkehr (Nordtirol) und die Zonengliederung des alpinen Toarcien. – *Abh. Bayer. Akad. Wiss.*, H. **126**, 83 S., München 1966.
- FREBOLD, H.: Lower Jurassic and Bajocian Ammonoid Faunas of Northwestern British Columbia and Southern Yukon. – *Geol. Surv. Can. Bull.*, **116**, 31 S., Ottawa 1964.
- GABILLY, J.: Le Toarcien à Thoars et dans le centre-ouest de la France. – *Strat. Franc.*, **3**, 217 S., CNRS Paris 1976.
- GOLEBIEWSKI, R. & BRAUNSTEIN, R.E.: A Triassic-Jurassic Boundary Section in the Northern Calcareous Alps (Austria). – *Ber. Geol. B.-A.*, **15**, 8–46, Wien 1988.
- HAAS, O.: Die Fauna des mittleren Lias von Ballino in Südtirol; Teil 2. – *Beitr. Pal. Geol. Ö.-U. Orient.*, **26** (6), Wien 1913.
- HILLEBRANDT, A. v.: Liassic Ammonite zones of South America and correlations with other provinces. – *Biostrat. Sist. Reg. Jurás. Cretác. Amér. Sur*, **1**, 111–157, Mendoza 1987.
- HOWARTH, M.K.: The ammonite family Hildoceratidae in the lower Jurassic of Britain. Part 1+2. – *Monogr. Paleont. Soc.*, **586**, 200 S., London 1992.
- JAKOBS, G.K., SMITH, P.L. & TIPPER, H.W.: An ammonite zonation for the Toarcian (Lower Jurassic) of the North American Cordillera. – *Can. J. Earth Sci.*, **31**, 919–942, Vancouver 1994.
- JENKYN, H.C.: The Early Toarcian and Cenomanian–Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. – *Geol. Rdsch.* **74/3**, 505–518, Stuttgart 1985.
- JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. – *Geol. Rdsch.* **58/2**, 464–501, Stuttgart 1969.
- KOTTEK, A.V.: Die Ammonitenabfolge des griechischen Toarcium. – *Ann. Géol. Pays Hellén.*, **17**, 1157, Athen 1966.
- KRAINER, K., MOSTLER, H. & HADITSCH, J.G.: Jurassische Beckenbildung in den Nördlichen Kalkalpen bei Lofer (Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Manganerz-Genese. – *Abh. Geol. B.-A.*, **50**, 257–293, Wien 1994.
- LANGE, W.: Der untere Lias am Fonsjoch (östliches Karwendelgebirge) und seine Ammonitenfauna. – *Paläontographica*, A, **102**, 162 S., Stuttgart 1952.
- MEISTER, C. & BÖHM, F.: Austroalpine Liassic Ammonites from the Adnet Formation (Northern Calcareous Alps). – *Jb. Geol. B.-A.*, **136**, 163–211, Wien 1993.
- PARISCH, C. & VIALE, C.: Contribuzione alla studio delle ammoniti del Lias superiore. – *Riv. Ital. Paleont.*, **12**, 141–168, Mailand 1909.
- PINNA, G. & LEVI-SETTI, F.: I Dactyloceratidae della Provincia mediterranea (Cephalopoda Ammonoidea). – *Mem. Soc. Ital. Sci. Nat.* **19/2**, 59–136, Mailand 1971.
- RENZ, C.: Stratigraphische Untersuchungen im Portugiesischen Lias. – *N. Jb. Min.*, **1912/I**, 58–90, Stuttgart 1912.
- RIEGRAF, W. & WERNER, G. & LÖRCHER, F.: Der Posidonienschiefer. Biostratigraphie, Fauna und Fazies des südwestdeutschen Unter-Toarcium (Lias ?). – 195 S., Stuttgart (Enke Verlag) 1984.
- ROTHPLETZ, A.: Das Karwendelgebirge. – *Z.D.Ö.A.V.*, **74** S., München 1888.
- SCHLEGELMILCH, R. (1976): Die Ammoniten des süddeutschen Lias (2. Aufl.). – 241 S., Stuttgart, New York (Gustav Fischer Verlag) 1976.
- SCHMIDT, T.: Kohlenstoff-Isotopensignale eines „Oceanic Anoxic Event“ in jurassischen Rotsedimenten der Lienzer Dolomiten (Österreich, Ost-Tirol) und ihre Bedeutung als stratigraphisches Hilfsmittel. – *Giess. Geol. Schr.*, **51**, 231–240, Giessen 1994.
- SCHÜTZ, K.J.: Die Aptychen-Schichten der Thiersee- und der Karwendelmulde. – *Geotekt. Forsch.* **57/I–II**, 1–84, Stuttgart 1979.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums (Stratigraphie, Fauna und Fazies) der Nördlichen Kalkalpen. – 2: XVI–580, Wien (Deuticke Verlag) 1976.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. – *Wiss. Veröff. D.Ö.A.V.*, **7**, 69 S., Innsbruck 1930.
- ULRICH, R.: Die Entwicklung der ostalpinen Juraformation im Vorkarwendel zwischen Mittenwald und Achensee. – *Geol. Bav.*, **41**, 99–151, München 1960.
- WAGREICH, M., BÖHM, F. & LOBITZER, H.: Sedimentologie des kalkalpinen Mesozoikums in Salzburg und Oberösterreich (Jura, Kreide). – *Ber. Geol. B.-A.*, **33**, Exk.führ., 11. Sedimentologentreffen, Exk. B1, 8–56, Wien 1996.
- WÄHNER, F. (1882–97): Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den nordöstlichen Alpen. – *Beitr. Paläont. Ö.-U.*, **3–6**, 291 S., Wien 1882–98.
- WEITSCHAT, W.: Stratigraphie und Ammoniten des Höheren Unter-toarcium (oberer Lias epsilon) von NW-Deutschland. – *Geol. Jb.*, A, **8**, 3–81, Hannover 1973.
- WENDT, J.: Stratigraphie und Paläontologie des roten Jurakalkes im Sonwendgebirge (Tirol, Österreich). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **132**, 219–238, Stuttgart 1969.
- WENDT, J.: Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **7**, 433–448, Stuttgart 1970.
- WIEDENMAYER, F.: Die Ammoniten der mediterranen Provinz im Pliensbachian und unter-Toarcian aufgrund neuer Untersuchungen im Generoso-Becken (Lombardische Alpen). – *Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.*, **93**, 197 S., Basel 1980.
- WINTERER, E.L. & BOSELLINI, A.: Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental margin, Southern Alps, Italy. – *Bull. AAPG* **65/3**, 394–421, Tulsa 1981.